

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6451377号
(P6451377)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int.Cl.

B24D 5/14 (2006.01)

F 1

B 2 4 D 5/14

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-26043 (P2015-26043)
 (22) 出願日 平成27年2月13日 (2015.2.13)
 (65) 公開番号 特開2016-147353 (P2016-147353A)
 (43) 公開日 平成28年8月18日 (2016.8.18)
 審査請求日 平成30年1月15日 (2018.1.15)

(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 優
 (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 渡邊 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 亀田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 砥石車及び砥石車の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円板状部材と、
 前記円板状部材の外周面に配置される砥石層と、
 を備える砥石車であって、
 前記砥石層は、前記円板状部材の周方向に分割される複数の周方向分割砥石チップを備え、

前記周方向分割砥石チップは、それぞれ性状の異なる第一砥石チップ及び第二砥石チップが前記砥石車の軸線方向に配列されて形成され、

前記第一砥石チップと前記第二砥石チップとの境界部の形状は、前記軸線方向における変位成分を有し、前記軸線方向で異なる位置を接続する形状であり、前記軸線方向において前記境界部が存在する範囲において、前記第一砥石チップおよび前記第二砥石チップの両方を備える、砥石車。

【請求項 2】

前記複数の周方向分割砥石チップのすべての前記境界部の形状は同一形状である、請求項1に記載の砥石車。

【請求項 3】

前記複数の周方向分割砥石チップの前記境界部の形状は異なる形状である、請求項1に記載の砥石車。

【請求項 4】

前記複数の周方向分割砥石チップの各前記境界部の形状は、前記境界部の前記軸線方向の一端から他端に向かって連続的に接続された形状である、請求項 1 - 3 の何れか 1 項に記載の砥石車。

【請求項 5】

前記複数の周方向分割砥石チップの各前記境界部の形状は、前記軸線方向に対して同一の傾きで形成される、請求項 4 に記載の砥石車。

【請求項 6】

砥石車の製造方法であって、

前記砥石車は、請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の砥石車であり、

前記砥石車の製造方法は、

10

前記円板状部材の外周面に前記複数の周方向分割砥石チップがそれぞれ備える各前記第一及び第二砥石チップを配置することにより前記砥石層を形成する、砥石車の製造方法。

【請求項 7】

前記砥石車の製造方法は、

前記境界部が予め定めた仮の形状となるように、請求項 6 に記載の製造方法によって仮の砥石層を形成し、仮の砥石車を製作する仮製造工程と、

前記仮の砥石層によって、試し加工品を加工する試し加工工程と、

前記試し加工品の加工後における前記仮の砥石層に生じた試し加工段差の大きさと、予め設定された目標段差の大きさとの差異を確認し、前記試し加工段差の大きさが前記目標段差の大きさと同じになるよう前記境界部の最終形状を決定する境界部形状決定工程と、

20

前記境界部が前記決定された最終形状となるように、前記円板状部材の外周面に前記複数の周方向分割砥石チップのそれぞれの前記第一及び第二砥石チップを配置し前記砥石層を形成する境界部製造工程と、を備える請求項 6 に記載の前記砥石車の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、砥石車及び砥石車の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、自動車用クランクシャフトのジャーナルやクランクピン等を研削加工する研削砥石がある（下記特許文献 1 参照）。特許文献 1 に開示される研削砥石には、砥石車を形成する円板状部材の外周面に、異なる性状を有する 2 種類の砥石層がチップ状に分割されて設けられている。詳細には、円板状部材の外周面の回転軸方向両端角部は、研削時に大きな研削抵抗が生じるため、粒径が大きな砥粒によって形成された摩耗しにくい砥石層が設けられている。また、外周面の両端角部の間の円筒部には、大きな研削抵抗が生じないので、高い仕上げ精度が望める、粒径が小さく摩耗しやすい砥粒によって形成された砥石層が設けられている。しかし、上記においては、摩耗しにくい砥石層と摩耗しやすい砥石層とが軸方向で隣り合い、同時に研削作業を行なうので、両砥石層の摩耗の度合いが異なり、境界部に段差が発生してしまう。このため、工作物にこの段差が転写され、仕上げ精度が悪化する虞がある。

30

【0003】

そこで、特許文献 1 の研削砥石では、2 種類の砥石チップによって形成された軸方向の境界部を、外周面の周方向において、図 6 に示すような連続した一直線形状とはせず、図 3 に示すように 1 つずつ互い違いにずれる、いわゆる千鳥状に配置している。これにより、摩耗しにくい砥石層と摩耗しやすい砥石層との間の境界部における大きな段差の発生が抑制され、延いては工作物に転写される段差の発生が抑制される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 188640 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上述の研削砥石では、外周面の周方向において、境界部を1つずつ互い違いにずらすのみである。このため、摩耗しにくい砥石層と摩耗しやすい砥石層との間の境界部における摩耗による段差の発生を十分抑制することは困難である。

【0006】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、異なる性状の砥石層が軸線方向に2種類設けられ、異なる形状の被研削部を有した工作物を良好な仕上げ精度で研削可能とする、砥石車及び砥石車の製造方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明に係る砥石車は、円板状部材と、前記円板状部材の外周面に配置される砥石層と、を備える砥石車であって、前記砥石層は、前記円板状部材の周方向に分割される複数の周方向分割砥石チップを備え、前記周方向分割砥石チップは、それぞれ性状の異なる第一砥石チップ及び第二砥石チップが前記砥石車の軸線方向に配列されて形成され、前記第一砥石チップと前記第二砥石チップとの境界部の形状は、前記軸線方向における変位成分を有し、前記軸線方向で異なる位置を接続する形状であり、前記軸線方向において前記境界部が存在する範囲において、前記第一砥石チップおよび前記第二砥石チップの両方を備える。

20

【0008】

上記態様によれば、各周方向分割砥石チップの境界部が存在する軸線方向の範囲内では、第一砥石チップと第二砥石チップとが所定の割合で混在された状態となり、砥石車の軸線方向で見るとその混在の割合は変化している。このため、砥石車が工作物を加工した際、軸線方向における境界部の範囲内で発生する摩耗は、その大きさが第一砥石チップ単体で生じる摩耗の大きさと、第二砥石チップ単体で生じる摩耗の大きさとのあいだの大きさとなる。これにより、本発明品においては、軸線方向における境界部の範囲内において、第一砥石チップと第二砥石チップとの間に発生する段差は、第一砥石チップ及び第二砥石チップが、軸線方向において境界部の幅が殆どない状態で配置された場合に発生する段差と比べて、緩やかとなり、延いては工作物の仕上げ精度が良好となる。

30

【0009】

本発明に係る砥石車の製造方法は、上記の砥石車の製造方法であり、前記円板状部材の外周面に前記複数の周方向分割砥石チップのそれぞれの前記第一及び第二砥石チップを配置することにより前記砥石層を形成する。このような製造方法によって、上記と同様の効果を有する砥石車が製造できる。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1A】第一実施形態に係る砥石車を示す正面図である。

40

【図1B】図1Aの砥石車の側面図である。

【図2】砥石層の軸線回りの展開図面である。

【図3】周方向分割砥石チップA～Pの拡大図である。

【図4】周方向分割砥石チップA～Pの表面状態を説明するための模式図である。

【図5】第一実施形態に係る砥石車を装着した研削盤を示す図である。

【図6】第一実施形態に係る砥石車と工作物との関係を示す図である。

【図7】図2の周方向分割砥石チップA～Dに対応する変形例1を説明する図である。

【図8】図2の周方向分割砥石チップA～Dに対応する変形例2を説明する図である。

【図9】図2の周方向分割砥石チップA～Dに対応する変形例3を説明する図である。

【図10】第二実施形態に係る砥石車の製造方法のフローチャートである。

【図11】第三実施形態に係る砥石車と工作物Wとの関係を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

<第一実施形態>

(砥石車の構成)

以下、本発明の砥石車の第一実施形態を、図面に基づいて説明する。図1Aに示すように、砥石車10は、円板状ベース13(本発明の円板状部材に相当する)と、円板状ベース13の外周面に配置される砥石層16と、を備える。円板状ベース13は、鉄、アルミニウム等の金属又は樹脂等で成形される。円板状ベース13は、砥石車10の回転軸線回り(以降、軸線回りとのみ称す)に回転駆動される。

【0012】

10

なお、以降、特別な説明なしに軸線といった場合、砥石車10の回転軸線のことをいう。また、特別な説明なしに軸線方向といった場合、砥石車10の回転軸線の方向のことをいう。砥石層16は、周方向に等分に分割される複数(本実施形態では16個)の周方向分割砥石チップA～Pを備える。なお、第一実施形態では、周方向分割砥石チップA～Pは、全て予め設定された同一形状で形成されるが、説明の都合上、周方向分割砥石チップA～Pに分けて表記する。砥石車10は、例えば自動車用クランクシャフトのクランクピン、ジャーナル等のような外周に設けられた凹溝を研削対象とする総形の砥石車である。

【0013】

図1B、及び各周方向分割砥石チップA～Pを砥石車10の円板状ベース13の周方向、且つ軸線回りに平面展開した図2に示すように、各周方向分割砥石チップA～Pは、それぞれ2個の第一砥石チップ11、1個の第二砥石チップ12、及び2箇所の境界部18a～18pを備える。第一砥石チップ11、第二砥石チップ12及び境界部18a～18pは、各周方向分割砥石チップA～Pにおいて、それぞれ軸線方向に予め設定された順序で整列し、配列される(図3参照)。予め設定された順序は、図3左側(または右側)から第一砥石チップ11 境界部18a～18p 第二砥石チップ12 境界部18a～18p 第一砥石チップ11の順である。第一砥石チップ11及び第二砥石チップ12は、それぞれ砥石として異なる性状を有する(詳細は後述する)。境界部18a～18pは、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12との接触部であり境界部分である。

20

【0014】

(境界部18a～18pの詳細説明)

30

図1B、図2に示すように、各周方向分割砥石チップA～Pにおける左側の全ての境界部18a～18pが同一の形状で形成される。また、各周方向分割砥石チップA～Pにおける右側の全ての境界部18a～18pも同一の形状で形成される。そして、本実施形態では、左右の境界部18a～18pは全て同一形状である。このように同じ形状を備える左右の境界部18a～18pであるが、説明の便宜上、以降においては、各周方向分割砥石チップA～Pにおける左側の境界部18a～18pを、境界部18a1～18p1と称す。また、同様に、各周方向分割砥石チップA～Pにおける右側の境界部18a～18pを、境界部18a2～18p2と称す(図2参照)。

【0015】

40

各周方向分割砥石チップA～Pを示す図3に示すように、左側の境界部18a1～18p1、及び右側の境界部18a2～18p2は、各周方向分割砥石チップA～Pが、それぞれ周方向両側で隣接する周方向分割砥石チップのうち一方の周方向分割砥石チップとの境界線L1に対する角度 θ が同じ角度、つまり、軸線方向に対して同一の傾きになるよう設けられる。これにより、境界部18a1～18p1、18a2～18p2をそれぞれ形成する各周方向分割砥石チップA～Pの各2個の第一砥石チップ11の第二砥石チップ12側の各端面は、お互い平行に形成される。

【0016】

なお、上記において、境界線L1との間で形成される各境界部18a1～18p1、18a2～18p2の角度 θ は、図3に示すように、砥石層16を周方向に展開し平面状態とした場合における角度である。そして、境界線L1は、砥石層16のいずれかの位置

50

に、軸線を投影させた状態で砥石層 16 を円周方向に展開した平面状態における軸線と平行な線である。よって、角度 θ は、砥石層 16 のいずれかの位置に軸線を投影させた状態で砥石層 16 を円周方向に展開した平面状態における軸線に対する角度であるといえる。

【0017】

上記より、左右の第一砥石チップ 11 は、第二砥石チップ 12 の重心 C1 を中心として点対称形状で形成でき、よって左右の各第一砥石チップ 11 には、同じ砥石チップが利用できる。これにより、本実施形態では、同じ型で成形した 32 個の第二砥石チップ 12 が、図 2 における砥石車 10 の左右 16 個ずつの第一砥石チップ 11 として利用でき効率的である。

10

【0018】

図 3 に示すように、各第一砥石チップ 11 は、本体部 11a と延在部 11b とを備える。そして、各第一砥石チップ 11 は、図 1B に示すように、円板状ベース 13 の外周面に R 形状で形成された、軸線方向において両端となる角部 (R 部) 内に配置される。また、各第一砥石チップ 11 のうち延在部 11b は、軸線方向において各境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr が存在する範囲である範囲 Ra 及び範囲 Rb 内に配置される。よって、本体部 11a は、角部 (R 部) 内において、主に範囲 Ra 及び範囲 Rb 以外の位置である、角部 (R 部) の側面に配置される。なお、範囲 Ra は、図 3 において、左側の境界部 18a1 が存在する軸線方向の範囲である。範囲 Rb は、図 3 において、右側の境界部 18ar が存在する軸線方向の範囲である。

20

【0019】

図 3 に示すように、各第二砥石チップ 12 は、本体部 12a と、軸線方向両側にそれぞれ延びる延在部 12b、12c とを備える。本体部 12a は、円板状ベース 13 の外周面の円筒部 Cy に配置される。また、延在部 12b、12c は、範囲 Ra、Rb 内に配置される。詳細には、延在部 12b、12c は、円筒部 Cy に配置される本体部 12a の軸方向両端から、各第一砥石チップ 11 の各延在部 11b、11b の軸方向端部に接するよう、各第一砥石チップ 11 の方向に延びている。

【0020】

前述したように、各第二砥石チップ 12 の延在部 12b、12c と、各第一砥石チップ 11 の各延在部 11b、11b の接觸する部分である境界部は、砥石車 10 の軸線方向に対して同一の傾きで形成される。詳細には、各第二砥石チップ 12 の延在部 12b、12c と、各第一砥石チップ 11 の各延在部 11b、11b の間の接觸部 (境界) で形成される境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr は、砥石層 16 の周方向、且つ軸線周りに展開された平面状態において、図 3 に示す一端 U から他端 V に向かって、同一の傾き θ を有する直線で形成される。

30

【0021】

即ち、各境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr の形状は、軸線方向で異なる位置 (例えば点 P1、P2) を接続する形状である。別の言い方をすると、各境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr の形状は、展開された平面状態において、軸線方向における変位成分を有している。また、別の言い方をすると、各境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr の形状は、展開された平面状態において、一端 U から他端 V に向かって、軸線方向において同一方向へ連続的に接続された形状であり、かつ直線形状である。

40

【0022】

図 4 に示すように、第一砥石チップ 11 は、CBN、ダイヤモンド等の超砥粒 14 を結合材 15 で結合し形成されたものである。なお、図 4 は、周方向分割砥石チップ A ~ P の表面状態を拡大して示す模式図である。第一砥石チップ 11 は、一例として、粒度 #80 の CBN 砥粒が、ビトリファイド結合材 15 により、集中度 200 で例えば 4 ~ 8 mm の厚さに結合されて成形される。従って、第一砥石チップ 11 は、砥石の粒径が大きな粗研削用であり、硬度が高く比較的摩耗しにくい砥石チップである。

50

【0023】

図4に示すように、第二砥石チップ12は、CBN、ダイヤモンド等の超砥粒19を結合材20で結合し形成されたものである。結合材20は、第一砥石チップ11の結合材15より弾性力のある結合材である。第二砥石チップ12は、一例として、粒度#800のCBN砥粒が、レジノイド結合材20により、集中度30で例えば4~8mmの厚さに結合されて成形される。レジノイド結合材20としては、例えばフェノール樹脂が使用される。従って、第二砥石チップ12は、砥石の粒径が小さな仕上げ研削用であり、硬度が低く比較的摩耗しやすい砥石チップである。

【0024】

図4に示すように、境界部18a1~18p1、18ar~18prは、詳細に観察すると微小な幅を有し、第二砥石チップ12が有する粒度#800の例えばCBN砥粒(超砥粒19)と、第一砥石チップ11が有する粒度#80の例えばCBN砥粒(超砥粒14)とが、混在している。境界部18a1~18p1、18ar~18prでは、ビトリファイド結合材15及びレジノイド結合材20も混在している。よって、境界部18a~18pは、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12の両方の特性を有しており、摩耗のし易さは、第一砥石チップ11の摩耗のし易さと第二砥石チップ12の摩耗のし易さとのほぼ中間であるといえる。

10

【0025】

境界部18a1~18p1、18ar~18prの幅は、各超砥粒14、19を1~2個分収容可能な幅であり、後述する焼成時に生じる成り行きの幅である。また、境界部18a1~18p1、18ar~18prの厚さは、第一砥石チップ11、及び第二砥石チップ12と、ほぼ同じであるものとする。本発明においては、このように形成された、範囲Ra、範囲Rb内における境界部18a1~18p1、18ar~18pr自体の配置の仕方を工夫し、境界部18a1~18p1、18ar~18prに発生する段差を緩やかなものとして、工作物Wに転写され発生する段差を抑制するものである。

20

【0026】

なお、境界部18a1~18p1、18ar~18prは、上記のような混合組成を有さなくてもよい。つまり、境界部18a1~18p1、18ar~18prでは、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12との境界線のみがあるものとし、境界線を境界部18a1~18p1、18ar~18prと称してもよい。このときにおける、境界部18a1~18p1、18ar~18prの厚みとは、第一砥石チップ11、及び第二砥石チップ12の端部の厚みであると解釈すればよい。

30

【0027】

そして、上記のように形成された同じ厚さの各砥石チップ11、12、11及び境界部18a1~18p1、18ar~18prが、円板状ベース13の外周面に軸線方向に上記で説明した順番で並べられて周方向分割砥石チップA~Pがそれぞれ形成される。

【0028】

(砥石車10の製造方法)

次に、砥石車10の製造方法について説明する。まず、周方向分割砥石チップA~Pの製造方法について説明する。第一砥石チップ11を製造するため、まず超砥粒14および結合材15等を混合した粉体が、たとえば、図3に示すような、各第一砥石チップ11の平面形状を呈したプレス下型上に均一厚さに充填される。なお、前述したように、図3に示す第二砥石チップ12の軸方向両側に配置される2個の第一砥石チップ11は、上下が反転しているだけで、個別にみると同じものである。

40

【0029】

その後、プレス下型上に充填された粉体が、第1上型によりプレスされて砥石チップ素材が成形される。そして、プレス成形された砥石チップ素材が乾燥され、乾燥後に焼成されて図4に示す第一砥石チップ11が完成する。

【0030】

また、第二砥石チップ12は、第一砥石チップ11の製造方法と同様に、超砥粒19お

50

および結合材 20 等を混合した粉体が、たとえば、図 3 に示すような、第二砥石チップ 12 の平面形状を呈したプレス下型上に均一厚さに充填される。その後、プレス下型上に充填された粉体が、第 1 上型によりプレスされて砥石チップ素材が成形される。そして、プレス成形された砥石チップ素材が乾燥され、乾燥後に焼成されて図 4 に示す第二砥石チップ 12 が完成する。

【0031】

境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr は、第一砥石チップ 11 と第二砥石チップ 12 とを、図 2、図 3 に示すように配置し、境界部を相互に接触させた状態で焼成することにより製作する。このとき、第一砥石チップ 11 は、第二砥石チップ 12 の軸線方向両端で、その向きが重心 C1 を中心とする点対称に回転された状態で配置される。そして、焼成した第一砥石チップ 11、第二砥石チップ 12 の境界部分では、結合材 15 及び結合材 20 が溶融する。このような状態で、各第一砥石チップ 11、及び第二砥石チップ 12 の各超砥粒 14、19 が混ざり合い境界部 18a1 ~ 18p1、18ar ~ 18pr が形成される（図 4 参照）。

10

【0032】

このように形成された同形状の各周方向分割砥石チップ A ~ P は、円板状ベース 13 の外周面の周方向全周に接着剤（図略）により連続的に貼付される。

【0033】

（研削盤 25 の構成）

次に、砥石車 10 が装着されて工作物 W を研削加工する研削盤 25 について図 5 に基づき説明する。図 5 に示すように、ベッド 26 上には、テーブル 27 が摺動可能に載置され、サーボモータ 28 によりボールねじを介して Z 軸方向に移動される。テーブル 27 上には、主軸台 29 と心押台 30 とが対向して取り付けられ、主軸台 29 と心押台 30 との間に工作物 W が Z 軸方向にセンタ支持される。主軸台 29 には主軸 31 が回転可能に軸承され、サーボモータ 32 により回転駆動される。工作物 W は主軸 31 にケレ回し等により連結されて回転駆動される。

20

【0034】

ベッド 26 上には、砥石台 34 が摺動可能に載置される。砥石台 34 は、サーボモータ 35 によりボールねじを介して Z 軸と直角に交差する X 軸方向に移動される。砥石台 34 には砥石軸 36 が回転可能に軸承される。砥石軸 36 は、ビルトインモータ 37 により回転駆動される。砥石軸 36 の先端には砥石車 10 の円板状ベース 13 に穿設された中心穴 38 が嵌合される。そして、砥石軸 36 の先端がボルトにより固定される。

30

【0035】

CNC 装置 40 は、サーボモータ 28、32、35 及びビルトインモータ 37 の駆動回路 41 乃至 44 に接続されている。CNC 装置 40 は、研削加工時に研削加工用 NC プログラムを順次実行して砥石車 10 に工作物 W を研削加工させる。

【0036】

（研削盤の作動について）

砥石車 10 に工作物 W を研削加工させるととき、CNC 装置 40 は、研削加工用 NC プログラムを実行し、砥石車 10 を高速回転速度で回転させる回転指令を、ビルトインモータ 37 の駆動回路 44 に出力する。また、CNC 装置 40 は、工作物 W を研削加工するのに適した周速度で回転させるための回転指令を、主軸 31 を回転駆動するサーボモータ 32 の駆動回路 42 に出力する。次に、CNC 装置 40 は、工作物 W が砥石車 10 と対向する位置に移動するよう、テーブル 27 を Z 軸方向に移動させる送り指令を、サーボモータ 28 の駆動回路 41 に出力する。

40

【0037】

砥石車 10 が工作物 W の研削箇所と対向すると、砥石台 34 を X 軸方向に粗研削送り速度で前進移動させる指令が、サーボモータ 35 の駆動回路 43 に出力される。これにより、砥石車 10 は、図略のクーラントノズルからクーラントを供給されながら工作物 W を研削加工する。

50

【0038】

(作用)

次に、砥石車10によって工作物Wを研削する場合の作用について詳細に説明する。前述したとおり、工作物Wはクランクシャフトであり、研削する部位は、クランクシャフトの凹部である、例えば、図6に示すクランクジャーナル45及びクランクジャーナルの軸線方向両側面46, 47(図6参照)である。以後、クランクジャーナル45及び軸線方向両側面46, 47は、凹部とのみ称す場合がある。

【0039】

図6に示すように、砥石車10は、総形の研削砥石であり、凹部よりも軸線方向(Z 軸方向)において若干大きな形状を有している。このため、砥石車10が、凹部内に切り込まれると、砥石車10は、摩耗のしにくい第一砥石チップ11の本体部11aが配置された軸線方向両端部(R 部)の側面部で、凹部の両側面46, 47(斜線部)を研削によって除去加工しながら切り込む。やがて、砥石車10の外周面の円筒部C_yが、凹部の底面であるクランクジャーナル45の外周面に到達する。これにより、第一砥石チップ11より、摩耗し易い第二砥石チップ12の本体部12aが、凹部の底面(クランクジャーナル45の外周面)と接触し、底面が研削され、仕上げ加工が行なわれる。

【0040】

このとき、各周方向分割砥石チップA～PのR部内における各範囲R_a、R_b内にそれぞれ延在して設けられた第一砥石チップ11の各延在部11bと、第二砥石チップ12の延在部12b, 12cとによって、凹部の底面と凹部の両側面46, 47との間のR部が研削加工される。

【0041】

この場合、第一砥石チップ11の各延在部11bと、第二砥石チップ12の延在部12b, 12cとの境界部によって形成される境界部18a1～18p1、18ar～18prの周方向では、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12とが所定の割合で混在する状態であり、その混在の割合は、軸線方向における各位置によって異なる。具体的には、第二砥石チップ12から各第一砥石チップ11側に向かう方向では、はじめに第二砥石チップ12の占める割合が多く、第一砥石チップ11側に向かうに従って、徐々に第一砥石チップ11の占める割合が増加し、やがて各範囲R_a、R_b外において第一砥石チップ11のみの状態となる。

【0042】

このため、砥石車10が凹部のR部を加工する際、軸線方向の範囲R_a、R_b内で発生する砥石車10の摩耗の大きさは、第一砥石チップ11単体での摩耗、および第二砥石チップ12単体での摩耗の中間の大きさとなる。なお、このときの中間とは、中央を意味するものではない。そして、本実施形態において、その大きさは第二砥石チップ12側では、第二砥石チップ12の混合割合が多い分だけ、多く摩耗する。また、軸線方向において、第一砥石チップ11に近づいて行くにつれ、第一砥石チップ11の混合割合が多くなっていくので、砥石車10は摩耗しにくくなっていく。

【0043】

このとき、砥石層16の平面展開状態において、境界部18a1～18p1、18ar～18prは、砥石層16の平面に投影された軸線(または直線L1)に対して一定の角度 θ の直線で形成される。これにより、軸線方向の範囲R_a、R_b内において、砥石層16の摩耗により発生する第一砥石チップ11と第二砥石チップ12との間の段差も、角度 θ の大きさに応じた直線テーパ状の段差となる。つまり、本実施形態において発生する当該直線テーパ状の段差は、性状の異なる第一砥石チップ11及び第二砥石チップ12が、軸線方向における境界部の長さが殆どない状態、即ち、角度 θ が90度となるよう配置された場合に発生する段差と比べて、緩やかにすることができる。このため、砥石層16の段差が転写される工作物Wの研削面の仕上げ精度を良好なものとすることができる。

【0044】

10

20

30

40

50

また、図1B、図6に示すように、第一砥石チップ11、及び境界部18a1～18p1、18ar～18prは、円板状ベース13の外周面に形成される円筒部C_yには配置されず、外周面の両端の各R部の一部に配置される。従って、たとえ、境界部18a1～18p1、18ar～18prに摩耗が発生し段差が生じても、円筒部C_yに設けられる第二砥石チップ12によって研削される工作物Wの凹部の底面（クランクジャーナル45の外周面）には、前記段差は転写されず、良好な仕上げ精度を得ることができる。

【0045】

<変形例1>

なお、上記実施形態においては、各第一砥石チップ11は、第二砥石チップ12の本体部の12aの重心C1を中心に点対称で形成される。また、展開され平面状態とされた砥石層16に形成された境界部18a1～18p1、18ar～18prが、ともに一端Uから他端Vに向かい、砥石層16に投影された軸線に対して同一の傾き θ となるよう、即ち相互に平行となるように形成された。しかし、この態様には限らない。図2のS部に対応する部分である図7に示すように、変形例1として、境界部18a1～18p1と境界部18ar～18prとは、第二砥石チップ12の本体部の12aの重心を通り軸線と直交する線L2に対して線対称とし、一端Uから他端Vに向かう、第一実施形態の図3に対応する傾きが、 θ_1 及び $(180^\circ - \theta_1)$ となるようにしてもよい。

【0046】

<変形例2>

また、変形例2として、図2のS部に対応する部分である図8に示すように、境界部18a1～18p1、18ar～18prのうち、周方向で隣り合う各境界部の角度 (α) 及び形状は、同じではなく相違していてもよい。このとき、境界部18a1～18p1、18ar～18prにおいて、隣り合う境界部同士のみの角度が異なるだけでなく、全ての境界部18a1～18p1、18ar～18prに対してどのような角度を設定してもよい。つまり、全ての境界部18a1～18p1、18ar～18prの角度が異なっていてもよいし、一定の法則を有して角度を変更してもよい。これによっても、相応の効果は得られる。

【0047】

<変形例3>

また、上記実施形態においては、境界部18a1～18p1、18ar～18prは、直線であるとした。しかしこの態様には限らない。境界部18a1～18p1、18ar～18prは、図2のS部に対応する部分である図9に示すように曲線を含んでいてよい。

【0048】

<第二実施形態>

次に、第二実施形態について、図10のフローチャートに基づき説明する。第二実施形態は、第一実施形態に対して、製造方法のみが異なる。よって、第一実施形態との相違点のみ説明し、同じ部分については説明を省略する。第一実施形態では、境界部18a1～18p1、18ar～18prの形状を、予め設定して各周方向分割砥石チップA～Pを製作した。しかし、この態様には限らず、第二実施形態では、各周方向分割砥石チップA～Pを試しに製作し、評価した後に、得た評価結果に基づいて、正式に各周方向分割砥石チップA～Pを製作する。つまり、結果をフィードバックしながら、所望の各周方向分割砥石チップA～Pを製作する。

【0049】

図10に示すように、第二実施形態における砥石車の製造方法は、仮製造工程S10と、試し加工工程S12と、境界部形状決定工程S14と、境界部製造工程S16と、を備える。

【0050】

仮製造工程S10は、境界部が、予め定めた仮の形状となるよう、仮の砥石層を上記第一実施形態の製造方法によって形成し、仮の砥石車を製造する。このとき、境界部の仮の

10

20

30

40

50

形状はどのようなものでもよい。次に、試し加工工程 S 1 2 では、製作した仮の砥石車の仮の砥石層によって、試し加工品を研削加工する。

【 0 0 5 1 】

境界部形状決定工程 S 1 4 では、まず、試し加工品の加工後における仮の砥石層に生じた試し加工段差の大きさと、予め設定された目標段差の大きさとの差異を確認する。そして、試し加工段差の大きさが目標段差の大きさと同じになるよう境界部の最終形状を決定する。このとき、境界部の形状は、第一実施形態、変形例 1 ~ 3 等で説明した形状が選択できる。また、境界部の軸線方向長さ（範囲 R a、R b）を長くすることによっても、軸線方向の範囲 R a、R b における段差を緩やかにすることができる。

【 0 0 5 2 】

境界部製造工程 S 1 6 は、円板状ベース 1 3 の外周面に複数の周方向分割砥石チップ A ~ P のそれぞれの第一及び第二砥石チップ 1 1, 1 2 を配置し、砥石層 1 6 を形成する境界部の形状が、境界部形状決定工程 S 1 4 で決定された最終形状となるように、砥石車 1 0 を製作する。これによって、研削時に所望の段差が形成可能な砥石車 1 0 が形成できる。

【 0 0 5 3 】

＜第三実施形態＞

次に、第三実施形態について説明する。第三実施形態は、第一、第二実施形態に対して、研削加工時における、研削対象である凹部に対する砥石車の相対的な大きさが異なるのみである。第一、第二実施形態では、砥石車 1 0 は外周の凹部よりも大きな断面形状を有した総形の研削砥石とした。しかし、第三実施形態では、砥石車 1 1 0 は、図 1 1 に示すように、凹部内に収容可能な大きさである。なお、砥石車 1 1 0 の構成は、第一、第二実施形態の砥石車 1 0 と同様である。よって、同様の構成には、第一、第二実施形態と同様の符号を付して説明する。

【 0 0 5 4 】

砥石車 1 1 0 によって工作物 W を研削する場合について説明する。前述したとおり、工作物 W はクランクシャフトであり、研削対象はクランクシャフトの凹部である。図 1 1 に示すように、砥石車 1 1 0 は、軸線方向において、凹部内に収容可能な大きさで形成されている。このため、砥石車 1 1 0 は、凹部の軸線方向両側面 4 6, 4 7 を研削によって除去加工するため、図 1 1 に示す矢印 A r 1, 矢印 A r 2 の方向にそれぞれ切り込む。つまり、砥石車 1 1 0 は、摩耗しにくい第一砥石チップ 1 1 を備えた軸線方向両端部（R 部）の側面で、凹部の両側面 4 6, 4 7 を除去加工する。そして、両側面 4 6, 4 7 の除去加工が終了すると、砥石車 1 1 0 の外周面が凹部の底面（クランクシャフトの外周面）に到達し、摩耗し易い第二砥石チップ 1 2 を備えた砥石車 1 1 0 の外周面の円筒部 C y によって凹部の底面の仕上げ研削加工が行なわれる。上記以外は、すべて第一、第二実施形態と同様である。このような態様によっても、第一、第二実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 5 5 】

なお、上記第一～第三実施形態の態様に限らず、境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1, 1 8 a r ~ 1 8 p r は、一端 U と他端 V との間の線分の中に、軸線方向で異なる 2 点を有していればよい。即ち、線分の中に、軸線方向の変位成分を有していればどのような形状で形成してもよい。例えば、境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1, 1 8 a r ~ 1 8 p r は、一端 U から他端 V に向かって S 字形状で形成されてもよい。また、境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1, 1 8 a r ~ 1 8 p r は、一端 U から軸線方向の変位成分を有して軸線方向に所定の量だけ変位したのち、他端 V で、軸線方向位置において一端 U と同じ位置に戻る、U 字形状で形成されてもよい。これらによっても、相応の効果は得られる。

【 0 0 5 6 】

（実施形態における効果）

上記実施形態によれば、砥石車 1 0 は、円板状ベース 1 3 (円板状部材) と、円板状ベース 1 3 の外周面に配置される砥石層 1 6 と、を備える砥石車 1 0 である。砥石層 1 6 は、円板状ベース 1 3 の周方向に分割される複数の周方向分割砥石チップ A ~ P を備える。

10

20

30

40

50

周方向分割砥石チップA～Pは、それぞれ性状の異なる第一砥石チップ11及び第二砥石チップ12が軸線方向に配列されて形成され、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12との境界部18a1～18p1、18ar～18prの形状は、軸線方向で異なる位置を接続する形状である。

【0057】

上記態様によれば、各周方向分割砥石チップA～Pの境界部18a1～18p1、18ar～18prが存在する軸線方向の範囲Ra、Rb内では、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12とが所定の割合で混在された状態となり、砥石車10の軸線方向で見るとその混在の割合は変化している。このため、砥石車10が工作物Wを加工した際、軸線方向における境界部18a1～18p1、18ar～18prの範囲Ra、Rb内で発生する摩耗は、その大きさが第一砥石チップ11単体で生じる摩耗の大きさと、第二砥石チップ12単体で生じる摩耗の大きさとのあいだの大きさとなる。これにより、本発明品においては、軸線方向における境界部18a1～18p1、18ar～18prの範囲Ra、Rb内において、第一砥石チップ11と第二砥石チップ12との間に発生する段差は、第一砥石チップ11及び第二砥石チップ12が、軸線方向において境界部の幅が殆どない状態で配置された場合に発生する段差と比べて、緩やかとなり、延いては工作物Wの仕上げ精度が良好となる。

【0058】

また、上記第一実施形態によれば、複数の周方向分割砥石チップA～Pのすべての境界部18a1～18p1、18ar～18prの形状は同一である。これにより、各周方向分割砥石チップA～Pにそれぞれ2個ずつ使用される第一砥石チップ11を全て共通の部材とすることことができ、低コスト化に寄与する。

【0059】

また、上記第一実施形態の変形例1～3によれば、複数の周方向分割砥石チップA～Pの境界部18a1～18p1、18ar～18prの形状は異なる。これにより、境界部18a1～18p1、18ar～18prに発生する段差の形状を所望の形状に調整しやすい。

【0060】

また、上記実施形態によれば、複数の周方向分割砥石チップA～Pの各境界部18a1～18p1、18ar～18prは、境界部18a1～18p1、18ar～18prの軸線方向における一端Uから他端Vに向かって連続的に接続される。これにより、境界部全幅に亘って境界部18a1～18p1、18ar～18prに発生する段差を緩やかにできる。

【0061】

また、上記実施形態によれば、複数の周方向分割砥石チップA～Pの各境界部18a1～18p1、18ar～18prの形状は、軸線方向に対して同一の傾き θ で形成される。これにより、各境界部18a1～18p1、18ar～18prは形成しやすいとともに、各境界部18a1～18p1、18ar～18prの作用により、砥石層16の範囲Ra、Rb内に発生する段差は一定角度を有するテーパ状の平面で形成される。

【0062】

また、上記実施形態の砥石車10の製造方法によれば、円板状ベース13(円板状部材)の外周面に複数の周方向分割砥石チップA～Pのそれぞれの第一及び第二砥石チップ11、12が配置されることにより、上記実施形態の各境界部18a1～18p1、18ar～18prを備えた砥石層16が形成される。このように、簡易な製作方法によって、円板状ベース13(円板状部材)の外周面に発生する段差の度合いが調整された上述の砥石車10が得られる。

【0063】

また、上記実施形態の砥石車10の製造方法によれば、境界部18a1～18p1、18ar～18prが予め定めた仮の形状となるように、上記実施形態の製造方法によって仮の砥石層を形成し、仮の砥石車を製作する仮製造工程S10を備える。また、仮の砥石

10

20

30

40

50

層によって、試し加工品を加工する試し加工工程 S 1 2 を備える。また、試し加工品の加工後における仮の砥石層に生じた試し加工段差の大きさと、予め設定された目標段差の大きさとの差異を確認し、試し加工段差の大きさが目標段差の大きさと同じになるよう境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1 、 1 8 a r ~ 1 8 p r の最終形状を決定する境界部形状決定工程 S 1 4 を備える。さらに、その後、境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1 、 1 8 a r ~ 1 8 p r が決定された最終形状となるように、円板状ベース 1 3 (円板状部材) の外周面に複数の周方向分割砥石チップ A ~ P のそれぞれの第一及び第二砥石チップ 1 1 、 1 2 を配置し砥石層 1 6 を形成する境界部製造工程 S 1 6 と、を備える。これにより、常に、砥石層 1 6 に対して所望の段差形状が得られるので、工作物 W の円筒外周面に転写される段差形状を小さくするよう良好にコントロールできる。

10

【 0 0 6 4 】

なお、上記実施形態における砥石車 1 0 の製造方法では、円板状ベース 1 3 (円板状部材) の外周面に、すでに形成された 1 6 個 (複数) の各周方向分割砥石チップ A ~ P を配置することにより砥石層 1 6 を形成した。しかし、このような製造方法に限らず、各周方向分割砥石チップ A ~ P を予め形成せず、周方向分割砥石チップ A ~ P を構成する第一及び第二砥石チップ 1 1 、 1 2 を外周面に別々に貼り付けて砥石車 1 0 が製造されてもよい。

【 0 0 6 5 】

また、上記実施形態においては、周方向分割砥石チップを周方向に 1 6 個 (A ~ P) 配置したが、これより多くてもよいし、少なくともよい。

20

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態においては、図 1 B に示すように、第一砥石チップ 1 1 と第二砥石チップ 1 2 との間に形成される各境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1 、 1 8 a r ~ 1 8 p r は、砥石層 1 6 の両端の各 R 部の一部に設けられている。しかし、この態様には限らない。各境界部 1 8 a 1 ~ 1 8 p 1 、 1 8 a r ~ 1 8 p r は、その一部が円筒部 C y に設けられてもよい。これによっても相応の効果は得られる。

【 0 0 6 7 】

また、上記実施形態においては、1種類の材質で形成された工作物 W に対し、研削抵抗の異なる形状部位に応じて2種類の第一、第二砥石チップ 1 1 、 1 2 を組み合わせて砥石車 1 0 、 1 1 0 を構成した。しかし、この態様には限らず、複数の種類の材質が継ぎ合わされた工作物に対して、各材質に応じた各砥石チップを組み合わせて砥石車を構成してもよい。これによっても、上記実施形態と同様の効果が得られる。

30

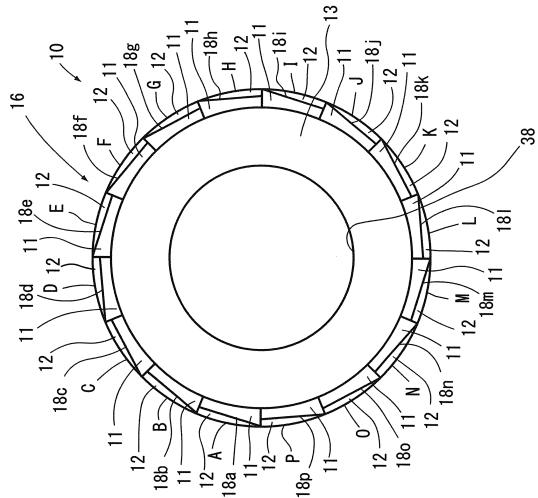
【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

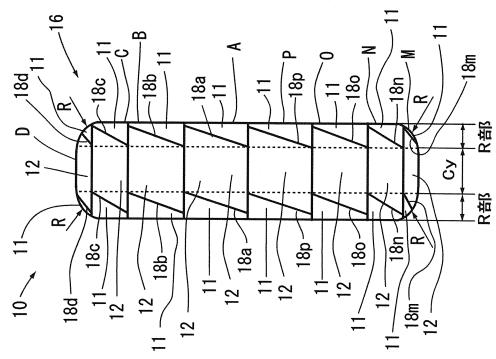
1 0 , 1 1 0 . . . 砥石車、 1 1 . . . 第一砥石チップ、 1 1 a . . . 本体部、
 1 1 b . . . 延在部、 1 2 . . . 第二砥石チップ、 1 2 b 、 1 2 c . . . 延在部、 1 3 . . . 円板状ベース (円板状部材) 、 1 4 , 1 9 . . . 超砥粒 (砥粒) 、 1 5 ビトリファイド結合材、 1 6 . . . 砥石層、 1 8 a ~ 1 8 p . . . 境界部、 2 0 . . . レジノイド結合材、 2 5 . . . 研削盤、 4 5 . . . クランクジャーナル、
 4 6 , 4 7 . . . 軸線方向両側面、 A ~ P . . . 周方向分割砥石チップ、 R a , R b 範囲、 S 1 0 . . . 仮製造工程、 S 1 2 . . . 加工工程、 S 1 4 . . . 境界部形状決定工程、 S 1 6 . . . 境界部製造工程、 W . . . 工作物。

40

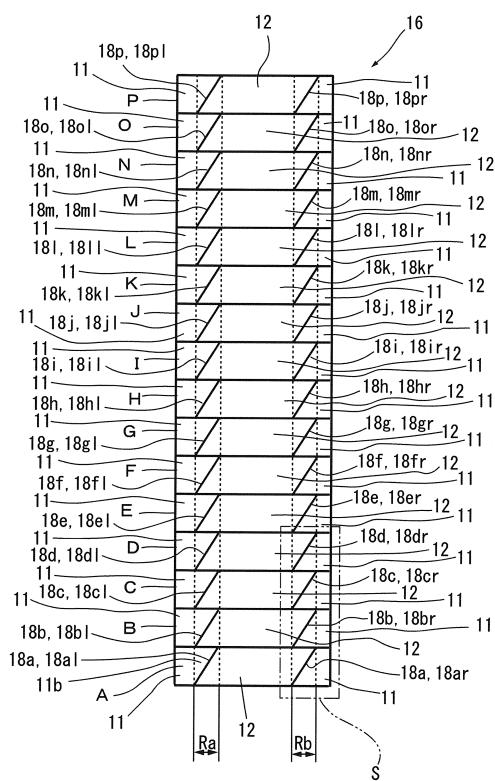
【図1A】



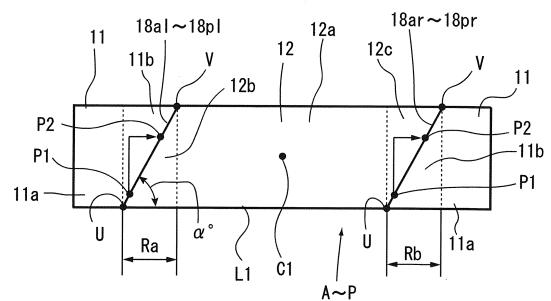
【図1B】



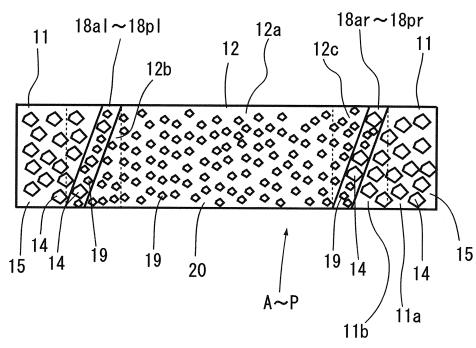
【図2】



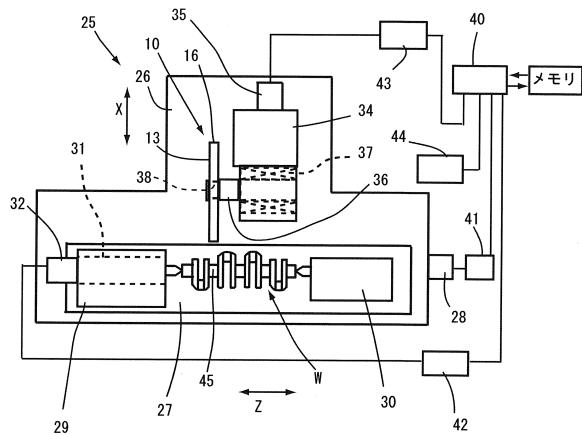
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-188640(JP, A)
特表2002-537136(JP, A)
特開平8-252772(JP, A)
実開昭55-37123(JP, U)
実開昭58-70868(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24D 5/00 - 5/16
DWPI (Derwent Innovation)