

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5116834号  
(P5116834)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl. F I  
**HO2M 7/48 (2007.01)** HO2M 7/48 Z

請求項の数 19 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-284122 (P2010-284122)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成22年12月21日(2010.12.21)	(74) 代理人	100099461 弁理士 溝井 章司
(62) 分割の表示	特願2007-514192 (P2007-514192) の分割	(72) 発明者	山田 倫雄 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
原出願日	平成18年12月18日(2006.12.18)	(72) 発明者	川口 仁 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(65) 公開番号	特開2011-78309 (P2011-78309A)	(72) 発明者	坂廻邊 和憲 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(43) 公開日	平成23年4月14日(2011.4.14)		
審査請求日	平成22年12月21日(2010.12.21)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-6849 (P2006-6849)		
(32) 優先日	平成18年1月16日(2006.1.16)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機の駆動回路及び空気調和機の室外機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンバータ回路及びインバータ回路を用いて電動機を駆動する電動機の駆動回路において、

制御回路用のプリント基板と、

前記プリント基板の部品面にスペーサ用のモールド樹脂で構成される突起により所定の距離をおいて実装され、金属板リードを前記モールド樹脂が一体にモールドされたリードフレームモールド基板と、

前記コンバータ回路及び前記インバータ回路を構成する電子部品を含む発熱部品を冷却する放熱フィンと、を備え、

前記リードフレームモールド基板には、前記コンバータ回路及び前記インバータ回路を構成する前記電子部品が該電子部品の高さが他の前記発熱部品と高さが揃うように調整され、前記モールド樹脂と一体に構成される高さ調整用の突起を間にして実装されるとともに、前記インバータ回路のスナバコンデンサとシャント抵抗とが実装され、

前記プリント基板の前記部品面には、前記コンバータ回路の電解コンデンサが実装され、

前記電子部品のパワー端子は一旦前記リードフレームモールド基板に接続され、その後前記リードフレームモールド基板の前記金属板リードが前記プリント基板と結合され、前記電子部品の制御配線端子は前記プリント基板に接続されることを特徴とする電動機の駆動回路。

## 【請求項 2】

前記スペーサ用のモールド樹脂で構成される突起の上にさらに別の突起を設け、この別の突起を前記プリント基板にあけた穴と嵌合させることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 3】

前記金属板リードを折り曲げて、前記リードフレームモールド基板と前記プリント基板との接続を行うことを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 4】

前記パワー端子と前記リードフレームモールド基板との接続及び前記制御配線端子と前記プリント基板との接続は、半田付けによりなされることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

10

## 【請求項 5】

前記プリント基板を、片面プリント基板で構成したことを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 6】

前記片面プリント基板を、紙基材で構成したことを特徴とする請求項 5 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 7】

前記プリント基板を両面プリント基板で構成したことを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

20

## 【請求項 8】

機械室に冷媒を圧縮する圧縮機を有する空気調和機の室外機において、請求項 7 記載の電動機の駆動回路を搭載した電気品箱を、前記圧縮機の上面に取り付けることを特徴とする空気調和機の室外機。

## 【請求項 9】

前記電動機の駆動回路は加速度センサを有することを特徴とする請求項 8 記載の空気調和機の室外機。

## 【請求項 10】

前記電子部品はダイオードブリッジを有し、前記リードフレームモールド基板の長手方向の端部に前記ダイオードブリッジを配置することを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

30

## 【請求項 11】

交流電源に接続される反交流側リアクタ側の交流電源配線を有し、前記プリント基板の端部付近で、前記ダイオードブリッジが配置された前記リードフレームモールド基板の長手方向の端部近傍に、前記反交流側リアクタ側の交流電源配線を形成することを特徴とする請求項 10 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 12】

前記リードフレームモールド基板を、前記プリント基板に垂直に実装したことを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 13】

前記プリント基板に対し、前記電子部品のパワーデバイスを垂直に実装することを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

40

## 【請求項 14】

前記パワーデバイスはパワーモジュールを有し、前記パワーモジュールの制御配線端子およびパワー端子を直線状に配置することを特徴とする請求項 13 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 15】

前記リードフレームモールド基板作製時に、前記電動機との接続を行うコネクタを前記リードフレームモールド基板上に同時に作製することを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

50

## 【請求項 16】

前記リードフレームモールド基板は、前記プリント基板の 1 / 2 以下の大きさであることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 17】

前記シャント抵抗に流れる電流をサンプリングして前記電動機を駆動することを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

## 【請求項 18】

前記コンバータ回路は電解コンデンサを有し、前記コンバータ回路及び前記インバータ回路を構成する電子部品が実装された前記リードフレームモールド基板の近傍に前記電解コンデンサが実装されることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の駆動回路。

10

## 【請求項 19】

請求項 1 記載の電動機の駆動回路を搭載したことを特徴とする空気調和機の室外機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、コンバータおよびインバータを用いた電動機の駆動回路及びそれを用いた空気調和機の室外機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の半導体スイッチング素子と平滑コンデンサとを有するインバータ回路は、導体パターンが形成され、半導体スイッチング素子が搭載された基板と、この基板が搭載され外郭を形成するケースと、平滑コンデンサが搭載され、導電性金属からなる配線パターンを成形樹脂でインサート成形され、平滑コンデンサを配線パターンに接続した成形基板と、ケースに設けられたタップを有する成形基板用端子とを備え、成形基板をネジで成形基板用端子のタップに固定することで成形基板をケースに取付けると共に、電氣的に接続されることでインバータ回路が構成されるパワーモジュールが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

## 【0003】

また、電力平滑用の電解コンデンサをプリント基板よりは高価なパワー配線用基板に実装・配線し、パワー素子間をネジで締め付けることで構成するインバータ回路が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特許 3 6 4 9 1 3 3 号公報

【特許文献 2】特開昭 6 3 - 1 1 0 9 6 0 号公報

【特許文献 3】特開平 0 6 - 1 2 3 4 4 9 号公報

【特許文献 4】特開平 0 9 - 0 8 3 1 3 1 号公報

【特許文献 5】特開平 0 8 - 2 3 6 9 7 0 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 3 - 2 6 4 3 5 4 号公報

40

【特許文献 7】特開 2 0 0 5 - 1 6 8 1 4 9 号公報

【特許文献 8】特開 2 0 0 2 - 1 1 1 2 5 0 号公報

【特許文献 9】特開 2 0 0 5 - 1 3 3 9 9 6 号公報

【特許文献 10】特表 2 0 0 4 - 5 2 6 3 9 5 号公報

【特許文献 11】特開 2 0 0 3 - 1 0 1 2 5 8 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献 1 に示される従来のインバータ回路では、スイッチング素子を搭載した基板を搭載する外郭ケースが必要である。この外郭ケースは、電極の作成と、電極をインサート

50

成形する必要があり、それらの材料、さらにその金型、成型機、加工が必要であるといった課題があった。また、回路構成変更時は、金型の変更の必要があり、小ロットのモデルチェンジに対応不能といった課題もある。

【 0 0 0 6 】

基板は、放熱とパワー配線双方の機能を兼ね備えた、金属上に絶縁物を構成しその上に銅箔を貼り付けた金属基板を用い、半導体部品の放熱面を基板側に実装する方法であるが、基板自体の基材面積単価がプリント基板の10～20倍もして、仮に基板面積をコンパクトにできてプリント基板と比べそれに見合った価格低減とはならない。

【 0 0 0 7 】

配線機能に絞った基板に比べ著しく平米単価が高く、経済的でない。また、基板上に半導体を実装するためには、本来低圧・低電流で放熱の必要ない、スイッチング素子のゲート端子の配線についても高価格な金属基板上で行う必要があり、さらに不経済となっていた。また、エッチングにより銅箔配線を行うため、結局プリント基板と同じく、銅箔を厚くするとエッチング時間がかかる。またパワーIC等の放熱部品の放熱面を銅箔・絶縁物を介しさらに金属板を介し放熱フィンへ放熱部品の放熱を行うので、部品に直接放熱フィンを取り付けるより構成が無駄があり、経済性が低い。

【 0 0 0 8 】

また、サイズの大きな平滑コンデンサを、インサート成形された基板に載せているが、インサート成形基板は金型、成型機が必要なため、低価格化のためには大量生産によりその費用を回収する必要がある。平滑コンデンサを実装するインサート成型基板の数を稼ぐためには、複数の容量帯の製品を同じ形状の基板で標準化する必要があるが、その場合最大容量機種の平滑コンデンサで標準化することが必要となるため、逆に数量の多い低容量機種において無駄な材料を使うことになる。平滑コンデンサは、リアクトルとともに、インバータ回路でもっとも大きな部品のひとつであるので、この無駄な材料は、プリント基板に実装する場合に比べ無視できない。

【 0 0 0 9 】

また、スイッチング素子が搭載された基板が搭載され外郭を形成するケースにおいて、電極と基板は平面接触し半田で接合される構造であるため熱収縮に対する、半田強度が弱い。

【 0 0 1 0 】

また、従来の回路は、プリント基板にパワーデバイスがそのまま実装され、パターン幅・パターン間距離が必要な高圧・高電流配線がプリント基板上で平面配線され、面積効率が悪かった。またそのため電気品箱自体も大型化していた。

【 0 0 1 1 】

また、配線インダクタンスも増大し、発生ノイズも大きかった。さらにパワーモジュール足部の温度上昇が大きく半田寿命に対する設計制約がある。

【 0 0 1 2 】

また、プリント基板や金属基板では銅箔配線を作製するのにエッチングを用いているため、銅箔厚さの厚いパワー配線用の配線を作製する場合エッチング時間がかかり、基板単価を押し上げていた。同一の基板に作製した場合、制御配線等の微細な配線も厚い銅箔となり無駄な材料を使用することになっていた。

【 0 0 1 3 】

また、特許文献2に示される従来のインバータ回路においては、パワー素子間をネジで締め付けることで構成していたので、ネジが余分に必要となって高価格となる。また、ネジ締めには加工時間がかかり、加工費も上昇し、空気調和機用のインバータ等の大量生産される回路の量産には向かない。またコネクタや金属端子等を半田付けにより取り付け、プリント基板と接合する方法も考えられるが、やはりコネクタ、リード線が別に必要になり、リード接合の加工時間が余分にかかる。さらに、ネジ締め・コネクタ接続は人的な作業によるため接合不良の発生率が高く、接合不良が発生した場合に、パワー部のパッドコネクションによる温度上昇と、発煙発火の危険性が高い。これを避けるためには、検査工

10

20

30

40

50

程に時間をかける必要がある。

【 0 0 1 4 】

また、特許文献 2 に示される従来のインバータ回路においては、電力平滑用の電解コンデンサをプリント基板よりは高価なパワー配線用基板に実装・配線しているが、元々部品の面積が大きい割に配線が単純な電解コンデンサを、パワー配線用基板に実装することは、経済的でない。また電解コンデンサの容量は機種毎に大きく変化し、最大容量のものに対し基板を標準化した場合、販売数量が多く小容量の電解コンデンサを使用する機種では無駄が多い。

【 0 0 1 5 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、パワー配線を低インダクタンス化による低ノイズ・低損失を維持したまま、無駄な材料を使わず低価格・小ロットのモデルチェンジに柔軟に対応でき・自己発熱による半田部の応力が少なく半田信頼性が高く設計制約が少ない、電動機の駆動回路及びそれを用いた空気調和機の室外機を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

この発明に係る電動機の駆動回路は、コンバータ回路及びインバータ回路を用いて電動機を駆動する電動機の駆動回路において、

制御回路用のプリント基板と、

プリント基板の部品面にスペーサ用のモールド樹脂で構成される突起により所定の距離をおいて実装され、金属板リードをモールド樹脂が一体にモールドされたリードフレームモールド基板と、

コンバータ回路及びインバータ回路を構成する電子部品を含む発熱部品を冷却する放熱フィンと、を備え、

リードフレームモールド基板には、コンバータ回路及びインバータ回路を構成する電子部品が電子部品の高さが他の発熱部品と高さが揃うように調整され、モールド樹脂と一体に構成される高さ調整用の突起を間にして実装されるとともに、インバータ回路のスナバコンデンサとシャント抵抗とが実装され、

プリント基板の部品面には、コンバータ回路の電解コンデンサが実装され、

電子部品のパワー端子は一旦リードフレームモールド基板に接続され、その後リードフレームモールド基板の金属板リードがプリント基板と結合され、電子部品の制御配線端子はプリント基板に接続されることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

この発明に係る電動機の駆動回路は、上記構成により、プリント基板を著しく小さくできる。また、パワー配線のインダクタンス低下による、低ノイズ化が可能である。さらに、半田切れ等に対する回路および機器の信頼性を高めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】実施の形態 1 を示す図で、空気調和機の室外機 2 0 0 の透視図である。

【図 2】実施の形態 1 を示す図で、圧縮機を駆動するインバータ回路の電気回路図である。

【図 3】実施の形態 1 を示す図で、空気調和機の室外機 2 0 0 の電気部品構成図である。

【図 4】実施の形態 1 を示す図で、電気品箱 9 4 の透視図である。

【図 5】比較のために示す従来の電気品箱 9 0 の透視図である。

【図 6】実施の形態 1 を示す図で、金属板リード 3 7 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 1 0 0 と実装部品の配置平面図である。

【図 7】実施の形態 1 を示す図で、リード折り曲げ後のリードフレームモールド基板 1 0 0 と片面プリント基板 3 1 の平面図である。

【図 8】実施の形態 1 を示す図で、電動機の駆動回路の製造工程を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 9】実施の形態 2 を示す図で、空気調和機の室外機 200 の透視図である。

【図 10】実施の形態 3 を示す図で、リードフレームモールド基板 100 と実装部品とプリント基板の配置 3 面図である。

【図 11】実施の形態 4 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。

【図 12】実施の形態 5 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。

【図 13】実施の形態 6 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。

【図 14】実施の形態 7 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。

【図 15】実施の形態 8 を示す図で、インバータ周辺の回路図である。

【図 16】実施の形態 9 を示す図で、金属板リード 37 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 100 と実装部品の配置平面図である。

10

【図 17】実施の形態 9 を示す図で、リード折り曲げ後のリードフレームモールド基板 100 と片面プリント基板 31 の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

実施の形態 1 .

図 1 乃至図 8 は実施の形態 1 を示す図で、図 1 は空気調和機の室外機 200 の透視図、図 2 は圧縮機を駆動する圧縮機用電動機の駆動回路 300 の電気回路図、図 3 は空気調和機の室外機 200 の電気部品構成図、図 4 は電気品箱 94 の透視図、図 5 は比較のために示す従来の電気品箱 90 の透視図、図 6 は金属板リード 37 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 100 と実装部品の配置平面図、図 7 はリード折り曲げ後のリードフレームモールド基板 100 と片面プリント基板 31 の平面図、図 8 は電動機の駆動回路の製造工程を示す図である。

20

【0020】

図 1 に示すように、空気調和機の室外機 200 は、機械室 200a に冷媒を圧縮する圧縮機 86 が収納される。機械室 200a の上に電気品箱 94 が設けられ、その発熱部品を冷却する放熱フィン 35 が送風機室 200b に置かれてプロペラファン 92 で冷却される。また、電子部品の一つである交流側リアクトル 3 が機械室 200a 内に取り付けられる。送風機室 200b は、機械室 200a に隣接して設けられ、冷媒と空気とが熱交換を行う熱交換器 87 と、熱交換器 87 を冷却するプロペラファン 92 が収納される。

30

【0021】

図 2 により、空気調和機の室外機 200 の機械室 200a に搭載される圧縮機 86 のモータを駆動する圧縮機用電動機の駆動回路 300 (電動機の駆動回路の一例) について説明する。圧縮機用電動機の駆動回路 300 は、インバータ回路 300a と、コンバータ回路 300b とで構成される。圧縮機用電動機の駆動回路 300 は、交流電源 1 にコンバータ回路 300b が接続され、コンバータ回路 300b の直流出力をインバータ回路 300a で周波数が可変な交流に変換して圧縮機 86 のブラシレス直流モータ 14 を駆動する。

【0022】

コンバータ回路 300b は、交流側リアクトル 3、ダイオードブリッジ 38 及びシャント抵抗 7 を介して母線に接続されるパワースイッチ素子 4、ダイオードブリッジ 2、電解コンデンサ 9 で構成される。

40

【0023】

インバータ回路 300a は、スナバコンデンサ 32、シャント抵抗 33、パワーモジュール 11 で構成される。

【0024】

パワースイッチ素子 4 はコンバータ用の絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (IGBT) ・電界効果トランジスタ (FET) 等で構成される。パワースイッチ素子 4 がスイッチングすることで、力率改善・電源高調波除去・昇圧等を行い、ダイオードブリッジ 2 から出力される直流出力をパワーモジュール 11 を用いてスイッチングし、ブラシレス直流モータ 14 は回転磁界を発生させ回転を制御する。シャント抵抗 33 は、パワーモジュール 11 およびブラシレス直流モータ 14 に流れる電流を電圧に変換し、その電圧をもとに

50

、ブラシレス直流モータ 14 及びインバータ回路 300 a の制御・保護等を行う。同様にシャント抵抗 7 はパワースイッチ素子 4 に流れる短絡電流を電圧に変換し、その電圧を用いて、パワースイッチ素子 4 及びダイオードブリッジ 38 の制御・保護等を行う。

【 0025 】

空気調和機の室外機 200 に使用される電気・電子部品の全体構成を図示すると、図 3 のように、片面プリント基板 31 (プリント基板の一例) に実装される制御回路の部品と、リードフレームモールド基板 100 に実装されるパワー回路の部品、基板に実装されない部品に分けることができる。

【 0026 】

詳細は後述するが、本実施の形態の特徴部分であるリードフレームモールド基板 100 に、図 2 に示した圧縮機 86 のブラシレス直流モータ 14 を駆動する駆動回路を構成するパワー回路の部品が実装される。即ち、リードフレームモールド基板 100 に、パワーモジュール 11、シャント抵抗 7、シャント抵抗 33、スナバコンデンサ 32、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 38、パワースイッチ素子 4 等が実装される。

10

【 0027 】

片面プリント基板 31 には制御回路の電子部品が実装される。但し、パワー回路の部品である、電解コンデンサ 9 は、発熱部品であるパワーモジュール 11 から離して熱影響を受けないように、リードフレームモールド基板 100 ではなく、片面プリント基板 31 に実装される。従って、片面プリント基板 31 では、電解コンデンサ 9 及びノイズフィルタ 82 の配線だけが、高電圧・高電流用の配線となる。

20

また、電解コンデンサ 9 はプリント基板実装部品中最も背が高く、リードフレームモールド基板 100 に実装しないことで、回路基板全体の高さを低くでき、基板容積を低減できるといった効果もある。

【 0028 】

片面プリント基板 31 には、CPU 16、商用電源入力用の端子 80、アクチュエータ駆動回路 81、ノイズフィルタ 82、制御電源 83、ファンインバータ 84 (高電圧・低電流)、通信回路 85 等が実装される。これらの詳細な説明は、本題ではないので省略する。

【 0029 】

基板に実装されない部品には、既に述べた交流側リアクトル 3、圧縮機 86、プロペラファン 92 を駆動するファンモータ 92 a がある。

30

【 0030 】

片面プリント基板 31 と、リードフレームモールド基板 100 とが電気品箱 94 内に収納される。その構成を、以下説明する。

図 4 に示すように、片面プリント基板 31 の部品面 31 b に、パワー回路の部品を実装したリードフレームモールド基板 100、電解コンデンサ 9 が実装される。図 4 では、リードフレームモールド基板 100 に実装される部品の中、パワーモジュール 11、スナバコンデンサ 32、シャント抵抗 33 を示している。

【 0031 】

また、片面プリント基板 31 の半田面 31 a には、図 3 に示した電解コンデンサ 9 を除く制御回路の電子部品が実装される。図 4 では、その中の CPU 16 を示している。

40

【 0032 】

パワーモジュール 11 には、電気品箱 94 の外部に配置される放熱フィン 35 が取り付けられる。放熱フィン 35 には、図 4 には図示されていないが、パワースイッチ素子 4、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 38 が取り付けられる。

【 0033 】

リードフレームモールド基板 100 の金属板リード 37 は、メッキを施した銅や黄銅が一般的に用いられる。金属板リード 37 の形状加工の方法としては、打ち抜き、曲げ、ワイヤカット、レーザ加工、エッチング等を用いる。モールド樹脂 36 は金属板リード 37 を内包し、主に絶縁を目的として、ナイロン、不飽和ポリエステル、エポキシ等の樹脂に

50

、ガラス等のフィラーを入れたものを用いる。金属板リード37はモールド樹脂36で、インサートモールド成型等を用い平面形状もしくは立体形状のリードフレームモールド基板100を構成する。

【0034】

インバータ用のパワーモジュール11の高圧・高電流用のパワー端子30の主なものは、鉛フリー半田等を用いた溶接で金属板リード37に結合される。

【0035】

また、高圧・高電流のパワー端子30の一部はリードフレームモールド基板100および片面プリント基板31双方を貫通し、双方に半田付けにより接合される。また、パワー端子30の一部はリードフレームモールド基板100と電氣的接合を持たず貫通し、片面プリント基板31に半田付けにより接合される。

10

【0036】

また、インバータ用のパワーモジュール11の制御配線端子39の主なものは、リードフレームモールド基板100とは電氣的結合を持たず、鉛フリー半田等を用いたフロー半田、部分半田、ロボット半田等の溶接で紙基材の片面プリント基板31に結合される。但し、制御配線端子39がリードフレームモールド基板100上にかかる場合は、電氣的結合を持たないように、リードフレームモールド基板100上の制御配線端子39の断面積より大きな穴を貫通し、片面プリント基板31と電氣的結合を持つ。

【0037】

金属板リード37、モールド樹脂36で構成されるリードフレームモールド基板100上に、突起101が設けられており、パワーモジュール11等の高さを調整する。例えば、突起101は、放熱フィン35が取り付けられるパワースイッチ素子4、ダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38と高さを合わせることで、放熱フィン35の取り付けをしやすいとする。

20

【0038】

パワーモジュール11等の電子部品を実装したリードフレームモールド基板100は、片面プリント基板31に実装されるが、リードフレームモールド基板100の金属板リード37の一部は折り曲げられ、片面プリント基板31を貫通し、鉛フリー半田等を用いたフロー半田、部分半田、ロボット半田等の溶接で、半田103により片面プリント基板31に結合される。

30

【0039】

図5は比較のために示す従来の電気品箱90の透視図であるが、従来の電気品箱90では、両面プリント基板131に全ての電子部品が実装される。パワー回路の電子部品であるパワーモジュール11、スナバコンデンサ32、シャント抵抗33、電解コンデンサ9等や制御回路の電子部品であるCPU16等が両面プリント基板131に実装される。パワーモジュール11は、図示しないパワースイッチ素子4、ダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38と共に、電気品箱90の外に設けられた放熱フィン35に取り付けられる。パワーモジュール11と両面プリント基板131との間に、パワーモジュール11の高さを調整する樹脂スペーサ34が挿入される。

【0040】

40

図4のような構成としたことで、従来の図5のように全ての電子部品が両面プリント基板131に実装されるものとは異なり、パワー回路の電子部品のほとんどが片面プリント基板31上のパターンと結合されないため、パターン幅が広く、パターン間距離を多く取る必要がある高圧、高電流配線を片面プリント基板31に引き回す必要が少なくなる。パワー回路の電子部品の一つである電解コンデンサ9は、発熱部品であるパワーモジュール11の熱の影響を受けて短寿命とならないように、パワーモジュール11から離して片面プリント基板31に実装する。但し、片面プリント基板31上の高圧、高電流配線である金属板リード37をできるだけ短くするために、電解コンデンサ9は、リードフレームモールド基板100の近くに配置する。

【0041】

50

配線量を増やすことはできるが、紙基材の片面プリント基板 3 1 に比べ 4 倍以上高価な両面プリント基板 1 3 1 を用いることなく、小型での電気品箱 9 4 を構成することができる。小型化することで電気品箱 9 4 の外郭部品の材料も少なくて済む。

【 0 0 4 2 】

また、リードフレームモールド基板 1 0 0 に突起 1 0 1 が形成されているので、図 5 に示す樹脂スペーサ 3 4 が不要となる。樹脂スペーサ 3 4 は通常、手挿入が行われるため、基板の組み立て費用も合わせて低減可能である。

【 0 0 4 3 】

また、発熱により熱収縮する度合いが最も大きな発熱部品であるパワーモジュール 1 1 のパワー端子 3 0 を、一旦リードフレームモールド基板 1 0 0 上に結合しその後リードフレームモールド基板 1 0 0 の金属板リード 3 7 を片面プリント基板 3 1 と結合するので、金属板リード 3 7 の折り曲げ形状、リードフレームモールド基板 1 0 0 の材料選定により各結合部の熱応力を、部品とプリント基板を直接結合する場合に比べ緩和することができる。

10

【 0 0 4 4 】

また、インバータ回路 3 0 0 a 及びコンバータ回路 3 0 0 b の主な半導体部品の実装を、片面プリント基板 3 1 上のその他の部品の実装と同時に可能で、また電氣的結合も他の片面プリント基板 3 1 の実装部品と同時に、片面プリント基板 3 1 の半田付け時にでき、インバータ回路 3 0 0 a 及びコンバータ回路 3 0 0 b のパワー端子 3 0 のネジ締め・コネクタによる配線材料および配線作業が不要で、低価格で安全性が高い。

20

【 0 0 4 5 】

また、一部のパワー端子 3 0 をリードフレームモールド基板 1 0 0 と片面プリント基板 3 1 との双方との電氣的接合に用いるので、材料効率が良い。

【 0 0 4 6 】

図 6 により、金属板リード 3 7 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 1 0 0 と実装部品の配置について、更に説明する。

図 6 において、メッキを施した銅や黄銅で構成される金属板リード 3 7 は、モールド樹脂 3 6 でモールドされてリードフレームモールド基板 1 0 0 が形成される。金属板リード 3 7 には、パワー回路の電子部品の中の、交流側リアクトル 3 及び電解コンデンサ 9 を除く、パワーモジュール 1 1、スナバコンデンサ 3 2、シャント抵抗 3 3、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8、パワースイッチ素子 4、シャント抵抗 7 が実装される。

30

【 0 0 4 7 】

パワーモジュール 1 1 のパワー端子 3 0 ( 図 6 に点線で囲んで示す ) の一部は、金属板リード 3 7 に接続されるが、残りのパワー端子 3 0 と制御配線端子 3 9 ( 図 6 に点線で囲んで示す ) は、片面プリント基板 3 1 に接続される。

【 0 0 4 8 】

また、パワースイッチ素子 4 もパワー端子 3 0 と制御配線端子 3 9 とを有するが、パワー端子 3 0 は金属板リード 3 7 に接続され、制御配線端子 3 9 は、片面プリント基板 3 1 に接続される。

40

【 0 0 4 9 】

図 7 に示すように、片面プリント基板 3 1 に、パワー回路の電子部品の中の、交流側リアクトル 3 及び電解コンデンサ 9 を除く、パワーモジュール 1 1、スナバコンデンサ 3 2、シャント抵抗 3 3、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8、パワースイッチ素子 4、シャント抵抗 7 が実装され、金属板リード 3 7 が折り曲げられたリードフレームモールド基板 1 0 0 と、電解コンデンサ 9 とが実装される。

リードフレームモールド基板 1 0 0 は、図 7 に示されるように、片面プリント基板 3 1 の 1 / 2 以下の小さなサイズで、片面プリント基板 3 1 と平行にその中心より長手方向端部よりに配置される。またリードフレームモールド基板 1 0 0 の長手方向が、図 7 に示されるように、片面プリント基板 3 1 の短手側に配置される。

50

## 【 0 0 5 0 】

金属板リード37は折り曲げられ、片面プリント基板31の部品面31bから半田面31aに向け貫通している。また、電解コンデンサ9は、貫通した金属板リード37の近い位置に配置される。片面プリント基板31でのパワー配線を極力短くするためである。電解コンデンサ9は背が高いので、パワースイッチング素子4等の反対側に配置することで、片面プリント基板31上のパワー配線を短くするとともに、図7には示していないがパワーデバイス上に配置される放熱フィン35とはリードフレームモールド基板100に対し逆位置となり、容積効率が上がる。また電解コンデンサ9は寿命の温度依存性が高い。高価格の部品である電解コンデンサ9の同一温度の寿命をあげるのはコスト的には有効でない。このため、本実施の形態のような配置とし、発熱部品から遠ざけることで寿命をあげられる。また、電流検出用のシャント抵抗7、シャント抵抗33を、リードフレームモールド基板100に実装することで、その他の部品を搭載した片面プリント基板31及び本回路を搭載した電気品箱94の面積・容積を著しく小さくできる。さらに、パワー配線のインダクタンス低下による、低ノイズ化が可能である。さらに半田切れ等に対する回路および機器の信頼性を高めることが可能である。

10

## 【 0 0 5 1 】

また、リードフレームモールド基板100を型成型で製作する場合の型形状の変更のみで、追加部品を用いることなく、放熱フィン35と電解コンデンサ9間に隔壁(図示せず)を設けることができ、隔壁により熱絶縁することで電解コンデンサ9の周辺温度を下げる事が容易にできる。電解コンデンサ9の周囲の温度を下げる事により、周囲温度による電解液のドライアップ等で、インバータ回路寿命のネックとなる電解コンデンサ9の、寿命を延ばし、電動機の駆動回路やそれを搭載した空気調和機の寿命を向上させることができる。

20

## 【 0 0 5 2 】

図8により、電動機の駆動回路の製造工程を説明する。S10乃至S70は、パワーモジュール11の製造工程である。

## 【 0 0 5 3 】

S10はパワーチップの製造を示しており、半導体プロセスを用いた、金属酸化膜半導体・電解効果トランジスタ(MOS-FET)・絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(IGBT)・ダイオード等のパワーデバイスシリコンチップ、プリドライBC等のシリコンチップの製造を示す。近年次世代のパワーデバイスとして、炭化珪素(SiC)等のチップ開発が盛んであるが、もちろんこれらを用いても良い。

30

## 【 0 0 5 4 】

S20はS10で製作したパワーチップの(1)電気信号のICパッケージの外部への取り出し、(2)チップ発熱の熱溜りと外部への放出を目的とした、金属(例えば、銅)製リードフレームの製造を示している。主に板金の打ち抜きと・メッキの工程からなる。

## 【 0 0 5 5 】

S30はS10で製造したパワーチップを、S20で製造したリードフレームに半田を用いて接合するダイボンディング工程を示す。

## 【 0 0 5 6 】

S40はSiチップの上面の電極と、リード間をアルミ・金等のワイヤを超音波融着を用い電氣的結合を行うワイヤボンディング工程を示す。インバータICにおいて、面積効率を上げリードフレーム材料および封し樹脂材料を最小化する、シリコンのチップ間を直接アルミ配線で結ぶ、ダイレクトボンディング法を用いる。この方式を用いた場合インバータICを極小化することができる。

40

## 【 0 0 5 7 】

S50はパワーチップの実装されたリードフレームと金属ヒートスプレッタ、絶縁性・放熱性の高いシリカフィラー入りエポキシ等の樹脂を用い、インサート成型するモールド工程である。ボンディングが終了したICチップの、キズ・衝撃を抑えるためパッケージや封止材で密封する。通常空気調和機の電動機駆動用のインバータICでは、安価で量産

50

性に優れる、トランスファーモールド法を用いる。

【 0 0 5 8 】

S 6 0 は S 5 0 でインサート成型が完了したパワーモジュール 1 1 の不要なリードを切断するリード切断工程である。

【 0 0 5 9 】

S 7 0 はパワーモジュール 1 1 のリードを基板実装に最適な形に折り曲げるリードフォーミングの工程である。

【 0 0 6 0 】

S 8 0 はリードフォーミングが完了したパワーモジュール 1 1 と、別工程で製作したパワースイッチ素子 4、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8 に放熱フィン 3 5 を取り付ける工程である。この工程では通常双方の密着性を上げ熱抵抗を低下・ばらつきを抑制するために、双方の間にフィルムをはさんだりグリスを塗布したりする。

10

【 0 0 6 1 】

S 9 0 は、パワーモジュール 1 1 やパワースイッチ素子 4 等と、片面プリント基板 3 1 を接続するためのリードフレームモールド基板 1 0 0 に用いる金属板リード 3 7 の製造を示している。主に板金の打ち抜きと・メッキの工程からなる。

【 0 0 6 2 】

S 1 0 0 は S 9 0 で製造した金属板リード 3 7 を、紙フェノール等のプリントよりは絶縁性・耐熱温度の高い樹脂を用い、インサート成型するモールド工程である。

【 0 0 6 3 】

20

S 1 1 0 は S 1 0 0 でインサート成型が完了したリードフレームモールド基板 1 0 0 の不要な金属板リード 3 7 を切断するリード切断工程である。

【 0 0 6 4 】

S 1 2 0 はリードフレームモールド基板 1 0 0 の金属板リード 3 7 を片面プリント基板 3 1 に実装する最適な形に折り曲げるリードフォーミングの工程である。

【 0 0 6 5 】

S 1 3 0 はエッチングにより 4 0 μ 程度の銅箔配線がエッチングにより成型され穴あけ加工を施された、紙フェノール基材等の片面プリント基板 3 1 の部品面 3 1 b ( C 面 ) にディスクリート部品を自動送込機を用いて実装する、機械実装工程である。ディスクリート部品とは、或る程度の高さがあるリード付きの部品であり、部品面 3 1 b に実装されリードが基板を貫通して半田面 3 1 a で半田付けされる部品である。例えば、抵抗、コンデンサ、IC、パターン間を接続するジャンパー線等である。

30

【 0 0 6 6 】

S 1 4 0 は S 1 3 0 でディスクリート部品が機械実装された紙フェノール基材等の片面プリント基板 3 1 の半田面 3 1 a ( S 面 ) に面実装部品を実装後固定するための接着剤を、自動機を用いて塗布する、接着剤塗布工程である。面実装部品は、背が低い部品で、例えばマイコン、IC、ダイオード、抵抗等である。

【 0 0 6 7 】

S 1 5 0 は S 1 4 0 で接着剤の塗布が完了した紙フェノール基材等の片面プリント基板 3 1 の半田面 3 1 a に面実装部品を自動送込機を用いて実装する、機械実装工程である。

40

【 0 0 6 8 】

S 1 6 0 は S 1 5 0 で塗布した接着剤を硬化させ片面プリント基板 3 1 の半田面 3 1 a に面実装部品を実装後固定する、接着剤硬化工程である。

【 0 0 6 9 】

S 1 7 0 は S 1 6 0 で接着剤硬化の完了した片面プリント基板 3 1 上に、電解コンデンサ 9、リード線等を、手で実装する手挿入工程である。

【 0 0 7 0 】

S 1 8 0 は S 8 0 で放熱フィン 3 5 の取り付けられたパワーモジュール 1 1、パワースイッチ素子 4、シャント抵抗 7、シャント抵抗 3 3、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8、スナバコンデンサ 3 2 を、S 1 2 0 でリードフレームの不要な部分を切断

50

され、リードフォーミングされたリードフレームモールド基板 100 に実装する実装工程である。

【0071】

S190はS180で実装された電子部品と、リードフレームモールド基板100の金属板リード37の結合を行う、実装部品半田工程である。

【0072】

S200はS170での部品実装に続き、リードフレームモールド基板100とその実装部品を、片面プリント基板31に、手で実装する手挿入工程である。

【0073】

S210は、全ての部品の実装が完了した片面プリント基板31の半田面31a(S面)を、噴流半田等を用い半田付けする、フロー半田工程である。

【0074】

また、近年、パワーモジュール11の材料低減による低コスト化と、実装面積削減を目的として、各端子間距離が狭くなり、プリント基板と高圧端子の結合部に流動性と絶縁性を併せ持つシリコン樹脂を結合後塗布することが一般化しているが、リードフレーム基板上でシリコンの塗布が必要の無い距離でリード配線設計を行い、プリント基板上でシリコン樹脂塗布の必要が無い。シリコン樹脂が電子部品のリードと線膨張係数がミスマッチのため、パワー部品ではプリント基板に結合された電子部品を持ち上げたり、引き戻したりし、半田結合部の金属疲労が発生し、回路の寿命を縮めたり、高電流配線部ではルーズコンタクト化による結合部の温度上昇が懸念される。またリードフレーム基板を型成型で製作する場合、型の形状の変更のみで、高圧配線間に新規の部品の追加を無くしてモールド樹脂を用い基板モールドと同時に隔壁を設けることができ、リードフレーム基板と電子部品高圧端子結合部の周辺にも、シリコン等の樹脂の、結合後の塗布を不要とできる。このことで、人的作業のため高コスト・低信頼性であるシリコン塗布を排除し、型を用いた自動化による前記の改善が可能である。前記のピン間の樹脂隔壁には、近年問題となっている、半導体部品のリードからひげ状に伸び、短絡不具合を発生する、ウイスカによる短絡不具合に対しても有効である。

【0075】

従来の、プリント基板や金属基板では銅箔配線を作製するのにエッチングを用いているため、銅箔厚さの厚いパワー配線用の配線を作製する場合エッチング時間がかかり、基板単価を押し上げていた。同一の基板に作製した場合、制御配線等の微細な配線も厚い銅箔となり無駄な材料を使用することになっていた。本発明ではパワー配線の一部をリードフレームモールド基板100に配線したことで、片面プリント基板31の小型化とともに、パワー配線ではなく、制御配線に最適な銅箔厚のものを使用できることから、片面プリント基板31の生産性、制御回路全体を経済的に最適化可能である。

【0076】

また、部品形状及び配線変更の周期の長いパワー部分のみをリードフレーム化し(リードフレームモールド基板100に実装)、その他の電子部品を少ない投資で配線や実装部品の変更が可能な片面プリント基板31に、手挿入部品化して、手実装することで機種変更にも柔軟に対応可能である。

【0077】

トランスファーマールド等のIC封止法では、樹脂材に絶縁性だけでなく放熱性も求められるため、樹脂材に高放熱性を有しかつ、チップのアルミ配線等の腐食を避けるため不純物の少ない超高純度シリカ・アルミナ等のフィラー材を用いるため、IC自体のコストを下げるには、チップからリードへの配線距離や絶縁距離を短くするなど冗長な部分をなくさざるを得ず、そのためIC自身を低価格化するためには、プリント基板配線に不利なピンアサインとならざるを得ない。そのためプリント基板上の配線量を増やさざるを得ず、トータルでは非経済的かつ、プリント基板上の配線の交差・冗長化によるリードインダクタンスの増加を招き、発生ノイズの増加といった問題を有していた。本発明の実施の形態のような、製造工程としたことで、低価格のトランスファーマールドICを用いながらも

10

20

30

40

50

、プリント基板上の配線量を減らすことができ、経済的かつ低ノイズな回路を得ることができる。

【0078】

また、トランスファーマールドICでは、樹脂制約から高価で特殊な金型を使用せざるを得ず、ICの回路構成に汎用性を持たせる必要があり、空気調和機用のインバータ回路300a及びコンバータ回路300b双方の回路を同一パッケージ上のICに実現した場合、汎用性が薄れ高価な金型の投資を回収するほどの数量の確保ができない。本発明の実施の形態は、トランスファーマールドを用いたインバータICとともに、特にコンバータ回路300b用のダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38、パワースイッチ素子47等の空気調和機以外のスイッチング電源・テレビ・インバータ照明・電子レンジ・誘導過熱用インバータ・太陽光発電用電力変換機等の製品で汎用的に大量に使用されている電子部品を用いることができるので、全体として経済的な構成となる。

10

【0079】

本発明の実施の形態は、インバータICが極小化されたダイレクトボンディング法およびトランスファーマールド法を用いた経済的なインバータICを用いたモータ駆動回路において、パワー配線をスペース機能つきリードフレームモールド基板上で実現し、尚かつ、片面プリント基板31に挿入可能なサブアセンブリを構成し、半田付けで電気的結合可能とすることで、片面プリント基板31上での冗長な配線を不要とし、ICの極小化による、経済性・低インダクタンス化による低ノイズの効果を高めることが可能である。

【0080】

20

また、リードフレームモールド基板100はパワーデバイスの高圧・高電流端子の周辺部のみにあれば良く、面積を最小化できる。このためリードフレームモールド基板100の製造コストの大半をしめる、金型や成型機サイズを小型化できる。また、リードフレームモールド基板100のサイズが小さくて済むということは、一つの型で複数個取りした場合、取り数を高められ、基板の生産性を向上することにもつながる。

【0081】

図8に示す製造工程としたことで、従来の回路の製造工程と比べ、片面プリント基板31の部品面31b(C面)への面実装部品の実装及び半田工程が無くなり、工程自体の削減と、製造設備・治工具への投資の抑制が図れる。また、インバータ回路300a及びコンバータ回路300bの主な半導体部品の実装を、片面プリント基板31上のその他の部品の実装と同時に可能で、また電気的結合も他の片面プリント基板31実装部品と同時に、片面プリント基板31の半田付け時にでき、インバータ回路300a及びコンバータ回路300bのパワー端子30のネジ締め・コネクタによる配線材料および配線作業が不要で、低価格で安全性が高い。

30

【0082】

また、従来の製造工程では、パワーモジュール11、パワースイッチ素子4、ダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38等の配線リードと放熱フィン取り付け面との熱抵抗が小さいため、放熱フィン35を取り付けた状態でフロー半田を行うと、部品のリードは、低熱抵抗で非常に大きな熱容量の放熱フィン35に熱結合するため、半田ののりが悪くなる。このため、パワーモジュール11、パワースイッチ素子4、ダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38等は、放熱フィン35を取り付けた状態ではフロー半田を行うことができない。このため、フロー半田時、部品の浮き防止のための錘を乗せ、半田後取り去るといった無駄な工程が必要であった。

40

【0083】

本実施の形態では、パワーモジュール11、パワースイッチ素子4、ダイオードブリッジ2、ダイオードブリッジ38の配線リードはリードフレームモールド基板100の金属板リード37を介して、片面プリント基板31に熱結合されるため、放熱フィン35と片面プリント基板31との結合点間の熱抵抗を大きくでき、放熱フィン35を取り付けた状態で、フロー半田が可能である。このため、重量物である放熱フィン35が、浮き防止の機能を兼ね、部品の浮き防止のための錘を乗せ、半田後取り去るといった無駄な工程が不

50

要となる。

【0084】

また、片面プリント基板31への実装前に放熱フィン35の取り付けが可能のため、周囲に衝撃等に弱い面実装コンデンサ等の部品が近傍にない状態で放熱フィン35の取り付けとそのネジ締めができ、工作性の向上と、製造時の面実装コンデンサのクラックによる短絡等の部品破壊による信頼性の低下を防止できる。

【0085】

さらに、片面プリント基板31に放熱フィン35への取り付けネジを締めるためのネジ穴を設ける必要がなく、片面プリント基板31の有効面積が向上する。

【0086】

また、空気調和機の室外機200は、図1のような構成としたので、図5に示す両面プリント基板131を用いた従来の電気品箱90に比べ、電気品箱94の機械室200aからはみ出しが少なくなり、熱交換器87の有効面積拡大、プロペラファン92の風路圧力損失が低下し、同一室外機容積での、製品効率の向上をはかることができる。

【0087】

以上の説明では、空気調和機の室外機200の圧縮機86に使用される電動機の駆動回路について述べたが、太陽光発電システムの電力変換機、照明用電力変換機、誘導過熱式熱機器（炊飯器、ビルトインクッキングヒータ）等の高圧・高電流電力変換に半導体を用いる機器に適用しても同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0088】

実施の形態2.

図9は実施の形態2を示す図で、空気調和機の室外機200の透視図である。

実施の形態1では、プリント基板に片面プリント基板31を用いたものについて述べたが、プリント基板に両面プリント基板（プリント基板の一例）を用いることも可能である。両面プリント基板の場合、プリント基板面積は片面プリント基板31を用いる場合の約1/2とすることができる。

【0089】

AC2kW入力の空気調和機において、片面プリント基板31の場合通常160mm×250mm程度であるものを、両面プリント基板とすることで、141.5mm×141.5mmの正方形とすることができる。これは図9に示す様に、電気品箱94が空気調和機の室外機200の、圧縮機86の上部の見取り面積（機械室200a内）内に収まり、圧縮機86の上方に直接電気品箱94を実装可能となる。これにより電気品箱94の機械室200aからはみ出しが少なくなり、熱交換器87の有効面積拡大、プロペラファン92の風路圧力損失が低下し、同一室外機容積での、製品効率の向上を図ることができる。

【0090】

また、圧縮機86に直接電気品箱94の実装が可能となることで、両面プリント基板上に面実装の2軸の加速度センサを実装すれば、直接圧縮機86の振動を電動機の駆動回路で検出可能となる。直接検出が可能となることで、どのような空気調和機の室外機200にこの圧縮機86と電気品箱94を一体化したものを実装しても、直接圧縮機86の振動の抑制が可能であるため、組み合わせ毎の、防振系の設計および調整が不要となる。

【0091】

また、これまで、圧縮機86に電動機の駆動回路を直接実装する試みがなされてきたが、電気品箱94が圧縮機86の上面に配置できる大きさではなかったため、感度良く振動が検知できる位置に電気品箱94を実装することはできなかったが、本発明の電動機の駆動回路を用いることで、電気品箱94の面積を小型化でき、圧縮機86上面に取り付け可能とできる。また、通常圧縮機86は底面を固定されるので、振動の検知感度の高い圧縮機上面の位置に電気品箱94を実装し、2軸の加速度センサで直接圧縮機86の上面の振動を検知して、振動抑制制御をかけられるので、低振動な空気調和機が得られる。また低振動化が可能となることで、これまで圧縮機86の振動による、電気品箱94中の回路の

10

20

30

40

50

半田部や、電気品箱 9 4 と外部電源等の接続用のリード線へのストレスを低減し、圧縮機 8 6 に電気品箱 9 4 を実装しながらも、信頼性の高い、空気調和機を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

実施の形態 3 .

図 1 0 は実施の形態 3 を示す図で、リードフレームモールド基板 1 0 0 と実装部品と片面プリント基板 3 1 との配置を示す 3 面図である。

【 0 0 9 3 】

リードフレームモールド基板 1 0 0 に、突起 1 0 1 を設け、放熱フィン 3 5 が取り付けられるパワースイッチ素子 4、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8 と高さを合わせるにより、放熱フィン 3 5 の取り付けをしやすくすることは、既にのべたが、さらに詳細に説明する。図 1 0 に示すように、リードフレームモールド基板 1 0 0 に、ダイオードブリッジ 3 8、パワースイッチ素子 4、ダイオードブリッジ 2、パワーモジュール 1 1 が、長手方向にこの順に直線的に実装される。これらの素子は、それぞれ、パッケージの厚みが違うため、放熱フィン 3 5 面にパッケージの上面の高さをそろえると、パッケージの下面はリードフレームモールド基板 1 0 0 内にモールドされる金属板リード 3 7 に対しまちまちの高さとなる。そのためリードフレームモールド基板 1 0 0 上に突起 1 0 1 を設け、それを受ける必要がある。

【 0 0 9 4 】

本実施の形態では、各部品の背面高さをそろえるためのスペーサ用の突起 1 0 1 を、リードフレームモールド基板 1 0 0 の部品面の長手方向に、端から端に繋げた構造となっている。ダイオードブリッジ 3 8 に突起 1 0 1 a が、パワースイッチ素子 4 に突起 1 0 1 b が、ダイオードブリッジ 2 に突起 1 0 1 c が、パワーモジュール 1 1 に突起 1 0 1 d が対応する。

【 0 0 9 5 】

このように構成したので、リードフレームモールド基板 1 0 0 の長手方向に樹脂のリブをつけた格好となる。この構造とした場合、各突起がリードフレームモールド基板 1 0 0 のそりが懸念される長手方向の補強と、スペーサを兼ねることができる。少ない樹脂で、双方の機能を満足することができ、リードフレームモールド基板 1 0 0 自体の価格を抑え、そりに強い基板を作成することができる。

【 0 0 9 6 】

さらに、図 1 0 に示すように、片面プリント基板 3 1 とリードフレームモールド基板 1 0 0 間に、突起 1 0 2 a をリードフレームモールド基板 1 0 0 の短手方向に、端から端に入れることで、スペーサの機能と、そりに対する補強の機能を、同一の樹脂で兼ねることができ、材料費をおさえつつ、そりに強い基板を作ることができる。

【 0 0 9 7 】

また、突起 1 0 2 a の上に、さらに突起 1 0 2 b を設け（これを突起 1 0 2 とする）、片面プリント基板 3 1 にあけた穴と嵌合させることで、リードフレームモールド基板 1 0 0 を片面プリント基板 3 1 に実装する際に、位置決めを行うことができる。また、最初に突起 1 0 2 b と片面プリント基板 3 1 を嵌合させることで、部品リードの片面プリント基板 3 1 への挿入性も上げることができ、工作時の実装時間が短く、部品リードの挿入ミス

【 0 0 9 8 】

本実施の形態では、実装部品の突起 1 0 1 をリードフレームモールド基板 1 0 0 の長手方向に、片面プリント基板 3 1 の突起 1 0 2 をリードフレームモールド基板 1 0 0 の短手方向にとったが、逆にしても同様の効果を得られることはいうまでもない。

【 0 0 9 9 】

さらに、突起 1 0 1 及び突起 1 0 2 を設けることで、そりに対する補強ができる。そのため突起 1 0 1 及び突起 1 0 2 以外の部分を薄くすることができ、金属板リード 3 7 を含むリードフレームおよび樹脂材料を低減することができる。

【 0 1 0 0 】

また、ダイオードブリッジ 38 を、リードフレームモールド基板 100 の長手方向端部に配置したことで、片面プリント基板 31 上の高圧の反交流側リアクトル 3 側の交流電源配線 60 を端部に配置することができる（図 17 参照）。片面プリント基板 31 上で、パターン間距離を多くとる必要がある高圧の反交流側リアクトル 3 側の交流電源配線 60 が片面プリント基板 31 中央部にある場合、両側の配線に対し絶縁距離をとる必要があるが、端部に持ってゆくことで、片側の配線のみで絶縁距離をとれば良く、絶縁距離を確保するために必要な片面プリント基板 31 の面積を削減し、有効に基板を使うことができる。

#### 【0101】

実施の形態 4 .

図 11 は実施の形態 4 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。実施の形態 1 では、  
10  
パワーモジュール 11 等のパワーデバイスおよびリードフレームモールド基板 100 を、  
片面プリント基板 31 と平行に実装した。本実施の形態では、片面プリント基板 31 に対し  
リードフレームモールド基板 100 およびパワーデバイスを垂直に実装する。この配置  
の場合、片面プリント基板 31 上のパワーデバイスの見取り面積は減少し、片面プリント  
基板 31 の面積を、実施の形態 1 に比べさらに低減できる。

#### 【0102】

実施の形態 5 .

図 12 は実施の形態 5 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。実施の形態 1 では、  
20  
パワーモジュール 11 等のパワーデバイスおよびリードフレームモールド基板 100 を、  
片面プリント基板 31 と平行に実装したが、本実施の形態では、片面プリント基板 31 に対し  
パワーデバイスのみを垂直に実装する。この配置の場合も、片面プリント基板 31 上  
のパワーデバイスの見取り面積は減少し、片面プリント基板 31 の面積が、実施の形態 1  
に比べさらに低減できる。

#### 【0103】

また、本実施の形態では、パワーモジュール 11 の制御配線端子 39 およびパワー端子  
30 双方がストレートとなるため、パワーモジュール 11 の製造工程中、図 8 のリードフ  
ォーミングの工程（S120）が不要となり、デバイスの加工費を低減できるといった効果  
もある。

#### 【0104】

実施の形態 6 .

図 13 は実施の形態 6 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。実施の形態 1 ~ 5 では、  
30  
パワーデバイスの実装基板にリードフレームモールド基板 100 を用いたが、両面プ  
リント基板 140 に、基板間接合用のリード端子 41 と樹脂スペーサ 34 を実装したものを  
用いても、片面プリント基板 31 の配線面積削減の効果が得られることは言うまでもない。  
尚、両面プリント基板 140 を用いたが、多層プリント基板を用いてもよい。

#### 【0105】

実施の形態 7 .

図 14 は実施の形態 7 を示す図で、電気品箱 94 の透視図である。本実施の形態では、  
40  
リードフレームモールド基板 100 上にパワーモジュール 11 とブラシレス直流モータ 1  
4 との結線を行うためのコネクタ 42 を基板成型時に同時に作成する。これにより片面プ  
リント基板 31 上に実装されていたブラシレス直流モータ 14 との接続用コネクタが不要  
となる。

#### 【0106】

実施の形態 8 .

図 15 は実施の形態 8 を示す図で、インバータ周辺の回路図である。本図は図 2 の回路  
50  
図を、回路基板の線路インピーダンスを含め詳細に記述したものである。図 15 で、電解  
コンデンサ 9、スナバコンデンサ 32、シャント抵抗 33、パワーモジュール 11 は、図  
2 と同じものである。パワーモジュール 11 は、6 個のスイッチ素子 11a とダイオード  
11b から構成される。さらに、インダクタンス 50a ~ 50e が配線線路の成分として  
図 15 に示すように存在する。

## 【 0 1 0 7 】

通常の片面プリント基板 3 1 一枚のみで、図 1 5 の回路を構成した場合、2 KW 入力インバータでは、インダクタンス 5 0 b、インダクタンス 5 0 d、インダクタンス 5 0 e の線路長は、1 0 0 mm 程度となる。それに対し実施の形態 1 ~ 7 では、パワー配線専用の別基板（リードフレームモールド基板 1 0 0）を用い、その上にシャント抵抗 3 3 とスナバコンデンサ 3 2 を実装するので、前記配線長を 1 0 mm 程度にできる。従来の回路と比べると、本発明の実施の形態では、線路長は 1 / 1 0 となり、線路のインダクタンス 5 0 a ~ 5 0 e も 1 / 1 0 となる。

## 【 0 1 0 8 】

ダイオード 1 1 b に順バイアス中に蓄積された電荷が、スイッチ素子 1 1 a が ON した時に、シャント抵抗 3 3、インダクタンス 5 0 b、インダクタンス 5 0 d、インダクタンス 5 0 e を流れ、スナバコンデンサ 3 2 に吸収される。このとき線路のインダクタンス 5 0 b、インダクタンス 5 0 d、インダクタンス 5 0 e とスナバコンデンサ 3 2 との間で共振が発生する。この共振の発生時間は、インダクタンス 5 0 b、インダクタンス 5 0 d、インダクタンス 5 0 e に依存し、インダクタンスが小さいほどその発生時間は短い。

## 【 0 1 0 9 】

近年、シャント抵抗 3 3 に流れる電流を直接またはフィルタリングと増幅を行い、A / D 変換機に入力しサンプリングし、マイコンもしくはモータ相電流推定回路に入力し、モータの相電流を推定する駆動方式が実用化された。その場合、この共振の発生タイミングで、シャント電流をサンプリングした場合、実際モータに流れていない電流が加算された状態で、電流サンプリングを行うこととなり、正確な制御ができない。またこの共振時間を避けてサンプリングしようとした場合、スイッチ時間が共振時間より短い場合、理論的に電流サンプリングが不能となる。よって短いスイッチ時間の時にはモータ電流が見えないことになり、制御ができない。この共振時間の大小は、制御上非常に重要な要素となる。実施の形態 1 ~ 7 では従来の 1 枚のプリント基板で配線していた場合と比べ、配線インダクタンスを 1 / 1 0 にできるので、共振の発生時間もワンオーダ減らすことができ、シャント抵抗 3 3 の電流をサンプリングしてブラシレス直流モータ 1 4 を制御する場合、検出不能時間を飛躍的に短くでき、それによる電流検出制約を著しく低減できる。また共振のエネルギーは理論的には線路インダクタンスと電流の二乗との積となるので、共振による発生ノイズのエネルギーも 1 / 1 0 となる。

## 【 0 1 1 0 】

さらに、実施の形態 1 ~ 7 では、これまで述べてきたように電解コンデンサ 9 をパワーデバイスの 5 0 mm 程度の近傍に配置する構造とすることができる。従来のプリント基板では電解コンデンサ 9 を発熱部品や放熱フィン 3 5 から遠くに配置するためジャンパー線を用い、約 5 0 0 mm の線路長になる場合もあった。これらの線路長が短くなることで、インダクタンス 5 0 a、インダクタンス 5 0 c の線路インダクタンスも 1 / 1 0 となり、線路インダクタンスとコンデンサの共振により発生する、ノイズのエネルギーも 1 / 1 0 に低減することができる。また近傍配置により、プリント基板上の無駄な配線や、リード線が不要となり、材料効率もよい。

## 【 0 1 1 1 】

このように、パワーデバイス周辺のわずかな配線を、制御基板（片面プリント基板 3 1）と別基板（リードフレームモールド基板 1 0 0）で行うことで、著しく材料効率があり、さらに駆動に重要なモータ電流の検出精度向上と、発生ノイズも低減できる。

## 【 0 1 1 2 】

実施の形態 9 .

図 1 6、図 1 7 は実施の形態 9 を示す図で、図 1 6 は金属板リード 3 7 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 1 0 0 と実装部品の配置平面図、図 1 7 はリード折り曲げ後のリードフレームモールド基板 1 0 0 と片面プリント基板 3 1 の平面図である。

## 【 0 1 1 3 】

図 1 6 により、金属板リード 3 7 折り曲げ前のリードフレームモールド基板 1 0 0 と実

10

20

30

40

50

装部品の配置について、更に説明する。

【 0 1 1 4 】

図 1 6 において、メッキを施した銅や黄銅で構成される金属板リード 3 7 は、モールド樹脂 3 6 でモールドされてリードフレームモールド基板 1 0 0 が形成される。金属板リード 3 7 には、パワー回路の電子部品の中の、交流側リアクトル 3 及び電解コンデンサ 9 を除く、パワーモジュール 1 1、スナバコンデンサ 3 2、シャント抵抗 3 3、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8、パワースイッチ素子 4、シャント抵抗 7 が実装される。

【 0 1 1 5 】

パワーモジュール 1 1 のパワー端子 3 0 ( 図 1 6 に点線で囲んで示す ) の一部は、金属板リード 3 7 に接続されるが、残りのパワー端子 3 0 と制御配線端子 3 9 ( 図 1 6 に点線で囲んで示す ) は、片面プリント基板 3 1 に接続される。

【 0 1 1 6 】

また、パワースイッチ素子 4 もパワー端子と制御配線端子とを有するが、パワー端子は金属板リード 3 7 に接続され、制御配線端子は片面プリント基板 3 1 に接続される。

【 0 1 1 7 】

金属板リード 3 7 は、同一電位のパターン毎に二本付与される。金属板リード 3 7 は配線パターンと同一板金から、型で打ち抜くことで作製される。また放電加工もしくはレーザー加工機等の自動機で切り取ることで作製しても良い。またエッチング加工等により作製してもよい。これらの方法で金属リードを作製する場合、同一母材から不要部分を除いて作製するので、金属リードの本数や、形状により、母材の使用量は変わらない。

【 0 1 1 8 】

図 1 7 に示すように、片面プリント基板 3 1 に、パワー回路の電子部品の中の、交流側リアクトル 3 及び電解コンデンサ 9 を除く、パワーモジュール 1 1、スナバコンデンサ 3 2、シャント抵抗 3 3、ダイオードブリッジ 2、ダイオードブリッジ 3 8、パワースイッチ素子 4、シャント抵抗 7 が実装され、金属板リード 3 7 が折り曲げられたリードフレームモールド基板 1 0 0 と、電解コンデンサ 9 とが実装される。

【 0 1 1 9 】

リードフレームモールド基板 1 0 0 は、図 1 7 に示されるように片面プリント基板 3 1 の 1 / 2 以下の小さなサイズで、片面プリント基板 3 1 と平行にその中心より長手方向端部よりに配置される。またリードフレームモールド基板 1 0 0 の長手方向が、図 1 7 に示されるように、片面プリント基板 3 1 の短手方向に配置される。

【 0 1 2 0 】

複数の金属板リード 3 7 は折り曲げられ、片面プリント基板 3 1 の部品面 3 1 b から半田面 3 1 a に向け貫通している。また、電解コンデンサ 9 は、貫通した金属板リード 3 7 の近い位置に配置される。片面プリント基板 3 1 でのパワー配線を極力短くするためである。電解コンデンサ 9 は背が高いので、パワースイッチング素子 4 等の反対側に配置することで、片面プリント基板 3 1 上のパワー配線を短くするとともに、図 1 7 には示していないがパワーデバイス上に配置される放熱フィン 3 5 とはリードフレームモールド基板 1 0 0 に対し逆位置となり、容積効率が上がる。また電解コンデンサ 9 は寿命の温度依存性が高い。高価格の部品である電解コンデンサ 9 の同一温度の寿命を上げるのはコスト的には有効でない。このため、本実施の形態のような配置とし、発熱部品から遠ざけることで寿命を上げられる。また、電流検出用のシャント抵抗 7、シャント抵抗 3 3 を、リードフレームモールド基板 1 0 0 に実装することで、その他の部品を搭載した片面プリント基板 3 1 及び本回路を搭載した電気品箱 9 4 の面積・容積を著しく小さくできる。さらに、パワー配線のインダクタンス低下による、低ノイズ化が可能である。さらに半田切れ等に対する回路および機器の信頼性を高めることが可能である。

【 0 1 2 1 】

また、リードフレームモールド基板 1 0 0 を型成型で製作する場合の型形状の変更のみで、追加部品を用いることなく、放熱フィン 3 5 と電解コンデンサ 9 間に隔壁 ( 図示せず

10

20

30

40

50

)を設けることができ、隔壁により熱絶縁することで電解コンデンサ9の周辺温度を下げるのが容易にできる。電解コンデンサ9の周囲の温度を下げることにより、周囲温度による電解液のドライアップ等で、インバータ回路の寿命のネックとなる電解コンデンサ9の寿命を延ばし、圧縮機用電動機の駆動回路300やそれを搭載した空気調和機の寿命を向上させることができる。

【0122】

リードフレームモールド基板100と片面プリント基板31間の端子数を、母材の使用量を変えないで、複数化できることから、重量部品である放熱フィン35を含むパワー素子の重量に起因する、端子一本当たりが受ける荷重を母材の使用量を変えずに、低減することができる。これにより片面プリント基板31と金属板リード37間の半田にかかる応力を低減することができ、半田部の長期信頼性を確保することができる。また本来荷重部の半田強度を増すために、片面基板では金属の鳩目を、基板にカシメで事前に取り付ける必要があったが、端子の複数化で荷重分散を行い、端子当たりの応力を低減することで、鳩目とその取付が不要となり経済性を向上することができる。リードフレームモールド基板100を複数面のプリント基板とした場合も、母材の増加はあるものの、同様に端子を複数化することで鳩目とその取り付けが不要となる効果が得られることは自明である。

10

【0123】

尚、実施の形態3乃至実施の形態9のいずれかを適用した電動機の駆動回路を空気調和機の室外機200に搭載すれば、信頼性の高い空気調和機の室外機200を得ることができる。

20

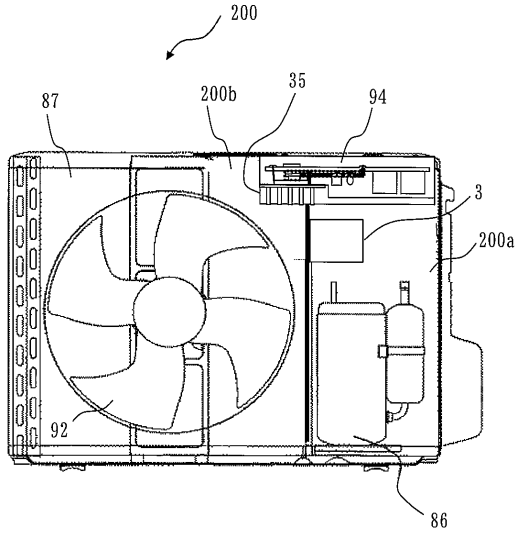
【符号の説明】

【0124】

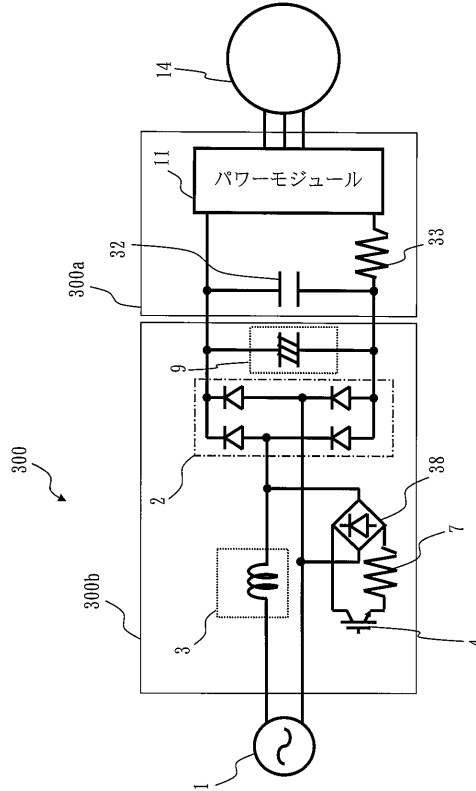
1 交流電源、2 ダイオードブリッジ、3 交流側リアクトル、4 パワースイッチ素子、7 ショット抵抗、9 電解コンデンサ、11 パワーモジュール、11a スイッチ素子、11b ダイオード、14 ブラシレス直流モータ、16 CPU、30 パワー端子、31 片面プリント基板、31a 半田面、31b 部品面、32 スナバコンデンサ、33 ショット抵抗、34 樹脂スペーサ、35 放熱フィン、37 金属板リード、38 ダイオードブリッジ、39 制御配線端子、50a インダクタンス、50b インダクタンス、50c インダクタンス、50d インダクタンス、50e インダクタンス、60 反交流側リアクトル3側の交流電源配線、80 端子、81 アクチュエータ駆動回路、82 ノイズフィルタ、83 制御電源、84 ファンインバータ、85 通信回路、86 圧縮機、87 熱交換器、90 電気品箱、92 プロペラファン、92a ファンモータ、94 電気品箱、100 リードフレームモールド基板、101 突起、101a 突起、101b 突起、101c 突起、101d 突起、102 突起、102a 突起、102b 突起、103 半田、131 両面プリント基板、200 空気調和機の室外機、200a 機械室、200b 送風機室、300 圧縮機用電動機の駆動回路、300a インバータ回路、300b コンバータ回路。

30

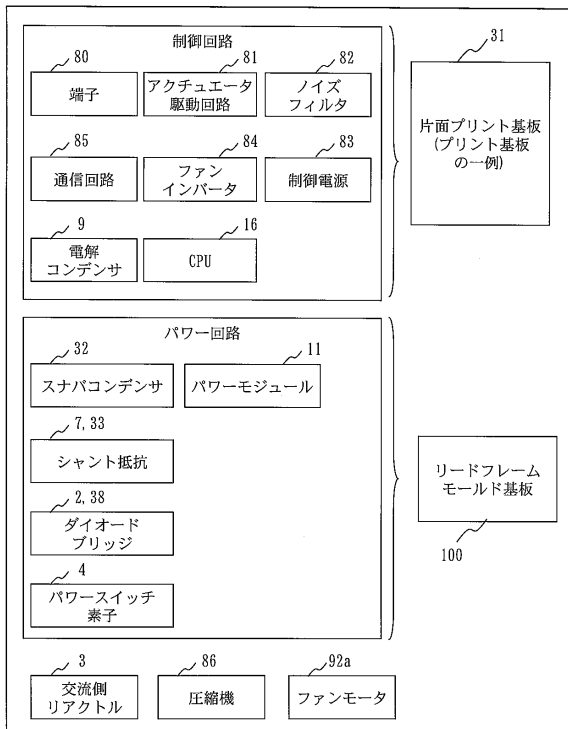
【図1】



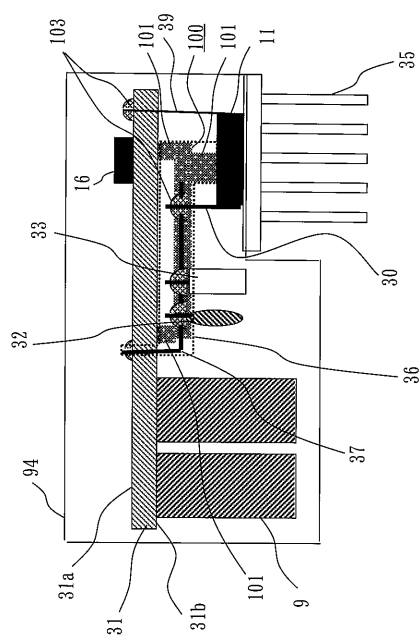
【図2】



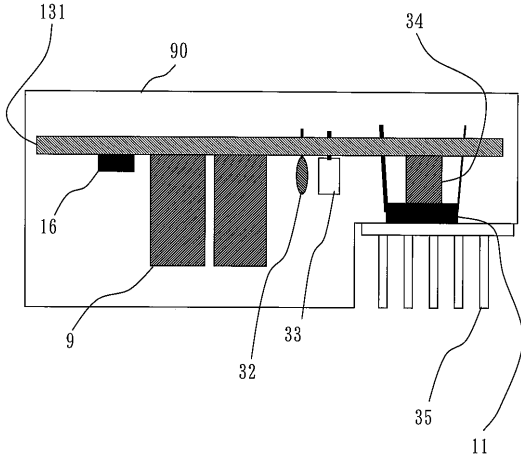
【図3】



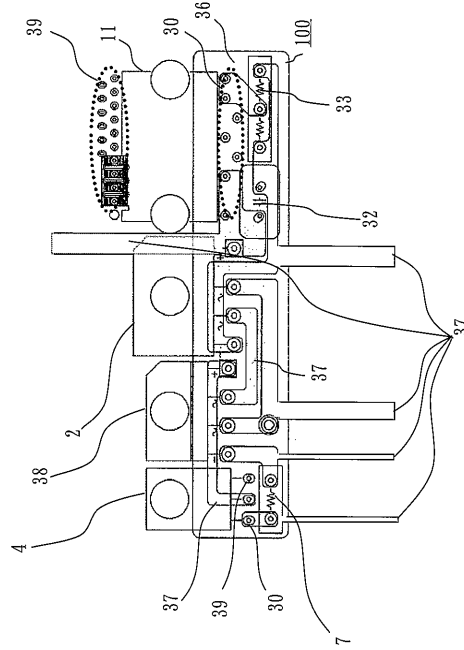
【図4】



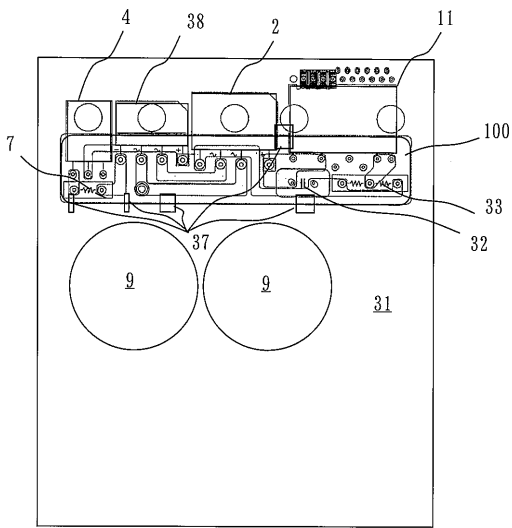
【図5】



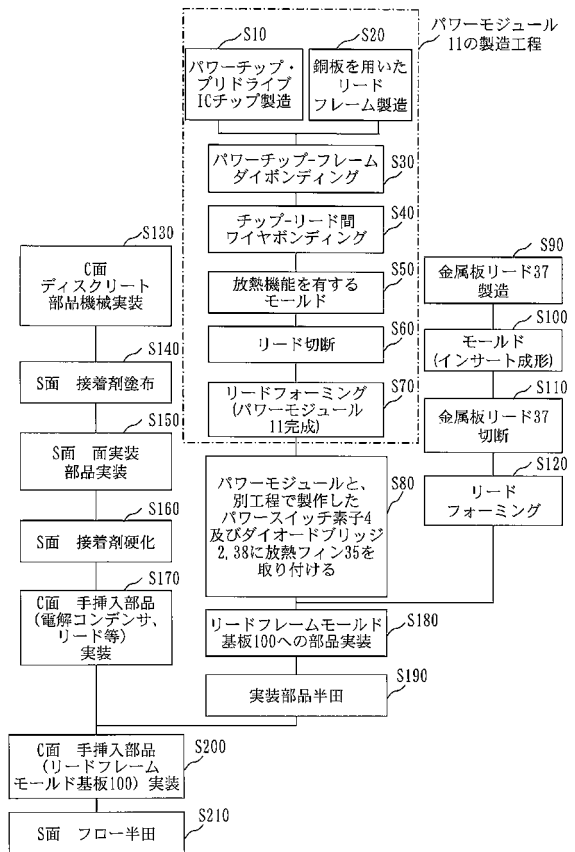
【図6】



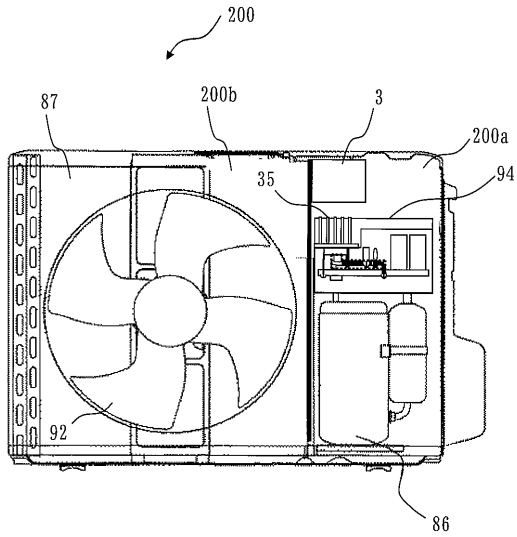
【図7】



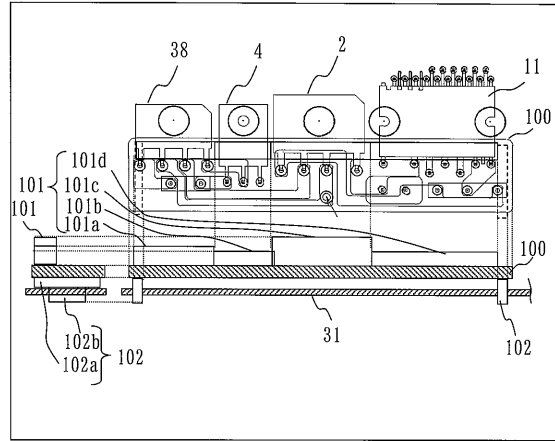
【図8】



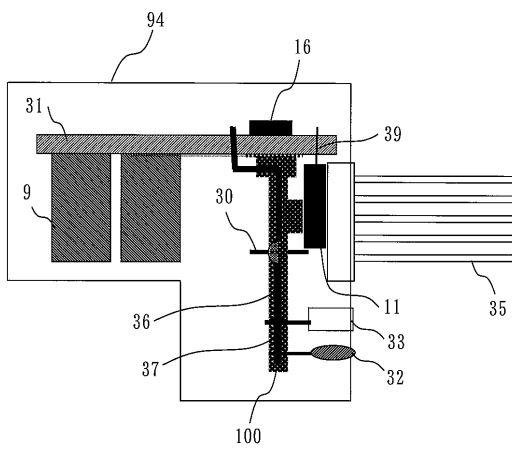
【図9】



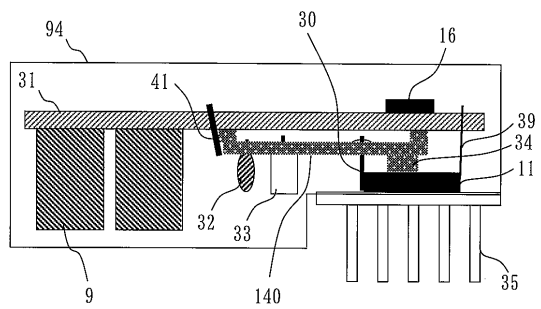
【図10】



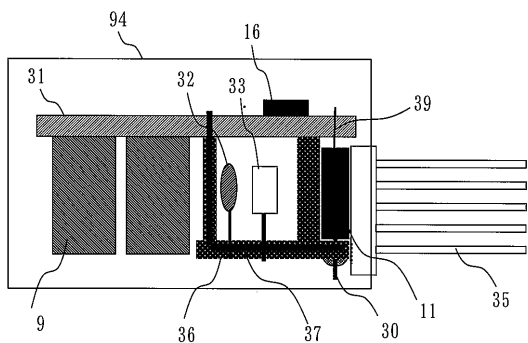
【図11】



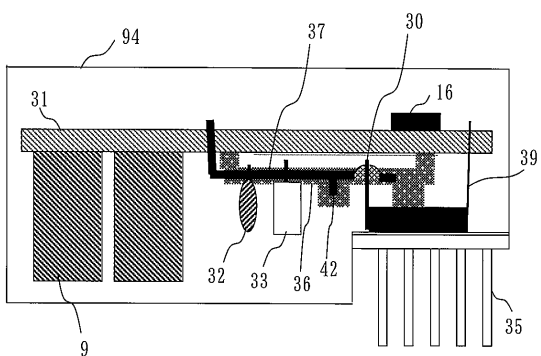
【図13】



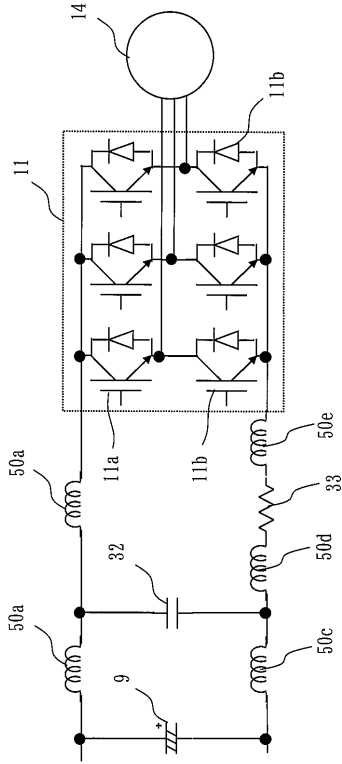
【図12】



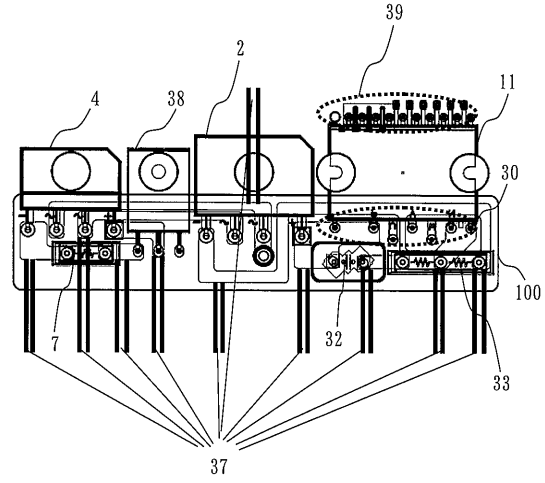
【図14】



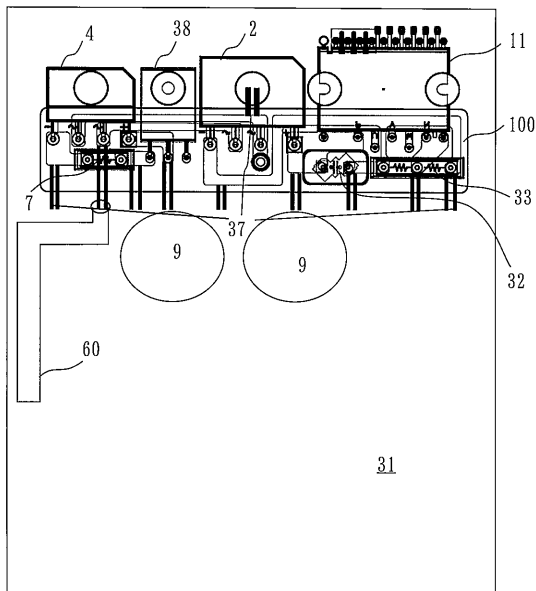
【図 15】



【図 16】



【図 17】



---

フロントページの続き

(72)発明者 篠本 洋介  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安池 一貴

(56)参考文献 特開2003-264354(JP,A)  
特開2001-268934(JP,A)  
特開2005-020868(JP,A)  
特開平08-035711(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48