

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5776594号
(P5776594)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl.

B 2 3 F 21/28 (2006.01)

F 1

B 2 3 F 21/28

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-55853 (P2012-55853)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成24年3月13日 (2012. 3. 13)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2013-188818 (P2013-188818A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成26年9月25日 (2014. 9. 25)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士
		(74) 代理人	100142424
			弁理士 細川 文広
		(72) 発明者	高橋 啓
			兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 三菱マテリアル株式会社 明石製作所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シェーピングカッタおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円板状のカッタ本体の外周に複数の歯が周方向に間隔をあけて設けられ、これらの歯の歯面にセレーション溝が形成されることによって、隣接するセレーション溝の間にランドが形成されてなるシェーピングカッタにおいて、上記ランドは、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯面に対向する方向から見て偏六角形状をなして、このランドがなす偏六角形は、それぞれ互いに反対側に位置して対辺をなす、上記歯の歯すじに垂直な方向に対して傾斜して延びる一対の緩傾斜辺と、上記歯の歯すじに垂直な方向に対して上記緩傾斜辺と同じ向きに該緩傾斜辺よりも大きな傾斜角で傾斜して延びる一対の急傾斜辺と、上記歯の歯先側と歯元側に位置して上記歯の歯すじ方向に向けて延びる一対の端辺とにより囲まれて、上記歯の歯先側と歯元側に向かうに従い上記歯すじ方向のランド幅が漸次小さくなる偏六角形状をなしていることを特徴とするシェーピングカッタ。

【請求項 2】

上記一対の緩傾斜辺と上記一対の急傾斜辺とは、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯面に対向する方向から見て、それぞれ互いに平行に延びていることを特徴とする請求項 1 に記載のシェーピングカッタ。

【請求項 3】

上記ランド幅は、最大ランド幅 L と最小ランド幅 l との比 L/l が 1.2 を上回り 1.8 未満の範囲とされていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のシェーピングカッタ。

【請求項 4】

上記ランドは、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯面に対向する方向から見て、上記一对の端辺間の歯丈Hに対して、上記一对の端辺のうち歯元側の端辺から上記ランド幅が最大ランド幅Lとなる位置までの上記歯の歯丈方向における距離hがなす比 h/H が0.2を上回り0.7未満の範囲とされていることを特徴とする請求項1から請求項3のうちいずれか一項に記載のシェーピングカッタ。

【請求項 5】

上記セレーション溝の溝底面は、上記歯面に対向する方向からみて上記一对の緩傾斜辺または上記一对の急傾斜辺の延長線上に延びる段差が形成されて、これら段差の間の部分の溝深さが深くされた段差面状とされていることを特徴とする請求項1から請求項4のうちいずれか一項に記載のシェーピングカッタ。

10

【請求項 6】

請求項1から請求項5のうちいずれか一項に記載のシェーピングカッタの製造方法であって、上記歯面に、上記緩傾斜辺に沿ったセレーション溝と、上記急傾斜辺に沿ったセレーション溝とを、互いに交差するようにして上記歯の歯先と歯元の間に互って形成することを特徴とするシェーピングカッタの製造方法。

【請求項 7】

上記緩傾斜辺に沿ったセレーション溝と、上記急傾斜辺に沿ったセレーション溝からなる溝底面が、上記歯の歯面がなすインボリュート曲線に対して略平行に後退して延びるとともに、この溝底面から上記歯面に至る溝壁面は該溝底面および上記歯面に垂直となるように形成することを特徴とする請求項6に記載のシェーピングカッタの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、歯車の仕上げ加工に用いられるシェーピングカッタおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

このようなシェーピングカッタとして、特許文献1には、カッタ本体の外周に形成された植え込み溝にシェーピングカッタの歯を植え込み式とすることにより、歯先側からと歯元側からも溝加工を可能として、インボリュート歯形に対し溝の深さが歯丈の中央部で小さくなるように2度の溝研削を行うことにより、インボリュートフォームの中央部のランド幅が広くなるようにしたものが提案されている。また、特許文献2にも、同様にセレーションの深さを浅くすることで歯すじ部のランド幅を歯先や歯元のランド幅よりも広くしたものが提案されている。

30

【0003】

さらに、特許文献3には、ランド幅がシェーピングカッタの噛み合い円の位置で最大となつて、歯先側と歯元側に向かうに従い、ランドの歯すじ方向両端縁に位置する切刃が互いに等間隔で近づくようにしてランド幅が小さくなるように、あるいは一方の端縁に位置する切刃は直線状のままランド幅が小さくなるようにされたシェーピングカッタが提案されている。このようなシェーピングカッタでは、切刃の切れ味が鈍くなりがちなランドの歯先側と歯元側とでランド幅が小さくなって被削歯車に接する際の面圧を高めることができるので、ランド全体として切れ味の均一化を図ることができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】実開昭54-124290号公報（第4図）

【特許文献2】実開昭59-1529号公報（第5図（口））

【特許文献3】特開2002-172524号公報（図2）

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、これら特許文献1～3に記載されているようにランド幅を歯先側と歯元側とに向けて小さくするようにしたシェーピングカッタでは、特許文献1に記載されたものや特許文献3において歯先側と歯元側に向かうに従いランドの両端縁に位置する切刃が互いに等間隔で近づくようにされたものでは、これら両端縁の切刃が「く」字状と逆「く」字状に曲折して、歯の歯厚方向の中心線を通る面に垂直に歯面に対向する方向から見て、歯の歯すじ方向に垂直な方向に対して歯先側と歯元側とで互いに逆向きに傾斜するとともに、両端縁の切刃同士でも互いに逆向きに傾斜することになる。また、特許文献2に記載されたものや特許文献3において一方の端縁に位置する切刃は直線状のままランド幅が小さくなるようにされたものでは、他方の端縁に位置する切刃が、歯の歯厚方向の中心線を通る面に垂直に歯面に対向する方向から見て、歯すじ方向に垂直な方向に対して歯先側と歯元側とで互いに逆向きに傾斜することになる。

10

【0006】

しかるに、このように傾斜した切刃によれば、そのスカーフを噛み合い円の位置に対して平行に近くすることができるため、上述のように面圧が高められることに加えて一層切れ味を向上させることができる効果が得られるが、このような効果が発揮されるのは、被削歯車やシェーピングカッタの諸元に応じて一方の向きに傾斜する切刃だけであり、これとは反対向きに傾斜する切刃では却って切れ味を鈍化させる作用を生じてしまう。その一方で、ランドの両端縁に位置する切刃を、被削歯車やシェーピングカッタの諸元に応じて上記効果が発揮される一方の向きとともに一定の傾斜で傾斜させたのでは、ランドの歯先側や歯元側あるいはその双方で面圧を高めることができず、やはり切れ味の鈍化を招いてしまう。

20

【0007】

本発明は、このような背景の下になされたもので、ランド幅を小さくすることによって歯先側や歯元側での面圧は高めつつ、切刃の反対向きへの傾斜による切れ味の鈍化は防いで、ランド全体として確実な切れ味の向上を図ることが可能なシェーピングカッタおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決して、このような目的を達成するために、本発明のシェーピングカッタは、円板状のカッタ本体の外周に複数の歯が周方向に間隔をあけて設けられ、これらの歯の歯面にセレーション溝が形成されることによって、隣接するセレーション溝の間にランドが形成されてなるシェーピングカッタにおいて、上記ランドは、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯面に対向する方向から見て偏六角形状をなしていて、このランドがなす偏六角形は、それぞれ互いに反対側に位置して対辺をなす、上記歯の歯すじに垂直な方向に対して傾斜して延びる一对の緩傾斜辺と、上記歯の歯すじに垂直な方向に対して上記緩傾斜辺と同じ向きに該緩傾斜辺よりも大きな傾斜角で傾斜して延びる一对の急傾斜辺と、上記歯の歯先側と歯元側に位置して上記歯の歯すじ方向に向けて延びる一对の端辺とにより囲まれて、上記歯の歯先側と歯元側に向かうに従い上記歯すじ方向のランド幅が漸次小さくなる偏六角形状をなしていることを特徴とする。

30

40

【0009】

このようなシェーピングカッタにおいては、ランドが、歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面に対向する方向から見て偏六角形状をなしており、この偏六角形は、それぞれ反対側に位置して対辺をなす各一对の辺が、歯の歯すじに垂直な方向に対して傾斜して延びる一对の緩傾斜辺と、上記歯の歯すじに垂直な方向に対して緩傾斜辺と同じ向きに傾斜して、ただし緩傾斜辺よりも大きな傾斜角で傾斜して延びる一对の急傾斜辺と、歯の歯先側と歯元側に位置して上記歯の歯すじ方向に向けて延びる一对の端辺とにより構成され、このうち各一对の緩傾斜辺と急傾斜辺とに切刃が形成されることになる。

【0010】

50

このため、これら緩急斜辺の傾斜の向きを被削歯車やシェーピングカッタの諸元に応じて切れ味を向上させる向きに設定することにより、反対向きに傾斜して切れ味を鈍化させる部分が生じることがなく、また歯すじに垂直に延びる切刃もないので切れ味の向上効果のみを得ることができる。そして、ランドの上記歯すじ方向のランド幅は、この歯すじ方向に対向する方向から見た緩急斜辺の間で歯先側と歯元側に向かうに従い漸次小さくされているので、面圧を高めることによって一層鋭い切れ味を確保することができる。

【 0 0 1 1 】

ここで、上記一对の緩傾斜辺と上記一对の急傾斜辺とを、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯面に対向する方向から見て、それぞれ互いに平行に延びるように形成する場合には、後述するようにランドの間のセレーション溝を歯すじに垂直な方向に対して角度を変えた2回の加工によって形成することにより、比較的容易に傾斜角を変えた緩急斜辺の形成が可能となる。

10

【 0 0 1 2 】

なお、上記ランド幅の最大値である最大ランド幅 L と最小値である最小ランド幅 l との比 L/l が小さすぎて、すなわち最大ランド幅 L と最小ランド幅 l とがそれほど変わらない大きさであると、歯先側や歯元側で上述のように面圧を高めることができずに鋭い切れ味を確保することができない。その一方で、この比 L/l が大きすぎると、最大ランド幅 L はシェーピングカッタのランドの幅やセレーション溝の幅によって決まってしまうので、歯先側や歯元側におけるランドの最小ランド幅 l が小さくなりすぎ、欠けを生じてしまうおそれがある。このため、この比 L/l は1.2を上回り1.8未満の範囲とされるのが望ましい。

20

【 0 0 1 3 】

また、上記ランドの幅が最大ランド幅 L となる位置が歯先側や歯元側に近すぎると、ただでさえ切れ味の鈍りがちな歯先や歯元において切れ味が損なわれることになるため、歯形精度の劣化を招くおそれがある。従って、このランドの幅が最大ランド幅 L となる位置については、上記歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に上記歯の歯面に対向する方向から見て、上記一对の端辺間の歯丈 H に対して、上記一对の端辺のうち歯元側の端辺から上記ランド幅が最大ランド幅 L となる位置までの上記歯の歯丈方向における距離 h がなす比 h/H が0.2を上回り0.7未満の範囲となるようにして、歯丈方向の中央部分に位置するようにされるのが望ましい。

30

【 0 0 1 4 】

ところで、上記構成のシェーピングカッタにおいては、上述のようにランド幅が歯先側と歯元側に向かうに従い漸次小さくなることにより、これらランドの歯先側と歯元側とで強度が低下するおそれが生じる。特に、特許文献1、2に記載されたシェーピングカッタのように歯先側と歯元側とでセレーション溝の溝深さを深くすると、これら歯先側と歯元側のランド強度は一層低下することになる。しかしながら、その一方で、ランド強度を確保するために単にセレーション溝の溝深さをその全長に互って浅くしたのでは、切屑の排出性や切削油の供給が損なわれて円滑な歯車の仕上げ加工を行うことが困難となる。

【 0 0 1 5 】

そこで、このような切屑の円滑な排出性や切削油の確実な供給を維持しつつ、歯先側と歯元側とにおけるランドの強度の確保を図るには、上記セレーション溝の溝底面を、上記歯面に対向する方向からみて上記一对の緩傾斜辺または上記一对の急傾斜辺の延長線上に延びる段差が形成されて、これら段差の間の部分の溝深さが深くされた段差面状とするのが望ましい。

40

【 0 0 1 6 】

これにより、段差が一对の緩傾斜辺または一对の急傾斜辺のうちのいずれの延長線上に延びている場合でも、ランドの歯先側と歯元側には、段差面状の溝底面が段差を介して一段盛り上がった部分が形成されることになって、これら歯先側と歯元側でのランド強度の向上を図ることができる。その一方で、段差の間のセレーション溝底面は溝深さが深くされて、歯先から歯元に互って延びるように形成されるので、確実な切屑排出や切削油の供

50

給を促すことができる。

【 0 0 1 7 】

一方、上記構成のシェーピングカッタを製造するには、カッタ本体の上記歯面に、上記緩傾斜辺に沿ったセレーション溝と、上記急傾斜辺に沿ったセレーション溝とを、互いに交差するようにして上記歯の歯先と歯元の間に互って形成すればよい。いずれのセレーション溝を先に形成したとしても、緩傾斜辺と急傾斜辺のうち一方の辺が歯先と歯元の間に互ってランドの両端縁に形成された後、この一方の辺に交差するように他方の辺が形成される。また、これらのセレーション溝を形成する際に、その溝深さを異なる深さとするれば、上述のような段差の間の部分の溝深さが深くされた段差面状のセレーション溝底面を有するシェーピングカッタを形成することができる。

10

【 0 0 1 8 】

なお、このようにして上記シェーピングカッタを製造する場合には、上記緩傾斜辺に沿ったセレーション溝と、上記急傾斜辺に沿ったセレーション溝からなる溝底面が、上記歯の歯面がなすインボリュート曲線に対して略平行に後退して延びるとともに、この溝底面から上記歯面に至る溝壁面は該溝底面および上記歯面に垂直となるように形成するのが望ましく、これにより、セレーション溝の容量を確保して一層確実な切屑排出と切削油供給を図ることができるとともに、切刃とされる上記ランドの各一对の緩急傾斜辺において、このランドにおける歯の歯面と上記溝壁面を直角に交差させて歯直角とすることができ、さらに鋭い切れ味を確保することができる。また、歯面を再研磨したときでも、溝底面はやはり上記インボリュート曲線に対して略平行に後退して延びるため、部分的に溝深さが浅くなることはなく、再研磨回数を確保することができる。また、再研磨後にランドの歯面の形状も変わることはない。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

以上説明したように、本発明によれば、切れ味を鈍くする向きに傾斜する切刃が形成されるのを避けながらも、ランドの歯先側や歯元側での面圧を高めることができ、ランド全体として均一で鋭い切れ味を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明のシェーピングカッタの一実施形態を示す側面図である。

30

【 図 2 】 図 1 に示す実施形態の歯の斜視図である（ただし、段差は図示が略されている）。

【 図 3 】 図 2 に示す歯の歯面を、この歯の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面に対向する方向から見た図である。

【 図 4 】 図 3 における Y Y 断面図である。

【 図 5 】 図 3 における Z Z 断面図である。

【 図 6 】 プランジカッタ方式のシェーピング加工の加工サイクルを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

図 1 ないし図 5 は本発明のシェーピングカッタの一実施形態を示すものである。本実施形態において、カッタ本体 1 は、高速度工具鋼等の硬質材料により図 1 に示すように軸線 O を中心とした外形略円板状に形成され、その外周面には複数の歯 2 が周方向に等間隔に設けられていて、これらの歯 2 の歯面 3 には、図 2 および図 3 に示すように歯丈方向（図 3 において上下方向）に延びるセレーション溝 4 が歯すじ方向（図 3 において左右方向）に間隔をあけて複数形成されるとともに、これらのセレーション溝 4 の間の部分はランド 5 とされて、これらセレーション溝 4 とランド 5 によりセレーションが形成される。

40

【 0 0 2 2 】

そして、このランド 5 は、歯 2 の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面 3 に対向する方向から見て図 3 に示すように偏六角形状をなしており、このランド 5 がなす偏六角形の六辺は、上記歯 2 の歯すじに垂直な方向（図 3 における二点鎖線方向）に対して傾斜角 α で

50

傾斜して延びる一対の対辺をなす緩傾斜辺 5 a と、これらの緩傾斜辺 5 a にそれぞれ鈍角に交差しつつ上記傾斜角 α よりも大きな傾斜角 β で該緩傾斜辺 5 a と同じ向きに歯すじに垂直な方向に対して傾斜して延びる一対の対辺をなす急傾斜辺 5 b と、歯 2 の歯先側（図 3 において上側）と歯元側（図 3 において下側）に位置して上記歯すじ方向に向けて延びる一対の対辺をなす端辺 5 c により構成されている。

【0023】

また、一対の緩傾斜辺 5 a 同士と、一対の急傾斜辺 5 b 同士、さらには一対の端辺 5 c 同士も、本実施形態では上記歯面 3 に対向する方向から見てそれぞれ互いに平行に延びるようにされており、このうち、ランド 5 の歯すじ方向両端縁に位置する各一対の緩傾斜辺 5 a と急傾斜辺 5 b が切刃とされる。

10

【0024】

このようにランド 5 が偏六角形状に形成されることにより、ランド 5 の歯すじ方向の幅すなわちランド幅は、歯丈方向の中央部で最大ランド幅 L となり、この最大ランド幅 L の位置から歯先側と歯元側とに向かうに従い漸次小さくなって、歯先側の上記端辺 5 c と歯元側の端辺 5 c の位置の少なくとも一方で最小ランド幅 l となる。ここで、本実施形態では、これら最大ランド幅 L と最小ランド幅 l との比 L/l は、1.2 を上回り 1.8 未満の範囲とされている。

【0025】

また、本実施形態では、上述のようにランド幅が最大ランド幅 L となる位置は、同じく歯 2 の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面 3 に対向する方向から見て図 3 に示すように歯元側の端辺 5 c からこの最大ランド幅 L の位置までの歯すじに垂直な方向における距離 h がランド 5 の一対の端辺 5 c 間の歯丈 H に対してなす比 h/H が、0.2 を上回り 0.7 未満の範囲となるように、すなわちランド 5 の歯丈方向の略中央部に位置するようにされている。なお、図 2 に示した歯 2 においては、歯面 3 の歯すじ方向両端部にランド 5 が残されているが、これら両端部の少なくとも一方にはランド 5 が形成されていなくてもよい。また、歯 2 の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面 3 に対向する方向から見て、一対の端辺 5 c は歯すじ方向に向けて延びていればよく、すなわち歯すじに平行な方向に対して僅かに傾斜していてもよい。

20

【0026】

ここで、本実施形態では、このランド 5 は、図 3 に示すように上記最大ランド幅 L となる位置で両端縁の緩傾斜辺 5 a と急傾斜辺 5 b とが交差するようにされており、従って最大ランド幅 L の位置は歯丈方向に 1 点だけとなる。ただし、両端縁の緩傾斜辺 5 a 同士または両端縁の急傾斜辺 5 b 同士が歯丈方向にオーバーラップしていて、最大ランド幅 L となる位置が上記範囲内で歯丈方向に幅を有していてもよい。また、図 3 では歯先側の端辺 5 c で最小ランド幅 l となるようにされているが、歯元側の端辺 5 c で最小ランド幅 l となるようにされていてもよく、これら歯先側と歯元側の端辺 5 c が互いに等しく最小ランド幅 l とされていてもよい。

30

【0027】

一方、本実施形態では、セレーション溝 4 は、その溝底面 4 a が、図 4 に示すように歯 2 の歯面（ランド 5 の上記偏六角形状をなす表面）3 がなすインポリュート曲線に対して略平行に後退して延びるように形成されるとともに、この溝底面 4 a から歯面 3 に至る溝壁面 4 b は、図 5 に示すように溝底面 4 a および上記歯面 3 に垂直となるように形成されている。

40

【0028】

ただし、上記溝底面 4 a には、歯面 3 に対向する方向から見て図 3 に破線で示すように、本実施形態ではランド 5 の一対の急傾斜辺 5 b の延長線上に延びる段差 4 c が形成されており、歯すじ方向に隣接する段差 4 c および溝壁面 4 b の間の部分では、図 5 に示すようにセレーション溝 4 の溝深さが段差 4 c とランド 5 との間よりも一段深くされて、溝底面 4 a が段差面状とされている。なお、段差 4 c は、溝底面 4 a に垂直とされている。

【0029】

50

このようなセレーションが形成されたシェーピングカッタを製造する際の本発明の製造方法の一実施形態では、上記歯面 3 に、上記緩傾斜辺 5 a に沿ったセレーション溝 4 と、上記急傾斜辺 5 b に沿ったセレーション溝 4 とを、互いに交差するようにして歯 2 の歯先と歯元の間に互って形成すればよい。どちらのセレーション溝 4 を先に形成しても構わないが、急傾斜辺 5 b に沿ったセレーション溝 4 を緩傾斜辺 5 a に沿ったセレーション溝 4 よりも深くすれば、上述のような段差面状の溝底面 4 a を有するセレーション溝 4 を形成することができる。

【0030】

例えばこのような製造方法によって製造される上記構成のシェーピングカッタにおいては、上述のようにランド 5 の幅が最大ランド幅 L となる位置が歯丈方向の略中央部に位置して、この位置から歯先側と歯元側に向かうに従いランド幅が漸次小さくなって、歯先側か歯元側の少なくとも一方（本実施形態では歯先側）で最小ランド幅 l となるようにされている。

10

【0031】

すなわち、シェーピング加工において切れ味が鋭い噛み合い円の周辺位置から切れ味が鈍くなる歯先側および歯元側に向けてランド幅が小さくなっていて、逆に被削歯車に対する面圧は大きくなってゆく。このため、これら歯先側および歯元側における切れ味を、面圧を高くすることによって補って、歯丈方向の全体に互ってランド 5 の上記切刃による切れ味の均一化を図ることができ、これにより被削歯車を高精度に仕上げ加工することが可能となる。

20

【0032】

そして、歯 2 の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面 3 に対向する方向から見てランド 5 が、歯 2 の歯すじに垂直な方向に対して傾斜角 α で傾斜して延びる一対の緩傾斜辺 5 a と、これら緩傾斜辺 5 a と同じ向きで、ただし歯すじに垂直な方向に対してより大きな傾斜角 β で傾斜して延びる一対の急傾斜辺 5 b とを備えた偏六角形状をなして、これら各一対の緩急傾斜辺 5 a、5 b が切刃として作用する。このため、これら緩急傾斜辺 5 a、5 b の傾斜の向きを被削歯車やシェーピングカッタの諸元に応じて切れ味を向上させる向きに設定することにより、反対向きに傾斜する切刃や歯すじに垂直に延びる切刃は形成されることはないので、切刃の切れ味向上効果のみを得ることができる。従って、上記構成のシェーピングカッタによれば、一層高精度の仕上げ加工を行うことができる。

30

【0033】

また、本実施形態では、このように歯丈方向の略中央部で最大となるランド 5 の最大ランド幅 L と、歯先側または歯元側あるいはその双方で最小となるランド 5 の最小ランド幅 l との比 L/l が 1.2 を上回り 1.8 未満の範囲とされているので、上述のような切れ味の均一化を確実に奏功しつつ、歯先側や歯元側でランド 5 に欠けが生じたりするのは防ぐことができる。すなわち、この比 L/l が 1.2 以下であって、最大ランド幅 L と最小ランド幅 l との差が小さすぎると、上述のような切れ味の均一化を図ることができずに歯形精度の劣化を招くおそれがあり、逆に比 L/l が 1.8 以上で大きいと、最小ランド幅 l となる歯先側または歯元側あるいはその双方でランド幅が小さくなりすぎてランド 5 に欠けが生じてしまうおそれがある。

40

【0034】

さらに、本実施形態では、ランド 5 がなす偏六角形の歯元側の端辺 5 c から上記最大ランド幅 L となる位置までの歯丈方向における距離 h が一対の端辺 5 c 間の歯丈 H に対してなす比 h/H が、0.2 を上回り 0.7 未満の範囲となるようにされていて、ランド 5 の歯丈方向の略中央部にこの最大ランド幅 L が位置するようにされており、切れ味の鈍りがちな歯先側や歯元側でさらに切れ味が損なわれて歯形精度の劣化を生じるのを防ぐことができる。すなわち、最大ランド幅 L となる位置が上記範囲よりも歯先側や歯元側に近いとこの近い側での切れ味が損なわれて被削歯車の歯形精度の劣化を招くおそれが生じる。

【0035】

一方、本実施形態では、上述のように最大ランド幅 L と最小ランド幅 l との比 L/l が

50

上記範囲となるようにすることにより歯先側や歯元側のランド5の強度を確保して欠けの発生を防止しているが、これに加えて、セレーション溝4の溝底面4aを、歯面3に対向する方向からみて上記一对の緩傾斜辺5aまたは上記一对の急傾斜辺5bの延長線（本実施形態では一对の急傾斜辺5bの延長線）上に延びる段差4cが形成されて、これら段差4cの溝深さを浅くした段差面状とすることによっても、これら歯先側および歯元側におけるランド5の強度の向上を図っている。

【0036】

従って、上記段差4cによって溝深さが浅くされたランド5の歯先側と歯元側では、切刃となる一对の緩傾斜辺5aと一对の急傾斜辺5bのうち、本実施形態では一对の緩傾斜辺5aにより近い位置までセレーション溝4の溝底面4aが盛り上がり肉厚が確保されるので、これら歯先側と歯元側とでランド5の強度を向上させて欠け等の発生を防止することができる。その一方で、セレーション溝4を挟む上記急傾斜辺5bと段差4cとの間では歯先から歯元に互って溝深さが深くされているので、切刃とされる一对の緩傾斜辺5aおよび急傾斜辺5bによって生成された切屑は円滑に排出することができるとともに、シェーピング加工時に供給される切削油も確実に加工部位に行き渡らせることができる。

【0037】

また、このようなシェーピングカッタを製造する際の本発明のシェーピングカッタの製造方法の一実施形態では、上述のように歯面3に、ランド5の上記緩傾斜辺5aに沿ったセレーション溝4と、上記急傾斜辺5bに沿ったセレーション溝4とを、互いに交差するようにして歯2の歯先と歯元の間に互って形成しており、一对の緩傾斜辺5a同士と一对の急傾斜辺5b同士はそれぞれ平行であるので、セレーション溝が一方向に斜めに延びているシェーピングカッタを製造する方法を、異なる傾斜角 α 、 β で2回行うだけで比較的容易に製造することができる。

【0038】

そして、このとき、これら緩傾斜辺5aに沿ったセレーション溝4と急傾斜辺5bに沿ったセレーション溝4とで溝深さを異なる深さとすることにより、溝底面4aには深いセレーション溝4に沿った辺の延長線上に段差4cが形成されるので、上述のような歯先側と歯元側で肉厚が確保されるとともに段差4cの間では溝深さが深くされたシェーピングカッタを、やはり比較的容易に製造することができる。

【0039】

さらに、本実施形態では、これら緩傾斜辺5aに沿ったセレーション溝4と急傾斜辺5bに沿ったセレーション溝4からなる溝底面4aが、歯2のランド5における歯面3がなすインボリュート曲線に対して略平行に後退して延びるとともに、この溝底面4aから歯面3に至る溝壁面4bは溝底面4aおよび歯面3に垂直となるようにして、切刃とされる上記緩傾斜辺5aと急傾斜辺5bとが歯直角となるようにされている。このため、セレーション溝4により大きな容量を確保して一層確実な切屑排出と切削油供給を図ることができるとともに、ランド5の切刃とされる一对の緩傾斜辺5aと急傾斜辺5bにさらに鋭い切れ味を確保することができる。

【0040】

また、ランド5の歯面3を再研磨したときでも、セレーション溝4の溝底面4aは上記インボリュート曲線に対して略平行に後退して延びることになるため、セレーション溝4の溝深さが部分的に浅くなるようなことはなく、再研磨回数を減らすことなく維持することができる。さらに、再研磨後に一对の緩傾斜辺5a、5bによるランド5の歯面3の偏六角形状も変わることがない。

【0041】

なお、上記実施形態の製造方法では、急傾斜辺5bに沿ったセレーション溝4を緩傾斜辺5aに沿ったセレーション溝4よりも深くすることにより、上記実施形態のシェーピングカッタにおいて上記段差4cが歯面3に対向する方向から見てランド5の一对の急傾斜辺5bの延長線上に延びるようにしているが、これとは逆に緩傾斜辺5aに沿ったセレーション溝4を急傾斜辺5bに沿ったセレーション溝4よりも深くすれば、段差4cが緩傾

10

20

30

40

50

斜辺 5 a の延長線上に延びてその間では溝深さが深くされた段差面状の溝底面 4 a を有するセレーション溝 4 を形成することができる。

【 0 0 4 2 】

このようにして製造されたシェーピングカッタにおいても、ランド 5 の歯先側と歯元側では溝底面 4 a から急傾斜辺 5 b に連なる部分で肉厚が確保されるので強度の向上を図ることができるとともに、溝深さの深い部分によって円滑な切屑排出と切削油の供給を促すことができる。

【実施例】

【 0 0 4 3 】

以下、本発明の実施例を挙げて本発明の効果を実証する。本実施例では、図 1 ないし図 5 に示した実施形態に略基づいて、ランド 5 が、歯 2 の歯厚方向の中心を通る面に垂直に歯面 3 に対向する方向から見て、歯 2 の歯すじに垂直な方向に対して傾斜角 α で傾斜して延びる一対の対辺をなす緩傾斜辺 5 a と、これらの緩傾斜辺 5 a にそれぞれ鈍角に交差しつつ上記傾斜角 α よりも大きな傾斜角 β で該緩傾斜辺 5 a と同じ向きに歯 2 の歯すじに垂直な方向に対して傾斜して延びる一対の対辺をなす急傾斜辺 5 b と、歯 2 の歯先側と歯元側に位置して歯すじ方向に向けて延びる一対の対辺をなす端辺 5 c により囲まれた偏六角形状をなす 6 つのシェーピングカッタを製造した。これらを実施例 1 ~ 6 とする。

【 0 0 4 4 】

なお、これら実施例 1 ~ 6 のうち実施例 1、3、4 では、ランド 5 の歯すじ方向の最大ランド幅 L と最小ランド幅 l との比（以下、ランド比と称する。） L/l が 1.2 を上回り 1.8 未満の範囲とされている。また、実施例 1、2 では、ランド 5 の一対の端辺 5 c 間の歯丈 H に対して、上記一対の端辺 5 c のうち歯元側の端辺 5 c からランド幅が最大ランド幅 L となる位置までの歯丈方向における距離（以下、最大ランド部の位置と称する。） h がなす比（以下、歯丈比と称する。） h/H が 0.2 を上回り 0.7 未満の範囲とされている。さらに、傾斜角 α は実施例 1 ~ 6 で互いに等しく 3° とした。

【 0 0 4 5 】

一方、これら実施例 1 ~ 6 に対する比較例として、実施例 1 ~ 6 とランド比 L/l および歯丈比 h/H がそれぞれ等しくて、緩傾斜辺 5 a を傾斜角 $\alpha = 0^\circ$ すなわち歯すじに垂直で傾斜しない辺とするとともに、急傾斜辺 5 b の傾斜角 β が実施例 1 ~ 6 における緩急傾斜辺 5 a、5 b の傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ と等しくなるようにした 6 つのシェーピングカッタを製造した。これらを、ランド比 L/l および歯丈比 h/H と傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が実施例 1 ~ 6 と等しいものにそれぞれ対応して比較例 1 ~ 6 とする。

【 0 0 4 6 】

さらに、実施例 1 ~ 6 のうち実施例 2、5、6 とランド比 L/l 、歯丈比 h/H 、および傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が等しくて、ただし緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α を 6° と大きくした 3 つのシェーピングカッタを製造した。これらを、ランド比 L/l 、歯丈比 h/H 、および傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が実施例 2、5、6 と等しいものの順に実施例 7 ~ 9 とする。従って、これら実施例 7 ~ 9 では急傾斜辺 5 b の傾斜角 β も実施例 2、5、6 より大きくなる。

【 0 0 4 7 】

そして、これら実施例 1 ~ 9 と比較例 1 ~ 6 のシェーピングカッタにより、同一の条件において被削歯車にシェーピング加工を施し、その際の歯形誤差を測定するとともに、ランド 5 の欠けの有無を確認した。この結果を、各シェーピングカッタの最大ランド幅 L (mm)、最小ランド幅 l (mm)、歯丈 H (mm)、上記最大ランド部の位置 h (mm)、ランド比 L/l 、歯丈比 h/H 、緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α ($^\circ$)、急傾斜辺 5 b の傾斜角 β ($^\circ$)、および緩急傾斜辺 5 a、5 b の傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ ($^\circ$) とともに表 1 に示す。

【 0 0 4 8 】

なお、これら以外のシェーピングカッタの諸元は、カッタ本体 1 の材質が高速度工具鋼で外径 221.7 mm、歯数 71、歯の捩れ角 15° RH、歯幅 25.4 mm、セレーシ

10

20

30

40

50

ヨンピッチ 1.8 mm であり、ランド比 L/l と歯丈比 h/H による効果を確認するためにセレーション溝 4 の溝底面 4 a には段差が形成されないようにして、溝深さを 0.68 mm とした。

【0049】

また、被削歯車の諸元は、材質がはだ焼鋼で外径 47.5 mm、モジュール 3.0、圧力角 17.5°、歯数 13、擦れ角 0°、歯幅 20 mm であり、加工条件は、加工方法がプランジカットで、カタ回転数 150 rpm、プランジ送り 0.5 mm/min、ドゥエルタイムは $T1: 3 \text{ sec}$ 、 $T2: 3 \text{ sec}$ 、 $T3: 5 \text{ sec}$ で BM (バックムーブメント) 量: 0.02 mm であった。

【0050】

10

なお、図 6 にプランジカット方式のシェーピング加工の加工サイクルを示す。この図 6 に示すように、カタ本体 1 を正転させつつ加工開始時 (a) から切込み開始時 (b) までは被削歯車に早送り接近させ、切込み開始時 (b) から切込み停止時 (c) までは上記プランジ送りで切込みを行う。次いで、仕上げ面の凹凸を除去して完全にシェーピングを行うために切込み停止時 (c) から逆転開始時 (d) までは切込みを停止する。この間の時間 (sec) がドゥエルタイム $T1$ である。

【0051】

さらに、逆転開始時 (d) からカタ本体 1 を逆回転させつつ後退開始時 (e) までは切込みを停止した状態を維持する。この間の時間 (sec) がドゥエルタイム $T2$ である。次いで、後退開始時 (e) から後退停止時 (f) の間にカタ本体 1 を被削歯車に対し
20
て後退させ、後退停止時 (f) から離脱開始時 (g) までは逆転したまま後退した状態で切込みを停止して弾性変形を修正する。この後退開始時 (e) から後退停止時 (f) までのカタ本体 1 の後退 (バックムーブメント) 量が BM 量であり、また後退停止時 (f) から離脱開始時 (g) までの間の時間 (sec) がドゥエルタイム $T3$ である。さらに、離脱開始時 (g) から加工終了時 (h) まではカタ本体 1 が被削歯車から早送りで離脱してスタート位置に戻る。

【0052】

【表 1】

	最大 ランド幅 L (mm)	最小 ランド幅 l (mm)	歯文 H (mm)	最大 ランド部の 位置h (mm)	ランド比 L/l	歯文比 h/H	緩傾斜辺 5 a の 傾斜角 α ($^{\circ}$)	急傾斜辺 5 b の 傾斜角 β ($^{\circ}$)	傾斜角 α 、 β の 差 ($^{\circ}$)	歯形 誤差 (μm)
比較例 1	0.85	0.63	5.81	2.96	1.35	0.51	0	4.22	4.22	4
比較例 2	0.85	0.75	5.81	2.96	1.14	0.51	0	2.01	2.01	7
比較例 3	0.85	0.65	5.81	1.10	1.31	0.19	0	2.43	2.43	5
比較例 4	0.85	0.55	5.81	4.24	1.54	0.73	0	4.00	4.00	5
比較例 5	0.85	0.75	5.81	1.05	1.13	0.18	0	1.20	1.20	7
比較例 6	0.85	0.77	5.81	4.66	1.11	0.80	0	1.00	1.00	8
実施例 1	0.85	0.63	5.81	2.96	1.35	0.51	3	7.22	4.22	3
実施例 2	0.85	0.75	5.81	2.96	1.14	0.51	3	5.01	2.01	4
実施例 3	0.85	0.65	5.81	1.10	1.31	0.19	3	5.43	2.43	4
実施例 4	0.85	0.55	5.81	4.24	1.54	0.73	3	7.00	4.00	4
実施例 5	0.85	0.75	5.81	1.05	1.13	0.18	3	4.20	1.20	5
実施例 6	0.85	0.77	5.81	4.66	1.11	0.80	3	4.00	1.00	6
実施例 7	0.85	0.75	5.81	2.96	1.14	0.51	6	8.01	2.01	3
実施例 8	0.85	0.75	5.81	1.05	1.13	0.18	6	7.20	1.20	4
実施例 9	0.85	0.77	5.81	4.66	1.11	0.80	6	7.00	1.00	4

【0053】

この表 1 の結果より、まずランド比 L/l 、歯文比 h/H 、および傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が互いに等しい実施例 1 ~ 6 と比較例 1 ~ 6 とをそれぞれ比べると、いずれの組み合わせにおいても、緩傾斜辺 5 a が歯すじに垂直とされて傾斜していない比較例 1 ~ 6 に対して、この緩傾斜辺 5 a が急傾斜辺 5 b と同じ向きに傾斜している実施例 1 ~ 6 の方が歯形誤差が小さくなっていることが分かる。なお、実施例 1 ~ 6 および比較例 1 ~ 6 とともにランド比 L/l が 1.8 以上のものはなく、ランド 5 に欠けは認められなかった。

【 0 0 5 4 】

また、緩傾斜辺 5 a が互いに等しい傾斜角 α で急傾斜辺 5 b と同じ向きに傾斜した実施例 1 ~ 6 を比べると、ランド比 L / l が 1 . 2 を上回り 1 . 8 未満の範囲と歯丈比 h / H が 0 . 2 を上回り 0 . 7 未満の範囲との少なくとも一方を満たす実施例 1 ~ 4 では、歯形誤差が $4 \mu m$ 以下であって旧 J I S (J I S B 1 7 0 2 : 1 9 6 0) の 0 級 ($4 \mu m$ 以下) を満たすものであり、特に両方を満たす実施例 1 では歯形誤差が $3 \mu m$ で高い歯形精度を得ることができた。また、これらの範囲を両方とも満たさない実施例 5、6 においても、歯形誤差は旧 J I S の 0 級は満たさなかったものの、1 級 ($6 \mu m$ 以下) を満たす結果となり、製品歯車としての歯形精度は満足するものであった。

【 0 0 5 5 】

10

さらに、ランド比 L / l 、歯丈比 h / H 、および傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が互いに等しくて、緩急傾斜辺 5 a、5 b の傾斜角 α 、 β が異なる実施例 2、5、6 と実施例 7 ~ 9 を比較すると、いずれも傾斜角 α 、 β が大きい実施例 7 ~ 9 が高い歯形精度を得ていることが分かる。特に、上述のように実施例 5、6 が旧 J I S 1 級の歯形誤差であったのに対して、これら実施例 5、6 とランド比 L / l 、歯丈比 h / H 、および傾斜角 α 、 β の差 $\beta - \alpha$ が等しくて傾斜角 α が 2 倍の 6° とされた実施例 8、9 では旧 J I S の 0 級を満たす結果となった。

【 0 0 5 6 】

ただし、この緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α が大きくなり過ぎると、図 3 から分かるように緩傾斜辺 5 a と端辺 5 c との交差角は小さくなり、これら緩傾斜辺 5 a と端辺 5 c との交差部におけるランド 5 の強度が損なわれて欠けが生じるおそれがある。その一方で、緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α が小さくなり過ぎて 0° に近づくと、比較例 1 ~ 6 のシェーピングカッタと同じようになって、より高い歯形精度を得ることができない。

20

【 0 0 5 7 】

このため、緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α は実施例 1 ~ 9 のように $3^\circ \sim 6^\circ$ の範囲とされるのが望ましい。また、急傾斜辺 5 b の傾斜角 β は、この緩傾斜辺 5 a の傾斜角 α に対して、ランド比 L / l が 1 . 2 を上回り 1 . 8 未満の範囲と歯丈比 h / H が 0 . 2 を上回り 0 . 7 未満の範囲との少なくとも一方を満たす範囲に設定されるのが望ましく、双方を満たす範囲とされるのがより望ましい。

【 符号の説明 】

30

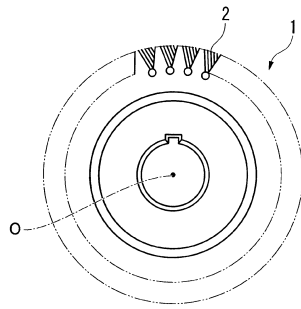
【 0 0 5 8 】

- 1 カッタ本体
- 2 歯
- 3 歯面
- 4 セレーション溝
- 4 a 溝底面
- 4 b 溝壁面
- 4 c 段差
- 5 ランド
- 5 a 緩傾斜辺
- 5 b 急傾斜辺
- 5 c 端辺
- O カッタ本体 1 の軸線
- L 最大ランド幅
- l 最小ランド幅
- H 一對の端辺 5 c 間の歯丈

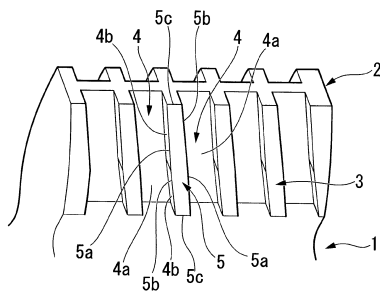
h 歯元側の端辺 5 c からランド幅が最大ランド幅 L となる位置までの軸線 O に垂直な方向における距離

40

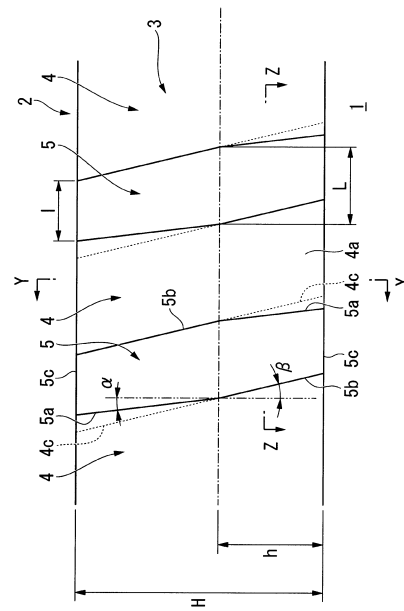
【図 1】



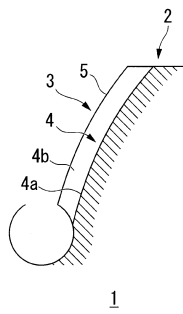
【図 2】



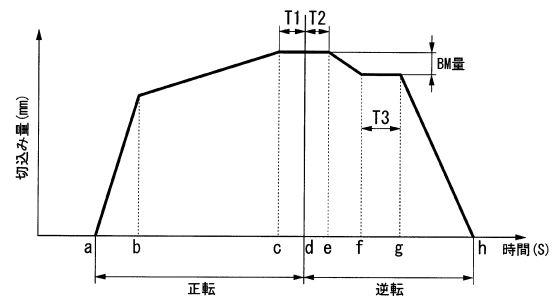
【図 3】



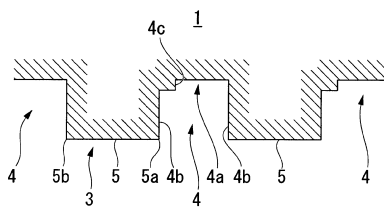
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 濱野 昭宏

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 三菱マテリアル株式会社 明石製作所内

審査官 山本 忠博

(56)参考文献 特開2002-172524(JP,A)

実開昭53-53689(JP,U)

実開昭54-124290(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23F 21/28, 21/10,

B24B 19/02