

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 11 日(11.12.2014)



(10) 国際公開番号

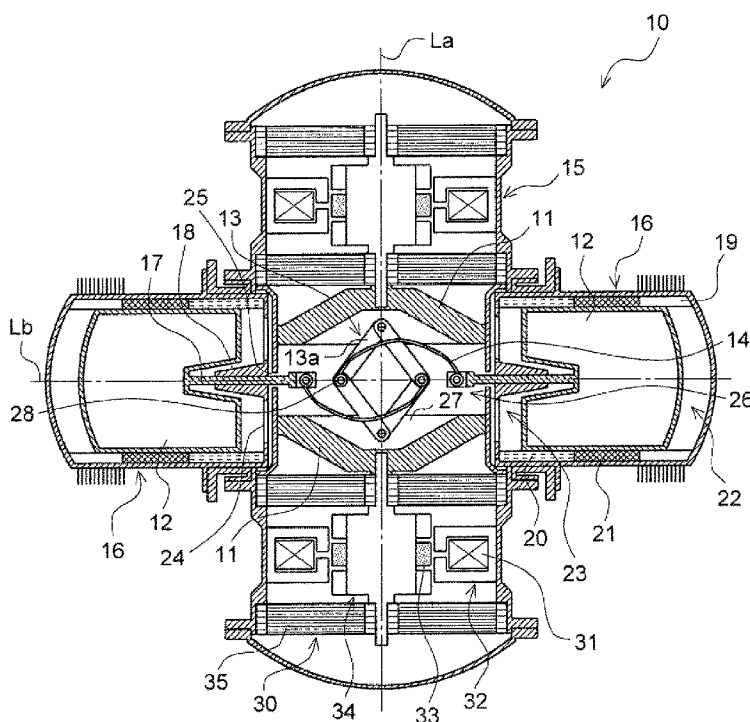
WO 2014/196451 A1

- (51) 国際特許分類:
F02G 1/043 (2006.01) F02G 1/053 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064299
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 29 日(29.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-116997 2013 年 6 月 3 日(03.06.2013) JP
- (71) 出願人: いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井 6 丁目 2 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山本 康 (YAMAMOTO Yasushi); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内 Kanagawa (JP). 阿部 誠 (ABE Makoto); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内 Kanagawa (JP). 尾▲崎▼ 将 (OZAKI Shou); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 絹谷 信雄 (KINUTANI Nobuo); 〒1050003 東京都港区西新橋 3 丁目 1 5 番 1 2 号 ケミカルビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: スターリングエンジン



(57) Abstract: In order to suppress the generation of oscillation in conjunction with the reciprocating movement of a power piston and a displacer piston without needlessly increasing the overall weight and volume of a Stirling engine, this Stirling engine (10) is equipped with a pair of power pistons (11) arranged facing one another within a power cylinder (15), and displacer pistons (12) arranged in a pair of displacer cylinders (16) arranged facing one another, with the power cylinder (15) sandwiched therebetween.

(57) 要約: スターリングエンジン全体の重量、体積を無駄に増加させることなく、パワーピストン及びディスプレイサピストンの往復運動に伴う振動の発生を抑制する。スターリングエンジン(10)は、パワーシリンダ(15)内に対向させて一対配置されたパワーピストン(11)と、パワーシリンダ(15)を挟んで対向させて配置された一対のディスプレイサシリンダ(16)内に各々配置されたディスプレイサピストン(12)と、を備える。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：スターリングエンジン

技術分野

[0001] 本発明は、スターリングエンジンに関する。

背景技術

[0002] フリーピストンスターリングエンジンは、一般的に、パワーシリンダ内を往復運動するパワーピストン（出力ピストン）と、ディスプレイサシリンダ内を往復運動するディスプレイサピストン（ディスプレイサ）とを備える。同スターリングエンジンは、ばねマス系の単振動を利用して作動する。このため、スターリングエンジン全体が大きく振動してしまうので、カウンターウエイトを配置して振動の発生を抑制している（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2005-509789号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] カウンターウエイトを配置した従来品では、カウンターウエイトは少なくともパワーピストン及びディスプレイサピストンの質量と同程度の質量を必要とすると共に、カウンターウエイトを支持するばね等も必要となる。このため、スターリングエンジン全体の重量、体積が無駄に増加するという問題がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、スターリングエンジン全体の重量、体積を無駄に増加させることなく、パワーピストン及びディスプレイサピストンの往復運動に伴う振動の発生を抑制することができるスターリングエンジンを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 前述の目的を達成するために、本発明に係るスターリングエンジンは、パワーシリンダ内に対向させて一対配置されたパワーピストンと、前記パワーシリンダを挟んで対向させて配置された一対のディスプレイサシリンダ内に各々配置されたディスプレイサピストンと、を備えるものである。

[0007] 前記スターリングエンジンは、前記ディスプレイサピストンの往復運動を前記パワーピストンに位相を反転させて伝達する位相反転機構と、前記ディスプレイサピストンと前記位相反転機構との間又は前記パワーピストンと前記位相反転機構との間に設けられ、前記パワーピストンの位相が前記ディスプレイサピストンの位相よりも90度遅れるように調整する位相調整ばねと、をさらに備えるものである。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、スターリングエンジン全体の重量、体積を無駄に増加させることなく、パワーピストン及びディスプレイサピストンの往復運動に伴う振動の発生を抑制することができるという優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係るフリーピストンスターリングエンジンの概略構成図である。

[図2]パワーピストンとディスプレイサピストンとの位相差を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

[0011] 図1に示すように、本実施形態に係るフリーピストンスターリングエンジン（以下、単にスターリングエンジンという）10は、パワーピストン11と、ディスプレイサピストン12と、位相反転機構13と、位相調整ばね14とを備えている。

[0012] パワーピストン11は、パワーシリンダ15内を往復運動するものであり、パワーシリンダ15内に対向させて一対配置されている。これら一対のパワーピストン11は、互いに同じ質量、形状となるように設定されている。また、一対のパワーピストン11は、同一の軸線La上を往復運動するよう

にパワーシリンダ１５内に配置されている。本実施形態では、パワーピストン１１における後述する発電機３０側の端部は、円錐台形に形成されている。

[0013] ディスプレーサピストン１２は、パワーシリンダ１５の中間部を挟んで対向させて配置された一对のディスプレーサシリンダ１６内に各々配置されている。これら一对のディスプレーサピストン１２は、互いに同じ質量、形状となるように設定されている。また、一对のディスプレーサピストン１２は、同一の軸線Ｌｂ上を往復運動し、且つ、パワーピストン１１の往復運動方向と直交する方向に往復運動するように各ディスプレーサシリンダ１６内に配置されている。即ち、各ディスプレーサシリンダ１６は、その長手方向がパワーシリンダ１５の長手方向に対して直交するように配置されている。さらに、ディスプレーサピストン１２は後述する圧縮空間２３側の端部に設けられたロッド１７を有し、このロッド１７は、ディスプレーサシリンダ１６に設けられたガイド１８に支持され、圧縮空間２３内からパワーシリンダ１５内まで延出している。本実施形態では、ディスプレーサピストン１２における後述する膨張空間２２側の端部は、半球形に形成されている。

[0014] 各ディスプレーサシリンダ１６は、一端部に設けられる加熱部（ヒータ）１９と、他端部に設けられる冷却部（クーラ）２０と、加熱部１９と冷却部２０との間に設けられるスタック（再生器）２１とを有する。各ディスプレーサシリンダ１６の内部は、ディスプレーサピストン１２により加熱部１９側の膨張空間２２と冷却部２０側の圧縮空間２３とに区画されており、膨張空間２２と圧縮空間２３とは、加熱部１９、スタック２１及び冷却部２０を介して連通されている。さらに、ディスプレーサシリンダ１６の圧縮空間２３は、ディスプレーサシリンダ１６に設けられた貫通孔２４、及びパワーシリンダ１５に設けられた貫通孔２５を介して、パワーシリンダ１５内の空間（一对のパワーピストン１１間に区画される空間）２６と連通されている。

[0015] 位相反転機構１３は、ディスプレーサピストン１２の往復運動をパワーピストン１１に位相を反転させて伝達するものである。本実施形態では、位相

反転機構 13 は、一对のパワーピストン 11 同士を連結する菱形の位相反転リンクであり、互いに長さが等しい四つのリンク部材 13a から構成されている。また、位相反転機構 13 は、パワーピストン 11 におけるパワーシリンダ 15 内の空間 26 側の端部に設けられたスリット 27 内においてパワーピストン 11 に連結されている。なお、位相反転機構 13 は、一对のディスプレイサピストン 12 のロッド 17 同士を連結するものであっても良い。

[0016] 位相調整ばね 14 は、ディスプレイサピストン 12 と位相反転機構 13 との間に設けられ、パワーピストン 11 の位相がディスプレイサピストン 12 の位相よりも 90 度遅れるように調整するものである（図 2 参照）。本実施形態では、位相調整ばね 14 は、板ばねであり、一端がディスプレイサピストン 12 のロッド 17 に連結され、他端が位相反転リンクにおけるパワーピストン 11 の軸線 La を挟んで当該ロッド 17 とは反対側の連結点 28 に連結されている。なお、位相反転機構 13 が一对のディスプレイサピストン 12 のロッド 17 同士を連結するものである場合には、位相調整ばね 14 はパワーピストン 11 と位相反転機構 13 との間に設けられる。

[0017] また、本実施形態に係るスターリングエンジン 10 では、パワーシリンダ 15 の両端部（図示例では、上端部及び下端部）に各々、発電機 30 が配置されている。発電機 30 は、直動発電機であり、コイル 31 が装着された固定子 32 と、永久磁石 33 が装着された移動子 34 と、移動子 34 を往復運動方向の両側（図示例では、上下方向）から挟み込むスパイラルスプリング 35 とを有する。

[0018] 次に、本実施形態に係るスターリングエンジン 10 による作用効果について説明する。

[0019] フリーピストンスターリングエンジンの基本的な動作原理は公知であるので、ここではパワーピストン 11 及びディスプレイサピストン 12 の動作のみについて説明する。

[0020] 先ず、一对配置したディスプレイサピストン 12 の内の図 1 中右側のディスプレイサピストン 12 が左方に移動するときには、図 1 中左側のディス

レーサピストン 12 は右方に移動する。また、一対配置したパワーピストン 11 の内の図 1 中上側のパワーピストン 11 はディスプレイサピストン 12 に対して 90 度の位相遅れを持って下方に移動され、図 1 中下側のパワーピストン 11 はディスプレイサピストン 12 に対して 90 度の位相遅れを持って上方に移動される。

[0021] 一方、一対配置したディスプレイサピストン 12 の内の図 1 中右側のディスプレイサピストン 12 が右方に移動するときには、図 1 中左側のディスプレイサピストン 12 は左方に移動する。また、一対配置したパワーピストン 11 の内の図 1 中上側のパワーピストン 11 はディスプレイサピストン 12 に対して 90 度の位相遅れを持って上方に移動され、図 1 中下側のパワーピストン 11 はディスプレイサピストン 12 に対して 90 度の位相遅れを持って下方に移動される。

[0022] 本実施形態に係るスターリングエンジン 10 では、パワーピストン 11 同士を対向させて一対配置すると共に、ディスプレイサピストン 12 同士を対向させて一対配置している。このため、パワーピストン 11 同士によりパワーピストン 11 の往復運動に伴う振動を打ち消すと共に、ディスプレイサピストン 12 同士によりディスプレイサピストン 12 の往復運動に伴う振動を打ち消すことができ、振動の発生を抑制することができる。また、本実施形態に係るスターリングエンジン 10 は、二機分のパワーピストン 11 及びディスプレイサピストン 12 を備えるので、カウンターウエイトを配置した従来品と比較してスターリングエンジン 10 の出力を向上させることもできる。

[0023] 一方、カウンターウエイトを配置した従来品では、カウンターウエイトに振動抑制の機能しかないため、スターリングエンジン全体の重量が単に増加し、且つ、スターリングエンジンの出力も向上しない。

[0024] 即ち、本実施形態に係るスターリングエンジン 10 によれば、スターリングエンジン 10 全体の重量、体積を無駄に増加させることなく、パワーピストン 11 及びディスプレイサピストン 12 の往復運動に伴う振動の発生を抑

制することが可能である。

[0025] さらに、本実施形態に係るスターリングエンジン 10 は位相反転機構 13 及び位相調整ばね 14 を備えるので、パワーピストン 11 とディスプレイサピストン 12 との位相差の調整が容易になる。パワーシリンダ 15 内の空間 26 のガスばねだけでは、パワーピストン 11 とディスプレイサピストン 12 との位相差を調整してスターリングエンジン 10 を安定作動させることは難しいためである。

[0026] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は前述の実施形態には限定されず他の様々な実施形態を採ることが可能である。

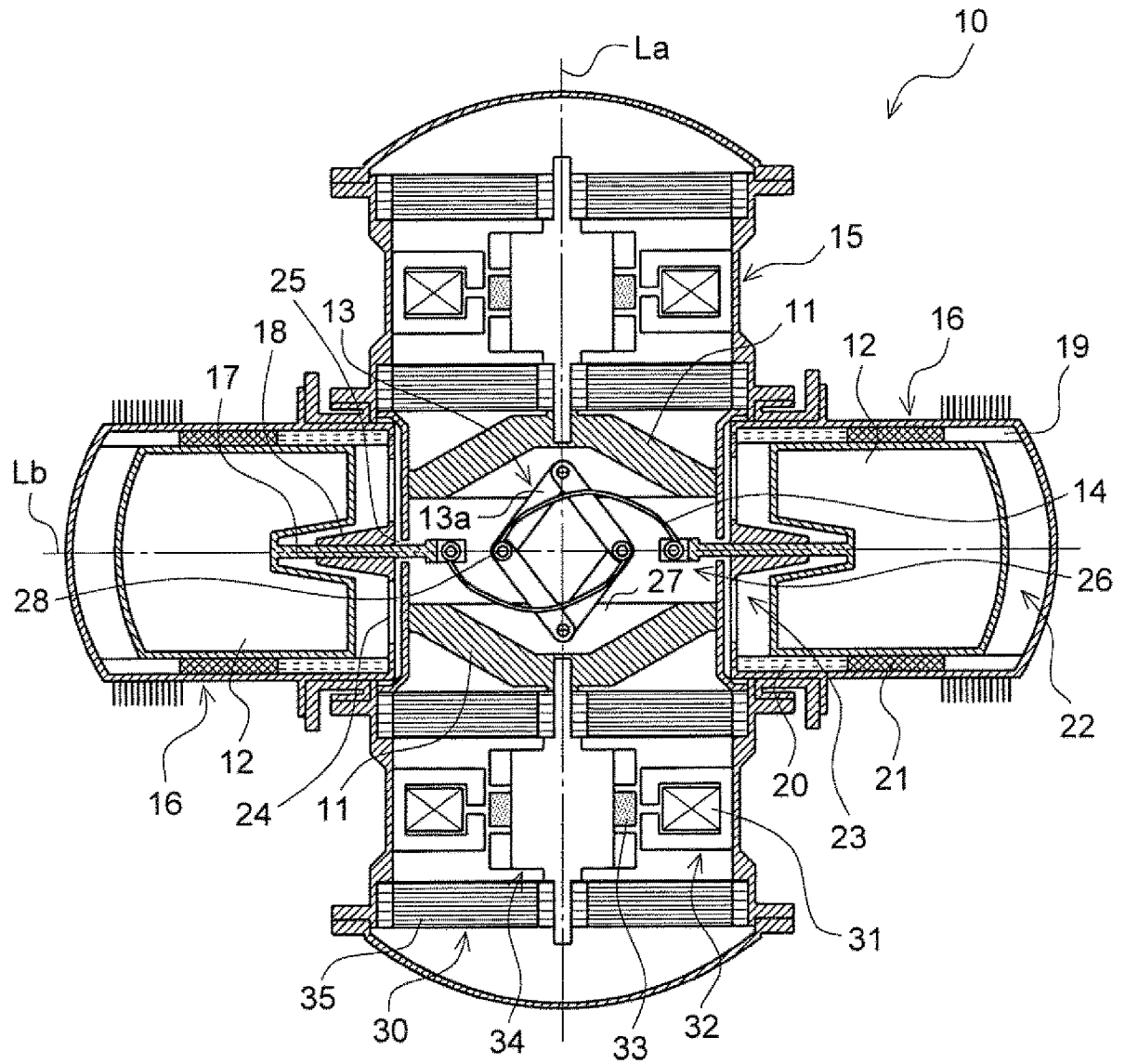
符号の説明

[0027] 10 フリーピストンスターリングエンジン
11 パワーピストン
12 ディスプレーサピストン
13 位相反転機構
14 位相調整ばね
15 パワーシリンダ
16 ディスプレーサシリンダ

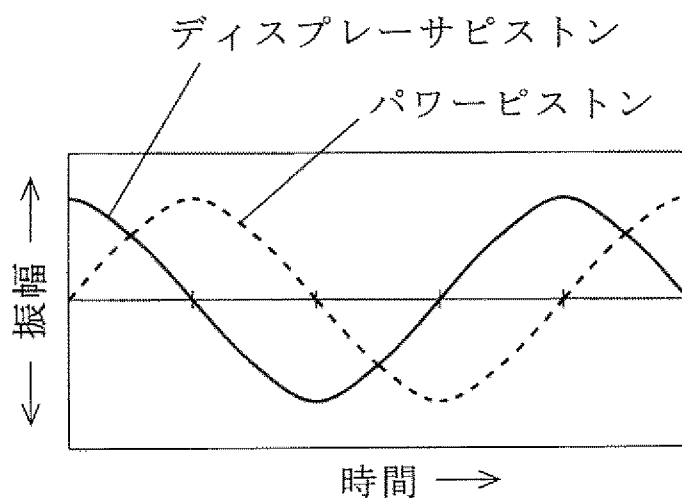
請求の範囲

- [請求項1] パワーシリンダ内に対向させて一対配置されたパワーピストンと、
前記パワーシリンダを挟んで対向させて配置された一対のディスプレイサシリンダ内に各々配置されたディスプレイサピストンと、
を備えるスターリングエンジン。
- [請求項2] 前記ディスプレイサピストンの往復運動を前記パワーピストンに位相を反転させて伝達する位相反転機構と、
前記ディスプレイサピストンと前記位相反転機構との間又は前記パワーピストンと前記位相反転機構との間に設けられ、前記パワーピストンの位相が前記ディスプレイサピストンの位相よりも90度遅れるように調整する位相調整ばねと、
をさらに備える請求項1に記載のスターリングエンジン。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02G1/043(2006.01)i, F02G1/053(2006.01)i

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)

F02G1/043, F02G1/053

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 4-134173 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 08 May 1992 (08.05.1992), page 1, lower right column, line 2 to page 2, upper right column, line 1; fig. 1 (Family: none)	1
A	JP 2012-533018 A (Global Cooling Inc.), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraphs [0024] to [0054]; fig. 1 to 6 & US 2011/0005220 A1 & GB 2483585 A & WO 2011/005673 A1 & CN 102472166 A	1, 2

☒ 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 but 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
11 June, 2014 (11.06.14)

Date of mailing of the international search report
24 June, 2014 (24.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064299

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-65160 A (Aisin Seiki Co., Ltd., Ekutei Kabushiki Kaisha), 23 March 1988 (23.03.1988), page 2, upper right column, line 14 to page 3, upper left column, line 19; fig. 1 (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02G1/043(2006.01)i, F02G1/053(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02G1/043, F02G1/053

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 4-134173 A（アイシン精機株式会社）1992.05.08, 第1頁右下欄 第2行－第2頁右上欄第1行, 第1図（ファミリーなし）	1
A	JP 2012-533018 A（グローバル・クーリング・インク）2012.12.20, 段落【0024】－【0054】, 第1－6図 & US 2011/0005220 A1 & GB 2483585 A & WO 2011/005673 A1 & CN 102472166 A	1、2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岡本 健太郎

3 G

3 8 3 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 63-65160 A (アイシン精機株式会社、エクテイー株式会社) 1988.03.23, 第2頁右上欄第14行ー第3頁左上欄第19行, 第1 図 (ファミリーなし)	1、2