

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7361914号
(P7361914)

(45)発行日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(24)登録日 令和5年10月5日(2023.10.5)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 1/18 (2006.01) H 0 2 K 1/18 B
H 0 2 K 16/02 (2006.01) H 0 2 K 16/02

請求項の数 18 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-527494(P2022-527494)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和3年1月21日(2021.1.21)	(74)代理人	110002941 弁理士法人ばるも特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/002029	(72)発明者	深山 義浩 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/240870	(72)発明者	満田 宇宙 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(72)発明者	伊藤 一将 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和4年10月4日(2022.10.4)	審査官	稲葉 礼子
(31)優先権主張番号	特願2020-94053(P2020-94053)		
(32)優先日	令和2年5月29日(2020.5.29)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁機器及び電磁機器を用いた航空機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに平行あるいは反平行に可動する2つの可動部と、
2つの面が前記2つの可動部のそれぞれに対向して配置されたステータコアと、を備えた電磁機器であって、
前記ステータコアの少なくとも一部は、薄板が前記可動部の可動方向に積層され、前記2つの可動部に対向する前記2つの面に平行かつ前記可動部の可動方向に垂直な方向に引っ張り応力を掛けられて保持されている電磁機器。

【請求項2】

前記2つの可動部は、同一の回転軸に対して回転し、
前記ステータコアの少なくとも一部は、薄板が前記2つの可動部の回転方向に積層され、前記回転軸の軸方向に引っ張り応力を掛けられて保持されている請求項1に記載の電磁機器。

【請求項3】

前記薄板は前記回転軸の径方向に圧延された薄板である請求項2に記載の電磁機器。

【請求項4】

前記薄板は前記回転軸の軸方向の断面積が他の部位より小さい部位を有する、請求項2または3に記載の電磁機器。

【請求項5】

前記2つの可動部は第1の回転子及び第2の回転子であり、

前記ステータコアにコイルが巻き回されたステータを備えた回転電機である請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の電磁機器。

【請求項 6】

前記薄板は前記軸方向の 2 つの側部を有し、前記 2 つの側部のうち少なくとも一方の側部が、対向する前記可動部である前記第 1 の回転子または前記第 2 の回転子に対向し、前記可動部の回転方向遅れ側に折り曲げられている請求項 5 に記載の電磁機器。

【請求項 7】

前記 2 つの可動部の回転方向または回転速度が異なる請求項 5 または 6 に記載の電磁機器。

【請求項 8】

前記第 1 の回転子は前記回転軸に圧入固定されたボス部と、前記ボス部の外径側に接着固定された第 1 の磁石とを備え、

前記第 2 の回転子は前記回転軸に固着されたアウターシャフトと、前記アウターシャフトの内径側に接着固定された第 2 の磁石とを備え、

前記ステータコアは、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する本体部と前記本体部の両端において前記本体部から前記回転軸の軸方向に突出し、前記本体部よりも軸方向の断面積の小さい先端部を有し、

一方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する反負荷側ベースに取り付けられ、

他方端の先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する負荷側ベースに前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 5 または 6 に記載の電磁機器。

【請求項 9】

前記第 1 の回転子は前記回転軸に圧入固定されたボス部と、前記ボス部の外径側に接着固定された第 1 の磁石とを備え、

前記第 2 の回転子は前記回転軸に固着されたアウターシャフトと、前記アウターシャフトの内径側に接着固定された第 2 の磁石とを備え、

前記ステータコアは、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する本体部と前記本体部の両端において前記本体部から前記回転軸の軸方向に突出し、前記本体部の前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する両側からそれぞれ伸びる 2 つの先端部を有し、

一方端の前記 2 つの先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する反負荷側ベースに取り付けられ、

他方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する負荷側ベースに前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 5 に記載の電磁機器。

【請求項 10】

前記ステータコアは、前記回転軸の軸方向に延在し、それぞれ前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する 2 つの側部と、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との間で前記側部を保持する保持部とを有し、それぞれの前記側部は薄板が前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子の可動方向に積層され、

前記保持部は前記第 1 の磁石と対向する側及び前記第 2 の磁石と対向する側とに切り欠き部が設けられた薄板が前記軸方向に積層されてなり、前記保持部の前記切り欠き部で 2 つの前記側部を保持し、

2 つの前記側部はそれぞれ前記保持部から前記回転軸の軸方向の両側に伸びる前記先端部を有し、

一方端の前記 2 つの先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する反負荷側ベースに取り付けられ、

他方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する負荷側ベースに前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 9 に記載の電

10

20

30

40

50

磁機器。

【請求項 1 1】

前記第 1 の回転子は前記回転軸に圧入固定されたボス部と、前記ボス部の外径側に接着固定された第 1 の磁石とを備え、

前記第 2 の回転子はアウターシャフトと、前記アウターシャフトの内径側に接着固定された第 2 の磁石とを備え、

前記ステータコアは、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する本体部と前記本体部の両端において前記本体部から前記回転軸の軸方向に突出し、前記本体部よりも軸方向の断面積の小さい先端部を有し、

一方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する反負荷側ベースに取り付けられ、

他方端の先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する負荷側ベースに前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載の電磁機器。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 の回転子は前記回転軸に圧入固定された反負荷側ボス部と、前記反負荷側ボス部の軸方向負荷側に接着固定された第 1 の磁石とを備え、

前記第 2 の回転子は前記回転軸に固着された負荷側ボス部と、前記負荷側ボス部の軸方向反負荷側に接着固定された第 2 の磁石とを備え、

前記ステータコアは、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する本体部と前記本体部の両端において前記本体部から前記回転軸の径方向に突出し、前記本体部の前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する両側からそれぞれ伸びる 2 つの先端部を有し、

一方端の前記 2 つの先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する内径側保持部材に取り付けられ、

他方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を囲う外径側保持部材に前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 5 に記載の電磁機器。

20

【請求項 1 3】

前記 2 つの可動部は第 1 の回転子及び第 2 の回転子であり、

前記第 1 の回転子と前記第 2 の回転子との間で前記ステータコアがポールピースを構成した、磁気ギアである請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の電磁機器。

30

【請求項 1 4】

前記 2 つの可動部の回転方向または極数が異なる請求項 1 3 に記載の電磁機器。

【請求項 1 5】

前記第 1 の回転子は前記回転軸に圧入固定されたボス部と、前記ボス部の外径側に接着固定された第 1 の磁石とを備え、

前記第 2 の回転子はアウターシャフトと、前記アウターシャフトの内径側に接着固定された第 2 の磁石とを備え、

前記ステータコアは、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石と対向する本体部と前記本体部の両端において前記本体部から前記回転軸の軸方向に突出し、前記本体部よりも軸方向の断面積の小さい先端部を有し、

一方端の前記先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する反負荷側ベースに取り付けられ、

他方端の先端部は、前記第 1 の回転子及び前記第 2 の回転子を回転自在に保持する負荷側ベースに前記ステータコアが引っ張られて取り付けられている請求項 1 3 または 1 4 に記載の電磁機器。

40

【請求項 1 6】

前記ステータコアにコイルが巻き回されたステータを備え、

前記 2 つの可動部はリニアガイドによって可動する、リニアモータである請求項 1 に記載の電磁機器。

【請求項 1 7】

50

前記ステータコアは、前記2つの可動部が対向する方向に圧延された薄板が前記2つの可動部の可動方向に積層されている請求項16に記載の電磁機器。

【請求項18】

請求項5から15のいずれか1項に記載の電磁機器を用いた航空機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、電磁機器及び電磁機器を用いた航空機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、2つの対向する可動部に囲われた電磁機器である回転電機のステータコアに関して、ロータである可動部に面する2面に平行かつ可動部の可動方向に垂直な方向に薄板を積層してステータコアを構成し、積層方向に貫通する孔を設けて保持部材を孔に嵌合することでステータコアを保持するものが開示されている（例えば、特許文献1）。

【0003】

また、2つの対向する可動部に平行かつ可動部の可動方向に略並行な方向に薄板を積層してステータコアを構成し、ステータコアのロータである可動部に面する2面に平行かつ可動部の可動方向に垂直な方向に積層間を保持するためのボルト穴を設けてボルトで締結することでステータコアを保持する回転電機が開示されている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2019-37084号公報
特開2018-85886号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1においては、回転電機の動作に伴う電磁力がステータコアの積層間をせん断する向きに働くため、ステータコアを保持するために積層方向に貫通する孔を設けて保持部材を孔に嵌合している。そのため、保持部材がステータコアの磁路にあたるため、装置の大型化及び効率の低下の虞がある。

【0006】

一方、特許文献2においては、積層方向に挟み込む力をかけてステータコアを保持する必要があるため、ステータコアの磁気特性が悪化する。また、特許文献2の別の例においてもステータコアが嵌合部で押圧されるため、磁気特性が悪化する。

【0007】

本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、装置を大型化することなく、磁気特性を悪化させずにステータコアを保持する電磁機器及びこの電磁機器を用いた航空機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願に開示される電磁機器は、互いに平行あるいは反平行に可動する2つの可動部と、2つの面が前記2つの可動部のそれぞれに対向して配置されたステータコアと、を備えた電磁機器であって、前記ステータコアの少なくとも一部は、薄板が前記可動部の可動方向に積層され、前記2つの可動部に対向する前記2つの面に平行かつ前記可動部の可動方向に垂直な方向に引っ張り応力を掛けられて保持されているものである。

【発明の効果】

【0009】

本願に開示される電磁機器によれば、ステータコアに引っ張り応力を掛けて保持するため、装置を大型にすることなく、ステータコアの磁気特性を悪化させずに保持することが

10

20

30

40

50

可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る回転電機の回転軸に沿った断面図である。

【図2】実施の形態1に係る回転電機の回転軸に沿った断面図で、図1の一部拡大図である。

【図3】実施の形態1に係る回転電機の回転軸に垂直な一部断面図である。

【図4】実施の形態1に係る回転電機のステータコアの構造を示す図である。

【図5】実施の形態2に係る回転電機の回転軸に垂直な断面図である。

【図6】実施の形態3に係る回転電機の回転軸に沿った断面図である。

10

【図7】実施の形態3に係る回転電機の回転軸に垂直な一部断面図である。

【図8】実施の形態4に係る回転電機のステータの構成を示す一部斜視図である。

【図9】実施の形態4に係る回転電機のステータコアの構成を示す一部斜視図である。

【図10】実施の形態4に係る回転電機のステータコアの構成を示す一部斜視図で、図9の一部拡大図である。

【図11】実施の形態4に係る回転電機のステータコアの組み立て方法を示す斜視図である。

【図12】実施の形態4に係る回転電機の別のステータの構成を示す一部斜視図である。

【図13】実施の形態5に係る回転電機の回転軸に沿った断面図である。

【図14】実施の形態5に係る回転電機の回転軸に垂直な一部断面図である。

20

【図15】実施の形態6に係る回転電機の回転軸に沿った断面図である。

【図16】実施の形態6に係る回転電機の回転軸に垂直な断面図で、ステータの構造を示す図である。

【図17】実施の形態7に係る磁気ギアの回転軸に沿った断面図である。

【図18】実施の形態7に係る磁気ギアの回転軸に垂直な断面図である。

【図19】実施の形態8に係るリニアモータの構成を示すための可動軸に沿った断面図である。

【図20】実施の形態9に係る電磁機器を用いた航空機を示す模式図である。

【図21】実施の形態9に係る電磁機器を用いた別の航空機を示す別の模式図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0011】

以下、図面を参照しながら実施の形態について説明する。なお、図面は概略的に示されるものであり、説明の便宜のため、構成の省略、または、構成の簡略化がなされるものである。また、異なる図面にそれぞれ示される構成などの大きさおよび位置の相互関係は、必ずしも正確に記載されるものではなく、適宜変更され得るものである。また、以下に示される説明では、同様の構成要素には同じ符号を付して図示し、それらの名称と機能とについても同様のものとする。したがって、それらについての詳細な説明を、重複を避けるために省略する場合がある。

また、本実施の形態において、電磁機器として、回転電機、磁気ギア、リニアモータを例にして順次説明するがこれらに限るものではない。

40

【0012】

実施の形態1.

以下に、実施の形態1に係る電磁機器として回転電機について図を用いて説明する。

図1は、実施の形態1に係る回転電機の構造を示す回転軸に沿った断面図である。図において、回転電機1は2つのロータであるインナーロータ10およびアウトロータ20、2つのロータの径方向間に挟まれたステータ30を備え、ダブルロータ型のラジアルギャップモータとして構成されている。

【0013】

インナーロータ10はシャフト2、シャフト2に圧入固定されたボス12、及びボス12の外径側に接着固定された永久磁石14を備える。

50

アウターロータ 20 は、シャフト 2 に固着されたアウターシャフト 21 及びアウターシャフト 21 の内径側に接着固定された永久磁石 22 を備える。

ステータ 30 は、負荷側ベース 34 に取り付けられた負荷側保持部材 35 と反負荷側ベース 33 との軸方向間にステータコア 31 が配置され、ステータコア 31 にステータコイル 32 が巻き付けられている。また、ステータ 30 は、インナーロータ 10 とアウターロータ 20 との間に配置されるが、負荷側インナーベアリング 3、負荷側アウターベアリング 5、反負荷側インナーベアリング 4、反負荷側アウターベアリング 6 により、インナーロータ 10 及びアウターロータ 20 を回転自在に保持している。

【0014】

図 2 は、図 1 中破線で囲まれた X1、X2 の領域の拡大図である。

ステータコア 31 は、径方向中央付近の軸方向両端がそれぞれ軸方向に延在し巻回されたステータコイル 32 の部分から突出しており、一方の負荷側の先端部 31c が負荷側保持部材 35 にボルト 38 で固定されており、他方の固定側の先端部 31d を反負荷側ベース 33 に設けられた T 字型の溝部 33a にひっかけるように固定されている。図において、ステータコア 31 がボルト 38 で固定されている位置を負荷側保持面 36、ステータコア 31 が T 字型の溝部 33a に固定されている溝部 33a の底面を固定側保持面 37 とすると、ステータコア 31 のボルト 38 の固定部と溝部 33a に固定する端部との長さ L_s の自然長は、負荷側保持面 36 と固定側保持面 37 との長さ L よりも短く構成されている。そのため、ステータコア 31 は軸方向に延伸され、引っ張り応力が掛けられている。

【0015】

図 3 は、回転電機 1 の回転軸に垂直な断面図で、図 1 中 A-A 線方向の一部断面図である。図において、回転電機 1 は、48 極 72 スロットの集中巻で構成されている。ステータコア 31 は、軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向に積層して構成されている。インナーロータ 10 とアウターロータ 20 はともに、図中反時計まわりに同じ角速度で回転する。すなわち、インナーロータ 10 とアウターロータ 20 は、可動部である。

【0016】

図 4 は、ステータコア 31 の構造を示す図である。ステータコア 31 は、本体部 31a から軸方向の一端が突出しボルト締結用の孔を有する先端部 31c、軸方向の他端が突出しその先端が T 字型を有する先端部 31d を備えた軸方向に長い薄板の鋼板からなり、図 4A の矢印で示される順のように、軸方向の両方の側部 31b が折り曲げられている。そして、図 3 に示されるように、ステータコア 31 のインナーロータ 10 およびアウターロータ 20 側に対向するそれぞれの側部 31b が、 90° よりも浅い角度で回転方向遅れ側にそれぞれ折り曲げられた状態で積層されている。ステータコア 31 の薄板の鋼板は、圧延により製造された電磁鋼板であり、圧延方向はステータコアの径方向、側部 31b を結ぶ方向であり、インナーロータ 10 とアウターロータ 20 に対向する方向となるように配置されている。また、ステータコア 31 は図 1 及び図 2 で示されるように、反負荷側ベース 33 に設けられた T 字型の溝部 33a に先端部 31d が固定され、ステータコア 31 を軸方向に引っ張った状態でボルト 38 により先端部 31c が固定されて取り付けられている。

【0017】

このような構成にすると、ステータコア 31 は引っ張り応力が掛けられて固定されているため、圧縮応力による磁気特性劣化がなくなり、高効率化できる。また、ステータコア 31 の径方向の中央部を固定しているため、ステータコア 31 に均等に引っ張り応力を与えやすく、高効率化しやすい。

さらに、ステータコア 31 の本体部 31a より先端部 31c、31d の方が、細いためその軸方向断面積は小さく、ステータコア 31 はステータコイル 32 が巻回されたコイルから突出した位置で固定されるので、磁路への影響も小さい。

加えて、負荷側保持部材 35 および反負荷側ベース 33 は磁性体で構成されても前述の通り、ステータコア 31 の本体部 31a より先端部 31c、31d の方が、細いためその軸方向断面積は小さく磁路への影響も小さい。一方、負荷側保持部材 35 および反負荷側ベース 33 は非磁性体で構成されれば、周方向別のステータコア 31 への閉磁路が形成さ

10

20

30

40

50

れないため、磁路への影響をなくすることができる。

【 0 0 1 8 】

また、ステータコア 3 1 の軸方向の側部 3 1 b が回転方向遅れ側に折り曲げられているので、可動するインナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 による磁束をステータコア 3 1 に集めやすくなる。

【 0 0 1 9 】

ステータコア 3 1 として、軸方向の両側部先端は、インナーロータ 1 0 側とアウターロータ 2 0 側の両方の側部 3 1 b を回転方向遅れ側に折り曲げた構造を示したが、図 4 B、図 4 C に示されるようにどちらか一方のみの側部 3 1 b を折り曲げても、同様の効果が得られる。

10

また、ステータコア 3 1 の軸方向の両方の側部 3 1 b は、同じ角度で折り曲げたが、径方向遅れ側に行くに従って徐々に折り曲げ角が大きくなるように構成してもよい。このようにすれば、より多くの磁束を集めやすくなるため、回転電機 1 を高トルク化することができる。

【 0 0 2 0 】

以上のように、本実施の形態 1 に係る回転電機によれば、シャフト 2 を軸に可動するインナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 との間に、ステータ 3 0 を配置し、ステータ 3 0 は薄板が回転方向に積層されたステータコア 3 1 を有し、軸方向に引っ張り応力を掛けられて保持されているので、ステータコア 3 1 の磁気特性を悪化させずに保持することが可能となる。これにより、回転電機の高効率化、高トルク化が可能となる。

20

【 0 0 2 1 】

実施の形態 2 .

以下に、実施の形態 2 に係る電磁機器として回転電機について図を用いて説明する。

図 5 は、実施の形態 2 に係る回転電機 1 の回転軸に垂直な一部断面図である。

図において、回転電機 1 のステータコア 3 1 は、軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向、すなわち回転方向に積層して構成されている。インナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 はともに、図中反時計まわりに同じ角速度で回転する。ステータコア 3 1 の軸方向の端部であるインナーロータ 1 0 およびアウターロータ 2 0 側に対向する側部 3 1 b は、90°よりも浅い角度で薄板の鋼板の面を折り曲げるように構成する。回転方向遅れ側と進み側にそれぞれ、径方向遅れ側と進み側に行くに従って徐々に折り曲げ角が90°よりも浅い角度の範囲で大きくなるように折り曲げられている。折り曲げられた薄板の鋼板間には隙間ができるが、この隙間部分には樹脂が充填される。その他の構成は実施の形態 1 と同様である。

30

【 0 0 2 2 】

このような構成においても実施の形態 1 と同様の効果がある。ステータコア 3 1 の側部 3 1 b を回転方向の径方向遅れ側と進み側の両側に折り曲げられているため、回転方向が両方均等になるような場合において、どちら側に回る場合においても高トルク化を達成することができる。

また、ステータコア 3 1 の側部 3 1 b の薄板の間に樹脂が充填されているので、電磁力により薄板がたわんだり振動したりするのを防止し、強度を向上することができる。

40

【 0 0 2 3 】

以上のように、実施の形態 2 に係る回転電機によれば、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。さらに、ステータコア 3 1 の側部 3 1 b を回転方向の径方向遅れ側と進み側の両側に折り曲げられているため、いずれの方向に回転する場合においても回転電機の高トルク化を達成することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 3 .

以下に、実施の形態 3 に係る電磁機器として回転電機について図を用いて説明する。

図 6 は、実施の形態 3 に係る回転電機 1 の構造を示す回転軸に沿った断面図である。図において、ステータコア 3 1 は、その軸方向の両端部においてインナーロータ 1 0 および

50

アウターロータ 20 側の両方の側部が本体部から軸方向に延在し突出しており、その先端部 31c、31d が負荷側においては L 字型に内側方向に曲げられた構造を有し、固定側においては L 字型に外側方向に曲げられた構造を有している。

【0025】

実施の形態 1 で説明したと同様に、ステータコア 31 の両端間の自然長は、ステータコア 31 の両端の先端部 31c、31d の L 字型が固定される、反負荷側ベース 33 の溝部の固定側保持面 37 と負荷側保持部材 35 の外側部に設けられた L 字型の溝部の負荷側保持面 36 との長さより短く構成されている。そのため、ステータコア 31 の軸方向一端側の先端部 31d の L 字型は、反負荷側ベース 33 に設けられた L 字型の溝部にひっかけられるように固定され、ステータコア 31 の軸方向他端側の先端部 31c の L 字型は負荷側保持部材 35 の溝部に嵌合して保持され、引っ張り応力が掛けられている。

10

【0026】

上述したステータコア 31 は軸方向の断面積がステータコイル 32 の巻回されている本体部より両方の先端部 31c、31d の方が小さく、本体部から延在した位置で固定されるので、実施の形態 1 と同様に磁路への影響は小さい。

【0027】

図 7 は、回転電機 1 の回転軸に垂直な断面図で、図 6 中 B - B 線方向の一部断面図である。図において、ステータコア 31 は、軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成されている。インナーロータ 10 とアウターロータ 20 はともに、図中反時計まわりに同じ角速度で回転し、ステータコア 31 の軸方向の両側部であるインナーロータ 10 およびアウターロータ 20 側それぞれの両側部は、折り曲げられておらずステータコア 31 の巻線部分となる本体部と同一面である。その他の構造は実施の形態 1 と同様である。

20

【0028】

以上のように、実施の形態 3 によれば、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。すなわち、シャフト 2 を軸に可動するインナーロータ 10 とアウターロータ 20 との間に、ステータ 30 を配置し、ステータ 30 は薄板が回転方向に積層されたステータコア 31 を有し、軸方向に引っ張り応力を掛けられて保持されているので、ステータコア 31 の磁気特性を悪化させずに保持することが可能となる。これにより、回転電機の高効率化、高トルク化が可能となる。

30

【0029】

実施の形態 4 .

以下に、実施の形態 4 に係る電磁機器として回転電機について図を用いて説明する。

図 8 は、実施の形態 4 に係る回転電機のステータ 30 の構造の一部を示す斜視図、図 9 はステータコア 31 の構造を示す斜視図、図 10 は図 9 の破線領域 X 3 の一部拡大図である。実施の形態 1 から 3 では、ステータコア 31 は、軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成されていた。そして、実施の形態 3 のステータコア 31 は、その軸方向の両端部においてインナーロータ 10 およびアウターロータ 20 側の両方の側部が本体部から軸方向に延在し突出しており、その先端部 31c が負荷側においては L 字型に内側方向に曲げられた構造、先端部 31d は反負荷側においては L 字型に外側方向に曲げられた構造である。本実施の形態 4 のステータコア 31 は、インナーロータ 10 およびアウターロータ 20 にそれぞれ対向する側部 311 と、両方の側部 311 を保持しステータコイル 32 が巻回される保持部 312 とから構成される点が異なる。

40

【0030】

図 9 及び図 10 で示されるように、ステータコア 31 の両方の側部 311 は軸方向に長い薄板の電磁鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成されている。一方、ステータコア 31 の保持部 312 は所定の形状を有する電磁鋼板が軸方向に、インナーロータ 10 およびアウターロータ 20 のそれぞれの永久磁石 14, 22 に対向する高さに積層されて構成されている。保持部 312 は略形状であるが、そのインナーロータ側である内周側、アウターロータ側である外周側の中央部は切り欠き部 312a が設けられ、両方の側部 31

50

1が挿入されて保持される。また、切り欠き部312aの周方向には図のように鏝部312bが設けられていてもよい。なお、ステータコア31の両方の側部311は、回転軸と直交する方向の磁束がシームレスに流れるように保持部312に密着されて保持される。両方の側部311は保持部312から軸方向両側に伸び、L字型に曲げられた先端部31c、31dを有する。

【0031】

周方向に積層された両方の側部311と軸方向に積層された保持部312とを有する本実施の形態4のステータコア31も実施の形態3と同様に軸方向に引っ張り応力が掛けられて保持される。すなわち、実施の形態3の図6に対応させると、ステータコア31の両方の側部311の自然長は、ステータコア31の両方の側部311の先端のL字型が固定される、反負荷側ベース33の溝部の固定側保持面37と負荷側保持部材35の外側部に設けられたL字型の溝部の負荷側保持面36との長さより短く構成されている。そのため、ステータコア31の軸方向他端側の先端部31cのL字型は負荷側保持部材35の溝部に嵌合して保持され、引っ張り応力が掛けられている。

10

なお、図9においては両方の側部311の軸方向両端部のL字型が共に保持部312側を向くように内側方向に曲げられた構造を示しているが、図6のように、固定側においてはL字型に外側方向に曲げられた構造であってもよい。

本実施の形態4のステータコア31の両方の側部311のように、ステータコア31の一部が軸方向に長い薄板の電磁鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成されて、引っ張り応力が掛けられて保持されている構成であり、圧縮応力による磁気特性劣化を抑制し、高効率化が可能となる。

20

【0032】

次に、ステータコア31の側部311を保持する保持部312について説明する。実施の形態1から3では、ステータコア31を軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成したが、本実施の形態4では、側部311は、実施の形態1から3のように軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向、回転方向に内周側及び外周側の両方に積層し、両方の側部311を保持する保持部312は電磁鋼板が軸方向に積層されて構成される。そのため、上述したように、軸に垂直な方向が保持部312を構成する1枚ずつの電磁鋼板の略形状の片であり、所望の形状に加工することが容易となる。図9、10で示したように、保持部312は略形状であるが、その内周側、外周側の中央部は両方の側部311が挿入されて保持される切り欠き部312aが設けられ、切り欠き部312aの周方向には鏝部312bが設けられている。このような形状に加工することも容易となる。

30

【0033】

一方、図7のように回転電機1の軸方向断面をみると、インナーロータ10とアウトロータ20との間で、ステータ30は配置されるが、ステータコア31が一定間隔で配置されているため、インナーロータ10及びアウトロータ20とステータ30との間のギャップから見て透磁率が一定でないことに起因する磁束が発生する。発生した磁束は空間高調波と呼ばれ、損失の要因となる。

本実施の形態では、保持部312が鏝部312bを有し、周方向に隣接するステータ30の間を埋めるように作用し、空間高調波を減少させることができる。また、保持部312は回転軸方向に積層されているので、周方向に鎖交する磁束に対して磁束の鎖交する導体の面積が小さくなっている。これにより導体の抵抗が増加し、渦電流を低減することが出来る。

40

【0034】

次に、側部311と保持部312との取り付け方法について説明する。

図11において、図11Aは軸方向に積層された保持部312を、図11Bは周方向に積層された両方の側部311を示す図である。保持部312の切り欠き部312aは切り欠きの浅い切り欠き部312a1と切り欠きの深い切り欠き部312a2の2種類の切り欠き部を有する保持部312がそれぞれ所定の厚さd2、d1となるように積層されている。切り欠きの浅い切り欠き部312a1の積層された部位は切り欠きの深い切り欠き部

50

3 1 2 a 2 の積層された部位よりも内周側、外周側ともに凸となる。

【 0 0 3 5 】

側部 3 1 1 は内周側と外周側とがそれぞれ対向するように配置され、保持部側において、突出した部位 3 1 1 A と凹んだ部位 3 1 1 B とがそれぞれ厚さ d_1 、 d_2 に対応する長さとなるように順次形成されている。突出した部位 3 1 1 A と凹んだ部位 3 1 1 B との段差 d_3 は保持部 3 1 2 の切り欠きの浅い切り欠き部 3 1 2 a 1 と切り欠きの深い切り欠き部 3 1 2 a 2 との切り欠きの深さの差に対応する。図 1 1 A の保持部 3 1 2 と図 1 1 B の両方の側部 3 1 1 とは、切り欠きの浅い切り欠き部 3 1 2 a 1 の積層された部位と凹んだ部位 3 1 1 B とが、及び切り欠きの深い切り欠き部 3 1 2 a 2 の積層された部位と突出した部位 3 1 1 A とが合うように嵌合され、すなわち図中矢印方向に両者の凹凸形状が嵌合されて図 9 のようにステータコア 3 1 が形成される。

10

【 0 0 3 6 】

このように、保持部 3 1 2 の切り欠き部 3 1 2 a に形成した凹凸形状と、両方の側部 3 1 1 に形成した凹凸形状とを嵌合するようにしたので、互いに異なる方向に積層された薄板形状の電磁鋼板がばらけることなく密着してステータコア 3 1 を形成することが可能となる。

なお、保持部 3 1 2 の切り欠き部 3 1 2 a に形成した凹凸形状と、両方の側部 3 1 1 に形成した凹凸形状とは上記に限るものではなく、例えば、径方向に嵌合するだけでなく、軸方向にも嵌合あるいは係合するような形状であってもよい。

【 0 0 3 7 】

図 1 2 は、図 8 の変形例で、本実施の形態 4 に係る別のステータ 3 0 の構成を示す斜視図である。図 8 と異なるのは、ステータコア 3 1 の両方の側部 3 1 1 において、図 7 における回転方向の進み側部分を電磁鋼板の積層物でない、非金属あるいは非磁性体からなる構造体 3 1 1 b としたことである。回転方向遅れ側は電磁鋼板の積層体 3 1 1 a である。

20

【 0 0 3 8 】

周方向に積層されている電磁鋼板には面内渦電流が発生するが、発生する渦電流は回転方向進み方向の方が大きい傾向がある。そのため、図 1 2 で示すように回転方向進み側を電磁鋼板でない部材で形成することで、回転方向進み側の渦電流による損失を抑制可能となる。本実施の形態では、非金属あるいは非磁性体からなる構造体 3 1 1 b として、高強度の樹脂を用いた。なお、構造体 3 1 1 b 及び電磁鋼板の積層体 3 1 1 a の形状は図に限るものでなく、両者の周方向の大きさ等が異なってもよい。

30

【 0 0 3 9 】

以上のように、実施の形態 4 によれば、ステータコア 3 1 を構成する両方の側部 3 1 1 を軸方向に長い薄板の電磁鋼板を略周方向、回転方向に積層して構成し、引っ張り応力が掛けられた構成としたので、実施の形態 1 から 3 のように、圧縮応力による磁気特性劣化を抑制し、高効率化が可能となる。

また、両方の側部 3 1 1 を保持するステータコアの保持部 3 1 2 を略方形の電磁鋼板を軸方向に積層して構成し、内周側及び外周側を鏝形状とすることで、空間高調波及び渦電流の抑制に寄与し、高効率化を図ることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

さらに、ステータコア 3 1 を構成する両方の側部 3 1 1 において回転方向進み側を電磁鋼板の積層物でない、非金属あるいは非磁性体からなる構造体 3 1 1 b としたので、渦電流による損失を低減することが可能となる。

40

【 0 0 4 1 】

実施の形態 5 .

以下に、実施の形態 5 に係る電磁機器として回転電機について図を用いて説明する。

図 1 3 は、実施の形態 5 に係る回転電機 1 の構造を示す回転軸に沿った断面図である。図において、実施の形態 1 と異なるのはアウターシャフト 2 1 がシャフト 2 に固着されていないことである。そのため、回転電機 1 のインナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 は互いに接続されておらず、例えば、インナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 とは互いに

50

反対方向に回転し、アウターロータ 20 は、インナーロータ 10 の 2 分の 1 の角速度で回転させる。

【0042】

図 14 は、回転電機 1 の回転軸に垂直な断面図で、図 13 中 C - C 線方向の一部断面図である。図において、インナーロータ 10 は反時計回りに、アウターロータ 20 は時計回りに回転する。ステータコア 31 は、軸方向に長い薄板の鋼板を略周方向に積層して構成されているが、ステータコア 31 の軸方向の両端部であるインナーロータ 10 およびアウターロータ 20 側に対向するそれぞれの側部 31b は、薄板の電磁鋼板の面を折り曲げるように、90°よりも浅い角度で回転方向遅れ側に折り曲げられている。すなわち、実施の形態 1 のアウターロータ 20 とは反対方向に回転するため、ステータコア 31 のアウターロータ 20 側の側部 31b は回転方向遅れ側となるように、図 3 とは反対側に折り曲げられていることがわかる。

10

【0043】

その他の構成は実施の形態 1 と同様であり、本実施の形態 5 のステータコア 31 も引っ張り応力を掛けられて取り付けられている。

【0044】

上述では、インナーロータ 10 とアウターロータ 20 とは互いに反対方向に回転し、アウターロータ 20 は、インナーロータ 10 の 2 分の 1 の角速度とした例を示したが、インナーロータ 10 とアウターロータ 20 の回転方向が同じであってもよいし、両者の回転速度も独立に設定してもよい。インナーロータ 10 とアウターロータ 20 の回転方向が同じ場合は、ステータコア 31 のインナーロータ 10 側及びアウターロータ 20 側の側部 31b はそれぞれ回転方向遅れ側となるように、同じ側に折り曲げられた構成とすればよい。

20

【0045】

以上のように、実施の形態 5 によれば、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。すなわち、シャフト 2 を軸に可動するインナーロータ 10 とアウターロータ 20 との間に、ステータ 30 を配置し、ステータ 30 は薄板が回転方向に積層されたステータコア 31 を有し、軸方向に引っ張り応力を掛けられて保持されているので、ステータコア 31 の磁気特性を悪化させずに保持することが可能となる。これにより、回転電機の高効率化、高トルク化が可能となる。

【0046】

また、回転電機 1 のインナーロータ 10 とアウターロータ 20 は互いに接続されていないため、それぞれの回転方向と回転速度を独立に設定することができるため、各ロータにより駆動させる対象物が異なっても、それぞれ回転方向と回転速度と設定し、制御することが可能となる。

30

【0047】

実施の形態 6 .

以下に、実施の形態 6 に係る電磁機器である回転電機について説明する。

図 15 は、実施の形態 6 に係る回転電機 1A の構造を示す回転軸に沿った断面図である。図において、回転電機 1A は、2 つのロータである、反負荷側ロータ 10A および負荷側ロータ 20A、2 つのロータの径方向間に挟まれたステータ 30A を備え、ダブルロータ型のアキシアルギャップモータとして構成されている。

40

【0048】

反負荷側ロータ 10A はシャフト 2A、シャフト 2A に圧入固定された反負荷側ボス 12A、及び反負荷側ボス 12A の負荷側に接着固定された永久磁石 14A を備える。

負荷側ロータ 20A は、シャフト 2A に固着された負荷側ボス 21A と負荷側ボス 21A の反負荷側に接着固定された永久磁石 22A を備える。

【0049】

ステータ 30A は反負荷側ロータ 10A と負荷側ロータ 20A との間に配置され、負荷側インナーベアリング 3A、反負荷側インナーベアリング 4A でそれぞれ反負荷側ロータ 10A と負荷側ロータ 20A を回転自在に保持している。

50

ステータ 30 A は、外径側保持部材 35 A と内径側保持部材 33 A との径方向間にステータコア 31 A が配置され、ステータコア 31 A にステータコイル 32 A が巻き付けられている。また、外径側保持部材 35 A は、シャフト 2 A と離間して配置された反負荷側ベース 39 A と、負荷側ベース 39 B とに取り付けられて、2つのロータである、反負荷側ロータ 10 A および負荷側ロータ 20 A を囲っている。シャフト 2 A は回転可能なように負荷側ベース 39 B の中央部から突出し、負荷側ベース 39 B とは離間している。

【0050】

ステータコア 31 A は、径方向に長い薄板の電磁鋼板が略周方向、すなわち回転方向に積層されている。ステータコア 31 A は、径方向両端部において、それぞれ径方向の反負荷側ロータ 10 A 側及び負荷側ロータ 20 A 側の両側部が延在して突出し、外径側の先端部 31 A c は軸方向外側に屈曲した L 字型の先端部を有しており、外径側保持部材 35 A の溝部 35 A a に L 字型が係合されて保持されている。ステータコア 31 A の内径側の先端部 31 A d は軸方向内側に屈曲した L 字型の先端部を有しており、内径側保持部材 33 A に設けられた L 字型の溝部 33 A b に係合されて固定されている。

10

【0051】

ステータコア 31 A の径方向の両方の先端部 31 A c、31 A d が係合される部位の自然長は、外径側保持部材 35 A の溝部 35 A a の底面と内径側保持部材 33 A の外側部に設けられた L 型の溝部 33 A b の底面との長さ L よりも短く構成されている。そのため、ステータコア 31 A は径方向に延伸され、引っ張り応力が掛けられている。

【0052】

図 16 は、ステータ 30 A の構造を示す断面図で、図 15 中 D - D 線方向の一部断面図である。図において、回転電機 1 A は、10 極 12 スロットの集中巻に構成されている。ステータコア 31 A は、上述したとおり径方向に長い薄板の鋼板を略周方向に積層して構成されている。反負荷側ロータ 10 A と負荷側ロータ 20 A はともに、同じ角速度で回転する。

20

また、ステータコア 31 A の薄板の鋼板は、圧延により製造された電磁鋼板であり、圧延方向はステータコア 31 A の軸方向、すなわち反負荷側ロータ 10 A と負荷側ロータ 20 A とが対向する方向となるように配置されている。

【0053】

以上のように、実施の形態 6 によれば、ダブルロータ型のアキシシャルギャップモータを構成する回転電機であっても、実施の形態 1 から 5 のように、ステータコア 31 A は引っ張り応力が掛けられて固定されているため、応力による磁気特性劣化なく構成でき、トルクが向上し、高効率な回転電機を提供することが可能となる。

30

【0054】

実施の形態 7 .

以下に、実施の形態 7 に係る電磁機器である磁気ギアについて説明する。

図 17 は、実施の形態 7 に係る磁気ギア 1 B の構造を示す回転軸に沿った断面図で、図 18 は、E - E 線方向の一部断面図である。磁気ギア 1 B はステータコイル 32 を備えておらず、図 17 は実施の形態 5 の図 13 においてステータコア 31 にステータコイル 32 が巻回されていないものに相当する。但し、図 18 に示されるようにステータコア 31 は平坦であり、径方向の両側部に折り曲がり部を有していない。このステータコア 31 は、インナーロータ 10 及びアウターロータ 20 に対し、周方向のステータコア 31 の有無による磁気抵抗の大小により、インナーロータ 10 及びアウターロータ 20 の磁束を変調するポールピースの役割を果たす。

40

【0055】

図 17 及び図 18 において、磁気ギア 1 B のインナーロータ 10 とアウターロータ 20 は互いに接続されていない。インナーロータ 10 は図中反時計まわりに回転し、アウターロータ 20 は図中時計まわりに、インナーロータ 10 と同じ電気角速度で回転する。ここで、例えばアウターロータ 20 の極数を 60、インナーロータ 10 の極数を 12 と、アウターロータ 20 の極数をインナーロータ 10 の極数の 5 倍とすると、減速比 5 の磁気ギア

50

を構成することができる。ポールピースであるステータコア 3 1 の周方向の数は、低速ロータであるアウターロータ 2 0 の極数 6 0 と、高速ロータであるインナーロータ 1 0 の極数 1 2 に対して、(ポールピースの数) = (低速ロータ極数) ± (高速ロータ極数) を満足すればよいので、 $60 \pm 12 = 72$ もしくは 48 であるが、本例では 48 に構成されている。

その他の構成は実施の形態 5 と同様である。すなわち、本実施の形態においても、ステータコア 3 1 は軸方向に延伸され、引っ張り応力が掛けられた状態で固定されている。

【0056】

上述では、インナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 の回転方向を逆方向としたが、同じ方向でもよい。この場合、ポールピースであるステータコア 3 1 の数は 48 ではなく 72 とするとよい。また、インナーロータ 1 0 とアウターロータ 2 0 の極数は、磁気ギアとしてインナーロータ 1 0、アウターロータ 2 0 が駆動する対象物の変速比に応じて設定すればよい。

【0057】

以上のように、実施の形態 7 によれば、磁気ギア 1 B において、ステータコア 3 1 は軸方向に延伸され、引っ張り応力が掛けられた状態で固定されているので、ステータコア 3 1 の磁気特性を悪化させずに保持することが可能となる。これにより、磁気ギアの高効率化、高トルク化が可能となる。

【0058】

実施の形態 8 .

以下に、実施の形態 8 に係る電磁機器であるリニアモータについて説明する。

図 19 は、実施の形態 8 に係るリニアモータ 1 C の可動軸に沿った断面図である。図 19 において、リニアモータ 1 C は 2 つの可動子 1 0 C、2 0 C に挟まれたステータ (固定子) 3 0 C を有する。ステータ 3 0 C の一方の側にある第一可動子 1 0 C と、他方の側にある第二可動子 2 0 C はそれぞれ、リニアガイド (図示せず) によって図中矢印方向に可動自在に保持されている。

第一可動子 1 0 C は第一可動ベース 1 2 C に永久磁石 1 4 C が貼り付けられている。第二可動子 2 0 C は、第二可動ベース 2 1 C に永久磁石 2 2 C が貼り付けられている。

【0059】

ステータ 3 0 C はステータコア 3 1 C とステータコア 3 1 C に巻き付けられたステータコイル 3 2 C を有する。ステータコア 3 1 C は、第一可動子 1 0 C 及び第二可動子 2 0 C の可動方向に垂直かつ第一可動子 1 0 C 及び第二可動子 2 0 C に平行な方向に、延伸されて両端部を保持されている。ステータコア 3 1 C は、ステータコア 3 1 C の延伸方向に引っ張り応力が掛けられて、その両端部が例えばボルトで保持、固定されている。また、ステータコア 3 1 C は、実施の形態 1 から 6 と同様に、薄板が積層されて構成されている。具体的には、ステータコア 3 1 C は、圧延方向が第一可動子 1 0 C と第二可動子 2 0 C とに対向する方向となるように圧延された薄板を第一可動子 1 0 C 及び第二可動子 2 0 C の可動方向に積層して構成されている。

【0060】

以上のように、実施の形態 8 によれば、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。すなわち、ステータコア 3 1 C の磁気特性を悪化させずに保持することが可能となる。これにより、リニアモータの高効率化、高トルク化が可能となる。

【0061】

実施の形態 9 .

以下に、実施の形態 9 に係る航空機について説明する。

図 20 は、実施の形態 9 に係る航空機 1 0 0 の一例を示す図で、実施の形態 1 から 7 で説明した電磁機器が搭載されている。図において、航空機 1 0 0 のエンジンケース 2 1 0 に内で、ファン 2 3 0、回転電機 1、1 A、磁気ギア 1 B、エンジン 2 2 0 がシャフトで連結されて配置されている。回転電機 1、1 A はモータであり、ファン 2 3 0 を駆動するために用いられ、磁気ギア 1 B は増減速を行う変速機として用いられる。

10

20

30

40

50

回転電機 1、1 A を搭載する場合は、図示していないが、ファン 230 と回転電機 1、1 A の間もしくは、回転電機 1、1 A とエンジン 220 の間のどちらか一方、もしくは、両方に回転数を変えるギアを搭載してもよい。この場合、ギアは平歯車及び遊星歯車などの機械式ギアでもよいが、磁気ギア 1 B を搭載してもよい。

また、回転電機 1、1 A を搭載する場合、図 20 はファン 230 に対して、回転電機 1、1 A とエンジン 220 を同軸に配置しているが、ギア等を介して別軸に構成しても同様の効果を奏する。

【0062】

実施の形態 1 から 6 で示した回転電機は、ステータコアに引っ張り応力が掛けられているので、磁気特性を低下させることなく確実にステータコアを保持するとともに、高いトルク出力を得ることが可能であり、航空機に搭載された被回転物への適用が好適である。

10

また、実施の形態 7 で示した磁気ギアは、磁気特性を低下させることなく確実にステータコアを保持するとともに、機械式のギアと比して摩耗箇所がないため、航空機に搭載された機構部品への適用が好適である。

【0063】

また、図 21 は、実施の形態 9 に係る航空機 100 の別の例を示す図で、図 21 A は尾部にファンケース 240 を有する航空機 100、図 21 B はファンケース 240 の概略拡大図である。図において、同様に実施の形態 1 から 7 で説明した電磁機器が搭載されている。図 20 では、電磁機器は、エンジン 220 と同じエンジンケース 210 に収納されていたが、図 21 のように、エンジン 220 と異なるケースに収納されて、被駆動物を駆動させるようにしてもよい。図 21 では、尾部のファンケース 240 で、ファン 230 にシャフトで回転電機 1、1 A または磁気ギア 1 B が連結されている例である。磁気ギア 1 B が連結される場合は、さらに、回転電機 1、1 A またはエンジン 220 が連結され、駆動される。

20

【0064】

また、航空機 100 はエンジン 220 を有さず、電磁機器である回転電機 1、1 A を駆動動力源として具備してもよい。さらに、図示しないが、固定翼の航空機 100 ではなく、ヘリコプターあるいは回転翼を複数有するマルチコプター等の翼に取り付けられて、駆動源としてもよい。

【0065】

以上のように、実施の形態 9 によれば、実施の形態 1 から 7 に示した電磁機器を航空機に適用したので、磁気特性を低下させることなく確実にステータコアを保持するとともに、高いトルク出力を得ることが可能なので、燃料あたりの航続距離を向上することができる。

30

【0066】

実施の形態の変形例、補足例

なお、上記実施の形態において、ステータコアには 100 MPa を超えない程度の引っ張り応力が掛けられるように保持することが望ましいが、応力により降伏、破壊しない程度であればよい。

【0067】

本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

40

従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも 1 つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも 1 つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

【0068】

上記実施の形態において、回転電機 1、1 A はモータとしたが、発電機として動作しても同様の効果を奏する。

50

【符号の説明】

【0069】

1、1 A：回転電機、 1 B：磁気ギア、 1 C：リニアモータ、 2、2 A：シャフト、
 3、3 A：負荷側インナーベアリング、 4、4 A：反負荷側インナーベアリング、
 5：負荷側アウターベアリング、 6：反負荷側アウターベアリング、 10：インナーロータ、
 10 A：反負荷側ロータ、 10 C：第一可動子、 12：ボス、 12 A：反負荷側ボス、
 12 C：第一可動ベース、 14、14 A、14 C：永久磁石、 20：アウターロータ、
 20 A：負荷側ロータ、 20 C：第二可動子、 21：アウターシャフト、 21 A：負荷側ボス、
 21 C：第二可動ベース、 22、22 A、22 C：永久磁石、 30、30 A、30 C：ステータ、
 31、31 A、31 C：ステータコア、 31 a：本体部、 31 b：側部、 31 c、31 d：先端部、 31 A c、31 A d：先端部、
 32、32 A、32 C：ステータコイル、 33：反負荷側ベース、 33 A：内径側保持部材、
 33 A b：溝部、 33 a：溝部、 34：負荷側ベース、 35：負荷側保持部材、 35 A：外径側保持部材、
 35 A a：溝部、 36：負荷側保持面、 37：固定側保持面、 38：ボルト、 39 A：反負荷側ベース、
 39 B：負荷側ベース、 100：航空機、 210：エンジンケース、 220：エンジン、 230：ファン、
 240：ファンケース、 311：側部、 311 A：突出した部位、 311 B：凹んだ部位、
 311 a：積層体、 311 b：構造体、 312：保持部、 312 a、312 a 1、312 a 2：切り欠き部、
 312 b：鏢部

10

20

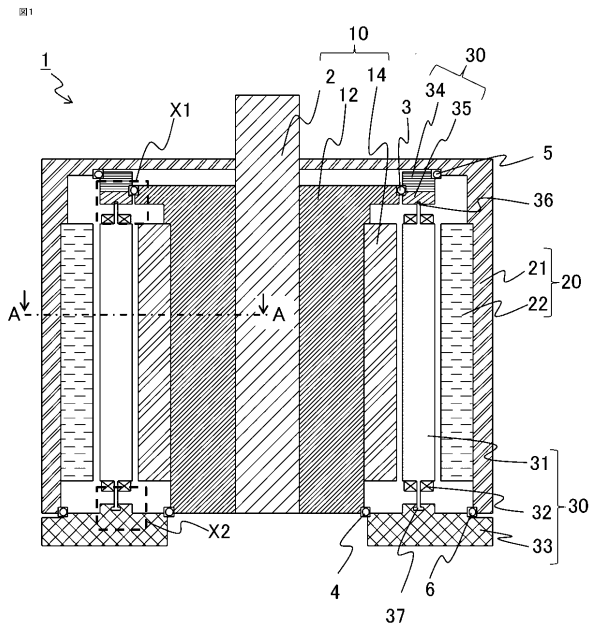
30

40

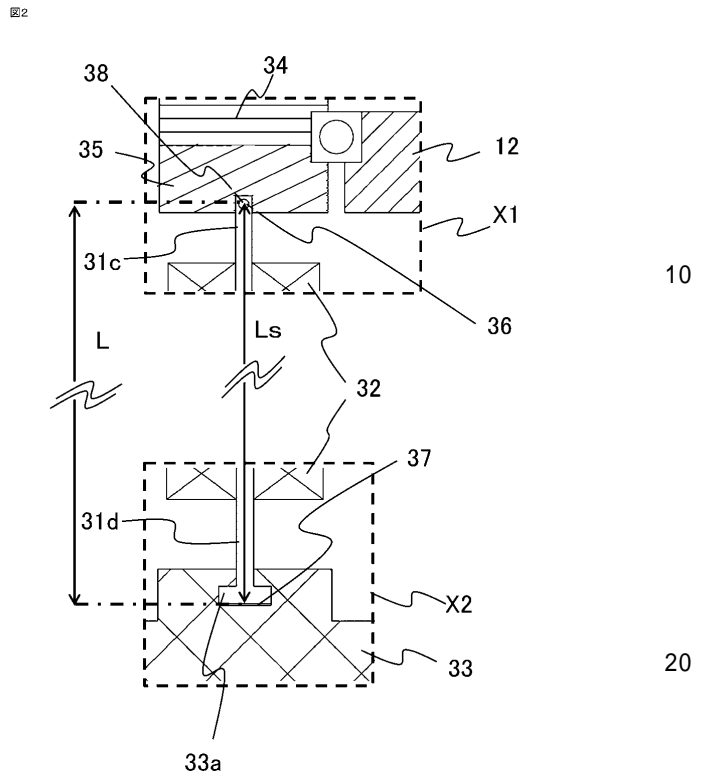
50

【図面】

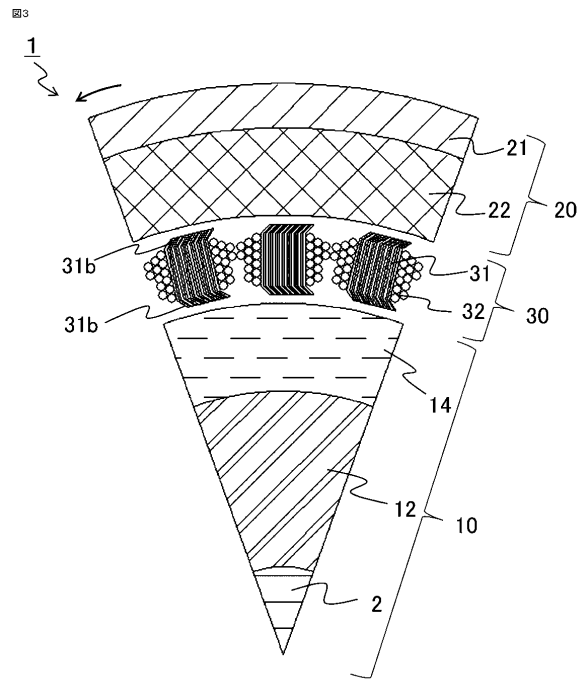
【図 1】



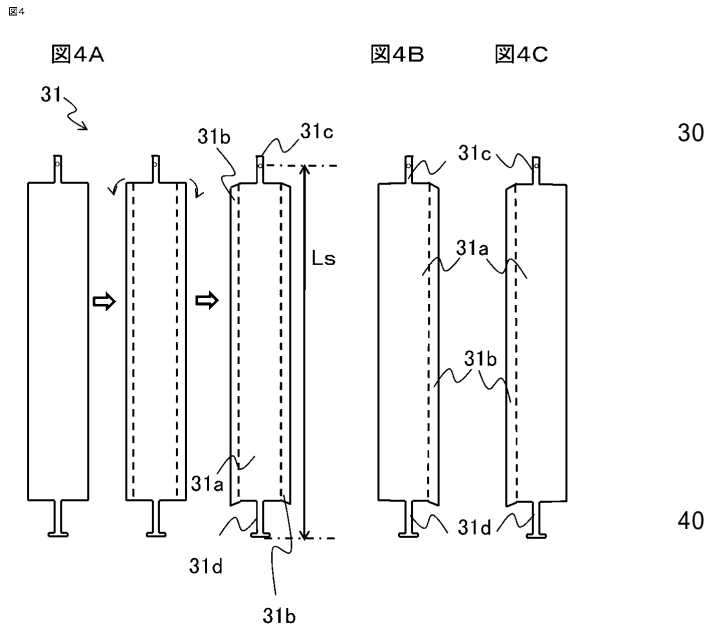
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

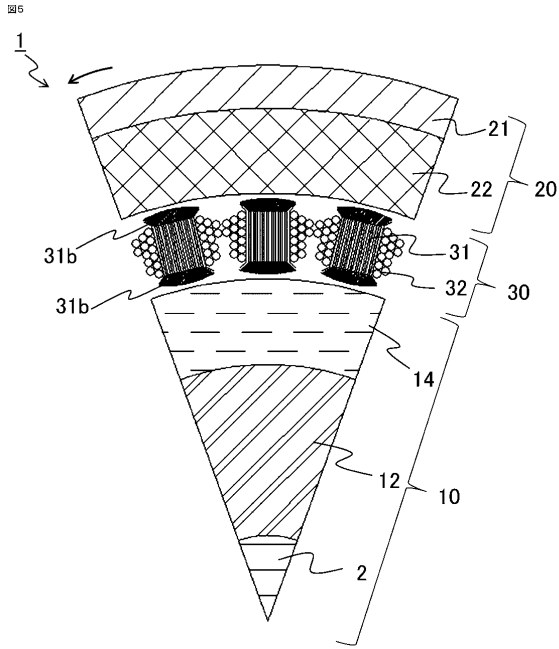
20

30

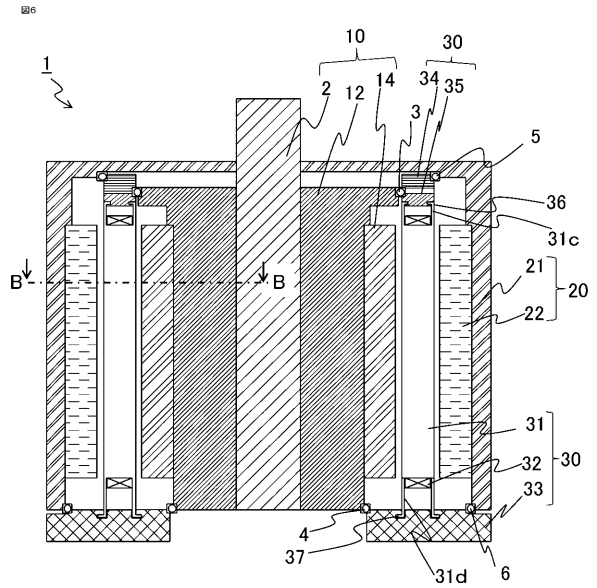
40

50

【図5】



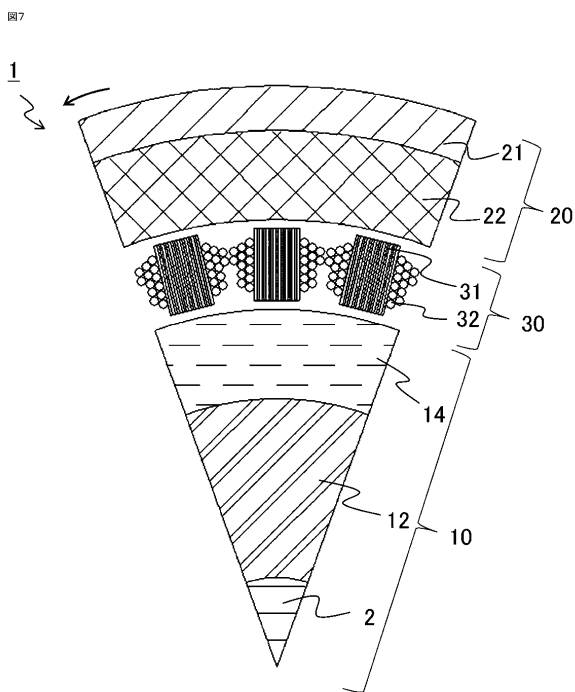
【図6】



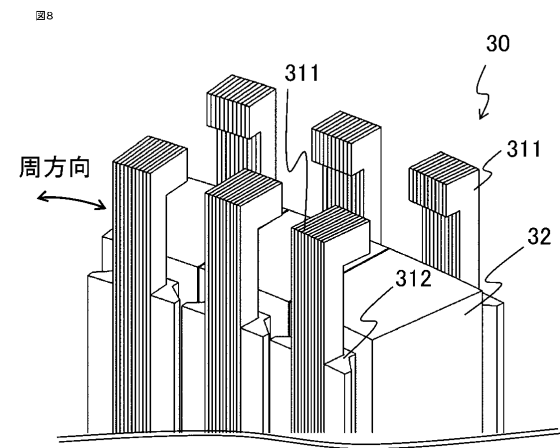
10

20

【図7】



【図8】



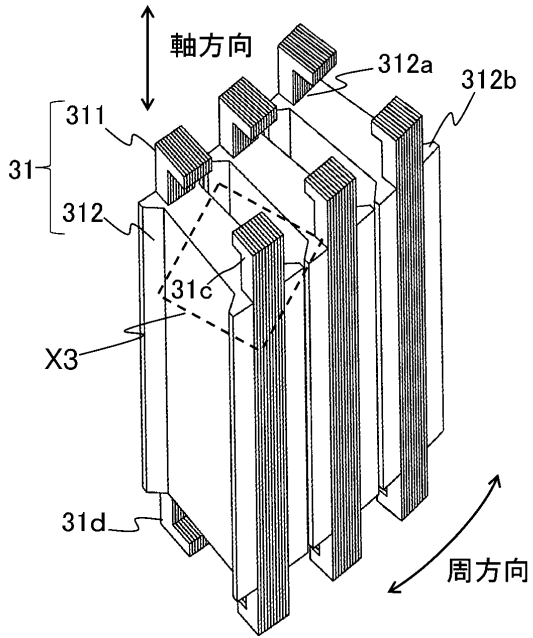
30

40

50

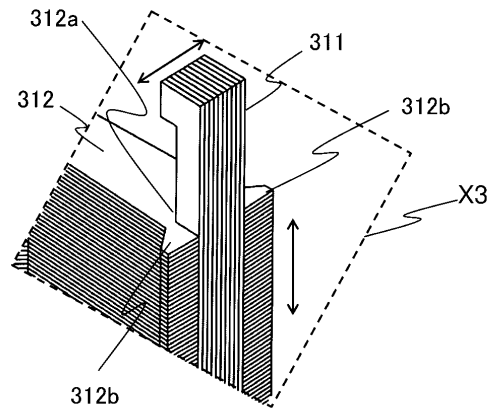
【 図 9 】

図9



【 図 1 0 】

図10

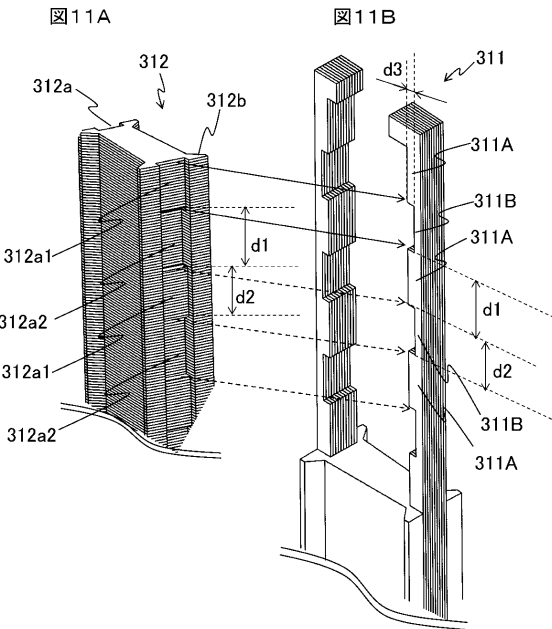


10

20

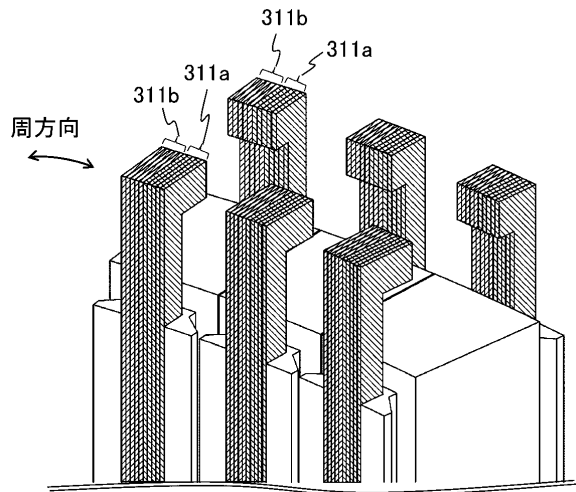
【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12



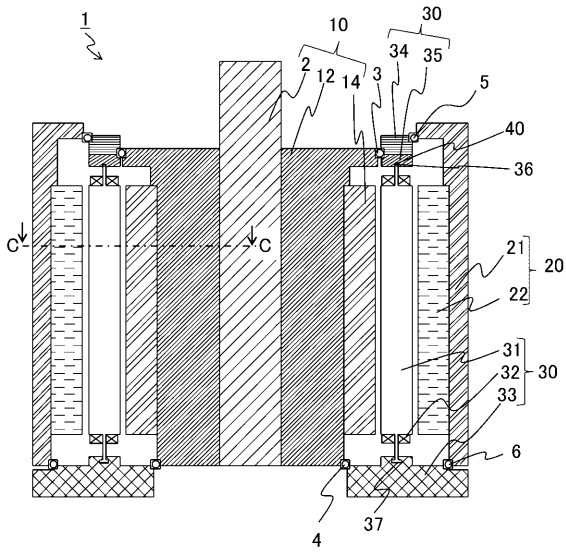
30

40

50

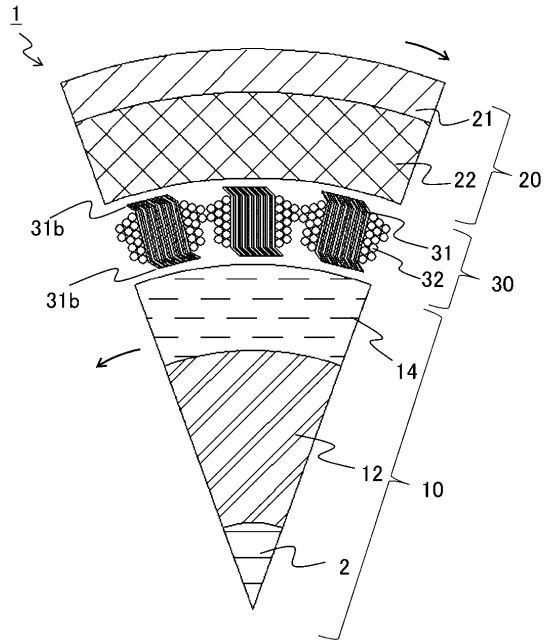
【 図 1 3 】

図13



【 図 1 4 】

図14

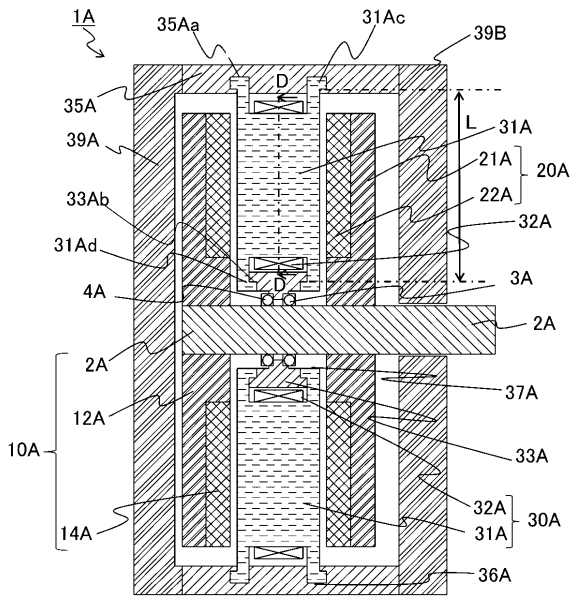


10

20

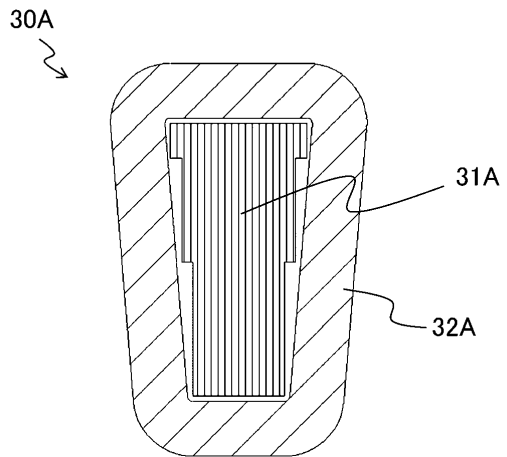
【 図 1 5 】

図15



【 図 1 6 】

図16



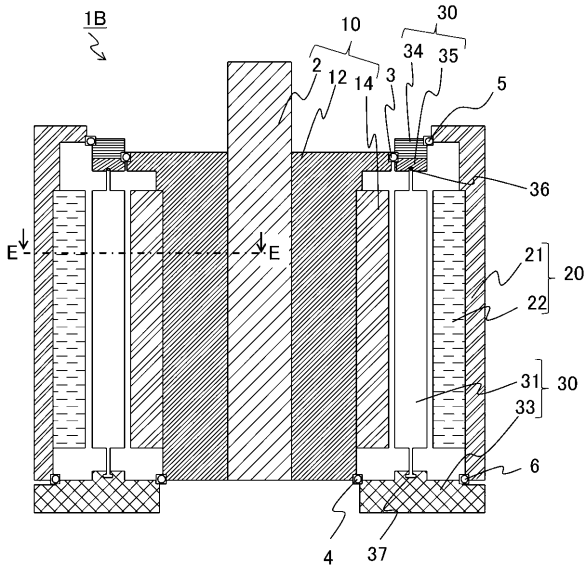
30

40

50

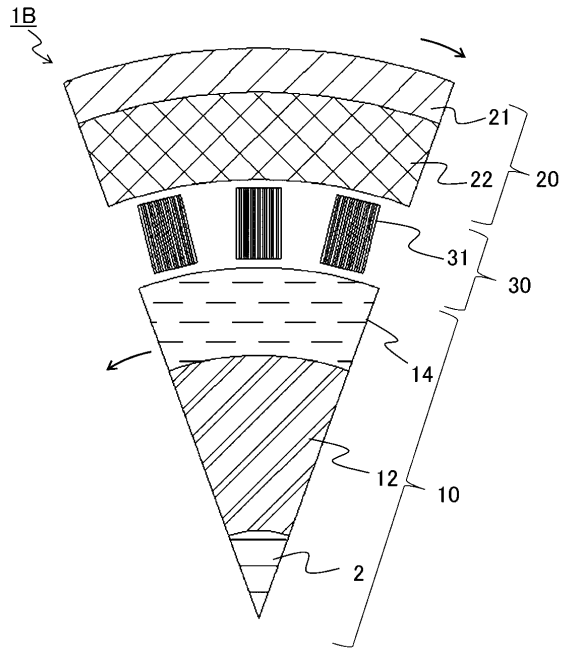
【 17 】

図17



【 18 】

図18

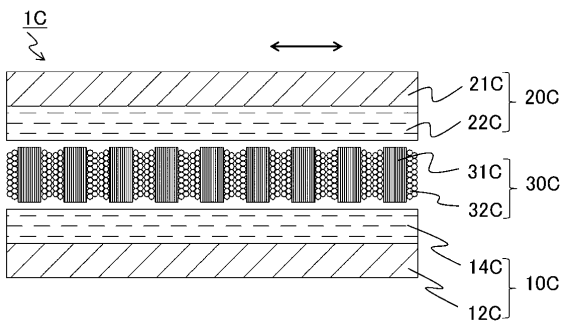


10

20

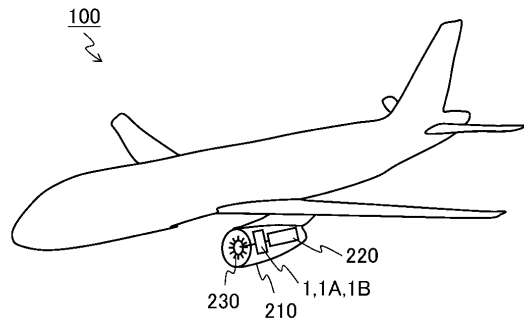
【 19 】

図19



【 20 】

図20



30

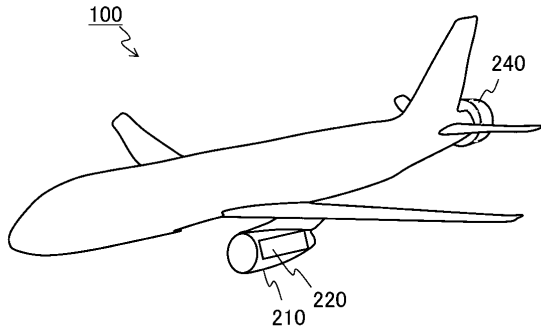
40

50

【 2 1 】

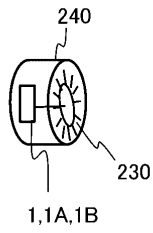
21

21A



10

21B



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 2 5 4 8 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 8 5 9 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 8 5 8 8 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 K 1 / 1 8
H 0 2 K 1 6 / 0 2