

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6411540号
(P6411540)

(45) 発行日 平成30年10月24日 (2018. 10. 24)

(24) 登録日 平成30年10月5日 (2018.10.5)

(51) Int. Cl. F I
HO4Q 9/00 (2006.01) HO4Q 9/00 311S
HO4B 3/54 (2006.01) HO4B 3/54

請求項の数 18 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2016-559789 (P2016-559789)	(73) 特許権者	506122327 公立大学法人大阪市立大学 大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号
(86) (22) 出願日	平成27年8月26日 (2015. 8. 26)	(74) 代理人	230104019 弁護士 大野 聖二
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/004303	(74) 代理人	100109841 弁理士 堅田 健史
(87) 国際公開番号	W02016/079910	(74) 代理人	100167933 弁理士 松野 知絃
(87) 国際公開日	平成28年5月26日 (2016. 5. 26)	(74) 代理人	100174137 弁理士 酒谷 誠一
審査請求日	平成29年8月24日 (2017. 8. 24)	(72) 発明者	辻本 浩章 大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号 公立大学法人大阪市立大学内 最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2014-236536 (P2014-236536)		
(32) 優先日	平成26年11月21日 (2014. 11. 21)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

(54) 【発明の名称】 駆動制御装置およびそれを有する駆動制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力と、周波数多重された複数の制御信号と、を電線を介して受信し、被制御機器を駆動制御する駆動制御装置であって、

前記被制御機器には検知周波数が設定され、

前記複数の制御信号の1つが、前記被制御機器に対応する制御信号であり、その周波数は前記検知周波数の近傍であり、

当該駆動制御装置は、

前記電力を用いて前記被制御機器を駆動する駆動部と、

周波数が前記検知周波数である矩形波の検知電流を生成する検知電流生成部と、

前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、

前記磁界反応素子からの出力から前記被制御機器に対応する制御信号を検知し、検知した制御信号に基づいて前記被制御機器を制御する信号処理部と、を備える駆動制御装置。

【請求項 2】

電力と、周波数多重された複数の制御信号と、を電線を介して受信し、第1～第n (nは2以上の整数) の被制御機器を駆動制御する駆動制御装置であって、

前記第1～第nの被制御機器のそれぞれには、互いに異なる第1～第nの検知周波数がそれぞれ設定され、

前記複数の制御信号のうちの第1～第nの制御信号は、前記第1～第nの被制御機器と

それぞれ対応しており、

前記第 k (k は 1 以上 n 以下の整数) の制御信号の周波数は、第 k の検知周波数の近傍であり、

当該駆動制御装置は、

前記電力を用いて前記第 1 ~ 第 n の被制御機器を駆動する駆動部と、

周波数が前記第 1 ~ 第 n の検知周波数である検知電流を生成する検知電流生成部と、

前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、

前記磁界反応素子からの出力から前記第 1 ~ 第 n の制御信号を検知し、検知した前記第 1 ~ 第 n の制御信号に基づいて前記第 1 ~ 第 n の被制御機器をそれぞれ制御する信号処理部と、を備える駆動制御装置。

10

【請求項 3】

前記検知電流生成部は、周波数が前記第 1 ~ 第 n の検知周波数である検知電流を時分割で生成し、

前記信号処理部は、周波数が第 k の検知周波数である検知電流が生成された場合に、第 k の制御信号を検知する、請求項 2 に記載の駆動制御装置。

【請求項 4】

前記信号処理部は、前記第 1 ~ 第 n の制御信号を時分割で検知するとともに、前記第 1 ~ 第 n の被制御機器の制御タイミングを調整する、請求項 3 に記載の駆動制御装置。

【請求項 5】

前記検知電流生成部は、矩形波の前記検知電流を生成する、請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の駆動制御装置。

20

【請求項 6】

前記磁界反応素子は、前記電線に流れる電流と、前記検知電流との乗算結果に応じた出力を生成する、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の駆動制御装置。

【請求項 7】

前記信号処理部は、デジタル信号処理を行って前記制御信号を検知する、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の駆動制御装置。

【請求項 8】

前記信号処理部は、

前記磁界反応素子からの出力から低周波成分を取り出す低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタからの出力をデジタル信号に変換する A/D 変換部と、

を有する、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の駆動制御装置。

30

【請求項 9】

前記被制御機器は、前記制御信号における周波数に応じて制御され、

前記信号処理部は、前記 A/D 変換部からの出力のパルス間隔を計測して前記制御信号における周波数を検知する、請求項 8 に記載の駆動制御装置。

【請求項 10】

前記磁界反応素子からの出力は、

周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との和である成分と、

周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との差である成分と、

を含み、

前記信号処理部は、前記磁界反応素子からの出力から、周波数が最も低い成分を主に取り出す低域通過フィルタを有する、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の駆動制御装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の駆動制御装置と、

前記複数の制御信号を周波数多重する制御情報付加装置、並びに、電力および前記複数の制御信号を前記駆動制御装置に供給する電線を有する送信装置と、を備える駆動制御シ

50

ステム。

【請求項 1 2】

送信装置と、複数の駆動制御装置と、を備え、複数の被制御機器を駆動制御する駆動制御システムであって、

前記送信装置は、

複数の制御信号を周波数多重する制御情報付加装置と、

電力および前記複数の制御信号を前記複数の駆動制御装置に供給する電線と、を有し

、前記複数の被制御機器のそれぞれには、互いに異なる検知周波数が設定され、

前記複数の制御信号は、前記複数の被制御機器のそれぞれと対応しており、

前記複数の制御信号のそれぞれの周波数は、対応する被制御機器に設定された検知周波数の近傍であり、

前記複数の駆動制御装置のそれぞれは、前記複数の被制御機器のうちの対象機器を駆動制御するものであって、

前記電力を用いて前記対象機器を駆動する駆動部と、

周波数が前記対象機器に設定された検知周波数である検知電流を生成する検知電流生成部と、

前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、

前記磁界反応素子からの出力に基づいて前記対象機器と対応する前記制御信号を検知し、検知した制御信号に基づいて前記対象機器を制御する信号処理部と、を備え、

前記複数の駆動制御装置のうちの 1 つの駆動制御装置における前記検知電流生成部が生成する検知電流の検知周波数は、前記複数の駆動制御装置のうちの別の駆動制御装置における前記検知電流生成部が生成する検知電流の検知周波数とは異なる、駆動制御システム

【請求項 1 3】

前記検知電流生成部は、矩形波の前記検知電流を生成する、請求項 1 2 に記載の駆動制御システム。

【請求項 1 4】

前記磁界反応素子は、前記電線に流れる電流と、前記検知電流との乗算結果に応じた出力を生成する、請求項 1 2 または 1 3 に記載の駆動制御システム。

【請求項 1 5】

前記信号処理部は、デジタル信号処理を行って前記制御信号を検知する、請求項 1 2 乃至 1 4 のいずれかに記載の駆動制御システム。

【請求項 1 6】

前記信号処理部は、

前記磁界反応素子からの出力から低周波成分を取り出す低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタからの出力をデジタル信号に変換する A D 変換部と、

を有する、請求項 1 2 乃至 1 5 のいずれかに記載の駆動制御システム。

【請求項 1 7】

前記対象機器は、前記制御信号における周波数に応じて制御され、

前記信号処理部は、前記 A D 変換部からの出力のパルス間隔を計測して前記制御信号における周波数を検知する、請求項 1 6 に記載の駆動制御システム。

【請求項 1 8】

前記磁界反応素子からの出力は、

周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との和である成分と、

周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との差である成分と、

を含み、

10

20

30

40

50

前記信号処理部は、前記磁界反応素子からの出力から、周波数が最も低い成分を主に取り出す低域通過フィルタを有する、請求項12乃至15のいずれかに記載の駆動制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力線搬送通信を用いて、電力線に結合された1つ以上の被制御機器を制御する駆動制御装置と、この駆動制御装置を有する駆動制御システムに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

近年電力線に情報を重畳することで通信を行う電力線搬送通信(Power Line Communication:以後「PLC」とも呼ぶ。)が提案されている。これは電力線に情報を重畳するモデムを取り付けることで、電力線を有線の通信ラインとする技術である。電力線を通信線として用いることで、通常電力線と通信線が必要になる有線通信システムにおいて、多数の配線を省略することができる。

【0003】

一方PLCは、電源電流に情報を重畳することで、他の装置に影響が及ぼすといった課題もある。しかし、予め電力線を通信ラインとして用いることを予定した閉じられた環境においては有用である。例えば、船舶のように閉じられた空間に電力線搬送通信システムを配置することが提案されている(特許文献1)。また、1つのビル内の照明をPLCで制御することも提案されている(特許文献2)。

20

【0004】

特許文献1や2で提案されているPLCでは各端末(通信を行う対象)には、固有のアドレスが付与され、いわゆる情報を時分割多重することで送受信している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平08-033068号公報

30

【特許文献2】特開2006-340009号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

PLCを行うことで配線を削減できるという効果を楽しむ対象として、パワーウィンドウやパワーフェンダーミラーといった自動車内の電動機器や、ロボットの駆動制御がある。このような駆動系の駆動制御は、1つの電源に対して複数のモータ(被制御機器)が接続されており、指示器からの指示によって所定の動作を行う。したがって、これらのモータには駆動のための電力と、どの程度動かすか若しくはいつ動かすかといった制御信号のための配線がそれぞれ必要とされる。これにPLC技術を適用するのは、配線を削減させることができるため有効であると考えられる。

40

【0007】

しかし、従来技術のように各モータに個別のアドレスを付与し制御を行うとすると、各モータ毎にアドレスを識別するためのインターフェースが必要となる。これは、通信を行う際に、アドレスの解析が必要となるため、制御信号を送信してから被制御機器が動作するまでに時間がかかる。例えば、照明等の制御であれば、駆動制御信号の送信から実際に被制御機器が動作を行うまでの時間が遅くても問題はない。しかし、ロボットや自動車の電動機器等では、駆動制御信号が送信されたら速やかな動作が必要とされる。また、周波数多重方式で複数の通信チャンネルを電力線に設けると、各被制御機器毎に周波数弁別器が必要となる。

50

【 0 0 0 8 】

また、PLCから情報を引き出すための結合素子は通常リング状のコアが用いられる。しかし、このようなコアは物理的な容量が大きい。したがって、装置全体が大型になる。

【 0 0 0 9 】

モータ等の被制御機器が1つの電源に結合され、しかも制御される駆動系の駆動制御では、系全体を小型にすることが求められる場合が多い。すると上記のように各被制御機器毎にアドレスを付与する時分割多重方式や、周波数弁別器が必要となる周波数多重方式では、系全体を小型にするのは、困難となる。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様によれば、電力と、周波数多重された複数の制御信号と、を電線を介して受信し、被制御機器を駆動制御する駆動制御装置であって、前記被制御機器には検知周波数が設定され、前記複数の制御信号の1つが、前記被制御機器に対応する制御信号であり、その周波数は前記検知周波数の近傍であり、当該駆動制御装置は、前記電力を用いて前記被制御機器を駆動する駆動部と、周波数が前記検知周波数である矩形波の検知電流を生成する検知電流生成部と、前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、前記磁界反応素子からの出力から前記被制御機器に対応する制御信号を検知し、検知した制御信号に基づいて前記被制御機器を制御する信号処理部と、を備える駆動制御装置が提供される。

10

【 0 0 1 1 】

電線に発生する磁界に応じてインピーダンスが変化する磁界反応素子を用いて制御信号を検知するため、駆動制御装置を小型化できる。さらに、矩形波の検知電流を生成することで、駆動制御装置を低消費電力化できる。

20

【 0 0 1 2 】

また、本発明の一態様によれば、電力と、周波数多重された複数の制御信号と、を電線を介して受信し、第1～第n（nは2以上の整数）の被制御機器を駆動制御する駆動制御装置であって、前記第1～第nの被制御機器のそれぞれには、互いに異なる第1～第nの検知周波数がそれぞれ設定され、前記複数の制御信号のうちの第1～第nの制御信号は、前記第1～第nの被制御機器とそれぞれ対応しており、前記第k（kは1以上n以下の整数）の制御信号の周波数は、第kの検知周波数の近傍であり、当該駆動制御装置は、前記電力を用いて前記第1～第nの被制御機器を駆動する駆動部と、周波数が前記第1～第nの検知周波数である検知電流を生成する検知電流生成部と、前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、前記磁界反応素子からの出力から前記第1～第nの制御信号を検知し、検知した前記第1～第nの制御信号に基づいて前記第1～第nの被制御機器をそれぞれ制御する信号処理部と、を備える駆動制御装置が提供される。

30

【 0 0 1 3 】

電線に発生する磁界に応じてインピーダンスが変化する磁界反応素子を用いて制御信号を検知するため、駆動制御装置を小型化できる。

【 0 0 1 4 】

前記検知電流生成部は、周波数が前記第1～第nの検知周波数である検知電流を時分割で生成し、前記信号処理部は、周波数が第kの検知周波数である検知電流が生成された場合に、第kの制御信号を検知するのが望ましい。

40

これにより、複数の制御信号を検知できる。

【 0 0 1 5 】

さらに望ましくは、前記信号処理部は、前記第1～第nの制御信号を時分割で検知するとともに、前記第1～第nの被制御機器の制御タイミングを調整する。

これにより、複数の制御信号が時分割で順繰りに検知される場合であっても、適切なタイミングで複数の被制御機器を制御できる。

【 0 0 1 6 】

50

前記検知電流生成部は、矩形波の前記検知電流を生成するのが望ましい。

これにより、駆動制御装置を低消費電力化できる。

【0017】

具体例として、前記磁界反応素子は、前記電線に流れる電流と、前記検知電流との乗算結果に応じた出力を生成してもよい。

【0018】

前記信号処理部は、デジタル信号処理を行って前記制御信号を検知するのが望ましい。

これにより、磁界反応素子からの出力にノイズが含まれる場合であっても、その影響を低減できる。特に、検知電流が矩形波である場合、矩形波に含まれる高調波成分に起因するノイズを抑えることができるので、有効である。

10

【0019】

前記信号処理部は、前記磁界反応素子からの出力から低周波成分を取り出す低域通過フィルタと、前記低域通過フィルタからの出力をデジタル信号に変換するAD変換部と、を有するのが望ましい。

【0020】

さらに望ましくは、前記被制御機器は、前記制御信号における周波数に応じて制御され、前記信号処理部は、前記AD変換部からの出力のパルス間隔を計測して前記制御信号における周波数を検知する。

パルス間隔を計測して周波数を検知することで、処理が高速化する。

【0021】

前記磁界反応素子からの出力は、周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との和である成分と、周波数が、前記磁界反応素子に流れる検知電流の検知周波数と前記複数の制御信号のそれぞれの周波数との差である成分と、を含み、前記信号処理部は、前記磁界反応素子からの出力から、周波数が最も低い成分を主に取り出す低域通過フィルタを有するのが望ましい。

20

これにより、互いに周波数が異なる複数の制御信号から、特定周波数の制御信号を抽出できる。

【0022】

本発明の別の態様によれば、上記駆動制御装置と、前記複数の制御信号を周波数多重する制御情報付加装置、並びに、電力および前記複数の制御信号を前記駆動制御装置に供給する電線を有する送信装置と、を備える駆動制御システムが提供される。

30

【0023】

本発明のまた別の態様によれば、送信装置と、複数の駆動制御装置と、を備え、複数の被制御機器を駆動制御する駆動制御システムであって、前記送信装置は、複数の制御信号を周波数多重する制御情報付加装置と、電力および前記複数の制御信号を前記複数の駆動制御装置に供給する電線と、を有し、前記複数の被制御機器のそれぞれには、互いに異なる検知周波数が設定され、前記複数の制御信号は、前記複数の被制御機器のそれぞれと対応しており、前記複数の制御信号のそれぞれの周波数は、対応する被制御機器に設定された検知周波数の近傍であり、前記複数の駆動制御装置のそれぞれは、前記複数の被制御機器のうちの対象機器を駆動制御するものであって、前記電力を用いて前記対象機器を駆動する駆動部と、周波数が前記対象機器に設定された検知周波数である検知電流を生成する検知電流生成部と、前記検知電流が流れ、前記電線の周囲に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する磁界反応素子と、前記磁界反応素子からの出力に基づいて前記対象機器と対応する前記制御信号を検知し、検知した制御信号に基づいて前記対象機器を制御する信号処理部と、を備え、前記複数の駆動制御装置のうちの一つの駆動制御装置における前記検知電流生成部が生成する検知電流の検知周波数は、前記複数の駆動制御装置のうちの一つの別の駆動制御装置における前記検知電流生成部が生成する検知電流の検知周波数とは異なる、駆動制御システムが提供される。

40

【発明の効果】

【0024】

50

磁性素子などの磁界反応素子は電流を流しながら電線に流れる電流が作る磁界を受けると、電線に流れる電流を測定することができる。さらに、この磁性素子などの磁界反応素子に特定の周波数の電流を流しておけば、電線に複数の周波数が多重されていても、特定の周波数の電流だけを検出することができる。つまり、磁性素子などの磁界反応素子と特定の周波数を磁性素子などの磁界反応素子に流す電流源だけで周波数弁別器を構成することができる。

【0025】

本発明に係る駆動制御装置は、受信のための素子としてこの磁性素子などの磁界反応素子を用いるので、情報の受信のために必要な装置を大幅に小型にすることができる。また、PLCを用いることで配線数を削減することもできる。したがって、本発明に係る駆動制御装置は、系全体を小型にすることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明に係る駆動制御システムの全体構成を示す図である。

【図2】駆動制御装置の構成を示す図である。

【図3】第2の実施形態に係る駆動制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図4A】電線115の電圧の時間変化を示す図である。

【図4B】図4Aの拡大図である。

【図5】駆動制御装置120aの内部構成の一例を示すブロック図である。

【図6】磁性素子152の出力電圧 V_{mr} の時間変化を示す図である。

20

【図7】PWM信号の時間変化を示す図である。

【図8】第3の実施形態に係る駆動制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図9】周波数多重された制御情報を取り出す検証に用いた回路構成である。

【図10】参考例1の結果を表すグラフである。

【図11】実際にサーボモータを駆動制御する検証に用いた回路構成である。

【図12】図10の回路でサーボモータを制御した結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明は本発明の実施形態の例示であり、以下の説明に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて、以下の実施形態は改変することができる。

30

【0028】

(第1の実施形態)

図1に第1の実施形態に係る駆動制御装置30を用いた駆動制御システム1の構成を示す。駆動制御システム1は電源10と、電線12と、電線12に制御情報を含む制御信号(以下、単に制御情報ともいう)を重畳する制御情報付加装置14を有する。電線12には、トランス16を介して被制御機器20と駆動制御装置30が1つ以上接続される。トランス16より被制御機器20側の電線は符号13で表した。

【0029】

電源10は、各被制御機器20に電力を供給する。電源10は単相であってもよいし複相(たとえば3相)交流であってもよい。ここでは電源10が供給する電流の周波数を「電力周波数」と呼ぶ。

40

【0030】

制御情報付加装置14は、電線12に各被制御機器20を制御するための制御信号を重畳する。制御情報付加装置14の構成は特に限定されない。制御情報付加装置14は電源10の近傍に配置してよいので、多少装置が大きくなってよいからである。なお、被制御機器20や駆動制御装置30から見て、「電源側」とは、電源10と制御情報付加装置14を示す。

【0031】

制御情報付加装置14は、複数の周波数の信号を電線12に流れる電流に重畳する。こ

50

のとき用いる制御情報とは電力周波数以外の周波数の信号である。この周波数を「制御情報周波数」と呼ぶ。また制御情報とは、各被制御機器 20 をどのように動作させるかを表す情報である。被制御機器 20 は、駆動の状態を制御される。たとえば被制御機器 20 は、少なくとも ON / OFF の 2 つ以上の状態があると考えられる。

【 0 0 3 2 】

つまり、制御情報は、制御する対象の被制御機器 20 に対して複数の状態を伝達できることが必要である。本発明に係る駆動制御装置 30 は、1 つの周波数の信号の振幅をリニアに復元することができる。また駆動制御装置 30 は、特定の周波数の信号だけでなく、特定の帯域幅の信号を取り出すことができる。したがって、制御情報は、電力周波数以外の信号で、1 つの周波数の信号若しくは、1 つの周波数の近傍の特定帯域にある周波数の信号である。

10

【 0 0 3 3 】

被制御機器 20 は、主としてモータ、照明、スイッチといった自身で電力を消費する受動機器が好適に利用される。電池のように電力を蓄える機器であってもよい。つまり、本発明に係る駆動制御システム 1 は電源側から被制御機器 20 を制御するという形態に好適に利用できる。これらの被制御機器 20 は、それぞれ所定の電流を供給されると、決められた動きを行い、若しくは機能を発揮するものである。

【 0 0 3 4 】

より具体的に例示すると、モータは決められた角度だけ回転し、照明は点灯、消灯し、スイッチは ON / OFF する。また、電池は充電若しくは放電量を増減させる。このように、これらの被制御機器 20 は供給された電力を用いて、複数の状態の間を遷移する。

20

【 0 0 3 5 】

図 2 に駆動制御装置 30 の詳細を示す。駆動制御装置 30 は、受信機 32 と、指示器 34 と、駆動電流源 36 を含む。受信機 32 は、磁性素子 40 と、検知電流源 42 と、フィルタ 44 と、増幅器 46 を含む。磁性素子 40 は磁気抵抗効果を示す磁気抵抗効果素子であってもよいし、ホール効果を示すホール素子であってもよい。いずれのタイプの素子であっても検知用の電流を流すための電流端子 40 a と、電圧を取り出すための電圧端子 40 v が設けられる。

【 0 0 3 6 】

たとえば、磁性素子 40 が磁気抵抗効果素子であった場合は、電流端子 40 a と電圧端子 40 v は同じ部位とすることができる。磁性素子 40 がホール効果素子である場合は、電流端子 40 a と電圧端子 40 v は 90 度異なった方向に端子が設けられる。ここでは磁性素子 40 は磁気抵抗効果素子であるとして説明を続ける。

30

【 0 0 3 7 】

磁性素子 40 は短冊状の基板の上にニッケル鉄の合金（パーマロイ）膜等を形成することで構成される。短冊状の長手方向の両端子は、電流端子 40 a および電圧端子 40 v が形成される。

【 0 0 3 8 】

電流端子 40 a には、検知電流源 42 が接続される。検知電流源 42 は、特定の周波数（以後「検知周波数」と呼ぶ。）の電流（以後「検知電流」と呼ぶ。）を磁性素子 40 に流すための電流源である。定電流源であるのが望ましいが、定電圧源であってもよい。検知電流源 42 が磁性素子 40 に供給する検知電流の周波数（検知周波数）は、電線 12 から復調される制御情報の周波数若しくはその近傍の周波数である。

40

【 0 0 3 9 】

例えば、制御情報周波数が f_1 で、検知周波数を f_d とすると、 $|f_d - f_1| < f_c$ とする。なお、 f_c はフィルタ 44 のカットオフ周波数である。検知電流は被制御機器 20 が受信できる信号の周波数帯域を決める基準になる。したがって、検知周波数は、被制御機器 20 毎に設定される。

【 0 0 4 0 】

電圧端子 40 v には、フィルタ 44 と増幅器 46 が接続される。検知電流が流された磁

50

性素子 40 は、電線 13 に流れる電流と検知電流の積を出力する言わば演算素子として働く。

【0041】

ここで図 2 を参照して、磁性素子 40 の電圧端子 40 v に現れる信号について説明する。磁性素子 40 の電気抵抗を R_{m_r} とし、検知電流を I_2 、電線 13 に流れる電流を I_1 とする。電線 13 の周囲には電流 I_1 によって磁界 H が発生する。磁界 H は電流 I_1 に比例する。この比例定数を k とすると、磁界 H は (1) 式で表される。

$$H = k \cdot I_1 \quad \dots (1)$$

【0042】

磁性素子 40 が磁気抵抗効果素子であったとし、磁界 H による抵抗変化を R_{m_r} とする。この抵抗変化 R_{m_r} は磁界 H に比例する。この比例定数を α とすると抵抗変化 R_{m_r} は (2) 式で表される。

$$R_{m_r} = \alpha \cdot H \quad \dots (2)$$

【0043】

磁性素子 40 には電流 I_2 が流れているので、磁性素子 40 の電圧端子 40 v の電圧変化を V_{m_r} とすると (3) 式で表される。

$$V_{m_r} = R_{m_r} \cdot I_2 \quad \dots (3)$$

【0044】

(3) 式に (1) 式および (2) 式を代入し整理すると (4) 式が得られる。

$$V_{m_r} = \alpha \cdot k \cdot I_1 \cdot I_2 \quad \dots (4)$$

つまり、電圧端子 40 v の両端に現れる電圧は、電線 13 に流れる電流 I_1 と磁性素子 40 に流れる電流 I_2 の積として現れる。

【0045】

電流 I_1 には、電力周波数と複数の制御情報周波数の信号が重畳される。これらの複数の信号の周波数を $f_{1,n}$ で表す。 n はゼロ以上の整数である。電源周波数は $f_{1,0}$ である。また、検知周波数を f_d とする。すると電流 I_1 および I_2 はそれぞれ (5) 式および (6) 式のように表される。

$$I_1 = \sum_{n=0}^{\infty} I_{1,n} \sin(2\pi f_{1,n} t + \theta_n) \quad \dots (5)$$

$$I_2 = I_2 \sin 2\pi f_d t \quad \dots (6)$$

【0046】

電圧端子 40 v の電圧変化 V_{m_r} は電流 I_1 と I_2 の積であった ((4) 式参照) ので、 V_{m_r} は (7) 式のように求められる。なお、 α 、 k 、 I_2 は定数であるので省略した。

$$\begin{aligned} \Delta V_{mr} \propto & I_{1,0} (\cos\{2\pi(f_{1,0} - f_d) + \theta_0\} - \cos\{2\pi(f_{1,0} + f_d) + \theta_0\}) \\ & + I_{1,1} (\cos\{2\pi(f_{1,1} - f_d) + \theta_0\} - \cos\{2\pi(f_{1,1} + f_d) + \theta_0\}) \\ & + I_{1,2} (\cos\{2\pi(f_{1,2} - f_d) + \theta_0\} - \cos\{2\pi(f_{1,2} + f_d) + \theta_0\}) \\ & + \dots \\ & + I_{1,n} (\cos\{2\pi(f_{1,n} - f_d) + \theta_0\} - \cos\{2\pi(f_{1,n} + f_d) + \theta_0\}) \\ & + \dots \end{aligned} \quad \dots (7)$$

【0047】

(7) 式でわかるように、電線 13 に重畳された n 番目の制御情報周波数 $f_{1,n}$ からは $f_{1,n} - f_d$ と $f_{1,n} + f_d$ の 2 つの周波数の信号が生成される。

【0048】

以上のように、電圧端子 40 v には、周波数が電線 13 に流れる周波数と検知電流の周

10

20

30

40

50

波数の差および和である信号が出力される。このうち、 $f_{1, k} - f_d$ はローパスフィルタで他の制御情報から容易に抜き出すことができる。フィルタ 44 はこの目的で接続される。増幅器 46 はフィルタ 44 後の信号を増幅し、後段の回路で扱えるようにする。

【0049】

指示器 34 は、受信機 32 からの出力信号を受け、被制御機器 20 に動作の指示を出す。動作の指示は動作に応じた電力（電流）であってもよい。具体的に例示すると、受信機 32 から出力された周波数を検知してその周波数に応じた動作を被制御機器 20 に行わせる指示信号 C_d を出力する。または、受信機 32 から出力された信号の振幅からその振幅に応じた動作を被制御機器 20 に行わせる指示信号 C_d を出力する。すなわち、指示信号 C_d は制御情報の周波数に基づくものであってもよいし、制御情報の振幅に基づくものであってもよい。

10

【0050】

このように、受信機 32 および指示器 34 は、被制御機器 20 に対する制御情報を含む制御信号を読み取って、被制御機器 20 を制御する。

【0051】

駆動電流源 36 は、被制御機器 20 が駆動するために必要な電力を供給する。駆動電流源 36 は、電線 13 から電力を引き入れ、これを被制御機器 20 に指示器 34 からの指示信号 C_d に応じて供給することにより、被制御機器 20 を駆動する。なお、指示器 34 が、被制御機器 20 が指定された動作を行うための電力を指示信号 C_d として直接出力する場合は、駆動電流源 36 と指示器 34 は一体のものであってもよい。

20

【0052】

以上の構成を有する駆動制御システム 1 の動作について説明する。電源 10 は電力周波数 f_0 の電力を供給する。制御情報付加装置 14 は各被制御機器 20 に対して制御情報を送る。ここでは、ある被制御機器 20 に対して制御情報周波数がそれぞれ f_1 、 f_2 、 f_3 の 3 種の制御情報を送信するとする。なお、制御情報は 3 つ以上であってもよい。この制御情報の意味は、被制御機器 20 を制御する駆動制御装置 30 が周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の信号を電線 12 から得たときは、状態をそれぞれ A、B、C にすることを意味する。

【0053】

たとえば被制御機器 20 がモータであったとすると、状態 A は電源 10 からの電力の $1/2$ の電力で回転することであり、状態 B は電源 10 からのそのままの電力で回転することであり、状態 C は回転を停止することなどである。したがって、制御情報周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の制御情報は同時に電線 12 に重畳されることはない。

30

【0054】

被制御機器 20 を制御する駆動制御装置 30 の検知電流源 42 は、周波数 f_d の電流が磁性素子 40 に流されている。このとき f_d と f_1 、 f_2 、 f_3 の差は f_c 以内であるように設定する。また f_c は電力周波数 f_0 より十分に小さいとする。ここで f_c はフィルタ 44 のカットオフ周波数である。また、 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_d はいずれも電力周波数 f_0 からは十分に離れた周波数であるとする。

【0055】

電源 10 は電力を電線 12 を介して供給している。制御情報付加装置 14 は、電線 12 に周波数 f_1 の信号を重畳したとする。被制御機器 20 側ではトランス 16 を介して電線 12 からの電力が伝えられる。

40

【0056】

駆動制御装置 30 の磁性素子 40 は、トランス 16 を介した電線 13 の電流が流れる方向に両方の電流端子 40a をあわせるようにして隣接配置されている。したがって、電流端子 40a の方向に対して直角方向に電線 13 からの磁界 H を受ける。

【0057】

この磁界 H によって、磁性素子 40 を流れる周波数 f_d の電流は影響を受ける。そして、磁性素子 40 の電圧端子 40v には、制御情報周波数 f_1 と検知周波数 f_d との積が得られる。つまり、 $f_d - f_1$ と $f_d + f_1$ の周波数の信号が得られる。もちろん、電力周

50

波数 f_0 と検知周波数 f_d との積である $f_d - f_0$ と $f_d + f_0$ の信号も得られる。

【0058】

これらの信号中最も小さいのは $f_d - f_1$ の信号である。そしてこの信号だけがフィルタ44のカットオフ周波数 f_c を通過する。この信号は増幅器46で増幅される。

【0059】

指示器34はこの増幅器46からの出力信号(これを「検出信号」と呼ぶ。)に応じた指示を指示信号Cdによって駆動電流源36に行う。駆動電流源36はトランス16を介して得た電力の1/2の電力を被制御機器20に供給する。この制御情報周波数と検知周波数との積で得られる低周波信号がフィルタ44を通過するという関係は制御情報周波数が f_2 、 f_3 になっても同様に成立する。

10

すなわち、増幅器46からは $f_d - f_1$ 、 $f_d - f_2$ 、 $f_d - f_3$ の周波数を有する信号を得ることが出来る。指示器34はこの周波数に対応する指示信号Cdを駆動電流源36に送ることで、被制御機器20は制御される。

【0060】

このように、受信機32の磁性素子40は、電線12に流れる信号の周波数($f_0 \sim f_3$)と、検知電流源42が磁性素子40に流す検知周波数 f_d との積に相等する周波数の電圧を出力する。したがって、検知周波数 f_d と制御情報 f_1 等との関係を予め決めておくことでPLCを用いた被制御機器20の駆動制御を行うことができる。

【0061】

なお、本発明に係る駆動制御システム1は、電源側から被制御機器20を制御するシステムであるが、被制御機器20側にスペースの余裕があり、情報送信のための装置を配置できる場合は、電源側にも受信機32を配置することで逆方向からの通信も可能である。

20

【0062】

(第2の実施形態)

図3は、第2の実施形態に係る駆動制御システムの概略構成を示すブロック図である。以下、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。駆動制御システムは、送信装置110と、複数(本例では2つ)の駆動制御装置120a, 120bとを備え、駆動制御装置120a, 120bによって被制御機器であるサーボモータ130a, 130bがそれぞれ駆動制御される。このサーボモータ130a, 130bは、PWM信号が制御信号として入力され、そのデューティ比に応じた角度だけ回転するものである。

30

【0063】

本実施形態の駆動制御システムは、サーボモータ130a, 130bに電力を供給して駆動するとともに、所望の回転角を実現するよう制御する。

【0064】

各駆動制御装置120a, 120bには固有の検知周波数 f_{a0} (例えば1,000Hz), f_{b0} (例えば2,000Hz) が予め設定されている。駆動制御装置120aがサーボモータ130aを駆動制御し、駆動制御装置120bがサーボモータ130bを駆動制御するため、サーボモータ130a, 130bに検知周波数 f_{a0} , f_{b0} が設定されているとも言える。検知周波数 f_{a0} , f_{b0} は互いに異なり、望ましくは互いに十分に離れている。

40

【0065】

送信装置110は、サーボモータ130a, 130bを駆動するための電力と、サーボモータ130a, 130bを個別に制御するための2つの制御信号とが重畳された伝送信号を生成して駆動制御装置120a, 120bに送信する。

【0066】

具体的には、送信装置110は、制御信号生成部111a, 111bと、加算器112と、電源113と、制御情報付加装置114と、電線115と、抵抗116と、コンデンサ117とを有する。

【0067】

制御信号生成部111aはサーボモータ130aを制御するための制御信号Vaを生成

50

する。制御信号生成部 111a は、例えばファンクションジェネレータであり、制御信号 V_a として周波数 f_a の正弦波を生成する。ここで、周波数 f_a は検知周波数 f_{a0} の近傍の周波数であり、具体的には検知周波数 f_{a0} に対して予め定めた範囲内の周波数であり、望ましくは駆動制御装置 120b の検知周波数 f_{b0} から十分に離れている。この条件下において周波数 f_a をユーザが任意に設定でき、この周波数 f_a に応じたデューティ比の PWM 信号が駆動制御装置 120a によって生成されることで、サーボモータ 130a の回転角を任意に制御できる。

【0068】

同様に、制御信号生成部 111b はサーボモータ 130b を制御するための制御信号 V_b を生成する。制御信号 V_b の周波数 f_b は検知周波数 f_{b0} の近傍の周波数であり、具体的には検知周波数 f_{b0} に対して予め定めた範囲内の周波数であり、望ましくは駆動制御装置 120a の検知周波数 f_{a0} から十分に離れている。なお、周波数 f_b は周波数 f_a とも十分に離れているのが望ましい。

加算器 112 は制御信号 V_a と制御信号 V_b とを周波数多重する。

【0069】

電源 113 は、電力伝送用の電圧、言い換えるとサーボモータ 130a, 130b を駆動するための電圧を生成する。本実施形態では、電源 113 が直流電圧 V_{dc} (例えば 24V) を生成するものとするが、交流電圧であってもよい。

【0070】

制御情報付加装置 114 は、例えばトロイダルコアであり、上記直流電圧 V_{dc} に、交流成分を含む制御信号 V_a, V_b を付加する。これにより、直流電圧 V_{dc} に制御信号 V_a, V_b が重畳された伝送信号が生成される。

【0071】

電線 115 は制御情報付加装置 114 に接続され、伝送信号を駆動制御装置 120a, 120b に送信する。電線 115 上の電源 113 と制御情報付加装置 114 との間に抵抗 116 およびコンデンサ 117 が直列接続される。本実施形態に係る駆動制御システムは、伝送信号が直流電圧 V_{dc} と制御信号 V_a, V_b とを含むため、駆動用の電線 (電力線) と制御用の電線とを別個に設ける必要がない。

【0072】

コンデンサ 117 は交流成分に対するインピーダンスが低い。そのため、電線 115 には伝送信号における制御信号 V_a, V_b に応じた電流 I_t が発生する。具体的には、電流 I_t は下記 (8) 式で表すことができ、第 1 の実施形態における (5) 式において n = 0 ~ 1 としたものと対応している。ここで、I_{ta0}, I_{tb0} は、主に制御信号 V_a, V_b の振幅および抵抗 116 に応じて定まる値である。

$$I_t = I_{ta0} \sin(2\pi f_a t + \theta_a) + I_{tb0} \sin(2\pi f_b t + \theta_b) \quad \dots (8)$$

【0073】

一方、コンデンサ 117 は直流成分に対するインピーダンスが高い。そのため、電線 115 にはほとんど直流電流が流れない。そして、コンデンサ 117 の両端に発生する電圧は、直流成分として直流電圧 V_{dc} を含んでおり、これが駆動制御装置 120a, 120b に有線で供給される。

【0074】

図 4A は、電線 115 の電圧の時間変化を示す測定結果である。また、図 4B は、図 4A の拡大図である。これらの図では、V_{dc} = 24V, f_a = 1, 020Hz, f_b = 2, 030Hz としている。図 4A から分かるように、伝送信号には 24V の直流成分に交流成分が重畳されている。そして、図 4B から分かるように、交流成分は 2 つの周波数、すなわち 1, 020Hz および 2, 030Hz の周波数を含んでいる。

【0075】

10

20

30

40

50

図3に戻り、駆動制御装置120aは、サーボモータ130a, 130bのうち、サーボモータ130aを駆動制御の対象機器とする。同様に、駆動制御装置120bは、サーボモータ130a, 130bのうち、サーボモータ130bを駆動制御の対象機器とする。駆動制御装置120a, 120bの構成は同様であるので、以下では主に駆動制御装置120aについて説明する。駆動制御装置120aは、伝送信号を電線115を介して受信してサーボモータ130aを駆動制御するものであり、駆動部121と、制御部122とを有する。

【0076】

駆動部121は、送信装置110から供給される電力を用いて、サーボモータ130aを駆動する。より具体的には、駆動部121には、送信装置110からの上記電圧が供給され、その直流成分を抽出することにより、サーボモータ130aを駆動するための直流電圧と、制御部122を駆動するための直流電圧とを生成する。

10

【0077】

制御部122は磁性素子152を有し、電線115に流れる電流 I_t の交流成分を抽出することにより、電線115に流れる電流から周波数 f_a を検知し、周波数 f_a に応じてサーボモータ130aを制御するためのPWM信号を生成する。

図5は、駆動制御装置120aの内部構成の一例を示すブロック図である。

【0078】

駆動制御装置120aにおける駆動部121は、伝送信号における直流成分から、直流電圧(例えば5V)を生成してサーボモータ130aを駆動するとともに、直流電圧(例えば24V)を生成して制御部122を駆動する。駆動制御装置120aとして絶縁型DC-DCコンバータを用いるのが望ましい。これにより、図3における電源113のグラウンドと、サーボモータ130aのグラウンドとを切り離すことができ、電線115がサーボモータ130aから発生するサージ電圧の影響を受けにくくなる。

20

【0079】

制御部122は、検知電流生成部151と、磁性素子152と、信号処理部153とを有する。信号処理部153は、例えば低域通過フィルタ154(LPF)、増幅器155、コンパレータ156(CMP)および制御信号生成部157から構成される。

【0080】

検知電流生成部151は、駆動部121によって生成された直流電圧で駆動され、検知信号 V_d を生成して磁性素子152に検知電流 I_d を流す。検知信号 V_d の周波数は検知周波数 f_{a0} である。検知信号 V_d は正弦波でもよいが、矩形波(例えば振幅が10V)であるのがより望ましい。正弦波と比べて矩形波は信号の遷移が急峻であるため、検知電流生成部151の消費電力を大幅に削減できる。

30

【0081】

以下では、検知信号 V_d が矩形波であるとする。この場合、検知信号 V_d は検知周波数 f_{a0} の他にその高調波成分を含んでいる。検知信号 V_d が矩形波である場合、検知電流 I_d も矩形波であり、下記(9)式で表すことができる。

$$I_d = I_{d1} \sin 2\pi f_{a0} t + \sum_n I_{dn} \sin(2n\pi f_{a0} t + \theta_n) \quad \dots (9)$$

40

【0082】

n は3以上の奇数である。上記(9)式において、第1項は第1の実施形態における(6)式と対応している。また、第2項が矩形波における高調波成分を示している。 I_{dn} が n 次成分の振幅を示しており、 n が大きくなるほど振幅 I_{dn} は小さくなる。

【0083】

磁性素子152は第1の実施形態で説明した磁性素子66に対応しており、電線115に隣接配置されることで、電線115に流れる電流 I_t と、自身に流れる検知電流 I_d と

50

を乗算する機能を持つ。よって、磁性素子 152 は電流 I_t と検知電流 I_d との積に応じた電圧変化 V_{mr} を出力する。第 1 の実施形態における (7) 式を参照すると、電圧変化 V_{mr} は下記 (10a) ~ (10f) の周波数成分を有する。

$$\begin{aligned} & |f_a - f_{a0}| \quad \dots (10a) \\ & |f_a + f_{a0}| \quad \dots (10b) \\ & |f_b - f_{a0}| \quad \dots (10c) \\ & |f_b + f_{a0}| \quad \dots (10d) \\ & |f_a - n * f_{a0}| \quad \dots (10e) \\ & |f_a + n * f_{a0}| \quad \dots (10f) \end{aligned}$$

(10e), (10f) が検知電流 I_d における高調波成分に起因する成分である。ただし、 n が大きくなるほど各周波数成分の振幅は小さくなる。また、周波数 f_a は検知周波数 f_{a0} の近傍であることから、これらの周波数成分のうち (10a) に示す $|f_a - f_{a0}|$ が最も低い周波数である。

【0084】

図 6 は、磁性素子 152 の出力電圧 V_{mr} の時間変化を示す測定結果である。同図の V_{mr1} が駆動制御装置 120a における磁性素子 152 の出力であり、 $f_{a0} = 1,020 \text{ Hz}$, $f_a = 1,000 \text{ Hz}$ としている。同図から分かるように、およそ周期 50 ms すなわち周波数 20 Hz ($= |f_a - f_{a0}|$) の成分が最も大きいのが分かる。

【0085】

なお、同図の V_{mr2} は駆動制御装置 120b における磁性素子 152 の出力であり、 $f_{b0} = 2,030 \text{ Hz}$, $f_b = 2,000 \text{ Hz}$ としている。同図から分かるように、およそ周期 33 ms すなわち周波数 30 Hz ($= |f_b - f_{b0}|$) の成分が最も大きいのが分かる。

【0086】

図 5 に戻り、信号処理部 153 は磁性素子 152 からの出力 V_{mr} から周波数 f_a を検知し、サーボモータ 130a を制御するための PWM 信号を生成することによって、サーボモータ 130a を制御する。信号処理部 153 はアナログ信号処理を行ってもよいが、より望ましくは磁性素子 152 からの出力に由来するアナログ信号をデジタル信号に変換 (AD 変換) した上でデジタル信号処理を行う。特に、検知電流 I_d が正弦波であり高調波成分を含む場合、その高調波成分に起因するノイズの影響を AD 変換によって低減できるためである。

【0087】

信号処理部 153 における低域通過フィルタ 154 は、磁性素子 152 からの出力 V_{mr} に対して LPF 処理を行い、低周波数成分のみを取り出す。低域通過フィルタ 154 のカットオフ周波数 f_c は上記 (10a) に示す $|f_a - f_{a0}|$ より高く、他より低い。言い換えると、周波数 f_a は、検知周波数 f_{a0} との差がカットオフ周波数 f_c より低くなるよう定められる (このことを「近傍」と表現している)。よって、出力 V_{mr} から周波数 $|f_a - f_{a0}|$ の成分が主に取り出される。ただし、高調波成分も若干出力されて、ノイズとなることもある。なお、低域通過フィルタ 154 の出力はアナログ電圧である。

【0088】

増幅器 155 は必要に応じて設けられ、低域通過フィルタ 154 からの出力を増幅する。増幅器 155 の出力はやはりアナログ電圧である。

【0089】

コンパレータ 156 は AD 変換器の例であり、所定の閾値との比較を行うことにより、増幅器 155 から出力されるアナログ電圧をデジタル値に変換する。その結果、コンパレータ 156 からの出力として、周波数 $|f_a - f_{a0}|$ の矩形波が得られる。低域通過フィルタ 154 からの出力 (したがって、増幅器 155 からの出力) に検知電流 I_d (検知信号 V_d) の高調波成分に起因するノイズが含まれていたとしても、このノイズを低減できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

制御信号生成部 1 5 7 は、デジタル信号から周波数 f_a (正確には $|f_a - f_{a0}|$) を検知し、この周波数 f_a に応じたデューティ比の PWM 信号を生成する。周波数 $|f_a - f_{a0}|$ は、例えばコンパレータ 1 5 6 から出力される矩形波のパルス間隔を計測することによって短期間で検知される。また、PWM 信号の生成は、例えば P I C (Peripheral Interface Controller) に内蔵される C C P (Compare/Capture PWM) モジュールの「PWM モード」を利用すればよい。

【 0 0 9 1 】

生成された PWM 信号がサーボモータ 1 3 0 a に入力されることで、サーボモータ 1 3 0 a が PWM 信号のデューティ比に応じた角度だけ回転する。

10

【 0 0 9 2 】

駆動制御装置 1 2 0 b も同様の構成となっているが、検知信号として検知周波数 f_b の矩形波を用いる。その結果、低域通過フィルタによって周波数 $|f_b - f_{b0}|$ の成分が取り出される。よって、周波数 f_b に応じたデューティ比の PWM 信号を生成でき、このデューティ比に応じた角度だけサーボモータ 1 3 0 b が回転する。

【 0 0 9 3 】

図 7 は、PWM 信号の時間変化を示す測定結果である。同図の PWM 1, PWM 2 が、それぞれ駆動制御装置 1 2 0 a, 1 2 0 b における制御信号生成部 1 5 7 が生成する PWM 信号である。図 5 と同様、 $f_{a0} = 1, 020 \text{ Hz}$, $f_a = 1, 000 \text{ Hz}$, $f_{b0} = 2, 030 \text{ Hz}$, $f_b = 2, 000 \text{ Hz}$ としている。PWM 1, PWM 2 の周期は互いに等しいが、デューティ比が異なっている。このようにして、周波数 f_a , f_b に応じたデューティ比の PWM 信号を生成できることが分かる。

20

【 0 0 9 4 】

なお、上述した実施形態では、制御信号 V_a , V_b における周波数 f_a , f_b が、サーボモータ 1 3 0 a, 1 3 0 b の回転角に対応する制御情報を示していた。しかしながら、周波数 f_a , f_b でなく、制御信号 V_a , V_b における振幅が制御情報を示していてもよい。このような場合でも、駆動制御装置 1 2 0 a の制御部 1 2 2 における信号処理部 1 5 3 は、検知周波数 f_{a0} と制御信号 V_a の周波数 f_a とが近いことから、駆動制御装置 1 2 0 a 用の制御信号 V_a を検知できる。そして、信号処理部 1 5 3 は制御信号 V_a の振幅に応じたデューティ比の PWM 信号を生成すればよい。

30

【 0 0 9 5 】

さらに、制御信号 V_a , V_b が重畳される時間が制御情報を示していてもよい。いずれにしても、制御信号 V_a , V_b が被制御機器を制御するために必要な情報を有している。

【 0 0 9 6 】

また、図 3 では 2 つの駆動制御装置 1 2 0 a, 1 2 0 b を用いて 2 つのサーボモータ 1 3 0 a, 1 3 0 b を駆動制御する例を示したが、駆動制御装置および被制御機器の数に特に制限はない。いずれにしても、伝送信号には、直流電圧に複数の制御信号が重畳され、制御信号のそれぞれが駆動制御装置のそれぞれと対応している。各駆動制御装置には固有の検知周波数が設定されており、各制御信号の周波数は、対応する駆動制御装置の検知周波数の近傍において、所望の制御結果 (例えば回転角) を実現するためにユーザによって設定されればよい。

40

【 0 0 9 7 】

このように、第 2 の実施形態では、磁性素子 1 5 2 を用いて制御信号 V_a , V_b の周波数 f_a , f_b を検知するので、駆動制御装置 1 2 0 a, 1 2 0 b を小型化できる。また、磁性素子 1 5 2 に流す検知電流 I_d を矩形波とすることで、駆動制御装置 1 2 0 a, 1 2 0 b の消費電力を低減できる。さらに、磁性素子 1 5 2 の出力に対してデジタル信号処理を行うことで、検知電流 I_d の高調波成分に起因するノイズを低減できる。

【 0 0 9 8 】

(第 3 の実施形態)

上述した第 2 の実施形態は、1 つの駆動制御装置が 1 つの制御信号を検知して 1 つの被

50

制御機器を制御するものであった。これに対し、次に説明する第3の実施形態は、1つの駆動制御装置が複数の制御信号を検知して複数の被制御機器を制御するものである。以下、第2の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0099】

図8は、第3の実施形態に係る駆動制御システムの概略構成を示すブロック図である。駆動制御システムは、第2の実施形態と同様の送信装置110と、複数(同図の例では2つ)のサーボモータ130a, 130bを駆動制御する駆動制御装置120とを備えている。なお、サーボモータ130aには固有の検知周波数 f_{a0} が設定され、サーボモータ130bには固有の検知周波数 f_{b0} が設定されている。

【0100】

駆動制御装置120aの内部構成は図5に示す駆動制御装置と類似しているが、動作が異なる。

【0101】

図5を参照し、駆動部121は、送信装置110から供給される電圧を用いて、サーボモータ130a, 130bの両方を駆動するための直流電圧と、制御部122における検知電流生成部151を駆動するための直流電圧を生成する。

本実施形態の特徴は検知電流生成部151の動作にある。

【0102】

検知電流生成部151は、まずは検知周波数 f_{a0} の検知信号 V_d (望ましくは矩形波)を生成する。これにより、周波数が検知周波数 f_{a0} である検知電流 I_d が生成され、磁性素子152に流れる。その結果、第2の実施形態で説明したようにして、信号処理部153における制御信号生成部157は制御信号 V_a (具体例として、その周波数 f_a)を検知する。そして、信号処理部153は周波数 f_a に応じたデューティ比のPWM信号を生成して、サーボモータ130aを制御する。

【0103】

その後、検知電流生成部151は、検知周波数 f_{b0} の検知信号 V_d (望ましくは矩形波)を生成する。これにより、周波数が検知周波数 f_{b0} である検知電流 I_d が生成され、磁性素子152に流れる。その結果、第2の実施形態で説明したようにして、信号処理部153における制御信号生成部157は制御信号 V_b (具体例として、その周波数 f_b)を検知する。そして、信号処理部153は周波数 f_b に応じたデューティ比のPWM信号を生成して、サーボモータ130bを制御する。

【0104】

なお、信号処理部153が、ある時点において、サーボモータ130a, 130bのいずれを制御すべきかは、適宜検知電流生成部151と信号処理部153とが連携することで把握される。例えば、検知電流生成部151が周波数 f_{a0} の検知信号 V_d を生成していることを信号処理部153に伝え、これに応じて信号処理部153はサーボモータ130aを制御するようにすればよい。

【0105】

また、上記のように検知電流生成部151が各検知周波数である検知電流を時分割で生成するようにして制御する場合、まずはサーボモータ130aが制御され、その後サーボモータ130bが制御される。つまり、サーボモータ130a, 130bの制御タイミングがずれる。このことが問題となる場合、制御信号生成部157がサーボモータ130a, 130b用のPWM信号を生成するタイミングを適切に調整すればよく、これにより、サーボモータ130a, 130bを同期させて(例えば同時に)制御することができる。例えば、所定の時間(例えば数秒間程度)、信号処理部153が制御信号の周波数を検知し続け、その間に検知された周波数を蓄積しておき、当該所定の時間の経過後に、蓄積された全ての周波数に基づく信号(例えばPWM信号)を同時に被制御機器に送るようにし、このサイクルを繰り返し行えばよい。

【0106】

なお、1つのサイクルにおいて周波数の蓄積は、一定時間ごとに行ってもよいし、各検

10

20

30

40

50

知信号が順繰りに時分割で生成される場合であれば、検知信号が一順する間隔ごとに行ってもよい。具体例として、まず制御信号 V_a の周波数 f_a が検知されると信号処理部 153 内にこれを記憶しておき、その後に制御信号 V_b の周波数 f_b が検知された時点で、制御信号生成部 157 が同時にサーボモータ 130a, 130b 用の PWM 信号を生成すればよい。

【0107】

なお、本実施形態において、1つの駆動制御装置 120 が駆動制御する被制御機器の数に制限はない。被制御機器が3つ以上である場合も、各被制御機器には固有の検知周波数が設定される。送信装置 110 から送信される伝送信号には、各被制御機器と対応する複数の制御信号が周波数多重される。各制御信号の周波数は、対応する被制御機器に設定された検知周波数の近傍であり、被制御機器をどのように制御するかに応じて設定される。

10

【0108】

そして、検知電流生成部 151 は各検知周波数の検知信号 V_d を順繰りに時分割で生成して、その検知周波数の検知電流 I_d を磁性素子 152 に流す。信号処理部 153 は、磁性素子 152 に流れている検知電流 I_d の検知周波数が設定された被制御機器に対応する制御信号を時分割で検知できる。

必要に応じて、制御信号生成部 157 は、全ての（あるいは必要な数の）制御信号の検知が完了した後に、被制御機器の制御を同時に行ってもよい。

【0109】

なお、駆動制御システムが、本駆動制御装置 120 を複数備えていてもよいし、第2の実施形態で説明した駆動制御装置 120a, 120b と、第3の実施形態で説明した駆動制御装置 120 とが混在していてもよい。

20

【0110】

このように、第3の実施形態では、1つの駆動制御装置 120 が、例えば時分割で検知信号 V_d を生成することで、複数の制御信号を検知して複数の被制御機器を制御する。そのため、さらに駆動制御システムを小型化できる。

【0111】

以下に本発明に係る駆動制御システムの動作を実験スケールで調べた結果を参考例として説明する。

【0112】

(参考例1)

図9に検証回路の構成を示す。図9の検証回路は、図2の駆動制御装置 30 における磁性素子 66 を電圧計 70 で測定するものであるが、図5の駆動制御装置 120a における磁性素子 152 からの出力電圧を測定することにも相当する。

30

【0113】

電源 60 と電源 61 からは、それぞれ 1992 Hz と 996 Hz の制御信号が出力される。これらの制御信号は合成され、負荷 62 (図3の抵抗 116 に相当) に流される。ここで周波数 1992 Hz の信号を電力周波数とし、周波数 996 Hz の信号を制御信号とする。受信機 64 は磁性素子 66 と、検知電流源 68 と、電圧計 70 で構成した。磁性素子 66 は、NiFe の薄膜を基板上に成膜したもので、NiFe 薄膜の上面に銅でパーバールパターンを形成したものである。

40

【0114】

パーバールパターンの導電体膜を有する磁性素子 66 は、予め電流端子 66a に対して直角方向(横方向)にバイアス磁界が印加されているのと同じ効果を示す。すなわち、銅の部分に電流を流しておけば、外部から磁界が印加されていないときにも、動作点が抵抗の変化幅の中間に維持されている。検知電流源 68 は磁性素子 66 に 1006 Hz 0.2 mA の電流を流すように設定した。

【0115】

この状態で制御情報とした 996 Hz の信号成分の振幅だけをリニアに変化させたときの磁性素子 66 の電圧端子 66v の出力を電圧計 70 で測定した。結果を図10に示す。

50

図10を参照して、横軸は制御情報の振幅(A)であり、縦軸は磁性素子66の両端電圧(V)である。なお、横軸は「Load Current」と記し、縦軸は「Sensor Output」と記した。

【0116】

検知周波数が1006Hzであるので、制御情報周波数の996Hzとの間では、10Hz(1006Hz - 996Hz)と、2002Hz(1006Hz + 996Hz)の周波数の信号が得られる。また電力周波数の1992Hzとの間では、986Hz(1006Hz - 1992Hz)と2998Hz(1006Hz + 1992Hz)が得られる。

【0117】

図10を参照して、横軸は電線12に重畳した制御情報の電流値(A)であり、縦軸は磁性素子66の電圧端子66v間の電圧(V)である。996Hzから得られる10Hzの信号と2002Hzの信号は入力電流の増加と共に出力電圧も増加した。このとき、1992Hzから得られる986Hzと2998Hzの信号は、全く変化しなかった。以上のことより、制御情報の振幅を電源側で制御することで、被制御機器20側では振幅の変化する制御情報の信号を得ることが出来る。

【0118】

(参考例2)

図11には本参考例の検証回路を示す。磁性素子66までは参考例1と同じである。本参考例では、磁性素子66の電圧端子66vに計装アンプ74および、コンパレータ76とPIC(Peripheral Interface Controller)78およびサーボモータ80を接続した。計装アンプ74は、フィルタと増幅器が一体となったものである。カットオフ周波数 f_c は50Hzである。増幅率は、磁性素子66の電圧端子66vの両端からの出力振幅が5V以上得られるように設定した。

【0119】

指示器と駆動電流源は、コンパレータ76とPIC78で構成した。なお、PIC78はレシプロカル方式のものを用いた。

【0120】

図5との対応関係としては、図5の低域通過フィルタ154および増幅器155が図11の計装アンプ74に対応し、図5のコンパレータ156が図11のコンパレータ76に対応し、図5の制御信号生成部157が図10のPIC78に対応し、図5のサーボモータ130aが図11のサーボモータ80に対応する。

【0121】

コンパレータ76は0 - 5Vで信号をクリップする。したがって、十分大きな正弦波が入力されると、方形波様の信号を得ることが出来る。レシプロカル方式のPIC78は、コンパレータ76の出力信号の波長を内部クロックで測定し、周波数に換算する。そして、その周波数に応じたPWM(pulse width modulation)信号を出力する。したがって、検知電流が流された磁性素子66の出力信号に基づき、駆動電流を出力するという指示器と駆動電流源の役割をコンパレータ76とPIC78で行っている。

【0122】

被制御機器はサーボモータ(GWSNRH/BB/F)80を用いた。サーボモータ80は、入力されたPWM信号を駆動電力として、与えられた角度だけ回転軸を回転させる。

【0123】

この参考例2では、制御信号として1012Hz ~ 1037Hzまでの信号を用い、検知周波数 f_d として1000Hzを用いた。検知電流周波数 f_d が1000Hzなので、制御情報周波数との差として12Hz ~ 37Hzの制御信号を得ることが出来る。この制御信号を1Hz毎に1コマンドとして、サーボモータ80の回転軸を0度 ~ 180度まで回転するようにPWM信号を調整した。つまり、1Hzあたりおよそ7度の回転角を制御する。なお、電力周波数は2000Hzとした。制御情報は電源60から出力し、電力は

10

20

30

40

50

電源 61 から出力した。

【0124】

図 12 に検証結果を示す。図 12 を参照して、横軸は制御情報（「Control Signal Frequency」と記載した）（Hz）であり、縦軸はサーボモータ 80 の回転角（「Rotary Angle of the Servomotor」と記した。）（°）を表す。制御情報となる電源 60 からの信号の周波数を変化させると、サーボモータ 80 の回転角は変化した。そして図 12 から明らかなように、電源 60 からの信号の周波数とサーボモータ 80 の回転角度はリニアに変化した。

【0125】

また、制御情報の信号の送信からサーボモータ 80 の反応まで 250ms と十分に短い応答時間（応答速度が速い）であった。本実施の形態によって、本発明に係る駆動制御システムの動作が検証できた。

10

【0126】

なお、各実施形態において、磁性素子 66, 152 に代えて、電線に発生する磁界に反応してインピーダンスが変化する種々の素子（磁界反応素子と呼ぶ）を適用することができる。具体的には、磁性膜の他、ホール素子、磁性半導体素子、GMR（巨大磁気抵抗）効果素子、TMR（トンネル磁気抵抗）効果素子などが挙げられる。いずれの磁界反応素子を用いた場合でも、この素子に検知周波数の検知電流を流すことによって電源側（送信装置）からの制御信号を検知できるため、駆動制御装置および駆動制御システムを小型化できる。

20

上述した実施形態に基づいて、例えば以下のような態様が想到される。

【0127】

（付記 1）

電線に 1 つ以上の被制御機器が接続され、

電源側から前記電線で、電力と、前記被制御機器毎に異なる周波数に割り当てられ周波数多重された制御情報が供給され、前記制御情報によって、前記被制御機器を制御する駆動制御装置であって、

前記電線に周波数多重された前記制御情報を読み取る受信機と、

前記被制御機器に駆動電流を供給する駆動電流源と、

前記制御情報に応じた電流値を前記駆動電流源に指示する指示器と、

を含むことを特徴とする駆動制御装置。

30

【0128】

（付記 2）

前記受信機は、

前記電線に隣接配置される磁性素子と、

前記磁性素子に特性周波数の電流を流す検知電流源と、

前記磁性素子の出力電圧を測定する増幅器を含むことを特徴とする付記 1 に記載された駆動制御装置。

【0129】

（付記 3）

前記指示器は、

前記受信機の出力する周波数をカウントし、前記被制御機器に流す電流値の情報を前記駆動電流源に送ることを特徴とする付記 1 または 2 のいずれかに記載された駆動制御装置。

40

【0130】

（付記 4）

前記指示器は、

前記受信機の出力する信号の振幅値に応じた、前記被制御機器に流す電流値の情報を前記駆動電流源に送ることを特徴とする付記 1 または 2 のいずれかに記載された駆動制御装置。

50

【 0 1 3 1 】

(付記 5)

前記駆動電流源は、

前記指示器から送られる制御情報に応じた駆動電流を前記被制御機器に流すことを特徴とする付記 1 乃至 4 の何れか 1 の請求項に記載された駆動制御装置。

【 0 1 3 2 】

(付記 6)

特性周波数の電流を送信する電源と、

前記電源に接続された電線と、

前記電線に流れる電流に制御情報を重畳する制御情報付加装置と、

付記 1 から 5 の何れか 1 の請求項に記載された駆動制御装置と、

前記駆動制御装置に制御される被制御機器と、

を有することを特徴とする駆動制御システム。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 1 3 3 】

本発明に係る駆動制御装置は、ロボットや自動車の電動機器の制御に好適に利用することが出来る。

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

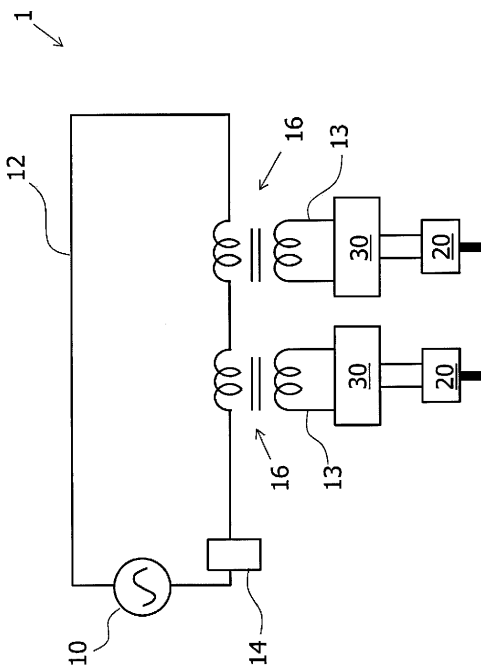
1	駆動制御システム	20
1 0	電源	
1 2、1 3	電線	
1 4	制御情報付加装置	
1 6	トランス	
2 0	被制御機器	
3 0	駆動制御装置	
3 2	受信機	
3 4	指示器	
3 6	駆動電流源	
4 0	磁性素子	30
4 0 a	電流端子	
4 0 v	電圧端子	
4 2	検知電流源	
4 4	フィルタ	
4 6	増幅器	
6 0	電源	
6 1	電源	
6 2	負荷	
6 4	受信機	
6 6	磁性素子	40
6 6 a	電流端子	
6 6 v	電圧端子	
6 8	検知電流源	
7 0	電圧計	
7 4	計装アンプ	
7 6	コンパレータ	
7 8	P I C	
8 0	サーボモータ	
C d	指示信号	
1 1 0	送信装置	50

- 1 1 1 a , 1 1 1 b 制御信号生成部
- 1 1 2 加算器
- 1 1 3 電源
- 1 1 4 制御情報付加装置
- 1 1 5 電線
- 1 1 6 抵抗
- 1 1 7 コンデンサ
- 1 2 0 , 1 2 0 a , 1 2 0 b 駆動制御装置
- 1 2 1 駆動部
- 1 2 2 制御部
- 1 3 0 a , 1 3 0 b サーボモータ
- 1 5 1 検知電流生成部
- 1 5 2 磁性素子
- 1 5 3 信号処理部
- 1 5 4 低域通過フィルタ
- 1 5 5 増幅器
- 1 5 6 コンパレータ
- 1 5 7 制御信号生成部

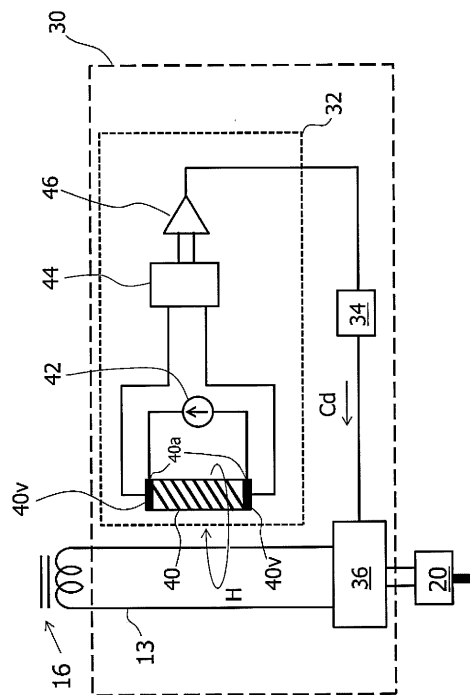
10

20

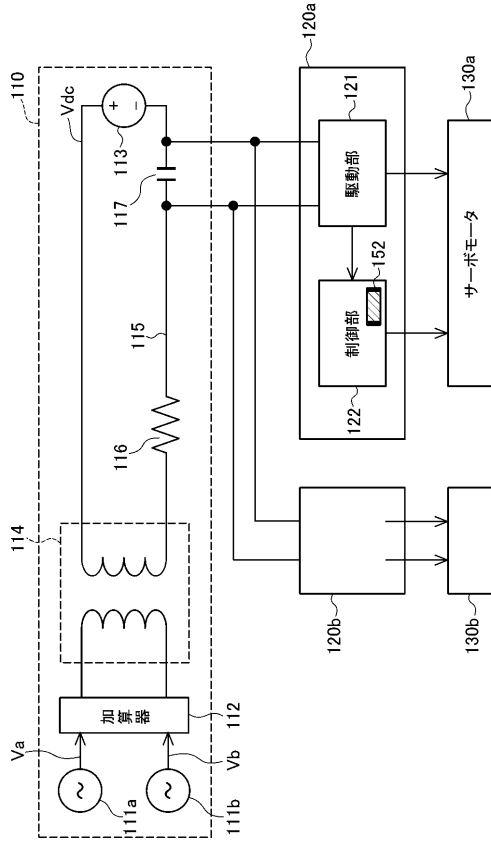
【図1】



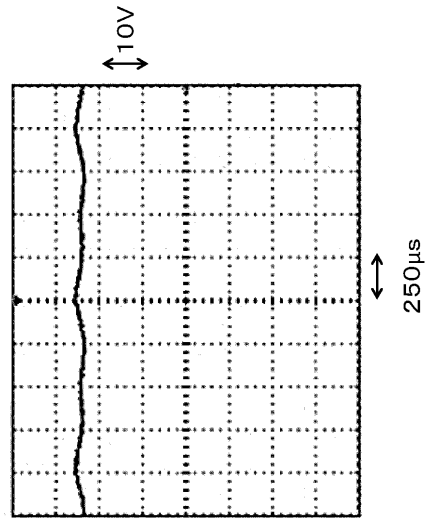
【図2】



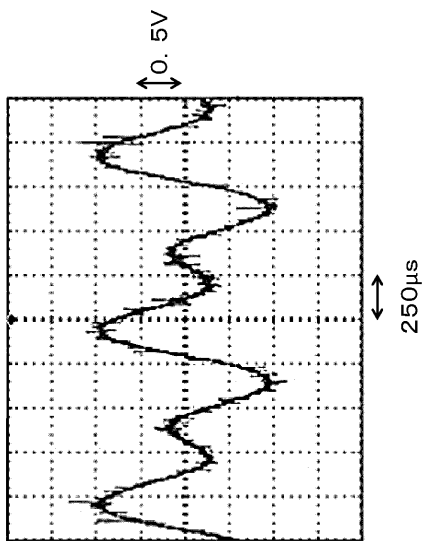
【図3】



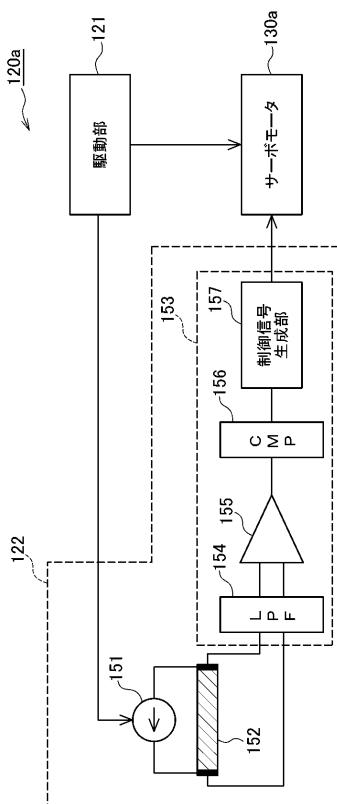
【図4A】



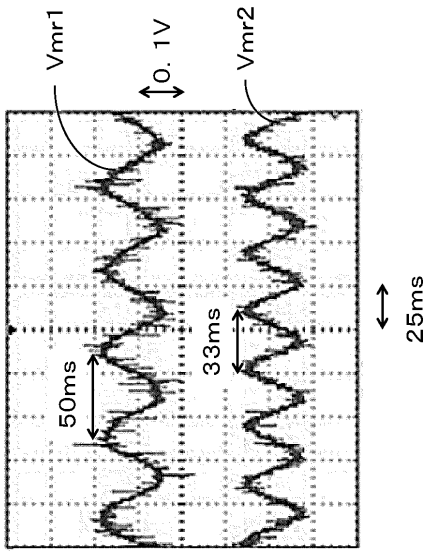
【図4B】



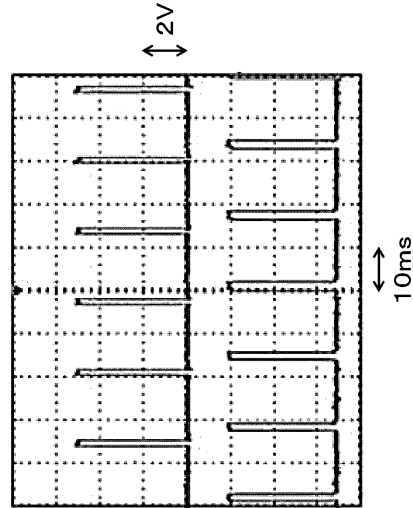
【図5】



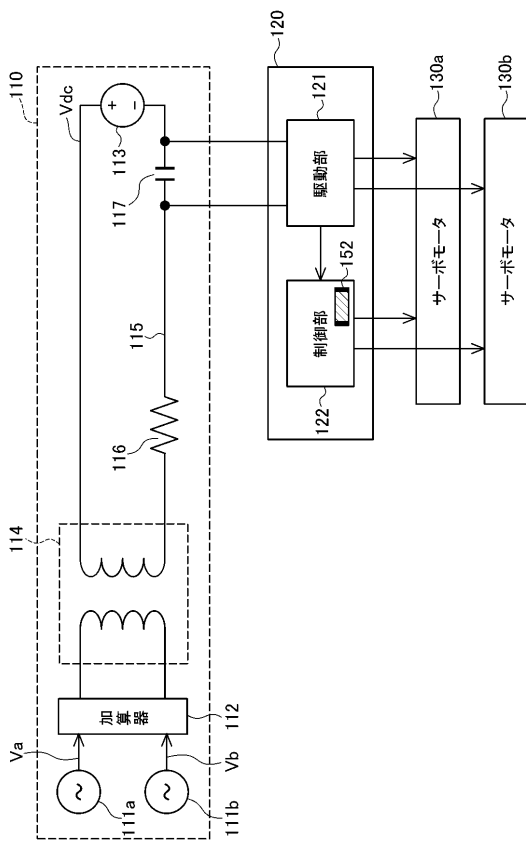
【図 6】



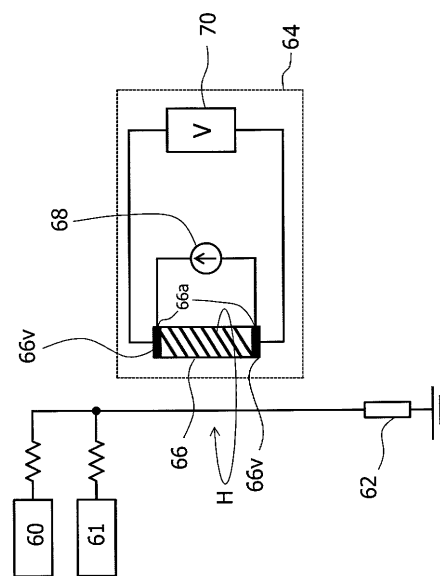
【図 7】



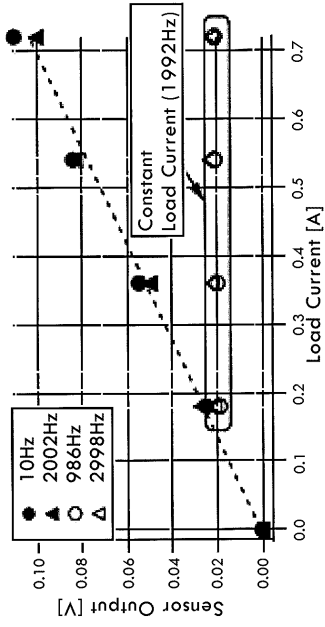
【図 8】



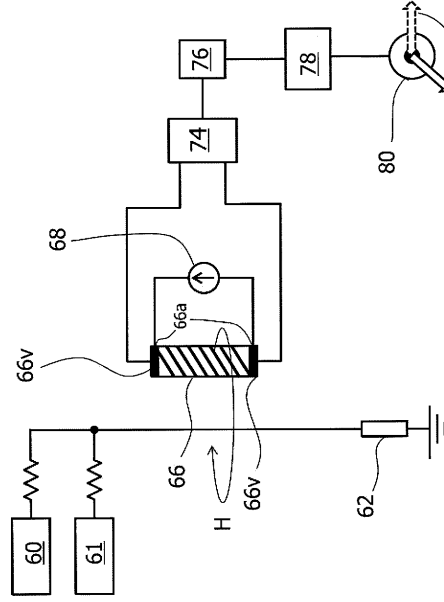
【図 9】



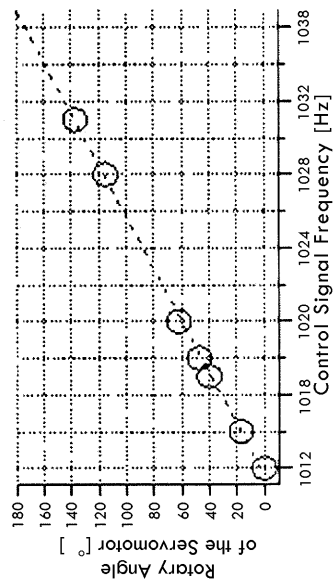
【 10 】



【 11 】



【 12 】



フロントページの続き

審査官 塩澤 如正

(56)参考文献 国際公開第2014/162730(WO, A1)
米国特許第8634216(US, B2)
国際公開第2012/120906(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03J	9/00	-	9/06
H04Q	9/00	-	9/16
H04B	1/76	-	3/44
H04B	3/50	-	3/60
H04B	7/00	-	7/015