

(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2014-18003

(P2014-18003A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
 H02K 9/19 (2006.01) H02K 9/19 A 5H609

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-154845 (P2012-154845)	(71) 出願人	000005522 日立建機株式会社 東京都文京区後楽二丁目5番1号
(22) 出願日	平成24年7月10日 (2012.7.10)	(71) 出願人	502129933 株式会社日立産機システム 東京都千代田区神田練塀町3番地
		(74) 代理人	110000442 特許業務法人 武和国際特許事務所
		(72) 発明者	中原 明仁 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
		(72) 発明者	菊地 聡 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

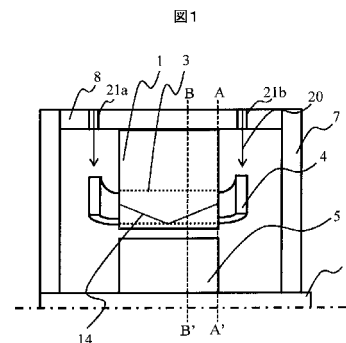
(54) 【発明の名称】 発電電動機およびこれを用いた電動車両

(57) 【要約】

【課題】液体冷媒を用いて巻線を冷却する際に、スロット位置によらずスロットに巻回された巻線の温度を同等に低減する発電電動機を提供すること。

【解決手段】回転軸を有する回転子と、回転子5の外周側にスロットとティースをもつ固定子鉄心1と、スロットに収容されティースに巻回された電機子巻線4と、回転軸6の軸方向両端側に配された電機子巻線4の端部に液体冷媒20を滴下又は噴射する手段21と、を備え、電機子巻線4を収容したスロットの両端部から回転軸の軸方向の中央に向けてそれぞれ下方に傾斜する液体冷媒流路14を設けること。また、液体冷媒流路14は、隣のティースに巻回され且つ同一のスロットに収容された電機子巻線同士の間存する隙間に設け、傾斜した板状体14又はくさび形スペーサである。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転軸を有する回転子と、前記回転子の外周側にスロットとティースをもつ固定子鉄心と、前記スロットに收容され前記ティースに巻回された電機子巻線と、前記回転軸の軸方向両端側に配された前記電機子巻線の端部に液体冷媒を滴下又は噴射する手段と、を備え、

前記電機子巻線を收容したスロットの両端部から前記回転軸の軸方向の中央に向けてそれぞれ下方に傾斜する液体冷媒流路を設けた発電電動機。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、隣のティースに巻回され且つ同一のスロットに收容された電機子巻線同士の間存する隙間に設けた発電電動機。

10

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、傾斜する板状体である発電電動機。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、前記電機子巻線同士の間設けたくさび形状のスペーサである発電電動機。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、前記同一スロット内の電機子巻線同士を前記回転軸の内径側で支持する巻線支持部と前記スペーサを一体で構成した発電電動機。

20

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、前記固定子鉄心の前記軸方向の端部から前記電機子巻線の端部まで延設した発電電動機。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の発電電動機において、

前記液体冷媒流路は、前記軸方向の中央部に、前記液体冷媒を前記回転軸の径方向に流す抜き孔を設けた発電電動機。

30

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載の発電電動機において、

前記電機子巻線は、前記ティースに巻回する代わりに、前記ティースの前記軸方向の両端部から挟み込む分割した巻線ボビンに巻回され、

前記液体冷媒流路は、前記巻線ボビンと一体に設けた発電電動機。

## 【請求項 9】

回転軸を有する回転子、前記回転子の外周側にスロットとティースをもつ固定子鉄心、前記スロットに收容され前記ティースに巻回された電機子巻線、前記回転軸の軸方向両端側に配された前記電機子巻線の端部に液体冷媒を滴下又は噴射する手段、を有する発電電動機と、

40

前記回転軸に連結され前記発電電動機により駆動される油圧ポンプと、

前記油圧ポンプにより駆動される油圧アクチュエータと、

前記発電電動機、前記油圧ポンプ、前記油圧アクチュエータを搭載して、平坦地と傾斜地を走行する走行体と、を備え、

前記電機子巻線を收容したスロットの両端部から前記回転軸の軸方向の中央に向けてそれぞれ下方に傾斜する液体冷媒流路を設け、

前記平坦地において前記走行体上の発電電動機の最上位にある固定子鉄心と、規定される最大傾斜地において前記回転軸周方向の傾きによる前記走行体上の発電電動機の最上位にある固定子鉄心と、とを含めてそれらの固定子鉄心の間の全ての固定子鉄心のスロット

50

に対して、前記液体冷媒流路を設けた電動車両。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の電動車両において、

前記液体冷媒流路は、前記電機子巻線同士の間には設けたくさび形状のスペーサである電動車両。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の電動車両において、

前記液体冷媒流路は、前記同一スロット内の電機子巻線同士を前記回転軸の内径側で支持する巻線支持部と前記スペーサを一体で構成した電動車両。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電電動機およびこれを用いた電動車両に係わり、特に液体冷媒による巻線冷却された発電電動機及びこれを適用した電動車両に関する。

【背景技術】

【0002】

発電電動機などの回転電機は、巻線への通電電流が流れる際の損失により発熱が生じるため、巻線の絶縁の耐熱温度を超過しないような冷却設計がなされている。特に、通電電流が大きい場合には、巻線冷却を空気の循環等で行うと、十分な冷却能力が得られない場合がある。このような際に巻線を冷却する従来方法として油等の液体冷媒を用いる技術があり、液体冷媒による回転電機の巻線の冷却を図 23 に示す。

20

【0003】

図 23 に示す従来方法によると、図示しない液体冷媒を溜めるタンク等から図示しない冷媒通路を通った液体冷媒 20 が、モータケース 8 に設けられた冷媒供給口 21 a 及び 21 b を通して、回転電機内の電機子巻線 4 に滴下される。巻線 4 を除熱した液体冷媒 20 はモータケース 8 の下方に溜まり、冷媒排出口 22 より図示しないポンプ等により加圧送給されるか、回転体（例えば回転子 5 に付設された羽根）によりかき上げられて冷媒通路を循環する。この際、電機子巻線 4 に滴下された液体冷媒 20 は電機子巻線 4 の表面を伝うようにして流れるが、電機子巻線 4 はシャフト 6 の軸方向に概ね平行であるため、大部分の液体冷媒が固定子鉄心 1 の軸方向へ流れることなく鉛直下方へ落下する。

30

【0004】

そこで、液体冷媒を巻線に対して自重により滴下又は圧力を加えて噴射することにより回転電機の冷却を行う場合、十分な量の液体冷媒が巻線各所に掛かるような手法が従来から提案されている。例えば、特許文献 1 には、磁気コア内部に形成した油路を介して噴出口に導き、噴出口をコアのコイル内面に開口して配設することで、各コイルに対して均一な冷却を行うことが開示されている。

【0005】

また、特許文献 2 には、固定子のスロット内部に軸方向に冷媒通路を形成した回転電機において、冷媒通路の断面積を上流側で大きく下流側で小さくして、下流ほど冷媒速度を上昇させることで入口側と出口側の冷却むらを低減することが開示されている。

40

【0006】

また、特許文献 3 には、建設機械車両等に搭載される電動モータの冷却構造において、車両が水平状態で動作するとは限らず、傾斜状態の動作においても冷却機能が損なわれないように、油溜まりに貯留されている冷却油がロータ回転に対する攪拌抵抗として作用しないようにする冷却構造が開示されている。すなわち、回転電機を搭載した車両傾斜状態に対する回転電機の冷却技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009 - 240113 号公報

50

【特許文献2】特開2003-289649号公報

【特許文献3】特開2009-71923号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、図23に示す従来方法による回転電機の巻線冷却では、冷媒供給口21のある鉛直上方より下方へ液体冷媒20を滴下すると、固定子鉄心1の周方向のスロット位置によって巻線への液体冷媒の掛かり方に差が生じ、巻線の温度が不均一となる場合がある。というのも、シャフト6の上方部に配置された固定子鉄心1の各巻線端部にはそれぞれ冷媒供給口が設けられていて、下位の巻線端部への液体冷媒は、該当する冷媒供給口から液体冷媒の外に、上位の巻線端部から洩れて滴下してきた液体冷媒が流れて、液体冷媒の掛かり方に差が生じるのである。巻線温度が不均一になると、巻線の熱伸びの不均一による応力の集中等が生じて巻線破損につながる可能性がある。

10

【0009】

また、上記の特許文献1に示すようにコア内に油路を設けると、粘性の高い冷媒を用いた際の油の圧力損失の増加が生じ、さらに、鉄心加工工数の増加とコスト増加といった課題が生じる。

【0010】

また、上記の特許文献2に示すように、冷媒通路断面積の変化によって流速の変化を得る技術は、巻線スロット内が冷媒で充填される程度の冷媒量を流通させる必要があるため、体格(サイズ)の大きな回転電機では冷媒循環装置が大型化してしまう課題が生じる。

20

【0011】

さらに、上記の特許文献3は、建設機械の上部旋回体駆動用の回転軸が垂直方向の設置である場合の電動モータの巻線冷却構造を開示しているが、建設機械の油圧ポンプ駆動用の電動モータのように電動モータ回転軸が水平方向設置である場合には、車体傾斜時に液体冷媒の掛かり方が垂直方向設置の場合に比べて異なった状態となり、冷却性能の低下や巻線温度の冷却不均一を引き起こす可能性がある。

【0012】

本発明が解決しようとする課題は、液体冷媒を用いて巻線を冷却する際に、固定子鉄心のスロット位置によらず、スロットに巻回された巻線の温度を同等に低減することで冷却性能を向上するとともに、建設機械車両のように車体が傾斜する車両に回転電機としての発電電動機を搭載した場合にも冷却性能が損なわれないようにすることである。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記課題を解決するために、本発明は主として次のような構成を採用する。

回転軸を有する回転子と、前記回転子の外周側にスロットとティースをもつ固定子鉄心と、前記スロットに収容され前記ティースに巻回された電機子巻線と、前記回転軸の軸方向両端側に配された前記電機子巻線の端部に液体冷媒を滴下又は噴射する手段と、を備え、前記電機子巻線を収容したスロットの両端部から前記回転軸の軸方向の中央に向けてそれぞれ下方に傾斜する液体冷媒流路を設けた発電電動機である。

40

【0014】

また、前記発電電動機において、前記液体冷媒流路は、隣のティースに巻回され且つ同一のスロットに収容された電機子巻線同士の間存する隙間に設け、前記液体冷媒流路は、傾斜する板状体又はくさび形状のスペーサである構成である。

【0015】

また、回転軸を有する回転子、前記回転子の外周側にスロットとティースをもつ固定子鉄心、前記スロットに収容され前記ティースに巻回された電機子巻線、前記回転軸の軸方向両端側に配された前記電機子巻線の端部に液体冷媒を滴下又は噴射する手段、を有する発電電動機と、前記回転軸に連結され前記発電電動機により駆動される油圧ポンプと、前記油圧ポンプにより駆動される油圧アクチュエータと、前記発電電動機、前記油圧ポンプ

50

、前記油圧アクチュエータを搭載して、平坦地と傾斜地を走行する走行体と、を備え、前記電機子巻線を収容したスロットの両端部から前記回転軸の軸方向の中央に向けてそれぞれ下方に傾斜する液体冷媒流路を設け、前記平坦地において前記走行体上の発電電動機の最上位にある固定子鉄心と、規定される最大傾斜地において前記回転軸周方向の傾きによる前記走行体上の発電電動機の最上位にある固定子鉄心と、とを含めてそれらの固定子鉄心の間の全ての固定子鉄心のスロットに対して、前記液体冷媒流路を設けた電動車両である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、固定子鉄心のスロットに巻回された巻線を軸方向に亘って略同等に冷却することができ、さらに、スロット位置によらずにスロット毎の巻線の温度を不均一にならないようにすることができる。

10

【0017】

また、エンジンや油圧ポンプを含めた温度環境の厳しい条件をもつ電動車両に発電電動機を適用した場合において、電機子巻線の冷却意義を一層高めることができ、さらに、電動車両の傾斜地での作業においても冷却性能を損なわないようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態1に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。

20

【図2】図1のA-A'断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図3】図1のB-B'断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図4】本発明の実施形態2に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。

【図5】図4のC-C'断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図6】図4のD-D'断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図7】本発明の実施形態3に係る発電電動機における図4のC-C'断面でのスロットの内部構成を示す図である。

【図8】本発明の実施形態3に係る発電電動機における図4のD-D'断面でのスロットの内部構成を示す図である。

30

【図9】本発明の実施形態4に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。

【図10】本発明の実施形態5に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。

【図11】本発明の実施形態6に係る発電電動機における固定子鉄心ティースに取り付けられる巻線ボビンを示す見取図である。

【図12】本実施形態6に関する固定子鉄心ティースに取り付けられた巻線ボビンと巻線を示す見取図である。

【図13】本実施形態6に関する巻線ボビンとこれに付設した傾斜冷媒流路の構造を示す見取図である。

40

【図14】本実施形態6に係る発電電動機の軸方向端部付近での断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図15】本実施形態6に係る発電電動機の軸方向中央付近での断面におけるスロットの内部構成を示す図である。

【図16】本発明の各実施形態で用いる傾斜させた冷媒流路の左半分を示す各種の変形例である。

【図17】本発明の実施形態7に係る電動車両に適用した発電電動機のスロットに設けたスペーサの回転軸周方向の配置を示す図である。

【図18】本実施形態7に係る、発電電動機を適用した電動車両の外観を示す見取り図である。

50

【図 19】本実施形態 7 に係る、発電電動機を適用した電動車両が傾斜地で作業する状況を表す図である。

【図 20】本実施形態 7 に係る、発電電動機を適用した電動車両におけるエンジン室の断面構成図である。

【図 21】本発明の実施形態に係る発電電動機本体における各構成要素を示す分解図である。

【図 22】本発明の実施形態に係る発電電動機の巻線端部に向けて液体冷媒をエンドブラケットから噴射する構成例を示す図である。

【図 23】本発明の実施形態に係る発電電動機の巻線端部に向けて液体冷媒をモータケースから滴下する構成例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の実施形態に係る回転電機としての発電電動機の概要について、まず、図 21 ~ 図 23 を参照しながら説明する。図 21 ~ 図 23 において、1 は固定子鉄心、4 は電機子巻線、5 は回転子、6 はシャフト、7 はエンドブラケット、8 はモータケース、20 は液体冷媒、21a, 21b は冷媒供給口、22 は冷媒排出口、23a, 23b は冷媒噴射孔、35 はオイルシール、36 はリング、をそれぞれ表す。

【0020】

図 21 は、回転子 5 に界磁源としての永久磁石を有し、固定子鉄心 1 に電機子巻線 4 を有してこの電機子巻線 4 に液体冷媒 20 を噴射して冷却を行う発電電動機の本体構成を示す図である。図 21 に示す発電電動機の本体には、回転子 5 の同心外径側に電機子巻線 4 を巻回した固定子鉄心 1 が配置され、固定子鉄心 1 の外径側にモータケース 8 が配置されている。

20

【0021】

また、図 21 と図 22 を参照すると、シャフト 6 の軸方向両端側には、液体冷媒 20 を噴射する冷媒噴射孔 23a, 23b を設けたリング 36 が設けられている。エンドブラケット 7 に設けられた冷媒経路を通じて供給された液体冷媒 20 が発電電動機の電機子巻線 4 に向けて噴射される。噴射された冷媒 20 はモータケース 8 の下方から冷媒排出口 22 を経て図示しないタンクに溜められた後、図示しない外部ポンプを経て、エンドブラケット 7 の冷媒経路に至る。また、エンドブラケット 7 のシャフト 6 が貫通する位置にはオイルシール 35 が設けられている。

30

【0022】

なお、本発明の実施形態に係る発電電動機の構成例としては、図 22 に示すように、ポンプなどで圧力を加えた液体冷媒を側方から巻線に向けて噴射する構成のものでもよく、また、この構成例に限らず、図 23 に示すように、巻線端部の両側に又は片側に、上方から液体冷媒を滴下する構成のものであってもよい。さらに、発電電動機の回転子に付設した羽根によってモータケース 8 の下方に貯められた液体冷媒をかき上げて巻線端部に注ぐ構成に対しても本発明の実施形態を適用することができる。

【0023】

そして、本発明の実施形態に係る発電電動機の特徴を端的に云えば、固定子鉄心のスロットに巻回された巻線を軸方向に亘ってむら無く冷却して冷却効果を高めることであり、さらに、最上位のスロットから下方のスロットに亘ってそれぞれのスロットに巻回された巻線同士で温度分布に偏りが出ないようにすることである。

40

【0024】

また、本発明の実施形態に係る、発電電動機適用の電動車両の特徴を端的に言えば、発熱源であるエンジンや油圧ポンプに発電電動機が連結されていることに伴って、巻線の回転軸軸方向の略同等な冷却と回転軸周方向の巻線同士の冷却における冷却意義とその必要性を一層高めることにつながっており、さらに、電動車両が傾斜地で稼働又は作業するのに伴って、特に回転軸周方向の巻線同士を偏り無く冷却するようにしたものである。

【0025】

50

そして、本発明の実施形態に係る発電電動機とこれを適用した電動車両の具体的な構成とその効果については、以下の各実施形態で詳述する。

【0026】

「実施形態1」

本発明の実施形態1に係る発電電動機について、図1、図2、図3、図16を参照しながら以下説明する。図1は本発明の実施形態1に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。ただし、図23に一点鎖線で示した中心線より上方の領域を示している。また、図2と図3は、それぞれ図1のA-A'断面、B-B'断面におけるスロットの内部構成を示す図であり、回転子は図示していない。

【0027】

固定子鉄心1はティース2とスロット3を有し、スロット3に納められた電機子巻線4a, 4a'がティース2aに、電機子巻線4b, 4b'はティース2bに、それぞれ巻回されている。図2と図3において、絶縁シート12は巻線4の絶縁を図るシートであり、巻線支持部13は、巻線4をスロット3の適宜位置に支持するためのものであり、挿し木とも称される。

【0028】

図示しない液体冷媒を溜めるタンク等から図示しない冷媒通路を通った液体冷媒20がモータケース8に設けられた冷媒供給口21aおよび21bを通して発電電動機内の電機子巻線4の両端部に滴下される。電機子巻線4を除熱した液体冷媒20はモータケース8の下方に溜まり、冷媒排出口22(図23を参照)より図示しないポンプ等により加圧されて冷媒通路を循環する。

【0029】

ここで、本実施形態1では、固定子鉄心1のスロット3内に傾斜板14を設けることが特徴の1つである。傾斜板14は、スロット3内の電機子巻線4aと4bとの間に設けられ、固定子鉄心1の軸方向端部から中央に向かって傾斜している。図2(A-A'断面)では発電電動機の径方向外周側に、図3(B-B'断面)では発電電動機の径方向内周側に、それぞれ位置している。

【0030】

図1に示す例によると、傾斜板14は軸方向の中央部が最も低位となるように傾斜している。傾斜板14は固定子鉄心1の最上位の外に少なくともその両隣のスロット3に設けられる。なお、シャフト6の上位に位置するすべてのスロット3に同様な形状の傾斜板14を設けてもよい。傾斜板14は、図2の例で言えば、巻線4aと4bの間に従来から存在する空きスペースを有効活用して当該スペースに設置している。また、傾斜板14は樹脂等の絶縁体から構成するのが電気絶縁性の点で望ましい。

【0031】

巻線の端部に滴下(図1)又は巻線に向けて噴射(図22)されて、軸方向へ導入された液体冷媒は、スロット3内において、傾斜板14と絶縁シート12との間隙、絶縁シート12と巻線支持部13との間隙を経て、発電電動機の内径側(回転子側)に流れ抜ける。間隙を流れ抜ける流量よりも流入量が多い場合には、流路内で対流し巻線両端部より流れ抜ける経路を取る。ここで、流路内での対流というのは、図1を参照すると、V字形の傾斜板14の最底部において巻線発熱で温められた液体冷媒が対流で上昇してそれぞれの端部に戻る現象を云う。

【0032】

本実施形態の構成により、電機子巻線4を伝って流れた液体冷媒は傾斜板14を通して固定子鉄心1の軸方向中央へ導入される。これにより、電機子巻線4を伝う液体冷媒の量が増加し、冷却能力が向上する。本実施形態によれば、巻線4aと4bの間に形成された空きスペースの有効活用の外に、V字形の傾斜板による対流現象に因って冷却性能がさらに向上する。

【0033】

また、本実施形態で採用した傾斜させた冷媒流路については、図1に示すようなV字形

10

20

30

40

50

状のような一定の角度を持つ傾斜の他に、図16に示すような、(a)途中までは平坦でそれから傾斜をつけるもの、(b)途中から傾斜角度を変更するもの、(c)最初は曲率を小にし途中から曲率を大きくするもの、(d)最初は曲率を大きくし途中から曲率を小さくするもの、などいずれでも構わない。図16は本発明の各実施形態で用いる、巻線両端部間で傾斜させた冷媒流路の左半分を示す各種の変形例である。

【0034】

冷媒流路の傾斜形状として、図1のものか、図16のいずれかを選定するかは、液体冷媒の粘性や冷媒流路からの洩れ量や巻線発熱量などを勘案して決定すればよい。また、傾斜板14の最底部が軸方向の中央部として説明したが、これに限らず、中央部からずれた位置が最底部であってもよく、最底部が一点の箇所に限らず、多少幅のある平坦部であってもよい。

10

【0035】

上述した図16に示す各種の変形例は、本発明の実施形態1に限らず、以下に述べる実施形態にも適用可能である。

【0036】

図1に示すように、本実施形態1における傾斜板14が、巻線4の両端部側から回転軸方向の中央に向けてそれぞれ下傾斜した形状を有しているため、巻線両端部又は片端部に滴下した液体冷媒は、傾斜板14のガイドによって巻線を伝って流れるので巻線の軸方向に亘って略同等にむら無く巻線冷却をすることができる(傾斜板を設けない従来例では、巻線端部に滴下した液体冷媒は、当該巻線の中央部に流れることが少なく、その大部分は下位の巻線端部に漏れ流れてしまう)。

20

【0037】

図2と図3に示すように、最上位に位置するスロット以外にも傾斜板14を設けることによって、滴下又は噴射された液体冷媒は、ほとんど全て、対応する傾斜板のある巻線に流れ込むので、傾斜板14を設けたスロットに巻回された巻線同士は略同等な冷却効果が期待できる(傾斜板を設けない従来例では、より上位の巻線端部から漏れ流れてきた下位の巻線端部にはより多くの液体冷媒が降り注ぐことになり、冷却効果に差が出ることになる)。以上述べた巻線への冷却効果は、以下に示す実施形態でも共通して奏する効果である。

【0038】

30

「実施形態2」

本発明の実施形態2に係る発電電動機について、図4、図5、図6を参照しながら以下説明する。図4は本発明の実施形態2に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。ただし、図23に一点鎖線で示した中心線より上方の領域を示している。また、図5と図6は、それぞれ図4のC-C'断面、D-D'断面におけるスロットの内部構成を示す図であり、回転子は図示していない。

【0039】

ここで、本実施形態2では、固定子鉄心1のスロット3内にスペーサ11を設けることが特徴の1つである。スペーサ11は、図5の図示例で断面が三角形形状を示したものであり、スロット3内の電機子巻線4aと4bとの間に設けられ、スペーサ11の上面が固定子鉄心1の軸方向端部から軸方向中央に向かって傾斜するくさび型の形状であり(図4を参照)、図5(C-C'断面)に比べて、図6(D-D'断面)に示すくさびの断面積が、軸方向の中央に向かう傾斜形状によって縮小している。スペーサ11は樹脂等の絶縁体から構成するのが電気絶縁性の観点で望ましい。その他の構成は実施形態1と同様である。

40

【0040】

本実施形態2の構成により、電機子巻線4の両端部に導入された液体冷媒はスペーサ11の上面を通過して固定子鉄心1の軸方向中央へ導かれる。このような冷媒流路の形成によって、電機子巻線4を伝って流れる液体冷媒の量が増加し、冷却能力が向上する。

【0041】

50

また、図4～図6に示すように、スペーサ11によりスロット3内における冷媒流路を形成することで、スロット3内の巻線4と絶縁シート12の支持、固定を容易にするとともに、巻線4と絶縁シート12の位置ずれなどを防いで冷媒流路面積を確実に保持することができる。

【0042】

「実施形態3」

本発明の実施形態3に係る発電電動機について、図4、図7、図8を参照しながら以下説明する。図4は本発明の実施形態3に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。また、図7と図8は、それぞれ図4のC-C'断面、D-D'断面におけるスロットの内部構成を示す図であり、回転子は図示していない。

10

【0043】

ここで、本実施形態3では、固定子鉄心1のスロット3内に巻線支持部一体型スペーサ31を設けることが特徴の1つである。巻線支持部一体型スペーサ31は、スロット3内の電機子巻線4aと4bとの間に介在する凸部形状を有するとともに、内径側では巻線を支持する平坦形状を有するものである。この凸部形状の上面が固定子鉄心の軸方向両端から軸方向中央に向かって傾斜する形状であり、図7(C-C'断面)に比べて、図8(D-D'断面)に示す凸部形状の断面積が、軸方向の中央に向かう傾斜形状によって縮小している。この巻線支持部一体型スペーサ31は樹脂等で形成するのが望ましい。その他の構成は実施形態2と同様である。

【0044】

20

本実施形態3の構成により、電機子巻線4の両端部に導入された液体冷媒は巻線支持部一体型スペーサ31の凸部形状の上面を面を通して固定子鉄心1の軸方向中央へ導かれる。このような冷媒流路の形成によって、電機子巻線4を伝って流れる液体冷媒の量が増加し、冷却能力が向上する。

【0045】

また、図7と図8に示すように、巻線支持部一体型スペーサ31によりスロット3内における冷媒流路を形成することで、スロット3内の巻線4と絶縁シート12の支持、固定を容易にするとともに、巻線4と絶縁シート12の位置ずれなどを防いで冷媒流路面積を確実に保持することができる。

【0046】

30

また、本実施形態3では、巻線支持部とスペーサを一体にすることで部品点数を削減でき、従来の発電電動機からのコスト増加を伴うことなく実現することができる。

【0047】

「実施形態4」

本発明の実施形態4に係る発電電動機について図9を参照しながら以下説明する。図9は本発明の実施形態4に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。ただし、図23に一点鎖線で示した中心線より上方の領域を示している。

【0048】

40

ここで、本実施形態4は、図1～図3に示す実施形態1と比べると、固定子鉄心1のスロット3内で電機子巻線4aと4bとの間に傾斜板14を設け、この傾斜板14が固定子鉄心1の軸方向両端から中央に向かって傾斜する構造であることについて、実施形態1と共通している。本実施形態4が実施形態1と異なる点は、傾斜板14が固定子鉄心1の両端部で固定子鉄心1よりも軸方向両端方向に延設していることである。固定子鉄心1からはみ出た巻線端部の互いに隣接する巻線端部同士の間には隙間が存在しており、本実施形態4はこの隙間に傾斜板14が設置される構造である。この傾斜板14は樹脂等の絶縁体から構成するのが望ましい。その他の構成は実施形態1と同様である。

【0049】

本実施形態4の構成により、電機子巻線4を伝って流れる液体冷媒に加えて、滴下された液体冷媒が延設した傾斜板14により受け止められて固定子鉄心1の軸方向中央へ導かれる。これにより、電機子巻線4に沿う液体冷媒の量がさらに増加し、冷却能力が向上す

50

る。

【0050】

本実施形態4においては、傾斜板が実施形態1の傾斜板14の両端に延長した例を示したが、実施形態2のスペーサ11又は実施形態3の巻線支持部一体型スペーサ31の両端を延長する変形例であっても、本実施形態4の傾斜板と同様の効果を得ることができる。

【0051】

「実施形態5」

本発明の実施形態5に係る発電電動機について図10を参照しながら以下説明する。図10は本発明の実施形態5に係る発電電動機における液体冷媒の流れ通路を示す断面図である。ただし、図23に一点鎖線で示した中心線より上方の領域を示している。

10

【0052】

ここで、本実施形態5は、図4～図6に示す実施形態2と比べると、固定子鉄心1のロット3内にスペーサ11を設けることについて、実施形態2と共通している。本実施形態5が実施形態2と異なる点は、固定子鉄心1の中央部に液体冷媒抜き孔15を設けることである。

【0053】

本実施形態5の構成により、電機子巻線4を伝って流れる液体冷媒に加えて、滴下された液体冷媒はスペーサ11の上面を通して固定子鉄心1の軸方向中央へ導入され、次いで、液体冷媒抜き孔15から内径側へ至り、回転子5に滴下する。これにより、回転子5に渦電流損などに起因して発熱が生じる場合においても、液体冷媒による冷却が可能である。

20

【0054】

また、電機子巻線4の発熱を受けて高温となった液体冷媒がロット内で滞留することを防ぐことができる。

【0055】

「実施形態6」

本発明の実施形態6に係る発電電動機について、図11～図15を参照しながら以下説明する。図11は本発明の実施形態6に係る発電電動機における固定子鉄心ティースに取り付けられる巻線ボピンを示す見取図である。図12は本実施形態6に関する固定子鉄心ティースに取り付けられた巻線ボピンと巻線を示す見取図である。図13は本実施形態6に関する巻線ボピンとこれに付設した傾斜冷媒流路の構造を示す見取図である。図14は本実施形態6に係る発電電動機の軸方向端部付近での断面におけるロット構成を示す図である。図15は本実施形態6に係る発電電動機の軸方向中央付近での断面におけるロット構成を示す図である。

30

【0056】

図11によると、固定子鉄心を回転軸周方向に1ティース毎にロットの位置において分割した固定子構造と、1つのティースに取り付けられる巻線ボピン32と、が示されている。巻線ボピン32は回転軸の軸方向において2分割され、軸方向から挟み込む形でティース2に取り付けられる。図12は、電機子巻線4を巻回した巻線ボピン32をティース2に取り付けた状態を示している。

40

【0057】

本実施形態6では、図13に示すように、巻線ボピン32を設けることと、巻線ボピン32に傾斜冷媒流路33を付設することが特徴の1つとなっている。本実施形態6における軸方向の鉛直断面図を図14と図15に示す。図14は、本実施形態6における軸方向端部付近でのロット構成を示す図であり、回転軸の径方向の外径側に傾斜冷媒流路33が位置している。一方、図15は本実施形態6における軸方向中央付近でのロット構成を示す図であり、図14に比べて、回転軸の径方向の内径側に傾斜冷媒流路33が位置している。

【0058】

本実施形態6の構成により、電機子巻線4を伝って流れた液体冷媒は傾斜冷媒流路33

50

を通過して固定子鉄心 1 の軸方向中央へ導かれる。これにより、電機子巻線 4 を伝って流れる液体冷媒の量がさらに増加し、冷却能力がさらに向上する。また、本実施形態 6 のように巻線ボビン 3 2 と一体で傾斜冷媒流路 3 3 を構成することによって、部品点数が削減され、組み立てが容易となる。

#### 【 0 0 5 9 】

##### 「実施形態 7」

本発明の実施形態 7 に係る、発電電動機を適用した電動車両について、図 1 7 ~ 図 2 0 を参照しながら以下説明する。まず、本発明の実施形態 7 に係る電動車両について、図 1 8 ~ 図 2 0 を参照しながら以下説明する。図 1 8 は本実施形態 7 に係る発電電動機を適用した電動車両の外観を示す見取り図であり、図 1 9 は本実施形態 7 に係る発電電動機を適用した電動車両が傾斜地で作業する状況を表す図であり、図 2 0 は本実施形態 7 に係る発電電動機を適用した電動車両におけるエンジン室の断面構成図である。

10

#### 【 0 0 6 0 】

図 1 8 ~ 図 2 0 において、電動車両（油圧ショベル）は、走行体 4 1 と、走行体 4 1 上に旋回可能に設けた旋回体 4 2 と、旋回体 4 2 の前方左側に設けた運転室 4 3 と、旋回体 4 2 上に横置きに配置したエンジン室 4 4 と、旋回体 4 2 の後部に設けたカウンタウエイト 4 5 と、旋回体 4 2 の前部に設けられ、ブーム 4 6 1、アーム 4 6 2、及びバケット 4 6 3 からなる多関節型フロント装置 4 6 と、から構成されている。

#### 【 0 0 6 1 】

走行体 4 1 は、左右に無限軌道履帯 4 1 1 を備えていて、それぞれ走行用モータ 4 1 2 の駆動力によって駆動される。エンジン室 4 4 及び多関節型フロント装置 4 6 等を備えた旋回体 4 2 は、旋回体 4 2 の中心部に設けた不図示の旋回用モータ（本実施形態に係る発電電動機 5 0 とは別のもの）により走行体 4 1 に対して旋回される。多関節型フロント装置 4 6 を構成するブーム 4 6 1、アーム 4 6 2 及びバケット 4 6 3 は、それらにそれぞれ設けたブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダ 4 7 によって駆動動作される。

20

#### 【 0 0 6 2 】

上述した各種シリンダ 4 7、走行用モータ 4 1 2 及び旋回モータは、油圧アクチュエータを用いており、運転室 4 3 内の操作者による操作に応動して、エンジン室 4 4 内のエンジン 5 1 及び / 又は発電電動機 5 0 によって駆動される油圧ポンプ 5 2 からの圧油を制御する制御弁装置からの圧油により、駆動されるようになっている。

30

#### 【 0 0 6 3 】

ここで、発電電動機 5 0 は、図 1 ~ 図 1 7 に示す構成のものを用い、油圧ポンプ 5 2 の駆動源として電動車両に適用されるものであり、発電電動機 5 0 に対して、フライホイール 5 1 1 と内燃機関部 5 1 2 からなるエンジン 5 1 と、ギヤ 5 2 1 と油圧機構部 5 2 2 からなる油圧ポンプ 5 2 とが、シャフト 6 を介在して配設される。すなわち、本実施形態に使用される発電電動機 5 0 が、エンジン 5 1 と油圧ポンプ 5 2 に挟まれて配設される構成である。なお、エンジン 5 1 は必須構成でなくてもよく、電動車両は発電電動機 5 0 と油圧ポンプ 5 2 とが構成されたものであってもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

エンジン室 4 4 は、エンジン 5 1 と、発電電動機 5 0 と、油圧ポンプ 5 2 とを備えているが、それ以外に、エンジン 5 1 の冷却水を冷却するラジエータ 5 6 と、ラジエータ 5 6 を冷却する冷却風 P を生起する冷却ファン 5 7 と、空気流（冷却風）P を取り入れ冷却ファン 5 7 に導入する吸込口 7 0 と、空気流 P を外部に排出する吐出口 7 1 と、吸音体 7 2 と、エンジン 5 1 の回転を冷却ファン 5 7 に伝達するクランク軸 5 8、ファンベルト 5 9、補助回転軸 6 0 と、エンジン 5 1 を設置する振動減衰手段 5 5、フレーム 5 4 と、エンジン 5 1 からの排気ガスを消音するマフラー 7 3 と、各構成要素を覆うカバー（上カバー 5 3 1、吸込側横カバー 5 3 2、下カバー 5 3 3、吐出側横カバー 5 3 4）と、を主として備えている。このように、本実施形態 7 に係る発電電動機 5 0 は、電動車両において旋回体 4 2 上のエンジン室 4 4 に図 2 0 に示すように各構成要素と関連して配置されるもの

40

50

である。

【 0 0 6 5 】

本実施形態 7 に係る発電電動機を適用した電動車両は、図 1 9 に示すように、傾斜地 4 9 で掘削作業をする場合に、まず傾斜地 4 9 上を走行体 4 1 が上昇していき、次いで旋回体 4 2 を旋回させてエンジン室 4 4 を横向きに配置させて作業を実施する。図 1 9 に示す作業例では、本実施形態 7 に係る電動車両は、適用された発電電動機のシャフト（回転軸）6 が、その周方向に傾きその軸方向には水平である状態である。電動車両は、回転軸の周方向の傾きに限らず、回転軸の軸方向に傾いて作業する場合も当然にあり得る。

【 0 0 6 6 】

図 2 0 に示す電動車両における発電電動機 5 0 は、発熱源であるエンジン 5 1 と油圧ポンプ 5 2 との間に挟まれていて高温の温度環境下に設置されているので、発電電動機の電機子巻線の冷却を実施する必要性が希求され、冷却の必然性が生じている。一方で、電動車両は、傾斜地で稼働又は作業を行うものであることからすると、電動車両に搭載された発電電動機が傾斜した場合にも平坦地と同様な冷却効果が期待されるのである。

【 0 0 6 7 】

上述した高温環境下と傾斜地での稼働又は作業において、ともに電機子巻線の冷却効果を奏させるためには、実施形態 1 の最後尾に記述した、巻線の端部から軸方向の中央に向かって傾斜冷媒流路を構成すること、並びに回転軸周方向の最上位スロットとそれより下方のスロットにも上記の傾斜冷媒流路を構成すること、の 2 つの構成が必要十分条件となるのである。すなわち、本実施形態 7 に係る電動車両に対して上記の 2 つの構成を用いることが最適例となる。

図 1 7 は、本実施形態 7 に係る電動車両に適用した発電電動機のスロットに設けたスペーサの回転軸周方向の配置を示す図である。電動車両（例えば、油圧ショベル）に発電電動機を搭載する場合に、発電電動機は、図 2 0 に示すように油圧ポンプ 5 2 を駆動するために油圧ポンプ 5 2 と連結されており、発電電動機の回転軸であるシャフト 6 が、電動車両の平地作業状態では概ね水平となるように車両に搭載される。しかし、電動車両は平地に限らず、図 1 9 に示すように傾斜地 4 9 においても作業することがあり、電動車両はその傾斜角度として最大 3 0 度で作業可能であることが標準的な規定である。

【 0 0 6 8 】

図 1 7 の図示例では、シャフト 6 の周方向の傾きが最大 3 0 度であることを想定して、発電電動機のスロット構成を説明する。この図示例では、鉛直軸  $e - e'$  から 4 5 度以内のスロット 3 a , 3 b , 3 c に、実施形態 2 に示すようなスペーサ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c を設けることを示している。この図示例であれば、固定子の全周 3 6 0 度に対してスロットが 1 2 個であるので 1 スロットが 3 0 度であり、電動車両が 3 0 度傾いても最上位位置に対応するスロットには最低限必ずスペーサ 1 1 a 又は 1 1 c が設けられていることになる。なお、電動車両において、図 5 に示すスペーサ 1 1 または図 7 に示す巻線支持部一体型スペーサ 3 1 をスロットに設置することは、電動車両が走行して振動を伴うことを考慮すると、巻線の保持状態を維持する上で効果的である。

【 0 0 6 9 】

なお、上述のようにスペーサを設ける範囲を 4 5 度に限らず、電動車両の最大傾斜角度 + 5 ~ 2 0 度としてもよい。さらに、回転軸 6 の上位に位置するすべてのスロットに実施形態 2 に示すようなスペーサを設けることによって、電動車両の最大角度の傾きの場合にも冷却能力の維持を目指しても良い。

【 0 0 7 0 】

なお、電動車両の傾きは、上述したような回転軸 6 の周方向の傾きに限らず、回転軸 6 の軸方向の傾きも考えられる。巻線端部間に設けられた傾斜冷媒流路はその中央部分が最下位の位置を占めるように形成されているので、回転軸の軸方向が傾いても液体冷媒は冷媒流路に溜まるようになって、巻線の冷却機能を果たすこととなる。

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、本実施形態 7 では電動車両が傾斜地で作業する場合においても、

電機子巻線 4 を伝って流れた液体冷媒はスペーサ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c 上面を通過して固定子鉄心 1 の軸方向中央へ導かれる。したがって、電動車両の車体が傾斜する建設機械車両（例えば油圧ショベル）のような車両に搭載された場合においても、冷却能力を維持することができる。

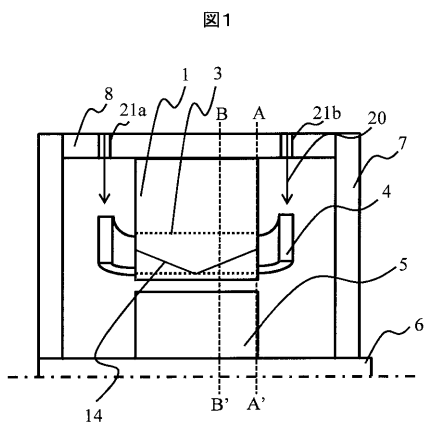
【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

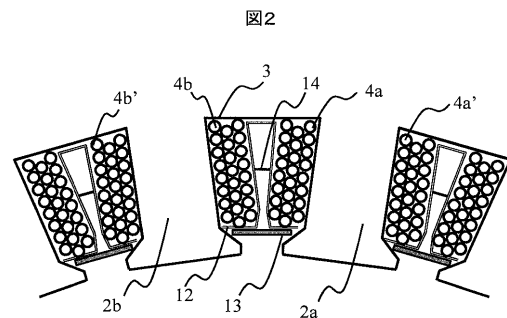
1	固定子鉄心	
2 , 2 a , 2 b	ティース	
3 , 3 a , 3 b , 3 c	スロット	
4 , 4 a , 4 b , 4 a ' , 4 b '	電機子巻線	10
5	回転子	
6	シャフト	
7	エンドブラケット	
8	モータケース	
1 1 , 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c	スペーサ	
1 2	絶縁シート	
1 3	巻線支持部（挿し木）	
1 4	傾斜板	
1 5	液体冷媒抜き孔	
2 0	液体冷媒	20
2 1 a , 2 1 b	冷媒供給口	
2 2	冷媒排出口	
2 3 a , 2 3 b	冷媒噴射孔	
3 1	巻線支持部一体型スペーサ	
3 2	巻線ボビン	
3 3	傾斜冷媒流路	
3 5	オイルシール	
3 6	リング	
4 1	走行体	
4 1 1	無限軌道履帯	30
4 1 2	走行用モータ	
4 2	旋回体	
4 3	運転室	
4 4	エンジン室	
4 5	カウンタウエイト	
4 6	多関節型フロント装置	
4 6 1	ブーム	
4 6 2	アーム	
4 6 3	バケット	
4 7	シリンダ	40
4 9	傾斜地	
5 0	発電電動機	
5 1	エンジン	
5 1 1	フライホイール	
5 1 2	内燃機関部	
5 2	油圧ポンプ	
5 2 1	ギヤ	
5 2 2	油圧機構部	
5 3 1	上カバー	
5 3 2	吸込側横カバー	50

- 5 3 3 下カバー
- 5 3 4 吐出側横カバー
- 5 4 フレーム
- 5 5 振動減衰手段
- 5 6 ラジエータ
- 5 7 冷却ファン
- 5 8 クランク軸
- 5 9 ファンベルト
- 6 0 補助回転軸
- 7 0 吸込口
- 7 1 吐出口
- 7 2 吸音体
- 7 3 マフラー
- P 空気流 (冷却風)

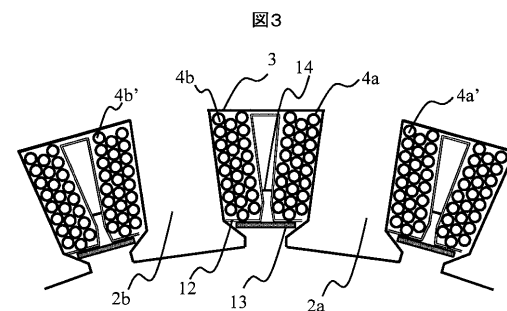
【 図 1 】



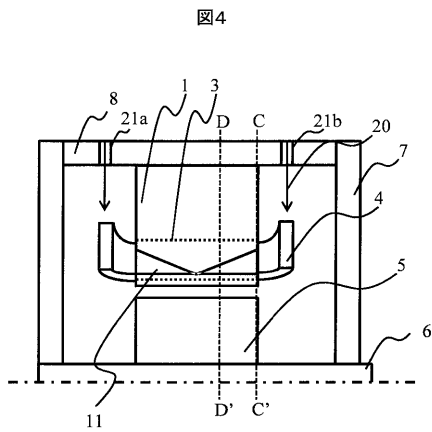
【 図 2 】



【 図 3 】

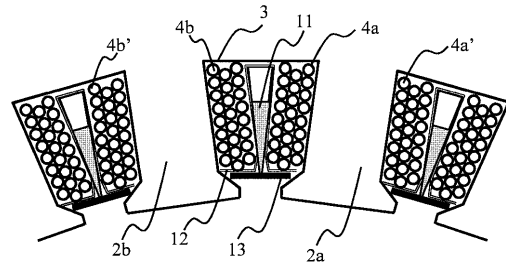


【 图 4 】



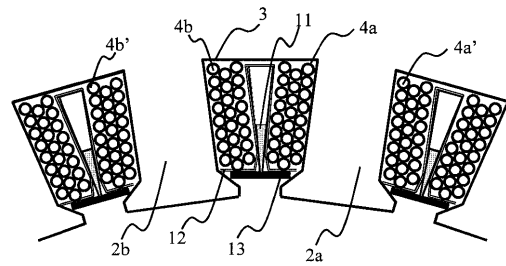
【 图 5 】

图5



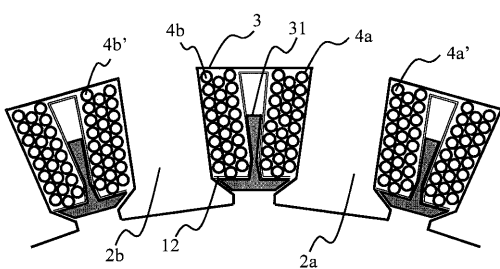
【 图 6 】

图6



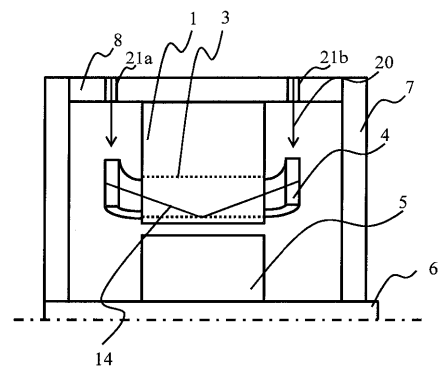
【 图 7 】

图7



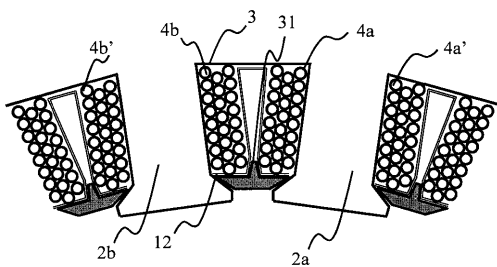
【 图 9 】

图9



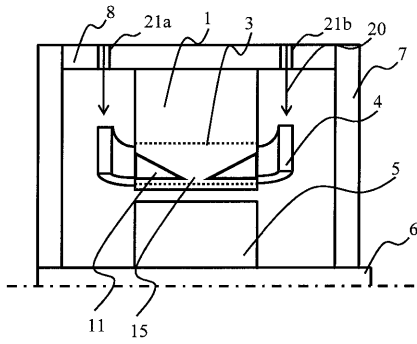
【 图 8 】

图8



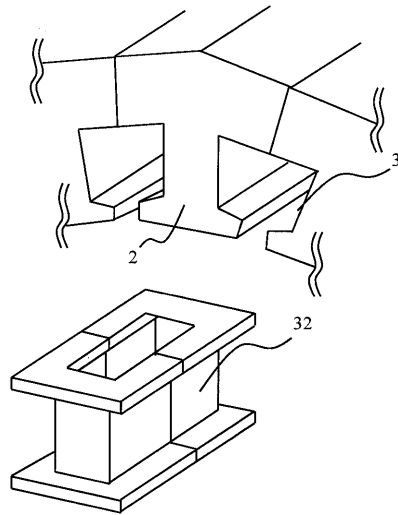
【 図 1 0 】

図10



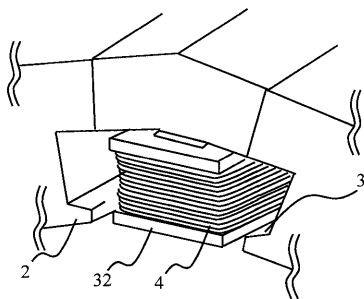
【 図 1 1 】

図11



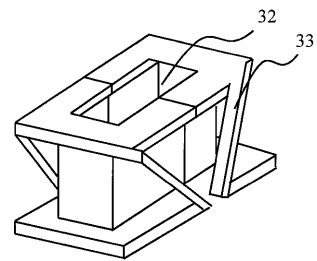
【 図 1 2 】

図12



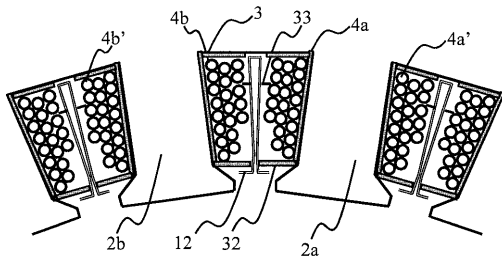
【 図 1 3 】

図13



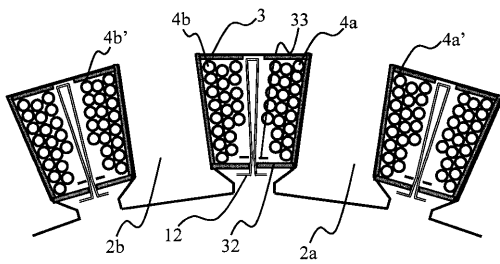
【 図 1 4 】

図14



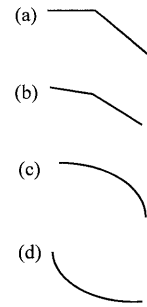
【 図 1 5 】

図15



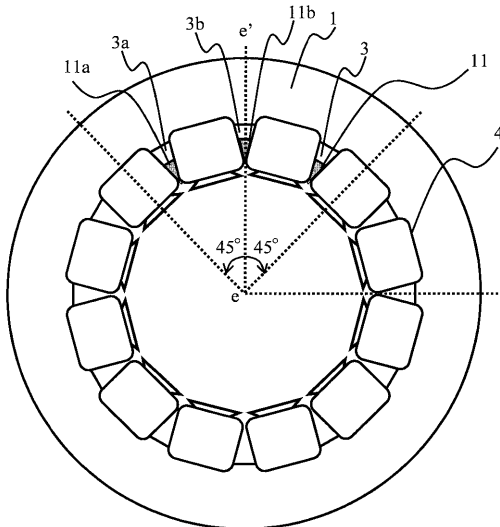
【 図 1 6 】

図16



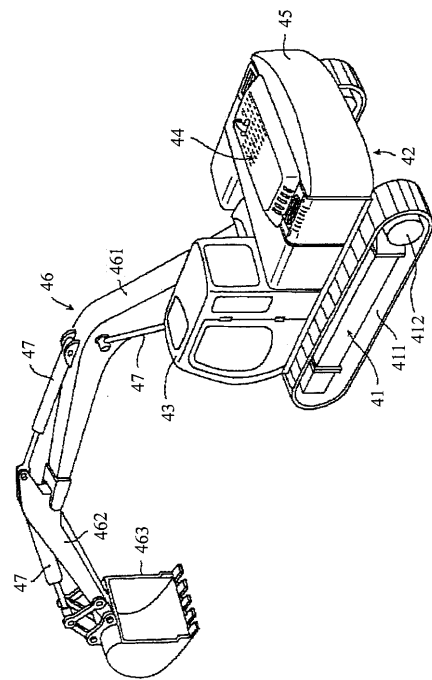
【 図 1 7 】

図17

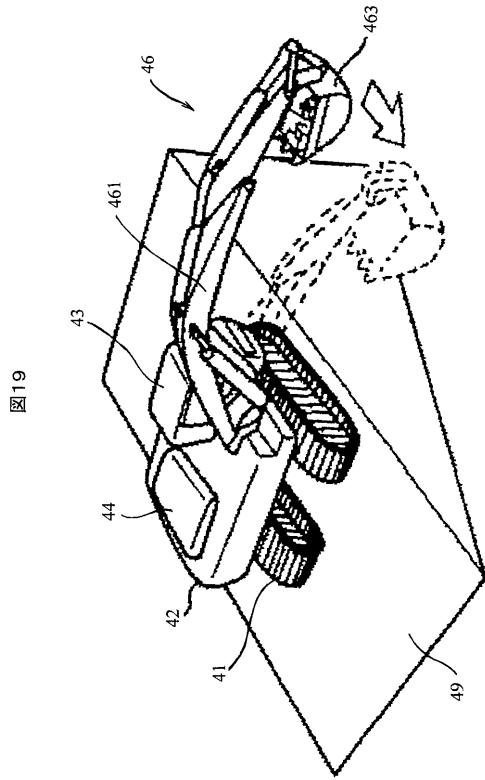


【 図 1 8 】

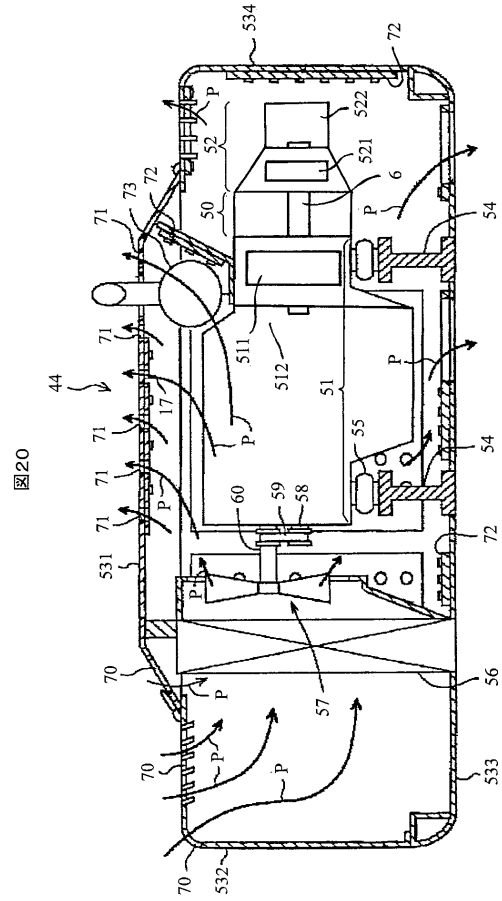
図18



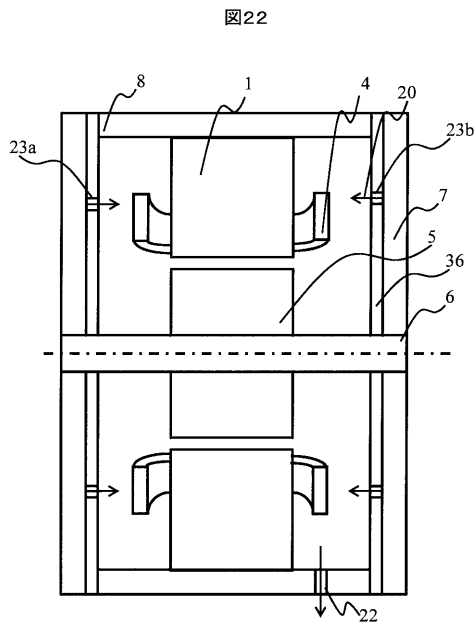
【 図 1 9 】



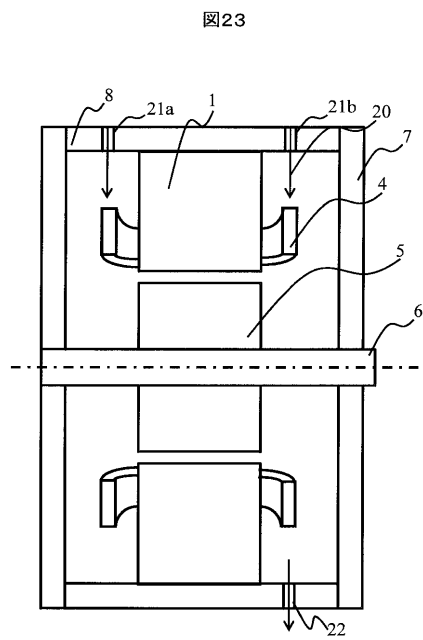
【 図 2 0 】



【 図 2 2 】

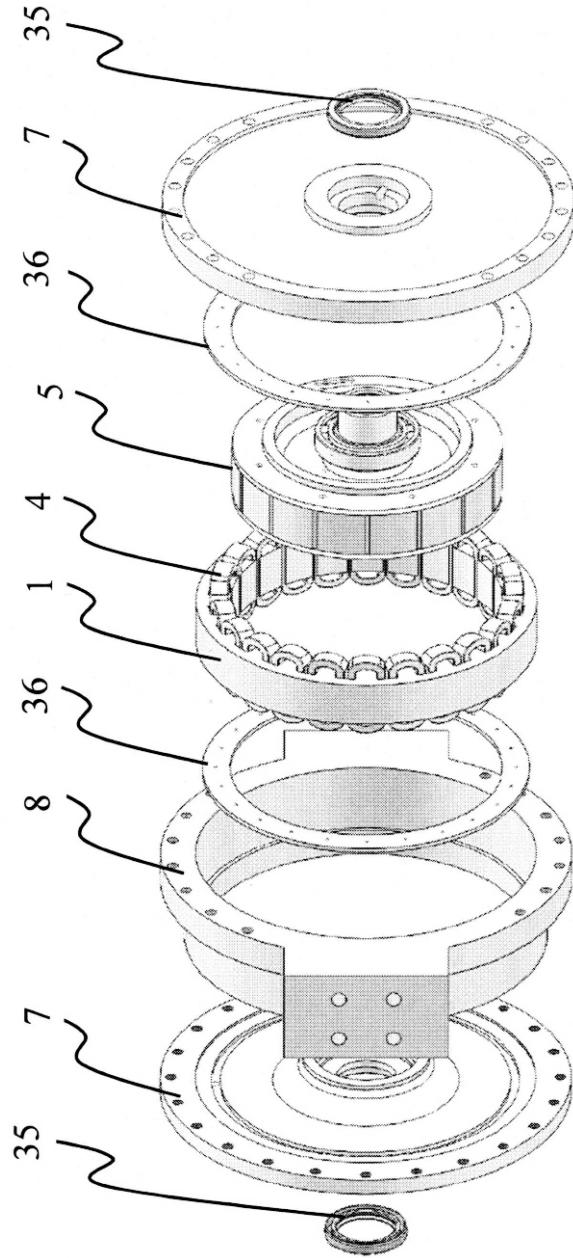


【 図 2 3 】



【 図 2 1 】

図21



---

フロントページの続き

- (72)発明者 沢田 逸郎  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 石田 誠司  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 石島 真  
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社内
- (72)発明者 三好 努  
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内
- Fターム(参考) 5H609 BB01 BB19 PP02 PP09 QQ01 QQ20 RR12 RR26 RR44