

(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
2015年8月13日(13.08.2015)



(10) 国際公開番号

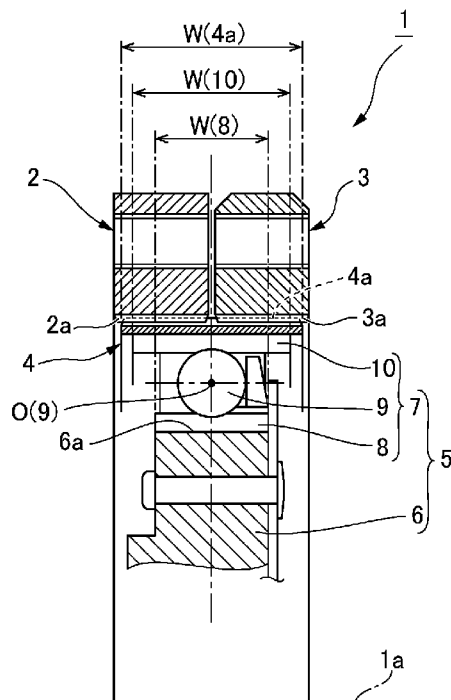
WO 2015/118994 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052159
- (22) 国際出願日: 2015年1月27日(27.01.2015)
- (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 2014-021328 2014年2月6日(06.02.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ (HARMONIC DRIVE SYSTEMS INC.)
[JP/JP]; 〒1400013 東京都品川区南大井6丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 張 新月 (ZHANG Xin Yue); 〒3998305 長野県安曇野市穂高牧1856-1 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ 穂高工場内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 横沢 志郎 (YOKOZAWA Shiro); 〒3900852 長野県松本市島立1132番地18 Nagano (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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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: FLAT WAVE GEAR DEVICE

(54) 発明の名称: フラット型波動歯車装置



(57) Abstract: A wave generator (5) of a flat wave gear device (1) is provided with: a plug (6) provided with an outer peripheral surface (6a) having an elliptical contour; and a ball bearing (7) fitted to the outer peripheral surface (6a). The outer ring width (W(10)) of the ball bearing (7) is a value in the range of 60-100% of the face width (W(4a)) of external teeth (4a). Furthermore, the centre of the outer ring (10) in the width direction and the centre of the external teeth (4a) in the face width direction are positioned in the ball centre (O(9)) of the ball bearing (7). In this flat wave gear device, stiffness of the support of an externally toothed gear by the wave generator can be improved.

(57) 要約: フラット型波動歯車装置 (1) の波動発生器 (5) は、楕円状輪郭の外周面 (6a) を備えたプラグ (6) と、外周面 (6a) に装着されたボールベアリング (7) とを備えている。ボールベアリング (7) の外輪幅 W(10) は、外歯 (4a) の歯幅 W(4a) に対して、60% から 100% の範囲内の値である。また、ボールベアリング (7) のボール中心 (O(9)) に、外輪 (10) の幅方向の中心および外歯 (4a) の歯幅方向の中心が位置している。フラット型波動歯車装置において、波動発生器による外歯歯車の支持剛性を高めることができる。

WO 2015/118994 A1

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))

明 細 書

発明の名称：フラット型波動歯車装置

技術分野

[0001] 本発明はフラット型波動歯車装置に関する。

背景技術

[0002] 波動歯車装置としては、特許文献 1、2 に記載されたフラット型波動歯車装置が知られている。フラット型波動歯車装置では、同軸状に並列配置された剛体歯車である 2 個の内歯歯車の内側に円筒状の可撓性歯車である外歯歯車が配置されている。外歯歯車は、その内側に装着した楕円状輪郭の波動発生器によって楕円状に撓められ、その楕円形状の長軸両端において双方の内歯歯車にかみ合っている。

[0003] 波動発生器は、一般に、楕円状輪郭の外周面を備えた剛性のプラグと、この外周面に装着したボールベアリングとから構成される。プラグによって楕円状に撓められているボールベアリングの外輪における外周面の長軸両端の部分によって、外歯歯車が半径方向の外方に押されて、内歯歯車に対するかみ合いが保持される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2008-180259 号公報

特許文献2：特開 2009-156461 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 波動歯車装置は、通常の剛体歯車から構成される歯車装置と比べて、波動発生器のプラグによって可撓性の外歯歯車を撓めて剛性の内歯歯車にかみ合わせていること、波動発生器の動きをスムーズな状態に保つためにボールベアリングが広く採用されていること、歯車のモジュールに対して歯幅が十分に広いこと、などの特徴を有している。

[0006] このため、波動歯車装置の負荷容量および諸性能は、可撓性の外歯歯車と剛性の内歯歯車とのかみ合い状態に左右される。両歯車のかみ合い状態は、外歯歯車の変形形状、特に、歯幅方向の変形状態による影響を強く受ける。

[0007] 外歯歯車の歯幅方向の変形状態は、波動発生器による外歯歯車の支持状態によって決まる。カップ形状の外歯歯車を備えたカップ型波動歯車装置の場合には、両歯車のかみ合い部分にプリロードが作用するが、フラット型波動歯車装置の場合にはプリロードが作用しないので、両歯車のかみ合い状態に対する波動発生器の支持状態による影響がより顕著である。

[0008] したがって、フラット型波動歯車装置の負荷容量および諸性能を高めるためには、波動発生器による外歯歯車の支持状態、特に、外歯歯車の歯幅方向の支持状態を改善する必要がある。

[0009] しかしながら、従来においては、この点については着目されていない。フラット型波動歯車装置において、波動発生器による外歯歯車の支持剛性が十分でなく、ボールベアリング外輪による外歯歯車の支持状態が適切でないと、歯面荷重分布の均一化を図ることができず、外歯歯車の歯底疲労強度が低下する。また、高負荷トルク時あるいは高回転時において、ラチェティングが発生するおそれもある。波動歯車装置におけるラチェティングとは、高負荷トルクでの回転時に、内歯歯車と外歯歯車の間のかみ合い状態にある歯に滑りが発生して、相互にずれてしまい、正常なかみ合いを形成できない現象を言う。

[0010] 本発明の課題は、波動発生器によって外歯歯車を適切な状態で支持可能なフラット型波動歯車装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の課題を解決するために、本発明のフラット型波動歯車装置は、剛体歯車である第1内歯歯車と、前記第1内歯歯車に同軸に並列配置した剛体歯車である第2内歯歯車と、前記第1、第2内歯歯車の内側に配置され、前記第1、第2内歯歯車にかみ合い可能な可撓性歯車である外歯歯車と、

前記外歯歯車の内側に装着され、当該外歯歯車を楕円状に撓めて前記第1、第2内歯歯車のそれぞれに対して部分的にかみ合わせている波動発生器と、
を有し、

前記外歯歯車は、半径方向に撓み可能な円筒と、前記円筒の外周面に形成された外歯とを備え、

前記波動発生器は、楕円状輪郭の外周面を備えた剛体であるプラグと、前記プラグの前記外周面に装着されて楕円状に撓められているボールベアリングとを備え、

前記ボールベアリングの外輪の幅は、前記外歯の歯幅に対して、60%から100%の範囲内の値に設定されていることを特徴としている。

[0012] 従来における波動発生器のボールベアリングの場合には、外歯歯車を楕円状に撓めて内歯歯車にかみ合わせる力が、外歯歯車における歯幅方向の中央部分の狭い領域に集中している。フラット型波動歯車装置では、外歯歯車が、並列配置された2個の内歯歯車にかみ合っているため、外歯の歯幅が広い。よって、従来の波動発生器では、広幅の外歯歯車を、歯幅方向の全体において均一に支持できず、支持剛性が不足し、歯幅方向の歯面荷重分布の均一化を図ることができない。

[0013] これに対して、本発明では、外歯歯車に直接に接触しているボールベアリングの外輪の幅を、外歯の歯幅の60%から100%までの範囲内の値に設定している。これにより、外歯の歯幅方向の各部分を、均一で十分な力で、内歯の側に押し付けて、確実なかみ合い状態を形成できる。この結果、外歯の歯幅方向の歯面荷重の均一化を達成でき、これにより、外歯歯車の歯底疲労強度を高めることができる。また、フラット型波動歯車装置におけるラチェティングが発生する負荷トルクを高めることも可能である。

[0014] 本発明のフラット型波動歯車装置において、前記ボールベアリングのボール中心に、前記外輪の幅方向の中心および前記外歯の歯幅方向の中心が位置していることが望ましい。

[0015] また、本発明のフラット型波動歯車装置において、波動発生器のボールベアリングの内輪の幅を、前記外輪の幅よりも狭くし、かつ、前記プラグの外周面の幅と同一または当該プラグの外周面の幅よりも広くすることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明を適用したフラット型波動歯車装置の概略縦断面図である。

[図2]図1のフラット型波動歯車装置における各部の寸法の関係を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に、図面を参照して、本発明を適用したフラット型波動歯車装置の実施の形態を説明する。図1に示すように、フラット型波動歯車装置1（以下、単に、波動歯車装置1と呼ぶ。）は、同軸状に並列配置された剛体歯車である第1内歯歯車2および第2内歯歯車3と、これらの第1、第2内歯歯車2、3の内側に同軸に配置された円筒状の可撓性歯車である外歯歯車4と、この外歯歯車4の内側に装着した波動発生器5とを備えている。

[0018] 外歯歯車4は、楕円状輪郭の波動発生器5によって楕円状に撓められ、その楕円形状の長軸両端に位置する外歯4aが、双方の第1、第2内歯歯車2、3の内歯2a、3aにかみ合っている。第2内歯歯車3は外歯歯車4と同一の歯数を有している。これらの歯車3、4に対して、第1内歯歯車2は、2n枚（n：正の整数）だけ多い歯数、例えば2枚多い歯数を有している。

[0019] 例えば、歯数の多い第1内歯歯車2を回転しないように固定する。波動発生器5を回転すると、第1、第2内歯歯車2、3と外歯歯車4との間のかみ合い位置が円周方向に移動する。これにより、波動発生器1回転当り、歯数の多い第1内歯歯車2に対して、歯数の少ない外歯歯車4が歯数差に応じた分だけ相対回転する。この回転が、外歯歯車4と一体回転する同一歯数の第2内歯歯車3から不図示の負荷部材の側に出力される。

[0020] 波動発生器5は、楕円状輪郭の外周面6aを備えた所定厚さの剛性のプラグ6と、この外周面6aに装着したボールベアリング7とから構成される。

ボールベアリング7の外輪10は、楕円状の外周面6aに嵌められて楕円状に撓められている。ベアリングボール9を挟み、楕円状に撓められているボールベアリング7の外輪10は、その長軸両端の外周面部分によって、外歯歯車4を半径方向の外方に押している。これにより、外歯歯車4の外歯4aと、第1、第2内歯歯車2、3の内歯2a、3aとのかみ合いが保持される。

[0021] 図2は、外歯歯車4の外歯4aおよびボールベアリング7の各部の寸法関係および位置関係を示す説明図である。外歯歯車4の外歯4aの歯幅を歯幅 $W(4a)$ とし、外輪10の中心軸線1aの方向の幅を外輪幅 $W(10)$ とする。本例では、外輪幅 $W(10)$ を歯幅 $W(4a)$ の60%~100%の範囲内の値に設定してある。

[0022] また、ベアリングボール9のボール中心O(9)に、外輪10の幅方向の中心位置および外歯4aの歯幅方向の中心が一致するように、これらの部位9、10、4aが配置されている。

[0023] さらに、内輪8の中心軸線1aの方向の幅を内輪幅 $W(8)$ とすると、内輪幅 $W(8)$ は外輪幅 $W(10)$ よりも狭い。本例では、内輪幅 $W(8)$ をプラグ6の外周面6aの幅とほぼ同一としてある。内輪幅 $W(8)$ を、外輪幅 $W(10)$ よりも狭くし、プラグ6の外周面6aの幅よりも広くすることも可能である。

[0024] このように、波動歯車装置1では、波動発生器5のスムーズな動きを確保できるボールベアリング7を波動発生器ベアリングとして用いると共に、ボールベアリング7における外歯4aの歯幅方向の支持剛性が不十分であるという弱点を克服するために、その外輪10を広幅としている。

[0025] 従来のフラット型波動歯車装置において一般的に使用されている波動発生器のボールベアリングの外輪幅は、外歯の歯幅の50%程度と狭く、歯幅方向の支持剛性が不十分である。また、支持剛性を高めるために、複列のボールベアリングを採用することも考えられるが、この場合には、コスト高、加工の難易度の増加、イナーシャの増加などの問題が発生する。本例では、広

幅の外輪を備えた単列のボールベアリングを備えた波動発生器を用いているので、このような弊害を解消できる。

[0026] また、波動歯車装置 1 では、ボールベアリング 7 の外輪幅 $W(10)$ を、外歯 4 a の歯幅 $W(4a)$ の 60%~100% の範囲内となるように、広くしている。これにより、次の効果を得ることができる。

(1) 波動発生器による歯幅方向の支持剛性が向上する。

(2) 内歯に対する外歯のかみ合い状態、特に、歯幅方向の歯当りが良くなり、歯幅方向の全体に亘って有効なかみ合い状態を形成できる。

(3) 外歯の歯面荷重は歯幅方向の広範囲に亘って分布するので、そのピークが下がり、歯幅方向の分布が平均化される。

(4) 外歯歯車の歯元応力が緩和されて歯底強度が向上する。

(5) 外歯の歯面荷重のピークが下がるので、外歯歯車の耐摩耗性が向上する。

(6) 波動発生器のボールベアリングのボール荷重が低減され、ボールベアリングの寿命が向上する。

(7) 両歯の歯幅方向の全体に亘ってのかみ合い状態が改善されるので、波動歯車装置の負荷容量および諸特性も良くなる。

[0027] 更に、波動歯車装置 1 では、ベアリングボール 9 のボール中心 $O(9)$ に、幅方向の中心が位置するように外輪 10 を配置し、かつ、ベアリングボール 9 のボール中心 $O(9)$ に歯幅方向の中心が位置するように外歯 4 a を配置してある。

[0028] 波動発生器 5 のベアリングボール 9 のボール中心 $O(9)$ の位置は、歯面荷重を分担する歯の歯幅方向の領域を左右する。この歯面荷重を分担する歯幅方向の領域は、歯底強度だけではなく、外歯歯車 4 のねじれ剛性にも影響を及ぼす。本例の波動歯車装置 1 によれば、歯幅方向における外歯 4 a の歯面荷重の分布を均一化でき、歯底疲労強度を高めることができ、外歯 4 a のねじれ剛性が上がる。

[0029] また、外歯 4 a のねじれ剛性が上がるので、両歯車のかみ合い領域におい

て歯のねじれが少なくなり、外歯 4 a と内歯 2 a、3 a との間の歯先干渉が
起こりにくくなり、ラチェティング負荷トルクも上がる。

請求の範囲

[請求項1]

剛体歯車である第1内歯歯車と、

前記第1内歯歯車に同軸に並列配置した剛体歯車である第2内歯歯車と、

前記第1、第2内歯歯車の内側に配置され、前記第1、第2内歯歯車にかみ合い可能な可撓性歯車である外歯歯車と、

前記外歯歯車の内側に装着され、当該外歯歯車を楕円状に撓めて前記第1、第2内歯歯車のそれぞれに対して部分的にかみ合わせている波動発生器と、

を有し、

前記外歯歯車は、半径方向に撓み可能な円筒と、前記円筒の外周面に形成された外歯とを備え、

前記波動発生器は、楕円状輪郭の外周面を備えた剛体であるプラグと、前記プラグの前記外周面に装着されて楕円状に撓められているボールベアリングとを備え、

前記ボールベアリングの外輪の幅は、前記外歯の歯幅に対して、60%から100%の範囲内の値に設定されていることを特徴とするフラット型波動歯車装置。

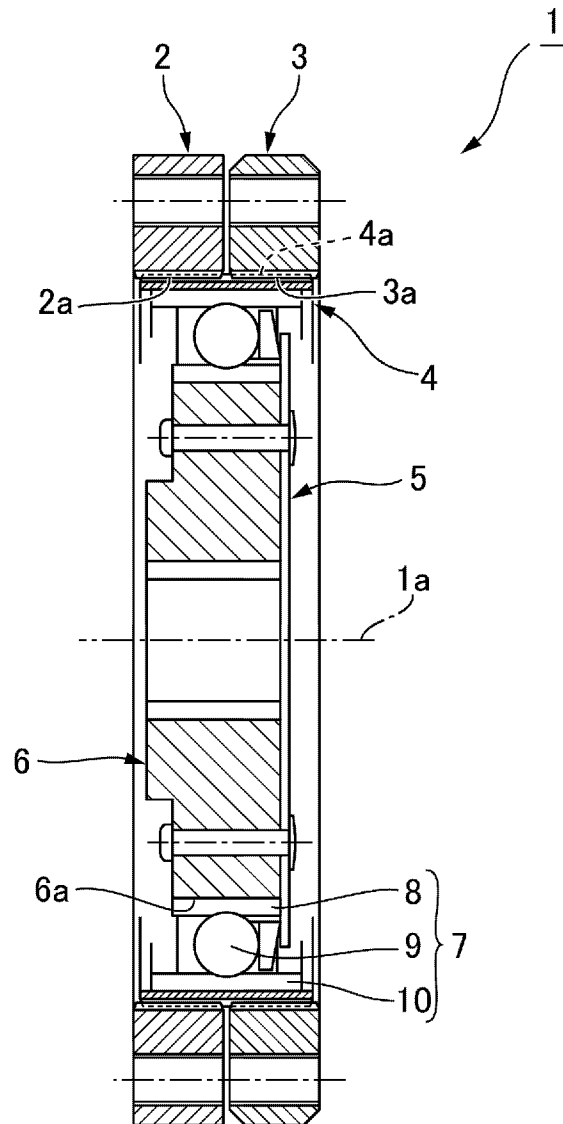
[請求項2]

前記ボールベアリングのボール中心に、前記外輪の幅方向の中心および前記外歯の歯幅方向の中心が位置している請求項1に記載のフラット型波動歯車装置。

[請求項3]

前記ボールベアリングの内輪の幅は、前記外輪の幅よりも狭く、かつ、前記プラグの外周面の幅と同一あるいは当該プラグの外周面の幅よりも広い請求項2に記載のフラット型波動歯車装置。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052159

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H1/32(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)

F16H1/32

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.
X	JP 2008-164149 A (JTEKT Corp.), 17 July 2008 (17.07.2008), paragraphs [0024] to [0047]; fig. 2 to 5 (Family: none)	1-3
X	JP 1-108441 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 25 April 1989 (25.04.1989), page 1, lower right column, line 5 to page 2, upper left column, line 16; fig. 3 to 4 (Family: none)	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
25 March 2015 (25.03.15)

Date of mailing of the international search report
07 April 2015 (07.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. F16H1/32(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. F16H1/32

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2008-164149 A（株式会社ジェイテクト）2008.07.17, 段落【0024】-【0047】，図2-5（ファミリーなし）	1-3
X	JP 1-108441 A（住友重機械工業株式会社）1989.04.25, 第1頁右下欄第5行-第2頁左上欄第16行，第3-4図 （ファミリーなし）	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

2 5 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

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）

増岡 亘

3 J

9 1 4 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8