

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3665874号
(P3665874)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 3 F 15/06

B 2 3 F 15/06

B 2 3 F 21/02

B 2 3 F 21/02

B 2 3 F 21/16

B 2 3 F 21/16

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平6-524680	(73) 特許権者	アーエスエス アーゲー
(86) (22) 出願日	平成6年5月10日(1994.5.10)		スイス国 ツェーハー - 3 1 8 6 ドゥー
(65) 公表番号	特表平9-500581		ディンゲン ハオプトシュトラーセ 50
(43) 公表日	平成9年1月21日(1997.1.21)	(74) 代理人	弁理士 三枝 英二
(86) 国際出願番号	PCT/NL1994/000105	(74) 代理人	弁理士 館 泰光
(87) 国際公開番号	W01994/026452	(74) 代理人	弁理士 眞下 晋一
(87) 国際公開日	平成6年11月24日(1994.11.24)	(74) 代理人	弁理士 立花 顕治
審査請求日	平成13年2月9日(2001.2.9)	(74) 代理人	弁理士 谷田 龍一
(31) 優先権主張番号	9300826		
(32) 優先日	平成5年5月13日(1993.5.13)		
(33) 優先権主張国	オランダ(NL)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 斜め歯を持つ小歯車と噛合し得る冠歯車を製造するための加工具及びそのような冠歯車を製造するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続創成工程によって冠歯車を製造する方法であって、該冠歯車は、冠歯車の回転軸（第1回転軸：23,43,68）及び円筒状小歯車の回転軸（第2回転軸：59,67）とが平行でない状態で円筒状小歯車と噛合可能であり、前記冠歯車が製造されるワークピース（19,42,64）を前記第1回転軸回りに回転させるステップと、創成工具（21,46,51,65）を前記ワークピースの回転速度（回転方向：18,44）に関して固定された比率を持つ回転速度（回転方向：17,54,57）で第3回転軸（15,34,47,52,82）の回りに回転させるステップとを有し、前記創成工具が、前記第3回転軸に垂直な面（33,69）となす角がピッチ角（14）であるリブ（12,22）及び溝（13）を備えるとともに、該リブの外周面上に切削エッジを有し、前記固定された比率が、前記冠歯車の歯数と前記工具のリブ（12,22）の条数との商に基づいており、更に、前記工具を内径と外径（60）によって限定される前記ワークピースの歯のフランク（24,27,45,50）と噛合させるステップと、前記工具を前記第2回転軸と平行な方向へ前記ワークピースに沿って移動させるステップとを有する前記冠歯車の製造方法において、

前記冠歯車が歯角 α を持つ円筒状小歯車（66）と噛合するよう調整され、前記第2回転軸と平行な方向に前記工具を移動させる間、前記ワークピースは、前記第2回転軸に平行な方向（20,54,56）の移動距離 a と前記円筒状小歯車の歯角 α の正接との積に比例する回転が付加され、この移動の間、前記第3回転軸と前記第2回転軸を通過する面とのなす角（84）が一定であることを特徴とする冠歯車の製造方法。

【請求項 2】

前記工具が前記ワークピースの内径よりも小さい径の位置から前記ワークピースの外径よりも大きい径の位置までの範囲において、前記ワークピースと最も深く噛合する相対的な工具位置から、前記歯のフランクの最終の表面を、前記工具が切削することを特徴とする請求項 1 に記載の冠歯車の製造方法。

【請求項 3】

前記第 3 回転軸と前記第 2 回転軸とを通過し、且つ前記第 1 回転軸に平行な面とのなす角 (84) が、実質的に $90^\circ + \quad -$ であり、ここで、ピッチ角 は、 $\tan^{-1}((n \times m) / (D \times \cos \quad))$ に相当し、 \quad は前記円筒状小歯車の歯角であり、 m は前記円筒状小歯車の歯直角モジュールであり、 D は前記工具の有効外径 (26) であり、 n は前記工具の条数であることを特徴とする請求項 1 に記載の冠歯車の製造方法。

10

【請求項 4】

連続創成工程により冠歯車を製造するための工具であって、前記工程が、創成工具及びワークピースが一定の回転速度で回転し、且つ前記工具とワークピースとが互いに相対移動して、該ワークピースを連続的に切削するとともに、前記工具の回転軸 (8,15,47,52,82) の回りに回転するディスク (16) を有し、且つその外周面上に切削部材を備え、該切削部材の切削エッジが、前記工具により製造される冠歯車の歯の形状 (24,45,50) を決定する切削歯形 (12,13,22) の外表面に設けられ、前記歯形が、ピッチ角 (14) で前記ディスクの外周面に亘って実質的に螺旋状に延び、前記螺旋状の歯形の各断面が、前記工具の回転軸に直角な面 (33) 内における、前記冠歯車に噛合する螺旋状の歯車のピッチ円 (11) の中心によって形成される円 (10) の中心に位置する中心点 (34) を有し、前記中心点 (34) が前記工具の回転軸上に位置する構成を有する工具において、前記切削歯形の形状が、前記冠歯車と噛合する螺旋状の歯車の歯直角面における歯形に基づいていることを特徴とする冠歯車を製造するための工具。

20

【請求項 5】

前記切削歯車の形状が、前記螺旋状の歯車の歯直角面における歯形と関連して修整され、該修整がピッチ角、歯角及び工具の送り方向に基づいていることを特徴とする請求項 4 に記載の工具。

【発明の詳細な説明】

本発明は、請求の範囲 1 において特徴付けられている部分及び請求の範囲 4 において特長付けられている部分に係る方法であり、それぞれ、円筒状小歯車 (円筒状ピニオン) と噛合し得る冠歯車の製造に関し、かつ円筒状小歯車の軸と製造される歯車の軸とが、互いにある角度を形成する関係にある冠歯車を製造する技術分野に関する。

30

このような歯車は、その軸角がほぼ 90° であるときに、冠歯車の名のもとで知られている。

しかしながら、今までは、直歯 (すぐ歯) を備えた円筒状小歯車と噛合する冠歯車を加工することができるだけであったが、斜め歯 (helical tooth) を備える円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車が要望されている。とりわけ、これは円筒状小歯車と冠歯車との間で伝達されるトルクの増大を許容するからである。このような冠歯車の歯の形状は、歯が螺旋状であり、しかも歯みぞが冠歯車と中心方向の半径ベクトルとで形成する角度が一定でないことから、複雑である。

40

本発明は、このような冠歯車が創成工具によって加工され得る方法及び該方法が実行され得る工具に関する。

本発明に係る冠歯車の製造方法は、下記のように、請求の範囲 1 に定義されている。すなわち、その製造方法は、

連続創成工程によって冠歯車を製造する方法であって、該冠歯車は、冠歯車の回転軸 (第 1 回転軸:23,43,68) 及び円筒状小歯車の回転軸 (第 2 回転軸:59,67) とが平行でない状態で円筒状小歯車と噛合可能であり、前記冠歯車が製造されるワークピース (19,42,64) を前記第 1 回転軸回りに回転させるステップと、創成工具 (21,46,51,65) を前記ワークピースの回転速度 (回転方向:18,44) に関して固定された比率を持つ回転速度 (回転方向

50

:17,54,57)で第3回転軸(15,34,47,52,82)の回りに回転させるステップとを有し、前記創成工具が、前記第3回転軸に垂直な面(33,69)となす角がピッチ角(14)であるリブ(12,22)及び溝(13)を備えるとともに、該リブの外周面上に切削エッジを有し、前記固定された比率が、前記冠歯車の歯数と前記工具のリブ(12,22)の条数との商に基づいており、更に、前記工具を内径と外径(60)によって限定される前記ワークピースの歯のフランク(24,27,45,50)と噛合させるステップと、前記工具を前記第2回転軸と平行な方向へ前記ワークピースに沿って移動させるステップとを有する前記冠歯車の製造方法において、前記冠歯車が歯角を持つ円筒状小歯車(66)と噛合するよう調整され、前記第2回転軸と平行な方向に前記工具を移動させる間、前記ワークピースは、前記第2回転軸に平行な方向(20,54,56)の移動距離aと前記円筒状小歯車の歯角の正接との積に比例する回転が付加され、この移動の間、前記第3回転軸と前記第2回転軸を通過する面とのなす角(84)が一定であることを特徴としている。

10

上記の方法が実行されている間、工具の軸と冠歯車の中心に向く半径ベクトルとの間の角度は、一定を維持する。

本発明に係る方法は、既存の加工機で実施することが可能であることが分かっている。この場合は、ピッチ角が円筒状小歯車の歯角に等しい工具が使用され得るが、ピッチ角を小さくすることも可能であることも分かっている。ピッチ角を小さくすることの利点は、工具の条数が減ることにより、このことは、工具が一回転する間にワークピースが回転した分の歯数が、減ることを意味する。これは、ワークピースが塔載されたターンテーブルに与えられた最大回転速度では、工具とワークピースとの間の加工送り速度は、同じままであっても、工具の回転速度を増すことが可能であり、その結果、ワークピースの加工時間が減少されることを意味する。

20

本発明に係る製造方法は、請求の範囲1に従属する、下記の請求の範囲2又は3に記載されている発明に係る方法によって、さらに改善される。すなわち、請求の範囲2に係る製造方法は、

前記工具が前記ワークピースの内径よりも小さい径の位置から前記ワークピースの外径よりも大きい径の位置までの範囲において、前記ワークピースと最も深く噛合する相対的な工具位置から、前記歯のフランクの最終の表面を、前記工具が切削することを特徴としている。

30

さらに、請求の範囲3に係る製造方法は、

前記第3回転軸と前記第2回転軸とを通過し、且つ前記第1回転軸に平行な面とのなす角(84)が、実質的に $90^\circ + \quad -$ であり、ここでピッチ角は、 $\tan^{-1}((n \times m) / (D \times \cos \quad))$ に相当し、 \quad は前記円筒状小歯車の歯角であり、 m は前記円筒状小歯車の歯直角モジュールであり、 D は前記工具の有効外径(26)であり、 n は前記工具の条数であることを特徴としている。

また、請求の範囲1に係る製造方法を実施するための工具は、下記のように、請求の範囲4又は5に記載されている。すなわち、請求の範囲4に係る工具は、

連続創成工程により冠歯車を製造するための工具であって、前記工程が、創成工具及びワークピースが一定の回転速度で回転し、且つ前記工具とワークピースとが互いに相対移動して、該ワークピースを連続的に切削するとともに、前記工具の回転軸(8,15,47,52,82)の回りに回転するディスク(16)を有し、且つその外周面上に切削部材を備え、該切削部材の切削エッジが、前記工具により製造される冠歯車の歯の形状(24,45,50)を決定する切削歯形(12,13,22)の外表面に設けられ、前記歯形が、ピッチ角(14)で前記ディスクの外周面に亘って実質的に螺旋状に延び、前記螺旋状の歯形の各断面が、前記工具の回転軸に直角な面(33)内における、前記冠歯車に噛合する螺旋状の歯車のピッチ円(11)の中心によって形成される円(10)の中心に位置する中心点(34)を有し、前記中心点(34)が前記工具の回転軸上に位置する構成を有する工具において、前記切削歯形の形状が、前記冠歯車と噛合する螺旋状の歯車の歯直角面における歯形に基づいていることを特徴としている。

40

また、請求の範囲5に係る工具は、

50

前記切削歯形の形状が、前記螺旋状の歯車の歯直角面における歯形と関連して修整され、該修整がピッチ角、歯角及び工具の送り方向に基づいていることを特徴としている。

本発明は、以下に図面を参照しつつ、より詳細に説明されよう。

図1は、歯の方向が円筒状小歯車の軸線方向と同じ方向を向く結果、直歯となっている円筒状小歯車を示している。

図2は、歯の方向が、例えば斜め歯のように、円筒状小歯車の軸線方向と角度を持って形成されている円筒状小歯車を示している。

図3は、円筒状小歯車の軸直角面及び、斜め歯を備える円筒状小歯車を示している。

図4は、歯直角面及び、斜め歯を備える円筒状小歯車を示している。

図5は、直歯を持った円筒状小歯車に噛合し得る冠歯車を加工するための公知の工具を示している。

10

図6は、斜め歯を持った円筒状小歯車に噛合し得る冠歯車を加工するための本発明に係る工具を示している。

図7は、創成工具によって切削加工されているところの冠歯車を示している。

図8は、ピッチ角が、冠歯車に噛合する円筒状小歯車の歯角に等しい工具の外径のための、冠歯車の歯のフランクに関する工具の切削面の一点の相対経路を示している。

図9は、ピッチ角が冠歯車に噛合する円筒状小歯車の歯角と等しくない工具の外径のための、冠歯車の歯のフランクに関して工具の切削面の一点の相対経路を示している。

図10は、図6のX-X断面において修整が加えられた切削歯形(machining profile)を示している。

20

図11は、直歯の円筒状小歯車と噛合する冠歯車が図5の創成工具で加工されている状態を示す平面図である。

図12は、斜め歯の円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車が図6の創成工具で加工されている状態を示す平面図である。

図13は、図11の加工状態の側面図である。

図14は、図12の加工状態の側面図である。

図15は、円筒状小歯車と冠歯車とが互いに軸干渉(intersect)する時の冠歯車の歯みぞの形状の平面図である。

図16は、円筒状小歯車と冠歯車の軸とが互いに交差(cross)するときの冠歯車の歯みぞの形状の平面図である。

30

図17は、斜め歯の円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車であって、そのピッチ角が斜め歯の円筒状小歯車の歯角よりも小さい創成工具によって加工されている冠歯車の平面図である。

図18は、斜め歯の円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車が、ピッチ角が斜め歯の円筒状小歯車の歯角よりも小さい創成工具によって冠歯車を如何にして加工するかの平面図である。

図19は、図6のX-X断面内で修整を加えられ、歯のピッチ角が斜め歯の円筒状小歯車の歯角よりも小さい切削歯形を示している。

図20は、工具の切削歯形の修整計算ステップを概略的に示している。

これら対応する部分は、種々の形態において同じ参照番号によって示されている。

直歯のインボリュート歯を備える円筒状小歯車は、図1に示すように、軸線1及びピッチ円2を有し、前記インボリュート歯は3で示され、歯みぞは4で示されている。軸孔5は、この円筒状小歯車を加工又は使用する際に、該円筒状小歯車を保持するために使用される。

40

図2は、図1の円筒状小歯車と同じ歯数及び同じ歯形を持った円筒状小歯車を示している。ここでは、歯は螺旋状に配置されている。従って、図2の円筒状小歯車は斜め歯の円筒状小歯車である。

図3は、軸直角面6を示し、この面は、軸線1に直角な面である。

図4は、歯直角面7を示しており、該面は歯のフランクに対して直角である。図2から図4に示されるような斜め歯が形成された円筒状小歯車の加工は、所定の歯数、歯角、所定の歯形形状及び、歯直角モジュールm、即ち歯直角面7内のモジュールに基づいている。歯車理論から分かるように、斜め歯のための歯直角モジュールは、その工具の形状で決

50

まり、該工具によって斜め歯のギア歯車が製造されるのであるが、前記歯直角モジュールは、その歯角 および歯数が変わっても、同じである。

直歯が形成された円筒状小歯車に噛合する冠歯車を製造することのできる公知の創成工具は、図5に示されている。この場合、該工具の回転軸線（第3回転軸）は8で示され、この工具が加工装置内にクランプされる軸孔が9で示されている。冠歯車に噛合する円筒状小歯車の歯の中心（これに基づき工具の切削歯形が導き出される）は、回転軸線8回りの円10上にある。この歯のピッチ円は、11で示される。

前記工具の外径は、26で示される。一方、歯のピッチ円の径、即ち円筒状小歯車のピッチ円と一致する工具の歯の上の最大径は、25で示されている。図5から分かるように、これは単一の連続した歯を持つ工具（single-pass-tool）であり、この場合、冠歯車の製造源となるワークピースは、前記工具が1回転する間に1つの歯に相当する量、回転する。この工具は、その外周面に螺旋リブ12及び溝13を備え、これらは、回転軸線8の回りに存在する円10の中心を含む面に対してピッチ角14をなしている。

図6は、本発明に係る工具を示し、図5のものと比較可能な寸法となっている。この場合、工具の切削歯形のリブのピッチ角14は、図5の工具の場合よりも実質的に大きくなっている。その結果、リブ12は、全体的に違った形状を示す。この大きいピッチ角14は、製造されるべき冠歯車に噛合する斜め歯円筒状小歯車の軸直角断面（図3参照）に基づく歯を、円10上に中心を持つ工具の回転軸8回りに回転させることによって得られる。この場合においては、前記歯は、前記工具の回転軸8回りの各回転毎に、工具1回転に対応する工具の条数に応じた歯数だけ回転する。この円筒状小歯車が一回転したときの歯数は、ピッチ角14が、斜め歯が形成された円筒状小歯車の歯角 と可能な限り一致するように、選択される。

図7は、本発明に係る工具が、ワークピースを加工するために使用される方法を示している。この場合、参照番号19は、加工されるべきワークピースを示し、矢印18は、前記ワークピースが加工中に回転軸線（第1回転軸）23回りに回転することを示している。この工具16は、回転軸線（第3回転軸）15回りに矢印17の方向に回転し、その外周面に螺旋状に設けられたリブ22を構成している切削面（切削エッジ）21を有している。このリブ22は歯みぞ24を切削し、前記工具は、製造されるべき冠歯車に噛合する円筒状小歯車のシャフトの軸に向かう送り方向20を有する。前記工具及びワークピースの回転速度は、前記工具が進行方向において停止しているときに、工具が一回転した場合に該工具の条数nと同じ歯数を、ワークピースが回転するような速度である。

前記工具は、冠歯車に噛合する円筒状小歯車の回転軸の方へ移動する。この送り移動に伴って、ワークピースに回転が付加される。この付加的な回転は、軸方向の位置に応じて変化する歯角（tooth angle）として表れる円筒状小歯車の軸直角断面形状の回転に、ワークピースの位置を適合される。前記の付加的な回転は、歯角 の正接と円筒状小歯車の回転軸の方向への送り 'a' との積に比例する。

図8は、線27によって、加工されるべき歯のフランクを示し、ここで28は、工具が歯みぞを通過している時に、冠歯車の1断面における切削面の特定の直径上の1つのポイントの相対経路を示している。ここに示された説明では、冠歯車の歯のピッチ角は、冠歯車に噛合する円筒状小歯車の歯角に等しい。図8から分かるように、この場合における相対移動は直線であり、該直線は、その最下点29において、歯のフランクに至る。

図9に、他の外径の場合における状態、即ち28によって示されている相対経路を示している。切削面は、30において製造されるべき歯のフランクに向かって走り、31においてその領域から離反する。この場合において、その経路は楕円形であり、製造されるべき歯のフランク上に最下点29を持つ。

図9から分かるように、製造されるべきフランクの一部は、このようにして削り取られる。図9においては、歯のフランクの偏りは、32によって示される。この偏りは、計算可能であり、その結果、切削面は偏り32が最小となるように或いは無くなるように調整され得る。

前記切削面に対する調整が許容される理由は、冠歯車の歯のフランクの各点が、前記工具

10

20

30

40

50

の切削面の一点によって作られるからである。ここでは、歯のフランクが送り中又は後退中に加工される時でさえも、歯のフランクの各点が、切削面の一点によってのみ加工されるということが分かっている。また、切削面への接触状態が冠歯車の圧力角に依存し、冠歯車の歯数に依存しないため、特定の円筒状小歯車に噛合する全ての冠歯車が一つの工具で製造し得るということも分かっている。

図10は、図6のX-X断面を示し、切削面に生じ得る修整箇所を示している。切削面の中心線は、線33で示され、切削面の歯切りの中心（第3回転軸）は、34によって示される。この点34は、円10の中心上にあり、該円10は工具の回転軸8に直角であって、図6に示されている。工具の側面は35によって示され、刃先円は36によって示されている。破線で示された歯形37は、切削面に対して直角に現れるが、切削面の修整されていない歯形である。この歯形37は、製造されるべき冠歯車に噛合する斜めの歯の円筒状小歯車の歯直角面における歯形に一致している。

10

線38は、切削面の径を示し、ワークピースの回転に加えつつ、冠歯車と噛合する円筒状小歯車の回転軸の方向への工具の軸方向移動の結果、歯の一断面内において、前記径の箇所位置する歯のポイントを維持することによって生み出される反対方向の等しい回転が生じる。切削面の点39においては、ワークピースに関する工具の相対経路は、図8に示された状態に相当し、製造されるべき歯のフランクに最下点を持つ直線である。点39から離れた歯形37の地点では、ワークピースに関する工具の相対経路は、図9に示された状態に相当し、歯のフランク上にある楕円経路の最下点及び該最下点の前後で削り取られている歯のフランクの部分に達する。歯のフランクは、こうして工具の送り又は後退の間に加工される。

20

この送り又は後退中の加工の際に発生する偏りを計算することによって、製造されるべき正確な冠歯車とするために必要とされる切削面への調整量が計算され得る。線40は、この歯形の外形を示している。このことから、調整されるべき修整においては、切削歯形の歯のヘッド41が狭くなるという事が制限される。

修整可能な寸法は、前記歯のヘッド41が、最小の厚みでなければならず、しかも削りすぎてもいけないという事から制限される。

図11及び13は、図5に示された公知の工具によって加工されている直歯の円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車を示している。冠歯車42は、回転軸（第1回転軸）43回りに矢印44方向に回転する。この冠歯車は、直歯45を備え、該歯は直歯が形成された円筒状小歯車と噛合し得る。この加工は、工具46によって実行され、該工具は、その回転軸（第3回転軸）47回りに矢印55（図13）の方向へ回転し、冠歯車の外径から内径に向けて矢印54方向へ移動する。ポブの中心は、平面48内にある。工具及びワークピースの回転は、該工具の条数とワークピースの歯数に比例するものとして協働する。冠歯車のフランクは、前記工具によって領域49内、換言すれば前記ポブがワークピースと最も深く係合するところで、加工される。

30

図12及び14は、図6で示されたタイプの工具によって加工されている冠歯車を示している。この場合には、創成工程が、斜め歯の形成された円筒状小歯車と噛合し得る冠歯車を加工するのに適している。この場合、冠歯車42は、螺旋状の歯50を備えている。工具51は、切削面を備え、且つ冠歯車の外径から内径に向けて矢印56（図14）方向に移動する。冠歯車は、回転軸線43回りに矢印44方向に回転し、工具は、回転軸（第3回転軸）52回りに矢印57方向に回転する。この工具とワークピースの回転は、工具の条数とワークピースの歯数とに比例するものとして協働する。工具51は、切削歯形を備え、そこではピッチ方向が、冠歯車と噛合する円筒状小歯車の歯角の方向と一致する。冠歯車の歯のフランクは、工具の送り及び後退中においても加工されるために、その加工は、歯の軌道の最下点においてだけでなく、より広い領域58に亘っても発生する。

40

加工中に、工具の回転軸線52とワークピースの回転軸線43との間の距離53が変化し、その結果、工具に対する冠歯車の回転は、影響を受ける。すなわち、歯の螺旋形状は、工具の回転が停止した状態で、前記距離53が変化するとき冠歯車は回転しなければならないことを意味する。

50

図15は、冠歯車の歯の螺旋形状を示している。この場合において、59は、外径60を持った冠歯車42に噛合する円筒状小歯車の軸（第2回転軸）である。なお、図15には、冠歯車と円筒状小歯車の相対的な動きによって生じる冠歯車の歯の螺旋形状を示すために、便宜的に、冠歯車が静止状態にあり、円筒状小歯車の中心軸59が移動するものとして、主要な位置における、円筒状小歯車の回転軸の位置を図示した。

冠歯車の歯の中心線は、61で示されている。外径60の地点から地点62まで冠歯車の歯の中心線61に沿って工具51が移動する間、ワークピースの軸線回りの回転は、冠歯車と噛合する円筒状小歯車の回転軸59の方向への移動量 'a' と、前記円筒状小歯車の歯角 の正接との積に比例する。

上述の例は、通常、冠歯車と噛合する円筒状小歯車の回転軸が、冠歯車の回転軸と干渉する実施態様を示している。しかしながら、図16に示されているように、これらの軸が、互いに交わることもまた可能であり、この場合には、この円筒状小歯車の回転軸59と冠歯車42の回転軸43との間の距離はbである。その他のことは、図15に示されているのと同様のことが示されており、主要な相違点は、冠歯車の歯61の中心線の螺旋形状が、より半径方向に向いているということである。

歯のフランクは、部分的に送り及び離反中に加工されるので、工具の中心線は、歯の幅よりも広い領域に亘って所望の歯の深さで移動されることが必要である。これは、図15及び16において距離83によって示されている。

本発明に係る工具は、ホブ又は研削ウォームであってもよい。ホブの切削面は、好ましくは、工具のリブの方向にほぼ直角に配置され、その結果、クリアランス面は、切削面にはほぼ直角になる。これは、切削刃の最大の強度及び安定性を生み出す。

図17及び18は、本発明のアイデアを更に進歩させたものを示している。この場合において、冠歯車64（この冠歯車は、歯角 の斜め歯が形成された円筒状小歯車と噛合し得る）は、工具65によって加工され、そこでは切削面の歯形方向は、工具の回転軸に直角な面69と歯角 との間に角度 のずれを形成している。この場合において、ワークピース64と工具65とは、互いに切削面の方向が、冠歯車の歯の面内にある円筒状小歯車66の歯の方向とほぼ一致するように配置されている。

図18は、これらを全て図示している。加工されるべき冠歯車64は、螺旋歯を備え、この螺旋歯は、円筒状小歯車66と噛合することができ、この円筒状小歯車は回転軸（第2回転軸）67回りに回転することができる。この回転軸67は、冠歯車64を画定し、図18の状態において、冠歯車64の中心（第1回転軸）68を通過して延びる。

冠歯車と噛合する円筒状小歯車66の歯は、回転軸67と角度 をなす。創成工具65は、切削歯形が冠歯車の歯とほぼ同じ方向となるように、円筒状小歯車の回転軸67と一定角度で配置される。このことは、切削歯形は、回転軸67とほぼ の角であいることを意味する。切削歯形の中心を通り且つ工具の回転軸（第3回転軸）82に直角な面が、69で示されている。切削歯形のリブの方向は、面69とピッチ角 を形成し、その結果、工具の回転軸82と、回転軸67を含み且つ冠歯車の回転軸68に平行な面との間の角度84が、ほぼ（ $90^\circ +$ - ）となる。

図15及び図16から分かるように、又、理論的にも導き出されるように、螺旋歯は、円筒状小歯車の回転軸59を通る面及びワークピースの回転軸43と平行な面との角が変わる。しかしながら、工具の回転軸82と、円筒状小歯車の回転軸を通る面及び回転軸43と平行な面との角84は、一定に保たなければならない。冠歯車の中心へ向かう半径ベクトルと工具の中心線との角は、結果的に一定となる。

ピッチ角 は、ある実施の形態では より小さく、その結果、工具の歯形においてなされるべき修整は、図12及び14で示した状態の場合よりも大きい。修整し得る範囲は制限されており、結果的に、工具のピッチ角 を削減し得る範囲も小さい。

図19は、図10の断面に相当する面を示している。図17及び18に示される状態のように良好な加工を達成するために為され得る修整が、歯形に図示されている。このような加工の場合においては、歯形 は、例えば、約 30° とすることができ、その場合には、ピッチ角 は、近似的に 12.5° となり得る。点線37は、斜め歯が形成された当初の正規の歯形を示し

10

20

30

40

50

ており、歯形に為された修整は70で示されている。71の箇所では修整が非常に大きいため、加工歯のヘッドがオーバーカットされており、冠歯車の歯のフランクの部分は、加工されない。ワークピースと工具との間の相対移動が直線であるところでは、外径は、生じない。なぜなら、前記外径部分は、切削歯形の外側にあるからである。

歯形の修整に必要な寸法は、冠歯車の許容される圧力角に基づいて計算される。もし、これら圧力角が制限（例えば、 10° から 45° に）されると、前記修整の寸法も制限される。前記許容可能な修整を決めるときには、製造されるべき冠歯車の隅肉部（fillet）寸法も重要となる。もし、この寸法が小さすぎると、円筒状小歯車が冠歯車に拘束されて停止するという危険性があり、好ましくない。

為されるべき修整の計算は、とりわけ、工具とワークピースとが、互いに適切と認められ得る相対位置に対して切削歯形の数値的に設定された形状での製造工程により製造されるべき冠歯車の歯の数値的に決定された形状と比較することによって実行される。これらの連続工程は、こうして常に歯みぞの長手方向及び工具の回転方向の双方において行われる。この計算は、図20に図示されており、工具及びその移動のデータ72を基にスタートする。

10

これらのデータ72のうち、移動データは、例えば、歯数、歯角、歯形修整等、円筒状小歯車の特性データを含んでいる。また、工具のデータには、その外径、ピッチ角などのホブ加工に必要なデータ等、円筒状小歯車の特性データも含まれる。冠歯車の歯のフランク及び歯のルートの形状は、これらのデータを用いてブロック73で計算される。所定特性の円筒状小歯車の歯の形状は、ブロック74で計算され、特定断面における工具の切削歯形の形状は、ブロック75で計算される。

20

前記工具のデータ及びワークピースのデータを用い、工具の切削面と歯のフランク及びワークピースの隅肉部との相対的移動量がステップ76で計算される。ステップ77では、ステップ73及びステップ76からの出力、すなわち、冠歯車の歯のフランク及び歯元の形状と、工具の切削面と歯のフランクなどが比較され、切削面において為されるべき修整が計算される。これらの修整は、ステップ78において、より先に計算された修整と比較されるとともに、最も代表となるものが決定される。こうして、この計算は、工具が僅かに回転した後ステップ81で繰り返されるとともに、この繰返しは、工具が歯みぞに関して全ての適切な位置に配置されるまで続けられる。

必要と思われる修整の全てが行われ後、シミュレーションによってステップ79でチェックされ、該シミュレーションは、計算によっても実行され、歯のフランクが正確に製造されるか否かをチェックする。もし調整が必要なら、その計算は、ステップ72から再度実行される。もし、もはや計算された修整に対して調整が必要なければ、修整されたフランクが計算されるとともに、数値データファイルが、ステップ80で作りに出される。工具は、この数値データファイルが付加されて作られる。

30

実行された計算から、ピッチ角が歯角に等しい状態では、必要な修整は、歯の外径が大きいときより小さくなるということが分かっている。ピッチ角が、歯角と同じでないような場合には、修整は、一般的に歯の外径が小さければ小さい。前記修整は、送り方向に依存し、送り方向に応じて異なる工具が必要である。すなわち、同じ方向又は反対方向での加工では、各々別の工具が必要であるということが分かる。

40

このデータファイルは、例えば、切削歯が工具の螺旋の周囲に配置されているフライス工具の作成において使用することができる。前記フライス工具は、放電浸食によって所望の歯形に作られ、そのためのワイヤー位置は、数値データファイルから決められる。

もし工具が切削砥石工具である場合は、該工具は、本出願人の国際特許出願第W092/11967号に記述された方法で形成され得る。

【 図 1 】

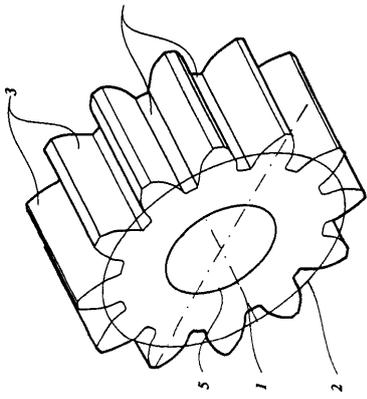


Fig. 1

【 図 2 】

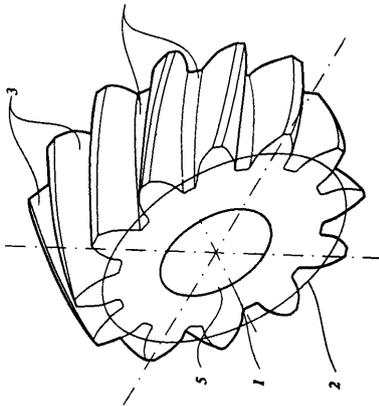


Fig. 2

【 図 3 】

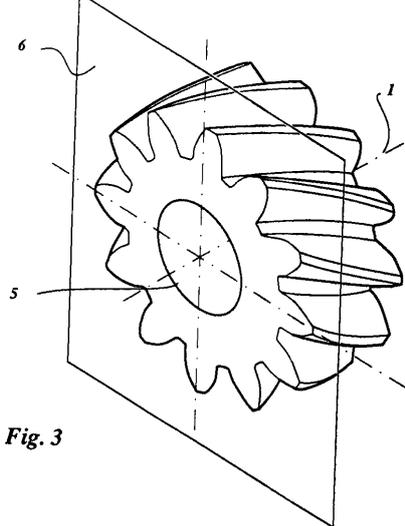


Fig. 3

【 図 4 】

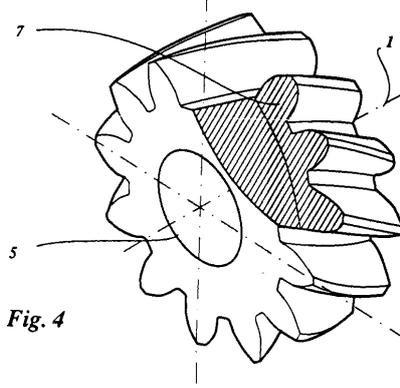


Fig. 4

【 図 8 】

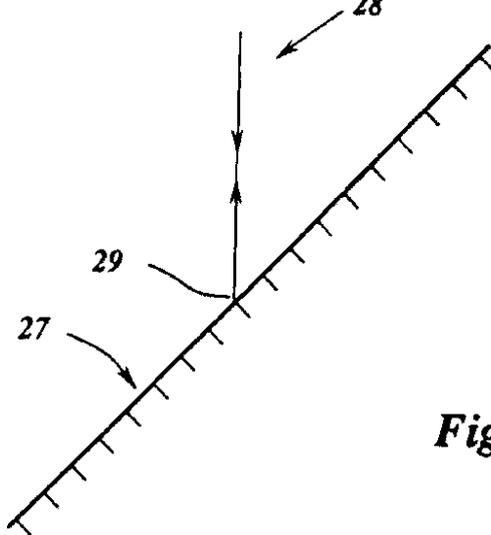


Fig. 8

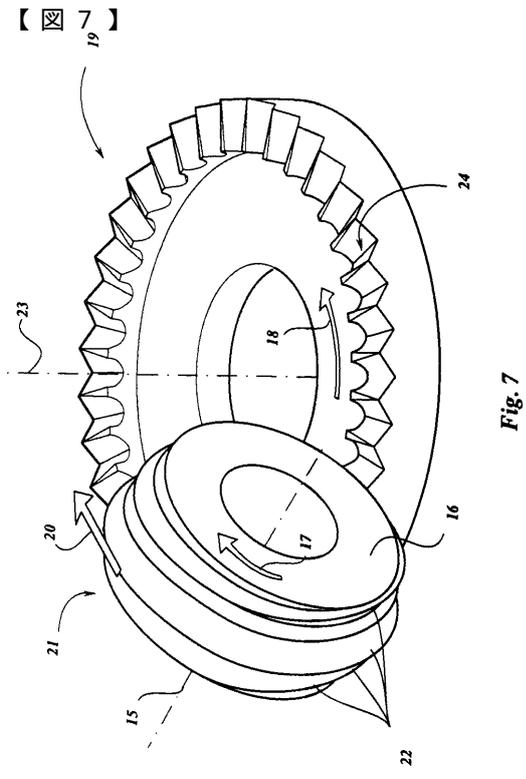
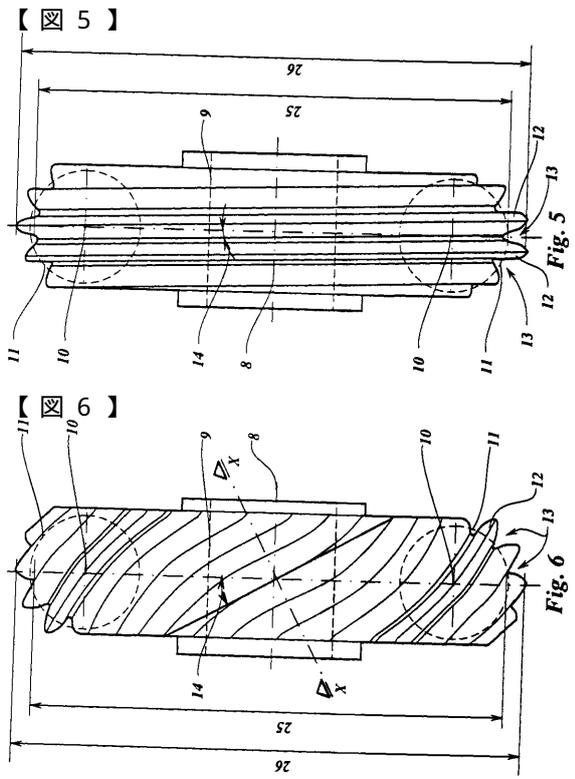


Fig. 7

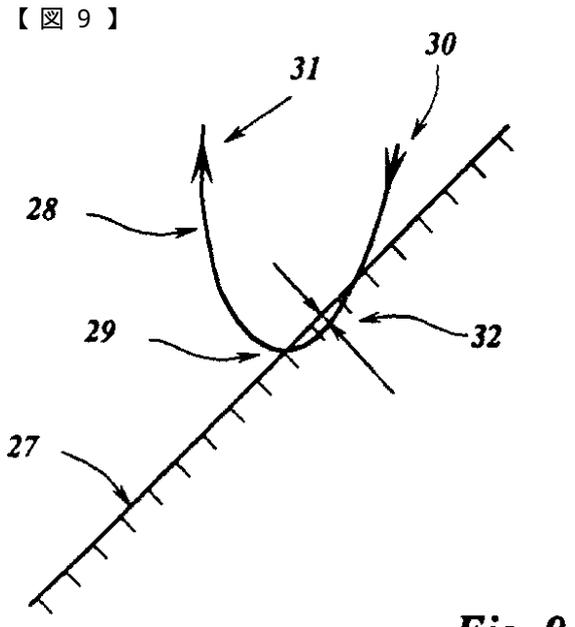


Fig. 9

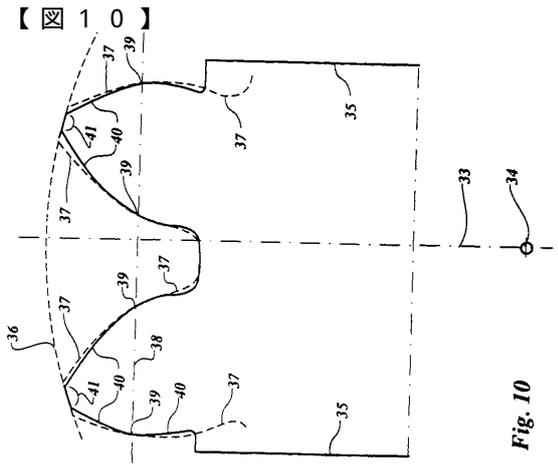


Fig. 10

【 図 1 9 】

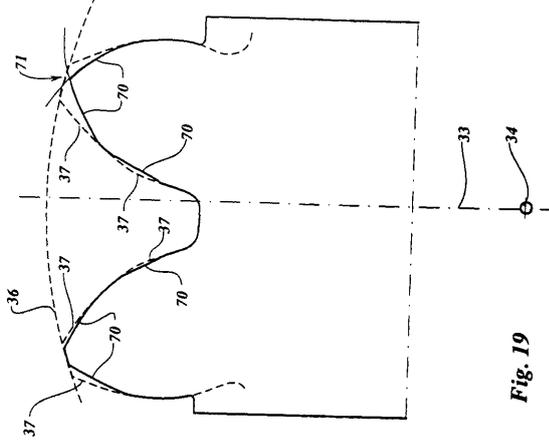


Fig. 19

【 図 1 1 】

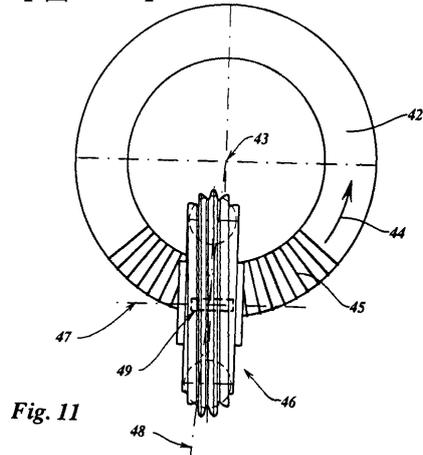


Fig. 11

【 図 1 2 】

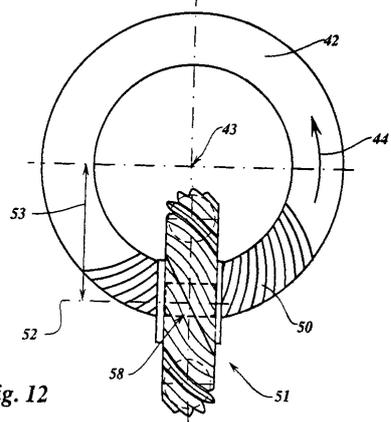


Fig. 12

【 図 1 3 】

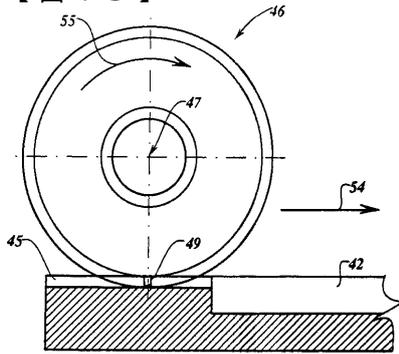


Fig. 13

【 図 1 5 】

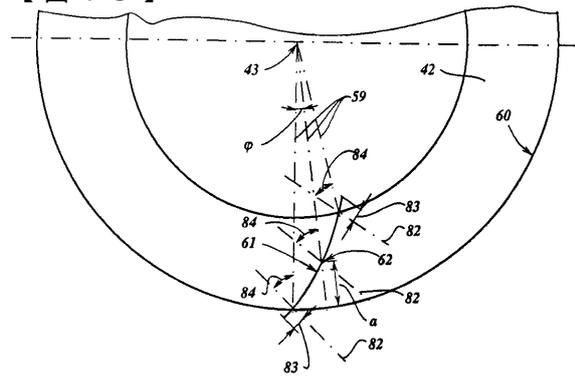


Fig. 15

【 図 1 4 】

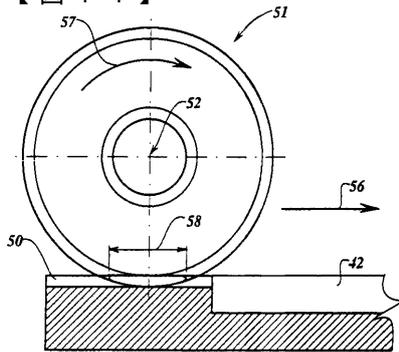


Fig. 14

【 図 1 6 】

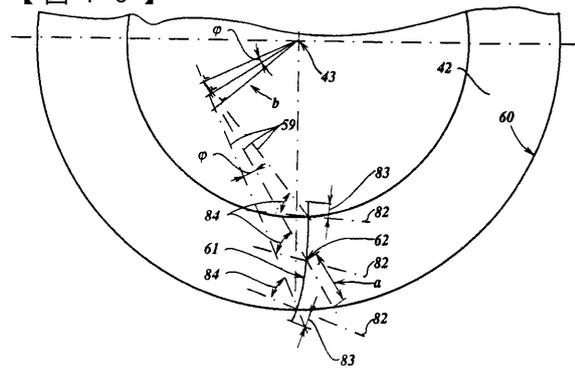


Fig. 16

【 図 17 】

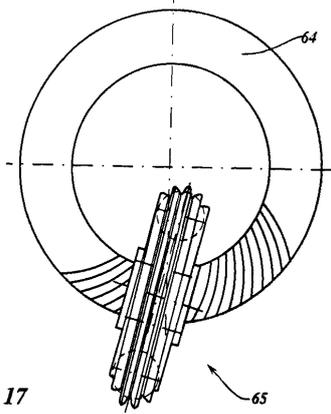


Fig. 17

【 図 18 】

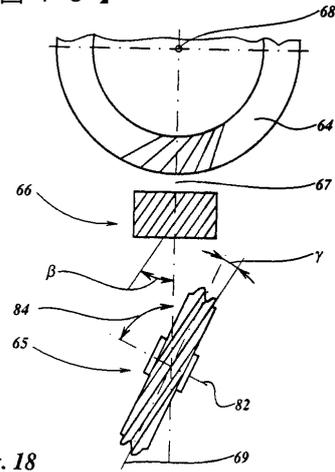


Fig. 18

【 図 20 】

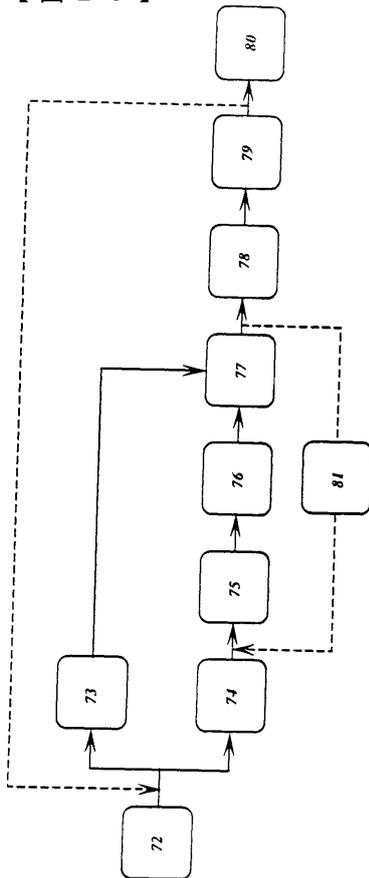


Fig. 20

フロントページの続き

(72)発明者 セイストラ アネ ロレンス
オランダ エンエル 3038 アーデー ロッテルダム シフィーヴェフ 33アー

審査官 所村 美和

(56)参考文献 米国特許第02711673(US,A)
英国特許出願公開第00230884(GB,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
B23F 1/00 - 23/12