

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 2 M 7/48	(2007.01)	H 0 2 M 7/48	E	5 H 7 7 0
		H 0 2 M 7/48	Z	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全16頁)

(21)出願番号 特願2018-228930(P2018-228930)
 (22)出願日 平成30年12月6日(2018.12.6)

(71)出願人 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (74)代理人 100090033
 弁理士 荒船 博司
 (74)代理人 100093045
 弁理士 荒船 良男
 (72)発明者 松田 泰輔
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
 機械工業株式会社 横須賀製造所内
 (72)発明者 湯浅 英昭
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
 機械工業株式会社 横須賀製造所内

最終頁に続く

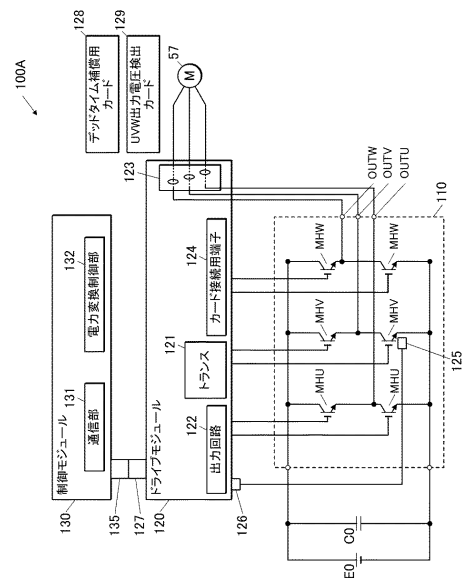
(54) 【発明の名称】 作業機械及び電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】複数の制御方式が採用される場合でも、モータに駆動電流を出力する回路構成の開発コスト及び製造コストを抑制できる作業機械及び電力変換装置を提供する。

【解決手段】この作業機械は、複数の駆動軸と、複数の駆動軸をそれぞれ駆動する複数のモータに電力を出力する複数の電力変換装置と、を備える作業機械であって、複数の電力変換装置の少なくとも1つは、オプション機能回路が搭載されたオプションカードの取付部(124)を備える。電力変換装置(100A)は、電力を変換する複数の電力用スイッチング素子が搭載されたパワーモジュール(110)と、電力用スイッチング素子の駆動信号を出力する出力回路(122)と、オプション機能回路が搭載されたオプションカードを取り付け可能な取付部(124)とを備える。

【選択図】 図2



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の駆動軸と、前記複数の駆動軸をそれぞれ駆動する複数のモータに電力を出力する複数の電力変換装置と、を備える作業機械であって、前記複数の電力変換装置の少なくとも 1 つは、オプション機能回路が搭載されたオプションカードの取付部を備える、
作業機械。

【請求項 2】

前記取付部には、前記電力変換装置の三相出力電圧を検出するためのオプションカードと、前記電力変換装置内で伝送されるスイッチングパルスのパルス幅を計測するためのオプションカードとが取り付け可能である、
請求項 1 記載の作業機械。

【請求項 3】

前記取付部が含まれる基板と、前記基板を収容するハウジングとを備え、
前記基板及び前記ハウジングには、前記取付部の上方に前記オプションカードを配置可能な間隙が設けられてい
る、
請求項 1 又は請求項 2 に記載の作業機械。

【請求項 4】

前記基板には、出力電流の電流センサが設けられ、前記取付部は、前記基板の中央よりも、前記電流センサを挟んで、前記基板の縁側に配置されている、
請求項 3 記載の作業機械。

【請求項 5】

前記作業機械は、射出成形機、クレーン装置又はフィルム搬送装置である、
請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の作業機械。

【請求項 6】

電力を変換する複数の電力用スイッチング素子が搭載されたパワーモジュールと、
前記電力用スイッチング素子の駆動信号を出力する出力回路と、
オプション機能回路が搭載されたオプションカードを取り付け可能な取付部と、
を備える電力変換装置。

【請求項 7】

前記取付部は、三相出力電圧を検出するためのオプションカードと、前記電力用スイッチング素子を駆動するスイッチングパルスのパルス幅を計測するためのオプションカードとが取り付け可能である、
請求項 6 記載の電力変換装置。

【請求項 8】

前記取付部が含まれる基板と、前記基板を収容するハウジングとを更に備え、
前記基板及び前記ハウジングには、前記取付部の上方に

2

前記オプションカードを配置可能な間隙が設けられている、

請求項 6 又は請求項 7 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記基板には、出力電流の電流センサが設けられ、前記取付部は、前記基板の中央よりも、前記電流センサを挟んで、前記基板の縁側に配置されている、
請求項 8 記載の電力変換装置。

【請求項 10】

10 前記取付部は、強電系の信号が伝送される第 1 端子群と、弱電系の信号が伝送される第 2 端子群とを含み、前記第 1 端子群と前記第 2 端子群との間隔が、前記第 2 端子群に含まれる複数の端子の間隔よりも大きい、
請求項 6 から請求項 9 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業機械及び電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、作業機械に搭載され、モータ等に駆動電流を出力して作業機械を動作させる電力変換装置がある。電力変換装置は、電力用スイッチング素子のスイッチング動作により駆動電流を出力する。特許文献 1 には、電力用スイッチング素子の消耗度を監視するシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 076454 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

作業機械を動作させる複数のモータの中には、例えばトルクリップルの解消、あるいは、回転ムラの解消など、トルク又は運動の精度に高い要求が課されるものと、さほど高い要求が課されないものとが混在する。そして、要求に応じて、異なるモータの制御方式を採用し、必要なものについてはモータの制御性能を向上させる必要がある。しかしながら、複数のモータの制御方式を採用する場合に、個々の制御方式ごとに駆動回路の回路構成を設計していたのでは、駆動回路の開発コスト及び製造コストが高騰するという課題がある。

【0005】

本発明は、複数の制御方式が採用される場合でも、モータに駆動電流を出力する回路構成の開発コスト及び製造コストを抑制できる作業機械及び電力変換装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

3

【 0 0 0 6 】

本発明に係る作業機械は、
複数の駆動軸と、前記複数の駆動軸をそれぞれ駆動する
複数のモータに電力を出力する複数の電力変換装置と、
を備える作業機械であって、
前記複数の電力変換装置の少なくとも1つは、オプシ
ョン機能回路が搭載されたオプションカードの取付部を備
える構成とした。

【 0 0 0 7 】

本発明に係る電力変換装置は、
電力を変換する複数の電力用スイッチング素子が搭載さ
れたパワーモジュールと、
前記電力用スイッチング素子の駆動信号を出力する出力
回路と、
オプション機能回路が搭載されたオプションカードを取
り付け可能な取付部と、
を備える構成とした。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、複数の制御方式が採用される場合でも
、モータに駆動電流を出力する回路構成の開発コスト及
び製造コストを抑制できる作業機械及び電力変換装置を
提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態の作業機械を示す図である。

【 図 2 】 図 1 の電力変換装置を示す回路図である。

【 図 3 】 図 1 の電力変換装置の基板構成を示す斜視図で
ある。

【 図 4 】 図 1 の電力変換装置のハウジングを含めた構成
を示す斜視図である。

【 図 5 】 図 1 の電力変換装置を下方から見た斜視図 (A)
と、その一部拡大図 (B) である。

【 図 6 】 温度センサの配置例を説明するパワーモジュ
ールの平面図である。

【 図 7 】 パワーモジュールの底面の温度分布の一例を示
す図である。

【 図 8 】 制御部によって実行される温度監視処理の一例
を示すフローチャートである。

【 図 9 】 オプションカードの一例を示す図である。

【 図 1 0 】 ドライブモジュールを示す上面図である。

【 図 1 1 】 ドライブモジュールに搭載されるトランスの
一例を示す縦断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に
説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、本発明の実施形態の作業機械を示す図である。

【 0 0 1 2 】

4

本実施形態の作業機械 1 は、例えば射出成形機であり、
成形材料を溶解及び射出する射出装置 1 1 と、射出装置
1 1 を搬送する可塑化移動装置 2 0 と、成形材料が充填
される金型装置を動かす型締装置 1 2 と、固化した成形
品を金型装置 4 3 から押し出すエジェクタ装置 7 1 とを
備える。

【 0 0 1 3 】

金型装置 4 3 は、固定プラテン 5 1 に保持される固定金
型 4 4 と、可動プラテン 5 4 に保持される可動金型 4 5
とを含む。型締装置 1 2 は、三相モータである型締用モ
ータ 5 7 を有し、型締用モータ 5 7 が駆動することで、
可動金型 4 5 を保持した可動プラテン 5 4 が動いて金型
装置 4 3 の開閉と型締とが行われる。射出装置 1 1 は、
三相モータである射出用モータ 8 6 を有し、射出用モ
ータ 8 6 の駆動によりスクリュ 2 6 が並進移動して加熱シ
リング 1 5 から成形材料が射出される。また、射出装置
1 1 は、三相モータである計量用モータ 8 3 を有し、計
量用モータ 8 3 の駆動によりスクリュ 2 6 が回転してホ
ッパ 1 7 から加熱シリング 1 5 に成形材料が供給される
。可塑化移動装置 2 0 は、三相モータである可塑化移動
用モータ 2 2 を有し、可塑化移動用モータ 2 2 の駆動に
より可動部が動作する。エジェクタ装置 7 1 は、三相モ
ータであるエジェクタ用モータ 7 2 を有し、エジェクタ
用モータ 7 2 の駆動により可動部が動作する。図 1 では
、型締用モータ 5 7、射出用モータ 8 6、計量用モータ
8 3、可塑化移動用モータ 2 2、エジェクタ用モータ 7
2 を、第 1 モータ～第 n モータと記している。これらの
各モータが回転駆動する軸が、本発明に係る複数の駆動
軸に相当する。

【 0 0 1 4 】

作業機械 1 は、さらに、型締用モータ 5 7、射出用モ
ータ 8 6、計量用モータ 8 3、可塑化移動用モータ 2 2、
エジェクタ用モータ 7 2 に、それぞれに電力を出力して
、各モータを駆動する複数の電力変換装置 1 0 0 A、1
0 0 B～1 0 0 X を備える。

【 0 0 1 5 】

さらに、作業機械 1 は、モーション制御部 2 0 1 を備え
る。モーション制御部 2 0 1 は、所定の制御プログラム
に従って作業機械 1 の複数の電力変換装置 1 0 0 A、1
0 0 B～1 0 0 X に動作指令 (具体的には速度指令) を
出力する。複数の電力変換装置 1 0 0 A～1 0 0 X は、
速度指令に応じて各モータを駆動する。これらにより、
作業機械 1 の各部が連携して動作し、所定の成形処理が
実行される。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、電力変換装置を示す回路図である。図 3 は、電
力変換装置の基板配置を示す斜視図である。図 4 は、電
力変換装置のハウジングを含めた構成を示す斜視図であ
る。図 5 は、電力変換装置を下方から見た斜視図 (A)
と、その一部拡大図 (B) である。以下、電力変換装置

10

20

30

40

50

5

100Aについて説明するが、他の電力変換装置100B～100Xも同様の構成を有する。

【0017】

電力変換装置100Aは、図2に示すように、複数の電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWが搭載されたパワーモジュール110と、複数の電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWの制御端子(ゲート端子)を駆動するドライブモジュール120と、ドライブモジュール120を制御する制御モジュール130と、これらを収容するハウジング100h(図4)とを備える。

【0018】

パワーモジュール110は、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWと、これらを収容するモジュールハウジング110h(図3)と、を有する。パワーモジュール110は、外部から直流電圧を受け、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWがスイッチング動作することで、出力端子OUTU、OUTV、OUTWに三相交流の電流を出力する。電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWは、例えばIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)であり、モジュールハウジング110hの底面から放熱が行われるよう、モジュールハウジング110hに収容される。図5(A)に示すように、モジュールハウジング110hの底面は、ヒートシンク取付面116であり、所定の厚みの熱伝導性グリースを介してヒートシンクが取り付けられるように規定されている。

【0019】

ドライブモジュール120は、各種の電源電圧を生成するトランス121と、ゲート駆動信号(スイッチングパルス)を出力する出力回路122と、パワーモジュール110の出力電流の電流検出を行う絶縁型の電流センサ123と、オプションカードが接続可能なカード接続用端子124と、温度センサ125を接続するためのコネクタ126と、これらを搭載する基板120a(図3)とを備える。絶縁型の電流センサ123は、例えばカレントトランス型、ホール素子型の電流センサなどである。

【0020】

トランス121は、複数(3つ以上)の二次巻線を有し、制御系の電源電圧、アナログ信号を出力するセンサ用の電源電圧、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWのゲート駆動用の電源電圧など、複数の電源電圧を生成する。

【0021】

ドライブモジュール120においては、強電系の配線、端子及び信号と、弱電系の配線、端子及び信号とが混在する。強電系の配線、端子及び信号とは、パワーモジュ

6

ール110の回路から電氣的に絶縁されていない配線、端子及び信号を意味する。弱電系の配線、端子及び信号とは、パワーモジュール110の回路から電氣的に絶縁された配線、端子及び信号を意味する。強電系の信号には、ゲート駆動信号、出力端子OUTU、OUTV、OUTWの三相交流電圧などが含まれる。弱電系の信号には、制御モジュール130に伝送される制御信号、各種の強電系の信号を計測又は検出した信号などが含まれる。強電系の信号と、これらの信号を計測又は検出した弱電系の信号とは、例えばフォトプラなどのアイソレーションアンプを介して絶縁される。

【0022】

制御モジュール130は、上位の制御装置(モーション制御部201など)と通信する通信部131と、制御処理を行う電力変換制御部132と、これらを搭載した基板130a、130b(図3)とを有する。電力変換制御部132は、例えば、上位の制御装置から受信した速度指令と、ドライブモジュール120から送られてきた各種の検出信号とに基づいて、速度指令が達成されるように、ゲート駆動用の制御信号をドライブモジュール120に出力する。すなわち、電力変換制御部132は、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWのスイッチング制御を行う。ドライブモジュール120の出力回路122は、制御信号に応じてゲート駆動信号を出力する。

【0023】

<温度センサ>

温度センサ125は、ドライブモジュール120から離れた箇所に固定され、配線を介してドライブモジュール120のコネクタ126に接続される。温度センサ125の検出信号は基板120aの配線及び基板間コネクタ127、135を介して制御モジュール130に送られる。温度センサ125の検出信号(温度情報)は、図1の破線に示すように、制御モジュール130を介して上位の制御装置(モーション制御部201)に送られてもよい。温度センサ125、並びに、その検出信号を伝送する構成(温度センサ125の配線、コネクタ126及び基板間コネクタ127、135など)を含めて温度検出部と呼んでもよい。

【0024】

温度センサ125の配線は、図4及び図5(A)に示すように、ハウジング100hの開窓102から出て、ハウジング100hの外周あるいはハウジング100hに側壁内に設けられた貫通孔103を介して、モジュールハウジング110hの底面まで延びる。ハウジング100hの裏面には、図5(B)に示すように、配線をモジュールハウジング110hの底面に導く溝104が設けられていてもよい。

【0025】

温度センサ125は薄型のセンサである。温度センサ1

50

7

25及び配線は、好ましくは、ヒートシンクとモジュールハウジング110hとの間の熱伝導性グリースの厚み以下であってもよい。温度センサ125及び配線は、電力変換装置100Aにヒートシンクが取り付けられた場合に、これらの間の熱伝導性グリースに埋まって固定される。なお、温度センサ125及び配線の厚みが、熱伝導性グリースの厚みよりも大きい場合には、ヒートシンクの温度センサ125及び配線と重なる部分に溝を設け、溝内に温度センサ125及び配線を配置してもよい。

【0026】

図6は、温度センサの配置例を説明するパワーモジュールの平面図である。図7は、パワーモジュールの底面の温度分布の一例を示す図である。図7中、範囲W1はパワーモジュール110の底面を示し、範囲W2はパワーモジュール110が接続されるヒートシンクの主面を示す。

【0027】

温度センサ125は、パワーモジュール110に含まれる複数の電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWのうち、代表の一つ（電力用スイッチング素子MLN）の直下に配置される。図6の配置箇所P1～P6は、複数の電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWの配置箇所を表わす。

図5に示したように、温度センサ125の配線は、温度センサ125を配置箇所P2の直下に配置したときに、過不足のない長さを有する。なお、本明細書において直下とは、ヒートシンク取付面116（図5（A））に垂直で、かつ、ヒートシンク取付面116を下方とした方向を意味する。直下とは、電力変換装置100Aが実際に配置された状態における鉛直下方と異なってもよい。

【0028】

図7に示すように、配置箇所P2の直下からずれた位置では、電力用スイッチング素子MLNから四方に分散された熱が伝わる。このため、ここで温度を検出すると、電力用スイッチング素子MLNの正確な温度が得られない。一方、配置箇所P2の直下では、電力用スイッチング素子MLNの温度が直接的に伝わるため、電力用スイッチング素子MLNの温度を高い精度で検出できる。

【0029】

図8は、制御部によって実行される温度監視処理の一例を示すフローチャートである。

なお、図8に示す具体的な処理手順は一例に過ぎず、様々な方式の温度監視処理が適用されてもよい。

【0030】

制御モジュール130の電力変換制御部132あるいは上位の制御装置（例えばモーション制御部201）は、温度センサ125からの検出信号に基づいて、図8の温度監視処理を実行する。以下、温度監視処理を実行する

8

主体を制御部と呼ぶ。温度監視処理は、例えば、電力変換装置100Aの動作中、制御部によって常に行われる。

【0031】

温度監視処理では、まず、制御部は、ステップS1～S3のループ処理により、パターン識別用の単位サンプリング期間が経過するまで（ステップS3）、温度センサ125の検出信号のサンプリング（ステップS1）を繰り返す。さらに、このループ処理中、制御部は、サンプリングされた検出信号が異常温度を示していないか判別する（ステップS2）。そして、パターン識別用の単位サンプリング期間が経過して、この期間の検出信号のサンプリングデータが取得されたら、制御部は、処理をステップS4に進める。また、ステップS2で、異常温度に達したと判別されたら、制御部は、異常の報知又はシステムの動作を中断させるなどのエラー処理へ処理を移行する。

【0032】

単位サンプリング期間のサンプリングデータが取得されて、ステップS1～S3のループ処理を抜けると、制御部は、この期間のサンプリングデータから、温度の変化パターンを識別する（ステップS4）。電力用スイッチング素子の温度変化パターンと、電力用スイッチング素子の劣化度（「疲労度」と呼んでもよい）とは、予め決まった関係を有する。制御部には、これらの関係を表わすデータテーブル又は関数が予め与えられている。制御部は、このデータテーブル又は関数を参照して、単位サンプリング期間ごとに、電力用スイッチング素子MLNの劣化度を算出する（ステップS5）。さらに、制御部は、過去から現在までの劣化度を積算し、累積された劣化度を算出する（ステップS6）。そして、制御部は、累積された劣化度から電力用スイッチング素子MLNの寿命が警告段階の閾値を超えているか判別する（ステップS7）。ステップS7の判別の結果がYESであれば、制御部は、処理を寿命警告処理へ移行する。一方、ステップS7の判別結果がNOであれば、制御部は、そのまま処理をステップS1に戻す。そして、制御部は、ステップS1からの処理を繰り返す。

【0033】

このような温度監視処理により、制御部は、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWが寿命で破損に至る前に、寿命に近いことを使用者等に警告することができる。また、制御部は、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWが異常温度に達している場合に、異常温度の発生に速やかに対応することができる。

【0034】

<カード接続用端子及びオプションカード>

先にも説明したが、ドライブモジュール120の基板120aには、オプションカードが接続可能なカード接続

用端子124が設けられている。オプションカードの端子を半田等の接合部材を介してカード接続用端子124に接合することで、基板120aにオプションカードを実装することができる。なお、カード接続用端子124の代わりに、オプションカードを脱着可能なコネクタが採用されてもよい。カード接続用端子124又はコネクタは、オプションカードを取り付け可能な取付部の一例に相当する。

【0035】

オプションカードは、電力変換装置100Aにオプション機能を追加するオプション機能回路が搭載されたカードである。オプションカードには、例えば、デッドタイム補償を行うために各ゲート駆動信号（スイッチングパルス）のパルス幅を計測するデッドタイム補償用のカード128、並びに、出力端子OUTU、OUTV、OUTWの電圧を検出するUVW出力電圧検出用のカード129が含まれる。

【0036】

ドライブモジュール120は、オプションカードが接続されていない状態で、パワーモジュール110を駆動することのできる基本構成を有する。基本構成には、制御モジュール130からの制御信号に応じてゲート駆動信号を出力する出力回路122と、出力電流を検出する電流センサ123とが含まれる。このような基本構成により、モータのベクトル制御が可能となる。すなわち、ドライブモジュール120の基本構成と、制御モジュール130に搭載されるベクトル制御用のプログラムとを用いて、ベクトル制御によって電力変換装置100Aからモータへ駆動電流を出力し、モータの速度を制御することができる。

【0037】

一方、ベクトル制御以外のモータの制御方式の中には、電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLWのデッドタイム補償を必要とする制御方式がある。あるいは、モータ静止時又は回転時のロータの磁極位置を、各出力端子OUTU、OUTV、OUTWの電圧から推定することで、モータの速度制御を実現する制御方式がある。ここでは、これらを第2制御方式と第3制御方式と呼ぶ。

【0038】

第2制御方式を採用する場合、カード接続用端子124にはデッドタイム補償用のカード128が接続される。さらに、制御モジュール130の制御部には、第2制御方式のプログラムが搭載される。カード128には、カード接続用端子124を介して各ゲート駆動信号が入力され、カード128内で、各ゲート駆動信号（スイッチングパルス）のパルス幅の計測が行われ、計測結果の信号がカード接続用端子124を介して出力される。計測結果の信号は、ドライブモジュール120の基板120aの配線と、基板間コネクタ127、135とを介して

、制御モジュール130へ送られる。制御モジュール130の制御部は、カード128からの計測結果の信号に基づきデッドタイム補償を行うことで、パワーモジュール110をデッドタイムが生じないように駆動し、第2制御方式によりモータの速度制御を行うことができる。

【0039】

第3制御方式を採用する場合、カード接続用端子124にはUVW出力電圧検出用のカード129が接続される。さらに、制御モジュール130の制御部には、第3制御方式のプログラムが搭載される。カード129には、カード接続用端子124を介して、三相の出力端子OUTU、OUTV、OUTWの電圧が入力され、カード129内でこれらの電圧の検出が行われる。そして、カード129からカード接続用端子124を介して検出信号が出力され、検出信号がドライブモジュール120の基板120aの配線と、基板間コネクタ127、135とを介して、制御モジュール130へ送られる。制御モジュール130の制御部は、カード129からの出力電圧の検出信号に基づいてモータの磁極の位置を認識し、第1制御方式によってモータを速度制御できる。

【0040】

図9は、オプションカードの一例を示す図である。図10は、ドライブモジュールを示す上面図である。以下、オプションカードとして、デッドタイム補償用のカード128について説明するが、他のオプションカードについても同様の構成を有する。

【0041】

カード128は、図9に示すように、強電系の信号が入力される第1端子群128a（例えば入力ピン）と、弱電系の信号が入出力される第2端子群128b（例えば入出力ピン）と、強電系の信号線と弱電系の信号線との間を絶縁するアイソレーションアンプ128cと、時間計測又は電圧検出等を行う信号処理部128dとを備える。その他、カード128には、高電圧を分圧する分圧抵抗が設けられている場合もある。

【0042】

基板120a側のカード接続用端子124には、図3に示したように、第1端子群128aに対応する強電系の第1端子群124Aと、第2端子群128bに対応する弱電系の第2端子群124Bとが含まれる。基板120a側の第1端子群124Aの端子数は、カード128の第1端子群128aの端子数よりも多く、第1端子群128aの端子の位置に応じてカード128に入力される強電系の信号を選択できる。

【0043】

カード128において、強電系の第1端子群128aと弱電系の第2端子群128bとの間隔は、第2端子群128bの端子間距離よりも大きい。同様に、基板120a側のカード接続用端子124において、強電系の第1端子群124Aと、弱電系の第2端子群124Bとの間

11

隔は、弱電系の第1端子群124Aの端子間距離よりも大きい。さらに、カード128は、強電系の信号が伝送されるエリア128Mと、弱電系の信号が伝送されるエリア128Nとに2分割され、エリア128Mに第1端子群128aが設けられ、エリア128Nに第2端子群128bが設けられている。また、エリア128M、128Nの間にアイソレーションアンプ128cなどの信号間を絶縁する素子が設けられている。

【0044】

このように、カード128の端子及び配線エリアが強電系と弱電系とで分離されていることで、弱電系の配線と強電系の配線との絶縁距離を確保しつつ、分離されていない場合と比較して、複数の配線を密に設けられる。したがって、弱電系と強電系との絶縁を確保しつつ、カード128のコンパクト化を図ることができる。

【0045】

なお、強電系の信号はドライブモジュール120の基板120a上で分圧抵抗により1回分圧されてカード128に入力され、カード128上でさらに分圧抵抗により分圧されて計測等の処理が行われてもよい。このように分圧抵抗を、基板120aとカード128とに分けて配置することで、カード128の第1端子群128aに入力される電圧を低くして、第1端子群128aの耐圧設定を低くし、カード128の製造コストの低下を図ることができる。

【0046】

図10に示すように、カード128、129が接続可能なカード接続用端子124は、基板120aの中央よりも、電流センサ123を挟んで、基板120aの縁側に配置されている。基板120aのカード接続用端子124の上方には、カード128、129を配置できる間隙が設けられている。具体的には、ドライブモジュール120の基板120aと、制御モジュール130の基板130aとの間に、カード128、129を配置できる間隙が設けられている。さらに、ハウジング100hには、カード接続用端子124の上方にカード128、129を収容できる間隙G1(図4)が設けられている。本明細書においてカード接続用端子124の上方とは、基板120aのカード接続用端子124側を意味し、電力変換装置100Aが実際に配置された状態における上方とは異なってもよい。

【0047】

カード接続用端子124が、電流センサ123の近傍に設けられていることで、パワーモジュール110の出力電圧を短い配線でカード接続用端子124まで導くことができ、基板120aの強電系の配線をより単純化できる。

【0048】

さらに、図10に示すように、ドライブモジュール120の基板120aにおいて、強電系の信号が伝送される

12

エリアA1と、弱電系の信号が伝送されるA2とは基板120aの一方と他方とに2分割されており、カード接続用端子124のうち、強電系の信号が伝送される第1端子群124Aは強電系のエリアA1に配置され、弱電系の信号が伝送される第2端子群124Bは弱電系のエリアA2に配置される。このような構成により、基板120aにおいても、エリアA1、A2が混在している場合と比較して、強電系の配線と弱電系の配線との絶縁距離を確保しつつ、複数の配線を密に配置できる。したがって、基板120aのコンパクト化を図ることができる。

【0049】

<トランス>

図11は、ドライブモジュールに搭載されるトランスの一例を示す縦断面図である。

【0050】

トランス121は、外部からの電源電圧が入力される一次巻線m1と、電力変換装置100A内で使用される各種の電源電圧を生成するための複数の二次巻線m2~m9とが、コアC1に巻回されて構成される。ドライブモジュール120には、各電源電圧を生成するためのスイッチング素子を有する電源回路が搭載され、スイッチング素子が動作して一次巻線m1に流れる電流がオン・オフに切り替えられることで、トランス121の複数の二次巻線m2~m9から電源電圧を出力する。複数の電源電圧には、先にも述べたが、制御系の電源電圧、アナログ信号を出力するセンサ用の正負の電源電圧、上アームの3つの電力用スイッチング素子MHU、MHV、MHWの各ケード駆動用の電源電圧、下アームの電力用スイッチング素子MLU、MLV、MLWの共通のゲート駆動用の電源電圧などが含まれる。複数の電源電圧には、電力変換装置100Aの外部に供給される電源電圧、例えばモータの回転を検出するエンコーダ用の電源電圧などが含まれていてもよい。トランス121が生成する複数の電源電圧のうち、ゲート駆動用の4つの電源電圧が強電系の電源電圧に相当し、その他の電源電圧が弱電系の電源電圧に相当する。

【0051】

トランス121は、さらに、弱電系の電源電圧を出力する複数の出力ピンq1~qnと、強電系の電源電圧を出力する複数の被覆導線r1~rmとを備える。図10に示すように、出力ピンq1~qnは、基板120aのスルーホールに配置されて、基板120aの複数種の電源ラインと電気的に接続される。すなわち、出力ピンq1~qnは、基板120aにピン接続される。被覆導線r1~rmは、基板120aの接続パッドに半田接続されて、基板120aの強電系の電源ラインと電気的に接続される。

【0052】

弱電系の電源電圧が出力ピンq1~qnを介して出力さ

れ、強電系の電源電圧が被覆導線 r 1 ~ r m を介して出力されることで、基板 1 2 0 a に対するトランス 1 2 1 の搭載面積が小さくても、弱電系の電源ラインと強電系の電源ラインとの絶縁距離を容易に確保することができる。すなわち、絶縁距離の確保を阻害することなく、トランス 1 2 1 の小型化を図ることができる。トランス 1 2 1 が小型化されることで、ドライブモジュール 1 2 0 の基板 1 2 0 a 及び電力変換装置 1 0 0 A の小型化を図ることができる。

【 0 0 5 3 】

被覆導線 r 1 ~ r m の半田接続される露出した導線部分は、撚り線でかつ折返し線に加工され、強度が確保されている。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 に示したように、トランス 1 2 1 は、基板 1 2 0 a の強電系のエリア A 1 と弱電系のエリア A 2 との間に挟まれて配置される。このような配置により、基板 1 2 0 a に設けられる電源ラインにおいても、強電系の電源ラインと弱電系の電源ラインとを分離することができ、強電系の電源ラインと弱電系の電源ラインとが混在する場合と比較して、これらの絶縁距離を確保しつつ、複数の電源ラインを密に配置できる。したがって、基板 1 2 0 a のコンパクト化を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

< 作業機械及び電力変換装置の動作 >

モーション制御部 2 0 1 は、所定の制御プログラムに従って、各電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X に速度指令を出力する。速度指令が入力されると、各電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X は速度指令に応じた速度が発生するように、第 1 ~ 第 n モータ (型縮用モータ 5 7、射出用モータ 8 6、計量用モータ 8 3、可塑化移動用モータ 2 2、エジェクタ用モータ 7 2) それぞれに電力を出力し、第 1 ~ 第 n モータを駆動する。これにより、作業機械 1 の射出装置 1 1、可塑化移動装置 2 0、型縮装置 1 2、金型装置 4 3 及びエジェクタ装置 7 1 が連携して動作し、所定の射出成形が行われる。

【 0 0 5 6 】

以上のように、本実施形態の作業機械 1 及び電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X によれば、温度センサ 1 2 5 が電力用スイッチング素子 M L N の直下で温度を検出するので、電力用スイッチング素子 M H U、M H V、M H W、M L U、M L V、M L W の温度を高い精度で検出することができる。そして、高い精度の温度情報を用いることで、電力用スイッチング素子 M H U、M H V、M H W、M L U、M L V、M L W の寿命を高い精度で予測できる。したがって、寿命に近づいたときに警告を発するなどして、電力用スイッチング素子 M H U、M H V、M H W、M L U、M L V、M L W が予期せず破損し、作業機械 1 の稼働が突発的に停止してしまうことを抑制することができる。加えて、電力用スイッチング素子 M H U、M

H V、M H W、M L U、M L V、M L W に異常な温度が生じたときに速やかにそれを判別し、異常温度に対応することができる。

【 0 0 5 7 】

また、上記実施形態によれば、電力変換制御部 1 3 2 又はモーション制御部 2 0 1 が、電力用スイッチング素子 M H U、M H V、M H W、M L U、M L V、M L W の寿命推定又は異常温度の監視を行う。したがって、異常温度が検出された際などに、電力変換装置 1 0 0 を停止するなどの対処を速やかに実行できるという効果が得られる。

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態の電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X によれば、温度センサ 1 2 5 がパワーモジュール 1 1 0 のヒートシンク取付面 1 1 6、さらには、電力用スイッチング素子 M L N の直下に配置されるので、より高精度な温度の検出が可能となる。さらに、ハウジング 1 0 0 h には、温度センサ 1 2 5 の配線を外部に通す開口窓 1 0 2 と、ハウジング 1 0 0 h の裏面側まで貫通した貫通孔 1 0 3 とを有するので、これらに配線を通して温度センサ 1 2 5 をヒートシンク取付面 1 1 6 へ配置することができる。

【 0 0 5 9 】

さらに、本実施形態の作業機械 1 及び電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X によれば、オプションカードを取付け可能なカード接続用端子 1 2 4 を備える。したがって、電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X の基本構成を共通化させつつ、オプションカードの追加と、制御プログラムの変更とで、モータの駆動方式を幾つかの中から適宜選定することができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、本実施形態では、カード接続用端子 1 2 4 に接続可能なオプションカードとして、スイッチングパルスのパルス幅を計測するデッドタイム補償用のカード 1 2 8 と、U V W 三相出力の電圧を検出するカード 1 2 9 とを有する。これにより、ベクトル制御以外のモータの制御方式、並びに、静止時のロータの磁極の位置を認識したモータの制御方式を採用することができる。また、ハウジング 1 0 0 h 及び基板 1 2 0 a のカード接続用端子 1 2 4 の上方には、オプションカードの配置スペースが確保されているので、オプションカードを追加する際に、ハウジング 1 0 0 h 及び基板 1 2 0 a の共通化を図れる。

【 0 0 6 1 】

さらに、本実施形態の作業機械 1 及び電力変換装置 1 0 0 A ~ 1 0 0 X によれば、複数の電源電圧を生成するトランス 1 2 1 において、強電系の電源電圧が被覆導線 r 1 ~ r m から出力され、弱電系の電源電圧が出力ピン q 1 ~ q n から出力される。これにより、強電系の電源ラインと弱電系の電源ラインとの絶縁距離を確保しつつ、

15

トランス121の基板搭載面の面積縮小を図ることができる。さらに、これらによって、ドライブモジュール120の基板面積の縮小と電力変換装置100A~100Xの小型化を図ることができる。

【0062】

また、トランス121は、基板120aの強電系のエリアA1と弱電系のエリアA2との間に挟まれて配置されるので、基板120aにおける強電系の電源ラインと、弱電系の電源ラインとを分離しやすく、これにより、基板120aの面積をより縮小できる。

【0063】

以上、本発明の実施形態について説明した。しかし、本発明は上記の実施形態に限られない。例えば、上記実施形態では、作業機械として射出成形機を一例とした構成について説明したが、本発明に係る作業機械には、例えば、クレーン装置、又はフィルム搬送装置（所謂ロールtoロール搬送機）など、様々な装置が含まれる。その他、実施形態で示した細部は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【符号の説明】

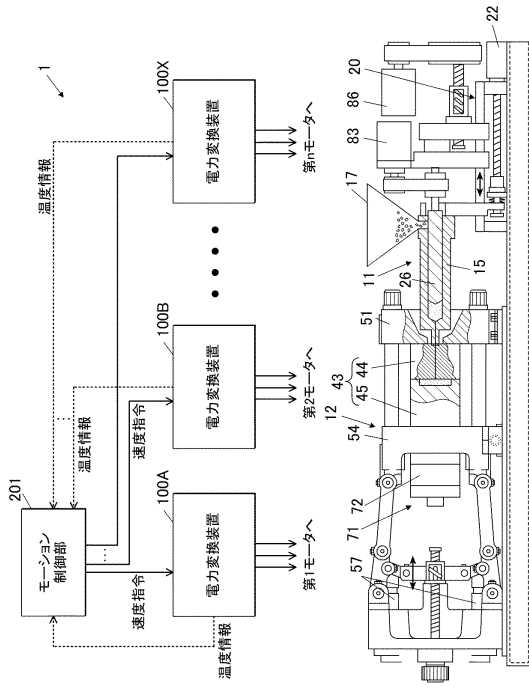
【0064】

1 作業機械
 22、57、72、83、86 モータ
 100A、100B~100X 電力変換装置
 100h ハウジング
 102 開口窓
 103 貫通孔
 104 溝
 110 パワーモジュール
 MHU、MHV、MHW、MLU、MLV、MLW 電力変換装置用スイッチング素子
 110h モジュールハウジング

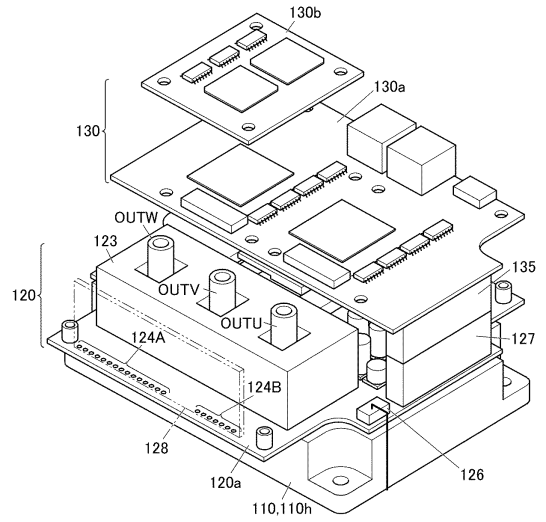
16

116 ヒートシンク取付面
 OUTU、OUTV、OUTW 出力端子
 120 ドライブモジュール
 120a 基板
 A1 強電系のエリア
 A2 弱電系のエリア
 121 トランス
 m1 一次巻線
 m2~m9 二次巻線
 q1~qn 出力ピン
 r1~rm 被覆導線
 122 出力回路
 123 電流センサ
 124 カード接続用端子
 124A 第1端子群
 124B 第2端子群
 125 温度センサ
 126 コネクタ
 127 基板間コネクタ
 128、129 カード
 128a 第1端子群
 128b 第2端子群
 128c アイソレーションアンプ
 128d 信号処理部
 128M 強電系のエリア
 128N 弱電系のエリア
 130 制御モジュール
 130a、130b 基板
 131 通信部
 132 電力変換制御部
 135 基板間コネクタ
 201 モーション制御部

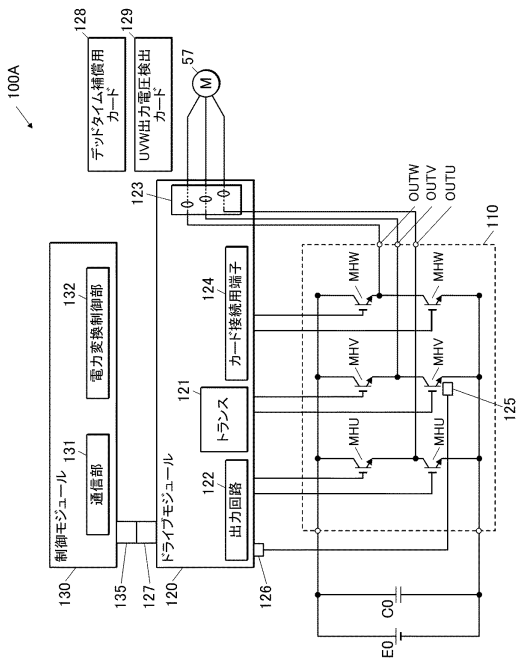
【図1】



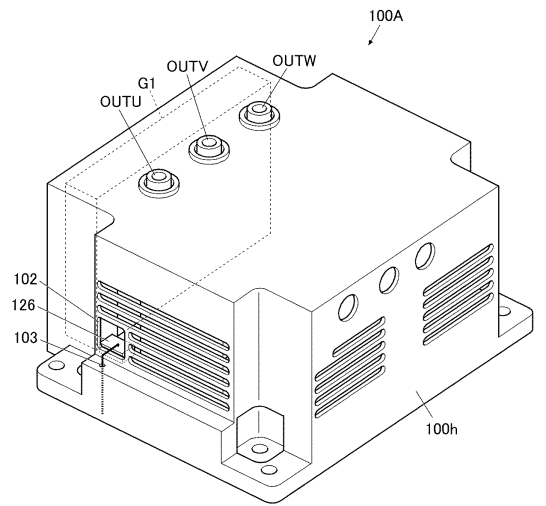
【図3】



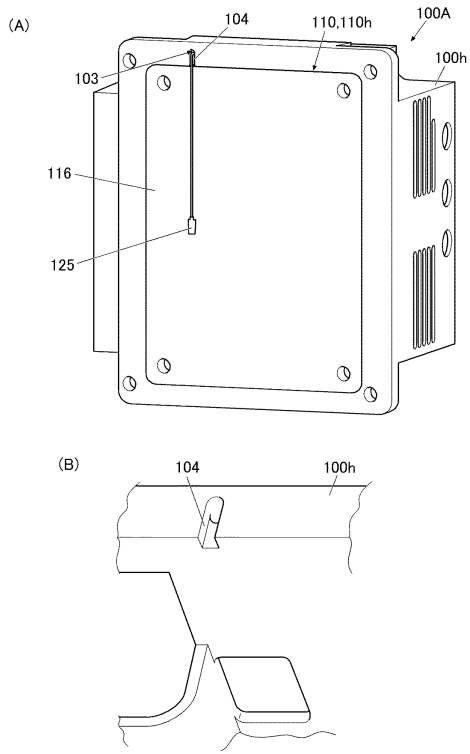
【図2】



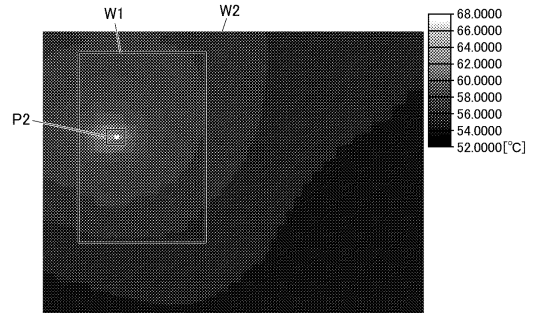
【図4】



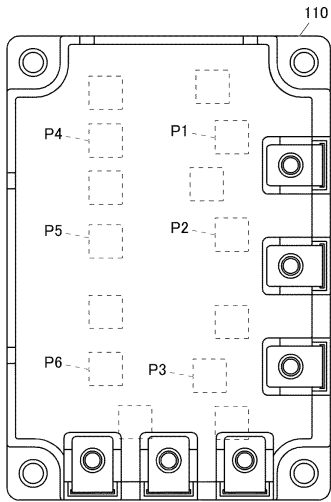
【図5】



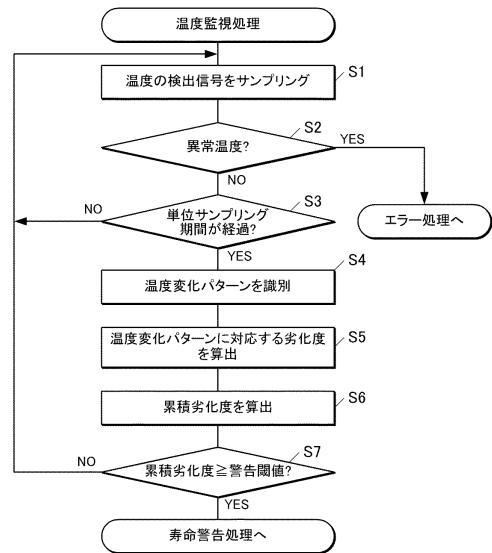
【図7】



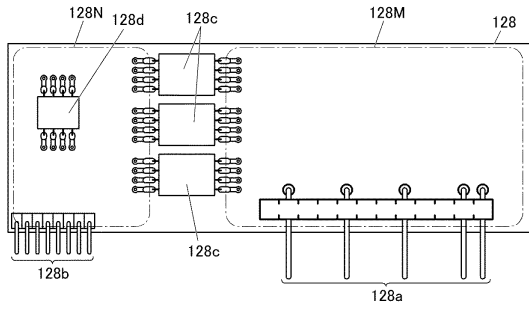
【図6】



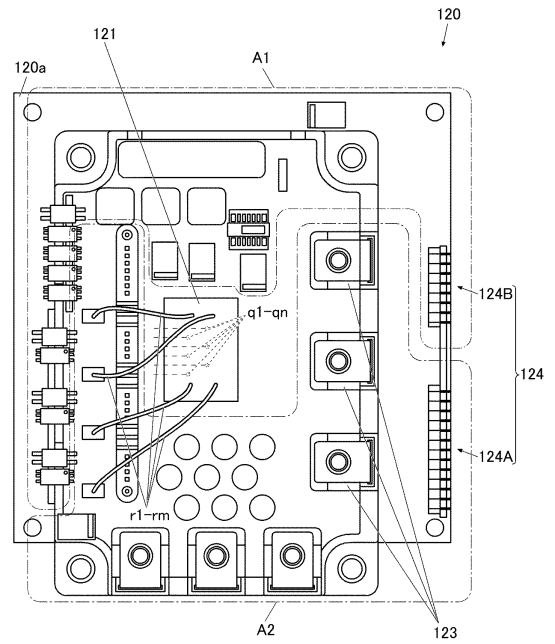
【図8】



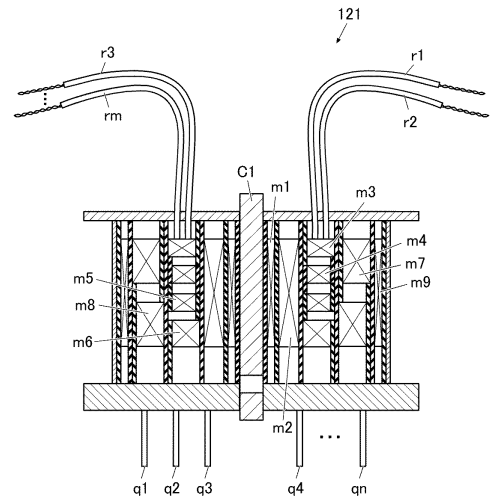
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H770 BA01 BA20 DA03 DA21 DA41 HA01Z HA02Y HA06X LA04X LB02
 LB10 PA21 QA01 QA02 QA06 QA08 QA27