

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5932546号
(P5932546)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.		F 1	
F 1 6 H	1/28	(2006.01)	F 1 6 H 1/28
F 1 6 H	57/08	(2006.01)	F 1 6 H 57/08
F 1 6 H	55/08	(2006.01)	F 1 6 H 55/08
B 6 4 C	27/12	(2006.01)	B 6 4 C 27/12

請求項の数 15 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-167306 (P2012-167306)	(73) 特許権者	591069248
(22) 出願日	平成24年7月27日 (2012.7.27)		アグスタウェストランド ソチエタ ペル
(65) 公開番号	特開2013-32841 (P2013-32841A)		アツィオニ
(43) 公開日	平成25年2月14日 (2013.2.14)		イタリア国, 21017 サマラーテ,
審査請求日	平成27年4月27日 (2015.4.27)		フラツィオネ カスチーナ コスタ, ピア
(31) 優先権主張番号	11425207.5		ジョバンニ アグスタ, 520
(32) 優先日	平成23年7月29日 (2011.7.29)	(74) 代理人	100099759
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100153084
			弁理士 大橋 康史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遊星歯車列及び対応する製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定点飛行可能な航空機(1)のための遊星歯車列(6)であって:

第1軸線(A)を中心として回転することができ、且つ複数の第1歯(11)を含む太陽歯車(7)と;

複数の第2歯(12)を含む固定された冠歯車(8)と;

各々が複数の第3歯(13)を含む少なくとも2つの遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)であって、各々が、前記冠歯車(8)及び前記太陽歯車(7)と噛み合い、それぞれの第2軸線(B)を中心として回転可能であり、前記第2軸線(B)が前記第1軸線(A)を中心として回転することができる少なくとも2つの遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)と;を含む遊星歯車列(6)において、

前記第3歯(13)のうちの少なくとも2つがそれぞれの第2歯(12)と同時に噛み合うとともに前記第3歯(13)のうちの更なる2つがそれぞれの第1歯(11)と同時に噛み合い;

前記第3歯(13)は第1側面(16a)と第2側面(16b)とを含んでおり、前記第1側面及び第2側面はそれぞれ、互いに異なる第1圧力角(1)と第2圧力角(2)とを有し;及び

前記遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)の各々の前記第3歯(13)の数(ZP)が、前記太陽歯車(7)の前記第1歯(11)の数(ZS)と前記冠歯車(8)の前記第2歯(12)の数(ZC)との差の1/2の絶対値とは異なることを特徴とする、遊

星歯車列(6)。

【請求項2】

前記第3歯(13)が前記第1側面(16a)でそれぞれの前記第1歯(11)と噛み合うとともに前記第2側面(16b)でそれぞれの前記第2歯(12)と噛み合い；

前記第1圧力角(1)が前記第2圧力角(2)よりも小さいことを特徴とする、請求項1に記載の遊星歯車列。

【請求項3】

前記第3歯(13)の前記数(ZP)は、前記差の1/2の絶対値よりも小さいことを特徴とする、請求項1又は2に記載の遊星歯車列。

【請求項4】

前記差の1/2の絶対値は、前記第3歯(13)の前記数(ZP)よりも2~4の値だけ大きいことを特徴とする、請求項3に記載の遊星歯車列。

【請求項5】

前記第2側面(16b)のかみ合い圧力角()が前記第2圧力角(2)よりも4°~8°の値だけ小さいことを特徴とする、請求項1から4までのいずれか一項に記載の遊星歯車列。

【請求項6】

該遊星歯車列が、それぞれの第2軸線(B)を中心として回転可能な、前記遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)の少なくとも3つを含み、

直接に隣接する遊星歯車(9a, 9b; 9b, 9c; 9c, 9d; 9d, 9e)の各対が、それぞれの第2軸線(B)と前記第1軸線(A)をつなぐ線分の中に画定されるそれぞれの位相角(1, 2, 3, 4, 5)に関連づけられており、

少なくとも1つの第1位相角と少なくとも1つの第2位相角(1, 4; 2, 3, 5)とが互いに異なることを特徴とする、請求項1から5までのいずれか一項に記載の遊星歯車列。

【請求項7】

前記第1位相角(1, 4)のうちの少なくとも2つが互いに等しいことを特徴とする、請求項6に記載の遊星歯車列。

【請求項8】

前記第2位相角(2, 3, 5)の少なくとも3つが互いに等しく、且つ前記第1位相角(1, 4)よりも大きいことを特徴とする、請求項7に記載の遊星歯車列。

【請求項9】

前記第1歯及び第2歯(11; 12)が各々、それぞれの側面(14a, 14b; 15a, 15b)を有していて、前記それぞれの側面が、互いに異なるそれぞれの異なる圧力角を有することを特徴とする、請求項1から8までのいずれか一項に記載の遊星歯車列。

【請求項10】

前記遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)の各々と前記太陽歯車(7)との噛み合いに関連づけられた第1かみ合い率が2.5よりも大きいこと、及び

前記遊星歯車(9a, 9b, 9c, 9d, 9e)の各々と前記冠歯車(8)との噛み合いに関連づけられた第2かみ合い率が2.5よりも大きいことを特徴とする、請求項1から9までのいずれか一項に記載の遊星歯車列。

【請求項11】

前記第1側面と第2側面(16a, 16b)とが、対応する理論的インボリュートに対して除肉されたそれぞれの端部(50)を有しており、

前記第3歯(13)の軸線(C)に沿う、前記端部(50)の各点と対応する理論的インボリュートの点との間の距離のプロットが、互いに傾く少なくとも1つの第1セグメント(F)と少なくとも1つの第2セグメント(G)とを含むことを特徴とする、請求項1から10までのいずれか一項に記載の遊星歯車列。

【請求項12】

回転翼(4)と、

10

20

30

40

50

エンジン構成要素と、

前記回転翼と前記エンジン構成要素との間に配置されて、請求項 1 から 11 までのいずれか一項に記載の遊星歯車列 (6) を含む伝動装置 (5) と、を含む固定点飛行可能な航空機であって、

前記遊星歯車列 (6) は、前記遊星歯車 (9a, 9b, 9c, 9d, 9e) に結合された遊星歯車キャリア (30) を含んでおり、

前記太陽歯車 (7) 及び前記遊星歯車キャリア (30) 間の一方 (7) が、使用中に前記エンジン構成要素からトルクを受け取り、

前記太陽歯車 (7) 及び前記遊星歯車キャリア (30) 間の他方 (30) が、前記回転翼 (4) の駆動軸に結合されていることを特徴とする、航空機。

10

【請求項 13】

固定点飛行可能な航空機 (1) のための遊星歯車列 (6) を製造する方法であって、

前記遊星歯車列 (6) が：

第 1 軸線 (A) を中心として回転することができ、且つ複数の第 1 歯 (11) を含む太陽歯車 (7) と；

複数の第 2 歯 (12) を含む固定された冠歯車 (8) と；

各々が複数の第 3 歯 (13) を含む少なくとも 2 つの遊星歯車 (9a, 9b, 9c, 9d, 9e) であって、各々が、前記冠歯車 (8) 及び前記太陽歯車 (7) と噛み合い、それぞれの第 2 軸線 (B) を中心として回転可能であり、前記第 2 軸線 (B) が前記第 1 軸線 (A) を中心として回転することができる少なくとも 2 つの遊星歯車 (9a, 9b, 9c, 9d, 9e) と；を含んでおり、

20

該方法が、

前記第 3 歯 (13) のうちの少なくとも 2 つを、それらがそれぞれの第 2 歯 (12) と同時に噛み合うように配置するとともに、前記第 3 歯 (13) のうちの更なる 2 つを、それらがそれぞれの第 1 歯 (11) と同時に噛み合うように配置する段階；

前記第 3 歯 (13) の第 1 側面 (16a) と第 2 側面 (16b) とにそれぞれ、互いに異なる第 1 圧力角 (1) と第 2 圧力角 (2) とを与える段階；及び

前記太陽歯車 (7) の前記第 1 歯 (11) の数 (ZS) と前記冠歯車 (8) の前記第 2 歯 (12) の数 (ZC) との差の $1/2$ の絶対値とは異なる、前記遊星歯車 (9a, 9b, 9c, 9d, 9e) の各々の前記第 3 歯 (13) の数 (ZP) を与える段階を含むことを特徴とする、遊星歯車列 (6) を製造する方法。

30

【請求項 14】

前記第 3 歯 (13) の数 (ZP) を与える前記段階が、前記差の $1/2$ の絶対値よりも小さい前記遊星歯車 (9a, 9b, 9c, 9d, 9e) の各々の前記第 3 歯 (13) の数 (ZP) を与える段階を含むことを特徴とする、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記配置する段階は、前記第 3 歯 (13) を前記第 1 側面 (16a) で前記第 1 歯 (11) と噛み合わせるとともに、前記第 3 歯 (13) を前記第 2 側面 (16b) で前記第 2 歯 (12) と噛み合わせる段階を含み；及び

第 1 側面 (16a) と第 2 側面 (16b) とを与える前記段階は、前記第 1 圧力角 (1) に、前記第 2 圧力角 (2) よりも小さな大きさを与える段階を含むことを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遊星歯車列及び前記遊星歯車列を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

よく知られているように、ヘリコプタは一般に、1つ又は2つ以上のタービンから回転翼、つまり主回転翼及び/又は尾部回転翼へ、並びに/又はタービンから複数の付属装置

50

、すなわち例えば機内搭載機器の作動のために必要なエネルギーの供給に關与する装置へ運動を伝達するように設計された複数の伝動装置組立体を備えている。

【 0 0 0 3 】

航空分野では、タービンと主回転翼の駆動軸との間に機械的伝動装置を配置することも知られている。

【 0 0 0 4 】

前記機械的伝動装置は一般に、動力を十分なトルク及び毎分回転数で回転翼軸に伝達するように設計されたエピサイクリック・モータ減速機を最終減速段として使用する。

【 0 0 0 5 】

前記エピサイクリック・モータ減速機は基本的に：

第 1 の固定軸線を中心として回転することができる、「太陽歯車」として定義される第 1 歯車；

前記第 1 軸線と一致する第 2 軸線を有する、「冠歯車」として定義される第 2 の固定歯車；及び

太陽歯車及び冠歯車と噛み合ってそれぞれの第 3 の可動軸線を中心として回転可能な、「遊星歯車」として定義された複数の歯車；を含む。

【 0 0 0 6 】

遊星歯車列はさらに遊星歯車キャリアを含み、前記遊星歯車キャリアは第 1 軸線を中心として回転することができ、また遊星歯車に結合されている。

【 0 0 0 7 】

こうして、遊星歯車は、それぞれの第 3 軸線を中心として回転することに加えて、遊星歯車キャリアによって、太陽歯車の第 1 軸線を中心とする公転運動を描く。

【 0 0 0 8 】

特に、太陽歯車は入力軸に結合されており、遊星歯車キャリアは回転翼軸に結合された出力軸として使用される。

【 0 0 0 9 】

換言すると、機械動力は太陽歯車を介して遊星歯車列に入り、そして遊星歯車キャリアを介して、適切なトルク及び毎分回転数で回転翼軸に伝達される。

【 0 0 1 0 】

遊星歯車（及び太陽歯車又は冠歯車）の歯の圧力角は一般に、通常の歯車列の歯の圧力角よりも大きい。より正確には、遊星歯車（及び太陽歯車又は冠歯車）の歯の圧力角は一般に 25° よりも大きいものに対して、通常の歯車列の歯の圧力角は 20° である。

【 0 0 1 1 】

公知のタイプの遊星歯車列はさらに、遊星歯車の歯数が冠歯車の歯数と太陽歯車の歯数との差の $1/2$ に等しくなるように従来型として寸法設定されている。こうして、圧力角、すなわちエンベロープによる生成中に使用される圧力角は、噛み合い圧力の角度と一致する。

【 0 0 1 2 】

通常の歯車列を参照すると、例えば特許文献 1 には、一对の歯車の使用が示唆されており、これらの歯車は、歯車の各単一の歯に作用する荷重を低減するために、同時に互いに噛み合う少なくとも 2 つの歯を有する。

【 0 0 1 3 】

しかし、通常の歯車列とは異なり、遊星歯車列の遊星歯車の歯は第 1 側面で太陽歯車の歯と、及び第 2 側面で冠歯車の歯と周期的に噛み合わなければならない。

【 0 0 1 4 】

その結果、前記歯が相異なる側面で太陽歯車の歯及び冠歯車の歯と同時に噛み合うようになるのを防止することなしに、遊星歯車と太陽歯車（又は冠歯車）との間で噛み合う歯数を単純に増大させることは不可能である。

【 0 0 1 5 】

このことを理由として、公知のタイプの遊星歯車列は、遊星歯車と太陽歯車との間で（

10

20

30

40

50

又は遊星歯車と冠歯車との間で)同時に噛み合う実質的に1に等しい歯数を有する。

【0016】

前記装置は一般に、遊星歯車の歯(及び冠歯車及び太陽歯車の歯)が被る荷重が、同じ動力を伝達するように設計された通常の歯車の歯が被る荷重よりも小さい限り、公知のタイプの解決法において受け入れられる。

【0017】

実際に、遊星歯車列の特性の1つは、太陽歯車から冠歯車へ伝わる荷重が各々の遊星歯車上に実質的に均一に分配されるという事実にある。

【0018】

換言すると、前記荷重は、冠歯車及び太陽歯車のそれぞれの歯と噛み合う遊星歯車の歯全体にわたって分配される。

10

【0019】

特に、航空分野では、伝達される動力と歯車列自体の重量との比をできる限り増大させる遊星歯車列を得る必要性が感じられている。

【0020】

前記比は明らかに、航空分野において最も重要性を有する。

【0021】

最後に、この分野では、回転翼駆動軸への運動伝達をできる限り静かにする必要性も感じられている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】欧州特許出願公開第1939493号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

本発明の目的は、前述した要件の少なくとも1つが単純且つ経済的に有利な方法で満足されるのを可能にする、航空機のための遊星歯車列を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0024】

30

前記目的は、

第1軸線を中心として回転することができ、且つ複数の第1歯を含む太陽歯車と；

複数の第2歯を含む固定された冠歯車と；

各々が複数の第3歯を含む少なくとも2つの遊星歯車であって、各々が、前記冠歯車及び前記太陽歯車と噛み合い、それぞれの第2軸線を中心として回転可能であり、前記第2軸線が前記第1軸線を中心として回転することができる少なくとも2つの遊星歯車と；を含む固定点飛行可能な航空機のための遊星歯車列であって：

前記第3歯のうちの少なくとも2つがそれぞれの第2歯と同時に噛み合うとともに前記第3歯のうちの更なる2つがそれぞれの第1歯と同時に噛み合い；

前記第3歯は第1側面と第2側面とを含んでおり、前記第1側面及び第2側面はそれぞれ互いに異なる第1圧力角と第2圧力角とを有し；及び

40

前記遊星歯車の各々の前記第3歯の数が、前記太陽歯車の前記第1歯の数と前記第2歯の数との差の1/2の絶対値とは異なることを特徴とする遊星歯車列によって達成される。

【0025】

本発明は同様に、固定点飛行可能な航空機のための遊星歯車列を製造する方法であって、前記遊星歯車列が：

第1軸線を中心として回転することができ、且つ複数の第1歯を含む太陽歯車と；

複数の第2歯を含む固定された冠歯車と；

各々が複数の第3歯を含む少なくとも2つの遊星歯車であって、各々が、前記冠歯車及

50

び前記太陽歯車と噛み合い、それぞれの第 2 軸線を中心として回転可能であり、前記第 2 軸線が前記第 1 軸線を中心として回転することができる少なくとも 2 つの遊星歯車と；を含んでおり、

該方法が、

前記第 3 歯のうちの少なくとも 2 つを、それらがそれぞれの第 2 歯と同時に噛み合うように配置するとともに、前記第 3 歯のうちの更なる 2 つを、それらがそれぞれの第 1 歯と同時に噛み合うように配置する段階；

前記第 3 歯の第 1 側面と第 2 側面とにそれぞれ、互いに異なる第 1 圧力角と第 2 圧力角とを与える段階；及び

前記太陽歯車の前記第 1 歯の数と前記冠歯車の前記第 2 歯の数との差の $1/2$ の絶対値とは異なる、前記遊星歯車の各々の前記第 3 歯の数を与える段階；を含むことを特徴とする、遊星歯車列を製造する方法に関する。

【0026】

本発明をよりよく理解するために、非限定的な例によって、また添付の図面を参照しながら好ましい実施形態を以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】図 1 は、本発明による遊星歯車列を含む航空機、具体的にはヘリコプタを示す図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の航空機内に組み込まれる遊星歯車列を、判り易くするために部品が取り外された状態で示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の II - II 線に沿う断面図である。

【図 4】図 4 は図 1 の詳細を、著しく拡大した縮尺で示す図である。

【図 5】図 5 は図 1 の詳細を、著しく拡大した縮尺で示す図である。

【図 6】図 6 は図 1 の詳細を、著しく拡大した縮尺で示す図である。

【図 7】図 7 は図 1 のいくつかの詳細を、著しく拡大した縮尺で示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図 1 を参照すると、固定点飛行可能な航空機が符号 1 によって示されていて、模範事例ではヘリコプタが示されている。

【0029】

ヘリコプタ 1 は基本的に、胴体 2 と、第 1 平面内で回転してヘリコプタ全体を飛行状態に維持するための作用をもたらすように胴体 2 上に取り付けられた主回転翼 4 と、胴体 2 の一端に配置された尾部回転翼 3 とを含んでいる。特に、尾部回転翼 3 は、主回転翼 4 自体によって胴体 2 上に生成された回転トルクに抗するために、第 1 平面を横切る第 2 平面内で回転することができる。

【0030】

ヘリコプタ 1 は、タービン（図示せず）から主回転翼 4 の駆動軸（図示せず）へ運動を伝達するように設計された主伝動装置組立体 5 と、前記伝動装置組立体 5 によって駆動されて尾部回転翼 3 を駆動する副伝動装置組立体とをさらに含んでいる。

【0031】

伝動装置組立体 5 は、遊星歯車列 6 によって基本的に形成された最終段をさらに含んでおり、前記遊星歯車列 6 は、動力を適切な値のトルク及び角速度で回転翼 4 の駆動軸に伝達する。

【0032】

図示の模範事例では、遊星歯車列 6 はモータ減速機である。

【0033】

図 3 及び 4 を特に参照すると、遊星歯車列 6 は、基本的には：

第 1 軸線 A を中心として回転することができ、段 6 の入力軸（図示せず）に作動可能に結合された、複数の歯 11 を含む太陽歯車 7 と；

10

20

30

40

50

複数の歯 12 を含み軸線 A を中心として延びる冠歯車 8 と；

軸線 A に対して平行なそれぞれの軸線 B を中心として回転可能な複数の遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e であって、太陽歯車 7 及び冠歯車 8 と噛み合うそれぞれの複数の歯 13 を含む複数の遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と、を含む。

【 0 0 3 4 】

図示の模範事例では、冠歯車 8 の直径は太陽歯車 7 の直径よりも大きい。

【 0 0 3 5 】

遊星歯車列 6 はさらに、軸線 A を中心として回転することができる遊星歯車キャリア 30 (図 3 に概略的に示されている) を含む。遊星歯車キャリア 30 は、回転翼 4 の駆動軸 (図示せず) に直接に結合されるとともに、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e に結合されている。

10

【 0 0 3 6 】

こうして、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e はそれ自体の軸線 B を中心として回転するとともに軸線 A を中心とした公転運動を描く。

【 0 0 3 7 】

機械動力はさらに、太陽歯車 7 において遊星歯車列 6 に入り、そして遊星歯車キャリア 30 において回転翼 4 の軸の方向に、適切なトルク及び毎分回転数をもって遊星歯車列 6 から出る。

【 0 0 3 8 】

具体的には、各々の歯 11 , 12 , 13 は、それぞれの側面 14 a , 14 b ; 15 a , 15 b ; 16 a , 16 b の対を含む。

20

【 0 0 3 9 】

各々の歯 11 , 12 , 13 の側面 14 a , 14 b ; 15 a , 15 b ; 16 a , 16 b は、それぞれの歯 11 , 12 , 13 の軸線 C の反対側に配置されている。

【 0 0 4 0 】

より正確には、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e がそれぞれの軸線 B を中心として回転し、そして各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e が軸線 A を中心として公転するのに続いて、歯 13 の側面 16 a は太陽歯車 7 の歯 11 の側面 14 a と周期的に協働し、歯 13 の側面 16 b は冠歯車 8 の歯 12 の側面 15 b と周期的に協働する。

【 0 0 4 1 】

有利には、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e は、太陽歯車 7 のそれぞれの歯 11 と同時に噛み合う少なくとも 2 つの歯 13 と、冠歯車 8 のそれぞれの歯 12 と同時に噛み合う 2 つの更なる歯 13 とを含んでいる。歯 13 の側面 16 a , 16 b の圧力角 α_1 及び α_2 は互いに異っており、そして各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の歯 13 の数 Z P は、太陽歯車 7 の歯 11 の数 Z S と冠歯車 8 の歯 12 の数 Z C との差の $1/2$ の絶対値よりも小さい。

30

【 0 0 4 2 】

この説明の途中において、「圧力角」 α_1 , α_2 という用語は、太陽歯車 7、冠歯車 8 及び遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e が備える理想的歯部の圧力角を示しており、前記理想的歯部は、太陽歯車 7、冠歯車 8 及び遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と同じモジュールを有している。

40

【 0 0 4 3 】

より正確に述べると、側面 16 a に結び付けられた圧力角 α_1 は、側面 16 b に結び付けられた圧力角 α_2 よりも小さい。このように歯 13 は非対称である。

【 0 0 4 4 】

図示の模範事例では、圧力角 α_1 は 19° であり、圧力角 α_2 は 25° である。

【 0 0 4 5 】

圧力角 α_1 の前記小さい値は、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と太陽歯車 7 との間で同時に噛み合う歯 13 , 11 の数が増大するのを可能にする。

【 0 0 4 6 】

50

圧力角 ϕ_1 の減少は、歯 13 に作用する荷重から生じる曲げ応力の増大を決める。このことは基本的には、曲げ応力が歯 13 と歯 12 との間で交換される接線力に対して比例し、その結果、圧力角 ϕ_1 の余弦に対して比例するという事実に起因する。

【0047】

しかしながら、圧力角 ϕ_2 の増大は、歯 13 の曲げ強度の増大を決め、このことは前述の曲げ応力の増大を相殺する。実際に、圧力角 ϕ_2 の増大は、歯 13 の抵抗部分 L の増大、故に歯 13 の曲げ強度の増大を決める。換言すると、圧力角 ϕ_2 の増大は、軸線 C と側面 16b との間に位置する歯 13 の歯元 40 をずんぐりとさせる。

【0048】

各遊星歯車の歯 13 の数 Z_P は、歯 12 の数 Z_C と歯 11 の数 Z_S との差の $1/2$ の絶対値よりも小さい。

【0049】

換言すると

【数 1】

$$Z_P < \left| \frac{Z_C - Z_S}{2} \right|$$

となる。より具体的には、歯 12 の数 Z_C と歯 11 の数 Z_S との差の $1/2$ の絶対値は、歯 13 の数 Z_P よりも 2 ~ 4 の値だけ大きい。

【0050】

図 7 を参照すると、歯数 Z_P の低減という理由から、側面 16a は、側面 16a 自体の基礎円と一致するピッチ円 U を有しており；及び側面 16b は、側面 16a の基礎円よりも小さな直径を有する第 2 ピッチ円 U' を有している。

【0051】

「ピッチ円」U, U' という用語は、太陽歯車 7 及び冠歯車 8 にそれぞれ同軸なそれぞれのピッチ円 V, V' 上を滑ることなしに転動する遊星歯車 9a, 9b, 9c, 9d, 9e の軸線 B 上に中心を有する円を意味する。

【0052】

「基礎円」という用語は、理想的接触歯部上を滑ることなしに転動する遊星歯車 9a, 9b, 9c, 9d, 9e の軸線 B 上に中心を有する円を意味し、前記理想的接触歯部は、名目的様態で形状が決められていて、歯 13 と同じモジュールを有し、歯 13 の側面 16a, 16b とそれぞれ協働するそれら自身の側面に圧力角 ϕ_1 , ϕ_2 を有する。

【0053】

結果として、圧力角 ϕ_1 は歯 13 の側面 16a と歯 11 の側面 14a との間の噛み合いに対応するかみ合い圧力角と一致する。

【0054】

その代わりに、圧力角 ϕ_2 は、歯 13 の側面 16b と歯 12 の側面 15b との間の噛み合いに対応するかみ合い圧力角よりも小さい。

【0055】

特に、かみ合い圧力角 ϕ_2 は、遊星歯車 9a, 9b, 9c, 9d, 9e のピッチ円上において、対応する軸線 B を遊星歯車 9a, 9b, 9c, 9d, 9e のピッチ円と側面 16b 自体との交点に結び付ける線分と、側面 16b に対する接線との間に存在する角度である (図 5 及び 7)。

【0056】

かみ合い圧力角 ϕ_2 は圧力角 ϕ_1 よりも $4^\circ \sim 8^\circ$ の値だけ小さい。

【0057】

図示の模範事例では、側面 16b に関連づけられたかみ合い圧力角 ϕ_2 は、 $17^\circ \sim 21^\circ$ の範囲にある。

【0058】

10

20

30

40

50

こうして、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e は、やはりほぼ 25° の圧力角 2 で冠歯車 8 の対応する歯 1 1 と同時に噛み合う 2 つよりも多いそれぞれの歯 1 3 を有する。

【 0 0 5 9 】

遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e、太陽歯車 7、及び冠歯車 8 は、2 よりも大きい噛み合い率を有するように、すなわち各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e が太陽歯車 7 の歯 1 1 と噛み合う 2 つよりも多い歯 1 3 と、冠歯車 8 の歯 1 2 と噛み合う 2 つよりも多い歯 1 3 とを提供するように設計されている。

【 0 0 6 0 】

具体的には、「噛み合い率」という用語は、接触円弧長と周ピッチ p , p' との比率を示しており、前記周ピッチは、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と太陽歯車 7 及び冠歯車 8 との噛み合いに関するものである。

10

【 0 0 6 1 】

具体的には、接触円弧は、作用線 H (H') と、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e 自体の歯 1 3 の歯先円及び太陽歯車 7 の歯 1 1 (冠歯車 8 の歯 1 2) の歯先円との 2 つの交点間で、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e のピッチ円 U (U') に沿って測定された円弧である。周知のように作用線 H (H') は、それに沿って、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e 及び太陽歯車 7 (冠歯車 8) の歯 1 3 , 1 2 (1 1) が作用及び反作用の相互の力を交換する直線である。作用線 H , H' は、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e 及び太陽歯車 7 (冠歯車 8) のピッチ円 U , V (U' , V') に対して共通の接線 T , T' に対して圧力角 ϕ (噛み合い角) だけ傾斜させられる。

20

【 0 0 6 2 】

円ピッチ p , p' は、その代わりに、各遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e のピッチ円 U , U' 上で測定された、隣接する歯の 2 つの一致する点の間の距離である (図 4 , 5 及び 7)。

【 0 0 6 3 】

周知のように、噛み合い率、すなわち同時に噛み合う歯 1 3 , 1 1 (1 2) の数は、圧力角 ϕ () が低下するにつれて増大する。さらに、他の全てのパラメータが等しい場合、噛み合い率は、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と冠歯車 8 とが噛み合う場合のような内歯車において、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と太陽歯車 7 とが噛み合う場合のような外歯車におけるよりも大きい。

30

【 0 0 6 4 】

ピッチ円 U , U' が相異なるそれぞれの直径を有するという事実によって、側面 1 6 a と側面 1 4 a との間の係合 (すなわち歯 1 3 と歯 1 1 との間の係合) に対応する噛み合い率は、側面 1 6 b と側面 1 5 b との間の係合 (すなわち歯 1 3 と歯 1 2 との間の係合) に対応する噛み合い率とは区別される。

【 0 0 6 5 】

図示の模範事例では、側面 1 6 a と側面 1 4 a の噛み合い率及び側面 1 6 b と側面 1 5 b の噛み合い率は両方とも 2 . 5 を上回る。

遊星歯車列 6 は、軸 A に対して平行なそれぞれの軸 B を中心として回転することができる 5 つの遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e を含んでいる。

40

【 0 0 6 6 】

詳細には、遊星歯車 9 a , 9 b ; 9 b , 9 c ; 9 c , 9 d ; 9 d , 9 e ; 9 e , 9 a は軸線 A を中心として隣接して配置される。

【 0 0 6 7 】

直接に隣接する遊星歯車 9 a , 9 b ; 9 b , 9 c ; 9 c , 9 d ; 9 d , 9 e ; 9 e , 9 a の各対は位相角 θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 を画定する (図 3)。

【 0 0 6 8 】

詳細には、位相角 θ_1 (θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5) は、軸線 A と、遊星歯車 9 a , 9 b (9 b , 9 c ; 9 c , 9 d ; 9 d , 9 e ; 9 e , 9 a) の軸線 B とをつなぐ半直線によっ

50

て画定される。前記半直線は軸線 A , B に直交して引かれる。

【 0 0 6 9 】

遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e は、それらが軸線 A を中心として等しい角度では離間されないように配置されている。換言すると、位相角 1 , 2 , 3 , 4 , 5 は、全てが互いに同じ、つまり 72° に等しいわけではなく、すなわち全円と遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の数との比になるわけではない。

【 0 0 7 0 】

より詳しくは、位相角 1 , 2 , 3 , 4 , 5 は、 1 , 2 , 3 , 4 , 5 の順番に従って、軸線 A を中心として時計回り方向で進むように設定されている。

【 0 0 7 1 】

位相角 1 , 4 は互いに同じであり、全円と遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の数との比よりも大きい大きさを有している。

【 0 0 7 2 】

位相角 2 , 3 , 5 は互いに同じであり、全円と遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の数との比よりも小さい大きさを有している。

【 0 0 7 3 】

太陽歯車 7 の歯 1 1 及び冠歯車 8 の歯 1 2 は、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の歯 1 3 と同一である。すなわちこれらの歯は側面 1 4 a , 1 4 b ; 1 5 a , 1 5 b を有しており、これらの側面のそれぞれの圧力角は互いに異なっていてそれぞれ 1 , 2 に等しい。

【 0 0 7 4 】

図 6 を参照すると、各々の歯 1 1 , 1 2 , 1 3 の側面 1 4 a , 1 4 b ; 1 5 a , 1 5 b ; 1 6 a , 1 6 b が、対応する歯元部分 4 0 とは反対側のそれぞれの端部 5 0 を有しており、これらの端部は、対応する原インボリュートの輪郭に対して除肉されている。特に、それぞれの歯 1 1 , 1 2 , 1 3 の軸線に直交する方向に測定された、側面 1 4 a , 1 4 b ; 1 5 a , 1 5 b ; 1 6 a , 1 6 b の輪郭の点とそれぞれの理論的インボリュートの点との距離のプロットは、その内容が本特許出願に組み入れられる欧州特許出願第 0 6 4 2 5 8 7 8 . 3 号明細書に示されているように、互いに傾斜した 2 つのセグメント F , G によって形成されたそれぞれの折れ線 E によって画定される。各々の歯 1 1 , 1 2 , 1 3 の歯元部分 4 0 は、そうしないで、円のそれぞれのインボリュートとして形作られている。

【 0 0 7 5 】

使用中、動力は軸線 A を中心として回転する太陽歯車 7 を介して遊星歯車列 6 に入る。

【 0 0 7 6 】

太陽歯車 7 の回転は、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e のそれら自体の軸線 B を中心とした回転と、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の軸線 A を中心とした公転とを決める。遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e は、歯 1 3 及び歯 1 2 を介して、固定された冠歯車 8 と噛み合う (図 4) 。

【 0 0 7 7 】

遊星歯車キャリア 3 0 はこうして軸線 B を中心として回転し、適切な毎分回転数で動力を回転翼 4 の軸へ伝達する。

【 0 0 7 8 】

本発明による遊星歯車列 6 及び方法の考察から、それがもたらす利点が明らかである。

【 0 0 7 9 】

特に、遊星歯車列 6 は構造的特徴の相乗的な組み合わせを提供し、前記特徴は、回転翼軸へ伝達される動力の比が、重量が同じと考えた場合に増大するのを可能にする。

【 0 0 8 0 】

前記利点を達成することは航空分野では極めて重要であり、そこでは重量の軽減は、燃料消費量の低減又は最大積載量の増大を自動的に意味する。

【 0 0 8 1 】

より正確に述べるならば、遊星歯車列 6 の構造的パラメータは、各遊星歯車 9 a , 9 b

10

20

30

40

50

、9c、9d、9eが、太陽歯車7のそれぞれの歯11と同時に噛み合う少なくとも2つの歯13と、冠歯車8のそれぞれの歯12と同時に噛み合う少なくとも2つの異なる歯13とを有することを保証するように、出願人によって設計されている。

【0082】

特に、遊星歯車列6の構造的パラメータは、歯13と歯11及び歯13と歯12のかみ合い率が2.5よりも大であるように設計されている。

【0083】

このように、歯11、12、13に作用する荷重に由来する応力は、かみ合い率がほぼ1~2である公知のタイプの遊星歯車列と比較して著しく低減される。

【0084】

より詳細に述べるならば、先ず第一に、歯13の側面16a、16bの圧力角 α_1 、 α_2 が互いに異なる。

【0085】

より小さな圧力角 α_1 は、各々の遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eと太陽歯車7との間で同時に噛み合う少なくとも2つの歯11及び13を有することを可能にする。

【0086】

こうして、歯13及び歯11の間の噛み合いに関するかみ合い率が2.5を上回ることが保証される。

【0087】

これと同時に、圧力角 α_1 の減少は、歯13に作用する力の接線方向成分の増大を決める。実際に、前記成分は圧力角 α_1 の余弦に対して比例する。しかしながら、圧力角 α_2 が圧力角 α_1 よりも大きいという事実により、歯13は抵抗部分Lを有し、従ってやはり側面16bに対して圧力角 α_1 で得られるであろうものと比べて増大した曲げ強度を有する。

【0088】

その結果、歯13は、増大した曲げ応力に耐えることができる。

【0089】

換言すると、圧力角 α_1 、 α_2 に差をつけることによって、歯13、11間の噛み合いに関連づけられたかみ合い率が側面16a、16bの両方で増大することが可能になり、及び従って歯13、11自体に作用する荷重から生じる応力の低減が可能になり、しかもこれにより歯13の曲げ強度が悪化することはない。

【0090】

第二に、歯13の数ZPは、歯11の数ZSと冠歯車12の数ZCとの差の1/2の絶対値よりも小さく、その結果、従来型の形状に基づく遊星歯車に対して想定される歯数よりも小さい。

【0091】

その結果として、遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eの直径は、遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eのピッチ円と太陽歯車7及び冠歯車8のピッチ円の接触を課することによって得られるであろう直径よりも小さい。

【0092】

結果として、遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eと冠歯車8とが噛み合うかみ合い圧力角 α は、側面16bの圧力角 α_2 よりも小さい(図7)。

【0093】

従って、圧力角 α_2 が圧力角 α_1 よりも著しく大きいとしても、遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eの歯13と冠歯車8の歯12とが噛み合うかみ合い圧力角 α は特に小さい。

【0094】

こうして、各遊星歯車9a、9b、9c、9d、9eが冠歯車8のそれぞれの歯12とも同時に噛み合う2つの歯13を提供することが保証される。

【0095】

10

20

30

40

50

本出願人は、同時に噛み合う歯 1 3 , 1 1 (及び 1 3 , 1 2) の数が 2 よりも多いこと、圧力角 1 , 2 に差を付けること、そして歯 1 1 , 1 2 の数 $Z S$, $Z C$ 間の差の $1 / 2$ の絶対値よりも小さくなるように歯 1 3 の数 $Z P$ を選択することにより、本明細書の冒頭部分で記載した公知のタイプの遊星歯車列と比較して、遊星歯車列 6 のノイズレベルの低減が相乗作用として生み出されることにも同様に注目した。

【 0 0 9 6 】

本出願人は、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e と太陽歯車 7 (又は冠歯車 8) とのかみ合い率も、遊星歯車列 6 の静音性も、歯 1 1 , 1 2 , 1 3 が、対応する原インボリュートに対して除肉された端部 5 0 を有するという事実によって高められることにも同様に注目した。

10

【 0 0 9 7 】

さらに遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の歯 1 3 の数 $Z P$ は、標準的な形状決定によって想定されるものよりも小さい。

【 0 0 9 8 】

このように、同じ歯 1 3 , 1 1 (又は 1 2) の対が互いに噛み合うようになる 2 つの瞬間の間のインターバルを増大させることが可能になる。

【 0 0 9 9 】

従って、互いに噛み合うようになる歯 1 3 , 1 1 (又は 1 2) の対の起こり得る損傷のリスクの増大、及び場合によっては遊星歯車列 6 全体に対する損傷のリスクの生成は最小限に抑えられる。

20

【 0 1 0 0 】

最後に、遊星歯車列 6 は 3 よりも大きい遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e の数を有しており、その結果、遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e に作用するトルクは、遊星歯車列 6 の荷重及び作動がどのようなものであれ、いかなる条件に対しても互いに同じではない。

【 0 1 0 1 】

遊星歯車 9 a , 9 b , 9 c , 9 d , 9 e に作用するトルクをできる限り不均一にしないために、位相角 1 , 4 が互いに等しく、位相角 2 , 3 , 5 が互いに等しい。

【 0 1 0 2 】

最後に、本発明の保護範囲を逸脱することなしに、本明細書中に記載された遊星歯車列 6 及び方法に変更及び改変を加え得ることは明らかである。

30

【 0 1 0 3 】

具体的には、遊星歯車列 6 は転換式航空機に使用することができる。

【 符号の説明 】

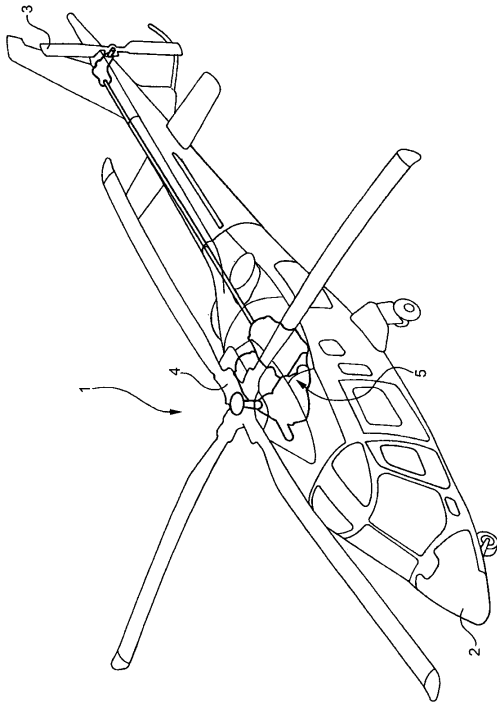
【 0 1 0 4 】

- 1 航空機
- 4 回転翼
- 5 伝動装置
- 6 遊星歯車列
- 7 太陽歯車
- 8 冠歯車
- 9 a ~ 9 e 遊星歯車
- 1 1 第 1 歯
- 1 2 第 2 歯
- 1 3 第 3 歯
- 1 6 a 第 1 側面
- 1 6 b 第 2 側面

40

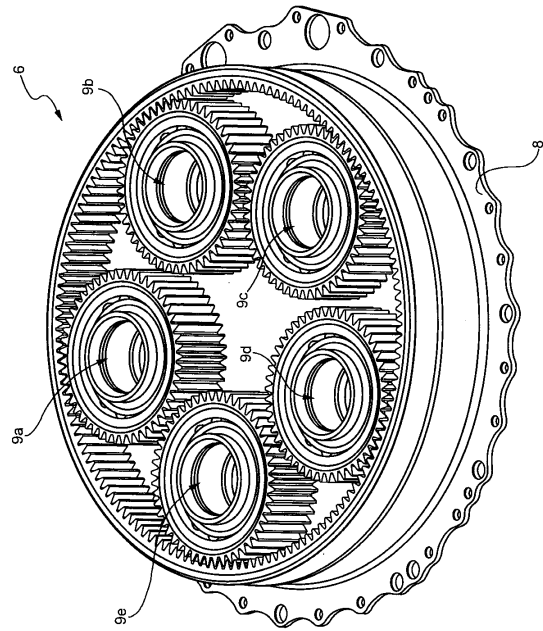
【 図 1 】

図1



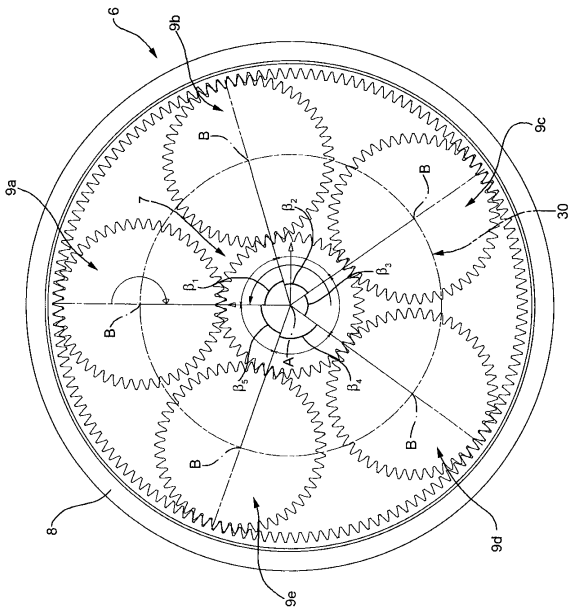
【 図 2 】

図2



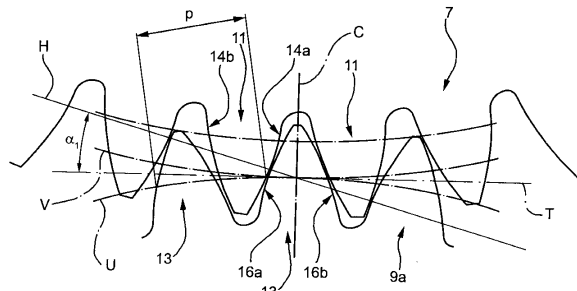
【 図 3 】

図3



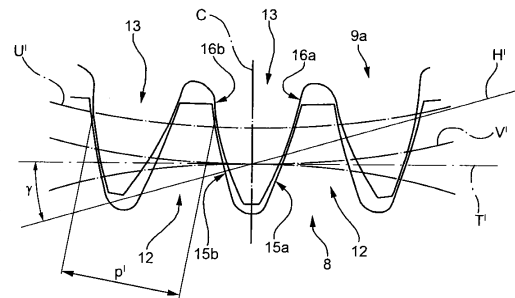
【 図 4 】

図4



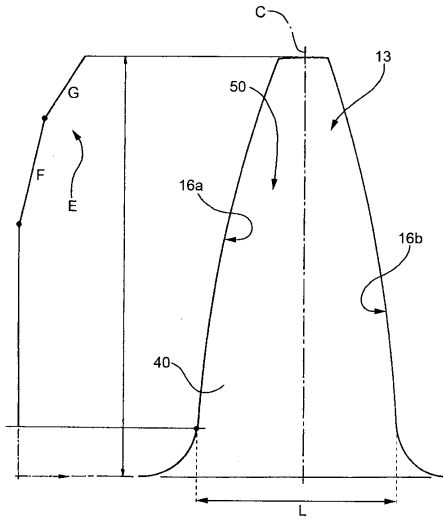
【 図 5 】

図5



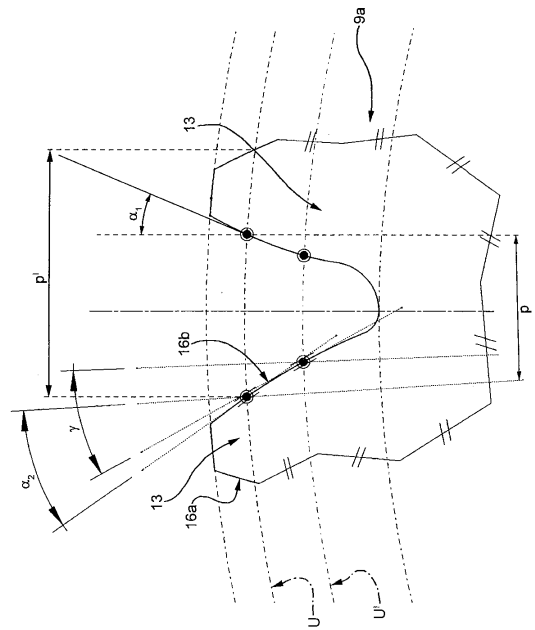
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



フロントページの続き

(74)代理人 100110489

弁理士 篠崎 正海

(74)代理人 100133008

弁理士 谷光 正晴

(72)発明者 セルジオ サルトーリ

イタリア国, 21017 サマラーテ, フラツィオネ カスチーナ コスタ, ピア ジョバンニ
アグスタ, 520, チノ アグスタウエストランド ソチエタ ペル アツィオニ

(72)発明者 フィリッポ オッジ

イタリア国, 21017 サマラーテ, フラツィオネ カスチーナ コスタ, ピア ジョバンニ
アグスタ, 520, チノ アグスタウエストランド ソチエタ ペル アツィオニ

(72)発明者 ジュゼッペ ガスパリーニ

イタリア国, 21017 サマラーテ, フラツィオネ カスチーナ コスタ, ピア ジョバンニ
アグスタ, 520, チノ アグスタウエストランド ソチエタ ペル アツィオニ

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 特表2004-518492(JP, A)

特開昭57-6146(JP, A)

特開2004-278762(JP, A)

特開平6-280970(JP, A)

米国特許出願公開第2003/0168863(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 1/28

B64C 27/12

F16H 55/08

F16H 57/08