

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6254683号  
(P6254683)

(45) 発行日 平成29年12月27日 (2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日 (2017.12.8)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>F 1 6 H</b>	<b>1/48</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 H 1/48
<b>F O 2 C</b>	<b>3/113</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 C 3/113
<b>F O 2 C</b>	<b>3/073</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 C 3/073
<b>F O 2 K</b>	<b>3/06</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 K 3/06
<b>F O 2 C</b>	<b>9/56</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 C 9/56

請求項の数 14 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-512924 (P2016-512924)	(73) 特許権者	590005449
(86) (22) 出願日	平成26年4月25日 (2014.4.25)		ユナイテッド テクノロジーズ コーポレイション
(65) 公表番号	特表2016-520179 (P2016-520179A)		UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(43) 公表日	平成28年7月11日 (2016.7.11)		アメリカ合衆国, コネチカット, ファーミントン, ファーム スプリングス ロード 10
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/035412	(74) 代理人	100086232
(87) 国際公開番号	W02014/182467		弁理士 小林 博通
(87) 国際公開日	平成26年11月13日 (2014.11.13)	(74) 代理人	100092613
審査請求日	平成27年11月6日 (2015.11.6)		弁理士 富岡 潔
(31) 優先権主張番号	61/820, 781	(72) 発明者	シェリダン, ウィリアム, ジー.
(32) 優先日	平成25年5月8日 (2013.5.8)		アメリカ合衆国, コネチカット, サジントン, ビール ドライブ 38
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アライメント不整が改善されたファン駆動歯車システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の平板を有し、この第1の平板が半径方向外側コネクタによって第2の平板から軸方向に離間されてなる、キャリアと、

第1の太陽歯車及び第1の輪歯車と噛み合う第1のセットの周方向にオフセットした中間歯車を有し、前記第1の平板に隣接して支持された第1のセットの遊星歯車と、

前記第1のセットの遊星歯車から軸方向に離間され、前記第2の平板に隣接して支持され、かつ第2の太陽歯車及び第2の輪歯車と噛み合う第2のセットの周方向にオフセットした中間歯車を有した第2のセットの遊星歯車であって、前記第1のセットの遊星歯車及び前記第2のセットの遊星歯車が、屈曲により生じた前記キャリアの変形の間、相対的な相互に噛み合う整列を維持する、第2のセットの遊星歯車と、

を備え、

前記第1のセットの中間歯車は、前記第2のセットの中間歯車とは独立して動き、

前記第1の輪歯車は、第1の可撓性フランジから延在する第1のセットの歯を有し、前記第2の輪歯車は、第2の可撓性フランジから延在する第2のセットの歯を有する、遊星歯車アセンブリ。

【請求項 2】

前記キャリアに少なくとも1つの中間歯車開口部を有し、前記第1のセットの中間歯車のうちの1つ及び前記第2のセットの中間歯車のうちの1つが、前記少なくとも1つの中間歯車開口部内に位置することを特徴とする請求項1に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 3】

前記歯車アセンブリは、回転しないように固定された前記第 1 の輪歯車及び前記第 2 の輪歯車を有したプラネタリ歯車アセンブリであることを特徴とする請求項 1 に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 4】

前記歯車アセンブリは、回転しないように固定された前記キャリアを有した星形歯車アセンブリであることを特徴とする請求項 1 に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 5】

前記第 1 のセットの中間歯車のうちの少なくとも 1 つ及び前記第 2 のセットの中間歯車のうちの少なくとも 1 つが、少なくとも 1 つのポストによって前記キャリアに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の遊星歯車アセンブリ。

10

## 【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのポストと、前記第 1 のセットの中間歯車のうちの少なくとも 1 つ及び前記第 2 のセットの中間歯車のうちの少なくとも 1 つとの間に位置した少なくとも 1 つの球面軸受を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 7】

前記第 1 のセットの中間歯車及び前記第 2 のセットの中間歯車は、平歯車であることを特徴とする請求項 1 に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 8】

前記第 1 の太陽歯車は、第 1 のセットの歯を有し、前記第 2 の太陽歯車は、第 2 のセットの歯を有することを特徴とする請求項 1 に記載の遊星歯車アセンブリ。

20

## 【請求項 9】

前記第 1 のセットの歯は、前記第 2 のセットの歯の間の一セットの歯根部と整列するように時計状に配置されることを特徴とする請求項 8 に記載の遊星歯車アセンブリ。

## 【請求項 10】

軸を中心に回転可能なファンセクションと、  
前記ファンセクションに接続された変速機構と、  
を備えたガスタービンエンジンにおいて、  
前記変速機構は、

第 1 の平板を有し、この第 1 の平板が半径方向外側コネクタによって第 2 の平板から軸方向に離間されてなる、キャリアと、

30

第 1 の太陽歯車及び第 1 の輪歯車と噛み合う第 1 のセットの周方向にオフセットした中間歯車を有し、前記第 1 の平板に隣接して支持された第 1 のセットの遊星歯車と、

前記第 1 のセットの遊星歯車から軸方向に離間され、前記第 2 の平板に隣接して支持され、かつ第 2 の太陽歯車及び第 2 の輪歯車と噛み合う第 2 のセットの周方向にオフセットした中間歯車を有した第 2 のセットの遊星歯車であって、前記第 1 のセットの遊星歯車及び前記第 2 のセットの遊星歯車が、屈曲により生じた前記キャリアの変形の間、相対的な相互に噛み合う整列を維持する、第 2 のセットの遊星歯車と、

を備え、

前記第 1 のセットの中間歯車は、前記第 2 のセットの中間歯車とは独立して動き、

40

前記第 1 の輪歯車は、第 1 の可撓性フランジから延在する第 1 のセットの歯を有し、前記第 2 の輪歯車は、第 2 の可撓性フランジから延在する第 2 のセットの歯を有する、ガスタービンエンジン。

## 【請求項 11】

前記キャリアに少なくとも 1 つの中間歯車開口部を有し、前記第 1 のセットの中間歯車のうちの 1 つ及び前記第 2 のセットの中間歯車のうちの 1 つが、前記少なくとも 1 つの中間歯車開口部内に位置することを特徴とする請求項 10 に記載のガスタービンエンジン。

## 【請求項 12】

前記第 1 の太陽歯車は第 1 のセットの歯を有し、前記第 2 の太陽歯車は第 2 のセットの歯を有することを特徴とする請求項 10 に記載のガスタービンエンジン。

50

## 【請求項 1 3】

前記第 1 のセットの歯は、前記第 2 のセットの歯の間の一セットの歯根部と整列するように時計状に配置されることを特徴とする請求項 1 2 に記載のガスタービンエンジン。

## 【請求項 1 4】

前記第 1 のセットの中間歯車及び前記第 2 のセットの中間歯車は、平歯車であることを特徴とする請求項 1 0 に記載のガスタービンエンジン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、歯車アセンブリに関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

ガスタービンエンジンは、典型的には、ファンセクション、圧縮機セクション、燃焼器セクション及びタービンセクションを備えている。圧縮機セクションに進入する空気は、圧縮され、燃焼器セクションへと送られ、この燃焼器セクションにおいて、空気が燃料と混合され、点火され、これにより、高速排気ガス流が発生する。高速排気ガス流は、タービンセクションを通して膨張して圧縮機及びファンセクションを駆動させる。

## 【0003】

いくつかのガスタービンエンジンは、ファンセクションをタービンセクションと機械的に接続する歯車付き構成を備えている。歯車付き構成は、ファンセクションとは異なる回転速度でタービンセクションを回転させてガスタービンエンジンの効率を増加させる。動作中、ねじり荷重が歯車付き構成に加えられ、これにより、歯車付き構成の構造体に変形し得る。歯車付き構成の構造体の変形は、歯車のアライメント不整を生じさせ、歯車及びこれに関連する軸受の動作寿命を減少させ得る。

20

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

本発明の例示的な態様に従う遊星歯車アセンブリは、特に、第 1 の平板を有したキャリアを備えており、第 1 の平板は、半径方向外側コネクタによって第 2 の平板から軸方向に離間されている。第 1 の平板に隣接して支持された第 1 のセットの遊星歯車は、第 1 の太陽歯車及び第 1 の輪歯車と噛み合う第 1 のセットの周方向にオフセットした中間歯車を備えている。第 2 のセットの遊星歯車は、第 1 のセットの遊星歯車から軸方向に離間され、第 2 の平板に隣接して支持され、かつ第 2 の太陽歯車及び第 2 の輪歯車と噛み合う第 2 のセットの周方向にオフセットした中間歯車を備えている。第 1 のセットの遊星歯車及び第 2 のセットの遊星歯車は、屈曲により生じたキャリアの変形の間、相対的な相互に噛み合う整列を維持する。

30

## 【0005】

前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、アセンブリは、キャリアに少なくとも 1 つの中間歯車開口部を備えている。第 1 のセットの中間歯車のうちの 1 つ及び第 2 のセットの中間歯車のうちの 1 つは、少なくとも 1 つの中間歯車開口部内に位置している。

40

## 【0006】

前述の遊星歯車アセンブリのうちのいずれか一方の他の非限定的な実施例において、第 1 のセットの中間歯車は、第 2 のセットの中間歯車とは独立して動く。

## 【0007】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、第 1 の輪歯車は、第 1 の可撓性フランジから延在する第 1 のセットの歯を有し、第 2 の輪歯車は、第 2 の可撓性フランジから延在する第 2 のセットの歯を有している。

## 【0008】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、歯車アセンブリは

50

、回転しないように固定された第1の輪歯車及び第2の輪歯車を有したプラネタリ歯車アセンブリである。

【0009】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、歯車アセンブリは、回転しないように固定されたキャリアを有した星形歯車アセンブリである。

【0010】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、第1のセットの中間歯車のうちの少なくとも1つ及び第2のセットの中間歯車のうちの少なくとも1つは、少なくとも1つのポストによってキャリアに取り付けられている。

【0011】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、少なくとも1つの球面軸受は、少なくとも1つのポストと、第1のセットの中間歯車のうちの少なくとも1つ及び少なくとも1つの第2のセットの中間歯車と、の間に位置する。

【0012】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、第1のセットの中間歯車及び第2のセットの中間歯車は、平歯車である。

【0013】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、第1の太陽歯車は、第1のセットの歯を有し、第2の太陽歯車は、第2のセットの歯を有している。

【0014】

任意の前述の遊星歯車アセンブリの他の非限定的な実施例において、第1のセットの歯は、第2のセットの歯の間の一セットの歯根部と整列するように時計状に配置される。

【0015】

本発明の例示的な態様に従うガスタービンエンジンは、特に、軸を中心に回転可能なファンセクションと、このファンセクションに接続された変速機構と、を備えている。変速機構は、第1の平板を有したキャリアを備えており、第1の平板は、半径方向外側コネクタによって第2の平板から軸方向に離間されている。第1の平板に隣接して支持された第1のセットの遊星歯車は、第1の太陽歯車及び第1の輪歯車と噛み合う第1のセットの周方向にオフセットした中間歯車を備えている。第2のセットの遊星歯車は、第1のセットの遊星歯車から軸方向に離間され、第2の平板に隣接して支持され、かつ第2の太陽歯車及び第2の輪歯車と噛み合う第2のセットの周方向にオフセットした中間歯車を備えている。第1のセットの遊星歯車及び第2のセットの遊星歯車は、屈曲により生じたキャリアの変形の間、相対的な相互に噛み合う整列を維持する。

【0016】

前述のガスタービンエンジンの他の非限定的な実施例において、エンジンは、キャリアに少なくとも1つの中間歯車開口部を備えている。第1のセットの中間歯車のうちの1つ及び第2のセットの中間歯車のうちの1つは、少なくとも1つの中間歯車開口部内に位置する。

【0017】

前述のガスタービンエンジンのうちのいずれか一方の他の非限定的な実施例において、第1のセットの中間歯車は、第2のセットの中間歯車とは独立して動く。

【0018】

任意の前述のガスタービンエンジンの他の非限定的な実施例において、第1の太陽歯車は、第1のセットの歯を有し、第2の太陽歯車は、第2のセットの歯を有している。

【0019】

任意の前述のガスタービンエンジンの他の非限定的な実施例において、第1のセットの歯は、第2のセットの歯の間の一セットの歯根部と整列するように時計状に配置される。

【0020】

任意の前述のガスタービンエンジンの他の非限定的な実施例において、第1のセットの中間歯車及び第2のセットの中間歯車は、平歯車である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

本発明の別の例示的な態様に従う歯車アセンブリを動作させる方法は、特に、キャリア上の第1の平板をキャリア上の第2の平板に対して回転させるステップを含む。第1の荷重が、第1の平板に隣接する第1のセットの遊星歯車を介して伝達される。第1のセットの遊星歯車は、第1の輪歯車、第1のセットの周方向にオフセットした中間歯車、及び第1の太陽歯車を備えている。第2の荷重が、第1の荷重とは独立して、第2の平板に隣接する第2のセットの遊星歯車を介して伝達される。第2のセットの遊星歯車は、第2の輪歯車、第2のセットの周方向にオフセットした中間歯車、及び第2の太陽歯車を備えている。第1のセットの遊星歯車は、第2のセットの遊星歯車から軸方向に離間されている。

## 【 0 0 2 2 】

前述の方法の他の非限定的な実施例において、上記回転させるステップは、半径方向外側コネクタで第1の平板及び第2の平板の回転に対抗することをさらに含む。

## 【 0 0 2 3 】

前述の方法のいずれか一方の他の非限定的な実施例において、第1のセットの中間歯車及び第2のセットの中間歯車のうちの少なくとも1つが、球面軸受上に取り付けられる。

## 【 0 0 2 4 】

本発明の様々な特徴及び利点は、以下の発明を実施するための形態から当業者に明らかになるであろう。発明を実施するための形態に付随する図面は、以下の通り簡単に記載され得る。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 例示的なガスタービンエンジンの概略的な断面図である。

【 図 2 】 ガスタービンエンジン内に組み込まれ得る例示的な歯車付き構成の説明図である。

【 図 3 】 ガスタービンエンジン内に組み込まれた図 2 の歯車付き構成の説明図である。

【 図 4 】 ガスタービンエンジン内に組み込まれ得る別の例示的な歯車付き構成の説明図である。

【 図 5 】 ガスタービンエンジン内に組み込まれた図 4 の歯車付き構成の説明図である。

【 図 6 】 例示的な太陽歯車の斜視図である。

【 図 7 】 例示的なキャリアの斜視図である。

【 図 8 】 球面歯車の斜視断面図である。

【 図 9 】 ねじり荷重下のキャリアの説明図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 6 】

図 1 は、ガスタービンエンジン 20 を概略的に示している。ガスタービンエンジン 20 は、ファンセクション 22、圧縮機セクション 24、燃焼器セクション 26 及びタービンセクション 28 を一般に組み込む 2 スプールターボファンとして本明細書に開示されている。代替的なエンジンは、他のシステムまたは特徴部の中で、オーグメント部（図示せず）を備え得る。ファンセクション 22 は、ファンケースまたはファンダクト 15 内に画定されたバイパスダクト内のバイパス流路 B に沿って空気を動かす。圧縮機セクション 24 は、空気を圧縮し、この空気を燃焼器セクション 26 へと通流させ、次いでタービンセクション 28 を通して膨張させるように、コア流路 C に沿って空気を動かす。開示された非限定的な実施例において 2 スプールターボファンガスタービンエンジンとして示されているが、教示が 3 スプール構成を含む他の種類のタービンエンジンに適用され得るので、本明細書に記載される概念は、2 スプールターボファンでの使用に限定されないことを理解されたい。

## 【 0 0 2 7 】

例示的なエンジン 20 は、一般に、エンジン静止構造体 36 に対してエンジン長手方向中心軸 A を中心として回転するように、いくつかの軸受システム 38 を介して取り付けられた低速スプール 30 及び高速スプール 32 を備えている。様々な位置での様々な軸受シ

10

20

30

40

50

ステム 38 が、代替的または追加的に提供され得るものであり、軸受システム 38 の位置は、用途に適するように変化し得ることを理解されたい。

【0028】

低速スプール 30 は、一般に、ファン 42、低圧圧縮機 44 及び低圧タービン 46 を相互接続する内側シャフト 40 を備えている。内側シャフト 40 は、変速機構を介してファン 42 に接続されており、この変速機構は、例示的なガスタービンエンジン 20 において、低速スプール 30 よりも低速でファン 42 を駆動する歯車付き構成 48 として示されている。高速スプール 32 は、高圧圧縮機 52 と高圧タービン 54 とを相互接続する外側シャフト 50 を備えている。燃焼器 56 は、例示的なガスタービンエンジン 20 において、高圧圧縮機 52 と高圧タービン 54 との間に配置されている。エンジン静止構造体 36 の中間タービンプレーム 57 は、一般に、高圧タービン 54 と低圧タービン 46 との間に配置されている。中間タービンプレーム 57 は、タービンセクション 28 の軸受システム 38 をさらに支持する。内側シャフト 40 及び外側シャフト 50 は、同心であり、これらのシャフトの長手方向軸と同一直線上にあるエンジン長手方向中心軸 A を中心として軸受システム 38 を介して回転する。

10

【0029】

コア空気流は、低圧圧縮機 44、次いで高圧圧縮機 52 によって圧縮され、燃焼器 56 内で燃料と混合されて燃焼され、次いで、高圧タービン 54 及び低圧タービン 46 にわたって膨張する。中間タービンプレーム 57 は、コア空気流路 C 内にあるエアフォイル 59 を備えている。タービン 46、54 は、膨張に応じて、それぞれの低速スプール 30 及び高速スプール 32 を回転駆動する。ファンセクション 22、圧縮機セクション 24、燃焼器セクション 26、タービンセクション 28 及び歯車付き構成 48 の各位置が変化し得ることを理解されたい。例えば、歯車付き構成 48 は、燃焼器セクション 26 の後部またはタービンセクション 28 の後部にさえも位置し得るものであり、ファンセクション 22 は、歯車付き構成 48 の位置の前部または後部に配置され得る。

20

【0030】

一例のエンジン 20 は、高バイパス歯車付き航空機エンジンである。他の例において、エンジン 20 のバイパス比は、約 6 (6) よりも大きく、例示的な実施例は、約 10 (10) よりも大きく、歯車付き構成 48 は、約 2.3 よりも大きい歯車減速比を有する遊星歯車列、例えばプラネタリ歯車システム、星形歯車システムまたは他の歯車システムであり、低圧タービン 46 は、約 5 よりも大きい圧力比を有する。開示された一実施例において、エンジン 20 のバイパス比は、約 10 (10 : 1) よりも大きく、ファンの直径は、低圧圧縮機 44 の直径よりも著しく大きく、低圧タービン 46 は、約 5 (5 : 1) よりも大きい圧力比を有する。低圧タービン 46 の圧力比は、排気ノズルよりも前の低圧タービン 46 の出口における圧力に関連させた、低圧タービン 46 の入口よりの前で計測された圧力である。歯車付き構成 48 は、約 2.3 : 1 よりも大きい歯車減速比を有する遊星歯車列、例えばプラネタリ歯車システムまたは他の歯車システムとされ得る。しかしながら、上記のパラメータは、歯車付き構成エンジンの一実施例の例示にすぎず、本発明は、直接駆動ターボファンを含む他のガスタービンエンジンに適用可能であることを理解されたい。

30

40

【0031】

かなりの量の推力が、高バイパス比のため、バイパス流 B によって提供される。エンジン 20 のファンセクション 22 は、特定の飛行条件、典型的には、マッハ数が約 0.8 がかつ 35,000 フィートでの巡航のために設計される。「動翼巡航推力燃料消費率 (「TSFC」)」としても知られているエンジン最良燃費でのエンジンを伴う、マッハ数が 0.8 がかつ 35,000 フィートでの飛行条件は、エンジンが最小点で生成する推力の  $1 \text{ b f}$  で割った燃焼された燃料の  $1 \text{ b m}$  の産業標準パラメータである。「低ファン圧力比」は、ファン出口ガイドベーン (「FEGV」) システムを伴わず、ファンブレードのみにかかる圧力比である。非限定的な実施例に従う本明細書に開示された低ファン圧力比は、約 1.45 未満である。「低修正ファン先端速度」は、 $[(\text{Tram} \cdot R) / (518$

50

・7°R) ]<sup>0.5</sup>の産業標準温度修正で割ったフィート/秒における実際のファン先端速度である。非限定的な実施例に従う本明細書に開示された「低修正ファン先端速度」は、約1150フィート/秒未満である。

【0032】

図2は、例示的な星形歯車アセンブリ60を有した歯車付き構成48を示している。この例において、星形歯車アセンブリ60は、太陽歯車62、太陽歯車62の周囲に配置された輪歯車64、及び周方向にオフセットした中間歯車66、または太陽歯車62と輪歯車64との間に位置する星形歯車を備えている。キャリア68は、中間歯車66を支持している。この実施例において、キャリア68は、回転を防止するように静止構造体65に接続されている。

10

【0033】

太陽歯車62は、低圧タービン46からの入力を受け(図1参照)、第1の方向D1に回転し、これにより、複数の中間歯車66が、第1の方向D1の反対である第2の方向D2に回転する。複数の中間歯車66の動きは、輪歯車64に伝達され、これにより、輪歯車64は、太陽歯車62の第1の方向D1とは反対の第2の方向D2に回転することができる。輪歯車64は、ファン42の回転のためにファン42に接続されている(図1参照)。

【0034】

図3は、ガスタービンエンジン20内に組み込まれた星形歯車アセンブリ60を示している。この実施例において、星形歯車アセンブリ60は、キャリア68を有した遊星歯車システムであり、キャリア68は、このキャリア68を回転させないように固定するスプライン70により静止構造体65に取り付けられている。

20

【0035】

ファン駆動シャフト72は、第1の輪歯車64a及び第2の輪歯車64bに取り付けられている。ファン駆動シャフト72は、静止構造体65と駆動シャフト72との間に位置する軸受システム38-1, 38-2、例えば玉軸受またはころ軸受によって支持されている。この例において、軸受システム38-1は、一般に、星形歯車アセンブリ60とファンハブ74との間に位置しており、軸受システム38-2は、一般に、後部及び星形歯車アセンブリ60から半径方向外側に位置している。軸受システム38-2は、星形歯車アセンブリ60に隣接する様々な位置、例えばキャリア68の半径方向内側に位置し得る。

30

【0036】

球面軸受76aを有した第1のセットの中間歯車66aは、キャリア68の第1の平板68aに隣接して位置している。この例において、第1のセットの中間歯車66aは、平歯車である。球面軸受76aは、多数の直交する方向への第1のセットの中間歯車66aの角回転を可能にする。ポスト78aは、第1の平板68aのポスト開口部100(図7)を貫通し、第1のセットの中間歯車66a及び球面軸受76aをキャリア68に接続している。

【0037】

球面軸受76bを有した第2のセットの中間歯車66bは、キャリア68の第2の平板68bに隣接して位置している。この例において、第2のセットの中間歯車66bは、平歯車である。球面軸受76bは、多数の直交する方向への第2のセットの中間歯車66bの角回転を可能にする。ポスト78bは、第2の平板68bのポスト開口部100(図7)を貫通し、第2のセットの中間歯車66b及び球面軸受76bをキャリア68に接続している。

40

【0038】

第1のセットの中間歯車66aは、第2のセットの中間歯車66bから軸方向に離間されており、互いに独立して回転する。第1のセットの中間歯車66aのうちの少なくとも1つの回転軸は、第2のセットの中間歯車66bのうちの少なくとも1つの回転軸と実質的に整列している。

50

## 【 0 0 3 9 】

第1のセットの中間歯車66aは、第1の輪歯車64a上の第1の可撓性フランジ67aから延在する第1のセットの歯69aと、第1の太陽歯車62a上の第1の歯列92と、に係合している。第2のセットの中間歯車66bは、第2の輪歯車64b上の第2の可撓性フランジ67bから延在する第2のセットの歯69bと、第2の太陽歯車62b上の第2の歯列94と、に係合している。第1及び第2の可撓性フランジ67a, 67bは、静止構造体65の剛性よりも低い剛性を有する。

## 【 0 0 4 0 】

第1及び第2のセットの中間歯車66a, 66bは、第1の側で第1及び第2の輪歯車64a, 64bに係合しており、エンジン回転軸Aに対して半径方向内側である反対の第2の側で第1及び第2の太陽歯車62a, 62bにそれぞれ係合している。

10

## 【 0 0 4 1 】

第1及び第2の太陽歯車62a, 62bは、低圧タービン46からの入力を受けるように共通のスプライン接続80で内側シャフト40に取り付けられている。例示的な実施例は、スプライン80を介して低圧タービンシャフト40に取り付けられた太陽歯車62a, 62bを示しているが、当業者が、ピン、ボルト、フランジまたはタンクなどの様々な機械的接続でおそらくこの取り付けを行い得ることが理解され得る。太陽歯車62aまたは太陽歯車62bのうちのいずれか一方は、低圧タービンシャフト40に永久的に取り付けられ得るが、一方で、太陽歯車62aまたは太陽歯車62bの他方は、スプライン80または低圧タービンシャフト40へのいくつかの他の代替的な機械的接続に柔軟に取り付けられることも考えられ得る。

20

## 【 0 0 4 2 】

星形歯車アセンブリ60は、それぞれの要素の間で軸方向に分離しているため、第1のセットの中間歯車66a、第1の輪歯車64a及び第1の太陽歯車62aと、第2のセットの中間歯車66b、第2の輪歯車64b及び第2の太陽歯車62bと、の間で別々の荷重を支持することができる。例えば、キャリア68上の第1の平板68aがキャリア68上の第2の平板68bに対して回転するとき、第1の荷重は、第1の輪歯車64a、第1のセットの中間歯車66a及び第1の太陽歯車62aを介して伝達され、第2の荷重は、第2の輪歯車64b、第2のセットの中間歯車66b及び第2の太陽歯車62bを介して、第1の荷重とは独立して伝達される。

30

## 【 0 0 4 3 】

図4は、例示的なプラネタリ歯車アセンブリ90を有した歯車付き構成48を示している。プラネタリ歯車アセンブリ90は、以下に言及されることを除いて、星形歯車アセンブリ60と同様である。この例において、プラネタリ歯車アセンブリ90は、太陽歯車62、太陽歯車62の周囲に配置された輪歯車64'、及び周方向にオフセットした中間歯車66、または太陽歯車62と固定された輪歯車64'との間に位置するプラネット歯車を備えている。キャリア68'は、中間歯車66の各々を支持し、中間歯車66の各々に取り付けられている。この実施例において、輪歯車64'は、回転せず、ガスタービンエンジン20の静止構造体65に接続されている。

## 【 0 0 4 4 】

太陽歯車62は、低圧タービン46からの入力を受け(図1参照)、第1の方向D1に回転し、これにより、中間歯車66が、第1の方向D1の反対である第2の方向D2に回転する。中間歯車66の動きは、キャリア68'に伝達され、キャリア68'は、第1の方向D1に回転する。キャリア68'は、第1の方向D1にファン42(図1参照)を回転させるようにファン42に接続されている。

40

## 【 0 0 4 5 】

図5は、ガスタービンエンジン20に組み込まれた例示的なプラネタリ歯車アセンブリ90を示している。この実施例において、プラネタリ歯車アセンブリ90は、第1の輪歯車64a'及び第2の輪歯車64b'を有した遊星歯車システムであり、これらの輪歯車64a', 64b'は、スプライン70'により静止構造体65に取り付けられ、回転し

50

ないように固定されている。

【 0 0 4 6 】

ファン駆動シャフト 7 2 ' は、キャリア 6 8 ' に取り付けられており、静止構造体 6 5 と駆動シャフト 7 2 ' との間に位置した軸受システム 3 8 - 1 '、例えば玉軸受またはころ軸受によって支持されている。軸受システム 3 8 - 1 ' は、一般に、プラネタリ歯車アセンブリ 9 0 とファンハブ 7 4 との間に位置している。この例において、玉軸受またはころ軸受などの軸受システム 3 8 - 2 ' は、キャリア 6 8 ' 上、一般に、後部及びプラネタリ歯車アセンブリ 9 0 から半径方向外側に位置している。しかしながら、軸受システム 3 8 - 2 ' は、プラネタリ歯車アセンブリ 9 0 に隣接する様々な場所に位置し得る。

【 0 0 4 7 】

第 1 のセットの中間歯車 6 6 a は、第 2 のセットの中間歯車 6 6 b から軸方向に離間されており、互いに独立して回転する。第 1 のセットの中間歯車 6 6 a は、第 1 の輪歯車 6 4 a ' 上の第 1 の可撓性フランジ 6 7 a ' から延在する第 1 のセットの歯 6 9 a ' と、第 1 の太陽歯車 6 2 a 上の第 1 の歯列 9 2 と、に係合している。第 2 のセットの中間歯車 6 6 b は、第 2 の輪歯車 6 4 b ' 上の第 2 の可撓性フランジ 6 7 b ' から延在する第 2 のセットの歯 6 9 b ' と、第 2 の太陽歯車 6 2 b 上の第 2 の歯列 9 4 と、に係合している。第 1 及び第 2 のセットの中間歯車 6 6 a , 6 6 b は、第 1 の側で第 1 及び第 2 の輪歯車 6 4 a ' , 6 4 b ' に係合しており、エンジン回転軸 A に対して半径方向内側である反対の第 2 の側で第 1 及び第 2 の太陽歯車 6 2 a , 6 2 b にそれぞれ係合している。

【 0 0 4 8 】

図 6 は、第 1 の歯列 9 2 を有した第 1 の太陽歯車 6 2 a と、第 1 の歯列 9 2 から離間した第 2 の歯列 9 4 を有した第 2 の太陽歯車 6 2 b と、を示している。この例において、第 1 及び第 2 の太陽歯車 6 2 a , 6 2 b は、図 3 及び図 5 に示す通り共通のスプライン 8 0 上に周方向に整列している。第 1 の歯列 9 2 は、該第 1 の歯列 9 2 上の歯根部 9 2 a が第 2 の歯列 9 4 上の歯と整列するように第 2 の歯列 9 4 から時計状に配置される。反対に、第 2 の歯列 9 4 上の歯根部 9 4 a は、第 1 の歯列 9 2 上の歯と整列している。第 2 の歯列 9 4 に対して第 1 の歯列 9 2 を時計状に配置することにより、歯車付き構成 4 8 の振動が、一度での噛み合い係合における歯 9 2 , 9 4 の数を減少させることによって低減される。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、キャリア 6 8 を示している。半径方向外側コネクタ 9 6 が、第 1 の平板 6 8 a と第 2 の平板 6 8 b との間に延在する。この例において、コネクタ 9 6 は、流体通路がない材料の固体の連続部分である。しかしながら、別の例において、コネクタ 9 6 は、流体を輸送する通路を備えることができる。コネクタ 9 6 は、材料の個別の片から作製され、接着、溶接または機械的接続によって、第 1 の平板 6 8 a 及び第 2 の平板 6 8 b に取り付けられ得る。代替的には、コネクタ 9 6、第 1 の平板 6 8 a 及び第 2 の平板 6 8 b は、材料の単一の一体化した片から作製され得る。

【 0 0 5 0 】

中間歯車開口部 9 8 は、キャリア 6 8 の周囲に周方向に離間されるとともに、コネクタ 9 6、第 1 の平板 6 8 a 及び第 2 の平板 6 8 b によって画定される。中間歯車開口部 9 8 は、第 1 の平板 6 8 a に隣接する第 1 のセットの中間歯車 6 6 a のうちの 1 つと、第 2 の平板 6 8 b に隣接する第 2 のセットの中間歯車 6 6 b のうちの 1 つと、をそれぞれ受け入れるような大きさとされている。ポスト 7 8 は、第 1 の平板 6 8 a 及び第 2 の平板 6 8 b におけるポスト開口部 1 0 0 を貫通し、中間歯車 6 6 をキャリア 6 8 に固定する。

【 0 0 5 1 】

図 8 は、例示的な球面軸受 7 6 を示しており、球面軸受 7 6 は、ポスト 7 8 に係合する内側レース 1 0 4 と、中間歯車 6 6 に係合する外側レース 1 0 6 と、内側レース 1 0 4 と外側レース 1 0 6 との間に位置したころ軸受 1 0 8 と、を備えている。球面軸受 7 6 は、外側レース 1 0 6 に直交する方向に内側レース 1 0 4 を回転させる。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

図9は、ねじり力が加えられている間のキャリア68の変形を示している。図9に示される方向にねじり力Tが加えられているときに、キャリア68は、力に応じて屈曲する。キャリア68の屈曲により、中間歯車66は、輪歯車64または太陽歯車62との整列から離れて移動し得る。球面軸受76が複数の直交する方向への回転を可能にするので、球面軸受76は、キャリア68がねじり力によって変形するときでさえ、第1及び第2の輪歯車64a、64b及び第1及び第2の太陽歯車62a、62bと整列する第1及び第2のセットの中間歯車66a、66bを維持することができる。さらに、第1の可撓性フランジ67a、67a'及び第2の可撓性フランジ67b、67b'は、第1の輪歯車64a/a'ならびに第2の輪歯車64b/b'にそれぞれ可撓性を提供して、キャリア68の屈曲の間、中間歯車66との整列をさらに維持する。

【0053】

前述の説明は、例示的なものであって、限定的なものではない。本発明の本質から必ずしも逸脱する必要がない開示された例に対する変形及び変更は、当業者に明らかとなり得る。本発明に与えられた法的保護の範囲は、以下の特許請求の範囲を検討することによってのみ決定され得る。

【図1】

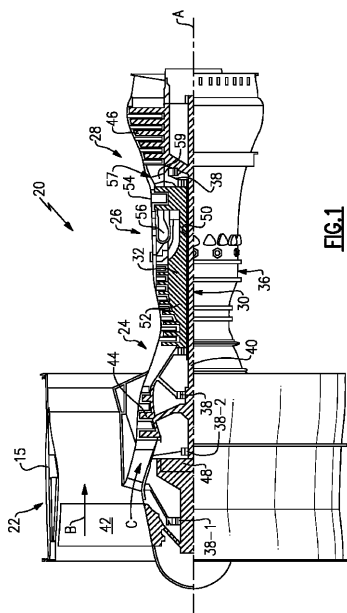


FIG.1

【図2】

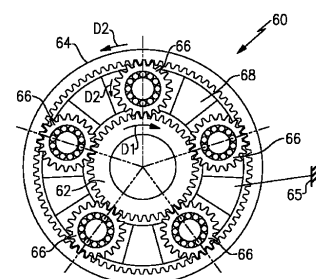


FIG.2

【図3】

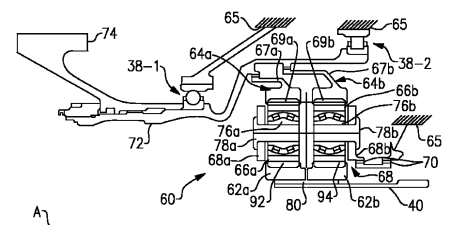


FIG.3

【 図 4 】

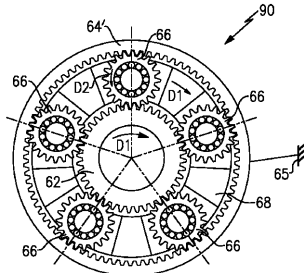


FIG.4

【 図 6 】

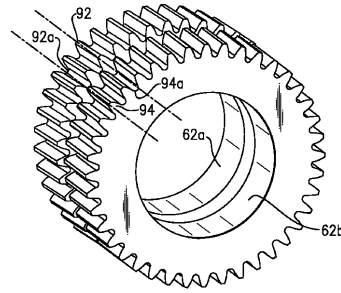


FIG.6

【 図 5 】

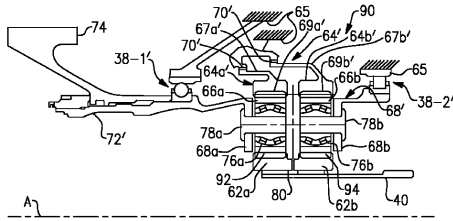


FIG.5

【 図 7 】

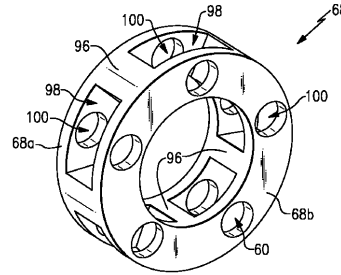


FIG.7

【 図 8 】

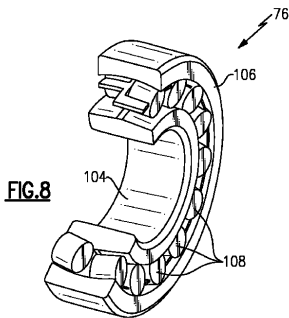


FIG.8

【 図 9 】

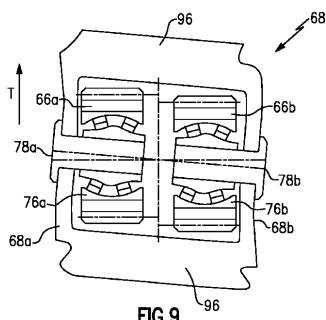


FIG.9

---

フロントページの続き

審査官 岩本 薫

- (56)参考文献 特表2009-503415(JP,A)  
米国特許第03776067(US,A)  
米国特許出願公開第2011/0053730(US,A1)  
特開2012-112454(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H	1/48
F02C	3/073
F02C	3/113
F02C	9/56
F02K	3/06