

(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2005-161340

(P2005-161340A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
B 2 1 K 1/30	B 2 1 K 1/30	4 E 0 8 7
B 2 1 J 5/02	B 2 1 J 5/02	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-401788 (P2003-401788)	(71) 出願人	591204894 コンドーセイコー株式会社 愛知県愛知郡長久手町大字熊張字神明 1
(22) 出願日	平成15年12月1日 (2003. 12. 1)	(71) 出願人	000100827 アイシン機工株式会社 愛知県幡豆郡吉良町大字友国字池上70番地 6
		(74) 代理人	100074538 弁理士 田辺 徹
		(72) 発明者	田辺 啓司 愛知県犬山市大字前原字天道新田 8 1 番地 6 3 1
		F ターム (参考)	4E087 AA08 AA09 BA17 CA15 CB03 CB11 GA03 HA04

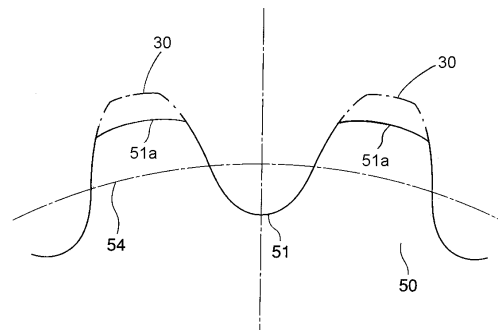
(54) 【発明の名称】 ヘリカル歯車の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 型の寿命を長くし、ヘリカル歯車の品質をよくする。

【解決手段】 自動車用パワートレーンのヘリカル歯車を冷間鍛造によって製造する方法において、金属材料の素材を初期用の型に挿入して、素材の端面を加圧することによって、初期ヘリカル歯形を有する初期加工品を冷間鍛造で形成する初期工程と、初期加工品を中間用の型の中に相対的に回転させながら挿入して、所定の位置で、初期ヘリカル歯形の歯厚とほぼ同一に歯厚を維持するか、初期ヘリカル歯形の歯厚よりも10%以下の範囲内で歯厚を減少させると同時に、初期ヘリカル歯形よりも歯先を突き出すことによって、中間ヘリカル歯形を有する中間加工品を成形する中間工程と、中間加工品の中間ヘリカル歯形をサイジング加工して完成ヘリカル歯形を形成する完成工程とを含む。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ヘリカル歯車を冷間鍛造によって製造する方法において、

金属材料で円柱状に形成された素材を初期用型に挿入して、素材の端面を加圧することによって素材を半径方向に張り出して、初期ヘリカル歯形を有する初期加工品を形成し、その後、初期加工品を初期用型の中でその初期歯形に沿って相対的に回転させながら初期加工品を初期用型から取り出す初期工程と、

中間用型の中でその中間歯形に沿って初期加工品を相対的に回転させながら中間用型の中に挿入して所定の位置に設定し、そのまま、初期加工品の端面を加圧することによって、初期ヘリカル歯形の歯厚とほぼ同一に歯厚を維持するか、初期ヘリカル歯形の歯厚よりも 10% 以下の範囲内で歯厚を減少させ、かつ、初期ヘリカル歯形よりも歯先を突き出して中間加工品を成形し、その際、中間加工品の中間ヘリカル歯形の歯先と中間用型の中間歯形の歯底との間に空間を残し、その後、中間用型の中でその中間歯形に沿って中間加工品を相対的に回転させながら中間用型から取り出す中間工程と、

中間加工品の中間ヘリカル歯形をサイジング加工して完成ヘリカル歯形を形成する完成工程と、

を含むことを特徴とする、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 2】

初期工程と中間工程において同一の型または別異の型を使用し、初期加工品の初期ヘリカル歯形と中間加工品の中間ヘリカル歯形の各々の歯先の中央部分が、それぞれ初期用型と中間用型のヘリカル歯形の歯底の中央部分に接触する前に、初期ヘリカル歯形と中間ヘリカル歯形の冷間鍛造を停止して、初期ヘリカル歯形と中間ヘリカル歯形の各々の歯先のところに空間を残すことを特徴とする請求項 1 に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 3】

中間工程において、歯厚が同一に維持されるか、または減少する一方で、中間加工品の中間ヘリカル歯形の各々の歯先が複数回の冷間鍛造によって丸みのある形で段階的に突き出されて完成ヘリカル歯形の歯先の形に近づいていくことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 4】

完成工程において、厚みが 0.02 ~ 0.1 mm 減少するように中間加工品の中間ヘリカル歯形のヘリカル歯形をサイジング加工して調整することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 5】

初期工程と中間工程との間で初期加工品の歯形の軟化焼なまし処理をすることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 6】

初期工程と中間工程との間で初期加工品の歯形の潤滑被膜付け処理をすることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【請求項 7】

コイルを切断して多数の素材を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷間鍛造によるヘリカル歯車の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

金属材料の素材を使用して冷間鍛造によって歯車を製造する方法は、特許文献 1 に示されているように、公知である。

10

20

30

40

50

## 【0003】

図1(A)(B)は、特許文献1に記載の従来の冷間鍛造による平歯車の製造方法を示している。円筒形状の金属材料の素材10は、所望の歯車の外径に近い寸法を有する。その円筒形状の金属材料の素材10の下端を型11の穴11Aに挿入して、矢印Xの方向から押し込んで、パンチ(図示せず)によってその金属材料の素材10を押圧して、材料10の外周に雄の歯形を形成する。この材料10の外周に形成された雄の歯形は、型11の歯形12に対応するものである。歯形の歯元と歯先の関係は、材料10と型11では逆になる。この型11の歯形12は、正規の全歯タケHを有する。それゆえ、材料10の外周に形成された歯形も、これと同様に正規の全歯タケHを有することになる。

## 【0004】

図1(A)(B)において、符号13はピッチ円を示している。符号14は型11の歯形12の歯先円を示しており、符号15はその歯元円を示している。

10

## 【0005】

従来の冷間鍛造による歯車の製造方法において、型11の歯形12の歯形成開始部の端面16は傾斜しているが、型11の軸心に直交する面に対する端面16の傾斜角度Bは30°以下となっている。この傾斜角度Bが小さいほど、不完全な歯形部が少なくなる。

## 【0006】

また、材料10は一つの工程で冷間鍛造する場合もあるが、あらかじめ熱間又は温間で予備成形した後、焼なまし、表面潤滑処理などを行ってから、冷間鍛造で仕上げ形成をすることもある。

20

## 【0007】

図1に示されている従来の冷間鍛造による歯車の製造方法においては、最終製品の歯車の品質の良悪は、鍛造用の型に関する要因が50ないし80%を占めると考えられる。

## 【0008】

図1に示す方法においては、雌の型の内部で成形を行っており、これをインダイ成形と呼んでいる。この製造方法に用いる金属材料の素材は、中実の丸棒、リング状の素材、熱間又は温間鍛造による予備加工品等である。

## 【0009】

図1の従来法においては、一つの工程で歯車を冷間鍛造して仕上り寸法を得るものである。そのため、歯形12の歯形成開始部の傾斜端面16にかかる荷重(圧力)は、200kgf/mm<sup>2</sup>ないし280kgf/mm<sup>2</sup>にもなる。この荷重(圧力)は、型材として最高レベルの材質であっても型の破壊強度の70ないし90%になっている。

30

## 【0010】

他方、特許文献2に示されているように、素材を得るべき平歯車の歯車形状の歯輪郭より歯先と歯厚の両方が小さく設定された歯車形状を有する一次加工歯車にすえ込み成形する第1の加工工程と、上記一次加工歯車に歯形以外の部分で材料を自由に流動させつつ二次加工歯車に圧縮成形する第2の加工工程と、上記二次加工歯車を最終製品にしごき成形する第3の加工工程とからなり、これらの各工程を冷間鍛造加工で行う平歯車の鍛造加工方法も公知である。

## 【0011】

図2の(A)から(E)は特許文献2に記載の方法を表わしており、図2(A)は第1の加工工程、図2(B)は第2の加工工程を実施する金型を表わしている。

40

## 【0012】

図2(A)において、200はダイ、201はダイ200の歯形部であり、ダイ200に嵌合するパンチ202及びパンチ202と対応して透孔203内に挿通したロックアウトピン204が設けられている。205は素材、206はダイ200で加工された一次加工歯車である。

## 【0013】

図2(B)において、210はダイ、211はダイ210の歯形部、212は歯形部211と連通しダイ210を貫通する透孔、213はダイ210に嵌合するパンチ、214

50

はダイ 210 の透孔 212 内に挿入したロックアウトピンである。なお、215 はダイ 200 で加工された二次加工歯車で透孔 212 に向って、材料の隆起部 216 が形成されている。

【0014】

図 2 (A) において、素材 205 からすえ込み成形された一次加工歯車 206 は、材料のダイへの充填は不十分であって、欠肉 207 が生じている。次に、図 2 (B) のダイへ一次加工歯車 206 を投入し、パンチ 213 による圧縮成形によって材料を歯形部 211 に充填させ、二次加工歯車 215 を成形する。

【0015】

パンチ 213 による圧縮成形において成形された二次加工歯車 215 は、成形加工中に歯形以外の部分に材料を拘束しない箇所材料を自由に流動させて隆起部 216 を形成していることにより、材料が歯形部 211 に充填し歯先部に生じる欠肉を解消している。

10

【0016】

図 2 (C) ~ (E) は、第 1 の加工工程で成形加工される一次加工歯車 206 と第 2 の加工工程で成形加工される一次加工歯車 215 との歯形形状を比較した図であり、第 1 の加工工程で成形された歯形輪郭 206 A は第 2 の加工工程で成形された歯形輪郭 215 A よりも歯先も歯厚も小さくなるように設定されている。

【特許文献 1】特開平 9 - 300041 号公報

【特許文献 2】特許第 2913522 号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

特許文献 1 に記載の方法では、冷間鍛造時の最高荷重は、型の内面の歯形成開始部の傾斜端面 16 に発生することが多い。従来は、この最高荷重を下げる工夫が足りなかったために、型 11 の寿命が短かった。それに起因して製品精度が悪化する欠点もあった。

【0018】

とくに、ヘリカル歯車を冷間鍛造により製造する場合には、型 11 の歯形 12 を一方側のみに倒そうとする荷重が加えられるため、傾斜面 16 付近の破損の確率が高くなりがちであった。それが、結果的に、型 11 の寿命を短くしていた。

【0019】

30

本発明者の知見によれば、ヘリカル歯車の、冷間鍛造による加工の場合には、型の歯形の一方の面（表側の面）に集中的に荷重がかかり、その裏側の面にはあまり荷重がかからない。そのため、歯形の表側と裏側で荷重の差が顕著であり、それに起因する歯形欠損が多い。

【0020】

特許文献 2 に記載の方法は、次のような問題がある。

【0021】

図 2 (E) に示すように、完成ヘリカル歯形の輪郭よりも歯先と歯厚の両方を含めて歯形全体を小さい（やせた）形状、寸法に成形するため、塑性加工率が大きくなる。

【0022】

40

加工率が大きくなると、加工品の塑性加工硬化が進み、変形抵抗が大となり、成形が困難になる。

【0023】

さらに形状係数も大となり、張り出し成形圧（成形荷重）が大きくなり、型の歪が大となる。そのため加工品の精度が低くなる。型も、加工スピードを高めると破損仕易い。

【0024】

一次加工で小さく成形した歯形を図 2 (E) で示すように二次加工で大きくする（太らせる）方法は精度上好ましくない。たとえば、歯幅が大きくなるに従い、歯幅の中央部と端面部の太る率（成形度合い）の差が大きくなってしまふ。歯形が不均一になり、円筒度が悪くなる。

50

## 【0025】

とくに高精度の歯車を多量生産する方法としては特許文献2に記載の方法は不向きである。

## 【0026】

精度を上げようとして成形荷重を大きくして行くと、加工品の歪が大きくなり、後の熱処理時の処理歪が大きくなる。荷重が大きくなるほど、型が割れ易くなる。

## 【0027】

そこで、本発明は、加工用の型の寿命を長くできるとともに、良質な歯形を製造することができる、冷間鍛造によりヘリカル歯車を製造する方法を提供することを目的としている。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0028】

本発明の解決手段を例示すると、次に示すようなヘリカル歯車の製造方法である。

## 【0029】

(1)ヘリカル歯車を冷間鍛造によって製造する方法において、

金属材料で円柱状に形成された素材を初期用型に挿入して、素材の端面を加圧することによって素材を半径方向に張り出して、初期ヘリカル歯形を有する初期加工品を形成し、その後、初期加工品を初期用型の中でその初期歯形に沿って相対的に回転させながら初期加工品を初期用型から取り出す初期工程と、

中間用型の中でその中間歯形に沿って初期加工品を相対的に回転させながら中間用型の中に挿入して所定の位置に設定し、そのまま、初期加工品の端面を加圧することによって、初期ヘリカル歯形の歯厚とほぼ同一に歯厚を維持するか、初期ヘリカル歯形の歯厚よりも10%以下の範囲内で歯厚を減少させ、かつ、初期ヘリカル歯形よりも歯先を突き出して中間加工品を成形し、その際、中間加工品の中間ヘリカル歯形の歯先と中間用型の中間歯形の歯底との間に空間を残し、その後、中間加工品を中間用型の中でその中間歯形に沿って相対的に回転させながら中間用型から取り出す中間工程と、

20

中間加工品の中間ヘリカル歯形をサイジング加工して完成ヘリカル歯形を形成する完成工程と、

を含むことを特徴とする、ヘリカル歯車の製造方法。

## 【0030】

(2)初期工程と中間工程において同一の型または別異の型を使用し、初期加工品の初期ヘリカル歯形と中間加工品の中間ヘリカル歯形の各々の歯先の中央部分が、それぞれ初期用型と中間用型のヘリカル歯形の歯底の中央部分に接触する前に、初期ヘリカル歯形と中間ヘリカル歯形の冷間鍛造を停止して、初期ヘリカル歯形と中間ヘリカル歯形の各々の歯先のところに空間を残すことを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

30

## 【0031】

(3)中間工程において、歯厚が同一に維持されるか、または減少する一方で、中間加工品の中間ヘリカル歯形の各々の歯先が複数回の冷間鍛造によって丸みのある形で段階的に突き出されて完成ヘリカル歯形の歯先の形に近づいていくことを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

40

## 【0032】

(4)完成工程において、厚みが0.02~0.1mm減少するように中間加工品の中間ヘリカル歯形のヘリカル歯形をサイジング加工して調整することを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

## 【0033】

(5)初期工程と中間工程との間で初期加工品の歯形の軟化焼なまし処理をすることを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

## 【0034】

(6)初期工程と中間工程との間で初期加工品の歯形の潤滑被膜付け処理をすることを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

50

## 【0035】

(7) コイルを切断して多数の素材を形成することを特徴とする前述のヘリカル歯車の製造方法。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0036】

本発明の好適な実施形態を説明する。

## 【0037】

本発明の方法で製造されるヘリカル歯車は、好ましくは、特に大量生産や高い寸法精度が求められる自動車用パワートレーンのヘリカル歯車であり、そのようなヘリカル歯車を冷間鍛造によって製造する方法が、少くとも次の3種類の工程を含む。

10

## 【0038】

(1) 金属材料の素材を初期用型に挿入して、素材の端面を加圧することによって、初期ヘリカル歯形を有する初期加工品を冷間鍛造で形成する初期工程。

## 【0039】

(2) 初期加工品を中間用の型の中に相対的に回転させながら挿入して、所定の位置で、初期ヘリカル歯形の歯厚とほぼ同一に歯厚を維持するか、初期ヘリカル歯形の歯厚よりも10%以下の範囲内で歯厚を減少させる一方で、初期ヘリカル歯形よりも歯先を突き出すことによって、中間ヘリカル歯形を有する中間加工品を1回以上の冷間鍛造で成形する中間工程。

## 【0040】

(3) 中間加工品の中間ヘリカル歯形をサイジング加工して完成ヘリカル歯形を形成する完成工程。

20

## 【0041】

初期工程後の加工品(初期加工品)の歯厚寸法は完成ヘリカル歯形と同一か又は10%以下の範囲内で歯厚を増加するように設定する。しかも、初期加工品の初期ヘリカル歯形の歯底の丸みを完成ヘリカル歯形のものより大きく設定する。この場合、初期工程と中間工程との加工率を適性に配分すると、成形加工圧(成形荷重)は、従来の張り出し成形のみの場合に比較して10~50%低くしても、中間加工と完成加工(サイジング仕上げ加工)により所望の完成ヘリカル歯形を得ることが出来る。

## 【0042】

中間工程後の中間加工品の歯形の外径は完成ヘリカル歯形よりも少し大きくなるように成形する。これにより、その後のサイジング工程(仕上げ絞り加工)で正確な歯形を得ることが容易になる。

30

## 【0043】

初期工程や中間工程において、加工圧を大きくしないために、各冷間鍛造のときに、完全閉塞状態に近づけないこと(つまり非閉塞鍛造とすること)が好ましい。たとえば、各冷間鍛造の後に、型の歯形の歯底と加工品の歯形の歯先の先端との間に空間が残るようにする。

## 【0044】

各冷間鍛造の後に、加工品の歯先は丸みをもつようにし、その丸みは、円弧その他の山形の曲面形(真中に頂部が位置する形)にし、かつ大きく設定する。加工品の歯先の丸みを大きくすることにより、型の割れに対する強度が向上する。

40

## 【0045】

本発明は、前述のように非閉塞鍛造で、加工品の歯形の歯先に丸みをもたせることにより、より低い成形荷重とすることを可能とする。

## 【0046】

次のようにすると、各冷間鍛造において、より低い荷重で加工することができる。

## 【0047】

(1) 硫化モリブデンコーティング又はボンディングの潤滑被膜を施す。

## 【0048】

50

(2) 鋼の場合 600 ~ 650 で、90分 ~ 240分間、軟化焼なましを行う。

【0049】

(3) 歯形の調整をする。歯厚は初期加工と中間加工でほぼ同一とする。歯先の高さ(歯タケ)と、歯元(歯底)の丸みと、歯先の丸みの取り方をうまく組合せる。

【0050】

(4) 加工硬化率の高い材質の場合は中間の追加的な三次加工の設定も考慮して寸法配分する。

【0051】

(5) 歯形部分以外の形状、寸法の設定、配分を行う。

【0052】

(6) 初期加工用の型の口元部にガイド部分を設ける。ガイド部の長さはほぼ加工品の歯幅とする。中間加工の型と初期加工の型との寸法差のロスを解消し、歯先の高さの増加(突き出し)を有効に得る。これは多量生産において実用的に有効な方法である。

【0053】

長いコイル材から始めて、切断その他の自動加工により多数の円柱状素材を形成し、それらの素材をパーツホーマーにより3段~7段で冷間鍛造して、完成ヘリカル歯形を成形することが好ましい。この場合、コスト面で最良の量産形態が取れる。

【0054】

ヘリカル歯形の場合、ネジレ角が正確に精度良く成形出来るため、後工程の精度出し基準面にすることが出来る。

【0055】

本発明による別の好適な加工手順の一例を述べると、次のとおりである。

【0056】

(1) 歯成形の初期工程は円柱の素材を型内に入れた状態で素材の両端をパンチで押圧して、外向きに素材の側面を張り出す成形とする。さらに、中間工程として突き出し成形をし、そのときの成形圧力を低くする。こうすれば、精度と、型寿命向上に効果が大きい。

【0057】

(2) 初期工程の直後に軟化焼なましと潤滑被膜付けを行う。これの主な目的は良好な表面粗さを得ることである。

【0058】

(3) 中間工程の突き出し成形では、加工品の歯外径、歯面、歯底の各面に0.02~0.10のサイジング代(仕上げ絞り代)をつけておく。ケースバイケースで突き出し成形を3回行うこともある。

【0059】

(4) 完成工程でサイジング(仕上げ絞り加工)を行い、歯形を仕上げる。サイジング用の型は型の穴口元部にガイド部を設けて、歯筋をブランクの全長に恒りブランクと型の歯面を当てる。このことによりサイジング圧力による歯筋の狂いを防止できる。このようにすると、歯形仕上に要する加工圧が低いため、内部応力は小さくなり精度が高い。

【0060】

(5) ヘリカル歯車の端面と穴は切削する。加工基準面は歯面又は歯外径とする。さらに端面角部の面取り切削を行う場合もある。

【0061】

(6) 硬化熱処理指定のある歯車は焼入れを行う。

【0062】

(7) 表面粗さ向上と微小なパリの除去をする。たとえば、バレル研磨や、ショットピーニングを行う。電解研磨や化学研磨を行ってもよい。

【0063】

(8) ヘリカル歯車の穴と端面を研削加工する。指定なしの場合は研削加工はしない。

【0064】

(9) ヘリカル歯車を洗浄する。

10

20

30

40

50

## 【0065】

(10)ヘリカル歯車を防錆処理(一般には防錆油塗布)する。

## 【0066】

本発明は、冷間鍛造によるヘリカル歯車の製造法を改良したものであり、ヘリカル歯車について顕著な効果を奏する。ヘリカル歯車は、冷間鍛造による製造が極めて困難なものであると認識されてきたが、本発明によれば、ヘリカル歯車を効率よくかつ高精度に製造できる。たとえば、本発明の製造方法によれば、ヘリカル歯車の製品精度は、JIS規格2級ないし5級にすることができる。

## 【0067】

本発明は、熱間又は温間で予備成形した後に冷間鍛造で仕上げ成形する方法や、必要に応じて切削加工等を鍛造の前後や途中に付加する方法を含むものである。つまり、本発明は、冷間鍛造のみで初めから終わりまでヘリカル歯車の最終製品を製造する方法に限定されるものではない。

10

## 【0068】

本発明において使用する素材は、厳密な意味の円柱に限定されず、最も広義の円柱の形状でよく、リング状の素材その他を含むものである。

## 【0069】

素材は、孔の無い場合もあるが、歯形の成形前に孔が有る場合もある。孔の有る場合は、中心部に芯金ピンを配置すると良い。この場合、材料長さは孔無し材料より孔有り材料の方を長くする。初期の張り出し加工の時、孔を塑性加工しながら両端面を加圧して歯形を成形することもできる。コスト面から好ましい素材は、金属の長いコイル素材を所定の間隔で切断したものである。材質は歯車の材料として通常使用されているものは原則として使用できる。

20

## 【0070】

本発明においては、金属材料の素材を使用して、張り出し加工と、絞り加工と、突き出し加工を組み合わせ用いることができる。歯車の歯幅が比較的大きくなり、張り出し成形と突き出しのみでは円筒度が得にくい場合は、適度な加工率の配分を行って絞り加工すると、良い効果が得られる。展延性の良くない材質の場合も、絞り加工を併用すると、効果的である。加工率は寸法と材質を考慮して設定する。

## 【0071】

前述のいずれの実施形態においても、張り出し成形と突き出し成形は、パンチやピンを使用して素材や加工品の端面を押圧する圧縮成形とするのが好ましい。

30

## 【0072】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施例を説明する。

## 【実施例1】

## 【0073】

図3~6は、本発明の1つの好適な実施例を示す。図6は、図3~5の各加工状態を合わせて示す。図中の符号50は歯車を示す。符号54は正規の歯形のピッチ円を示す。

## 【0074】

以下、各工程を説明する。

40

## 【0075】

初期工程において、金属材料の円柱素材を第1の型30(歯底とその近くの部分のみを示す)に挿入して張り出し成形をする。これにより、図3に示す初期加工品の初期ヘリカル歯形51を得る。初期ヘリカル歯形51は丸みのある歯先51aを有する。

## 【0076】

中間工程において、初期工程で得られた丸みのある歯先形状の初期ヘリカル歯形51を、第2の型40(歯底とその近くの部分のみを図4に示す)に挿入して突き出し成形をする。これにより、図4に示す中間工程の丸みのある歯先形状の中間歯形52を有する中間加工品を得る。この中間歯形52は、丸みのある歯先52aを有する。

## 【0077】

50



初期工程と中間工程では、歯厚は同一に維持される。それと同時に、歯先 5 1 a、5 2 a は、複数回の冷間鍛造によって丸みのある形を変化させながら段階的に突き出していった完成ヘリカル歯形の歯先に近づいていく。中間工程は、1 回の冷間鍛造によって歯先に丸みのある形を形成してもよいが、成形圧を小さくするために、複数回の冷間鍛造によって歯先に丸みのある形を形成するのが好ましい。

【0078】

初期工程と中間工程のいずれにおいても、加工品 5 0 の歯形 5 1、5 2 の歯先 5 1 a、5 2 a と、型 3 0、4 0 の歯形の歯底との間に、空間が残るようにする。つまり、密閉鍛造ではなく、非密閉鍛造とする。

【0079】

加工品 5 0 の歯形 5 1、5 2 の歯先 5 1 a、5 2 a の形状は、大きな丸みを持つようにする。

【0080】

完成工程において、中間工程で得られた歯形 5 2 を、サイジング加工（すなわち絞り加工）によって歯形を仕上げ成形する。これにより、図 5 に示す完成ヘリカル歯形 5 3 を得る。

【0081】

得られた完成ヘリカル歯形 5 3 は、正規の歯形であり、ファイバーフローが良好となり、亀裂を生じない。

【0082】

図 6 は、前述の種々の歯形 5 1、5 2、5 3 を合わせて示している。

【0083】

このようなヘリカル歯車の一連の冷間鍛造工程について重要なポイントを以下に説明する。

【0084】

(1) ヘリカル歯形の成形の初期工程は張り出し成形とする。これによりネジレ角を正確に転写できるとともに、中間の加工から成形圧力を低くできる。

【0085】

(2) 初期工程の直後に軟化焼なましと潤滑皮膜付けを行う。この工程は、主に表面粗さを得るため採用される。

【0086】

(3) 初期工程の型から初期加工品をねじれ角に沿って回転させながら抜き出す。これは、一方向から加工品の端面を押しすることによって実施できる。

【0087】

(4) 初期加工品を中間工程用の型の中にねじれ角に沿って回転させながら挿入して、所定位置にセットしてから、中間工程の突き出し成形を行う。このとき、中間加工品のヘリカル歯形の外径、歯面、歯底の各面に 0.02 ~ 0.10 mm のサイジング（仕上げ絞り加工）代をつけておく。ケースバイケースで突き出し成形を計 3 回行うこともある。その後、中間加工品をねじれ角に沿って回転させながら中間型から抜き出す。これは、一方向から加工品の端面を押しすることによって実施できる。

【0088】

(5) 完成工程では、歯形の表面の厚みを 0.02 ~ 0.2 mm 減少させるようにサイジング加工を行い、ヘリカル歯形を仕上げる。サイジング用の型には、好ましくは、その穴口元部にガイド部を設ける。歯スジをブランク（金属材料の素材）の全長に亘り当てる。このことによりサイジング圧力による歯スジの狂いがでない。歯形仕上げに要する加工圧が低いため、内部応力は小さく精度が高い。

【0089】

(6) ヘリカル歯車の端面と穴の加工は切削による。加工基準面は歯面又は歯外径とする。

【0090】

10

20

30

40

50

(7) 硬化熱処理指定のある歯車は焼入れを行う。

【0091】

(8) 表面粗さ向上と微小なバリの除去を目的として、バレル研磨やショットピーニングを行う。電解研磨や化学研磨を行っても良い。

【0092】

(9) 歯車の孔と端面を研削加工する。指定無しの場合は研削加工しない。

【0093】

(10) 完成品を洗浄する。

【0094】

(11) 完成品を防錆処理する。

【実施例2】

【0095】

図7は、本発明の別の実施例を示す。この実施例2においては、ヘリカル歯形ピニオンが成形される。

【0096】

ヘリカル歯形ピニオン90を成形する方法の一例を説明する。

【0097】

予め孔を設けた円筒形の金属材料の素材を所定の型に設置する(図示省略)。孔の中に、その孔の形に対応する形状のピン(図示省略)を挿入した状態で、素材の端面をその軸心方向に沿って押圧する。押圧された素材は、周方向に張り出し成形される。その後、同じ型を使用して、突き出し成形をする。これによって、対応する型の歯形が、歯先部分を除いて成形される。

【0098】

突き出し成形後に、ヘリカル歯形ピニオン90をねじれ角に沿って回転させながら型から抜き出す。

【0099】

ヘリカル歯形ピニオン90の一例を示すと、ねじれ角(ねじれ方向)が25°(左)で、歯の精度がJIS4級又は5級のものである。

【0100】

このようなヘリカル歯形ピニオン90は、次に説明する実施例3の方法によって製造することができる。

【実施例3】

【0101】

図8~9の実施例3では、型と加工品の相対的な移動距離を少なくして、型の精度により近い加工品を得ている。

【0102】

図8は、素材を加工する直前の状態、つまり加工品の成形開始状態を示す。図9は、加工品の成形完了状態を示す。

【0103】

初期歯形と中間歯形を成形する共通の型101が使用される。解り易くするため、図8では型101は固定されるタイプのものが描かれている。型101は動くようにしても良い。

【0104】

型101は軸心方向に貫通した孔101aを有する。この孔101aの周面には、雌の歯形107が成形されている。歯形107は正規の歯形であるが、それ以外の歯形でもよい。

【0105】

図8において、金属材料の素材100の上方には、押圧部材として上押しピン108が設けられている。上押しピン108は、素材100の端面を上から押圧するものである。

10

20

30

40

50

## 【0106】

上押し出しピン108の周囲には、上側スリーブ102が設けられている。上側スリーブ102は、素材100と上押し出しピン108を側方から支持する。

## 【0107】

素材100の下方には、押圧部材として下押し出しピン109が設けられている。下押し出しピン109は、素材100を下から押圧するものである。

## 【0108】

下押し出しピン109の周囲には、下側スリーブ104が設けられている。下側スリーブ104は、固定されていて、素材100と下押し出しピン109を側方から支持する。

## 【0109】

型101を使用して、初期工程と中間工程の冷間鍛造によってヘリカル歯車の初期歯形と中間歯形を形成する方法の一例を説明する。

## 【0110】

円柱状の素材100を型101の中央部に投入する。その後、上押し出しピン108と上側スリーブ102が下方に移動して、金属材料の素材100を閉じ込め、上側スリーブ102と下側スリーブ104を停止させた状態にする。

## 【0111】

上押し出しピン108に矢印C(図9)の方向に圧力を加える。下押し出しピン104に矢印D(図9)の方向に圧力を加える。上側スリーブ102と下側スリーブ104は、油圧又はバネ圧により、型101を挟んだ状態で止まっている。このような状態で、型101の歯形107に向けて円柱の素材100を半径方向に張り出し、成形する。これにより型101の歯形107に対応した初期歯形が初期加工品110に成形される。ただし、型101の歯形107と初期加工品110の歯形が対応するのは、初期加工品110の歯形の歯先103を除いた部分であり、歯先103のところは型101の歯形107に対応していない。型101の歯形107と初期加工品110の歯形の歯先103との間には、空間が残っている。

## 【0112】

初期工程で使用したのと同じ型101を使用して、中間工程として複数回の冷間鍛造を行う。その際、鍛造の条件(成形の圧力や速度など)を変更する。中間工程で複数回の冷間鍛造をするときでも、鍛造の条件(成形の圧力や速度など)を成形毎に変更しなくてもよい。

## 【0113】

また、初期工程と中間工程で種々の型を成形毎に使用することもできる。

## 【0114】

中間工程に行なわれる各冷間鍛造の終了時には、中間加工品の中間歯形の歯先は、図に示されていないが、初期加工品の初期歯形の歯先103と、型101の歯形107の歯底との間に位置する。それゆえ、中間加工品の中間歯形の歯先と、型101の歯形107の歯底との間には、小さな空間が残る。

## 【0115】

図9の例では、最終段の中間加工品の中間歯形の歯先と、型101の歯形107の歯底とが接触しているが、本発明は、この例に限定されない。

## 【0116】

図9の矢印Eは、各冷間鍛造時の金属材料の流れを模式的に示している。

## 【0117】

中間成形品110を型101から取り出すには、まず、上押し出しピン108と上側スリーブ102を上方に移動させる。その後、下押し出しピン109を上方に動かして成形品110を型101に対して相対的に回転させながら型101の外へ抜き出す。

## 【0118】

このように成形すれば、成形される歯車と型との相対的移動距離は極めて少ないため、歯車を高精度に成形できる。

10

20

30

40

50

## 【実施例 4】

## 【0119】

図10は、本発明の更に別の実施例を示す。この実施例4では、中間工程の型内で加工品の歯先部分を突き出させた後、仕上げ用のサイジングとして更に絞り加工によって歯形を成形する。

## 【0120】

絞り加工型111は、軸心116方向に貫通した孔111aを有する。この孔111aの周面に雌のヘリカル歯形114が成形されている。符号117はピッチ円を示す。

## 【0121】

絞り加工型111は、ガイド部112と絞り部113からなる。

10

## 【0122】

ガイド部112は、絞り加工型111の口元に倣(ならい)のために設けられる。ガイド部112のピッチ円117の直径は、突き出し加工された前工程品のピッチ円の直径より僅かに大きくするのが良い。例えば0.05~0.2mm大きくするのが良い。ガイド部112の軸方向長さは歯モジュールの5倍以上が好ましい。

## 【0123】

絞り部113は、ガイド部112の下端に設けられている。絞り部113の歯形114は、正規の歯形である。

## 【0124】

完成ヘリカル歯形を成形する際、初期工程は、金属材料の素材の周面を全体的に隆起させる張り出し工程とし、その後、加工品の歯先部分のみを隆起させる突き出し工程とする。これにより精密な歯スジを成形することが容易となる。さらに、中間加工品を孔111aに挿入する。そして、突き出し加工された歯面を倣(ならい)面として、絞り部113により金属材料の素材を0.05~0.2mm絞り加工する。これにより歯形の誤差を極めて小さくすることができる。

20

## 【0125】

前述の実施例2~4においても、前述の実施例1に関して述べた重要なポイント(1)~(11)を採用するのが好ましい。とくに、複数の冷間鍛造毎に(少なくとも張り出し成形と突き出し成形の間に)加工品を型から取り出し、潤滑被膜を施したり、軟化焼なましを施して、低い荷重の鍛造を可能とするのが好ましい。

30

## 【0126】

また、前述のいずれの実施例1~4においても、密閉鍛造をしないこと、つまり、多段(複数の冷間鍛造)の各々で、加工品の歯形の歯先が型の歯形の歯底に到達する前に成形を停止することが、成形荷重の増大を避けるために好ましい。加工品の歯先の形状は丸みがあり、そこと型の歯底との間に小さな空間が残るようにする。突き出しにより形成された歯形の歯先の頂部の形状は、円弧に限らず、突き出しを有利にするものであれば、種々の丸みのある形状や、他の自由な形状にすることができる。

## 【0127】

なお、本発明は前述の実施例に限定されない。

## 【図面の簡単な説明】

40

## 【0128】

【図1】図1(A)は、図1(B)の1-1線に沿った断面図で、従来の冷間鍛造による平歯車の製造方法を示す。図1(B)は、図1(A)の矢印Aの方から見た、型の歯形成形開始部分を示す。

【図2】(A)は、従来の他の別の方法における第1の加工工程で使用する金型の断面図。(B)は、第2の加工工程で使用する金型の断面図。(C)~(E)は、前述の第1の加工工程と第2の加工工程で成形加工された歯形の比較図。

【図3】本発明の更に別の実施例で得られた歯形51を示す。

【図4】図3の次の工程で得られた歯形52を示す。

【図5】図4の次の工程で得られた歯形53を示す。

50

【図6】図3～5を合わせて示す。

【図7】本発明の更に別の実施例を示す。

【図8】本発明の更に別の実施例であり、加工品の成形開始状態を示す。

【図9】図8の加工品の成形完了状態を示す。

【図10】本発明の更に別の実施例を示す。

【符号の説明】

【0129】

30 型

40 型

50 ヘリカル歯車

51 ヘリカル歯形

51a 歯先

52 ヘリカル歯形

52a 歯先

53 ヘリカル歯形

54 ピッチ円

90 ヘリカル歯形ピニオン

100 金属材料の素材

101 型

102 上側スリーブ

104 下側スリーブ

105 歯底

107、114 雌の歯形

108 上押しピン

109 下押しピン

111 絞り加工型

112 ガイド部

113 絞り部

116 軸心

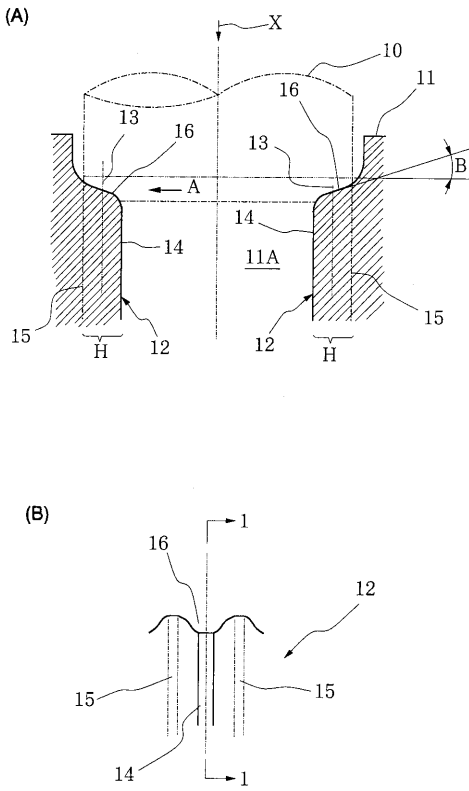
117 ピッチ円

10

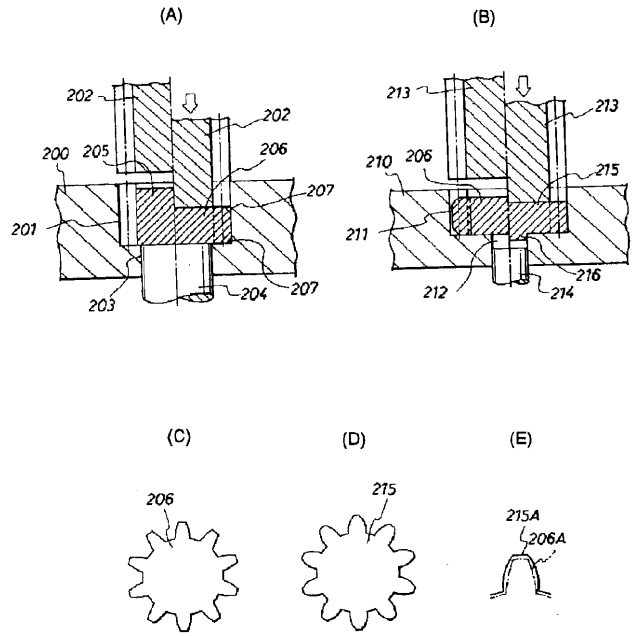
20

30

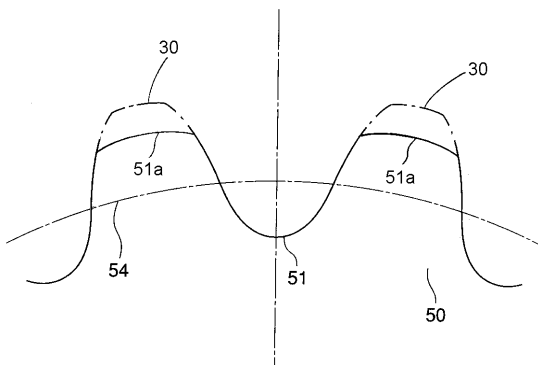
【 図 1 】



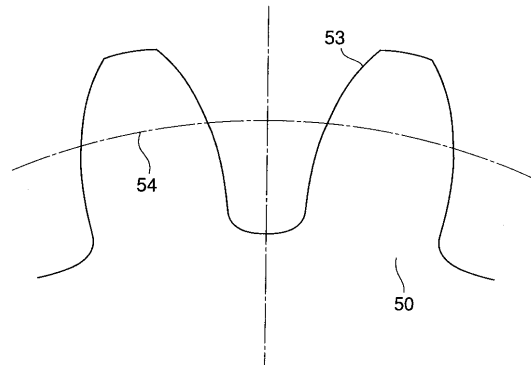
【 図 2 】



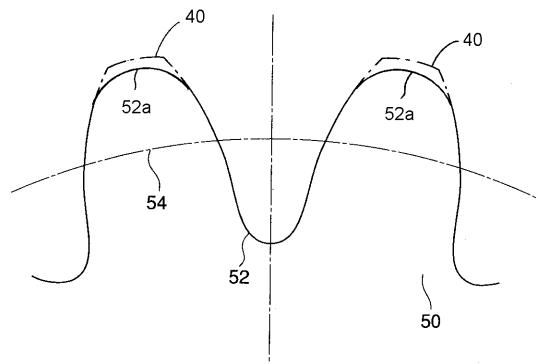
【 図 3 】



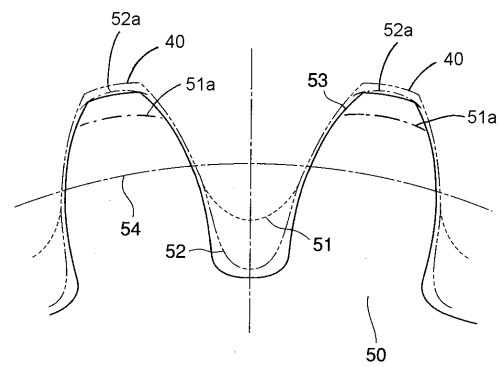
【 図 5 】



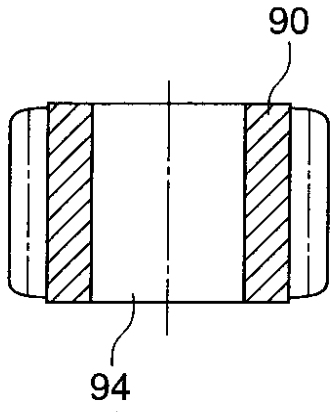
【 図 4 】



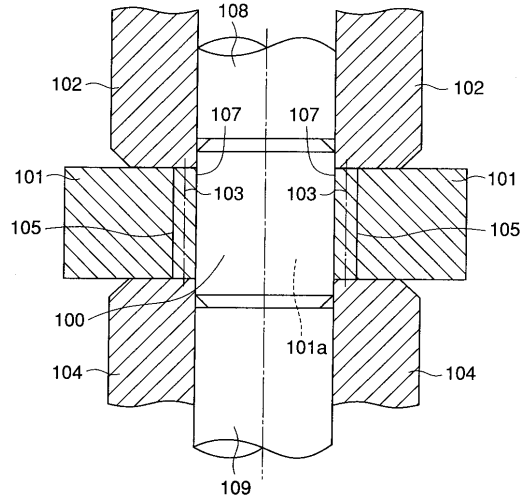
【 図 6 】



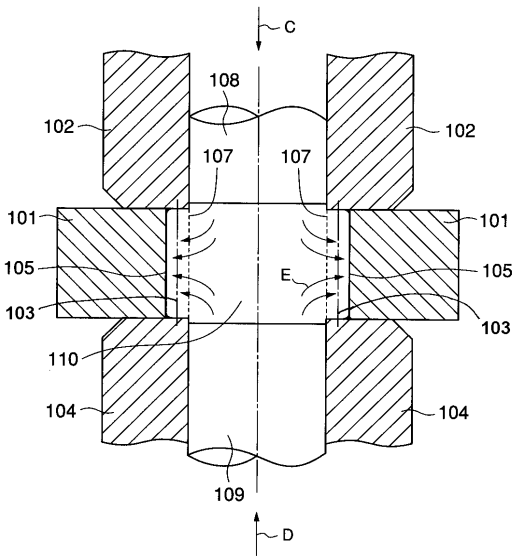
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

