

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号  
特許第7587730号  
(P7587730)

(45)発行日 令和6年11月20日(2024.11.20)

(24)登録日 令和6年11月12日(2024.11.12)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 F 19/00 (2006.01)

B 2 3 F 19/10 (2006.01)

B 2 3 F 21/12 (2006.01)

B 2 3 F 19/00

B 2 3 F 19/10

B 2 3 F 21/12

請求項の数 21 (全31頁)

|             |                             |          |                                                |
|-------------|-----------------------------|----------|------------------------------------------------|
| (21)出願番号    | 特願2024-501729(P2024-501729) | (73)特許権者 | 591092615<br>株式会社ジェイテクトギヤシステム<br>愛知県瀬戸市暁町3番地45 |
| (86)(22)出願日 | 令和5年8月29日(2023.8.29)        | (74)代理人  | 110000969<br>弁理士法人中部国際特許事務所                    |
| (86)国際出願番号  | PCT/JP2023/031141           | (72)発明者  | 丸山 健一<br>愛知県瀬戸市暁町3番地45 株式会社<br>ジェイテクトギヤシステム内   |
| 審査請求日       | 令和6年1月23日(2024.1.23)        | 審査官      | 亀田 貴志                                          |
| 最終頁に続く      |                             |          |                                                |

(54)【発明の名称】 工具、歯車加工装置及び歯車加工方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の加工刃を有する工具であって、  
円盤状の第一工具本体の回転軸に対して平行になるように前記第一工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃を有する第一工具部材と、  
円盤状の第二工具本体の回転軸に対して振れるように前記第二工具本体の外周面に形成され、且つ、前記被加工物に対する加工点が移動可能となるように前記第一加工刃よりも前記回転軸の方向に沿った刃長が長く形成されて前記被加工物に第二加工を行う第二加工刃を有する第二工具部材と、を備え、  
前記第一工具本体及び前記第二工具本体の各々の回転軸が同軸になるように前記第一工具部材と前記第二工具部材とを組み合わせた状態において、  
前記第一工具部材及び前記第二工具部材の一方の加工刃が前記第一工具部材及び前記第二工具部材の他方に向けて突出するように形成され、且つ、前記他方の加工刃が前記一方の加工刃の突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成された、工具。

【請求項2】

前記第一加工刃と前記第二加工刃とが、前記第一工具部材と前記第二工具部材とを組み合わせた状態の外周面に沿って交互に配置された、請求項1に記載の工具。

【請求項3】

前記一方は、少なくとも一部の加工刃が前記他方に向けて突出するように形成された突出部を有し、

前記他方は、少なくとも一部の加工刃が除去された除去部を有しており、

前記第一工具部材と前記第二工具部材とを組み合わせた場合において、前記突出部が前記除去部に進入する、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 4】

前記第一工具部材において前記第一加工刃が形成される形成ピッチと、前記第二工具部材において前記第二加工刃が形成される形成ピッチとは、同一である、請求項 3 に記載の工具。

【請求項 5】

前記他方の加工刃の刃数は、前記一方の加工刃の刃数に比べて少ない、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 6】

前記他方において加工刃が形成される形成ピッチは、前記一方において加工刃が形成される形成ピッチの二倍以上である、請求項 5 に記載の工具。

【請求項 7】

前記第一工具部材及び前記第二工具部材の一方の中心軸が、前記第一工具部材及び前記第二工具部材の他方の中心軸に対して偏心するように配置された、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 8】

前記第一工具部材の前記第一工具本体の外径と、前記第二工具部材の前記第二工具本体の外径とが異なる、請求項 7 に記載の工具。

【請求項 9】

前記第一工具本体の外径が、前記第二工具本体の外径よりも大きい、請求項 8 に記載の工具。

【請求項 10】

前記第一加工刃と前記第二加工刃とは、刃元から刃先までの高さを表す刃高が異なる、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 11】

前記第一加工刃及び前記第二加工刃の一方の前記刃高は、前記第一加工刃及び前記第二加工刃の他方の前記刃高よりも大きい、請求項 10 に記載の工具。

【請求項 12】

前記被加工物は、被加工歯車であり、

前記第一加工刃は、前記第一加工として、前記被加工歯車と噛み合って前記被加工歯車の歯面の歯すじ方向における端部を押圧して前記端部を面取りするフレージング加工を行うフレージング刃であり、

前記第二加工刃は、前記第二加工として、前記被加工歯車と噛み合って前記歯面の前記歯すじ方向における四隅のうちの一隅部を押圧しながら前記被加工歯車の前記歯面に対する加工点を移動させて前記一隅部の角を除去するリリース加工を行うリリース刃である、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 13】

前記被加工物は、被加工歯車であり、

前記第一加工刃は、前記第一加工として、前記被加工歯車と噛み合って前記被加工歯車の歯面の歯すじ方向における端部を押圧して前記端部を面取りするフレージング加工を行うフレージング刃であり、

前記第二加工刃は、前記第二加工として、前記被加工歯車と噛み合って前記歯面に接触しながら前記歯面に対する加工点を移動させて前記歯面の凹凸を除去するシェーピング加工を行うシェーピング刃である、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 14】

前記第一加工刃及び前記第二加工刃の少なくとも前記第二加工刃は、表面が砥粒を含むコーティング層によって覆われている、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 15】

前記第一工具本体の外周面に沿って連続的に配置された複数の前記第一加工刃から構成

10

20

30

40

50

される第一加工刃群と、

前記第二工具体体の外周面に沿って連続的に配置された複数の前記第二加工刃から構成される第二加工刃群と、が前記第一工具体材と前記第二工具体材とを組み合わせた状態の外周面に沿って交互に配置された、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 1 6】

前記第一工具体体の外周面に沿って連続的に配置された複数の前記第一加工刃から構成される第一加工刃群と、一つの前記第二加工刃と、が前記第一工具体材と前記第二工具体材とを組み合わせた状態の外周面に沿って交互に配置された、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 1 7】

一つの前記第一加工刃と、前記第二工具体体の外周面に沿って連側的に配置された複数の前記第二加工刃から構成される第二加工刃群と、が前記第一工具体材と前記第二工具体材とを組み合わせた状態の外周面に沿って交互に配置された、請求項 1 に記載の工具。

【請求項 1 8】

請求項 1 - 1 7 の何れか一項に記載の前記工具と、

前記工具を回転駆動する工具主軸と、

前記被加工物としての被加工歯車を回転駆動するワーク主軸と、

前記工具主軸に支持された前記工具と前記ワーク主軸に支持された前記被加工歯車とが噛み合い可能となるように、前記ワーク主軸及び前記工具主軸を相対移動させる移動装置と、を備え、

一つの加工工程において前記第一加工と前記第二加工とを繰り返し行う、歯車加工装置。

【請求項 1 9】

前記第二加工を行う前記第二加工刃は、表面が砥粒を含むコーティング層によって覆われており、前記被加工歯車の歯面を研削する、請求項 1 8 に記載の歯車加工装置。

【請求項 2 0】

請求項 1 - 1 7 の何れか一項に記載の前記工具と、

前記工具を回転駆動する工具主軸と、

前記被加工物としての被加工歯車を回転駆動するワーク主軸と、

前記工具主軸に支持された前記工具と前記ワーク主軸に支持された前記被加工歯車とが噛み合い可能となるように、前記ワーク主軸及び前記工具主軸を相対移動させる移動装置と、を備え、

一つの加工工程において、前記第一加工に続いて前記第二加工を行い、前記第二加工に続いて前記第一加工を行うことにより、前記第一加工及び前記第二加工を順に連続して繰り返し行う、歯車加工方法。

【請求項 2 1】

前記第二加工を行う前記第二加工刃は、表面が砥粒を含むコーティング層によって覆われており、前記被加工歯車の歯面を研削する、請求項 2 0 に記載の歯車加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、工具、歯車加工装置及び歯車加工方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から、例えば、特許文献 1 に開示されたフレージングカッタが知られている。従来のフレージングカッタは、円板状のカッタ本体の外周部に形成された面取り部とバリ取り部とを有する。面取り部は、被加工歯車の歯の端部を押圧することによって端部の面取りを行う面取り刃（フレージング刃）が一個又は複数個配列されて形成される。バリ取り部は、面取り刃によって被加工歯車の歯の端部を押圧するときに生じるバリを切削除去するバリ取り刃が一個又は複数個配列されて形成される。そして、従来のフレージングカッタにおいては、面取り部とバリ取り部とがカッタ本体の外周部に沿って周方向に交互に配置されるようになっている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2013-56403号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

工具としての上述した従来のフレージングカッタは、フレージング刃が被加工歯車の歯の端面を押圧して面取りを行い、バリ取り刃が面取りに伴って生じた凸部をバリとして押圧して均すようになっている。つまり、従来のフレージングカッタは、フレージング刃及びバリ取り刃の各々の加工目的が異なるものの、共に加工点を一方向に押圧して刃の平面形状を加工点に転写するように潰す加工、即ち、転造加工のみを行うものである。

10

【0005】

ところで、被加工物においては、工具と噛み合い回転しながら異なる加工が要求される場合がある。被加工物が被加工歯車の場合、上述の面取り加工即ちフレージング加工に加えて、例えば、被加工歯車の歯打ちを改善するために、加工点を相対移動させながら隅部の角を除去するリリーフ加工が要求される場合がある。又、被加工物が被加工歯車の場合、例えば、滑らかな噛み合わせを実現するために、加工点を相対移動させながら被加工歯車の歯面に生じた凹凸（所謂、多角形誤差）を除去するシェーピング加工が要求される場合もある。

20

【0006】

これらの場合、上述した従来のフレージングカッタでは、面取り及びバリ取りを行った後において、リリーフ加工が要求される場合にはリリーフカッタに交換したり、シェーピング加工が要求される場合にはシェーピングカッタに交換したりする必要がある。つまり、従来のフレージングカッタでは、加工点を相対移動させながらの加工が要求される場合には、段取り替えが必要になる。このため、複数の加工に対応するように段取り替えの回数が増える程に、段取り替えに要する時間が必要になる。従って、従来の工具であるフレージングカッタを用いて被加工物である被加工歯車に加工を施す場合には、生産効率を向上させる点において、改善の余地がある。

【0007】

本発明の目的は、生産効率の向上を図ることができる工具、工具を用いた歯車加工装置、及び、工具を用いた歯車加工方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の工具は、複数の加工刃を有する工具であって、円盤状の工具本体の回転軸に対して平行になるように工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃と、回転軸に対して振れるように外周面に形成され、且つ、被加工物に対する加工点が移動可能となるように第一加工刃よりも回転軸の方向に沿った刃長が長く形成されて被加工物に第二加工を行う第二加工刃と、を有し、第一加工刃と第二加工刃とが外周面に沿って交互に配置される。

40

【0009】

この場合、一例として、この工具は、工具本体は円盤状の第一工具本体及び円盤状の第二工具本体によって形成されており、第一工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃を有する第一工具部材と、第二工具本体の外周面に形成されて被加工物に第二加工を行う第二加工刃を有する第二工具部材と、を備え、第一工具本体及び第二工具本体の各々の回転軸が同軸になるように第一工具部材と第二工具部材とを組み合わせた状態において、第一工具部材及び第二工具部材の一方の加工刃が第一工具部材及び第二工具部材の他方に向けて突出するように形成され、且つ、他方の加工刃が一方の加工刃の突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成される。

【0010】

50

又、本発明の歯車加工装置は、上記の工具と、工具を回転駆動する工具主軸と、被加工物としての被加工歯車を回転可能に支持するワーク主軸と、工具主軸に支持された工具とワーク主軸に支持された被加工歯車とが噛み合い可能となるように、ワーク主軸及び工具主軸を相対移動させる移動装置と、を備え、一つの加工工程において第一加工と第二加工とを繰り返し行う。

【0011】

更に、本発明の歯車加工方法は、上記の工具と、工具を回転駆動する工具主軸と、被加工物としての被加工歯車を回転可能に支持するワーク主軸と、工具主軸に支持された工具とワーク主軸に支持された被加工歯車とが噛み合い可能となるように、ワーク主軸及び工具主軸を相対移動させる移動装置と、を備え、第一加工に続いて第二加工を行い、第二加工に続いて第一加工を行うことにより、第一加工及び第二加工を順に連続して繰り返し行う。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、工具は、第一加工を行う第一加工刃と第一加工とは異なり加工点を移動させる第二加工を行う第二加工刃を備えることができる。そして、工具は、被加工物に対して第一加工と第二加工とを連続的に繰り返し行うことができる。これにより、被加工物に対して別々に第一加工と第二加工とを行う場合、つまり、第一加工のみを行った後に第二加工のみを行う場合に比べて、工具を用いた場合は、段取り替え等の時間が必要ない。これにより、工具を用いた場合には、加工時間の短縮を実現することができる。従って、工具を用いた場合には、被加工物を生産する生産効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施形態の工具及び歯車加工装置の概略的な構成図である。

【図2】被加工物である被加工歯車における名称を説明するための図である。

【図3】工具における名称を説明するための図である。

【図4】実施形態の工具の概略的な構成図である。

【図5】実施形態の工具の構成を説明するための図である。

【図6】歯車加工方法の一例を表すフローチャートである。

【図7】歯車加工装置の作動を説明するための図である。

【図8】実施形態における工具と被加工歯車との噛み合わせを説明するための図である。

【図9】実施形態の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図10】第一変形例に係り、工具の概略的な構成図である。

【図11】第一変形例に係り、歯車加工装置の作動を説明するための図である。

【図12】第二変形例に係り、工具の構成を説明するための図である。

【図13】第二変形例における工具と被加工歯車との噛み合わせを説明するための図である。

【図14】第三変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図15】第四変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図16】第五変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図17】第五変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図18】第五変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図19】第六変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 20】第六変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 21】第六変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 22】第七変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 23】第七変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 24】第七変形例の工具ユニットによる被加工歯車の第一加工及び第二加工を示すピッチ円に沿った図である。

【図 25】第八変形例に係り、第一加工刃と第二加工刃との刃高の違いを説明するための図である。

【図 26】第九変形例に係り、第一工具部材及び第二工具部材の偏心を説明するための図である。

【図 27】第十変形例に係り、コーティング層を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(1. 歯車加工装置 1 の構成)

歯車加工装置 1 の構成について、図 1 を参照して説明する。歯車加工装置 1 は、被加工物に対して所定の機械加工、例えば、転造加工、切削加工又は研削加工を施す工作機械である。ここで、本実施形態においては、歯車加工装置 1 が加工を行う被加工物として、例えば、ホブやギヤシェーパー等の歯切りを用いた歯切り工程（説明を省略）を経ることにより、ワーク歯 W 1 の創生された被加工歯車 W を例示する。以下、被加工歯車 W を単に「歯車ワーク W」と称呼する場合がある。

【0015】

尚、歯車ワーク W については、歯切り工程を経てはす歯が創生されても良いし、勿論、歯切り工程を経て平歯が創生されていても良い。本実施形態においては、ワーク歯 W 1 がはす歯である場合を例示して説明する。

【0016】

歯車加工装置 1 は、歯車ワーク W と後述する工具 10 とを噛み合わせた状態で、歯車ワーク W 及び工具 10 を回転させながら転造加工、切削加工又は研削加工を施す。このため、歯車加工装置 1 としては、例えば、歯車ワーク W と工具 10 との相対的な位置及び姿勢を変化させる複数の駆動軸を備えたマシニングセンタや、旋盤、研削盤等を例示することができる。

【0017】

歯車加工装置 1 は、図 1 に示すように、主として、ベース 2、ワーク主軸 3、Z 軸移動テーブル 4、旋回テーブル 5、工具主軸 6、X 軸移動テーブル 7、バリ取りローラ 8、及び、制御装置 9 を備える。そして、歯車加工装置 1 は、工具主軸 6 に装着されて、工具 10 を含む工具ユニット T 1 を備える。

【0018】

ここで、歯車加工装置 1 は、例えば、相互に直交する X 軸、Y 軸、Z 軸を有する。尚、歯車ワーク W の回転軸 C w（ワーク主軸 3 の回転軸 C w）の方向を Y 軸方向と定義し、Y 軸方向に直交する二軸を X 軸方向及び Z 軸方向と定義する。図 1 では、歯車加工装置 1 において、水平方向を X 軸方向、鉛直方向を Y 軸方向、奥行方向を Z 軸方向とする。

【0019】

又、歯車加工装置 1 は、Y 軸方向に沿って設けられて、工具 10 を回転駆動するための回転軸 C t（工具主軸 6 の回転軸 C t）を有する。又、歯車加工装置 1 は、Y 軸方向に沿って設けられて、バリ取りローラ 8 を自由回転可能に支持するための回転軸 C r を有する。更に、歯車加工装置 1 は、後に詳述するように、歯車ワーク W と工具 10 との相対姿勢を変更するために、工具主軸 6 が C 軸（図 1 に示す基準状態において Z 軸回りの回転軸）

10

20

30

40

50

を有する。

【0020】

ベース2は、設置面上に固定されている。ベース2は、略矩形状等の任意の形状に形成されている。

【0021】

ワーク主軸3は、ベース2の上面において、X軸方向のほぼ中央且つZ軸方向の手前側に設けられている。ワーク主軸3は、歯車ワークWをY軸回り即ち回転軸Cw回りに自由回転可能に支持する。これにより、ワーク主軸3に支持された歯車ワークWは、後述するように、工具主軸6に保持された工具10（工具ユニットT1）と噛み合った状態で工具10が回転駆動されると、工具10に連れ回るようになっている。

10

【0022】

移動装置としてのZ軸移動テーブル4は、ベース2に対してZ軸方向に移動可能に設けられる。具体的に、ベース2の上面には、Z軸方向へ延びる一対のZ軸ガイドレール4Aが設けられている。そして、Z軸移動テーブル4は、図示省略のリニアモータ又はボールねじ機構等によって駆動される。これにより、Z軸移動テーブル4は、一対のZ軸ガイドレール4Aに案内されながら、Z軸方向、即ち、歯車ワークW及びワーク主軸3に対して往復移動する。

【0023】

移動装置としての旋回テーブル5は、Z軸移動テーブル4における歯車ワークWに対向する側面に設置され、Z軸移動テーブル4と一体にZ軸方向へ往復移動する。又、旋回テーブル5は、Z軸移動テーブル4に対し、C軸回転可能に設けられる。旋回テーブル5は、図示省略の回転モータによって駆動されることにより、C軸回転可能となる。

20

【0024】

工具主軸6は、図1に示す基準状態において、Y軸方向に平行に配置される。工具主軸6は、旋回テーブル5に回転可能に支持され、旋回テーブル5及びZ軸移動テーブル4と一体にZ軸方向へ移動、即ち、ワーク主軸3に対して相対移動する。工具主軸6は、旋回テーブル5に設けられた主軸モータ6Aによって回転駆動される。工具主軸6は、工具10を含む工具ユニットT1を支持する。尚、工具主軸6は図示を省略する工具ホルダを有しており、工具ユニットT1は工具ホルダに保持されることにより工具主軸6の先端に装着される。これにより、工具10は、主軸モータ6Aによる工具主軸6の回転駆動に伴って回転する。

30

【0025】

X軸移動テーブル7は、ベース2に対してX軸方向に移動可能に設けられる。具体的に、ベース2の上面において、ワーク主軸3に対してX軸方向（図1においてワーク主軸3の右側）且つZ軸方向の手前側に立設された支持部7Aに対し、X軸方向へ延びるX軸ガイドレール7Bが設けられている。そして、X軸移動テーブル7は、図示省略のリニアモータ又はボールねじ機構等によって駆動される。これにより、X軸移動テーブル7は、X軸ガイドレール7Bに案内されながら、X軸方向、即ち、歯車ワークWに対して往復移動する。

【0026】

40

バリ取りローラ8は、加工に伴って歯車ワークWに発生するバリを除去する。バリ取りローラ8は、X軸移動テーブル7に設置され、X軸移動テーブル7と一体にX軸方向へ往復移動する。又、バリ取りローラ8は、一対のローラ8Aを備えている。本実施形態において、一対のローラ8Aは、図示省略の駆動機構により駆動されることにより、回転軸Cr方向、即ち、Y軸方向に沿って互いに接近又は離間するようになっている。

【0027】

これにより、バリ取りローラ8は、X軸移動テーブル7と一体に移動することによって、歯車ワークWに接近する。そして、バリ取りローラ8は、一対のローラ8Aが歯車ワークWの回転軸Cw方向における側面を挟持することにより、歯車ワークWの側面において生じたバリ（盛り上がり）を除去する。尚、バリ取りローラ8は、一対のローラ8Aが歯

50

車ワークWを挟持した状態で、歯車ワークWの回転、即ち、工具10の回転駆動により、歯車ワークWに連れ回らされている。

【0028】

制御装置9は、歯車ワークWにおけるワーク歯W1の形状、加工条件、工具10（工具ユニットT1）の形状等の動作指令データに基づいて生成されたNCプログラムに基づいて、歯車加工装置1の作動を制御する。即ち、制御装置9は、動作指令データを入力し、動作指令データに基づいてNCプログラムを生成する。そして、制御装置9は、生成したNCプログラムに基づいて主軸モータ6Aを含む各モータ等を制御することにより、歯車ワークW（被加工歯車W）のワーク歯W1の機械加工を行う。ここで、動作指令データとしては、例えば、指令切込速度、指令位置、工具10の指令回転速度、工具10が歯車ワークWを押圧する指令押圧力等が含まれる。

10

【0029】

ここで、図2に示すように、以下の説明においては、歯車ワークWの径方向を「ワーク径方向」と称呼する。又、以下の説明において、「歯すじ方向」は、歯車ワークWの回転軸Cw方向にて一端から他端まで続く一繋ぎのワーク歯W1の延伸方向に相当する。尚、歯車ワークWがはす歯である場合、歯すじ方向は歯車ワークWの回転軸Cwに対して傾斜する。又、歯車ワークWが平歯である場合、歯すじ方向は歯車ワークWの回転軸Cwに平行になる。尚、図2は、理解を容易にするために、歯車ワークWが平歯である場合を例示している。

【0030】

又、以下の説明において、「端部W2」及び「フレンジング部W2」は、図2において太線で示すように、歯すじ方向における両端部に相当する。この場合、「端部W2」にフレンジング加工が行われて面取りされると、「端部W2」に「フレンジング部W2」が形成される。

20

【0031】

更に、以下の説明において、「隅部W3」及び「リリース部W3」は、歯すじ方向における四隅のうちの一つの隅部に相当する。即ち、「隅部W3」は、図2においてドットにより示すように、ワーク歯W1の歯先側及び歯元側に存在する領域である。そして、「隅部W3」にリリース加工が行われて角が除去されると、「隅部W3」に「リリース部W3」が形成される。

30

【0032】

又、図3に示すように、以下の説明においては、「刃高」は、後述する工具10を例示すると、第一加工刃11B及び第二加工刃12Bについて刃元から刃先までの径方向における距離を表す。又、以下の説明において、「刃長」は、工具10を例示すると、工具10の回転軸Ct方向にて一端から他端まで続く一繋ぎの第一加工刃11B及び第二加工刃12Bの長さを表す。

【0033】

（2. 工具ユニットT1の構成）

次に、歯車加工装置1の工具主軸6に装着される工具ユニットT1の構成を説明する。本実施形態の工具ユニットT1は、図4に示すように、工具10、スペーサ13及びフレンジングカッタ14を備えている。工具ユニットT1は、工具10とフレンジングカッタ14とが、歯車ワークWの歯すじ方向における歯幅に応じた間隔を有して同軸となるように、スペーサ13を介して一体に組み立てられる。尚、工具10とフレンジングカッタ14とは、例えば、図示省略のボルトによってスペーサ13に固定される。

40

【0034】

（2-1. 工具10の構成）

【0035】

工具10は、転造ダイスであって、第一工具部材11と、第二工具部材12とを備えている。工具10は、第一工具部材11及び第二工具部材12が互いに組み合わせられて形成される。これにより、工具ユニットT1においては、第一工具部材11及び第二工具部材

50

１２が組み合わされた工具１０とフレージングカッタ１４とがスペーサ１３に固定される。  
【００３６】

第一工具部材１１は、歯車ワークＷのワーク歯Ｗ１に対して第一加工を行う工具部材である。第一工具部材１１は、円盤状の第一工具本体１１Ａを備えている。又、第一工具部材１１は、第一工具本体１１Ａの外周面に形成された第一加工刃１１Ｂを備えている。ここで、本実施形態における「第一加工」は、ワーク歯Ｗ１の端部Ｗ２を面取りするフレージング加工（面取り加工）である。従って、本実施形態の第一加工刃１１Ｂは、第一工具本体１１Ａの回転軸Ｃｔに対して平行に形成されて、フレージング加工を行うフレージング刃である。

【００３７】

第二工具部材１２は、歯車ワークＷのワーク歯Ｗ１に対して、第一加工とは異なる第二加工を行う工具部材である。第二工具部材１２は、第一工具本体１１Ａとは異なる円盤状の第二工具本体１２Ａを備えている。又、第二工具部材１２は、第二工具本体１２Ａの外周面に形成された第二加工刃１２Ｂを備えている。ここで、本実施形態における「第二加工」は、ワーク歯Ｗ１の四隅のうちの一隅部Ｗ３の角を除去するリリーフ加工である。従って、本実施形態の第二加工刃１２Ｂは、第二工具本体１２Ａの回転軸Ｃｔに対して振れるように（即ち、はす歯形状に）形成されて、リリーフ加工を行うリリーフ刃である。

【００３８】

ここで、工具１０の回転軸Ｃｔに平行な第一加工刃１１Ｂの刃長は、第一工具本体１１Ａの厚み（回転軸Ｃｔ方向の距離）に対して、後述する突出部１１Ｃの突出分を加算した長さに相当する。又、第二加工刃１２Ｂは、工具１０の回転軸Ｃｔに対して振れる、即ち、回転軸Ｃｔに対して傾斜するため、第二工具本体１２Ａの周方向に沿って延伸する。そして、第二加工刃１２Ｂの刃長は、第一加工刃１１Ｂの刃長よりも長くなる。

【００３９】

工具１０においては、第一工具部材１１と第二工具部材１２とは互いに組み合わされる。具体的に、第一工具部材１１及び第二工具部材１２は、第一工具本体１１Ａ及び第二工具本体１２Ａの各々の回転軸Ｃｔが同軸になるように、組み合わされる。この場合において、第一工具部材１１及び第二工具部材１２の一方の加工刃、本実施形態においては図４及び図５に示すように、第一加工刃１１Ｂが、第一工具部材１１及び第二工具部材１２の他方である第二工具部材１２に向けて突出する突出部１１Ｃを有する。そして、第二工具部材１２においては、第一工具部材１１の第一加工刃１１Ｂの突出した突出部１１Ｃと周方向にて所定の間隔を有して位置するように、第二加工刃１２Ｂが形成される。

【００４０】

より具体的に説明すると、フレージングカッタ１４の加工刃の形成ピッチは、歯車ワークＷの創生されたワーク歯Ｗ１の形成ピッチと同一である。フレージングカッタ１４の形成ピッチを基準にした場合、第一加工刃１１Ｂの形成ピッチと第二加工刃１２Ｂの形成ピッチとは、互いに同一の形成ピッチであるとする、フレージングカッタ１４の形成ピッチに比べて大きくなっている。

【００４１】

つまり、第二工具部材１２は、図５に示すように、本来フレージングカッタ１４と同一の形成ピッチによって第二加工刃１２Ｂが形成されるべきである。ところが、本実施形態においては、第二工具部材１２は、一部の第二加工刃１２Ｂが除去されることにより、図５にて破線により示す除去部１２Ｃを有する。これにより、第一工具部材１１と第二工具部材１２とを組み合わせた場合、第一加工刃１１Ｂの突出部１１Ｃが第二工具部材１２の除去部１２Ｃ、換言すれば、周方向にて隣接する二つの第二加工刃１２Ｂの間に進入する。従って、本実施形態においては、第一加工刃１１Ｂと第二加工刃１２Ｂとは周方向にて所定の間隔を有するようになる。

【００４２】

### （３．歯車加工方法）

次に、上述した歯車加工装置１に工具１０を含む工具ユニットＴ１が装着された状態で

10

20

30

40

50

、例えば、熱処理前の歯車ワークW（被加工歯車W）に対してフレージング加工及びリリーフ加工を行う歯車加工方法について説明する。尚、歯車ワークWは、熱処理前にフレージング加工及びリリーフ加工が行われることにより、予め大まかなフレージング部W2及びリリーフ部W3が形成される。そして、最終的に、ワーク歯W1に対して仕上げの研削加工等が行われることにより、歯車ワークWが製品である歯車として生産される。

【0043】

ここで、製品である歯車と歯車とを噛み合わせて動力を伝達する場合、両歯車が噛み合い始めるときに、端部にバリや凸部が存在することによって滑らかな噛み合わせが損なわれる場合がある。このように、滑らかな噛み合わせが損なわれた場合、歯車の回転に伴って騒音が発生したり歯が損傷したりする虞がある。

10

【0044】

そこで、本実施形態においては、第一加工刃11B及びフレージングカッタ14がワーク歯W1の歯すじ方向の両端部W2に噛み合わされる。そして、第一加工刃11B及びフレージングカッタ14は、自ら回転しながらワーク歯W1に切り込みを与えることにより、各々の刃面によって端部W2を押圧して潰す転造加工、即ち、フレージング加工を行う。これにより、ワーク歯W1の端部W2に面取りされたフレージング部W2が形成され、歯車の滑らかな噛み合わせを実現する。

【0045】

又、製品である歯車と歯車とを噛み合わせて動力を伝達する場合、両歯車が互いに噛み合い始めたときに、歯車の歯の撓みによって噛み合いの位相ずれが発生する場合がある。このように、噛み合い始めに位相ずれが生じた場合、互いの歯が大きく干渉しあい、その結果、噛み合い始めの位置に高い面圧が発生して、歯が損傷する虞がある。

20

【0046】

そこで、本実施形態においては、第二加工刃12Bが、ワーク歯W1に噛み合った状態で自ら回転しながら歯すじ方向に沿って加工点を移動させる。これにより、第二加工刃12Bは、ワーク歯W1の歯面のうち、噛み合い始めに高い面圧が発生する領域、具体的には、歯面の四隅のうちの一つの隅部W3を押圧することによってリリーフ加工を行う。そして、歯面の隅部W3の角が除去されてリリーフ部W3が形成されることにより、つまり、ワーク歯W1においてリリーフ部W3が形成された部分の厚みが薄くなることにより、高い面圧の発生を抑制する。

30

【0047】

具体的に、本実施形態の歯車加工方法として、制御装置9は、ステップS11にて第一加工と第二加工とを順に連続して繰り返す歯車加工工程を実行する。そして、制御装置9は、ステップS12において、歯車加工工程の加工時間が所定時間を経過するまで実行されたか否かを判定し、所定時間を経過するまで実行された場合には、ステップS13にて終了する。

【0048】

上述したように、工具10は、フレージング加工を行う第一工具部材11及びリリーフ加工を行う第二工具部材12が組み合わされている。即ち、工具10においては、第一工具部材11及び第二工具部材12が組み合わされることにより、周方向に沿って平歯状の第一加工刃11Bであるフレージング刃とはず歯状の第二加工刃12Bであるリリーフ刃とが交互に配置される。これにより、歯車ワークWにおける歯すじ方向の一端側においては、歯車ワークWと工具10とが噛み合った状態において、第一工具部材11及び第二工具部材12がワーク歯W1に対してフレージング加工とリリーフ加工とを交互に行うことができる。従って、ステップS11の歯車加工工程において、歯車加工装置1は、フレージング加工とリリーフ加工とを順に連続して繰り返し行うことができる。

40

【0049】

（3-1. 歯車加工工程）

歯車加工工程は、図7に示すように、熱処理前の歯車ワークWと工具10とを噛み合わせて回転させることにより、ワーク歯W1にフレージング加工及びリリーフ加工を行う工

50

程である。熱処理前にフレージング加工及びリリーフ加工を行うことにより、仕上げ加工前に予め大まかなフレージング部W2及びリリーフ部W3を形成することができる。これにより、仕上げ加工に要する加工時間を短縮することができて生産性の向上を実現することができ、ひいては、より負荷容量の高い高性能歯車を製造コストの上昇を抑えて製造することが可能となる。

#### 【0050】

制御装置9は、まず、図7にて太い矢印によって示すように、Z軸移動テーブル4をZ軸方向に移動させる。つまり、制御装置9は、工具主軸6即ち工具10を含む工具ユニットT1を歯車ワークWに向けて移動させる。又、制御装置9は、図7にて太い矢印によって示すように、X軸移動テーブル7をX軸方向に移動させる。つまり、制御装置9は、バリ取りローラ8を歯車ワークWに向けて移動させる。

10

#### 【0051】

続いて、制御装置9は、図8に示すように、工具10の第一加工刃11B又は第二加工刃12Bと歯車ワークWのワーク歯W1とが噛み合った状態、且つ、工具ユニットT1のフレージングカッタ14と歯車ワークWのワーク歯W1とが噛み合った状態とする。この場合、制御装置9は、例えば、工具主軸6を極低速で回転させながらZ軸移動テーブル4を往復移動させることによって歯車ワークWと工具10とを噛み合わせることができる。

#### 【0052】

又、制御装置9は、図7に示すように、歯車ワークWの近傍に移動したバリ取りローラ8の一对のローラ8Aを互いに近接させる。これにより、バリ取りローラ8においては一对のローラ8Aが歯車ワークWの側面を挟持した状態になる。尚、制御装置9は、フレージング加工中において、バリ取りローラ8が歯車ワークWの側面を挟持した状態で歯車ワークWに連れ回るように、例えば、X軸移動テーブル7を往復移動させることができる。

20

#### 【0053】

そして、制御装置9は、図8において太線矢印によって示すように、歯車ワークWに噛み合った工具10及びフレージングカッタ14がZ軸方向への所定の押圧力によって歯車ワークWを押圧するように、図示省略のモータ等を制御してZ軸移動テーブル4を移動させる。つまり、加工中において、工具10及びフレージングカッタ14は、常に歯車ワークWを所定の押圧力によって押圧した状態に維持される。

#### 【0054】

続いて、制御装置9は、工具主軸6の主軸モータ6Aに回転駆動力を発生させて、工具ユニットT1を回転させる。これにより、ワーク主軸3に支持された歯車ワークWは、工具ユニットT1の回転駆動に伴って連れ回る。このように、歯車ワークW及び工具10が共に回転している状態において、第一加工刃11B及びフレージングカッタ14は、ワーク歯W1の端部W2に対してフレージング加工を行う。又、フレージング加工を行う第一加工刃11Bに隣接する第二加工刃12Bは、第一加工刃11Bによるフレージング加工に続いて隅部W3にリリーフ加工を行う。即ち、歯車加工装置1は、一つの歯車加工工程において、歯車ワークWのワーク歯W1に対してフレージング加工とリリーフ加工とを順に連続的に繰り返す。

30

#### 【0055】

この場合、図9に示すように、第一工具部材11の第一加工刃11Bは、ワーク歯W1の一端側の端部W2を押圧することによって面取りしてフレージング部W2を形成する。又、第二工具部材12の第二加工刃12Bは、第一加工刃11Bがフレージング部W2を形成したワーク歯W1について、形成されたフレージング部W2と周方向にて隣接する側の隅部W3において加工点を回転軸C<sub>1</sub>に沿った方向に移動させながら押圧することによって角を除去してリリーフ部W3を形成する。

40

#### 【0056】

ここで、図示を省略するが、隅部W3即ちリリーフ部W3については、完成歯車がドライブギヤ（駆動歯車）であるかドリブンギヤ（従動歯車）であるかに基づいて変更される。例えば、完成歯車がドライブギヤの場合、ワーク径方向にて歯元側で相手歯車と噛み合

50

い始めるため、リリース部W3はワーク歯W1の歯元側の隅部W3に形成される（図2を参照）。他方、完成歯車がドリブンギヤの場合、ワーク径方向にて歯先側で相手歯車と噛み合い始めるため、リリース部W3はワーク歯W1の歯先側の隅部W3に形成される（図2を参照）。

#### 【0057】

又、フレージングカッタ14は、ワーク歯W1において、第一加工刃11B及び第二加工刃12Bによる加工位置とは回転軸C<sub>1</sub>方向にて反対側になる他端側の端部W2を押圧することによって面取りしてフレージング部W2を形成する。更に、フレージングカッタ14は、第一加工刃11B及び第二加工刃12Bが接触しているワーク歯W1、及び、第一加工刃11B及び第二加工刃12Bが接触していないワーク歯W1において、他端側の端部W2を押圧することによって面取りしてフレージング部W2を形成する。

10

#### 【0058】

このように、工具10が歯車ワークWのワーク歯W1を加工する場合、例えば、単体のフレージングカッタを用いてフレージング加工を行った後に、別途単体のリリースカッタに段替えしてリリース加工を行う場合に比べて、加工時間を大幅に短縮することができる。より具体的には、工具10を用いた場合には、フレージング加工とリリース加工とを段替えなしに連続的に繰り返し行うことができる。

#### 【0059】

このため、工具10を用いた場合には、例えば、従来のフレージング加工のみを行う加工時間とほぼ同等の加工時間でフレージング加工とリリース加工を行うことができる。従って、工具10を用いた場合には、歯車を生産する生産効率の向上を図ることができる。又、工具10を用いた場合には、段替えの必要がないため、フレージング工程とリリース工程とを明確に区別して設定する必要がなく、又、フレージング加工用の専用加工機やリリース加工用の専用加工機を設ける必要もない。

20

#### 【0060】

以上の説明からも理解できるように、工具10は、第一工具本体11Aの外周面に形成されて被加工物である歯車ワークW（被加工歯車W）に第一加工としてのフレージング加工を行う第一加工刃11Bを有する第一工具部材11と、第二工具本体12Aの外周面に形成されて歯車ワークWに第二加工としてのリリース加工を行う第二加工刃12Bを有する第二工具部材12と、を備え、第一工具本体11A及び第二工具本体12Aの各々の回転軸C<sub>1</sub>が同軸になるように第一工具部材11と第二工具部材12とを組み合わせた状態において、第一工具部材11及び第二工具部材12の一方の加工刃である第一工具部材11の第一加工刃11Bが第一工具部材11及び第二工具部材12の他方である第二工具部材12に向けて突出するように形成され、且つ、第二工具部材12の第二加工刃12Bが第一加工刃11Bの突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成される。

30

#### 【0061】

ここで、第一加工刃11Bは、円盤状の第一工具本体11Aの回転軸C<sub>1</sub>に対して平行になるように第一工具本体11Aの外周面に形成されて歯車ワークWのワーク歯W1に第一加工を行う。又、第二加工刃12Bは、回転軸C<sub>1</sub>に対して振れるように第二工具本体12Aの外周面に形成され、且つ、歯車ワークWのワーク歯W1に対する加工点が移動可能となるように第一加工刃11Bよりも回転軸C<sub>1</sub>の方向に沿った刃長が長く形成されて歯車ワークWのワーク歯W1に第二加工を行う。

40

#### 【0062】

これによれば、工具10は、第一加工を行う第一加工刃11Bと第一加工とは異なり加工点を移動させる第二加工を行う第二加工刃12Bを備えることができる。そして、工具10は、歯車ワークWに対して第一加工と第二加工とを連続的に繰り返し行うことができる。これにより、歯車ワークWのワーク歯に対して別々に第一加工と第二加工とを行う場合、つまり、第一加工のみを行った後に第二加工のみを行う場合に比べて、工具10を用いた場合は、段取り替え等の時間が必要ないため、加工時間の短縮を実現することができ

50

る。従って、工具 10 を用いた場合には、歯車を生産する生産効率の向上を図ることができる。

【0063】

又、工具 10 は、互いに異なる第一加工及び第二加工を連続的に繰り返す行うことができるため、第一加工専用の工程や専用加工機を準備したり、第二加工専用の工程や専用加工機を準備したりする必要がない。従って、工具 10 を用いた場合には、より負荷容量の高い高性能歯車を生産する場合であっても生産コストの上昇を抑えることが可能である。

【0064】

(4. 第一変形例)

上述した実施形態においては、歯車加工装置 1 が第二加工として歯車ワーク W のワーク歯 W1 にリリーフ加工を行う場合を例示した。これに代えて、歯車加工装置 1 は、第二加工として、歯車ワーク W と噛み合って歯面に接触しながら歯面に対する加工点を移動させて歯面の凹凸を除去するシェーピング加工を行うこともできる。以下、第一変形例を具体的に説明する。

【0065】

第一変形例においては、図 10 に示すように、工具 20 は、第一工具部材 21 と、第二工具部材 22 とを備えている。工具 20 は、第一工具部材 21 及び第二工具部材 22 が互いに組み合わされて形成される。そして、工具ユニット T2 は、工具ユニット T1 と同様に、工具 20 とフレージングカッタ 24 とが、歯車ワーク W の歯すじ方向における歯幅に応じた間隔を有して同軸となるように、スペーサ 23 を介して一体に組み立てられる。

【0066】

第一変形例において、第一工具部材 21 は、上述した実施形態の第一工具部材 11 と同様に、歯車ワーク W に対して第一加工としてフレージング加工を行う工具部材である。第一工具部材 21 は、円盤状の第一工具本体 21A を備えている。又、第一工具部材 21 は、第一工具本体 21A の外周面において、第一工具本体 21A の回転軸 C に対して平行に形成されて、フレージング加工を行う第一加工刃 21B (即ち、フレージング刃) を備えている。

【0067】

第二工具部材 22 は、歯車ワーク W のワーク歯 W1 に対して、第一加工とは異なる第二加工としてシェーピング加工を行う工具部材である。第二工具部材 22 は、第一工具本体 21A とは異なる円盤状の第二工具本体 22A を備えている。又、第二工具部材 22 は、第二工具本体 22A の外周面において、第二工具本体 22A の回転軸 C に対して捩れるように形成されて、シェーピング加工を行う第二加工刃 22B を備えている。

【0068】

第二加工刃 22B は、ワーク歯 W1 の歯面における凹凸 (所謂、多角形誤差) を切削しながら除去するために、刃面に多数のセレーション溝 22D を備えている。即ち、第二加工刃 22B は、シェーピング加工を行うためのシェーピング刃である。従って、第一変形例においては、第一加工としてフレージング加工を行う第一加工刃 21B (フレージング刃) と、第二加工としてシェーピング加工を行う第二加工刃 22B (シェーピング刃) とが組み合わされて工具 20 が形成される。尚、第二加工刃 22B は、例えば、ワーク歯 W1 の歯すじ方向における中央部分に膨らみを形成するクラウニング加工を行うことができる。又、第二加工刃 22B は、ワーク歯 W1 の歯面における凹凸を除去できるため、上述した実施形態と同様に、隅部 W3 の角を除去するリリーフ加工を行うことができる。

【0069】

ここで、工具 20 においても、上述した実施形態の工具 10 と同様に、第一工具本体 21A 及び第二工具本体 22A の各々の回転軸 C が同軸になるように、組み合わされる。そして、第一変形例においても、第一工具部材 21 の第一加工刃 21B が第二工具部材 22 に向けて突出するように形成される。このため、第二工具部材 22 においては、第一工具部材 21 の第一加工刃 21B の突出した突出部 21C と周方向にて所定の間隔を有して位置するように、第二加工刃 22B 及び除去部 22C が形成される。

## 【0070】

次に、上述した歯車加工装置1が工具20を含む工具ユニットT2を装着された状態で、例えば、熱処理前の歯車ワークW（被加工歯車W）に対してフレージング加工及びシェービング加工を行う歯車加工方法について説明する。具体的に、第一変形例においても、上述した実施形態と同様に、図6に示した歯車加工工程においてフレージング加工とシェービング加工とを順に連続して繰り返し行う。

## 【0071】

第一変形例においては、図11に示すように、制御装置9は、歯車加工装置1の工具主軸6即ち工具ユニットT2をC軸回りに回転させた状態にする。つまり、制御装置9は、旋回テーブル5を作動させて、工具主軸6即ち工具ユニットT2をC軸回りに回転させる。尚、工具主軸6即ち工具20のC軸回りの回転の大きさは、例えば、第二加工刃22Bの回転軸C<sub>2</sub>に対する振れの大きさと歯車ワークWのワーク歯W1の回転軸C<sub>w</sub>に対する振れの大きさに基づいて決定される。これにより、第二加工刃22Bは、ワーク歯W1の歯面に対して歯すじ方向にて連続的に接触することができて、即ち、加工点を移動することができて、セレーション溝22Dによって歯面の凹凸を除去することができる。

10

## 【0072】

そして、制御装置9は、工具20の第一加工刃21B又は第二加工刃22Bと歯車ワークWのワーク歯W1とが噛み合った状態、且つ、工具ユニットT2のフレージングカッタ24と歯車ワークWのワーク歯W1とが噛み合った状態とする。ここで、第一変形例においても、歯車ワークWに噛み合った工具20及びフレージングカッタ24がZ軸方向への所定の押圧力によって歯車ワークWを押圧した状態に維持される。又、制御装置9は、バリ取りローラ8の一对のローラ8Aに歯車ワークWの側面を挟持させる。

20

## 【0073】

続いて、制御装置9は、工具主軸6の主軸モータ6Aに回転駆動力を発生させて、工具ユニットT2を回転させる。これにより、ワーク主軸3に支持された歯車ワークWは、工具ユニットT1の回転駆動に伴って連れ回る。このように、歯車ワークW及び工具20が共に回転している状態において、第一加工刃21B及びフレージングカッタ24は、ワーク歯W1に対してフレージング加工を行う。又、フレージング加工を行う第一加工刃21Bに隣接する第二加工刃22Bは、第一加工刃21Bによるフレージング加工に続いてシェービング加工を行う。つまり、第一変形例の歯車加工装置1は、歯車加工工程において、フレージング加工とシェービング加工とを、加工時間が所定時間を経過するまで、繰り返し且つ連続的に繰り返す。

30

## 【0074】

従って、第一変形例においては、歯車ワークWのワーク歯W1に対して、上述した実施形態と同様にフレージング加工によるフレージング部W2を形成することができると共に、凹凸を除去するシェービング加工を行うことができる。この場合、歯車加工装置1が工具20を含む工具ユニットT2を用いることにより、歯車ワークWのワーク歯W1に対して、フレージング加工とシェービング加工とを連続的に繰り返し行うことができる。従って、第一変形例においても、上述した実施形態と同様の効果が得られる。

## 【0075】

40

## （5．第二変形例）

次に、上述した実施形態及び第一変形例を変形した第二変形例を説明する。上述した実施形態の工具ユニットT1の工具10は、第一加工（具体的には、フレージング加工）を行う第一工具部材11及び第二加工（具体的には、リリース加工）を行う第二工具部材12を備え、第一工具部材11及び第二工具部材12を組み合わせるようにした。この場合、第一工具部材11は円盤状の第一工具本体11Aを有し、第二工具部材12は円盤状の第二工具本体12Aを有する。

## 【0076】

又、上述した第一変形例の工具ユニットT2の工具20は、第一加工（具体的には、フレージング加工）を行う第一工具部材21及び第二加工（具体的には、シェービング加工

50

）を行う第二工具部材 2 2 を備え、第一工具部材 2 1 及び第二工具部材 2 2 を組み合わせるようにした。この場合、第一工具部材 2 1 は円盤状の第一工具本体 2 1 A を有し、第二工具部材 2 2 は円盤状の第二工具本体 2 2 A を有する。

【0077】

第二変形例において、工具ユニット T 3 を構成する工具 3 0 は、図 1 2 に示すように、例えば、工具 1 0 の第一工具本体 1 1 A 及び第二工具本体 1 2 A を一体にした円盤状の工具本体 3 1 を備える。つまり、工具本体 3 1 は、第一工具本体 1 1 A 及び第二工具本体 1 2 A によって形成される。尚、工具本体 3 1 は、工具 2 0 の第一工具本体 2 1 A 及び第二工具本体 2 2 A によって形成されることも勿論可能である。

【0078】

そして、円盤状の工具本体 3 1 の外周面には、歯車ワーク W のワーク歯 W 1 に第一加工を行う第一加工刃 3 2 が形成される。第一加工刃 3 2 は、工具本体 3 1 の回転軸 C に対して平行になるように形成される。ここで、第二変形例においては、第一加工刃 3 2 が、第一加工としてフレージング加工を行うフレージング刃である場合を例示する。

【0079】

又、工具本体 3 1 の外周面には、歯車ワーク W のワーク歯 W 1 に第二加工を行う第二加工刃 3 3 が形成される。第二加工刃 3 3 は、工具本体 3 1 の回転軸 C に対して振れるように形成される。又、第二加工刃 3 3 は、ワーク歯 W 1 に対する加工点が移動可能となるように、第一加工刃 3 2 よりも回転軸 C の方向に沿った刃長が長く形成される。ここで、第二変形例においては、第二加工刃 3 3 が、第二加工としてリリーフ加工を行うリリーフ刃である場合を例示する。尚、第二加工刃 3 3 が、第二加工としてシェーピング加工を行うシェーピング刃であっても勿論良い。

【0080】

第一加工刃 3 2 と第二加工刃 3 3 とは、上述した第一工具部材 1 1 及び第二工具部材 1 2 が組み合わされた状態の工具 1 0 と同様に、例えば、歯車ワーク W の周方向におけるワーク歯 W 1 の間隔に合わせて、工具本体 3 1 の外周面に沿って交互に配置される。そして、工具ユニット T 3 は、工具ユニット T 1 と同様に、工具 3 0 とフレージングカッタ 3 5 とが、歯車ワーク W の歯すじ方向における歯幅に応じた間隔を有して同軸となるように、スペーサ 3 4 を介して一体に組み立てられる。

【0081】

工具 3 0 を備えた工具ユニット T 3 も、歯車加工装置 1 の工具主軸 6 に装着されて上述した歯車加工工程が実行されることにより、ワーク歯 W 1 に対して第一加工としてのフレージング加工及び第二加工としてのリリーフ加工又はシェーピング加工を行う。即ち、第二変形例においても、制御装置 9 は、歯車加工装置 1 の作動を制御して、図 1 3 に示すように、工具 3 0 の第一加工刃 3 2 又は第二加工刃 3 3 と歯車ワーク W のワーク歯 W 1 とが噛み合った状態、且つ、工具 3 0 のフレージングカッタ 3 5 と歯車ワーク W のワーク歯 W 1 とが噛み合った状態とする。

【0082】

そして、第二変形例においても、制御装置 9 は、工具主軸 6 の主軸モータ 6 A に回転駆動力を発生させて、歯車ワーク W を押圧している工具ユニット T 3 を回転させる。これにより、第一加工刃 3 2 及びフレージングカッタ 2 5 は、ワーク歯 W 1 に対してフレージング加工を行う。又、フレージング加工を行う第一加工刃 3 2 に隣接する第二加工刃 3 3 は、第一加工刃 3 2 によるフレージング加工に続いてリリーフ加工又はシェーピング加工を行う。つまり、第二変形例においても、歯車加工装置 1 は、図 6 に示した歯車加工工程においてフレージング加工とリリーフ加工又はシェーピング加工とを、加工時間が所定時間を経過するまで、繰り返し且つ連続的に繰り返す。従って、第二変形例においても、上述した実施形態及び第一実施形態と同様の効果が得られる。

【0083】

（6．第三変形例）

上述した実施形態、第一変形例及び第二変形例においては、第一加工刃 1 1 B、第一加

10

20

30

40

50

工刃 2 1 B 及び第一加工刃 3 2 が第一加工としてフレージング加工を行う場合を例示した。この場合、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 及びフレージングカッタ 1 4, 2 4, 3 5 は、図 9 に示したように、ワーク歯 W 1 に対して回転軸 C ｾに平行な側面を押圧することにより、ワーク歯 W 1 に面取りを行ってフレージング部 W 2 を形成するようにした。

【0084】

これに代えて、第三変形例においては、図 1 4 に示すように、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 にワーク歯 W 1 の面取りを行う面取り部 1 1 D、面取り部 2 1 D 及び面取り部 3 2 A を設ける。これにより、第三変形例では、工具 1 0, 2 0, 3 0 は、フレージング加工において、面取り部 1 1 D, 2 1 D, 3 2 A をワーク歯 W 1 に押圧することにより、ワーク歯 W 1 に面取りを行う。これにより、ワーク歯 W 1 に対して所望の形状のフレージ

10

【0085】

又、第三変形例においては、図 1 4 に示すように、フレージングカッタ 1 4, 2 4, 3 5 に対して、歯車ワーク W において隣接する二つのワーク歯 W 1 に対して面取りを行う面取り部 1 4 A, 1 4 B、面取り部 2 4 A, 2 4 B 及び面取り部 3 5 A, 3 5 B を設ける。これにより、第三変形例では、工具 1 0, 2 0, 3 0 は、フレージング加工において、隣接する二つのワーク歯 W 1 の一方に面取り部 1 4 A, 2 4 A, 3 5 A を押圧すると共に、隣接する二つのワーク歯 W 1 の他方に面取り部 1 4 B, 2 4 B, 3 5 B を押圧することにより、ワーク歯 W 1 に面取りを行う。これにより、ワーク歯 W 1 に対して所望の形状のフ

20

【0086】

(7. 第四変形例)

上述した第三変形例においては、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 が片側にのみ面取り部 1 1 D, 2 1 D, 3 2 A を設け、歯車ワーク W の一つのワーク歯 W 1 に対してフレージング加工を行うようにした。これに加えて、図 1 5 に示すように、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 に対して、歯車ワーク W において隣接する二つのワーク歯 W 1 に対して面取りを行う面取り部 1 1 D, 1 1 E、面取り部 2 1 D, 2 1 E 及び面取り部 3 2 A, 3 2 B を設けることも可能である。これにより、第四変形例においても、ワーク歯 W 1 に対して所望の形状のフレージング部 W 2 を形成することができると共に加工時間をより短縮することが可能となる。

30

【0087】

(8. 第五変形例)

上述した実施形態及び各変形例においては、工具ユニット T 1, T 2, T 3 が、一つの工具 1 0, 2 0, 3 0 とフレージングカッタ 1 4, 2 4, 3 5 とをスペーサ 1 3, 2 3, 3 4 を介して組み立てるようにした。これに代えて、工具ユニット T 1, T 2, T 3 のフレージングカッタ 1 4, 2 4, 3 5 及びスペーサ 1 3, 2 3, 3 4 を省略し、二つの工具 1 0, 2 0, 3 0 を、それぞれ、ボルト等を用いて組み立てることも可能である。例えば、図 1 6 に示すように、二つの工具 1 0 を組み立てることにより、工具ユニット T 4 を構成することができる。

【0088】

この場合、図 1 7 に示すように、工具ユニット T 4 を構成する工具 1 0 には、上述した第三変形例と同様にして第一加工刃 1 1 B に面取り部 1 1 D を設けることができる。又、この場合、図 1 8 に示すように、工具ユニット T 4 を構成する工具 1 0 には、上述した第四変形例と同様にして第一加工刃 1 1 B に面取り部 1 1 D, 1 1 E を設けることもできる。尚、第五変形例においては、工具 1 0 を用いた工具ユニット T 4 を例示したが、工具 2 0, 3 0 を用いて、工具ユニットを構成することも勿論可能である。

40

【0089】

(9. 第六変形例)

上述した実施形態及び第二変形例を除く各変形例においては、例えば、第一工具部材 1 1 の第一加工刃 1 1 B が第二工具部材 1 2 に向けて突出した突出部 1 1 C を有する場合を

50

例示した。これに加えて、図 19 に示すように、二つの工具 10 を用いて工具ユニット T5 が構成される場合、第二工具部材 12 の第二加工刃 12B が、例えば、回転軸 C ㄷに沿って第一工具部材 11 とは反対側に隣接する第二工具部材 12 に向けて突出する突出部 12D を有することもできる。又、図 19 に示すように、二つの工具 20 を用いて工具ユニット T5 が構成される場合、第二工具部材 22 の第二加工刃 22B が、例えば、回転軸 C ㄷに沿って第一工具部材 21 とは反対側に隣接する第二工具部材 22 に向けて突出する突出部 22E を有することもできる。

【0090】

この場合、第二工具部材 12 に設けられる第二加工刃 12B の刃長をより長くすることができるため、例えば、第二加工刃 12B とワーク歯 W1 との間の角度を小さく設定することによって、リリーフ部 W3 を歯すじ方向に沿って大きく形成することができる。つまり、第二加工刃 12B の刃長を長く設定できることにより、必要に応じてリリーフ加工を行う領域を広げることができる。又、第二加工として、例えば、シェーピング加工を行う場合においては、第二加工刃 22B の刃長を長く設定できることにより、第二加工刃 22B のセレーション溝 22D がワーク歯 W1 の歯面に接触しやすくなる。これにより、ワーク歯 W1 の歯面をより滑らかに研ぐことが可能となる。

【0091】

又、この場合、図 20 に示すように、工具ユニット T5 を構成する工具 10 及び工具 20 には、上述した第三変形例と同様にして第一加工刃 11B, 21B に面取り部 11D, 21D を設けることができる。又、この場合、図 21 に示すように、工具ユニット T5 を構成する工具 10 及び工具 20 には、上述した第四変形例と同様にして第一加工刃 11B, 21B に面取りを行う面取り部 11D, 11E 及び面取り部 21D, 21E を設けることもできる。

【0092】

(10. 第七変形例)

上述した実施形態及び第二変形例を除く各変形例においては、工具ユニット T1, T2, T4, T5 が、各々、一つの第一工具部材 11 及び一つの第二工具部材 12、又は、一つの第一工具部材 21 及び一つの第二工具部材 22 を組み合わせた工具 10 及び工具 20 を有するようにした。これに加えて、又は、代えて、工具ユニット T1, T2, T4, T5 が、各々、複数の第一工具部材 11 及び複数の第二工具部材 12、又は、複数の第一工具部材 21 及び複数の第二工具部材 22 を組み合わせた工具 10 及び工具 20 を有することもできる。具体的に、図 22 にて例示するように、工具ユニット T6 は、例えば、一つの第一工具部材 11 と二つの第二工具部材 12M 及び第二工具部材 12N を有する工具 10 を備えることができる。

【0093】

二つの第二工具部材 12M 及び第二工具部材 12N については、各々のワーク歯 W1 に対する加工位置が異なるように、各々の第二加工刃 12B の配置が異ならせることができる。例えば、図 22 に示すように、第二工具部材 12M の第二加工刃 12B は、ワーク歯 W1 に対する接触角度が小さくなるように形成される。他方、図 22 に示すように、第二工具部材 12N の第二加工刃 12B は、ワーク歯 W1 に対する接触角度が大きくなるように形成される。これにより、例えば、リリーフ加工を行う場合には、第二工具部材 12M 及び第二工具部材 12N は、各々ワーク歯 W1 の異なる隅部 W3 (リリーフ部 W3)、つまり、二箇所の隅部 W3 をリリーフ加工することができる。

【0094】

これにより、第七変形例によれば、第二加工、例えば、リリーフ加工が行える箇所を増やすことができ、その結果、加工時間を低減することが可能となる。ここで、二つの第二工具部材 12M 及び第二工具部材 12N は、加工位置が異なるものの第二加工を行う。このため、二つの第二工具部材 12M 及び第二工具部材 12N は、一つの第二工具部材 12 をみなすことができる。尚、第二加工については、リリーフ加工に限定されず、上述したシェーピング加工も含まれることは言うまでもない。

## 【0095】

又、この場合においても、図23に示すように、工具ユニットT6を構成する工具10には、上述した第三変形例と同様にして第一加工刃11Bに面取り部11Dを設けることができる。又、この場合、図24に示すように、工具ユニットT6を構成する工具10には、上述した第四変形例と同様にして第一加工刃11Bに面取り部11D、11Eを設けることもできる。尚、図示を省略するが、工具20についても、同様に面取り部を設けることができる。

## 【0096】

## (11. 第八変形例)

上述した実施形態及び各変形例においては、第一加工刃11B、21B、32の刃高と、第二加工刃12B、22B、33の刃高とが同一である場合を例示した。ところで、第一加工と第二加工とでは、歯車ワークWのワーク歯W1を加工する際に要求される力、即ち、加工力が異なる場合がある。上述したように、歯車加工装置1は、工具10、20、30が歯車ワークWと噛み合った状態で、所定の押圧力が生じるように工具主軸6即ち工具10、20、30を歯車ワークWに向けて押圧しながら加工を行う。この場合、歯車加工装置1においては、一定の押圧力を維持することが制御上又は構成上好ましい。

10

## 【0097】

そこで、第八変形例においては、第一加工及び第二加工の違いに応じて必要な加工力を歯車ワークWに付与することができるように、第一加工刃11B、21B、32の刃高と、第二加工刃12B、22B、33の刃高とを異ならせる。即ち、第一加工及び第二加工において、相対的に大きな加工力が必要となる側の加工刃の刃高を他方の加工刃の刃高よりも高くする。

20

## 【0098】

具体的に、フレージング加工は、歯すじ方向に沿ったリリーフ加工やシェービング加工よりもワーク径方向に大きな加工力が必要である。このため、図25に示すように、フレージング加工を行う第一加工刃11B、21B、32の刃高が、リリーフ加工やシェービング加工を行う第二加工刃12B、22B、33の刃高よりも高くなるようにする。

## 【0099】

これにより、歯車加工装置1において一定の押圧力で工具10、20、30がワーク径方向に沿って歯車ワークWに押圧された場合、第一加工刃11B、21B、32によるフレージング加工の加工力は、第二加工刃12B、22B、33によるリリーフ加工やシェービング加工の加工力よりも相対的に大きくなる。従って、第一加工刃11B、21B、32は、ワーク歯W1に対してフレージング部W2を確実に形成することができる。その他の効果については、上述した実施形態及び各変形例と同様の効果が得られる。

30

## 【0100】

## (12. 第九変形例)

上述した実施形態及び第三変形例を除く各変形例においては、第一工具部材11、21と第二工具部材12、22とが回転軸Ctに対して同軸、つまり、第一工具体体11A、21Aの中心軸と第二工具体体12A、22Aの中心軸とが回転軸Ctに対して同軸である場合を例示した。

40

## 【0101】

ところで、上述した第八変形例において説明したように、第一加工と第二加工とで要求される加工力が異なる場合がある。この場合、要求される加工力に応じて、第一工具体体11A、21Aの外周面に沿って複数形成された第一加工刃11B、21Bの一部、又は、第二工具体体12A、22Aの外周面に沿って複数形成された第二加工刃12B、22Bの一部の刃高を異ならせることが有効である。

## 【0102】

そこで、第九変形例においては、図26に示すように、第一工具体体11A、21Aの中心軸Ot1と第二工具体体12A、22Aの中心軸Ot2とを偏心させる。具体的に、第一工具体体11A、21Aの中心軸Ot1と第二工具体体12A、22Aの中心軸Ot

50

2とを距離Lだけ偏心させる。例えば、上述したように、フレージング加工はリリーフ加工よりも要求される加工力が相対的に大きくなる。従って、この場合には、第一工具本体11A, 21Aの中心軸Ot1を第二工具本体12A, 22Aの中心軸Ot2に対して距離LだけZ軸方向に偏心させる。

【0103】

この場合、第二工具本体12A, 22Aの中心軸Ot2は、工具10, 20の回転軸Ctと一致している。つまり、第一工具本体11A, 21Aの中心軸Ot1が回転軸Ctから距離Lだけ偏心している。尚、第二工具本体12A, 22Aの中心軸Ot2は、必ずしも、工具10, 20の回転軸Ctと一致している必要はない。

【0104】

これにより、歯車加工装置1において一定の押圧力で工具10, 20が歯車ワークWに押圧された場合、第一加工刃11B, 21Bによるフレージング加工の加工力は、半回転ごと、即ち、半周期ごとに第二加工刃12B, 22Bによるリリーフ加工やシェービング加工の加工力よりも相対的に大きくなる。尚、この場合、第一加工刃11B, 21Bの刃数と歯車ワークWのワーク歯W1の歯数とを所定の関係となるように設定すると、工具10, 20が回転を継続することによって、第一加工刃11B, 21Bが全てのワーク歯W1に接触することができる。従って、第一加工刃11B, 21Bは、ワーク歯W1に対してフレージング部W2を確実に形成することができる。その他の効果については、上述した実施形態及び各変形例と同様の効果が得られる。

【0105】

ここで、第二工具本体12A, 22Aの中心軸Ot2に対して第一工具本体11A, 21Aの中心軸Ot1を距離Lだけ偏心させる場合、第二工具本体12A, 22Aの直径は、第一工具本体11A, 21Aの直径よりも距離Lだけ小さく設定することができる。換言すれば、第一工具本体11A, 21Aの外径と第二工具本体12A, 22Aの外径とは異なり、第一工具本体11A, 21Aの外径が第二工具本体12A, 22Aの外径よりも大きく設定される。

【0106】

これにより、第二工具本体12A, 22Aの中心軸Ot2に対して第一工具本体11A, 21Aの中心軸Ot1を半径方向にて距離Lだけ偏心させる際には、偏心方向とは逆側に存在する第一加工刃11B, 21Bの突出部11C, 21Cが第二工具本体12A, 22Aの除去部12C, 22Cの外周面に当接する。従って、第一工具本体11A, 21Aの中心軸Ot1を偏心させる準備作業は、極めて容易になる。又、偏心方向とは逆側に存在する第一加工刃11B, 21Bも加工を行うことができる。

【0107】

(13. 第十変形例)

上述した実施形態及び各変形例においては、第二加工刃12B, 22B, 33による第二加工として、転造加工であるリリーフ加工及び切削加工であるシェービング加工を行う場合を例示した。特に、第二加工については、第二加工刃12B, 22B, 33がワーク歯W1に対する加工点を移動させながら加工を行うため、研削加工を行うこともできる。

【0108】

そこで、第十変形例においては、特に、第二加工刃12B, 22B, 33が砥粒を含むコーティング層を有して、ワーク歯W1に研削によるリリーフ加工やシェービング加工を行う場合を例示する。具体的に、図27に示すように、第二加工刃12B, 22B, 33の表面は、砥粒を含むコーティング層12E, 22F, 33Cによって覆われている。

【0109】

これにより、第二加工刃12B, 22B, 33は、歯車ワークWと噛み合った状態で互いに回転することにより、コーティング層12E, 22F, 33Cとワーク歯W1の歯面との接触位置、即ち、加工点が移動する。その結果、コーティング層12E, 22F, 33Cは、ワーク歯W1の歯面を研削する。従って、コーティング層12E, 33Cは、研削によってワーク歯W1の歯面にリリーフ部W3を形成することができる。又、コーティ

10

20

30

40

50

ング層 2 2 F は、セレーション溝 2 2 D と共に、ワーク歯 W 1 の歯面における凹凸を研ぎながら除去することができる。その他の効果については、上述した実施形態及び各変形例と同様の効果が得られる。

#### 【0110】

尚、第二加工刃 1 2 B, 2 2 B, 3 3 がコーティング層 1 2 E, 2 2 F, 3 3 C を有することは研削加工を行う上で有効であるが、転造加工を行う第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 がコーティング層を有することも可能である。この場合、例えば、砥粒を含むコーティング層は硬度が高いため、転造加工を行う第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 の摩耗や磨滅を抑制することが可能となる。

#### 【0111】

##### (14. その他の変形例)

上述した実施形態及び第三変形例を除く各変形例においては、第一工具本体 1 1 A、2 1 A の外周面における第一加工刃 1 1 B, 2 1 B の刃数と、第二工具本体 1 2 A、2 2 A の外周面における第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の刃数とが同数である場合を例示した。又、第一工具本体 1 1 A、2 1 A の外周面において第一加工刃 1 1 B, 2 1 B が形成される形成ピッチと、第二工具本体 1 2 A、2 2 A の外周面において第二加工刃 1 2 B, 2 2 B が形成される形成ピッチとが同じである場合を例示した。

#### 【0112】

そして、上述したように、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B の突出部 1 1 C, 2 1 C を進入させるために、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面には除去部 1 2 C, 2 2 C を設けるようにした。ここで、除去部 1 2 C, 2 2 C は、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面に形成された第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の一部を除去することによって形成される。

#### 【0113】

これに代えて、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B の突出部 1 1 C, 2 1 C を進入させるように、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面に形成される第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の刃数を第一工具本体 1 1 A, 2 1 A の外周面に形成される第一加工刃 1 1 B, 2 1 B の刃数よりも少なく形成することも可能である。この場合、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面において第二加工刃 1 2 B, 2 2 B が形成される形成ピッチが、第一工具本体 1 1 A, 2 1 A の外周面において第一加工刃 1 1 B, 2 1 B が形成される形成ピッチの二倍以上であると良い。

#### 【0114】

これによれば、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面に形成される第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の刃数が少ないため、第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の間隔、即ち、形成ピッチが広がる。これにより、突出部 1 1 C, 2 1 C を進入させるスペースを確保することができる。特に、第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の形成ピッチが第一加工刃 1 1 B, 2 1 B の形成ピッチの二倍以上であれば、上述した実施形態等と同様に、突出部 1 1 C, 2 1 C を進入させた状態で、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B と第二加工刃 1 2 B, 2 2 B とを周方向にて等間隔に配置することが可能となる。従って、除去部 1 2 C, 2 2 C を形成するために、第二工具本体 1 2 A, 2 2 A の外周面に形成された第二加工刃 1 2 B, 2 2 B の一部を除去する必要がない。

#### 【0115】

又、上述した実施形態及び各変形例においては、工具 1 0, 2 0, 3 0 における第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 及び第二加工刃 1 2 B, 2 2 B, 3 3 が一つずつ交互に配置される場合を例示した。これに代えて、工具 1 0 を例示すると、工具 1 0 は、第一工具本体 1 1 A の外周面に沿って連続的に配置された複数の第一加工刃 1 1 B から構成される第一加工刃群と、第二工具本体 1 2 A の外周面に沿って少なくとも一つ以上の第二加工刃 1 2 B から構成される第二加工刃群とを有することができる。これにより、第一加工及び第二加工に応じて、第一加工刃 1 1 B, 2 1 B, 3 2 及び第二加工刃 1 2 B, 2 2 B, 3 3 の配置を自由に設定することができる。

#### 【0116】

又、上述した実施形態及び各変形例においては、第二加工としてリリーフ加工やシェーピング加工を例示した。第二加工については、転造加工であるリリーフ加工や切削加工であるシェーピング加工に限られず、特に加工点を移動させる加工であれば種々の加工を採用することができる。例えば、歯面仕上げ加工を例示することができる。この場合、第二加工刃としては、仕上げ用カッタを採用することができる。

【0117】

又、上述した実施形態及び各変形例では、歯車加工装置1において工具10（即ち、工具主軸6）がZ軸方向にて歯車ワークWに向けて直動可能であるとし、バリ取りローラ8がX軸方向にて歯車ワークWに向けて直動可能である場合を例示した。又、上述した実施形態及び各変形例においては、歯車加工装置1がZ軸移動テーブル4に設けられた旋回テーブル5により、ワーク主軸3を基準として工具主軸6をC軸回りに回転させる場合を例示した。

【0118】

しかし、歯車加工装置1において、歯車ワークWと工具10とを相対的に移動させる構成は適宜変更可能である。例えば、歯車加工装置1において工具10（即ち、工具主軸6）をX軸方向にて歯車ワークWに向けて直動可能とし、バリ取りローラ8をZ軸方向にて歯車ワークWに向けて直動可能とすることも可能である。又、歯車加工装置1は、例えば、歯車ワークW（即ち、ワーク主軸3）をZ軸方向又はX軸方向にて工具10（即ち、工具主軸6）に向けて直動可能とすることもできる。又、歯車加工装置1は、ワーク主軸3を基準として、工具主軸6を基準状態においてX軸回りの回転軸であるA軸回りに回転させるように構成することも可能である。又、歯車加工装置1は、工具主軸6を基準として、ワーク主軸3をC軸回り又はA軸回りに回転させるように構成することも可能である。

【0119】

又、上述した実施形態及び各変形例では、歯車加工装置1においては、ワーク主軸3を自由回転軸とし、工具主軸6を回転駆動する場合を例示した。これに代えて、歯車加工装置1においては、ワーク主軸3を回転駆動し、工具主軸6を自由回転軸として構成することも可能である。

【0120】

更に、上述した実施形態及び各変形例においては、外周面にワーク歯W1が形成される外歯車の歯車ワークWに対してフレージング加工やリリーフ加工、シェーピング加工を行う場合を例示した。しかし、特に、シェーピング加工については、内歯シェーピング加工により、内周面にワーク歯が形成される内歯車の歯車ワークに対しても行うことが可能である。

【0121】

ここで、本発明の第一形態の工具は、複数の加工刃を有する工具であって、円盤状の工具本体の回転軸に対して平行になるように工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃と、回転軸に対して振れるように外周面に形成され、且つ、被加工物に対する加工点が移動可能となるように第一加工刃よりも回転軸の方向に沿った刃長が長く形成されて被加工物に第二加工を行う第二加工刃と、を有し、第一加工刃と第二加工刃とが外周面に沿って交互に配置される。

【0122】

又、本発明の第二形態の工具は、上記第一形態の工具において、工具本体は円盤状の第一工具本体及び円盤状の第二工具本体によって形成されており、第一工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃を有する第一工具部材と、第二工具本体の外周面に形成されて被加工物に第二加工を行う第二加工刃を有する第二工具部材と、を備え、第一工具本体及び第二工具本体の各々の回転軸が同軸になるように第一工具部材と第二工具部材とを組み合わせた状態において、第一工具部材及び第二工具部材の一方の加工刃が第一工具部材及び第二工具部材の他方に向けて突出するように形成され、且つ、他方の加工刃が一方の加工刃の突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成される。

## 【0123】

尚、本発明の第二形態の工具は、複数の加工刃を有する工具であって、円盤状の第一工具本体の外周面に形成されて被加工物に第一加工を行う第一加工刃を有する第一工具部材と、第一工具本体とは異なる円盤状の第二工具本体の外周面に形成されて被加工物に第二加工を行う第二加工刃を有する第二工具部材と、から構成されており、第一工具本体及び第二工具本体の各々の回転軸が同軸になるように第一工具部材と第二工具部材とを組み合わせた状態において、第一工具部材及び第二工具部材の一方の加工刃が第一工具部材及び第二工具部材の他方に向けて突出するように形成され、且つ、他方の加工刃が一方の加工刃の突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成されるようにしても良い。

10

## 【0124】

又、本発明の第三形態の工具は、上記第二形態の工具において、一方は、少なくとも一部の加工刃が他方に向けて突出するように形成された突出部を有し、他方は、少なくとも一部の加工刃が除去された除去部を有しており、第一工具部材と第二工具部材とを組み合わせた場合において、突出部が除去部に進入する。

## 【0125】

又、本発明の第四形態の工具は、上記第三形態の工具において、第一工具部材において第一加工刃が形成される形成ピッチと、第二工具部材において第二加工刃が形成される形成ピッチとは、同一である。

## 【0126】

又、本発明の第五形態の工具は、上記第二形態の工具において、他方の加工刃の刃数は、一方の加工刃の刃数に比べて少ない。

20

## 【0127】

又、本発明の第六形態の工具は、上記第五形態の工具において、他方において加工刃が形成される形成ピッチは、一方において加工刃が形成される形成ピッチの二倍以上である。

## 【0128】

又、本発明の第七形態の工具は、上記第二形態－上記第六形態のいずれか一つの工具において、第一工具部材及び第二工具部材の一方の中心軸が、第一工具部材及び第二工具部材の他方の中心軸に対して偏心するように配置される。

## 【0129】

又、本発明の第八形態の工具は、上記第七形態の工具において、第一工具部材の第一工具本体の外径と、第二工具部材の第二工具本体の外径とが異なる。

30

## 【0130】

又、本発明の第九形態の工具は、上記第八形態の工具において、第一工具本体の外径が、第二工具本体の外径よりも大きい。

## 【0131】

又、本発明の第十形態の工具は、上記第一形態－上記第九形態のいずれか一つの工具において、第一加工刃と第二加工刃とは、刃元から刃先までの高さを表す刃高が異なる。

## 【0132】

又、本発明の第十一形態の工具は、上記第十形態の工具において、第一加工刃及び第二加工刃の一方の刃高は、第一加工刃及び第二加工刃の他方の前記刃高よりも大きい。

40

## 【0133】

又、本発明の第十二形態の工具は、上記第一形態－上記第十一形態のいずれか一つの工具において、被加工物は、被加工歯車であり、第一加工刃は、第一加工として、被加工歯車と噛み合って被加工歯車の歯面の歯すじ方向における端部を押圧して端部を面取りするフレージング加工を行うフレージング刃であり、第二加工刃は、第二加工として、被加工歯車と噛み合って歯面の歯すじ方向における四隅のうちの一隅部を押圧しながら被加工歯車の歯面に対する加工点を移動させて一隅部の角を除去するリリース加工を行うリリース刃である。

## 【0134】

50

又、本発明の第十三形態の工具は、上記第一形態－上記第十二形態のいずれか一つの工具において、被加工物は、被加工歯車であり、第一加工刃は、第一加工として、被加工歯車と噛み合って被加工歯車の歯面の歯すじ方向における端部を押圧して端部を面取りするフレージング加工を行うフレージング刃であり、第二加工刃は、第二加工として、被加工歯車と噛み合って歯面に接触しながら歯面に対する加工点を移動させて歯面の凹凸を除去するシェービング加工を行うシェービング刃である。

【0135】

又、本発明の第十四形態の工具は、上記第一形態－上記第十三形態のいずれか一つの工具において、第一加工刃及び第二加工刃の少なくとも第二加工刃は、表面が砥粒を含むコーティング層によって覆われている。

【0136】

更に、本発明の第十五形態の工具は、上記第一形態－上記第十四形態のいずれか一つの工具において、外周面に沿って連続的に配置された複数の第一加工刃から構成される第一加工刃群と、外周面に沿って少なくとも一つ以上の第二加工刃から構成される第二加工刃群と、を有する。

【符号の説明】

【0137】

1…歯車加工装置、2…ベース、3…ワーク主軸、4…Z軸移動テーブル（移動装置）、5…旋回テーブル（移動装置）、6…工具主軸、6A…主軸モータ、7…X軸移動テーブル、8…バリ取りローラ、8A…一對のローラ、9…制御装置、10…工具、11…第一工具部材、11A…第一工具本体、11B…第一加工刃（フレージング刃）、11C…突出部、11D…面取り部、11E…面取り部、12…第二工具部材、12A…第二工具本体、12B…第二加工刃（リリーフ刃）、12C…除去部、12D…突出部、12E…コーティング層、13…スペーサ、14…フレージングカッタ、14A…面取り部、14B…面取り部、20…工具、21…第一工具部材、21A…第一工具本体、21B…第一加工刃（フレージング刃）、21C…突出部、21D…面取り部、21E…面取り部、22…第二工具部材、22A…第二工具本体、22B…第二加工刃（シェービング刃）、22C…除去部、22D…セレーション溝、22E…突出部、22F…コーティング層、23…スペーサ、24…フレージングカッタ、24A…面取り部、24B…面取り部、30…工具、31…工具本体、32…第一加工刃（フレージング刃）、32A…面取り部、32B…面取り部、33…第二加工刃（リリーフ刃、シェービング刃）、34…スペーサ、35…フレージングカッタ、35A…面取り部、35B…面取り部、W…歯車ワーク（被加工歯車（被加工物））、W1…ワーク歯、W2…フレージング部（端部）、W3…リリーフ部（隅部）、Ct、Cw、Cr…回転軸、Ot1、Ot2…中心軸、T1、T2、T3、T4、T5、T6…工具ユニット

10

20

30

40

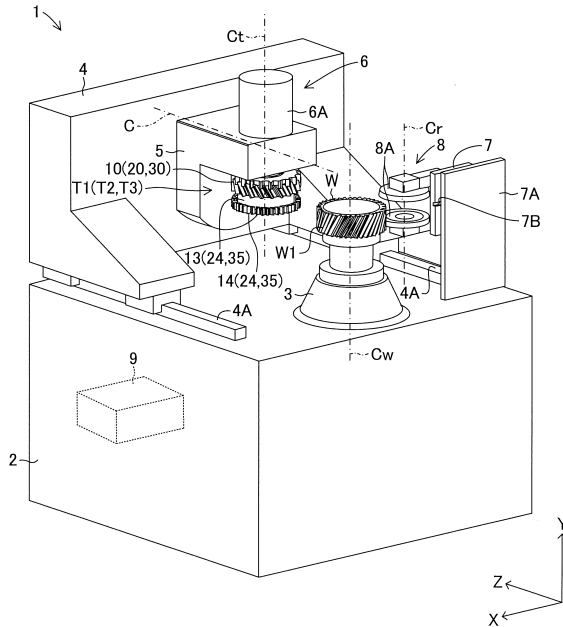
50

## 【要約】

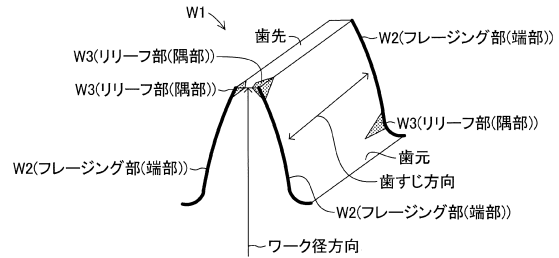
工具 10 は、第一工具本体 11 A の外周面に形成されて被加工歯車 W に第一加工を行う第一加工刃 11 B を有する第一工具部材 11 と、第二工具本体 12 A の外周面に形成されて被加工歯車 W に第二加工を行う第二加工刃 12 B を有する第二工具部材 12 と、を備える。工具 10 は、第一工具部材 11 と第二工具部材 12 とを組み合わせた状態において、第一工具部材 11 の第一加工刃 11 B が第二工具部材 12 に向けて突出するように形成され、且つ、第二工具部材 12 の第二加工刃 12 B が第一加工刃 11 B の突出した部分と周方向にて所定の間隔を有して位置するように形成される。

## 【図面】

【図 1】



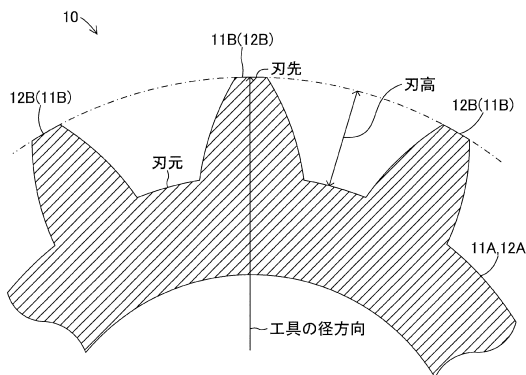
【図 2】



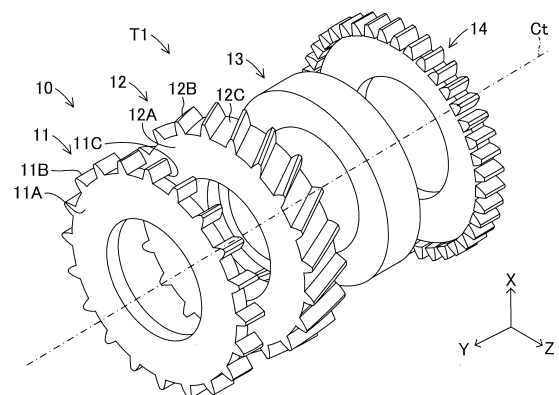
10

20

【図 3】



【図 4】

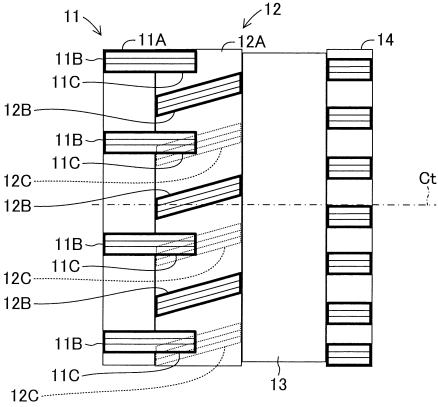


30

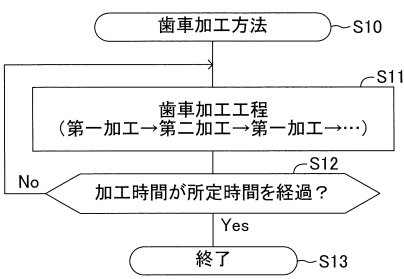
40

50

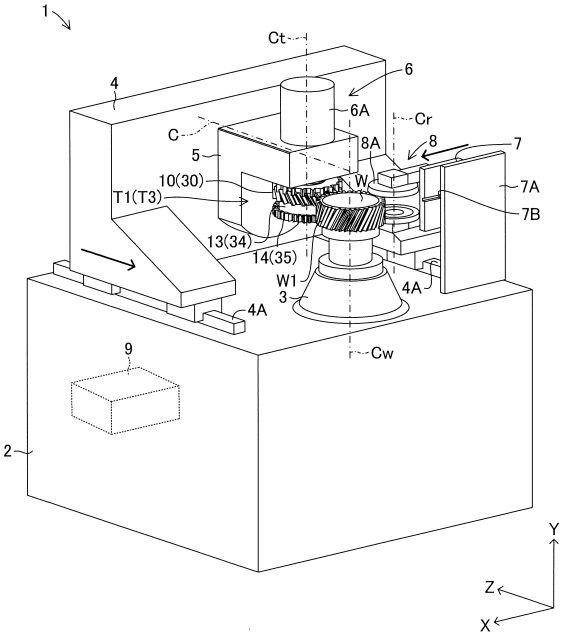
【図 5】



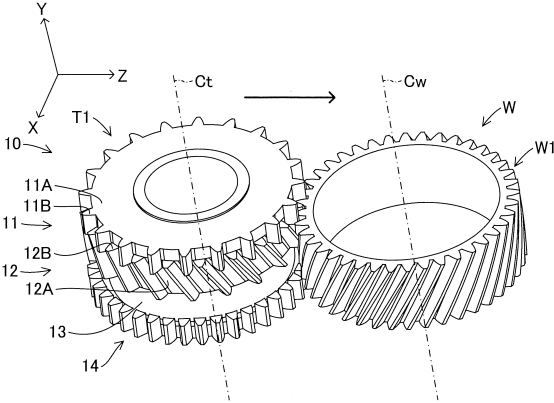
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

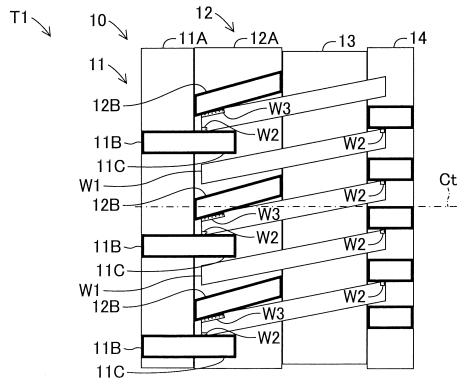
20

30

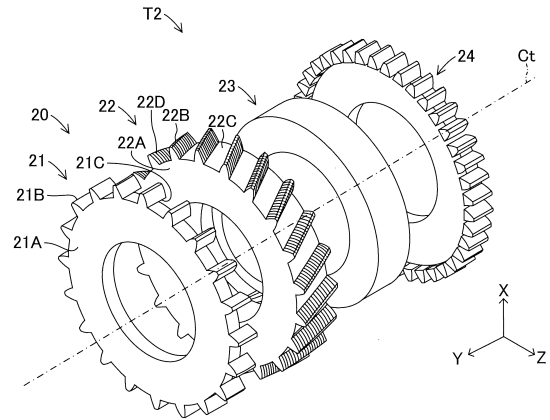
40

50

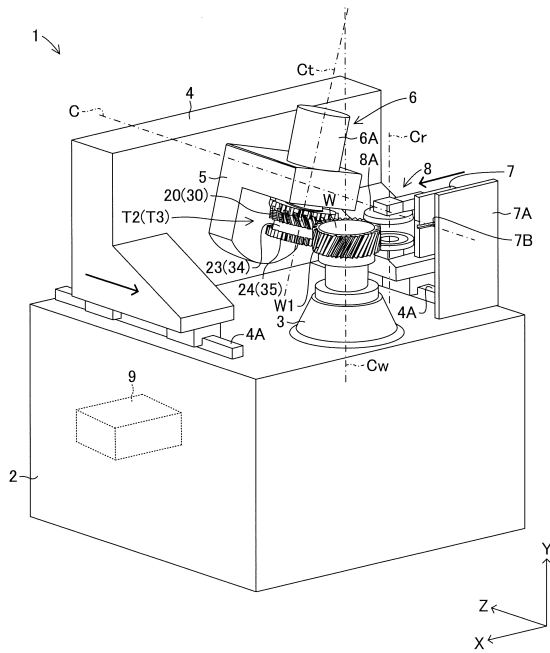
【図 9】



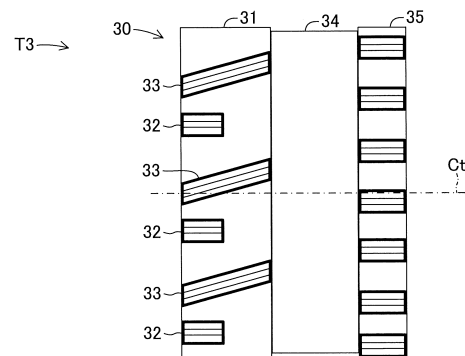
【図 10】



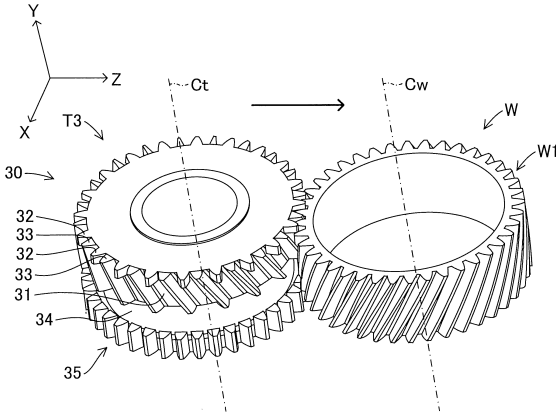
【図 1 1】



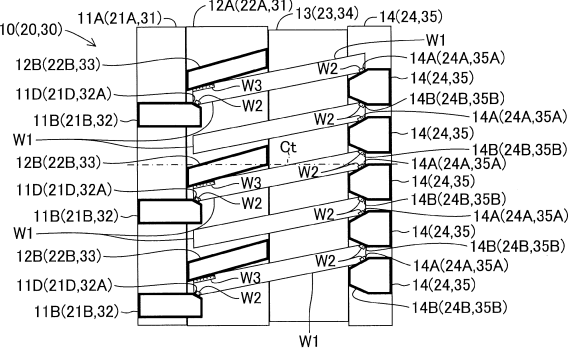
【図 12】



【図 1 3】

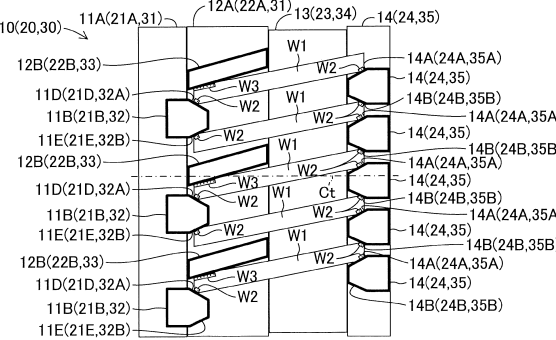


【図 1 4】

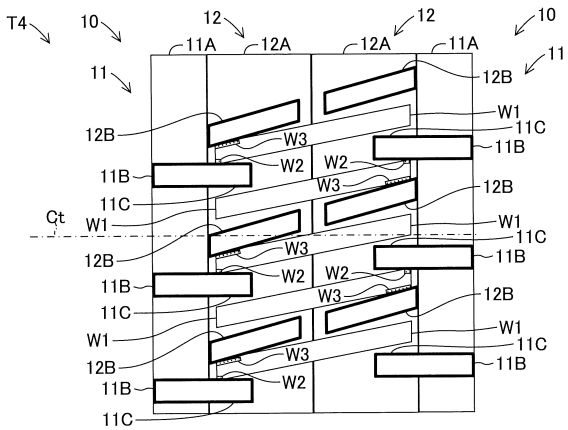


10

【図 1 5】



【図 1 6】



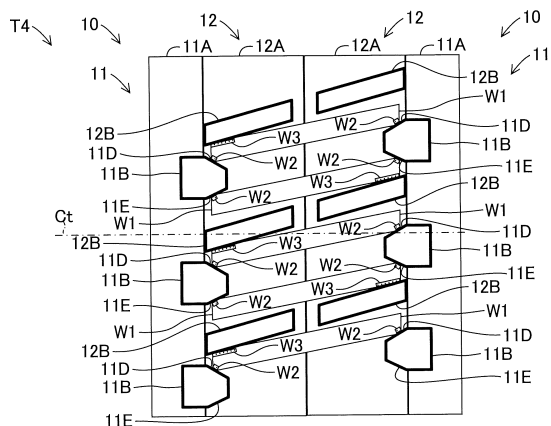
20

30

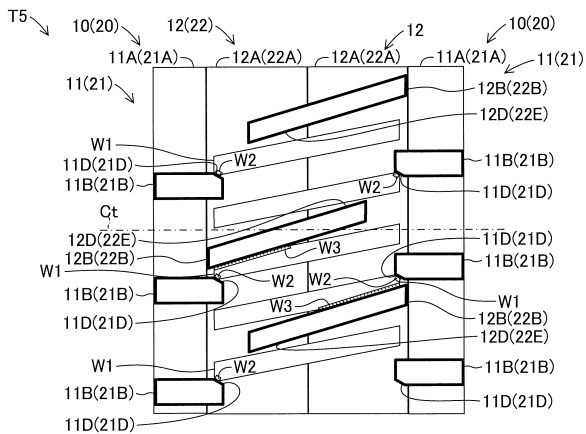
40

50

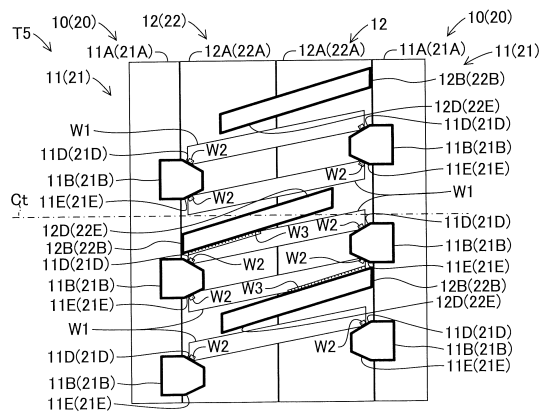
【図 18】



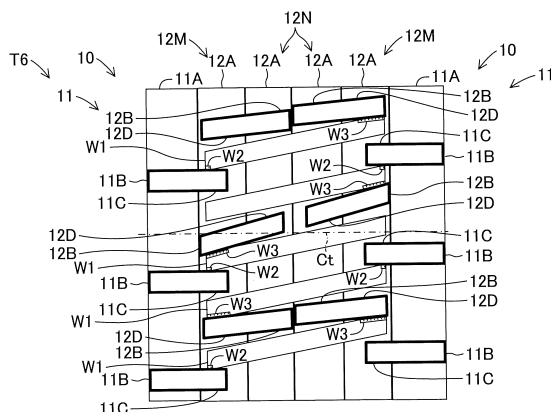
【図 20】



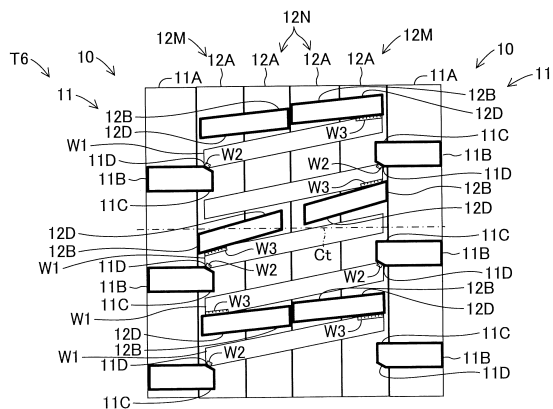
【図 2 1】



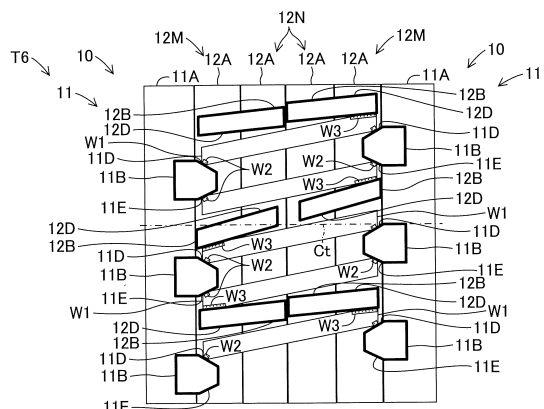
【圖 2 2】



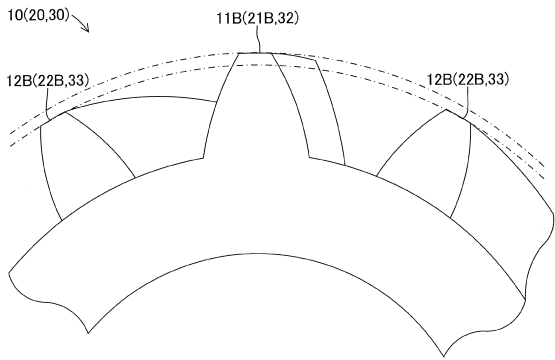
【図 23】



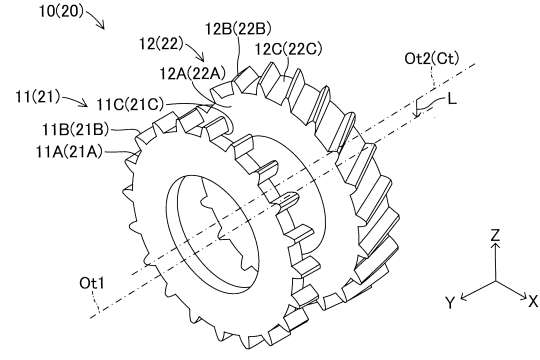
【図 2 4】



【図 2 5】

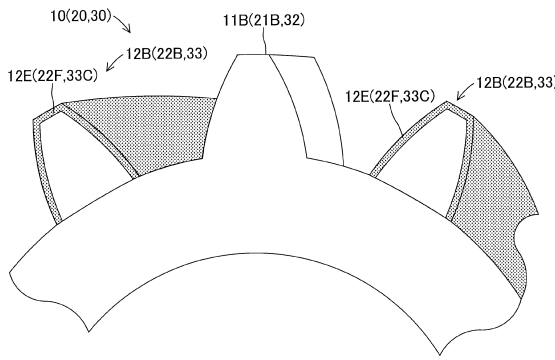


【図 2 6】



10

【図 2 7】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      特開 2013-56403 (JP, A)  
                    特開 2012-96352 (JP, A)  
                    特開 2018-167369 (JP, A)  
                    特開 2009-34785 (JP, A)  
                    西独国特許出願公開第 2654177 (DE, A1)  
                    特表 2020-526399 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- B23F 19/00 - 21/28  
                    B23F 5/20  
                    B23P 15/14