

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

洗濯に関連した運転動作を行なうランドリー機器のモータを駆動するためのモータ駆動回路装置において、
前記モータの各相巻線に交流電源を印加するインバータ回路と、
このインバータ回路を構成する下アーム側のスイッチング素子とグランドとの間に配置され、前記モータをベクトル制御することを目的として当該モータの相電流を検出するためのシャント抵抗とを備え、
前記インバータ回路を構成するスイッチング素子と前記シャント抵抗とは、1つのパッケージ内に収められる IC (Integrated Circuit) として構成されていることを特徴とするランドリー機器のモータ駆動回路装置。 10

【請求項 2】

IC は、シャント抵抗に発生する電圧を増幅するための増幅回路をもパッケージ内に収めて構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のランドリー機器のモータ駆動回路装置。

【請求項 3】

増幅回路は、スルーレイトが $0.5 \text{ V} / \mu \text{ 秒}$ 以上のオペアンプを用いて構成されていることを特徴とする請求項 2 記載のランドリー機器のモータ駆動回路装置。

【請求項 4】

IC は、スイッチング素子を駆動するためのドライバをもパッケージ内に収めて構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のランドリー機器のモータ駆動回路装置。 20

【請求項 5】

シャント抵抗の抵抗値を、 $20 \text{ m}\Omega$ から $120 \text{ m}\Omega$ の間に設定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のランドリー機器のモータ駆動回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、洗濯に関連した運転動作を行なうランドリー機器のモータを駆動するためのモータ駆動回路装置に関する。 30

【0002】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、洗濯機などのランドリー機器に使用されるモータを駆動するインバータ回路は、回路の信頼性向上やコストの圧縮、又は、回路を小型化して配置の自由度を向上させる目的で、例えば IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などのスイッチング素子を複数個一体化してなるモジュール：IPM (Integrated Power Module) として構成されたものが一般に用いられている。

【0003】

そして、現在のモータ駆動制御は、モータの電流（トルク）を直接制御することができないため制御精度の向上に限界があるという問題がある。また、駆動制御に、モータを構成するロータの回転位置を検出するためにホールセンサを必要とすることでコストアップしたり、その取付けを行なうことで構造的な自由度が制約されてしまう。更に、ホールセンサを複数個取り付けたとしても、詳細な位置情報を得る事が困難であるため高速な制御応答性が得られない、といったような問題があった。 40

【0004】

このような問題を解決する技術として、インバータ回路の駆動制御にベクトル制御を導入することが例えば、特願 2002 - 27691 などにて提案されている。図 9 は、特願 2002 - 27691 に記載されているものと等価な構成を概略的に示すものである。インバータ回路 1 は、6 個の IGBT (スwitching 素子) 2a ~ 2f を三相ブリッジ接続して 50

上述のようにIPM13として構成されており、各IGBT2a~2fのコレクタ-エミッタ間には、フライホイールダイオード3a~3fが接続されている。

【0005】

下アーム側のIGBT2d~2fのエミッタは、シャント抵抗4u, 4v, 4wを介してグラウンドに接続されている。また、両者の共通接続点は、増幅回路5を介して制御回路6に接続されている。

【0006】

増幅回路5はオペアンプなどを含んで構成されており、シャント抵抗4u~4wの端子電圧を増幅すると共にその増幅信号の出力範囲が正側に収まるように(例えば、0~+5V)バイアスを与える。また、比較回路7は、インバータ回路1の上下アームが短絡した場合に回路の破壊を防止するために過電流検出を行うものである。 10

【0007】

また、インバータ回路1には、100Vの交流電源8を、ダイオードブリッジで構成される全波整流回路9及び直列接続された2個のコンデンサ10a, 10bにより倍電圧全波整流した約280Vの直流電圧が印加されるようになっている。そして、インバータ回路1の出力端子は、モータ11の各相巻線11u, 11v, 11wに接続されている。

【0008】

制御回路6は、増幅回路5を介して得られるモータ11の巻線11u~11wに流れる電流Iu~Iwを検出し、その電流値に基づいて2次側の回転磁界の位相 θ 及び回転角速度 ω を推定すると共に、三相電流を直交座標変換及びdq(direct-quadrature)座標変換することで励磁電流成分Id, トルク電流成分Iqを得る。 20

【0009】

そして、制御回路6は、外部より速度指令が与えられると、推定した位相 θ 及び回転角速度 ω 並びに電流成分Id, Iqに基づいて、電流指令Idref, Iqrefを生成し、それを電圧指令Vd, Vqに変換すると直交座標変換及び三相座標変換を行なう。最終的には、駆動信号がPWM信号として生成され、ゲートドライバ12を介してモータ11の巻線11u~11wに出力される。

【0010】

斯様に構成されたセンサレス方式のベクトル制御によれば、q軸電流成分によってモータのトルクを直接制御することができるため高精度の制御を高速で行うことができ、洗濯機の振動や騒音を低減することができる。 30

【0011】

しかしながら、IPM13として構成されるインバータ回路1に外付けされるシャント抵抗4u~4wには大電流が流れるため、そのサイズをある程度大きくせざるを得ない。また、放熱を効率的に行なうため抵抗外部にセメントがコーティングされることもあり、回路基板に大きなスペースを占有することになりコストアップの要因となってしまう。また、最近の洗濯機においては、筐体をできるだけコンパクトにすると共に洗濯容量は増大させたいという厳しい要求がある。従って、制御回路用の基板といえども、サイズを極力小さくすることが望ましい。

【0012】

更に、回路基板には一般に片面基板が用いられているが、上述のようにシャント抵抗4には大電流が流れるため、シャント抵抗4のリードが挿入される部分には電流対策としてはとめ処理などを施す必要があり、作業工数が増加するといった問題がある。

【0013】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、シャント抵抗により検出される相電流に基づいてベクトル制御を行う場合に、回路基板に必要とされる面積を削減すると共に、作業工数の増加を抑制することができるランドリー機器のモータ駆動回路装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

40

50

上記目的を達成するため、請求項 1 記載のランドリー機器のモータ駆動回路装置は、洗濯に関連した運転動作を行なうランドリー機器のモータを駆動するものにおいて、前記モータの各相巻線に交流電源を印加するインバータ回路と、このインバータ回路を構成する下アーム側のスイッチング素子とグランドとの間に配置され、前記モータをベクトル制御することを目的として当該モータの相電流を検出するためのシャント抵抗とを備え、前記インバータ回路を構成するスイッチング素子と前記シャント抵抗とは、1つのパッケージ内に収められる IC (Integrated Circuit) として構成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

10

即ち、複数のスイッチング素子をパッケージ内に収めてなる IC は、回路素子が配置される基板や、モールド材料などが大きな熱容量を有している。また、斯様な IC では、スイッチング素子の放熱効率を向上させるため、パッケージの外部にヒートシンクなどの放熱機構を付加するのが通常であるから、トータルでの熱容量はかなり大きくなっている。

【 0 0 1 6 】

従って、この構成にシャント抵抗をも加えれば、シャント抵抗の放熱についてもその放熱機構を利用することができるため、シャント抵抗のサイズを小さくすることが可能である。そして、シャント抵抗の実装に関する密度を高めて更に小型化を図ることができ、加えてその実装作業が不要となるので組立てを容易に行なうことができる。

【 0 0 1 7 】

20

この場合、請求項 2 に記載したように、IC を、シャント抵抗に発生する電圧を増幅するための増幅回路をもパッケージ内に収めて構成すると良い。斯様に構成すれば、実装密度を更に向上させることができる。

【 0 0 1 8 】

この場合、請求項 3 に記載したように、増幅回路を、スルーレイトが $0.5 \text{ V} / \mu \text{ 秒}$ 以上のオペアンプを用いて構成すると良い。即ち、ランドリー機器は、一般家庭の屋内に設置されることが多いため、インバータ回路のスイッチング周波数が耳障りな雑音となることを回避する目的で、当該周波数が例えば 15 kHz 以上に設定されることが多い。これは、例えばエアコンの場合はスイッチング周波数が $3 \sim 5 \text{ kHz}$ であることに比較するとかなり高い周波数である。

30

従って、それに応じて、シャント抵抗により検出される電流パルスも高速化することになるので、スルーレイトが $0.5 \text{ V} / \mu \text{ 秒}$ 以上のオペアンプを用いて増幅回路を構成すれば、電流検出に十分対応することができる。

【 0 0 1 9 】

また、以上の場合において、請求項 4 に記載したように、IC を、スイッチング素子を駆動するためのドライバをもパッケージ内に収めて構成すると良い。斯様に構成すれば、実装密度をより一層向上させることができる。

【 0 0 2 0 】

加えて、請求項 5 に記載したように、シャント抵抗の抵抗値を、 $20 \text{ m}\Omega$ から $120 \text{ m}\Omega$ の間に設定することが好ましい。即ち、ランドリー機器に使用されるモータの回転制御範囲は一般にかなり広いため、モータに流れる相電流のダイナミックレンジも広がる。すると、モータが低速回転して電流値が小さくなった場合の S / N 比が十分に確保されるか否かが問題となる。そこで、シャント抵抗の抵抗値を $20 \text{ m}\Omega$ から $120 \text{ m}\Omega$ の間に設定することで、電流検出を支障なく行なえることが確認できた。

40

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明をランドリー機器たる洗濯機に適用した場合の一実施例について、図 1 乃至図 8 を参照して説明する。尚、図 9 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。図 1 は、本実施例のモータ駆動回路装置の電氣的構成を示すものであるが、基本的には、図 9 に示すものと同様である。しかし、当該モータ駆

50

動回路装置に使用される I P M (I C) 2 1 は、インバータ回路 2 2 , シャント抵抗 2 3 u , 2 3 v , 2 3 w , 増幅回路 2 4 , 比較回路 2 5 及びゲートドライバ 2 6 を 1 枚の基板上に搭載することでハイブリッド I C として構成されている。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、 I P M 2 1 のモールドパッケージ内の回路配置を示す平面図である。基板 2 7 は、厚さ 1 m m 程度のアルミ基材の上に厚さ 6 0 μ m 程度の絶縁層 2 8 を配置し、その絶縁層 2 8 の上に厚さ 4 0 μ m 程度の銅箔によって必要な配線を施している。そして、各回路素子が配置され、素子と配線との間はボンディングワイヤ (何れも図示せず) によって接続されている。

【 0 0 2 3 】

即ち、インバータ回路 2 2 を構成する I G B T (スイッチング素子) 2 9 a ~ 2 9 f 及びダイオード 3 0 a ~ 3 0 f は、夫々単体の I C チップとして構成され、各 6 個ずつ配置されている。そして、シャント抵抗 2 3 u , 2 3 v , 2 3 w は、例えば、チップ抵抗器の内部に配置されるような抵抗体が基板 2 7 上に直接配置され、配線と接続されている。尚、シャント抵抗 2 3 の抵抗値は、例えば 5 0 m Ω に設定されている。

【 0 0 2 4 】

ドライバ I C 部 4 0 は、増幅回路 2 4 , 比較回路 2 5 及びゲートドライバ 2 6 をワンチップ I C として一体に構成したものである。また、この構成では、基板 2 7 自体が I G B T 2 9 及びシャント抵抗 2 3 のヒートシンクとして作用することでこれらの放熱を促すようにもなっている。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、 I P M 2 1 を樹脂モールドした D I P (D u a l I n - l i n e P a c k a g e) パッケージの外観を示す平面図である。リードの配置ピッチが部分的に大きくなっているのは、高い電圧が印加される端子間の絶縁を確保するためである。そして、 I P M 2 1 が基板に実装された場合は、モールドパッケージ上に金属製のヒートシンクがねじ止めによって固定される。

尚、洗濯機としての構成や制御回路 6 が行うベクトル制御については、特願 2 0 0 2 - 2 7 6 9 1 に記載されている内容と同様である。

【 0 0 2 6 】

次に、本実施例の作用について図 4 乃至図 8 をも参照して説明する。図 4 は、制御回路 6 が増幅回路 2 4 を介して検出し、 A / D 変換してサンプリングしたモータ 1 1 の電流データの一例を示すものである。増幅回路 2 4 を構成する反転オペアンプの増幅率は 5 , スループレートは 0 . 8 V / μ 秒 , モータ 1 1 の駆動条件は、回転数 8 0 0 r p m で無負荷脱水運転を行った場合である。電流データは、単独値 , 4 個分及び 8 個分の移動平均値をプロットしているが、何れも略正弦波状の波形として検出されている。

【 0 0 2 7 】

一方、図 5 は、シャント抵抗の抵抗値を 1 0 m Ω とし、反転オペアンプの増幅率を 2 4 として同様に電流データをサンプリングした場合を示す。この場合、データ値が正弦波から外れた値となってしまうケースがある。即ち、洗濯機に使用されるモータ 1 1 の回転制御範囲は一般にかなり広いため、モータ 1 1 に流れる相電流のダイナミックレンジも広くなる。従って、シャント抵抗の抵抗値が小さくなり過ぎると、モータ 1 1 が低速回転して電流値が小さくなった場合の S / N 比が十分に確保されなくなる傾向を示す。

【 0 0 2 8 】

また、図 6 は、シャント抵抗の抵抗値を 1 0 m Ω ~ 2 0 0 m Ω の範囲で変化させた場合に、サンプリングデータが本来の正弦波を示す値から外れることでエラー」となる率 [%] と、シャント抵抗の発熱量 [W] とを示すものである。尚、ここでの「エラー率」とは、データの真値が例えば 1 0 0 V である場合にサンプリングデータ値が 1 1 0 V であればエラー率を 1 0 % として、各データの平均をとって示したものである。即ち、抵抗値が高くなるとエラー率は低くなるが、発熱量は線形に増加する。そして、抵抗値が 5 0 m Ω を下回る辺りからエラー率は上昇し始め、そこから抵抗値が低くなるほど急上昇する。

10

20

30

40

50

【0029】

この図6から、エラー率を許容できる抵抗値の下限を $20\text{ m}\Omega$ 、発熱量の上限を $120\text{ m}\Omega$ と規定し、シャント抵抗の抵抗値は $20\text{ m}\Omega \sim 120\text{ m}\Omega$ の範囲で設定することが好ましいと判断した。そして、本実施例では、シャント抵抗23の抵抗値を、エラー率の下降曲線と発熱量の上昇直線とが交差した直後の値となる $50\text{ m}\Omega$ に設定した。

【0030】

また、図7は、インバータ回路22を構成するIGBT29の下アーム側がオンとなった場合に、シャント抵抗23に流れる電流ISR(a)、シャント抵抗23の端子電圧VSR(b)、増幅回路24の出力信号VADCI N(c)の波形をオシロスコープで観測したものである。尚、電流ISR及び端子電圧VSRは負の値として観測されている。

10

【0031】

そして、図8は、図7と同様の観測を、増幅回路に使用される反転オペアンプのスルーレイトを $0.3\text{ V}/\mu\text{秒}$ とした場合である。図8に示すケースでは、オペアンプの速度がIGBT29のスイッチングレートにตอบสนองすることができず、(c)に示す出力信号VADCI Nの波形は、制御回路6が正しい値をサンプリングすることが不可能なほど歪んでいる。

【0032】

以上のように本実施例によれば、モータ11の各相巻線11u~11wに交流電源を印加するインバータ回路22を構成するIGBT29a~29fと、その下アーム側に接続され、モータ11をセンサレス方式によってベクトル制御するために当該モータ11の相電流を検出するシャント抵抗23u~23wとを、1つのパッケージ内に収めてIPM21を構成した。

20

【0033】

即ち、基板27や樹脂モールド材、及びIGBT29を放熱させるためパッケージ外部に装着されるヒートシンクなどにより大きな熱容量を有しているIPM21にシャント抵抗23を内蔵させることで、シャント抵抗23の放熱についても熱容量の大きなそれらの機構を利用することができる。従って、シャント抵抗23のサイズを小さくすることが可能である。そして、シャント抵抗23回りの実装密度を高めてモータ駆動回路装置の小型化を更に図ることができ、加えて、その実装作業が不要となるので組立てを容易に行なうことができる。

30

【0034】

更に、シャント抵抗23をIPM21の内部に收容したことで、IGBT29とシャント抵抗23との間の配線距離は、シャント抵抗23を外部に実装する場合に比較して著しく短縮化されている。その結果として、電流検出においてノイズの影響を受けにくくなるため、シャント抵抗23の抵抗値をその分だけ小さく設定することも可能となっている。

【0035】

また、本実施例によれば、IPM21に、IGBT29を駆動するためのゲートドライバ26と、シャント抵抗23に発生する電圧を増幅するための増幅回路24も内蔵させたので、実装密度をより一層向上させることができ、モータ駆動回路装置を更に小型化することができる。

40

【0036】

そして、増幅回路24を、スルーレイトが $0.8\text{ V}/\mu\text{秒}$ のオペアンプを用いて構成したので、インバータ回路22のスイッチング周波数が耳障りな雑音となることを回避する目的で 15 kHz 以上に設定される場合でも、モータ11の巻線11u~11wに流れる電流の検出に十分対応することができる。

【0037】

加えて、シャント抵抗23の抵抗値を $50\text{ m}\Omega$ に設定したので、モータ11が低速回転して電流値が小さくなった場合のS/N比を十分に確保することができると共に、シャント抵抗23の発熱量も十分に抑制することができる。

【0038】

50

本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、以下のような変形または拡張が可能である。

シャント抵抗 23 の抵抗値は $50\text{ m}\Omega$ に限ることはなく、 $20\text{ m}\Omega \sim 120\text{ m}\Omega$ の範囲で設定すれば、許容できるエラー率と発熱量とのバランスを概ね良好に維持することができる。

増幅回路を構成するオペアンプのスルーレイトは $0.8\text{ V}/\mu\text{秒}$ に限ることなく、 $0.5\text{ V}/\mu\text{秒}$ であれば、インバータ回路 22 のスイッチング周波数が 15 kHz をある程度超える場合でも電流検出に支障がないことを確認している。

また、上述の抵抗値やスルーレイトは、モータの定格や、インバータ回路のスイッチング周波数の設定など、個別の設計に応じて適宜変更すれば良い。

10

【0039】

増幅回路 24、比較回路 25 及びゲートドライバ 26 は、夫々異なる IC チップとして構成しても良い。

ゲートドライバ 26 は、IPM 21 の外部に構成しても良い。また、増幅回路 24、比較回路 25 についても IPM 21 の外部に構成しても良い。

IC は、ハイブリッド IC として構成されるものに限らず、モノリシック IC として構成しても良い。

スイッチング素子は IGBT 29 に限ることなく、その他、パワートランジスタやパワー MOSFET などでも良い。

ランドリー機器は洗濯機に限ることなく、その他、乾燥機や洗濯乾燥機などに適用しても良い。

20

【0040】

【発明の効果】

本発明のランドリー機器のモータ駆動回路装置によれば、インバータ回路を構成するスイッチング素子とモータをベクトル制御することを目的として当該モータの相電流を検出するためのシャント抵抗とを、1つのパッケージ内に収めて IC として構成した。従って、シャント抵抗の放熱についても、IC が備えている熱容量の大きな機構を利用することができるため、シャント抵抗のサイズを小さくすることが可能である。そして、シャント抵抗の実装に関する密度を高めることもでき、駆動回路装置の小型化を更に図ることができる。加えて、その実装作業が不要となるので組立てを容易に行なうことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明をランドリー機器たる洗濯機に適用した場合の一実施例であり、モータ駆動回路装置の電氣的構成を示す図

【図 2】IPM のモールドパッケージ内の回路配置を示す平面図

【図 3】IPM を樹脂モールドした DIP パッケージの外観を示す平面図

【図 4】制御回路が増幅回路を介して検出し、サンプリングしたモータの電流データの一例を示す図

【図 5】シャント抵抗の抵抗値を $10\text{ m}\Omega$ とし、反転オペアンプの増幅率を 24 とした場合の図 4 相当図

【図 6】シャント抵抗の抵抗値を $10\text{ m}\Omega \sim 200\text{ m}\Omega$ の範囲で変化させた場合における、データのエラー率とシャント抵抗の発熱量とを示す図

40

【図 7】インバータ回路を構成する IGBT の下アーム側がオンとなった場合にオシロスコープで観測した、シャント抵抗に流れる電流 $I_{SR}(a)$ 、端子電圧 $V_{SR}(b)$ 、増幅回路の出力信号 $V_{ADCI}(c)$ の波形を示す図

【図 8】増幅回路に使用されるオペアンプのスルーレイトを $0.3\text{ V}/\mu\text{秒}$ とした場合の図 7 相当図

【図 9】従来技術を示す図 1 相当図

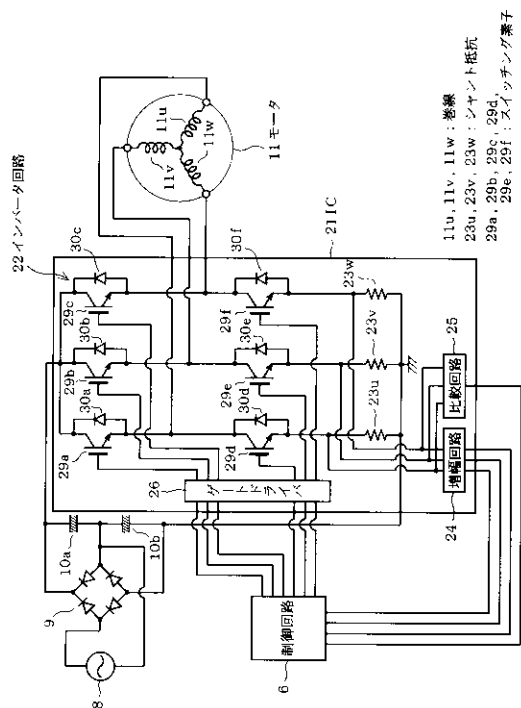
【符号の説明】

11 はモータ、11u、11v、11w は巻線、21 は IPM (IC)、22 はインバータ回路、23u、23v、23w はシャント抵抗、24 は増幅回路、26 はゲートドライ

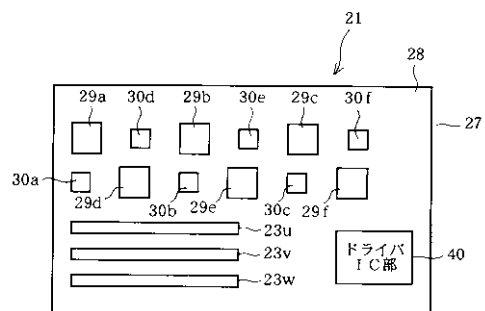
50

バ、29a～29fはIGBT（スイッチング素子）を示す。

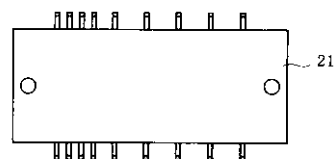
【図1】



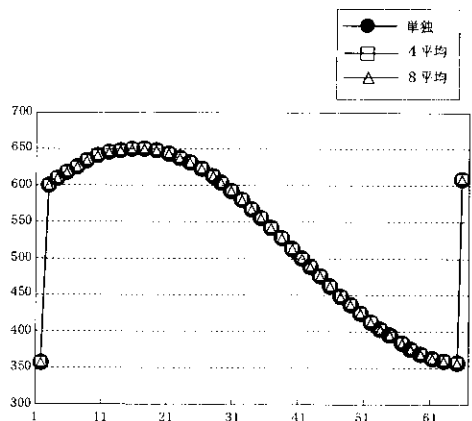
【図2】



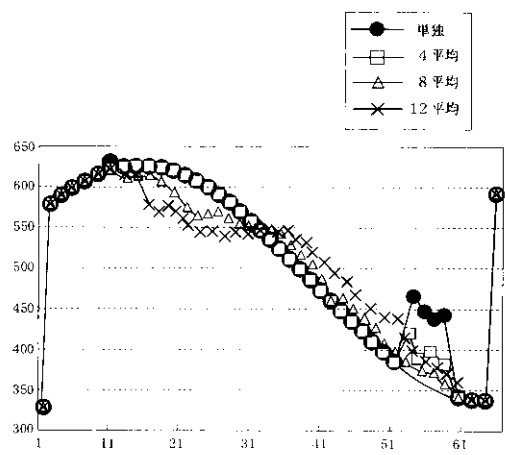
【図3】



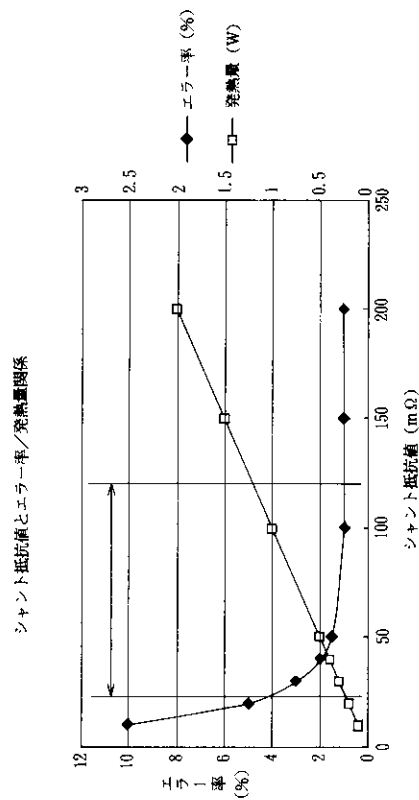
【 図 4 】



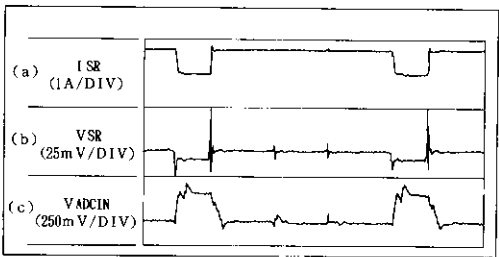
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

