

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-226019

(P2017-226019A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 2 4 B 3/60 (2006.01) B 2 4 B 3/60 Z 3 C 1 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-121485 (P2016-121485)	(71) 出願人	000001247
(22) 出願日	平成28年6月20日 (2016. 6. 20)		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
		(74) 代理人	100190333
			弁理士 木村 群司
		(72) 発明者	葛岡 雅人
			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
		Fターム(参考)	3C158 AA03 AA09 CA01 CA03 CB03 CB05 CB08

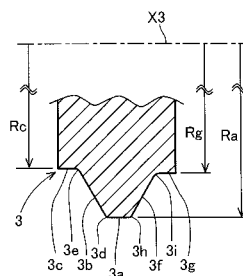
(54) 【発明の名称】 砥石車及び研削盤

(57) 【要約】

【課題】少なくとも両方の刃側面及び両方の刃先角部を研削できる砥石車を提供する。

【解決手段】砥石車3は、前逃げ角 α 及びねじれ角 β を有する歯切り工具2を研削する。砥石車3は、歯切り工具2の第一刃21における第一刃側面21aを研削する第一砥石側部3bと、第一刃21における第一刃先角部21cを研削する第一砥石元角部3eと、第二刃22における第二刃側面22aを研削する第二砥石側部3fと、第二刃22における第二刃先角部22cを研削する第二砥石元角部3iとを備える。第一砥石元角部3eと第二砥石元角部3iは、砥石車3の中心軸X3から異なる径方向位置に形成されている。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外周面に複数の刃を有する歯切り工具を研削する砥石車であり、
前記歯切り工具の刃は、前逃げ角及びねじれ角を有し、
前記砥石車は、
一方の端面に形成され、前記歯切り工具の第一刃における第一刃側面を研削する第一砥石側部と、

前記一方の端面に形成され、前記第一刃における前記第一刃側面と第一刃先面とを接続する第一刃先角部を研削する第一砥石元角部と、

他方の端面に形成され、前記第一刃に隣り合う第二刃における第二刃側面を研削する第二砥石側部と、

前記他方の端面に形成され、前記第二刃における前記第二刃側面と第二刃先面とを接続する第二刃先角部を研削する第二砥石元角部と、

を備え、

前記第一砥石元角部と前記第二砥石元角部は、前記砥石車の中心軸から異なる径方向位置に形成されている、砥石車。

【請求項 2】

前記第一刃先角部及び前記第二刃先角部は、前記第一刃側面及び前記第二刃側面との境界に共通する接線を有する湾曲凸状に形成され、

前記第一砥石元角部及び前記第二砥石元角部は、前記湾曲凸状に対応する湾曲凹状に形成される、請求項 1 に記載の砥石車。

【請求項 3】

前記砥石車は、さらに、

前記一方の端面に形成され、前記第一刃における前記第一刃先面を研削する第一砥石元部と、

前記他方の端面に形成され、前記第二刃における前記第二刃先面を研削する第二砥石元部と、

を備え、

前記第一砥石元部と前記第二砥石元部は、前記砥石車の中心軸から異なる径方向位置に形成されている、請求項 1 又は 2 に記載の砥石車。

【請求項 4】

前記砥石車は、前記第一刃先面及び前記第二刃先面を研削しない、請求項 1 又は 2 に記載の砥石車。

【請求項 5】

前記歯切り工具は、スカイピング加工に用いる工具である、請求項 1 - 4 の何れか一項に記載の砥石車。

【請求項 6】

前記砥石車は、前記歯切り工具を前記歯切り工具の中心軸周りに回転させる場合に、前記砥石車の中心軸周りに回転させながら、前記歯切り工具の回転接線方向である並進方向に移動させることにより、前記歯切り工具を研削する、請求項 1 - 5 の何れか一項に記載の砥石車。

【請求項 7】

請求項 1 - 6 の何れか一項に記載の前記砥石車を備える、研削盤。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、砥石車及び研削盤に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、歯切り工具の研削について記載されている。特許文献 1 には、第一砥

10

20

30

40

50

石車によって一方の刃側面を研削し、第二砥石車によって他方の刃側面を研削し、第三砥石車によって刃先面を研削することが記載されている。また、刃先面を研削する第三砥石車によって、刃側面と刃先面とを接続する刃先角部が研削されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-46391号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

上記研削方法によれば、一方の刃側面、他方の刃側面、刃先面、一方の刃先角部及び他方の刃先角部を研削するために、多数の砥石車を用いている。そのため、多数の砥石車を必要とすることによる高コスト化、及び、複数の研削工程を有することによる製造コストの高騰を招来する。

【0005】

本発明は、少なくとも両方の刃側面及び両方の刃先角部を研削できる砥石車及び研削盤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】

【0006】

20

(1. 砥石車)

本発明に係る砥石車は、外周面に複数の刃を有する歯切り工具を研削する砥石車である。ここで、前記歯切り工具の刃は、前逃げ角及びねじれ角を有する。そして、前記砥石車は、一方の端面に形成され、前記歯切り工具の第一刃における第一刃側面を研削する第一砥石側部と、前記一方の端面に形成され、前記第一刃における前記第一刃側面と第一刃先面とを接続する第一刃先角部を研削する第一砥石元角部と、他方の端面に形成され、前記第一刃に隣り合う第二刃における第二刃側面を研削する第二砥石側部と、前記他方の端面に形成され、前記第二刃における前記第二刃側面と第二刃先面とを接続する第二刃先角部を研削する第二砥石元角部とを備える。前記第一砥石元角部と前記第二砥石元角部は、前記砥石車の中心軸から異なる径方向位置に形成されている。

【0007】

30

つまり、本発明に係る砥石車は、第一砥石側部、第一砥石元角部、第二砥石側部及び第二砥石元角部を有する。砥石車における各部は、第一刃における第一刃側面及び第一刃先角部、並びに、第二刃における第二刃側面及び第二刃先角部を研削する部位となる。

【0008】

ここで、歯切り工具の刃は、前逃げ角を有する。つまり、刃の一方端面から刃すじ方向に行くに従って、刃先面における歯切り工具の中心軸線からの距離が徐々に小さくなっている。さらに、歯切り工具の刃は、ねじれ角を有する。そのため、砥石車が刃溝に位置する状態において、砥石車の一方の端面側に存在する第一刃の第一刃先面の高さと、砥石車の他方の端面側に存在する第二刃の第二刃先面の高さは、異なる。

【0009】

40

そこで、本発明に係る砥石車において、第一砥石元角部と第二砥石元角部は、砥石車の中心軸から異なる径方向位置に形成されている。従って、砥石車が刃溝に位置する状態において、第一砥石元角部は、第一刃先角部に対応する位置に位置し、第二砥石元角部は、第二刃先角部に対応する位置に位置する。つまり、砥石車は、確実に、第一刃側面、第一刃先角部、第二刃側面及び第二刃先角部を研削することができる。結果として、本発明に係る砥石車を用いることにより、多数の砥石車を必要とせずに、且つ、複数の研削工程を必要としないため、低コスト化を図ることができる。

【0010】

(2. 研削盤)

本発明に係る研削盤は、上述した砥石車を備える。本発明に係る研削盤によれば、多数

50

の砥石車を必要とせずに、且つ、複数の研削工程を必要としないため、低コスト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】歯車の歯切り切削を行う工作機械10を示す図である。

【図2A】歯切り工具の刃の研削を行う工作機械20を示す図である。

【図2B】図2AのIIIB方向から見た図である。

【図3】図2BのIII-III線における歯切り工具2の刃2aの部分的な拡大断面図である。

【図4】図2BのIV-IV線における歯切り工具2の刃2a及び砥石車3の部分的な拡大断面図である。 10

【図5】第一実施形態の砥石車の部分的な軸方向拡大断面図である。

【図6】歯切り工具の前逃げ角 α を変化させた場合における砥石車の形状のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図7A】歯切り工具の前逃げ角 α が0degの場合の砥石車の形状を示す図である。

【図7B】歯切り工具の前逃げ角 α が7.5degの場合の砥石車の形状を示す図である。

【図7C】歯切り工具の前逃げ角 α が15degの場合の砥石車の形状を示す図である。

【図8】第二実施形態の砥石車の部分的な軸方向拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】 20

【0012】

< 1. 第一実施形態 >

(1-1. 歯車1の歯側面の切削を行う工作機械)

本発明に係る砥石車は、歯車1を切削するための歯切り工具2を研削対象とする。特に、本実施形態においては、歯車1の切削として、スカイピング加工を例に挙げる。

【0013】

まず、歯切り工具2を説明するために、歯車1の歯側面の切削を行う工作機械10について、図1を参照して説明する。本実施形態においては、工作機械10は、例えば、マシニングセンタを例に挙げる。特に、回転工具を支持する主軸の他に、直交3軸及び回転2軸を有する5軸マシニングセンタが適用される。 30

【0014】

工作機械10は、図示しないベッド上において直交3軸方向へ移動可能な主軸ユニット10aと、主軸ユニット10aの先端に取り付けられる歯切り工具2とを備える。従って、歯切り工具2は、歯切り工具2の中心軸X2の周り(θ21)に回転可能となり、ベッドに対して直交3軸方向へ移動可能である。

【0015】

さらに、工作機械10は、切削対象としての歯車1を支持する回転テーブル10bを備える。回転テーブル10bは、歯車1の中心軸X1の周り(θ1)に歯車1を回転可能に支持する。回転テーブル10bは、ベッドに対して、回転テーブル10bの回転軸とは異なる1軸周りに揺動可能(チルト(傾斜)可能)に設けられる。つまり、回転テーブル10bは、チルト(傾斜)可能なように歯車1を支持する。 40

【0016】

そして、主軸ユニット10a及び回転テーブル10bが位置決めされることにより、歯車1の中心軸X1と歯切り工具2の中心軸X2とが交差角を有する状態に位置決めされる。この状態で、歯車1が中心軸X1周り(θ1)に回転される。歯車1の回転に同期して、歯切り工具2が、中心軸X2周り(θ21)に回転されると共に、歯車1の中心軸X1方向(M2)に相対的に移動させる。このようにして、歯車1が形成される。

【0017】

ここで、切削対象である歯車1は、中心軸X1周りの周面に複数の歯1aを備える。本実施形態においては、歯車1は、外歯車を例に挙げるが、内歯車を適用することもできる 50

。また、図 1 においては、歯車 1 は、平歯車を例に挙げるが、はすば歯車など種々の歯車を適用することができる。

【0018】

また、歯車 1 を切削するための歯切り工具 2 は、中心軸 X 2 周りの外周面に複数の刃 2 a を備える。ここで、本実施形態においては、歯切り工具 2 は、スカイピング加工に用いる工具を例に挙げる。ただし、歯切り工具 2 は、スカイピング加工の他に、ギヤシェーパに用いる工具とすることもできる。

【0019】

歯切り工具 2 は、軸方向の端面にすくい面 2 b を備える。すくい面 2 b は、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 を中心としたテーパ状としてもよいし、1 つの刃 2 a 毎に異なる方向を向く面状に形成してもよい。

10

【0020】

また、歯切り工具 2 の複数の刃 2 a の外接円は、円錐台形状に形成されている。つまり、複数の刃 2 a の刃先面は、すくい面 2 b に対して、前逃げ角 α を有する前逃げ面となる。従って、刃 2 a の一方端面から刃すじ方向（刃溝方向に等しい）に行くに従って、刃先面における歯切り工具 2 の中心軸線 X 2 からの距離が徐々に小さくなっている。

【0021】

また、複数の刃 2 a の刃側面は、すくい面 2 b に対して、側逃げ角を有する側逃げ面となる。さらに、複数の刃 2 a は、中心軸 X 2 に対してねじれ角 β を有している。ただし、歯車 1 の歯 1 a のねじれ角（図示せず）と、切削加工における歯車 1 と歯切り工具 2 との交差角に応じて、刃 2 a のねじれ角 β は適宜異なる。

20

【0022】

（1 - 2 . 歯切り工具 2 の刃側面の研削を行う工作機械）

次に、歯切り工具 2 の刃側面の研削を行う工作機械（研削盤）20 について、図 2 A 及び図 2 B を参照して説明する。本実施形態においては、工作機械 20 は、工具研削盤やアンギュラ研削盤などである。

【0023】

工作機械 20 は、図示しないベッド上において、研削対象である歯切り工具 2 を、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 周り（ $\theta 2 2$ ）に回転可能に支持する主軸ユニット 20 a を備える。さらに、工作機械 20 は、円盤状の砥石車 3 を、砥石車 3 の中心軸 X 3 周り（ $\theta 3$ ）に回転可能に支持する砥石台 20 b を備える。砥石台 20 b は、主軸ユニット 20 a に対して交差角を調整可能であると共に、主軸ユニット 20 a に対して直交 2 軸方向に相対移動可能である。砥石台 20 b と主軸ユニット 20 a との交差角は、歯切り工具 2 のねじれ角 β に合わせて調整される。なお、主軸ユニット 20 a と砥石台 20 b とは、相対移動すればよく、主軸ユニット 20 a が移動可能な構成としてもよい。

30

【0024】

そして、主軸ユニット 20 a 及び砥石台 20 b が位置決めされることにより、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 と砥石車 3 の中心軸 X 3 とが交差角を有する状態に位置決めされる。このとき、砥石車 3 は、歯切り工具 2 の隣り合う刃 2 a の間、すなわち刃溝に位置決めされる。

40

【0025】

この状態で、歯切り工具 2 が中心軸 X 2 周り（ $\theta 2 2$ ）に回転される。また、砥石車 3 は、中心軸 X 3 周り（ $\theta 3$ ）に回転される。さらに、砥石車 3 は、歯切り工具 2 の回転に同期して、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 方向（M 3 1）、歯切り工具 2 の径方向（M 3 2）、及び、歯切り工具 2 の回転接線方向（並進方向）（M 3 3）に相対移動する。このようにして、歯切り工具 2 の刃 2 a の刃側面が研削される。

【0026】

砥石車 3 は、歯切り工具 2 の刃溝に沿って回転しながら往復移動してもよいし、一方向のみに移動してもよい。また、砥石車 3 は、歯切り工具 2 の刃溝の両側を同時に研削するが、刃溝の片側を研削してもよいし、歯切り工具 2 の回転方向が変わっても歯切り工具 2

50

の回転方向に合わせて歯切り工具 2 の刃溝を研削できるように追従してもよい。

【0027】

(1 - 3 . 歯切り工具 2 の刃 2 a の詳細形状)

次に、歯切り工具 2 の刃 2 a の詳細形状について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。まず、図 3 を参照して、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 に直交する平面における、歯切り工具 2 の刃 2 a の断面形状について説明する。ここで、図 3 において、円弧状の二点鎖線は、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 を中心とする円弧である。

【0028】

図 3 に示すように、歯切り工具 2 は、隣り合う 2 つの刃 2 a として、第一刃 2 1、及び、第一刃 2 1 に隣り合う第二刃 2 2 を備える。さらに、歯切り工具 2 は、第一刃 2 1 と第二刃 2 2 との間には、刃底面 2 3 を備える。刃底面 2 3 は、図 3 の小径の二点鎖線の円弧にて示すように、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 を中心とする円弧に沿った形状である。

10

【0029】

第一刃 2 1 は、第一刃側面 2 1 a、第一刃先面 2 1 b、第一刃先角部 2 1 c、第一刃元角部 2 1 d を備える。また、第二刃 2 2 は、第二刃側面 2 2 a、第二刃先面 2 2 b、第二刃先角部 2 2 c、第二刃元角部 2 2 d を備える。第一刃側面 2 1 a と第二刃側面 2 2 a とは、向かい合う面である。第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a は、湾曲凸状に形成されている。第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b は、図 3 の大径の二点鎖線の円弧にて示すように、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 を中心とする円弧に沿った形状である。

【0030】

20

第一刃先角部 2 1 c は、第一刃側面 2 1 a と第一刃先面 2 1 b とを接続する部位である。第二刃先角部 2 2 c は、第二刃側面 2 2 a と第二刃先面 2 2 b とを接続する部位である。また、本実施形態においては、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、湾曲凸状に形成されている。なお、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、湾曲凸状に限られず、平面状の面取り形状としてもよい。

【0031】

また、本実施形態においては、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a との境界に共通する接線を有するように形成されている。つまり、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a との間に段差又は尖り部を有することのないように、滑らかに接続されている。

30

【0032】

さらに、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b との境界に共通する接線を有するように形成されている。つまり、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b との間に段差又は尖り部を有することのないように、滑らかに接続されている。

【0033】

第一刃元角部 2 1 d は、第一刃側面 2 1 a と刃底面 2 3 とを接続する部位である。第二刃元角部 2 2 d は、第二刃側面 2 2 a と刃底面 2 3 とを接続する部位である。第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d は、湾曲凹状に形成されている。

40

【0034】

第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d は、第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a との境界に共通する接線を有するように形成されている。つまり、第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d は、第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a との間に段差又は尖り部を有することのないように、滑らかに接続されている。さらに、第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d は、刃底面 2 3 との境界に共通する接線を有するように形成されている。つまり、第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d は、刃底面 2 3 との間に段差又は尖り部を有することのないように、滑らかに接続されている。

【0035】

次に、図 4 を参照して、砥石車 3 の中心軸 X 3 に直交する平面における、歯切り工具 2

50

の刃 2 a の断面形状について説明する。ここで、図 4 において、楕円弧状の二点鎖線は、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 を中心とする円弧を、IV - IV 線上に投影した線である。

【 0 0 3 6 】

歯切り工具 2 の刃 2 a は、上述したように、ねじれ角 β を有する。そして、砥石車 3 は、刃 2 a の刃溝に沿って位置決めされる。そのため、砥石車 3 の中心軸 X 3 は、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 に対してねじれている（立体交差している）。さらに、歯切り工具 2 の刃 2 a は、前逃げ角 α を有する。そのため、刃 2 a の外径は、すくい面 2 b から遠ざかるに従って、小さくなる。

【 0 0 3 7 】

これらのことから、砥石車 3 の中心軸 X 3 を通る平面における、歯切り工具 2 の第一刃 2 1 及び第二刃 2 2 の断面形状は、図 4 に示すようになる。つまり、当該平面（図 2 B の IV - IV 線を通る平面）において、第一刃 2 1 は、第二刃 2 2 よりも、すくい面 2 b（図 2 A 及び図 2 B に示す）側に位置する。つまり、砥石車 3 の IV - IV 線を通る平面上の第一刃 2 1 と第二刃 2 2 の加工面は、歯切り工具 2 の中心軸 X 2 方向で異なる位置になる。そのため、当該平面において、第一刃 2 1 は、第二刃 2 2 よりも大径となる。

【 0 0 3 8 】

詳細には、当該平面（図 4 に示す断面）において、第一刃先面 2 1 b は、第二刃先面 2 2 b より大径となり、刃底面 2 3 における第一刃 2 1 側は、刃底面 2 3 における第二刃 2 2 側より大径となる。当然に、当該平面において、第一刃先角部 2 1 c 及び第一刃元角部 2 1 d は、第二刃先角部 2 2 c 及び第二刃元角部 2 2 d より大径となる。なお、ここでいう径とは、当該平面上における歯切り工具 2 の中心軸 X 2 の点からの距離を意味する。

【 0 0 3 9 】

（ 1 - 4 . 砥石車 3 の詳細形状 ）

次に、砥石車 3 の詳細形状について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。図 5 に示すように、砥石車 3 は、外周側に、最外周面 3 a、第一砥石側部 3 b、第一砥石元部 3 c、第一砥石先角部 3 d、第一砥石元角部 3 e、第二砥石側部 3 f、第二砥石元部 3 g、第二砥石先角部 3 h、第二砥石元角部 3 i を備える。ここで、第一砥石側部 3 b、第一砥石元部 3 c、第一砥石先角部 3 d、第一砥石元角部 3 e は、第一刃 2 1 を研削する部位としての第一砥石群を構成する。一方、第二砥石側部 3 f、第二砥石元部 3 g、第二砥石先角部 3 h、第二砥石元角部 3 i は、第二刃 2 2 を研削する部位としての第二砥石群を構成する。

【 0 0 4 0 】

最外周面 3 a は、円筒状に形成される。第一砥石側部 3 b は、砥石車 3 の一方の端面に形成され、歯切り工具 2 の第一刃 2 1 の第一刃側面 2 1 a を研削する。第一砥石元部 3 c は、砥石車 3 の一方の端面に形成され、第一刃 2 1 の第一刃先面 2 1 b を研削する。第一砥石先角部 3 d は、砥石車 3 の一方の端面に形成され、第一砥石側部 3 b と最外周面 3 a とを接続する部位であり、第一刃 2 1 の第一刃元角部 2 1 d を研削する。第一砥石元角部 3 e は、砥石車 3 の一方の端面に形成され、第一砥石側部 3 b と第一砥石元部 3 c とを接続する部位であり、第一刃 2 1 の第一刃先角部 2 1 c を研削する。

【 0 0 4 1 】

第二砥石側部 3 f は、砥石車 3 の他方の端面に形成され、歯切り工具 2 の第二刃 2 2 の第二刃側面 2 2 a を研削する。第二砥石元部 3 g は、砥石車 3 の他方の端面に形成され、第二刃 2 2 の第二刃先面 2 2 b を研削する。第二砥石先角部 3 h は、砥石車 3 の他方の端面に形成され、第二砥石側部 3 f と最外周面 3 a とを接続する部位であり、第二刃 2 2 の第二刃元角部 2 2 d を研削する。第二砥石元角部 3 i は、砥石車 3 の他方の端面に形成され、第二砥石側部 3 f と第二砥石元部 3 g とを接続する部位であり、第二刃 2 2 の第二刃先角部 2 2 c を研削する。

【 0 0 4 2 】

そして、第一砥石先角部 3 d 及び第二砥石先角部 3 h は、第一砥石側部 3 b 及び第二砥石側部 3 f との境界に共通する接線を有するように、且つ、最外周面 3 a との境界に共通する接線を有するように形成されている。第一砥石先角部 3 d 及び第二砥石先角部 3 h は

、第一刃元角部 2 1 d 及び第二刃元角部 2 2 d に対応する湾曲凸状に形成されている。

【 0 0 4 3 】

また、第一砥石元角部 3 e 及び第二砥石元角部 3 i は、第一砥石側部 3 b 及び第二砥石側部 3 f との境界に共通する接線を有するように、且つ、第一砥石元部 3 c 及び第二砥石元部 3 g との境界に共通する接線を有するように形成されている。第一砥石元角部 3 e 及び第二砥石元角部 3 i は、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c に対応する湾曲凹状に形成されている。

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、最外周面 3 a の半径は、 R_a であり、第一砥石元部 3 c の半径は、 R_c であり、第二砥石元部 3 g の半径は、 R_g である。ここで、図 5 に示すように、砥石車 3 の中心軸 X_3 を通る平面において、第一刃先面 2 1 b が第二刃先面 2 2 b より大径となり、且つ、第一刃先角部 2 1 c が第二刃先角部 2 2 c より大径となる。

10

【 0 0 4 5 】

そのため、第一砥石元部 3 c の半径 R_c は、第二砥石元部 3 g の半径 R_g より小さくされている。つまり、第一砥石元角部 3 e における砥石車 3 の中心軸 X_3 からの径方向位置は、第二砥石元角部 3 i における砥石車 3 の中心軸 X_3 からの径方向位置より、砥石車 3 の中心軸 X_3 寄りとなる。砥石車 3 の第一砥石群 (3 b , 3 c , 3 d , 3 e) と第二砥石群 (3 f , 3 g , 3 h , 3 i) は、歯切り工具 2 の中心軸 X_2 に対して直交する方向でなく異なる位置を研削する。

20

【 0 0 4 6 】

このような関係により、第一砥石元角部 3 e 及び第二砥石元角部 3 i が、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c を確実に研削することができ、且つ、第一砥石元部 3 c 及び第二砥石元部 3 g が、第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b を確実に研削することができる。

【 0 0 4 7 】

(1 - 5 . 歯切り工具 2 の前逃げ角 α と砥石車 3 の形状の関係)

上述したように、歯切り工具 2 が、ねじれ角 β を有すると共に前逃げ角 α を有するために、砥石車 3 における一方の端面と他方の端面とが異なる形状となることを説明した。そこで、前逃げ角 α を変化させた場合に、砥石車 3 の形状がどのように変化するかについて、シミュレーションを行った。シミュレーションの条件として、歯切り工具 2 の条件を、表 1 に示すように設定した。

30

【 0 0 4 8 】

【表 1】

モジュール	3
圧力角[deg]	20
ねじれ角 β [deg]	10
刃数	30
前逃げ角 α [deg]	0, 3, 6, 7.5, 9, 12, 15

40

【 0 0 4 9 】

この場合は、前逃げ角 α と、第一砥石元部 3 c の半径 R_c と第二砥石元部 3 g の半径 R_g の差との関係は、図 6 に示すようになった。前逃げ角 α が 0 deg の場合の砥石車 3 を図 7 A に示し、前逃げ角 α が 7 . 5 deg の場合の砥石車 3 を図 7 B に示し、前逃げ角 α が 1 5 deg の場合の砥石車 3 を図 7 C に示す。つまり、前逃げ角 α が大きくなるほど、第一砥石元部 3 c の半径 R_c と第二砥石元部 3 g の半径 R_g の差は、大きくなることが分かった。

50

【 0 0 5 0 】

< 2 . 第二実施形態 >

第一実施形態においては、砥石車 3 は、歯切り工具 2 の刃 2 a の第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b を研削するために、第一砥石元角部 3 c 及び第二砥石元角部 3 g を備えることとした。この他に、図 8 に示すように、砥石車 3 は、第一砥石元角部 3 c 及び第二砥石元角部 3 g を備えない構成としてもよい。

【 0 0 5 1 】

この場合、砥石車 3 は、外周側に、最外周面 3 a、第一砥石側部 3 b、第一砥石先角部 3 d、第一砥石元角部 3 e、第二砥石側部 3 f、第二砥石先角部 3 h、第二砥石元角部 3 i を備える。そして、第一実施形態と同様に、第一砥石元角部 3 e における砥石車 3 の中心軸 X 3 からの径方向位置と、第二砥石元角部 3 i における砥石車 3 の中心軸 X 3 からの径方向位置とは、異なる。なお、歯切り工具 2 の刃 2 a の第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b は、最外周面であるため、円筒研削盤によって研削されることになる。

【 0 0 5 2 】

< 3 . 実施形態の効果 >

以下に、第一実施形態及び第二実施形態の砥石車 3 による効果について説明する。

第一、第二実施形態における工作機械（研削盤）20 は、砥石車 3 を備える。砥石車 3 は、外周面に複数の刃 2 a を有する歯切り工具 2 を研削する砥石車である。ここで、歯切り工具 2 の刃 2 a は、前逃げ角 α 及びねじれ角 β を有する。

【 0 0 5 3 】

そして、砥石車 3 は、一方の端面に形成され、歯切り工具 2 の第一刃 2 1 における第一刃側面 2 1 a を研削する第一砥石側部 3 b と、一方の端面に形成され、第一刃 2 1 における第一刃側面 2 1 a と第一刃先面 2 1 b とを接続する第一刃先角部 2 1 c を研削する第一砥石元角部 3 e とを備える。さらに、砥石車 3 は、他方の端面に形成され、第一刃 2 1 に隣り合う第二刃 2 2 における第二刃側面 2 2 a を研削する第二砥石側部 3 f と、他方の端面に形成され、第二刃 2 2 における第二刃側面 2 2 a と第二刃先面 2 2 b とを接続する第二刃先角部 2 2 c を研削する第二砥石元角部 3 i とを備える。そして、第一砥石元角部 3 e と第二砥石元角部 3 i は、砥石車 3 の中心軸 X 3 から異なる径方向位置に形成されている。

【 0 0 5 4 】

つまり、砥石車 3 は、第一砥石側部 3 b、第一砥石元角部 3 e、第二砥石側部 3 f 及び第二砥石元角部 3 i を有する。砥石車 3 における各部 3 b、3 e、3 f、3 i は、第一刃 2 1 における第一刃側面 2 1 a 及び第一刃先角部 2 1 c、並びに、第二刃 2 2 における第二刃側面 2 2 a 及び第二刃先角部 2 2 c を研削する部位となる。

【 0 0 5 5 】

ここで、歯切り工具 2 の刃 2 a は、前逃げ角 α を有する。つまり、刃 2 a の一方端面（すくい面 2 b 側の端面）から刃すじ方向（刃溝方向に等しい）に行くに従って、刃先面における歯切り工具 2 の中心軸 X 2 からの距離が徐々に小さくなっている。さらに、歯切り工具 2 の刃 2 a は、ねじれ角 β を有する。そのため、砥石車 3 が刃溝に位置する状態において、砥石車 3 の一方の端面側に存在する第一刃 2 1 の第一刃先面 2 1 b の高さ、砥石車 3 の他方の端面側に存在する第二刃 2 2 の第二刃先面 2 2 b の高さは、異なる。

【 0 0 5 6 】

そこで、砥石車 3 において、第一砥石元角部 3 e と第二砥石元角部 3 i は、砥石車 3 の中心軸 X 3 から異なる径方向位置に形成されている。従って、砥石車 3 が刃溝に位置する状態において、第一砥石元角部 3 e は、第一刃先角部 2 1 c に対応する位置に位置し、第二砥石元角部 3 i は、第二刃先角部 2 2 c に対応する位置に位置する。つまり、砥石車 3 は、確実に、第一刃側面 2 1 a、第一刃先角部 2 1 c、第二刃側面 2 2 a 及び第二刃先角部 2 2 c を研削することができる。結果として、砥石車 3 を用いることにより、多数の砥石車を必要とせずに、且つ、複数の研削工程を必要としないため、低コスト化を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

また、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c は、第一刃側面 2 1 a 及び第二刃側面 2 2 a との境界に共通する接線を有する湾曲凸状に形成され、第一砥石元角部 3 e 及び第二砥石元角部 3 i は、上記の湾曲凸状に対応する湾曲凹状に形成される。これにより、第一刃側面 2 1 a と第一刃先角部 2 1 c との接続部分を、滑らかに形成できる。第二刃側面 2 2 a と第二刃先角部 2 2 c との接続部分も同様である。

【 0 0 5 8 】

また、第一実施形態における砥石車 3 は、さらに、一方の端面に形成され、第一刃 2 1 における第一刃先面 2 1 b を研削する第一砥石元部 3 c と、他方の端面に形成され、第二刃 2 2 における第二刃先面 2 2 b を研削する第二砥石元部 3 g とを備える。そして、第一砥石元部 3 c と第二砥石元部 3 g は、砥石車 3 の中心軸 X 3 から異なる径方向位置に形成されている。これにより、砥石車 3 は、確実に、第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b を研削することができる。

10

【 0 0 5 9 】

また、第二実施形態における砥石車 3 は、第一刃先面 2 1 b 及び第二刃先面 2 2 b を研削しないようにしている。このようにしても、砥石車 3 は、第一刃先角部 2 1 c 及び第二刃先角部 2 2 c を研削することから、十分に効果がある。

【 0 0 6 0 】

また、第一実施形態及び第二実施形態において、歯切り工具 2 は、スカイピング加工に用いる工具としている。スカイピング加工に用いる歯切り工具 2 では、刃側面 2 1 a , 2 2 a の形状が非常に複雑となるため、刃先角部 2 1 c , 2 2 c を研削することも容易ではない。しかし、上記の砥石車 3 を適用することにより、スカイピング加工に用いる歯切り工具 2 の刃 2 a を高精度に研削することができる。

20

【 0 0 6 1 】

また、第一実施形態及び第二実施形態における砥石車 3 は、歯切り工具 2 を歯切り工具 2 の中心軸 X 2 周りに回転させる場合に、砥石車 3 の中心軸 X 3 周りに回転させながら、歯切り工具 2 の回転接線方向である並進方向 (M 3 3) に移動させることにより、歯切り工具 2 を研削している。このような研削方法を適用することで、当該砥石車 3 によって、第一刃側面 2 1 a 、第一刃先角部 2 1 c 、第二刃側面 2 2 a 及び第二刃先角部 2 2 c を確実に研削可能となる。

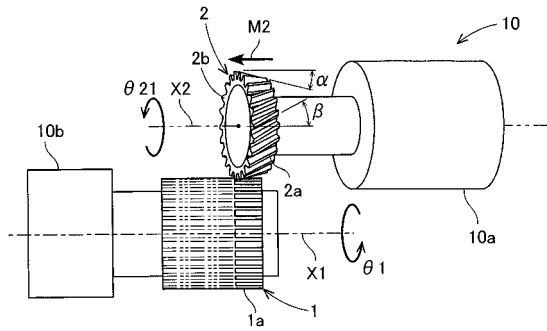
30

【 符号の説明 】

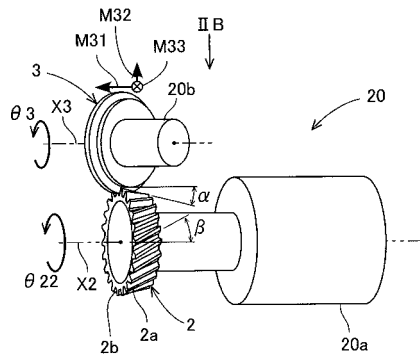
【 0 0 6 2 】

1 : 歯車、 2 : 工具、 2 a : 刃、 3 : 砥石車、 3 a : 最外周面、 3 b : 第一砥石側部、 3 c : 第一砥石元部、 3 d : 第一砥石先角部、 3 e : 第一砥石元角部、 3 f : 第二砥石側部、 3 g : 第二砥石元部、 3 h : 第二砥石先角部、 3 i : 第二砥石元角部、 2 1 : 第一刃、 2 1 a : 第一刃側面、 2 1 b : 第一刃先面、 2 1 c : 第一刃先角部、 2 1 d : 第一刃元角部、 2 2 : 第二刃、 2 2 a : 第二刃側面、 2 2 b : 第二刃先面、 2 2 c : 第二刃先角部、 2 2 d : 第二刃元角部、 2 3 : 刃底面、 R c : 第一砥石元部の半径、 R g : 第二砥石元部の半径

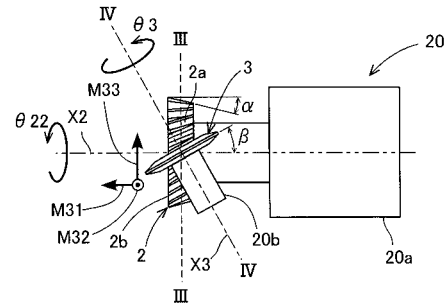
【 図 1 】



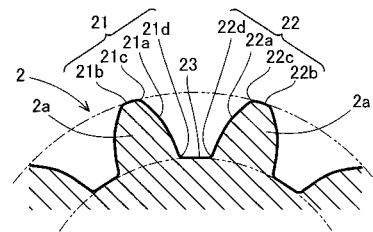
【 図 2 A 】



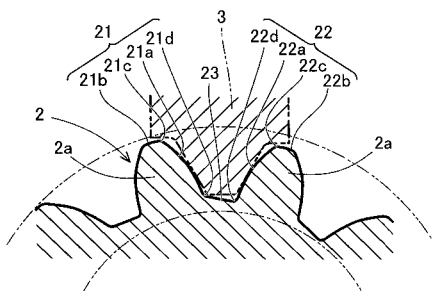
【 図 2 B 】



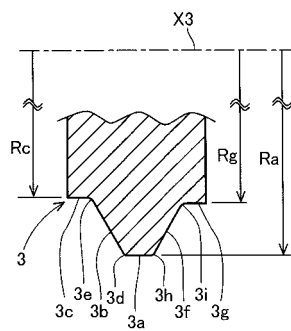
【 図 3 】



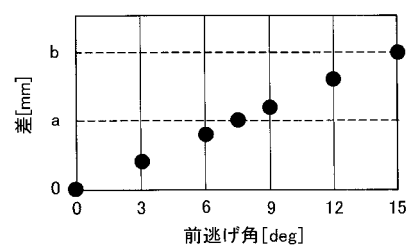
【 図 4 】



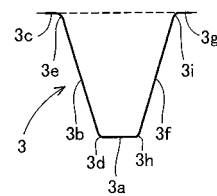
【 図 5 】



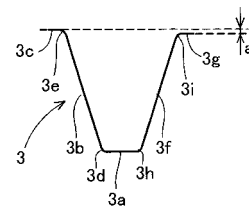
【 図 6 】



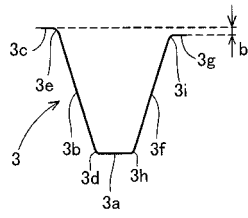
【 図 7 A 】



【 図 7 B 】



【 図 7 C 】



【 図 8 】

