

明 細 書

発明の名称： シームレスカプセルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、シームレスカプセルの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、充填物質を皮膜物質で被覆してなる球形状のシームレスカプセルの製造方法を開示しており、この製造方法では、ノズルの先端から形成管の流路内の冷却液（硬化液）へと液滴を下向きに流出させる。ノズルは、その途中から先細りとなっている。ノズルの先端には、液滴を流出させる開口を有した先端面が設けられている。先端面は、ノズルの中心軸に直交し、水平に向けられている。さらに、この製造方法には、ノズルの先端面を冷却液の液面の上方に位置させた、いわゆる気中ノズル法が適用されている。製造されるシームレスカプセルの外径を d としたとき、ノズルの先端面と液面との間の距離は、 $0.5d \sim 3d$ の範囲内に設定される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-136576号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、例えば皮膜に割れがないカプセルのような、高品質なシームレスカプセルを安定して製造する点に関し、シームレスカプセルの製造方法には依然として改善の余地がある。

[0005] 本発明は、高品質のシームレスカプセルを安定して製造することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、シームレスカプセルの製造方法であって、ノズルの先端から形成管の流路内の冷却液に液滴を滴下し、前記液滴から継ぎ目のない

湿潤カプセルを形成する形成工程を含み、前記ノズルは、その途中から前記先端に向かって前記ノズルの内側へ傾斜する傾斜部を備え、前記傾斜部の外表面を前記先端の下方に向かって延長してなる仮想面で囲まれた空間の頂点と前記形成管の上端との距離 Z は、 $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内であり、 $Z < 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも下方に位置し、 $Z > 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも上方に位置する、シームレスカプセルの製造方法を提供する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、高品質のシームレスカプセルを安定して製造できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係るシームレスカプセルの製造方法が実施される製造装置の概略図。

[図2]図1の製造装置のノズル及び形成管を拡大して示す図。

[図3]図2のIII-III線に沿って示すノズルの水平断面図。

[図4]ノズルに設定される仮想頂点と形成管の上端との距離を説明する図。

[図5]第1変形例に係るノズル及び形成管を拡大して示す図。

[図6A]第2変形例に係るノズルの水平断面図。

[図6B]第3変形例に係るノズルの水平断面図。

[図7]第4変形例に係るノズルの正面図。

[図8A]第5変形例に係るノズルの正面図。

[図8B]第6変形例に係るノズルの正面図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。なお、同一の又は対応する要素には全図を通じて同一の符号を付し、詳細な説明の重複を省略する。

[0010] 図1に示される製造装置は、本実施形態に係る製造方法を使用してシームレスカプセル50を製造する。製造装置は、ノズル1、内容液タンク2、内容液供給管2a、皮膜液タンク3、皮膜液供給管3a、冷却液リザーバ6、

冷却液タンク 7、冷却液供給管 8、冷却装置 9、形成管 10、ポンプ 11～13、スクリーン 14、及びドライヤ 15 を備えている。

[0011] ノズル 1 は、内容液供給管 2 a を介して内容液タンク 2 と接続され、且つ皮膜液供給管 3 a を介して皮膜液タンク 3 と接続されている。内容液タンク 2 は、内容液 4 1 を貯留する。内容液 4 1 は、ポンプ 1 1 により内容液タンク 2 から内容液供給管 2 a を介してノズル 1 に圧送される。内容液 4 1 は、充填液とも称され、シームレスカプセル 5 0 の内部に充填されると、後述の内容物 5 1 となる。皮膜液タンク 3 は、皮膜液 4 2 を貯留する。皮膜液 4 2 は、ポンプ 1 2 により皮膜液タンク 3 から皮膜液供給管 3 a を介してノズル 1 に圧送される。

[0012] 図 1 及び図 2 を参照して、冷却液リザーバ 6 は、冷却液供給管 8 を介して冷却液タンク 7 と接続されている。冷却液タンク 7 は、冷却液 4 9 を貯留する。冷却液 4 9 は、凝固液あるいは固化液とも称される。冷却液 4 9 は、ポンプ 1 3 により冷却液タンク 7 から冷却液供給管 8 を介して冷却液リザーバ 6 に圧送され、その過程で冷却装置 9 によって冷却される。冷却液 4 9 は、冷却液リザーバ 6 の内部空間に受容される。冷却液リザーバ 6 は、ノズル 1 の一部（後述の傾斜部 2 5）と形成管 2 5 の上端部とを冷却液リザーバ 6 の内部空間に配置させた状態で、形成管 1 0 に流れ込む冷却液 4 9 を内部空間に貯留する。冷却液リザーバ 6 は中空構造を有し、冷却液リザーバ 6 の内面が内部空間を画定する。具体的には、冷却液リザーバ 6 は、底壁 6 a、上壁 6 b、及び周壁 6 c を有し、これらの内面が内部空間を画定する。底壁 6 a 及び上壁 6 b は、略水平であり、上下方向に互いに離れている。周壁 6 c は、底壁 6 a の周縁部から上方に立設される。上壁 6 b の周縁部は、周壁 6 c の上方に位置し、上壁 6 b の周縁部と周壁 6 c の上端部との間にスペーサ 6 e が設けられている。スペーサ 6 e は、上壁 6 b と周壁 6 c との間の距離を定める部材であり、交換可能である。冷却液リザーバ 6 には、冷却液 4 9 を内部空間に流入させる冷却液流入ポート 6 d が設けられている。冷却液供給管 8 の下流端は、冷却液流入ポート 6 d に接続される。上壁 6 b は、冷却液

49の液面49Lの上方の空間を大気開放可能に構成されている。冷却液49は、冷却液リザーバ6から冷却液タンク7へと形成管10を介して戻される。形成管10は、両端で開口し、冷却液49を通流させる流路を形成する。図1および図2の例では、冷却液49は、水頭圧で形成管10の流路を流れている。本実施形態の変形例では、ポンプ13の吐出力を利用して冷却液49を形成管10の流路を流すこともできる。このような変形例において、内部空間が密閉された冷却液リザーバ6を利用すればよい。

[0013] スペーサ6eは、上壁6bと周壁6cとを離間できればよく、スペーサ6eの材質や形状は製造時の目的に応じて任意に選択できる。スペーサ6eの材質としては、例えば、樹脂、金属、天然ゴム、または合成ゴムなどが挙げられる。スペーサ6eの形状は、上下方向で見た平面形状で、上壁6bの周縁部のうち、周壁6cと向かい合う部分の全体を覆う形状、または周壁6cと向かい合う部分の一部が途切れた形状とすることができる。

[0014] 形成管10の上端10a（一端、上流端）は、冷却液リザーバ6の内部空間で開口する。形成管10の中心軸は、形成管10の上端部では鉛直に向けられ、形成管10の上端10aは、水平に向けられている。形成管10の断面は、典型的には円形である。形成管10は、上端10aから下方へ延在し、冷却液リザーバ6の底壁6aを貫通し、一旦上方へ折り返され、再び下方へ折り返され、終端する。また、上端10aと底壁6aの内面との距離Hは変更可能で、形成管10と底壁6aとの間に冷却液49の流出を防止するシーリング6fが設けられている。形成管10の他端（下流端）の開口は、冷却液タンク7の上方に位置し、下に向けられている。冷却液49は、形成管10の他端の開口から放出され、冷却液タンク7に受容される。形成管10の上端部は、内部空間を画定する冷却液タンク7の内面のうちの内下面から上方に突出した形成管10の部分である。冷却液タンク7の内下面は、底壁6aの内面である。

[0015] シーリング6fは、冷却液49の流出を防止できればよく、シーリング6fの材質は製造時の目的に応じて任意に選択できる。シーリング6fの材質

としては、例えば、樹脂、金属、天然ゴム、または合成ゴムなどが挙げられる。

[0016] 図2を参照して、ノズル1は、全体として筒状である。ノズル1の中心軸Aは、鉛直に向けられている。ノズル1の軸方向中間部には、半径方向に突出する板状のフランジ部1bが設けられている。フランジ部1bは、冷却液リザーバ6の上壁6bの外表面（上面）に支持される。ノズル1は、フランジ部1bよりも軸方向基端側において、上壁6bから上方に突出している。この基端側の部位に、内容液41をノズル1に流入させる内容液流入ポート1cと、皮膜液42をノズル1に流入させる皮膜液流入ポート1dとが設けられている。ノズル1は、フランジ部1bよりも軸方向先端側において、上壁6bを通過し、冷却液リザーバ6の内部空間へと上から進入する。

[0017] フランジ部1bは、ノズル1に固定される部材であり、交換可能である。フランジ部1bをノズル1に固定するにあたり、ビス等の固定具を用いることができる。フランジ部1bは、上記の通り、上壁6bの上面に支持されているため、上下方向におけるフランジ部1bの厚みでノズル1の位置を調整できる。フランジ部1bの材質は製造時の目的に応じて任意に選択できる。フランジ部1bの材質としては、例えば、樹脂、金属、天然ゴム、または合成ゴムなどが挙げられる。また、フランジ部1bの形状は、フランジ部1bを介してノズル1を上壁6bに設置できればよく、特に限定されないが、例えば、上下方向で見た平面視で円形、楕円形、又は多角形であってもよい。

[0018] 冷却液リザーバ6の内部空間では、冷却液49の液面49Lが、形成管10の上端10aと、上壁6bの内面（下面）との間に位置する。ポンプ13の流量調整を通じて、液面49Lの位置をこのように制御できる。ノズル1の先端1aは、液面49Lよりも下方に位置する。すなわち、ノズル1の先端部は、冷却液リザーバ6に受容されている冷却液49に浸かっている。

[0019] 図2及び図3を参照して、ノズル1は、中央ノズル21及び最外ノズル22を有する。中央ノズル21も最外ノズル22も、ノズル1の内部で軸方向に延在する。中央ノズル21は、中心軸Aを中心とする円形状の断面を有す

る。最外ノズル 2 2 は、中央ノズル 2 1 と同心状であり、中央ノズル 2 1 を外囲し、中心軸 A を中心とする円環状の断面を有する。中央ノズル 2 1 の一端（上端、上流端）は、内容液流入ポート 1 c に接続される。最外ノズル 2 2 の一端（上端、上流端）は、皮膜液流入ポート 1 d に接続される。中央ノズル 2 1 の他端（下端、下流端）及び最外ノズル 2 2 の他端（下端、下流端）は、ノズル 1 の先端 1 a で開口する。ノズル 1 の先端 1 a は、中心軸 A に直交する平坦な先端面を形成する。中央ノズル 2 1 及び最外ノズル 2 2 は、この先端面に開口する。

[0020] ノズル 1 は、その途中から先端 1 a に向かってノズル 1 の内側へ傾斜する傾斜部 2 5 を備える。傾斜部 2 5 は、フランジ部 1 b よりも軸方向先端側の部位に設けられている。

[0021] 図 2 及び図 4 からわかるとおり、ノズル 1 の中心軸 A を通るノズル 1 の垂直断面において、傾斜部 2 5 の外表面 2 5 a は、一对の直線 2 5 b として表される。一对の直線 2 5 b は、傾斜部 2 5 の外表面 2 5 a の上端 2 5 c と下端 2 5 d とを結ぶ。一对の直線 2 5 b は、先端 1 a に向かって互いに近づくようにして傾斜している。一对の直線 2 5 b は、中心軸 A を基準として線対称である。一对の直線 2 5 b の下端はそれぞれ、中心軸 A に垂直な水平線として表される先端面に接続される。図 3 からわかるとおり、本実施形態では、ノズル 1 の中心軸 A を通るノズル 1 の水平断面において、傾斜部 2 5 の外表面は、円形である。

[0022] このように、本実施形態では、傾斜部 2 5 が円錐台状である。一对の直線 2 5 b は円錐台の母線である。

[0023] ここで、図 4 を参照して、傾斜部 2 5 の外表面 2 5 a をノズル 1 の先端 1 a の下方に向かって延長してなる仮想面 2 6 を想定する。仮想面 2 6 は、ノズル 1 の中心軸 A を通る垂直断面において、一对の直線 2 5 b の下方への延長線として表される。仮想面 2 6 は、中心軸 A 上で点になる。すなわち、一对の直線 2 5 b の下方への延長線が、中心軸 A 上で交差する。この交点が、仮想面 2 6 で囲まれた空間の頂点 2 7 である。傾斜部 2 5 の外表面 2 5 a の

断面が円形である本実施形態において、この仮想的な空間は、中央ノズル 2 1 及び最外ノズル 2 2 が開口したノズル 1 の先端面を底面とする円錐状である。

[0024] 頂点 2 7 と形成管 1 0 の上端 1 0 a との距離 Z は、 $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内である。距離 Z とは、上下方向における頂点 2 7 と上端 1 0 a との間隔であり、上下方向は、ノズル 1 の軸方向、ノズル 1 の先端面の法線方向、形成管 1 0 の軸方向、及び形成管 1 0 の上端 1 0 a の開口の直交方向と対応する。頂点 2 7 が形成管 1 0 の上端 1 0 a と一致するとき、 $Z = 0$ である。 $Z < 0$ の場合、頂点 2 7 が、形成管 1 0 の上端 1 0 a よりも下方、すなわち形成管 1 0 の流路内に位置する。 $Z > 0$ の場合、頂点 2 7 が、形成管 1 0 の上端 1 0 a よりも上方、すなわち形成管 1 0 の外部に位置する。なお、図 4 は、 $Z < 0$ の場合を例示しており、更にいえば、 $Z < 0$ でありつつもノズル 1 の先端 1 a そのものは形成管 1 0 の上端 1 0 a よりも上方に位置する場合を示している。ただし、これは単なる一例である。

[0025] 本実施形態において、距離 Z は $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内であればよいが、距離 Z は、例えば 5 mm 以下であってもよく、 4 mm 以下であってもよく、 3.5 mm 以下であってもよく、 3.2 mm 以下であってもよく、 3 mm 以下であってもよく、 2 mm 以下であってもよく、 1 mm 以下であってもよく、 0.5 mm 以下であってもよく、 0 mm 以下であってもよい。また、距離 Z は、 -9.7 mm 以上であってもよく、 -9 mm 以上であってもよく、 -8 mm 以上であってもよく、 -7 mm 以上であってもよく、 -6 mm 以上であってもよく、 -5 mm 以上であってもよい。

[0026] 頂点 2 7 と形成管 1 0 の上端 1 0 a との距離 Z を設定するにあたり、本実施形態では、スペーサ 6 e の厚み、フランジ部 1 b の厚み、及び上端 1 0 a と底壁 6 a の内面との距離 H を変更可能としているが、この 3 つの変更は必須ではない。すなわち、スペーサ 6 e の厚み、フランジ部 1 b の厚み、及び上端 1 0 a と底壁 6 a の内面との距離 H のうち、少なくとも 1 つを変更するとよい。言い換えると、ノズル 1、上壁 6 b、及び形成管 1 0 のうち少なく

とも1つの部分が、ノズル1の中心軸Aに沿って上下移動可能に構成されているとよい。

[0027] また、ノズル1の中心軸Aを通るノズル1の垂直断面において、傾斜部25の外表面25aの上端25cと下端25dとを結ぶ一対の直線25bに挟まれる角度 θ は、 $20^{\circ} \sim 70^{\circ}$ の範囲内である。

[0028] 図1及び図2を参照して、このような製造装置でシームレスカプセル50を製造するための方法には、ノズル1の先端1aから形成管10の流路内の冷却液49に液滴を滴下し、液滴から継ぎ目のない湿潤カプセル50wを形成する形成工程が含まれる。この形成工程において、ノズル1の先端1aは、冷却液49の液面49Lよりも下方に位置する。すなわち、本実施形態に係る製造装置及び方法には、いわゆる液下法が適用されている。

[0029] ノズル1より滴下される液滴には、内容液タンク2からノズル1に供給されて中央ノズル21から吐出される内容液41と、皮膜液タンク3からノズル1に供給されて最外ノズル22から吐出される皮膜液42とが含まれる。内容液41は、先端面の中央部から下方へ吐出される。皮膜液42は、先端面の周縁部から下方へ吐出され、内容液41を外周側から覆う。このように、ノズル1は、その先端面から内容液41及び皮膜液42を含む複合ジェット59を下向きに冷却液49中で吐出する。複合ジェット59は、冷却液49中で先端面から下へ伸びる。複合ジェット59は、表面張力によりその下端から滴化していく。その液滴が所定の大きさの粒となって皮膜液42が内容液41の全体を覆うと、皮膜液42が凝固する。これにより、シームレスカプセル50が生成される。

[0030] シームレスカプセル50は、全体として球形状であり、内容物51、及び内容物51を内包する皮膜層52を有する。皮膜層52は、皮膜液42の凝固によって生成され、継ぎ目がない。内容物51は内容液41で構成されるが、内容物51の状態は、液体であってもよく、ゲルなどの半固体であってもよく、または固体であってもよい。

[0031] 複合ジェット59は、形成管10の流路内に噴出され、シームレスカプセ

ル50は、形成管10の流路内で生成される。生成されたシームレスカプセル50は、形成管10内の冷却液49の流れに乗り、形成管10に沿って移送される。冷却液タンク7の上開口は、スクリーン14で覆われている。スクリーン14は、形成管10の他端の開口からの放出物のうち、冷却液49を通過させる一方、シームレスカプセル50の冷却液タンク7への流入を阻止する。スクリーン14で阻止されたシームレスカプセル50は、湿潤カプセル50wとして回収される。

[0032] 回収された湿潤カプセル50wが最終製品であってもよい。製造装置は、湿潤カプセル50wを乾燥させるドライヤ15を有していてもよい。湿潤カプセル50wをドライヤ15で乾燥させる乾燥工程の実施により、乾燥カプセル50dを得ることができる。このように、湿潤カプセル50wが乾燥カプセル50dの中間製品であり、且つ乾燥カプセル50dが最終製品であってもよい。

[0033] 内容液41は、特に限定されず、親油性又は親水性の液状物、これらの液状物とこれに不溶の粉末との懸濁液、又はこれらの液状物の混合液が挙げられる。内容液41には、賦形剤、安定化剤、界面活性剤、補助剤、又は発泡剤などの配合剤が、適宜配合されてもよい。

[0034] 皮膜液42は、天然高分子、及び水を含む。天然高分子は、皮膜液42を凝固させる成分であり、水溶性であるものが多い。天然高分子は、例えば、ゼラチン、カゼイン、ゼイン、ペクチンまたはその誘導体、アルギン酸またはその塩、寒天、ジェランガム、カラギーナン、ファーセララン、キトサン、カードラン、デンプン、変性デンプン、プルラン、マンナンからなる群から選択される少なくとも1種である。天然高分子は、皮膜層52を形成できる成分であれば、上記に限らず、任意の成分を適用できる。

[0035] 皮膜液42は、可塑剤を更に含んでもよい。可塑剤は、皮膜層52に柔軟性を付与する成分である。可塑剤は、特に、乾燥カプセル50dにおいて、皮膜層52の乾燥物に対し、十分な柔軟性を保つとともにヒビ割れを生じにくくできる。可塑剤の例として、グリセリン、ソルビトール等を挙げるこ

ができる。可塑剤は、皮膜層 52 に柔軟性を付与できればよく、上記に限らず、任意の成分を適用できる。

[0036] 皮膜液 42 は、シームレスカプセル 50 の目的に応じて、色素、呈味成分、防腐剤、又は香料などの添加物を更に含んでもよい。

[0037] 皮膜液 42 の粘度は、60℃で30～350 mPa・sであることが好ましく、50～300 mPa・sであることがより好ましく、50～250 mPa・sであることが更に好ましい。皮膜液 42 の粘度が上記範囲であることにより、適下法によるシームレスカプセル調製を良好に行うことができる。

[0038] 冷却液 49 は、典型的には20℃以下であり、好ましくは1～18℃である。なお、ノズル 1 から吐出される各液の温度は、特に限定されず、典型的には15～70℃、好ましくは20～65℃である。

[0039] 冷却液 49 には、油性成分、例えば中鎖脂肪酸トリグリセリド（MCT）、植物油脂（ヤシ油、ヒマワリ油、ベニバナ油、ゴマ油、ナタネ油、グレープ種子油、及びこれらの混合物など）、流動パラフィン、及びこれらの混合物を使用できる。

[0040] 図 2 を参照して、冷却液 49 は、冷却液リザーバ 6 内において、液面 49L から形成管 10 の上端 10a の開口に向けて流れる。ノズル 1 の傾斜部 25 はこの開口の付近に配置されており、冷却液 49 は、傾斜部 25 の外表面に沿って形成管 10 の開口に向かっていく。外表面に沿った流れは、ノズル 1 の先端 1a から更に下方の形成管 10 の内部へと向かうに従って、ノズル 1 の半径方向内側へ向かっていく。換言すれば、冷却液 49 は、傾斜部 25 の外表面を下方に向かって延長してなる仮想面 26 に沿って流れ、当該仮想面 26 で囲まれた空間の頂点 27 に向かっていく。この頂点 27 付近で、冷却液 49 の渦が形成される場合がある。このような渦が生じると、ノズル 1 から流出する複合ジェット 59 の形状は不安定となる。

[0041] 頂点 27 が上端 10a から上方に離れすぎると、頂点 27 とは別に形成管 10 の開口付近において冷却液 49 の流れに乱れが生じるおそれがある。複

合ジェット59がこの乱れの影響を受け、皮膜層52の安定形成が阻害されて皮膜層52に割れが生じやすくなり、しかも湿潤カプセル50wの粒径のバラツキが大きくなりやすい。頂点27が形成管10の中に入り込み過ぎると、形成管10とノズル1とで囲まれた狭隘な空間を冷却液49が通過することになり、冷却液49の流速の制御が困難となる。このため、冷却液49が形成管10の流路を流れる際、冷却液49の流れで生じるせん断力が不安定となり、湿潤カプセル50wの粒径のバラツキが大きくなりやすい。

[0042] これに対し、本実施形態では、頂点27と形成管10の上端10aとの距離Zが、 $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内である。このように、ノズル1の先端面ではなく、この仮想的な頂点27の位置を調整することにより、形成管10に流れ込む冷却液49の流れを傾斜部25によって制御しやすく、皮膜層52が安定的に形成され、しかも湿潤カプセル50wの粒径のバラツキを小さくできる。このため、皮膜割れを抑えた高品質のシームレスカプセル50を製造できる。

[0043] 傾斜部25の外表面25aの上端25cと下端25dとを結ぶ一對の直線25bで挟まれた角度 θ が小さいと、頂点27の位置が先端面から下方に離れる。すると、冷却液49の流れが複合ジェット59の下端付近で乱れやすく、生成されるシームレスカプセル50の粒径のバラツキが大きくなりやすい。一方、角度 θ が大きいと、頂点27の位置が先端面から近くなる。すると、複合ジェット59は、吐出された直後に冷却液49の渦の影響を受けやすい。複合ジェット59の形状が不安定となり、生成されるシームレスカプセル50の粒径が安定しない。本実施形態では、角度 θ が $20^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内である。これにより、シームレスカプセル50の粒径が安定し、粒径のバラツキを抑えることができる。角度 θ の下限は 30° 以上であることが好ましい。また、角度 θ の上限は 60° 以下であることが好ましい。

[0044] 上記により、湿潤カプセル50wの粒径の変動係数は、0.1以下となる。このような湿潤カプセル50wから乾燥カプセル50dを得た場合、乾燥カプセル50dの粒径の変動係数は、0.1以下となる。このように、高品

質のシームレスカプセル50を安定して製造することが可能となる。なお、変動係数とは、複数のサンプルのある指標値に関する標準偏差をその平均値で除算して得られる無次元の統計学的数値である。

- [0045] これまで実施形態について説明したが、上記構成は、単なる一例であり、本発明の趣旨の範囲内で適宜変更可能である。
- [0046] 図5は第1変形例を示す。図5に示すように、3層構造のシームレスカプセル50が製造されてもよい。この場合、ノズル1は、半径方向において中央ノズル21及び最外ノズル22との間に形成された中間ノズル23を更に有する。中間ノズル23は、中央ノズル21及び最外ノズル22と同心状であり、円環状の断面を有し、軸方向に延在する。中間ノズル23の上端は、中間液タンク（図示せず）から供給される中間液43が流入する中間液流入ポート1eと接続されている。中間ノズル23の下端は、先端面で開口する。複合ジェット59は、内容液41及び皮膜液42のほか、これらの間に介在する中間液43も含む。複合ジェット59の液滴化によって、内容物51、中間層53、及び皮膜層52を含むシームレスカプセル50が形成管10内で生成される。
- [0047] 図6Aは第2変形例を示し、図6Bは第3変形例を示す。ノズル1の傾斜部25の外表面の水平断面は、円形状に限定されない。図6Aに示すように、水平断面は楕円であってもよい。図6Bに示すように、水平断面は多角形でもよい。図6Bでは、単なる一例として、多角形が正方形であるが、多角形は、正方形以外の四角形でもよい。また、多角形の角又は辺の数は、4に限定されない。
- [0048] 図7は第4変形例を示す。ノズル1が、筒状のノズル本体31と、ノズル本体31の先端（破線部を参照）を覆うキャップ32とで構成されてもよい。キャップ32は、傾斜部25及び先端1aを形成し、ノズル本体31に対して着脱可能に装着される。1つのノズル本体31に対し、角度 θ が異なる複数のキャップ32を準備し、複数のキャップ32の中から選択された1つのキャップ32がノズル本体31に装着されてもよい。これにより、内容液

や皮膜液に応じて適切な仕様のキャップ32を選択することが可能になる。

[0049] 図8Aは第5変形例を示し、図8Bは第6変形例を示す。ノズル1の中心軸Aを通るノズル1の垂直断面において、図2及び図7に示す例では、傾斜部25の外表面25bの外形線は1本の直線であるが、外形線は1本の直線に限定されない。図8Aの第5変形例では、外表面25bの外形線は波線又はそれに似た線であってもよい。外表面25bの外形線が波線等である場合、一对の直線25bの下方への延長線が中心軸A上で交差する交点と、仮想面26で囲まれた空間の頂点27とが一致しなくてもよい。

[0050] 図8Bの第6変形例では、外表面25bの外形線は、折れ曲がり線又は湾曲線であってもよい。外表面25bの外形線が湾曲線等である場合、傾斜部25のうち、冷却液の流れの制御に大きく関わる部分を傾斜部25の本体とし、その本体の外表面の上端と下端とを結ぶ直線を直線25bとし、傾斜部25の外表面を下方に向かって延長してなる仮想面を仮想面26とする。

[0051] 詳細図示を省略するが、第2変形例又は第3変形例が、第1変形例に適用されてもよく、第4変形例が、第1変形例に適用されてもよい。第2変形例又は第3変形例と、第4変形例とが、上記実施形態又は第1変形例に同時に適用されてもよい。第2変形例又は第3変形例と、第5変形例又は第6変形例とが、上記実施形態又は第1変形例に同時に適用されてもよい。

[0052] 以下、実施例及び比較例（実験分類1～28）により、本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。なお、以下の説明において、「部」及び「%」は、特段断らない限り、質量基準である。

[0053] （実験分類1）

MCT（花王製）80部の内容液を調製した。ゼラチン（PB Leiner Argentina製）16部、ソルビトール（Roquette China Co. Ltd.製）4部、及び精製水300部の皮膜液を調製した。ゼラチンのブルーム値は240であり、皮膜液の粘度は、60℃で50mPa・sであった。MCT（花王製）100%の冷却液を調製した。これら液の調製に関し、他の実験分類2～28にも同様である。

[0054] 図1に例示されるような構造を有するシームレスカプセル製造機（森下仁丹製）を使用して、中央ノズルから内容液を、最外ノズルから皮膜液を同時に冷却液中に吐出し、2層構造のシームレスカプセルを生成した。次いで、生成されたシームレスカプセルを通気乾燥させ、皮膜層中に含まれる水分を蒸発させ、乾燥カプセルを得た。乾燥カプセルの総質量に対する皮膜層の質量は、30%であった。ここに説明する乾燥カプセルの製法、及び皮膜層の質量比に関し、他の実験分類2～28においても同様である。

[0055] 表1に示すとおり、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第1のノズル（1-60）を使用した。当該第1のノズル（1-60）は、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が1mm前後となるように期待されたサイズに形成され、また、その傾斜部の外形線に挟まれる角度（以下、単に「角度 θ 」）が60°である。なお、所要の粒径を得るべく、内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表1に示すとおりに調整された。

[0056] 傾斜部の外表面を延長してなる仮想面で囲まれた空間の頂点と形成管の上端との距離（以下、単に「距離Z」）が-10.1mmとなるように、ノズルの形成管に対する位置が調整された。ノズルの先端は冷却液の液面よりも下方に位置付けられ、複合ジェットは冷却液中に吐出された。

[0057] （実験分類2～4）

表1に示すとおり、実験分類2～4では、距離Zが実験分類1から変更された点を除いては、実験分類1と同様にして、第1のノズルを使用してシームレスカプセルを生成した。

[0058] 実験分類2では、距離Zが-1.8mmに調整された。実験分類3では、距離Zが3.2mmに調整された。実験分類4では、距離Zが13.2mmに調整された。

[0059] （実験分類5～8）

表1に示すとおり、実験分類5～8では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第2のノズル（1-30）を使用した。

当該第2のノズル（1－30）は、第1のノズル（1－60）と同様にして、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が1 mm前後となるように期待されたサイズに形成される一方、角度 θ が30°である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表1に示すとおりに調整された。

[0060] 実験分類5では、距離Zが－14.9 mmに調整された。実験分類6では、距離Zが－4.5 mmに調整された。実験分類7では、距離Zが0.5 mmに調整された。実験分類8では、距離Zが10.6 mmに調整された。

[0061] （実験分類9～12）

表2に示すとおり、実験分類9～12では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第3のノズル（5－60）を使用した。当該第3のノズル（5－60）は、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が5 mm前後となるように期待されたサイズに形成され、また、角度 θ が60°である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表2に示すとおりに調整された。

[0062] 実験分類9では、距離Zが－19 mmに調整された。実験分類10では、距離Zが－5.7 mmに調整された。実験分類11では、距離Zが－0.7 mmに調整された。実験分類12では、距離Zが9.3 mmに調整された。

[0063] （実験分類13～16）

表2に示すとおり、実験分類13～16では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第4のノズル（5－40）を使用した。当該第4のノズル（5－40）は、第3のノズル（5－60）と同様にして、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が5 mm前後となるように期待されたサイズに形成される一方、角度 θ が40°である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表2に示すとおりに調整された。

[0064] 実験分類13では、距離Zが－30 mmに調整された。実験分類14では、距離Zが－5.8 mmに調整された。実験分類15では、距離Zが－0.

8 mmに調整された。実験分類16では、距離Zが9.2 mmに調整された。

[0065] (実験分類17～20)

表2に示すとおり、実験分類17～20では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第5のノズル(5-30)を使用した。当該第5のノズル(5-30)は、第3のノズル(5-60)と同様に、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が5 mm前後となるように期待されたサイズに形成される一方、角度 θ が 30° である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表2に示すとおりに調整された。

[0066] 実験分類17では、距離Zが-36.2 mmに調整された。実験分類18では、距離Zが-6 mmに調整された。実験分類19では、距離Zが-1 mmに調整された。実験分類20では、距離Zが9 mmに調整された。

[0067] (実験分類21～24)

表3に示すとおり、実験分類21～24では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第6のノズル(8-60)を使用した。当該第6のノズル(8-60)は、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が8 mm前後となるように期待されたサイズに形成され、また、角度 θ が 60° である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表3に示すとおりに調整された。

[0068] 実験分類21では、距離Zが-26 mmに調整された。実験分類22では、距離Zが-9.5 mmに調整された。実験分類23では、距離Zが-4.5 mmに調整された。実験分類24では、距離Zが6.1 mmに調整された。

[0069] (実験分類25～28)

表3に示すとおり、実験分類25～28では、中央ノズル及び最外ノズルを有するノズルとして、傾斜部を備える第7のノズル(8-30)を使用した。当該第7のノズル(8-30)は、第6のノズル(8-60)と同様に

して、生成されるべき乾燥カプセルの粒径が8 mm前後となるように期待されたサイズに形成される一方、角度 θ が 30° である。内容液の流量、皮膜液の流量、及び冷却液流量を形成管の流路断面積で除算した値は、表3に示すとおりに調整された。

[0070] 実験分類25では、距離Zが-51 mmに調整された。実験分類26では、距離Zが-9.7 mmに調整された。実験分類27では、距離Zが-4.7 mmに調整された。実験分類28では、距離Zが5.3 mmに調整された。

[0071] (実施例／比較例)

実験分類2、3、6、7、10、11、14、15、18、19、22、23、26、及び27は、距離Zが $-10.0 \text{ mm} \leq Z \leq 6.0 \text{ mm}$ の範囲内にある実施例である。その他の実験分類1、4、5、8、9、12、13、16、17、20、21、24、25、及び28は、距離Zが当該範囲外にある比較例である。

[0072] (評価)

各実験分類によって得られたシームレスカプセルを使用して、以下の評価を行った。

[0073] <粒径の平均値及び変動係数>

各実験分類1～28において、得られた湿潤カプセルから20粒を無作為に抽出し、湿潤カプセルの粒径（外径）を1粒ずつノギスで計測した。20個の粒径データに基づいて、湿潤カプセルの粒径の平均値と標準偏差を算出した。更に、得られた標準偏差を平均値で除算して、湿潤カプセルの粒径の変動係数を算出した。乾燥カプセルについても同様にして、乾燥カプセルの粒径の平均値、標準偏差、及び変動係数を算出した。

[0074] 実施例では、乾燥カプセルの粒径の平均値が、期待される粒径どおり又はこれに近い値となった。また、実施例では、湿潤カプセル及び乾燥カプセルの両方において、変動係数が0.1以下となり、粒径のバラツキが抑制された。

[0075] <湿潤カプセルの歩留率>

各実験分類1～28において、ノズルから吐出された複合ジェットからなり、かつ形成管内を流下する100個の物体（湿潤カプセルとほぼ同じ大きさ）を目視確認し、そのうち、皮膜が割れて球形でないデブリの数をカウントした。そして、物体の数とデブリの数とを下記の式（1）に当てはめて歩留率を算出した。

$$\text{歩留率（\%）} = 1 - (\text{デブリの数}) / (\text{物体の数}) \times 100 \quad \cdots \text{式（1）}$$

[0076] 実施例では、最低でも97%の歩留率が達成されたのに対し、比較例では、最高でも実験分類24の82%であり、実施例のような高い歩留率を得ることはできなかった。

[0077]

[表1]

実験分類	1-60				1-30			
	1 比較例	2 実施例	3 実施例	4 比較例	5 比較例	6 実施例	7 実施例	8 比較例
角度 θ	60	60	60	60	30	30	30	30
距離 Z	-10.1	-1.8	3.2	13.2	-14.9	-4.5	0.5	10.6
内容液流量	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
皮膜液流量	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6
冷却液流量を形成管路断面面積で 除算した値	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
湿潤カプセルの 粒径の平均値	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5
乾燥カプセルの 粒径の平均値	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0
湿潤カプセルの 歩留率	58	99	95	49	47	98	99	52
湿潤カプセルの 粒径の変動係数	0.11	0.02	0.05	0.12	0.18	0.02	0.02	0.29
乾燥カプセルの 粒径の変動係数	0.12	0.01	0.04	0.11	0.17	0.03	0.03	0.27

[0078]

[表2]

実験分類	5-60				5-40				5-30			
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	比較例	実施例	実施例	比較例	比較例	実施例	実施例	比較例	比較例	実施例	実施例	比較例
角度 θ	60	60	60	60	40	40	40	40	30	30	30	30
距離 Z	-19	-5.7	-0.7	9.3	-30	-5.8	-0.8	9.2	-36.2	-6	-1	9
内容液流量	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
皮膜液流量	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1	146.1
冷却液流量を形成管流路断面積で 除算した値	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
湿潤カプセルの 粒径の平均値	6.7	6.2	6.2	6.5	6.8	6.2	6.2	6.6	6.8	6.2	6.2	6.5
乾燥カプセルの 粒径の平均値	5.4	5.0	5.0	5.2	5.1	5.0	5.0	5.4	5.5	5.0	5.0	5.2
湿潤カプセルの 歩留率	59	100	100	45	38	97	100	53	43	99	100	55
湿潤カプセルの 粒径の変動係数	0.31	0.03	0.02	0.21	0.35	0.02	0.02	0.27	0.42	0.04	0.02	0.23
乾燥カプセルの 粒径の変動係数	0.29	0.02	0.02	0.20	0.30	0.02	0.01	0.23	0.38	0.03	0.02	0.22

[0079] [表3]

実験分類		8-60				8-30			
		21 比較例	22 実施例	23 実施例	24 比較例	25 比較例	26 実施例	27 実施例	28 比較例
角度 θ	[°]	60	60	60	60	30	30	30	30
距離 Z	[mm]	-26	-9.5	-4.5	6.1	-51	-9.7	-4.7	5.3
内容液流量	[g/min.]	116.4	116.4	116.4	116.4	116.4	116.4	116.4	116.4
皮膜液流量	[g/min.]	199.5	199.5	199.5	199.5	199.5	199.5	199.5	199.5
冷却液流量を形成管路断面面積で 除算した値	[g/min./mm ²]	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
湿潤カプセルの 粒径の平均値	[mm]	11.7	10.2	10.1	10.5	10.5	9.9	10.0	9.9
乾燥カプセルの 粒径の平均値	[mm]	9.5	8.2	8.1	8.4	8.4	7.9	8.0	8.0
湿潤カプセルの 歩留率	[%]	23	99	100	82	63	98	99	34
湿潤カプセルの 粒径の変動係数	CV	0.40	0.06	0.04	0.13	0.14	0.02	0.01	0.13
乾燥カプセルの 粒径の変動係数	CV	0.37	0.05	0.04	0.11	0.12	0.02	0.03	0.11

[0080] 本開示は、以下の態様を含み得る。

(態様 1)

シームレスカプセルの製造方法であって、

ノズルの先端から形成管の流路内の冷却液に液滴を滴下し、前記液滴から継ぎ目のない湿潤カプセルを形成する形成工程を含み、

前記ノズルは、その途中から前記先端に向かって前記ノズルの内側へ傾斜する傾斜部を備え、

前記傾斜部の外表面を前記先端の下方に向かって延長してなる仮想面で囲まれた空間の頂点と前記形成管の上端との距離 Z は、 $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内であり、 $Z < 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも下方に位置し、 $Z > 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも上方に位置する、

シームレスカプセルの製造方法。

(態様 2)

前記ノズルの中心軸を通る前記ノズルの垂直断面において、前記傾斜部の外表面の上端と下端とを結ぶ一対の直線に挟まれる角度は、 $20^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内である、

態様 1 に記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様 3)

前記ノズルの中心軸と直交する前記ノズルの水平断面において、前記傾斜部の外形線は、円形、楕円又は多角形である、

態様 1 又は 2 に記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様 4)

前記湿潤カプセルの粒径の変動係数は、0.1 以下である、

態様 1 から 3 のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様 5)

前記形成工程が、ノズルの先端を冷却液の液面よりも下方に位置させる工程を含む、

態様 1 ～ 4 のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様6)

前記湿潤カプセルを乾燥させて乾燥カプセルを得る乾燥工程を更に含む、
態様1～5のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様7)

前記乾燥カプセルの粒径の変動係数は、0.1以下である、
態様6に記載のシームレスカプセルの製造方法。

(態様8)

前記形成管に流れ込む前記冷却液は、冷却リザーバ内に貯留され、
前記傾斜部及び前記形成管の上端部は、前記冷却リザーバ内に配置され、
前記冷却液リザーバは、底壁、上壁、及び周壁を備え、
前記ノズル、前記上壁、及び前記形成管のうち少なくとも1つの部分が、
前記ノズルの中心軸に沿って上下移動可能に構成されている、
態様1～7のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。

符号の説明

- [0081] 1 ノズル
- 1 a 先端
 - 1 b フランジ部
 - 1 c 内容液流入ポート
 - 1 d 皮膜液流入ポート
 - 1 e 中間液流入ポート
- 2 内容液タンク
- 2 a 内容液供給管
- 3 皮膜液タンク
- 3 a 皮膜液供給管
- 6 冷却液リザーバ
- 6 a 底壁
 - 6 b 上壁
 - 6 c 周壁

- 6 d 冷却液流入ポート
- 6 e スペーサ
- 6 f シーリング
- 7 冷却液タンク
- 8 冷却液供給管
- 9 冷却装置
- 10 形成管
- 10 a 上端
- 11～13 ポンプ
- 14 スクリーン
- 15 ドライヤ
- 21 中央ノズル
- 22 最外ノズル
- 23 中間ノズル
- 25 傾斜部
- 25 a 外表面
- 25 b 直線
- 25 c 上端
- 25 d 下端
- 26 仮想面
- 27 頂点
- 31 ノズル本体
- 32 キャップ
- 41 内容液
- 42 皮膜液
- 43 中間液
- 49 冷却液
- 49 L 液面

5 0 シームレスカプセル

5 0 w 湿潤カプセル

5 0 d 乾燥カプセル

5 1 内容物

5 2 皮膜層

5 3 中間層

5 9 複合ジェット

A 中心軸

Z 距離

H 距離

θ 角度

請求の範囲

- [請求項1] シームレスカプセルの製造方法であって、
ノズルの先端から形成管の流路内の冷却液に液滴を滴下し、前記液滴から継ぎ目のない湿潤カプセルを形成する形成工程を含み、
前記ノズルは、その途中から前記先端に向かって前記ノズルの内側へ傾斜する傾斜部を備え、
前記傾斜部の外表面を前記先端の下方に向かって延長してなる仮想面で囲まれた空間の頂点と前記形成管の上端との距離 Z は、 $-10\text{ mm} \leq Z \leq 6\text{ mm}$ の範囲内であり、 $Z < 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも下方に位置し、 $Z > 0$ の場合、前記頂点は前記形成管の上端よりも上方に位置する、
シームレスカプセルの製造方法。
- [請求項2] 前記ノズルの中心軸を通る前記ノズルの垂直断面において、前記傾斜部の外表面の上端と下端とを結ぶ一对の直線に挟まれる角度は、 $20^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内である、
請求項1に記載のシームレスカプセルの製造方法。
- [請求項3] 前記ノズルの中心軸と直交する前記ノズルの水平断面において、前記傾斜部の外形線は、円形、楕円又は多角形である、
請求項1又は2に記載のシームレスカプセルの製造方法。
- [請求項4] 前記湿潤カプセルの粒径の変動係数は、0.1以下である、
請求項1～3のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。
- [請求項5] 前記形成工程が、ノズルの先端を冷却液の液面よりも下方に位置させる工程を含む、
請求項1～4のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。
- [請求項6] 前記湿潤カプセルを乾燥させて乾燥カプセルを得る乾燥工程を更に含む、
請求項1～5のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。
- [請求項7] 前記乾燥カプセルの粒径の変動係数は、0.1以下である、

請求項 6 に記載のシームレスカプセルの製造方法。

[請求項 8]

前記形成管に流れ込む前記冷却液は、冷却リザーバ内に貯留され、
前記傾斜部及び前記形成管の上端部は、前記冷却リザーバ内に配置
され、

前記冷却液リザーバは、底壁、上壁、及び周壁を備え、

前記ノズル、前記上壁、及び前記形成管のうち少なくとも 1 つの部
分が、前記ノズルの中心軸に沿って上下移動可能に構成されている、

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のシームレスカプセルの製造方法。