

(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 11 月 13 日(3.II.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/181374 A1

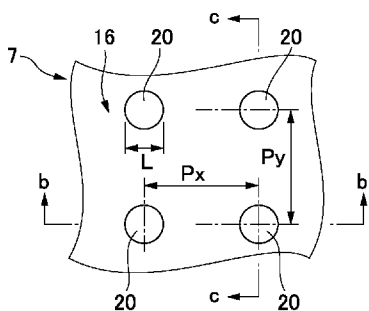
- (51) 国際特許分類 : F16H 1/32 (2006.01) *F16H* 55/77 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 13/002966
- (22) 国際出願日 : 2013 年 5 月 8 日 (08.05.2013)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 : 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ (HARMONIC DRIVE SYSTEMS INC.)
[JP/JP]; 〒1400013 東京都品川区南大井 6 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 : 小林 優 (OBAYASHI, Masaru); 〒3998305 長野県安曇野市穂高牧 1 8 5 6 - 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). 保科 達郎 (HOSHINA, Tatsuhiro); 〒3998305 長野県安曇野市穂高牧 1 8 5 6 - 1 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ恵工場内 Nagano (JP).
- (74) 代理人 : 横沢 志郎 (OKOZAWA, Shiro); 〒3900852 長野県松本市島立 1 1 3 2 番地 1 8 Nagano (31).

- (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, 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, PA, 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, 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), 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))
 - 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

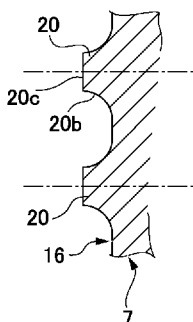
(54) Title: FLEXIBLE OUTER TEETH GEAR, WAVE GEAR DEVICE, AND FASTENING METHOD FOR FLEXIBLE OUTER TEETH GEAR

(54) 発明の名称 : 可撓性外歯歯車、波動歯車装置、および可撓性外歯歯車の締結方法

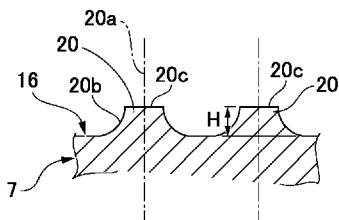
(a)



(c)



(b)



(57) Abstract: A fastening method for a flexible outer teeth gear, whereby: a boss-side fastening surface (16) formed in a boss (7) of a flexible outer teeth gear (3) in a wave gear device (1) is superposed, on the same axis, on a member-side fastening surface (15) of an output member (11) to be fastened; the boss (7) and the output member (11) are fastened by a fastening bolt (13); and protrusions (20) for engagement, on a boss-side fastening surface (16), are driven into the member-side fastening surface (15) to a prescribed driving depth, by the bolt axial force of the fastening bolt (13). The fastening section of the flexible outer teeth gear (3) and the output member (11) in this configuration generate a large frictional force, therefore the required torque can be transmitted to the fastening bolt by the bolt axial force only, without also using a push pin or a friction sheet.

(57) 要約 : 波動歯車装置 (1) の可撓性外歯歯車 (3) のボス (7) に形成したボス側締結面 (16) を、締結対象の出力部材 (11) の部材側締結面 (15) に同軸に重ね合わせ、締結ボルト (13) によってボス (7) と出力部材 (11) を締結し、締結ボルト (13) のボルト軸力によって、ボス側締結面 (16) の係合用突起 (20) を、部材側締結面 (15) に所定の食い込み深さまで食い込ませる。この構成の可撓性外歯歯車 (3) と出力部材 (11) の締結部分は、大きな摩擦力が発生するので、締結ボルトに、打ち込みピン、摩擦シートを併用することなく、ボルト軸力のみで必要なトルク伝達が可能である。

みピン、摩擦シートを併用することなく、ボルト軸力のみで必要なトルク伝達が可能である。

2014/181374 A1

明 細 書

発明の名称：

可撓性外歯歯車、波動歯車装置、および可撓性外歯歯車の締結方法

技術分野

[0001] 本発明は、締結対象の部材を確実に締結可能な波動歯車装置の可撓性外歯歯車、当該可撓性外歯歯車を備えた波動歯車装置、および、当該可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結するための締結方法に関する。

背景技術

[0002] 波動歯車装置は、減速機として用いられる場合には、一般にその可撓性外歯歯車から減速回転出力が負荷側の出力軸に伝達される。可撓性外歯歯車と出力軸は締結ボルトによって締結固定される。特許文献 1 の図 1 には締結ボルトによって可撓性外歯歯車が出力軸の側に締結された構造が記載されている。

[0003] 一方、トルク伝達を行う 2 つの部材の締結固定構造として、締結される 2 つの部材の締結面の間に摩擦板を挟み、これら 2 つの部材をボルト等によって締結固定する構造が知られている。特許文献 2 には、このような締結固定方法に用いる摩擦シートが提案されている。この摩擦シートは、金属製の弾性シートの表面に、締結対象の部材の締結面に食い込み可能なダイヤモンド粒子をメッキコーティングしたものである。

[0004] 例えば、2 本の軸部材の締結用端面の間に摩擦シートを挟み、締結ボルトによって双方の締結用端面を締結固定すると、摩擦シートの両面のダイヤモンド粒子が双方の締結用端面に食い込み、これらの締結用端面の間に大きな摩擦力が発生する。これにより、2 本の軸部材の締結力が増加し、大きなトルクを伝達可能になる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1 : 特開 2 0 0 2 _ 3 3 9 9 9 0 号公報

特許文献2 :特許第3 5 4 7 6 4 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、波動歯車装置の可撓性外歯歯車と出力軸の締結力を高めて大きなトルク伝達を行うために、打ち込みピンが併用されている。また、特許文献2に開示の摩擦シートを併用することが考えられる。

[0007] しかしながら、打ち込みピンを併用する場合には、締結対象の部材に締結される可撓性外歯歯車のボスに、締結ボルト用のボルト穴に加えて、ピン穴を加工する必要がある。また、摩擦シートを用いた締結固定構造では、メッキ層によって保持されているダイヤモンド粉末の脱落が懸念される。摩擦シートから脱落したダイヤモンド粒子が、可撓性外歯歯車と波動発生器の間の摺動部分、可撓性外歯歯車と剛性内歯歯車のかみ合い部分等に侵入するおそれがある。これらの部分に硬質のダイヤモンド粒子が侵入すると、これらの部分に摩耗、破損等が発生するおそれがある。

[0008] 本発明の課題は、このような点に鑑みて、ピン穴加工を必要とせず、また、摩擦シートを使用することなく、ボルト軸力のみで必要なトルク伝達を行うことのできる波動歯車装置の可撓性外歯歯車を提案することにある。

[0009] また、本発明の課題は、この新しい可撓性外歯歯車を備えた波動歯車装置を提案することにある。

[0010] さらに、本発明の課題は、ピン穴加工を必要とせず、また、摩擦シートを使用することなく、ボルト軸力のみで必要なトルク伝達を行うことのできる可撓性外歯歯車の締結方法を提案することにある。

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、本発明の波動歯車装置の可撓性外歯歯車は、

締結対象の部材に締結される円環状あるいは円盤状のボスと、

前記ボスに形成され、前記締結対象の部材に形成した部材側締結面に当接するボス側締結面と、

前記ボス側締結面に所定ピッチで形成された所定サイズの複数の係合用突起と、

を有し、

前記係合用突起は、前記ボス側締結面にフォトリソ加工を施すことにより、一体形成された突起であり、

前記ボス側締結面および前記係合用突起の硬度はHRC45以上であることを特徴としている。

[001 2] 典型的な前記係合用突起は、前記ボス側締結面から垂直に突出している先細り形状の突起であり、前記係合用突起の先端は、前記ボス側締結面に平行な平坦な頂面となっており、前記係合用突起における、その突出方向に直交する断面形状は、円形、四角形あるいは三角形である。

[001 3] この場合、隣接配置された前記係合用突起のピッチは0.2 mm~0.5 mmであり、前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅は0.01 mm~0.05 mmであり、前記係合用突起の高さは、前記突起の頂面の最大径あるいは最大幅の1.0倍から1.2倍であることが望ましい。

[0014] 前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅が0.03 mm~0.05 mmの場合には、例えば、前記係合用突起の前記部材側締結面に対する食い込み深さを0.015 mm~0.025 mmにすることが望ましい。

[001 5] また、前記係合用突起は、10 mm²当たり40~250個の密度で配置されていることが望ましい。

[001 6] この構成の可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結する場合には、当該可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の部材側締結面に同軸に重ね合わせる。この状態で、締結ボルトによって前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、前記締結ボルトのボルト軸力によって、前記ボス側締結面の前記係合用突起を、前記締結対象の部材に対して前記部材側締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませる。係合用突起が部材側締結面に食い込むことにより、大きな摩擦力が締結面の間に発生する。

[001 7] ボルト軸力、ボスの強度および硬度、締結対象の部材の硬度、係合用突起

の形状・サイズ、係合用突起の食い込み深さを適切に設定することにより、ボスと締結対象の部材の間の摩擦係数を大きくできる。これにより、ピン、摩擦シートを併用することなく、締結ボルトのみで、可撓性外歯歯車から締結対象の部材に対して必要とされるトルク伝達を行うことが可能になる。

[001 8] よって、可撓性外歯歯車のボスにピン穴加工を行う必要がなくなり、摩擦シートを併用する必要がなくなる。また、係合用突起はフォトエッチング加工によってボス側締結面に一体形成されているので、係合用突起がボス側締結面から脱落して、波動歯車装置の回転摺動部分、かみ合い部分に侵入する等の弊害を防止あるいは抑制できる。

[001 9] 本発明の可撓性外歯歯車の締結方法において、締結対象の部材の部材側締結面に係合用突起を形成しておくことも可能である。この場合には、係合用突起が形成されている部材の硬度を他方の部材の硬度以上としておけばよい。また、ボス側締結面および部材側締結面の双方に係合用突起を形成しておくことも可能である。この場合には、双方の部材の硬度を同程度としておけばよい。

[0020] すなわち、本発明による可撓性外歯歯車の締結方法は、
締結対象の部材には部材側締結面が形成され、
前記締結対象の部材を締結するために前記可撓性外歯歯車に設けたボスには、ボス側締結面が形成され、
前記部材側締結面および前記ボス側締結面のうちの少なくとも一方の締結面は突起側締結面であり、
当該突起側締結面には、所定ピッチで所定サイズの複数の係合用突起が、フォトエッチング加工により、一体形成され、
前記突起側締結面の硬度は、他方の前記締結面の硬度と同一あるいはそれ以上の硬度とされており、
前記可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の前記部材側締結面に同軸に重ね合わせ、
締結ボルトを用いて前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、

前記締結ボルトによるボルト軸力によって、前記突起側締結面の前記係合突起を、他方の前記締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませることを特徴としている。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1] 本発明を適用したカップ型の波動歯車減速機の斜視図である。
- [図2] 波動歯車減速機の縦断面図である。
- [図3] 波動歯車減速機の可撓性外歯歯車のボスと負荷側の出力軸の締結部分を示す縦断面図である。
- [図4] 図3の締結部分の構成部品を分解した状態で示す縦断面図である。
- [図5] (a) はボス側締結面の一部を示す部分拡大平面図、(b) は部分拡大断面図、(c) は部分拡大断面図である。
- [図6] 係合用突起のケミカルエッチングにより製造する工程を示す説明図である。
- [図7] (a) は係合用突起の別の例を示す部分拡大断面図、(b) は部分拡大断面図、(c) は部分拡大断面図である。
- [図8] (a) は係合用突起の別の例を示す部分拡大断面図、(b) は部分拡大断面図、(c) は部分拡大断面図である。
- [図9] (a) は円錐突起が鋼材表面に押し込まれた場合の状態を示す説明図であり、(b) は係合用突起がボスに食い込んだ場合の状態を示す説明図である。
- [図10] 頂面の径の異なる係合用突起における食い込み深さと近似摩擦係数の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0022] 以下に、図面を参照して、本発明を適用したカップ形状の可撓性外歯歯車を備えた波動歯車装置の実施の形態を説明する。なお、本発明は、シルクハット形状の可撓性外歯歯車を備えた波動歯車装置にも適用可能である。
- [0023] (波動歯車装置)

図1は波動歯車装置を示す斜視図であり、図2はその縦断面図である。波

動歯車装置 1 は、円環状の剛性内歯歯車 2 と、剛性内歯歯車 2 にかみ合い可能なカップ形状の可撓性外歯歯車 3 と、可撓性外歯歯車 3 を楕円状に撓めて剛性内歯歯車 2 に対して部分的にかみ合わせている楕円形輪郭の波動発生器 4 とを備えている。

[0024] カップ形状の可撓性外歯歯車 3 は、半径方向に撓み可能な円筒状胴部 5 と、この後端縁から内方に延びる円環状のダイヤフラム 6 と、ダイヤフラム 6 の内周縁に連続して形成した円環状のボス 7 と、円筒状胴部 5 の開口端側の外周面部分に形成した外歯 8 とを備えている。なお、シルクハット形状の可撓性外歯歯車は、半径方向に撓み可能な円筒状胴部と、この後端縁から半径方向の外方に延びる円環状のダイヤフラムと、ダイヤフラムの外周縁に連続して形成した円環状のボスと、円筒状胴部の開口端側の外周面部分に形成した外歯とを備えている。

[0025] 可撓性外歯歯車 3 における外歯 8 が形成された円筒状胴部 5 の部分の内側に、波動発生器 4 が嵌め込まれている。波動発生器 4 によって、円筒状胴部 5 は楕円状に撓められ、楕円形状における長軸方向の両端に位置する外歯 8 の部分が、剛性内歯歯車 2 の内歯 9 にかみ合っている。

[0026] 波動発生器 4 は、モーター軸等の回転入力軸（図示せず）が連結固定され、当該回転入力軸によって回転駆動される。波動発生器 4 が回転すると、両歯車 2、3 のかみ合い位置が周方向に移動する。この結果、両歯車の歯数差に応じて、両歯車の間に相対回転が発生する。本例では、剛性内歯歯車 2 が不図示の固定側の部材に固定されており、可撓性外歯歯車 3 が減速回転出力要素となっている。可撓性外歯歯車 3 の減速回転が、負荷側の部材（締結対象の部材）に出力される。

[0027] 図 3 は可撓性外歯歯車 3 と締結対象の出力部材の締結部分を示す縦断面図であり、図 4 はその構成部品を分解して示す説明図である。可撓性外歯歯車 3 の円環状のボス 7 には、負荷側の出力部材 11 が締結固定される。締結固定のために、円環状の取付け用フランジ 12 および複数本の締結ボルト 13 が用いられる。

[0028] 出力部材 11 の後端部には大径の部材側フランジ 14 が形成されており、部材側フランジ 14 の円形の後端面は、その中心軸線に直交する部材側締結面 15 である。部材側締結面 15 は、ボス 7 の外側端面であるボス側締結面 16 に同軸に重ねられる。ボス側締結面 16 は装置軸線 1a に直交する端面である。ボス 7 の内側端面には取付け用フランジ 12 が同軸に重ねられる。部材側フランジ 14 にはボルト穴が円周方向に一定の間隔で形成され、ボス 7 および取付け用フランジ 12 にはボルト挿通穴が同じく円周方向に一定の間隔で形成されている。これらのボルト穴、ボルト挿通穴が一致する状態に 3 部材が同軸に重ねられ、取付け用フランジ 12 の側から挿入した締結ボルト 13 によって、これら 3 部材が所定のボルト軸力で締結固定されている。

[0029] 図 5 (a) ~ (c) はボス側締結面 16 の表面を拡大して示す部分拡大平面図、b-b 線で切断した場合の部分拡大断面図、および、c-c 線で切断した場合の部分拡大断面図である。

[0030] ボス側締結面 16 には、フォトリソ加工によって、所定ピッチで所定形状の係合用突起 20 が一体形成されている。係合用突起 20 は一定のピッチでマトリックス状に配列されており、隣接する係合用突起のピッチ P_x 、 P_y は共に 0.2 mm ~ 0.5 mm の範囲内の値である。係合用突起 20 の配列形態はマトリックス状の配列形態以外の配列形態であってもよい。

[0031] 係合用突起 20 のそれぞれは、ボス側締結面 16 から垂直に突出している先細り形状の突起である。係合用突起 20 の先端は、ボス側締結面 16 に平行な平坦な頂面となっている。また、係合用突起 20 における、その突出方向に直交する断面形状は円形である。すなわち、本例では、係合用突起 20 は、全体として円錐台形状に近似した形状の突起であり、その中心軸線 20a はボス側締結面 16 に垂直である。係合用突起 20 の外周面 20b は先端に向けて先細りの湾曲面から形成されている。係合用突起 20 の頂面 20c は中心軸線 20a に直交する平坦な円形面となっている。

[0032] 係合用突起 20 における頂面 20c の最大径 L は 0.01 mm ~ 0.05 mm の範囲内の値である。係合用突起 20 の高さ H は、頂面 20c の最大径

L の 1.0 倍から 1.2 倍の範囲内の値である。したがって、高さ H は 0.06 mm 以下である。また、係合用突起 20 は、 $1 \text{ } \mu\text{m}^2$ 当り 40 ~ 250 個の範囲内の値となる密度で形成されている。

[0033] 図示の例においては、係合用突起 20 の頂面 20c の径 L が 0.05 mm、高さ H が 0.065 mm、ピッチ P_x 、 P_y が共に 0.2 mm である。

[0034] また、ボス側締結面 16 の表面部分および係合用突起 20 の硬度は HRC 45 以上である。可撓性外歯歯車 3 のプランクとして硬度が HRC 45 以上のものを用いればよい。あるいは、プランクの硬度が HRC 45 未満の場合には、フォトエッチング加工によって係合用突起 20 を形成する前の段階あるいは後の段階において、ボス側締結面 16 に対して、熱処理、浸炭処理、窒化処理等の表面処理を施して、ボス側締結面 16 の表面部分および係合用突起 20 の硬度を HRC 45 以上にしてもよい。可撓性外歯歯車 3 の素材硬度は一般に HRC 36 ~ 45 の間であり、出力部材 11 の素材硬度も同様である。ボス側締結面 16、係合用突起 20 の硬度を、締結側の部材側締結面 15 の硬度以上にしておくことが望ましい。

[0035] ここで、係合用突起 20 の形成は、一般的なフォトエッチング加工によって行うことができる。例えば、図 6 に示すように、可撓性外歯歯車 3 に歯切加工を行った後に、そのボス 7 の外側端面 16A を覆う状態にフォトレジスト膜 31 を形成する (図 6 (a)、(b))。次に、フォトレジスト膜 31 に露光および現像を行ってフォトレジスト膜にマスキングパターンを形成する (図 6 (c))。この後は、外側端面 16A の露出面部分に例えばウェットエッチングを行って、係合用突起 20 を形成する (図 6 (d))。そして、フォトレジスト膜 31 のマスキングパターンを剥離除去し、洗浄・乾燥工程等の後処理を行う (図 6 (e))。これにより、マスキングパターンが円形の場合には略円錐台状の係合用突起 20 が、ボス側締結面 16 に一体形成される。マスキングパターンが四角形、三角形の場合には、四角錐台状、三角錐台状の係合用突起が形成される。

[0036] 図 7、図 8 には係合用突起 20 の別の形状を示してある。図 7 に示す係合

用突起 20A は全体として略四角錐台の形状をしている。例えば、係合用突起 20A の頂面は正四角形であり、その幅 L は 0.05 mm、高さ H は 0.06 mm、ピッチ P は 0.2 mm である。また、図 8 に示す係合用突起 20B は全体として略三角錐台の形状をしている。例えば、係合用突起 20B の頂面は正三角形であり、その正三角形の幅 L は 0.06 mm である。係合用突起 20B の高さ H は 0.06 mm、ピッチ P は 0.2 mm である。また、マトリックス状に配列されている係合用突起 20B の一方の列においては、一っ置きに、三角形の向きが反転している。

[0037] この構成の可撓性外歯歯車 3 のボス 7 に締結対象の出力部材 11 を締結する場合には、ボス側締結面 16 を、締結対象の部材側締結面 15 に同軸に重ねあわせ、ボス 7 の反対側に取り付け用フランジ 12 を重ね合わせる。この状態で、締結ボルト 13 を取付けフランジ 12 の側から挿入して、出力部材 11、ボス 7 および取付けフランジ 12 の 3 部材を締結固定する。締結ボルト 13 のボルト軸力によって、ボス側締結面 16 の係合用突起 20 が、締結対象の部材側締結面 15 から所定の食い込み深さまで食い込む。係合用突起 20 が部材側締結面 15 に食い込むことにより、大きな摩擦力が締結面の間に発生する。

[0038] 可撓性外歯歯車 3 と出力部材 11 の締結部分において、ボス側締結面 16 の係合用突起 20 が部材側締結面 15 に食い込んだ場合の締結力は、鋼の掘り起しに伴う摩擦に近似できる。図 9 (a) を参照して説明すると、円錐突起が鋼材の締結面に押し込まれた場合を想定する。n 個の円錐突起が締結面に接触しているとする。太線矢印で示す進行方向の円錐突起の投影面積 (三角形) A_t は次式で表される。

$$A_t = n \cdot r \cdot d = n \cdot r - r \cdot \cot \Theta = n \cdot r^2 - (1 / \tan \Theta)$$

但し、 r : 円錐突起による圧痕の平均半径

Θ : 円錐突起の半頂角

d : 深さ

[0039] 円錐突起による圧痕面積は次式のように近似できる。

円錐突起による圧痕面積≡真実接触面積 $A_r = P / P_m = n \cdot \pi r^2$

P : 全荷重

P_m : 真実接触面積の平均面圧

[0040] したがって、 F を掘り起し抵抗 (摩擦力) とすると、摩擦係数 μ は次式で表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{摩擦係数 } \mu &= F / P = A_t \cdot P_m / A_r \cdot P_m = A_t / A_r \\ &= 1 / (\pi \cdot \tan \theta) \end{aligned}$$

円錐突起の θ が 45 deg の場合には、 $\mu = 0.3183$ になる。

[0041] 図9 (b) には、本例の円錐台状の係合用突起 20 を部材側締結面 15 に食い込ませた場合を示してある。この場合には、次のように各値を近似することができる。

食い込み深さ $x \doteq d$

食い込み投影面積 $A_T \doteq A_t$

圧痕面積 $A_R \doteq A_r$

近似摩擦係数 $M = A_T / A_R$

[0042] ここで、締結部分の伝達トルクは、係合用突起 20 を部材側締結面 15 に食い込ませた場合における締結面の摩擦係数に大きく影響される。摩擦係数は、上記のように、食い込み投影面積 A_T および圧痕面積 A_R によって規定できる。すなわち、摩擦係数は、主として、係合用突起 20 の形状・サイズ、食い込み深さ、ボス側締結面 16 と部材側締結面 15 の間の硬度差により決まる。

[0043] したがって、係合用突起 20 の形状・サイズ、ボス 7 の側の硬度および出力部材 11 の側の硬度を適切に設定することにより、目標とする摩擦係数の締結面を得ることができる。本例ではフォトリソ加工によって円錐台状の係合用突起 20 が形成される。このような形状の係合用突起 20 の頂面の大きさし、突起高さ n 、および硬度を上記のように設定することで、大きな摩擦係数を得ることができる。

[0044] また、突起数 n は、全圧痕面積 ($A_R \times n$) による素材のせん断強さで制

限される。本例では、ボス7のせん断強さを考慮して、突起数 n を、 10 m^2 当たり40～250個の範囲内の値としている。

[0045] さらに、同一のボルト軸力を与えた場合に、係合用突起の食い込み深さ x は突起の頂面の形状により異なる。係合突起の頂面の形状が円形、四角形、三角形の場合には、それ以外が同一条件とすると、三角形の場合が最も食い込み易く、円形の場合が最も食い込みにくい。また、硬度の高い締結面よりも硬度の低い締結面の方が食い込み深さ x が大きくなる。さらに、係合突起の食い込み深さ x は、係合突起の頂面の面積により異なり、面積が小さい方が食い込み易い。同様に、係合突起の頂面の総面積が小さい方が、総面積の大きい場合に比べて、食い込み易い。したがって、ボス側締結面16の大きさ、必要伝達トルク、加えられるボルト軸力に応じて、係合用突起20の大きさ、形状（頂面の形状、面積、突起高さ）、係合用突起20の配列ピッチおよび単位面積当たりの個数、並びに、各部の硬度を適切に設定すればよい。

[0046] 図10は、円錐台形状の係合用突起20の場合において、円形の頂面の径を変えた場合における食い込み深さ（押し込み深さ）と近似摩擦係数の関係の一例を示すグラフである。係合用突起20をマトリックス状に配置し、隣接配置された係合用突起20のピッチ P を $0.2\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ とし、係合用突起20の頂面の最大径 L を 0.03 mm 、 0.04 mm および 0.05 mm の3種類とし、係合用突起20の高さを突起の頂面の最大径 L の1.0倍から1.2倍とした。

[0047] このグラフから分かるように、係合用突起20の頂面の最大径 L が 0.03 mm の場合には、食い込み深さを $0.01\text{ mm} \sim 0.025\text{ mm}$ とすれば近似摩擦係数を0.35以上にできる。頂面の最大径 L が 0.04 mm の場合には、食い込み深さを $0.015\text{ mm} \sim 0.035\text{ mm}$ にすれば近似摩擦係数を0.35以上にできる。頂面の最大径 L が 0.05 mm の場合には、食い込み深さを $0.020\text{ mm} \sim 0.040\text{ mm}$ にすれば近似摩擦係数を0.35以上にできる。また、 $0.03\text{ mm} \sim 0.05\text{ mm}$ の場合には、食

込み深さを略 0.015 mm ~ 0.025 mm にすれば、近似摩擦係数を略 0.35 以上にすることができる。

[0048] (その他の実施の形態)

なお、本発明の可撓性外歯歯車の締結方法では、締結対象の部材の部材側締結面に、係合用突起を形成しておくことも可能である。この場合には、係合用突起が形成されている部材の硬度を他方の部材の硬度以上としておけばよい。また、ボス側締結面および部材側締結面の双方に係合用突起を形成しておくことも可能である。この場合には、双方の部材の硬度を同程度としておけばよい。

請求の範囲

- [請求項 1] 締結対象の部材に締結されるボスと、
- 前記ボスに形成され、前記締結対象の部材の部材側締結面に当接するボス側締結面と、
- 前記ボス側締結面に所定ピッチで形成された所定サイズの複数の係合用突起と、
- を有し、
- 前記係合用突起は、前記ボス側締結面にフォトリソ加工を施すことにより、一体形成された突起であり、
- 前記ボス側締結面および前記係合用突起の硬度はHRC45以上であることを特徴とする波動歯車装置の可撓性外歯歯車。
- [請求項 2] 前記係合用突起は、前記ボス側締結面から垂直に突出している先細り形状の突起であり、
- 前記係合用突起の先端は、前記ボス側締結面に平行な平坦な頂面となっており、
- 前記係合用突起における、その突出方向に直交する断面形状は、円形、四角形あるいは三角形である請求項 1 に記載の波動歯車装置の可撓性外歯歯車。
- [請求項 3] 隣接配置された前記係合用突起のピッチは0.2mm~0.5mmであり、
- 前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅は0.01mm~0.05mmであり、
- 前記係合用突起の高さは、前記突起の頂面の最大径あるいは最大幅の1.0倍から1.2倍である請求項 2 に記載の波動歯車装置の可撓性外歯歯車。
- [請求項 4] 前記係合用突起は、10mm²当り40~250個の密度で配置されている請求項 3 に記載の波動歯車装置の可撓性外歯歯車。
- [請求項 5] 剛性内歯歯車と、

前記剛性内歯歯車にかみ合い可能な可撓性外歯歯車と、

前記可撓性外歯歯車を楕円状に撓めて前記剛性内歯歯車に対して部分的にかみ合わせており、回転に伴って両歯車のかみ合い位置を周方向に移動させる波動発生器と、

を有し、

前記可撓性外歯歯車は、請求項1ないし4のうちのいずれか一つの項に記載の可撓性外歯歯車であることを特徴とする波動歯車装置。

[請求項6]

波動歯車装置の可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結する可撓性外歯歯車の締結方法であつて、

請求項1ないし4のうちのいずれか一つの項に記載の前記可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の部材側締結面に同軸に重ね合わせ、

締結ボルトを用いて前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、

前記締結ボルトのボルト軸力によって、前記ボス側締結面の前記係合用突起を、前記締結対象の部材に対して前記部材側締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませることを特徴とする可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項7]

波動歯車装置の可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結する可撓性外歯歯車の締結方法であつて、

前記締結対象の部材には部材側締結面が形成され、

前記締結対象の部材を締結するために前記可撓性外歯歯車に設けたボスには、ボス側締結面が形成され、

前記部材側締結面および前記ボス側締結面のうちの少なくとも一方の締結面は突起側締結面であり、

当該突起側締結面には、所定ピッチで所定サイズの複数の係合用突起が、フォトリソ加工により、一体形成され、

前記突起側締結面の硬度は、他方の前記締結面の硬度と同一あるいはそれ以上の硬度であり、

前記可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の前記部材側締結面に同軸に重ね合わせ、

締結ボルトを用いて前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、

前記締結ボルトによるボルト軸力によって、前記突起側締結面の前記係合用突起を、他方の前記締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませることを特徴とする可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項8] 前記係合用突起は、前記突起側締結面から垂直に突出している先細り形状の突起であり、

前記係合用突起の先端は、前記突起側締結面に平行な平坦な頂面となっており、

前記係合用突起における、その突出方向に直交する断面形状は、円形、四角形あるいは三角形である請求項7に記載の可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項9] 隣接配置された前記係合用突起のピッチは0.2mm~0.5mmであり、

前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅は0.01mm~0.05mmであり、

前記係合用突起の高さは、前記突起の頂面の最大径あるいは最大幅の1.0倍から1.2倍である請求項8に記載の可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項10] 前記係合用突起は、10mm²当り40~250個の密度で配置されている請求項9に記載の可撓性外歯歯車の締結方法。

補正された請求の範囲

[2013年8月29日(29.08.2013)国際事務局受理]

[請求項1] (削除)

[請求項2] (削除)

[請求項3] (補正後) 締結対象の部材に締結されるボスと、

前記ボスに形成され、前記締結対象の部材の部材側締結面に当接するボス側締結面と、

前記ボス側締結面に所定ピッチで形成された所定サイズの複数の係合用突起と、
を有し、

前記係合用突起は、前記ボス側締結面にフォトリソ加工を施すことにより、一体形成された突起であり、

前記ボス側締結面および前記係合用突起の硬度はHRC45以上であり、

前記係合用突起は、前記ボス側締結面から垂直に突出している先細り形状の突起であり、

前記係合用突起の先端は、前記ボス側締結面に平行な平坦な頂面となっており、

前記係合用突起における、その突出方向に直交する断面形状は、円形、四角形あるいは三角形であり、

隣接配置された前記係合用突起のピッチは0.2mm～0.5mmであり、

前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅は0.01mm～0.05mmであり、

前記係合用突起の高さは、前記突起の頂面の最大径あるいは最大幅の1.0倍から1.2倍である波動歯車装置の可撓性外歯歯車。

[請求項4] 前記係合用突起は、10mm²当たり40～250個の密度で配置されている請求項3に記載の波動歯車装置の可撓性外歯歯車。

[請求項5] (補正後) 剛性内歯歯車と、

前記剛性内歯歯車にかみ合い可能な可撓性外歯歯車と、

前記可撓性外歯歯車を楕円状に撓めて前記剛性内歯歯車に対して部分的にかみ

合わせており、回転に伴って両歯車のかみ合い位置を周方向に移動させる波動発生器と、

を有し、

前記可撓性外歯歯車は、請求項3または4に記載の可撓性外歯歯車であることを特徴とする波動歯車装置。

[請求項6] (補正後) 波動歯車装置の可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結する可撓性外歯歯車の締結方法であって、

請求項3または4に記載の前記可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の部材側締結面に同軸に重ね合わせ、

締結ボルトを用いて前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、

前記締結ボルトのボルト軸力によって、前記ボス側締結面の前記係合用突起を、前記締結対象の部材に対して前記部材側締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませることを特徴とする可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項7] (削除)

[請求項8] (削除)

[請求項9] (補正後) 波動歯車装置の可撓性外歯歯車を締結対象の部材に締結する可撓性外歯歯車の締結方法であって、

前記締結対象の部材には部材側締結面が形成され、

前記締結対象の部材を締結するために前記可撓性外歯歯車に設けたボスには、ボス側締結面が形成され、

前記部材側締結面および前記ボス側締結面のうちの少なくとも一方の締結面は突起側締結面であり、

当該突起側締結面には、所定ピッチで所定サイズの複数の係合用突起が、フォトリソ加工により、一体形成され、

前記突起側締結面の硬度は、他方の前記締結面の硬度と同一あるいはそれ以上の硬度であり、

前記可撓性外歯歯車の前記ボス側締結面を、前記締結対象の部材の前記部材側締

結面に同軸に重ね合わせ、

締結ボルトを用いて前記ボスと前記締結対象の部材を締結し、

前記締結ボルトによるボルト軸力によって、前記突起側締結面の前記係合用突起を、他方の前記締結面から所定の食い込み深さまで食い込ませ、

前記係合用突起は、前記突起側締結面から垂直に突出している先細り形状の突起であり、

前記係合用突起の先端は、前記突起側締結面に平行な平坦な頂面となっており、前記係合用突起における、その突出方向に直交する断面形状は、円形、四角形あるいは三角形であり、

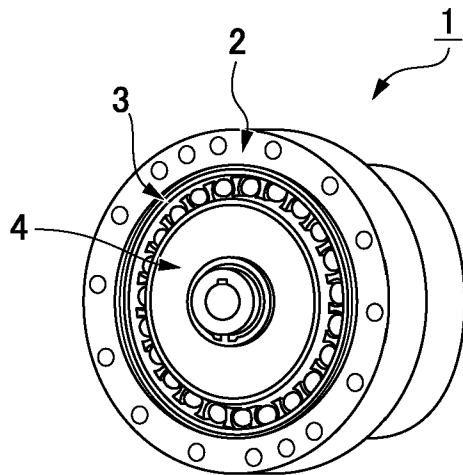
隣接配置された前記係合用突起のピッチは $0.2\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ であり、

前記係合用突起の頂面の最大径あるいは最大幅は $0.01\text{ mm} \sim 0.05\text{ mm}$ であり、

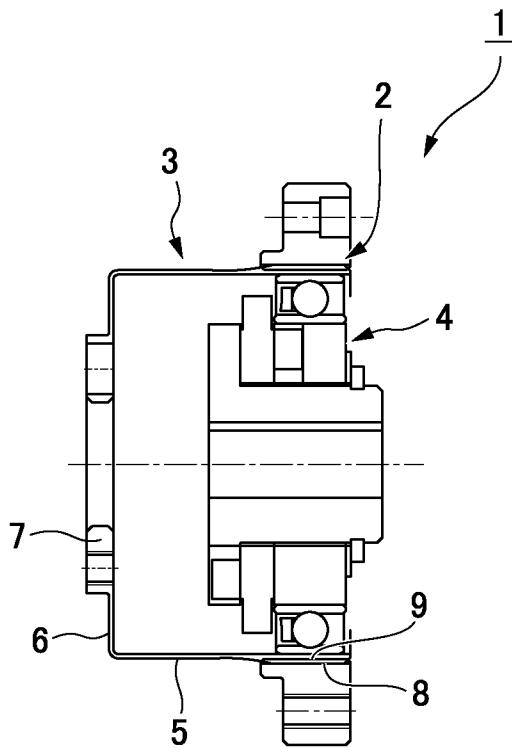
前記係合用突起の高さは、前記突起の頂面の最大径あるいは最大幅の 1.0 倍から 1.2 倍である請求項8に記載の可撓性外歯歯車の締結方法。

[請求項10] 前記係合用突起は、 10 mm^2 当り $40 \sim 250$ 個の密度で配置されている請求項9に記載の可撓性外歯歯車の締結方法。

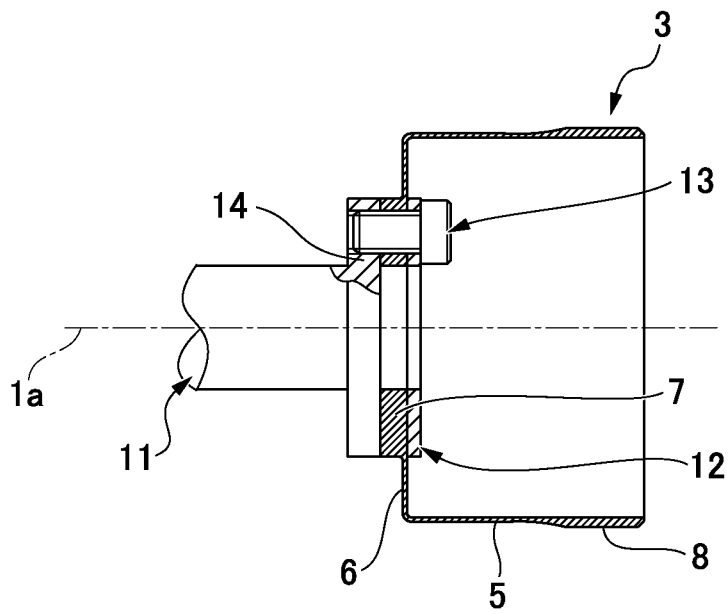
[図1]



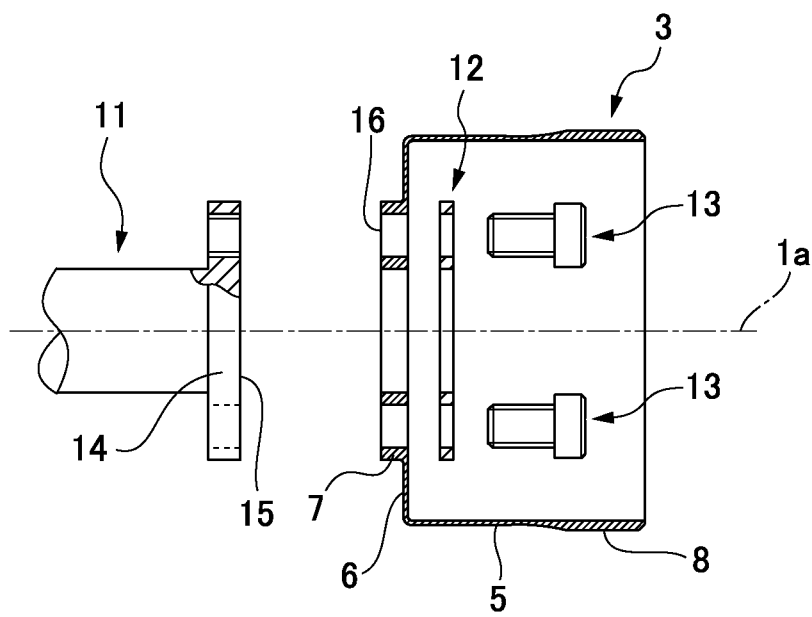
[図2]



[図3]

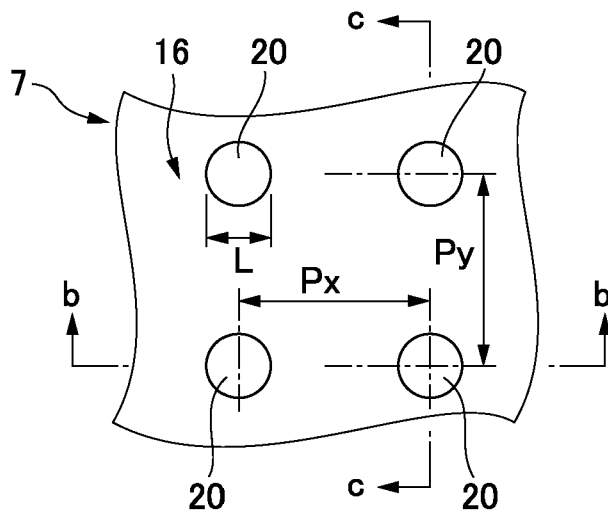


[図4]

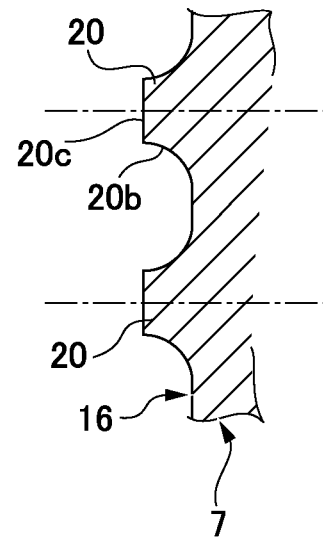


[図5]

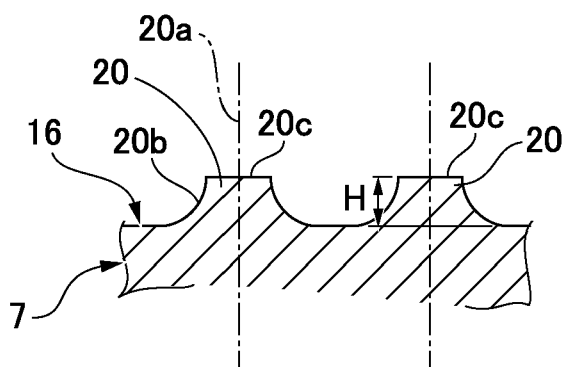
(a)



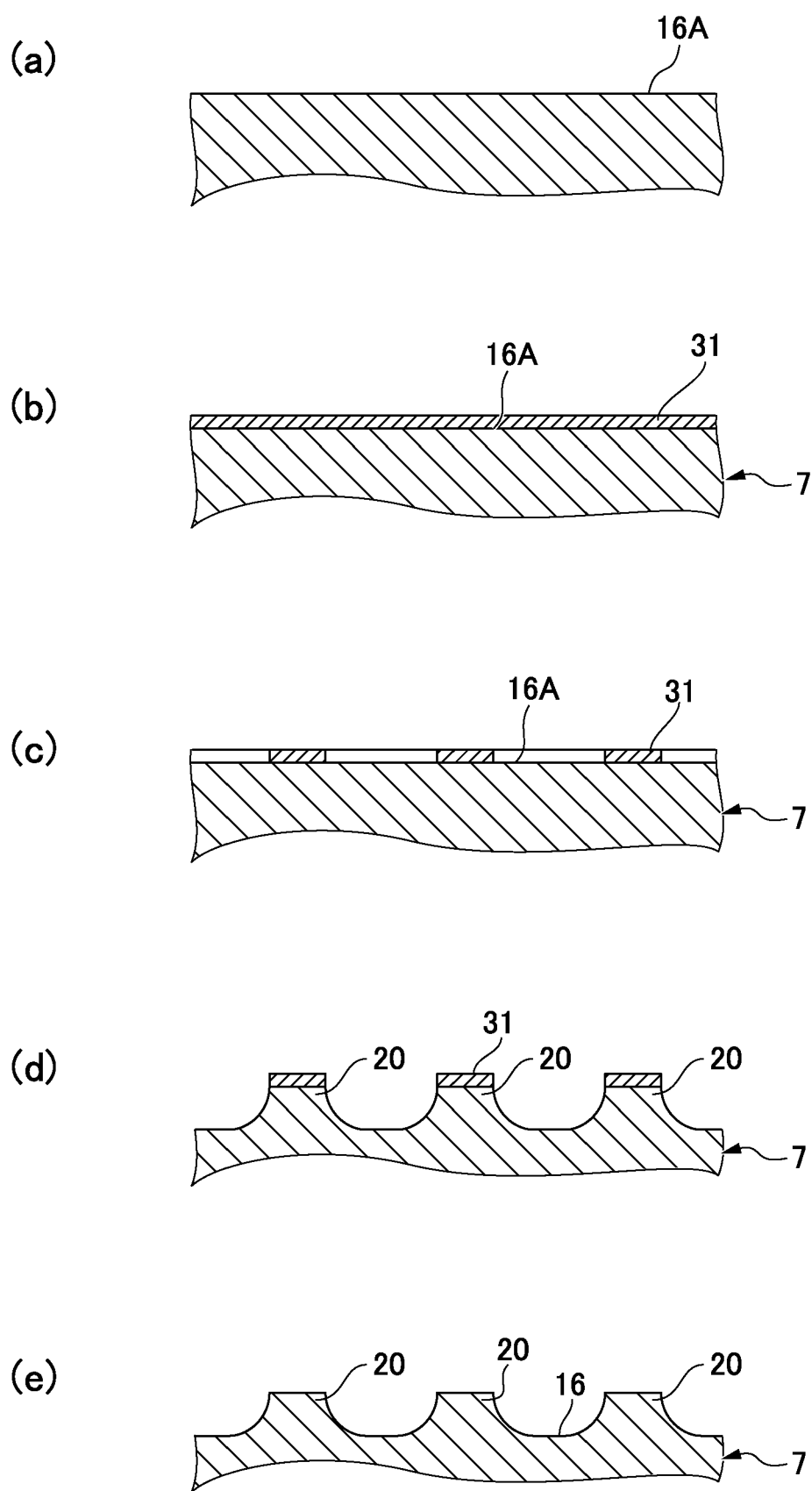
(c)



(b)

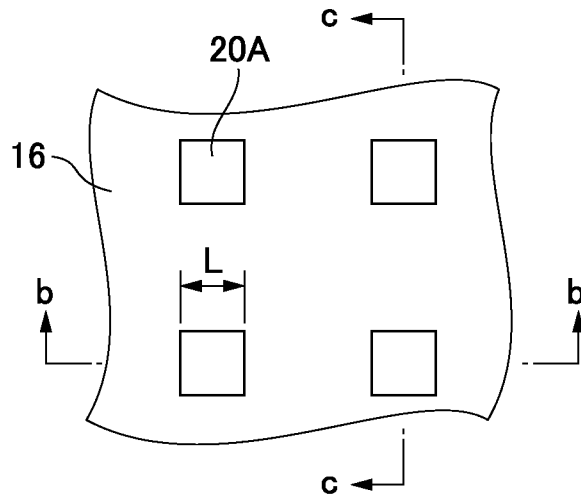


[図6]

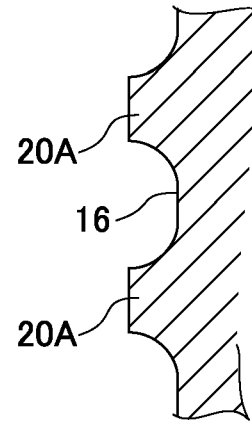


[図7]

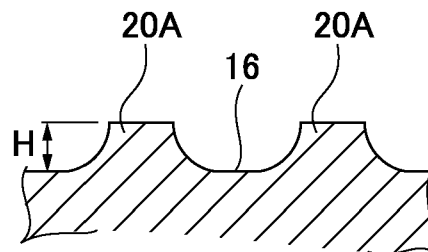
(a)



(c)

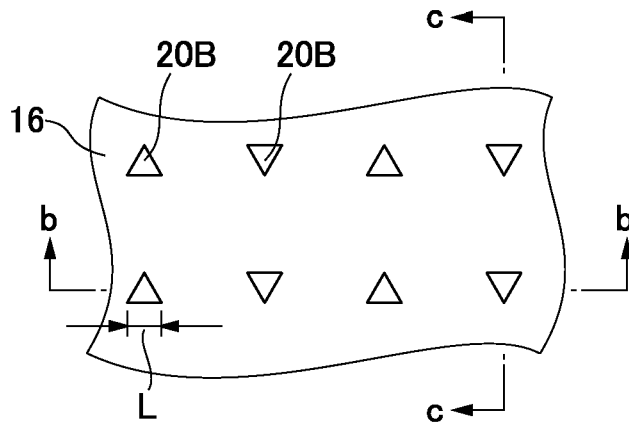


(b)

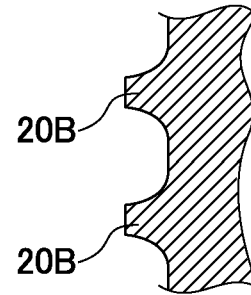


[図8]

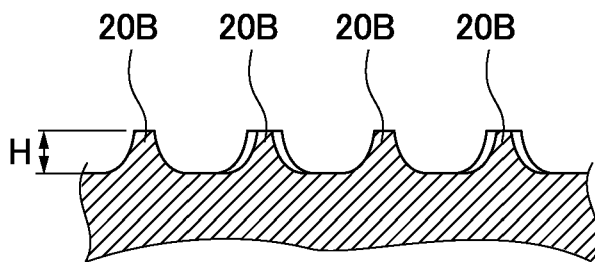
(a)



(c)

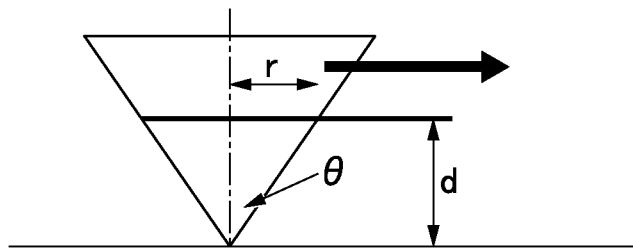


(b)

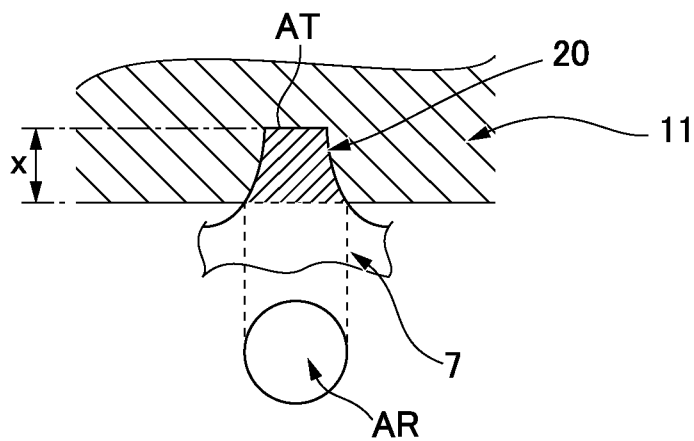


[図9]

(a)

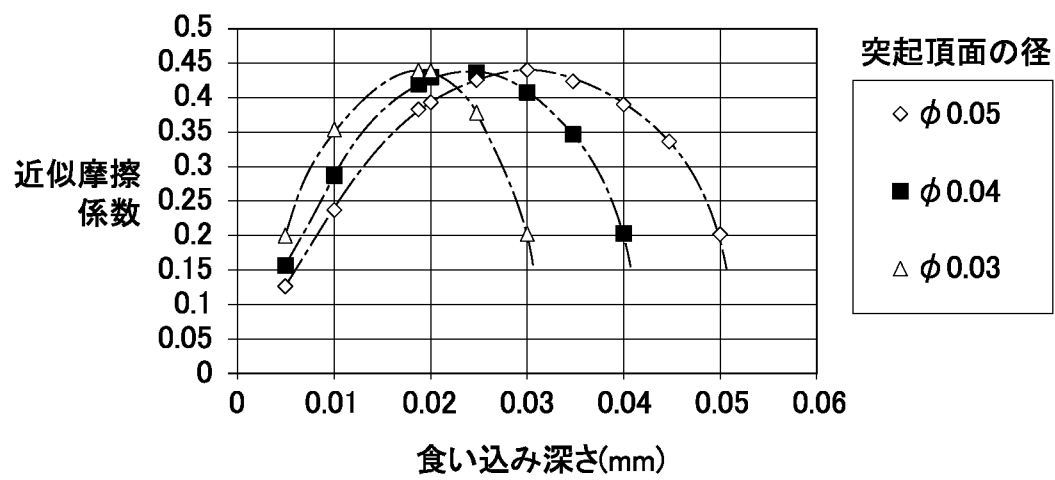


(b)



食い込み深さ $x \doteq d$
 食い込み投影面積 $AT \doteq At$
 圧痕面積 $AR \doteq Ar$
 $AT/AR = \text{近似摩擦係数 } M \doteq \text{Max} 0.43$

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/002966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H1/32 (2006.01)i, F16H55/17 (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, F16H55/17, F16D1/02, F16D1/033, F16D69/00

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	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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 A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 182743/1986 (Laid-open No. 086454/1988) (Nissan Motor Co., Ltd.), 06 June 1988 (06.06.1988), page 2, line 4 to page 4, line 3; fig. 3 (Family: none)	1-2 -8 3-4, 10
Y	JP 07-083211 A (Sumikin Precision Forge, Inc.), 28 March 1995 (28.03.1995), paragraph s [0003], [0015] to [0020]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2, 5-8 あ



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

"1"

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

19 July, 2013 (19.07.13)

Date of mailing of the international search report

30 July, 2013 (30.07.13)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/002966

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 50-089741 A (Ogura Clutch Co., Ltd.), 18 July 1975 (18.07.1975), page 2, upper right column, line 10 to page 3, upper right column, line 3; fig. 4 (Family: none)	1-2, 5-8
Y	JP 59-133824 A (Kobe Steel, Ltd.), 01 August 1984 (01.08.1984), page 4, lower left column, line 18 to page 5, upper right column, line 10; fig. 5, 6 (Family: none)	1-2, 5-8
A	JP 10-059192 A (Mitsuba Corp.), 03 March 1998 (03.03.1998), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-10

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 , F16H55/17 (2006. 01) i

B. 一 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, F16H55/17, F16D1/02, F16D1/033, F16D69/00

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

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

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 A	日本国実用新案登録出願 61-182743 号 (日本国実用新案登録出願公開 63-086454 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 (日産自動車株式会社) 1988. 06. 06, 第 2 頁第 4 行 - 第 4 頁第 3 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-2 ,5-8 3-4 ,9-10
Y	JP 07-083211 A (住金精圧品工業株式会社) 1995. 03. 28, 段落 【0003】 , 【0015】 - 【0020】 , 第 1-5 図 (ファミリーなし)	1-2 ,5-8

☒ 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

IA」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
 IE」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
 I」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)
 IΘ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 IP」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
 IY」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
 I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 3

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)

高吉 統久

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

3 J

3 9 3 2

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	JP 50-089741 A (小倉クラッチ株式会社) 1975. 07. 18 , 第 2 頁右上欄第 10 行ー第 3 頁右上欄第 3 行 , 第 4 図 (ファミリーなし)	1-2 ,5-8
Y	JP 59-133824 A (株式会社神戸製鋼所) 1984. 08. 01 , 第 4 頁左下欄第 18 行ー第 5 頁右上欄第 10 行 , 第 5 図 , 第 6 図 (ファミリーなし)	1-2 ,5-8
A	JP 10-059192 A (株式会社ミツバ) 1998. 03. 03 , 全文 , 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-10