

明 細 書

発明の名称：柱状体分別方法および柱状体分別装置

技術分野

[0001] 本発明は、長さおよび太さが互いに異なる２種の柱状体を分別する柱状体分別方法および柱状体分別装置に関する。

本願は、２０１２年３月１９日に、日本に出願された特願２０１２－０６２１１４号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 固体触媒を用いた反応においては、通常、反応器の内部に、固体触媒の柱状体と、反応を調整するための希釈用の柱状体とが充填されることがある。反応活性が低下した固体触媒は、交換のために反応器から取り出され、近年では廃棄処分されずに再生されてリサイクルされる。しかし、使用済みの固体触媒をリサイクルするためには、希釈用の柱状体と分別する必要がある。

２種の柱状体同士を分別する装置としては、例えば、円筒状の篩と、その篩を回転させる駆動手段と、前記篩の内周面側に２種の柱状体を供給する供給手段とを備えるものが知られている（特許文献１）。

また、柱状体を分別する篩としては、その開口孔が丸孔のものが一般的であるが、特許文献２には、六角孔、三角孔、四角孔等の開口孔が開示されている（特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平９－１２３１６５号公報

特許文献２：特開平１０－８４８０５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上記固体触媒の柱状体と希釈用の柱状体とは、長さおよび太さの違いが僅かでほぼ同じ形状になっている場合がある。そのような場合、特

許文献 1 に記載の分別装置では、2 種の柱状体同士を分別することは困難であった。また、長さおよび太さの違いが僅かな 2 種の柱状体同士の分別に特許文献 2 に記載の篩を用いても、十分に分別できなかった。

本発明は、長さおよび太さが互いに異なる 2 種の柱状体同士、特に、長さおよび直径の違いが僅かな 2 種の円柱体同士を十分に分別できる柱状体分別方法および柱状体分別装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は、以下の態様を有する。

[1] 第 1 の端面と第 2 の端面が互いに平行な第 1 の柱状体と、長さおよび太さが第 1 の柱状体よりも大きい第 2 の柱状体とを、下記 (I) および (I I) を満たす開口孔が形成された篩を用いて分別する柱状体分別方法。

(I) 篩の開口面に沿う一方向を Y 方向とし、篩の開口面に沿うと共に Y 方向に垂直な方向を X 方向とし、X 方向および Y 方向の両方向に垂直な方向を Z 方向とし、

第 1 の柱状体の重心を通過すると共に第 1 の柱状体の第 1 の端面および第 2 の端面に平行な仮想回転軸 A を、X-Y 平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸 A を中心に第 1 の柱状体を回転させた際に、X-Y 平面内での仮想回転軸 A の方向によらず、第 1 の柱状体が篩に接触することなく 360° 回転し得る形状の開口孔である。

(I I) 仮想回転軸 A を中心に 360° 回転させたときの第 1 の柱状体を、仮想回転軸 A を含む X-Y 平面に投影させることにより形成される領域を第 1 の柱状体通過領域とし、仮想回転軸 A の方向において第 1 の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔を D とした際に、D の最小値が、第 2 の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[2] 第 1 の端面と第 2 の端面が互いに平行ではない第 1 の柱状体と、長さおよび太さが第 1 の柱状体よりも大きい第 2 の柱状体とを、下記 (I I I) および (I V) を満たす開口孔が形成された篩を用いて分別する柱状体分別方法。

(I I I) 篩の開口面に沿う一方向を Y 方向とし、篩の開口面に沿うと共に Y 方向に垂直な方向を X 方向とし、X 方向および Y 方向の両方向に垂直な方向を Z 方向とし、

第 1 の柱状体の重心を通過すると共に第 1 の柱状体の側面において第 1 の端面と第 2 の端面との距離が最も長い直線に対して垂直な仮想回転軸 A を、X-Y 平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸 A を中心に第 1 の柱状体を回転させた際に、X-Y 平面内での仮想回転軸 A の方向によらず、第 1 の柱状体が篩に接触することなく 360° 回転し得る形状の開口孔である。

(I V) 仮想回転軸 A を中心に 360° 回転させたときの第 1 の柱状体を、仮想回転軸 A を含む X-Y 平面に投影させることにより形成される領域を第 1 の柱状体通過領域とし、仮想回転軸 A の方向において第 1 の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔を D とした際に、D の最小値が、第 2 の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[3] 開口孔が六角形である、[1] に記載の柱状体分別方法。

[4] 開口孔が六角形である、[2] に記載の柱状体分別方法。

[5] 開口孔が長穴形である、[1] に記載の柱状体分別方法。

[6] 開口孔が長穴形である、[2] に記載の柱状体分別方法。

[7] 開口孔が、下記条件 (a) ~ (d) の条件を全て満たす、[3] または [4] に記載の柱状体分別方法。

(a) 開口孔の、互いに対向する一対の辺が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔のいずれかの辺 S_1 と該辺 S_1 に平行な辺 S_2 との距離 W は、第 1 の柱状体の直径および長さよりも大きく、且つ、第 2 の柱状体の直径よりも小さくなっている。

(c) 前記 W の方向を X 方向、前記辺 S_1 と平行な方向を Y 方向、X 方向および Y 方向に垂直な方向を Z 方向とした際に、前記辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形の Y 方向における最大長さ L_B は、第 1 の柱状体が、その軸方向が Z 方向

と平行になるように開口孔に挿入され、軸方向の中央に回転軸が設けられたときに、第1の柱状体の軸がY-Z平面に沿うように回転し得る長さになっている。

(d) 前記 L_A および前記 L_B は、第2の柱状体を、その軸方向がX方向に沿うように開口孔上に配置した際に、開口孔を通過不能な長さになっている。

[8] 第1の柱状体および第2の柱状体がそれぞれ円柱体である、[7]に記載の柱状体分別方法。

[9] 前記篩が円筒状の篩であり、該円筒状の篩の内周面側に前記2種の柱状体を供給し、前記円筒状の篩を回転させる、[1]から[8]のいずれか1項に記載の柱状体分別方法。

[10] 前記第1の柱状体および前記第2の柱状体の少なくとも一方から生じて前記円筒状の篩の内周面に付着したスケールを除去する、[9]に記載の柱状体分別方法。

[11] 前記円筒状の篩の内周面にブラシを接触させてスケールを除去する、[10]に記載の柱状体分別方法。

[12] 前記円筒状の篩をハンマーで叩いてスケールを除去する、[10]に記載の柱状体分別方法。

[13] 下記(1)および(11)を満たす開口孔が形成された篩を備えて、第1の端面と第2の端面が互いに平行な第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを分別する柱状体分別装置。

(1) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の第1の端面および第2の端面に平行な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(I I) 仮想回転軸 A を中心に 360° 回転させたときの第 1 の柱状体を、仮想回転軸 A を含む X-Y 平面に投影させることにより形成される領域を第 1 の柱状体通過領域とし、仮想回転軸 A の方向において第 1 の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔を D とした際に、D の最小値が、第 2 の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[14] 下記 (I I I) および (I V) を満たす開口孔が形成された篩を備えて、第 1 の端面と第 2 の端面が互いに平行ではない第 1 の柱状体と、長さおよび太さが第 1 の柱状体よりも大きい第 2 の柱状体とを分別する柱状体分別装置。

(I I I) 篩の開口面に沿う一方向を Y 方向とし、篩の開口面に沿うと共に Y 方向に垂直な方向を X 方向とし、X 方向および Y 方向の両方向に垂直な方向を Z 方向とし、

第 1 の柱状体の重心を通過すると共に第 1 の柱状体の側面において第 1 の端面と第 2 の端面との距離が最も長い直線に対して垂直な仮想回転軸 A を、X-Y 平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸 A を中心に第 1 の柱状体を回転させた際に、X-Y 平面内での仮想回転軸 A の方向によらず、第 1 の柱状体が篩に接触することなく 360° 回転し得る形状の開口孔である。

(I V) 仮想回転軸 A を中心に 360° 回転させたときの第 1 の柱状体を、仮想回転軸 A を含む X-Y 平面に投影させることにより形成される領域を第 1 の柱状体通過領域とし、仮想回転軸 A の方向において該第 1 の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔を D とした際に、D の最小値が、第 2 の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[15] 開口孔が六角形状であり、下記条件 (a) ~ (d) の条件を全て満たす、[13] または [14] に記載の柱状体分別装置。

(a) 開口孔の、互いに対向する一対の辺が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔のいずれかの辺 S_1 と該辺 S_1 に平行な辺 S_2 との距離 W は、第 1

の柱状体の直径および長さよりも大きく、且つ、第2の柱状体の直径よりも小さくなっている。

(c) 前記Wの方向をX方向、前記辺 S_1 と平行な方向をY方向、X方向およびY方向に垂直な方向をZ方向とした際に、前記辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形のY方向における最大長さ L_B は、第1の柱状体が、その軸方向がZ方向と平行になるように開口孔に挿入され、軸方向の中央に回転軸が設けられたときに、第1の柱状体の軸がY-Z平面に沿うように回転し得る長さになっている。

(d) 前記 L_A および前記 L_B は、第2の柱状体を、その軸方向がX方向に沿うように開口孔上に配置した際に、開口孔を通過不能な長さになっている。

発明の効果

[0006] 本発明の柱状体分別方法および柱状体分別装置によれば、長さおよび太さが互いに異なる2種の柱状体同士、特に、長さおよび直径の違いが僅かな2種の円柱体同士を充分に分別できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の柱状体分別装置の一実施形態を示す模式図である。

[図2]図1のI-I'断面図である。

[図3]図1に示す柱状体分別装置を構成する円筒篩の開口孔を示す平面図である。

[図4]図3に示す開口孔について説明する斜視図である。

[図5]図3に示す開口孔について説明する斜視図である。

[図6]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図7]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図8]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図9]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図10]図9のII-II'断面図である。

[図11]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図12]図11のIII-III'断面図である。

[図13]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図14]図13のIV-IV'断面図である。

[図15]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図16]図3に示す開口孔について説明する平面図である。

[図17]開口孔の他の例を示す平面図である。

[図18]実施例1の開口孔の配置を示す平面図である。

[図19]実施例3の開口孔の配置を示す平面図である。

[図20]比較例1の開口孔の配置を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0008] <柱状体分別装置>

本発明の柱状体分別装置の一実施形態について説明する。

図1および図2に、本実施形態の柱状体分別装置を示す。本実施形態の柱状体分別装置1は、第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを分別する装置であって、円筒篩10と駆動手段20と柱状体供給手段30と目詰まり除去手段40とスケール除去手段50とを備える。

[0009] 円筒篩10は、周面11に六角形状の開口孔 H_1 （図3参照）が形成された円筒体である。なお、図1においては、開口孔 H_1 を拡大して記載している。

円筒篩10の材質としては特に制限されず、金属であってもよいし、樹脂であってもよい。

また、本実施形態における円筒篩10には、駆動手段20の駆動力を受ける歯車12が周面11に設けられている。

[0010] 第1の柱状体が、第1の端面と第2の端面が互いに平行な柱状体である場合には、下記（I）および（II）を満たす開口孔 H_1 が形成された円筒篩10を用いて、第1の柱状体と第2の柱状体とを分別すればよい。

（I）篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の第1の端面および第2の端面に平行な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(I I) 図4, 5に示すように、仮想回転軸Aを中心に360°回転させたときの第1の柱状体C₁を、仮想回転軸Aを含むX-Y平面に投影させることにより形成される領域を第1の柱状体通過領域Gとし、仮想回転軸Aの方向において第1の柱状体通過領域Gを挟んで対向する、開口孔H₁の縁同士の間隔をDとした際に、Dの最小値が、第2の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

なお、第1の柱状体の第1の端面と第2の端面が互いに平行なものとは、第1の端面と第2の端面との角度が180°のものに限らず、180°±5°以内のものを含む。

[0011] 第1の柱状体が、第1の端面と第2の端面が互い平行ではない柱状体である場合には、下記(I I I)および(I V)を満たす開口孔H₁が形成された円筒篩10を用いて、第1の柱状体と第2の柱状体とを分別すればよい。

(I I I) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の側面の最も長い部分に垂直な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(I V) 仮想回転軸Aを中心に360°回転させたときの第1の柱状体を、仮想回転軸Aを含むX-Y平面に投影させることにより形成される領域を第1の柱状体通過領域とし、該第1の柱状体通過領域を挟んで相対する開口孔

の縁同士の間隔を D とした際に、 D の最小値が、第2の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[0012] 開口孔 H_1 は下記(a)～(d)の条件を全て満たす六角形状の孔が好ましい。

(a) 開口孔 H_1 の、互いに対向する一対の辺(辺 S_1 と辺 S_2 、辺 S_3 と辺 S_4 、辺 S_5 と辺 S_6)が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔 H_1 のいずれかの辺 S_1 と該辺 S_1 に平行な辺 S_2 との距離 W は、第1の柱状体 C_1 の太さ D_{C1} および長さ L_{C1} よりも大きくなっている(図6、7参照)。また、距離 W は、第2の柱状体 C_2 の太さ D_{C2} よりも小さくなっている(図8参照)。

(c) 前記 W の方向を X 方向、前記辺 S_1 と平行な方向を Y 方向、 X 方向および Y 方向に垂直な方向を Z 方向とした際に、前記辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形の Y 方向における最大長さ L_B は、第1の柱状体 C_1 が、図9、10に示すように、その軸 Q の方向が Z 方向と平行になるように開口孔 H_1 に挿入され、軸 Q の方向の中央に回転軸 P が設けられたときに、図11、12および図13、14に示すように、第1の柱状体 C_1 の軸 Q が $Y-Z$ 平面に沿うように回転し得る長さになっている。

なお、図11、12は、図9、10の第1の柱状体 C_1 を、傾くように回転させた状態であり、図13、14は、図9、10の第1の柱状体 C_1 を 90° 回転させた状態である。

(d) 前記 L_A および前記 L_B は、第2の柱状体 C_2 を、その軸 Q の方向が X 方向に沿うように開口孔 H_1 上に配置した際に、開口孔 H_1 を通過不能な長さになっている。図15に示すように、第2の柱状体 C_2 の太さ D_{C2} が前記 L_A よりも短く且つ第2の柱状体 C_2 の長さ L_{C2} が前記 W よりも長ければ、第2の柱状体 C_2 は開口孔 H_1 を通過不能になる。また、図16に示すように、第2の柱状体 C_2 の太さ D_{C2} が前記 L_A と同等以上で且つ第2の柱状体 C_2 の長さ L_{C2} が前記 W よりも短い場合でも、 L_A および L_B によっては第2の柱状体 C_2 の両端部側が開口孔 H_1 の縁に引っ掛かるため、第2の柱状体 C_2 が通過不能に

なることがある。

上記（a）～（d）の少なくとも1つの条件を満たさない場合には、第1の柱状体 C_1 と第2の柱状体 C_2 との分別が困難になる。

また、本実施形態においては、辺 S_1 が円筒篩10の周方向に沿うように開口孔 H_1 が形成されている。

[0013] 駆動手段20は、円筒篩10を回転させるためのものであり、通常は、モータを駆動源としたものが使用される。駆動手段20の駆動力は、歯車21を介して円筒篩10に伝達される。

柱状体供給手段30は、円筒篩10の内周面側に2種の柱状体をタンク31から供給するものである。本実施形態における柱状体供給手段30は、タンク31から2種の柱状体を定量フィーダ32で円筒篩10に供給するものである。

目詰まり除去手段40は、回転可能な複数の円盤41が、各々、円筒篩10の回転方向と平行に配置され、周面が円筒篩10に接触するように軸42に設けられたものである。

本実施形態では、目詰まり除去手段40は、円筒篩10の上部に接触するように設けられている。なお、図1においては、円盤41を拡大して記載している。円盤41の材質としては特に限定はされず、金属であってもよいし、樹脂およびゴム製であってもよい。

スケール除去手段50は、円筒篩10の内周面に接触するブラシである。本実施形態では、スケール除去手段50が、円筒篩10の内周面の、回転時に上昇するように移動する部分に接触している。

[0014] <柱状体分別方法>

上記柱状体分別装置1を用いて、第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを分別する方法について説明する。

本実施形態の柱状体分別装置では、まず、柱状体供給手段30を用いて、円筒篩10の内周面側に2種の柱状体を供給し、駆動手段20を駆動させ、歯車21、12を介して円筒篩10を回転させる。これにより、回転する円

筒篩 10 の内周面側の下部で 2 種の柱状体を篩って、第 1 の柱状体を選択的に開口孔 H_1 に通過させる。開口孔 H_1 を通過した第 1 の柱状体は例えば容器で受け取って回収し、開口孔 H_1 を通過しなかった第 2 の柱状体は、円筒篩 10 の回転を停止させた後、取り出して回収する。もしくは、円筒篩 10 の回転を停止させずに、円筒篩 10 の柱状体供給側の反対側の開口から連続的に、第 2 の柱状体を排出させて回収してもよい。そのとき、第 2 の柱状体の排出を促すために、装置全体を $0.1 \sim 2.0^\circ$ 程度、柱状体供給側が高くなるように傾けてもよい。

円筒篩 10 を回転させて 2 種の柱状体を篩っている際には、開口孔 H_1 に柱状体が目詰まりすることがあるが、本実施形態では、目詰まり除去手段 40 の回転する円盤 41 によって、目詰まりした柱状体を円筒篩 10 の内周面側に押し込んで戻すことにより、目詰まりを解消する。

また、円筒篩 10 を回転させて 2 種の柱状体を篩っている際には、前記第 1 の柱状体および前記第 2 の柱状体の少なくとも一方から生じたスケールが円筒篩 10 の内周面に付着することがあるが、本実施形態では、ブラシからなるスケール除去手段 50 が、円筒篩 10 の内周面に付着したスケールを掻き取って除去する。また、適宜、ハンマーを用いて円筒篩 10 を叩いてスケールを除去してもよい。

[0015] 上記柱状体分別装置が適用される 2 種の柱状体としては、円柱体、四角柱体、三角柱体、五角柱体、六角柱体等が挙げられる。これらのなかでも、多く使用されるのは、円柱体である。

2 種の円柱体としては、例えば、固体触媒の円柱体と希釈用の円柱体（例えば、セラミックス円柱体、金属円柱体等）とが挙げられる。

なお、本発明において、円柱体とは、バネ等の円筒体も含む。

第 1 の円柱体は、長さ／直径の比率が $0.2 \sim 5$ のものが好ましい。

第 2 の円柱体の直径と第 1 の円柱体の直径との比率（第 2 の円柱体の直径／第 1 の円柱体の直径）は、 $1.05 \sim 6.00$ であることが好ましい。

第 2 の円柱体の長さ／第 1 の円柱体の直径との比率（第 2 の円柱体の長さ／第 1 の円柱体の直径）は、 $1.05 \sim 6.00$ であることが好ましい。

／第1の円柱体の直径)は、1.05～6.00であることが好ましい。

本発明において、柱状体が円柱体である場合、柱状体の太さとは、円柱体の直径のことである。柱状体が角柱体である場合、柱状体の太さとは、角柱体の長さ方向に対して垂直な断面であって最も面積が大きい面における外接円の直径のことである。

[0016] 上記実施形態では、篩の開口孔 H_1 の形状が上記(a)～(d)の条件を全て満たす六角形であるため、長さおよび太さが異なる2種の柱状体同士、特に、長さおよび直径の違いが僅かな2種の円柱体同士を十分に分別できる。

また、上記実施形態では、篩が、回転する円筒篩10であるため、容易に連続分別でき、しかも柱状体分別装置1をコンパクト化しやすい。

[0017] なお、本発明は、上記実施形態に限定されない。例えば、柱状体供給手段は、タンクの下部に取り付けたバルブを開けた際に2種の柱状体の自重でタンクから落下して円筒篩に供給するものであってもよい。目詰まり除去手段は、複数の突っつき棒が開口孔に対応するように櫛状に配置されたものであってもよい。

また、本発明の柱状体分別装置は、柱状体供給手段、目詰まり除去手段、スケール除去手段を備えていなくても構わない。柱状体供給手段を備えない場合には、作業者が円筒篩に2種の柱状体を供給すればよく、目詰まり除去手段を備えない場合には、一旦装置を停止して作業者が目詰まりを除去すればよく、スケール除去手段を備えない場合には、一旦装置を停止して作業者がスケールを除去すればよい。

また、上記柱状体分別装置は1個である必要はなく、2個以上を直列に接続しても構わない。

また、篩は必ずしも円筒状である必要はなく、平板状であってもよい。平板状の篩の場合には、該篩が傾斜し且つ振動することが好ましい。

[0018] 篩に形成される開口孔は、上記六角形のものに限定されず、図17に示すような開口孔 $H_2 \sim H_{13}$ であってもよい。

なお、開口孔が六角形でない場合は、Y方向が開口孔における長手方向と

平行な方向には限定されず、 $S_1 \sim S_4$ は開口孔が六角形であるときの $S_1 \sim S_4$ とは無関係である。

開口孔 H_2 は、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが共に直線状で、第3の辺 S_3 に近接するにつれて互いの間隔が狭くなっている孔である。

開口孔 H_3 は矩形状であり、角が 90° で屈曲している孔である。

開口孔 H_4 は八角形状の孔である。

開口孔 H_5 は五角形状であって、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが互いに平行な直線状になっている孔である。

開口孔 H_6 は長穴形状の孔であって、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが互いに平行な直線状になっている孔である。

開口孔 H_7 は矩形状であるが、角が曲線状になっている。

開口孔 H_8 は、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが互いに平行な直線状になっており、第3の辺 S_3 が曲線状、第4の辺 S_4 が直線状の孔である。なお、本発明における開口孔が六角形でない場合、第1の辺 S_1 と第3辺 S_3 または第4辺 S_4 との境界、第2の辺 S_2 と第3辺 S_3 または第4辺 S_4 との境界は、 $X-Y$ 平面において、辺の方向が変化する部分である。

開口孔 H_9 は第1の辺 S_1 および第2の辺 S_2 が波状になっており、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 の間隔が一定になっている孔である。

開口孔 H_{10} は第1の辺 S_1 および第2の辺 S_2 がジグザグ状で、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 の間隔が周期的に変化する孔である。

開口孔 H_{11} は第1の辺 S_1 および第2の辺 S_2 がジグザグ状になっており、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 の間隔が一定になっている孔である。

開口孔 H_{12} は五角形状であって、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが、第3の辺 S_3 に近接するにつれて互いの間隔が狭くなっている孔である。

開口孔 H_{13} は六角形状であるが、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とがやや外側に膨らんだような曲線状になっている孔である。

上記開口孔 $H_1 \sim H_{13}$ は、 Y 方向が X 方向よりも長い孔である。開口孔 $H_1 \sim H_{13}$ の Y 方向が X 方向よりも長いと、長さおよび太さが僅かに異なる2種

の柱状体同士をより分別しやすくなる。

また、長穴形状の開口孔は、六角形状の開口孔と同様に、分別性が高くなることから、好ましい。ただし、長穴形状とは、開口孔 H_6 のような、第1の辺 S_1 と第2の辺 S_2 とが互いに平行な直線状になっている必要はなく、例えば、楕円形状も長穴形状に含まれる。

実施例

[0019] (実施例1)

図1および図2に示す柱状体分別装置1であって、図3における開口孔 H_1 の W が5.5 mm、 L_A が4.5 mm、 L_B が13.5 mmの六角形の円筒篩10を用いて、触媒円柱体（直径5 mm、長さ5 mm）と、円柱体であるステンレス製バネ（直径（外径）6 mm、長さ6 mm）とを分別した。

なお、使用した円筒篩10の前記寸法の開口孔 H_1 は、(a)～(d)を満たすものである。すなわち、

(a) 開口孔 H_1 の、互いに対向する一対の辺（辺 S_1 と辺 S_2 、辺 S_3 と辺 S_4 、辺 S_5 と辺 S_6 ）が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔 H_1 の辺 S_1 と辺 S_2 との距離 W は、触媒円柱体の直径および長さよりも大きく、且つ、バネの直径よりも小さくなっている。

(c) 辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形の Y 方向における最大長さ L_B は、触媒円柱体が、その軸方向が Z 方向と平行になるように開口孔 H_1 に挿入され、軸方向の中央に回転軸 P が設けられたときに、触媒円柱体の軸 Q が $Y-Z$ 平面に沿うように回転し得る長さになっている。

(d) L_A および L_B は、バネを、その軸方向が X 方向に沿うように開口孔 H_1 上に配置した際に、開口孔 H_1 を通過不能な長さになっている。

本例における開口孔 H_1 は、図18に示すように、 X 方向の配列および Y 方向の配列が共に直列に配置されている。

円柱体の分別は、具体的には、駆動手段20を用いて円筒篩10を回転させながら、柱状体供給手段30を用いて円筒篩10の内周面側に2種の円柱体を供給し、バネが円筒篩10内に残り、触媒円柱体が開口孔 H_1 を通過する

ように分別した。

そして、円筒篩に供給した触媒円柱体のうち円筒篩を通過した触媒円柱体の質量を a 、円筒篩内に残留した触媒円柱体の質量を b として、

(円筒篩を通過した触媒円柱体の割合 A) = $a / (a + b) \times 100$ [質量%]、

(円筒篩内に残留した触媒円柱体の割合 B) = $b / (a + b) \times 100$ [質量%]、

と表し、

円筒篩に供給したバネのうち円筒篩を通過したバネの質量を c 、円筒篩内に残留したバネの質量を d として、

(円筒篩を通過したバネの割合 C) = $c / (c + d) \times 100$ [質量%]、

(円筒篩内に残留したバネの割合 D) = $d / (c + d) \times 100$ [質量%]

と表し、以下の分別性指数 E で分別性を評価した。

(分別性指数 E) = (円筒篩を通過した触媒円柱体の割合 A) / $100 \times$ (円筒篩内に残留したバネの割合 D) / 100

ここで、分別性指数 E は、通過させたい物（触媒円柱体）が通過した量（ 100% に近いほど良い） $\times$ 残したい物（バネ）が残った量（ 100% に近いほど良い）であるため、 1 に近いほど良いことになる。 0.90 以上ならば分別性良好と判断した。分別性指数 E は、 0.95 以上であることがより好ましい。

また、円筒篩の全開口孔数に対する目詰まりした開口孔数の割合%も測定した。これらの結果を表 1 に示す。

[0020] (実施例 2)

実施例 1 と同様の開口孔が形成され、傾斜角度 4° で傾斜した平板状の篩を用いて、触媒円柱体（直径 5 mm 、長さ 5 mm ）とステンレス製バネ（直径（外径） 6 mm 、長さ 6 mm ）とを分別した。分別の最中は、バイブレータを用いて篩を振動させた。そして、実施例 1 と同様にして、分別性を評価した。結果を表 1 に示す。

なお、本例では、平板状の篩を使用しているため、分別性指数 E は、「円筒篩内に残留した」を「篩上に残留した」に置き換えて求めた。

[0021] (実施例3)

円筒篩の開口孔を、図17に示す略長穴形で長孔の開口孔 H_6 (L_A : 5 mm、 L_B : 28 mm) にし、図19に示すように、X方向の配列がジグザグになるように、Y方向の配列が直列になるように配置したこと以外は実施例1と同様にして、2種の円柱体同士を分別した。そして、実施例1と同様にして、分別性を評価した。結果を表1に示す。

[0022] (比較例1)

円筒篩の開口孔を真円状の丸孔 H_{20} (開口直径5 mm) にし、図20に示すように、X方向の配列およびY方向の配列が共に直列になるように配置したこと以外は実施例1と同様にして、2種の円柱体同士を分別した。そして、実施例1と同様にして、分別性を評価した。結果を表1に示す。

[0023]

[表1]

	実施例1		実施例2		実施例3		比較例1	
	触媒 円柱体	バナ	触媒 円柱体	バナ	触媒 円柱体	バナ	触媒 円柱体	バナ
篩を通過した割合	99.9	0.2	98.8	0.2	90.8	0.0	8.4	0.0
質量%								
篩内又は篩上に残留した割合	0.1	99.8	1.2	99.8	9.2	100.0	91.6	100.0
質量%								
分別性指標E	0.997		0.986		0.908		0.084	
目詰まりした開口孔の割合	0.4		2.9		6.9		1.6	
単位								
質量%								
質量%								
—								
%								

[0024] 実施例1, 2, 3では、分別性指数Eが0.997、0.986、0.908であり、1に近かった。すなわち、長さおよび直径の違いが僅かな2種

の円柱体（触媒円柱体、バネ）の分別性に優れていた。

開口孔が丸孔の篩を用いて２種の円柱体を篩った比較例１では、実施例に比較して分別性指数 E が 0.084 と小さく、長さおよび直径の違いが僅かな２種の円柱体の分別性が不充分であった。

符号の説明

- [0025] １ 柱状体分別装置
- １０ 円筒篩
- １１ 周面
- １２ 歯車
- ２０ 駆動手段
- ２１ 歯車
- ３０ 柱状体供給手段
- ３１ タンク
- ３２ 定量フィーダ
- ４０ 目詰まり除去手段
- ４１ 円盤
- ４２ 軸
- ５０ スケール除去手段
- $H_1 \sim H_{13}$ 開口孔

請求の範囲

[請求項1]

第1の端面と第2の端面が互いに平行な第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを、下記(Ⅰ)および(ⅠⅠ)を満たす開口孔が形成された篩を用いて分別する柱状体分別方法。

(Ⅰ) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の第1の端面および第2の端面に平行な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(ⅠⅠ) 仮想回転軸Aを中心に360°回転させたときの第1の柱状体を、仮想回転軸Aを含むX-Y平面に投影させることにより形成される領域を第1の柱状体通過領域とし、仮想回転軸Aの方向において第1の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔をDとした際に、Dの最小値が、第2の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[請求項2]

第1の端面と第2の端面が互いに平行ではない第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを、下記(ⅠⅠⅠ)および(ⅠⅤ)を満たす開口孔が形成された篩を用いて分別する柱状体分別方法。

(ⅠⅠⅠ) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の側面において第1の端面と第2の端面との距離が最も長い直線に対して垂直な仮想

回転軸 A を、X-Y 平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸 A を中心に第 1 の柱状体を回転させた際に、X-Y 平面内での仮想回転軸 A の方向によらず、第 1 の柱状体が篩に接触することなく 360° 回転し得る形状の開口孔である。

(I V) 仮想回転軸 A を中心に 360° 回転させたときの第 1 の柱状体を、仮想回転軸 A を含む X-Y 平面に投影させることにより形成される領域を第 1 の柱状体通過領域とし、仮想回転軸 A の方向において第 1 の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔を D とした際に、D の最小値が、第 2 の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[請求項3] 開口孔が六角形である、請求項 1 に記載の柱状体分別方法。

[請求項4] 開口孔が六角形である、請求項 2 に記載の柱状体分別方法。

[請求項5] 開口孔が長穴形である、請求項 1 に記載の柱状体分別方法。

[請求項6] 開口孔が長穴形である、請求項 2 に記載の柱状体分別方法。

[請求項7] 開口孔が、下記条件 (a) ~ (d) の条件を全て満たす、請求項 3 または 4 に記載の柱状体分別方法。

(a) 開口孔の、互いに対向する一对の辺が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔のいずれかの辺 S_1 と該辺 S_1 に平行な辺 S_2 との距離 W は、第 1 の柱状体の直径および長さよりも大きく、且つ、第 2 の柱状体の直径よりも小さくなっている。

(c) 前記 W の方向を X 方向、前記辺 S_1 と平行な方向を Y 方向、X 方向および Y 方向に垂直な方向を Z 方向とした際に、前記辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形の Y 方向における最大長さ L_B は、第 1 の柱状体が、その軸方向が Z 方向と平行になるように開口孔に挿入され、軸方向の中央に回転軸が設けられたときに、第 1 の柱状体の軸が Y-Z 平面に沿うように回転し得る長さになっている。

(d) 前記 L_A および前記 L_B は、第 2 の柱状体を、その軸方向が X

方向に沿うように開口孔上に配置した際に、開口孔を通過不能な長さになっている。

[請求項8] 第1の柱状体および第2の柱状体がそれぞれ円柱体である、請求項7に記載の柱状体分別方法。

[請求項9] 前記篩が円筒状の篩であり、該円筒状の篩の内周面側に前記2種の柱状体を供給し、前記円筒状の篩を回転させる、請求項1から8のいずれか1項に記載の柱状体分別方法。

[請求項10] 前記第1の柱状体および前記第2の柱状体の少なくとも一方から生じて前記円筒状の篩の内周面に付着したスケールを除去する、請求項9に記載の柱状体分別方法。

[請求項11] 前記円筒状の篩の内周面にブラシを接触させてスケールを除去する、請求項10に記載の柱状体分別方法。

[請求項12] 前記円筒状の篩をハンマーで叩いてスケールを除去する、請求項10に記載の柱状体分別方法。

[請求項13] 下記(Ⅰ)および(ⅠⅠ)を満たす開口孔が形成された篩を備えて、第1の端面と第2の端面が互いに平行な第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを分別する柱状体分別装置。

(Ⅰ) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の第1の端面および第2の端面に平行な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(ⅠⅠ) 仮想回転軸Aを中心に360°回転させたときの第1の柱状体を、仮想回転軸Aを含むX-Y平面に投影させることにより形成さ

れる領域を第1の柱状体通過領域とし、仮想回転軸Aの方向において第1の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔をDとした際に、Dの最小値が、第2の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[請求項14] 下記(ⅠⅠⅠ)および(ⅠⅤ)を満たす開口孔が形成された篩を備えて、第1の端面と第2の端面が互いに平行ではない第1の柱状体と、長さおよび太さが第1の柱状体よりも大きい第2の柱状体とを分別する柱状体分別装置。

(ⅠⅠⅠ) 篩の開口面に沿う一方向をY方向とし、篩の開口面に沿うと共にY方向に垂直な方向をX方向とし、X方向およびY方向の両方向に垂直な方向をZ方向とし、

第1の柱状体の重心を通過すると共に第1の柱状体の側面において第1の端面と第2の端面との距離が最も長い直線に対して垂直な仮想回転軸Aを、X-Y平面に沿うように開口孔内に配置し、該仮想回転軸Aを中心に第1の柱状体を回転させた際に、X-Y平面内での仮想回転軸Aの方向によらず、第1の柱状体が篩に接触することなく360°回転し得る形状の開口孔である。

(ⅠⅤ) 仮想回転軸Aを中心に360°回転させたときの第1の柱状体を、仮想回転軸Aを含むX-Y平面に投影させることにより形成される領域を第1の柱状体通過領域とし、仮想回転軸Aの方向において該第1の柱状体通過領域を挟んで対向する、開口孔の縁同士の間隔をDとした際に、Dの最小値が、第2の柱状体の長さおよび太さより短い開口孔である。

[請求項15] 開口孔が六角形状であり、下記条件(a)～(d)の条件を全て満たす、請求項13または14に記載の柱状体分別装置。

(a) 開口孔の、互に対向する一対の辺が平行で且つ同一の長さになっている。

(b) 開口孔のいずれかの辺 S_1 と該辺 S_1 に平行な辺 S_2 との距離W

は、第1の柱状体の直径および長さよりも大きく、且つ、第2の柱状体の直径よりも小さくなっている。

(c) 前記Wの方向をX方向、前記辺 S_1 と平行な方向をY方向、X方向およびY方向に垂直な方向をZ方向とした際に、前記辺 S_1 の長さ L_A 、および六角形のY方向における最大長さ L_B は、第1の柱状体が、その軸方向がZ方向と平行になるように開口孔に挿入され、軸方向の中央に回転軸が設けられたときに、第1の柱状体の軸がY-Z平面に沿うように回転し得る長さになっている。

(d) 前記 L_A および前記 L_B は、第2の柱状体を、その軸方向がX方向に沿うように開口孔上に配置した際に、開口孔を通過不能な長さになっている。