

(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2014-135876

(P2014-135876A)

(43) 公開日 平成26年7月24日(2014.7.24)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H02P 6/08	(2006.01)	H02P 6/02	351Z		3H130
F04D 13/02	(2006.01)	F04D 13/02	G		5H560

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-3857 (P2013-3857)	(71) 出願人	504157024 国立大学法人東北大学 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
(22) 出願日	平成25年1月11日 (2013.1.11)	(74) 代理人	100082876 弁理士 平山 一幸
		(72) 発明者	金 性勲 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内
		(72) 発明者	栢 修一郎 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内
		(72) 発明者	石山 和志 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

最終頁に続く

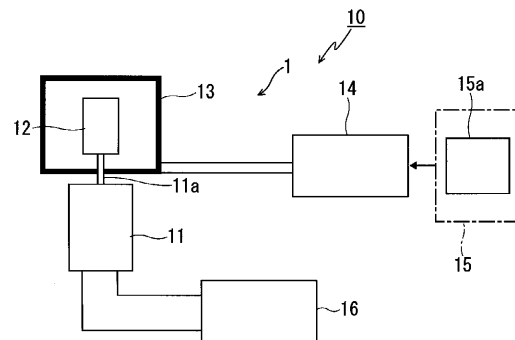
(54) 【発明の名称】 モータ用制御装置、制御機能付きモータ、モータシステム及びポンプシステム

(57) 【要約】

【課題】モータの回転軸をギアを用いずに制御可能なモータ用制御装置及び制御機能付きモータ、消費電力を小さくするモータシステム及びポンプシステムとを提供する。

【解決手段】制御機能付きモータ10が、回転軸11aを有するモータ11と、回転軸11aに装着された磁石12と、磁石12が発生する磁界と交差するように配置された巻線コイル13と、巻線コイル13に接続された負荷14と、負荷14の値を調整する調整部15aと、を備え、調整部15aが負荷14の可変抵抗の値を調整することにより、巻線コイル13に流れる電流を制御してモータ11の回転数を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁石と、

上記磁石が発生する磁界と交差するように配置される巻線コイルと、

上記巻線コイルに接続される負荷と、

上記負荷の値を調整する制御系と、

を備え、

上記磁石がモータの回転軸に装着されて、上記制御系が上記負荷の値を調整することにより、上記巻線コイルに流れる電流を制御して上記モータの回転数を制御する、モータ用制御装置。

10

【請求項 2】

磁石と、

上記磁石が発生する磁界と交差するように配置された巻線コイルと、

上記磁石と上記巻線コイルとの相対的な位置関係を調整する制御系と、

を備え、

上記磁石がモータの回転軸に装着されて、上記制御系が上記磁石と上記巻線コイルとの相対的な位置関係を調整することにより、上記巻線コイルに流れる電流を制御して上記モータの回転数を制御する、モータ用制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のモータ用制御装置と、前記モータと、を備え、

20

前記磁石は、異極が前記回転軸の回りに沿って並ぶように配置されている、制御機能付きモータ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のモータ用制御装置と、前記モータと、を備え、

前記磁石は、異極が前記回転軸の回りに沿って並ぶように配置されている、制御機能付きモータ。

【請求項 5】

さらに、前記回転軸及び前記磁石を収容するハウジングを備え、

前記巻線コイルが上記ハウジングに配置される、請求項 1 に記載のモータ用制御装置。

【請求項 6】

30

請求項 3 に記載の制御機能付きモータと、前記モータを駆動制御する駆動部と、を備え、

前記制御系が、さらに、前記負荷の調整による制御、前記駆動部による P W M (pulse width modulation) 制御の何れかを、前記モータの回転速度に応じて選択する選択部を備える、モータシステム。

【請求項 7】

前記制御系が、さらに、前記巻線コイルと前記負荷との間に流れる信号を検出する信号検出器を備え、上記信号検出器による検出信号から前記モータの回転速度をモニタリングする、請求項 6 に記載のモータシステム。

【請求項 8】

40

前記制御系は、さらに充電回路を備えており、

上記充電回路が、前記負荷に接続されて整流及び変換を行う変換部からの電気エネルギー供給を受ける、請求項 6 に記載のモータシステム。

【請求項 9】

請求項 4 に記載の制御機能付きモータと、前記モータを駆動制御する駆動部と、を備え、前記制御系が、さらに、前記磁石と前記巻線コイルとの相対的な位置関係の調整による制御、前記駆動部による P W M (pulse width modulation) 制御の何れかを、前記モータの回転速度に応じて選択する選択部を備える、モータシステム。

【請求項 10】

ポンプケース内にインペラーを回転自在に収容してなる磁気ポンプと、請求項 3 又は 4

50

に記載の制御機能付きモータと、を備え、

前記インペラーの一部又は全部が磁性体で構成されて、前記磁石が発生する磁界により前記インペラーが回転する、ポンプシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの回転速度を制御するモータ用制御装置、そのモータ用制御装置を用いた制御機能付きモータ、その制御機能付きモータを用いたモータシステム及びポンプシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、モータの回転数を制御するためには、モータの回転軸にギアを装着して回転スピードを制御する手法、モータに流す駆動信号を制御する手法などがある。例えば、モータを直流駆動する場合、PWM (pulse width modulation) 制御をすることにより、回転数を制御することができる。

【0003】

一方、本発明者らはワイヤレスで駆動することができる磁気ポンプを開発してきた(特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】WO2012/008383 A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

モータの回転軸にギアを装着すると、モータが大きくなるという問題がある。また、DCモータをPWM制御して高速回転すると、消費電力が大きくなるという問題がある。

【0006】

上記課題に鑑み、本発明の第1の目的は、モータの回転軸をギアを用いずに制御する、モータ用制御装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、上記モータ用制御装置を用いた制御機能付きモータを提供することにある。

本発明の第3の目的は、消費電力を小さくするモータシステムを提供することにある。

本発明の第4の目的は、消費電力を小さくするポンプシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の目的を達成するために、本発明の第1の構成に係るモータ用制御装置は、磁石と、磁石が発生する磁界と交差するように配置される巻線コイルと、巻線コイルに接続される負荷と、負荷の値を調整する制御系と、を備え、磁石がモータの回転軸に装着されて、制御系が負荷の値を調整することにより、巻線コイルに流れる電流を制御してモータの回転数を制御する。

【0008】

本発明の第1の目的を達成するために、本発明の第2の構成に係るモータ用制御装置は、磁石と、磁石が発生する磁界と交差するように配置された巻線コイルと、磁石と巻線コイルとの相対的な位置関係を調整する制御系と、を備え、磁石がモータの回転軸に装着されて、制御系が磁石と巻線コイルとの相対的な位置関係を調整することにより、巻線コイルに流れる電流を制御してモータの回転数を制御する。

【0009】

本発明の第2の目的を達成するために、本発明の制御機能付きモータの構成は、本発明のモータ用制御装置と、モータと、を備え、磁石は、異極が回転軸の回りに沿って並ぶよ

10

20

30

40

50

うに配置されている。

【0010】

本発明の第3の目的を達成するために、本発明の第1の構成に係るモータシステムは、本発明の制御機能付きモータと、モータを駆動制御する駆動部と、を備え、制御系が、さらに、負荷の調整による制御、駆動部によるPWM制御の何れかを、モータの回転速度に応じて選択する選択部を備える。

【0011】

本発明の第3の目的を達成するために、本発明の第2の構成に係るモータシステムは、本発明の制御機能付きモータと、モータを駆動制御する駆動部と、を備え、制御系が、さらに、磁石と巻線コイルとの相対的な位置関係の調整による制御、駆動部によるPWM制御の何れかを、モータの回転速度に応じて選択する選択部を備える。

10

【0012】

本発明の第4の目的を達成するために、本発明のポンプシステムは、ポンプケース内にインペラーを回転自在に収容してなる磁気ポンプと、本発明の制御機能付きモータと、を備え、インペラーの一部又は全部が磁性体で構成されて、磁石が発生する磁界によりインペラーが回転する。

【発明の効果】

【0013】

本発明の第1の構成に係るモータ用制御装置によれば、モータの回転軸に磁石を装着してモータを回転させると、磁石の回転により巻線コイルに変動磁界が生じてそれにより巻線コイルに電流が流れる。制御系が負荷を調整することにより、巻線コイルに流れる電流が増減し、巻線コイルから磁石に生じる力が増減し、モータの回転を制御することができる。よって、現に回転している回転軸を、機械的なギアを用いなくて、電磁気的なギアを用いて制御することができる。

20

【0014】

本発明の第2の構成に係るモータ用制御装置によれば、モータの回転軸に磁石を装着してモータを回転させると、磁石の回転により巻線コイルに変動磁界が生じ、それにより巻線コイルに電流が流れる。制御系が磁石と巻線コイルとの相対的な位置関係を調整することにより、巻線コイルに流れる電流が増減し、巻線コイルから磁石に生じる力が増減し、モータの回転を制御することができる。よって、現に回転している回転軸を、機械的なギアを用いなくて、電磁気的なギアを用いて制御することができる。

30

【0015】

本発明の制御機能付きモータによれば、本発明の第1、第2の構成に係るモータ用制御装置により、モータの回転軸にギアを装着せず、磁石と巻線コイルとに生じる力により、モータの回転を制御することができる。

【0016】

本発明の第1の構成に係るモータシステムによれば、選択部が、負荷の調整による制御と駆動部によるPWM制御とをモータの回転速度に応じて選択する。モータの回転軸の回転が速い場合には、駆動部は、モータに一定の信号を印加することによりモータを駆動しながら、制御系により負荷を調整してモータの回転速度を調整する一方、モータの回転軸の回転が遅い場合には、駆動部はモータをPWM制御で駆動する。これにより、消費電力を抑えることができる。

40

【0017】

本発明の第2の構成に係るモータシステムによれば、選択部が、磁石と巻線コイルとの相対的な位置関係の調整による制御と駆動部によるPWM制御とをモータの回転速度に応じて選択する。モータの回転軸の回転が速い場合には、駆動部が、モータに一定の信号を印加することによりモータを駆動しながら、制御系により巻線コイルと磁石との軸方向の相対位置関係を変化させてモータの回転速度を調整する一方、モータの回転軸の回転が遅い場合には、駆動部はモータをPWM制御で駆動する。これにより、消費電力を抑えることができる。

50

【 0 0 1 8 】

本発明のポンプシステムによれば、磁気ポンプを物理的に分離して配置した制御機能付きモータにより駆動することができる。インペラーの回転軸とモータの回転軸とが未接続でワイヤレスで駆動する。よって、ワイヤレスでかつ回転軸のシールが不要となるため、例えば、例えば海底、放射能施設等特殊な環境下においても、磁気ポンプを用いることにより、流体を流すことができる。また、閉塞空間に磁気ポンプを収容しても、外部から磁気ポンプを駆動することができるため、例えば、細い管内、動物体内、人体などの非常に狭い空間内に磁気ポンプだけを収容することも可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施形態に係るモータ用制御装置を用いた制御機能付きモータのブロック構成図である。

【 図 2 】図 1 に示す制御機能付きモータのうち、調整部及び駆動部を除いたコンポーネントを模式的に示す図である。

【 図 3 】図 1 に示す磁石についての説明図である。

【 図 4 】図 2 に示す制御機能付きモータの実装例を示す図である。

【 図 5 】本発明の第 2 実施形態に係るモータ用制御装置を用いた制御機能付きモータの構成図であり、(a) (b) は巻線コイルと磁石との相対的な位置関係がそれぞれ異なっているときを示している。

【 図 6 】本発明の第 3 実施形態に係るモータシステムのブロック構成図である。

【 図 7 】モータの回転駆動と E M 制御とのハイブリッドの効果を説明するためのグラフである。

【 図 8 】モータの回転数に対する電圧のピーク t o ピークの値の関係を示すグラフである。

【 図 9 】本発明の第 4 実施形態に係るモータシステムの構成図である。

【 図 1 0 】本発明の第 5 実施形態に係るポンプシステムの模式図である。

【 図 1 1 】ポンプケースに収容されるロータの具体的な構成を示し、(a) はロータの斜視図、(b) はロータを構成する一つのインペラーの斜視図、(c) はインペラーの平面図、(d) はインペラーの正面図である。

【 図 1 2 】(a) 及び(b) は別のインペラーの斜視図である。

【 図 1 3 】磁気ポンプを心臓ポンプとして用いた場合において、モータの回転駆動と E M 制御とのハイブリッドの効果を説明するためのグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、図面を参照しながら本発明を実施するための形態を説明する。なお、本発明の実施形態は、下記した事項に限られることなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲において、発明を適用する場面に応じて適宜変更することができる。

【 0 0 2 1 】

〔 第 1 実施形態に係るモータ用制御装置及び制御機能付きモータ 〕

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るモータ用制御装置を用いた制御機能付きモータのブロック構成図であり、図 2 が図 1 に示す制御機能付きモータのうち、制御系 1 5 及び駆動部 1 6 を除いたコンポーネントを模式的に示す図である。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 1 実施形態に係るモータ用制御装置 1 は、モータ 1 1 に取り付けられて制御機能付きモータ 1 0 を構成するものであり、モータ 1 1 の回転軸 1 1 a に装着される磁石 1 2 と、磁石 1 2 が発生する磁界と交差するように配置される巻線コイル 1 3 と、巻線コイル 1 3 に直列接続される負荷 1 4 と、負荷 1 4 の値を調整する制御系 1 5 と、を備える。制御系 1 5 には調整部 1 5 a が設けられており、調整部 1 5 a が負荷 1 4 の値を調整することにより、巻線コイル 1 3 に流れる電流を制御してモータ 1 1 の回転数を制御する。

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

モータ 11 は、駆動部 16 から直流が印加されることで回転軸 11 a, 11 b が回転する、いわゆる電動機であれば、いかなるものであってもよい。モータ 11 は回転軸 11 a, 11 b を有しており、回転軸 11 a 及び 11 b は連動して回転する。磁石 12 が回転軸 11 a の一端部に装着されている。図示しない被回転物が回転軸 11 b に装着されていてもよい。磁石 12 は回転軸 11 a を貫通するように装着され、回転軸 11 a の先端部に被回転物が装着されてもよい。

【0024】

磁石 12 は、永久磁石であり、異極が回転軸 11 a の回りに沿って並ぶように配置できるものであればよい。磁石 12 は、例えば図 3 (a) に示すような棒磁石で、回転軸 11 a の回りに N 極と S 極とが少なくとも一つずつ存在すればよい。また図 3 (b) に示すような円盤状の磁石で、直径を挟んで N 極と S 極とが分離されていてもよい。しかしながら、図 3 (c) に示すように、回転軸 11 a の一端側と他端側とに N 極と S 極とが配置されているものは適用できない。回転軸 11 a が回転しても磁界分布の変化が殆どなく、巻線コイル 13 に電流が流れないからである。

10

【0025】

巻線コイル 13 は、磁石 12 が発生する磁界と交差するように配置されていれば良い。つまり、巻線コイル 13 は、磁石 12 により発生する磁界を検知可能な位置に配置される。巻線コイル 13 の形状は任意である。また、巻数についても一巻き以上であればよく、磁石 12 の強さ、制御すべきモータ 11 の回転速度等により設定される。

20

【0026】

図 1、図 2 に示すように、負荷 14 は巻線コイル 13 の両端に電氣的に直列接続されている。これにより、負荷 14 と巻線コイル 13 とがループを形成する。負荷 14 は、可変抵抗成分を備えていれば、インダクタンス成分、キャパシタンス成分の何れか一方又は双方も備えていてもよく、可変抵抗成分が巻線コイル 13 に対して電氣的な負荷となる。インダクタンス成分、キャパシタンス成分を含んでいることにより、負荷 14 が変動磁界に対してインピーダンス整合をとることができ、負荷 14 の小型化を図ることができる。また、インダクタンス成分及びキャパシタンス成分の何れか一方又は双方についても調整可能とすれば、モータ 11 の回転数に応じて整合をとることができる。

【0027】

制御系 15 において、調整部 15 a は、負荷 14 の少なくとも抵抗成分の大きさを調整するものである。

30

【0028】

負荷 14 及び調整部 15 a は、電子部品等で構成してもよい。つまり、接合型トランジスタ、FET トランジスタなどの電子デバイスを用いて、調整部 15 としてゲート電極などの制御電極に、電圧を調整して印加することで実現できる。また、電子部品のみならず機械的なスイッチとスイッチを動作させるもので構成してもよい。

【0029】

本発明の第 1 実施形態に係る制御機能付きモータ 10 は、駆動部 16 により回転軸 11 a, 11 b が回転するところ、磁石 12 が回転軸 11 a に装着されていることにより、磁石 12 の周囲の磁界が刻々変化する。巻線コイル 13 はこの磁界の変化を受けて、負荷 14 及び巻線コイル 13 に電流が流れる。この電流により磁石 12 にも減速の回転力を与えることになる。一方、調整部 15 a で負荷 14 の抵抗成分を調整することにより、巻線コイル 13 及び負荷 14 からなる回路のインピーダンスが変化する。よって、負荷 14 が調整されることにより、回転軸を加減速することができ、モータの回転を制御することができる。

40

【0030】

図 4 は、図 2 に示す制御機能付きモータ 10 の実装例を示す図である。図 4 に示すように、回転軸 11 a が鉛直方向に沿って配置されており、モータ 11 の上端に円筒状のハウジング 17 が配置されている。回転軸 11 a 及び磁石 12 はハウジング 17 内に收容されている。巻線コイル 13 として、図 4 に示すように鞍型のコイルがハウジング 17 の外周

50

に装着されている。

【0031】

巻線コイル13としての鞍型コイルは、軸回りに湾曲した第1湾曲部13a及び第2湾曲部13bと、軸方向に沿って延びる第1連結部13c及び第2連結部13dとを備えている。巻線が第1連結部13c、第1湾曲部13a、第2連結部13d、第2湾曲部13bを順に形成するように巻かれて、その巻きが繰り返されることで、鞍型コイルが形成される。鞍型コイルのうち主に第1連結部13c及び第2連結部13dには、磁石12の回転により誘導電流が流れる。第1連結部13c及び第2連結部13dは、回転軸に沿うような直線状、屈曲した形状、その他の形状であってもよい。

【0032】

〔第2実施形態に係るモータ用制御装置及び制御機能付きモータ〕

図5は、本発明の第2実施形態に係るモータ用制御装置を用いた制御機能付きモータの概念図である。本発明の第2実施形態に係るモータ用制御装置2は、モータ21に取り付けられて制御機能付きモータ20を構成するものであり、モータ21の回転軸21aに装着される磁石22と、磁石22が発生する磁界と交差するように配置される巻線コイル23と、磁石22、巻線コイル23の何れか一方又は双方をモータ21の回転軸21aの軸方向に沿って移動させる制御系24と、を備える。磁石22が回転軸21aに装着されているので、モータ21と巻線コイル23との軸方向の相対的な位置関係を制御することにより、磁石22と巻線コイル23との軸方向の相対的な位置関係が調整される。

【0033】

制御系24は、巻線コイル23を回転軸方向に移動させるための移動機構24aと、移動機構24aを調整するための調整部24bと、を備える。移動機構24aはアクチュエータを用いて構成することができる。例えば図5に示すように、巻線コイル23を保持する枠体25にアクチュエータが取り付けられる。例えば巻線コイル23の両端が接続されて巻線コイル23は無端のループ回路を構成しており、このループ回路に流れる電流を電流検出器24cで検出する。検出信号が調整部24bに入力されることで調整部24aが移動機構24aを制御する。

【0034】

よって、調整部24bからの信号が移動機構24aとしてのアクチュエータに入力され、アクチュエータが枠体25と共に巻線コイル23を移動する。これに伴って図5(a)から図5(b)へ又はその逆に、モータ21と巻線コイル23との相対的な位置関係が変化することにより、巻線コイル23と交差する磁石22の磁界が変化する。よって、第1実施形態に示す負荷を変化させることと同様の効果を得ることができる。つまり、制御系24は、モータ21と巻線コイル23との相対位置の変化により、巻線コイル23に流れる電流を制御してモータ51の回転数を制御することができる。

【0035】

図5(a)に示す状態では、巻線コイル23と鎖交する磁束量が大きくなり、図5(b)に示す状態では、巻線コイル23と鎖交する磁束量が小さくなる。よって、図5(a)の状態に比べて、図5(b)の状態の方が、モータ21の回転にブレーキをかけないことになる。

【0036】

ここで、図5に示すように、移動機構24aが枠体25と共に巻線コイル23を回転軸21aに沿って移動させる場合を示しているが、別にこれに限定されることはなく、モータ21に移動機構24aを取り付けて、モータ21を回転軸21aに沿って移動させてもよい。

【0037】

〔第3実施形態に係るモータシステム〕

次に、第1実施形態に係るモータ用制御装置及び制御機能付きモータを使用したモータシステムについて説明する。図6は、本発明の第3実施形態に係るモータシステムのブロック構成図である。本発明の第3実施形態に係るモータシステム3は、図1に示す制御機

10

20

30

40

50

能付きモータ 10 と、モータを駆動制御する駆動部 31 と、制御系 32 とを備える。制御系 32 は、図 1 に示す調整部 15 a と、調整部 15 a 及び駆動部 31 にそれぞれ接続される制御部 33 とを備える。

【0038】

駆動部 31 は、モータ 11 に直流電圧を印加することにより、モータ 11 を駆動する。駆動部 31 は、モータ 11 に印加する直流電圧のデューティ比を制御する所謂 P W M 駆動制御と、モータ 11 に一定電圧を印加する制御と、を切り換えてモータ 11 を駆動することができる。

【0039】

制御部 33 は選択部 33 a を備えており、選択部 33 a がモータ 11 の回転軸 11 a , 11 b の回転速度に応じて、負荷 14 による制御と、駆動部 31 による P W M (pulse width modulation) 制御と、を選択する。前者の負荷 14 による制御を便宜上、E M (Electromagnetic) 制御と呼ぶことにする。

10

【0040】

制御部 33 の選択部 33 a が E M 制御を選択すると、駆動部 31 からは一定の電圧をモータ 11 に印加すると同時に、調整部 15 により負荷 14 の値を調整する。

【0041】

制御部 33 の選択部 33 a が P W M 制御を選択すると、駆動部 31 は P W M 制御によりモータ 11 に P W M 制御された電圧信号が印加される。このとき、巻線コイル 13 と負荷 14 とは接続しないか、又は、負荷 14 の抵抗成分を最大値 (無限大) に調整する。

20

【0042】

このような制御を行う理由について説明する。図 7 は、モータの回転駆動と E M 制御とのハイブリッドの効果を説明するためのグラフである。図 7 (a) は、E M 制御の場合において一定電圧の負荷抵抗に対する消費電力及び回転速度の関係を示し、図 7 (b) は P W M 制御において一定負荷の回転速度に対する消費電力の関係を示し、図 7 (c) は、回転速度に対する消費電力の関係を示す。

【0043】

E M 制御では、図 7 (a) に示すように、横軸に示す一定電圧における負荷抵抗が大きくなると、左縦軸に示す消費電力が小さくなり、右縦軸に示す回転速度が大きくなる。一方、P W M 制御では、図 7 (b) に示すように、横軸に示す負荷一定での回転速度が大きくなると、縦軸に示す消費電力が大きくなる。そこで、図 7 (c) に示すように、回転速度が大きい場合には、消費電力が右下がりの E M 制御を行う一方、回転速度が小さい場合には、消費電力が右上がりの P W M 制御を行う。そうすることにより、回転速度の大小を問わず、消費電力を一定以下に抑えることができる。

30

【0044】

制御部 33 において、モータ 11 の回転速度をモニターする際、回転センサを用いてそのセンサの検出信号が選択部 33 a に入力されることにより、選択部 33 a が回転センサによる検出信号に基づいて E M 制御と P W M 制御とを切り替えてもよい。

【0045】

別の手法として、図 6 に示すように、巻線コイル 13 に信号検出器 34 を接続し、信号検出器 34 が巻線コイル 13 の両端に生じる電圧を検出してよい。巻線コイル 13 に生じる電圧は、モータ 11 の回転数に依存する。図 8 は、モータ 11 の回転数に対する電圧のピーク to ピークの値の関係を示すグラフである。例えば、モータ 11 の回転数が大きくなると、巻線コイル 13 に生じる電圧のピーク to ピークの値が比例して大きくなる。信号検出器 34 の検出信号、つまり電圧値に応じてモータ 11 の回転数が 1 対 1 に対応するからである。制御部 33 が信号検出器 34 から検出信号を入力し、信号検出器 34 の検出信号からモータ 11 の回転速度をモニタリングして、制御部 33 の選択部 33 a により回転速度に応じて E M 制御と P W M 制御とを切り替えてもよい。そうすれば、別途、回転センサを設ける必要がない。

40

【0046】

50

さらに、第1実施形態に係るモータ用制御装置及び制御機能付きモータを用いたモータシステム3では、図6に示すように、整流器35と変換器36とバッテリー37とを備える。整流器35は、負荷14の後段に接続され、負荷14に加わる電圧を整流する。変換器36は、整流器35の後段に接続され、DC/DC変換により値の調整を行う。この整流器35と変換器36を纏めて整流及び変換を行う変換部と呼んでもよい。

【0047】

制御部33には、充電回路を含む充電部33bを備えることにより、この充電部33bによって変換部から、負荷14の抵抗成分で取り出した電気を再利用することができる。また、充電部33bは、バッテリー36から充電される。図示しないが、コンセントからACを受けて、AC/DC変換を受けて、充電部33bが充電されてもよい。

10

【0048】

このような構成を採用することにより、駆動部31により回転軸11a, 11bに伝えられたエネルギーのうち、負荷14側に伝達されるエネルギーを再度充電部33bにチャージすることができる。すると、バッテリー36の容量を必要以上に大きくする必要がなく、省エネにもつながる。

【0049】

このようなモータシステム3を、後述するように、完全埋め込み型の心臓補助ポンプの駆動系として利用する場合、バッテリー36に一回の充電で貯えられるエネルギー量が少ない方が好ましい。

【0050】

20

〔第4実施形態に係るモータシステム〕

第4実施形態に係るモータ用制御装置及び制御機能付きモータの場合でも同様に、モータシステムを構成することができる。図9は、本発明の第4実施形態に係るモータシステムのブロック構成図である。本発明の第4実施形態に係るモータシステム4は、図2に示す制御機能付きモータ20と、モータを駆動制御する駆動部41と、制御系42とを備える。制御系42は、図1に示す移動機構24a及び調整部24bと、調整部24b及び駆動部41にそれぞれ接続される制御部43とを備える。

【0051】

駆動部41は、第3実施形態の場合と同様、モータ21に直流電圧を印加することにより、モータ21を駆動する。駆動部41は、モータ21に印加する直流電圧のデューティ比を制御する所謂PWM駆動制御と、モータ21に一定電圧を印加する制御と、を切り換えてモータ21を駆動することができる。

30

【0052】

制御部43は選択部43aを備えており、選択部43aがモータ21の回転軸21aの回転速度に応じて、磁石22と巻線コイル23との相対的な位置関係の調整による制御、駆動部によるPWM制御の何れかを、モータ21の回転速度に応じて選択する。前者の相対的な位置関係の調整による制御を便宜上、EM(Electromagnetic)制御と呼ぶことにする。

【0053】

選択部43aがEM制御を選択すると、駆動部41からは一定の電圧をモータ21に印加すると同時に、調整部24bにより移動機構24aを駆動して、磁石22と巻線コイル23との位置関係を調整する。図5(a)に示すように磁石21と巻線コイル23との軸方向の相対距離を短くすると、回転数を減少させることができ、図5(b)に示すように磁石21と巻線コイル23との軸方向の相対距離を長くすると、回転数を増加させることができる。

40

【0054】

選択部43aがPWM制御を選択すると、駆動部41はPWM制御によりモータ21にPWM制御された電圧信号が印加される。このとき、移動機構24により巻線コイル23を移動させない。

【0055】

50

第4実施形態においても、第3実施形態で図7を参照して説明したように、EM制御では、図5(b)に示すように磁石21と巻線コイル23との軸方向の相対距離を長くすると、回転速度を大きくすることができ、消費電力が小さくなる。一方、PWM制御では、回転速度が大きくなると、消費電力が大きくなる。よって、回転速度が大きい場合には、消費電力が右下がりのEM制御を行う一方、回転速度が小さい場合には、消費電力が右上がりのPWM制御を行う。そうすることにより、回転速度の大小を問わず、消費電力を一定以下に抑えることができる。

【0056】

制御系42に、モータ21の回転速度をモニターする際、回転センサを用いてそのセンサの検出信号が選択部43aに入力されることにより、選択部43aが回転センサによる検出に基づいてEM制御とPWM制御とを切り替えてもよい。

10

【0057】

なお、図9に示すシステムにおいても、充電回路を含む充電部43bと、バッテリー44を設けるなどしてもよい。

【0058】

〔第5実施形態に係るポンプシステム〕

本発明の第5実施形態に係るポンプシステムについて図10を用いて説明する。ポンプシステム5は、図1に示す制御機能付きモータ10又は図2に示す制御機能付きモータ20を用いたシステムである。以下では、制御機能付きモータ10の場合を例に説明をするが、制御機能付きモータ20の場合も同様である。図10は、本発明の第5実施形態に係るポンプシステムの模式図である。ポンプシステム5は、図10に示すように、制御機能付きモータ10と磁気ポンプ50とを備えて構成される。

20

【0059】

磁気ポンプ50は、例えば、インレット51aとアウトレット51bを設けたポンプケース51と、このポンプケース51内に回転自在に収容したインペラー52とを備える。このタイプの磁気ポンプ50は、本発明者らが既に設計開発したものをを用いてもよく、その内容については特許文献1に開示している。

【0060】

ポンプケース51として円筒形の容器を用い、上面にはインレット51aを設け、側面にはアウトレット51bを設け、その容器内に一又は複数のインペラー52を収容する。アウトレット51bは、インペラー52の高さの半分の位置に設けるとよい。インペラー52は例えば磁性体材料を用いて所定の羽形状に成形したものをを用いてもよいし、所定の羽形状の成形体の一部に磁性体を含ませるように成形したものをを用いてもよいし、成形体の羽の表面に磁性体をコーティング等したものをを用いてもよい。

30

【0061】

図11は、ポンプケースに収容されるロータの具体的な構成を示し、(a)はロータの斜視図、(b)はロータを構成する一つのインペラーの斜視図、(c)はインペラーの平面図、(d)はインペラーの正面図である。図11(a)に示すロータ60は、複数のインペラー61を重ね、上下の円筒体62a、62bで挟んで構成される。各インペラー61は、貫通穴61aを有する円盤部61bの上面に仕切り部61cを複数配置して構成されている。図11(c)に示すように、仕切り部61cは、貫通穴61aの接線方向に沿って互いに90度をなすように配置される。仕切り部61cと貫通穴61aの接線方向とのなす角は、仕切り部61cの数に応じて適宜設定される。よって、貫通穴61a側から見て仕切り部61c同士でスリットを形成しており、インペラー61が回転することにより、貫通穴61aから流入した液体をスリットの外側に吐き出すことができる。

40

【0062】

図11に示すロータ60は一つの例であり、流体の性質、流速、流量に応じて適宜設計変更することができる。図12(a)及び(b)は別のインペラー63の斜視図である。図12では、インペラー63は、貫通穴63aを有する円盤部63bの上面に仕切り部63cを複数配置して構成されている。仕切り部63cの内側端部63dは、円盤部63b

50

の貫通穴 6 3 a に部分的に沿って配置され、仕切り部 6 3 c の外側端部 6 3 e は円盤部 6 3 b の外周に至っており、仕切り部 6 3 c の中間部 6 3 f は肉厚となっている。そして、仕切り部 6 3 c 同士が、内側端部 6 3 d 側では幅の狭いスリットを形成し、外側端部 6 3 e 側では間隔を広くして、外側端部 6 3 e では流体を外側に押し出すようにフィンの機能を持たせている。このような形状のインペラー 6 3 を採用することにより、貫通穴 6 3 a から流れ込んだ流体をより外側に強く押し出すことができる。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 に示すように、この例では、磁石 1 2 の周りに配置した巻線コイル 1 3 で遮断されないで、磁石 1 2 による磁界が届く位置に、インペラー 5 2 を配置することでシステムが構成される。

10

【 0 0 6 4 】

制御機能付きモータ 1 0 を前述したように制御し、磁石 1 2 の回転速度を制御する。すると、この磁石 1 2 の回転によりインペラー 5 2 に変動磁界が印加され、インペラー 5 2 が回転する。それにより、インレット 5 1 a からポンプケース 5 1 に流入した流体を加速しアウトレット 5 1 b から吐き出すことができる。

【 0 0 6 5 】

このように、磁気ポンプ 5 0 と制御機能付きモータ 1 0 とを物理的に分離し、制御機能付きモータ 1 0 により磁気ポンプ 5 0 をワイヤレスで駆動する。このような形態であれば、インペラー 5 2 には物理的に回転軸を設ける必要がなく、また、モータ 1 1 の回転軸 1 1 a の回転をインペラー 5 2 に機械的に連結させる必要がない。そのため、通常、回転軸をシールするための工夫が不要となり、性能が向上する。よって、流体として温度の低い冷媒を流すことができたり、放射能制御のための各種液体を流したりすることができる。このような各種ウォータポンプとして磁気ポンプ 5 0 を用いることができる。

20

【 0 0 6 6 】

磁気ポンプ 5 0 は、ポンプケース 5 1 とインペラー 5 2 とで構成することができ、必要に応じてインペラー 5 2 の回転を検知するためのセンサを設けてもよいが、機械的な伝達系がないため小型化できる。よって、人為的なメンテナンスを行うことが難しい環境下、例えば特殊環境下や、動物体内、人体などの閉塞空間などに磁気ポンプを設置して、外部から遠隔操作をすることもできる。

【 0 0 6 7 】

例えば、磁気ポンプを埋め込み型心臓補助ポンプとして人体の肋骨に固定させて、心臓を補助するような場合には、僅かなスペースに磁気ポンプを配置する必要があるため、特に有効である。

30

【 0 0 6 8 】

また、磁気ポンプを補助ポンプとして用いる場合には、心臓が正常に機能しているときには、磁気ポンプによる補助は不要であるが、心臓の機能が一時的に低下しているようなときには、補助ポンプを積極的に使用する必要がある。

【 0 0 6 9 】

磁気ポンプを P W M 制御のみで駆動させようとする、比較的大きなサイズにしなければならない。しかしながら、上述したように、心臓補助ポンプは小さいことが望ましい。そのため、例えば図 1 3 に示すような性能を有する磁気ポンプを使用することになる。例えば、磁気ポンプの寸法としては、5 mm ~ 1 5 mm 程度の半径で、1 0 mm ~ 4 0 mm 程度の高さであるので、肋骨と肺の間に収めることができる。

40

【 0 0 7 0 】

図 1 3 は磁気ポンプを心臓ポンプとして用いた場合において、モータの回転駆動と E M 制御とのハイブリッドの効果を説明するためのグラフである。磁気ポンプを P W M 制御のみで駆動すると、大きなサイズとしなければならないが、インペラーの回転数を高くすることでサイズダウンによる性能を補うことができる。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 に示すように、P W M 制御を行ったときの曲線 C 1 と E M 制御を行ったときの曲

50

線 C 2 との交点の駆動速度を V 1 とする。駆動速度が V 1 より高い場合、すなわち、Z o n e 1 では、図 6 に示す制御系 3 2 により E M 制御を行うように各コンポーネントを制御する。これにより、心臓が正常に機能していないときには心臓の機能を補助することができる。一方、駆動速度が V 1 よりも低い場合、すなわち、Z o n e 2 では、図 6 に示す制御系 3 2 により、P W M 制御を行うように各コンポーネントを制御する。これにより、心臓が正常に機能しているときには、必要最小限に心臓の機能を補助することができる。

【 0 0 7 2 】

本発明の実施形態に係るポンプシステム 5 は、図 1 及び図 1 0 に示すように、ポンプケース 5 1 内にインペラー 5 2 を回転自在に収容してなる磁気ポンプ 5 0 と、モータ 1 1 の回転軸 1 1 a に磁石 1 2 を装着してなる駆動系と、磁石 1 2 が発生する磁界と交差するように配置された巻線コイル 1 3 に負荷 1 4 を取り付けてなり、上記駆動系からの磁界を上記インペラー 5 2 に及ぼす伝達系と、を備えて構成され、負荷 1 4 を調整することにより巻線コイル 1 3 に流れる電流を調整し、モータ 1 1 及びインペラー 5 2 の双方を回転制御する。

10

【 0 0 7 3 】

本発明の実施形態に係るポンプシステムにあっては、本発明の第 2 の実施形態に係る制御機能付きモータ 5 0 を用いてもよく、ポンプシステムは、ポンプケース 5 1 内にインペラー 5 2 を回転自在に収容してなる磁気ポンプ 5 0 と、モータ 2 1 の回転軸 2 1 a に磁石 2 2 を装着してなる駆動系と、磁石 2 2 が発生する磁界と交差するように配置された巻線コイル 2 3 と磁石 2 2 との相対的な位置関係を変化させて、上記駆動系からの磁界をインペラー 5 2 に及ぼす伝達系と、を備えて構成され、磁石 2 2 と巻線コイル 2 3 との位置関係を変化させることにより巻線コイル 2 3 に流れる電流を調整し、モータ 2 1 及びインペラー 5 2 の双方を回転制御する。

20

【 0 0 7 4 】

これらのようなポンプシステムはモータシステム 3 及び 4 で説明した各種の制御手法を採用することができる。

【 0 0 7 5 】

その際の制御手法は、回転軸 1 1 a , 1 1 b , 2 1 a を回転させながら、回転数を制御するため、回転軸の回転の加速と減速とを同時に行っており、加速だけの制御と減速だけの制御に時間的に分けているわけではない。また、所定の回転速度で回転制御することもできるため、外部環境が異なっても構わない。なお、外部環境により変動磁界が生じているような環境下で使用する場合には、適宜磁気シールドなどを施せばよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

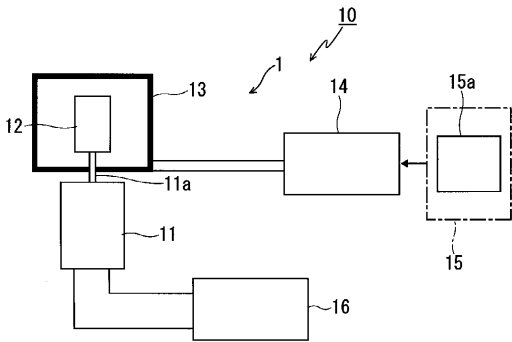
- 1 , 2 : モータ用制御装置
- 3 , 4 : モータシステム
- 5 : ポンプシステム
- 1 0 , 2 0 : 制御機能付きモータ
- 1 1 , 2 1 : モータ
- 1 1 a , 1 1 b , 2 1 a : 回転軸
- 1 2 , 2 2 : 磁石
- 1 3 , 2 3 : 巻線コイル
- 1 3 a , 1 3 b : 湾曲部
- 1 3 c , 1 3 d : 連結部
- 1 4 : 負荷
- 1 5 : 制御系
- 1 5 a : 調整部
- 1 6 : 駆動部
- 1 7 : ハウジング
- 2 4 : 制御系

40

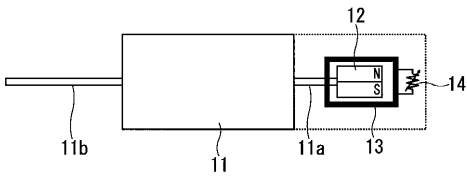
50

2 4 a : 移動機構	
2 4 b : 調整部	
2 4 c : 電流検出器	
2 5 : 枠体	
3 1 : 駆動部	
3 2 : 制御系	
3 3 : 制御部	
3 3 a : 選択部	
3 3 b : 充電部	
3 4 : 信号検出器	10
3 5 : 整流器	
3 6 : 変換器	
3 7 : バッテリー	
4 1 : 駆動部	
4 2 : 制御系	
4 3 : 制御部	
4 3 a : 選択部	
4 3 b : 充電部	
4 4 : バッテリー	
5 0 : 磁気ポンプ	20
5 1 : ポンプケース	
5 1 a : インレット	
5 1 b : アウトレット	
5 2 : インペラー	
6 0 : ロータ	
6 1 , 6 3 : インペラー	
6 1 a , 6 3 a : 貫通穴	
6 1 b , 6 3 b : 円盤部	
6 1 c , 6 3 c : 仕切り部	
6 2 a , 6 2 b : 円筒体	30
6 3 d : 内側端部	
6 3 e : 外側端部	
6 3 f : 中間部	

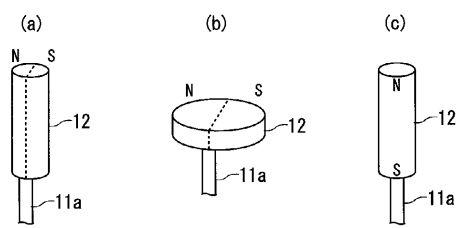
【 図 1 】



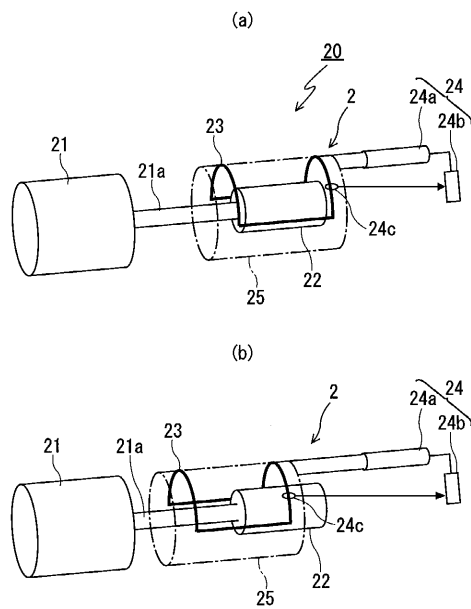
【 図 2 】



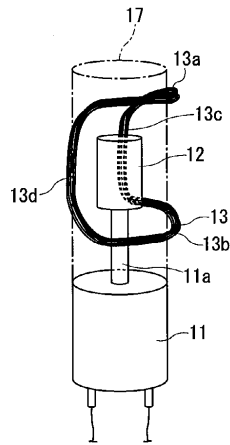
【 図 3 】



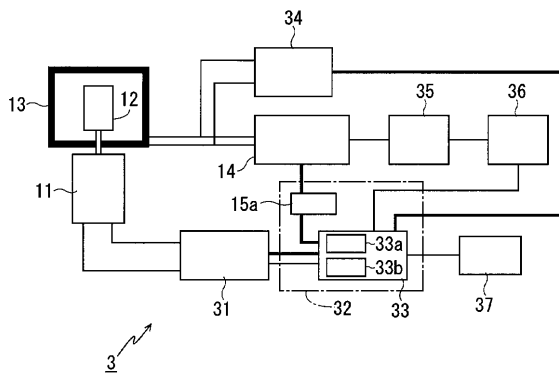
【 図 5 】



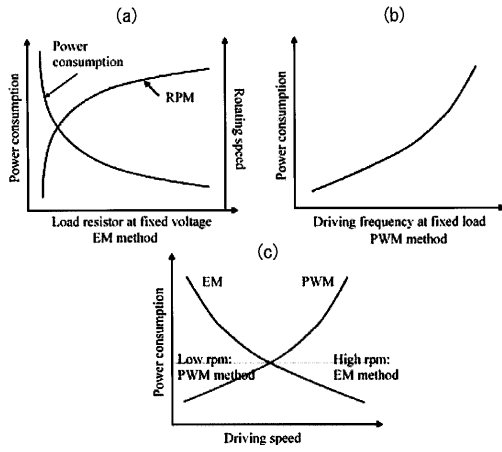
【 図 4 】



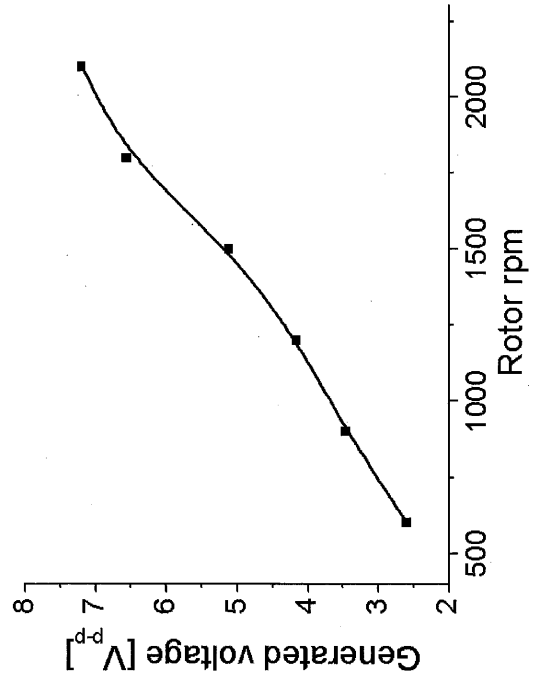
【 図 6 】



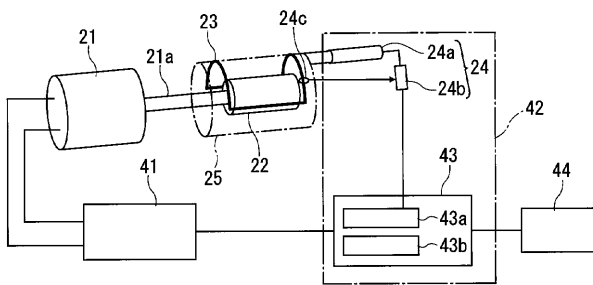
【 図 7 】



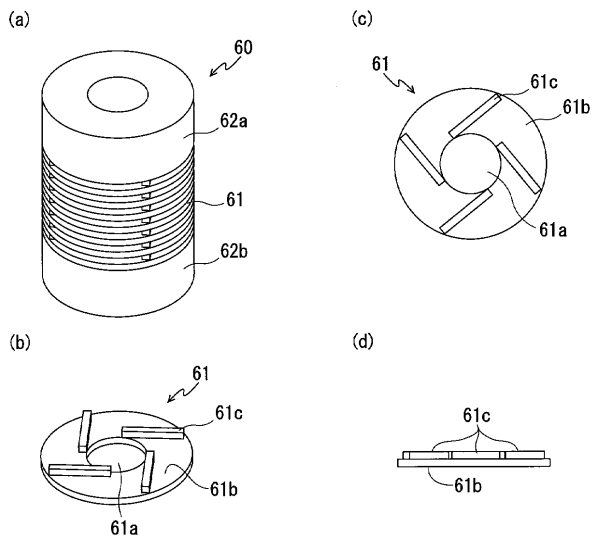
【 図 8 】



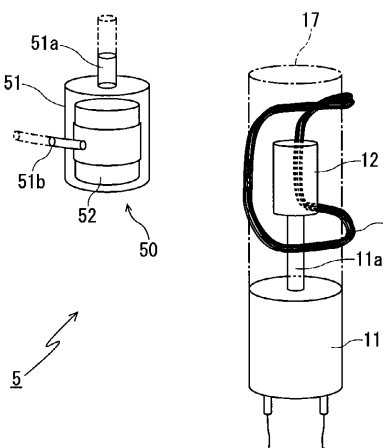
【 図 9 】



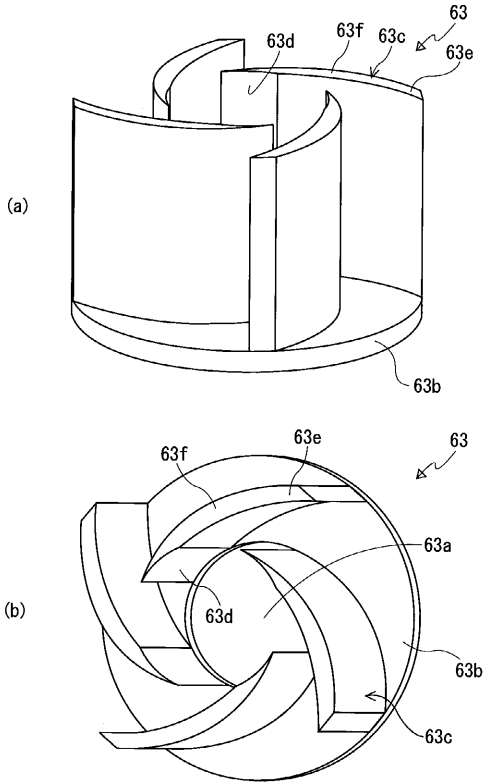
【 図 1 1 】



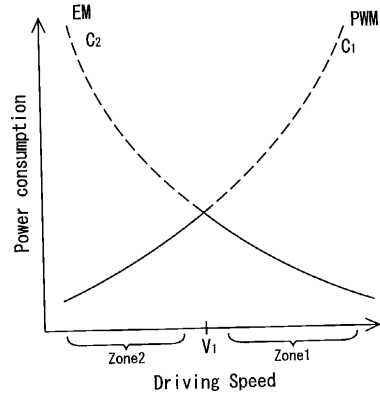
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H130 AA02 AB22 AB60 AC30 BA66G DA04X DD01X DF01X DF02X EA07G
EC13G
5H560 BB12 DC12 EB01 RR10 SS02 XA02 XA12