

(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/114862 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 19/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052688
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 7 日(07.02.2012)
- (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 2011-036013 2011 年 2 月 22 日(22.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小亀 正人 (KOGAME, Masahito) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀 (NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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),

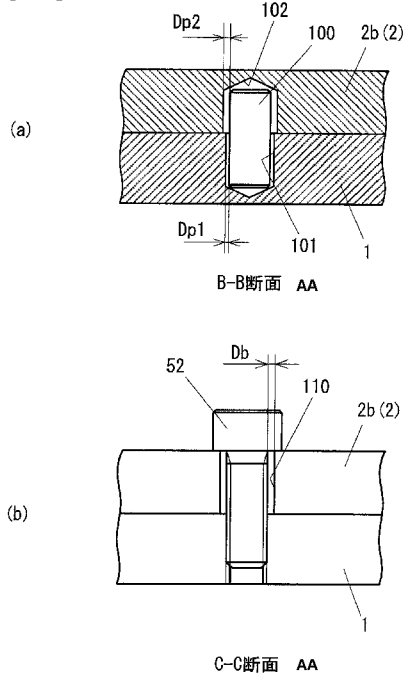
[続葉有]

(54) Title: BOLT-FASTENING STRUCTURE FOR TURBOMOLECULAR PUMP, AND TURBOMOLECULAR PUMP

(54) 発明の名称: ターボ分子ポンプのボルト締結構造およびターボ分子ポンプ

[図3]

【図3】



AA Cross section

(57) Abstract: The present invention is a bolt fastening structure for a turbomolecular pump, for which a first member is fastened in the axial direction with respect to a second member by means of multiple bolts arranged concentrically with respect to the rotor shaft center, the bolt-fastening structure being equipped with multiple pairs of non-penetrating pinholes arranged concentrically with respect to the rotor shaft center and formed opposing one another in the respective opposing faces of the fastened first and second members, and equipped with pins provided for each pair of pinholes and inserted into the pairs of pinholes. When the size of the gap between a bolt and a bolt hole formed in the first member is D_b , and the sizes of the gaps between the pins and the pairs of pinholes formed in the first and second members are D_{p1} and D_{p2} , the gap sizes D_b , D_{p1} , and D_{p2} are set so as to satisfy the equation " $D_b \geq (D_{p1} + D_{p2})$ ".

(57) 要約: 本発明は、ターボ分子ポンプのボルト締結構造であって、ロータ軸中心に関して同心円状に配置された複数のボルトによって、第1の部材を第2の部材に対して軸方向に締結し、ロータ軸中心に関して同心円状に複数配置され、締結された第1および第2の部材の対向する面の各々に、互いに対向するように形成された一対の非貫通のピン穴と、一対のピン穴毎に設けられ、該一対のピン穴に挿入されるピンと、を備え、ボルトと第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_b 、ピンと第1および第2の部材に形成された一対のピン穴との隙間寸法をそれぞれ D_{p1} 、 D_{p2} としたときに、隙間寸法 D_b 、 D_{p1} 、 D_{p2} は式「 $D_b \geq (D_{p1} + D_{p2})$ 」を満足するように設定されている。

WO 2012/114862 A1

WO 2012/114862 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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：

ターボ分子ポンプのボルト締結構造およびターボ分子ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、ターボ分子ポンプのボルト締結構造、および、そのターボ分子ポンプのボルト締結構造を備えるターボ分子ポンプに関する。

背景技術

[0002] ターボ分子ポンプを構成する部材同士の締結には、同心円状に配置された複数本のボルトにて固定する構造が一般的である。ターボ分子ポンプではロータが数万r.p.mで高速回転しており、万が一、回転中にロータが破壊した場合には、ロータの回転エネルギーによって、静止側（例えばポンプケーシング）に回転方向の大きな力（衝撃力）が伝達される。そのため、この大きな衝撃がポンプケーシングを介して真空チャンバ側まで伝達されないように、ポンプを装置に固定するボルトや、ポンプケーシングとベースとを締結しているボルトなどを塑性変形させることで、衝撃を吸収する技術が知られている（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：特開2010-180732号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述のようにボルトを変形させることによって破壊時のエネルギーを吸収させる構成の場合、金属強度における塑性変形領域は破断に限りなく近い状態であるため、想定される破壊エネルギーの見積もり誤差が大きかったり、想定以上の破壊エネルギーが発生した場合には、結果的にボルトが破断するおそれがあった。そのため、装置側への衝撃は低減できても、ボルト破断をもたらす。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様によると、ロータ軸中心に関して同心円状に配置された複数のボルトによって、第1の部材を第2の部材に対して軸方向に締結する、ターボ分子ポンプのボルト締結構造であって、ロータ軸中心に関して同心円状に複数配置され、締結された第1および第2の部材の対向する面の各々に、互いに対向するように形成された一对の非貫通のピン穴と、一对のピン穴毎に設けられ、該一对のピン穴に挿入されるピンと、を備え、ボルトと第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_b 、ピンと第1および第2の部材に形成されたピン穴との隙間寸法をそれぞれ D_{p1} 、 D_{p2} としたときに、隙間寸法 D_b 、 D_{p1} 、 D_{p2} は式「 $D_b \geq (D_{p1} + D_{p2})$ 」を満足するように設定されている。

本発明の第2の態様によると、ロータ軸中心に関して同心円状に配置された複数のボルトおよびナットによって、第1の部材を第2の部材に対して軸方向に締結する、ターボ分子ポンプのボルト締結構造であって、ロータ軸中心に関して同心円状に複数配置され、締結された第1および第2の部材の対向する面の各々に、互いに対向するように形成された一对の非貫通のピン穴と、一对のピン穴毎に設けられ、該一对のピン穴に挿入されるピンと、を備え、ボルトと第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_{b1} 、ボルトと第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_{b2} 、ピンと第1および第2の部材に形成された一对のピン穴との隙間寸法をそれぞれ D_{p1} 、 D_{p2} としたときに、隙間寸法 D_{b1} 、 D_{b2} 、 D_{p1} 、 D_{p2} は次式「 $(D_{b1} + D_{b2}) \geq (D_{p1} + D_{p2})$ 」を満足するように設定されている。

本発明の第3の態様によると、第1の態様または第2の態様のターボ分子ポンプのボルト締結構造において、ピン穴の底部を貫通すると共に該ピン穴より小径のピン装着確認用孔が、第1および第2の部材に形成されたピン穴の少なくとも一方に形成されている。

本発明の第4の態様によると、第1乃至第3の態様のいずれか一つの態様のターボ分子ポンプのボルト締結構造において、ピンに平行ピンを用いられ

ている。

本発明の第5の態様によると、第1乃至第4の態様のいずれか一つの態様のターボ分子ポンプのボルト締結構造を備えたターボ分子ポンプであって、ロータと、ロータが収納され、第1の部材としてのフランジが形成されたポンプケーシングと、ポンプケーシングが固定され、第2の部材としてのポンプベースと、を備え、ピンの本数をN、ロータ破壊時に生じるポンプベースの回転トルクを τ_b 、ピンの1本当たりのせん断方向の破壊に要する負荷（耐トルク値）を τ_p としたときに、式「 $N \geq \tau_b / \tau_p$ 」を満足するようにピンの本数Nが設定される。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、ターボ分子ポンプの安全性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]磁気軸受式ターボ分子ポンプのポンプ本体の概略構成を示す断面図である。

[図2]図1のケーシング2とベース1のA-A断面図であり、ケーシング2とベース1との締結構造を示す図である。

[図3] (a)は図2のB-B断面を示す図であり、(b)はC-C断面を示す図である。

[図4]ピン穴101, 102の変形例を示す図である。

[図5]電源一体型のターボ分子ポンプの一例を示す外観図である。

[図6]ボルト、ナット締結構造を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図1は、磁気軸受式ターボ分子ポンプにおけるポンプ本体の概略構成を示す断面図である。このターボ分子ポンプは、例えば半導体製造装置等において、チャンバ内の真空排気に用いられる。

[0009] ターボ分子ポンプのポンプ本体Tは、ベース1と、ベース1の上面に載置される略円筒形状のケーシング2と、ケーシング2内に回転可能に設けられ

たロータ 3 とを備えている。ケーシング 2 の下端にはフランジ 2 b が設けられており、このフランジ 2 b とベース 1 とは複数本のボルト 5 2 により締結されている。ケーシング 2 の上端に設けられた吸気口フランジ部 2 a は、図示しない半導体製造装置側の真空チャンバのフランジに、ボルトによって締結される。

[0010] 高速回転されるロータ 3 は、遠心力に耐えられるように比強度の高いアルミニウム合金によって構成されている。ロータ 3 は、ベース 1 の内部に回転可能に支持された回転軸部 3 a に締結されている。回転軸部 3 a は、上下一対のラジアル磁気軸受 4 およびアキシアル磁気軸受 5 により非接触支持され、モータ 6 により回転駆動される。アキシアル磁気軸受 5 は、回転軸 3 a の下部に設けられたロータディスク 4 2 を上下から挟むように配置されている。ロータディスク 4 2 は、固定用ナット 4 3 により回転軸部 3 a に取り付けられている。

[0011] ロータ 3 の釣鐘状筒部 3 0 の外周面には、軸方向に間隔をあけて複数段の回転翼 3 1 が形成されている。さらに、釣鐘状筒部 3 0 の下部には、略円筒形状の回転円筒部 3 2 が延設されている。すなわち、高真空側に回転翼 3 1 が、低真空側に回転円筒部 3 2 が設けられている。図 1 に示す例では、回転円筒部 3 2 の外径は、釣鐘状筒部 3 0 の外径よりも大きく設定されている。ロータ 3 に形成された複数段の回転翼 3 1 と回転円筒部 3 2 とが、回転側の排気機能部を構成する。

[0012] モータ 6 には、例えば DC ブラシレスモータが用いられる。その場合、回転軸部 3 a 側には永久磁石を内蔵するモータロータが装着され、ベース 1 側には回転磁界を形成するためのモータステータが設けられる。なお、ベース 1 側には、磁気軸受 4、5 の故障時に機能する非常用のメカニカルベアリング 7 が設けられている。

[0013] ロータ 3 に形成された回転翼 3 1 の各段の間には、固定翼 2 1 が交互に挿設されている。これらの回転翼 3 1 および固定翼 2 1 によりタービン翼部が構成される。各段の固定翼 2 1 はスペーサ 2 2 を介して積層され、これら固

定翼 2 1 とスペーサ 2 2 とにより積層体が形成されている。スペーサ 2 2 は略リング形状を成し、固定翼 2 1 は周方向に 2 分割した半割れ形状を成している。固定翼 2 1 とスペーサ 2 2 から成る積層体は、ボルト 5 2 の締結力により、ベース 1 の上端とケーシング 2 の上端の間に挟持されている。積層体の周囲はケーシング 2 で覆われている。

[0014] 回転円筒部 3 2 の周囲には、回転円筒部 3 2 の外周面に対向して固定円筒 2 4 が配設されている。固定円筒 2 4 はベース 1 にボルト固定されている。固定円筒 2 4 の内周面には螺旋状溝が形成されており、回転円筒部 3 2 と固定円筒 2 4 との隙間が、上下方向のガス通路を形成している。これらの回転円筒部 3 2 および固定円筒 2 4 はモレキュラードラグポンプ部を構成する。このようなターボ分子ポンプにおいて、ロータ 3 をモータ 6 により高速回転させると、ケーシング上端の吸気口 8 から流入したガス分子は、ターピン翼部およびモレキュラードラグポンプ部の各ガス通路を経て、排気口 9 から排気される。このガス分子の流れにより吸気口 8 側が高真空状態となる。

[0015] ターボ分子ポンプにおいては、ロータ 3 が高速回転するため、回転中のロータ 3 には大きな遠心力がかかり高応力状態となっている。特に、回転円筒部 3 2 が高応力となり、この回転円筒部 3 2 の部分から破壊が発生する場合が多い。回転円筒部 3 2 が破壊すると、破壊による飛散物が遠心力によって固定円筒 2 4 に衝突し、固定円筒部 2 4 が固定されているベース 1 にロータ 3 の回転方向と同方向の大きな回転トルクが発生する。そのため、従来は、ベース 1 とケーシング 2 とを締結しているボルト 5 2 の本数は、破壊時の回転トルクに耐えられるように、 $(\text{予想される回転トルク}) / (\text{ボルト 1 本当たりの耐トルク値})$ 以上の本数に設定されるのが一般的である。

[0016] ただし、ボルトの場合、ネジ谷部の断面積が他の部分よりも断面積が小さくなっていることと、ネジ谷部の断面形状が鋭角的になっているため、このネジ谷部に応力集中が発生しやすい。そのため、ボルト 5 2 のみで回転トルクを受ける締結構造の場合、応力集中が起こるネジ谷部においてボルト破断が発生しやすいという欠点があった。

[0017] このようなことから、本実施の形態では、ベース 1 とケーシング 2 との締結構造を、図 2，3 に示すような構造とした。図 2，3 は、図 1 のケーシング 2 とベース 1 との締結構造を説明する図である。図 2 は図 1 のケーシング 2 とベース 1 の A-A 断面を示す図である。図 1 に示したように、ケーシング 2 の下端にはフランジ 2 b が形成されており、このフランジ 2 b をベース 1 にボルト締結することによりケーシング 2 がベース 1 に固定されている。図 2 に示す例では 6 本のボルト 5 2 が使用されている。

[0018] ケーシング 2 は中心軸がロータ 3 の中心軸とほぼ一致するようにベース 1 に固定され、フランジ 2 b に形成されるボルト孔 1 1 0 は、ケーシング 2 の中心軸に対して同心円上に配置されている。また、図 2 の符号 1 0 0 で示す部材は、ベース 1 とケーシング 2 との締結部に設けられたピンである。ピン 1 0 0 には例えば平行ピンが用いられ、6 本のピン 1 0 0 が、ボルト 5 2 が配置されている同心円と同一円上に配置されている。

[0019] 図 3 (a) は、図 2 の B-B 断面を示し、図 3 (b) は図 2 の C-C 断面を示す。図 3 (a) に示すように、ベース 1 およびフランジ 2 b には、非貫通のピン穴 1 0 1，1 0 2 が形成されている。ピン 1 0 0 は、ピン穴 1 0 1，1 0 2 によって形成される袋状のピン穴に収納されている。ピン 1 0 0 の長さおよび各ピン穴 1 0 1，1 0 2 の深さは、ポンプ本体 T を正立姿勢とした場合、倒立姿勢とした場合のいずれの場合においても、ピン 1 0 0 が両方のピン穴 1 0 1，1 0 2 に必ず挿入されるように設定されている。

[0020] 本実施の形態では、ケーシング 2 をベース 1 にボルト固定する際に、予め、ベース 1 側のピン穴 1 0 1 にピン 1 0 0 が挿入されているような構成としている。そのため、ピン 1 0 0 とピン穴 1 0 1 との隙間寸法 D_{p1} は、ピン 1 0 0 とピン穴 1 0 2 との隙間寸法 D_{p2} よりも小さく設定されている。

[0021] 一方、ボルト締結構造においては、図 3 (b) に示すように、ボルト 5 2 はベース側に形成された雌ねじと螺合している。ボルト孔 1 1 0 の内径寸法は、ボルト軸とボルト孔 1 1 0 との間に寸法 D_b の隙間が形成されるように設

定されている。さらに、ピン穴101, 102とピン100との隙間寸法 D_{p1} , D_{p2} および隙間寸法 D_p は、次式(1)が満足されるように設定されている。

$$D_b \geq (D_{p1} + D_{p2}) \quad \dots (1)$$

[0022] 式(1)は、ロータ破壊によりベース1に回転トルクが発生した場合、ボルト52のボルト軸がボルト孔110の内周面に当接する前に、ピン100がピン穴101, 102の内周面に当接するための条件である。すなわち、回転トルクをピン100のみで受け止めるような構成となっている。この場合、ピン100の本数 N は、ロータ破壊時に生じるベース1の回転トルクを τ_b 、ピン100の1本当たりのせん断方向の破壊に要する負荷(耐トルク値)を τ_p としたとき、次式(2)を満足するように設定される。

$$N \geq \tau_b / \tau_p \quad \dots (2)$$

[0023] 上述のようなピン100をボルト締結部に設けることにより、ロータ破壊時の回転トルクをボルト52よりも先にピン100に作用させることができる。さらに、式(2)を満足するようにピン100を設定することにより、ピン100の破断を防止することができる。また、ピン100に平行ピンのように断面が軸方向に一様で表面が平滑な部材を用いることで、ネジ谷部のような応力集中の発生を避けることができる。

[0024] もちろん、衝撃によりピン100やピン穴101, 102に変形が生じた場合には、ボルト52にも回転トルクが作用するが、その大きさは十分小さい。そのため、ボルト52の強度としては、締結時の軸方向の引っ張り強度を主に考慮すれば良く、従来のように、ボルト52によって回転トルクを受け止める締結構造に比べ、ボルト52の本数を減らすことが可能である。

[0025] このように、回転トルクはピン100で分担し、ケーシング2のベース1への固定はボルト52で分担するという機能分担することにより、ボルト本数の削減によるコスト低減、さらには、ボルト本数削減に伴う締結作業の簡素化を図ることができる。

[0026] 図4は、ピン100が装着されるピン穴101, 102の変形例を示す図

である。この変形例では、ピン穴１０２の底部にピン穴１０２よりも小径の貫通孔１０３を形成した。この貫通孔１０３は、以下のような機能を有している。

[0027] 貫通孔１０３の１番目の機能は、ピン穴１０１，１０２内にピン１００が装着されているか否かを確認するための確認窓としての機能である。図３（a）に示したピン穴１０１，１０２の場合、ボルト締結後は、ピン穴１０１，１０２にピン１００が装着されているか否かを確認することができない。一方、図４に示すピン穴１０１，１０２の場合には、ボルト締結後であっても貫通孔１０３からピン１００の有無を確実に確認することができ、ピン１００の装着忘れを防止することができる。

[0028] 貫通孔１０３の２番目の機能は、ピン１００に回転トルクが作用したことによって、ピン１００がピン穴１０１の側面に食い込んで抜けなくなった場合に、ピン１００を取り外すための作業穴としての機能である。そのような場合、貫通孔１０３から棒状の治具を挿入し、ピン１００を叩き出すことでピン１００をピン穴１０１から取り外すことが容易にできる。本実施の形態の場合、ピン穴１０１の方がピン穴１０２よりも小径なので、ピン１００はピン穴１０１に取り残されやすい。しかし、ピン１００がピン穴１０２の方に取り残された場合を考慮して、ピン穴１０１，１０２の両方に貫通孔１０３を形成するようにしても良い。

[0029] なお、上述した実施の形態では、ベース１とケーシング２とのボルト締結構造に本発明を適用した場合について説明したが、他の部分のボルト締結構造にも適用することができる。例えば、ロータ３と回転軸部３aとのボルト締結部分にも適用できるし、フランジ２aと装置側とのボルト締結にも適用可能である。

[0030] また、ターボ分子ポンプには、ポンプ本体と電源装置とが一体となった一体式のターボ分子ポンプがあり、図５は、その一例を示す外観図である。ベース１２０の下部には冷却装置１１３が取り付けられ、その冷却装置１１３の下部に電源装置１４０が取り付けられている。ベース１１２と冷却装置１

１３とは複数のボルト１３Ｂで締結されており、冷却装置１１３と電源装置１４０とは複数のボルト１４Ｂにより締結されている。

[0031] そのため、ロータ破壊時の衝撃によって、ケーシング１３０とベース１２０とを締結しているボルト１２Ｂに対しては回転方向のせん断荷重が作用し、重量物である電源装置１４０の慣性により、電源装置１４０と冷却装置１１３とを締結しているボルト１３Ｂには回転方向とは逆方向に、せん断荷重が作用することになる。よって、このようなボルト締結構造に本発明を適用した場合にも、上述した場合と同様の作用効果を奏することができる。

[0032] なお、上記の本発明によるターボ分子ポンプの締結構造では、たとえば図１や図３に示すように、図中で上方側から、すなわちケーシング２のフランジ２ｂ側からボルト２０１をフランジ２ｂに設けたボルト孔を通してベース１側に設けた雌ねじと螺合する構造として説明した。

しかしながら、このボルト２０１のボルト孔をベース１側に設け、ボルト２０１を下側から、すなわちベース１からこのボルト孔を通してフランジ２ｂの設けた雌ねじと螺合する構造としてもよい。この構造では、上記の隙間寸法Ｄｂはベース１側に設けられたボルト孔とボルト２０１の軸との間に形成される隙間となる。

[0033] さらに、本発明は図６に示すような、ボルト２０１とナット２０２を用いて、２つのフランジ２００と２ａとを締結するボルト締結構造にも適用することができる。

このような締結構造は、例えば、フランジ２ａとターボ分子ポンプが装着される装置側との締結には、このようなボルト締結構造が用いられる場合が多いが、ケーシング２とベース１との締結にも使用することも可能である。図６では、フランジ２ａと装置側のフランジ２００に用いた場合を示した。フランジ２ａとフランジ２００との間には、図４に示すようなピン構造が採用されており、図６では図示を省略したが、例えば、フランジ２ａ側にピン穴１０１および貫通孔１０３が形成され、装置側のフランジ２００にピン穴１０２が形成されている。

なお、図6に示す締結構造で、上下を逆にした締結構造であってもよい。ボルト201を上側から、すなわちフランジ200側から通して、フランジ2a側のボルトで締結する構造となる。

[0034] 図6に示すようなボルト201とナット202を用いたボルト締結構造の場合、フランジ2a、200のどちらのボルト孔に関してもボルト201の軸との間に隙間が形成されることになる。フランジ200側の隙間寸法をDb1、フランジ2a側の隙間寸法をDb2とした場合、図4の隙間寸法Dp1、Dp2および隙間寸法Db1、Db2は、次式(3)を満足するように設定されている。これは、上述した式(1)に代わる条件式である。

$$(Db1 + Db2) \geq (Dp1 + Dp2) \quad \dots (3)$$

[0035] 以上の説明は本発明の実施形態の例であり、本発明はこれらの実施形態に限定されない。当業者であれば、本発明の特徴を損なわずに様々な変形実施が可能である。したがって、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

[0036] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願第2011年第36013号(2011年2月22日出願)

請求の範囲

[請求項1]

ロータ軸中心に関して同心円状に配置された複数のボルトによって、第1の部材を第2の部材に対して軸方向に締結する、ターボ分子ポンプのボルト締結構造であって、

前記ロータ軸中心に関して同心円状に複数配置され、締結された前記第1および第2の部材の対向する面の各々に、互いに対向するように形成された一对の非貫通のピン穴と、

前記一对のピン穴毎に設けられ、該一对のピン穴に挿入されるピンと、を備え、

前記ボルトと前記第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_b 、前記ピンと前記第1および第2の部材に形成された一对のピン穴との隙間寸法をそれぞれ D_{p1} 、 D_{p2} としたときに、隙間寸法 D_b 、 D_{p1} 、 D_{p2} は式「 $D_b \geq (D_{p1} + D_{p2})$ 」を満足するように設定されているターボ分子ポンプのボルト締結構造。

[請求項2]

ロータ軸中心に関して同心円状に配置された複数のボルトおよびナットによって、第1の部材を第2の部材に対して軸方向に締結する、ターボ分子ポンプのボルト締結構造であって、

前記ロータ軸中心に関して同心円状に複数配置され、締結された前記第1および第2の部材の対向する面の各々に、互いに対向するように形成された一对の非貫通のピン穴と、

前記一对のピン穴毎に設けられ、該一对のピン穴に挿入されるピンと、を備え、

前記ボルトと前記第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_{b1} 、前記ボルトと前記第1の部材に形成されたボルト孔との隙間寸法を D_{b2} 、前記ピンと前記第1および第2の部材に形成された一对のピン穴との隙間寸法をそれぞれ D_{p1} 、 D_{p2} としたときに、隙間寸法 D_{b1} 、 D_{b2} 、 D_{p1} 、 D_{p2} は次式「 $(D_{b1} + D_{b2}) \geq (D_{p1} + D_{p2})$ 」を満足するように設定されているターボ分子ポンプのボルト締結構造。

[請求項3] 請求項 1 または 2 に記載のターボ分子ポンプのボルト締結構造において、

前記ピン穴の底部を貫通すると共に該ピン穴より小径のピン装着確認孔が、前記一对のピン穴の少なくとも一方に形成されている。

[請求項4] 請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のターボ分子ポンプのボルト締結構造において、

前記ピンに平行ピンを用いられている。

[請求項5] 請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のターボ分子ポンプのボルト締結構造を備えたターボ分子ポンプであって、

ロータと、

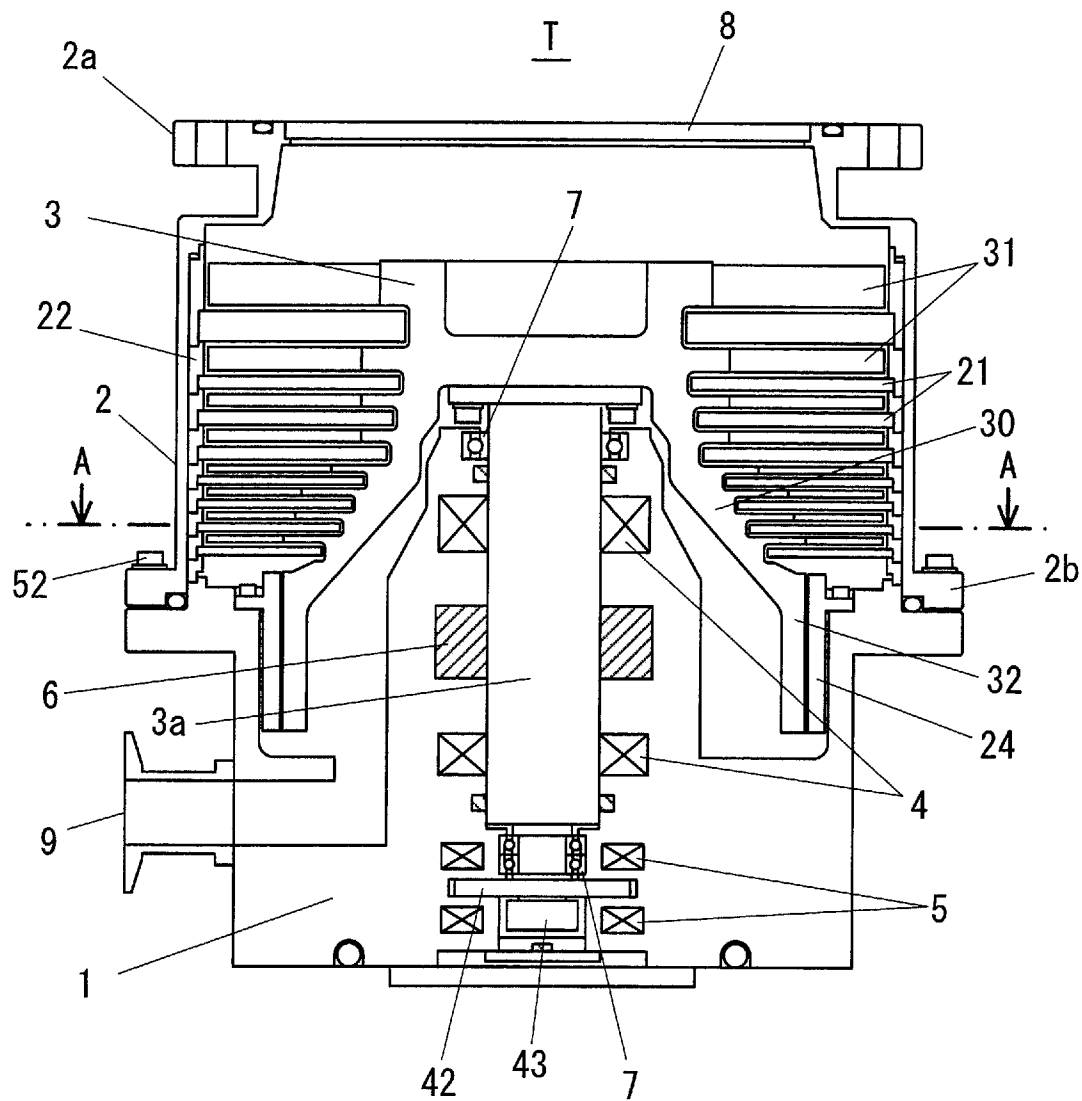
前記ロータが収納され、前記第 1 の部材としてのフランジが形成されたポンプケーシングと、

前記ポンプケーシングが固定され、前記第 2 の部材としてのポンプベースと、を備え、

前記ピンの本数を N 、ロータ破壊時に生じる前記ポンプベースの回転トルクを τ_b 、前記ピンの 1 本当たりの耐トルク値を τ_p としたときに、式「 $N \geq \tau_b / \tau_p$ 」を満足するように前記ピンの本数 N が設定されるターボ分子ポンプ。

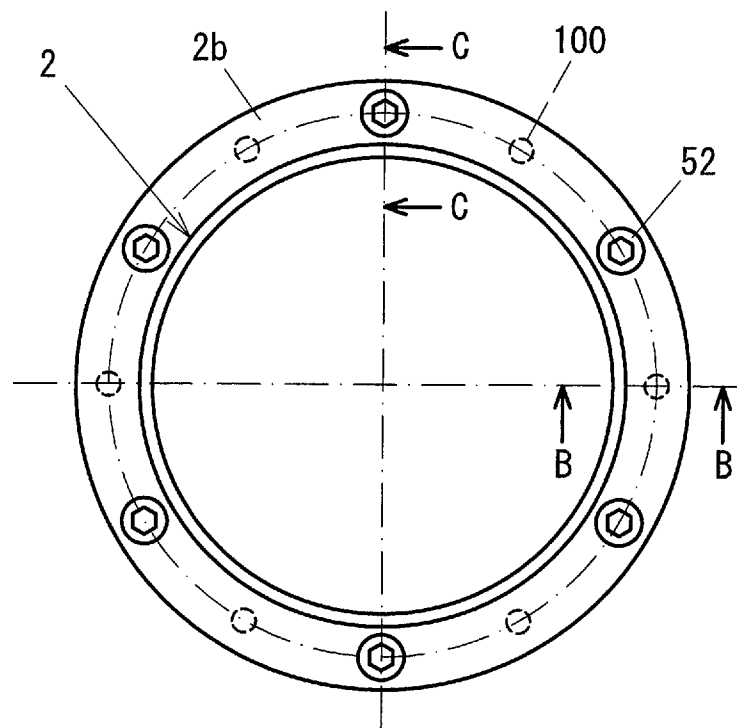
[図1]

【図 1】



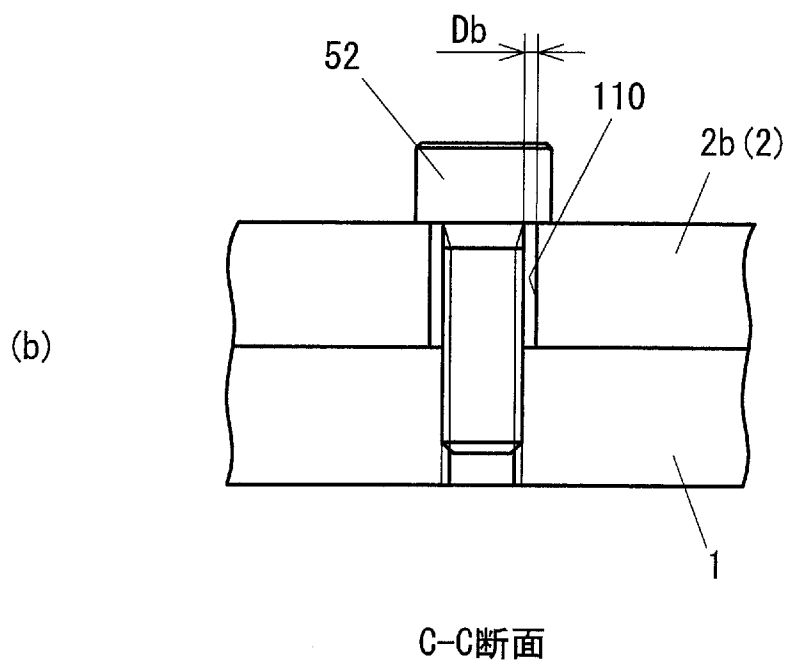
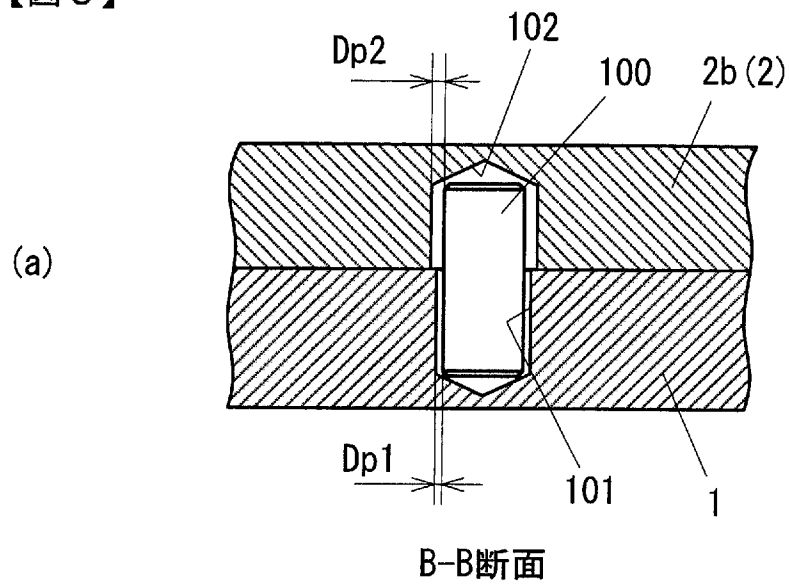
[図2]

【図 2】



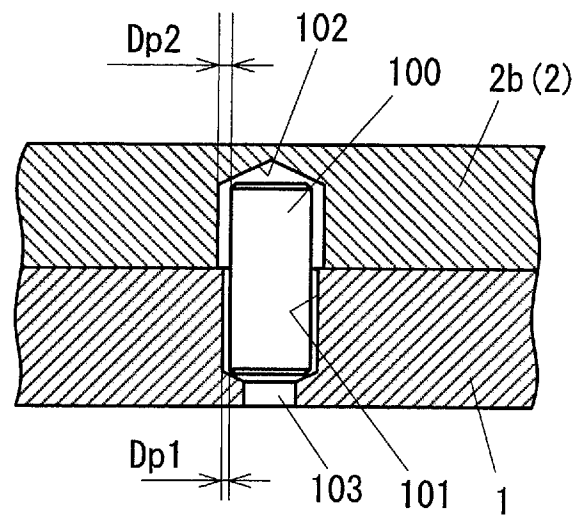
[図3]

【図3】



[図4]

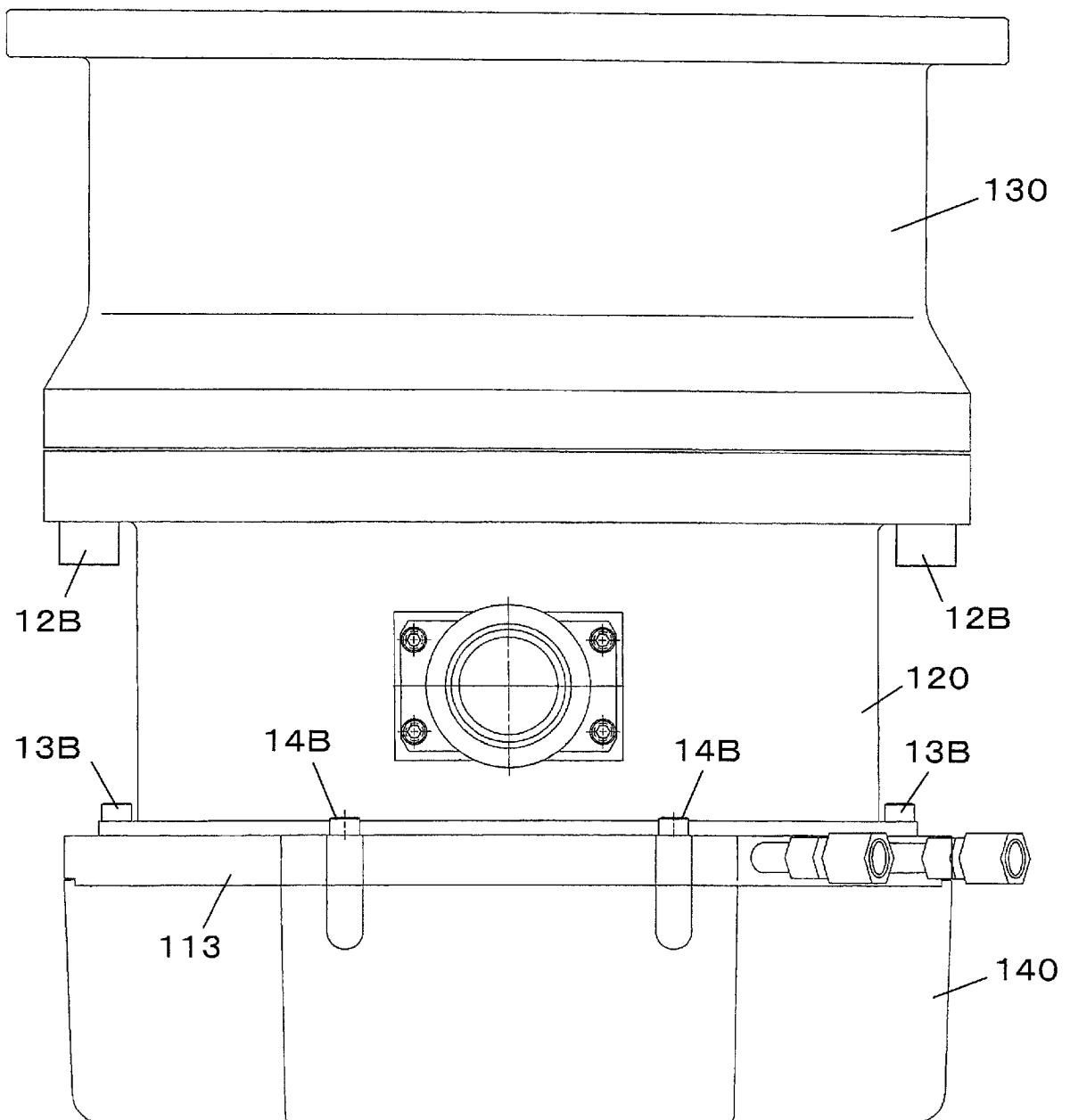
【図 4】



B-B断面

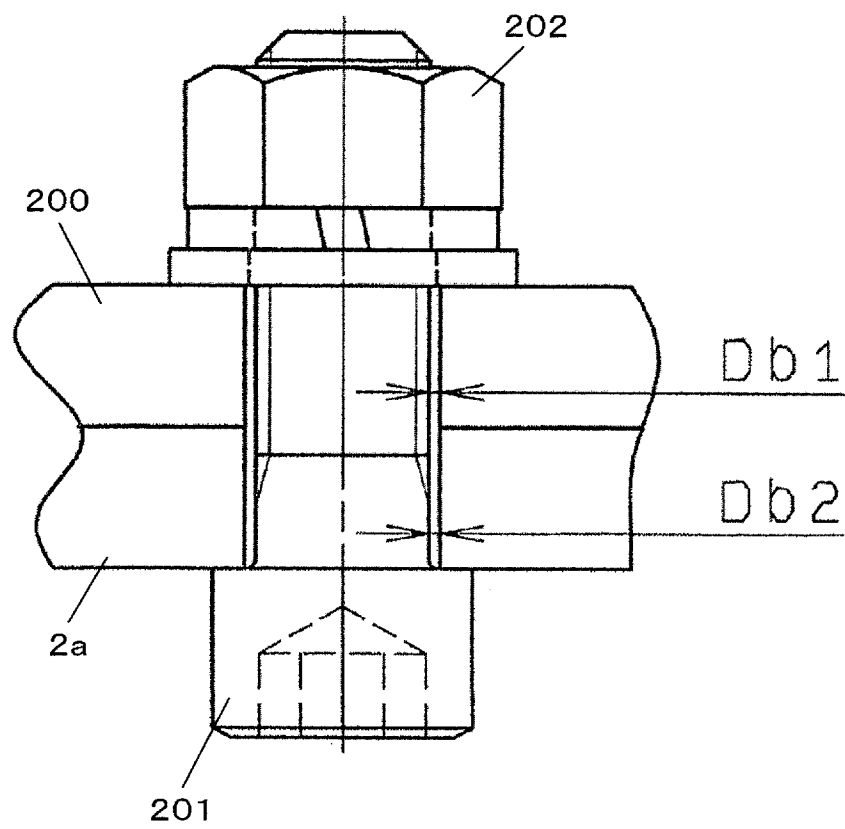
[図5]

【図5】



[図6]

【図6】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052688

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D19/04 (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)

F04D19/04

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 4609082 B2 (Shimadzu Corp.), 12 January 2011 (12.01.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2007-278163 A (Shimadzu Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2008-75489 A (Edwards Japan Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings & WO 2008/035497 A1	1-5

☐

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
27 April, 2012 (27.04.12)

Date of mailing of the international search report
15 May, 2012 (15.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D19/04(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. F04D19/04

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	JP 4609082 B2（株式会社島津製作所）2011.01.12, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2007-278163 A（株式会社島津製作所）2007.10.25, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-75489 A（エドワーズ株式会社）2008.04.03, 全文, 全図 & WO 2008/035497 A1	1-5

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

2 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 5 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

尾崎 和寛

3 0

8 9 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8