

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-544200  
(P2008-544200A)

(43) 公表日 平成20年12月4日(2008.12.4)

(51) Int.Cl.  
F 2 5 B 21/00 (2006.01)

F I  
F 2 5 B 21/00 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2008-516101 (P2008-516101)  
 (86) (22) 出願日 平成18年6月15日 (2006. 6. 15)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年1月30日 (2008. 1. 30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CH2006/000324  
 (87) 国際公開番号 W02006/136042  
 (87) 国際公開日 平成18年12月28日 (2006. 12. 28)  
 (31) 優先権主張番号 05405393.9  
 (32) 優先日 平成17年6月20日 (2005. 6. 20)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

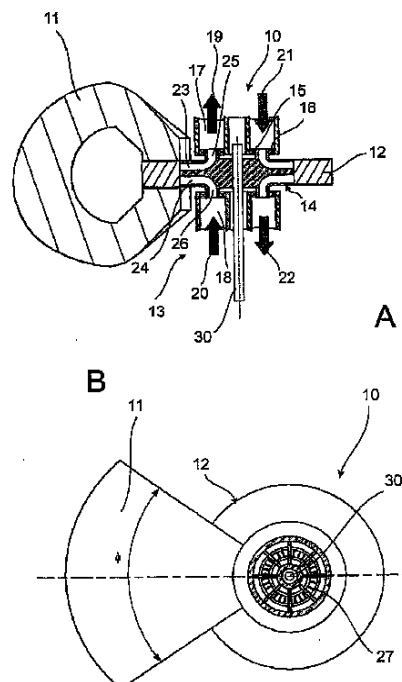
(71) 出願人 507397168  
 ハウテ エコーレ ディンゲニアース エ  
 ト デ ゲスティオン ドゥ カントン  
 デ ヴァウド  
 スイス国 シーエイチー 1 4 0 0 イヴァ  
 ードン-レス-バインス, ルーテ デ チ  
 エセアウクス 1  
 (74) 代理人 100091683  
 弁理士 ▲吉▼川 俊雄  
 (72) 発明者 エゴルフ, ピーター, ウィリアムス  
 スイス国 ニエデルレンツ, シーエイチー  
 5 7 0 2, アレ ワイルデッガーストラッ  
 セ 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ

(57) 【要約】

本発明は連続作動反応で作動可能な、工業熱反応に応用可能であると同時に、高効率かつ低製造コストの回転磁気冷凍機/ヒートポンプに関する。回転磁気冷凍機(10)には磁石(11)、磁気熱環(12)、および流体誘導分割組立品(13)が含まれる。流体誘導分割組立品(13)には、作用流体(19, 20, 21, 22)の供給と退避に利用される、上(17)、下(18)定置ダクト内にベアリング(15および16)付き骨組で懸架される水平体勢回転ディスク(14)が含まれる。回転ディスク(14)は中空セクター(23および24)の各平滑面に近接する2つの円状配列を有する。すべての中空セクター(23および24)に近接する平滑面にはまた回転ディスク(14)の周囲面のスロット(25および26)も含まれる。作用流体は、中空セクターの下部配列の周囲開口部まで放射方向に流れ出すと同時に中空セクターの上部配列の周囲開口部を通してディスクに戻り、そこから、最終的に上部平滑面にある各中空セクターの開口部を通してディスクを軸方向に出るために、下部中空セクター内へと軸方向に下部平滑面にある



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

予め決められた磁場発生用に設けられる少なくとも 1 台の磁気装置 ( 1 1 )、前記の予め決められた磁場を貫通して回転する部分的に中空の回転磁気熱環部材 ( 1 2 )、および作用流体の部分的に中空の回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) 内外誘導用の作用流体誘導分割組立品 ( 1 3 ) が含まれる連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプにおいて、該作用流体誘導分割組立品 ( 1 3 ) に該作用流体が前記ディスクの回転軸 ( 3 0 ) に平行に前記分割組立品 ( 1 3 ) を出入りすると同時に、該磁気装置 ( 1 1 ) と前記回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) との間に小さな間隙を定めるとともに、前記回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) を支持できるように設計される中央回転ディスク ( 1 4 ) が含まれ、この中央回転ディスクに少なくとも 2 つの中

10

## 【請求項 2】

中空セクター ( 2 3 , 2 4 ) の各配列にそれぞれ作用流体が導入するかまたは作用流体誘導分割組立品 ( 1 3 ) を軸方向に離れると同時に放射方向に前記回転ディスク ( 1 4 ) を通って中空セクター ( 2 3 , 2 4 ) 配列の周辺開口部まで流出することができるよう設置される開口部 ( 2 5 , 2 6 ) が含まれることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 3】

磁気装置 ( 1 1 ) と前記部分的に中空の回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) 間の間隙が 0 . 5 ミリ未満であることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

20

## 【請求項 4】

回転ディスク ( 1 4 ) が水平に位置すると同時にベアリング ( 1 5 および 1 6 ) 付きの骨組みで上部 ( 1 7 ) および下部 ( 1 8 ) の定置ダクト内に懸垂されることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 5】

磁気熱環部材 ( 1 2 ) に少なくとも 1 台の流体分流器が含まれることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 6】

前記回転ディスク ( 1 4 ) に回転ディスク ( 1 4 ) に取り付けられる回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) 内外の少なくとも 1 つの流体の流れをもたらす少なくとも 1 台の流体分流器が含まれることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

30

## 【請求項 7】

定置ダクト ( 1 7 , 1 8 ) が前記回転磁気熱環部材 ( 1 2 ) と前記回転ディスク ( 1 4 ) が含まれるケーシングに取り付けられることを特徴とする請求項 4 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 8】

定置ダクト ( 1 7 , 1 8 ) に少なくとも 1 台の分流器が含まれることを特徴とする請求項 7 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 9】

磁気熱環 ( 1 2 ) が少なくとも 1 種の電磁熱材料製であることを特徴とする請求項 1 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

40

## 【請求項 10】

電磁熱環 ( 1 2 ) が温度勾配方向に異なる電磁熱材料で層状化されることを特徴とする請求項 9 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 11】

電磁熱材料が粒子はまたは多孔性または断続性構造が詰め込まれた層であることを特徴とする請求項 10 による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ ( 1 0 )

## 【請求項 12】

各段階に異なる電磁熱材料が含まれる、および/または温度勾配の方向に層状化もされる

50

ことを特徴とする、1つ以上の部分中空磁気熱環部材(12)ならびに、数段階を有する直列装置が提供される決められた磁場の発生用に設置される1台以上の磁気装置(11)が含まれる請求項1による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ(10)

【請求項13】

間隙効果を減少させるために高磁気浸透流体が磁気熱環部材(12)とハウジング間に挿入されることを特徴とする請求項1による連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプ(10)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はある部分中空回転磁気熱環部材、予め磁場を発生させるため設置される少なくとも1台の磁気装置が含まれて、前記回転磁気熱環部材が前記予め決められる磁場を通過して回転するとともに、さらに作用流体の部分中空回転磁気熱環部材内外誘導用作用流体誘導分割組立品が含まれる連続回転磁気冷凍機又はヒートポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

ブラウンGV。(米国特許4,069,028、「磁気ヒートポンピング」、および「室温付近の磁気ヒートポンピング」、J. App. Phys. 誌、1976年 47号 p. 3673~3680)が最初の室温磁気冷凍機を1976年に紹介しており、数多くの「室温」冷凍機が製造されると同時に特許化された。これらの冷凍機のアイディアには大部分とてつもない投資コストを要する超伝導磁石が含まれた。1980年代以来、数多くの様々な用途が2001年に提案された。米国宇宙飛行士協力会(Zimm CB、Sternberg A、Jastrab AG、Boeder AM、Lawton LM、Chell JJによる米国特許5,743,095「回転台磁気冷凍処理と装置」)は世界で初めての磁石で作動する「室温」磁気冷凍機を報告した。

【0003】

磁気冷凍機の開発と平行して、室温磁気冷凍機相応しい磁気熱材料に関する研究が進んできていると同時に、AMES Laboratoryにおける合金をベースとしたガドリニウムの発明以来等比級数的に増加してきた。(Gschneidner Jr. KA、Pecharsky VKによる米国特許5,743,095「Gd-Si-Ge材料をベースとした活性磁気冷却剤および冷凍処理と装置」、Pecharsky VK、Gschneidner Jr. KAによる「Gd<sub>5</sub>(Si<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>)の巨大磁気熱効果に関する合金効果」J. Magnetism and Magnetic Materials」誌、1997年 167号 p.179~184)

【0004】

それとなくほのめかされてきた様々な電磁熱化合物の中で、強調する価値のあるものはマンガンが極めて大きな磁気熱効果を示すのでマンガンがベースにされている。(Bruck E、Tegus O、Li XW、de Boer FR、Buschow KHJによる「室温用途に向かう磁気冷凍」、Physica B」誌、2003年 327号 p.431~437、Wada H、Tamabe Y.による「MnAs<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub>の巨大磁気熱効果」、Appl. Phys. Lett. 誌、2001年 79巻、No. 20、p. 3302~3304) 磁気冷凍機および磁気熱材料の様々なタイプに関するレビューは諸参考文献中に見つけることができる。(Yu BF、Gao Q、Zhang B、Meng XZ、Chen Zによる「室温磁気冷凍機研究に関するレビュー」、International Journal of Refrigeration 誌、2003、26、p.1-15、Tishin AM、Spichkin YI.による「電磁熱効果とその用途」、Institute of Physics 報、Series in Condensed Matter Physics、Institute of Physics Publishing 2003年、Gschneidner KA、Pecharsky VK.による「磁気冷凍」、Intermetallic Compounds, Principles and Practice 誌、Vol.3、John Wiley & Sons社、2002年 p.519~539)

【0005】

過去10年間において、高キュリー温度と巨大磁気熱効果(MCE)を伴う電磁熱材料と呼ばれる新たな電磁熱冷却剤合金の発見が磁気冷却向けの多くの用途の開発を生んだ。これらの開発は従来冷却技術の用途に劇的に影響を及ぼす潜在性のある代替冷却技術の始まりであるかもしれない。環境に害のない従来冷却剤を必要としない冷却技術を求めて、磁気冷凍装置が顕著な解決策を示しているのかも知れない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

この20年の研究開発活動は磁気熱材料を使用すると同時に異なる熱力学サイクルで作動する多くの磁気冷凍機をもたらした。これまで、磁気熱材料の原理による多くの磁気冷凍機能は往復または回転動作で磁場を通り抜ける。初期の科学出版物の多くは、磁気熱効果による磁気熱材料の温度変化を誘導するための超伝導磁石の利用に触れている。最近、米国宇宙飛行士協会が世界で最初の永久磁石を利用して作動する「室温」磁場冷凍機の製造について報告したばかりである。(米国特許6,526,759, 2003、「回転床磁気冷凍装置」、CB. Zimm, A. Sternberg, A.G. Jastrab, A.M. Boeder, LM. Lawton, J.J. Chell)

## 【 0 0 0 7 】

永久磁石には超伝導または従来の電磁石と比べる場合、大きな利点がある。電磁石とは逆に、磁場を発生させる外部動力が必要ないだけでなく、電気エネルギーの消散による熱の発生もない。デュワーを使用する超伝導磁石はコストが高すぎるだけでなく、磁気冷凍におけるこれらの適用によってもこの技術の競争力は根底から壊れてしまう。既存の磁気熱材料が用いられる場合の運転再生サイクルと直列装置の可能性では、弱い磁場での永久磁石の使用すら可能となる。極めて強い磁場を利用した永久磁石もまた徐々に開発されており(K.H. Muller, G. Krabbes, J. Fink, S. Gruss, A. Kirchner, G. Fuchs, L. Schultzによる「新たな永久磁石」、Journal of Magnetism and Magnetic Materials誌、2001年 226~230, p. 1370~1376、およびKumada M., Iwashita Y., Antokhin G.E.Aによる「永久磁石問題」、NANOBEAM学会、2002年、Lausanne, Switzerland, Conference web-proceedings報告を参照のこと)、将来のほぼ室温で作動する磁気冷凍機には永久磁石が含まれるだろうと予想するのが正当のように見える。既存の磁気冷凍技術に関する広範なレビューは、「Tishin」の書籍(A.M. Tishin, Y.I. Spichkin著、「磁気熱効果とその用途」、Institute of Physics報、Series in Condensed Matter Physics, Institute of Physics Publishing 2003年)あるいはYuその他の論文(Yu B.F., Gao Q., Zhang B., Meng X.Z., Chen Z著、「室温磁気冷凍に関するレビュー」、International Journal of Refrigeration誌、2003年 26号、p.1~15)に見出すこともできる。

## 【 0 0 0 8 】

磁気熱材料により2つの浴槽、例えば、熱源浴槽とヒートシンク浴槽を通して回転する環が形成される先行技術の装置がUS 3,108,444に公開されている。この特許では、環が2つの浴槽、例えば、熱源浴槽とヒートシンク浴槽を通して回転する。磁気熱材料が小さな空間に閉じ込められると同時に、磁石が移動する日本国特許公開JP2001-090953によって別の装置が公開されている。さらに磁石が移動すると同時に追加弁と特殊スイッチの設置が磁気熱材料を通過して作用流体が流れるよう必要とされる別の装置が世界公開WO03050456に公開されている。

## 【 0 0 0 9 】

作用流体が導管によって環と共に回転する床の加熱および冷却端部に接続される分散弁により再生床(磁気熱環と一緒に含まれる)の出入りに向けられる別の装置がPCT出願WO/0212800によって公開されている。限られた数の導管が作用流体を分散させるために利用され、該導管は磁気熱環に接続されて流れは床を通して周囲に流れると同時に、様々な弁が必要とされる。

## 【 0 0 1 0 】

米国特許 5,249,424では極低温貯蔵装置が冷却流体としてヘリウムガスと水素ガスを通常、使って作動させるということが述べられている。この装置には一つは大きいほうのまた一つは小さいほうの、例えば、装置の第一段階と第二段階の磁気材料の2つの床が含まれる。第一段階からの冷却エネルギーは、こうして、第一段階の暖かい部分に利用されるだけでなく、第二段階の冷たい部分にも向けられる。これによって一種の再生が各段階で行われる。従って、この装置は単一段階でも従来の再生タイプの冷凍機でもなく、再生と直列原理の一種の組み合わせ(二段階)を示すものである。

## 【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

磁気熱材料の上部および下部を流れる流体のため、磁石と磁気熱材料間の間隔が極めて広くなる点もまた注目されよう。この間隙は極めて大きな磁気抵抗につながると同時に磁気熱材料の磁気誘導を減少させる。

【0012】

本発明の対象は水素液化器ではなく、「記録的」材料がまだ磁気熱効果を示す温度までの任意の温度レベルで適用されうると同時に、多くの種類の流体が搬送流体として選択可能である、一般的用途の磁気冷凍機またはヒートポンプに関する。この発明の基本原理は一種の磁気熱材料環が含まれる一段階装置である。この一段階装置は再生段階装置であるよう変更されてもよい。

さらに、該装置はUS 5,249,424の発明の事例ではない従来装置におけると同様に直列としても設置が可能である。また、接続と連結により流体搬送と熱伝達構成が考えられ、熱源とシンクの位置決めがまったく異なる。

【0013】

本発明の装置には磁気熱材料の一つの床と同時に最低一つの磁石を意味する単一磁気熱ディスクが含まれ、一段階が生じる。次にこの構成は多くの種類の再生によって変更可能である。さらに、磁気材料への作用流体の供給は特別に設計される回転ディスクを利用する方法によって行われる。このディスクにより回転軸に平行な装置からの作用流体の出入りが可能となる。これらの流体は流体力学に関する最適構成（曲げ）でこの特殊ディスクに取り付けられる環に詰め込まれる磁気熱材料を出入りする。

【0014】

従って、タイプと形状だけでなく磁石によって誘導される磁場の生ずる領域もUS 5,249,424の発明では、本出願のものとは実質的に異なっている。

【0015】

同一出願人からのPCT公開WO 2004/059221では、磁気熱材料で完全に満たされるかあるいはこれによって製作される円筒体が含まれる軸方向機械が説明されている。磁石は様々な位置決めされるので、流体は様々な流れる。従って、流体に関する自由交差断面は一定であると同時に、平均速度も下方流に変化しない。これに相反して、本特許出願では、ディスクの自由交差断面が減少するとともに、従って、質量の連続性によって、平均速度が減少する特別に設計された回転ディスクを通じて流体が放射方向に流れる。

【0016】

本特許出願では、非常に小さな空隙の設計を可能にすると同時に、磁気熱環装置内で独特な前後流回路が採用される磁石熱環付近の磁石の位置決めを伴う特別な放射状機械が紹介されている。追加のエネルギーが消費されないだけでなく、弱い磁場誘導が示される永久磁石を使って良好な性能が得られる。従って、低い磁気抵抗が定められる永久磁石が含まれる機械では、この機械が経済的に運転可能であるように二ヶ所の間隙（磁気熱輪）の上部と下部）が必要である。

【0017】

他の大きな違いは位置であると同時に磁石の形状でありまた作用磁場の方向でもある。本発明では磁場線がほぼディスクの軸に平行であるけれども、WO 2004/059221における磁石はほぼ軸に垂直かあるいはおよそアジマス方向の磁場線をなす。

【0018】

さらに、本発明に紹介される装置の派生方向の温度方向に様々な材料が詰め込まれた床の製作はWO 2004/059221の装置とは全く異なる。これにより機械の性能係数が実質的に上昇するのでこの手順は重要である。

【0019】

本出願は磁気冷凍機またはヒートポンプに関係するのに対して、特許出願55002872の概要で説明される本発明はサーボ弁作動装置に関係する。従って、磁性流体または高浸透性流体の用途目的は実質的に2つの発明で異なる。日本の装置ではこの流体の目的は電磁石の磁気移動力が磁性流体または高浸透性を示す流体を用いた間隙の充填によって小さくするという点にある。本出願では、間隙の高浸透性流体により磁気熱材料中の高磁気流れ密度

10

20

30

40

50

が保証される。ここで、磁場は任意の磁石、超伝導磁石、電磁石または永久磁石によって誘導される。

【0020】

本発明の目的は明らかに極めて様々である。例えば、磁性流体をベースとしたこの同様な方法は磁気弁または本磁気熱用途との関連が示されない拡声器にも適用される。

【特許文献1】米国特許4,069,028

【特許文献2】米国特許5,743,095

【特許文献3】米国特許6,526,759

【特許文献4】US 3,108,444

【特許文献5】日本国特許公開JP2001-090953

10

【特許文献6】世界公開WO03050456

【特許文献7】PCT出願WO/0212800

【特許文献8】米国特許. 5,249,424

【特許文献9】PCT公開WO 2004/059221

【特許文献10】日本国特許出願55002872

【特許文献11】Wada H, Tamabe Y.による「MnAs<sub>1-x</sub>Sbxの巨大磁気熱効果」、Appl. Phys. Lett.誌、2001年79巻、No. 20、p. 3302~3304

【非特許文献1】ブラウンG.V.「室温付近の磁気ヒートポンピング」、J. App. Phys.誌、1976年47号 p. 3673~3680

【非特許文献2】Pecharsky VK, Gschneidner Jr. KAによる「Gd<sub>5</sub>(Si<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>の巨大磁気熱効果に関する合金効果」J. Magnetism and Magnetic Materials」誌、1997年167号 p.179~184

20

【非特許文献3】Bruck E, Tegus O, Li XW, de Boer FR, Buschow KHJによる「室温用途に向かう磁気冷凍」、Physica B」誌、2003年327号 p.431~437

【非特許文献4】Yu BF, Gao Q, Zhang B, Meng XZ, Chen Zによる「室温磁気冷凍機研究に関するレビュー」、International Journal of Refrigeration誌、2003, 26, p.1-15

【非特許文献5】Tishin AM, Spichkin YI.による「電磁熱効果とその用途」、Institute of Physics, Series in Condensed Matter Physics, Institute of Physics Publishing 2003年

【非特許文献6】Gschneidner KA, Pecharsky VK.による「磁気冷凍」、Intermetallic Compounds, Principles and Practice誌、Vol.3, John Wiley & Sons社、2002年 p.519~539

30

【非特許文献7】K.H. Muller、G. Krabbes、J. Fink、S. Gruss、A. Kirchner、G. Fuchs、L. Schultzによる「新たな永久磁石」、Journal of Magnetism and Magnetic Materials誌、2001年226~230、p. 1370~1376

【非特許文献8】Kumada M.、Iwashita Y.、Antokhing E.Aによる「永久磁石問題」、NANOBEAM学会、2002年、Lausanne、Switzerland、Conference web-proceedings

【非特許文献9】A.M. Tishin, Y.I. Spichkin著、「磁気熱効果とその用途」、Institute of Physics, Series in Condensed Matter Physics, Institute of Physics Publishing 2003年

40

【非特許文献10】Yu B.F.、Gao Q.、Zhang B.、Meng X.Z.、Chen Z著、「室温磁気冷凍研究に関するレビュー」、International Journal of Refrigeration誌、2003年26号、p.1~15

【発明の開示】

【0021】

先行装置の前述の欠点を克服するため、本発明の目標は連続作動処理運転可能で、高効率かつ低コスト生産のHVAC装置、冷凍機、ヒートポンプ、自動車、列車、航空宇宙機器などの工業用熱処理に適用可能な回転磁気冷凍機/ヒートポンプ(RMR/RMHP)を提供することにある。

【0022】

50

まえがきで定められたような本発明の回転磁気冷凍機またはヒートポンプは、作用流体誘導分割組立品に、前記ディスクの回転軸に平行な前記分割組立品からの作用流体の出入りならびに磁気装置と前記回転磁気熱環部材間に小さな間隙を定める場合に前記回転時期熱環部材の支持が可能ないように設計される中央回転ディスクが含まれ、この中央回転ディスクに少なくとも2つの中空セクターの円形配列および該中空セクターの配列と連絡する手段が含まれることを特徴としている。

【0023】

本発明の好ましい実施例によると、中央回転ディスクの中空セクターの各配列にはそれぞれ作用流体が軸方向に導入されるかあるいは作用流体誘導分割組立品を離なれると同時に放射方向に中空セクターの配列周辺開口部を貫通して前記回転ディスクの中に流出可能なように設置される1つの開口部が含まれる。

10

【0024】

磁気装置と前記部分中空回転磁気熱環部材との間に定められる間隙は0.5ミリ未満であることが都合がよい。

【0025】

回転ディスクは水平に位置するとともに、上部および下部で定置ダクト内にベアリング付きの骨組により懸架されることが好ましい。

【0026】

磁気熱環部材には少なくとも1台の流体分流器が含まれると同時に、前記回転ディスクには回転ディスクに取り付けられる回転磁気熱環部材からの少なくとも1種の流体の流れの出入りを提供する少なくとも1台の流体分流器が含まれるのが都合よい。

20

【0027】

定置ダクトは前記回転磁気熱環部材および前記回転ディスクが含まれるケーシングに取り付けられるのが好ましい。これらの定置ダクトには最低1台の流体分流器が含まれる。

【0028】

磁気熱環は少なくとも1種の磁気熱材料製であってよくあるいは温度勾配の方向に異なる磁気熱材料により層状化されてもよい。

【0029】

磁気熱材料は詰め込み床の多孔性構造として、断続性構造として製作されてよい。

【0030】

1つ以上の部分中空回転磁気熱環部材および複数段階を有する直列装置を提供する予め決められる磁場の発生用に設置される1台以上の磁気装置が含まれる、連続回転磁気冷凍機またはヒートポンプの実施例のある変型では、各段階に様々な磁気熱材料が含まれてよい、および/または、温度勾配の方向に層状化されてもよい。

30

【0031】

間隙効果を減少させるよう磁気熱環部材とハウジング間に高磁気浸透性流体が挿入されることが好ましい。

【0032】

図1Aと図1Bは主構成構造部品からなるその最も単純な構成の回転磁気冷凍機10の概略設計を示す。この冷凍機の機能形態は3つの主機能構成集団および最低1種の作用流体の上に成り立つ。2つの作用流体、例えば、熱源とヒートシンク流体が利用されるとともに、これらはガス類、液体類、ナノ流体または懸濁液であるのが好ましい。3つの機能構成集団は磁石11、この磁石によって回転する部分中空磁気熱環12および流体誘導分割組立品13である。流体誘導分割部品13には、作用流体または矢印19、20、21および22によって指し示される作用流体の供給ならびに排出のために利用される、上部および下部の定置ダクト17および18内のベアリング15および16付きの骨組で懸架される水平配置回転ディスク14が含まれる。回転ディスク14にはその内部にその各平滑面に近接する中空セクター23と24の2つの円形配列が含まれる。中空セクターそれぞれ23および24のすべての配列はそれぞれ回転ディスク14の隣接する平滑面および周囲面にスロット開口25および26を有している。これにより作動流体が中空セクター下部

40

50

平滑面にある周囲開口部を通して中空セクター下部配列の中に軸方向に導入された後、該流体が中空セクター下部配列の周囲開口部まで放射方向に流出するとともに、中空セクター上部配列の周囲開口部を通してディスクに戻り、そこからこれが最終的に上部平滑面にある各中空セクターの開口部を通して軸方向にディスクを出ることが可能となる。2種以上の作用流体がある場合には、これらは同一方向あるいは反対方向に流れてよい（例えば、図1では、矢印がその場合を示し、熱源およびヒートシンク流体が反対方向に流れる。）ディスク内側の回転方向であるアジマス方向の流体交流は望ましくなく隣接中空セクターの分流器27を利用して防止される。回転ディスク内の中空セクターの数は冷凍機の使用に応じて変わる。分流器27は必要ならば断熱されても良い。分流器は磁気熱環12にも取り付けられると同時に、磁気熱材料製であってよい。分流器は定置ダクト内にも存在する。回転ディスク14と定置ダクト17および18内の分流器の数は、磁気熱環12内のこれらの幾何形状と合わせて冷凍機やヒートポンプの個別の用途に応じて変わる。

10

20

30

40

50

#### 【0033】

回転ディスク14はその中央にある駆動車軸30によって回転する。回転ディスク14の周囲面に磁気熱環12が取り付けられ、これがディスクを利用して回転する。この環には粒子の詰込み床か、多孔性の断続性構造のどちらかの形態の磁気熱材料が含まれる。磁気熱環12にはアジマス方向の流体流防止用の分流器もある。磁気熱環との境界を通過して回転ディスク14の上部や下部（流体流れの方向に応じて変わる）の中空セクター配列を出る作用流体は、磁気熱材料の隙間の中に流れ、ここからこれが周囲面を通過して回転ディスク14の中空セクターの上部（または下部）配列に戻る。磁石11は定置式であると同時に、磁気熱環12が利用されて0.5ミリ未満の間隙がつけられる。冷凍機の使用に応じて一定あるいは変化する磁場を加えることも考えられる。磁石によって覆われる磁気熱環12の角度範囲は冷凍機の個別の用途に応じて変動させて良い。

#### 【0034】

図2は1つの磁石11または均一あるいは段階毎に増加する磁場を動かすこと考えられる11a、11b、11c、11d、11eの複数磁石のパッケージの例を示す。

#### 【0035】

図3A、3B、3Cは、図3Aの2つの対称磁石11aa、11bb、図3Bの180度の角度で展開された単一磁石11ccならびに、図3Cの5つの磁石セクター11dd、11ee、11ff、11gg、11hhの追加磁石のありうる数配置例を示す。

#### 【0036】

図4A、図4B、図4Cは磁気熱環12に取り付けられるその内部構造を伴った回転ディスク14を示す。B-B線に沿った横断面図、図4Cの黒矢印40は磁気熱環12の構造を通る作用流体の流れを示す。回転ディスク14と分流器27は任意の材料製であってよいが、低熱伝導性材料のものであるのが好ましい。特別な場合には、分流器27は断熱されてもよい。分流器27の形状は様々なものであってよい。特別な場合には、これらはポンプあるいはタービンで用いられる羽根状形状であることもある。磁気熱環12周囲のハウジングは任意種類の材料であってよいが、磁気熱材料であるのが好ましい。分流器27は様々な種類の形状であってよい。これらの形状は磁気熱環内、回転ディスク内や定置ダクト内の分流器41の間で異なる。これらの各分割構成部品の分流器の形状は冷凍機あるいはヒートポンプの個別の用途に応じて選定されなくてはならない。

#### 【0037】

図5A、図5B、図6Cおよび図5Dは磁気熱環内ならびに回転ディスク内の分流器41の異なる形状の数例を示す。回転ディスクの下部部分の分流器の形状は回転ディスクの上部部分のものと異なってもよい。この点は定置ダクトについてもいえる。

#### 【0038】

図1Aに示される定置ダクト17と18がさらに詳しく図6Aと図6Bに示されている。各定置ダクトの片端には回転ディスク14が取り付けられるシール部が含まれるベアリング61および62が設置される。これを利用して、磁気熱環14と一緒にディスクが回転する間両ダクト17、18が停止状態となる。定置ダクト17、18にはこれらの外部配管

への取付け用フランジ63が含まれる。定置ダクト17、18は任意の材料製であってもよいが、熱伝導率の極く低いものが好ましい。これらはまた断熱されても良い。定置ダクト内の分流器64は一般的にアジマス方向の流体流れを防止するので、熱源とヒートシンク流体の混合も防止するかまたは異なる温度レベルの流体の混合も防止する。分流器64の概念によりまた冷凍機の再生装置への変更の可能性が単純化される。分流器64は冷凍機の個別の用途とその作動特性に応じて形状が異なってもよい。外部ダクト17aと内部ダクト17bにより、これらの間の空間を流れる作用流体を利用して同軸の一体組合せダクトが形成される。回転ディスク組立品14および定置ダクト17、18には定置ダクト内分流器と回転ディスク14延長部の平滑面との間の境界間隙が必要とされる。この間隙を通じて、定置ダクト17、18内の個々のセクター内のいくらかの量の流体がアジマス方向の隣接するセクターに漏出する恐れがある。これは望ましくないと同時に、回転部分と定置部分の接触防止に必要な最小限の間隙の大きさを決めることによるかあるいは、回転と定置の部分間の間隙を通る漏出の最小限化に相応しいだけのシーリングを施すことによって、あるいは回転ディスク14と定置ダクト17、18間の境界での分流器の幾何形状を適切に設計することによるかのいずれかによって回避が可能である。

10

20

30

40

50

#### 【0039】

図1Aおよび図1Bに示される冷凍機の様々な設計案が図7および図8に示される。両設計案では磁気熱環12と一体の回転ディスク14が、磁石11の磁極に取り付けられ定置されているハウジング71および72内に封じ込まれている。磁極11に取り付けられるハウジングの部分は高浸透材料からなるけれども、他の部分は任意の材料製であってもよいが、極めて低い磁気浸透性のものであるのが好ましい。この場合、磁気流入線は磁化されなくてはならない磁気熱環の部分を貫通する方向にのみ向けられる。ハウジングと回転磁気熱環との間の間隙には、環の磁化に関する間隙の逆効果を減じる目的で高浸透流体が封じ込められる。回転ディスク14と定置ハウジング71、72との間の相対移動により、不可避免的に、これらの部品間の浸透性流体が「暖」と「冷」の領域を回転させると同時に混合させる。これは適当な位置においてハウジング内部の平滑面にシールを施すことによって防止されてもよいし、あるいは浸透性流体、磁場で捕捉されるシーリング部品が利用されてもよい。

#### 【0040】

図8は回転ディスク14付の回転磁気冷凍機10ならびにハウジング71、72内に位置すると同時に、作用流体ダクト17、18内でベアリング73を使用して懸架される磁気熱環12を示す。回転ディスク14とハウジング71、72との間にシール部74が設置される。この設計は製造しやすさと部品の組み立てやすさが特徴であって費用の削減を可能にする。

#### 【0041】

図3Bの構成を考えると、一定と仮定される磁場について、図9の右側の冷凍機概要図に4つの関連する作動段階が数えられる。図9の左側のT-S図式は、磁気熱材料がこれらの4作動段階に受ける場合に対応する熱力学サイクルを定性的に示している。2つの等角磁場（一定磁場）と2つの断熱曲線間で作動するブレイトンサイクルが仮定される。IV位置からI位置までは、磁場を受けない、磁気熱環部分の真空の空間を流れる熱源流体91である作用流体がその環の部分に熱をもたらす。本反応では、磁気熱材料の温度は上昇するのに、作用流体の熱源のそれは下降する。磁気熱環が回転するにつれて、これは磁石が位置する地帯に入る。一定磁場（ $H_1 = 0$ の位置Iから $H_2 > H_1$ の位置IIまで）のこの地帯に入り次第、磁場を受ける磁気熱材料は断熱磁化を受けると同時に磁気熱効果により加熱される。段階IIから段階IIIまでは、磁場を受ける磁気熱環部分の真空の部分を通して流れるヒートシンク流体92である作用流体は、環部分の流体から熱を吸収する。この反応では、磁気熱材料の温度は低下するのに対し、ヒートシンク作用流体の温度は上昇する。図9の場合には、作用流体91と92の両方とも同一方向に流れるが逆の流れの流れもまたありえる。特別な配管配置を利用すると、ある別の流体方案も可能である。一定の磁場地帯を出て磁場のない地帯に入る（位置IIIから位置IVまで）と同時に、磁気熱材料は断熱脱

磁化を受けるとともに、磁気熱効果により冷却される。作用流体に必要な外部配管装置は回転ディスク14上下の定置ダクトに取付けられる。

#### 【0042】

磁気熱材料が4作動段階の間にエリクソン熱力学サイクルを受けるためには、装置は図10に示される2つの等角磁場と2つの等温線との間で作動されなくてはならない。これは等温磁化(IからIIまで)と同時に、等温脱磁(IIIからIVまで)を意味する。等温磁化は磁気熱環が次に続く増加磁場地帯を通る必要がある(あるいは一定温度における磁化反応を必要とする)のに対して、等温脱磁は磁気熱環が次に続く減少磁場地帯を必要とする(または一定温度における脱磁反応を必要とする)。図10の場合について、等温磁化と脱磁は1個以上の磁石の作用による増加磁場の利用によって行われると考えられる。図10の右側には冷凍機の概要図で関連する4作動段階が数えられる。図10の左側のT-S図式は磁気熱材料がこの4作動段階中に受ける当該エリクソン熱力学サイクルを定性的に示す。磁気熱環14が回転するにつれて、第一磁石(セクターa)が位置する地帯に入る。この地帯に入り次第に磁場を受ける磁気熱材料が断熱磁化を受けると同時に、磁気熱効果により加熱される。磁場は次に続く各セクター内で位置II(セクターb、c、とIIからIIIまで)まで上昇する。従って、各セクターが磁場に入り次第、磁場熱材料は繰返し断熱磁化と磁気熱効果により加熱される。これは複数の磁石を利用して行われても良い。磁気熱環14はこれらの増加磁場のセクターを通過するにつれて、これらの磁気熱環部品の真空の部分を通して流れるヒートシンク作用流体が熱を磁気熱材料から取り出す。この反応において、磁気熱材料の温度は各磁化セクターで減少するのに対し、ヒートシンク作用流体は上昇する。このある一定の地帯にわたる手順の場合、磁気熱材料は、材料の磁化を増加させるにもかかわらずほぼ一定平均温度に保たれうる。この温度は冷凍機の高温側レベル温度を示す。

10

20

#### 【0043】

次に続く区間IIからIIIまででは、磁気熱材料の容積に保持されるヒートシンク作用流体が区間IVからIまでくみ上げられて内部再生サイクルが行われる。同時に、区間IVからIまで磁気熱材料の容積に保持される熱源流体は、内部再生反応のため区間IIからIIIまでくみ上げられる。再生のための流体交流の搬送機構は使用流体および冷凍機の個別の用途に応じて選択される。サイクル状態IIIからIVまでは、引き続き磁場が各セクターにおいて位置IV(セクターa'、b'、c')まで減少する。各セクターの磁場に入り次第、磁気熱材料は繰返し脱磁と磁気熱効果により冷却される。磁気熱材料がこれらの減少磁場のセクターを通過するにつれて、これらの磁気熱環の部品の中で真空の空間を流れぬける熱源作用流体は熱を磁気熱材料に放出する。この反応では、磁気熱材料の温度は、熱源作用流体の温度が減少するにもかかわらず各材料の脱磁化セクター内では上昇する。この手順の場合、ある一定の地帯にわたり、磁気熱環材料が材料の脱磁化にもかかわらずほぼ一定の平均温度に維持されうる。この温度は冷凍機の低温側レベル温度を示す。

30

#### 【0044】

等温磁化を伴うエリクソンサイクルが行われるもう一つの可能性が、図11(IからIIまで)ならびに、ヒートシンク流体は磁気熱環14が磁場に入る直前の磁気熱環14の一部ならびに磁気熱環14が磁場に入った直後の磁気熱環14の一部に入る脱磁(IIIからIVまで)によって示される。同様に、熱源流体は、これが磁場と磁気熱環の部分を出る直前、磁気熱環14が磁場を出る直後に磁気熱環14を通過する。

40

#### 【0045】

磁気熱材料が4作動段階中にカルノー熱力学サイクルを受けるためには、図12によって示されるように装置は2つの等温線と断熱曲線との間で作動させなくてはならない。磁気熱材料が受ける反応は、カルノーサイクルの再生のない地帯を例外としてエリクソンサイクルのものに類似している。サイクルの「暖」および「冷」レベル温度が断熱磁化(IからIIまで)および脱磁(IIIからIVまで)によってそれぞれ生ずる。

#### 【0046】

図11の場合と同様に、カルノーサイクルは図13に示されるように行われうる。この場

50

合には、ローマ数字が付されている地帯が均一な磁場（またはI地帯の場合にはゼロ磁場）を表す。この場合、熱源流体がIVとIの地帯にもたらされると同時に、ヒートシンク流体がIIおよびIII地帯に同時にもたらされる。IIIとIVの間、およびIとIIの間で、断熱脱磁と断熱磁化がそれぞれ生じる。

【0047】

本文献に紹介されたすべての設計とサイクルの可能性は図14に示されるように、再生を伴うかまたはこれらの組み合わせにおける装置の多段階装置に変更されて直列装置に採用可能である。直列装置では、2つ以上の磁気冷凍機10が、片方の冷凍機の「冷」側を去る熱源流体が第2冷凍機の「暖」側に入るヒートシンク流体として利用されるように組み合わせられる。様々な電磁熱材料が各段階で採用可能である。この装置は従来の冷却技術ではよく知られている。しかしながら、磁気冷凍機を採用する場合、従来の直列装置における高次段階のエバポレータや低次段階のコンデンサーに生じるようなじかに熱交換器を通過する作用流体の必要はない。多次段階装置における磁気冷凍機は並列に接続されて冷却能力を増やす。

10

【0048】

図15Aや図15Bに示される再生を伴う装置では、作用流体は、（あるいは低いほうの）磁場内にある磁気熱環の部分から磁場の外側にある磁気熱材料の部分に搬送される。また、この逆に、作用流体は磁場外側のあるいは低いほうの磁場の磁気熱材料部分から、磁場内にある磁気熱環部分まで搬送される。これが冷凍機の温度レベル差を増加させる。図15Bに示される再生を伴うブレイトンサイクルは、図9でブレイトンサイクルについて述べられたように一定磁場である2つの等角磁場と2つの断熱曲線との間で作動する。図9に紹介された再生なしのブレイトンサイクルと比べて、再生を伴うものは冷凍機の「冷」側と「暖」側の温度レベルのより大きな差を示す。導管による再生のための作用流体の搬送手段は採用される流体ならびに冷凍機の個々の用途に応じて選定される。再生反応を行う、つまり、熱源とヒートシンク間の温度差を増やすためには、装置のほんの少しの部分だけヒートシンクあるは熱源として利用すればよい。この場合には、熱源流体は熱源から回転ディスクまで流れるとともに、磁気熱環に取付けられると同時に熱源まで戻って装置の反対側に存在する。ヒートシンク流体によって同一の作動が装置のもう一つ別の位置で行われる。他の部品は閉鎖されると同時に、これらの間の配管に接続される。これは冷却区間からの流体（熱源が加えられる部分の直後の）が暖区間まで流れる（熱源が加えられる部分直前に）こと等を意味する。区間間の再生を行うための流体の流れは様々な手段によって行われうる。

20

30

【0049】

図15Aと図15Bにおけるような装置は異なる区間を通じて流体を汲み上げる1台以上のポンプを必要としよう。冷暖熱交換器と再生下の区間を弁が特別に設計される必要なして1台のポンプ装置と連結する可能性もある点に注目しなくてはならない。

【0050】

「1台ポンプ」方案についての多くの接続の可能性の中の一つが図16に示されている。諸接続は流体流れの正確な方向でなく反応の原則を示している点に注意しなくてはならない。底面側の流体流れ接続は参照番号161で指し示されていて、上面側の流体流れ接続は参照番号162によって指し示されていると同時に、再生側の流体流れ接続は参照番号163で指し示されている。

40

【0051】

説明目的用の装置である図16によると、装置（導管）の静止部分に8つの別々の区間（分流器と間違われないう）がある。これらの区間はアルファベットのAからHで表示されている。各区間に関する流入流体は索引マーク「入(in)」で表示されているとともに、各区間からの離散流体は索引マーク「出(out)」によって表示されている。CCHExとHHExは冷（熱源）熱交換器と暖（ヒートシンク）熱交換器をそれぞれ示す。陰影区域は磁場影響範囲を示す。この場合には質量保存法則では次の等式が必要とされる。

$$m_{Aout} + m_{Hout} = m_{Ain} + m_{Bin}$$

50

$$m_{Bout} + m_{Gout} = m_{Hin} + m_{Cin}$$

$$m_{Cout} + m_{Fout} = m_{Gin} + m_{Din}$$

$$m_{Dout} + m_{CHEX} = m_{Fin} + m_{Ein}$$

ならびに各区間について  $m_{out} = m_{in}$

【0052】

図17は図16に示される方案に対応する一つのT-S図式を示す。この場合については、1種のブレイトンサイクルが示される。しかしながら、磁場内区間ならびに磁場の外のその後の区間への同一温度の流体提供はエリクソンに似たサイクルと結びつく可能性がある。点線は流体の温度レベルを示す一方で、実線は磁気熱材料温度を示すとともに細線は諸接続点を示す。

10

【0053】

この発明の場合には、新型の磁気冷凍機（ヒートポンプ）が紹介されている。基本的にこれは磁場を通る磁気熱環回転原理により作動する。装置のカスタマーゼイションにより異なる熱力学サイクル内で、また直列装置または再生を伴う装置といった装置形態でもこれが作動されるのが可能となる。本装置はHVAC（暖冷房空調）装置、冷凍機、ヒートポンプ、自動車、列車、航空機、宇宙航空機器、その他の工業熱反応に適用可能である。

20

【0054】

作用流体は回転軸に平行な装置に入った後、これが熱源またはヒートシンク流体の磁気熱環内外への流れを可能にする中空セクターの上下内部円状配列付の回転ディスクを通過するとともに、最終的にこれが再び回転軸に平行に装置を去る。こうして、本発明は一時的にも空間的にも中断されることのない流体流れを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1A】本発明による単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの第一実施例を示す横断面図

30

【図1B】回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプを図1Aの上面図である。

【図2】本発明による回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの第二実施例を示す部分図

【図3A】は複数磁石の可能性のある配置を示す。

【図3B】は複数磁石の可能性のある配置を示す。

【図3C】は複数磁石の可能性のある配置を示す。

【図4A】本発明による単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプに取り付けられる磁気熱環回転ディスクの上面図

【図4B】図4AのA-A切断線に沿った横断面図

【図4C】図4AのB-B切断線に沿った横断面図

【図5A】前記回転磁気熱環部材と前記中央回転ディスクの位置する分流器の様々な形状例を示す。

40

【図5B】前記回転磁気熱環部材と前記中央回転ディスクの位置する分流器の様々な形状例を示す。

【図5C】前記回転磁気熱環部材と前記中央回転ディスクの位置する分流器の様々な形状例を示す。

【図5D】前記回転磁気熱環部材と前記中央回転ディスクの位置する分流器の様々な形状例を示す。

【図6A】図1のものと同様の回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの定置ダクトを示すそれぞれ横断面図と上面図

【図6B】図1のものと同様の回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの定置ダクトを示すそれぞれ横断面図と上面図

50

【図7】本発明による浸透流体を含むハウジング付きの単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの第三実施例を示す横断面図

【図8】本発明による単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの第四実施例を示す部分横断面図

【図9】ブレイトンサイクルを示す図式図および本発明による単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプの構成部品を示す部分図

【図10】エリクソン熱力学サイクル法と本発明による単一段階回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプ構成部品を示す部分図を示す図式図

【図11】別のエリクソン熱力学サイクル法を示す図式図

【図12】カルノーサイクル法を示す図式図

【図13】別のカルノーサイクル法を示す。

【図14】本発明による3台の回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプが含まれる直列装置を示す横断面図

【図15A】発明による冷凍磁気熱冷凍機またはヒートポンプ単一冷凍機装置のブレイトンサイクルを示す。

【図15B】本発明による回転磁気熱冷凍機またはヒートポンプに取り付けられる複数冷凍機装置の場合のブレイトンサイクルを示す。

【図16】ある一定数の静的導管の区間間の接合を利用したポンプ方案を示す。

【図17】図16の方案に相当する図式図を示す。

【図1A】

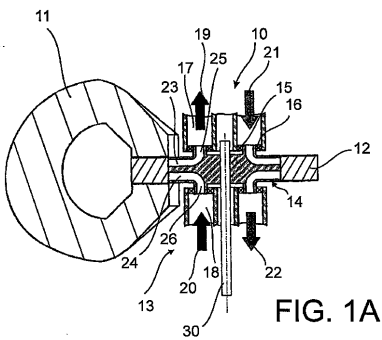


FIG. 1A

【図1B】

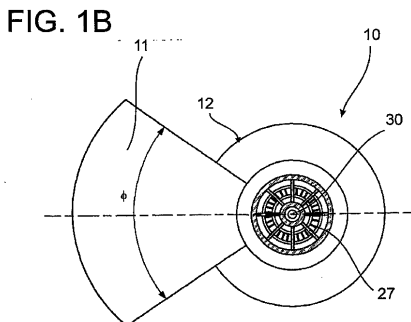


FIG. 1B

【図2】

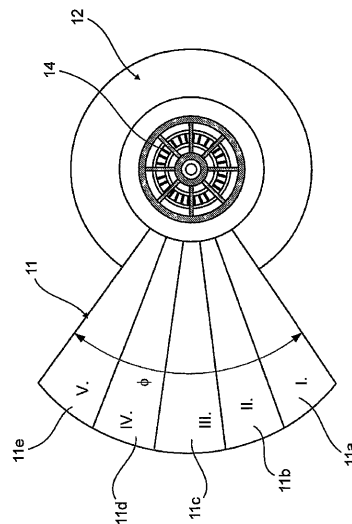


FIG. 2

【図3A】

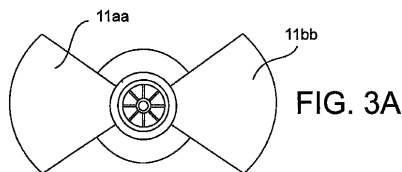


FIG. 3A

【 図 3 B 】

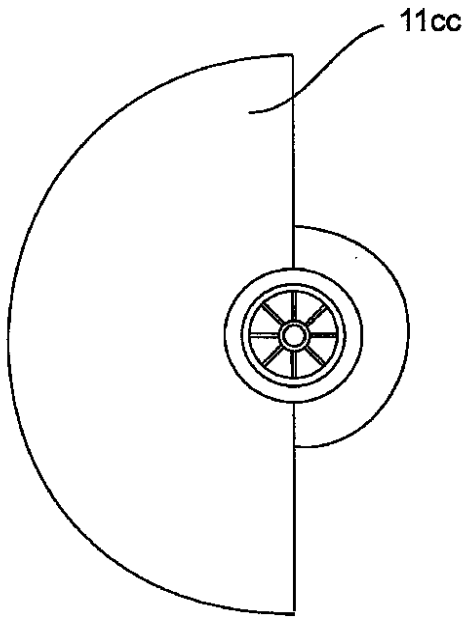


FIG. 3B

【 図 3 C 】

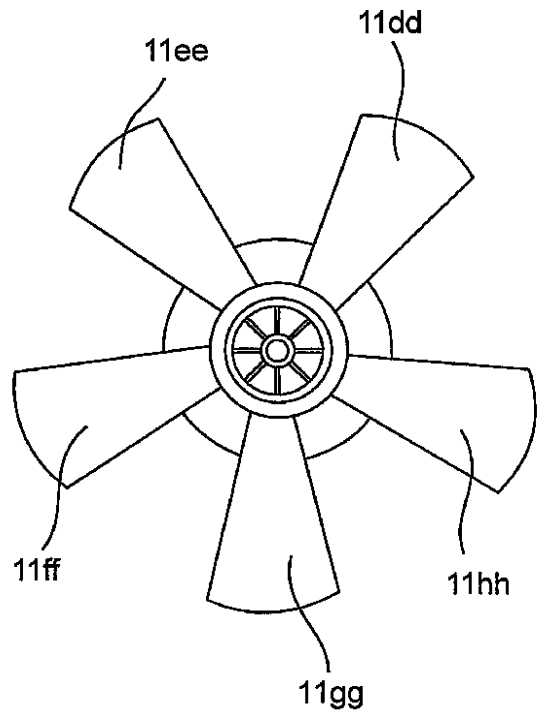


FIG. 3C

【 図 4 A 】

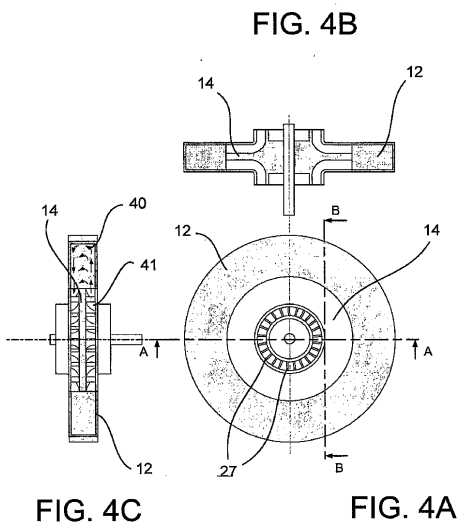


FIG. 4C

FIG. 4A

【 図 4 B 】

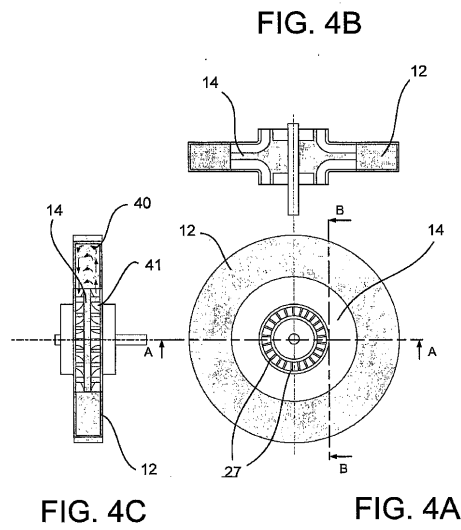
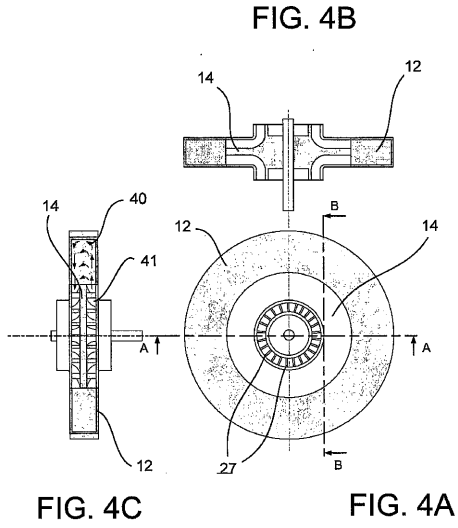


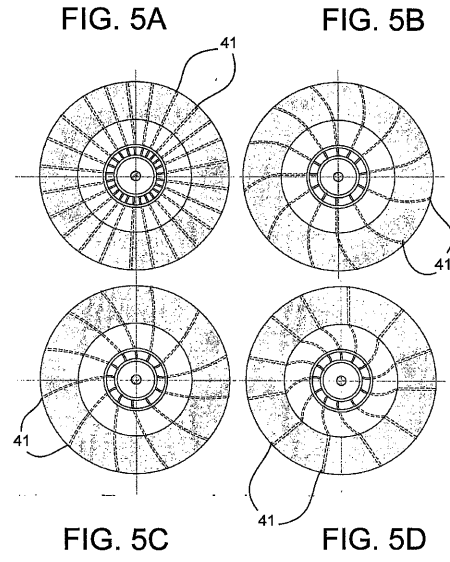
FIG. 4C

FIG. 4A

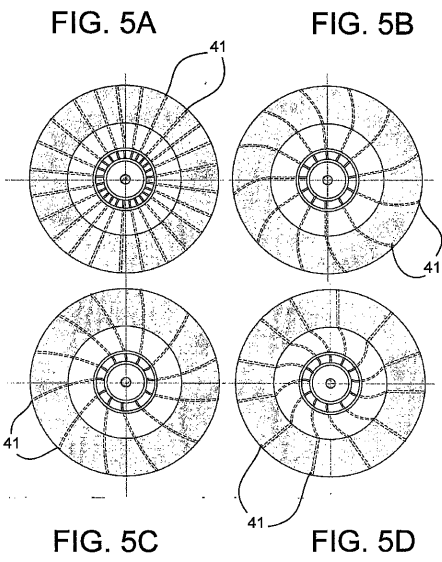
【 図 4 C 】



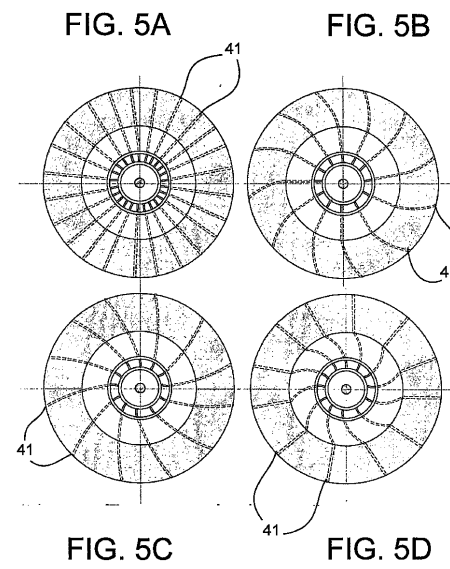
【 図 5 A 】



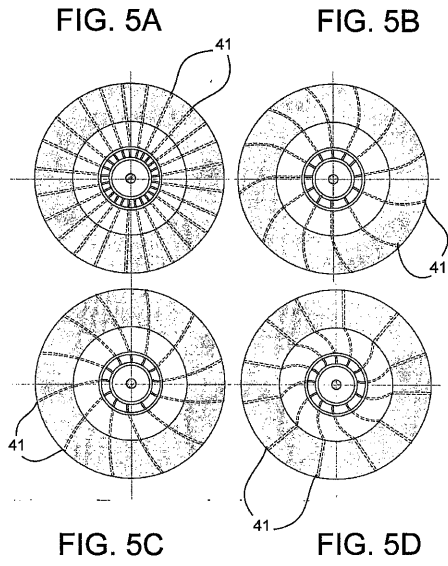
【 図 5 B 】



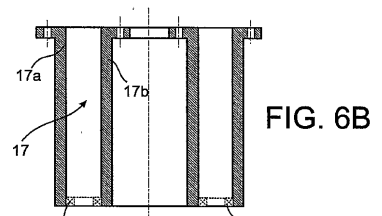
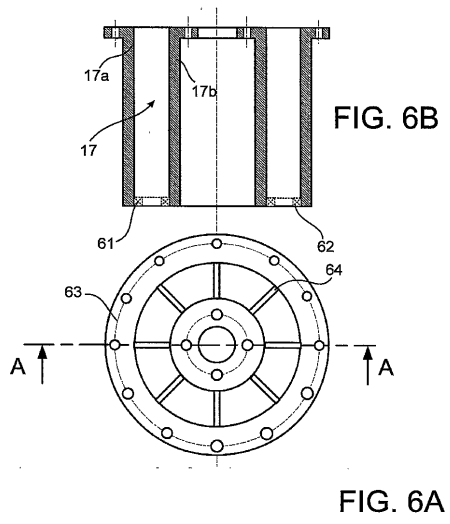
【 図 5 C 】



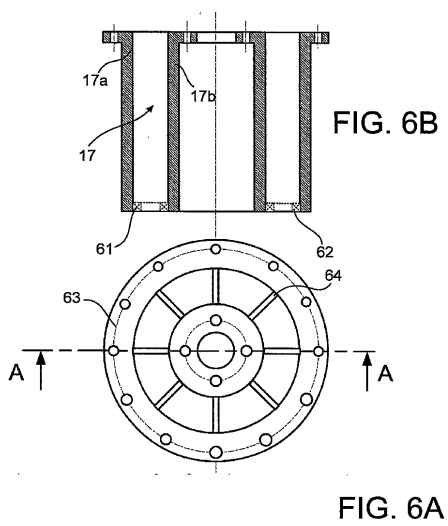
【 図 5 D 】



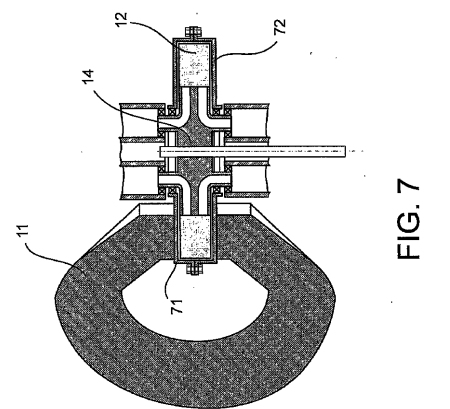
【 図 6 A 】



【 図 6 B 】



【 図 7 】



【 図 8 】

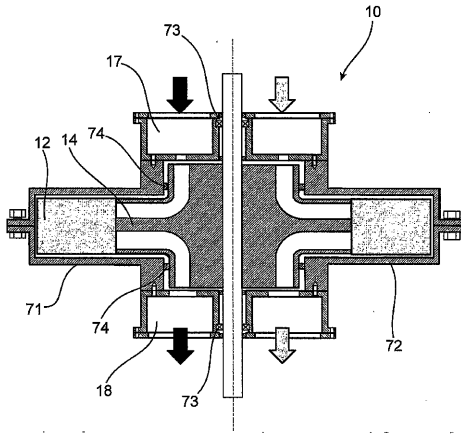


FIG. 8

【 図 9 】

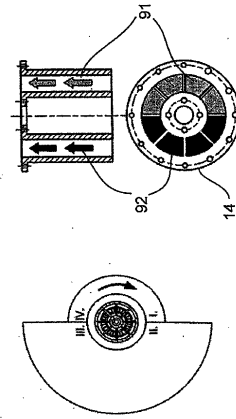
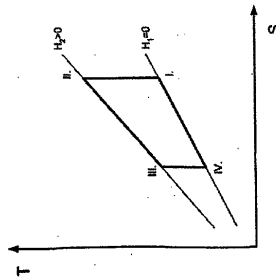


FIG. 9



【 図 10 】

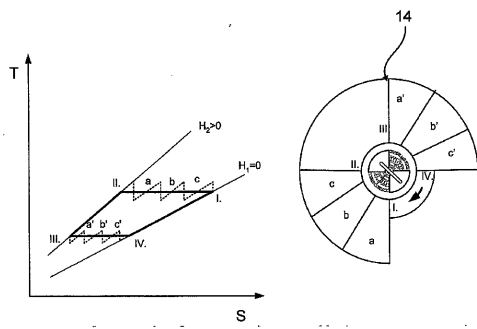


FIG. 10

【 図 11 】

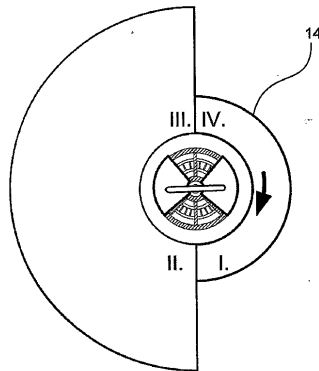


FIG. 11

【 図 1 2 】

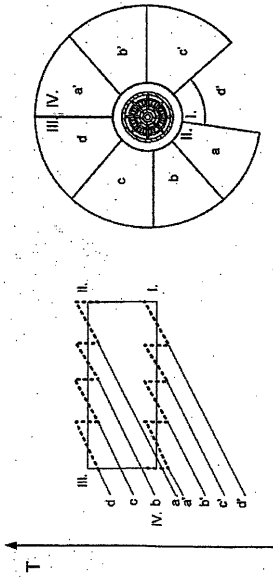


FIG. 12

【 図 1 3 】

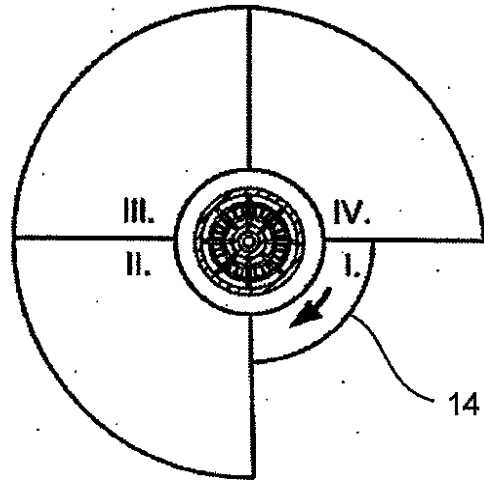


FIG. 13

【 図 1 4 】

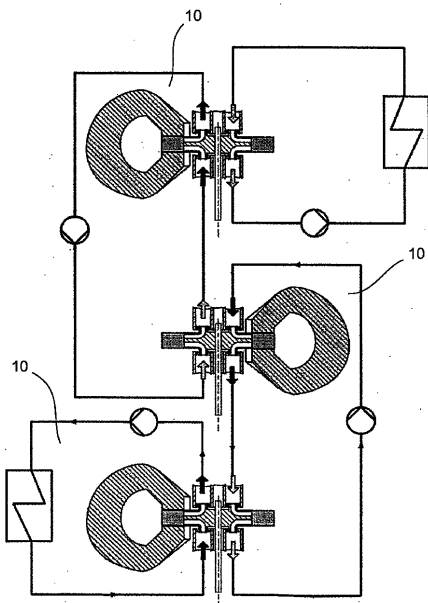


FIG. 14

【 図 1 5 A 】

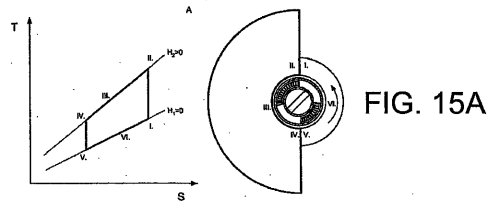


FIG. 15A

【 図 1 5 B 】

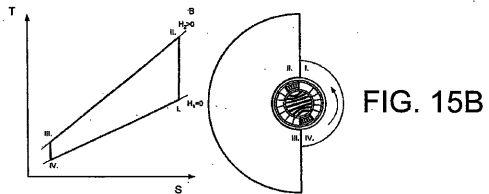


FIG. 15B

【 図 16 】

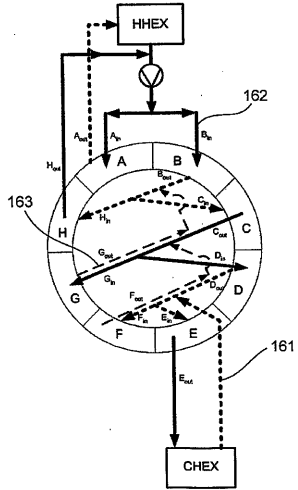


FIG. 16

【 図 17 】

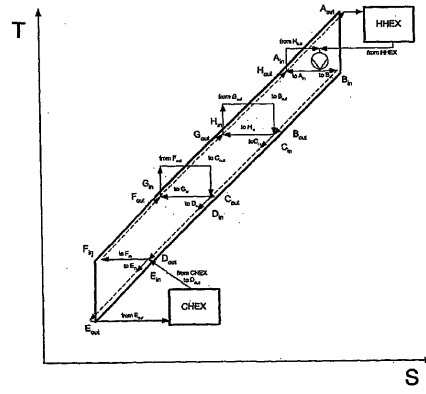


FIG. 17

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No PCT/CH2006/000324
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F25B21/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F25B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 249 424 A (DEGREGORIA ET AL) 5 October 1993 (1993-10-05) column 2, line 57 - column 3, line 53	1-9,12
Y	column 11, line 27 - column 14, line 2; figures 12-16	10,11,13
Y	WO 2004/059221 A (ECOLE D'INGENIEURS DU CANTON DE VAUD; KITANOVSKI, ANDREJ; EGOLF, PETER) 15 July 2004 (2004-07-15) page 14, line 8 - page 17, line 25; figures 4-10,12	10,11
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 13 September 2006	Date of mailing of the international search report 27/09/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Léandre, Arnaud	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/CH2006/000324

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>DATABASE INSPEC [Online] THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB; April 1982 (1982-04), BARCLAY J A: "Use of a ferrofluid as the heat-exchange fluid in a magnetic refrigerator" XP002398702 Database accession no. 1901187 abstract -&amp; Journal of Applied Physics USA, vol. 53, no. 4, April 1982 (1982-04), pages 2887-2894, XP002398701 ISSN: 0021-8979</p>	13
X	<p>DATABASE WPI Section PQ, Week 199222 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q75, AN 1992-181555 XP002398705 -&amp; SU 1 668 829 A1 (BALASHIKHA CRYOGENIC ENG SCI PRODN ASSOC) 7 August 1991 (1991-08-07) abstract; figures 1,2</p>	1-3,9
A	<p>DE 38 43 065 A1 (LINDE AG, 6200 WIESBADEN, DE) 28 June 1990 (1990-06-28) column 3, lines 32-68; figures 1a,1b</p>	10-12
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 029 (M-002), 14 March 1980 (1980-03-14) -&amp; JP 55 002872 A (HITACHI LTD), 10 January 1980 (1980-01-10) abstract</p>	13
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 February 1996 (1996-02-29) -&amp; JP 07 259724 A (SHARP CORP), 9 October 1995 (1995-10-09) abstract; figures 1-8</p>	4-9
A	<p>EP 0 052 177 A (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUGBREMSSEN GMBH) 26 May 1982 (1982-05-26) page 2, lines 11-24 page 5, lines 6-28; claim 1</p>	13
A	<p>WO 02/12800 A (ASTRONAUTICS CORPORATION OF AMERICA) 14 February 2002 (2002-02-14) figures 1-3,7-14 abstract</p>	4-9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2006/000324

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5249424	A	05-10-1993	CA 2136533 A1 23-12-1993
			DE 69326694 D1 11-11-1999
			DE 69326694 T2 10-02-2000
			EP 0642648 A1 15-03-1995
			JP 7508092 T 07-09-1995
			JP 3670659 B2 13-07-2005
			JP 2005069682 A 17-03-2005
			WO 9325857 A1 23-12-1993
WO 2004059221	A	15-07-2004	AU 2003286077 A1 22-07-2004
			CA 2511541 A1 15-07-2004
			EP 1581774 A1 05-10-2005
			JP 2006512556 T 13-04-2006
SU 1668829	A1	07-08-1991	NONE
DE 3843065	A1	28-06-1990	NONE
JP 55002872	A	10-01-1980	NONE
JP 07259724	A	09-10-1995	NONE
EP 0052177	A	26-05-1982	DE 3043274 A1 01-07-1982
WO 0212800	A	14-02-2002	AU 8642601 A 18-02-2002
			BR 0113171 A 24-06-2003
			CN 1468357 A 14-01-2004
			EP 1307692 A1 07-05-2003
			JP 2004506168 T 26-02-2004

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 キタノフスキー, アンドレジ  
リュブリャナ エスアイ - 1000, マーティナ クルパナ 6

(72)発明者 サリ, オスマン  
スイス国 シーエイチ - 1009 プリー, アヴェニュー デ ロchettezz 34ビー

(72)発明者 デリック, アタ - シーザー  
スイス国 シーエイチ - 1007 ロウサンネ, アヴェニュー ドゥ モントドール 37

(72)発明者 ゲンダー, ファブライス  
スイス国 シーエイチ - 1054 モーレンス, ルエ デス バイオレットス, 12

## 【要約の続き】

開口部を通して導入される。

【選択図】図1A、図1B