

(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2008-501099
(P2008-501099A)

(43) 公表日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int.Cl.
F 2 5 B 9/00 (2006.01)

F I
F 2 5 B 9/00 D

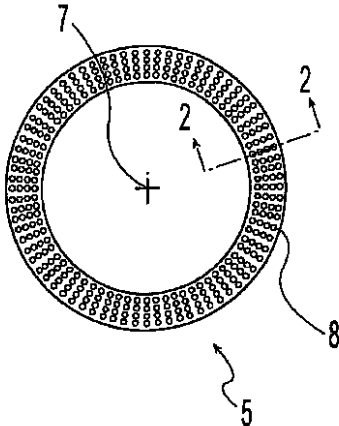
テーマコード (参考)

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)	
(21) 出願番号 特願2007-515043 (P2007-515043)	(71) 出願人 502071399 サンパワー・インコーポレーテッド アメリカ合衆国オハイオ州45701アセ ンズ・ミルストリート182
(86) (22) 出願日 平成16年12月15日 (2004.12.15)	
(85) 翻訳文提出日 平成18年11月30日 (2006.11.30)	
(86) 国際出願番号 PCT/US2004/042074	
(87) 国際公開番号 W02005/121508	(74) 代理人 100060782 弁理士 小田島 平吉
(87) 国際公開日 平成17年12月22日 (2005.12.22)	
(31) 優先権主張番号 10/858,726	(72) 発明者 ウッド, ジェイムズ・ゲイリー アメリカ合衆国オハイオ州45710アル バニー・マリオンジョンソンロード399 6
(32) 優先日 平成16年6月2日 (2004.6.2)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 熱交換器を形成するための方法及び装置

(57) 【要約】

熱交換器、及び中心軸線と軸方向両側の面とを有する中実の熱伝導性質量体の熱交換器の形成を含む製作方法である。環状リングを通しかつ両側の面を通して複数の通路が穿孔され、通路を通る流体の流れ及び質量体と流体との間の熱エネルギーの移動のための通路を提供する。通路は、好ましくは軸線と平行でありかつ円形断面を有し、更に円周方向で間隔を空けられた複数組の通路に配列され、各組は半径方向で間隔を空けられた複数の通路を持っている。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

熱交換器を作る方法であって、

(a) 熱伝導性の中実質量体の環状リングであって、中心軸線を有しかつ軸方向両側の面を有する環状リングを形成し、

(b) 環状リングを通し更に両側の面を通して複数の通路を穿孔することを含む方法。

【請求項 2】

通路がリングの軸線に平行に穿孔される請求項 1 による方法。

【請求項 3】

通路が、円周方向で間隔を空けられた複数組の通路の状態に穿孔され、各組が半径方向で間隔を空けられた複数の通路よりなっている請求項 2 による方法。

【請求項 4】

各組が、リングの半径に沿って穿孔された少なくとも 4 個の整列された通路よりなる請求項 3 による方法。

【請求項 5】

熱伝導性の中実質量体より形成された環状リングを備え、環状リングは中心軸線と軸方向両側の面とを備え、リングは、通路を通る流体の流れ及び質量体と流体との間の熱エネルギーの移動のために、リング及び両側の面を通る複数の通路を持っている熱交換器。

【請求項 6】

通路が直線状でかつ軸線と平行であり、そして円形断面を有する請求項 5 による熱交換器。

【請求項 7】

通路が、円周方向で間隔を空けられた複数組の通路に配列され、各組が半径方向で間隔を空けられた複数の通路よりなっている請求項 6 による熱交換器。

【請求項 8】

各組が、リングの半径に沿って配列された少なくとも 2 個の整列された通路よりなる請求項 7 による熱交換器。

【請求項 9】

作動ガスを収容する圧力容器内で往復し得るディスプレイサーを有し、かつ圧力容器の内部と外部との間で熱を輸送するために圧力容器と熱伝導的に接触している熱交換器を有する改良されたフリーピストン、スターリングサイクル機械であって、その改良は、熱伝導性の中実質量体で形成された環状リングであって、中心軸線と軸方向両側の面とを有し、通路を通る作動ガスの流れ及び質量体と作動ガスとの間の熱エネルギーの輸送のために、リング及び両側の面を通る複数の通路を持っている前記環状リングを備えている熱交換器である機械。

【請求項 10】

通路が軸線に平行でありかつ円形断面を有する請求項 9 による機械。

【請求項 11】

通路が、円周方向で間隔を空けられた複数組の通路に配列され、各組が半径方向で間隔を空けられた複数の通路よりなっている請求項 10 による機械。

【請求項 12】

各組が、リングの半径に沿って配列された少なくとも 2 個の整列された通路よりなる請求項 11 による機械。

【請求項 13】

環状リングが圧力容器の内壁に鑑付けされる請求項 12 による機械。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般に熱交換器及び熱交換器の製造方法に関し、より特別にはフリーピスト

10

20

30

40

50

ン、スターリングサイクル機械用の内部熱交換器に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの機械は、機械内のある質量体から機械外のある質量体への間の熱の移動のようなある一つの質量体から他の質量体への熱移動を必要とする。フリーピストンスターリングエンジン、ヒートポンプ及びクーラーは、通常、熱受容システムを提供するために、その気密に密封された圧力容器の外側から、圧力容器の壁を通じて圧力容器内のある一つの位置の作動ガスに熱を伝えること、並びに、排熱システムを形成するために、別の位置における機械内のガスから圧力容器の壁を通して圧力容器の外側の冷却液のような質量に熱を伝えることの両者が要求される。熱移動の効率及び熱流量を改善するために、熱交換器は、通常、スターリング機械の圧力容器の内部及び外部の両方で使用される。内部熱交換器は機械内部の作動ガスと熱交換し更に圧力容器の壁との間で熱を授受する。外部熱交換器は、外部熱源又は周囲の空気又は循環している冷却液のような冷却液と熱交換し、更に圧力容器へ、又は圧力容器から熱を伝達する。デュ・プレ (du Pre) の特許文献 1 は、スターリングエンジン又はヒーターにおける熱移動を論議する。 10

【0003】

モスクリプ (Moscrip) の特許文献 2 は再生装置を論議する。これは、熱交換器と同様であるが、熱を蓄え、そして、最終的には作動ガスが再生装置を通して循環するとき、作動ガス及び再生装置の質量体との間で熱の授受を行う。リップ (Lipp) の特許文献 3 は、スターリング機械用ではないが、直線通路を横切る構造体の側面に穿孔された通路又はオリフィスを有する直線の開口端部付きの通路を有する熱交換器を示す。 20

【特許文献 1】米国特許第 4, 052, 854 号 明細書

【特許文献 2】米国特許第 4, 429, 732 号 明細書

【特許文献 3】米国特許第 5, 373, 634 号 明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来技術においては、大型のスターリング機械は、通常、壁を通る熱伝導面積を大きくすることを、圧力容器の壁に熱伝導的に連結された数個の平行管で構成された内部熱交換器に依存する。しかし、かかる管状の熱交換器は管を壁に取り付けるために多くの鋲付けを必要とする。この多くの接合部は漏洩による故障の可能性を大きく増加させ、かつ製作費も増加させる。 30

【0005】

小型のスターリング機械は、機械の圧力容器の壁を通して熱が伝えられるモノリシックヘッド構造を使用することが普通である。モノリシックヘッドが使用されるときは、折り畳み式フィンの形式であることが多い内部のフィン面を圧力容器のヘッドに鋲付けすることが普通の方法である。かかる熱交換器では、ガスは平行板の間を流れ、この場合、質量流量はフィン間の間隙の 3 乗に比例するため、流れの均一性は板の間隔に極めて敏感である。従って、コーナーを通る質量流量は制限される。折り畳みフィンは、フィンの間に通路を有する多数のフィンに折り畳まれたシート材料から作られる。この工程は、圧力容器のヘッドへの連結のためのシート構成要素の鋲付けに加えて、曲げと形成の多くの段階を必要とする。更に、折り畳まれたフィンは一般にスターリング機械により要求される空間内に適合せず、このため、2 次焼鈍及び寸法直しが必要なことが多い。 40

【0006】

折り畳みフィンに加えて放射状のフィンも熱交換器内に機械加工される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

従って、特にスターリング機械用の、改良され、より効率的かつ製造費の少ない熱交換器を提供することが本発明の目的及び特徴である。

【0008】

本発明の別の目的及び特徴は、効率的な熱移動を許す熱交換器を適切な費用で形成する方法を提供することである。

【0009】

本発明の装置は、熱伝導性の中実質量体で形成された環状リングである熱交換器である。環状リングは中心軸線及び軸方向で両側の面を有し、通路を通る流体の流れのため及び中実質量体と流体との間の熱エネルギーの移動のために、リング及び両側の面を通して形成された複数の線形通路を持つ。通路は軸線と平行でありかつ円形断面を有することが好ましい。更に、通路は、円周方向で間隔を空けられた複数組の通路に配列され、各組は複数の半径方向で間隔を空けられた複数の通路を有することが好ましい。

【0010】

熱交換器の製造方法は、中心軸線を有しかつ軸方向で両側の面を有する中実の熱伝導性質量体の環状リングを形成し、次いで環状リングを通し更に両側の面を通して複数の通路を穿孔することを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図面に示された本発明の好ましい実施例の説明に当たり、明瞭のために特定の用語によるであろう。しかし、これは、本発明をその選ばれた特定の用語に限定することを意図するものではなく、同様な目的を達成するために同様な方向で作用する全ての技術的に同義のものを包含する。

【0012】

本発明の好ましい実施例が図1に示される。本発明は、スターリングサイクル機械の内部と機械の外部との間で熱エネルギーを移動させるための熱交換器5である。熱交換器5は、銅又はアルミニウムのような熱伝導性の中実質量体から、中心軸線7及び軸方向両側の面9と11を有する環状リングに形成される。この質量体は、これが複数のフレーム及び/又は壁部材と一緒に連結して作るのではなく、一体の中実の材料片として始められるという意味での中実体である。リング6及び両側の面9と11を通して複数の線形通路8が形成され、流体はこの通路8を通して流れそして質量体と流体との間で熱エネルギーを移動させることができる。

【0013】

好ましい実施例においては、通路8は、環状リングの中心軸線7と平行であり、かつ図1及び2に示されるように円形断面を持つ。通路8は円周方向で間隔を空けられた複数組の通路8に配列され、この各組は半径方向で間隔を空けられた複数の通路8を持っている。通路8の各組が、リングの半径に沿って配列された2個から4個の通路を備えることが好ましく、図1及び2には4個が示される。しかし、その他の数及び形状の通路を使用することができ、これらは希望の流量特性及び希望の熱移動特性を達成するように熱交換器の寸法及び穴の寸法の関数として選択される。

【0014】

通路8の形成方法は、穿孔又は鋳造を含むことができる。穿孔は、回転ドリルビット又は放電加工(EDM)を使用する穿孔を含んだ伝統的な金属形成技法により達成することができる。通路8は、好ましい製造方法により製造されたとき円形断面及び円筒状の壁を持つことが好ましい。しかし、通路が機械加工又は鋳造されたときは、種々の形状をとることができ、例えば正方形、長方形、長円形の断面を有し、或いは放射状スロットの通路を鋳造することができる。

【0015】

好ましくは、中実の熱伝導性質量体は、環状リングに形成された単一片、一体の中実質量体、又はブロックである。しかし、代わりに、各が中実質量体又はブロックである離散的な分離したセグメントで環状リングを形成することができる。例えば、リングを2個の180°半リングセグメント、4個の90°セグメント、或いは6個の60°セグメントで構成することができる。環状リングは、かかる多数の構成部品から構成されないことが好ましいが、かかる構成部品のリングの形成は本発明の概念から離れることはない。更に

10

20

30

40

50

、リングが完全にエンドレス又は完全体であることは必須ではないが好ましい。例えば、軸線と平行に伸びる別の構造のために 30° セグメントを残して円のまわりで 330° だけリングを延ばすことができる。リングは一般に環状であるが、完全な円形壁から外れたタブ、フィンガー又はその他の突出構造、或いは溝又はチャンネルのような切取り部を含むことができる。リングの外側輪郭は、熱伝導連結を最適化するためにスターリング機械の圧力容器の内壁の輪郭と一致することが好ましく、更に壁に鑑付けされることが好ましい。

【0016】

本発明の好ましい実施例は、フリーピストン、スターリングサイクル機械を改良するための内部熱交換器として特に適している。図3を参照すれば、スターリング機械10は、作動ガスを収容する圧力容器13内で往復できるディスプレイサー12を持つ。内部熱交換器16及び18は、圧力容器13と熱伝導接触し、圧力容器の内部と外部との間で熱を移動させる。これらは、図1の熱交換器5のような環状のリングであり、圧力容器13の内壁に鑑付けされる。特に、内部熱交換器16と内部レジェクター18とは圧力容器13内に取り付けられる。

10

【0017】

熱受容システムの内部熱交換器（図3に示されたような機械上部の熱交換器）を形成する環状リングの周囲壁面を円錐台又はドーム状の輪郭に形成し、同様な輪郭にされた圧力容器13のヘッドの内部上壁と相互に組み合わせることができる。環状リング全体も同様な形状に作ることができ、更に両側の面が平行であることは必須ではない。しかし、この場合でも、通路は環状リングの両側の面の間を伸びるであろう。例えば、環状リングが円錐台状に作られた場合は、通路は中心軸線と平行でなく、想像上の円錐面に沿って置かれるようにして軸線に対して斜めに整列させることができる。

20

【0018】

スターリングサイクル機械の公知の作動原理により、スターリングサイクル機械10内の作動ガス、典型的にヘリウムは、運転中、領域Aと領域Bとの間を往復させられる。本発明は、機械の運転中、作動ガス及び内部受容器16とレジェクター18の間の熱エネルギーの移動を支援する。好ましい実施例の通路8を通して作動ガスが動かされたとき、熱エネルギーはガスに又はガスから通路8の壁に移動され、かつ受容器及びレジェクターの熱交換器16及び18を通して移動させられる。熱エネルギーは圧力容器を経ても伝達される。

30

【0019】

本発明の好ましい実施例は、様々の理由で従来技術の熱交換器に勝り有利であると信じられる。より良好な熱交換器は、それがより高価であっても好まれるほど熱移動の効率が重要であるが、本発明による熱交換器の構成は、最近のコンピューター制御機械設備が多く、の穴を正確に穿孔する際に非常に時間効率的であるため、費用が少ないと信じられる。更に、穴は材料の中実ブロックを通して穿孔されるので、残存材料が圧力容器と穴の壁との間の熱伝導のために最大断面を有する熱伝導経路を提供する。

【0020】

いかなる熱交換器もこれを通るガスの流れは通路の壁の間の間隔に敏感であり、従って、円筒状通路を通るガスの流れは通路の直径に敏感であり、この好ましい実施例の通路は通常の平行板熱交換器における間隙の約2倍の直径を持つであろう。従って、流れの抵抗が改良され、ガスは円筒状通路の内面全体に均等に暴露され、壁とガスとの間の熱移動を最大化する。更に、円筒状通路の壁から放射されるいかなる熱も、機械内の別の構造要素に輻射されることなく円筒状の壁の別の部分に放射されるであろう。

40

【0021】

本発明の幾つかの好ましい実施例が詳細に説明されたが、本発明の精神又は特許請求の範囲から外れることなく種々の変更をなし得ることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0022】

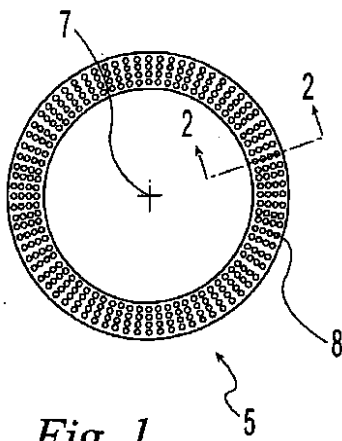
50

【図 1】本発明の好ましい実施例の平面図である。

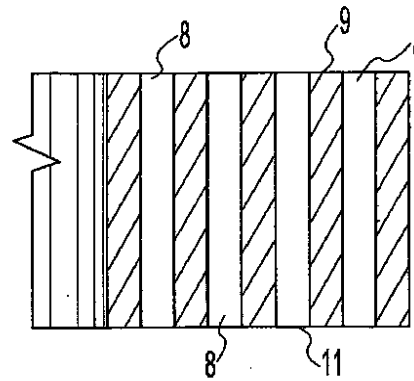
【図 2】実質的に図 1 の線 2 - 2 に沿って得られた図 1 の実施例の一部分の拡大断面図である。

【図 3】図 1 の実施例の位置を示しているスターリング機械の断面図である。

【図 1】



【図 2】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/42074															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : B21D 53/06; F16L 9/18; F28D 7/02; F28F 5/02 US CL : 29/890.034; 138/111, 115; 165/164; 492/46 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) U.S. : 29/890.03-890.054; 138/111, 115, 117; 165/90, 164, 165, DIG.395; 492/46 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 practicable, search terms used) USPT, PGPub, JPO, EPO, Derwent, USOCR																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 2,890,026 A (Marganski et al.) 09 June 1959 (09.06.1959), all</td> <td>1-2 — 3-4</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 5,072,497 A (Zaoralek et al) 17 December 1991 (17.12.1991), all</td> <td>1-3 — 4</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 6,050,316 A (Finke et al) 18 April 2000 (18.04.2000), all, especially Fig. 10</td> <td>1-2 — 3-4</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 6,056,039 A (Morel et al) 02 May 2000 (02.05.2000), all</td> <td>1-2 — 3-4</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X — Y	US 2,890,026 A (Marganski et al.) 09 June 1959 (09.06.1959), all	1-2 — 3-4	X — Y	US 5,072,497 A (Zaoralek et al) 17 December 1991 (17.12.1991), all	1-3 — 4	X — Y	US 6,050,316 A (Finke et al) 18 April 2000 (18.04.2000), all, especially Fig. 10	1-2 — 3-4	X — Y	US 6,056,039 A (Morel et al) 02 May 2000 (02.05.2000), all	1-2 — 3-4
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X — Y	US 2,890,026 A (Marganski et al.) 09 June 1959 (09.06.1959), all	1-2 — 3-4															
X — Y	US 5,072,497 A (Zaoralek et al) 17 December 1991 (17.12.1991), all	1-3 — 4															
X — Y	US 6,050,316 A (Finke et al) 18 April 2000 (18.04.2000), all, especially Fig. 10	1-2 — 3-4															
X — Y	US 6,056,039 A (Morel et al) 02 May 2000 (02.05.2000), all	1-2 — 3-4															
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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 "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 01 December 2005 (01.12.2005)		Date of mailing of the international search report 06 JAN 2006															
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer Sheldon J. Richter <i>Sheldon J. Richter for</i> Telephone No. (571) 272-3750															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US04/42074

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X, P	US 6,821,237 B1 (Isometsa et al) 23 November 2004 (23.11.2004), Fig. 8	1-2
Y		3-4
A	US 3,662,954 A (Pepmeier) 16 May 1972 (16.05.1972), all	1-4
A	US 4,506,727 A (Swasey) 26 March 1985 (26.03.1985) all	1-4
A	US 4,917,664 A (Lacaux) 17 April 1990 (17.04.1990) all	1-4
A	US 5,252,185 A (Ellis et al) 12 October 1993 (12.10.1993) all	1-4
A	US 6,018,870 A (Marschke et al) 01 February 2000 (01.02.2000) all	1-4
A	US 6,110,095 A (Finke et al) 29 August 2000 (29.08.2000) all	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US04/42074

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
Please See Continuation Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-4

- Remark on Protest**
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US04/42074

BOX III. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-4, drawn to a method for making a heat exchanger.

Group II, claim(s) 5-8, drawn to a heat exchanger.

Group III, claim(s) 9-13, drawn to a Stirling cycle machine.

The inventions listed as Groups I, II and III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features.

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, 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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW