(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
2016 年 1 月 14 日(14.01.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/006596 A1

(51) 国際特許分類:
B06B 1/06 (2006.01) *B23B 37/00* (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069493

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 7 日(07.07.2015)

(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 2014-151224 2014 年 7 月 7 日(07.07.2014) JP
特願 2014-173188 2014 年 8 月 11 日(11.08.2014) JP
特願 2015-063349 2015 年 3 月 9 日(09.03.2015) JP

(72) 発明者; および
(71) 出願人 : 大西 一正(**OHNISHI, Kazumasa**) [JP/JP]; 〒9400846 新潟県長岡市花園東２丁目１２１番地３５ Niigata (JP).

(74) 代理人 : 柳川 泰男 (**YANAGAWA, Yasuo**); 〒1600004 東京都新宿区四谷２－１４ ミツヤ四谷ビル８階 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

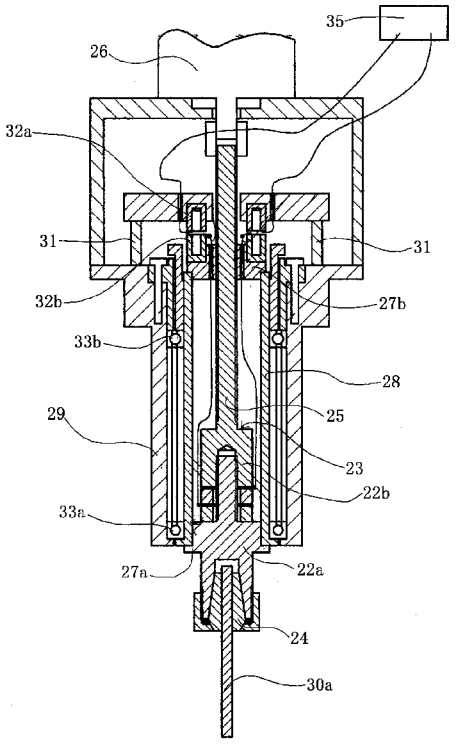
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2016/006596 A1

(54) **Title**: ULTRASONIC PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称 : 超音波加工装置



(57) **Abstract**: An ultrasonic processing device, including: a bolted Langevin-type ultrasonic oscillator (23) having a structure in which a front mass (22a) and a rear mass (22b) are bolted to the front and rear surfaces of piezoelectric elements (21a, 21b); a tool support means (24) provided to the distal end part of the ultrasonic oscillator (23); a shaft (25) extending from the rear end surface of the rear mass (22b); a rotation driving means (26) joined to the shaft (25); a front flange (27a) provided around the front mass (22a); a rear flange (27b) provided around the shaft; a rotary casing (28) disposed around the ultrasonic oscillator (23), the rotary casing (28) applying a vertical tensile force on the ultrasonic oscillator (23) and supporting the ultrasonic oscillator (23) by the tensile force; and a fixed casing (29) disposed around the rotary casing (28), the fixed casing (29) supporting the rotary casing (28) in a rotatable manner.

(57) 要約: 圧電素子（２１ａ，２１ｂ）の前面と後面に、ボルト締めによりフロントマス（２２ａ）とリアマス（２２ｂ）を固定した構造を持つボルト締めランジュバン型超音波振動子（２３）、超音波振動子（２３）の先端部に備えられた工具支持手段（２４）、リアマス（２２ｂ）の後端面から伸びるシャフト（２５）、シャフト（２５）に結合する回転駆動手段（２６）、フロントマス（２２ａ）の周囲に備えられたフロントフランジ（２７ａ）、シャフトの周囲に備えられたリアフランジ（２７ｂ）、超音波振動子（２３）の周囲に配置され、超音波振動子（２３）に上下に伸びる張力を付与し、この張力により超音波振動子（２３）を支持する回転ケーシング（２８）、そして回転ケーシング（２８）の周囲に配置され、回転ケーシング（２８）を回転可能に支持する固定ケーシング（２９）を含む超音波加工装置。

明　細　書

発明の名称 ： 超音波加工装置

技術分野

[0001] 本発明は、超音波加工装置に関し、特に、超音波振動を付与された加工用工具の回転により加工対象の材料に対して切削、穿孔、研削などの各種の機械加工を行うための装置に関する。

背景技術

[0002] 機械加工装置に装着されたドリルやミリング工具などの加工用工具（加工用刃物）に超音波振動を付与しながら、それらの加工工具を回転させることにより、加工対象の材料（ワーク）に対して切削、穿孔、研削などの各種の機械加工を行う操作は通常、超音波加工と名付けられて、各種材料の加工手段として汎用されている。機械加工に用いる加工用工具に超音波振動を付与する振動体あるいは振動子としては各種のタイプのものが知られているが、なかでも、加工用工具に強力な超音波振動を与えることができるボルト締めランジュバン型超音波振動子が最も一般的に用いられている。ボルト締めランジュバン型超音波振動子は、電極が備えられた圧電素子の両面に、それぞれフロントマスとリアマスと呼ばれる一対の剛性成形体を配置し、これらをボルトを用いて締め付けて一体とすることにより構成した超音波振動子である。

[0003] 加工用工具を回転させてワークの切削、穿孔、研削などの加工を行う際に、その回転下にある加工用工具の回転軸に沿って超音波振動（縦振動）を付与することにより、加工精度や加工効率の顕著な向上が期待できるが、実際の超音波加工装置では、加工用工具と一体となって回転する超音波振動子からの縦振動モードの超音波振動に加え、横振動モードの超音波振動も発生するため、期待通りの加工精度や加工効率の顕著な向上が実現しないことも多い。また、超音波振動子は、同じく一体で回転するケーシング（回転ケーシング）により支持された状態で高速回転するが、その回転ケーシングへの超

音波振動エネルギーの漏出も発生しやすく、この回転ケーシングへの超音波振動の漏出も加工精度や加工効率の低下をもたらす結果となる。

[0004] 本発明の発明者は長年の間、上記のような超音波加工装置の改良を目的として研究を行ってきた。そして、既に有力な超音波加工装置の改良構造を発明し、その発明を特許文献１に開示している。

[0005] 特許文献１には、加工用工具（例、ドリル）と超音波振動体との振動複合体を高い安定性をもって支持し、かつ超音波振動体にて発生する超音波振動の振動エネルギーの回転ケーシングへの漏出を低いレベルに抑制することによって、振動エネルギーの加工用工具への高い効率での印加を可能にする支持構造が開示されている。そして、この文献には、その具体的な支持構造として、加工用工具を備えた超音波振動体にフランジを付設し、フランジの片側面を、別に用意した固定体（回転ケーシング）に形成したフランジ支持面に応力を掛けた状態で接触させることにより係合支持する構造（ただし、超音波振動体のフランジは、固定体のフランジ支持面には接合されてなく、また固定体の支持面に接触して係合支持された超音波振動体のフランジは、超音波振動体が振動状態にある時にはフランジ厚み方向に超音波振動する構造とされる）が開示されている。

[0006] 特許文献１に図示された上記の超音波振動体の支持構造を本明細書の添付図面に図１として示す。

[0007] 本発明者は、さらに実用性の高い超音波加工装置の開発を目指して、特許文献１に開示した超音波振動体の支持構造について検討を重ねた。その結果、特許文献１に開示の超音波振動体の支持構造を利用して超音波加工装置を構成することにより、超音波振動体を側面で支持する支持構造体（回転ケーシング）への超音波振動エネルギーの漏出が顕著に低下することを確認した。しかしながら、更なる実用化研究において、加工用工具への超音波振動の横振動の伝達の抑制が不充分となる場合があることを見出した。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第２０１４／０１７４６０　Ａ１（WO 2014/017460A1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明が解決しようとする課題を説明するために、添付図面の図１にて示した特許文献１に開示されている超音波振動体の支持構造をさらに詳しく説明する。

[0010] 図１の超音波振動体の支持構造は、基台８、基台上に配置されたモータ９ａ、支柱（ボールネジ軸）１１、ボールネジナット１２、そして昇降台１４を含む支持固定構造体に、超音波振動体１が支持固定される構造である。図１において、超音波振動体１は、一般にボルト締め型ランジュバン振動子と呼ばれる超音波振動体である。超音波振動体１の下端部には加工用工具（ここではドリル）１６が備えられている。超音波振動体１の下端部の近傍には超音波振動体１と一体として形成したリング状フランジ２ａが、そして超音波振動体１の上端部（頂部）には、超音波振動体１と一体として形成したネジ構造を持つ延長部に嵌め合わされたリング状フランジ２ｂが備えられている。このフランジ２ｂは、ネジ構造に嵌め合わされているナット６を回転させることにより、上下に移動可能なように構成されている。なお、ボルト締め型ランジュバン振動子に備えられた圧電振動子への電力の供給システム（固定側ロータリートランスと回転側ロータリートランスとの組み合わせ）はすでに知られていることから、その電力供給システムの記入は図２では省略されている。

[0011] 超音波振動体１に備えられているリング状フランジ２ａとリング状フランジ２ｂは、超音波振動体１の周囲に設けられている回転ケーシング（固定体）３によって、その回転ケーシング３に斜め方向に形成されたフランジ支持面３ａ、３ｂに、ナット６の回転によるフランジ支持面３ｂの下降により発生する応力が掛かった状態で接触させることにより係合支持する支持構造にて、回転ケーシング（固定体）３に係合支持されている。ただし、超音波振動体１のフランジ２ａ、２ｂは回転ケーシング３のフランジ支持面３ａ、３

ｂには接合されてなく、この係合支持方法の採用により、回転ケーシング３の支持面３ａ、３ｂに接触して係合支持された超音波振動体のフランジ２ａ、２ｂは、超音波振動体１が振動状態にある時にはフランジ２ａ、２ｂの厚み方向に超音波振動する構造となっている。回転ケーシング３は、昇降台１４に下側に備えられた円筒ケース（固定ケーシング）１５の内側に、モータ９ｂと回転伝達軸１０、そしてベアリング１３ａ、１３ｂ、１３ｃ、１３ｄにより、回転伝達軸１０を中心軸として回転するように支持されている。

[0012] 図１の超音波振動体の支持構造では、超音波振動体１は、回転ケーシング３の内部で、その底面側と頂面側に直接もしくは間接的に付設されたフランジ２ａ、２ｂを介して固定体（回転ケーシング）３に固定されることなく接触しており、このため超音波振動体１は上下に引っ張られた状態（緊張状態）で回転ケーシング３により支持されている。従って、このフランジ２ａ、２ｂと固定体（回転ケーシング）３との接触面もまた、超音波振動体１からの超音波振動の伝達を受けて縦方向に超音波振動し、このため、これらの接触面を介しての超音波振動の振動エネルギーの固定体（回転ケーシング）３への漏出が抑制される結果となる。

[0013] 本発明者は、図１の超音波振動体の支持構造を利用して超音波加工装置を構成することにより、超音波振動体を側面で支持する支持構造体への超音波振動エネルギーの漏出が顕著に低下することを実際に確認した。しかしながら、前述のように、更なる実用化研究を進める過程において、加工用工具への超音波振動の横振動の伝達の抑制が不充分となり、加工用工具の横揺れが発生する場合があることを見出した。この加工用工具の横揺れは、加工精度の低下、そして加工用工具の破損の発生をもたらす。

[0014] そこで、本発明者は、その原因の調査を行い、その結果、図１に従う超音波加工装置を組み立てた際に、モータ９ｂから回転伝達軸１０とカップ状の支持具２０を介して超音波振動体１に伝達される回転エネルギー（超音波振動体１の軸回転を駆動するエネルギー）が、超音波振動体１の回転軸（中心軸）に直交する平面にて均等に付与されない場合があることを見出した。そ

して更に、そのようなモータ９ｂからの超音波振動体１への回転エネルギーの不均等な付与は、モータ９ｂに直結し、回転ケーシング３を懸架状態で支持するカップ状の支持具２０と回転ケーシング３とが偏芯した状態で結合された結果であることも見出した。すなわち、このようなカップ状の支持具２０と回転ケーシング３との偏芯した結合により、モータ９ｂが供給する回転エネルギーの伝達は、回転ケーシング３の中心軸（回転軸、超音波振動体１の回転軸と一致する）から僅かにずれる結果となる。従って、この回転エネルギーの伝達の回転ケーシング３の中心軸（回転軸）からの僅かなずれ（偏芯）は、そのまま回転エネルギーの伝達の超音波振動体１の中心軸（回転軸）からの僅かなずれ（偏芯）を引き起こす。そして、最終的に、超音波振動体１の下端部に装着されている加工用工具１６の僅かな横揺れを引き起こすことになる。

[0015] 従って、本発明の目的は、図１に示した超音波加工装置と同様な構成を持つ超音波加工装置であって、超音波振動体１の支持構造体への振動エネルギーの漏出の抑制効果を維持しながら、モータ９ｂからの超音波振動体１への回転エネルギーが高精度にて超音波振動体１の中心軸（回転軸）に付与される超音波加工装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明者は、上記の目的を実現するために、図１に示した超音波加工装置の構成を検討した結果、超音波振動体１を、モータ（回転駆動手段）９ｂの回転駆動軸に支持具を介して接続するのではなく、むしろ超音波振動体１をモータ９ｂの回転軸に直接結合させることによって、モータ９ｂた回転軸に付与する回転エネルギーが超音波振動体１の中心軸（回転軸）に偏芯を伴うことな伝達され、この転結構成により、超音波振動体１の横揺れが効果的に抑制され、従って超音波振動体１の下端部に装着されている加工用工具の横揺れの抑制が可能となることを見出した。

[0017] 従って、本発明は、電極を備えた圧電素子の前面と後面に、それぞれボルト締めによりフロントマスとリアマスを固定した構造を持つボルト締めラン

ジュバン型超音波振動子、該ボルト締めランジュバン型超音波振動子の先端部に備えられた工具支持手段、該ボルト締めランジュバン型超音波振動子のリアマスの後端面からボルト締めランジュバン型超音波振動子と中心軸を一致させた状態で伸びるシャフト、該シャフトに結合して回転駆動力を与える回転駆動手段、上記ボルト締めランジュバン型超音波振動子のフロントマスの周囲に備えられたフロントフランジ、上記シャフトの周囲に備えられたリアフランジ、ボルト締めランジュバン型超音波振動子の周囲に配置され、フロントフランジとリアフランジに挟まれた状態で係合して、ボルト締めランジュバン型超音波振動子に上下に伸びる張力を付与し、この張力によりボルト締めランジュバン型超音波振動子を支持する回転ケーシング、そして上記回転ケーシングの周囲に配置され、かつ回転ケーシングを回転可能に支持する固定ケーシングを含む超音波加工装置にある。

[0018] 本発明の超音波加工装置の好ましい態様は次の通りである。

（１）ボルト締めランジュバン型超音波振動子のシャフトと回転駆動手段とが、シャフト上端部と回転駆動手段の回転軸とを接合するジョイントにより結合している。

（２）ボルト締めランジュバン型超音波振動子の圧電素子の直径に対するシャフトの直径の比が０．１～０．７５の範囲にある。

（３）ボルト締めランジュバン型超音波振動子の長さに対するシャフトの長さの比が０．５～５の範囲にある。

（４）ボルト締めランジュバン型超音波振動子の長さに対するシャフトの長さの比が１～５の範囲にある。

発明の効果

[0019] 本発明の超音波加工装置を用いることにより、超音波振動発生手段として用いるボルト締めランジュバン振動子から発生する強い縦振動（振動子の垂直方向に発生する振動）の超音波振動が、超音波振動発生手段を支持する側面の支持構造体（回転ケーシング）に殆ど漏出することなく、かつ横振動の発生が抑制された状態で加工用工具に伝達される。このため、超音波加工装

置により加工されるワーク（加工対象材料）に対する加工効率と加工精度が顕著に向上する。さらに、加工用工具として近年用いられている直径が１ｍｍ未満、特に直径０．１ｍｍ程度の極細のドリルを用いる場合に発生しやすい工具の破損の回避に有効となる。また、超音波振動体（ボルト締めランジュバン振動子）１が上下に引っ張られた状態（緊張状態）で回転ケーシング３により支持されているため、超音波振動体の下端部に装着された加工用工具３０の伸縮（超音波加工の作業時に発生する工具３０への変形（通常は圧縮変形）に影響されることなく、ワークに掛けられる工具３０の圧力を一定に維持することが可能になるため、加工精度の安定化や工具の破損防止にも有効である。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]特許文献１に図示されている工具を備えた超音波振動体の支持構造（従来技術）の模式図である。

[図2]本発明に従う超音波加工装置の一実施態様の模式図である。

[図3]本発明に従う超音波加工装置の他の実施態様の模式図である。

[図4]図２に示した本発明に従う超音波加工装置を用いて超音波加工において測定された加工用工具の縦方向の振動と横方向の振動との比を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 図２に、本発明に従う超音波加工装置の一実施態様の模式図を示す。すなわち、図２を参照して、本発明の超音波加工装置を具体的に説明すると、次のように記述することができる。

[0022] 図２の超音波加工装置は、それぞれ電極を備えた圧電素子２１ａ、２１ｂの前面と後面に、それぞれボルト締めによりフロントマス２２ａとリアマス２２ｂを固定した構造を持つボルト締めランジュバン型超音波振動子２３、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の先端部に備えられた工具支持手段２４、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３のリアマス２２ｂの後端面からボルト締めランジュバン型超音波振動子２３と中心軸を一致させ

た状態で伸びるシャフト２５、シャフト２５に結合して回転駆動力を与える回転駆動手段２６、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３のフロントマス２２ａの周囲に備えられたフロントフランジ２７ａ、シャフト２５の周囲に備えられたリアフランジ２７ｂ、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の周囲に配置され、フロントフランジ２７ａとリアフランジ２７ｂに挟まれた状態で係合して、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３に上下に伸びる張力を付与し、この張力によりボルト締めランジュバン型超音波振動子２３を支持する回転ケーシング２８、そして回転ケーシング２８の周囲に配置され、かつ回転ケーシング２８を回転可能に支持する固定ケーシング２９を含む。

[0023] 図２の超音波加工装置の例では、加工用工具としてドリル３０が用いられており、このドリル３０は工具支持手段２４に装着されている。

[0024] 図２に示した本発明の超音波加工装置において、回転駆動手段（例、モータ）２６とシャフト２５との結合は、ジョイント３４を介して行われている。また、シャフト２５とリアフランジ２７ｂとの係合は、締め付けナットの構造とされたリアフランジ２７ｂとシャフト２５に形成されたネジ構造との係合により実現されている。

[0025] なお、シャフト２５と回転駆動手段（モータ）２６との結合は必ずしもジョイントを介して行う必要はなく、直接的に結合させてもよい。また、回転駆動力の伝達は、公知のモータと回転伝達手段（例、歯車、ベルト）との組み合わせによるでる伝達でもよい。

[0026] ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の圧電素子２１ａ、２１ｂの各電極に対する電力（電気エネルギー）の供給は、固定ケーシング２９を固定支持する固定構造体３１に備えられた固定側ロータリートランス３２ａとシャフト２５に固定された回転側ロータリートランス３２ｂとから構成されている電力供給手段（この固定側ロータリートランスと回転側ロータリートランスとから構成されている電力供給手段自体は公知である）を介し、かつ回転側ロータリートランス３２ｂと圧電素子２１ａ、２１ｂの各電極とを電

気的に接続する配線（リアフランジ２７bに設けられた孔を通って接続、図示省略）している。

[0027] 固定ケーシング２９による回転ケーシング２８の回転可能な支持も、ボールベアリング３３ａ、３３ｂを用いて行われているが、このよう回転ケーシングの回転可能な支持構造もまた公知である。

[0028] シャフトの長さや太さについては特に限定はないが、ボルト締めランジュバン型超音波振動子の圧電素子の直径に対するシャフトの直径の比は０．１～０．７５の範囲にあることがこのましい。また、ボルト締めランジュバン型超音波振動子の長さに対するシャフトの長さの比が０．５～５の範囲（特に、１～５の範囲）にあることが好ましい。

[0029] シャフト５は、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３のリアマス２２ｂと一体として成形してもよいが、リアマス２２ｂに接着剤や他の接合手段にて、シャフト５がリアマスト２２ｂと一体的に移動、回転するように接合してもよい。

[0030] 次に、図３を参照して、本発明に従う超音波加工装置の他の実施態様を説明する。

[0031] 図３に示した本発明に従う超音波加工装置の他の実施態様における各構成は、基本的には、図２に示した構成と同じである。すなわち、図３の超音波加工装置も、それぞれ電極を備えた圧電素子の前面と後面に、それぞれボルト締めによりフロントマス２２ａとリアマス２２ｂを固定した構造を持つボルト締めランジュバン型超音波振動子２３、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の先端部に備えられた工具支持手段２４、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３のリアマス２２ｂの後端面からボルト締めランジュバン型超音波振動子２３と中心軸を一致させた状態で伸びるシャフト２５、シャフト２５に結合して回転駆動力を与える回転駆動手段２６、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３のフロントマス２２ａの周囲に備えられたフロントフランジ２７ａ、シャフト２５の周囲に備えられたリアフランジ２７ｂ、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の周囲に配置され、フロ

ントフランジ２７ａとリアフランジ２７ｂに挟まれた状態で係合して、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３に上下に伸びる張力を付与し、この張力によりボルト締めランジュバン型超音波振動子２３を支持する回転ケーシング２８、そして回
転ケーシング２８の周囲に配置され、かつ回転ケーシング２８を回転可能に支持する固定ケーシング２９を含む。

[0032] 図３の超音波加工装置の例では、加工用工具としてミリング工具３０ａが用いられており、このミリング工具３０ａは工具支持手段２４に装着されている。

[0033] なお、図３には、固定側ロータリートランスへの電力供給手段（超音波発信回路）３５が示されており、また回転側ロータリートランス３２ｂとボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の圧電素子の各電極とを電気的に接続する配線（リアフランジ２７bに設けられた孔を通って接続）が示されている。

実施例

[0034] 図２に示した本発明に従う超音波加工装置を用いて、工具（ドリル）を超音波振動付与下に回転させた場合に測定された工具３０の先端の縦振動と横振動との比を図４にグラフとして示す。なお、ボルト締めランジュバン型超音波振動子２３の圧電素子の各電極への付与周波数は、約３５．２ＫＨｚから約３７．５ＫＨｚとした。また、工具の先端の振動状態は、ドップラー振動計を用いて測定した。

[0035] 図４のグラフは、超音波加工装置の下端部の工具保持手段（コレット）を用いて工具を保持して測定された測定された工具３０の縦振動と横振動との比を示す。工具のモデルとして、超鋼金属製の円柱状の棒で、直径３ｍｍ、長さ３０．０ｍｍの棒を用いている。そして、この円柱状工具の先出し量とは、コレットから先に出ている円柱状工具の長さを意味する。

[0036] 図４から分かるように、例えば、円柱状工具の先出し量（先出し長さ）を約５ｍｍとした時の工具先端の縦振動／横振動の比は、約２．７であり、先

出し量（先出し長さ）を約２１．７ｍｍとした時の工具先端の縦振動／横振動の比は、約２０．５であった。超音波加工装置におけるドリルやミリング工具の標準的な先出し量（先出し長さ）は１０～２５ｍｍであるので、図２に示した超音波加工装置を用いて超音波加工を行うと、加工用工具の先端部の縦振動／横振動の振動量（振幅）の比は、約５倍以上となることが分かる。従って、図２に示した超音波加工装置を用いて超音波加工を行うことにより、縦振動に対する横振動の振動量（振幅）の比は非常に小さくなり、これにより、超音波加工の加工効率の向上、加工精度の向上、そして工具の破損防止に有効であることが分かる。

符号の説明

[0037] １　ボルト締めランジュバン型超音波振動子（超音波振動体）

２ａ、２ｂ　フランジ

３　回転ケーシング（固定体）

３ａ、３ｂ　フランジ支持面

１０　モータの回転伝達軸

１３ａ、１３ｂ、１３ｃ、１３ｄ　ボールベアリング

１４　固定ケーシング

２０　カップ状の支持具

２１ａ、２１ｂ　圧電素子

２２ａ　フロントマス

２２ｂ　リアマス

２３　ボルト締めランジュバン型超音波振動子

２４　工具保持手段（コレット）

２５　シャフト

２６　回転駆動手段（モータ）

２７ａ　フロントフランジ

２７ｂ　リアフランジ

２８　回転ケーシング

２９　固定ケーシング

３０　加工用工具（ドリル）

３０ａ　ミリング工具

３１　固定構造体

３２ａ　固定側ロータリートランス

３２ｂ　回転側ロータリートランス

３３ａ、３３ｂ　ボールベアリング

３４　ジョイント

請求の範囲

[請求項1] 電極を備えた圧電素子の前面と後面に、それぞれボルト締めによりフロントマスとリアマスを固定した構造を持つボルト締めランジュバン型超音波振動子、該ボルト締めランジュバン型超音波振動子の先端部に備えられた工具支持手段、該ボルト締めランジュバン型超音波振動子のリアマスの後端面からボルト締めランジュバン型超音波振動子と中心軸を一致させた状態で伸びるシャフト、該シャフトに結合して回転駆動力を与える回転駆動手段、上記ボルト締めランジュバン型超音波振動子のフロントマスの周囲に備えられたフロントフランジ、上記シャフトの周囲に備えられたリアフランジ、ボルト締めランジュバン型超音波振動子の周囲に配置され、フロントフランジとリアフランジに挟まれた状態で係合して、ボルト締めランジュバン型超音波振動子に上下に伸びる張力を付与し、この張力によりボルト締めランジュバン型超音波振動子を支持する回転ケーシング、そして上記回転ケーシングの周囲に配置され、かつ回転ケーシングを回転可能に支持する固定ケーシングを含む超音波加工装置。

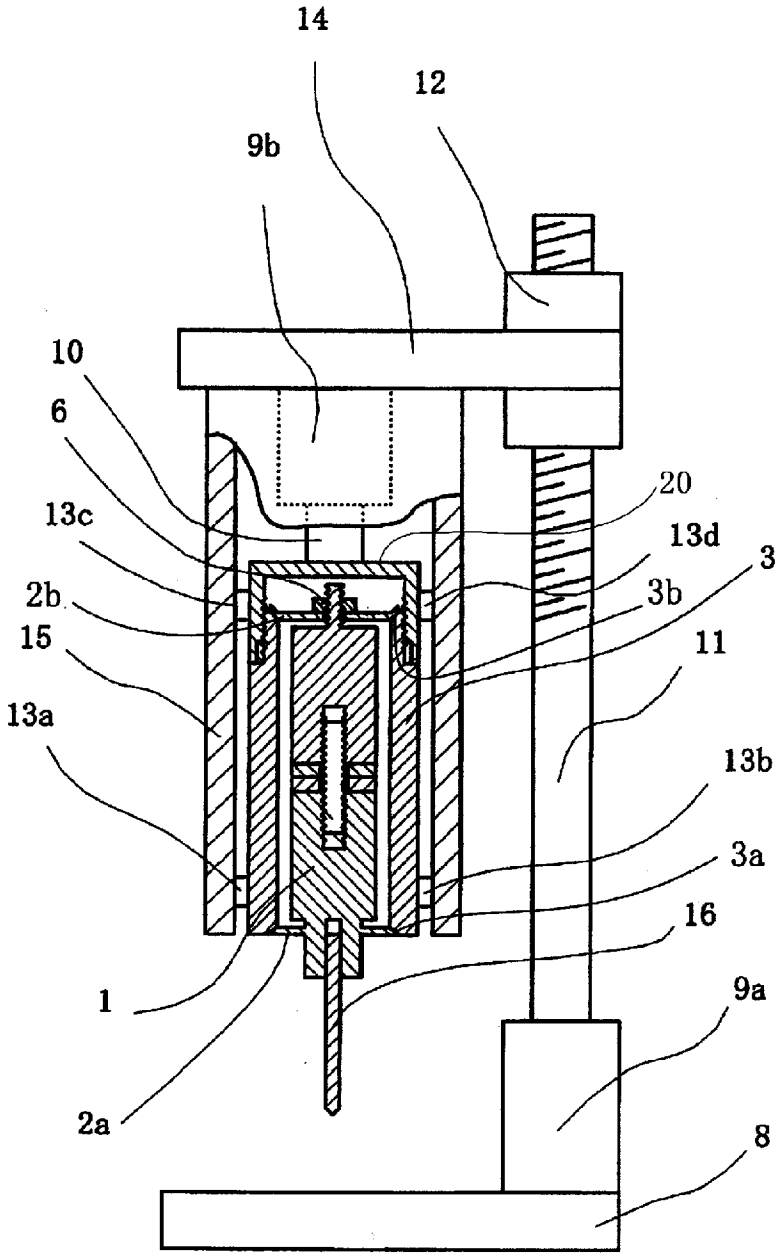
[請求項2] ボルト締めランジュバン型超音波振動子のシャフトと回転駆動手段とが、シャフト上端部と回転駆動手段の回転軸とを接合するジョイントにより結合している請求項１に記載の超音波加工装置。

[請求項3] ボルト締めランジュバン型超音波振動子の圧電素子の直径に対するシャフトの直径の比が０．１～０．７５の範囲にある請求項１に記載の超音波加工装置。

[請求項4] ボルト締めランジュバン型超音波振動子の長さに対するシャフトの長さの比が０．５～５の範囲にある請求項１に記載の超音波加工装置。

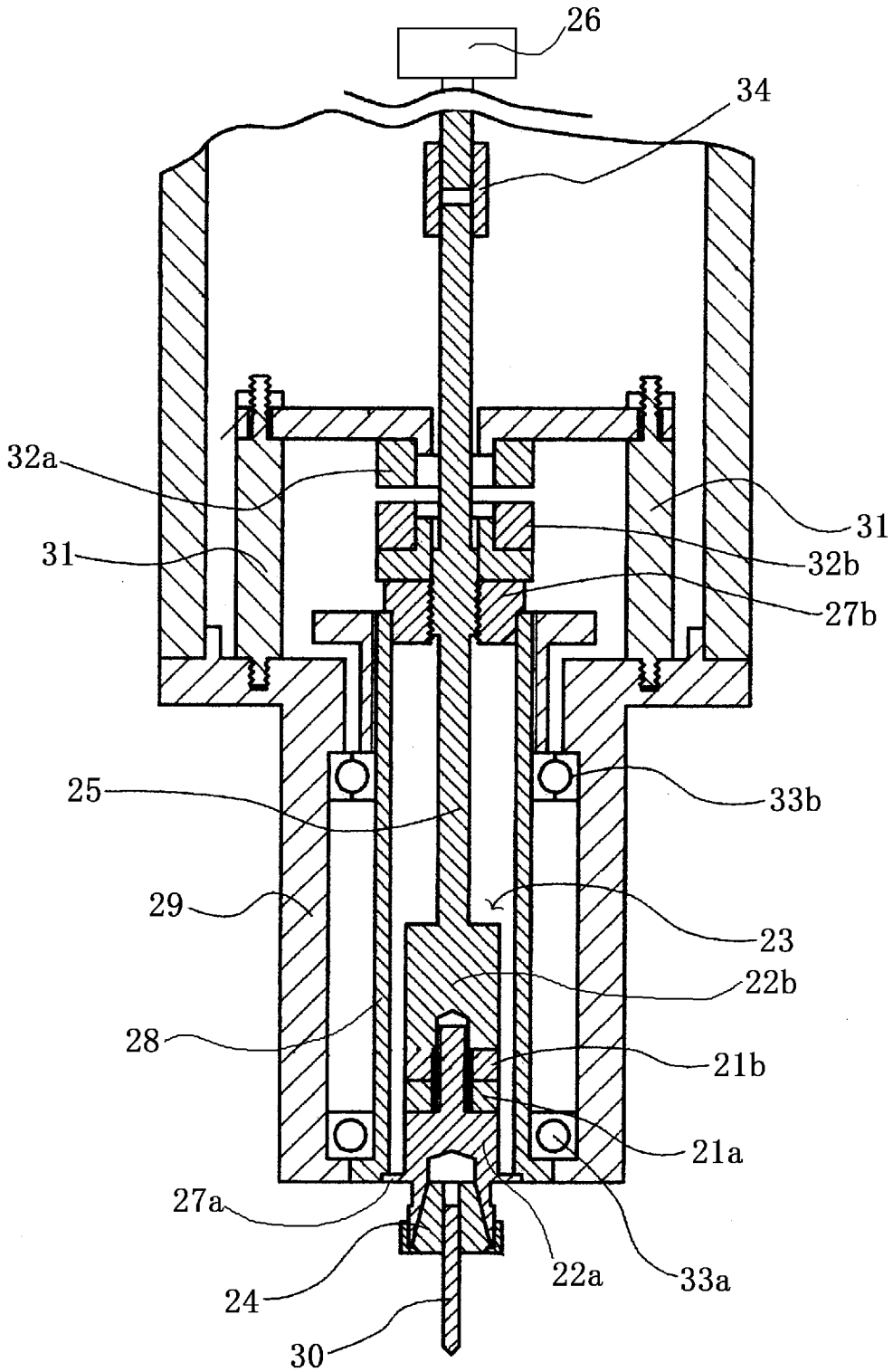
[請求項5] ボルト締めランジュバン型超音波振動子の長さに対するシャフトの長さの比が１～５の範囲にある請求項１に記載の超音波加工装置。

[図1]

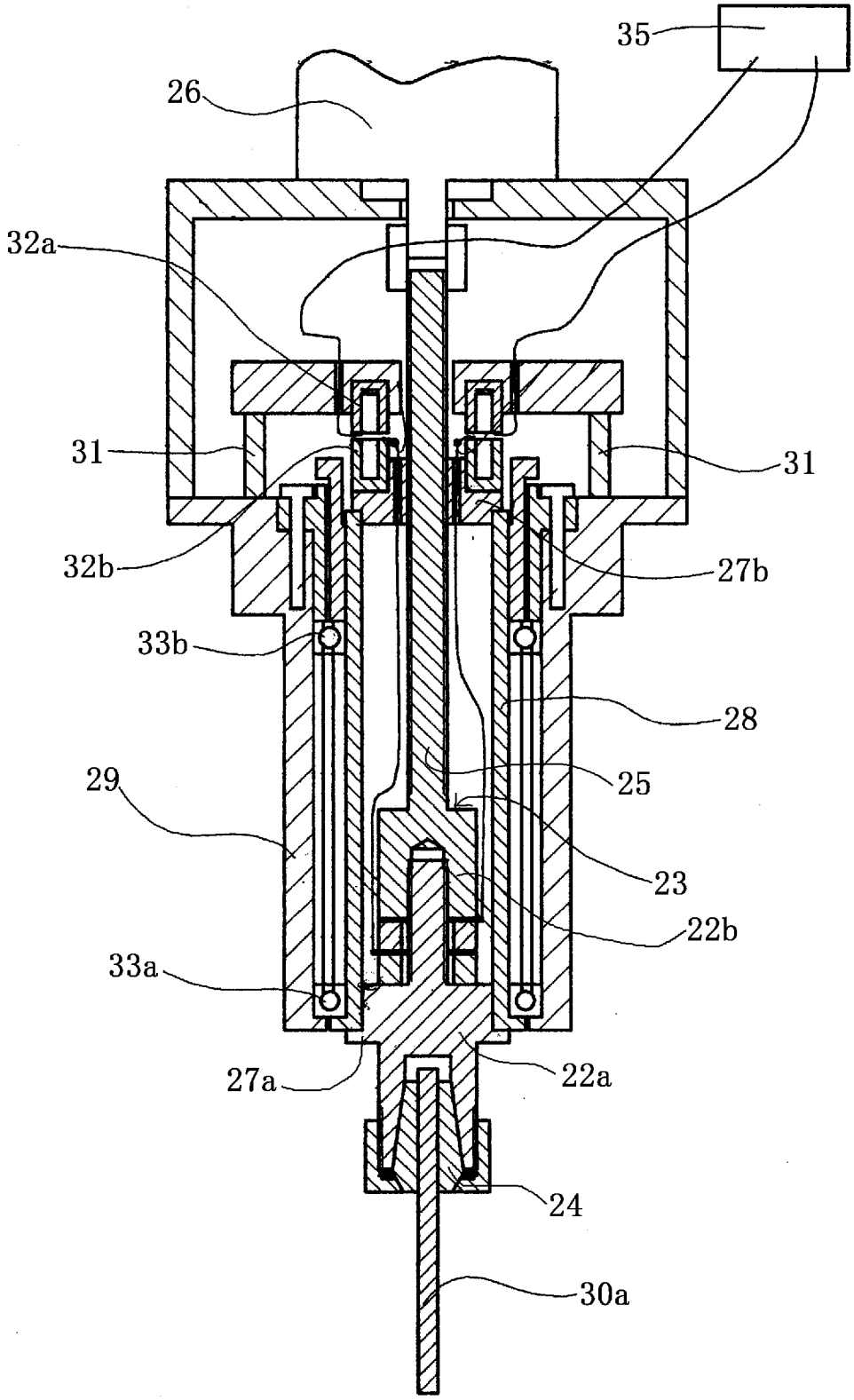


(従来技術)

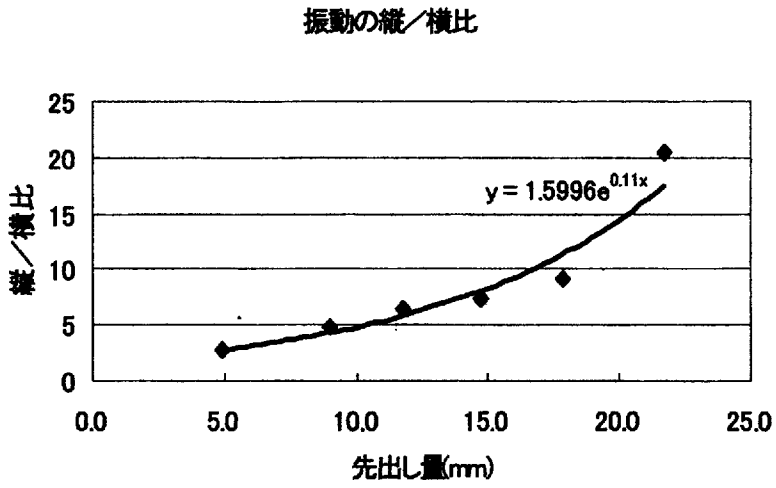
[図2]


26
34
32a
31
31
32b
27b
25
33b
29
23
22b
28
21b
21a
27a
22a
33a
24
30

[図3]



[図4]


振動の縦／横比
縦／横比
25
20
15
10
5
0
y = 1.5996e^0.11x
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
先出し量(mm)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B06B1/06(2006.01)i, *B23B1/00*(2006.01)i, *B23B37/00*(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)
B06B1/06, B23B1/00, B23B37/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	WO 2014/017460 A1 (Kazumasa ONISHI), 30 January 2014 (30.01.2014), paragraphs [0019] to [0020]; fig. 2 & CN 104470664 A & TW 201420241 A	1-5
Y	JP 2009-241225 A (Masahiko JIN), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0023] to [0030]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-346817 A (Masao MURAKAWA), 04 December 2002 (04.12.2002), paragraphs [0014] to [0025]; fig. 1, 3, 5 to 6 (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
17 September 2015 (17.09.15)	06 October 2015 (06.10.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069493

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 157813/1988(Laid-open No. 78250/1990) (Brother Industries, Ltd.), 15 June 1990 (15.06.1990), page 4, line 18 to page 5, line 1; fig. 2 (Family: none)	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６９４９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B06B1/06(2006.01)i, B23B1/00(2006.01)i, B23B37/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B06B1/06, B23B1/00, B23B37/00

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
Y	WO 2014/017460 A1 (大西一正) 2014.01.30, 段落[0019]-[0020], 第２図 & CN 104470664 A & TW 201420241 A	1-5
Y	JP 2009-241225 A (神　雅彦) 2009.10.22, 段落【0023】-【0030】, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-346817 A (村川　正夫) 2002.12.04, 段落【0014】-【0025】, 第1,3,5-6図 (ファミリーなし)	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	国際調査報告の発送日
１７．０９．２０１５	０６．１０．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　３９２３
河村　勝也
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

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
Y	日本国実用新案登録出願 63-157813 号(日本国実用新案登録出願公開 2-78250 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (ブラザー工業株式会社) 1990.06.15, 第 4 頁第 18 行-第 5 頁第 1 行,第 2 図 (ファミリーなし)	2