

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4485362号
(P4485362)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 H 55/08 (2006.01)	F 1 6 H 55/08 Z
F 1 6 H 55/17 (2006.01)	F 1 6 H 55/17 Z

請求項の数 16 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-527987 (P2004-527987)	(73) 特許権者	505048655
(86) (22) 出願日	平成15年8月8日(2003.8.8)		ラフキン・インダストリーズ・インク
(65) 公表番号	特表2005-535844 (P2005-535844A)		アメリカ合衆国、テキサス州 7 5 9 0 2
(43) 公表日	平成17年11月24日(2005.11.24)		、ラフキン、エス・ラゲット 6 0 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/025046	(74) 代理人	100071010
(87) 国際公開番号	W02004/015308		弁理士 山崎 行造
(87) 国際公開日	平成16年2月19日(2004.2.19)	(74) 代理人	100121762
審査請求日	平成18年8月7日(2006.8.7)		弁理士 杉山 直人
(31) 優先権主張番号	60/402, 266	(74) 代理人	100126767
(32) 優先日	平成14年8月8日(2002.8.8)		弁理士 白銀 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100118647
			弁理士 赤松 利昭
		(72) 発明者	ジンキンス、デビッド・エル
			アメリカ合衆国、テキサス州 7 5 9 0 1
			、ラフキン、ブラセル 5 0 8
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘリングボーンギヤ歯及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原材料 (1 0) に円柱形状を形成し；

前記円柱形状の軸に垂直な円の円周の周りに複数のリリーフノッチ (1 2) を形成し；

複数のやまば歯車歯の各歯 (1 3) を、該歯が前記複数のリリーフノッチの隣接する対の間の前記円周に沿う場所に頂部 (1 4) が位置するように、前記原材料のねじれ角に沿って粗形成し；

次に、前記複数のやまば歯車歯を焼き入れし；

該焼き入れの後に、前記複数のやまば歯車歯の各歯をカッター (1 5) で仕上げプロフィール (2 4) に仕上げると共に；

前記複数のリリーフノッチは前記仕上げプロフィールよりも深いインボリュートプロフィールを有しており、前記カッターが当該仕上げの際に前記リリーフノッチ内にストローク移動するとき、前記原材料を削らないように構成されたヘリングボーンギヤ歯の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 の製造方法であって、前記複数のリリーフノッチは前記仕上げプロフィールよりも深いリリーフプロフィール (2 2) に形成される製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 の製造方法であって、前記各複数のリリーフノッチは前記ねじれ角に沿って前記円周から対称的に外側へ延伸する製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 の製造方法であって、前記焼き入れステップは浸炭処理を含んでいる製造方法。

【請求項 5】

請求項 4 の製造方法であって、前記仕上げステップを立方体ボルゾン窒化物面を備えるカッターによって実行する製造方法。

【請求項 6】

請求項 4 の製造方法であって、前記浸炭処理は、前記複数のやまば歯車歯を浸炭処理し、かつ、その後に、支承ジャーナル及び前記複数のやまば歯車歯を浸炭処理するステップを含む製造方法。

10

【請求項 7】

請求項 1 の製造方法であって、前記仕上げステップはインボリュートプロフィールである仕上げプロフィールを製作する製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 の製造方法であって、前記原材料は硬化されていない製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 の製造方法であって、前記粗形成のステップをミルによって行う製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 の製造方法であって、前記粗形成のステップをマアグ (Maag) カッターによって行う製造方法。

20

【請求項 11】

請求項 1 の製造方法であって、前記粗形成のステップをラックタイプの粗形成シェーパーカッターによって行う製造方法。

【請求項 12】

請求項 4 の製造方法であって、前記焼き入れステップは少なくとも 58 ロックウェル C の表面硬度をもたらす製造方法。

【請求項 13】

請求項 1 の製造方法に従って生産された製品。

【請求項 14】

請求項 4 の製造方法に従って生産された製品。

30

【請求項 15】

請求項 5 の製造方法に従って生産された製品。

【請求項 16】

請求項 12 の製造方法に従って生産された製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にギヤ歯に関し、特に、ヘリングボーンギヤ歯及びその改良された製造方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

はすば歯車（これは軸に対して鋭角に切削された歯を有する）は、回転のすべての点でかみ合う多数の歯を有し、圧力を各歯の全長に沿って均等に分配するように設計される。

【0003】

したがって、この歯車は滑らかな作動と信頼性を提供し、動力の伝達に関して理想的である。単はすば歯車（これは、また、ねじれ平歯車と呼ばれる）の歯の角度のために、軸方向スラストが生成されるが、2つの対向するらせんを使用することによって、誘発された軸スラストは除去される。

【0004】

精密歯車の性能は主として歯の精度と表面特性で決定される。多くの場合、歯車の表面

50

は浸炭、窒化又は同様の処理によって堅くされ、その後、機械加工されつや出しされる。表面硬化処理（はだ焼き）は摩耗と耐蝕性を改良し、表面の均一性と純度を高め、残留圧縮応力を生じさせて歯車の性能と寿命を顕著に改良することになる。その上、表面硬化された鋼の物理特性は非常に良く、通し焼入れ鋼ギヤとして２倍のトルクを伝えることができる。

【０００５】

やまば歯車を一般に２つのタイプに分類することができる。即ち、図１に示されるように２つのらせんが中央で合い連続した歯を形成するヘリングボーン歯車（ギヤ）と、図２に示されるように２つのらせんの間にリリーフギャップを有する従来のやまば歯車である。

10

【０００６】

ヘリングボーン歯車（図１）は、ポンプローター、及び、低速高トルクを必要とする伝動歯車、特に伝動歯車の歯幅が限定される歯車として使用される。連続ばりのやまば歯車伝動装置は５０年間以上に渡り使用されているが、頂部で歯を機械加工することの製造の難しさにより、歯の一部を硬化させること、及び歯の寸法精度のよくすることには限度があった。ヘリングボーン歯車は、２つの対向する螺旋を各マシン打撃により左側の螺旋、次に右側の螺旋を交互に切削する複数の往復動カッターにより同時に機械加工するサイクス（Sykes）歯車形成機又はシェーパーで形成するように制限される。これらのカッターは歯車の面の中心ヘストローク移動するときに歯の形状に切削する。この処理の制限は大ピッチ高精度サイクスカッターの不足である。さらに、これらのカッターが３５ロック

20

【０００７】

反対に、図２で示される従来のやまば歯車はヘリングボーン歯車の制限を受けない。リリーフギャップはカッター中心線が螺旋の端部を超えることを許容するので、これらの歯車を切って仕上げるために、５８ロックウェルＣよりもはるかに硬い硬化鋼を旋削できるものを含めたさまざまな高精度工作ツールを使用することができる。したがって、リリーフギャップを有する従来のやまば歯車はヘリングボーン歯車よりも高い性能を必要とする場合に、より一般に使用される。

【０００８】

30

ポンプに使用する場合、あいにく、リリーフギャップを備える歯車をポンプローターとして使用することは不適當であるので、硬度と表面硬化厚が制限されたヘリングボーン歯車を使用しなければならない。通常、これらの歯車に仕上げの切削がなされ、次に窒化されて、０．５０８ｍｍ乃至０．６３５ｍｍ（０．０２０インチ乃至０．０２５インチ）の表面硬化が付与される。窒化は高温で行われるため、ひずみにより表面に不揃いが生じる。この短所はポンプ性能に直接影響する。例えば、塑性プラスチックの溶融ポンプに使用されるヘリングボーン歯車は、浅い焼き肌深さ、オーバロード圧又は旋削で生じうる歯の誤差のために歯面に表面硬化剥離を生じることがありえる。改良された硬度及び歯の品質を有するヘリングボーン歯車が望まれている。

【０００９】

40

発明の目的

発明の第一の目的は、円柱原材料から始まって、歯車の表面を横切る連続ばりを形成し、次に歯車を浸炭し、それに仕上げ加工を施して図２の従来のギャップを備える浸炭やまば歯車の高精度の特性をもたらすようにすることにより、図１の形態のやまばヘリングボーン歯車を提供することである。

【００１０】

発明の別の目的は、プラスチック溶融ポンプ用ローターとして使用するために特に製造される歯車であって、５８－６２ロックウェルＣ硬度になるように熱処理され、１つ以上のより正確なギヤ製造カッターによってアメリカギヤメーカー協会（AGMA）品質に従う以前の連続ばり歯よりほぼ６倍正確な歯に仕上げられる歯車を製造する方法を提供する

50

ことである。

【発明の開示】

【0011】

上記目的及び他の特徴と利点は、円柱原材料から始まるヘリングボーン歯車を製造する方法において提供される。円柱原材料において2つの螺旋が合うところに各歯のリリーフノッチが確立される。次に、二重螺旋状の歯（やまば歯車）が粗形成され、歯車は表面硬化を施される。浸炭法を使用することによって、0.508mm乃至0.635mm（0.200乃至0.025インチ）のより深い表面硬化を得ることができる。歯は、次に、高精度の立方体ボルゾン窒化物（Cubic Borzon Nitride:CBN）面を備えるカッターを使用して該カッターの振れを許容するリリーフノッチを備えるものとして仕上げられる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

添付図面に概略的に示す実施の形態に基づいて発明を以下に詳細に説明する。

【0013】

図3を参照して、発明に従った方法は硬化されていない高品質の鋼原材料10を機械加工して歯車部品としての円柱形を形成することに始まる。次に、歯車の各歯13に一連のリリーフノッチ12が機械加工される。リリーフノッチ12はその後の仕上げ処理におけるツール振れを許容する。サイクスカット（Sykesカット）ヘリングボーン歯車は歯車形成機の切削動作から形成された2つの螺旋の鋭角交点においてわずかな溝を有するが、この溝は本発明の仕上げ加工のための十分なクリアランスを提供しない。

20

【0014】

リリーフノッチ12は、機械加工により、部分10の円周の周りで各2つの隣接する歯13の間の頂部14（ここで2つの螺旋が合う）において一連のインボリュートカットとして作られる。リリーフノッチ12は初めに、歯車表面のセンター、即ち頂部14に機械加工される。この部分10は所定量だけ回転され、フライス削りヘッド15が軸方向にある量だけ割り出され、歯のねじれ角を繰り返して付ける。フライス削りヘッド15は、次に、面のセンターライン14の反対側の点に動かされて同様のツール経路を機械加工する。ここでもその部分は回転され、さらに2つのツール経路が歯車表面のセンターライン14から次第に遠くなる位置で機械加工される。この処理は適切な1つのリリーフノッチ12が形成されるまで繰り返される。リリーフノッチ12は、ギヤ歯の内角17にツールが必要に振れて入ることを許す。図3が示すように、最初にすべてリリーフノッチ12を形成し、その後にギヤ歯を粗形成してもよいし、あるいは、1つのリリーフノッチ12を機械加工したすぐ後に、その対応する歯13を粗形成することとしてもよい。

30

【0015】

図4と5は各リリーフノッチ12の形状とプロフィールについて説明する。リリーフノッチ12は、2つの隣接する歯13のトップランド（top lands）16間の頂部14に位置される。両方の螺旋のボトムランド（Bottom lands）18と各歯面20を示す。リリーフノッチ12はインボリュート歯プロフィール24と同様であるが、わずかに大きくかつ深いプロフィール22を有する。ノッチ底ランド18'と表面20'が示されている。

【0016】

40

リリーフノッチプロフィール22は仕上げられた歯のプロフィール24よりもわずかに大きいので、後の仕上げ処理の間に、仕上げカッターがリリーフ12内にストローク移動するとき、原材料を削ることない。

【0017】

図6に示すように、ギヤ歯の粗形成はミル（製作機械）を使用してなされ、階段の段に似たギヤ歯インボリュートプロフィールとされる。次に、階段の段の体裁は、マアグ（Maag）カッター及び／又はラックタイプの粗形成シェーパーカッターによって取り除かれ、図7に示すように、必要な仕上げプロフィール24（図5参照）の約0.508mm（約0.020インチ）内側の滑らかなギヤ歯をもたらす。

【0018】

50

ヘリングボーン歯車は粗形成された後に約58-62ロックウェルCの表面硬度に浸炭される。適した方法は2段階浸炭処理を使用することである。ギヤ歯13は最初に浸炭され掃除される。次に、ギヤ歯13とジャーナル(軸くび)26の両方が浸炭雰囲気中にさらされる。最小焼き肌深さは歯の領域で5.08mm乃至7.62mm(0.200~0.300インチ)、支承ジャーナル領域で、1.06mm(0.040インチ)であるべきである。これは浸炭サイクルの一部の間に支承ジャーナルをマスキングすることによって達成される。

【0019】

浸炭の後に、図8で示されるように、その部分は、立方体ボルゾン窒化物(Cubic Borzon Nitride:CBN)の面を有する高精度往復差し込みカッター30を使用して仕上げられる。歴史的に、この仕上げ技術は、ツール振れのために、螺旋間で約25.4mm(約1インチ)幅のギャップを必要とするが、特別なカッター30を使用することによって、このツール振れは最小にされる。また、CBNカッター30はレーキ角低減のための特殊ツールポスト32によって保持される。原材料10が回転割り出しされ、一方、カッター30は歯車を削って、表面硬化された材料を約0.508mm(約0.020インチ)取り除く。リリースノッチ12はカッター30の振れを許容し、ノッチ12内の材料はカッター30によって取り除かれない。上で説明したように、リリースノッチ12は歯13間に機械加工されるので、2つの螺旋が接合され、仕上げツールの振れのために必要なクリアランスをまだ残すことができる。

【0020】

CBN刃タイプのカッター30は例外的な仕上げを提供し、長期間の摩耗が可能であり、切削力を減少させ、かつ、容易に利用可能である。さらに、カッター30の平坦な切断面とマアグ(Maag)歯切りカッターの運動学のためにインポリュートが形成され、歯車インポリュート精度は割り出しやツール精度に依存しない。

【0021】

図9は、発明に従って製造されたヘリングボーン歯車(ギヤ)を示す。上で説明された方法は、ヘリングボーンギヤ歯が硬化され、かつ、改良されたCBNカッターを備えたより近代的なツールによって形成されるので、ヘリングボーンギヤ歯をより高精度に機械加工することができる。歯の精度は、硬化されたツールで歯を仕上げることによって大いに高められる。従来技術の機械加工により比較的軟質の鋼を加工した場合、0.609mm(0.0024インチ)以内のプロフィール精度が提供され、ねじれ角は0.004度以内(0.101mm(0.008インチ)のリード変動)である。発明を使用するとき、達成可能な歯の寸法精度は約10倍良く、プロフィール誤差は0.01254mm(0.00026インチ)未満であり、リード変動は0.01117mm(0.00044インチ)である。さらに、歯の精度を犠牲にしないで、歯面仕上げは20~24RMSに達することができる。さらに、この処理に従って製造された歯車は、浸炭歯車に関する許容接触圧と曲げ応力に関する増大されたAGMA荷重補正係数及び等級を満たす。特に、AGMAの「接触応力数(Contact Stress Number)」は225000psiに達することができ、「曲げ応力数(Bending Stress Number)」は65000psiに達することができる。

【0022】

その結果、この発明で生産されたヘリングボーン歯車の品質はリリースギャップを備える従来のやまば歯車のものと同等となった。発明はより高速かつより正確な製造のためのより近代的な工作機の使用を可能にする。

【0023】

発明の好ましい実施の形態について詳細に説明したが、この実施の形態を変更、変形することが可能であることは当業者にとって明らかである。そのような変更と変形は、特許請求の範囲に記載された発明の技術的思想及び範囲内にあることが明白に理解される。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】約35ロックウェルC以下の硬度の比較的軟らかい鋼から作られた従来技術のヘ

10

20

30

40

50

リングボーン歯車の斜視図である。

【図2】 35ロックウェルCを超える硬度の浸炭硬化鋼から作られた従来技術のやまば歯車であって、2つの螺旋の間にギャップを備えるやまば歯車の斜視図である。

【図3】 発明に従って硬化されていない円柱原材料の初期削りを示す図である。

【図4】 図3の拡大図であり、発明に従ったリリースノッチを示す図である。

【図5】 図4の5-5線に沿って見た断面図である。

【図6】 本発明に従ったヘリングボーン歯車のミルによる粗削りを示す図である。

【図7】 すべての粗削り作業が完了した後の歯車を示す図である。

【図8】 立方体ボルゾン窒化物カッターを使用する仕上げ作業を示す図である。

【図9】 発明に従ってリリースノッチを備える表面硬化され仕上げられた歯車歯を示す図である。

10

【図1】

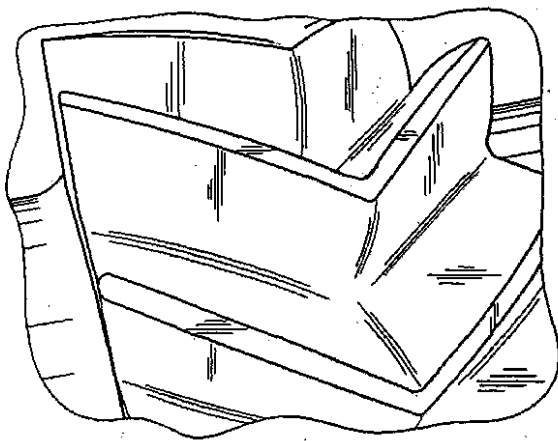


FIG. 1
(PRIOR ART)

【図2】

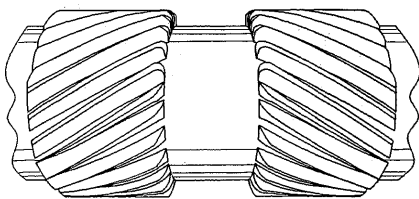
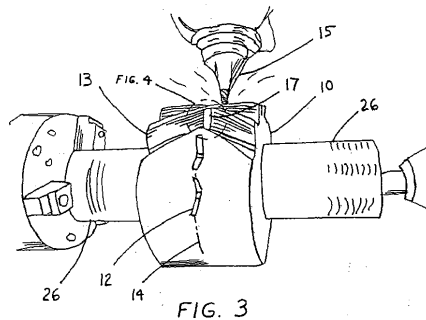


FIG. 2
(PRIOR ART)

【図3】



【図4】

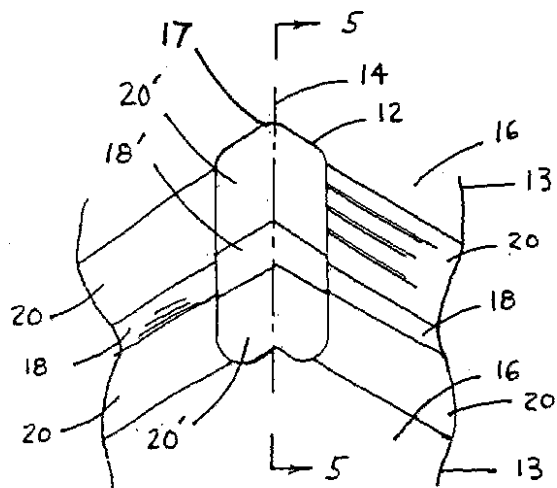


FIG. 4

【図 5】

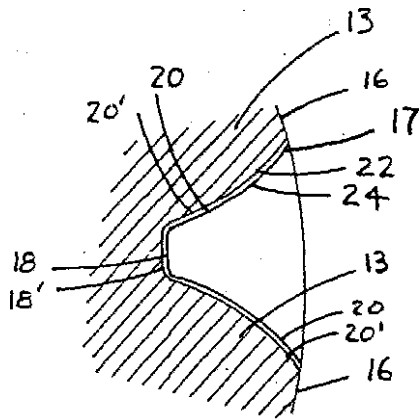


FIG. 5

【図 6】

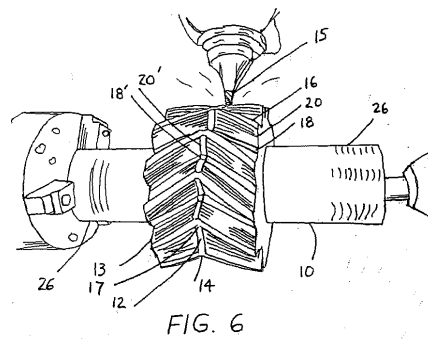


FIG. 6

【図 7】

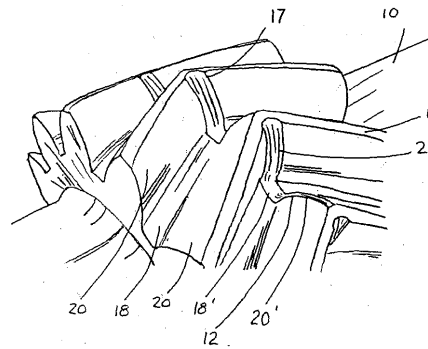


FIG. 7

【図 8】

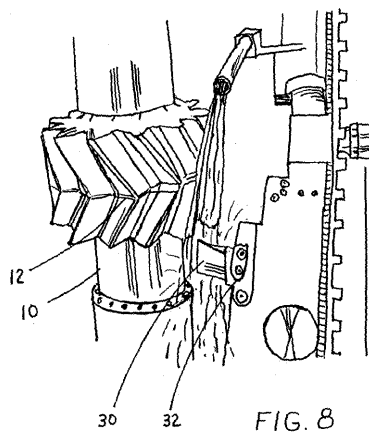


FIG. 8

【図 9】

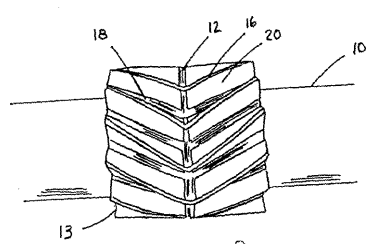


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 ベックマン、ケネス・オー
アメリカ合衆国、テキサス州 75901、ラフキン、ルート 2、ボックス 3775
- (72)発明者 フランクス、スコット・エー
アメリカ合衆国、テキサス州 75904、ラフキン、ロパー・ロード 4404
- (72)発明者 ネルソン、アーサー・エル
アメリカ合衆国、テキサス州 75904、ラフキン、ジム・ネルソン・ロード 494

審査官 矢澤 周一郎

- (56)参考文献 実開昭61-161465 (JP, U)
特公昭44-023225 (JP, B1)
特開平07-145860 (JP, A)
米国特許第1480910 (US, A)
米国特許第2257989 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16H 51/00-55/30
F16H 1/00- 1/26
B23F 1/00-23/12