

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6340764号
(P6340764)

(45) 発行日 平成30年6月13日 (2018. 6. 13)

(24) 登録日 平成30年5月25日 (2018. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 F 5/16 (2006. 01)

B 2 3 F 5/16

B 2 3 F 5/20 (2006. 01)

B 2 3 F 5/20

B 2 3 F 1/04 (2006. 01)

B 2 3 F 1/04

B 2 3 F 1/06 (2006. 01)

B 2 3 F 1/06

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-164926 (P2013-164926)
 (22) 出願日 平成25年8月8日 (2013. 8. 8)
 (65) 公開番号 特開2015-33732 (P2015-33732A)
 (43) 公開日 平成27年2月19日 (2015. 2. 19)
 審査請求日 平成28年7月20日 (2016. 7. 20)

(73) 特許権者 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100089082
 弁理士 小林 脩
 (74) 代理人 100130188
 弁理士 山本 喜一
 (72) 発明者 大谷 尚
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内
 (72) 発明者 中野 浩之
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯車加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工作物の回転軸線に対し傾斜した回転軸線を有する加工用工具を用い、前記加工用工具を前記工作物と同期回転させながら前記工作物の回転軸線方向に送り操作して歯車を加工する歯車加工装置であって、

前記歯車の歯の間隔と同一の間隔を有する仮の工具刃の数および前記歯車の歯の数の最大公約数は、1より大きい整数とし、前記仮の工具刃の間隔を前記歯車の歯の間隔の2以上の整数倍となるように、前記仮の工具刃を間引きして、前記仮の工具刃の数、実際に切削加工する工具刃のピッチ、前記歯車の歯の数、前記歯車の歯のピッチ、前記歯車の歯の数の約数に基づいて、前記実際に切削加工する工具刃とする、歯車加工装置。

10

【請求項 2】

前記加工用工具の工具刃の間隔は、等間隔である、請求項 1 の歯車加工装置。

【請求項 3】

前記歯車の歯の間隔と同一の間隔を有する仮の工具刃の数および前記歯車の歯の数の最小公倍数を前記工具刃の数で除算した値は、1より大きい整数とし、前記仮の工具刃の間隔を前記歯車の歯の間隔の2以上の整数倍となるように、前記仮の工具刃を間引きして実際に切削加工する工具刃とする請求項 1 又は 2 の歯車加工装置。

【請求項 4】

前記除算値は、10以下の整数である、請求項 3 の歯車加工装置。

【請求項 5】

20

前記加工用工具の工具刃の間隔は、不等間隔である、請求項 1 の歯車加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工用工具および工作物を高速で同期回転させて切削加工により歯車を加工する歯車加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マシニングセンタ等の工作機械を用いて切削加工により歯車を加工する場合、内歯および外歯を加工する有効な手法として、例えば、特許文献 1 に記載の加工方法がある。この加工方法は、回転軸線回りに回転可能な加工用工具、例えば複数枚の工具刃を有するカッターと、加工用工具の回転軸線に対して所定の角度で傾斜した回転軸線回りに回転可能な工作物とを高速で同期回転させ、加工用工具を工作物の回転軸線方向に送って切削加工することにより歯を創成する加工方法である。

【0003】

しかし、この加工方法では、複数枚の工具刃が工作物に同時に接触するため、切削抵抗が大きくなる傾向にある。よって、切削加工時に自励振動が発生し易く、歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）を悪化させるおそれがある。加工用工具の工具径を小さくすれば工具刃の工作物に対する接触枚数は少なくなるが、加工用工具の工具剛性が低下するおそれがある。

【0004】

そこで、特許文献 2 には、加工用工具を工作物に対し変化する送り速度で歯の表面に沿った送り経路方向に移動する加工方法が記載されている。この加工方法によれば、加工の微細な掻き傷の間隔が歯の表面に沿って不規則になるので、噛み合い雑音、すなわち自励振動を低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2012 - 51049 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 335061 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述の特許文献 2 に記載の加工方法では、加工用工具の送り速度を工作物に対し変化する必要があるため、送り制御が複雑になり、歯車の歯形形状の高精度化が困難である。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、加工用工具および工作物を高速で同期回転させて切削加工により高精度な歯車を加工することができる歯車加工装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

（請求項 1）本発明の歯車加工装置は、工作物の回転軸線に対し傾斜した回転軸線を有する加工用工具を用い、前記加工用工具を前記工作物と同期回転させながら前記工作物の回転軸線方向に送り操作して歯車を加工する歯車加工装置であって、前記歯車の歯の間隔と同一の間隔を有する仮の工具刃の数および前記歯車の歯の数の最大公約数は、1 より大きい整数とし、前記仮の工具刃の間隔を前記歯車の歯の間隔の 2 以上の整数倍となるように、前記仮の工具刃を間引きして、前記仮の工具刃の数、実際に切削加工する工具刃のピッチ、前記歯車の歯の数、前記歯車の歯のピッチ、前記歯車の歯の数の約数に基づいて、前記実際に切削加工する工具刃とする。

【0009】

同一の工具刃が同一の歯みぞを切削加工することができれば、工具刃の精度ばらつきが、歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）に影響を及ぼさない。仮に、最大公約数が１であると、一の歯を切削加工した一の工具刃が再び一の歯を切削加工するまでの加工用工具の回転数は、加工用工具の全周の工具刃の数および歯車の全周の歯の数の積算値となり、非常に大きな値になって歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）の向上が困難になる。最大公約数が１より大きい整数にすることで、歯車の歯すじのうねりを低減することができる。そして、歯車加工装置における切削加工時において、工作物に同時に接触する加工用工具の工具刃の数を削減することができるので、切削抵抗を低減して切削加工時の自励振動の発生を抑え、歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）を向上させることができる。

【００１０】

10

（請求項２）前記加工用工具の工具刃の間隔は、等間隔であるとよい。これにより、切削加工するときの工具刃の負荷を安定化させることができる。

【００１３】

（請求項３）前記歯車の歯の間隔と同一の間隔を有する仮の工具刃の数および前記歯車の歯の数の最小公倍数を前記工具刃の数で除算した値は、１より大きい整数とし、前記仮の工具刃の間隔を前記歯車の歯の間隔の２以上の整数倍となるように、前記仮の工具刃を間引きして実際に切削加工する工具刃とするとよい。

【００１４】

この除算値は、一の歯を切削加工した一の工具刃が再び一の歯を切削加工するまでの加工用工具の回転数を表している。よって、除算値が１であると工具刃の数と歯の数とが同一となり、内歯加工の場合に成立しなくなるので、除算値を１より大きい整数とすることにより、内歯加工を成立させることが可能となる。

20

【００１５】

（請求項４）前記除算値は、１０以下の整数であるとよい。除算値を小さくすることにより歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）を向上させることができる。

（請求項５）前記加工用工具の工具刃の間隔は、不等間隔であるとよい。これにより、切削抵抗が周期的に変化せず不規則に変化することになるので、切削加工時に自励振動が発生し難く、歯車の歯すじ精度（歯すじのうねり）を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

30

【図１】本発明の実施の形態に係る歯車加工装置の全体構成を示す斜視図である。

【図２】図１の歯車加工装置の概略構成および制御装置を示す図である。

【図３】歯車の歯形状の誤差である歯すじ誤差を説明するための図である。

【図４】通常使用される加工用工具の概略を示す図である。

【図５】本実施形態の歯車加工装置で使用される加工用工具の概略を示す図である。

【図６】図５の加工用工具の工具刃のピッチを説明するための図である。

【図７】本実施形態の歯車加工装置で使用される別形態の加工用工具を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

40

（１．歯車加工装置の機械構成）

歯車加工装置１の一例として、５軸マシニングセンタを例に挙げ、図１および図２を参照して説明する。つまり、当該歯車加工装置１は駆動軸として、相互に直交する３つの直進軸（Ｘ、Ｙ、Ｚ軸）および２つの回転軸（Ａ軸、Ｃ軸）を有する装置である。

【００１８】

図１および図２に示すように、歯車加工装置１は、ベッド１０と、コラム２０と、サドル３０と、回転主軸４０と、テーブル５０と、チルトテーブル６０と、ターンテーブル７０と、制御装置１００等とから構成される。なお、図示省略するが、ベッド１０と並んで既知の自動工具交換装置が設けられている。

【００１９】

ベッド１０は、ほぼ矩形状からなり、床上に配置される。ただし、ベッド１０の形状は

50

矩形状に限定されるものではない。このベッド１０の上面には、コラム２０が摺動可能な一对のＸ軸ガイドレール１１ａ，１１ｂが、Ｘ軸方向（水平方向）に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。さらに、ベッド１０には、一对のＸ軸ガイドレール１１ａ，１１ｂの間に、コラム２０をＸ軸方向に駆動するための、図略のＸ軸ボールねじが配置され、このＸ軸ボールねじを回転駆動するＸ軸モータ１１ｃが配置されている。

【００２０】

コラム２０の底面には、一对のＸ軸ガイド溝２１ａ，２１ｂがＸ軸方向に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。コラム２０は、ベッド１０に対してＸ軸方向に移動可能なように、一对のＸ軸ガイド溝２１ａ，２１ｂが一对のＸ軸ガイドレール１１ａ，１１ｂ上にボールガイド２２ａ，２２ｂを介して嵌め込まれ、コラム２０の底面がベッド

10

【００２１】

さらに、コラム２０のＸ軸に平行な側面（摺動面）２０ａには、サドル３０が摺動可能な一对のＹ軸ガイドレール２３ａ，２３ｂがＹ軸方向（鉛直方向）に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。さらに、コラム２０には、一对のＹ軸ガイドレール２３ａ，２３ｂの間に、サドル３０をＹ軸方向に駆動するための、図略のＹ軸ボールねじが配置され、このＹ軸ボールねじを回転駆動するＹ軸モータ２３ｃが配置されている。

【００２２】

コラム２０の摺動面２０ａに対向するサドル３０の側面３０ａには、一对のＹ軸ガイド溝３１ａ，３１ｂがＹ軸方向に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。サドル３０は、コラム２０に対してＹ軸方向に移動可能なように、一对のＹ軸ガイド溝３１ａ，３１ｂが一对のＹ軸ガイドレール２３ａ，２３ｂに嵌め込まれ、サドル３０の側面３０

20

【００２３】

回転主軸４０は、サドル３０内に收容された主軸モータ４１により回転可能に設けられ、加工用工具４２を支持している。加工用工具４２は、工具ホルダ４３に保持されて回転主軸４０の先端に固定され、回転主軸４０の回転に伴って回転する。また、加工用工具４２は、コラム２０およびサドル３０の移動に伴ってベッド１０に対してＸ軸方向およびＹ軸方向に移動する。なお、加工用工具４２としては、本実施形態では複数の工具刃を有するホブがある。

30

【００２４】

さらに、ベッド１０の上面には、テーブル５０が摺動可能な一对のＺ軸ガイドレール１２ａ，１２ｂがＸ軸方向と直交するＺ軸方向（水平方向）に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。さらに、ベッド１０には、一对のＺ軸ガイドレール１２ａ，１２ｂの間に、テーブル５０をＺ軸方向に駆動するための、図略のＺ軸ボールねじが配置され、このＺ軸ボールねじを回転駆動するＺ軸モータ１２ｃが配置されている。

【００２５】

テーブル５０は、ベッド１０に対してＺ軸方向に移動可能なように、一对のＺ軸ガイドレール１２ａ，１２ｂ上に設けられている。テーブル５０の上面には、チルトテーブル６０を支持するチルトテーブル支持部６３が設けられている。そして、チルトテーブル支持部６３には、チルトテーブル６０が水平方向のＡ軸回りで回転（揺動）可能に設けられている。チルトテーブル６０は、テーブル５０内に收容されたＡ軸モータ６１により回転（揺動）される。

40

【００２６】

チルトテーブル６０には、ターンテーブル７０がＡ軸に直角なＣ軸回りで回転可能に設けられている。ターンテーブル７０には、工作物Ｗがチャッキングされる。ターンテーブル７０は、工作物ＷとともにＣ軸モータ６２により回転される。

【００２７】

制御装置１００は、主軸モータ４１を制御して、工具４２を回転させ、Ｘ軸モータ１１ｃ、Ｚ軸モータ１２ｃ、Ｙ軸モータ２３ｃ、Ａ軸モータ６１およびＣ軸モータ６２を制御

50

して、工作物Wと加工用工具42とをX軸方向、Z軸方向、Y軸方向、A軸回りおよびC軸回りに相対移動することにより、工作物Wの切削加工を行う。

【0028】

(2. 加工用工具の工具刃)

上述の歯車加工装置1では、加工用工具42と工作物Wとを高速で同期回転させ、加工用工具42を工作物Wの回転軸線方向に送って切削加工することにより歯を創成する。この切削加工時においては、通常使用される加工用工具42A(図4参照、詳細は後述する)では、複数枚(例えば、5~10枚)の工具刃421A(本発明の「仮の工具刃」に相当する)が工作物Wに同時に接触するため、切削抵抗が大きくなる傾向にある。よって、切削加工時に自励振動が発生し易く、歯車の歯すじ精度(歯すじのうねり)、すなわち図3に示すように、歯車Gの歯gの周方向d1の側面sにおける軸線方向d2の表面粗さの平均値(歯すじ誤差)を悪化させるおそれがある。

10

【0029】

そこで、本実施形態の歯車加工装置1における切削加工時においては、通常使用される加工用工具42Aの工具刃421Aを間引きした加工用工具42B(図5参照、詳細は後述する)を用いる。すなわち、加工用工具42Bの工具刃421B(本発明の「実際に切削加工する工具刃」に相当する)のピッチ(間隔)Pbは、創成される歯車Gの歯gのピッチ(間隔)Pの2以上の整数倍となる加工用工具42Bを用いる。ここで、ピッチPb、Pとは、基準線(基準円)Bt、Bg上での隣合う工具刃421B間又は歯g間の距離のことである。

20

【0030】

具体的には、図4に示すように、通常使用される加工用工具42Aは、工具刃421AのピッチPa、すなわち基準線(基準円)Bt上での隣の工具刃421Aまでの距離を、創成される歯車Gの歯gのピッチP、すなわち基準線(基準円)Bg上での隣の歯gまでの距離と同一($P_a = P$)となるように作製されている。そして、加工用工具42Aは、工具刃421AのピッチPaを全周にわたって等間隔となるように作製されている。

【0031】

しかし、図5に示すように、本実施形態の歯車加工装置1で使用される加工用工具42Bは、工具刃421BのピッチPb、すなわち基準線(基準円)Bt上での隣の工具刃421Bまでの距離を、歯車Gの歯gのピッチPの2以上の整数倍(本例では、 $P_b = 3P$)となるように作製されている。このような加工用工具42Bを歯車加工装置1における切削加工時に使用することにより、工作物Wに同時に接触する加工用工具42Bの工具刃421Bの数を削減(例えば、1~3枚)することができるので、切削抵抗を低減して切削加工時の自励振動の発生を抑え、歯車Gの歯すじ精度(歯すじのうねり)を向上させることができる。

30

【0032】

そして、加工用工具42Bは、工具刃421BのピッチPbを全周にわたって等間隔となるように作製されている。これにより、切削加工するときの工具刃421Bの負荷を安定化させることができる。

【0033】

次に、通常使用される加工用工具42Aの全周の工具刃421Aの数の設定方法について説明する。ここで、歯車Gの全周の歯gの数Ngは既に設定されているとする。加工用工具42Aの全周の工具刃421Aの数Ntおよび歯車Gの全周の歯gの数Ngの最大公約数が、1より大きい整数となるように工具刃421Aの数Ntを設定する。同一の工具刃421Aが同一の歯みぞを切削加工することができれば、工具刃421Aの精度ばらつきが、歯車Gの歯すじ精度(歯すじのうねり)に影響を及ぼさない。

40

【0034】

仮に、最大公約数が1であると、一の歯gを切削加工した一の工具刃421Aが再び一の歯gを切削加工するまでの加工用工具42Aの回転数は、加工用工具42Aの全周の工具刃421Aの数Ntおよび歯車Gの全周の歯gの数Ngの積算値($N_t \cdot N_g$)となり

50

、非常に大きな値になって歯車 G の歯すじ精度（歯すじのうねり）の向上が困難になる。最大公約数が 1 より大きい整数にすることで、歯車 G の歯すじのうねりを低減することができる。

【 0 0 3 5 】

さらに、工具刃 4 2 1 A の数 N_t および歯 g の数 N_g の最小公倍数を工具刃 4 2 1 A の数 N_t で除算した値が、1 より大きい整数であって 1 0 以下の整数となるように工具刃 4 2 1 A の数 N_t を設定する。この除算値は、一の歯 g を切削加工した一の工具刃 4 2 1 A が再び一の歯 g を切削加工するまでの加工用工具 4 2 A の回転数を表している。

【 0 0 3 6 】

よって、除算値が 1 であると工具刃 4 2 1 A の数 N_t と歯 g の数 N_g とが同一となり、内歯加工の場合に成立しなくなるので、除算値を 1 より大きい整数とすることにより、内歯加工を成立させることが可能となる。また、除算値を 1 0 以下の整数とすることにより、歯車 G の歯すじ精度（歯すじのうねり）を向上させることができる。この場合、加工用工具 4 2 B の工具刃 4 2 1 B の数は $N_t \cdot P / P_b$ となる。

【 0 0 3 7 】

具体的には、図 6 に示すように、工具刃 4 2 1 B のピッチ P_b を歯 g のピッチ P の「3 倍」とする場合、切削加工がされない歯 g の発生を防止するため歯 g の数 N_g は「3」で割り切れない値とし、工具刃 4 2 1 A の数 N_t は「3」で割り切れる値とする必要がある。

【 0 0 3 8 】

例えば、歯 g の数 N_g を「1 0 0」に設定し、工具刃 4 2 1 A の数 N_t を「6 0」に設定した場合、工具刃 4 2 1 A の数「6 0」および歯 g の数「1 0 0」の最小公倍数は「3 0 0」となり、この最小公倍数「3 0 0」を工具刃 4 2 1 A の数「6 0」で除算した値は「5」となり、1 より大きい整数であって 1 0 以下の整数となる。この場合、加工用工具 4 2 B の工具刃 4 2 1 B の数は「2 0」となる。

【 0 0 3 9 】

また、歯 g の数 N_g を「1 0 0」に設定し、工具刃 4 2 1 A の数 N_t を「7 5」に設定した場合、工具刃 4 2 1 A の数「7 5」および歯 g の数「1 0 0」の最小公倍数は「3 0 0」となり、この最小公倍数「3 0 0」を工具刃 4 2 1 A の数「7 5」で除算した値は「4」となり、1 より大きい整数であって 1 0 以下の整数となる。この場合、加工用工具 4 2 B の工具刃 4 2 1 B の数は「2 5」となる。

【 0 0 4 0 】

また、歯 g の数 N_g を「1 0 0」に設定し、工具刃 4 2 1 A の数 N_t を「1 5 0」に設定した場合、工具刃 4 2 1 A の数「1 5 0」および歯 g の数「1 0 0」の最小公倍数は「3 0 0」となり、この最小公倍数「3 0 0」を工具刃 4 2 1 A の数「1 5 0」で除算した値は「2」となり、1 より大きい整数であって 1 0 以下の整数となる。この場合、加工用工具 4 2 B の工具刃 4 2 1 B の数は「5 0」となり、歯車 G の径よりも大きくなるため外歯の歯車 G のみの加工用工具 4 2 B となる。

【 0 0 4 1 】

一方、歯 g の数 N_g を「1 0 0」に設定し、工具刃 4 2 1 A の数 N_t を「4 5」に設定した場合、工具刃 4 2 1 A の数「4 5」および歯 g の数「1 0 0」の最小公倍数は「9 0 0」となり、この最小公倍数「9 0 0」を工具刃 4 2 1 A の数「4 5」で除算した値は「2 0」となり、1 0 を超えた整数となるので、工具刃 4 2 1 A の数「4 5」では歯車 G の歯すじ精度（歯すじのうねり）の向上は小さくなる。

【 0 0 4 2 】

以上より、工具刃 4 2 1 A の数 N_t は「6 0」、「7 5」、「1 5 0」と設定されることになる。工具刃 4 2 1 A の数 N_t が「6 0」のときは、加工用工具 4 2 B は、5 回転する毎に、一の歯 g を切削加工した一の工具刃 4 2 1 B が再び一の歯 g を切削加工する。また、工具刃 4 2 1 A の数 N_t が「7 5」のときは、加工用工具 4 2 B は、4 回転する毎に、一の歯 g を切削加工した一の工具刃 4 2 1 B が再び一の歯 g を切削加工する。また、工

10

20

30

40

50

具刃 4 2 1 A の数 N_t が「150」のときは、加工用工具 4 2 B は、2 回転する毎に、一の歯 g を切削加工した一の工具刃 4 2 1 B が再び一の歯 g を切削加工する。

以上の結果から、次式 (1) が成立する。

【0043】

【数1】

$$N_t = N_g \cdot s / t \cdots (1)$$

ここで、 N_t : 工具刃 4 2 1 A の数、 N_g : 歯 g の数、

s : 工具刃 4 2 1 B のピッチ P_b / 歯 g のピッチ P 、 t : 歯 g の数の約数

【0044】

10

そして、加工用工具 4 2 B の剛性を確保するため、工具長 L (回転主軸 4 0 の先端面から加工用工具 4 2 B の先端面までの距離) を工具径 d で除した値 (L/d) が「1」程度となるように設定する。なお、工具径 d は、一般的なモジュールおよび工具刃 4 2 1 B の数の関係から求めることができる。そして、式 (1) に所定の数を代入することで、工具刃 4 2 1 A の数 N_t を求め、さらに工具刃 4 2 1 B の数 $N_t \cdot P / P_b$ を求めて最終的な加工用工具 4 2 B を作製する。

【0045】

(3. 加工用工具の工具刃の別形態)

上述の実施形態では、加工用工具 4 2 B の工具刃 4 2 1 B のピッチ P_b を全周にわたって等間隔となるように作製したが、図 7 に示すように、加工用工具 4 2 C の工具刃 4 2 1 C のピッチ P_c 、 P_d を全周にわたって不等間隔となるように作製してもよい。

20

【0046】

例えば、歯車 G の歯 g のピッチ P の 2 倍 ($P_c = 2P$) および 3 倍 ($P_d = 3P$) を繰り返すように作製してもよい。これにより、切削抵抗が周期的に変化せず不規則に変化することになるので、切削加工時に自励振動が発生し難く、歯車 G の歯すじ精度 (歯すじのうねり) を向上させることができる。なお、不等間隔となる工具刃 4 2 1 C のピッチは、歯車 G の歯 g のピッチ P の 2 倍 ($P_c = 2P$) および 3 倍 ($P_d = 3P$) の繰り返しに限定されるものではなく、任意の倍数の組み合わせでよい。

【0047】

(4. その他)

30

なお、上述した実施形態では、5 軸マシニングセンタである歯車加工装置 1 は、工作物 W を A 軸回転可能とするものとした。これに対して、5 軸マシニングセンタは、縦形マシニングセンタとして、工具 4 2 を A 軸回転可能とする構成としてもよい。また、本発明をマシニングセンタに適用する場合を説明したが、歯車加工の専用機に対しても同様に適用可能である。また、外歯歯車の加工について説明したが、内歯歯車の加工に対しても同様に適用可能である。

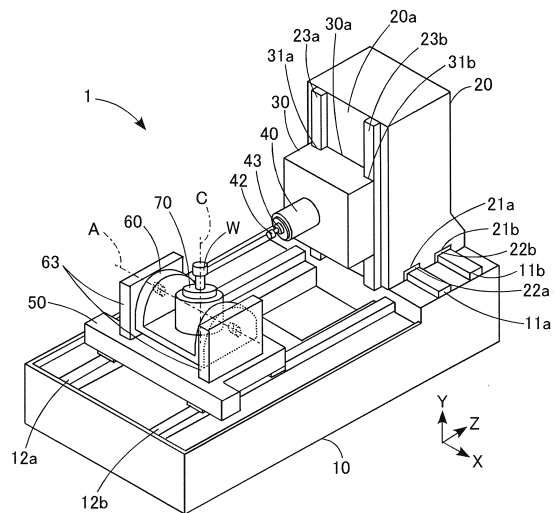
【符号の説明】

【0048】

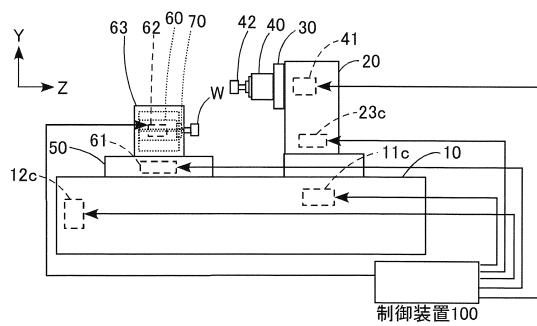
1 : 歯車加工装置、 4 2 , 4 2 A , 4 2 B , 4 2 C : 加工用工具、 4 2 1 A , 4 2 1 B , 4 2 1 C : 工具刃、 G : 歯車、 g : 歯、 P , P_a , P_b , P_c , P_d : ピッチ、 N_t : 工具刃数、 N_g : 歯数 W : 工作物

40

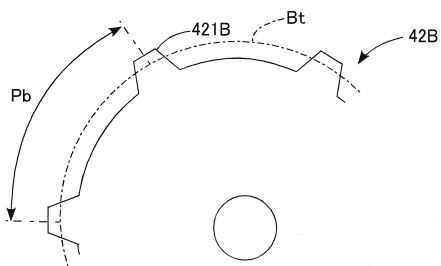
【図 1】



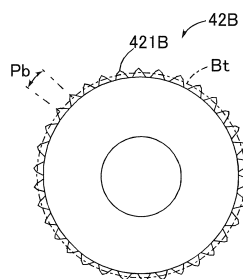
【図 2】



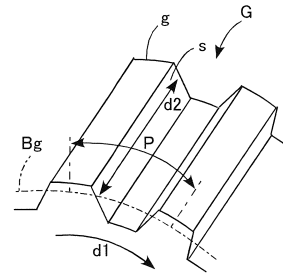
【図 5】



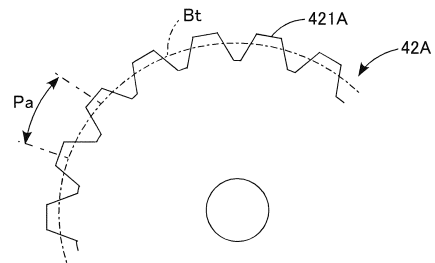
【図 6】



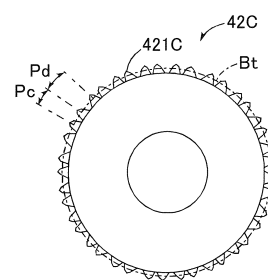
【図 3】



【図 4】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 五島 宏明
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 津田 健嗣

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0148360(US, A1)
特開2010-142883(JP, A)
実開昭62-068723(JP, U)
特開平11-077431(JP, A)
特開平1-205915(JP, A)
米国特許出願公開第2013/0243540(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23F 5/16
B23F 1/04
B23F 1/06
B23F 5/20
DWPI(Derwent Innovation)