

明 細 書

発明の名称：攪拌体とこれを備える攪拌装置

技術分野

[0001] 本発明は、攪拌羽根とこれを備える攪拌装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、医療分野における血小板作製の培養法としては、培養皿での静置培養がある。しかしながら、静置培養による作製方法では、輸血に必要な非活性型の血小板を大量に作製することは困難であった。そのため、新たにヒト型 i P S 細胞を使用した生体外における血小板作製が注目されている。この血小板作製の鍵となるのが、乱流を発生させる非定常攪拌であり、ドナーに依存しない血小板製剤と血液製剤の新たな生産システムの実現をめざし、高品質な非活性型の血小板を大量作製する三次元浮遊攪拌培養装置の開発が強く求められている。

[0003] 血小板製剤と血液製剤の製造方法に関しては、特許文献 1 に記載のように、円盤、楕円さらには矩形などの形状による攪拌羽根が、上下に往復動して培養液を非定常攪拌する攪拌培養装置がある。この製造方法では、攪拌羽根の上下移動により乱流を発生させて培養液を非定常攪拌しながら、生体内において骨髓中に存在する最大の細胞である巨核球細胞を、培養液中で三次元浮遊培養することによって、ヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞から分化誘導して放出される血小板の生産効率と生理活性とを高くでき、血小板の劣化を低く抑え且つ異常血小板を減少させることができるとされる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開公報第WO 2 0 1 7 / 0 7 7 9 6 4

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前述したような、従来の血小板作製などに利用される往復動式の攪拌培養

装置では、単純な流動を発生させる攪拌羽根による非定常攪拌であり、攪拌羽根を上下方向に往復動するだけで、攪拌羽根が変形形態を形成しながら動的挙動することにより、複数の流動を発生させて複雑な非定常攪拌をする往復動式の攪拌培養装置はなかった。

[0006] また、攪拌装置の攪拌羽根を法線方向に上下移動させて攪拌する以外に、攪拌羽根が正逆回転移動を伴う複数の動作方向を有して攪拌を行うためには、例えば、異なる動作方向に駆動する駆動装置を複数設けるまたは一つの駆動装置で複数の動作方向を有するための複雑な機構が必要であり、駆動装置の耐久性やコストの面で問題があった。

[0007] さらに、従来の往復動式の攪拌培養装置では、攪拌羽根の往復速度を制御することにより、攪拌流の流動速度を調整することは可能であったが、攪拌流の流動パターンを変えるには、形状の異なる攪拌羽根に都度交換する必要がある、一つの攪拌羽根の往復動する移動距離を制御するだけで、攪拌羽根が弾性変形により動的挙動して複数の変形形態を適宜形成させて、攪拌流の流動を調整するような攪拌羽根はなかった。

[0008] よって、本発明は、従来技術に存する問題を解決するために、攪拌羽根を往復動させるだけで、攪拌羽根が弾性変形または塑性変形により動的挙動して、異なる複数の変形形態を形成することで、複数の動作方向を有して、渦流を伴う複雑な循環流と乱流とを発生させて、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、さらに、攪拌羽根の往復動する移動距離を制御して、攪拌羽根が異なる複数の変形形態を形成することにより、目的に合わせて容易に攪拌流の流動を調整することができる、低せん断で、簡単に製造可能な攪拌体とこれを備える攪拌装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の攪拌体は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成された平面板と、前記平面板を支持する作動部材とを備え、前記作動部材または前記平面板の外周部のいずれか一方が相対的に離れる方向および接近する方向に移動可能となっており、前記

相対的に離れる方向への移動に連動して前記羽根部が隣接した羽根部と離れながら立ち上がって前記平面板が伸長して三次元形状となることを特徴とする。

[0010] 本発明の攪拌体では、前記作動部材は、前記平面板に対して、固定された状態で前記平面板を支持していることを特徴とする。

また、前記作動部材は、前記平面板に対して、回転可能な状態で前記平面板を支持していることを特徴とする。

また、前記作動部材または前記平面板は前記移動の際に正逆方向への回転が可能となっていることを特徴とする。

また、前記平面板が伸長した三次元形状では、一つ以上のくびれ部が形成されることを特徴とする。

また、前記平面板が伸長した三次元形状では、前記羽根部は、一方向からみたときに表裏面が露出している複数の波目状の形状に形成されることを特徴とする。

また、前記切り込みは、円弧若しくは直線またはこれらの組み合わせを直列に連結することにより形成されていることを特徴とする。

[0011] 本発明の攪拌装置は、以上の攪拌体と、前記作動部材または前記平面板を移動させる駆動装置と、を備えていることを特徴とする。

[0012] 本発明の攪拌装置では、前記駆動装置は、前記移動に加えて前記作動部材または前記平面板を回転させることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、循環流や乱流などを含む複数の流動を発生させて、流体媒体を複雑に非定常攪拌し且つ目的に合わせて攪拌流の流動を調整することができる低せん断で簡単に製造可能な攪拌体およびこれを備える攪拌装置とすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明による攪拌体の第1実施形態を示しており、(A)は二次元形状を有するときを示している平面図、(B)は(A)の線1 A - 1 Aに沿った

攪拌体を示している断面図、(C)は(A)の二次元形状を有するときを示している斜視図である。

[図2](A)は図1に示されている二次元形状から三次元形状へ伸長させたときを示している攪拌体の側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図3](A)は図2に示されている攪拌体からさらに伸長させたときを示している側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図4]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第1実施形態を示しており、(A)は攪拌体を備える攪拌装置を示している側面図、(B)は(A)の攪拌装置による流体の動きを示している模式図、(C)は(A)の線I V A - I V Aに沿った攪拌装置を示している断面図である。

[図5]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第2実施形態を示しており、(A)は本発明による攪拌体を備える攪拌装置を示している側面図、(B)は(A)の攪拌装置を示している上面図、(C)は(A)の破線V A - V Aに沿った攪拌装置を示している断面図である。

[図6]本発明による攪拌体の平面板の様々な構成による実施形態を例示しており、(A)は一組の平面板の内側に異なるもう一組の平面板を内包する攪拌体を例示している側面図、(B)は(A)に例示されている攪拌体の上面図、(C)は平面板の中心部に支持部材が接続する攪拌体を例示している側面図、(D)は(C)に例示されている攪拌体の上面図、(E)は平面板の外周部に支持部材が接続する攪拌体を例示している側面図、(F)は(E)に例示されている攪拌体の上面図である。

[図7](A)は二つの平面板が互いの外周部同士で接合する攪拌体を示している側面図、(B)は(A)に示されている攪拌体の上面図、(C)は二つの平面板が互いの中心部同士で接合する攪拌体を示している側面図、(D)は(C)に示されている攪拌体の上面図、(E)は(C)に示されている攪拌

体の底面図である。

[図8]本発明による攪拌体の平面板の様々な成形による実施形態を例示しており、(A)は中心部側に平面板補助部材を接合する平面板を例示している上面図および斜視図、(B)は外周部側に平面板補助部材を接合する平面板を例示している上面図および斜視図、(C)は中心部側と外周部側とに平面板補助部材を接合する平面板を例示している上面図および斜視図である。

[図9]本発明による攪拌体の平面板の様々な切り込みによる実施形態を例示しており、(A)は渦巻き状の切り抜きを有する波目形状による円形の平面板を例示している平面図、(B)は正方形の外形状に沿った切り込みを有する平面板を例示している平面図、(C)は左右方向へ延びる渦巻き状の切り込みとフラップとを有する正六角形の平面板を例示している平面図、(D)は複数の貫通穴を有する楕円形状の平面板を例示している平面図である。

[図10]本発明による攪拌体の第2実施形態を示しており、(A)は二次元形状を有するときを示している上面図、(B)は(A)の破線I-A-Iに沿った攪拌体を示している断面図、(C)は(A)の二次元形状を有するときを示している底面図である。

[図11](A)は図10に示されている二次元形状から三次元形状へ伸長させたときを示している攪拌体の側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図12](A)は図11に示されている攪拌体からさらに伸長させたときを示している側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図13](A)は図12に示されている攪拌体から中心部を捻らせたときを示している側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図14]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第3実施形態を示しており、
（A）は攪拌体を備える攪拌装置を示している側面図、（B）は（A）の破線V A 1－V A 1に沿った攪拌装置を示している断面図、（C）は（A）の破線V A 2－V A 2に沿った攪拌装置を示している断面図、（D）は（A）の攪拌装置による流体の動きを示している模式図である。

[図15]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第4実施形態を示しており、
（A）は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを示している模式図、（B）は（A）の破線V I A－V I Aに沿った攪拌装置を示している断面図である。

[図16]（A）は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを示している模式図、（B）は（A）の破線V I I A－V I I Aに沿った攪拌装置を示している断面図である。

[図17]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第5実施形態を例示しており、（A）は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを例示している模式図、（B）は（A）の破線V I I I A－V I I I Aに沿った攪拌装置を例示している断面図である。

[図18]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第6実施形態を例示しており、（A）は攪拌体を備える攪拌装置を例示している側面図、（B）は（A）の破線I X A－I X Aに沿った攪拌装置を例示している断面図である。

[図19]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第7実施形態を例示しており、（A）は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを例示している模式図、（B）は（A）の破線X A－X Aに沿った攪拌装置を例示している断面図である。

[図20]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第8実施形態を例示しており、（A）は本発明による攪拌体の平面板を例示している平面図、（B）は（A）の攪拌体を備える攪拌装置を例示している側面図、（C）は（B）の破線X I B 1－X I B 1に沿った攪拌装置を例示している断面図、（D）は（B）の破線X I B 2－X I B 2に沿った攪拌装置を例示している断面図

である。

[図21]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第9実施形態を例示しており、(A)は本発明による攪拌体を備える攪拌装置を例示している側面図、(B)は(A)の攪拌装置を例示している上面図、(C)は(A)の破線X-I-A-X-I-Aに沿った攪拌装置を例示している断面図である。

[図22]本発明による攪拌体の平面板の様々な構成による実施形態を例示しており、(A)は二つの平面板を縦列に配置する攪拌体を例示している側面図、(B)は2つの平面板を外周部同士で隣接させ縦列に配置する攪拌体を例示している側面図である。

[図23](A)は二つの平面板が中心部同士で接合する攪拌体を例示している側面図、(B)は異なる二つの平面板が外周部同士で接合する攪拌体を例示している側面図、(C)は一組の平面板の内側に異なるもう一組を内包する攪拌体を例示している側面図である。

[図24](A)はコの字形状を有する移動部材が平面板の外周部と接合する攪拌体を例示している側面図、(B)は(A)に例示されている攪拌体の上面図、(C)は三つの分岐部を有する案内部材に平面板が固定されている攪拌体を例示している側面図、(D)は(C)に例示されている攪拌体の上面図、(E)は矩形の枠部を有する案内部材に外周部同士で隣接する二つの平面板が固定されている攪拌体を例示している側面図、(F)は(E)に例示されている攪拌体の上面図である。

[図25]本発明による攪拌体の平面板の様々な成形による実施形態を例示しており、(A)は外周部側に平面板補助部材を接合する平面板を例示している上面図および斜視図、(B)は外周部側にリング形状の平面板補助部材を接合する平面板を例示している上面図および斜視図である。

[図26]本発明による攪拌体の平面板の様々な切り込みによる実施形態を例示しており、(A)は渦巻き状の切り抜きを有する波目形状による円形の平面板を例示している平面図、(B)は正方形の外形状に沿った切り込みを有する平面板を例示している平面図、(C)は左右方向へ延びる渦巻き状の切り

込みとフラップとを有する正六角形の平面板を例示している平面図、(D)は複数の貫通穴を有する楕円形状の平面板を例示している平面図である。

[図27]本発明による攪拌体の第3実施形態を示しており、(A)は二次元形状を有するときを示している平面図、(B)は(A)の破線IA-IAに沿った攪拌体を示している断面図、(C)は(A)の二次元形状を有するときを示している斜視図である。

[図28](A)は図27に示されている二次元形状から三次元形状へ伸長させたときを示している攪拌体の側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図29](A)は図28に示されている攪拌体からさらに伸長させたときを示している側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図30](A)は図29に示されている攪拌体から中心部を捻らせたときを示している側面図、(B)は(A)の三次元形状を有するときを示している斜視図、(C)は(A)の三次元形状を有するときを示している上面図である。

[図31]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第10実施形態を示しており、(A)は攪拌体を備える攪拌装置を示している側面図、(B)は(A)の破線VA-VAに沿った攪拌装置を示している断面図、(C)は(A)の攪拌装置による流体の動きを示している模式図である。

[図32]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第11実施形態を示しており、(A)は攪拌体を備えるその他の攪拌装置による流体の動きを示している模式図、(B)は(A)の破線VIA-VIAに沿った攪拌装置を示している断面図である。

[図33](A)は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを示している模式図、(B)は(A)の破線VIIA-VIIAに沿った攪拌装置を示している断面図である。

図である。

[図34]本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第12実施形態を例示しており、(A)は攪拌体を備える攪拌装置による流体の動きを例示している模式図、(B)は(A)の破線VIII A 1－VIII A 1に沿った攪拌装置を例示している断面図、(C)は(A)の破線VIII A 2－VIII A 2に沿った攪拌装置を例示している断面図である。

[図35]本発明による攪拌体の第4実施形態が備える攪拌羽根の実施形態を例示しており、(A)は二つの攪拌体を縦列に配置する攪拌羽根を例示している側面図、(B)は2つの平面板を外周部同士で接合する攪拌体を備える攪拌羽根を例示している側面図である。

[図36](A)は二つの平面板が中心部同士で接合する攪拌体を備える攪拌羽根を例示している側面図、(B)は異なる二つの平面板が外周部同士で接合する攪拌体を備える攪拌羽根を例示している側面図、(C)は一組の平面板の内側に異なるもう一組を内包する攪拌体を備える攪拌羽根を例示している側面図である。

[図37]本発明による攪拌体の平面板の様々な切り込みによる実施形態を例示しており、(A)は渦巻き状の切り抜きを有する波目形状による円形の攪拌体の平面板を例示している平面図、(B)は正方形の外形状に沿った切り込みを有する攪拌体の平面板を例示している平面図、(C)は左右方向へ延びる渦巻き状の切り込みとフラップとを有する正六角形の攪拌体の平面板を例示している平面図、(D)は複数の貫通穴を有する楕円形状の攪拌体の平面板を例示している平面図である。

[図38]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第13実施形態を例示しており、(A)は2つの平面板が中心部同士で接合する攪拌体を備える混合器を例示している概念的断面図、(B)は(A)の混合器の正面図である。

[図39]本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第14実施形態を例示しており、(A)は攪拌装置の断面図、(B)は平面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の攪拌体は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成された平面板と、前記平面板の中心部を支持した状態で前記平面板から離れる方向への移動が可能となっている作動部材とを備え、前記平面板から離れる方向への作動部材の移動に連動して前記羽根部が隣接した羽根部と離れながら立ち上がって前記平面板が伸長して三次元形状となることを特徴とする。

[0016] 上記攪拌体における作動部材は、後述する第1実施形態では、平面板の外周部および中心部の一方を支持する支持部材と、前記外周部および前記中心部の他方を支持し、前記外周部と前記中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材に対して往復動可能となっている移動部材とが対応する。

また、後述する第2実施形態において、作動部材としては、案内部材と、平面板の前記中心部および前記外周部の一方に接続され前記案内部材に沿って回転および移動可能となっている移動部材が対応する。

また、後述する第3及び第4実施形態において、動作部材としては、軸部材が対応する。

[0017] 以下、図面を参照して本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の実施形態を説明する。

[0018] (攪拌体の第1実施形態)

本発明による実施形態の攪拌体1A、1B、1Cでは、弾性変形可能な材料から成る平面板3A、3B、3Cの外周縁部に接しないように中心部4Aの近傍から外側へ向かって延びる複数本の代数螺旋状すなわち渦巻き状の切り込み2を、中心部4Aの周りに等角度間隔で形成することにより、切り込み2により形成された複数本の渦巻き状の羽根部7A、7B、7Cが、中心部4Aを中心に周方向に所定角度間隔で配置されている。なお、図2と図3とに示されている攪拌体1B、1Cの平面板3B、3Cは、図1に示されている攪拌体1Aの平面板3Aを、弾性変形させて形成した多重螺旋式構造を有する二つの異なる変形形態を示しており、図1に示されている本実施形態の

攪拌体 1 A に対し、図 2 および図 3 に示されている本実施形態の攪拌体 1 B、1 C とは、弾性変形によりそれぞれ異なる変形形態を形成している平板 3 A、3 B、3 C 以外全て同様である。

[0019] 図 1 (A) に示されているように攪拌体 1 A では、四本の切り込み 2 が、それぞれ円形の平板 3 A の外周縁部の内側に位置し且つ中心部 4 A の周りに 90 度間隔で設けられた外周側端部 5 から、中心部 4 A の近傍に位置し且つ中心部 4 A の周りに 90 度間隔で設けられた内周側端部 6 A へ向かって、中心部 4 A の周りに渦巻き状に約 540 度分回って延びるように形成されている。すなわち、四つの羽根部 7 A が、それぞれ隣接する羽根部 7 A に対して中心部 4 A の周りに周方向に 90 度ずつ回転させた位置に配置されており、それぞれ中心部 4 A の周りに渦巻き状に約 540 度分回って延びるように形成されている。なお、切り込み 2 の外周側端部 5 は、外周縁部から中心部 4 A へ向かって平板 3 A の直径の 5 ~ 10 % の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましく、切り込み 2 の内周側端部 6 A は、平板 3 A の中心から外周縁部へ向かって平板 3 A の直径の 5 ~ 10 % の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましい。

[0020] また、図 1 (B) と図 1 (C) とに示されているように攪拌体 1 A では、管状構造を有する移動部材 8 の先端部に凸型の球形状を備え、平板 3 A の中心部 4 A に有する円形の貫通穴を通して平板 3 A の中心部 4 A を回転可能に支持しており、移動部材 8 の管内に往復動可能に配置された支持部材 9 に備える分岐部が、移動部材 8 と直交するように途中で二つに分岐し、移動部材 8 に備える球形状に沿って湾曲して、平板 3 A の外周縁部の近傍で終端して、平板 3 A の底面側の外周部と接合していることによって、移動部材 8 は平板 3 A の外周部と中心部 4 A とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材 9 に対して往復動可能となっている。これにより、移動部材 8 を平板 3 A の法線方向に平板 3 A よりも下へ移動させるすなわち引き下げることによって、四本の切り込み 2 により形成される羽根部 7 A が閉じて、二次元形状の平板 3 A が形成されている。

[0021] 図2 (A) と図2 (B) とに示されているように攪拌体1 Bでは、図1 (B) に示されている移動部材8を、矢印10の方向に、図2 (A) に示されている伸長位置11まで移動させるすなわち引き上げると共に図1 (B) と図1 (C) とに示されている平板3 Aの中心部4 Aが移動すなわち引き上がることにより、羽根部7 Aが伸長移動して弾性変形することによって、図2 (A) と図2 (B) とに示されているような、円錐台状の羽根部7 Bを有する三次元形状の平板3 Bが形成されている。

[0022] また、図2 (C) に示されているように攪拌体1 Bでは、図1 (B) に示されている移動部材8を、矢印10の方向に、図2 (A) に示されている伸長位置11まで移動させるすなわち引き上げると共に図1 (A) に示されている羽根部7 Aが、中心部4 Aへ向かう切り込み2の方向すなわち右巻き方向に回転するように振じれながら伸長移動して弾性変形することによって、図1 (A) に示されている内周側端部6 Aが、中心部4 Aを基軸に右巻き方向へ約20度回転して、図2 (C) に示されている内周側端部6 Bの位置まで回転移動する。これにより、図2 (A) と図2 (B) とに示されているような、円錐台状の羽根部7 Bを有する三次元形状の平板3 Bが形成されている。

[0023] 図3 (A) と図3 (B) とに示されているように攪拌体1 Cでは、図2 (A) に示されている移動部材8を、伸長位置11から、図3 (A) に示されている伸長位置12までさらに引き上げると共に図2 (A) に示されている平板3 Bの中心部4 Aがさらに引き上がり、羽根部7 Bが振じれながら伸長移動と、外方への拡散（以下、「拡散移動」と称す）と、平板3 Bの中心方向への収束（以下、「収束移動」と称す）とを伴って弾性変形することによって、図3 (A) と図3 (B) とに示されているようなくびれ形状を有するくびれ部13 Aを形成すると共に圧力の強さに応じて複数の羽根部7 Cが収束移動する特異点14を生じる羽根部7 Cを有する三次元形状の平板3 Cが形成されている。

[0024] また、図3 (C) に示されているように攪拌体1 Cでは、図2 (A) に示

されている移動部材 8 を、伸長位置 1 1 から、図 3 (A) に示されている伸長位置 1 2 までさらに引き上げると共に図 2 (C) に示されている羽根部 7 B が、右巻き方向にさらに回転するように振じれながら伸長移動および拡散移動さらには収束移動を伴って弾性変形することによって、図 1 (A) に示されている内周側端部 6 A が、中心部 4 A を基軸に右巻き方向へ約 4 5 度回転して、図 3 (C) に示されている内周側端部 6 C の位置まで回転移動する。これにより、図 3 (A) と図 3 (B) とに示されているような、くびれ部 1 3 A を形成する羽根部 7 C を有する三次元形状の平面板 3 C が形成されている。

[0025] 前述の攪拌体 1 A、1 B、1 C によれば、移動部材 8 が平面板 3 A の外周部と中心部 4 A とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材 9 に対して往復動可能となっており、所定の物理的手段で移動部材 8 を、図 1 (B) に示されている矢印 1 0 の方向すなわち平面板 3 A の法線方向に移動させれば、四本の切り込み 2 が形成する四つの羽根部 7 A、7 B、7 C を有する弾性変形可能な材料から成る平面板 3 A、3 B、3 C が、捻れながら伸長移動を含む複数の動作移動を伴って弾性変形することによって、四本の渦巻き状の切り込み 2 が閉じている羽根部 7 A を有する二次元形状の平面板 3 A から、円錐台状の羽根部 7 B を有する三次元形状の平面板 3 B へと変形形態を可逆的に形成して動的挙動し、さらには、平面板 3 B の状態から、さらに羽根部 7 B が振じれながら伸長移動および拡散移動さらには中心方向への収束移動を伴って平面板 3 B が弾性変形することによって、くびれ部 1 3 A を形成すると共に圧力の強さに応じて特異点 1 4 を生じる羽根部 7 C を有する三次元形状の平面板 3 C へと変形形態を可逆的に形成して動的挙動することができる。また、平面板 3 A、3 B、3 C に渦巻き状の切り込み 2 が形成されていることにより、平面板 3 A の中心部 4 A を引き上げれば、中心部 4 A へ向かう切り込み 2 の方向すなわち右巻き方向に羽根部 7 A が中心部 4 A を基軸に回転し且つ振じれながら伸長移動を含む複数の動作移動を伴って、平面板 3 A の内周側端部 6 A が中心部 4 A を基軸に右巻き方向へ回転移動して弾性

変形することによって、二次元形状の平板 3 A から三次元形状の平板 3 B、3 C へと変形形態を可逆的に形成して動的挙動することができる。これにより、切り込み 2 は、羽根部 7 A、7 B、7 C の伸縮動構造および回転動構造と拡散移動および収束移動とを伴う羽根部 7 A、7 B、7 C の拡散収束動構造として機能し且つ中心部 4 A の周りに回って延びる切り込み 2 の長さすなわち中心部 4 A の周りに伸びる角度（以下、「周回角度」と称す）によって、羽根部 7 A、7 B、7 C の伸縮移動幅と、回転移動幅と、拡散収束移動幅とを調整する変位量調整構造として機能する。さらには、移動部材 8 は、変形形態を形成する平板 3 A、3 B、3 C の形状変形調整として機能し、さらにまた、平板 3 A、3 B、3 C は、外形状が先端翼のない円形を有していることによって、攪拌物質を攪拌するための攪拌槽などの容器の内側を傷つけないようにする容器損傷保護構造として機能する。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体 1 A、1 B、1 C の平板 3 A、3 B、3 C の材料に、弾性変形可能な材料を使用して、所定の物理的手段で移動部材 8 を平板 3 A の外周部と中心部 4 A とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材 9 に対して適宜往復動させれば、羽根部 7 A、7 B、7 C が捻れながら上下方向に伸縮移動と、正逆回転方向に回転移動と、さらには拡散移動および拡散収束移動とを伴って弾性変形して、平板 3 A、3 B、3 C が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ移動部材の往復動する移動距離を制御して平板が弾性変形により変位量の異なる変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる、攪拌槽内の損傷を防いで、簡単に製造可能な攪拌羽根を提供することができる。

[0026] また、前述の攪拌体 1 A、1 B、1 C の移動部材 8 の位置は平板 3 A、3 B、3 C の中心部 4 A 以外にも、ここでは図示しないが、例えば、平板 3 A、3 B、3 C と移動部材 8 との間に移動補助部材などを介して外周部と

回転可能に配置してもよく、前述の攪拌体 1 A、1 B、1 C の移動部材 8 の位置は特に限定されるものではない。

[0027] (攪拌装置の第 1 実施形態)

本発明による攪拌体の第 1 実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、平板の外周部および中心部の一方を支持する支持部材と、外周部および中心部の他方を支持する移動部材とを備え、該移動部材は外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材に対して往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができる攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図 4 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第 1 実施形態について説明する。なお、図 4 に示されている本実施形態の攪拌装置 1 5 に備える攪拌体 1 9 の平板 3 D は弾性変形可能な材料から成り、図 1 乃至図 3 に示されている平板 3 A、3 B、3 C と全く同じ形状すなわち同様のものが使用されており、図 1 乃至図 3 に示されている攪拌体 1 A、1 B、1 C に対し、図 4 に示されている攪拌体 1 9 の構成とは、四つの支持部材 1 8 が、平板 3 D の中心部 4 B の周りに 90 度間隔で設けられて外周部の位置に配置され、平板 3 D と天板部 2 0 とに接合している点以外は、図 1 乃至図 3 に示されている攪拌体 1 A、1 B、1 C の構成と同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0028] 図 4 (A) に示されているように攪拌装置 1 5 では、液体が入っている容積が 300 mL の攪拌槽 1 6 と、円形の平板 3 D と移動部材 1 7 と支持部材 1 8 とを備える攪拌体 1 9 と、天板部 2 0 と、ペローズ構造を有するゴム製のシール 2 1 と、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する駆動装置 2 2 とを備えており、攪拌槽 1 6 に垂設されている駆動装置 2 2 の駆動軸と移動部材 1 7 とが接合し、移動部材 1 7 が、平板 3 D の中心部 4 B に有する円形の貫通穴を通して移動部材 1 7 の先端部に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で平板 3 D の中心部 4 B 側を回転可能に支持

しており、駆動装置 22 の駆動軸が、天板部 20 の中央側開口部を通してシール 21 と往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽 16 内が気密に設けられている。なお、羽根部 7 D は、移動部材 17 が往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置におけるくびれ部 13 B を有する平板 3 D の変形形態、破線の羽根部 7 E は、移動部材 17 が往復動する移動範囲のほぼ最下部の位置における平板 3 D の変形形態を示している。

[0029] 図 4 (B) に示されているように攪拌装置 15 では、所定の物理的手段で駆動装置 22 を駆動させて、移動部材 17 を矢印 23 の方向に往復動させると共に平板 3 D が弾性変形することにより、羽根部 7 D、7 E が捻れながら上下方向に伸縮移動と、正逆回転方向に回転移動と、拡散移動と収束移動などの複数の動作移動とを伴って、平板 3 D が変形形態を可逆的に形成して動的挙動することによって、攪拌槽 16 内の液中において、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動が発生している状態であって、図 4 (A) に示されている攪拌装置 15 による攪拌槽 16 内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0030] 図 4 (C) に示されているように攪拌装置 15 では、攪拌槽 16 に垂設されている四つの支持部材 18 が、平板 3 D の中心部 4 B の周りに 90 度間隔で設けられて平板 3 D の外周部に配置され、図 4 (A) に示されているように平板 3 D と天板部 20 とに接合していることによって、平板 3 D の外周部側を固定している。これにより、所定の物理的手段で図 4 (B) に示されている駆動装置 22 を駆動させて、矢印 23 の方向に移動部材 17 を往復動させれば、平板 3 D が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することにより、攪拌槽 16 内の液体を非定常攪拌することができる。

[0031] 前述の攪拌体 19 を備える攪拌装置 15 によれば、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 22 を駆動させれば、移動部材 17 が平板 3 D の外周部と中心部 4 B とを互いに対して接近、離反させる方向すなわち矢印 23 の方向に支持部材 18 に対して往復動して、弾性変

形可能な材料から成る平面板 3 D の羽根部 7 D、7 E が、上下方向の伸縮移動と、正逆回転方向の回転移動と、拡散移動および収束移動とを伴って弾性変形することによって、二次元形状の平面板 3 D から、円錐台状の三次元形状の平面板 3 D へと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動し、さらには、円錐台状の三次元形状の平面板 3 D の状態から、さらに羽根部 7 E が振じれながら伸長移動および拡散移動さらには中心方向への収束移動を伴って平面板 3 D が弾性変形することによって、くびれ部 1 3 B を形成する羽根部 7 D を有する三次元形状の平面板 3 D へと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することができる。これにより、攪拌槽 1 6 内の液中において、渦巻き状の羽根部 7 D、7 E が上下方向に往復動すると共に羽根部 7 D、7 E の隣り合う羽根部 7 D、7 E の周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平面板 3 D の中心部 4 B が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、平面板 3 D の中心部 4 B が上下移動すると共に形成されるくびれ部 1 3 B により剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、羽根部 7 D、7 E が平面板 3 D の中心部 4 B を基軸に正逆回転移動すると共に旋回流を発生させ、さらにまた、平面板 3 D の中心部 4 B を引き上げると共に攪拌槽 1 6 の底部側から平面板 3 D の中心部へ向かって吸引力により上昇する吸引流を発生させ、さらにまた、その吸引流が収束移動する羽根部 7 D、7 E およびくびれ部 1 3 B に当たると共に渦流と上下対流とを発生させ、さらにまた、平面板 3 D の中心部 4 B を引き下げると共に羽根部 7 D、7 E およびくびれ部 1 3 B が攪拌槽 1 6 内の底部側へ向かって拡散移動することにより下降する押し出し流れと上下対流とを発生させることによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の攪拌装置 1 5 に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を構築して、

培養液を攪拌すれば、従来のヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、複数の流動を伴って、低せん断で、さらに複雑に培養液を非定常攪拌させることができ、さらには、攪拌羽根が上下方向と正逆回転方向とに往復動するような複数の動作方向を有する攪拌装置に必要であった、異なる動作方向に駆動する駆動装置を複数設けるまたは一つの駆動装置で複数の動作方向を有するための複雑な機構を有する必要のない、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0032] 前述の攪拌体 19 を備える攪拌装置 15 のシール 21 の材料はゴム以外にも、例えば、シリコン、樹脂、金属、ポリテトラフルオロエチレン（登録商標名テフロン）などでもよく、前述の攪拌装置 15 のシール 21 の材料は特に限定されるものではない。

[0033] また、前述の攪拌体 19 を備える攪拌装置 15 のシール 21 の構造はベローズ構造以外にも、例えば、柔軟な膜状体やダイヤグラムなどでもよく、前述の攪拌装置 15 のシール 21 の構造は特に限定されるものではない。

[0034] （攪拌装置の第 2 実施形態）

本発明による攪拌体の第 1 実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、平板の外周部および中心部の一方を支持する支持部材と、外周部および中心部の他方を支持する移動部材とを備え、該移動部材は外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材に対して往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができ、また、支持部材を回転動させることで、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図 5 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第 2 実施形態を示す。なお、図 5 に示されている本実施形態の攪拌装置 24 に備える攪拌体 29 の平板 26 は、図 4 に示されている攪拌体 19 の平板 3D と同

様のものが使用されているので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0035] 図5に示されているように攪拌装置24では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽25と、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板26と移動部材27と支持部材28とを備える攪拌体29と、天板部30と、セラミック製のベアリング31、32と、歯車33、34と、保護部35と、分岐部36と、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する移動距離を調整可能な制御装置を有する駆動装置37と、回転動する駆動装置38とを備えており、駆動装置37、38により移動部材27が往復動すると共に支持部材28が回転動することによって、平面板26が弾性変形により可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動を伴い回転する。なお、くびれ部を有する羽根部39Aを形成する三次元形状の平面板26は、図3に示されている平面板3Cと全く同じ形状を有し、破線の円錐台状の羽根部39Bを有する三次元形状の平面板26は、図2に示されている平面板3Bと全く同じ形状を有しており、羽根部39Aを有する平面板26は、移動部材27が往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における変形形態、羽根部39Bを有する平面板26は、移動部材27が往復動する移動範囲のほぼ最下部の位置における変形形態を示している。ただし、ベアリング31、32の材料はセラミック以外にも、ステンレス、樹脂などでもよく、ベアリング31、32の材料は特に限定されるものではない。

[0036] 図5(A)乃至図5(C)に例示されているように攪拌装置24では、図5(A)に示されているように管状構造を有する支持部材28が、中心軸の上部に歯車33と下部にベアリング31へ液体が付着するのを防ぐ円形の保護部35とを備え、天板部30に備えるベアリング31と接続し、二つの分岐部36が、平面板26の中心部の周りに180度間隔で設けられて保護部35と平面板26の外周部とに接合しており、歯車33と駆動装置38の駆動軸に有する歯車34とが回転可能に組み合わせられている。また、駆動装置37の駆動軸である移動部材27が、攪拌槽25に垂設され、平面板26の中心部に備えるベアリング33と接続されていることにより、移動部材27

に対して平面板 26 の中心部側が回転可能に支持されている。これにより、駆動装置 38 の駆動軸が矢印 40 の方向に回転動すれば、歯車 34 に接続する歯車 33 を有する支持部材 28 を矢印 41 の方向に回転させると共に平面板 26 を回転させ、また、駆動装置 37 の駆動軸である移動部材 27 を矢印 42 の方向に往復動させると共に平面板 26 の中心部側が上下方向に往復して、図 5 (A) に例示されているように、くびれ部を有する羽根部 39 A を形成する平面板 26 と円錐台状の羽根部 39 B を有する平面板 26 とに弾性変形して、平面板 26 が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動を伴い回転する。なお、駆動装置 37 は、移動部材 27 と支持部材 28 との相対移動距離を調整する制御装置を備え、移動範囲 43 の距離で適宜往復動することができる。

[0037] 前述の攪拌体 29 を備える攪拌装置 24 によれば、所定の物理的手段で駆動装置 37、38 を駆動させて、移動部材 27 と支持部材 28 とを適宜往復動および回転動させれば、弾性変形可能な材料から成る平面板 26 が弾性変形することによって、円錐台状の羽根部 39 B を有する三次元形状の平面板 26 からくびれ部を有する羽根部 39 A を形成する三次元形状の平面板 26 へと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動すると共に平面板 26 の中心部を基軸に回転することができる。これにより、攪拌槽 25 内の液中において、移動部材 27 が上下方向に往復動すると共に羽根部 39 A、39 B の隣り合う羽根部 39 A、39 B の周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平面板 26 の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、平面板 26 の中心部が上下移動すると共に形成されるくびれ部により剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、平面板 26 の中心部を引き上げると共に攪拌槽 25 の底部側から平面板 26 の中心部へ向かって吸引力により上昇する吸引流を発生させ、さらにまた、その吸引流が収束移動する羽根部 39 A、39 B およびくびれ部に当たると共に渦流と上下対流とを発生させ、さらにまた、平面板 26 の中心部を引き下げると共に羽根部 39 A、39 B およびくびれ部が攪拌槽 25 内の底部側へ

向かって拡散移動することにより下降する押し出し流れと上下対流とを発生させることによって、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができる。また、支持部材 28 が破線の円錐台状の羽根部 39 B を有する三次元形状の平板 26 の中心部を基軸に回転動すると共に平板 26 の外周部近傍の底面側から平板 26 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。さらには、支持部材 28 がくびれ部を有する羽根部 39 A を形成する三次元形状の平板 26 の中心部を基軸に回転動すると共に平板 26 の外周部近傍の底面側から平板 26 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平板 26 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。さらにまた、駆動装置 37 に備える制御装置により、移動部材 27 と支持部材 28 との相対移動距離を調整することによって、平板 26 が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することができる変位量調整すなわち形状変形調整として機能し、さらにまた、駆動装置 37、38 により、往復動または回転動さらにはこれらの組み合わせによる動作方向を調整することによって、平板 26 の動作調整として機能することができる。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体 29 の平板 26 の材料に、弾性変形可能な材料を使用して、所定の物理的手段で駆動装置 37、38 を駆動させて、移動部材 27 と支持部材 28 とを適宜往復動および回転動させれば、移動部材 27 を平板 26 の外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材 28 に対して往復動することにより、羽根部 39 A、39 B が捻れながら上下方向に伸縮移動と、正逆回転方向に回転移動と、さらには拡散移動および拡散収束移動とを伴って弾性変形して、平板 26 が可逆的に異なる変形形態を繰り返

して形成するように動的挙動することによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、また、支持部材 28 が平板 26 の中心部を基軸に回転することにより、平板 26 が弾性変形して、円錐台状の羽根部 39B を有する三次元形状の平板 26 とくびれ部を有する羽根部 39A を形成する三次元形状の平板 26 とを含む異なる変形形態を可逆的に繰り返して形成するように動的挙動することによって、吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、駆動装置 37 に備える制御装置により、移動部材 27 の往復動する移動距離を制御して、平板 26 が弾性変形により変位量の異なる変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を自動で調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根を提供することができる。ただし、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置 24 の構成は、歯車 33、34 を組み合わせて駆動装置 37、38 を攪拌槽 25 の上部側へ配置させる以外にも、例えば、駆動装置 37、38 のいずれか一方を攪拌槽 25 の上部側に配置し、他方を攪拌槽 25 の底部側に配置して、平板 26 を往復動および回転可能に構成されていてもよく、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置 24 の構成は特に限定されるものではない。

[0038] (攪拌体の第 1 実施形態における平板の構成例)

図 4 に示されているように攪拌体 19 では、一つの平板 3D が移動部材 17 に対して回転可能に支持されている構成であるが、本発明による攪拌体の平板の数量は一つ以外にも、例えば、二つ以上の複数の平板により互いの外周部同士または中心部同士で接続していてもよく、本発明による攪拌体の平板の数量および構成は特に限定されるものではない。図 6 と図 7 とは、本発明による攪拌体の平板の様々な構成による実施形態を例示している。なお、図 6 と図 7 とに例示されている攪拌体 44、48、52、55、59 に有する円形の平板 3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3

Lは弾性変形可能な材料から成り、図1乃至図3に示されている平面板3A、3B、3Cのいずれかと全く同じ形状すなわち同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0039] 図6(A)と図6(B)とに例示されているように攪拌体44では、四つの支持部材45と、平面板3Eを平面板3Fの上に重ねて互いの外周部同士が接合している連結平面板46と、移動部材47とを備え、支持部材45が円形の連結平面板46の中心部4Cの周りに90度間隔で設けられて連結平面板46の外周部と接合していることにより、連結平面板46の外周部側は支持部材45に対して固定されており、移動部材47が、平面板3E、3Fのそれぞれの中心部4C、4Dに有する貫通穴を通して移動部材47の先端部と中間部とに備える隣接する二つの凸型の球形状の間で平面板3E、3Fの中心部4C、4D側を回転可能に支持することにより、移動部材47が図示されている矢印方向に往復動すると共に図示されているような羽根部7F、7Gを有する連結平面板46が可逆的に弾性変形する。なお、平面板3Eは、図3(A)に示されている三次元形状を有する平面板3Cと全く同じ形状を有し、平面板3Fは、図2(A)に示されている三次元形状を有する平面板3Bを寸法が1対1の倍率で30%縮小したものと全く同じ形状を有しており、破線の平面板3Fは、移動部材47が最下部に移動した際の変形形態を示している。

[0040] 図6(C)と図6(D)とに例示されているように攪拌体48では、二つの支持部材49と、円形の平面板3Gと、平面板3Gの外周部と接合している矩形の移動補助部材50と、移動部材51とを備え、支持部材49が平面板3Gの中心部4Eの周りに180度間隔で設けられて平面板3Gの中心部4Eと接合していることにより、平面板3Gの中心部4E側は支持部材49に対して固定されており、移動部材51が、平面板3Gの中心部4Eと移動補助部材50の中心部とに有する貫通穴を通して移動部材51の先端部に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で移動補助部材50を回転可能に支持することにより、移動部材51が図示されている矢印方向に往復動すると共に

に図示されているような羽根部 7 H を有する平板 3 G が可逆的に弾性変形する。なお、平板 3 G は、図 3 (A) に示されている三次元形状を有する平板 3 C と全く同じ形状を有しており、破線の平板 3 G は、移動部材 5 1 が最上部に移動した際の変形形態を示している。

[0041] 図 6 (E) と図 6 (F) とに例示されているように攪拌体 5 2 では、四つの支持部材 5 3 と、円形の平板 3 H と、移動部材 5 4 とを備え、支持部材 5 3 が平板 3 H の中心部 4 F の周りに 90 度間隔で設けられて平板 3 H の外周部と接合していることにより、平板 3 H の外周部側は支持部材 5 3 に対して固定されており、移動部材 5 4 が、平板 3 H の中心部 4 F に有する貫通穴を通して移動部材 5 4 の先端部に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で平板 3 H の中心部 4 F 側を回転可能に支持することにより、移動部材 5 4 が図示されている矢印方向に往復動すると共に図示されているような羽根部 7 I を有する平板 3 H が可逆的に弾性変形する。なお、平板 3 H は、図 3 (A) に示されている三次元形状を有する平板 3 C と全く同じ形状を有しており、破線の平板 3 H は、移動部材 5 4 が最上部に移動した際の変形形態を示している。

[0042] 図 7 (A) と図 7 (B) とに例示されているように攪拌体 5 5 では、コの字状の形状を有する支持部材 5 6 と、平板 3 I、3 J とが互いの外周部同士で接合している円形の連結平板 5 7 と、移動部材 5 8 とを備え、平板 3 J の中心部 4 H と支持部材 5 6 の中間部とが接合していることにより、連結平板 5 7 の中心部 4 H 側は支持部材 5 6 に対して固定されており、移動部材 5 8 が、平板 3 I の中心部 4 G に有する貫通穴を通して移動部材 5 8 の先端部に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で平板 3 I の中心部 4 G 側を回転可能に支持することにより、移動部材 5 8 が図示されている矢印方向に往復動すると共に図示されているような羽根部 7 J、7 K を有する連結平板 5 7 が可逆的に弾性変形する。なお、平板 3 I、3 J は、図 3 (A) に示されている三次元形状を有する平板 3 C と全く同じ形状を有しており、破線の連結平板 5 7 は、移動部材 5 8 が最下部に移動した際の変形

形態を示している。

[0043] 図7(C)乃至図7(E)に例示されているように攪拌体59では、四つの支持部材60と、平面板3K、3Lとが互いの中心部同士で接合している円形の連結平面板61と、平面板3Lの外周部と接合している矩形の移動補助部材62と、移動部材63とを備え、四つの支持部材60が平面板3Kの中心部41の周りに90度間隔で設けられて平面板3Kの外周部と接合していることにより、平面板3Kの外周部側は支持部材60に対して固定されており、移動部材63が、連結平面板61の中心部41と移動補助部材62の中心部とに有する貫通穴を通して移動部材63に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で移動補助部材62を回転可能に支持することにより、移動部材63が図示されている矢印方向に往復動すると共に図示されているような羽根部7L、7Mを有する連結平面板61が可逆的に弾性変形する。なお、平面板3K、3Lは、図3(A)に示されている三次元形状を有する平面板3Cと全く同じ形状を有しており、破線の連結平面板61は、移動部材63が最上部に移動した際の変形形態を示している。

[0044] なお、前述のいずれの平面板3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3Lでも、切り込みは、平面板3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3Lの外周縁部には接しないように形成されている。

[0045] 前述の攪拌体44、48、52、55、59によれば、弾性変形可能な材料から成る平面板3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3Lを適宜組み合わせて、移動部材47、51、54、58、63を平面板3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3Lの法線方向に移動すれば、平面板3E、3F、3G、3H、3I、3J、3K、3Lが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に形成することができる。したがって、例えば、本実施形態の攪拌体44、48、52、55、59を、図4に示されている攪拌装置15の攪拌体19に代えて使用すれば、羽根部7F、7G、7H、7I、7J、7K、7L、7Mが上下方向の伸縮移動と、正逆回転方向の回転移動と、さらには拡散移動および収束移動とを伴って、平面板3G、

３Ｈと連結平板４６、５７、６１とが弾性変形することにより、平板３Ｇ、３Ｈと連結平板４６、５７、６１とが可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ移動部材４７、５１、５４、５８、６３と支持部材４５、４９、５３、５６、６０との相対移動距離を調整して、平板３Ｇ、３Ｈと連結平板４６、５７、６１とが弾性変形により変位量の異なる変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0046] （攪拌体の第１実施形態における平板の成形例）

図１に示されているように攪拌体１Ａの平板３Ａでは、四本の切り込み２が、それぞれ円形の平板３Ａの外周縁部の内側に位置し且つ平板３Ａの中心部４Ａの周りに９０度間隔で設けられた外周側端部５から、中心部４Ａの近傍に位置し且つ中心部４Ａの周りに９０度間隔で設けられた内周側端部６Ａへ向かって、中心部４Ａの周りに渦巻き状に約５４０度分回って延びるように形成されているが、本発明による攪拌体の平板の成形方法は、図１に示されているような切り込み２の両端が外周縁部の内側と平板３Ａの中心部４Ａの近傍とで終端する以外にも、例えば、切り込みを外周縁部まで貫通させた平板と平板補助部材とを適宜組み合わせ、図１乃至図３に示されているような攪拌体１Ａ、１Ｂ、１Ｃの平板３Ａ、３Ｂ、３Ｃと同様または類似の形状を成形し、平板３Ａ、３Ｂ、３Ｃと同様の特徴や効果を得てもよく、本発明による攪拌体の平板の成形方法は特に限定されるものではない。以下に、図８を参照して、本発明による攪拌体の平板の様々な成形方法による実施形態について例示する。なお、図８に例示されている三次元形状の平板６４、７４、８５は弾性変形可能な材料から成る。

[0047] 図８（Ａ）に例示されているようにくびれ部を形成する三次元形状の平板６４では、円形の平板６５の中心部６６に正方形の貫通穴を配置し、四

本の切り込み 6 7 が、平面板 6 5 の中心部 6 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた外周側端部 6 8 から、中心部 6 6 の貫通穴縁部の正方形の角部に設けられた内周側端部 6 9 へ向かって、中心部 6 6 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。また、平面板補助部材 7 1 A の外形状は平面板 6 5 の中心部 6 6 の貫通穴と同じ形状を有し、平面板補助部材 7 1 A の中心部 7 0 には円形の貫通穴が配置されている。これにより、平面板 6 5 と平面板補助部材 7 1 A とを図示されている破線部で接合した平面板 7 2 の中心部 7 3 を、図示されている矢印方向すなわち平面板 7 2 の法線方向へ適宜伸長移動して弾性変形させれば、二次元形状の平面板 7 2 からくびれ部を形成する三次元形状の平面板 6 4 を形成することができる。なお、平面板 6 4 は、図 3 (B) に示されている攪拌体 1 C の平面板 3 C と全く同じ形状すなわち同様であり、攪拌体 1 C の平面板 3 C と同様の特徴や効果を有している。

[0048] 図 8 (B) に例示されているようにくびれ部を形成する三次元形状の平面板 7 4 では、平面板 7 5 の中心部 7 6 に円形の貫通穴を配置し、四本の切り込み 7 7 が、平面板 7 5 の中心部 7 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた平面板 7 5 の外周縁部に位置する外周側端部 7 8 から、中心部 7 6 の近傍に位置し且つ中心部 7 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた内周側端部 7 9 へ向かって、中心部 7 6 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。また、リング構造を有する平面板補助部材 8 0 は、内形状 8 1 が平面板 7 5 の外形状と同じ形状を有し、外形状 8 2 が円形を有している。これにより、平面板 7 5 と平面板補助部材 8 0 とを図示されている破線部で接合した平面板 8 3 の中心部 8 4 を、図示されている矢印方向すなわち平面板 8 3 の法線方向へ適宜伸長移動して弾性変形させれば、二次元形状の平面板 8 3 からくびれ部を形成する三次元形状の平面板 7 4 を形成することができる。なお、平面板 7 4 は、図 3 (B) に示されている攪拌体 1 C の平面板 3 C と全く同じ形状すなわち同様であり、攪拌体 1 C の平面板 3 C と同様の特徴や効果を有している。

[0049] 図8（C）に例示されているようにくびれ部を形成する三次元形状の平面板85では、平面板86の中心部87に正方形の貫通穴を配置し、四本の切り込み88が、平面板86の中心部87の周りに90度間隔で設けられた平面板86の外周縁部に位置する外周側端部89から、中心部87の近傍に位置し且つ中心部87の周りに90度間隔で設けられた内周側端部90へ向かって、中心部87の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されている。また、平面板補助部材71Bの外形状は平面板86の中心部87の貫通穴と同じ外形状を有し、平面板補助部材71Bの中心部には円形の貫通穴が配置しており、リング構造を有する平面板補助部材91は、内形状92および外形状93が円形を有している。これにより、平面板86と、平面板補助部材71Bと、平面板補助部材91とを図示されている破線部で接合した平面板94の中心部95を、図示されている矢印方向すなわち平面板94の法線方向へ適宜伸長移動して弾性変形させれば、二次元形状の平面板94からくびれ部を形成する三次元形状の平面板85を形成することができる。なお、平面板補助部材71Bは、図8（A）に示されている平面板補助部材71Aと同様であり、平面板85は、図3（B）に示されている攪拌体1Cの平面板3Cと外周部以外全く同じであり、平面板85と平面板3Cとは類似の形状を有しており、平面板85は攪拌体1Cの平面板3Cとほぼ同様の特徴や効果を有している。

[0050] 前述の攪拌体の平面板64、74、85によれば、平面板65、75、86と平面板補助部材71A、71B、80、91とをそれぞれ適宜組み合わせて、所定の物理的手段で弾性変形して変形形態を適宜成形すれば、図1乃至図3に示されているような平面板3A、3B、3Cと同様または類似の変形形態を成形できることによって、図1乃至図3に示されている攪拌体1A、1B、1Cの平面板3A、3B、3Cと同様またはほぼ同様の特徴や効果を有することができる。

[0051] （攪拌体の第1実施形態における平面板の切り込み例）

図1に示されているような平面板3Aでは、四本の渦巻き状の切り込み2

が平板 3 A に形成されているが、切り込み 2 の数や形状は特に限定されるものではない。図 9 は、本発明による攪拌体の平板の様々な切り込みによる実施形態を例示する。なお、図 9 に示されている平板 9 6、1 0 1、1 0 6、1 1 3 は弾性変形可能な材料から成る。

[0052] 図 9 (A) に例示されている平板 9 6 では、渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き 9 7 とした例示である。二つの切り抜き 9 7 が、円弧および直線の組み合わせを直列に連結することによって構成されている波目形状を有する円形の平板 9 6 の外周縁部の内側に位置し且つ中心部 9 8 の周りに 1 8 0 度間隔で設けられた二箇所の外周側端部 9 9 から、円形の貫通穴を有する中心部 9 8 の近傍に位置し且つ中心部 9 8 の周りに 1 8 0 度間隔で設けられた二箇所の内周側端部 1 0 0 へ向かって、渦巻き状に中心部 9 8 の周りに約 3 6 0 度分回って延びるように形成されている。

[0053] 図 9 (B) に例示されている平板 1 0 1 では、直線の組み合わせで直列に連結することによって構成されている四本の切り込み 1 0 2 が、正方形の平板 1 0 1 の外周縁部の角部の近傍の内側に位置し且つ中心部 1 0 3 の周りに 9 0 度間隔で設けられた四箇所の外周側端部 1 0 4 から、円形の貫通穴を有する中心部 1 0 3 の近傍に位置し且つ中心部 1 0 3 の周りに 9 0 度間隔で設けられた四箇所の内周側端部 1 0 5 へ向かって、四角形状の渦巻き状に中心部 1 0 3 の周りに約 3 6 0 度分回って延びるように形成されている。

[0054] 図 9 (C) に例示されている平板 1 0 6 では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている四本の切り込み 1 0 7 が、正六角形の平板 1 0 6 の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部 1 0 8 の周りに 9 0 度間隔で設けられた四箇所の外周側端部 1 0 9 から、円形の貫通穴を有する中心部 1 0 8 の近傍に位置し且つ中心部 1 0 8 の周りに 9 0 度間隔で設けられた四箇所の内周側端部 1 1 0 へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部 1 0 8 の周りに約 3 6 0 度分回るように中間部 1 1 1 まで延び且つ中間部 1 1 1 を起点に外周側端部 1 0 9 から中間部 1 1 1 まで延びる切り込み 1 0 7 の渦巻き方向とは逆方向に、内周側端部 1 1 0 へ向かって、渦巻き状に中心

部 108 の周りに約 360 度分回って延びるように形成されている。また、平面板 106 の外周部には、図示されている破線部を基点に平面板 106 の外周縁部を中心部 108 側へ折り曲げることによって 6 つのフラップ 112 が形成されている。

[0055] 図 9 (D) に例示されている平面板 113 では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている二本の切り込み 114 が、楕円形状の平面板 113 の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部 115 の周りに 180 度間隔で設けられた二箇所の外周側端部 116 から、円形の貫通穴を有する中心部 115 の近傍に位置し且つ中心部 115 の周りに 180 度間隔で設けられた二箇所の内周側端部 117 へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部 115 の周りに約 360 度分回って延びるように形成されており、複数の円形の貫通穴 118 が配置されている。

[0056] 前述の攪拌体の平面板 96、101、106、113 によれば、平面板 96 に形成される渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き 97 とすれば、切り抜き 97 の形状に応じて、弾性変形による羽根部の翼幅と、伸縮移動幅と、回転移動幅と、拡散収束動幅を調整して変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に形成する平面板の変量調整構造として機能し、波形状を有する平面板 96 により、複数の小さな渦流を伴う複数の流動を発生させることができ、また、正方形の平面板 101 に形成された切り込み 102 が、直線の組み合わせで直列に連結して構成されていることにより、多角形状を有する平面板の形状に沿った渦巻き状の切り込み形状を形成することができ、さらには、平面板 106 に備えるフラップ 112 と右巻きおよび左巻きの組み合わせで直列に連結することによって構成されている切り込み 107 により、複数の大きな渦流を伴う複数の流動を発生させることができ、さらにまた、楕円形状の平面板 113 に配置する複数の貫通穴 118 により、大小の複数の渦流を伴って複数の流動を発生させ且つ高粘度の液中でも循環流を発生させることができる。これにより、例えば、平面板 96、101、106、113 を、図 4 に示されている攪拌装置 15 の平面板 3D に代えて使用する

れば、弾性変形により異なる複数の変形形態を可逆的に形成して動的挙動することができることにより、高粘度および低粘度の流体媒体でも循環流を発生させることができ、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの様々な流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ弾性変形により平板 96、101、106、113の変位量を調整して変形形態を可逆的に適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0057] (攪拌体の第2実施形態)

図10に示す第2実施形態の攪拌体201A、201B、201C、201Dでは、弾性変形可能な材料から成る平板203A、203B、203C、203Dの中心部および外周部またはいずれか一方を支持する移動部材が、互いに案内部材209に離間して配置されており、平板203A、203B、203C、203Dの外周縁部に接しないように平板203A、203B、203C、203Dの中心部の近傍から外側へ向かって延びる複数の代数螺旋状すなわち渦巻き状の切り込み2を、平板203A、203B、203C、203Dの中心部の周りに等角度間隔で形成することにより、切り込み202により形成された複数の渦巻き状の羽根部206A、206B、206C、206Dが、平板203A、203B、203C、203Dの中心部を中心に周方向に所定角度間隔で配置されている。なお、図11乃至図13に示されている攪拌体201B、201C、201Dの平板203B、203C、203Dは、図10に示されている攪拌体201Aの平板203Aを、弾性変形させて可逆的に形成した多重螺旋式構造を有する三つの異なる変形形態を示しており、図10に示されている本実施形態の攪拌体201Aに対し、図11乃至図13に示されている本実施形態の攪拌体201B、201C、201Dとは、弾性変形によりそれぞれ異なる変形形態を形成している平板203B、203C、203D以外全て同様である。

[0058] 図10(A)に示されているように攪拌体201Aでは、四本の切り込み2が、それぞれ円形の平面板203Aの外周縁部の内側に位置し且つ平面板203Aの中心部の周りに90度間隔で設けられた外周側端部204から、平面板203Aの中心部の近傍に位置し且つその中心部の周りに90度間隔で設けられた内周側端部205Aへ向かって、平面板203Aの中心部の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されている。すなわち、四つの羽根部206Aが、それぞれ隣接する羽根部206Aに対して平面板203Aの中心部の周りに周方向に90度ずつ回転させた位置に配置されており、それぞれ平面板203Aの中心部の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されている。なお、切り込み202の外周側端部204は、外周縁部から平面板203Aの中心部へ向かって平面板203Aの直径の5～10%の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましく、切り込み202の内周側端部5Aは、平面板203Aの中心部から外周縁部へ向かって平面板203Aの直径の5～10%の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましい。

[0059] 図10(B)と図10(C)とに示されているように攪拌体201Aでは、移動部材207Aが平面板203Aの上面側の中心部と接合し、平面板203Aの底面側の外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材208Aが平面板203Aの外周部と接合しており、移動部材207A、208Aが平面板203Aの中心部に有する貫通穴を通る案内部材209に摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材207A、208Aに備える芋ネジによるロック機構210、211により、移動部材207A、208Aは案内部材209に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、四本の切り込み2により形成される羽根部206Aが閉じて、二次元形状の平面板203Aが形成されている。

[0060] 図11(A)と図11(B)とに示されているように攪拌体201Bでは、図10(B)に示されている平面板203Aの中心部側を、矢印212の方向すなわち平面板203Aの法線方向に、図11(A)に示されている伸

長位置 213 まで移動させるすなわち引き上げると共に図 10 (A) と図 10 (B) とに示されている平板 203 A の中心部が移動すなわち引き上がって、羽根部 206 A が捻れながら伸長移動して弾性変形し、移動部材 207 A、208 A に備えるロック機構 210、211 により、移動部材 207 A、208 A は案内部材 209 に回転不能且つ軸方向移動不能に離間してロックされていることによって、図 11 (A) と図 11 (B) とに示されているような、円錐台状の羽根部 206 B を有する三次元形状の平板 203 B が形成されている。

[0061] また、図 11 (C) に示されているように攪拌体 201 B では、図 10 (B) に示されている平板 203 A の中心部側を、矢印 212 の方向に、図 11 (A) に示されている伸長位置 213 まで引き上げると共に図 10 (A) に示されている羽根部 206 A が、平板 203 A の中心部へ向かう切り込み 202 の方向すなわち右巻き方向に回転するように捻れながら伸長移動して弾性変形することによって、図 10 (A) に示されている内周側端部 205 A が、平板 203 A の中心部を基軸に右巻き方向へ約 20 度回転して、図 11 (C) に示されている内周側端部 205 B の位置まで回転移動する。これにより、図 11 (A) と図 11 (B) とに示されているような、円錐台状の羽根部 206 B を有する三次元形状の平板 203 B が形成されている。

[0062] 図 12 (A) と図 12 (B) とに示されているように攪拌体 201 C では、図 11 (A) に示されている平板 203 B の中心部側を、伸長位置 213 から、図 12 (A) に示されている伸長位置 214 までさらに引き上げると共に図 11 (A) と図 11 (B) とに示されている平板 203 B の中心部がさらに引き上がって、羽根部 206 B が捻れながら伸長移動と、外方への拡散（以下、「拡散移動」と称す）と、平板 203 B の中心方向への収束（以下、「収束移動」と称す）とを伴って弾性変形し、移動部材 207 A、208 A に備えるロック機構 210、211 により、移動部材 207 A、208 A は案内部材 209 に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされてい

ることによって、図12(A)と図12(B)とに示されているような、くびれ形状を有したくびれ部215Aを形成すると共に圧力の強さに応じて複数の羽根部206Cが収束移動する特異点216を生じる羽根部206Cを有する三次元形状の平板203Cが形成されている。

[0063] また、図12(C)に示されているように攪拌体201Cでは、図11(A)に示されている平板203Bの中心部側を、伸長位置213から、図12(A)に示されている伸長位置214までさらに引き上げると共に図11(C)に示されている羽根部206Bが、右巻き方向にさらに回転するように振じれながら伸長移動および拡散移動さらには収束移動を伴って弾性変形することによって、図10(A)に示されている内周側端部205Aが、平板203Aの中心部を基軸に右巻き方向へ約45度回転して、図12(C)に示されている内周側端部205Cの位置まで回転移動する。これにより、図12(A)と図12(B)とに示されているような、くびれ部215Aを形成する羽根部206Cを有する三次元形状の平板203Cが形成されている。

[0064] さらに、図13(A)と図13(B)とに示されているように攪拌体201Dでは、図12(A)に示されている平板203Cの中心部側を、伸長位置214から、図13(A)に示されている捻り方向217へ、平板203Cの中心部を基軸に約180度回転させると共に羽根部206Cが捻れながら回転移動し且つくびれ部215A周辺の羽根部206Cが反転移動を伴って弾性変形し、移動部材207A、208Aに備えるロック機構210、211により、移動部材207A、208Aは案内部材9に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、図13(A)と図13(B)とに示されているような、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部206Dを有する三次元形状の平板203Dが形成されている。

[0065] 図13(C)に示されているように攪拌体201Dでは、図12(A)に示されている平板203Cの中心部側を、平板203Cの中心部へ向か

う切り込み202の方向とは逆向きすなわち図13(A)に示されている左巻きの捻り方向217へ、平板203Cの中心部を基軸に約180度捻るすなわち回転させると共に図12(C)に示されている羽根部206Cが、左巻き方向に捩れながら回転移動および反転移動して弾性変形することによって、図12(C)に示されている内周側端部205Cが、平板203Cの中心部を基軸に平板203Cの中心部へ向かう切り込み202の方向とは逆向きすなわち左巻き方向へ約180度回転して、図13(C)に示されている内周側端部205Dの位置まで回転移動する。これにより、図13(A)と図13(B)とに示されているような、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部206Dを有する三次元形状の平板203Dが形成されている。

[0066] 前述の攪拌体201A、201B、201C、201Dによれば、移動部材207Aが平板203A、203B、203C、203Dの上面側の中心部と接合し、平板203A、203B、203C、203Dの底面側の外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材208Aが平板203A、203B、203C、203Dの外周部と接合しており、移動部材207A、208Aが平板203A、203B、203C、203Dの中心部に有する貫通穴を通る案内部材209に摺動および回転可能に離間して取り付けられ、移動部材207A、208Aに備える芋ネジによるロック機構210、211により、移動部材207A、208Aは案内部材209に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることにより、弾性変形可能な材料から成る平板203A、203B、203C、203Dが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成できることによって、平板203A、203B、203C、203Dは、四本の渦巻き状の切り込み2が閉じている羽根部206Aを有する二次元形状の平板203Aから、羽根部206Aが捻れながら伸長移動を含む複数の動作移動を伴って弾性変形して、円錐台状の羽根部206Bを有する三次元形状の平板203Bへと変形形態を形成し、さらには、三次元形状の平板203Bの状態から

、さらに羽根部 206B が捩じれながら伸長移動および拡散移動さらには中心方向への収束移動を含む複数の動作移動を伴って弾性変形して、くびれ部 215A を形成すると共に圧力の強さに応じて特異点 216 を生じる羽根部 206C を有する三次元形状の平板 203C へと変形形態を形成し、さらにまた、三次元形状の平板 203C の状態から、平板 203C の中心部側を捻り方向 217 へ約 180 度回転させると共にくびれ部 215A の周辺の羽根部 206C が捻れながら回転移動と反転移動とを含む複数の動作移動を伴って弾性変形し、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部 206D を有する複雑な三次元形状の平板 203D へと変形形態を形成することができる。これにより、切り込み 202 は、羽根部 206A、206B、206C、206D の伸縮動構造、回転動構造、収束動構造、捻れ反転動構造として機能し且つ平板 203A、203B、203C、203D の中心部の周りに回って延びる切り込み 202 の長さすなわち平板 203A、203B、203C、203D の中心部の周りに伸びる角度（以下、「周回角度」と称す）によって、羽根部 206A、206B、206C、206D の伸縮移動幅と回転移動幅とを調整して変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に形成する平板の変位量調整構造として機能し、さらには、移動部材 207A は、変形形態を形成する平板 203A、203B、203C、203D の形状変形構造として機能し、さらにまた、平板 203A、203B、203C、203D は、外形状が先端翼のない円形を有していることによって、攪拌物質を攪拌するための攪拌槽などの容器の内側を傷つけないようにする容器損傷保護構造として機能する。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体 201A、201B、201C、201D の平板 203A、203B、203C、203D の材料に弾性変形可能な材料を使用して、平板 203A、203B、203C、203D に接合する移動部材 207A、208A に備えるロック機構 210、211 により、移動部材 207A、208A を案内部材 209 に回転不能且つ軸方向移動不能に離間してロックさせれば、平板 203A、203B、203C、20

3Dが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成できることによって、所定の物理的手段で案内部材9を回転動させれば、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、また、所定の物理的手段で案内部材209を上下方向に往復動させれば、液中で渦流、剥離流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、さらには、案内部材209に対して移動部材207A、208Aの配置位置を調整して弾性変形により平板203A、203B、203C、203Dの変位量を調整して平板が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる、単純な構成を有し、攪拌槽内の損傷を防ぎ、簡単に製造可能且つ低コストの攪拌羽根を提供することができる。

[0067] 前述の攪拌体201A、201B、201C、201Dの平板203A、203B、203C、203Dを支持する案内部材209の位置は平板203A、203B、203C、203Dの中心部以外にも、ここでは図示しないが、例えば、平板203A、203B、203C、203Dの外周部または中心部および外周部でもよく、前述の攪拌体201A、201B、201C、201Dの案内部材209の位置は特に限定されるものではない。

[0068] (攪拌装置の第3実施形態)

本発明による攪拌体の第2実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、案内部材と、平板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を回転動させることで、複雑な上下還流を伴って流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図14を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第3実施形態について説明する。なお、図

図 14 に示されている本実施形態の攪拌装置 218 に備える攪拌体 221 の平面板 203 E は弾性変形可能な材料から成り、図 12 に示されている平面板 203 C と全く同じ形状すなわち同様のものが使用されており、図 12 に示されている攪拌体 201 C に対し、図 14 に示されている攪拌体 221 の構成とは、同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0069] 図 14 に示されているように攪拌装置 218 では、液体が入っている容積が 300 mL の攪拌槽 219 A と、円形の平面板 203 E と案内部材 220 A と移動部材 207 B、208 B とを備える攪拌体 221 と、天板部 222 A と、ブラシレス式のモータが設けられている回転駆動装置 223 A と、ベアリング 224 A とを備えており、攪拌槽 219 A に垂設されている駆動装置 223 A の駆動軸としての案内部材 220 A が、天板部 222 A の中央側開口部に配置するベアリング 224 A と回転可能に接続していることにより、攪拌槽 219 A 内が気密に設けられている。

[0070] 図 14 (A) 乃至図 14 (C) に示されているように攪拌装置 218 では、移動部材 207 B が平面板 203 E の上面側の中心部と接合し、矩形の移動部材 208 B が平面板 203 E の底面側の外周部と接合しており、図 14 (A) に示されているように、移動部材 207 B、208 B が平面板 203 E の中心部に有する貫通穴を通る案内部材 220 A に摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材 207 B、208 B に備える芋ネジによるロック機構 225 A、226 A により、移動部材 207 B、208 B は案内部材 220 A に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、くびれ部 215 B を形成する四つの羽根部 206 F を有する三次元形状の平面板 203 E を形成している。

[0071] 図 14 (D) に示されているように攪拌装置 218 では、所定の物理的手段で駆動装置 223 A を駆動させて、案内部材 220 A が図示されている矢印方向に回転すると共に三次元形状の平面板 203 E が回転することにより、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流が発生している状態であって、図 14 (A) に示されている攪拌装置

218による攪拌槽219A内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0072] 前述の攪拌体221を備える攪拌装置218によれば、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板203Eに接合する移動部材207B、208Bを、案内部材220Aに摺動および回転可能に離間して取り付け、移動部材207B、208Bに備える芋ネジによるロック機構225A、226Aにより、移動部材207B、208Bを案内部材220Aに回転不能且つ軸方向移動不能にロックさせて、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置223Aを駆動して、案内部材220Aを図14(D)に示されている矢印方向に回転動させれば、弾性変形によりくびれ部215Bを形成する羽根部206Fを有する三次元形状の平面板203Eを攪拌槽219A内で回転することが可能となる。これにより、攪拌槽219A内の液中において、平面板203Eの外周部近傍の底面側から平面板203Eの中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部215Bの近傍から平面板203Eの中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。

[0073] (攪拌装置の第4実施形態)

本発明による攪拌体の第2実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平面板と、案内部材と、平面板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を回転動させることで、複雑な上下還流を伴って流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図15と図16とを参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第4実施形態について説明する。なお、図15および図16の本実施形態の攪拌装置227、229に備える攪拌体228、230の平面板3F、3Gは弾性変形可能な材料から成り、図14に示されている攪拌装置2

18に備える攪拌体221の平面板203Eが形成する二つの異なる変形形態であって、図14に示されている攪拌装置218に対し、図15と図16とに示されている攪拌装置227、229とは、平面板203F、203G以外全く同じすなわち同様のものが使用されている。また、図15に示されている攪拌体228は、図11に示されている攪拌体201Bと全く同じ形状を有し、図16に示されている攪拌体230は、図13に示されている攪拌体1Dと全く同じ形状を有しており、図11と図13とに示されている攪拌体201B、201Dに対し、図15と図16とに示されている攪拌体228、230とは、同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0074] 図15に示されているように攪拌装置227では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽219Bと、円形の平面板203Fと案内部材220Bと移動部材207C、208Cとを備える攪拌体228と、天板部222Bと、ブラシレス式のモータが設けられている回転駆動装置223Bと、ベアリング224Bとを備えており、攪拌槽219Bに垂設されている案内部材220Bが、天板部222Bの中央側開口部に配置するベアリング224Bと回転可能に接続していることにより、攪拌槽219B内が気密に設けられている。

[0075] 図15(A)と図15(B)とに示されているように攪拌装置227では、移動部材207Cが平面板203Fの上面側の中心部と接合し、矩形の移動部材208Cが平面板203Fの底面側の外周部と接合しており、図15(A)に示されているように、移動部材207C、208Cが平面板203Fの中心部に有する貫通穴を通る案内部材220Bに摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材207C、208Cに備える芋ネジによるロック機構225B、226Bにより、移動部材207C、208Cは案内部材220Bに回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、円錐台状の羽根部206Gを有する三次元形状の平面板203Fを形成しており、図15(A)は、所定の物理的手段で駆動装置223Bを駆動させて、案内部材220Bが図示されている矢印方向に回転すると共に三

次元形状の平板 203F が回転することにより、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流が発生している状態であって、攪拌装置 227 による攪拌槽 219B 内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0076] 前述の攪拌体 228 を備える攪拌装置 227 によれば、弾性変形可能な材料から成る円形の平板 203F に接合する移動部材 207C、208C を、案内部材 220B に摺動および回転可能に離間して取り付け、移動部材 207C、208C に備える芋ネジによるロック機構 225B、226B により、移動部材 207C、208C を案内部材 220B に回転不能且つ軸方向移動不能にロックさせて、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 223B を駆動して、案内部材 220B を図 15 (A) に示されている矢印方向に回転動させれば、弾性変形により円錐台状の羽根部 206G を有する三次元形状の平板 203F を攪拌槽 219B で回転することが可能となる。これにより、攪拌槽 219B 内の液中において、平板 203F の外周部近傍の底面側から平板 203F の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。

[0077] 図 16 に示されているように攪拌装置 229 では、液体が入っている容積が 300mL の攪拌槽 219C と、円形の平板 203G と案内部材 220C と移動部材 207D、208D とを備える攪拌体 230 と、天板部 222C と、ブラシレス式のモータが設けられている回転動する駆動装置 223C と、ベアリング 224C とを備えており、攪拌槽 219C に垂設されている案内部材 220C が、天板部 222C の中央側開口部に配置するベアリング 224C と回転可能に接続していることにより、攪拌槽 219C 内が気密に設けられている。

[0078] 図 16 (A) と図 16 (B) とに示されているように攪拌装置 229 では、移動部材 207D が平板 203G の上面側の中心部と接合し、矩形の移

動部材 208D が平板 203G の底面側の外周部と接合しており、図 16 (A) に示されているように、移動部材 207D、208D が平板 203G の中心部に有する貫通穴を通る案内部材 220C に摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材 207D、208D に備える芋ネジによるロック機構 225C、226C により、移動部材 207D、208D は案内部材 220C に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部 206H を有する三次元形状の平板 203G を形成しており、図 16 (A) は、所定の物理的手段で駆動装置 223C を駆動させて、案内部材 220C が図示されている矢印方向に回転動すると共に三次元形状の平板 203G が回転することにより、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流が発生している状態であって、攪拌装置 229 による攪拌槽 219C 内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0079] 前述の攪拌体 230 を備える攪拌装置 29 によれば、弾性変形可能な材料から成る円形の平板 203G に接合する移動部材 207D、208D を、案内部材 220C に摺動および回転可能に離間して取り付け、移動部材 207D、208D に備える芋ネジによるロック機構 225C、226C により、移動部材 207D、208D を案内部材 220C に回転不能且つ軸方向移動不能に適宜ロックさせて、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 223C を駆動して、案内部材 220C を図 16 (A) に示されている矢印方向に回転動させれば、弾性変形により一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部 206H を有する三次元形状の平板 203G を攪拌槽 219C 内で回転することが可能となる。これにより、攪拌槽 219C 内の液中において、平板 203G の外周部近傍の底面側から平板 203G の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、羽根部 206H の表裏面が反転して露出する捻れ部周辺から平板 203G の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて

流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。

[0080] したがって、図14乃至図16に示されている攪拌体221、228、230を備える実施形態の攪拌装置218、227、229によれば、平板203E、203F、203Gに接合する移動部材207B、207C、207D、208B、208C、208Dが案内部材220A、220B、220Cに摺動および回転可能に離間して取り付けられ、移動部材207B、207C、207D、208B、208C、208Dに備える芋ネジによるロック機構225A、225B、225C、226A、226B、226Cにより、移動部材207B、207C、207D、208B、208C、208Dは案内部材220A、220B、220Cに回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることにより、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置223A、223B、223Cを駆動して、案内部材220A、220B、220Cを回転動させれば、平板203E、203F、203Gが弾性変形することにより、円錐台状の羽根部206Gを有する三次元形状の平板203Fと、くびれ部215Bを形成する羽根部206Fを有する三次元形状の平板203Eと、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部206Hを有する三次元形状の平板203Gとを含む異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成させて、攪拌槽219A、219B、219C内で回転することが可能となる。これにより、攪拌槽219A、219B、219C内の液中において、旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ案内部材220A、220B、220Cに対して移動部材207B、207C、207D、208B、208C、208Dの配置位置を調整して平板203E、203F、203Gが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、攪拌体221、228、230を備える攪拌装置218、227、229を使用して流体媒体を攪拌すれば、従来

の上下還流を発生させる攪拌装置と比べ、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ案内部材に対して移動部材の配置位置を調整して平板が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる、単純な構成を有し、簡単に製造可能且つ低コストの攪拌羽根を備える攪拌装置を提供することができる。

[0081] (攪拌装置の第5実施形態)

本発明による攪拌体の第2実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、案内部材と、平板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を往復回転させることで、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図17を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第5実施形態を例示する。なお、図17に示されている本実施形態の攪拌装置231に備える攪拌体237Aの平板233Aは弾性変形可能な材料から成る。

[0082] 図17に例示されているように攪拌装置231では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽232と、円形の平板233Aと移動部材234A、235Aと案内部材236Aとを備える攪拌体237Aと、天板部238と、ブラシレス式のモータが設けられている往復回転する往復回転距離を調整可能な制御装置を有する駆動装置239と、ベアリング240と、補助部材241Aとを備えており、攪拌槽232に垂設されている駆動装置239の駆動軸である案内部材236Aは、天板部238の中央側開口部に配置するベアリング240と回転可能に接続されていることにより、攪拌槽232内が気密に設けられている。なお、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部を有する三次元形状の平板233Aは、図

13に示されている三次元形状を有する平板203Dと全く同じ形状を有し、破線のくびれ部を形成する三次元形状の平板233Aは、図12に示されている三次元形状を有する平板203Cと全く同じ形状を有しており、本実施形態の攪拌装置231の駆動装置239が左右方向に往復回転することによって、攪拌装置231に備える攪拌体237Aの平板233Aが、図12と図13とに示されている平板203C、203Dと全く同じ形状に弾性変形して、可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動する。

[0083] 図17(A)と図17(B)とに例示されているように攪拌装置231では、二つの移動部材234Aが平板233Aの中心部の周りに180度間隔で設けられて平板233Aの外周部と接合し、移動部材235Aが平板233Aの中心部と接合し、天板部238と補助部材241Aとが接合しており、図17(A)に例示されているように移動部材234A、235Aがそれぞれ補助部材241Aと案内部材236Aとに摺動および回転可能に取り付けられて、移動部材234A、235Aに備える芋ネジによるロック機構242A、243Aにより、移動部材234A、235Aが、補助部材241Aと案内部材236Aとにそれぞれ回転不能且つ軸方向移動不能にロックされ、平板233Aの外周部側が固定されていることによって、所定の物理的手段で駆動装置239の駆動軸である案内部材236Aを左右方向に180度の範囲で往復回転させれば、三次元形状の平板233Aが弾性変形して、平板233Aの中心部側が中心部へ向かう切り込み方向すなわち右巻き方向へと約180度回転すると共に羽根部が右巻き方向に振れながら回転移動および反転移動を含む複数の動作を伴って、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部を有する三次元形状の平板233Aと図示されている破線のくびれ部を形成する三次元形状の平板233Aとに弾性変形して、可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、攪拌槽232内の液中において、渦流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などを含む複数

の流動が発生している状態であって、攪拌槽 232 内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0084] 前述の攪拌体 237A を備える攪拌装置 231 によれば、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 239 の駆動軸である案内部材 236A を左右方向に 180 度の駆動範囲で往復回転動させれば、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板 233A の中心部側が左右方向に往復回転動すると共に平面板 233A の羽根部が捩れながら回転移動および反転移動を含む複数の動作を伴って、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部を有する三次元形状の平面板 233A とくびれ部を形成する三次元形状の平面板 233A とに弾性変形して、可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することができる。これにより、攪拌槽 232 内の液中において、平面板 233A のくびれ部の周辺の羽根部が捻れながら回転移動と反転移動とを伴って、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部を形成すると共に三次元形状の平面板 233A の中心方向から攪拌槽 232 の側面方向へ向かって押し出し流れおよび左方向の旋回流を発生させ、また、波目状の複数の羽根部が捩れながら平面板 233A の中心方向へと収束移動すると共に押し出し流れを発生させ、さらには、くびれ部を有する三次元形状の平面板 233A を形成すると共に攪拌槽 232 の側面方向から平面板 233A の中心方向へ向かって押し出し流れおよび右方向の旋回流を発生させることによって、渦流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などを含む複数の流動を伴って、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、また、案内部材 236A に対して移動部材 234A、235A の配置位置を調整して平面板 233A が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。ただし、前述の攪拌装置 231 に備える駆動装置 239 の駆動軸である案内部材 236A を左右方向に往復回転動する駆動範囲は 180 度以外にも、例えば、90 度、270 度、360 度、450 度、540 度、

630度、720度などでも良く、前述の攪拌装置231に備える駆動装置239の駆動軸である案内部材236Aを左右方向に往復回転する駆動範囲は特に限定されるものではない。

[0085] (攪拌装置の第6実施形態)

本発明による攪拌体の第2実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、案内部材と、平板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができ且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図18を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第6実施形態を例示する。なお、図18に例示されている本実施形態の攪拌装置244に備える攪拌体247の平板203H、203I、203Jは弾性変形可能な材料から成り、図11乃至図13に示されている攪拌体201B、201C、201Dの平板203B、203C、203Dと全く同じ形状すなわち同様のものが使用されており、図14乃至図16に示されている攪拌体221、228、230を備える攪拌装置218、227、229に対し、図18に例示されている攪拌体247を備える攪拌装置244の構成とは、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する駆動装置249Aとベローズ構造を有するゴム製のシール250Aとを備えている点以外は、図14乃至図16に示されている攪拌装置218、227、229の構成と同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0086] 図18に例示されているように攪拌装置244では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽245Aと、平板203Hと移動部材207E、208Eと案内部材246とを備える攪拌体247と、天板部248Aと、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する駆動装置249Aと、ベローズ構造を有するゴム製のシール250Aとを備えており、図

18 (A) に示されているように攪拌装置244では、攪拌槽245Aに垂設されている案内部材246が、天板部248Aの中央側開口部に配置するシール250Aと往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽245A内が気密に設けられている。

[0087] 図18 (A) と図18 (B) とに例示されているように攪拌装置244では、移動部材27Eが平面板203Hの上面側の中心部と接合し、矩形の移動部材208Eが平面板203Hの底面側の外周部と接合しており、移動部材207E、208Eが平面板203Hの中心部に有する貫通穴を通る案内部材246に摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材207E、208Eに備える芋ネジによるロック機構225D、226Dにより、移動部材207E、208Eが、駆動装置249Aの駆動軸としての案内部材246に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、くびれ部を形成する羽根部261を有する三次元形状の平面板203Hを形成している。なお、破線の三次元形状の平面板203I、203Jは、平面板203Hを弾性変形させて二つの異なる変形形態を可逆的に形成したものであって、平面板203Iは、円錐台状の羽根部2061を有する変形形態、平面板203Jは、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部2061を有する変形形態を示しており、平面板203Hは、図12に示されている攪拌体201Cの平面板203C、平面板203Iは、図11に示されている攪拌体201Bの平面板203B、平面板203Jは、図13に示されている攪拌体201Dの平面板203Dと全く同じ形状を有している。

[0088] 前述の攪拌体247を備える攪拌装置244によれば、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板203H、203I、203Jに接合する移動部材207E、208Eを、案内部材246に摺動および回転可能に離間して取り付け、移動部材207E、208Eに備える芋ネジによるロック機構225D、226Dにより、移動部材207E、208Eは案内部材246に回転不能且つ軸方向移動不能にロックさせて、所定の物理的手段でブラシレス

式のモータが設けられている駆動装置 249A を駆動して、案内部材 246 を図 18 (A) に示されている矢印 251 の方向すなわち平板 203H、203I、203J の法線方向に往復動させれば、平板 203H、203I、203J を上下方向に往復動させることができる。これにより、攪拌槽 245A 内の液中において、くびれ部を有する羽根部 206I を形成する三次元形状の平板 203H を上下方向に往復動させれば、案内部材 246 が上下方向に往復動すると共に羽根部 206I の隣り合う羽根部 206I の周りとその間隙で複数の渦流を発生させ、平板 203H の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、くびれ部を有する羽根部 206I が上下移動すると共にくびれ部周辺で剥離流による渦流を発生させ、平板 203H の外周部が上下移動すると共に大きな渦流とを発生させ、また、円錐台状の羽根部 206I を有する三次元形状の平板 203I を上下方向に往復動させれば、案内部材 246 が上下方向に往復動すると共に羽根部 206I の隣り合う羽根部 206I の周りとその間隙で複数の渦流を発生させ、平板 203I の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、平板 203I の外周部が上下移動すると共に大きな渦流とを発生させ、さらには、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部 206I を有する複雑な三次元形状の平板 203J を上下方向に往復動させれば、案内部材 246 が上下方向に往復動すると共に羽根部 206I の隣り合う羽根部 206I の周りとその間隙で複数の渦流を発生させ、平板 203J の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部 206I が上下移動すると共に羽根部 206I の湾曲部周辺で大きな渦流とを発生させることによって、液中で大小の渦流、剥離流、上下対流などの複数の流動を伴って複雑な循環流と乱流とを発生させ、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ案内部材 246 に対して移動部材 207E、208E の配置位置を調整して平板 203H、203I、203J が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる攪拌羽根を備

える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌装置 4 4 に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに、好適な物理化学的環境を構築して、培養液を攪拌すれば、従来のヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、さらに複雑に培養液を非定常攪拌させることができる攪拌羽根を備えた攪拌培養装置を提供できる。

[0089] (攪拌装置の第 7 実施形態)

本発明の攪拌体の第 2 実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平面板と、案内部材と、平面板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができ且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図 1 9 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第 7 実施形態を例示する。なお、図 1 9 に例示されている本実施形態の攪拌装置 2 5 2 に備える攪拌体 2 3 7 B は、図 1 7 に示されている攪拌体 2 3 7 A と同様のものが使用されており、図 1 8 に例示されている攪拌体 2 4 7 を備える攪拌装置 2 4 4 に対し、図 1 9 に例示されている攪拌装置 2 5 2 の構成とは、攪拌体 2 4 7 に代わって攪拌体 2 3 7 B を備えている点以外は、図 1 8 に示されている攪拌装置 2 4 4 の構成と同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0090] 図 1 9 に例示されているように攪拌装置 2 5 2 では、液体が入っている容積が 3 0 0 m L の攪拌槽 2 4 5 B と、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板 2 3 3 B と移動部材 2 3 4 B、2 3 5 B と案内部材 2 3 6 B とを備える攪拌体 2 3 7 B と、天板部 2 4 8 B と、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する往復距離を調整可能な制御装置を有する駆動装置 2 4 9 B と、シール 2 5 0 B と、補助部材 2 4 1 B とを備えており、攪拌槽

245Bに垂設されている駆動装置249Bの駆動軸である案内部材236Bが、天板部248Bの中央側開口部に配置するシール250Bと往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽245B内が気密に設けられている。なお、くびれ部215Cを有する羽根部253Aを形成する三次元形状の平面板233Bは、図12に示されている攪拌体201Cの平面板203Cと全く同じ形状を有し、羽根部253Aを有する平面板233Bは、案内部材236Bが往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における変形形態、破線の羽根部253Bを有する平面板233Bは、案内部材236Bが往復動する移動範囲のほぼ最下部の位置における変形形態を示している。

[0091] 図19(A)と図19(B)とに例示されているように攪拌装置252では、二つの移動部材234Bが平面板233Bの中心部の周りに180度間隔で設けられて平面板233Bの外周部と接合し、移動部材235Bが平面板233Bの中心部と接合し、天板部248Bと補助部材241Bとが接合しており、図19(A)に示されているように移動部材234B、235Bが補助部材241Bと案内部材236Bとにそれぞれ摺動および回転可能に離間して取り付けられて、移動部材234B、235Bにそれぞれ備える芋ネジによるロック機構242B、243Bにより、移動部材234B、235Bをそれぞれ補助部材241Bと案内部材236Bとに回転不能且つ軸方向移動不能にロックさせて平面板233Bの外周部側を固定することによって、くびれ部215Cを有する羽根部253Aを形成する三次元形状の平面板233Bを形成している。これにより、所定の物理的手段で駆動装置249Bの駆動軸である案内部材236Bを矢印251の方向に往復動させれば、平面板233Bが弾性変形して、羽根部253A、253Bが捻れながら上下方向に伸縮移動と、拡散移動と、収束移動などの複数の動作移動を伴って、平面板233Bが可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、攪拌槽245B内の液中において、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動が発生している状態であって、図19(A)は、攪拌装置252による攪拌槽2

4 5 B内の攪拌流の動きを模式的に示している。

[0092] 前述の攪拌体 2 3 7 Bを備える攪拌装置 2 5 2によれば、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 2 4 9 Bの駆動軸である案内部材 2 3 6 Bを往復動させれば、弾性変形可能な材料から成る平板 2 3 3 Bが弾性変形することによって、二次元形状の平板 2 3 3 Bから円錐台状の三次元形状の平板 2 3 3 B、さらには、くびれ部 2 1 5 Cを形成する三次元形状の平板 2 3 3 Bへと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することができる。これにより、攪拌槽 2 4 5 B内の液中において、案内部材 2 3 6 Bが上下方向に往復動すると共に羽根部 2 5 3 A、2 5 3 Bの隣り合う羽根部 2 5 3 A、2 5 3 Bの周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平板 2 3 3 Bの中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、平板 2 3 3 Bの中心部が上下移動すると共に形成されるくびれ部 2 1 5 Cにより剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、平板 2 3 3 Bの中心部を引き上げると共に攪拌槽 2 4 5 Bの底部側から平板 2 3 3 Bの中心部へ向かって吸引力により上昇する吸引流を発生させ、さらにまた、その吸引流が収束移動する羽根部 2 5 3 A、2 5 3 Bおよびくびれ部 2 1 5 Cに当たると共に渦流と上下対流とを発生させ、さらにまた、平板 2 3 3 Bの中心部を引き下げると共に羽根部 2 5 3 A、2 5 3 Bおよびくびれ部 2 1 5 Cが攪拌槽 2 4 5 B内の底部側へ向かって拡散移動することにより下降する押し出し流れと上下対流とを発生させることによって、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ案内部材 2 3 6 Bに対して移動部材 2 3 4 B、2 3 5 Bの配置位置を調整して弾性変形により平板 2 3 3 Bの変位量を調整して弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の攪拌装置 2 5 2に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板

の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を構築して、培養液を攪拌すれば、従来のヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、複数の流動を伴って、低せん断で、さらに複雑に培養液を非定常攪拌させることができ、従来の攪拌羽根を上下方向と正逆回転方向とに往復動するために必要であった動作方向の異なる複数の駆動装置を設けるまたは駆動装置の複雑な駆動機構を有していなくとも、案内部材に対して移動部材の配置位置を調整して弾性変形により平板の変位量を調整して変形形態を適宜形成させることで攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0093] (攪拌装置の第 8 実施形態)

本発明の攪拌体の第 2 実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、案内部材と、平板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を回転動させることで、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図 20 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第 8 実施形態を例示する。なお、図 20 に例示されている本実施形態の攪拌装置 262 に備える攪拌体 266 の平板 254B の羽根部 259B は、図 21 に示されている平板 203C の羽根部 206C と全く同じ形状を有しており、図 21 に示されている平板 203C に対し、図 20 に例示されている平板 254B とは外周部に貫通穴 260 および切り欠き 261 を備えている点以外は同様である。

[0094] 図 20 (A) に例示されているように平板 254A では、四本の切り込み 55 が、それぞれ弾性変形可能な材料から成る円形の平板 254A の外周縁部の内側に位置し且つ平板 254A の中心部 256 の周りに 90 度間

隔で設けられた外周側端部 2 5 7 から、中心部 2 5 6 の近傍に位置し且つ中心部 2 5 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた内周側端部 2 5 8 へ向かって、中心部 2 5 6 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。すなわち、四つの羽根部 2 5 9 A が、それぞれ隣接する羽根部 2 5 9 A に対して中心部 2 5 6 の周りに周方向に 9 0 度ずつ回転させた位置に配置されており、それぞれ中心部 2 5 6 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。また、平面板 2 5 4 A は、中心部 2 5 6 に円形の貫通穴を有し、4 つの円形の貫通穴 2 6 0 が、中心部 2 5 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた平面板 2 5 4 A の外周部に配置され、4 つのスリット状の切り欠き 2 6 1 が、切り込み 2 5 5 の外周側端部 2 5 7 に形成されている。なお、切り込み 2 5 5 の外周側端部 2 5 7 は、外周縁部から平面板 2 5 4 A の中心部 2 5 6 へ向かって平面板 2 5 4 A の直径の 5 ～ 1 0 % の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましく、切り込み 2 5 5 の内周側端部 2 5 8 は、平面板 2 5 4 A の中心部 2 5 6 から外周縁部へ向かって平面板 2 5 4 A の直径の 5 ～ 1 0 % の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましい。

[0095] 図 2 0 (B) 乃至図 2 0 (D) に例示されているように攪拌装置 2 6 2 では、平面板 2 5 4 B と移動部材 2 6 3、2 6 4 と案内部材 2 6 5 とを備える攪拌体 2 6 6 と、ベアリング 2 6 7 を有するセンターキャップ 2 6 8 と、二つのサイドアームキャップ 2 6 9 と、液体が入っている容積が 5 0 0 m L の三箇所に開口部を有するガラス製の攪拌槽 2 7 0 と、T 字形状の分岐部を有する駆動軸の先端部にそれぞれ棒磁石が配置されているモータ 2 7 1 を設ける磁気攪拌駆動装置 2 7 2 とを備え、図 2 0 (B) に例示されているように移動部材 2 6 3 は、平面板 2 5 4 B の中心部 2 5 6 の底面側に接合し、図 2 0 (B) 乃至図 2 0 (D) に例示されているように移動部材 2 6 4 は、案内部材 2 6 5 を基点に 9 0 度の間隔で設けられた四つの分岐部を有し且つ分岐部の先端部に二つの棒磁石 2 7 3 を配置し、ポリテトラフルオロエチレン（商標名テフロン）で封止されており、移動部材 2 6 4 に備えるネジ締結によるロック機構により、移動部材 2 6 4 は、ネジ溝を有する案内部材 2 6 5 の

先端部に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされ、平面板254Bの貫通穴260に移動部材264の分岐部の先端部に備える円柱状の凸部が収まっていることにより、移動部材264に対して平面板254Bの外周部側が固定されており、移動部材263が案内部材265に摺動および回転可能に移動部材264に離間して取り付けられて、移動部材263に備える二つのネジ部材の締結によるロック機構により、移動部材263はベアリング267と回転可能に接続する案内部材265に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされていることによって、図20(B)に例示されているようなくびれ部を形成する羽根部259Bを有する三次元形状の平面板254Bが形成されている。また、攪拌槽270は、センターキャップ268と二つのサイドアームキャップ269とに備えるリングによって、攪拌槽270内が気密に設けられて、図20(B)に例示されているように磁気攪拌駆動装置272の上に配置されている。なお、くびれ部を形成する羽根部259Bを有する三次元形状の平面板254Bは、案内部材265に取り付けられている移動部材263の軸方向移動の移動範囲の最上部の位置における変形形態、破線の羽根部259Cを有する平面板254Cは、案内部材265に取り付けられている移動部材263の軸方向の移動範囲の最下部の位置における変形形態を示している。

[0096] 前述の攪拌体266を備える攪拌装置262によれば、棒磁石273を有する移動部材264を、ポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）で封止して、センターキャップ268に有するベアリング267と回転可能に接続する案内部材265と接合し、弾性変形可能な材料から成る円形の平面板254Bに有する貫通穴260に、移動部材264の分岐部の先端部に備える円柱状の凸部を収めて平面板254Bの外周部を固定して、案内部材265に摺動および回転可能に取り付けられている移動部材263のロック機構により、案内部材265に対して移動部材263の配置位置を調整して移動部材263を案内部材265に回転不能且つ軸方向移動不能にロックすることによって、所定の物理的手段で磁気攪拌駆動装置272を駆動すれば

、磁気攪拌駆動装置 272 に備える駆動軸に棒磁石を有するモータ 271 が回転することによって、磁気力により平板 254 B、254 C を攪拌槽 270 内で回転させることができる。これにより、攪拌槽 270 内の液中において、くびれ部を形成する羽根部 259 B を有する三次元形状の平板 254 B により、平板 254 B の外周部近傍の底面側から平板 254 B の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平板 254 B の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴う複雑な上下還流を発生させ、また、円錐台状の羽根部 259 C を有する三次元形状の平板 254 C により、平板 254 C の外周部近傍の底面側から平板 254 C の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴う複雑な上下還流を発生させて、流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ案内部材 265 に対して移動部材 263、264 の配置位置を調整して弾性変形により平板 254 B、254 C の変位量を調整して弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できる、攪拌羽根を備える攪拌装置を提供することができる。

したがって、例えば、平板 254 A、254 B、移動部材 263、264、案内部材 265、ベアリング 267、センターキャップ 268、サイドアームキャップ 269、リングを、ポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）により加工処理し、所定の物理的手段で磁気攪拌駆動装置 272（マグネチックスター）に備えるモータ 271 を駆動すれば、棒磁石 273 を備える移動部材 264 に接続する平板 254 B が回転することによって、攪拌槽 270 内の液中において、平板 254 B の外周部近傍の底面側から平板 254 B の中央部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平板 254 B の中央部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴う複雑な上下還流を発生させて、流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ案内部材 265 に対して移動部材 263、264 の配置位置を調整して

平面板 254A、254B、254C の変位量を調整して弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整でき、さらには、ダイレクトドライブ方式の攪拌装置のようなシール部が不要となるためにコンタミネーション（雑菌汚染）がなく、洗浄が容易な、攪拌羽根とこれを備える磁気攪拌装置またはスピナーフラスコとして使用することができる。ただし、平面板 254B、移動部材 263、264、案内部材 265、ベアリング 267、センターキャップ 268、サイドアームキャップ 269、Oリングはポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）により加工処理する以外にも、例えば、ガラスコーティングやポリカーボネートなどで封止されていても良く、平面板 254B、移動部材 263、264、案内部材 265、ベアリング 267、センターキャップ 268、サイドアームキャップ 269、Oリングの材料および加工処理の方法は特に限定するものではない。また、攪拌装置 262 に備える磁気攪拌駆動装置 272 の磁化を発生させる手段は磁石以外にも、電気により磁化を発生する電磁石を用いても良く、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の磁気攪拌駆動装置の磁化を発生させる手段は特に限定されるものではない。

[0097] （攪拌装置の第 9 実施形態）

本発明の攪拌体の第 2 実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平面板と、案内部材と、平面板の中心部および外周部の一方に接続される移動部材とを備え、該移動部材が案内部材に沿って回転および移動可能となっており、案内部材を往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができ、また、案内部材を回転動させることで、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図 21 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第 9 実施形態を例示する。なお、図 21 に例示されている本実施形態の攪拌装置 274 に備える攪拌体 279 の平面板 276 は、図 19 に示

されている攪拌体 237B の平板 233B と同様のものが使用されているので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0098] 図 21 に例示されているように攪拌装置 274 では、液体が入っている容積が 300 mL の攪拌槽 275 と、弾性変形可能な材料から成る円形の平板 276 と移動部材 277 と案内部材 278 とを備える攪拌体 279 と、天板部 280 と、セラミック製のベアリング 281、282 と、歯車 283、284 と、保護部 285 と、分岐部 286 と、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する移動距離を調整可能な制御装置を有する駆動装置 287 と、回転動する駆動装置 288 とを備えており、駆動装置 287、288 により移動部材 277 が往復動すると共に案内部材 278 が回転することによって、平板 276 が弾性変形により可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動を伴い回転する。なお、くびれ部を有する羽根部 289A を形成する三次元形状の平板 276 は、図 12 に示されている平板 203C と全く同じ形状を有し、破線の円錐台状の羽根部 289B を有する三次元形状の平板 276 は、図 11 に示されている平板 203B と全く同じ形状を有しており、羽根部 289A を有する平板 276 は、移動部材 277 が往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における変形形態、羽根部 289B を有する平板 276 は、移動部材 277 が往復動する移動範囲のほぼ最下部の位置における変形形態を示している。ただし、ベアリング 281、282 の材料はセラミック以外にも、ステンレス、樹脂などでもよく、ベアリング 281、282 の材料は特に限定されるものではない。

[0099] 図 21 (A) 乃至図 21 (C) に例示されているように攪拌装置 274 では、図 21 (A) に示されているように管状構造を有する案内部材 278 が、中心軸の上部に歯車 283 と下部にベアリング 281 へ液体が付着するのを防ぐ円形の保護部 285 とを備え、天板部 280 に備えるベアリング 281 と接続し、二つの分岐部 286 が、平板 276 の中心部の周りに 180 度間隔で設けられて保護部 285 と平板 276 の外周部とに接合しており

、歯車 283 と駆動装置 288 の駆動軸に有する歯車 284 とが回転可能に組み合わされている。また、駆動装置 287 の駆動軸である移動部材 277 が、攪拌槽 275 に垂設され、平板 276 の中心部に備えるベアリング 282 と接続されていることにより、移動部材 277 に対して平板 276 の中心部側が回転可能に支持されている。これにより、駆動装置 288 の駆動軸が矢印 290 の方向に回転動すれば、歯車 284 に接続する歯車 283 を有する案内部材 278 を矢印 291 の方向に回転させると共に平板 276 を回転させ、また、駆動装置 287 の駆動軸である移動部材 277 を矢印 292 の方向に往復動させると共に平板 276 の中心部側が上下方向に往復して、図 21 (A) に例示されているように、くびれ部を有する羽根部 289A を形成する平板 276 と円錐台状の羽根部 289B を有する平板 276 とに弾性変形して、平板 276 が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動を伴い回転する。なお、駆動装置 287 は、案内部材 278 に沿って移動部材 277 を移動させる距離を調整する制御装置を備え、移動範囲 293 の距離で適宜往復動することができる。

[0100] 前述の攪拌体 279 を備える攪拌装置 274 によれば、所定の物理的手段で駆動装置 287、288 を駆動させて、移動部材 277 と案内部材 278 とを適宜往復動および回転動させれば、弾性変形可能な材料から成る平板 276 が弾性変形することによって、円錐台状の羽根部 289B を有する三次元形状の平板 276 からくびれ部を有する羽根部 289A を形成する三次元形状の平板 276 へと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動すると共に平板 276 の中心部を基軸に回転することができる。これにより、攪拌槽 275 内の液中において、移動部材 277 が上下方向に往復動すると共に羽根部 289A、289B の隣り合う羽根部 289A、289B の周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平板 276 の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、平板 276 の中心部が上下移動すると共に形成されるくびれ部により剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、平板 276 の中心部を引き上げ

ると共に攪拌槽 275 の底部側から平板 276 の中心部へ向かって吸引力により上昇する吸引流を発生させ、さらにまた、その吸引流が収束移動する羽根部 289A、289B およびくびれ部に当たると共に渦流と上下対流とを発生させ、さらにまた、平板 276 の中心部を引き下げると共に羽根部 289A、289B およびくびれ部が攪拌槽 275 内の底部側へ向かって拡散移動することにより下降する押し出し流れと上下対流とを発生させることによって、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非常攪拌することができる。また、案内部材 278 が破線の円錐台状の羽根部 289B を有する三次元形状の平板 276 の中心部を基軸に回転動すると共に平板 276 の外周部近傍の底面側から平板 276 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。さらには、案内部材 278 がくびれ部を有する羽根部 289A を形成する三次元形状の平板 276 の中心部を基軸に回転動すると共に平板 276 の外周部近傍の底面側から平板 276 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平板 276 の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができる。さらにまた、駆動装置 87 に備える制御装置により、移動部材 277 と案内部材 278 との相対移動距離を調整することによって、平板 276 が弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することができる変位量調整すなわち形状変形調整として機能し、さらにまた、駆動装置 287、288 により、往復動または回転動さらにはこれらの組み合わせによる動作方向を調整することによって、平板 276 の動作調整として機能することができる。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体 279 の平板 276 の材料に、弾性変形可能な材料を使用して、所定の物理的手段で駆動装置 287、288 を駆動

させて、移動部材 277 と案内部材 278 とを適宜往復動および回転動させれば、移動部材 277 を平板 276 の外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に案内部材 278 に対して往復動することにより、羽根部 289A、289B が捻れながら上下方向に伸縮移動と、正逆回転方向に回転移動と、さらには拡散移動および拡散収束移動とを伴って弾性変形して、平板 276 が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、また、案内部材 278 が平板 276 の中心部を基軸に回転動することにより、平板 276 が弾性変形して、円錐台状の羽根部 289B を有する三次元形状の平板 276 とくびれ部を有する羽根部 289A を形成する三次元形状の平板 276 とを含む異なる変形形態を可逆的に繰り返して形成するように動的挙動することによって、吸引流と、旋回流、上下対流などの複数の流動とを伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、駆動装置 287 に備える制御装置により、移動部材 277 の往復動する移動距離を制御して、平板 276 が弾性変形により変位量の異なる変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を自動で調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根を提供することができる。ただし、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置 274 の構成は、歯車 283、284 を組み合わせて駆動装置 287、288 を攪拌槽 275 の上部側へ配置させる以外にも、例えば、駆動装置 287、288 のいずれか一方を攪拌槽 275 の上部側に配置し、他方を攪拌槽 275 の底部側に配置して、平板 276 を往復動および回転動可能に構成されていてもよく、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置 274 の構成は特に限定されるものではない。

[0101] (攪拌体の第 2 実施形態における平板の構成例)

図 12 に示されているように攪拌体 201C では、一つの平板 203C を支持する移動部材 207A、208A が案内部材 209 に対して離間して

配置されている構成であるが、本発明による攪拌体の平面板の数は一つ以外にも、例えば、二つ以上の複数の平面板により互いの外周部同士または中心部同士で接続していてもよく、本発明による攪拌体の平面板の数量および構成は特に限定されるものではない。図22乃至図24は、本発明による攪拌体の平面板の様々な構成による実施形態を例示している。なお、図22乃至図24に例示されている攪拌体294、296、298、301、304、307、311、314に有する円形の平面板303K、303L、303M、303N、303O、303P、303Q、303R、303S、303T、303U、303V、303W、303Xは弾性変形可能な材料から成り、図11乃至図13に示されている平面板203B、203C、203Dのいずれかと全く同じ形状すなわち同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0102] 図22(A)に例示されているように攪拌体394では、平面板303K、303Lと、案内部材395と、移動部材307F、307G、308F、308Gとを備え、平面板303K、303Lのそれぞれの底面側の外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材308F、308Gが、平面板303K、303Lのそれぞれの外周部と接合し、平面板303K、303Lのそれぞれの中心部に接合する移動部材307F、307Gが、平面板303K、303Lのそれぞれの中心部に有する貫通穴を通る案内部材395に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材307F、307G、308F、308Gに備える芋ネジによるロック機構により、移動部材307F、307G、308F、308Gは案内部材395に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平面板303K、303Lが案内部材395に対して縦列に配置されている。なお、平面板303K、303Lは、図12に示されている三次元形状を有する平面板203Cと全く同じ形状を有している。

[0103] 図22(B)に例示されているように攪拌体396では、平面板303M、303Nと、案内部材397と、移動部材307H、307I、308H

、３０８Ｉとを備え、平板３０３Ｍ、３０３Ｎのそれぞれの外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材３０８Ｈ、３０８Ｉが、平板３０３Ｍ、３０３Ｎのそれぞれの外周部と接合し、平板３０３Ｍ、３０３Ｎのそれぞれの中心部に接合する移動部材３０７Ｈ、３０７Ｉが、平板３０３Ｍ、３０３Ｎのそれぞれの中心部に有する貫通穴を通る案内部材３９７に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材３０７Ｈ、３０７Ｉ、３０８Ｈ、３０８Ｉに備える芋ネジによるロック機構により、移動部材３０７Ｈ、３０７Ｉ、３０８Ｈ、３０８Ｉは案内部材３９７に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板３０３Ｍ、３０３Ｎが案内部材３９７に対して互いの外周部同士を隣接して縦列に配置されている。なお、平板３０３Ｍ、３０３Ｎは、図１２に示されている三次元形状を有する平板２０３Ｃと全く同じ形状を有している。

[0104] 図２３（Ａ）に例示されているように攪拌体３９８では、平板３０３Ｏ、３０３Ｐが互いの中心部同士で接合している平板３９９と、案内部材３００と、移動部材３０８Ｊ、３０８Ｋとを備え、平板３０３Ｏ、３０３Ｐのそれぞれの外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材３０８Ｊ、３０８Ｋが、平板３０３Ｏ、３０３Ｐのそれぞれの外周部と接合し、移動部材３０８Ｊ、３０８Ｋが平板３０３Ｏ、３０３Ｐのそれぞれの中心部に有する貫通穴を通る案内部材３００に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材３０８Ｊ、３０８Ｋに備える芋ネジによるロック機構により、移動部材３０８Ｊ、３０８Ｋは案内部材１００に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板３９９が案内部材３００に対して支持されている。なお、平板３０３Ｏ、３０３Ｐは、図１２に示されている三次元形状を有する平板２０３Ｃと全く同じ形状を有している。

[0105] 図２３（Ｂ）に例示されているように攪拌体３０１では、平板３０３Ｑ、３０３Ｒが互いの外周部同士で接合している平板３０２と、案内部材３と、移動部材３０、３０とを備え、平板３０、３０のそれぞれの中心部

に接合する移動部材 30、30 が、平板 30、30 のそれぞれの中心部に有する貫通穴を通る案内部材 33 に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材 30、30 に備える芋ネジによるロック機構により、移動部材 30、30 は案内部材 303 回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板 32 が案内部材 33 に対して支持されている。なお、平板 303Q は図 13 に示されている三次元形状を有する平板 203D と、平板 303R は、図 11 に示されている三次元形状を有する平板 203B と全く同じ形状を有している。

[0106] 図 23 (C) に例示されているように攪拌体 304 では、平板 303S を平板 303T の上に重ねて互いの外周部同士が接合している平板 305 と、案内部材 306 と、移動部材 307L、307M、308L とを備え、平板 305 の底面側の外周縁部の近傍で終端する矩形を有する移動部材 308L が、平板 305 の外周部と接合し、移動部材 308L と平板 303S、303T のそれぞれの中心部に接合する移動部材 307L、307M とが、平板 303S、303T のそれぞれの中心部に有する貫通穴を通る案内部材 306 に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材 307L、307M、308L に備える芋ネジによるロック機構により、移動部材 307L、307M、308L が案内部材 306 に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板 305 が案内部材 306 に対して支持されている。なお、平板 303S は、図 12 に示されている三次元形状を有する平板 203C と全く同じ形状を有し、平板 303T は、図 11 に示されている三次元形状を有する平板 203B を寸法が 1 対 1 の倍率で 30% 縮小したものと全く同じ形状を有している。

[0107] 図 24 (A) と図 24 (B) とに例示されているように攪拌体 307 では、平板 303U と、案内部材 308 と、コの字形形状を有する移動部材 309 とを備え、移動部材 309 の先端部が、平板 303U の中心部の周りに 180 度間隔で設けられて平板 303U の外周部と接合し、案内部材 30

8が、移動部材309の中間部に備えるロック機構310を通して平板303Uの中心部と接合して、移動部材309のロック機構310が案内部材308に摺動および回転可能に取り付けられており、ロック機構310に備える芋ネジにより、移動部材309は案内部材308に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板303Uが案内部材308に対して支持されている。なお、平板303Uは、図12に示されている三次元形状を有する平板203Cと全く同じ形状を有している。

[0108] 図24(C)と図24(D)とに例示されているように攪拌体311では、平板303Vと、三つの分岐部を有する案内部材312と、移動部材307N、313Aとを備え、二つの移動部材313Aが平板303Vの中心部の周りに180度間隔で設けられて平板303Vの外周部と接合し、移動部材307Nが平板303Vの中心部と接合して、移動部材307N、313Aが案内部材312に摺動および回転可能に離間して取り付けられており、移動部材307N、313Aにそれぞれ備える芋ネジによるロック機構により、移動部材307N、313Aは案内部材312に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平板303Vが案内部材312に対して支持されている。なお、平板303Vは、図12に示されている三次元形状を有する平板203Cと全く同じ形状を有している。

[0109] 図24(E)と図24(F)とに例示されているように攪拌体314では、平板303W、303Xと、矩形の枠部を有し四つの分岐部を備える案内部材315と、移動部材307O、307P、313B、313Cとを備え、移動部材313B、313Cが平板303W、303Xのそれぞれの中心部の周りに180度間隔で設けられて平板303W、303Xのそれぞれの外周部と接合し、移動部材307O、307Pが平板303W、303Xの中心部と接合して、移動部材307O、307P、313B、313Cが案内部材315に摺動および回転可能に離間して取り付けられており

、移動部材307O、307P、313B、313Cにそれぞれ備える芋ネジによるロック機構により、移動部材307O、307P、313B、313Cは案内部材315に回転不能且つ軸方向移動不能にロックされており、図示されているように平面板303W、303Xが案内部材315に対して支持されている。なお、平面板303W、303Xは、図12に示されている三次元形状を有する平面板203Cと全く同じ形状を有している。

[0110] なお、前述のいずれの平面板303K、303L、303M、303N、303O、303P、303Q、303R、303S、303T、303U、303V、303W、303Xでも、切り込みは、平面板303K、303L、303M、303N、303O、303P、303Q、303R、303S、303T、303U、303V、303W、303Xの外周縁部には接しないように形成されている。

[0111] 前述の攪拌体394、396、398、301、304、307、311、314によれば3、弾性変形可能な材料から成る平面板303K、303L、303M、303N、303O、303P、303Q、303R、303S、303T、303U、303V、303W、303Xを適宜組み合わせて、移動部材307F、307G、308F、308G、307H、307I、308H、308I、308J、308K、307J、307K、307L、307M、308L、309、307N、313A、307O、307P、313B、313Cに備えるロック機構により、案内部材395、397、300、303、306、308、312、315に回転不能且つ軸方向移動不能にロックさせれば、平面板303K、303L、303M、303N、399、302、305、303U、303V、303W、303Xが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することができる。したがって、例えば、本実施形態の攪拌体394、396、398、301、304、307、311、314を、図14に示されている攪拌装置218の攪拌体221に代えて使用すれば、平面板303K、303L、303M、303N、399、302、305、303U、30

3 V、3 0 3 W、3 0 3 Xが回転動することによって、流中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ案内部材3 9 5、3 9 7、3 0 0、3 0 3、3 0 6、3 0 8、3 1 2、3 1 5に対して移動部材3 0 7 F、3 0 7 G、3 0 8 F、3 0 8 G、3 0 7 H、3 0 7 I、3 0 8 H、3 0 8 I、3 0 8 J、3 0 8 K、3 0 7 J、3 0 7 K、3 0 7 L、3 0 7 M、3 0 8 L、3 0 9、3 0 7 N、3 1 3 A、3 0 7 O、3 0 7 P、3 1 3 B、3 1 3 Cの配置位置を調整して平面板3 0 3 K、3 0 3 L、3 0 3 M、3 0 3 N、3 0 3 O、3 0 3 P、3 0 3 Q、3 0 3 R、3 0 3 S、3 0 3 T、3 0 3 U、3 0 3 V、3 0 3 W、3 0 3 Xが弾性変形により変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を調整できるという単純な構成を有し、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0112] (攪拌体の第2実施形態における平面板の成形例)

図10に示されているように攪拌体201Aの平面板203Aでは、四本の切り込み202が、それぞれ円形の平面板203Aの外周縁部の内側に位置し且つ平面板203Aの中心部の周りに90度間隔で設けられた外周側端部204から、平面板203Aの中心部の近傍に位置し且つ中心部の周りに90度間隔で設けられた内周側端部205Aへ向かって、平面板203Aの中心部の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されているが、本発明による攪拌体の平面板の成形方法は、図10に示されているような切り込み202の両端が外周縁部の内側と平面板203Aの中心部の近傍とで終端する以外にも、例えば、切り込みを外周縁部まで貫通させた平面板と平面板補助部材とを適宜組み合わせ、図10乃至図13に示されているような攪拌体201A、201B、201C、201Dの平面板203A、203B、203C、203Dと同様または類似の形状を成形し、平面板203A、203B、203C、203Dと同様の特徴や効果を得てもよく、本発明による攪拌体の平面板の成形方法は特に限定されるものではない。以

下に、図 2 5 を参照して、本発明による攪拌体の平面板の様々な成形方法による実施形態について例示する。なお、図 2 5 に例示されている平面板 3 1 6、3 2 7 は弾性変形可能な材料から成る。

[0113] 図 2 5 (A) に例示されているようにくびれ部を形成する三次元形状の平面板 3 1 6 では、平面板 3 1 7 の中心部 3 1 8 に円形の貫通穴を配置し、四本の切り込み 3 1 9 が、平面板 3 1 7 の中心部 3 1 8 の周りに 9 0 度間隔で設けられた平面板 3 1 7 の外周縁部に位置する外周側端部 3 2 0 から、中心部 3 1 8 の近傍に位置し且つ中心部 3 1 8 の周りに 9 0 度間隔で設けられた内周側端部 3 2 1 へ向かって、中心部 3 1 8 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。また、リング構造を有する平面板補助部材 3 2 2 は、内形状 3 2 3 が平面板 3 1 7 の外形状と同じ形状を有し、外形状 3 2 4 が円形を有している。これにより、平面板 3 1 7 と平面板補助部材 3 2 2 とを図示されている破線部で接合した平面板 3 2 5 の中心部 3 2 6 を、図示されている矢印方向すなわち平面板 3 2 5 の法線方向へ適宜伸長移動して弾性変形させれば、二次元形状の平面板 3 2 5 からくびれ部を形成する三次元形状の平面板 3 1 6 を形成することができる。なお、平面板 3 1 6 は、図 1 2 (B) に示されている攪拌体 2 0 1 C の平面板 2 0 3 C と全く同じ形状すなわち同様であり、攪拌体 2 0 1 C の平面板 2 0 3 C と同様の特徴や効果を有している。

[0114] 図 2 5 (B) に例示されているようにくびれ部を形成する三次元形状の平面板 3 2 7 では、平面板 3 2 8 の中心部 3 2 9 に円形の貫通穴を配置し、四本の切り込み 3 3 0 が、平面板 3 2 8 の中心部 3 2 9 の周りに 9 0 度間隔で設けられた平面板 3 2 8 の外周縁部に位置する外周側端部 3 3 1 から、中心部 3 2 9 の近傍に位置し且つ中心部 3 2 9 の周りに 9 0 度間隔で設けられた内周側端部 3 3 2 へ向かって、中心部 3 2 9 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。また、リング構造を有する平面板補助部材 3 3 3 は、内形状 3 3 4 および外形状 3 3 5 が円形を有している。これにより、平面板 3 2 8 と平面板補助部材 3 3 3 とを図示されている破線部

で接合した平面板 3 3 6 の中心部 3 3 7 を、図示されている矢印方向すなわち平面板 3 3 6 の法線方向へ適宜伸長移動して弾性変形させれば、二次元形状の平面板 3 3 6 からくびれ部を形成する三次元形状の平面板 3 2 7 を形成することができる。なお、平面板 3 2 7 は、図 1 2 (B) に示されている攪拌体 2 0 1 C の平面板 2 0 3 C と類似の形状を有しており、攪拌体 2 0 1 C の平面板 2 0 3 C とほぼ同様の特徴や効果を有している。

[0115] 前述の攪拌体の平面板 3 1 6、3 2 7 によれば、平面板 3 1 7、3 2 8 と平面板補助部材 3 2 2、3 3 3 とをそれぞれ適宜組み合わせて、所定の物理的手段で弾性変形させて異なる複数の変形形態を適宜成形すれば、図 1 0 乃至図 1 3 に示されているような平面板 2 0 3 A、2 0 3 B、2 0 3 C、2 0 3 D と同様または類似の変形形態を成形できることによって、図 1 0 乃至図 1 3 に示されている攪拌体 2 0 1 A、2 0 1 B、2 0 1 C、2 0 1 D の平面板 2 0 3 A、2 0 3 B、2 0 3 C、2 0 3 D と同様またはほぼ同様の特徴や効果を有することができる。

[0116] (攪拌体の第 2 実施形態における平面板の切り込み例)

図 1 0 に示されているような平面板 2 0 3 A では、四本の渦巻き状の切り込み 2 0 2 が平面板 2 0 3 A に形成されているが、切り込み 2 0 2 の数や形状は特に限定されるものではない。図 2 6 は、本発明による攪拌体の平面板の様々な切り込みによる実施形態を例示する。なお、図 2 6 に示されている平面板 3 3 8、3 4 3、3 4 8、3 5 5 は弾性変形可能な材料から成る。

[0117] 図 2 6 (A) に例示されている平面板 3 3 8 では、渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き 3 3 9 とした例示である。二つの切り抜き 3 3 9 が、円弧および直線の組み合わせを直列に連結することによって構成されている波目形状を有する円形の平面板 3 3 8 の外周縁部の内側に位置し且つ中心部 3 4 0 の周りに 1 8 0 度間隔で設けられた二箇所の外周側端部 3 4 1 から、中心部 3 4 0 の近傍に位置し且つ中心部 3 4 0 の周りに 1 8 0 度間隔で設けられた二箇所の内周側端部 3 4 2 へ向かって、渦巻き状に中心部 3 4 0 の周りに約 3 6 0 度分回って延びるように形成されている。

- [0118] 図26(B)に例示されている平面板343では、直線の組み合わせで直列に連結することによって構成されている四本の切り込み344が、正方形の平面板343の外周縁部の角部の近傍の内側に位置し且つ中心部345の周りに180度間隔で設けられた四箇所の外周側端部346から、中心部345の近傍に位置し且つ中心部345の周りに90度間隔で設けられた四箇所の内周側端部347へ向かって、四角形状の渦巻き状に中心部345の周りに約360度分回って延びるように形成されている。
- [0119] 図26(C)に例示されている平面板348では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている四本の切り込み349が、正六角形の平面板348の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部150の周りに180度間隔で設けられた四箇所の外周側端部351から、中心部350の近傍に位置し且つ中心部350の周りに90度間隔で設けられた四箇所の内周側端部352へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部350の周りに約360度分回るように中間部353まで延び且つ中間部353を起点に外周側端部351から中間部353まで延びる切り込み349の渦巻き方向とは逆方向に、内周側端部352へ向かって、渦巻き状に中心部350の周りに約360度分回って延びるように形成されている。また、平面板348の外周部には、図示されている破線部を基点に平面板348の外周縁部を中心部350側へ折り曲げることによって6つのフラップ354が形成されている。
- [0120] 図26(D)に例示されている平面板355では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている二本の切り込み356が、楕円形状の平面板355の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部357の周りに180度間隔で設けられた二箇所の外周側端部358から、中心部357の近傍に位置し且つ中心部357の周りに180度間隔で設けられた二箇所の内周側端部359へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部357の周りに約360度分回って延びるように形成されており、複数の円形の貫通穴360が配置されている。

[0121] 前述の攪拌体の平板 338、343、348、355 によれば、平板 338 に形成される渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き 339 とすれば、切り抜き 339 の形状に応じて、弾性変形による羽根部の翼幅と、伸縮移動幅と、回転移動幅とを調整して変位量の異なる複数の変形形態を可逆的に形成する平板の変量調整構造として機能し、波形状を有する平板 338 により、複数の小さな渦流を伴う複数の流動を発生させることができ、また、正方形の平板 343 に形成された切り込み 344 が、直線の組み合わせで直列に連結して構成されていることにより、多角形状を有する平板の形状に沿った渦巻き状の切り込み形状を形成することができ、さらには、平板 348 に備えるフラップ 354 と右巻きおよび左巻きの組み合わせで直列に連結することによって構成されている切り込み 349 により、上下対流を伴う複数の流動を発生させることができ、さらにまた、楕円形状の平板 355 に配置する複数の貫通穴 360 により、大小の複数の渦流を伴う複数の流動を発生させ且つ高粘度の液中でも循環流を発生させることができる。これにより、例えば、平板 338、343、348、355 を、図 14 に示されている攪拌装置 218 の平板 203E に代えて使用すれば、弾性変形により異なる複数の変形形態を可逆的に形成することができることにより、高粘度および低粘度の流体媒体でも循環流を発生させることができ、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの様々な流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を攪拌することができ且つ弾性変形により平板 338、343、348、355 の変位量を調整して変形形態を可逆的に適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0122] (攪拌体の第 3 実施形態)

図 27 は本発明の攪拌体の第 3 実施形態を示す。この実施形態の攪拌体 401A、401B、401C、401D では、軸部材 408 によって塑性変形可能な材料から成る平板 403A、403B、403C、403D の中心部 404 が支持されており、平板 403A、403B、403C、40

3 Dの外周縁部に接しないように中心部404の近傍から外側へ向かって延びる複数本の代数螺旋状すなわち渦巻き状の切り込み402を、中心部404の周りに等角度間隔で形成することにより、切り込み402により形成された複数本の渦巻き状の羽根部407A、407B、407C、407Dが、中心部404を中心に周方向に所定角度間隔で配置されている。なお、図28乃至図30に示されている攪拌体401B、401C、401Dは、図27に示されている攪拌体401Aの平面板403Aを、塑性変形させて形成した多重螺旋式構造を有する三つの異なる変形形態を示しており、図27に示されている本実施形態の攪拌体401Aに対し、図28乃至図30に示されている本実施形態の攪拌体401B、401C、401Dとは、塑性変形によりそれぞれ異なる変形形態を形成している点以外全て同様である。

[0123] 図27(A)に示されているように攪拌体401Aでは、四本の切り込み402が、それぞれ円形の平面板403Aの外周縁部の内側に位置し且つ中心部404の周りに90度間隔で設けられた外周側端部405から、中心部404の近傍に位置し且つ中心部404の周りに90度間隔で設けられた内周側端部406Aへ向かって、中心部404の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されている。すなわち、四つの羽根部407Aが、それぞれ隣接する羽根部407Aに対して中心部404の周りに周方向に90度ずつ回転させた位置に配置されており、それぞれ中心部404の周りに渦巻き状に約540度分回って延びるように形成されている。なお、切り込み402の外周側端部405は、外周縁部から中心部404へ向かって平面板403Aの直径の5～10%の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましく、切り込み402の内周側端部406Aは、平面板403Aの中心から外周縁部へ向かって平面板403Aの直径の5～10%の範囲分だけ隔てて形成されることが好ましい。

[0124] 図27(B)と図27(C)とに示されているように攪拌体401Aの平面板403Aは、中心部404に軸部材408が接合していることにより、攪拌体401Aが軸部材408に対して支持されており、四本の切り込み4

02により形成される羽根部407Aが閉じて、二次元形状の平面板403Aが形成されている。

[0125] 図28(A)と図28(B)とに示されているように攪拌体401Bの平面板403Bは、図27(B)に示されている攪拌体401Aの平面板403Aの中心部404側を、矢印409の方向すなわち平面板403Aの法線方向に、図28(A)に示されている伸長位置410まで移動させるすなわち引き上げると共に図27(B)と図27(C)とに示されている平面板403Aの中心部404が移動すなわち引き上がることによって、羽根部407Aが捻れながら伸長移動して塑性変形することによって、図28(A)と図28(B)とに示されているような、円錐台状の羽根部407Bを有する三次元形状の平面板403Bが形成されている。

[0126] また、図28(C)に示されているように攪拌体401Bの平面板403Bは、図27(B)に示されている攪拌体401Aの平面板403Aの中心部404側を、矢印409の方向に、図28(A)に示されている伸長位置410まで引き上げると共に図27(A)に示されている羽根部407Aが、平面板403Aの中心部404へ向かう切り込み402の方向すなわち右巻き方向に回転するように捻れながら伸長移動して塑性変形することによって、図27(A)に示されている攪拌体401Aの平面板403Aの内周側端部406Aが、中心部404を基軸に右巻き方向へ約20度回転して、図28(C)に示されている内周側端部406Bの位置まで回転移動する。これにより、図2(A)と図28(B)とに示されているような、円錐台状の羽根部407Bを有する三次元形状の平面板403Bが形成されている。

[0127] 図29(A)と図29(B)とに示されているように攪拌体401Cの平面板403Cは、図28(A)に示されている攪拌体401Bの平面板403Bの中心部404側を、伸長位置410から、図29(A)に示されている伸長位置411までさらに引き上げると共に図28(A)と図28(B)とに示されている平面板403Bの中心部404がさらに引き上がり、羽根部407Bが捻れながら伸長移動と、外方への拡散(以下、「拡散移動」

と称す)と、平面板403Bの中心方向への収束(以下、「収束移動」と称す)とを伴って塑性変形することによって、図29(A)と図29(B)とに示されているようなくびれ形状を有するくびれ部412Aを形成すると共に圧力の強さに応じて複数の羽根部407Cが収束移動する特異点413を生じる羽根部407Cを有する三次元形状の平面板403Cが形成されている。

[0128] また、図29(C)に示されているように攪拌体401Cの平面板403Cは、図28(A)に示されている攪拌体401Bの平面板403Bの中心部404側を、伸長位置410から、図29(A)に示されている伸長位置411までさらに引き上げると共に図28(C)に示されている羽根部407Bが、右巻き方向にさらに回転するように捩じれながら伸長移動および拡散移動さらには収束移動を伴って塑性変形することによって、図27(A)に示されている攪拌体401Aの平面板403Aの内周側端部406Aが、中心部404を基軸に右巻き方向へ約45度回転して、図29(C)に示されている内周側端部406Cの位置まで回転移動する。これにより、図29(A)と図29(B)とに示されているような、くびれ部412Aを形成する羽根部407Cを有する三次元形状の平面板403Cが形成されている。

[0129] 図30(A)と図30(B)とに示されているように攪拌体401Dの平面板403Dは、図29(A)に示されている攪拌体401Cの平面板403Cの中心部404側を、伸長位置411から、図30(A)に示されている捻り方向414へ、平面板403Cの中心部404を基軸に約180度回転させると共に羽根部407Cが捻ながら回転移動し且つくびれ部412A周辺の羽根部407Cが反転移動を伴って塑性変形することによって、図30(A)と図30(B)とに示されているような一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部407Dを有する複雑な三次元形状の平面板403Dが形成されている。

[0130] また、図30(C)に示されているように攪拌体401Dの平面板403Dは、図29(C)に示されている攪拌体401Cの平面板403Cの中心

部404側を、平面板403Cの中心部404へ向かう切り込み402の方向とは逆向きすなわち図30(A)と図30(B)とに示されている左巻きの捻り方向414へ約180度捻るすなわち回転させると共に図29(C)に示されている羽根部407Cが、左巻き方向に捩れながら回転移動および反転移動して塑性変形することによって、図29(C)に示されている攪拌体401Cの平面板403Cの内周側端部406Cが、中心部404を軸に左巻き方向へ約180度回転して、図30(C)に示されている内周側端部406Dの位置まで回転移動する。これにより、図30(A)と図30(B)とに示されているような、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部407Dを有する三次元形状の平面板403Dが形成されている。

[0131] 前述の攪拌体401A、401B、401C、401Dによれば、平面板403A、403B、403C、403Dの中心部4に軸部材408が接合していることにより、攪拌体401A、401B、401C、401Dが軸部材408に対して支持されており、所定の物理的手段で塑性変形可能な材料から成る平面板403A、403B、403C、403Dを塑性変形させれば、四本の渦巻き状の切り込み402が閉じている羽根部407Aを有する二次元形状の平面板403Aから、羽根部407Aが捻れながら伸長移動を含む複数の動作移動を伴って塑性変形して、円錐台状の羽根部740Bを有する三次元形状の平面板403Bへと変形形態を形成し、さらには、三次元形状の平面板403Bの状態から、さらに羽根部407Bが捻れながら伸長移動および拡散移動さらには中心方向への収束移動を含む複数の動作移動を伴って塑性変形して、くびれ部412Aを形成すると共に圧力の強さに応じて特異点413を生じる羽根部407Cを有する三次元形状の平面板403Cへと変形形態を形成し、さらにまた、三次元形状の平面板403Cの状態から、平面板403Cの中心部404を捻り方向414へ約180度回転させると共にくびれ部412Aの周辺の羽根部407Cが捻れながら回転移動と反転移動とを含む複数の動作移動を伴って塑性変形して、一方向からみ

たときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部407Dを有する複雑な三次元形状の平板403Dへと変形形態を形成することができる。これにより、切り込み402は、羽根部407A、407B、407C、407Dの伸縮動構造、回転動構造、収束動構造、捻れ反転動構造として機能し、さらには、中心部404の周りに回って延びる切り込み402の長さすなわち中心部404の周りに伸びる角度（以下、「周回角度」と称す）によって、羽根部407A、407B、407C、407Dの伸縮移動幅と、回転移動幅と、拡散収束動幅とを調整して変位量の異なる複数の変形形態を塑性変形により形成する平板403A、403B、403C、403Dの変位量調整構造として機能し、さらにまた、変形形態を形成する平板403A、403B、403C、403Dの形状変形構造として機能する。また、平板403A、403B、403C、403Dは、外形状が先端翼のない円形を有していることによって、攪拌物質を攪拌するための攪拌槽などの容器の内側を傷つけないようにする容器損傷保護構造として機能する。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体401A、401B、401C、401Dの平板403A、403B、403C、403Dの材料として、塑性変形可能な材料を使用して、塑性変形により変位量を調整して異なる変形形態の平板403A、403B、403C、403Dを適宜形成させ、所定の物理的手段で攪拌体401A、401B、401C、401Dの中心部404と接合する軸部材408を往復動させれば、液中で渦流、剥離流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ、また、所定の物理的手段で攪拌体401A、401B、401C、401Dの中心部404と接合する軸部材8を回転動させれば、液中で旋回流、上下対流、吸引流などの複数の流動を伴って、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、塑性変形により攪拌体401A、401B、401C、401Dの平板403A、403B、403C、403Dの変位量を調整して変形形態を適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、低せん断で、単純な構成

を有し、攪拌槽内の損傷を防ぎ、簡単に製造可能で低コストの攪拌羽根を提供することができる。

[0132] 前述の攪拌体401A、401B、401C、401Dを支持する軸部材408の位置は平面板403A、403B、403C、403Dの中心部404以外にも、ここでは図示しないが、例えば、平面板403A、403B、403C、403Dの外周部または中心部および外周部と接合してもよく、前述の攪拌体401A、401B、401C、401Dを支持する軸部材408の位置は、平面板403A、403B、403C、403Dを支持可能であれば特に限定されるものではない。

[0133] (攪拌装置の第10実施形態)

この実施形態による攪拌体は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されている平面板を備え、塑性変形可能な材料から成る平面板を塑性変形により変位量の異なる変形形態を適宜形成して往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌する攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図31を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第10実施形態について説明する。なお、図31に示されている本実施形態の攪拌装置415に備える攪拌体417の平面板403Eは塑性変形可能な材料から成り、図29に示されている平面板403Cと全く同じ形状すなわち同様のものが使用されており、図29に示されている攪拌体401Cに対し、図31に示されている攪拌体417とは、同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0134] 図31に示されているように攪拌装置415では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽416Aと、攪拌体417の円形の平面板403Eと、平面板403Eの中心部418で接合する軸部材419Aと、天板部420Aと、ベローズ構造を有するゴム製のシール421Aと、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する駆動装置422Aとを備えており、図31(A)と図31(B)とに示されているように攪拌装置415では、攪拌槽416Aに垂設されている駆動装置422Aの駆動軸としての

軸部材 4 1 9 A が、天板部 4 2 0 A の中央側開口部を通してシール 4 2 1 A と往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽 4 1 6 A 内が気密に設けられている。

[0135] 図 3 1 (C) に示されているように攪拌装置 4 1 5 では、所定の物理的手段で駆動装置 4 2 2 A を駆動させて、軸部材 4 1 9 A を矢印 4 2 3 の方向に往復動させると共に攪拌槽 4 1 6 A に垂設されている攪拌体 4 1 7 の平板 4 0 3 E が上下移動することにより、くびれ部 4 1 2 B の周辺で剥離流による渦流を伴って複数の流動が発生している状態であって、図 3 1 (A) に示されている攪拌装置 4 1 5 による攪拌槽 4 1 6 A 内の攪拌流の動きを模式的に示している。なお、図 3 1 (C) に示されている破線の平板 4 0 3 E は、軸部材 4 1 9 A が往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における平板 4 0 3 E を示している。

[0136] 前述の攪拌体 1 7 を備える攪拌装置 4 1 5 によれば、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置 4 2 2 A を駆動させて、駆動装置 4 2 2 A の駆動軸としての軸部材 4 1 9 A を矢印 4 2 3 の方向に往復動させれば、軸部材 4 1 9 A が円形の平板 4 0 3 E の中心部 4 1 8 と接合していることによって、塑性変形可能な材料から成る本実施形態の攪拌体 4 1 7 の平板 4 0 3 E を、攪拌槽 4 1 6 A 内で上下移動させることができる。これにより、攪拌槽 4 1 6 A 内の液中において、渦巻き状の羽根部 4 0 7 E が上下方向に往復動すると共に羽根部 4 0 7 E の隣り合う羽根部 4 0 7 E の周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平板 4 0 3 E の中心部 4 1 8 が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、くびれ部 4 1 2 B を有する羽根部 4 0 7 E が上下移動すると共にくびれ部 4 1 2 B の周辺で剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、平板 4 0 3 E の外周部が上下移動すると共に外周端部周辺で大きな渦流を発生させることによって、渦流、剥離流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の攪拌

装置415に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を構築して、培養液を攪拌すれば、従来のヒト型iPS細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、複数の流動を伴って、低せん断で、さらに複雑に培養液を非定常攪拌させることができる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌培養装置を提供することができる。

[0137] (攪拌装置の第1実施形態)

本発明による攪拌体の第3実施形態、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されている平板を備え、塑性変形可能な材料から成る平板を塑性変形により変位量の異なる変形形態を適宜形成して往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができる。以下に、図32および図33を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置の第1実施形態について説明する。なお、図32および図33に示されている本実施形態の攪拌体425、429の平板403F、403Gは塑性変形可能な材料から成り、図31に示されている攪拌体417の平板403E以外の二つの異なる変形形態を塑性変形により形成したものが使用されており、図28と図30とに示されている攪拌体401B、401Dに対し、図32および図33に示されている攪拌体425、429とは、全く同じ形状すなわち同様であり、図31に示されている攪拌装置415に対し、図32および図33に示されている本実施形態の攪拌装置424、428とは、本実施形態の攪拌体425、429の平板403F、403G以外全て同じすなわち同様のものであるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0138] 図32に示されているように攪拌装置424では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽416Bと、攪拌体425の平板403Fと、平板403Fの中心部426で接合する軸部材419Bと、天板部420Bと

、ペローズ構造を有するゴム製のシール421Bと、ブラシレス式のモータが設けられている往復動する駆動装置422Bとを備えている。なお、攪拌体425の平板403Fは、図28に示されている攪拌体401Bの平板403Bと同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0139] 図32(A)と図32(B)とに示されているように攪拌装置424では、駆動装置422Bの駆動軸としての軸部材419Bが、円錐台状の羽根部407Fを有する攪拌体425の平板403Fの中心部426と接合し且つ天板部420Bの中央側開口部を通してシール421Bと往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽416B内が気密に設けられており、所定の物理的手段で駆動装置422Bを駆動させて、軸部材419Bを矢印427の方向に往復動させると共に攪拌槽416Bに垂設されている攪拌体425の平板403Fが上下移動することにより、羽根部407Fの隣り合う羽根部407Fの周りとその間隙で複数の渦流を伴って複数の流動が発生している状態であって、図32(A)は、攪拌装置424による攪拌槽416B内の攪拌流の動きを模式的に示している。なお、図32(A)に示されている破線の平板403Fは、軸部材419Bが往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における平板403Fを示している。

[0140] 図33に示されているように攪拌装置428では、液体が入っている容積が300mLの攪拌槽416Cと、攪拌体429の平板403Gと、平板403Gの中心部430で接合する軸部材419Cと、天板部420Cと、ペローズ構造を有するゴム製のシール421Cと、ブラシレス式のモータが設けられている往復動する駆動装置422Cとを備えている。なお、攪拌体429の平板403Gは、図30に示されている攪拌体401Dの平板403Dと同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0141] 図33(A)と図33(B)とに示されているように攪拌装置428では、駆動装置422Cの駆動軸としての軸部材419Cが、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部407Gを有する攪拌体429の平板403Gの中心部430と接合し且つ天板部420Cの中央側

開口部を通してシール４２１Ｃと往復動に追従可能に接続していることにより、攪拌槽４１６Ｃ内が気密に設けられており、所定の物理的手段で駆動装置４２２Ｃを駆動させて、軸部材４１９Ｃを矢印４３１の方向に往復動させると共に攪拌槽４１６Ｃに垂設されている攪拌体４２９の平板４０３Ｇが上下移動することにより、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部４０７Ｇが上下移動すると共に羽根部４０７Ｇの湾曲部周辺で大きな渦流を伴って複数の流動が発生している状態であって、図３３（Ａ）は、攪拌装置４２８による攪拌槽４１６Ｃ内の攪拌流の動きを模式的に示している。なお、図３３（Ａ）に示されている破線の平板４０３Ｇは、軸部材４１９Ｃが往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置における平板４０３Ｇを示している。

[0142] 前述の攪拌体４２５、４２９を備える攪拌装置４２４、４２８によれば、所定の物理的手段でブラシレス式のモータが設けられている駆動装置４２２Ｂ、４２２Ｃを駆動させて、駆動装置４２２Ｂ、４２２Ｃの駆動軸としての軸部材４１９Ｂ、４１９Ｃを図３２（Ａ）および図３３（Ａ）に示されている矢印４２７、４３１の方向に往復動させれば、軸部材４１９Ｂ、４１９Ｃが円形の平板４０３Ｆ、４０３Ｇの中心部４２６、４３０と接合していることによって、塑性変形可能な材料から成る本実施形態の攪拌体４２５、４２９の平板４０３Ｆ、４０３Ｇを攪拌槽４１６Ｂ、４１６Ｃ内で上下移動させることができる。これにより、攪拌槽４１６Ｂ内の液中において、円錐台状の羽根部４０７Ｆを有する三次元形状の平板４０３Ｆにより、渦巻き状の羽根部４０７Ｆが上下方向に往復動すると共に羽根部４０７Ｆの隣り合う羽根部４０７Ｆの周りとその間隙で複数の渦流を発生させ、平板４０３Ｆの中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、平板４０３Ｆの外周部が上下移動すると共に外周端部周辺で大きな渦流を発生させ、さらには、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部４０７Ｇを有する複雑な三次元形状の平板４０３Ｇにより、渦巻き状の羽根部４０７Ｇが上下方向に往復動すると共に羽根部４０７Ｇの隣り合う羽根部４０

7 Gの周りとその間隙で複数の渦流を発生させ、平面板403 Gの中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、一方向からみたときに表裏面が露出している波目状の複数の羽根部407 Gが上下移動すると共に羽根部407 Gの湾曲部周辺で大きな渦流を発生させることによって、液中で大小の渦流、剥離流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができる攪拌羽根を備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の攪拌装置424、428に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を構築して、培養液を攪拌すれば、従来のヒト型iPS細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、複数の流動を伴って、低せん断で、複雑に培養液を非定常攪拌させることができる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0143] また、図31乃至図33に示されている攪拌体417、425、429を備える攪拌装置415、424、428によれば、所定の物理的手段で駆動装置422 A、422 B、422 Cを駆動させて、駆動装置422 A、422 B、422 Cの駆動軸としての軸部材419 A、419 B、419 Cを図31乃至図33に示されている矢印423、427、431の方向に往復動させると共に羽根部407 E、407 F、407 Gを有する攪拌体417、425、429の平面板403 E、403 F、403 Gが上下方向に往復移動することにより、攪拌槽416 A、416 B、416 C内の液中において、それぞれ異なる複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ所定の物理的手段で平面板403 E、403 F、403 Gを塑性変形して変位量の異なる変形形態を適宜形成することにより攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置として機能する。したがって、例えば、前述の攪拌装置415、424、428に、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨

核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を構築して、培養液を攪拌すれば、従来のヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞を培養して血小板を大量作製する攪拌培養に必要であった非定常攪拌よりも、複数の流動を伴って、低せん断で、さらに複雑に培養液を非定常攪拌することができ且つ塑性変形により平板の変位量を調整して異なる変形形態を適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌培養装置を提供することができる。

[0144] (攪拌装置の第 1 2 実施形態)

本発明による攪拌体の第 3 実施形態は、この実施形態による攪拌体は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されている平板を備え、塑性変形可能な材料から成る平板を塑性変形により変位量の異なる変形形態を適宜形成して回転動させることで、複雑な上下還流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置として使用することができる。以下に、図 3 4 を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第 1 2 実施形態を例示する。なお、図 3 4 に例示されている本実施形態の攪拌装置 4 3 2 に備える攪拌体 4 3 3 の平板 4 3 4 は塑性変形可能な材料から成り、四本の切り込み 4 3 5 が、それぞれ円形の平板 4 3 4 の外周縁部の内側に位置し且つ平板 4 3 4 の中心部 4 3 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた外周側端部 4 3 7 から、中心部 4 3 6 の近傍に位置し且つ中心部 4 3 6 の周りに 9 0 度間隔で設けられた内周側端部 4 3 8 へ向かって、中心部 4 3 6 の周りに渦巻き状に約 5 4 0 度分回って延びるように形成されている。なお、平板 4 3 4 の羽根部 4 3 9 は、図 2 9 に示されている平板 4 0 3 C の羽根部 4 0 7 C と全く同じ形状を有しており、図 2 9 に示されている平板 4 0 3 C に対し、図 3 4 に示されている平板 4 3 4 とは、外周部に棒磁石 4 4 0 を備えている以外は同様である。

[0145] 図 3 4 (A) 乃至図 3 4 (C) に例示されているように攪拌装置 4 3 2 では、攪拌体 4 3 3 の平板 4 3 4 と、平板 4 3 4 の中心部 4 3 6 で接合す

る軸部材４４１と、ベアリング４４２を有するセンターキャップ４４３と、二つのサイドアームキャップ４４４と、液体が入っている容積が５００ｍＬの三箇所開口部を有するガラス製の攪拌槽４４５と、モータ４４６を有する磁気攪拌駆動装置４４７とを備え、二つの棒磁石４４０が、平面板４３４の中心部４３６の周りに１８０度間隔で設けられて平面板４３４の外周部に配置し、ベアリング４４２と回転可能に接続する軸部材４４１が平面板４３４の中心部４３６と接合していることによって、図３４（Ａ）に例示されているようにくびれ部を形成する羽根部４３９を有する攪拌体４３３の平面板４３４が形成されている。また、攪拌槽４４５は、センターキャップ４４３と二つのサイドアームキャップ４４４とに備えるＯリングにより、攪拌槽４４５内を気密に設けて、磁気攪拌駆動装置４４７の上に配置されており、攪拌体４３３の平面板４３４は、ポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）によって封止されている。なお、図３４（Ａ）は、所定の物理的手段で磁気攪拌駆動装置４４７に備えるモータ４４６を駆動させると共に攪拌槽４４５に垂設されている攪拌体４３３の平面板４３４が液中で回転することによって、大小の渦流、剥離流、上下対流、循環流、乱流などを伴って複数の流動が発生している状態であって、攪拌装置４３２による攪拌槽４４５内の攪拌流の動きを模式的に例示している。

[0146] 前述の攪拌体４３３を備える攪拌装置４３２によれば、センターキャップ４４３に有するベアリング４４２と回転可能に接続する軸部材４４１を、ポリテトラフルオロエチレン（商標名テフロン）によって封止された棒磁石４４０を備える平面板４３４の中心部４３６と接合して、所定の物理的手段で磁気攪拌駆動装置４４７に備えるモータ４４６を駆動させれば、磁気力により、磁気攪拌駆動装置４４７の駆動部と接することなく、塑性変形可能な材料から成る攪拌体４３３の平面板４３４を攪拌槽４４５内で回転させることができる。これにより、攪拌槽４４５内の液中において、平面板４３４の外周部近傍の上面側から平面板４３４の中心部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平面板３４の中心部へ向かって発生する吸

引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動を伴う複雑な上下還流とを発生させて、流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ所定の物理的手段で平板434を塑性変形して変位量の異なる変形形態を適宜形成することにより攪拌流の流動を調整できる、攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。したがって、例えば、攪拌体433の平板434、軸部材441、ベアリング442、センターキャップ443、サイドアームキャップ444、Oリングを、ポリテトラフルオロエチレン（商標名テフロン）により加工処理し、所定の物理的手段で磁気攪拌駆動装置447（マグネチックスターラ）に備えるモータ446を駆動させれば、棒磁石440を備える攪拌体433の平板434が回転することによって、攪拌槽445内の液中において、平板434の外周部近傍の上面側から平板434の中央部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、くびれ部の近傍から平板434の中央部へ向かって発生する吸引力による吸引流と、さらには、旋回流、上下対流などの複数の流動を伴う複雑な上下還流とを発生させて、流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ且つ所定の物理的手段で平板434を塑性変形して変位量の異なる変形形態を適宜形成してポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）によって封止すれば攪拌流の流動を調整でき、さらには、ダイレクトドライブ方式の攪拌装置に備えるようなシールが不要となるためにコンタミネーション（雑菌汚染）がなく、洗浄が容易な、攪拌羽根とこれを備える磁気攪拌装置およびスピナーフラスコとして使用することができる。ただし、攪拌体433の棒磁石440を備える平板434、軸部材441、ベアリング442、センターキャップ443、サイドアームキャップ444、Oリングはポリテトラフルオロエチレン（登録商標テフロン）により加工処理する以外にも、例えば、ガラスコーティングやポリカーボネートなどで封止されていてもよく、攪拌体433の棒磁石440を備える平板434、軸部材441、ベアリング442、センターキャップ443、サイドアームキャップ444、Oリングの材料および加工処理の方法は特に限定するものではない。

また、攪拌装置432に備える磁気攪拌駆動装置447の磁化を発生させる材料は磁石以外にも、電気により磁化を発生させる電磁石を用いても良く、本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の磁気攪拌駆動装置の磁化を発生する材料は特に限定されるものではない。

[0147] (攪拌体の第4実施形態)

図29に示されているように攪拌体401Cの平面板403Cでは、軸部材408に対して支持されている平面板の数量が一つの構成であるが、本発明による攪拌体の平面板の数量は一つ以外にも、例えば、二つ以上の複数の平面板を組み合わせてもよく、本発明による攪拌体の平面板の数量および構成は特に限定されるものではない。図35と図36とは、本発明による攪拌体を備える攪拌羽根の様々な実施形態を例示している。なお、図35と図36とに例示されている攪拌羽根448、450、453、456、459に有する円形の攪拌体401E、401F、452、455、458、461は塑性変形可能な材料から成り、図27乃至図34に示されている攪拌体401A、401B、401C、401Dのいずれかまたはこれらいずれかの組み合わせと全く同じ形状すなわち同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0148] 図35(A)に例示されているように攪拌羽根448では、コの字状の分岐部を有する軸部材449と攪拌体401E、401Fとを備え、軸部材449の二つの分岐部が、攪拌体401E、401Fの中心部の周りに180度間隔で設けられて攪拌体401E、401Fの外周部側を固定しており、図示されているように攪拌体401E、401Fが縦列に配置されている。なお、攪拌体401E、401Fは、図29に示されている攪拌体401Cと全く同じ形状を有している。

[0149] 図35(B)に例示されているように攪拌羽根450では、軸部材451と平面板403H、403Iが互いの外周部同士で接合している攪拌体452とを備え、軸部材451が平面板403Jの中心部と接合していることにより、図示されているように軸部材451に対して攪拌体452が支持され

ている。なお、攪拌体452は、図29に示されている二つの攪拌体401Cを互いの外周部同士で接合したものと全く同じ形状を有している。

[0150] 図36(A)に例示されているように攪拌羽根453では、コの字状の分岐部を有する軸部材454と平面板403J、403Kが互いの中心部同士で接合している攪拌体455とを備え、軸部材454の二つの分岐部が、平面板403J、403Kの中心部の周りに180度間隔で設けられて平面板403J、403Kの外周部側を固定していることにより、図示されているように軸部材454に対して攪拌体455が支持されている。なお、攪拌体455は、図29に示されている二つの攪拌体401Cを互いの中心部同士で接合したものと全く同じ形状を有している。

[0151] 図36(B)に例示されているように攪拌羽根456では、軸部材457と平面板403L、403Mが互いの外周部同士で接合している攪拌体458とを備え、軸部材457が平面板403Lの中心部と接合していることにより、図示されているように軸部材457に対して攪拌体458が支持されている。なお、攪拌体458は、図30に示されている攪拌体401Dと図28に示されている攪拌体401Bとを互いの外周部同士で接合したものと全く同じ形状を有している。

[0152] 図36(C)に例示されているように攪拌羽根459では、軸部材460と平面板403Nを平面板403Oの上に重ねて互いの外周部同士で接合している攪拌体461とを備え、軸部材460が平面板403Nの中心部と接合していることにより、図示されているように軸部材460に対して攪拌体461が支持されている。なお、攪拌体461の平面板403Nは、図29に示されている攪拌体401Cの平面板403Cと全く同じ形状を有し、攪拌体461の平面板403Oは、図28に示されている攪拌体401Bの平面板403Bを寸法が1対1の倍率で30%縮小したものと全く同じ形状を有している。

[0153] なお、前述のいずれの攪拌体401E、401F、452、455、458、461でも、切り込みは、攪拌体401E、401F、452、455

、４５８、４６１の外周縁部には接しないように形成されている。

[0154] 前述の攪拌体４０１Ｅ、４０１Ｆ、４５２、４５５、４５８、４６１によれば、塑性変形可能な材料から成る複数の攪拌体を組み合わせて、塑性変形により異なる複数の変形形態を形成することができる。したがって、例えば、本実施形態の攪拌体４０１Ｅ、４０１Ｆ、４５２、４５５、４５８、４６１を、図３３に示されている攪拌装置４１５の攪拌体４１７に代えて使用すれば、攪拌体４０１Ｅ、４０１Ｆ、４５２、４５５、４５８、４６１が往復動することによって、流中で循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ塑性変形により攪拌体４０１Ｅ、４０１Ｆ、４５２、４５５、４５８、４６１の変位量を調整して変形形態を適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0155] （攪拌体の第３，第４実施形態における平面板の切り込み例）

図２７に示されているような攪拌体の平面板４０３Ａでは、四本の渦巻き状の切り込み４０２が平面板４０３Ａに形成されているが、切り込み４０２の数や形状は特に限定されるものではない。図３７は、本発明による攪拌体の平面板の様々な切り込みによる実施形態を例示する。なお、図３７に示されている攪拌体４６２、４６８、４７４、４８２の平面板４６４、４７０、４７６、４８４は塑性変形可能な材料から成る。

[0156] 図３７（Ａ）に例示されている攪拌体４６２では、渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き４６３とした例示である。二つの切り抜き４６３が、円弧および直線の組み合わせを直列に連結することによって構成されている波目形状を有する円形の平面板４６４の外周縁部の内側に位置し且つ中心部４６５の周りに１８０度間隔で設けられた二箇所の外周側端部４６６から、中心部４６５の近傍に位置し且つ中心部４６５の周りに１８０度間隔で設けられた二箇所の内周側端部４６７へ向かって、渦巻き状に中心部４６５の周りに約３６０度分回って延びるように形成されている。

[0157] 図３７（Ｂ）に例示されている攪拌体４６８では、直線の組み合わせで直

列に連結することによって構成されている四本の切り込み469が、正方形の平板470の外周縁部の角部の近傍の内側に位置し且つ中心部471の周りに180度間隔で設けられた四箇所の外周側端部472から、中心部471の近傍に位置し且つ中心部471の周りに90度間隔で設けられた四箇所の内周側端部473へ向かって、四角形状の渦巻き状に中心部471の周りに約360度分回って延びるように形成されている。

[0158] 図37(C)に例示されている攪拌体474では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている四本の切り込み475が、正六角形の平板476の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部477の周りに180度間隔で設けられた四箇所の外周側端部478から、中心部477の近傍に位置し且つ中心部477の周りに90度間隔で設けられた四箇所の内周側端部479へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部477の周りに約360度分回るように中間部480まで延び且つ中間部480を起点に外周側端部478から中間部480まで延びる切り込み475の渦巻き方向とは逆方向に、内周側端部479へ向かって、渦巻き状に中心部477の周りに約360度分回って延びるように形成されている。また、平板476の外周部には、図示されている破線部を基点に平板476の外周縁部を中心部477側へ折り曲げることによって6つのフラップ481が形成されている。

[0159] 図37(D)に例示されている攪拌体482では、円弧の組み合わせを直列に連結することによって構成されている二本の切り込み483が、楕円形状の平板484の外周縁部の近傍の内側に位置し且つ中心部485の周りに180度間隔で設けられた二箇所の外周側端部486から、中心部485の近傍に位置し且つ中心部485の周りに180度間隔で設けられた二箇所の内周側端部487へ向かって、それぞれ渦巻き状に中心部485の周りに約360度分回って延びるように形成されており、複数の円形の貫通穴488が配置されている。

[0160] 前述の攪拌体462、470、474、482によれば、平板462に

形成される渦巻き状の切り込みをスリット状の二つの切り抜き４６３とすれば、切り抜き４６３の形状に応じて、塑性変形による羽根部の翼幅と、伸縮移動幅と、回転移動幅とを調整して変位量の異なる複数の変形形態を形成する平板の変量調整構造として機能し、波形状を有する平板６４により、複数の小さな渦流を伴う複数の流動を発生させることができ、また、正方形の平板４７０に形成された切り込み４６９が、直線の組み合わせで直列に連結して構成されていることにより、多角形状を有する平板の形状に沿った渦巻き状の切り込み形状を形成することができ、さらには、平板４７６に備えるフラップ４８１と右巻きおよび左巻きの組み合わせで直列に連結することによって構成されている切り込み４７５により、複数の大きな渦流を伴う複数の流動を発生させることができ、さらにまた、楕円形状の平板４８４に配置する複数の貫通穴４８８により、大小の複数の渦流を伴って複数の流動を発生させ且つ高粘度の液中でも循環流を発生させることができる。これにより、例えば、本実施形態の攪拌体４６２、４７０、４７４、４８２を、図３１に示されている攪拌装置４１５の攪拌体４１７に代えて使用すれば、高粘度および低粘度の流体媒体でも循環流を発生させることができ、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの様々な流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができ且つ塑性変形により攪拌体４６２、４７０、４７４、４８２の平板４６４、４７０、４７６、４８４の変位量を調整して変形形態を適宜形成して攪拌流の流動を調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根とこれを備える攪拌装置を提供することができる。

[0161] （攪拌装置の第１３実施形態）

本発明の攪拌体の第４実施形態は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されている平板を備え、塑性変形可能な材料から成る平板を塑性変形により変位量の異なる変形形態を適宜形成して、管路内に固定させることで、流体媒体を混合攪拌することができる攪拌槽すなわち駆動部を持たない管型の混合器の攪拌羽根

として使用することができる。以下に、図38を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第13実施形態について例示する。なお、図38に例示されている本実施形態の攪拌体486の平面板403R、403Sは塑性変形可能な材料から成り、図29に示されている攪拌体401Cの平面板403Cと全く同じ形状すなわち同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0162] 図38(A)と図38(B)とに例示されているように混合器489では、くびれ部を有する三次元形状の平面板403P、403Qとが互いの中心部同士で接合している攪拌体490とフランジを備える管491とを備えており、攪拌体490が管491内で接合されていることによって、混合器489は、ガスケットなどを介しネジ締結するなどして他の管と接合して気密に配管することができる。

[0163] 前述の攪拌体490を備える混合器489によれば、塑性変形可能な材料から成る平面板403P、403Qを互いの中心部同士で接合された攪拌体490を管491内に接合して、所定の物理的手段で流体媒体を管491内に流動させれば、管491内の流体媒体中において、複数の剥離渦を伴う旋回流を発生させて、混合対象の流体媒体を均一に流体混合することができる。したがって、例えば、複数の流体媒体を流体混合可能なインライン型流体混合装置に、ガスケットを介して前述の混合器489をネジ締結して気密に配管し、所定の物理的手段でポンプを駆動して、流体媒体を管91内に流動させれば、くびれ部を有する攪拌体490により複数の剥離渦を伴う旋回流を発生させて、混合対象の複数の流体媒体を均一に流体混合することができ、さらには、液中の気泡を微粒化できる、省力化・省スペース化・省エネルギー化を実現可能な攪拌羽根とこれを備える駆動部を持たない管型の混合器すなわちスタティックミキサを提供することができる。ただし、本実施形態の混合器489による流体混合は、液−液混合以外にも、気−液混合、混合するものが溶解性か非溶解性か、あるいは高粘性か低粘性かなど、様々な場合があり、本実施形態の混合器489による流体混合は特に限定

されるものではない。さらには、本実施形態の混合器４８９と他の管との接合方法はネジ締結以外にも、例えば、溶接、接着、嵌合などでもよく、本実施形態の混合器８９と他の管との接合方法は特に限定されるものではない。

[0164] （攪拌装置の第１４実施形態）

本発明による攪拌体は、外周部に接しない渦巻き状の切り込みにより中心部から延びる複数の渦巻き状の羽根部が形成されており且つ弾性変形可能な材料から成る平板と、平板の外周部を支持する支持部材と、外周部および中心部を支持する移動部材とを備え、該移動部材は外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材に対して往復動させることで、流体媒体を非定常攪拌することができ、また、支持部材を上下振動させることで、極めて低せん断で、複雑な乱流を発生させて流体媒体を混合むらがなく良好に攪拌することができ、さらには、攪拌流の流動を調整可能な攪拌装置の攪拌羽根として使用することができる。以下に、図３９を参照して、本発明による攪拌体を備える攪拌装置による第１４実施形態を示す。なお、図３９に示されている本実施形態の攪拌装置０１に備える攪拌体０２の平板０３は、図４に示されている攪拌体１９の平板３Ｄと同様のものが使用されているので、ここでは詳しい説明を省略する。

[0165] 図３９に示されているように攪拌装置０１では、液体が入っている容積が３００ｍＬの攪拌槽０４と、弾性変形可能な材料から成る羽根部０１６を有する円形の平板０３と移動部材０５と支持部材０６とを備える攪拌体０２と、天板部０７と、ブラシレス式のモータが設けられている上下方向に往復動する移動距離を調整可能な制御装置を有する駆動装置０８と、上下振動する低周波振動装置０９とを備えており、移動部材０５の位置を調整して低周波振動装置０９が上下振動すると共に支持部材０６が上下振動することによって、平板０３が弾性変形により変形形態を適宜形成させた状態で上下振動する。なお、くびれ部を有する羽根部０１０Ａを形成する三次元形状の平板０３は、図３に示されている平板３Ｃと全く同じ形状を有し、破線の円錐台状の羽根部０１０Ｂを有する三次元形状の平板０３は、図２に示さ

れている平面板 3 B と全く同じ形状を有しており、羽根部 0 1 0 A を有する平面板 0 3 は、移動部材 0 5 が往復動する移動範囲のほぼ最上部の位置 0 1 1 における変形形態、羽根部 0 1 0 B を有する平面板 0 3 は、移動部材 0 5 が往復動する移動範囲のほぼ最下部の位置 0 1 2 における変形形態を示している。

[0166] 図 3 9 (A) および (B) に例示されているように攪拌装置 0 1 では、天板部 0 7 は、移動部材 0 5 と支持部材 0 6 とが通る 3 つの貫通穴を有し、2 つの支持部材 0 6 の一方の端部は、天板部 0 7 の貫通穴を通して低周波振動装置 0 9 と接合しており、他方の端部は、平面板 0 3 の中心部の周りに 1 8 0 度間隔で設けられて外周部の位置に接続している。また、移動部材 0 5 の一方の端部は、天板部 0 7 の貫通穴を通して駆動装置 0 8 と接合しており、他方の端部は、平面板 0 3 の中心部 0 1 1 に有する円形の貫通穴を通して移動部材 0 5 の先端部に備える隣接する二つの凸型の球形状の間で平面板 0 3 の中心部 0 1 3 側を回転可能に支持している。これにより、低周波振動装置 0 9 の駆動軸である 2 つの支持部材 0 6 が、矢印 0 1 4 の方向に上下振動することで、平面板 0 3 を上下振動させ、また、駆動装置 0 8 の駆動軸である移動部材 0 5 を矢印 0 1 5 の方向に往復動させると共に平面板 0 3 の中心部側が上下方向に往復することで、図 3 9 (A) に例示されているように、くびれ部を有する羽根部 0 1 0 A を形成する平面板 0 3 と円錐台状の羽根部 0 1 0 B を有する平面板 0 3 とに弾性変形する。これにより、攪拌装置 0 1 の平面板 0 3 は、弾性変形により変形形態を適宜形成させた状態で上下振動し、さらには、平面板 0 3 が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動を伴い上下振動する。なお、駆動装置 0 8 は、移動部材 0 5 と支持部材 0 6 との相対移動距離を調整する制御装置を備え、移動範囲 0 1 7 の距離で適宜移動および往復動することができる。

[0167] 前述の攪拌体 0 2 を備える攪拌装置 0 1 によれば、所定の物理的手段で駆動装置 0 8、0 9 を駆動させて、移動部材 0 5 を適宜移動および上下往復動させれば、弾性変形可能な材料から成る平面板 0 3 が弾性変形することによ

って、平板03を弾性変形により変形形態を適宜形成させた状態で、または、円錐台状の羽根部010Bを有する三次元形状の平板03からくびれ部を有する羽根部010Aを形成する三次元形状の平板03へと可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動をさせながら、平板03を上下振動することができる。これにより、攪拌槽04内の液中において、平板03が上下振動を伴って、移動部材05が上下方向に往復動すると共に羽根部016の周りとその間隙で渦流を伴う複数の流動を発生させ、また、平板03の中心部が上下移動すると共に上下対流を発生させ、さらには、平板03の中心部が上下移動すると共に形成されるくびれ部により剥離流による渦流を発生させ、さらにまた、平板03の中心部を引き上げると共に攪拌槽04の底部側から平板03の中心部へ向かって吸引力により上昇する吸引流を発生させ、さらにまた、その吸引流が収束移動する羽根部016およびくびれ部に当たると共に渦流と上下対流とを発生させ、さらにまた、平板03の中心部を引き下げると共に羽根部016およびくびれ部が攪拌槽04内の底部側へ向かって拡散移動することにより下降する押し出し流れと上下対流とを発生させることによって、渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を発生させて、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常攪拌することができる。したがって、例えば、前述の本実施形態の攪拌体01の平板03の材料に、弾性変形可能な材料を使用して、所定の物理的手段で駆動装置08、09を駆動させて、移動部材05と支持部材06とを適宜往復動および上下振動させれば、移動部材05を平板03の外周部と中心部とを互いに対して接近、離反させる方向に支持部材06に対して往復動することにより、羽根部016が捻れながら上下方向に伸縮移動と、正逆回転方向に回転移動と、さらには拡散移動および拡散収束移動とを伴って弾性変形して、平板03が可逆的に異なる変形形態を繰り返して形成するように動的挙動することによって、液中で渦流、剥離流、吸引流、押し出し流れ、旋回流、上下対流、循環流、乱流などの複数の流動を伴って、低せん断で、流体媒体を極めて複雑に非定常

攪拌することができ、さらには、駆動装置０８に備える制御装置により、移動部材０５の往復動する移動距離を制御して、平板０３が弾性変形により変位量の異なる変形形態を可逆的に適宜形成することで攪拌流の流動を自動で調整できる、簡単に製造可能な攪拌羽根を提供することができる。ただし、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置０１の構成は、平板０３の中心部側に駆動装置０８、外周部側に低周波振動装置０９を配置させる以外にも、例えば、平板０３の中心部側に低周波振動装置０９、外周部側に駆動装置０８を配置してもよく、前述の複数の動作方向に駆動する攪拌装置０１の構成は特に限定されるものではない。

[0168] 前述した本発明による攪拌体の平板の切り込みは代数螺旋形状以外にも、円弧若しくは直線またはこれらの組み合わせを直列に連結することによって構成されていればよく、本発明による攪拌体の平板の切り込みの形状は特に限定されるものではない。

[0169] また、前述した本発明による攪拌体の平板の切り込みの切り込み角度（すなわち切断面の角度）は、平板に対して直角に切り込む形態だけでなく、表面側から裏面側へ中心部に近づくように斜めに切り込む形態や、表面側から裏面側へ外周縁部に近づくように斜めに切り込む形態、さらには、曲面加工若しくは角部の面取りによる曲面形態にしてもよい。

[0170] さらに、前述した本発明による攪拌体の平板の切り込みが回って延びる方向は右巻き方向以外にも、例えば、左巻き方向、右巻きおよび左巻きを組み合わせた方向などに回って延びてもよく、本発明による攪拌体の平板の切り込みが回って延びる方向は特に限定されるものではない。

[0171] 前述した本発明による攪拌体の平板の中心部の周りに形成される切り込みの周回角度は自由に調整可能であって、約１８０度分から約１４４０度分の範囲で回って延びるように形成することが好ましく、特に約３６０度分から約７２０度分の範囲で回って延びるように形成することが好ましい。

[0172] また、前述した本発明による攪拌体の平板の切り込みの本数は目的に合わせて自由に設定することができ、２本から１００本の範囲が好ましく、特

に2本から10本の範囲が好ましい。

[0173] 前述した本発明による攪拌体の平面板が形成するくびれ部および特異点は一つ以外にも、例えば、本発明による攪拌体の平面板の切り込みおよび切り抜きを適宜調整して変形形態を形成すれば、二つ以上の複数のくびれ部および特異点を形成することができ、本発明による攪拌体の平面板が形成するくびれ部および特異点の数量は特に限定されるものではない。

[0174] また、前述した本発明による攪拌体の平面板が形成する変形形態の変位量は自由に調整可能であり、渦巻き状の切り込みの外周側端部同士を通る円の直径に対して10%から400%の範囲で調整することが好ましく、特に25%から150%の範囲で調整することが好ましい。

[0175] さらに、前述した本発明による攪拌体の平面板の外形状は円形以外にも、例えば、多角形状、楕円形状、円弧若しくは直線またはこれらの組み合わせを直列に連結する、平面板を折り曲げてフラップを形成する、さらにはこれらいずれかを組み合わせで形成するなどしてもよく、目的に合わせて自由に形成することができる。

[0176] 前述した本発明による攪拌体の平面板の材料は弾性変形可能な材料以外にも、可撓性、バネ性、導電性、強磁性、生体適合性、生分解性、耐薬性、耐熱性、耐油性、耐海水性、防錆性、耐腐食性、形状記憶性、さらにはこれらの何れかの組み合わせの特性を有してもよく、前述した本発明による攪拌体の平面板の材料の特性は特に限定されるものではない。

[0177] 前述した本発明による攪拌体の平面板の変形形態は前述した三次元形状の平面板以外にも、弾性変形により可逆的に形成可能であればいずれの変形形態であってもよい。

[0178] 前述した本発明による攪拌体の平面板と移動部材の構成は平面板が移動部材に対して回転可能に支持されている以外にも、例えば、平面板が移動部材に対して接合して支持されていてもよく、前述した本発明による攪拌体の平面板と移動部材との構成は特に限定されるものではない。

[0179] また、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置に使用される

平面板は、前述した本発明による攪拌体の平面板であれば、目的に合わせて他のタイプに代えて自由に使用することができ、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置に使用される平面板は特に限定されるものではない。

[0180] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置は駆動装置と組み合わせた構成により対象物を攪拌する以外にも、例えば、手動による泡立て器具として、攪拌体の作動部材（例えば移動部材または支持部材）に把持部を設けて、攪拌体を手で回して回転および往復動させて対象物を攪拌してもよく、対象物を攪拌可能な構成であれば、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の構成は特に限定されるものではない。

[0181] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動装置と作動部材（例えば移動部材）との接続は駆動装置の駆動軸と作動部材（移動部材）とを接合する以外にも、例えば、作動部材が駆動装置の駆動軸であってもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動装置と作動部材との接続方法は何でもよい。

[0182] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動装置はブラシレス式のモータ以外にも、例えば、リニア式、スターリング式、エア式、磁気式などでもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動装置は特に限定されるものではない。

[0183] また、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動動作は上下方向に往復動する以外にも、正逆回転方向に往復回転動、一方向に回転動、さらにはこれらいずれかを組み合わせた動作などでもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の駆動動作は特に限定されるものではない。

[0184] さらに、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の構成は平面板および作動部材（例えば移動部材）とが直接または接続部材などを介して駆動装置または駆動装置の駆動軸と接続している構成以外にも、例えば、磁気攪拌装置により平面板および作動部材（例えば移動部材）とが駆動装

置または駆動装置の駆動軸と接触せずに離間している構成であってもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の構成は自由に構成することができる。

[0185] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の攪拌槽の容器形状は、例えば、開放型または密閉型のバイオリアクター、閉鎖型のスクリーキャップ付きフラスコ、開放型の培養皿、縦長または横長の管状形状などでもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の攪拌槽の容器形状は特に限定されるものではない。

[0186] また、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の攪拌槽の容積は300mL以外にも、例えば、150mL、500mL、1L、50L、100L、500L、1000L、2000L、1t、10t、100t、200tなどでもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の攪拌槽の容積は特に限定されるものではない。

[0187] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の各特徴は、適宜組み合わせることが可能である。

[0188] 前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置は、目的に対して様々な態様に適宜変更することができ且つ係る変更も本発明の範囲に含まれており、本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置は何らこれに限定されるものではない。

[0189] また、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置は、培養細胞の増殖、代謝、巨核細胞の分化と成熟、巨核細胞の多核化、血小板の生産、血小板の生理活性化の維持などに好適な物理化学的環境を適宜提供することができ、例えば、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置に、通気装置、排気装置、温度調節装置、pH制御装置、溶存酸素圧調整装置、バッフル、スパージャ、ポートなどを備えて、培養液を攪拌して細胞を培養する攪拌培養装置として使用してもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置の物理化学的環境は特に限定されるものではない。

[0190] さらに、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌培養装置を使

用して培養する対象物はヒト型 i P S 細胞由来の巨核球細胞以外にも、例えば、造血幹細胞、幹細胞、ヒト型 i P S 細胞、ヒト型 E S 細胞などの細胞由来のその他の細胞、さらには、藻類、海藻類、ユーグレナ（俗名は、ミドリムシ）などの単細胞生物および多細胞生物などでもよく、前述した本発明による攪拌体とこれを備える攪拌装置および攪拌培養装置を使用して培養する対象物は何でもよい。

産業上の利用可能性

[0191] 本発明の攪拌体およびこれを備える攪拌装置は、主として医薬分野における培養液の攪拌や、食品、飲料、飼料、化学薬品、化粧品、塗料、製紙、石油化学、土木、水処理、エネルギー、細胞培養、再生医療等の分野における気体、液体、粉粒体、固体、ゲル、さらにはこれら何れかの組み合わせによる混合体の攪拌、粉碎、混合等に利用される。

符号の説明

- [0192] 1 A 攪拌体
1 B 攪拌体
1 C 拌体
2 切り込み
3 A 平面板
3 B 平面板
3 C 平面板
3 D 平面板
3 E 平面板
3 F 平面板
3 G 平面板
3 H 平面板
3 I 平面板
3 J 平面板
3 K 平面板

- 3 L 平面板
- 4 A 中心部
- 4 B 中心部
- 4 C 中心部
- 4 D 中心部
- 4 E 中心部
- 4 F 中心部
- 4 G 中心部
- 4 H 中心部
- 4 I 中心部
- 5 外周側端部
- 6 A 内周側端部
- 6 B 内周側端部
- 6 C 内周側端部
- 7 A 羽根部
- 7 B 羽根部
- 7 C 羽根部
- 7 D 羽根部
- 7 E 羽根部
- 7 F 羽根部
- 7 G 羽根部
- 7 H 羽根部
- 7 I 羽根部
- 7 J 羽根部
- 7 K 羽根部
- 7 L 羽根部
- 7 M 羽根部
- 8 移動部材

- 9 支持部材
 - 1 1 伸長位置
 - 1 2 伸長位置
 - 1 3 A くびれ部
 - 1 3 B くびれ部
 - 1 5 攪拌装置
 - 1 6 攪拌槽
 - 1 7 移動部材
 - 1 8 支持部材
 - 1 9 伸縮挙動攪拌体
- 2 0 天板部
 - 2 1 シール
 - 2 2 駆動装置
 - 2 4 攪拌装置
 - 2 5 攪拌槽
 - 2 6 平面板
 - 2 7 移動部材
 - 2 8 支持部材
 - 2 9 縮挙動攪拌体
- 3 0 天板部
 - 3 1 ベアリング
 - 3 2 ベアリング
 - 3 3 歯車
 - 3 4 歯車
 - 3 5 保護部
 - 3 6 分岐部
 - 3 7 駆動装置
 - 3 8 駆動装置

- 3 9 A 羽根部
- 3 9 B 羽根部
- 4 3 移動範囲
- 4 4 伸縮拳動攪拌体
- 4 5 支持部材
- 4 6 連結平面板
- 4 7 移動部材
- 4 8 伸縮拳動攪拌体
- 4 9 支持部材
- 5 0 移動補助部材
- 5 1 移動部材
- 5 2 伸縮拳動攪拌体
- 5 3 支持部材
- 5 4 移動部材
- 5 5 伸縮拳動攪拌体
- 5 6 支持部材
- 5 7 連結平面板
- 5 8 移動部材
- 5 9 伸縮拳動攪拌体
- 6 0 支持部材
- 6 1 連結平面板
- 6 2 移動補助部材
- 6 3 移動部材
- 6 4 平面板
- 6 5 平面板
- 6 6 中心部
- 6 7 切り込み
- 6 8 外周側端部

- 6 9 内周側端部
- 7 0 中心部
- 7 1 A 平面板補助部材
- 7 1 B 平面板補助部材
- 7 2 平面板
- 7 3 中心部
- 7 4 平面板
- 7 5 平面板
- 7 6 中心部
- 7 7 切り込み
- 7 8 外周側端部
- 7 9 内周側端部
- 8 0 平面板補助部材
- 8 1 内形状
- 8 2 外形状
- 8 3 平面板
- 8 4 中心部
- 8 5 平面板
- 8 6 平面板
- 8 7 中心部
- 8 8 切り込み
- 8 9 外周側端部
- 9 0 内周側端部
- 9 1 平面板補助部材
- 9 2 内形状
- 9 3 外形状
- 9 4 平面板
- 9 5 中心部

- 9 6 平面板
- 9 7 切り抜き
- 9 8 中心部
- 9 9 外周側端部
- 1 0 0 内周側端部
- 1 0 1 平面板
- 1 0 2 切り込み
- 1 0 3 中心部
- 1 0 4 外周側端部
- 1 0 5 内周側端部
- 1 0 6 平面板
- 1 0 7 切り込み
- 1 0 8 中心部
- 1 0 9 外周側端部
- 1 1 0 内周側端部
- 1 1 1 中間部
- 1 1 2 フラップ
- 1 1 3 平面板
- 1 1 4 切り込み
- 1 1 5 中心部
- 1 1 6 外周側端部
- 1 1 7 内周側端部
- 1 1 8 貫通穴