

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7628077号
(P7628077)

(45)発行日 令和7年2月7日(2025.2.7)

(24)登録日 令和7年1月30日(2025.1.30)

(51)国際特許分類 F I
B 2 3 F 5/16 (2006.01) B 2 3 F 5/16

請求項の数 7 (全12頁)

(21)出願番号	特願2021-536183(P2021-536183)	(73)特許権者	500094370 ザ グリーソン ワークス アメリカ合衆国、ニューヨーク、ロチェスター、ユニバーシティ アベニュー 1000
(86)(22)出願日	令和1年12月19日(2019.12.19)	(74)代理人	110001243 弁理士法人谷・阿部特許事務所
(65)公表番号	特表2022-514781(P2022-514781 A)	(72)発明者	ハーマン ジェイ・シュタットフェルト ドイツ ディー - 5 4 5 3 1 マンダーシャイト アウフ デム プリュール 13
(43)公表日	令和4年2月15日(2022.2.15)	審査官	増山 慎也
(86)国際出願番号	PCT/US2019/067451		
(87)国際公開番号	WO2020/132228		
(87)国際公開日	令和2年6月25日(2020.6.25)		
審査請求日	令和4年9月15日(2022.9.15)		
(31)優先権主張番号	62/783,439		
(32)優先日	平成30年12月21日(2018.12.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パワースカイピングのための独立した圧力角補正

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

パワースカイピングによって歯車ワークピースの歯を機械加工する方法であって、前記方法は、

複数の切削刃を有する切削工具を提供することと、

前記切削工具を回転させることと、

前記歯車ワークピースを回転させることと、

前記切削工具を前記歯車ワークピースに係合させて、前記歯車ワークピースの前記歯を機械加工することであって、前記歯は各々、左歯面表面および右歯面表面を有する、機械加工することと、

前記切削工具を前記歯車ワークピースに対して動かして、

b) 前記歯車ワークピースの歯の前記左歯面表面および前記右歯面表面のうちの少なくとも一方の歯形接線、

c) 前記歯車ワークピースの歯の前記左歯面表面と前記右歯面表面との間の歯形対称線に垂直する、前記左歯面表面と前記右歯面表面を最短で結ぶ方向の軸、および

d) 前記歯車ワークピースの歯の前記左歯面表面および前記右歯面表面のうちの少なくとも一方の歯形法線、のうちのいずれか1つの周りに、前記切削工具の配置を行うことと、を含み、

それにより、前記切削工具は、前記歯車ワークピースに対して再配置され、それにより

、前記歯車ワークピースの歯の前記左歯面表面および前記右歯面表面のうちの少なくとも一方の圧力角の減少および/または増加を達成する、方法。

【請求項 2】

前記歯車ワークピースは、平歯車ワークピースまたははすば歯車ワークピースである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記歯車ワークピースは、歯車ブランクである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記歯車ワークピースは、歯を備える、事前に切削された歯車である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記左歯面表面の歯面は、ある歯車の歯に位置し、前記右歯面表面の歯面は、隣接する歯車の歯に位置し、歯スロットが、前記歯車の歯と前記隣接する歯車の歯との間に画定される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記歯は、内側歯車の歯または外側歯車の歯である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記圧力角の減少および/または増加の量は、前記左歯面の歯表面および前記右歯面の歯表面に対して同じであっても異なってもよい、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワースカイピングによる歯車の製造を対象とし、特に、カッタの傾きを使用して歯車の歯の歯面表面に独立した圧力角補正を提供するための方法を対象とする。

【背景技術】

【0002】

(「ホブピーリング」または「パワースカイピング」としても知られる)円筒歯車のスカイピングは、主に内輪歯車を製造するために長年存在している切削プロセスである(例えば、DE 2 4 3 5 1 4 を参照)。ホーニングと同様に、パワースカイピングは、軸が傾いた 2 つの「円筒歯車」間の相対的な滑り運動を使用する。パワースカイピングのカッタは、通常、機械加工される円筒歯車のねじれ角とは異なる、例えば、 20° のねじれ角を有する成形カッタのように見える(例えば、US 2 0 1 1 / 0 2 6 8 5 2 3)。他のパワースカイピングツールは、例えば、US 2 0 1 2 / 0 2 8 2 0 5 5 または US 9, 9 5 6, 6 2 7 に示されているような、カッタヘッド内に配置された棒状またはスティック状の切削刃を備える。内側または外側の円筒歯車(平歯車およびはすば歯車)のパワースカイピングは、例えば、その開示が参照により本明細書に組み込まれる US 6, 7 1 2, 5 6 6 または US 9, 9 5 6, 6 2 7 に開示されている機械など、いくつかの市販のコンピュータ制御(CNC)多軸機械のうちのいずれかで実施され得る。

【0003】

内輪歯車に対するスカイピングカッタの幾何学的設定を図 1 に示す。創成歯車系の正面図を、左上の図に示す。輪歯車は、主座標系内に、その回転軸が Y 軸と同一線上にあるように配向されている。カッタの中心(Rwの原点)は、 $X_4 - Z_4$ 平面内の Y_4 の中心から半径方向距離ベクトル E_x だけ外れて配置されている。カッタおよび輪歯車のピッチ円は、ピッチ円の最下点において接線方向で接触している。正面図の下に工具の傾き角またはシャフト角 θ を示す上面図が描かれている。平歯車の場合、往復運動は、Y 軸に沿って方向付けられる。切削運動として必要な相対速度は、図 1 に示された座標系の X_4 軸の周りのシャフト角 θ で生成される。はすば歯車の場合、ねじれ角とは関係なく、カッタの傾きを選択することができる。しかしながら、 20° 以上のねじれ角では、それをシャフト角に合致させて、スカイピング作業に、簡易平歯車式成形カッタを使用する可能性が提供される。この場合も、往復運動は、Y 方向に方向付けられるが、往復運動の送りに応じた増

10

20

30

40

50

分回転 α_2 を、 α_1 に加えねばならない。シャフト角 α は、同じ増分 α_2 をなおも必要とするねじれ角とは別様に規定することができるが、工具の正面配向および側面逃げ角は、ねじれ角とシャフト角 α との差から計算されねばならない。

【0004】

図1の右側の側面図は、傾斜角と呼ばれる、工具の考えられる第2の傾きを示す。この工具傾斜角は、刃とスロットとの間の有効逃げ角を増加させるために使用することができ、最小の逃げ角によって、長い平歯車式成形カッタの裏側の間の干渉を排除するために利用することもできる。

【0005】

ワークピースの開発中および/またはワークピースを製造するためのパワースカイピングプロセス中に、カッタの圧力角を独立して補正することが望ましい場合がある。大きな圧力角変化の場合、パワースカイピングカッタディスクの切削歯の歯形は、再加工されるのが一般的である。しかしながら、多くの場合、ワークピースのスロット幅は維持されねばならないので、歯形の再加工は可能でない。ほとんどの場合の解決策は、補正された歯形を有する新しいカッタディスクを製造することである。

【発明の概要】

【0006】

本発明は、ワークピースの歯面表面に対する3次元カッタ回転を実施して、カッタを歯車ワークピースに対して再配置して、歯面表面の圧力角の減少および/または増加を達成する方法を含む。方法は、歯スロットの左右の歯面表面に独立して適用することができ、または回転を互いに重畳させて、歯スロットの両歯面に圧力角補正を実現してもよい。

【0007】

より具体的には、本発明は、パワースカイピングによって歯車ワークピースの歯を機械加工する方法であって、複数の切削刃を有する切削工具を提供することと、切削工具を回転させることと、歯車ワークピースを回転させることと、切削工具を歯車ワークピースと係合させて、歯車ワークピースの歯を機械加工することとを、歯は各々、左歯面表面および右歯面表面を有する、機械加工することを含む、方法を含む。方法は、切削工具を歯車ワークピースに対して動かして、

a) 歯車ワークピースの歯の左歯面表面と右歯面表面との間の歯形対称線、

b) 歯車ワークピースの歯の左歯面表面および右歯面表面のうちの少なくとも一方の歯形接線、

c) 歯車ワークピースの歯の左歯面表面と右歯面表面との間の歯形対称線に垂直な軸、および

d) 歯車ワークピースの歯の左歯面表面および右歯面表面のうちの少なくとも一方の歯形法線、のうちの少なくとも1つの周りに、切削工具の配置を行うことをさらに含み、それにより、切削工具は、歯車ワークピースに対して再配置され、それにより、歯車ワークピースの歯の左歯面表面および右歯面表面のうちの少なくとも一方の圧力角の減少および/または増加を達成する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ワークピースとカッタとの間のパワースカイピング構成の正面図、側面図、および上面図を示す。

【図2(a)】圧力角減少を達成するために角度 α だけ回転された切削刃を有する、簡略化された歯車スロットの3次元図を示す。

【図2(b)】角度 α だけ回転した結果圧力角が減少した状態の、図2(a)の正面図を示す。

【図2(c)】補正回転 α と圧力角減少 β との幾何学的関係を示す、図2(a)の上面図である。

【図3(a)】右歯面の圧力角を減少させる単一歯面補正を達成するために、左歯面の歯形接線の周りに角度 α だけ回転させた切削刃を有する、簡略化された歯車スロットの3次

10

20

30

40

50

元図を示す。

【図3(b)】左歯面の歯形接線および右歯面の歯形接線の両方を、各接線の周りの角度補正回転とともに示す、簡略化された歯車スロットを示す。

【図4(a)】歯形対称線に垂直な線の周りに角度 だけ回転させた切削刃を有する、簡略化された歯車スロットの3次元図を示す。

【図4(b)】角度 だけ回転させたことによる圧力角の増加を示す、図4(a)の正面図である。

【図4(c)】回転 による歯形深さ h から h^* への減少を示す、図4(a)の側面図である。

【図5(a)】右歯面の圧力角を増加させる単一歯面補正を達成するために、左歯面の歯形法線の周りに角度 だけ回転させた切削刃を有する、簡略化された歯車スロットの3次元図を示す。

【図5(b)】右歯面の圧力角の増加を示す、図5(a)の正面図である。

【図5(c)】左歯面法線および右歯面法線の両方を、各法線の周りの角度 補正回転とともに示す、簡略化された歯車スロットを示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書で使用される「発明(invention)」、「本発明(the invention)」、および「本発明(the present invention)」という用語は、本明細書の主題のすべて、および以下の任意の特許請求項を広く指すことを意図するものである。これらの用語を含む記述は、本明細書に記載された主題を限定するもの、または以下のいかなる特許請求項の意味もしくは範囲も限定するものと理解されるべきではない。さらに、本明細書は、本出願のいかなる特定部分、段落、記述、または図面においても、いずれかの請求項によってカバーされる主題を説明または限定しようと努めるものではない。本主題は、本明細書全体、すべての図面、および以下のいずれかの請求項を参照することによって理解されるはずである。本発明は、他の構成が可能であり、様々な方法で実施され、または実行されることが可能である。また、本明細書で使用される表現および用語は、説明のためのものであり、限定的であると見なされるべきではないことが理解される。

【0010】

本明細書での「含む」、「有する」、および「備える」、ならびにこれらの変形の使用は、その後に列挙される項目およびその等価物、ならびに追加の項目をも包含することを意味する。方法またはプロセスの要素を識別するための文字の使用は、単に識別のためのものであり、要素が特定の順序で実行されるべきであることを示すことを意味するわけではない。

【0011】

以下で、図面を説明する際、上部、下部、上方、下方、後方、底部、頂部、前、後などの方向に言及する場合があるが、これらは、便宜上、図面に対して(通常、見られるように)言及される。これらの方向は、文字通りに解釈されること、またはいかなる形でも本発明を限定することを意図しない。加えて、「第1」、「第2」、「第3」などの用語は、説明の目的で本明細書に使用されており、重要性または意義を示すまたは暗示することを意図するものではない。

【0012】

ここで、本発明の詳細を、単に例として、本発明を図示する添付図面を参照して考察する。

【0013】

本発明の方法は、歯車ワークピースの左歯面表面および/または右歯面表面に対する、歯形対称線、歯面歯形接線、歯面歯形法線、および/または歯形対称線に垂直な軸のうちの、少なくとも1つの周りの3次元カット配置(すなわち、回転)により、カットを歯車ワークピースに対して再配置して、それにより、歯車ワークピースの歯面表面の圧力角の

10

20

30

40

50

減少および/または増加が切削プロセスによって達成されることを含む。プロセスは、歯車ワークピースブランクからの歯の製造（例えば、ソフトカットまたはラフカット）、および事前に（荒）削りおよび硬化された歯車の歯の仕上げプロセス（例えば、ハードカットまたはハード仕上げ）に適用可能である。したがって、歯車ワークピースには、歯車ブランク（歯の初期形成）、および事前に切削された歯車（歯の仕上げ機械加工）が含まれると理解される。

【0014】

図2(a)は、台形の両側部に切削縁を有する、簡略化された台形刃形を示す。工具の歯と、（隣接するワークピースの歯の間に形成される）加工歯車の歯のスロットとの間には、真っ直ぐな側部の台形歯形を有する仮想創成ラック歯形が存在する。簡略化された刃は、創成ラックとも呼ばれる基準歯形を表す台形チャンネル内に位置する。図2(a)の3次元図は、垂直軸として示されている、左歯面表面と右歯面表面との間の歯形対称線の周りの刃形の回転を示す。回転角は、左下の図2(b)の正面図で、とラベル付けされている。刃および台形チャンネルの上面図を、右下の図2(c)に示す。図2(b)および図2(c)の両下図は、平歯車またははすば歯車などのワークピースの歯表面（内側または外側）の所望される圧力角の減少を達成するために必要な、垂直軸の周りの回転角を導出するための十分な図解情報を含む。

10

【0015】

式(1)は、補正と回転との関係を示す。

【0016】

20

【数1】

$$\alpha + \Delta\alpha = \arctan \left\{ \frac{[B_p + 2h \cdot \tan \alpha] \cos \gamma - B_p \cos \gamma}{2 \cdot h} \right\} \quad (1)$$

【0017】

ワークピースの圧力角減少の好ましい実施形態を、図3(a)および図3(b)に示す。図3(a)の刃形および台形チャンネルの3次元図は、左歯面の歯形接線の周りの刃形の回転を示す。台形チャンネルと刃形とが同一接線であるが故に、回転は、左歯面の圧力角に影響を及ぼさないが、図2(a)に示された原理と比較して、所与の回転角に対して、右歯面において約2倍の圧力角減少を達成する。歯形接線の周りの回転は、左右の歯面歯形にわずかに歪んだインボリュートを引き起こし得る。歪みは、刃形が真っ直ぐな基準歯形に等しくないだけでなく、加工歯車歯形に類似の基準歯形から展開されるインボリュートであるという事実によって、引き起こされる。しかしながら、そのような歪みは、無視することができる。右歯面への圧力角補正の効果により、ごく小さな補正回転角しか必要でなく、これで、ほとんどの場合、左歯面および右歯面へのいかなる副作用（例えば、二次的なスロット幅の変化）も事実上無視できる。しかしながら、スロット幅の補正が所望されるならば、少し深く切削することで、元のスロット幅を再確立することができる。

30

【0018】

図3(b)の右歯面歯形接線から理解できるように、右歯面における刃の切削縁を右歯面の歯形接線の周りに回転させた場合、同様の補正を適用して左歯面を補正することもできる。歯形接線の周りの回転は、右歯面の歯形基準高さの上下でわずかに歪んだインボリュートを引き起こすが、右歯面の圧力角は一定のままである。歪みは、刃形が真っ直ぐな基準歯形に等しくないだけでなく、加工歯車歯形に類似の基準歯形から展開されるインボリュートであるという事実によって、引き起こされる。歯車の歯の左歯面への本発明の圧力角補正（減少）の効果により、ごく小さな補正回転角しか必要でなく、これで、左歯面および右歯面へのいかなる副作用（例えば、二次的なスロット幅の変化）も無視できる。しかしながら、上述したように、スロット幅の補正が所望されるならば、少し深くカットすることで、元のスロット幅を再確立することができる。

40

【0019】

50

図2(a)～(c)ならびに図3(a)および図3(b)に表された補正原理は、圧力角減少にのみ好適であることに注意されたい。回転角を逆にしても、圧力角減少はなおも起こる。逆回転に関して図2(a)～(c)の補正方法を見ると、歯形接線の周りの逆回転もまた、右歯面および/または左歯面の圧力角を減少させることが明らかになる。

【0020】

本発明は、図3(b)に示されるように、左歯面および右歯面の両方の歯形接線の周りの同じまたは異なる量の補正を利用して、ワークピースの左右両方の歯面に圧力角減少(同じまたは異なる)をもたらすことをさらに含む。左歯面および右歯面の両方の歯形接線の周りの組み合わせ補正は、左歯面歯形接線と右歯面歯形接線との間に位置する線の周りに規定される補正を効果的にもたらす。

10

【0021】

圧力角を増加させるために、歯形対称線に垂直な軸の周りの刃形回転を採用することができる。この刃形を回転させる原理を、図4(a)の3次元図に示す。図4(b)は、図4(a)の台形チャンネルの正面図を示し、図4(c)は、側面図を示す。図4(b)および図4(c)は、所望の圧力角増加を達成するために必要な、水平軸の周りの回転角を導出するのに十分な図解情報を含む。式(2)および式(3)は、図4(a)～(c)に関し、回転角と補正との関係を解決する。

$$h^* = h \cdot \cos \varphi$$

$$b = h \cdot \tan \alpha$$

【0022】

【数2】

$$b = h^* \cdot \sin(\alpha + \Delta\alpha) = h \cdot \cos \varphi \cdot \sin(\alpha + \Delta\alpha) \rightarrow \Delta\alpha = \arctan\left(\frac{b}{h} \cdot \frac{1}{\cos \varphi}\right) - \alpha \quad (2)$$

20

【0023】

【数3】

$$\tan(\alpha + \Delta\alpha) = \frac{\tan \alpha}{\cos \varphi} \quad (3)$$

30

【0024】

【数4】

$$\varphi = \arccos\left(\frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \Delta\alpha)}\right) \quad (4)$$

【0025】

圧力角増加のための別の好ましい実施形態を、図5(a)、図5(b)、および図5(c)に示す。図5(a)の刃形および台形チャンネルの3次元図は、歯の左歯面に対する歯形法線の周りの刃形の回転を示す。台形チャンネルと刃形とが同一法線であるが故に、回転は、左歯面の圧力角に影響を及ぼさないが、図4(a)に示された原理と比較して、所与の回転角に対して、右歯面において約2倍の圧力角増加を達成する。歯形法線の周りの回転は、左右の歯面歯形に、わずかに歪んでいるが無視できるほどのインボリュートを引き起こす。歪みは、刃形が真っ直ぐな基準歯形に等しくないだけでなく、加工歯車歯形に類似の基準歯形から展開されるインボリュートであるという事実によって、引き起こされる。

40

【0026】

歯車の歯のうちの2つの歯面の一方のみへの本発明の圧力角補正(増加)の効果により、ごく小さな補正回転角しか必要でなく、これで、右歯面へのいかなる副作用(例えば、

50

歯の深さの変化)も無視できる。

【0027】

図5(c)の右歯面法線から理解できるように、右歯面における刃の切削縁を右歯面の歯形法線の周りに回転させた場合、同様の補正を適用して左歯面を補正することもできる。歯車の歯のうちの2つの歯面の一方のみへの本発明の圧力角補正(増加)の効果により、ごく小さな補正回転角しか必要でなく、これで、左歯面へのいかなる副作用(例えば、歯の深さの変化)も無視できる。

【0028】

図5(a)および5図(b)に示された本発明の補正は、右歯面または左歯面のいずれかの圧力角の増加を、独立して提供する。しかしながら、この補正は、歯形法線の回転を逆にするだけでは、圧力角を減少させることはできない。逆回転に関して図4の補正方法を見ると、逆の歯形法線の回転もまた、右歯面および/または左歯面の圧力角を増加させることが明らかになる。

【0029】

本発明は、図5(c)に示されたように、左歯面法線および右歯面法線の両方の周りの同じまたは異なる量の補正を利用して、ワークピースの左右両方の歯面への圧力角増加(同じまたは異なる)をもたらすことをさらに含む。左歯面法線および右歯面法線の両方の周りの組み合わせ補正は、ワークピースの歯のスロットの3次元空間内に位置する線の周りに規定される補正を効果的にもたらす。

【0030】

本発明は、例えば図3(a)、図3(b)、図5(a)、図5(b)、および図5(c)に関して上述した2つの本発明の補正の組み合わせにより、歯車の2つの歯面タイプへの独立した圧力角補正が達成されることを可能にすることをさらに包含する。例えば、2つの本発明の補正の組み合わせは、2つの補正を重畳させることによって、歯車の左歯面の圧力角の増加および同じ歯車の右歯面の圧力角の減少を同時にもたらし得る。歯面接線と歯面法線との組み合わせ補正は、ワークピースの歯のスロットの3次元空間内に位置する線の周りに規定される補正を効果的にもたらす。

【0031】

本発明者は、補正効果の拡大と、工具軸傾き角とねじれ角との差との間の依存性を発見した。0度のねじれ角(平歯車)で、工具軸傾き角対加工歯車軸が20°の場合、補正効果は、約100倍に増幅された。20°のねじれ角(はずば歯車)で、工具軸傾き角対加工歯車軸が20°の場合、補正効果は増幅されなかった。この場合、カッタは、加工歯車の法平面内で回転していた。

【0032】

好ましくは、カッタの回転面は、加工歯車の法平面と同一である。カッタが、加工歯車の法平面から外れた回転面を有する場合、補正は、式(5)の関係により、差角の正弦に応じて拡大される。ワークとカッタとのピッチ径比に応じた、内側ワークピースの場合のさらなる調整は、式(6)で表される。

【0033】

【数5】

$$\Delta\alpha_{eff} = \Delta\alpha \cdot \left(\frac{1 + F_{red} \cdot \sin(\Sigma - VZ \cdot \beta \cdot VZPS)}{\sin(20^\circ)} \right) \cdot F_{int} \quad (5)$$

【0034】

【数6】

$$F_{int} = \frac{Z}{(Z_{cut} \cdot 0.6)} \quad (6)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

式中、

eff ...有効な圧力角の変化

...理論的に計算された圧力角の変化

...カッタと加工軸との間の傾き

VZ ...ねじれ方向の符号。右ねじれ $VZ = +1$ 、左ねじれ $VZ = -1$

$VZPS$...中心より上での切削 $VZPS = +1$ 、中心より下での切削 $VZPS = -1$

F_{red} ...加工平歯車および $\alpha = 20^\circ$ に基づいて、経験的に求められた、減少係数

F_{int} ...カッタピッチ径対ワークピッチ径 = 60% に基づく、内側ワークピースの場合の調整係数

Z ...ワークピースの歯数

Z_{cut} ...カッタの理論上の歯数

【 0 0 3 6 】

本発明は、好ましい実施形態を参照しながら説明されてきたが、本発明は、これらの特定の実施形態に限定されないことを理解されたい。本発明は、添付の請求項の趣旨および範囲から逸脱することなく、本主題が属する、当業者にとっては明らかであろう変更を含むことが意図されている。

10

20

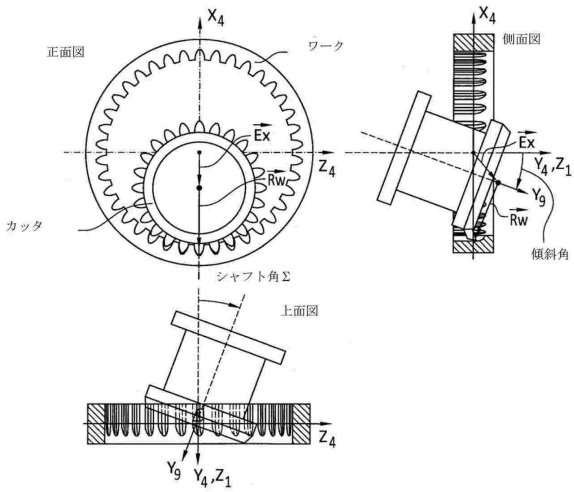
30

40

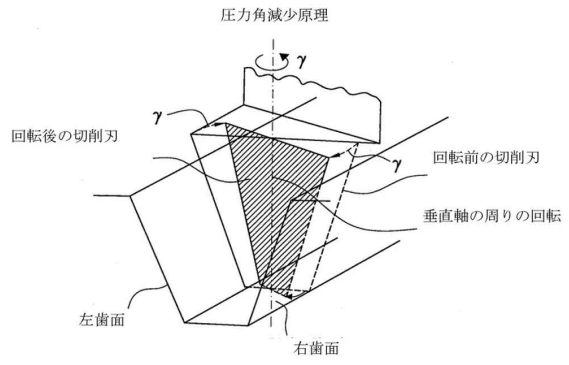
50

【図面】

【図 1】

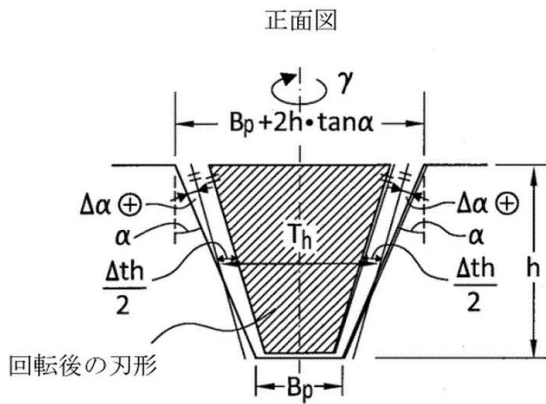


【図 2 (a)】

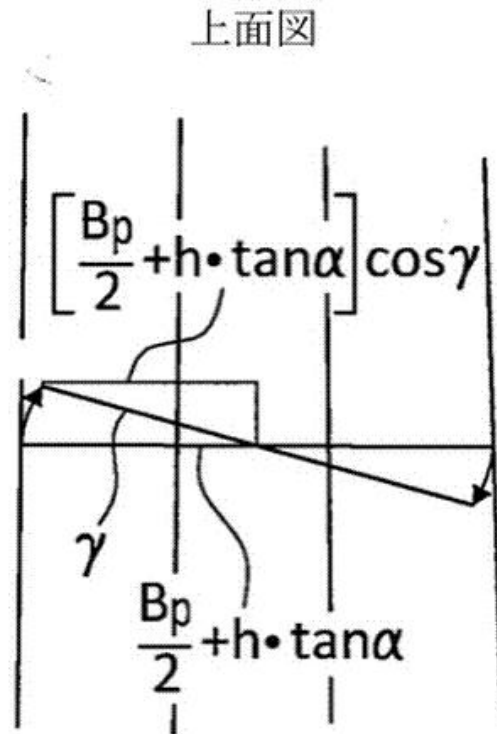


10

【図 2 (b)】



【図 2 (c)】



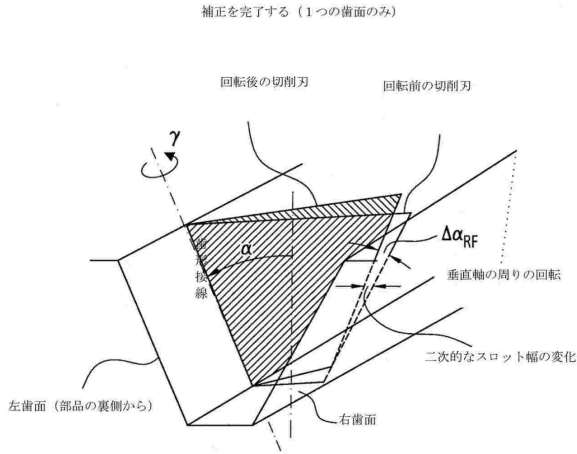
20

30

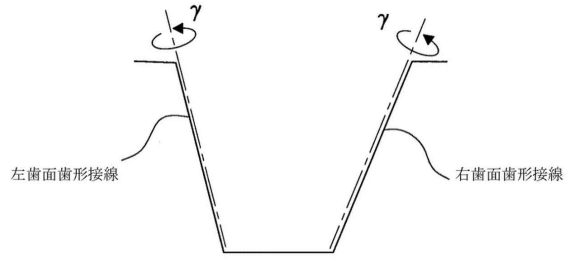
40

50

【図3(a)】

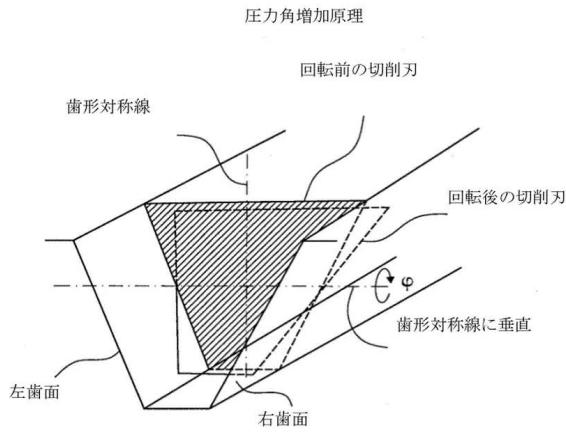


【図3(b)】

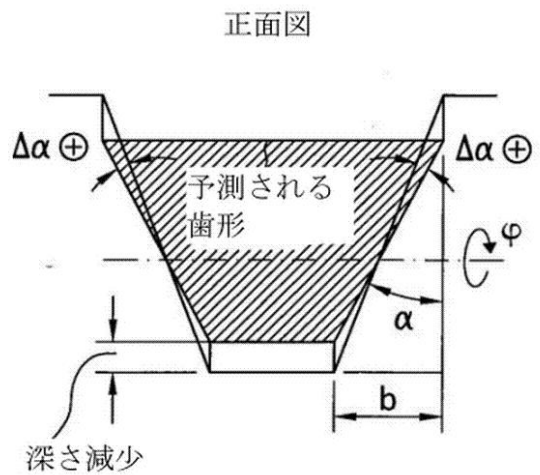


10

【図4(a)】



【図4(b)】



20

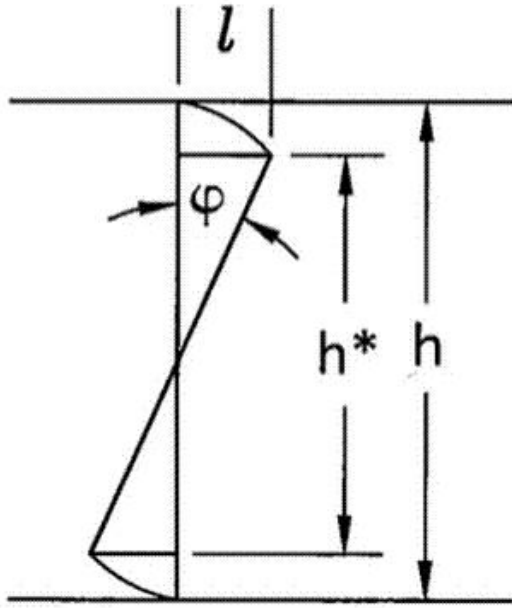
30

40

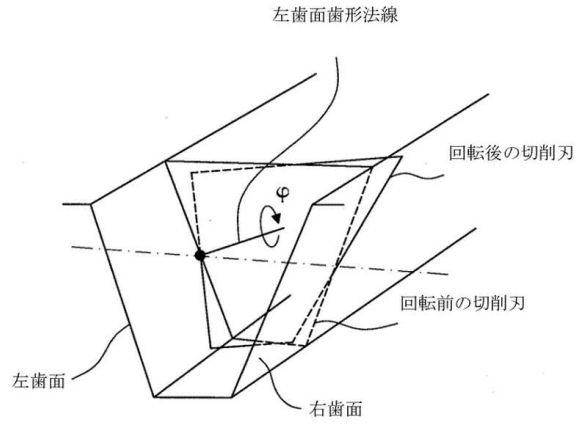
50

【図4(c)】

側面図



【図5(a)】

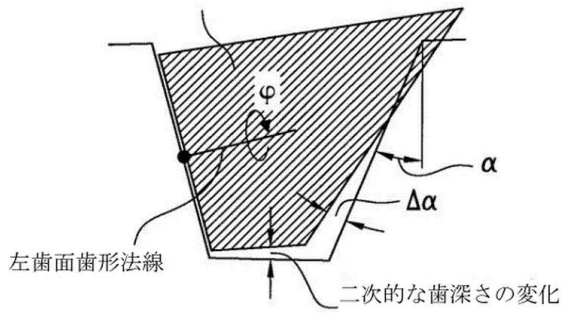


10

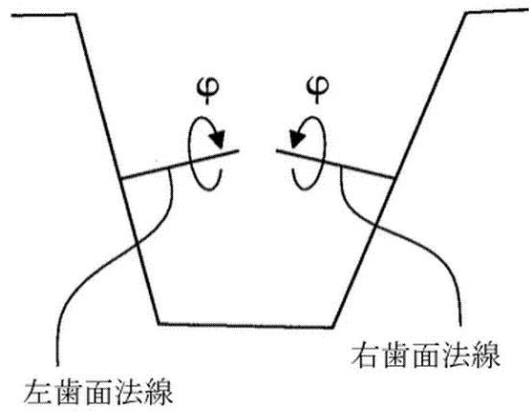
20

【図5(b)】

補正回転後の基準刃形



【図5(c)】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2016 - 093881 (JP, A)
特開 2003 - 175419 (JP, A)
国際公開第 2011 / 024626 (WO, A1)
特表 2016 - 516602 (JP, A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23F 1/00
B23F 5/00、16
B23F 23/00
B24B 53/075