

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333759号
(P5333759)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.

F 1

B 0 4 B 5/02 (2006.01)
G 0 1 N 1/10 (2006.01)**B 0 4 B** 5/02 Z
G 0 1 N 1/10 H

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2009-156204 (P2009-156204)
 (22) 出願日 平成21年6月30日(2009.6.30)
 (65) 公開番号 特開2011-11130 (P2011-11130A)
 (43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)
 審査請求日 平成24年3月12日(2012.3.12)

(73) 特許権者 000005094
 日立工機株式会社
 東京都港区港南二丁目15番1号
 (74) 代理人 100095887
 弁理士 鹿久保 伸一
 (72) 発明者 北澤 吉満
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
 立工機株式会社内
 (72) 発明者 相沢 正春
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
 立工機株式会社内
 (72) 発明者 根本 建一
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
 立工機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠心分離機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料容器を保持する複数の保持穴を有するロータと、該ロータを回転させる駆動部と、前記ロータを収容するロータ室を形成するチャンバを有する遠心分離機において、
 前記保持穴の水平な横断面形状は、3つの頂点部を有する略三角形であって、
 前記保持穴の鉛直方向の配置は、上部の開口部から底部に至るに従って回転半径が増大するように、前記保持穴が前記ロータの回転軸に対して傾斜するように形成され、
 前記ロータの中央部には下方方向に凹んだえぐり部が形成され、
 前記保持穴に前記試料容器を装着させた際に前記試料容器の上下方向中心線と前記ロータの回転軸とを含む縦断面において、前記試料容器の前記上下方向中心線と前記試料容器内側の内壁との距離（L1）は、前記上下方向中心線と前記試料容器の外側の内壁との距離（L2）よりも大きくなるように前記保持穴が形成されていることを特徴とする遠心分離機。

【請求項 2】

前記ロータの開口部と前記保持穴の上端部との間に、液漏れを防ぐために径方向に連続した環状溝が設けられ、
 前記開口部は円形であって、ねじにて固定される蓋が取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の遠心分離機。

【請求項 3】

前記保持穴は、横断面における3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの

頂点が、外周側であって前記ロータの回転軸からの距離が等距離となる位置に配置され、
前記保持穴には、横断面形状が3つの頂点部を有する略三角形の試料容器が装着されることを特徴とする請求項2に記載の遠心分離機。

【請求項4】

前記蓋に形成された穴を貫通するように取り付けられ、前記蓋を固定するために先端にネジ山が形成されたハンドル部を有し、

前記ハンドル部を前記えぐり部に形成されたねじ穴に螺合させることによって前記蓋を前記ロータに固定することを特徴とする請求項3に記載の遠心分離機。

【請求項5】

前記試料容器の開口部において、前記上下方向中心線と前記試料容器開口部内側の内壁との距離(C1)は、前記上下方向中心線と前記試料容器開口部外側の内壁との距離(C2)と等しいことを特徴とする請求項4に記載の遠心分離機。

10

【請求項6】

前記試料容器の3つの頂点部を、前記蓋の外径よりも小さな曲率半径で形成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の遠心分離機。

【請求項7】

前記保持穴の最内周側には、前記試料容器の3つの頂点部のうち任意の一つが位置づけられるように前記保持穴を形成したことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の遠心分離機。

【請求項8】

20

上から見た形状が前記試料容器と同一外形を有し、中央に前記試料容器の前記蓋を貫通させる円形の開口部を有するネックサポート部材を設け、

前記ネックサポート部材を前記試料容器に装着した状態で前記ロータを回転させることを特徴とする請求項3に記載の遠心分離機。

【請求項9】

前記保持穴の内壁と、前記保持穴に装着される前記試料容器の外壁との隙間は、0.1乃至1mmであることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の遠心分離機。

【請求項10】

試料容器を保持する複数の保持穴を有する一体構造物であるロータと、
前記ロータを回転させる駆動部と、
前記ロータを収容するロータ室を形成するチャンバを有する遠心分離機において、
前記保持穴の水平な横断面形状は、3つの頂点部を有する略三角形であって、
前記保持穴は、上部の開口部から底部に至るに従って回転半径が増大するように、前記保持穴が前記ロータの回転軸に対して傾斜するように形成され、

30

前記保持穴は、3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの頂点が、外周側であって前記ロータの回転軸からの距離が等距離となる位置に配置され、

前記保持穴の略三角形の各辺部は同じ形状であり、

前記保持穴に前記試料容器を装着させた際に前記試料容器の上下方向中心線と前記ロータの回転軸とを含む縦断面において、前記試料容器の前記上下方向中心線と前記試料容器内側の内壁との距離(L1)は、前記上下方向中心線と前記試料容器の外側の内壁との距離(L2)よりも大きくなるように前記保持穴が形成されていることを特徴とする遠心分離機。

40

【請求項11】

前記ロータの中央部には下方に凹んだえぐり部が形成されていることを特徴とする請求項10に記載の遠心分離機。

【請求項12】

前記保持穴の頂点部のうち最内周に位置する上端部の一部が前記えぐり部によって、切欠けられていることを特徴とする請求項11に記載の遠心分離機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、医学、薬学、遺伝子工学、化学工業、食品製造、医薬品製造等の分野で使用されている遠心分離機に関し、一度に処理できる液体試料の量を増加することができるアングルロータを有する遠心分離機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液体試料の分離に使用される遠心分離機は、液体試料を収容した複数の試料容器を円周上に均等配置された試料容器保持穴に保持するロータと、ロータをロータ室内で回転駆動するモータなどの駆動手段を備え、ロータ室内で大気圧下または減圧下でロータを高速回転することによって試料容器内の液体試料を遠心分離して目的物を収集するものである。本発明で主に対象とする遠心分離機は、最高回転速度が5,000~30,000rpm程度であって、用途に応じて種々の仕様のロータが使用できるものである。

10

【0003】

液体試料としては、血液成分、菌体やウイルスなどの培養液、DNAやRNAを含む液体等の生体成分、ポリマー懸濁液、インク、或いは食品用加工液体など様々なものがある。これらの液体試料は研究、実験、検査、製造等の工程において、様々な目的で遠心分離されている。

【0004】

遠心分離機用のロータは、例えば特許文献1にて知られている。図21に従来のアングル式のロータ130の側面図を示し、左半分にその断面を示す。図21において、ロータ130には、複数の試料容器用の保持穴132（図21には1ヶ所のみ図示）が円周に沿って等角度ピッチで形成され、各保持穴132には、液体試料が注入された試料容器150が挿入される。ロータ130の上面開口部にはロータカバー140が取り付けられ、ロータカバー140がハンドル141によってロータボディ131に固定されることによってロータ130内が密閉される。また、ロータボディ131の中心軸下部には駆動軸穴131Aが形成され、この駆動軸穴131Aは、遠心分離機の駆動軸部（図示せず）に接続されている駆動部112に装着され、ロータ130は、駆動手段によって所定の速度で回転される。

20

【0005】

図22は、特許文献2にて知られている、従来のロータボディ131の保持穴132に装着される試料容器150の形状を示す斜視図である。通常、蓋付きの試料容器を用いる遠心分離機においては、試料容器150の胴体部151が円柱形状である。胴体部151の上部には、ねじ込み式の蓋152が取り付けられ、液体試料を密封する。蓋152は、外蓋と内蓋により構成される。通常、試料容器150は、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート等のプラスチック材料を用いた成形品となっており、何度も再使用される場合が多い。胴体部151及び蓋152の横断面形状は正円形であり、ロータ130の保持穴132に挿入する際に、試料容器151の長手方向中心軸を基準にした回転位置を気にする事なく、任意の位置にて装着することができる。ここで、「横断面」とは、試料容器の上下方向に対して垂直な面で切った断面をいう。

30

【0006】

アングル式のロータ130に使用される蓋付きの試料容器150は、用途に応じて容量が2ml/本程度~1,000ml/本までのものが実用化されている。また、ロータ130に形成される試料容器用の保持穴132の本数は、4本/ロータ~20本/ロータ程度まで各種ある。ロータ130は、一般的には軽量で高強度なアルミニウム合金、チタン合金、或いはカーボンファイバー複合材料等を用いて製作される。これらのロータ130は、例えば容量が300mlの試料容器を6本収容できるロータ（以下「300ml×6本」と称す）、500ml×6本のロータ、或いは1,000ml×4~6本等の大容量形アングルロータが市販されており、時代の変遷と共に試料容器の大容量化が進んできている。また、試料容器の大容量化に伴い、ロータボディの大きさも大きくなっている。例えば、試料容器容量が300~1,000mlのロータは、ロータボディの最大直径が概

40

50

ね直径300mmを超えるサイズとなる。

【0007】

ところで、遠心分離機へのロータの着脱は作業者が行うが、出願人を含む遠心分離機の製造業者は、ロータの構造上の工夫によって、ロータの軽量化や操作性の向上に努めてきた。さらに、試料容器の大型化により一度に遠心分離できる試料容量の増加を図ってきた。近年では、1,000ml×4本の大容量形のアングル型のロータを使った遠心分離機が広く使われている。また、試料容器は、特許文献2に開示されたような蓋付きであって、蓋152に取り出し用の貫通穴152Aが形成され、試料容器の取り出しを容易にすると共に、遠心分離中に試料が漏れないような試料容器が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2008-119649号公報

【特許文献2】特開2004-290746号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

一般に遠心分離工程で液体試料から目的物の収集を効率良く行うためには、ロータの回転速度を増加させて液体試料に与える遠心加速度を大きくし、遠心効果を高めて目的物を早く沈降させたり、回収率を向上させるとともに、一度に処理することができる試料量を増やすようにする。また、遠心分離作業に要するコストの低減は、試料容器、ロータを含む遠心分離機を安価に構成することはもとより、一度に遠心分離処理できる試料量を増加させることによって、出来高を向上させることも重要である。

【0010】

一度に多量の液体試料を遠心分離するためには、ロータに用いられる試料容器の本数の増加や、各試料容器の容量を増加させることが効果的である。しかしながら、従来の円柱形の試料容器のまま容量を増加させるには、胴体部151の外径を大きくしたり、その高さを高くする必要があり、それによってロータの試料容器の保持穴が隣接する保持穴と干渉するので、保持穴の配置位置を回転中心から半径方向遠方（外周側）にずらす必要がある。その結果、ロータ自体が大径化して質量が増加することになり、作業によるロータの持ち運び性や遠心分離機への着脱性が悪くなる。

【0011】

また、ロータの大径化は、遠心分離機で高速回転する際の空気抵抗（風損）の増大につながるため、対策として遠心機の駆動装置の高出力化、ロータを冷却するための冷却装置部の大出力化が必要となる。さらに、ロータの大径化に伴う遠心分離機のロータ室（チャンバ）の大形化を図る必要が生じ、遠心分離機の設置面積が大きくなり、遠心分離機の価格が上昇するといった問題が生ずる。

【0012】

発明者らはこれらの問題を解決する過程で、円柱形の試料容器を配したロータを上方から見て、隣り合う試料容器の保持穴間に、重量増加の原因となるロータの構成材部分（以下、「余肉」と称す）が存在することに着目し、これら余肉の部分を出来るだけ少なくする改良を試みた。また、この改良の過程で、ロータの外周近傍の余肉部はロータ質量増加の一因となり、この部に加わる遠心荷重によってロータの強度を低下させる要因になることを見いだした。

【0013】

本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、その目的は、ロータの大径化及び重量増加を抑制しつつ、一度に遠心分離できる試料の量を増大させた遠心分離機を実現することにある。

【0014】

本発明の他の目的は、遠心分離特性を向上させて、短時間で効率良く作業を行うことが

10

20

30

40

50

できる遠心分離機を提供することにある。

【 0 0 1 5 】

本発明のさらに他の目的は、大容量で使い勝手の良い試料容器を用いた遠心分離機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本願において開示される発明のうち代表的なものの特徴を説明すれば次の通りである。

【 0 0 1 7 】

本発明の一つの特徴によれば、試料容器を保持する複数の保持穴を有するロータと、ロータを回転させる駆動部と、ロータを収容するロータ室を形成するチャンバを有する遠心分離機において、保持穴の水平な横断面形状は、3つの頂点部を有する略三角形であって、保持穴の鉛直方向の配置は、上部の開口部から下部にある底部に至るに従って回転半径が増大するように、保持穴がロータの回転軸に対して傾斜するように形成される。ロータの中央部には下方向に凹んだえぐり部が形成されている。ロータの開口部と保持穴の上端部との間に、液漏れを防ぐために径方向に連続した環状溝が設けられ、開口部は円形であって、ねじにて固定される蓋が取り付けられる。保持穴は、横断面における3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの頂点が、外周側であってロータの回転軸からの距離が等距離となる位置に配置され、保持穴には、横断面形状が3つの頂点部を有する略三角形の試料容器が装着される。試料容器の上部には開口部が円形であって、ねじ込み式の蓋が取り付けられる。保持穴の内壁と、保持穴に装着される試料容器の外壁との隙間は、0.1乃至1mmであると好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明の他の特徴によれば、保持穴に試料容器を装着させた際に、試料容器の上下方向中心線とロータの回転軸とを含む縦断面において、試料容器の上下方向中心線と試料容器内側の内壁との距離（L1）は、上下方向中心線と試料容器の外側の内壁との距離（L2）よりも大きくなるように保持穴を構成する。また、試料容器の開口部において、上下方向中心線と試料容器開口部内側の内壁との距離（C1）は、上下方向中心線と試料容器開口部外側の内壁との距離（C2）と等しくなるようにする。さらに、試料容器の3つの頂点部を、蓋の外径よりも小さな曲率半径で形成する。

【 0 0 1 9 】

本発明のさらに他の特徴によれば、保持穴の最内周側には、試料容器の3つの頂点部のうち任意の一つを位置づけるように保持穴を形成した。また、上から見た形状が試料容器と同一外形を有し、中央に試料容器の蓋を貫通させる円形の開口部を有するネックサポート部材を設け、ネックサポート部材を試料容器に装着した状態でロータを回転させるように構成した。

本発明のさらに他の特徴によれば、試料容器を保持する複数の保持穴を有する一体構造物であるロータと、ロータを回転させる駆動部と、ロータを収容するロータ室を形成するチャンバを有する遠心分離機において、保持穴の水平な横断面形状は、3つの頂点部を有する略三角形であって、保持穴は上部の開口部から底部に至るに従って回転半径が増大するように保持穴がロータの回転軸に対して傾斜するように形成され、保持穴は3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの頂点が外周側であってロータの回転軸からの距離が等距離となる位置に配置され、保持穴の略三角形の各辺部は同じ形状になるように構成した。ロータの中央部には下方向に凹んだえぐり部が形成され、保持穴の頂点部のうち最内周に位置する上端部の一部がえぐり部によって、切欠けられるように構成した。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

請求項1の発明によれば、ロータの保持穴の水平な横断面形状は3つの頂点部を有する略三角形であって、保持穴の鉛直方向の配置は、上部の開口部から底部に至るに従って回転半径が増大するように、保持穴がロータの回転軸に対して傾斜するように形成されるので、従来の円柱形形状の試料容器に比較して、より多くの試料を収容することができる。

また、ロータの中央部には下方向に凹んだえぐり部が形成されているので、ロータの中心軸上部の重さを軽くすることができ、ロータのさらなる軽量化を図ることができる。また、試料容器の上下方向中心線と試料容器内側の内壁との距離（ L_1 ）は、上下方向中心線と試料容器の外側の内壁との距離（ L_2 ）よりも大きくなるように保持穴を構成するので、遠心分離時に移動する空気を、より内周側の位置に貯めることができる。しかも、空気が移動する部分が試料容器の頂点部であって強度的に強い部分であるので、試料容器の耐久性も向上し、安定して遠心分離作業を行うことができる。

請求項2の発明によれば、開口部は円形であって、ねじにて固定される蓋が取り付けられる試料容器の取り出し作業時に試料をこぼすことを防止できると共に、遠心分離中に試料が漏れないような試料容器の構造を実現できる。

10

【0021】

請求項3の発明によれば、保持穴は、横断面における3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの頂点が、外周側であってロータの回転軸からの距離が等距離となる位置に配置されるので、従来の円筒形状の保持穴と比較して外周部の頂点付近の余肉部が削除され、ロータにかかる遠心荷重が減少し、ロータ全体の応力低減を図ることができ、ロータの最高回転速度の上昇による遠心分離性能の向上が期待できる。

【0022】

請求項4の発明によれば、ネジ山が形成されたハンドル部を、えぐり部に形成されたねじ穴に螺合させることによって蓋をロータに固定するので、密封性の高い試料容器を実現できる。

20

【0024】

請求項5の発明によれば、開口部において、上下方向中心線と試料容器開口部内側の内壁との距離（ C_1 ）は、上下方向中心線と試料容器開口部外側の内壁との距離（ C_2 ）と等しいので、開口部をねじ込み式の蓋によって閉鎖することができ、密封性の高い試料容器を実現できる。

【0025】

請求項6の発明によれば、試料容器の3つの頂点部を、蓋の外径よりも小さな曲率半径で形成したので、限られた肉厚の容器において頂点部の強度を十分高く構成することができる。

【0026】

請求項7の発明によれば、保持穴の最内周側には、試料容器の3つの頂点部のうち任意の一つを位置づけるように保持穴を形成したので、試料容器の装着位置が特定の位置に固定されることが無く、特定の部分の劣化が速いという現象を防止でき、試料容器の長寿命化を図ることができる。

30

【0027】

請求項8の発明によれば、試料容器の肩部にネックサポート部材を設置して試料容器の蓋を支承するので、試料容器の開口部と蓋が遠心力によって、遠心力方向に変形することを防止できる。

【0028】

請求項9の発明によれば、保持穴の内壁と、保持穴に装着される試料容器の外壁との隙間は、0.1乃至1mmであるので、試料容器着脱を容易にすると共に、遠心分離時の遠心力が試料容器自体と試料に加わった際に、試料容器の過度の変形や破損を防止することができる。

40

請求項10の発明によれば、保持穴は、3つの頂点のうち一つが最内周に位置し、残りの2つの頂点が外周側の等距離位置に配置され、保持穴の略三角形の各辺部は同じ形状であるので、試料容器の装着位置が特定の位置に固定されることが無く、特定の部分の劣化が速いという現象を防止でき、試料容器の長寿命化を図ることができる。

【0029】

本発明の上記及び他の目的ならびに新規な特徴は、以下の明細書の記載及び図面から明らかになるであろう。

50

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の実施例に係る遠心分離機1の正面図であり一部にその断面を示す。

【図2】本発明の実施例におけるロータ30の縦断面図である。

【図3】本発明の実施例に係る試料容器50の外観を示す斜視図である。

【図4】本発明の実施例に係るロータボディ31の斜視図である。

【図5】本発明の実施例に係るロータボディ31の上面図である。

【図6】本発明の実施例に係るロータボディ31に試料容器50を装着した状態の上面図である。

【図7】本発明の実施例に係る試料容器50の上面図であり、(1)はキャップ部52を付けた状態を示し、(2)はキャップ部52を外した状態を示す。

10

【図8】本発明の実施例に係る試料容器50の縦断面図である。

【図9】図2のネックサポート部材70の形状を示す図であり、(1)は斜視図であり、(2)は上面図である。

【図10】本発明の実施例に係るロータボディ31に試料容器50及びネックサポート部材70を装着した状態を示す上面図である。

【図11】本発明の実施例に係る試料容器50の縦断面図であり、試料を最大容量入れた状態を示す。

【図12】本発明の実施例におけるロータ30の縦断面図である。

【図13】図12のA-A部の断面図である。

20

【図14】本実施例による試料容器50の胴体部51の形状と、従来の円筒形の試料容器150の胴体部151の形状68との位置関係を比較するための図である。

【図15】図12のA-A部の断面における保持穴32の水平面断面形状と、遠心力がかかる方向との関係を示す図である。

【図16】本発明の試料容器と従来の円形の試料容器による遠心分離状態を示す模式図である。

【図17】本発明の実施例に係る試料容器50を横に置いた状態を示す図である。

【図18】本発明の第2の実施例に係るロータ80に試料容器50及びネックサポート部材70を装着した状態の上面図である。

【図19】本発明の第3の実施例に係る試料容器90を示す図で、(1)は上面図、(2)は斜視図である。

30

【図20】本発明の第4の実施例に係る試料容器95を示す図で、(1)は上面図、(2)は斜視図である。

【図21】従来のアングル式のロータ130の側面図を示し、左半分はその断面を示す図である。

【図22】従来の試料容器150の形状を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0031】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、以下の図において、同一の部分には同一の符号を付し、繰り返しの説明は省略する。また、本明細書においては、遠心分離機の下上左右の方向は図1に示す方向であるとし、試料容器の上下方向は図3に示す方向であるとして説明する。

40

【0032】

図1は本発明の遠心分離機1の正面図であり、一部を断面で示す図である。遠心分離機1は、矩形箱型の筐体2を備え、筐体2の内部には水平な仕切り板2Aによって上下2段の空間に仕切られる。仕切られた上段の空間には、上面が開口する円筒状のチャンバ3が設けられる。チャンバ3の外周部には図示しない冷媒循環用パイプが接着され、遠心分離機1内に設けられた図示しない冷却機から供給される冷媒を流すことによりチャンバ3の内部空間、即ち、ロータ室4を冷却する。チャンバ3の周囲は断熱材9と防護壁2Bが設

50

けられる。チャンバ3の上側には、開閉可能なドア10が設けられ、ドア10を閉じることによってロータ室4が密閉される、このロータ室4内にはロータ30が収容される。筐体2の上部、右側には操作・表示部13が設けられる。

【0033】

筐体2内の仕切り板2Aによって仕切られた下段には、駆動部5が仕切り板2Aに取付けられる。駆動部5はモータハウジング6を含み、モータハウジング6の内部には駆動源としての電気式のモータ7が設けられる。モータハウジング6は、ダンパ8を介して仕切り板2Aに固定される。モータハウジング6の上方側には軸支持部6Aがチャンバ3の底部に設けられた穴3Bを貫通してロータ室4内に達するように配置される。また、モータ7の回転軸7Aは、軸支持部6Aにより回転可能に支持され、ロータ室4内にまで上方に延びる。回転軸7Aの上端部には駆動軸部12が設けられ、駆動軸部12にはロータ30の駆動軸穴31Aが固定される。ロータ30が、駆動軸部12に対して着脱可能に構成しつつ、モータ7によってロータ30が回転される。通常、使用する試料容器に応じた保持穴を有するロータ30を選択して装着する。ロータ30に形成された試料容器の保持穴32には、試料を充填した試料容器50が装着される。

10

【0034】

次に、本発明のロータと試料容器を図2及び図3を用いて説明する。図2は図1のロータ30の縦断面図である。ロータ30には、複数の試料容器用の保持穴32が円周方向に等角度ピッチで形成される。各保持穴32には、液体試料が注入された試料容器50が装着される。ロータ30の上側には、遠心分離中に万一試料容器50から試料が漏れた場合にロータ30からの液漏れを防ぐための液封環状溝31Eが設けられ、その上部に開口部31Fが形成される。開口部31Fにはロータカバー40が取り付けられ、このロータカバー40がハンドル41によってロータボディ31にねじ締結されることによってロータ30内が密閉される。ロータボディ31の中心軸下方には、駆動部5の駆動軸部12に装着するための駆動軸穴31Aが形成される。駆動軸穴31Aは、駆動軸部12に対して相対的に回転不能なように固定されることが重要であり、遠心分離機分野で公知の固定方法を用いて装着できる。この装着方法によりロータ30は、モータ7によって所定速度で回転駆動される。

20

【0035】

試料容器50は上部に開口部51Aを有し、その開口部51Aにキャップ部52が取り付けられる。キャップ部52は外蓋53と内蓋54によって構成され、キャップ部52をねじ締めすることによって開口部51Aを密閉する。本実施例で特徴的なことは、試料容器50の上下方向の中心線35から垂直方向に、容器の内周側の側壁までの距離L1が、中心線35から容器の外周側の側壁までの距離L2よりも大分大きいことである。一方、開口部51Aにおいては、中心線35から開口部内側までの距離C1と外側までの距離C2は等しい。尚、これら距離L1、L2、C1、C2は、中心線35から垂直方向に測定するものとする。また、中心線35とは、キャップ部52の中心位置又は開口部51Aを通る線である。尚、中心線35は、試料容器50の底面の中心位置（又は重心）と、キャップ部52の中心位置（後述する凸部54Aが有る位置）を通る仮想線であり、中心線35と外蓋53の上面は垂直な位置関係になる。

30

40

【0036】

図3は試料容器50の外観を示す斜視図であり、キャップ部52を外した状態を示す。図3において、試料容器50は、胴体部51とキャップ部52とに分けられる。胴体部51は、遠心分離される液体試料を収容する容器の部分であり、上部には試料の出し入れ口となる円形の開口部51Aが設けられ、開口部51Aの外周側には雄ねじ部51Bが形成される。キャップ部52は、図2にその断面が示されたように、試料容器50の開口部51Aを密封するためのリング57（図2参照）が内蓋54に取り付けられ、それらを覆うように外蓋53が設けられる。外蓋53の内面には、胴体部51の開口部51Aの雄ねじ部51Bに、締結される雌ねじ部52B（後述）が形成される。外蓋53の上部には、

50

内蓋 5 4 の凸部 5 4 A により形成される空間部分を貫通する複数の取り出し用の貫通穴 5 3 A が形成される。このような形状にすれば外蓋 5 3 と内蓋 5 4 の間にキャップ内の空間が確保できる。この空間は外蓋 5 3 の中心部に近い程外蓋との隙間が空くように形成され、外蓋 5 3 と内蓋 5 4 の隙間は、成人が指で掴めるように 3 ~ 10 mm 程度の深さにしてある。そして、貫通穴 5 3 A を親指と人差し指で、または中指を加えて掴むことができ、ロータボディ 3 1 の保持穴 3 2 に装着された試料容器 5 0 を容易に引き出すことが可能である。

【 0 0 3 7 】

貫通穴 5 3 A の形状は、取り出し易ければどのような形状、数でも良いが、成人の指先、特に親指が入る程度の大きさにすることが望ましく、直径 20 mm 程度が好ましい。尚、貫通穴 5 3 A は必ず必要というものではなく、本実施例のロータ 3 0 の場合、キャップ部 5 2 の外周側を掴んでロータボディ 3 1 から試料容器 5 0 を引き出すことが可能なので、貫通穴 5 3 A を設けなくても良い。外蓋 5 3 の外周部には、作業者が手で掴んでキャップ部 5 2 を回しやすいうように、円周方向に等間隔にスベリ防止用の突起 5 3 B が設けられる。

【 0 0 3 8 】

試料容器 5 0 の胴体部 5 1 は、その横断面形状が、正三角形をベースに、正三角形の辺の部分（辺部 5 6 A、5 6 B、5 6 C：但し 5 6 C は後述）を外側に緩やかな凸状となる大きな曲率半径の曲面とし、正三角形の 3 カ所の頂点部分（頂点部 5 5 A、5 5 B、5 5 C：但し 5 5 B は後述）を小さな曲率半径の曲面で接続した形状の容器である。胴体部 5 1 の雄ネジ部 5 1 B から外側には水平方向に平面な肩部 5 1 D が形成される。肩部 5 1 D は、上から見るとその外縁の輪郭が略三角形（おむすび型）である。

【 0 0 3 9 】

肩部 5 1 D から辺部 5 6 A ~ 5 6 C 及び頂点部 5 5 A ~ 5 5 C へ至る部分は、縦断面で見た時に小さな曲率半径を有する緩やかな曲面により接続される。この部分は肩部から辺部、肩部から頂点部に至る接続部分となり、できるだけ曲率半径の小さな形状とすることにより、強度を増大させるためである。同様にして底面 5 1 E から辺部 5 6 A ~ 5 6 C 及び頂点部 5 5 A ~ 5 5 C へ至る部分は、縦断面で見た時に小さな曲率半径を有する緩やかな曲面により接続される。図 3 の斜視図により、本実施例における非円筒形の試料容器 5 0 が、従来の円筒形の試料容器 1 5 0（図 2 2）とは大きく異なることが理解できるであろう。試料容器 5 0 では、キャップ部 5 2 は、従来の試料容器 1 5 0 の蓋 1 5 2 と同一構造で良い。従って、従来の試料容器 1 5 0 の蓋 1 5 2 と同一直径であるならば、そのままキャップ部 5 2 として用いることができる。同じ蓋を用いた場合は、胴体部 5 1 が図 2 2 の胴体部 1 5 1 よりもはるかに太くなっているため、収容できる試料の容量が著しく増加していることが理解できるであろう。

【 0 0 4 0 】

試料容器 5 0 の胴体部 5 1 及びキャップ部 5 2 は、材料としてポリプロピレンやポリカーボネートなどの熱可塑性プラスチックで製造すると好ましく、胴体部 5 1 はブロー成形法やインジェクションブロー成形法で容易に製造することが可能である。キャップ部 5 2 はインジェクション成形法で容易に製造することが可能である。プラスチックで形成することにより、耐薬品性が良く取り扱いが容易な試料容器を実現できる。また、リング 5 7 はゴム製が適当であり、市販品が利用可能である。胴体部 5 1 の色は、透明になるように構成しても良いし、着色されて中が見えないように構成しても良い。

【 0 0 4 1 】

次にロータボディ 3 1 の形状について図 4 及び図 5 を用いて説明する。図 4 は本発明の実施例に係るロータボディ 3 1 の斜視図であり、図 5 はロータボディ 3 1 の上面図である。ロータボディ 3 1 には試料容器 5 0 を装着するための 4 つの非円柱形の保持穴 3 2 が設けられる。保持穴 3 2 は試料容器 5 0 の外形とほぼ同形の形状であり、その大きさは試料容器 5 0 を無理なく着脱でき、しかもできるだけ小さい隙間とすると好ましい。例えば、保持穴 3 2 の壁面と試料容器 5 0 の胴体部 5 1 の外面との隙間が 0.1 乃至 1 mm 程度で

ある。この隙間が大きすぎると遠心分離時に試料容器 5 0 に加わる液圧や遠心力による胴体部 5 1 の変形の度合いが大きくなるので、試料容器 5 0 の耐久性が低下する恐れがある。保持穴 3 2 は、図 5 で示す底部 3 1 C と 2 つの内周側壁部 3 1 B (試料容器 5 0 の辺部の 2 つが主に当接) と、図 4 に示す外周側壁部 3 1 D (試料容器 5 0 の辺部の 2 つが主に当接) 、の主に 4 つの面から形成される。外周側壁部 3 1 D は試料容器 5 0 に対応した大きな曲率半径の曲面であるが、この曲面の曲率半径が、ロータボディ 3 1 の外周の曲率に略平行になるように形成される。このように形成すれば、曲率の違いによる外周側壁部 3 1 D 周辺の肉厚の不要な増加を抑えることができ、ロータ 3 0 の軽量化が図れるからである。保持穴 3 2 は、図 3 に示したように内周側の一部を除き、胴体部 5 1 のほぼ全部の面と底部を覆うように形成する。このように覆う箇所を極力大きくすることにより、遠心分離作業中の試料容器 5 0 自体の変形を防ぐことができる。

10

【 0 0 4 2 】

ロータボディ 3 1 は試料容器 5 0 の容量が増加した分、保持穴 3 2 が大きくなり、保持穴 3 2 の周囲が減肉されて金属部の体積が減少することになるので、軽量化を図ることができる。さらに、本実施例のロータボディ 3 1 は、中央部を下方方向にえぐるように減肉したえぐり部 (減肉部) 3 1 G を形成した。これは、その付近における試料容器 5 0 にかかる遠心荷重は、外周方向になり、内周側の保持は重要ではないからである (この遠心荷重については図 1 2 で後述する) 。このようにえぐり部 (減肉部) 3 1 G を形成したことによりロータボディ 3 1 の中心軸上部の重さを軽くすることができ、ロータ 3 0 のさらなる軽量化を図ることができる。また、えぐり部 (減肉部) 3 1 G を設けることによって、ロータ 3 0 の低重心化を図ることができる。ロータボディ 3 1 の中央には、ハンドル 4 1 をネジ締めすることによってロータカバー 4 0 を固定するためのネジ穴 3 1 H が形成される。

20

【 0 0 4 3 】

ロータボディ 3 1 は、アルミ合金やチタン合金材料を用いて機械加工で製作された一体構造 (中実型) である。また、CFRP コンポジット材で製作することも可能である。金属材料からの機械加工の際、保持穴 3 2 の加工は、フライス盤を使用し、刃物としてエンドミルを使用することにより容易に加工することができる。ロータボディ 3 1 の外寸は、チャンパ 3 (図 1 参照) の大きさによってその外寸が限定されるので、従来と同サイズで構成すれば、従来の遠心分離機においても、本実施例に係るロータ 3 0 を用いることができる。

30

【 0 0 4 4 】

図 6 は、ロータボディ 3 1 に試料容器 5 0 を装着した状態の上面図である。図 6 においては、試料容器 5 0 の装着状況がわかるように、後述するネックサポート部材 7 0 を取り付けしていない状態を示している。本実施例によるロータボディ 3 1 は、保持穴 3 2 の底面側 3 1 C がロータ 3 0 の上下方向中心線 (回転軸の軸線) から離れるように所定の角度の付けられた、いわゆるアングルロータである。アングル角は、20 度以上 25 度未満であるのが好ましく、本実施例ではアングル角は 23 度である。そのため、図 6 に示すように、容器 5 0 のキャップ部 5 2 の上面が回転軸に向かって斜めになるように配置される。また、試料容器 5 0 を保持穴 3 2 に装着すると、上から見た時に各試料容器 5 0 の肩部 5 1 D が露出し、キャップ部 5 2 の外周側は、保持穴 3 2 の外周側の壁部によって保持されないことが理解できるであろう。

40

【 0 0 4 5 】

次に本発明の試料容器 5 0 の寸法について図 7、図 8 を用いて説明する。図 7 は、試料容器 5 0 の上面図であり、(1) はキャップ部 5 2 を付けた状態を示し、(2) はキャップ部 5 2 を外した状態を示す。図中の括弧内に示した数字は、曲率半径の寸法 (単位 mm) である。図 7 において、試料容器 5 0 の胴体部 5 1 の外形は、上から見た際に略正三角形をベースにした形状で、胴体部 5 1 の外形位置は、キャップ部 5 2 の外形位置よりも外側に位置し、3 つの頂点部 5 5 A、5 5 B、5 5 C と 3 つの辺部 5 6 A、5 6 B、5 6 C を有する。頂点部 5 5 A、5 5 B、5 5 C は、尖った角ではなく、その角を小さな曲率半

50

径 R 1 で接続した形状とした。また、辺部 5 6 A、5 6 B、5 6 C は、上から見た際に直線ではなく試料容器 5 0 の外側に凸形状の大きな曲率半径 R 2 の円弧状とした。

【 0 0 4 6 】

本実施例による試料容器 5 0 は、上から見た際に 3 つの曲率半径 R 1 と 3 つの曲率半径 R 2 によって形成され、曲率半径 R 1、R 2 の曲線との接続位置を図中の黒塗りの三角マークで示している。このように、試料容器 5 0 の胴体部 5 1 の 3 辺（辺部 5 6 A、5 6 B、5 6 C）を大きな円弧状の面で形成し、頂点部 5 5 A、5 5 B、5 5 C の 3 ヶ所を小さな円弧状の面とし、試料容器の上から見た状態又は横断面が略正三角形となる、筒状の容器とすることで、大幅な容量増加を図ることができた。尚、試料容器 5 0 の 3 辺（辺部 5 6 A、5 6 B、5 6 C）を円弧状ではなく直線状に形成しても良いが、外側にふくらむような円弧状の面で形成することによって、僅かながら容量を増加することができるとともに、遠心分離運転時に内部の試料から受ける内圧に対して強度上有利となる。

【 0 0 4 7 】

図 7（2）において、一つの頂点部を挟む辺部 5 6 B、5 6 C の接線を延長した交差角は 6 0 度となる。図中、辺部 5 6 A、5 6 B の接線、及び、辺部 5 6 C、5 6 A の接線について図示していないが、胴体部 5 1 の外形は略正三角形であるので、これらの接線の交差角はすべて 6 0 度である。また、頂点部 5 5 A、5 5 B、5 5 C の中心（図 7（1）で矢印で示す位置であって、黒塗りの三角マーク間の中心位置）の間の距離はそれぞれ等しくなる。胴体部 5 1 の上部に設けられた開口部 5 1 A は、その半径が R 5 であり、開口部 5 1 A の外周側には雄ネジ部 5 1 B が形成され、雄ネジ部 5 1 B の外周側の半径は R 3 である。このように、胴体部 5 1 は外形よりも十分小さい開口部 5 1 A を形成したので、開口部 5 1 A から辺部 5 6 A ~ 5 6 C、および、頂点部 5 5 A ~ 5 5 C に至る肩部 5 1 D が形成される。肩部 5 1 D は、試料容器 5 0 を縦置きした際に、水平になる面である。この肩部 5 1 D が形成されることによって、胴体部 5 1 の強度をさらに高くすることが可能となる。また、肩部 5 1 D を設けたことによって後述するネックサポート部材 7 0 を取り付けやすくなる。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、本実施例に係る試料容器 5 0 の縦断面図であり、各部の寸法（単位 mm）を記入してある。胴体部 5 1 の鉛直部分と肩部 5 1 D との接合点付近は曲率半径 R 6 の緩やかな曲面状とされ、胴体部の下方、底面部 5 1 E と胴体部 5 1 の鉛直部分は曲率半径 R 7 の緩やかな曲面状とされる。さらに、底面部 5 1 E の中央部付近は上方にやや盛り上がった形状であり、その曲率半径 R 8 は 2 4 0 mm 程度とする。このように構成すれば試料容器 5 0 を載置台等に縦置き（図 8 の状態で置くこと）した際に、底面の下側と載置台が接触する面積が小さくなり、試料容器 5 0 を置いた際に安定する。尚、本実施例で床面の形状が略三角形という意味は、床面との接触部分の面積をいうのではなく、床面の上部、つまり胴体部の内面側の形状をいう。

【 0 0 4 9 】

市販されている円柱形状の試料容器 1 5 0（図 2 2 参照）の寸法は、胴体部 1 5 1 の外径（直径）9 8 mm、胴体部長が 1 3 3 mm であり、試料容量は 9 0 0 m l であった。本実施例の試料容器 5 0 を従来の円柱形状の試料容器 1 5 0 の外径に外接するように R 2 寸法のみを変化させ、容器高さ、開口部径、外蓋及び内蓋を試料容器 1 5 0 と同一とすると、その内容量は 1 0 7 5 m l となり、収容できる容量を 1 9 . 5 % 増加させることができる。略三角形形状による容量増加効果と R 2 寸法、容器高さを図 8 に示したようにすることで従来の公称 1 0 0 0 m l の 2 0 % の容量アップである 1 2 0 0 m l の目標容量を大幅にクリアすることができ、本実施例では約 1 5 0 0 m l の容量を達成することが可能となった。

【 0 0 5 0 】

次に図 9 を用いて、ネックサポート部材 7 0 を説明する。図 9 は図 1 に示したネックサポート部材 7 0 の形状を示す図であり、（1）は斜視図であり、（2）は上面図である。図 1 に示したように、ネックサポート部材 7 0 は、試料容器 5 0 のキャップ部 5 2 と保持

穴 3 2 との間に設置されるもので、試料容器 5 0 のキャップ部 5 2 が遠心力方向へ変形することを防止する作用をする。

【 0 0 5 1 】

遠心分離機 1 においてロータ 3 0 は高速回転する。本実施例の遠心分離機 1 においては、キャップ部 5 2 の外周部とロータボディ 3 1 の外周側壁部 3 1 D の間は距離が離れていて、しかもキャップ部 5 2 の外周側を保持する部分がないので、キャップ部 5 2 の遠心荷重によって容器 5 1 の開口部 5 1 A 付近、肩部 5 1 D が破損してしまう恐れがある。図 2 1 で示した従来の円筒形の試料容器 1 5 0 の場合は、胴体部 1 5 1 と蓋 1 5 2 の外形が同じであったため、保持穴 1 3 2 の壁面で蓋 1 5 2 の外周側を保持することができ、このような現象が生じ得なかった。そこで、本実施例においては、キャップ部 5 2 の外周部を支えるために、キャップ部 5 2 と保持穴 3 2 の隙間を埋めるように作用するネックサポート部材 7 0 を設けた。

10

【 0 0 5 2 】

ネックサポート部材 7 0 は、外形をロータボディ 3 1 の保持穴 3 2 にフィットさせ、保持穴 3 2 との隙間が 0 . 1 乃至 1 mm 程度となるように形状付けられる。また、ネックサポート部材 7 0 の内側には試料容器 5 0 のキャップ部 5 2 の外径よりも 0 . 1 乃至 1 mm 程度大きい蓋挿入穴 7 0 A が形成される。ネックサポート部材 7 0 の厚さは、キャップ部 5 2 を支承するに十分な厚さであれば十分であり、必ずしも同じ厚さでなければならないという訳ではない。本実施例ではキャップ部 5 2 の強度も考慮し、キャップ部 5 2 の高さ（厚さ）の 5 0 % 程度としている。

20

【 0 0 5 3 】

ネックサポート部材 7 0 の使用法としては、ロータボディ 3 1 に試料容器 5 0 を装着した後、上方よりキャップ部 5 2 を囲むように肩部 5 1 D 上に載置する。尚、ネックサポート部材 7 0 は、試料容器 5 0 の上にただ置くだけで良い。ネックサポート部材 7 0 を使用することにより、遠心分離時にキャップ部 5 2 が遠心力方向へ変形することを防止することができる。ネックサポート部材 7 0 の材質は、容器 5 1 の材質と同様に、ポリプロピレンやポリカーボネートなどの熱可塑性プラスチックで製造することができ、インジェクション成形法で容易に製作することが可能である。但し、ネックサポート部材 7 0 は、弾力性のない材質で構成することが重要である。

【 0 0 5 4 】

30

ネックサポート部材 7 0 は、本来ならキャップ部 5 2 のほぼ外周側の半分（外側）だけを保持すれば本来の目的は達成できるが、本実施例では製造上の容易さから図 9（2）のように、試料容器 5 0 とほぼ同じ形状とし、頂点部 7 1 A と辺部 7 1 B を有するように構成した。このようにすれば、ネックサポート部材 7 0 を円周方向に 3 箇所位置でロータボディ 3 1 の保持穴 3 2 に装着できるので、取り付けが容易になる。尚、ネックサポート部材 7 0 の形状は、図 9 で示した形状にこだわる必要はなく、種々の変形が可能である。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、ロータボディ 3 1 に試料容器 5 0 及びネックサポート部材 7 0 を装着した状態を示す上面図である。ロータボディ 3 1 の保持穴 3 2 は、所定のアングルが形成されるので、試料容器 5 0 及びネックサポート部材 7 0 はロータボディ 3 1 に対して鉛直でなく、アングル分だけ斜めに装着されることになる。このように、ネックサポート部材 7 0 を装着した後に、ロータカバー 4 0 をかぶせて遠心分離作業を開始する。

40

【 0 0 5 6 】

以上、本実施例においては、試料容器 5 0 の横断面形状を非円形として容量を増加させたので、試料容器 5 0 を装着したロータ 3 0 の重量が増大することになる。しかしながら、試料増加とロータ体積減少を質量換算してみると、本発明のロータボディ 3 1 は、試料量を増加しつつ、試料容器保持穴周りの余肉部を削除することができ、また余肉部に試料増加分を収容することができるので、従来形式の同一外径を有するロータ 1 3 1 と比較して、ロータの大径化と質量増加を抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

50

次に、図 1 1 ~ 1 5 を用いて本実施例の遠心分離機 1 における遠心分離状況を説明する。図 1 1 は、試料容器 5 0 の上限位置 5 8 まで試料 6 0 を入れた状況を示す。本実施例の試料容器 5 0 では、上限位置 5 8 まで試料 6 0 を入れると 1 5 0 0 m l の容量となる。上限位置 5 8 まで試料をきっちり入れたとしても、内蓋 5 4 と上限位置 5 8 との間には空間 5 9 B ができてしまい、この部分に空気が存在することになる。この状態で遠心分離作業を行ったのが図 1 2 で示す断面図である。図 1 2 にはさらに、1 5 0 0 m l の容量を収容するロータ 3 0 の各部のサイズを記載しており、単位は mm である。ロータボディ 3 1 の直径は 3 5 0 mm 以上 4 5 0 mm 以下であることが好ましく、本実施例では最太部が 3 9 7 mm である。ロータボディ 3 1 の高さは 2 0 0 mm 以上 2 5 0 mm 以下であることが好ましく、本実施例では高さが 2 2 5 mm である。また、ロータボディ 3 1 の開口部の直径は 2 7 6 mm である。試料容器 5 0 のアングル角は 2 3 度である。試料容器 5 0 間の最内周部分間の距離は 5 2 . 2 mm であり、ネックサポート部材 7 0 間の最内周部分間の距離は 3 2 . 7 mm である。このサイズを有するロータ 3 0 は、収容されるチャンバ 3 (図 1 参照) の大きさによって制限されるが、本実施例の場合、チャンバ 3 の内側の直径は 4 3 0 mm、内側の最大高さは 2 7 6 mm である。

【 0 0 5 8 】

ロータ 3 0 の回転時には、図 1 2 に示すように遠心力によって試料 6 0 は外周側に移動する。図 1 2 に示すロータ 3 0 の縦断面図は、目標回転数で回転中のロータ 3 0 の状態を示すもので、試料 6 0 の液面 6 1 は遠心力により鉛直方向になる。また、試料容器 5 0 の内部の空気が移動し、その結果、液面 6 1 の内周側には移動した空気が存在する空間 6 2 ができることになる。試料 6 0 に遠心荷重が加わると、試料容器 5 1 の各部には液圧により図 1 2 の右側に複数の矢印で記載したような遠心荷重による圧力がかかる。このとき、内蓋 5 4 のスカート部 5 4 B は自身の遠心荷重とこの圧力により外周方向に変形するので、胴体部 5 1 の開口部 5 1 A の内面に強く密着させることができる。また、内蓋 5 4 の一部に形成されたツバ部 5 4 C と外蓋 5 3 は自身にかかる遠心荷重により O リング 5 7 を胴体部 5 1 側に押し付けるように変形するので、O リング 5 7 は内蓋 5 4 及試料容器の開口部 5 1 A に対して密着するので、試料 6 0 がキャップ部 5 2 から外部に漏れることはない。

【 0 0 5 9 】

試料容器 5 0 の外周側には、液体が容器の外部に押し出されるような力がかかる。一方、空間 6 2 においては、試料容器 5 0 の壁部が外側に遠心力により押しだされるような方向の荷重がかかる。通常、この試料容器 5 0 の壁部にかかる遠心荷重が大きくなると、最悪の場合は試料容器 5 0 が破壊されることになる。しかしながら、本実施例においては、この荷重がかかる試料容器 5 0 の部分が内周側の頂点部付近になり、その頂点部は小さい曲率半径 R 1 で構成されており、剛性が高くかつエッジが無いため応力集中も無く、遠心荷重に抗する力が強い。また、試料容器 5 0 の開口部 5 1 A は円形であり、しかも、キャップ部 5 2 を取り付けるために内側に絞りこまれ、肩部 5 1 D が形成される。従って、本実施例の試料容器 5 0 においては、特に負荷のかかる部分である空間 6 2 の位置する部分の剛性が高くなっているため、容量を増加させつつ試料容器の強度を増加させることが可能になり、結果として耐久性に優れた試料容器 5 0 を実現することができる。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 は図 1 2 の A - A 部の断面図である。図 1 3 において理解できるように液面 6 1 は図の位置にでき、空間 6 2 はその内周側にできる。従って、試料容器 5 0 の胴体部 5 1 内の空間 6 2 に位置する頂点部 5 5 A には、遠心力によって発生する液圧から頂点部 5 5 A に作用する、頂点部 5 5 A を膨らませるような力が働かないため、頂点部 5 5 A を胴体部 5 1 内側に変形させる力 (荷重) が加わる。そのため、空間 6 2 に位置する頂点部 5 5 A は自身の剛性のみで遠心荷重に耐えることになる。この頂点部の曲率半径は、横断面図でみても従来の円筒形の試料容器 1 5 0 の曲率半径に比べて小さいので、格段に強度が高い。さらに、頂点部 5 5 を曲率半径 R 1 (半円形) で形成することにより、エッジが無くなり応力集中も防げる。

【0061】

図14は、本実施例による試料容器50の胴体部51の形状と、従来の円筒形の試料容器150の胴体部151の形状68の位置関係を比較するための図である。保持穴32の底部の外側輪郭を細かい点線32で示す。また、形状68は間隔の広い点線で示している。本実施例に係る胴体部51の断面形状（但し、図12のA-A部の断面なので、試料容器50の中心線35（図2参照）と垂直な断面でなく、ロータ30の回転軸と垂直な断面である）は、略三角形形状である。点線で示す楕円形の形状68は、従来の円柱形試料容器の形状である。従来の胴体部151の形状68と本発明の試料容器50の間の斜線部が試料量増加分であり、この部分は金属であるとそれが余肉スペース67となる。また、余肉スペース67は、ロータボディ31の保持穴32の質量減少分に相当する面積を表している。試料容器50および保持穴32を略三角形形状とすることで、従来の円柱形状の試料容器150を利用する際に、余肉となってロータ自体の質量を大きくし、また、ロータ自体に加わる遠心荷重を大きくしていた部分である余肉スペース67を削除することができる。この結果、ロータ31を大径化することなく試料の処理容量を増加させることができ、他方で、ロータ30の質量を減少せしめることが可能となる。

10

【0062】

次に図15を用いて保持穴32の水平面断面（図12のA-A部の断面）形状と、遠心力がかかる方向との関係を説明する。保持穴32に収容される胴体部51の内周側の頂部55Aの中心と、ロータボディ31の中心穴を通る仮想線69を引いた際に、仮想線69と垂直に胴体部51の内壁までの距離、つまり横幅 $a_1 \sim a_8$ を見ると、最内周側の点から外周側に行くに従ってその幅が順々に広くなる。これは、仮想線69を基準に見ると内周側から少なくとも半分以上、本実施例では2/3を超えた68%の位置まで幅が広がることとなる。このような遠心分離の方向に行くに従って横方向に広がる試料容器51は、効率的かつ高精度な遠心分離を行うのに役に立つ。つまり、粒子の容器壁に沿って移動することがほとんどないので、粒子がスムーズに移動することができ、遠心時間の短縮ができ、さらに、粒子の比重のそろったバンドが短時間に綺麗にできる。

20

【0063】

この状態をさらに説明するのが図16である。図16は、本発明の試料容器50と従来の円形の試料容器150による遠心分離状態を示す図であり、発明の理解のために模式的に粒子を大きく描いている。また、ロータの大きさ（図中の半径R16に関係）と、 θ_1 と同じ角度で図示している。左側の楕円で示す横断面が試料容器150の胴体部151を示し、右側のおにぎり型の略三角形の横断が本実施例による試料容器50の胴体部51を示す。遠心分離作業においては、試料容器の胴体部151、51中に存在する粒子が、ロータの回転に伴う遠心力により外周側に移動する。試料容器150側の回転中心位置を示すのが点77であり、試料容器50側の回転中心位置を示すのが点78である。点78は図4及び5で示すネジ穴31Hの位置と一致する。

30

【0064】

左側に示す従来の試料容器においては、内周側に位置する粒子72Aは、ロータの回転によって外周側に移動し、粒子72Bの位置を通り、さらに外周側の粒子72Cの位置にまで移動する。一方、試料容器150の円周方向側面付近の粒子73Aは、同様に粒子73Bの位置まで移動して、試料容器150の壁にぶつかり、壁に沿って粒子73C、73Dのように移動する。このように試料内に含まれる密度の高い粒子（重い粒子）が外周側に移動することにより、ペレット74として蓄積する。

40

【0065】

右側に示す本実施例に係る試料容器においては、内周側に位置する粒子75Aは、ロータの回転によって外周側に移動し、粒子75Bの位置を通り、さらに外周側の粒子75Cの位置にまで移動する。一方、試料容器50の円周方向側面付近の粒子76Aは、同様に粒子76B、76Cの位置まで移動して、試料容器50の壁にぶつかり、壁に沿って粒子76Dのように移動する。このように試料内に含まれる密度の高い粒子（重い粒子）が外周側に移動することにより、ペレット77として蓄積する。

50

【0066】

ここで両者を比較してみると、従来の試料容器50は円形の壁を有するので、粒子73B～73Dの位置で壁に沿って真ん中に集まるので粒子が壁との摩擦によって動きにくい。ため、長時間遠心分離する必要がある。一方、本実施例のように試料容器50が略三角形だと、粒子76Cの壁に当たる度合いが格段に少ない。壁に沿って移動する粒子があったとしても、壁に沿って移動する距離が少なくなるので、遠心分離時間が短くてすみ、同一の試料を分離する場合であれば、遠心分離効果が良くなる。

【0067】

遠心分離作業をした後に、試料容器50内に沈殿したペレット77を取り出すのに、容器を横にして作業をすることも多い。図16は、本実施例の試料容器50のキャップ部52を取り外し、胴体部51を載置面65に横置きした状態を示す。図では、沈殿したペレット77を図示していないが、横にする際に、ペレット77がたまっている辺部が下になった状態で床置きできる。この際、胴体部51の横断面形状が略三角形なので、試料容器50がころがることがないので、載置面65上で安定して作業ができるので、作業性がよい。特に、ペレットを掻き出して他の容器に移す場合も、胴体部51を横にした方が掻き出しやすいので有利である。試料容器50が転がらないようにするためには、辺部56A、56B、56Cの曲率半径R2を170mm以上とすることが好ましい。

【0068】

以上説明したように、本実施例によるロータ30と試料容器50を用いることによって、多くの容量の試料を一度に処理することができる。また、本実施例の試料容器50では外周方向に向かうに従って広がる構造なので、壁付近の粒子の壁面に達する位置がより外周に近くなり、粒子が壁面に沿って移動する際に受ける摩擦の影響を少なくすることができる。さらに、試料容器50の胴体部51の外形を丸でなく略三角形にしたので、作業者が片手で胴体部51を掴み、もう一方の手でキャップ部52を回す際も、回しやすいという効果が得られる。特に、遠心分離作業後は、ロータ室4が冷やされて試料も冷えていることが多く、取り出した試料容器50に水滴が付くことがある。しかし、濡れた試料容器50であっても、3ヶ所の頂点部55A、55B、55Cにより胴体部51をつかみやすいというメリットがある。

【実施例2】

【0069】

次に図18を用いて、本発明の第2の実施例を説明する。図18は、ロータ80に形成された保持穴82の間隔を詰めて、6個の試料容器50を収容できるようにしたものである。このように構成することにより、隣り合う保持穴82どうしの間隔がさらに詰まり、無駄なスペースが少なくなる。尚、第2の実施例による試料容器50の取り付けアングル角は、図12より少なくするのが好ましく15度以上20度未満とすることが良い。本実施例では17度に設定して試料容器50をやや立て気味に装着するようにして、装着時及び脱着時の隣接する試料容器50への干渉を防止している。この結果、ロータ80の最太部の直径が431mmの場合、対向するネックサポート部材70間の最内周側の距離は図中に示すように104.9mm程度となる。このように、第2の実施例によれば、1つのロータ80に容量1500mlの試料容器50を6本装着可能に構成したので、1回の遠心分離作業において9リットルもの試料を遠心分離することができる。

【実施例3】

【0070】

次に図19を用いて本願発明の第3の実施例に係る試料容器90を説明する。試料容器90は、上からみた形状を略扇形としたものであって、図中下側がロータの回転中心となるように配置される。図19(1)において試料容器90は、内周側に位置する第1の頂点部93Aの角度を広げると共に、第1の頂点部93Aを一つの曲率半径で構成するのではなく、2つの曲率半径93AA、93ACとそれらを接続する辺部93ABで構成した。辺部93ABを形成したのは、ロータの回転軸側にぎりぎり接近させて装着するためである。辺部93ABの輪郭は、直線状であっても緩やかな曲線状であっても良い。

【 0 0 7 1 】

第1の頂点部93Aの両側に接続される辺部94A、94Bは、本実施例では平面状に構成しているが、緩やかな曲面状としても良い。外周部に位置する辺部94Cは、外側に緩やかなRを有する曲面で構成され、辺部94Cの両側に位置する第2の頂点部93B、第3の頂点部93Cは、キャップ部92の外形の曲率半径よりも小さい曲率半径を有する曲面で形成される。

【 0 0 7 2 】

図19(2)は、試料容器90の斜視図である。本実施例による試料容器90は、ロータに4つ装着するのに最適な形状に構成した。尚、試料容器90を用いる場合は、ロータの保持穴に装着する方向は特定の一方方向だけに限られてしまうが、この限られるというデメリットの代わりに、限られたロータの容積の中で最大限の試料容器容量を達成できるというメリットを得ることができる。また、試料容器90を用いることによってロータ形状の扁平度合いを高めることができ、回転時の安定性を向上させることができる。

【実施例4】

【 0 0 7 3 】

次に図20を用いて本願発明の第4の実施例に係る試料容器95を説明する。試料容器95は、上からみた形状を略二等辺三角形としたものであって、図中下側がロータの回転中心となるように配置される。図20(1)において試料容器95は、内周側に位置する第1の頂点部98Aの角度を狭めるようにし、その両側に接続される辺部99A、99Bの接線がなす内角を52度とした。辺部99A、99Bはきわめて緩やかな曲面状に構成しているが、平面状としても良い。外周部に位置する辺部99Cは、外側に緩やかなRを有する曲面で構成され、辺部99Cの両側に位置する第2の頂点部98B、98Cは、キャップ部97の外形の曲率半径よりも小さい曲率半径を有する曲面で形成される。

【 0 0 7 4 】

図20(2)は、試料容器95の斜視図であり、試料容器95はロータに6つ装着させることができ、その場合の図12で示すアングル角と同様に $\theta = 23$ 度くらいに設定することができる。試料容器95を用いる場合は、ロータの保持穴に装着する方向は特定の一方方向だけに限られてしまうが、この限られるというデメリットの代わりに、限られたロータの容積の中で最大限の試料容器容量を達成することができる。本実施例では、内周側に位置する頂点部98Aの角度を60度未満、具体的には52度にしたので、円周方向に6個以上配置できる遠心分離機用のロータを実現できる。

【 0 0 7 5 】

以上、本発明の実施例によれば、試料容器の底部の外周部分はロータの外半径と互いに曲線的平行を保つように設定して保持穴のロータに対する位置関係を有効に利用しているので、これによりロータの余肉部の効果的な削除を達成すると共に、遠心分離の処理量増加を図ることが可能となる。また、横断面形状を略正三角形にした試料容器により、収容できる試料量を増加したにも関わらず、ロータにおける隣り合う保持穴の間隔があまり減少しないので、ロータの強度保持上も有利である。

【 0 0 7 6 】

更に、本発明の構造であれば試料容器を保持する穴をロータと同一加工により形成できる。一般に、円筒形でない保持穴を実現するために、円筒穴に樹脂等で製造されたアダプタ等を介して容器を保持するように構成するが、本実施例によるロータボディでは、アダプタの追加は不要であり、部品点数の少ない比較的安価な遠心分離機用のロータを提供することができる。

【 0 0 7 7 】

尚、試料容器の胴体部を略正三角形とすることは、ロータに対して挿入する向きが3ヶ所あるので、遠心分離時に空間62に曝される頂点部、及び、ペレットが集まる辺部が特定の頂点部、辺部に偏ることがないので、繰り返し多数回使用する際にも、特定の部分だけが劣化してしまうという問題は生じにくい。

【 0 0 7 8 】

さらに、試料容器の頂点部の曲率半径は比較的小さい寸法となっているので、この部の剛性が非常に高く、遠心時の試料量が少なくロータの中心向き側の内部に空気層が多くある状態で遠心分離運転をしたとしても、強度上有利である。

【 0 0 7 9 】

以上説明した本実施例を実現するに当たって、容量増大に伴うロータにかかる遠心荷重へのロータ自身の強度対策と、モータの強化を除き、遠心分離機本体側に大きな変更を加えることが無く、ロータと試料容器を変えるだけで比較的容易に大容量化を実現することができる。

【 0 0 8 0 】

以上、本発明を示す実施例に基づき説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。例えば、上述の実施例ではロータを一体成型で製造したが、別体製造であっても良い。また、容器が保持される保持穴を画成する部材を、ロータ本体とは別部材のアダプタで構成し、アダプタをロータ本体から着脱可能に構成しても良い。

【 0 0 8 1 】

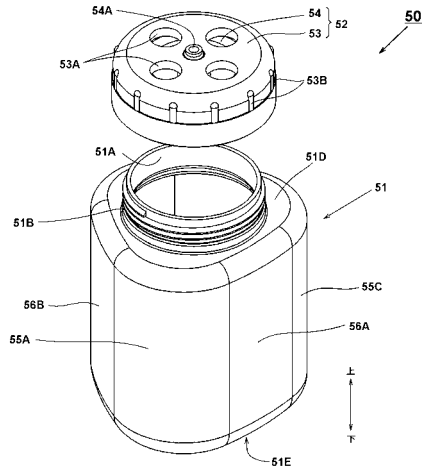
さらに、本実施例では略三角形の横断面形状を有する試料容器を実現したが、三角形だけにこだわらず、五角形、七角形等の、奇数角形の形状をベースとした試料容器としても同様に実現できる。また、四角形であっても、図 19 のように内周側の辺の長さが短く、外周側の辺の長さが長く、これらを結ぶ辺の間隔が外周側に広がるように構成すれば、同様の効果が得られる。

【 符号の説明 】

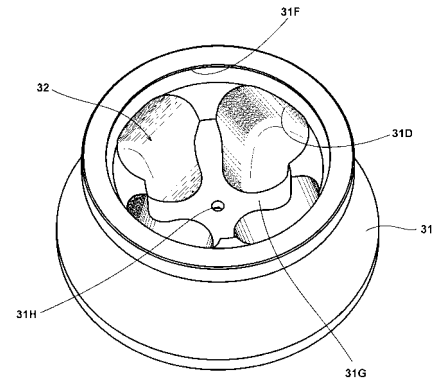
【 0 0 8 2 】

1 遠心分離機	2 筐体	2 A 仕切り板	2 B 防護壁
3 チャンバ	3 B (チャンバの) 孔	4 ロータ室	
5 駆動部	6 ハウジング	6 A 軸支持部	7 モータ
7 A (モータの) 回転軸	8 ダンパ	9 断熱部	
10 ドア	12 駆動軸部	13 操作・表示部	
30 ロータ	31 ロータボディ		
31 A 駆動軸穴	31 B 内周側壁部	31 C 底部	
31 D 外周側壁部	31 E 液封環状溝	31 F 開口部	
31 G えぐり部(減肉部)	31 H ネジ穴		
32 保持穴	32 A (保持穴の) 底部想像線		
40 ロータカバー	41 ハンドル		
50 試料容器	51 胴体部	51 A 開口部	51 B 雄ネジ部
51 C 絞り部	51 D (試料容器の) 肩部		
52 キャップ部	52 B 雌ネジ部	53 外蓋	
53 A (取り出し用) 貫通穴	53 B スベリ防止用の突起		
54 内蓋	54 A 凸部	54 B スカート部	51 C ツバ部
55 A、55 B、55 C 頂点部	56 A、56 B、56 C 辺部		
57 Oリング	58 上限位置	59 A、59 B 空間	
60 試料	61 液面	62 空間	
65 載置面	67 余肉スペース	68 円柱状試料容器外径想像線	
70 ネックサポート部材	70 A 蓋挿入穴	70 B 外周部	
70 C 平面部	71 A 頂点部	71 B 辺部	
74、77 ペレット	80 ロータ	81 ロータボディ	
82 保持穴	90 試料容器	91 胴体部	95 試料容器
96 胴体部	112 駆動部		
130 ロータ	131 ロータボディ	131 A 駆動軸穴	
132 保持穴	140 ロータカバー	141 ハンドル	
150 試料容器	151 胴体部	152 蓋	

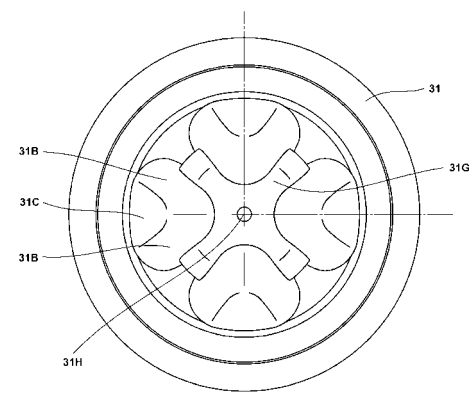
【図 3】



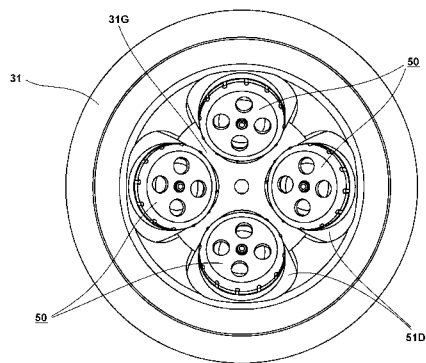
【図 4】



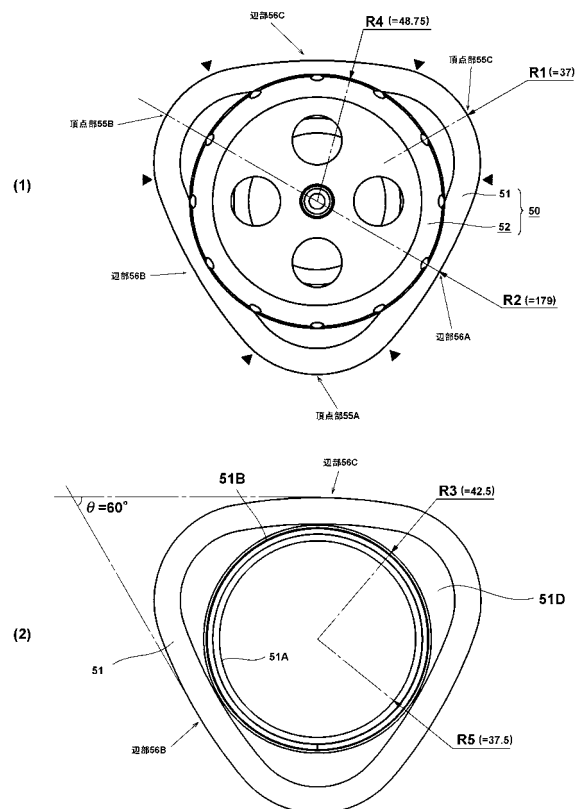
【図 5】



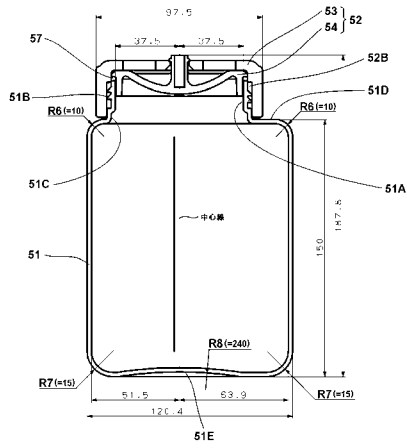
【図 6】



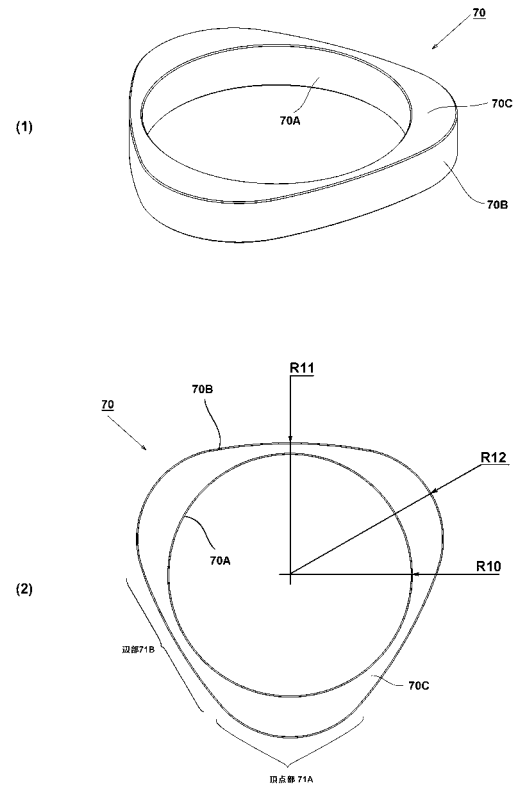
【図 7】



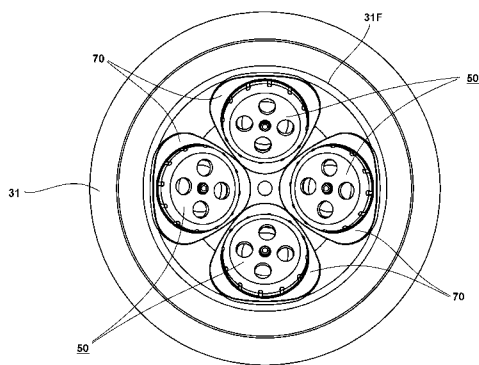
【図 8】



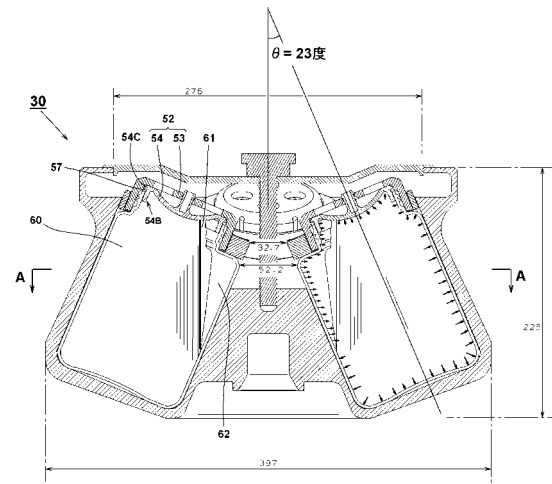
【図 9】



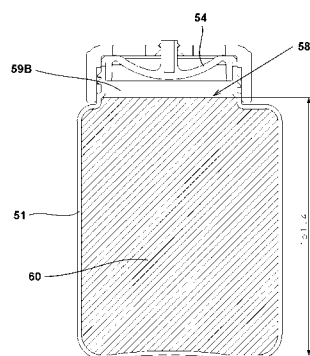
【図 10】



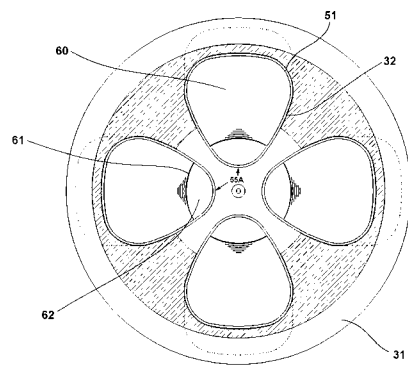
【図 12】



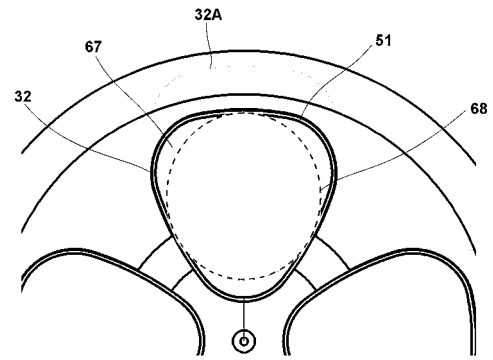
【図 11】



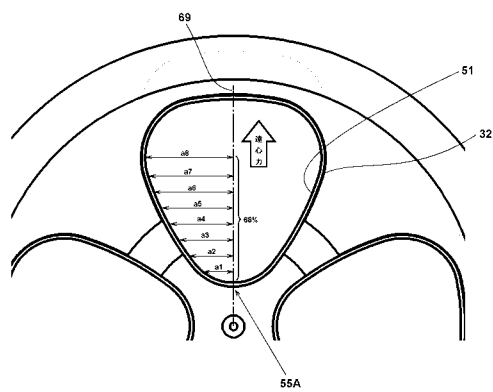
【図 13】



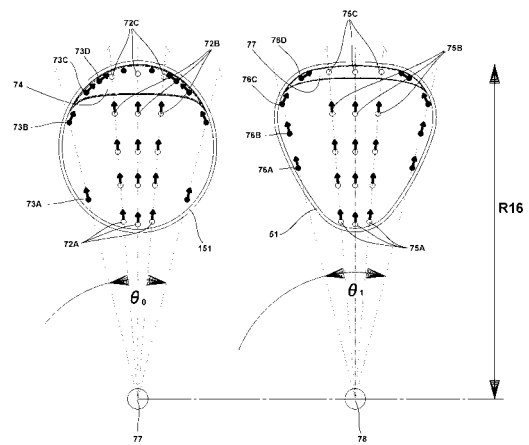
【図 14】



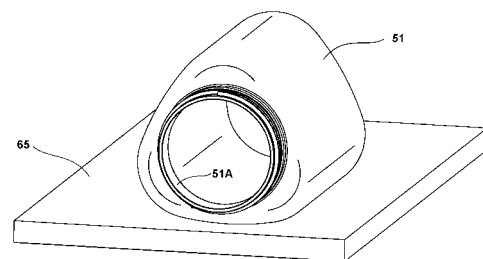
【図 15】



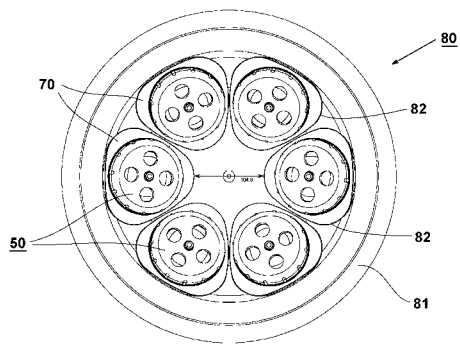
【図 16】



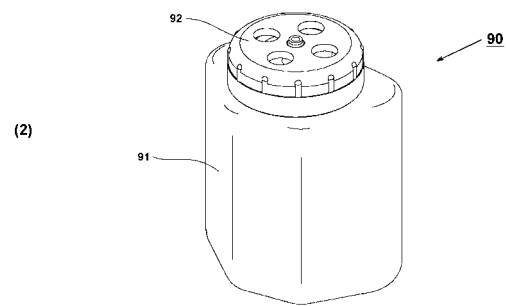
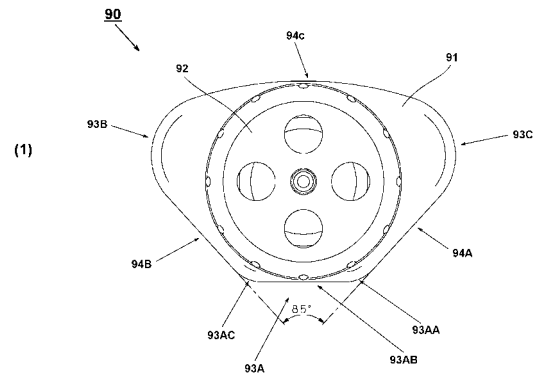
【図 17】



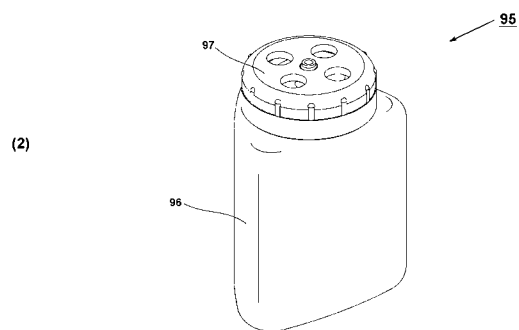
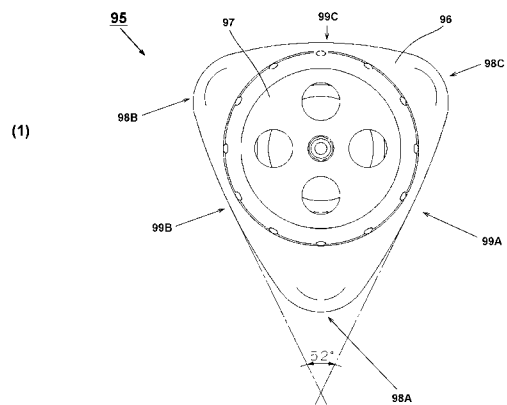
【図 18】



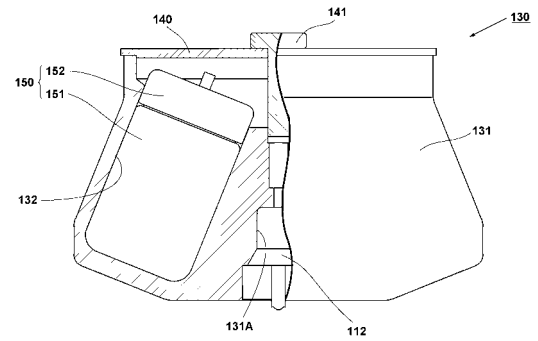
【図 19】



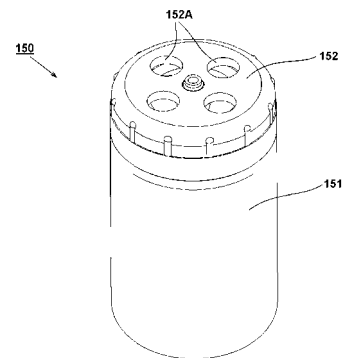
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 淳

茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開２００６－１７５４３９（ＪＰ，Ａ）

特開２００３－３０５３８１（ＪＰ，Ａ）

特開昭６３－０４２７５５（ＪＰ，Ａ）

米国特許第０３０７１３１６（ＵＳ，Ａ）

特開２００８－２２９５００（ＪＰ，Ａ）

特表平０７－５０１７４７（ＪＰ，Ａ）

特表平０５－５０１６７３（ＪＰ，Ａ）

特開２００７－０２１２７７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 0 4 B 5 / 0 2

G 0 1 N 1 / 1 0