(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2013-193203
(P2013-193203A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B23F 5/04	(2006.01)	B23F 5/04		

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 9 頁）

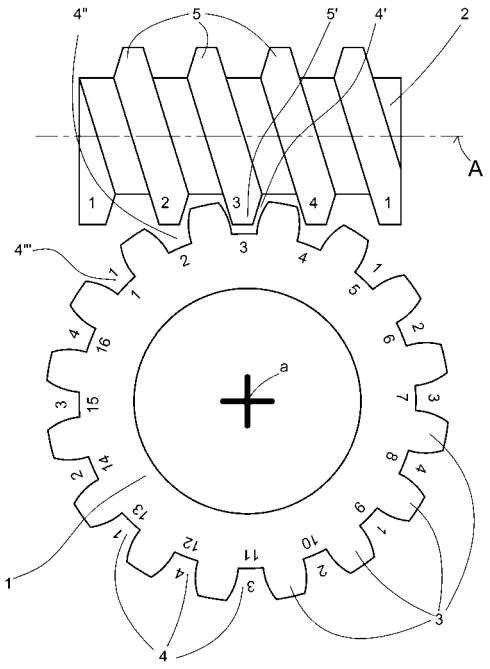
(21)出願番号　特願2013-51213(P2013-51213)
(22)出願日　平成25年3月14日(2013.3.14)
(31)優先権主張番号　10 2012 005 228.6
(32)優先日　平成24年3月15日(2012.3.15)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(71)出願人　512255952
カップ　ゲーエムベーハー
ＫＡＰＰ　ＧｍｂＨ
ドイツ国　９６４５０　コーブルク、カレンベルガー　ストラッセ　５２
Ｃａｌｌｅｎｂｅｒｇｅｒ　Ｓｔｒａｓｓｅ　５２，９６４５０　Ｃｏｂｕｒｇ　Ｇｅｒｍａｎｙ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】螺旋形の加工ツールによる工作物の機械加工方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】多条加工ツールによる加工ピッチ精度向上。
【解決手段】ａ）工作物１の第１の加工又は作成する切り欠き部４’に、加工ツール２の第１の螺旋形にとおる刃５’を挿入することにより、工作物１と加工ツール２とをかみ合わせ、これらがかみ合った状態で工作物１を加工ツール２で加工し、ｂ）加工ツール２と工作物１とのかみ合いを外し、ｃ）工作物１の第１の加工する切り欠き部４’から第２の異なる切り欠き部４”に、加工ツール２の第１の螺旋形にとおる刃５’を挿入することにより、工作物１と加工ツール２とを再度かみ合わせ、工作物１を加工ツール２で加工する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
螺旋形の加工ツール（２）による工作物（１）の機械加工方法であり、
前記工作物（１）は軸（ａ）を有し、該工作物の周囲に輪郭がつけられているか、又は輪郭が後でつけられ、該輪郭は半径方向に延びる突出部（３）を特定数（ｚ）有しているため、２つの前記突出部の間には該当する数（ｚ）の加工又は作成しなければならない切り欠き部（４）があり、
前記螺旋形の加工ツール（２）が軸（Ａ）を有し、前記螺旋形の加工ツールは前記軸（Ａ）の周りを螺旋形に互いに平行にとおる特定数（ｇ）のスクリュー溝を有しているため、互いに平行にとおる、螺旋形に形成された、突起状の複数の刃（５）が生じる方法であって、
ａ）前記工作物（１）の第１の加工又は作成する切り欠き部（４’）に、前記加工ツール（２）の第１の螺旋形にとおる刃（５’）を挿入することにより、前記工作物（１）と前記加工ツール（２）とをかみ合わせ、これらがかみ合った状態で前記工作物（１）を前記加工ツール（２）で加工し、
ｂ）前記加工ツール（２）と前記工作物（１）とのかみ合いを外し、
ｃ）前記工作物（１）の前記第１の加工する切り欠き部（４’）から第２の異なる切り欠き部（４”）に、前記加工ツール（２）の前記第１の螺旋形にとおる刃（５’）を挿入することにより、前記工作物（１）と前記加工ツール（２）とを再度かみ合わせ、前記工作物（１）を前記加工ツール（２）で加工する、
という工程を有していることを特徴とする、方法。
【請求項２】
請求項１に記載の前記工程ｃ）に続いて、請求項１の前記工程ｂ）及びｃ）が繰り返され、前記工作物（１）の前記第１及び第２の加工する切り欠き部（４’、４”）からもう１つの異なる切り欠き部（４'''）に、前記加工ツール（２）の前記第１の螺旋形にとおる刃（５’）を挿入することにより、前記工作物（１）と前記加工ツール（２）とのかみ合わせが再度行われることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
請求項１に記載の前記工程ｃ）において、前記工作物（１）の周辺方向で、前記第１の加工する切り欠き部（４’）のすぐ隣にある切り欠き部（４”）が選択されることを特徴とする、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
前記半径方向に延びる突出部（３）の前記数（ｚ）及び前記螺旋形の加工ツール（２）の前記スクリュー溝の前記数（ｇ）が、整数の商を形成することを特徴とする、請求項1～３のうちいずれか一項に記載の方法。
【請求項５】
請求項１の前記工程ａ）による加工では、前記切り欠き部（４）で削り取られる材料全体の少なくとも７５％、好ましくは少なくとも９０％が除去されることを特徴とする、請求項１～４のうちいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
請求項１の前記工程ｃ）による加工では、請求項１の前記工程ａ）に従って選択された、前記工作物（１）と前記加工ツール（２）との間の半径方向の切込みを超えるような、前記工作物（１）と前記加工ツール（２）との間の前記半径方向の切込みはもはや行われないことを特徴とする、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
前記工作物は歯車であり、前記突出部（３）は前記歯車の歯であることを特徴とする、請求項１～６のうちいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
前記歯車は、外部を歯切りされた歯車であることを特徴とする、請求項７に記載の方法。

【請求項９】
前記工作物が外部輪郭を備えるロータであることを特徴とする、請求項１～６のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】
前記機械加工プロセスが研削プロセスであり、加工ツール（２）として螺旋形研削砥石が使用されることを特徴とする、請求項１～９のうちいずれか一項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、螺旋形の加工ツールによる工作物の機械加工方法に関し、この工作物は軸を有し、工作物の周囲に輪郭がつけられているか、又は輪郭がつけられ、この輪郭は半径方向に延びる突出部（歯）を特定数有しているため、２つの突出部の間には該当する数の加工又は作成しなければならない切り欠き部があり、螺旋形の加工ツールが軸を有し、螺旋形の加工ツールはこの軸の周りを螺旋形に互いに平行にとおる特定の数のスクリュー溝を有しているため、互いに平行にとおる、螺旋形に形成された、突起状の複数の刃が生じる。
【０００２】
この場合、好ましくは、本発明が、螺旋形の研削ツール（螺旋形研削砥石）による工作物の研削方法に関する。しかし、本発明は、また、フライス加工（ホブ切り）でも使用することができる。
【０００３】
この場合、好ましくは、あらかじめ歯切りされた歯車などの研削が想定されるが、固体金属からの研削も可能である。最後に述べた方法は、ここでは特に、小型のモジュール又は試作品での使用が考えられる。
【０００４】
特に歯車の硬質材料精密加工では、従来技術において螺旋形研削砥石による研削がすでに知られている。これに関して、前述した目的に用いる螺旋形研削砥石が説明されている例としては、欧州特許出願公開第１９８７９１９Ａ２（特許文献１）だけが参照される。独国特許出願公開第３３１４７９３Ａ１（特許文献２）も螺旋形研削砥石による研削を開示している。旧東ドイツ特許出願公開第７２８７Ａ（特許文献３）では、歯車を研削するために研削ディスクセットが用いられる。
【０００５】
この場合、（研削歯車の一つ一つの歯の谷を非連続的に研削するのとは異なって）連続的研削プロセスが行われ、その際、多条螺旋形研削砥石が研削する歯車にかみ合い、歯車と研削砥石とが適切な切込みによって互いに相関する形で回転する。
【０００６】
螺旋形研削砥石による歯切り（又は同様の輪郭）加工の場合、ツールの条数は、工作物の歯数がツールの歯数（つまり条数）によって整数で割り切れないように選択されるのが好ましい。
【０００７】
その理由は、これによってツールの誤差が規則的に工作物に伝わることが防止されるからである。つまり、言及した比が整数の場合は、ツールの特定の歯（すなわち、螺旋形にとおる研削砥石の特定の刃）が、工作物を一周した後で必ずまた同じ工作物の歯の谷にかみ合うため、ツールの誤差が規則的に工作物に伝わってしまう。
【０００８】
この理由から、実際には、工作物及びツール（螺旋形研削砥石）のそのような対合は回避されている。しかし、このことは、必要かつ結果的に保持することになるツールの数が上昇し、ツールの交換が常に必要となるため、取付けの労力が増加するという欠点を伴う。この両方により、コストが上昇し、研削プロセスの経済性が低下する。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００９】
【特許文献１】欧州特許出願公開第１９８７９１９Ａ２
【特許文献２】独国特許出願公開第３３１４７９３Ａ１
【特許文献３】旧東ドイツ特許出願公開第７２８７Ａ
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
従って、本発明は、多条加工ツール、特に螺旋形研削砥石による、歯車又は歯車に類似した工作物の業界標準の機械加工方法、特に研削方法を発展させ、特に、歯車の形状と加工ツールの形状との間の比が不利である場合（歯の数と加工ツールの条数との比が整数）でも、加工の品質向上を可能にするという課題に基づいている。この場合、特に、高いピッチ精度が求められる。ここでは、また、様々なツールの必要性も出来る限り小さくすべきであり、それによって、相応の経済的利点を利用できるようになる。結果として、頻回のツール交換が、上述の理由により回避できなければならない。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
本発明によるこの課題の解決方法は、多条加工ツールによる、歯車又は歯車に類似した工作物（輪郭）の機械加工方法において、その方法が以下の工程を有していることを特徴とする：
ａ）工作物の第１の加工又は作成する切り欠き部に、加工ツールの第1の螺旋形にとおる刃を挿入することにより、工作物と加工ツールとをかみ合わせ、これらがかみ合った状態で工作物を加工ツールで加工し、
ｂ）加工ツールと工作物とのかみ合いを外し、
ｃ）第１の加工する切り欠き部から工作物の第２の異なる切り欠き部に、加工ツールの第1の螺旋形にとおる刃を挿入することにより、工作物と加工ツールとを再度かみ合わせ、工作物を加工ツールで加工する。
【００１２】
この限りにおいて、提案されている方法は、ホブ切り又は創成研削などの任意の機械加工法を含む。同様に、本発明の提案は、あらかじめ歯切りされた、又は輪郭がつけられた工作物の加工も含むが、また、固体金属に輪郭又は歯切りを取り付けることも含む。
【００１３】
従って、あらかじめ歯切りされた歯車又は類似の工作物の創成研削の具体例では、本方法は、以下の工程を含む：
ａ）工作物の第１の研削する切り欠き部に、研削ツールの第1の螺旋形にとおる刃を挿入することにより、工作物と研削ツールとをかみ合わせ、これらがかみ合った状態で工作物を研削ツールで研削し、
ｂ）研削ツールと工作物とのかみ合いを外し、
ｃ）工作物の第１の研削する切り欠き部から第２の異なる切り欠き部に、研削ツールの第1の螺旋形にとおる刃を挿入することにより、工作物と研削ツールとを再度かみ合わせ、工作物を研削ツールで研削する。
【００１４】
上述の工程ｃ）に続いて、工程ｂ）及びｃ）を繰り返すことができ、その際、工作物の第１及び第２の研削する切り欠き部から工作物のもう１つの異なる切り欠き部に、加工ツール（特に研削ツール）の第1の螺旋形にとおる刃を挿入することにより、再度、加工ツール（特に研削ツール）と工作物とのかみ合わせが行われる。
【００１５】
言及した工程ｃ）では、工作物の周辺方向で、第１の加工する（研削する）切り欠き部のすぐ隣にある切り欠き部が選択されるのが好ましい。しかし、このことは強制ではなく、歯の谷を２つ以上ずらすこともできる。

【００１６】
半径方向に延びる突出部（すなわち、歯車の場合は歯）の数及び螺旋形の加工ツールのスクリュー溝の数が、提案されている方法では、整数の商を形成するのが好ましい。
【００１７】
機械加工、特に研削の場合、上記の工程ａ）に従って、切り欠き部で除去する材料全体、すなわち、特に削り取る研削代の、好ましくは最低７５％が除去又は削り取られ、さらに好ましい値は、切り欠き部で除去する材料全体、すなわち特に削り取る研削代の少なくとも９０％である。従って、好ましくは、工程ｃ）による加工では、工程ａ）に従ってすでに選択された、工作物と加工ツールとの間の半径方向の切込みを超えるような、工作物と加工ツールとの間の半径方向の切込みはもはや行われない。
【００１８】
工作物は歯車であることが好ましく、この場合、言及した突出部は歯車の歯である。この歯車は、ここでは、外部を歯切りされた歯車であることが好ましい。
【００１９】
しかし、また、工作物が外部輪郭を備えるロータであることも可能である。
【００２０】
提案されている方法又は提案されている螺旋形研削砥石は、一般的に、歯切り及び特殊輪郭（例えば、ロータ又はサイクロイドなど）の硬質材料の精密加工で使用することができる。
【００２１】
この場合、機械加工、特に研削は、少なくとも２つの（研削）カットによって行われ、その際、必ずしも、第２の（研削）カットにおいてさらに適切な切込みを行い、歯面又は輪郭面の研削代を除去しなくてもよい。
【００２２】
ドレッシング可能な螺旋形研削砥石でも、ドレッシングしない螺旋形研削砥石（すなわち、鋼製のベースボディ及び硬質材料被覆を備える螺旋形研削砥石）でも使用することができる。
【００２３】
提案されている方法により、様々な加工ツール、特に研削ツールを多数在庫することを回避できるか、又は在庫を少なくとも軽減することができる。なぜなら、工作物を加工するために加工ツール又は螺旋形研削砥石を使用する場合、工作物の歯数とツールの条数との比が整数であっても、極めて良好な加工状態を達成することができるからである。
【００２４】
これにより、歯数と条数との商が整数であっても、特にピッチに関して高い品質を達成することができる。
【００２５】
すなわち、提案されている方法では、加工ツールと工作物とのかみ合わせ以外の各加工工程後に、工作物又はツールを１つ又は複数のピッチ（歯）の分だけずらすように設けられているため、次の加工工程では、別のツールの刃が加工する工作物の切り欠き部とかみ合う。従って、加工ツールの誤差が、特定の歯の谷に規則的に形成されることはない。
【００２６】
図には、本発明の実施例が示されている。
【図面の簡単な説明】
【００２７】
【図１】研削プロセスの第１のサブステップでの、歯車（軸方向に見た場合）及び螺旋形研削砥石を示す図であり、この螺旋形研削砥石によって歯車が研削される。
【図２】図１に基づく、研削プロセスの第２のサブステップの図である。
【発明を実施するための形態】
【００２８】
これらの図では、工作物１が歯車の形態で示されている。この歯車は、特定数の半径方

向の突出部３、すなわち歯を有しており、これらは、実質的にシリンダ形の歯車ボディの周囲に配置されている。２つの歯３の間には歯の谷４があり、この歯の谷は歯の研削代（図示されていない）を有しており、この研削代が研削プロセスによって削り取られることによって、歯車１の最終形状が得られる。歯車１の回転軸は、ａで示されている。歯３の数及び歯の谷４の数はｚである。

【００２９】

研削プロセスは、螺旋形研削砥石の形態での研削ツール２が歯１とかみ合わされることによって実施される。この螺旋形研削砥石は回転軸Ａを有し、研削作業の間、この回転軸を中心に回転している。螺旋形研削砥石による歯の研削はすでに周知であるため、ここで詳しく説明する必要はない。上述の従来技術を参照されたい。

【００３０】

螺旋形研削砥石２は多条に形成されており、すなわち螺旋形の研削ツール２の軸Ａの周りを、ｇ条の螺旋形にとおるスクリュー溝が取り囲んでいる。個々のスクリュー溝は互いに平行にとおっている。これにより、互いに平行にとおる、螺旋形に形成された、突起状の複数の刃５が形成される。螺旋形研削砥石２は、ここでは４条で形成されている。すなわち、４つのスクリュー溝が回転軸Ａの周りを螺旋形に互いに平行に並んでとおっている。

【００３１】

歯数ｚと条数ｇとの比が整数である場合、上述のように、不利な方法では、常に、螺旋形研削砥石の同じ刃５が繰り返し特定の歯の谷４の中にくるという結果になり、それによって、ツールの誤差が規則的に、望ましくない形で工作物に伝達される。これを回避するため、以下のことが行われる。

【００３２】

この実施例では、歯車が、１６個の歯３又は研削する歯の谷４を有している。すなわち、歯又は歯の谷の数ｚは１６である。歯の谷には、歯車１の半径方向の内側に、１～１６の数字が付けられている。

【００３３】

螺旋形研削砥石２は4条で形成されているため、４つの刃５（螺旋形研削砥石のベースボディから半径方向に突き出している螺旋形の突起）が存在している。従って、螺旋形研削砥石２の条数ｇは４である。これらの刃５は、ツール２に１～４の番号が付けられている。

【００３４】

従って、商ｚ／ｇは１６／４＝４であり、整数となる。

【００３５】

研削プロセスの第１の工程では、まず、工作物１の第１の研削する切り欠き部４’に、研削ツール２の第1の螺旋形にとおる刃５’を挿入することにより、工作物１と研削ツール２とのかみ合わせが行われる。このかみ合わせ状態において、工作物１が研削され、このときすでに、除去する全研削代の大部分（又は全部の研削代）が取り除かれる。

【００３６】

このことが図１に示されている。螺旋形研削砥石２の刃５’（３番の刃と呼ぶ）は、歯車１の切り欠き部４’（３番の切り欠き部と呼ぶ）にかみ合っているのが分かる。

【００３７】

これにより、言及した研削プロセスの工程が続く限り、次に、前述の刃５’（＝３番の刃）は７番、１１番及び１５番の歯の谷とかみ合い、再び３番とかみ合う。このことは、整数の商ｚ／ｇ＝４から生じるものである。このことが、歯車１の半径方向の外側で、歯の谷の中に付されている番号によって示されている。

【００３８】

ツール２の刃５の符号（１番～４番）から明らかなように、別の歯の谷４にも常に同一の刃がかみ合う。

【００３９】

従って、１番の歯は常に1番、５番、９番及び１３番の歯の谷とかみ合う。

【００４０】

また、２番の歯は常に２番、６番、１０番及び１４番の歯の谷とかみ合う。

【００４１】

最後に、４番の歯は常に４番、８番、１２番及び１６番の歯の谷とかみ合う。

【００４２】

場合によって研削ツール内に存在する誤差が規則的に工作物に伝達されないようにするため、研削プロセスの言及した第１の工程が実施された後、研削が停止され、研削ツール２と歯車１とのかみ合いが外される。

【００４３】

次に、歯車の切り欠き部を１つ、すなわちピッチを１つだけずらし、工作物とツールとが再びかみ合せられる。この状態が図２に示されている。さらに、研削工程が続行される。かみ合い状態は、次のように変更されている：

【００４４】

ツール２の３番の刃は、２番、６番、１０番及び１４番の切り欠き部を研削する。

【００４５】

ツール２の１番の刃は、４番、８番、１２番及び１６番の切り欠き部を研削する。

【００４６】

ツール２の２番の刃は、１番、５番、９番及び１３番の切り欠き部を研削する。

【００４７】

ツール２の４番の刃は、３番、７番、１１番及び１５番の切り欠き部を研削する。

【００４８】

このために、再び刃５（1～４番）及びの歯の谷４（１～１６番、歯車１の半径方向の内側にある数を参照）には番号が付けられ、個々の切り欠き部４にも番号が付けられ、その切り欠き部の中には、その切り欠き部の中にかみ合う刃５の番号が記入されている（歯車１の半径方向の外側に記入）。

【００４９】

すなわち、まとめて言えば、研削の第１のサブステップの後、研削は新しいかみ合い状態で続行され、その際、研削ツール２の第１の螺旋形にとおる刃５’の挿入は、第１の研削する切り欠き部４’とは異なる、工作物１の第２の切り欠き部４”の中に行われる。

【００５０】

測定では、第１の部分研削プロセスの後、右側面と左側面のピッチ及び歯溝の振れにおいて、基準形状からの明らかな逸脱を示すことが明らかとなった。

【００５１】

その一方で、第２の部分研削プロセスを実施することにより、研削状態は大幅に改善した。第２の部分プロセスが僅かな切込み（ツールと工作物との間の半径方向の切込み）だけで、又は追加の切込みなしで行われる場合には、その他の点で極めて肯定的な結果が想定されなければならない。この限りにおいて、第１の部分研削プロセスにおいて、除去すべき研削代をほとんど削り取り、言及したように歯の谷を（少なくとも）１つだけずらした後の第２の部分研削プロセスでは、追加の切込みをせずに再度研削を行うことが認められる。

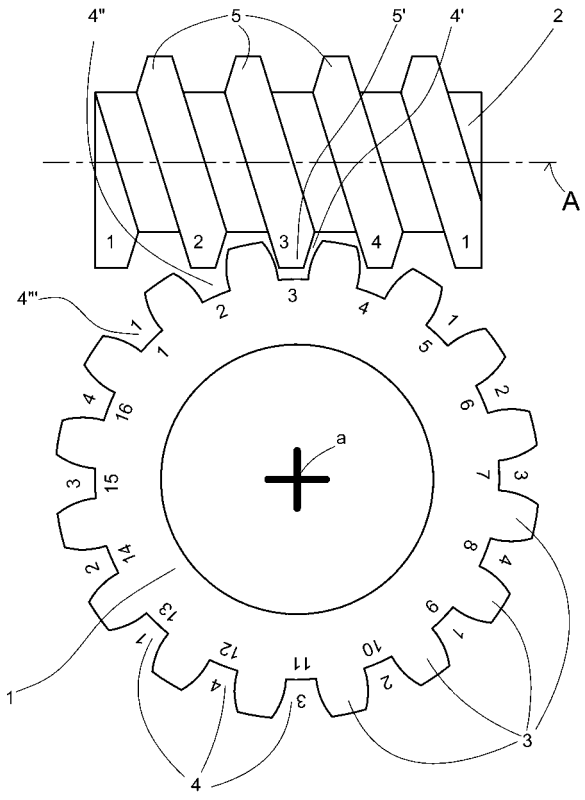
【符号の説明】

【００５２】

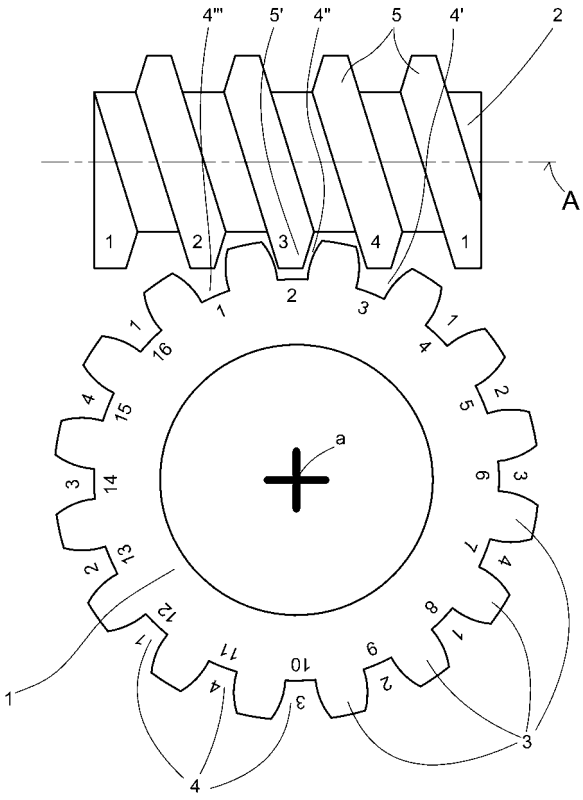
１　工作物（歯車）
２　螺旋形の加工ツール（螺旋形研削砥石）
３　突出部（歯）
４　切り欠き部
４’　切り欠き部
４”　切り欠き部
４'''　切り欠き部

５　　刃
５’　　刃
ａ　　工作物の軸
Ａ　　加工ツールの軸
ｚ　　突出部／切り欠き部（歯）の数
ｇ　　スクリュー溝の数

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(71)出願人 513063062
ニレス ヴェルクゾイグマシーネン ゲー エム ベー ハー
ＮＩＬＥＳ Ｗｅｒｋｚｅｕｇｍａｓｃｈｉｎｅｎ ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国 １２６８１ ベルリン、ノルドリング ２０
Ｎｏｒｄｒｉｎｇ ２０ １２６８１ Ｂｅｒｌｉｎ Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人 100130111
弁理士 新保 斉
(72)発明者 ミューラー、フランク
ドイツ連邦共和国 ９６４８４ メーダー、 マッスウェグ２４