

(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2010-260094

(P2010-260094A)

(43) 公開日 平成22年11月18日(2010.11.18)

(51) Int.Cl.
B30B 15/14 (2006.01)F I
B 3 O B 15/14テーマコード (参考)
4 E O 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-114286 (P2009-114286)
(22) 出願日 平成21年5月11日 (2009. 5. 11)(71) 出願人 000100861
アイダエンジニアリング株式会社
神奈川県相模原市緑区大山町2番10号
(72) 発明者 長瀬 博
神奈川県相模原市大山町2番10号 アイ
ダエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 鈴木 健志
神奈川県相模原市大山町2番10号 アイ
ダエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 田中 泰彦
神奈川県相模原市大山町2番10号 アイ
ダエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 久保江 和広
神奈川県相模原市大山町2番10号 アイ
ダエンジニアリング株式会社内
Fターム(参考) 4E089 EB05 ED02 EE01 EE03 EF10

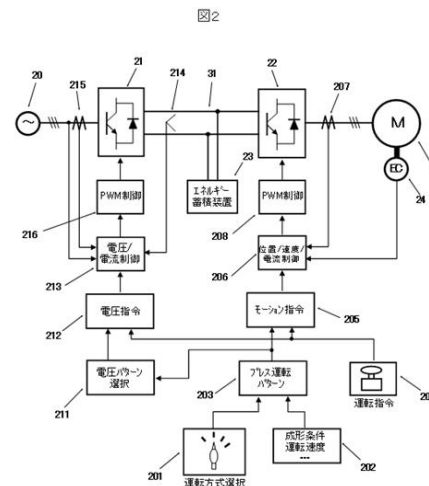
(54) 【発明の名称】 サーボプレス装置の制御方法および装置

(57) 【要約】

【課題】電源コンバータとエネルギー蓄積装置をもつサーボプレス装置において、電源コンバータを小型化、高効率化するとともに、エネルギー蓄積装置の容量を最適化するサーボプレス装置の制御方法とそれを用いた装置を提供すること。

【解決手段】電源コンバータ21と、エネルギー蓄積装置23と、インバータ22と、インバータにより駆動される交流モータ1と、交流モータ1により可変駆動されるスライドをもつサーボプレス装置において、プレス機械の運転パターンに基づいてエネルギー蓄積装置23の充放電状態を制御する制御パターンを選択、すなわち、電圧パターン選択部211において電源コンバータ21の直流母線の電圧を決める電圧パターンを選択する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

交流電源と、
交流電源からの交流を直流に変換する電源側変換器と、
前記電源側変換器の直流側に接続されるエネルギー蓄積装置と、
前記電源側変換器の直流側に接続されるモータ側変換器と、
前記モータ側変換器により駆動されるモータを持ち、
前記モータにより可変速駆動されるスライドをもつサーボプレス装置において、
前記プレス機械のプレス運転パターンに基づいて前記エネルギー蓄積装置の充放電状態を
制御する制御パターンを選択すること
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 のサーボプレス装置の制御方法において、
前記エネルギー蓄積装置の制御パターンはプレス機械のプレス運転パターンと同期するも
のであること
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

【請求項 3】

請求項 2 のサーボプレス装置の制御方法において、
制御パターンのプレス運転パターンとの同期は、プレス運転パターンとの時間的な同期、
または、クランクの角度との同期、または、これら相当信号との同期であること
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

20

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のサーボプレス装置の制御方法において、
前記エネルギー蓄積装置の制御パターンは、前記電源コンバータ、または、エネルギー蓄
積装置に接続される双方向コンバータの駆動パターンであること
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

【請求項 5】

請求項 4 のサーボプレス装置の制御方法において、
前記駆動パターンは電源コンバータまたは双方向コンバータの電圧指令または／と電流指
令であること
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のサーボプレス装置の制御方法において、
前記制御パターンは、電源コンバータまたは双方向コンバータの変換容量、エネルギー蓄
積装置の蓄積容量、プレス負荷パターン、プレス速度パターンから制御パターンの設定値
、設定値の変更点を運転前に計算、または、シミュレーションによって求めて、登録する
こと
を特徴とするサーボプレス装置の制御方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 記載の制御方法を備えるサーボプレス制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はサーボプレス装置の制御方法およびそれを用いた装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エネルギー蓄積装置を備え、プレス負荷に必要な瞬時電力の交流電源からの流入を緩和し
、交流電源の所要電力設備を低減するサーボプレス方式が提案されている（特許文献 1）
。

また、プレス加工によるエネルギーを確保するために、プレス運転パターンにあわせて直

50

流電源（電源コンバータ）の制御を行うサーボプレス方式が提案されている（特許文献2）。

【0003】

【特許文献1】特開2004-344946号公報

【特許文献2】特開2007-331023号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の方式は交流電源設備の低減に有効である。また、特許文献2の方法は特許文献1の方法を活かし、さらに、プレス能力の向上に役立つ。しかし、特許文献2は電源コンバータの制御の方法が具体的に示されておらず、プレス運転に対応したコンバータ制御方法が明確になっていない課題がある。

10

【0005】

本発明は前記課題に対してなされたもので、その目的とするところは、エネルギー蓄積装置の小型化を図り、電源コンバータの小型化と損失低減を図るサーボプレス装置の制御方法とそれを用いた装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、コンバータの制御パターンをプレス運転パターンに応じて選択し、これによってエネルギー蓄積装置の充放電状態を制御する。

20

【0007】

請求項1の発明は、交流電源と、交流電源からの交流を直流に変換する電源側変換器と、前記電源側変換器の直流側に接続されるエネルギー蓄積装置と、前記電源側変換器の直流側に接続されるモータ側変換器と、前記モータ側変換器により駆動されるモータを持ち、前記モータにより可変速駆動されるスライドをもつサーボプレス装置において、前記プレス機械のプレス運転パターンに基づいて前記エネルギー蓄積装置の充放電状態を制御する制御パターンを選択することを特徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

【0008】

請求項2の発明は、請求項1のサーボプレス装置の制御方法において、前記エネルギー蓄積装置の制御パターンはプレス機械のプレス運転パターンと同期するものであることを特徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

30

【0009】

請求項3の発明は、請求項2のサーボプレス装置の制御方法において、制御パターンのプレス運転パターンとの同期は、プレス運転パターンとの時間的な同期、または、クランクの角度との同期、または、これら相当信号との同期であることを特徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

【0010】

請求項4の発明は、請求項1ないし3のサーボプレス装置の制御方法において、前記エネルギー蓄積装置の制御パターンは、前記電源コンバータ、または、エネルギー蓄積装置に接続される双方向コンバータの駆動パターンであることを特徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

40

【0011】

請求項5の発明は、請求項4のサーボプレス装置の制御方法において、前記駆動パターンは電源コンバータまたは双方向コンバータの電圧指令または／と電流指令であることを特徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

【0012】

請求項6の発明は、請求項1ないし5のサーボプレス装置の制御方法において、前記制御パターンは、電源コンバータまたは双方向コンバータの変換容量、エネルギー蓄積装置の蓄積容量、プレス負荷パターン、プレス速度パターンから制御パターンの設定値、設定値の変更点を運転前に計算、または、シミュレーションによって求めて、登録することを特

50

徴とするサーボプレス装置の制御方法である。

【0013】

請求項7の発明は、請求項1ないし6記載の制御方法を備えるサーボプレス制御装置である。

【発明の効果】

【0014】

請求項1の発明によれば、プレス運転パターンに基づいてエネルギー蓄積装置の充放電状態を制御する制御パターンを選択するので、エネルギー蓄積装置の小型化を図り、電源コンバータの小型化と損失低減を図ることができる。

10

【0015】

請求項2の発明によれば、プレス運転パターンに同期して前記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積状態が制御されるので、確実にエネルギー蓄積装置の小型化と、電源コンバータの小型化と損失低減を図ることができる。

【0016】

請求項3の発明によれば、同期を時間またはスライド角度とするので、請求項2の発明が容易に実現できる。

【0017】

請求項4の発明によれば、電源コンバータまたは双方向コンバータを制御するので、新たな装置を加えずに請求項1の制御を実現できる。

20

【0018】

請求項5の発明によれば、前記いずれかのコンバータの制御パターンを電圧指令または／と電流指令とするので、確実にコンバータの運転を行なうことができる。

【0019】

請求項6の発明によれば、指令パターンの設定値と変更点を具体的に定めることができるので、前記効果をさらに有効にできる。

【0020】

請求項7の発明によれば、請求項1ないし6に記載した効果を持つサーボプレス装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0021】

【図1】本発明が適用される装置の構成例である。

【図2】本発明が適用される制御装置の実施の形態である。

【図3】図2の制御方式の動作例である。

【図4】図2の制御方式の他の動作例である。

【図5】図2の制御方式の別の動作例である。

【図6】本発明が適用される制御装置の他の実施の形態である。

【図7】本発明が適用される制御装置の別の実施の形態である。

【図8】本発明が適用される制御装置のさらに別の実施の形態である。

【図9】図8の制御方式の動作例である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図1～図9に基づいて説明する。

【0023】

図1は本発明が適用される一例として簡易表現したサーボプレス機械を示す。ここでは、プレス機械としてクランクプレスに適用した例を示す。交流モータ1の軸1Sに接続されたギヤ2にメインギヤ3が噛み合わされ、メインギヤ3にはクランク機構（クランク軸4、コンロッド5）が接続されている。クランク機構によりスライド6を静止側のボルスタ7に対して昇降可能に形成されている。

【0024】

50

クランク軸 4 は交流モータ 1 の正転、逆転、速度可変制御により自由に回転駆動されるので、クランク機構だけでなくこれ以外の機構のスライドモーション、静止を含む成形体に適合するスライドモーション、あるいは、正逆振り子モーションなど各種スライドモーションを自在に設定でき、これらの切替使用が可能である。このために、プレス成形体に対する精度、生産性や適応性が拡大できる。

【0025】

交流モータ 1 としては、永久磁石を用いた同期モータや、誘導モータ、リラクタンسモータなどが利用できる。さらに、交流モータでなく直流モータでもよい。ここでは、交流モータ 1 は永久磁石同期モータとして説明する。また、図 1 はクランクプレスを例にとったが、他の構造のプレス機械、例えば、ボールネジを利用したもの、リニアモータを利用した構造でもよい。

10

【0026】

(第 1 の実施の形態)

図 2 は図 1 のサーボプレス機械の制御を行なう装置の実施の形態を示す。

交流電源 20 からの交流電力は電源コンバータ 21 に入力される。電源コンバータ 21 は交流を直流に、または、直流を交流に双方向に変換する。電源コンバータ 21 の直流側の直流母線 31 はインバータ 22 の直流側に接続されると共に、エネルギー蓄積装置 23 に接続される。エネルギー蓄積装置 23 としては 2 次電池、大容量電解コンデンサ、電気二重層コンデンサあるいはこれらが組み合わせて用いられる。

20

【0027】

エネルギー蓄積装置 23 は図示のものは直流母線 31 に直接接続されているが、エネルギー蓄積装置 23 の端子電圧と直流母線 31 の電圧が違う場合は、双方向に電力制御できる DC/DC コンバータを介して両者を接続してもよい(実施例 3 の図 7 で詳述)。インバータ 22 の交流側は交流モータ 1 に接続される。なお、電源コンバータ 21 の交流電源 20 側にリアクトルなどが接続されるが、図 2 では省略している。

【0028】

交流モータ 1 の回転速度や回転位置はエンコーダ 24 で検出される。モータの回転速度の指令はモーション指令部 205 から出される。位置/速度/電流制御部 206 はモーション指令部 205 からの位置/速度指令、およびエンコーダ 24 と電流検出器 207 からのフィードバック信号によって動作し、交流モータ 1 の回転位置制御、速度制御、電流制御を実施し、PWM 制御部 208 を介してインバータ 22 を PWM 制御する。

30

【0029】

この制御は永久磁石同期モータの位置/速度/電流制御として周知であるので、詳細な説明は省略する。また、本例は以後、モーション指令部 205 から速度指令が出されるとして説明するが、モーション指令部 205 からは回転位置指令が出さる場合や、トルク指令すなわち電流指令が出される場合がある。

【0030】

モーション指令部 205 からの信号は次のようにして出力される。すなわち、連続運転、安全一工程運転、寸動運転、手動パルス発生器運転などの運転方式選択部 201 と成形条件や運転速度入力部の運転入力部 202 に基づいてプレス運転パターン部 203 によりプレス運転パターンが決められる。運転指令部 204 から運転開始信号が出されると、プレス運転パターン部 203 で選択されたモーションが時間の関数またはスライド角度の関数としてモーション指令部 205 から出される。運転パターンは例えば、特開 2006-192467 号公報のように設定できる。

40

【0031】

一方、プレス運転パターン部 203 で選択されたプレス運転パターンは電圧パターン選択部 211 に入力され、プレス運転パターンに基づいて直流母線 31 の直流電圧を制御する電圧パターンが選択される。電圧パターン選択部 211 で選択された電圧指令は運転指令部 204 からの運転開始信号によりモーション指令部 205 のモーション指令と同期する形で時間関数として電圧指令部 212 から実電圧指令が出される。

50

【0032】

電圧指令部 212 からは電源コンバータ 21 を動作させる信号が電圧／電流制御部 213 に出される。電圧／電流制御部 213 は電圧指令部 212 からの電圧指令と、直流母線 31 の電圧を検出する電圧検出器 214 と電流検出器 215 からのフィードバック信号をうけて、電源コンバータ 21 の電圧制御、電流制御を実施し、PWM 制御部 216 の制御を行なう。こうして、電源コンバータ 21 が PWM 制御される。

【0033】

電源コンバータ 21 は、交流電源 20 の電流を電圧位相に同期させるために、交流電圧も検出する。この構成を用いると、電源電流を正弦波、かつ、力率 1 になるように制御できる。なお、電源電流を力率 = 1 に制御するだけでなく、無効分制御も併用して、力率 = 1 以外の制御ができるのは言うまでもない。

10

【0034】

また、電流値は図 2 のように電源コンバータ 21 の交流側から検出しても、あるいは、電源コンバータ 21 の直流側から検出してもよい。さらに、図示の電源コンバータ 21 は交流電源 20 から電力を受け取る力行運転だけでなく、交流電源 20 に電力を戻す回生運転もできるが、交流モータ 1 から戻される回生電力が小さい場合、力行運転だけが可能な回路構成、例えばダイオード整流器と DC / DC コンバータで構成できる。

【0035】

図 2 の実施例は、運転パターンと対応させて電圧パターンとして選択し、エネルギー蓄積装置 23 の蓄積状態を電源コンバータ 21 の電圧指令として与え、これをプレス運転パターンのモーション指令と同期して制御することに特徴がある。すなわち、エネルギー蓄積装置 23 の充放電制御を電圧パターンとして選択し、電源コンバータ 21 の電圧制御として実施している。

20

【0036】

エネルギー蓄積装置 23 は前記のように、2 次電池、大容量電解コンデンサ、電気二重層コンデンサあるいはこれらが組み合わせて用いられる。本実施例は、エネルギー蓄積量が直流電圧により大きく関係するエネルギー蓄積装置である大容量電解コンデンサや電気二重層コンデンサなどの大容量コンデンサを単体であるいは組み合わせて用いたときに特に有効である。

【0037】

電圧の設定値や設定値を変更する電圧パターンは、次のように設定できる。プレス負荷や加減速を含むスライドのプレス運転パターンからモータ所要電力が事前に分かる。また、電源コンバータ 21 の変換容量とエネルギー蓄積装置 23 の容量から、電圧設定値をどのような値とするか、また、どの時点で電圧設定値を変更すれば最適なパターンか、事前に計算やシミュレーションで把握できる。

30

【0038】

この結果から、電圧パターンの形態、すなわち、電圧の値と、運転開始あるいは上死点からの経過時間で電圧の変更点を事前にパターンとして定め、運転開始とともに選択された電圧パターンで電源コンバータ 21 を制御することによってエネルギー蓄積装置 23 の充放電を制御する。負荷運転状況が運転パターンによって予測できるから、最適な電圧パターンは、エネルギー蓄積装置の状態を管理し、システム能力、すなわち、負荷が必要とする電力、エネルギーに対して、エネルギー蓄積装置の容量と、電源コンバータの容量を最大限に活かす設定を行なう。

40

【0039】

換言すれば、運転パターンによって最適な電圧パターンを選択することにより、エネルギー蓄積装置の容量と、電源コンバータの容量を低減でき、システム容量を最小化できる。電圧パターンはプレスの試打時に設定してもよく、また、前記計算などによって設定した電圧パターンを確認し、修正してもよい。

【0040】

このようにして、プレス運転パターンに応じた最適な電圧パターンを求めて、予め登録し

50

ておく。以上のように運転パターンが決まればこれに対応した電圧パターンが選択できる。なお、本説明ではプレス装置の単独運転で記しているが、複数のプレスが自動運転される場合でも同様であり、プレス運転パターンは上位の指令システムから与えてもよい。以下、いくつかの運転パターンに対して選択された電圧パターン例をいくつか示し、その動作を説明する。

【0041】

(実施例1)

次に、図2に示す駆動装置の動作の例について説明する。

図3はこの動作を説明する図である。図3において、(a)はプレスの運転パターン、すなわちサーボモータ速度指令(=実際の回転数)、(b)はそのモータの所要トルク、(c)はこの動作をさせるのに必要なモータ入力電力、(d)は直流母線の直流電圧指令パターン(実線)と実際の直流電圧(破線)、(e)は電源コンバータの入力電力(実線)とエネルギー蓄積装置の出力電力(破線)を示す。

10

【0042】

サーボプレス機械での作業は同じ金型で、同じ部品をプレスし、同じ生産性で作業をするとき、基本的に同じ負荷の繰返しであり、図示の例では、t31～t37の運転パターンを繰り返す。ここでは、t31からt32は加速、t32からt35は一定速、この間、t33からt34ではプレス負荷が印加され、さらに、t35からt36では減速、t36からt37では停止待機を示す。後述するように、t306とt311で電圧指令パターンの電圧指令値を変更している。

20

【0043】

電圧の設定値や設定値を変更する時点は、次のように設定できる。スライドの運転方法すなわち、モータ速度や加減速は事前に設定される。そして、プレス負荷が加わる時点は金型形状や運転方法などから把握でき、また、金型情報とスライドの加減速といったモータ速度変化から加減速トルクが分かる。これらから、モータの所要トルクが分かる。これらの運転パターンからモータ所要電力が事前に分かる。

【0044】

このモータ所要電力は電源コンバータとエネルギー蓄積装置とから供給されるが、電源コンバータの変換容量とエネルギー蓄積装置の容量から、電圧設定値をどのような値とするか、また、どの時点で電圧設定値を変更すれば最適に運転できるかが事前に計算やシミュレーションで把握できる。この結果から、電圧の値を設定し、さらに、プレス運転パターンに同期して変更点を事前に定め、運転中にその時刻あるいはこれに相当する値になったら電圧設定値を変更する。電圧設定値やその変更点は、プレスの試打時に確認し、修正してもよい。

30

【0045】

図3(d)の電圧パターンでは、加速およびプレス負荷ではエネルギーが必要なので電圧指令を高く設定、すなわち、エネルギー蓄積装置の蓄積エネルギーを多くするように設定し、減速の回生エネルギー処理に備えてその前に電圧指令を低く設定、すなわち、エネルギー蓄積装置の蓄積エネルギーを小さくするように設定している。このようにプレス負荷を含む運転パターンが定まると、電圧パターンを設定することができる。

40

【0046】

次に図3の図の動作を説明する。

モータは(a)で示すように、t31で起動し、t32まで所定加速度で加速し、t32からt35まで所定速度で運転する。この間、t33からt34で、プレス作業負荷が加わる。t35で減速し、t36でゼロ速度になり、t37で停止して作業完了となる動きを考える。モータの所要トルクは(b)のように、t31からt32で加速トルク、t33からt34で負荷トルク、t35からt36で減速トルクが必要である。モータ入力電力は回転数×トルクで与えられるので、(c)で示すような電力が必要となる。(c)のモータ入力電力は(e)のように電源コンバータ入力電力(実線)とエネルギー蓄積装置出力電力(破線)の和として供給される。

50

【0047】

t 3 1 の時点では (e) から分かるように、直流電圧指令と直流電圧は等しいので、モータ加速に伴って必要な電力はまず電源コンバータから供給される。t 3 0 1 になると電源コンバータの入力は最大になりこれ以上の電力供給は行なえなくなるので、モータに必要な電力は電源コンバータに加えエネルギー蓄積装置からも供給される。このため直流電圧が (d) 破線のように低下する。t 3 0 2 (= t 3 2) で、モータ所要電力がゼロになると、直流電圧低下を補う電力が電源より供給され、t 3 0 3 で電圧指令と等しくなり電源コンバータ入力はゼロとなる。

【0048】

次に、t 3 0 4 (= t 3 3) でプレス負荷が加わり、電源コンバータは最大入力で動作する。この例では、モータの所要電力は電源コンバータからの供給電力だけでは不足するので、エネルギー蓄積装置からも供給される。このためプレス負荷が終了する t 3 0 5 (= t 3 4) まで直流電圧は低下が続く。t 3 0 5 ではプレス負荷がなくなるので、電源コンバータからの電力はエネルギー蓄積装置に供給され、t 3 0 5 以後では直流電圧は上昇する。

10

【0049】

さらに、t 3 0 6 で電圧指令を図のように変更する。t 3 0 7 で直流電圧が変更後の電圧指令に達すると電源コンバータ入力はゼロとなる。そして、t 3 0 8 (= t 3 5) の時点で減速が開始されるとき電源コンバータとエネルギー蓄積装置の両者がモータからの回生エネルギーを吸収処理する。このため直流電圧は電圧指令より増加する。

20

【0050】

t 3 0 9 になると、電源コンバータからの回生電力はモータからの回生電力を上回るので、エネルギー蓄積装置には電圧指令からの電圧上昇分を減少させるだけのエネルギーが電源コンバータから電源に回生される。t 3 1 0 で直流電圧は電圧指令に等しくなり、以後、モータ回生電力は電源コンバータから電源に回生される。

【0051】

t 3 1 1 の時点で、電圧指令が変更されると、電源コンバータは最大入力で電源から電力をとり、エネルギー蓄積装置に電力を供給する。エネルギー蓄積装置はモータからの回生エネルギーと電源からの供給エネルギーを受け、直流電圧は上昇し、t 3 1 2 の時点で電圧指令と直流電圧が等しくなり、電源コンバータ入力はゼロとなる。以後、直流電圧は電圧指令値に維持される。

30

【0052】

図示の例のように、力行電圧を運転途中で下げこの電圧を維持するので、モータから回生電力を受けたときエネルギー蓄積装置の吸収能力を大きくしている。このため、エネルギー蓄積装置の蓄積能力を有効に活かすことができる。プレス負荷を含む運転パターンが分かるので、これに適する電圧パターンが選択できる。適切な電圧パターンとなるので、電源システムの最適な運転が行え、電源コンバータの変換容量やエネルギー蓄積装置の蓄積容量を有効に活用することができる。

【0053】

なお、図の電圧指令は時刻に応じて刻々と出されるが、電圧指令を変化させる時点だけに信号を出して指令値が変わるようにして、電圧指令を与えることもできる。また、電圧値の変更は本例では2値であるが、3値以上の多値としてもよい。さらにまた、電圧値の変更は多箇所としてもよく、連続的に変更してもよい。なお、本例では各部の動作損失は小さいのでこれを無視して説明したが、実際には損出を考慮してパターンを設定する。以後の電圧パターンも同じである。

40

【0054】

(実施例2)

電圧指令値の変更なしのパターンである。

図3 (f) (g) は図3 (a) ~ (c) と同じ運転パターンに対して、電圧パターンが違う例を示す。図3 (f) は (d) と対応し、図3 (g) が (e) と対応する。図3 (f

50

）実線で示すように、電圧指令値は変更せず、一定値を与えている。このため図 3（d）とやや動作が異なり、直流電圧は $t\ 3\ 0\ 8 \sim t\ 3\ 1\ 0$ 、特に $t\ 3\ 0\ 9$ で電圧指令値を上回っている。

【0055】

エネルギー蓄積装置の蓄積能力や電源コンバータの変換能力に余裕がある場合、または、運転速度が高くなく減速時の電圧上昇が問題にならない場合、あるいはモータの回生電力が小さい場合は、このような一定値の電圧指令値を定め、その運転パターンを選択することも可能である。運転パターンが事前に把握できるので、電圧指令値が運転中に変わらないパターンを決めることができる。

【0056】

10

（実施例 3）

力行と回生の電圧指令値が違うパターンである。

図 4 は本発明の運転パターンの別な例を示す。電圧パターンの与え方が前の例と異なって、回生電圧と力行電圧の指令を別個に与える。

直流母線 31 の直流電圧の制御目標として回生電圧 V_r と力行電圧 V_m を設定し、 $V_r > V_m$ のように設定される。電源コンバータ 21 は直流母線 31 の直流電圧が回生電圧 V_r 以上に増加したときに V_r を目標値として交流電源 20 に電力を戻す回生動作を行い、直流電圧が回生電圧 V_r 未満になったときは回生動作を停止する。

【0057】

また、電源コンバータ 21 は直流電圧が力行電圧 V_m 以下に減少したときに V_m を目標値として交流電源 20 から電力をとる力行動作を行い、直流電圧 V_d が力行電圧 V_m を越えたときは力行動作を停止する。このように電源コンバータは常時動作ではなく、必要に応じて動作させる。なお、運転開始、運転停止の判断はその電圧に対してわずかなヒステリシスを設けて判断してもよい。

20

【0058】

図 4（a）はプレスの運転パターン、すなわちサーボモータ速度指令（＝実際の回転数）、である。モータ所要トルク、そのモータ入力電力は図示していないが、図 3（a）～（c）と同じである。（d）は直流母線の力行電圧指令値 V_m （実線）、回生電圧指令値 V_r （一点鎖線）、および実際の直流電圧（破線）、（e）は電源コンバータの入力電力（実線）とエネルギー蓄積装置の出力電力（破線）を示す。図 3 同様に $t\ 4\ 1 \sim t\ 4\ 7$ のパターンを繰り返す。

30

【0059】

次に図 4 の動作のうち、図 3 との違いから（d）（e）について説明する。

$t\ 4\ 1$ の時点では電源コンバータは停止しているので、（c）のモータ入力電力はエネルギー蓄積装置から供給される。このため、直流電圧は（d）のように低下する。 $t\ 4\ 0\ 1$ で力行電圧 V_m に達すると、電源コンバータは動作を開始し（力行開始）、モータ所要電力はエネルギー蓄積装置から供給されず、電源コンバータから供給される。

【0060】

モータの加速が終了する $t\ 4\ 2$ の時点までこの電圧が維持されるように電源コンバータが動作するが、 $t\ 4\ 0\ 2$ で電源コンバータの出力が最大になるので、ここからはエネルギー蓄積装置からも電力を出力する。加速終了後 $t\ 4\ 2$ （＝ $t\ 4\ 0\ 3$ ）はモータ出力がゼロになるので、電源コンバータは直流電圧低下を補う動作をし、 $t\ 4\ 0\ 4$ の時点で直流電圧は力行電圧指令 V_m に等しくなり電源コンバータの動作を停止する（力行終了）。この後モータ側の所要電力はゼロなのでこの電圧が維持される。

40

【0061】

$t\ 5\ 3$ （＝ $t\ 4\ 0\ 5$ ）でプレス負荷が加わると、電源コンバータは動作をし（力行開始）とエネルギー蓄積装置の両者からモータに電力を供給するので直流電圧も低下する。このためプレス負荷が終了する $t\ 4\ 4$ （＝ $t\ 4\ 0\ 6$ ）まで直流電圧は低下が続く。 $t\ 4\ 0\ 6$ では負荷がなくなるので、電源コンバータからの電力はエネルギー蓄積装置に供給され、 $t\ 4\ 0\ 6$ 以後では直流電圧は上昇する。

50

【0062】

次に、 t_{407} で力行電圧 V_m を図のように変更する。 t_{408} で直流電圧が変更後の力行電圧 V_m に達すると電源コンバータは動作を中止する（力行終了）。そして、 t_{45} （ $=t_{409}$ ）の時点で減速が開始されるとき電源コンバータは停止しているので、モータからの回生エネルギーはエネルギー蓄積装置に供給される。このため直流電圧は上昇する。

【0063】

t_{410} で回生電圧 V_r に達すると回生動作が始まり（回生開始）、モータからの回生電力はエネルギー蓄積装置には供給されず、電源コンバータから交流電源に回生される。こうして、 t_{410} から直流は一定に維持され、 t_{412} （ $=t_{46}$ ）の時点でモータが停止して、電源コンバータの動作が停止（回生終了）する。この間、 t_{411} の時点で、力行電圧は図示のように変更される。 t_{46} 以後はモータ側の所要電力はゼロなのでこの電圧が維持される。

10

【0064】

図示の例のように、力行電圧を運転途中で下げこの電圧を維持するので、モータから回生電力を受けたときエネルギー蓄積装置の吸収能力を大きくしている。このため、エネルギー蓄積装置の蓄積能力を有効に活かすことができる。すなわち、エネルギー蓄積装置がモータ所要電力の授受に積極的に関与し、電源コンバータは直流電圧の動作条件が満たされたときの（e）に示すグレー色部分だけ動作するので、図3の例よりもコンバータの動作時間が短い。

20

【0065】

このように直流電圧の設定値に応じて、電源コンバータは動作、停止を繰り返し、条件が満たされるところだけで運転動作を行うので、電源コンバータのパワー素子などの熱発生が少なく出来、その分だけパワー素子を冷却するフィンなどの小型化が図れる。逆に言えば、同一の電源コンバータであれば、連続定格を大きくできる。また、停止のときに損失が発生しないので、全体としての電源コンバータの運転効率が向上する。

【0066】

さらに、エネルギー蓄積装置の容量を最適化、適切化できる。すなわち、エネルギー蓄積装置の蓄積容量を最大限に活かすために回生電圧と力行電圧の電圧設定値を変更してエネルギー蓄積装置の蓄積量を制御している。特に、エネルギー蓄積量が直流電圧により大きく関係するエネルギー蓄積装置として、大容量電解コンデンサや電気二重層コンデンサなどの大容量コンデンサを単体であるいは組み合わせて用いたときに有効である。このようにして、力行電圧指令や回生電圧指令値の電圧パターンは運転パターンに対応して選択できる。

30

【0067】

なお、図4の例では力行電圧 V_m だけを変更したが、回生電圧 V_r も併せて変更することもできる。回生電圧 V_r を下げると電源回生の動作時刻を早めることができ、モータからの回生電力が大きいとき、あるいは、エネルギー蓄積装置の容量が小さいときには有効である。これらの設定値や変更点のパターン設定は前記説明と同様にして行うことができる。

40

【0068】

（実施例4）

図5は別運転パターンに適用したときの動作例を模式的に示すチャートである。（a）はプレスの運転パターン、すなわち、速度指令（=実際の回転数）、（b）はそのモータのトルク、（c）はこの動作をさせるのに必要なモータ入力電力、（d）は直流母線の力行電圧指令値 V_m （実線）と回生電圧指令値 V_r （一点鎖線）および直流電圧（破線）、（e）は電源コンバータの入力電力（実線）とエネルギー蓄積装置の出力電力（破線）を示す。図示の運転パターンは、プレス負荷前に減速することに特徴があり、時刻 t_{501} と t_{504} で力行電圧 V_m の設定値を変更している。

【0069】

50

モータは（a）で示すように、 t_{51} で起動し、 t_{52} まで所定加速度で加速し、その後 t_{52} から t_{53} まで減速し、 t_{53} から t_{54} でプレス作業負荷が加わり、 t_{54} から t_{55} まで加速し、そして t_{56} まで一定値を保ち、 t_{56} から減速し、 t_{57} でゼロ速度になり、 t_{58} で停止して作業完了となる動きを考える。先の場合と同様に $t_{51} \sim t_{57}$ の運転パターンを繰り返す。

【0070】

モータの所要トルクは（b）のように、 t_{51} から t_{52} 及び t_{54} から t_{55} まで加速トルク、 t_{52} から t_{53} 及び t_{56} から t_{57} まで減速トルク、 t_{53} から t_{54} で負荷トルクが必要である。モータ入力電力は回転数 $\times$ トルクで与えられるので、（c）で示すような電力が必要となる。（c）のモータ入力電力は（e）のように電源コンバータ入力電力（実線）とエネルギー蓄積装置出力電力（破線）の和として供給される。

10

【0071】

t_{51} の時点では電源コンバータは停止しているので、（c）のモータ入力電力は（e）で示すようにエネルギー蓄積装置から供給される。このため、直流電圧は（d）のように低下する。 t_{501} で力行電圧 V_m を低下させる変更を行う。モータの加速が終了する t_{502} （ $=t_{52}$ ）まで直流電圧は低下するが、変更した力行電圧に達しないために電源コンバータは動作しない。

【0072】

t_{502} からは減速されるのでモータからの回生電力がエネルギー蓄積装置に蓄積され、減速終了の t_{503} （ $=t_{53}$ ）まで直流電圧は上昇する。このように、モータから力行電力の後に回生電力が出る運転パターンであることを利用して電源コンバータを不動作にする。

20

【0073】

次に、 t_{503} からプレス負荷が加わるとモータ所要電力はエネルギー蓄積装置から供給されるので、直流電圧は低下する。そして、負荷が加わった t_{503} の後の t_{504} で力行電圧 V_m が変更される。この例では、この時点の直流電圧は変更された V_m より低いので直ちに電源コンバータは動作を開始する（力行開始）。この例では、モータ所要電力は電源コンバータの供給制限電力より大きいので、 t_{504} から t_{505} （ $=t_{54}$ ）までモータへは電源コンバータとエネルギー蓄積装置から電力が供給される。

【0074】

そして、 t_{505} からのモータの加速のための電力は電源コンバータから十分に供給できるので、（e）のように、電源コンバータは力行動作を継続し、エネルギー蓄積装置への充電も行う。 t_{506} で直流電圧が力行電圧 V_m に達すると、エネルギー蓄積装置への充電は停止され、 t_{55} までこの電圧が維持されるように電源コンバータが動作する。加速終了後にわずかに直流電圧が上昇するので、 t_{55} の直後の t_{507} で電源コンバータの動作を停止する（力行終了）。この後モータ側の所要電力はゼロなのでこの電圧が維持される。

30

【0075】

そして、 t_{56} （ $=t_{508}$ ）の時点で減速が開始されるとき電源コンバータは停止しているので、モータからの回生エネルギーはエネルギー蓄積装置に供給される。このため直流電圧は上昇する。直流電圧が t_{509} で回生電圧 V_r に達すると回生動作が始まり（回生開始）、モータからの回生電力は電源コンバータから交流電源に回生される。こうして、 t_{509} から直流は一定に維持され、 t_{510} （ $=t_{57}$ ）の時点でモータが停止して、動作が停止（回生終了）する。 t_{510} 以後はモータ側の所要電力はゼロなので、電源コンバータは動作を停止したままでこの電圧が維持される。

40

【0076】

図示の例のように、運転パターンが分かるのでこれに併せて電圧パターンを選択する。すなわち、運転パターンに同期させて力行電圧を変更すると、エネルギー蓄積装置がモータ所要電力の授受に積極的に関与し、電源コンバータは直流電圧の動作条件が満たされたときの（e）に示すグレー色部分だけ動作させるようにできる。このようにしても本発明の

50

意図するところは実現できる。本例でも、先の説明と同様に、回生電圧を変更してもよい。

【0077】

以上のようにして、プレス負荷とスライド速度を含むスライド運転パターンに基づいて最適な電圧パターンを選択し、プレス運転に同期して、電源コンバータを選択された電圧パターンに従って動作させる。

【0078】

(第2の実施の形態)

図6はサーボプレス機械のモータ駆動装置本発明の他の実施の形態を示す。図6において、図2と同一番号を付したものは同一機能を示す。本実施の形態は電圧パターンが時間ではなく、スライド位置、すなわち、クランク角度に同期して出力されることが特徴である。

【0079】

電圧パターン選択部601では、運転パターンが定まるとクランク角度に応じた電圧パターンが選択される。電圧パターンは先の例と同様にプレス運転パターンに対応して選択する。例えば、図3では、t31を0度、t37を360度とし、先のパターン運転した場合の時間とクランク角度の関係から、電圧パターンをクランク角度に対応して与える。電圧パターンは0度から360度を繰り返す。

【0080】

一方、エンコーダ24からのモータ位置信号(回転角度信号)はクランク角度演算部602に入力され、クランク角度が演算される。電圧指令部603はクランク角度に対応した電圧指令として電圧パターン信号を出力する。このようにしてクランク角度に対応して電圧指令を出力して、電源コンバータ21を駆動する。

【0081】

なお、クランク角度はモータ軸に取り付けたからエンコーダからでなく、プレスのクランク軸に取り付けたエンコーダや、スライドの位置を直接検出するリニアスケールから演算してもよい。また、クランク角度は連続的に検出せず、電圧指令値を変更する角度においてだけ信号を出すようにしてもよい。

【0082】

(第3の実施の形態)

図7はサーボプレス機械のモータ駆動装置の本発明の別の実施の形態を示す。図7において、図2と同一番号を付したものは同一機能を示す。エネルギー蓄積装置の充放電を制御するために、直流母線とエネルギー蓄積装置の間に双方向コンバータを接続し、この双方向コンバータを制御する点に特徴がある。

【0083】

双方向コンバータ71は直流母線31とエネルギー蓄積装置23の間に接続され、その動作指令に従ってエネルギー蓄積装置23に直流母線31側から電力を与えたり、あるいはエネルギー蓄積装置23から直流母線31に電力を供給する。具体的構成例として、エネルギー蓄積装置23側の電圧が直流母線31より低い場合、周知の昇降圧コンバータで構成できる。

【0084】

図示のものはエネルギー蓄積装置23として電解コンデンサや電気二重層コンデンサを用い、エネルギー蓄積装置の状態が電圧で制御しやすい構成に有利であるが、二次電池でも適用できる。

【0085】

プレス運転パターン部203で選択されたプレス運転パターンは電圧パターン選択部701に入力され、プレス運転パターンに基づいてエネルギー蓄積装置23の直流電圧パターンが選択される。電圧パターン選択部701で選択された電圧指令は運転指令部204からの運転開始信号によりモーション指令部205のモーション指令と同期する形で時間関数として電圧指令部702から実電圧指令が出される。

10

20

30

40

50

【0086】

電圧／電流制御部703は電圧指令部702からの電圧指令と、エネルギー蓄積装置23の入力電圧と入力電流の検出値により、双方向コンバータ71の電圧制御、電流制御を実施し、PWM制御部714を介して、双方向コンバータ71をPWM制御する。パターン選択部701での電圧パターンは実施例1で示したいろいろな電圧パターンが選択できる。

【0087】

一方、電源コンバータ21は、直流母線31に一定の電圧指令を与える電圧指令部705の指令に応じて働く。動作は図3の構成例と同じである。

以上のように運転パターンに応じて、電圧パターンを選択して双方向コンバータを動作させてエネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積状態を制御し、一方、直流母線の電圧は所定値になるように構成する。本例は、運転状態によらず、直流母線の電圧がほぼ一定なので、インバータと交流モータで構成される駆動側の制御範囲が広くできる。

【0088】

(第4の実施の形態)

図8は本発明のさらに別の実施の形態を示すサーボプレス機械のモータ駆動装置を示す。図8において、図2と同一番号を付したものは同一機能を示す。エネルギー蓄積装置の蓄積状態を電源コンバータの電流指令として与え、これを運転パターンと対応させて選択し、プレス運転パターンと同期して制御することに特徴がある。

【0089】

プレス運転パターン部203で選択されたプレス運転パターンは電流パターン選択部801に入力され、プレス運転パターンに基づいて電源コンバータに入出力される電流が選択される。電流パターン選択部801で選択された電流指令は運転指令部204からの運転開始信号によりモーション指令部205のモーション指令と同期する形で時間関数として電流指令部802から実電流指令が出される。以後は、図2の例と同様にして電源コンバータ21がPWM制御される。

【0090】

(実施例1)

図9は電流パターン選択部801で選択された電流指令の一例である。図9(a)で示す運転パターンは図3のものと同じで、図示はしないが、モータトルクと所要モータ電力も図3と同じとする。(C)は選択された電流パターンとしての電流指令、(e)は電流指令のように電源コンバータが制御された場合のコンバータ入力電力(実線)とエネルギー蓄積装置から出力される電力(破線)、(d)は結果としての直流母線31の電圧を示す。電源コンバータで交流電源20の力率を1に制御すると、(C)の電流指令は(e)の電源コンバータ入力電力と比例する。エネルギー蓄積装置の出力は、モータ所要電力－電源コンバータ入力となる。

【0091】

図の例では、電流指令はt901まではゼロ指令で、t901で図示の力行指令が出され、t904でゼロ指令、そして、t905(=t93)で力行指令、t907でゼロ指令、次に、t908(=t95)で回生指令、t910でゼロ指令となるパターンを与えている。このように、電源コンバータの電流指令の形で与えると、直接的に電源コンバータで制御するエネルギー管理をする構成とできる。

【0092】

また、電流パターンを与える方式は前実施例のやり方が利用できる。すなわち、実施例2のようにクランク角度の関数としてもよく、実施例3のようにエネルギー蓄積装置を直接制御する双方向コンバータへの指令として与えることも可能である。なお、本例では各部の動作損失は小さいのでこれを無視して説明したが、前記電圧指令と同様に実際には損出を考慮してパターンを設定する。

【0093】

さらに、本実施例の電流パターンの与え方によってはエネルギー蓄積に蓄えられるエネル

10

20

30

40

50

ギーがエネルギー蓄積装置の容量を超えたり、下回ったりする場合もある。すなわち、直流母線電圧が上限値を超えたり、下限値を下回ったりする場合もある。これを防止するため、直流電圧の上下限を与え、上下限を超えた場合に電流指令値を修正できるようにしてもよい。さらには、電圧指令パターンと電流指令パターンの両者を選択しながら制御してもよい。

【0094】

以上のようにしてコンバータの制御によりエネルギー蓄積装置を含む電源の制御を行なうと、負荷の駆動要求に応えながら、エネルギー蓄積装置の小型化を図り、電源コンバータの小型化と損失低減を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

10

【0095】

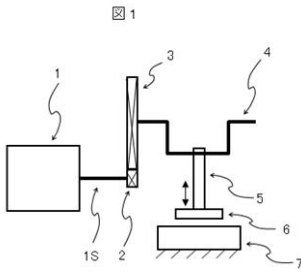
本発明は、サーボプレスの制御方法として有効である。

【符号の説明】

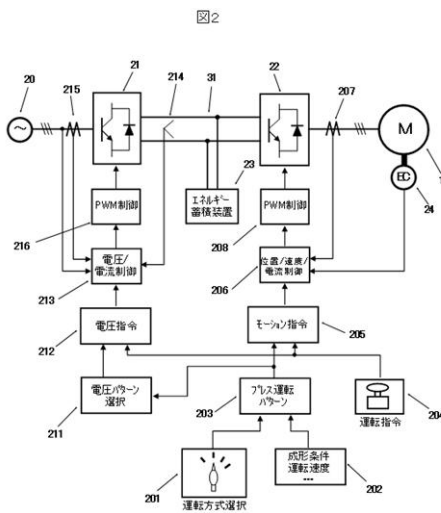
【0096】

- | | | |
|-----|-------------|----|
| 1 | 交流モータ | |
| 2 | ギヤ | |
| 3 | メインギヤ | |
| 4 | クランク軸 | |
| 5 | コンロッド | |
| 6 | スライド | 20 |
| 7 | ボルスタ | |
| 20 | 交流電源 | |
| 21 | 電源コンバータ | |
| 22 | インバータ | |
| 23 | エネルギー蓄積装置 | |
| 24 | エンコーダ | |
| 31 | 直流母線 | |
| 201 | 運転方式選択 | |
| 202 | 運転入力部 | |
| 203 | プレス運転パターン部 | 30 |
| 205 | モーション指令部 | |
| 206 | 位置／速度／電流制御部 | |
| 207 | 電流検出器 | |
| 208 | PWM制御部 | |
| 211 | 電圧パターン選択部 | |
| 212 | 電圧指令部 | |
| 213 | 電圧／電流制御部 | |
| 214 | 電圧検出器 | |
| 215 | 電流検出器 | |
| 216 | PWM制御部 | 40 |

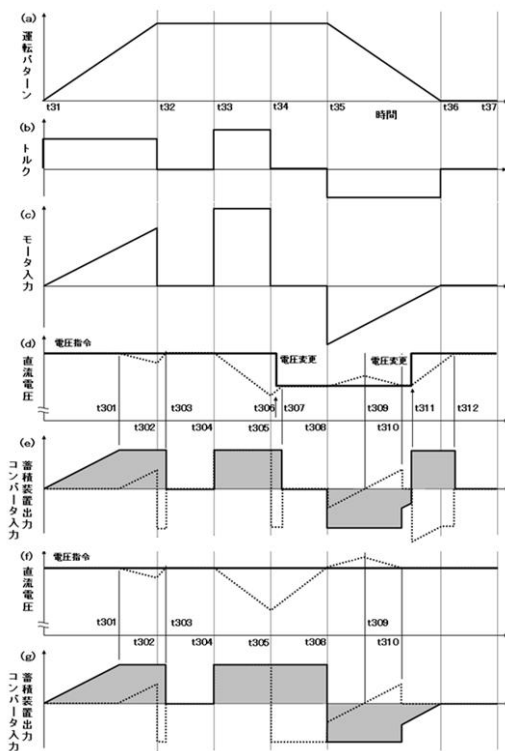
【図 1】



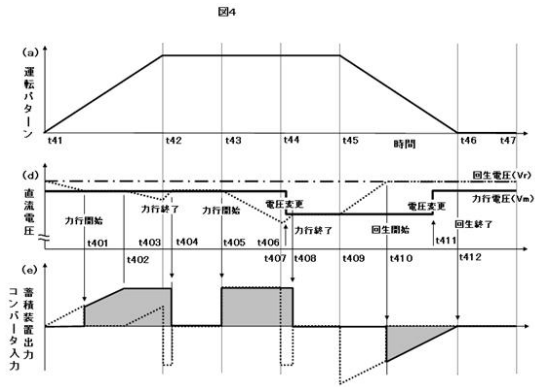
【図 2】



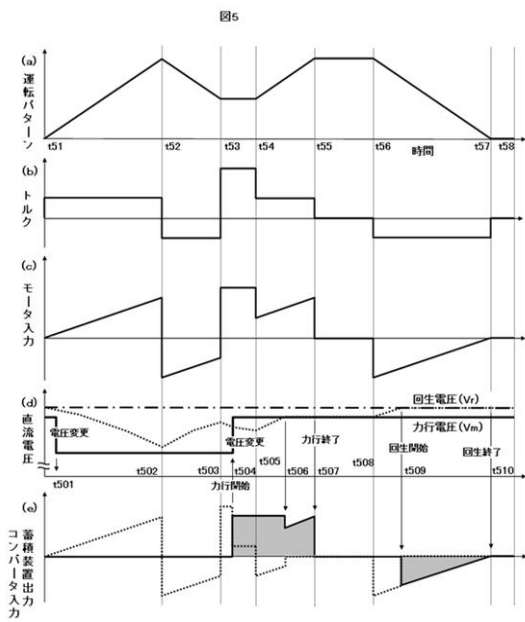
【図 3】



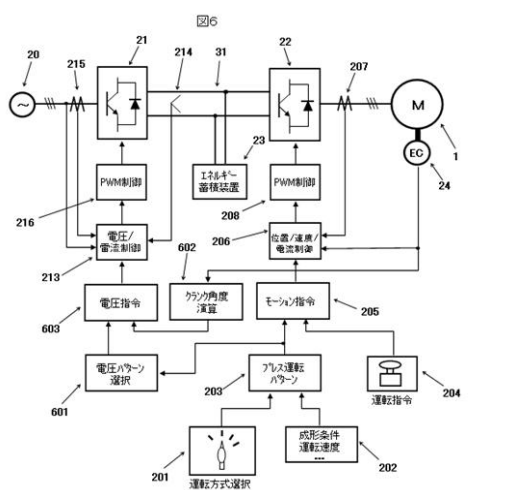
【図 4】



【図 5】



【図 6】



[illegible][illegible]