

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7268802号  
(P7268802)

(45)発行日 令和5年5月8日(2023.5.8)

(24)登録日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 5 K 1/14 (2006.01)	H 0 5 K 1/14	F		
H 0 1 L 23/34 (2006.01)	H 0 1 L 23/34	B		
H 0 1 L 25/00 (2006.01)	H 0 1 L 25/00	A		
H 0 1 L 25/07 (2006.01)	H 0 1 L 25/04	C		
H 0 1 L 25/18 (2023.01)	H 0 2 M 3/155	Y		
請求項の数 19 (全22頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願2022-558851(P2022-558851)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和3年6月28日(2021.6.28)	(74)代理人	110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/024397	(72)発明者	武藤 高見 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/091479	(72)発明者	石毛 勉 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和4年5月5日(2022.5.5)	(72)発明者	岡田 隆成 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
審査請求日	令和5年2月22日(2023.2.22)	(72)発明者	南 宏樹
(31)優先権主張番号	特願2020-182955(P2020-182955)		
(32)優先日	令和2年10月30日(2020.10.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2021-37422(P2021-37422)		
(32)優先日	令和3年3月9日(2021.3.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電源回路モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部基板と、当該下部基板に平行な上部基板と、前記下部基板に実装された下部基板側部品と、前記上部基板に実装された上部基板側部品と、前記下部基板と前記上部基板とを電気的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材と、で構成される電源回路を備え、

前記複数の基板間接続部材の一部は、前記電源回路の一部を構成するインダクタ又は前記電源回路の一部を構成するインダクタの一部であり、

前記下部基板側部品は側部に端子を有する直方体形状のインダクタ素子を含み、当該インダクタ素子の前記端子は前記基板間接続部材の一部であり、

前記インダクタ素子の端子の端部は、前記上部基板の下面に形成された電極に接する幅広の部位を有する、

電源回路モジュール。

【請求項2】

前記上部基板に接し、前記上部基板側部品を封止し、平坦な上面を有する上部基板側樹脂層を備える、請求項1に記載の電源回路モジュール。

【請求項3】

前記上部基板側樹脂層の外面に露出する金属板が設けられ、

前記金属板の縁は、前記上部基板側樹脂層の外面向への突出を抑制するテーパ状である、請求項2に記載の電源回路モジュール。

【請求項4】

前記上部基板側樹脂層の外面に露出する金属板が設けられ、  
前記金属板の縁は、前記上部基板側樹脂層の側部に露出している、  
請求項 2 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 5】

前記基板間接続部材同士は絶縁性の樹脂体を介して接続されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 6】

前記基板間接続部材は上面と下面とを有し、前記基板間接続部材の下面の面積は、前記基板間接続部材の上面の面積よりも大きい、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 7】

前記インダクタ素子の前記端子に近接する前記基板間接続部材と前記端子とは絶縁性の樹脂体を介して接続されている、請求項 1 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 8】

前記上部基板側部品は、スイッチング素子及び当該スイッチング素子の駆動回路を備えてスイッチング回路を構成するスイッチング回路部品を含み、

前記下部基板側部品は平滑キャパシタを含み、

前記電源回路は、前記スイッチング回路と前記インダクタ素子と前記平滑キャパシタとで構成される DC - DC コンバータである、

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 9】

前記複数の基板間接続部材のうち、前記スイッチング回路部品に接続される前記インダクタ素子の端子に近接する前記基板間接続部材は、前記スイッチング回路のグラウンドに接続されている、

請求項 8 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 10】

前記インダクタ素子の端子は、前記上部基板及び前記下部基板の平面視で、前記スイッチング回路部品に重なっている、

請求項 8 又は 9 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 11】

前記スイッチング回路部品に熱的に接する放熱器を備える、

請求項 8 から 10 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 12】

前記スイッチング回路部品は 2 つ存在し、

前記インダクタ素子は、前記 2 つのスイッチング回路部品にそれぞれ接続される 2 つのインダクタ素子であり、

前記 2 つのスイッチング回路部品は、ハイサイドのスイッチング素子とローサイドのスイッチング素子と、これらスイッチング素子の前記駆動回路とをそれぞれ含む、

請求項 8 から 11 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 13】

前記 2 つのスイッチング回路部品は前記上部基板に並置され、前記 2 つのスイッチング回路部品の間に当該 2 つのスイッチング回路部品以外の上部基板側部品が配置されている、  
請求項 12 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 14】

前記 2 つのスイッチング回路部品は、入力側端子と出力側端子の位置が互いに 180 度回転位置の関係で並置された、

請求項 12 又は 13 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 15】

前記 2 つのインダクタ素子は互いに磁気結合するコイルで構成されるカップルドインダクタである、

10

20

30

40

50

請求項 1 2 又は 1 3 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 1 6】

前記カップルドインダクタは、入力側端子と出力側端子が点対称に配置された 4 つの端子を備え、前記 2 つのスイッチング回路部品は、互いに 1 8 0 度回転位置の関係で並置された、

請求項 1 5 に記載の電源回路モジュール。

【請求項 1 7】

前記上部基板の裏面に当接する当接面、当該当接面から下部基板方向へ延びる脚部、及び前記当接面と前記脚部との間にある屈曲部を有する、金属板によるドレイン接続部材と、前記上部基板に実装された半導体スイッチング素子と、

を備え、

前記上部基板に前記半導体スイッチング素子に接続される電極が形成されていて、

前記当接面は、前記半導体スイッチング素子に接続される電極に導通する、

請求項 1 2 から 1 6 のいずれかに記載の電源回路モジュール。

【請求項 1 8】

下部基板と、当該下部基板に平行な上部基板と、前記下部基板に実装された下部基板側部品と、前記上部基板に実装された上部基板側部品と、前記下部基板と前記上部基板とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材と、で構成される電源回路を備え、

前記複数の基板間接続部材の一部は、前記電源回路の一部を構成するインダクタ又は前記電源回路の一部を構成するインダクタの一部であり、

前記下部基板側部品は側部に端子を有する直方体形状のインダクタ素子を含み、当該インダクタ素子の前記端子は前記基板間接続部材の一部であり、

前記基板間接続部材は上面と下面とを有し、前記基板間接続部材の下面の面積は、前記基板間接続部材の上面の面積よりも大きい、

電源回路モジュール。

【請求項 1 9】

下部基板と、当該下部基板に平行な上部基板と、前記下部基板に実装された下部基板側部品と、前記上部基板に実装された上部基板側部品と、前記下部基板と前記上部基板とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材と、で構成される電源回路を備え、

前記複数の基板間接続部材の一部は、前記電源回路の一部を構成するインダクタ又は前記電源回路の一部を構成するインダクタの一部であり、

前記下部基板側部品は側部に端子を有する直方体形状のインダクタ素子を含み、当該インダクタ素子の前記端子は前記基板間接続部材の一部であり、

前記上部基板側部品は、スイッチング素子及び当該スイッチング素子の駆動回路を備えてスイッチング回路を構成するスイッチング回路部品を含み、

前記下部基板側部品は平滑キャパシタを含み、

前記電源回路は、前記スイッチング回路と前記インダクタ素子と前記平滑キャパシタとで構成される DC - DC コンバータであり、

前記スイッチング回路部品は 2 つ存在し、

前記インダクタ素子は、前記 2 つのスイッチング回路部品にそれぞれ接続される 2 つのインダクタ素子であり、

前記 2 つのスイッチング回路部品は、ハイサイドのスイッチング素子とローサイドのスイッチング素子と、これらスイッチング素子の前記駆動回路とをそれぞれ含み、

前記上部基板の裏面に当接する当接面、当該当接面から下部基板方向へ延びる脚部、及び前記当接面と前記脚部との間にある屈曲部を有する、金属板によるドレイン接続部材と、

前記上部基板に実装された半導体スイッチング素子と、

を備え、

前記上部基板に前記半導体スイッチング素子に接続される電極が形成されていて、

前記当接面は、前記半導体スイッチング素子に接続される電極に導通する、

電源回路モジュール。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電子機器の回路基板等に搭載される電源回路モジュールに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献1には、主面同士が平行に配置された複数の基板と、これら基板間を接続する基板間接続部材と、少なくとも一つの基板の基板主面上に、長手方向が基板主面と平行に配置される柱状の平行部を有し、平行部の他端側が部材主面の端部に延在するように配置され、一端側が基板主面に形成された部材接続用電極と接続された部材間接続部材と、を備え、平行部の他端側に、基板主面と主面同士が直交するように配置される部材が接続された、言わば二階建て構造の積層実装構造体が示されている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開2010-225699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に記載の積層実装構造体によれば、平行部の他端側に、基板主面に直交するように配置される部材を接続することができるので、積層実装構造体に対し、他の部材を簡単かつ高密度に接続することができる。

20

## 【0005】

ところで、DC-DCコンバータ回路等の電源回路をモジュール化する場合には、上記二階建て構造によって単に高密度化するだけでなく、電気的特性が良好であることが望まれる。

## 【0006】

そこで、本発明の目的は、二階建て構造を採ることで小型化しつつ、電気的特性の良好な電源回路モジュールを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

30

## 【0007】

本開示の一例としての電源回路モジュールは、下部基板と、当該下部基板に平行な上部基板と、前記下部基板に実装された下部基板側部品と、前記上部基板に実装された上部基板側部品と、前記下部基板と前記上部基板とを電気的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材と、で構成される電源回路を備え、前記複数の基板間接続部材の一部は、前記電源回路の一部を構成するインダクタ又は前記電源回路の一部を構成するインダクタの一部であることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、それぞれ部品が実装された上部基板及び下部基板を備えることで小型化され、かつ基板間接続部材による寄生成分が有効利用されて、電気的特性の良好な電源回路モジュールが得られる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】図1は第1の実施形態に係る電源回路モジュール101の斜視図である。

【図2】図2は図1に示す状態から上部基板側部品及び上部基板側樹脂層41と共に上部基板40を取り除いた状態での斜視図である。

【図3】図3は図2に示した状態から基板間接続部材52A～52G、54A～54Gをさらに取り除いた状態での斜視図である。

【図4】図4はインダクタ素子20単体での斜視図である。

50

【図 5】図 5 は図 3 に示した状態からインダクタ素子 20 を取り除いた状態での斜視図である。

【図 6】図 6 は上部基板 40 及びそれに接するインダクタ素子 20 の位置関係を示す斜視図である。

【図 7】図 7 は上部基板 40 の下面を示す斜視図である。

【図 8】図 8 は下部基板 30 の下面図である。

【図 9】図 9 は実装基板に実装された複数の電源回路モジュールの斜視図である。

【図 10】図 10 は、図 1 に示した電源回路モジュールとは一部の構造が異なる電源回路モジュールの斜視図である。

【図 11】図 11 は第 1 の実施形態に係る電源回路モジュール 101 に形成されている電源回路の回路図である。

10

【図 12】図 12 はスイッチング回路部品 11, 12 とインダクタ素子 20 との配置関係を示す図である。

【図 13】図 13 は第 2 の実施形態の電源回路モジュールに設けられるインダクタ素子 20 の斜視図である。

【図 14】図 14 (A)、図 14 (B) は第 3 の実施形態に係る電源回路モジュールの主要部についての正面図である。

【図 15】図 15 は第 4 の実施形態に係る電源回路モジュール 104A の斜視図である。

【図 16】図 16 は第 4 の実施形態に係る別の電源回路モジュール 104B の斜視図である。

20

【図 17】図 17 は第 5 の実施形態に係る電源回路モジュール 105 の斜視図である。

【図 18】図 18 は第 6 の実施形態に係る電源回路モジュール 106 の斜視図である。

【図 19】図 19 は、図 18 に示す電源回路モジュール 106 の上部の正面透視図である。

【図 20】図 20 は第 7 の実施形態に係る電源回路モジュール 107 の斜視図である。

【図 21】図 21 は、図 20 に示す電源回路モジュール 107 の上部の正面透視図である。

【図 22】図 22 は第 8 の実施形態に係る電源回路モジュール 108 の斜視図である。

【図 23】図 23 は、図 22 に示す電源回路モジュール 108 の上部の正面透視図である。

【図 24】図 24 は第 9 の実施形態に係る電源回路モジュール 109 の斜視図である。

【図 25】図 25 は、図 24 に示した状態から上部基板 40 を取り除いた状態での斜視図である。

30

【図 26】図 26 は、図 25 に示す状態から、ローサイドソース接続部材 80 及び基板間接続部材 52A ~ 52E, 54A ~ 54C を除いた状態での斜視図である。

【図 27】図 27 は、第 9 の実施形態に係る電源回路モジュール 109 に形成されている電源回路の回路図である。

【図 28】図 28 は、第 9 の実施形態に係る電源回路モジュールに形成されている別の電源回路の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以降、図を参照して幾つかの具体的な例を挙げて、本発明を実施するための複数の形態を示す。各図中には同一箇所同一符号を付している。要点の説明又は理解の容易性を考慮して、実施形態を説明の便宜上、複数の実施形態に分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせは可能である。第 2 の実施形態以降では第 1 の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

40

【0011】

《第 1 の実施形態》

図 1 は第 1 の実施形態に係る電源回路モジュール 101 の斜視図である。この電源回路モジュール 101 は、下部基板 30 と、この下部基板 30 に平行な上部基板 40 と、下部基板 30 と上部基板 40 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材と、で構成される電源回路を備える。下部基板 30 と上部基板 40 とはそれぞれ上面に実装面を有

50

し、下部基板 30 の実装面と上部基板 40 との実装面とは互いに平行である。さらに、基板の厚み方向において、下部基板 30 の上面と上部基板 40 の下面とは互に対向している。

#### 【0012】

下部基板 30 には、チップ部品 32 やインダクタ素子 20 が実装されている。これらチップ部品 32 やインダクタ素子 20 は下部基板側部品である。上部基板 40 には、チップ部品 42 やスイッチング回路部品 11, 12 が実装されている。これらチップ部品 42 やスイッチング回路部品 11, 12 は上記基板側部品である。下部基板 30 には下部基板側樹脂層 31 が被覆されている。上部基板 40 には上部基板側樹脂層 41 が被覆されている。図 1 においては（後に示す図 2、図 3 等においても）、下部基板側樹脂層 31 及び上部基板側樹脂層 41 は透明化して図示している。

10

#### 【0013】

図 2 は図 1 に示す状態から上部基板側部品及び上部基板側樹脂層 41 と共に上部基板 40 を取り除いた状態での斜視図である。図 1、図 2 に表れているように、下部基板 30 と上部基板 40 との間には、下部基板 30 と上部基板 40 とを電気的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 51A ~ 51H、52A ~ 52G、53A、54A ~ 54G 等が設けられている。これら基板間接続部材は銅ピン等、円柱状の金属体である。

#### 【0014】

図 3 は図 2 に示した状態から基板間接続部材 52A ~ 52G、54A ~ 54G をさらに取り除いた状態での斜視図である。図 4 はインダクタ素子 20 単体での斜視図である。図 5 は図 3 に示した状態からインダクタ素子 20 を取り除いた状態での斜視図である。

20

#### 【0015】

インダクタ素子 20 は全体的に直方体形状であり、その側部に入力側端子 21, 23 及び出力側端子 22, 24 を備える。図 3、図 4、図 5 に表れているように、インダクタ素子 20 の端子 21 は基板間接続部材 53H に導通し、端子 23 は基板間接続部材 51H に導通する。また、インダクタ素子 20 の端子 22 は基板間接続部材 51I, 51J, 51K に導通し、端子 24 は基板間接続部材 53I, 53J, 53K に導通する。

#### 【0016】

図 6 は上部基板 40 及びそれに接するインダクタ素子 20 の位置関係を示す斜視図である。図 7 は上部基板 40 の下面を示す斜視図である。ただし、図 6、図 7 においては、上下を反転させた状態で表している。

30

#### 【0017】

図 6、図 7 に示すように、インダクタ素子 20 の入力側端子 21, 23 は、上部基板 40 の電極 40E1, 40E3 にそれぞれ導通し、出力側端子 22, 24 は、上部基板 40 の電極 40E2, 40E4 にそれぞれ導通する。

#### 【0018】

インダクタ素子 20 の入力側端子 21 と基板間接続部材 53H とで、下部基板 30 と上部基板 40 とを電気的且つ機械的に接続する基板間接続部材を構成する。同様に、入力側端子 23 と基板間接続部材 51H とで、基板間接続部材を構成する。また、インダクタ素子 20 の出力側端子 22 と基板間接続部材 51I, 51J, 51K とで、下部基板 30 と上部基板 40 とを電気的且つ機械的に接続する基板間接続部材を構成する。同様に、出力側端子 24 と基板間接続部材 53I, 53J, 53K とで、基板間接続部材を構成する。後に示すように、インダクタ素子 20 の入力側端子 21, 23 及び出力側端子 22, 24 はその寄生インダクタンスを受動部品として利用している。また、入力側端子 21, 23 と出力側端子 22, 24 の下端は下部基板 30 の電極にそれぞれ接続される。入力側端子 21, 23 と出力側端子 22, 24 の上端はそれぞれ、上部基板 40 の電極に接続される。

40

#### 【0019】

上記インダクタの端子以外についても同様に、基板間接続部材の各接続部ははんだ付けや導電性接着剤によって、電気的・機械的に接続される。例えば、基板間接続部材 51A ~ 51K, 53A ~ 53K の下面は下部基板 30 の電極に接続される。また、基板間接続

50

部材 5 2 A ~ 5 2 G , 5 4 A ~ 5 4 G の下面は基板間接続部材 5 1 A ~ 5 1 G , 5 3 A ~ 5 3 G の上面に接続され、基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 G , 5 4 A ~ 5 4 G の上面は上部基板 4 0 の電極に接続される。

【 0 0 2 0 】

図 8 は下部基板 3 0 の下面図である。下部基板 3 0 の下面には複数の電極が配列されている。これら電極は実装基板にはんだ付け等によって接続されることで、電源回路モジュール 1 0 1 は実装基板に実装される。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように、2つのスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の間に、この2つのスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 以外のチップ部品 4 2 が配置されている。チップ部品 4 2 は、例えば DC - DC コンバータ回路の一部を構成するコンデンサである。スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 以外のこれらチップ部品 4 2 は発熱が少なく、また、これらチップ部品 4 2 で2つのスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 が熱的に分断される。さらには、2つのスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 が上部基板 4 0 に分散配置される。そのため、スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の温度の過剰上昇が抑制される。

10

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、上部基板 4 0 は、チップ部品 4 2 とスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 とを封止する上部基板側樹脂層 4 1 を備える。上部基板側樹脂層 4 1 は、平坦な上面を有する。これにより、製造工程での吸着が容易となる。また、ヒートシンク等の放熱部品を面で装着できるため、良好な放熱性を得やすい。

20

【 0 0 2 3 】

図 9 は実装基板に実装された複数の電源回路モジュールの斜視図である。ただし、実装基板は図示していない。この例では、4つの電源回路モジュール 1 0 1 A , 1 0 1 B , 1 0 1 C , 1 0 1 D の上面に放熱器 6 0 が搭載されている。図 9 において、放熱器 6 0 は透明化して図示している。電源回路モジュール 1 0 1 A , 1 0 1 B , 1 0 1 C , 1 0 1 D は、それらの上部基板に上部基板側樹脂層は形成されていない。そのため、電源回路モジュール 1 0 1 A , 1 0 1 B , 1 0 1 C , 1 0 1 D の各スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 は放熱器 6 0 に直接熱的に結合して、各スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の放熱が効果的になされる。

【 0 0 2 4 】

図 1 0 は、図 1 に示した電源回路モジュールとは一部の構造が異なる電源回路モジュールの斜視図である。この例では、下部基板側樹脂層 3 1 と上部基板 4 0 との間が絶縁性樹脂による基板間モールド 7 0 で充填されている。したがって、インダクタ素子 2 0 の端子 2 1 ~ 2 4 とこれら端子に近接するそれぞれの基板間接続部材との間が上記絶縁性樹脂で充填されている。その構造により、インダクタ 2 の端子 2 1 ~ 2 4 と基板間接続部材との電気的絶縁性がより確保される。

30

【 0 0 2 5 】

図 1 1 は第 1 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 1 に形成されている電源回路の回路図である。この電源回路は、スイッチング回路 1 0 とインダクタ素子 2 0 と平滑キャパシタ C o 1 , C o 2 , C i とを含んで構成される DC - DC コンバータである。この例では、スイッチング回路 1 0 は二相のハーフブリッジ回路であり、インダクタ素子 2 0 は、ハーフブリッジ回路の出力と負荷 ( 抵抗 R L ) との間に接続されている。

40

【 0 0 2 6 】

スイッチング回路 1 0 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 を備える。スイッチング回路部品 1 1 は、ハイサイドのスイッチング素子 Q 1、ローサイドのスイッチング素子 Q 2 及びこれらを駆動する駆動回路で構成されている。同様に、スイッチング回路部品 1 2 は、ハイサイドのスイッチング素子 Q 3、ローサイドのスイッチング素子 Q 4 及びこれらを駆動する駆動回路とで構成されている。なお、スイッチング回路部品 1 1 は、スイッチング素子 Q 1 , Q 2 を制御する制御回路を含んでもよい。同様に、スイッチング回路部品 1 2 は、スイッチング素子 Q 3 , Q 4 を制御する制御回路を含んでもよい。

50

## 【 0 0 2 7 】

インダクタ素子 2 0 は互いに所定の結合係数で互いに磁気結合するコイル L 1、L 2 で構成されているカップルドインダクタである。図 1 1 中に示すインダクタ L 3、L 4 はコイル L 1、L 2 の非結合により生じる漏れインダクタンスを回路記号で表したものである。また、インダクタ L 2 1、L 2 3 は入力側端子 2 1、2 3 にそれぞれ生じる寄生インダクタンスを回路記号で表したものである。同様に、インダクタ L 2 2、L 2 4 は出力側端子 2 2、2 4 にそれぞれ生じる寄生インダクタンスを回路記号で表したものである。インダクタ L 2 1、L 2 2 はインダクタ L 3 に直列接続されるので、これらの合成インダクタンスがスイッチング回路部品 1 1 の出力部に接続された回路が構成される。同様に、インダクタ L 2 3、L 2 4 はインダクタ L 4 に直列接続されるので、これらの合成インダクタンスがスイッチング回路部品 1 2 の出力部に接続された回路が構成される。

10

## 【 0 0 2 8 】

スイッチング回路部品 1 1、1 2 のスイッチング素子 Q 1、Q 2、Q 3、Q 4 は 1 8 0 度位相差の二相フェーズで駆動される。平滑キャパシタ C o 1、C o 2 は並列接続されていて、出力電圧 V o u t の変動を平滑する。平滑キャパシタ C i は入力電圧 V i n の電圧を平滑する。図 1 1 においては、電源回路モジュール 1 0 1 の出力に接続される負荷を抵抗 R L で表している。

## 【 0 0 2 9 】

本実施形態では、2 つの D C - D C コンバータのインダクタ同士を磁気結合させた、二相フェーズの D C - D C コンバータであるので、出力電圧のリプルが効果的に抑制される。また、磁気結合による相互インダクタによって、コイル L 1、L 2 に掛かる電圧が小さくできるので、コイル L 1、L 2 のインダクタンスを小さくできる。そのことにより、負荷応答に対する応答性が高められる。

20

## 【 0 0 3 0 】

図 1 1 において、スイッチング回路 1 0 に入出力される電源及び信号の意味は次のとおりである。

## 【 0 0 3 1 】

Vin : 入力電源ライン

GND : グランド

Vcc : スwitchング回路部品 1 1、1 2 の制御回路に対する電源電圧ライン

AGND : スwitchング回路部品 1 1、1 2 の制御回路のグランド

Isense1 : インダクタ L 3 に流れる電流の検出信号

Isense2 : インダクタ L 4 に流れる電流の検出信号

PWM1 : スwitchング素子 Q 1、Q 2 のスイッチング制御信号

PWM2 : スwitchング素子 Q 3、Q 4 のスイッチング制御信号

ここで、図 1 ~ 図 5 に示した基板間接続部材と上記電源ライン及び信号ラインとの関係は次のとおりである。

## 【 0 0 3 2 】

GND : 5 1 E、5 1 F、5 1 G、5 2 E、5 2 F、5 2 G、5 3 F、5 4 F

Vin : 5 3 E、5 4 E

Vcc : 5 3 G、5 4 G

また、Isense1、Isense2、PWM1、PWM2等の信号は基板間接続部材 5 1 A ~ 5 1 D、5 2 A ~ 5 2 Dを通る。

40

## 【 0 0 3 3 】

したがって、インダクタ素子 2 0 の入力側端子 2 1、2 3 に近傍にグランドラインや電源ラインが配置されたり、グランドラインや電源ラインで囲まれたりすることとなり、インダクタ素子 2 0 の電圧変化の大きな入力側端子 2 1、2 3 付近がグランドラインや電源ラインでシールドされることになる。その結果、インダクタ素子 2 0 からの不要輻射が効果的に抑制される。

## 【 0 0 3 4 】

50

なお、信号が通る基板間接続部材である基板間接続部材 5 1 A ~ 5 1 D , 5 2 A ~ 5 2 D は、インダクタの入出力電流による影響を低減することが好ましい。このため、インダクタ素子 2 0 の端子 2 1 ~ 2 4 と、基板間接続部材 5 1 A ~ 5 1 D , 5 2 A ~ 5 2 D との間に、金属板などのシールド部材を設けてもよい。このシールド部材は金属板に限らず、柱状導体でもよい。また、シールド部材はグランドに接続してもよい。

#### 【 0 0 3 5 】

図 1 2 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 とインダクタ素子 2 0 との配置関係を示す図である。図 1 に示した下部基板 3 0 及び上部基板 4 0 の実装面と直交する方向から平面視して透視した図で、インダクタ素子 2 0 の端子 2 1 ~ 2 4 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 に重なっている。インダクタ素子 2 0 は、入力側端子 2 1 , 2 3 と出力側端子 2 2 , 2 4 が、インダクタ素子 2 0 の中心点 O に対して点対称に配置された 4 つの端子を備える。スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 は、入力側端子と出力側端子の位置が互いに 1 8 0 度回転位置の関係で並置されている。

10

#### 【 0 0 3 6 】

図 1 2 に示した例では、インダクタ素子 2 0 の入力側端子 2 1 がスイッチング回路部品 1 1 の出力端子 S W o u t 1 に近接していて、インダクタ素子 2 0 の入力側端子 2 3 がスイッチング回路部品 1 2 の出力端子 S W o u t 2 に近接している。そのため、スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 とインダクタ素子 2 0 との接続経路における寄生抵抗は最低限となる。

#### 【 0 0 3 7 】

また、図 1 2 に示した例では、スイッチング回路部品 1 1 の電源入力端子 V i n 1 とスイッチング回路部品 1 2 の電源入力端子 V i n 2 とは近接する。そのため、これら電源入力端子 V i n 1 , V i n 2 の接続線路が均等に短縮化され、電源入力端子 V i n 1 , V i n 2 に繋がる線路におけるトータルの寄生抵抗が抑制される。また、これら電源入力端子 V i n 1 , V i n 2 に接続される平滑キャパシタ C i は単一の部品で構成できる。なお、スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の出力端子 S W o u t 1 , S W o u t 2 が近接する配置であれば、平滑キャパシタ C o 1 , C o 2 を単一の部品で構成できる。

20

#### 【 0 0 3 8 】

##### 《 第 2 の実施形態 》

第 2 の実施形態では、インダクタの端子の構成に特徴を有する電源回路モジュールについて例示する。

30

#### 【 0 0 3 9 】

図 1 3 は第 2 の実施形態の電源回路モジュールに設けられるインダクタ素子 2 0 の斜視図である。インダクタ素子 2 0 は入力側端子 2 1 , 2 3 及び出力側端子 2 2 , 2 4 を備える。

#### 【 0 0 4 0 】

出力側端子 2 2 , 2 4 は上部基板 ( 図 1 に示す例では上部基板 4 0 ) の下面に形成された電極に接する幅広の部位を有する。上部基板の下面には、インダクタ素子 2 0 の出力側端子 2 2 , 2 4 が接する電極が形成されている。そのため、インダクタ素子 2 0 の出力側端子 2 2 , 2 4 と出力側端子 2 2 , 2 4 が導通する上部基板側の電極との電氣的接続及び機械的接続が強固になる。図 1 3 に示した例では、出力側端子 2 2 , 2 4 に幅広の部位を設けたが、入力側端子 2 1 , 2 3 に幅広の部位を設けてもよい。さらには、全ての端子 2 1 ~ 2 4 に幅広の部位を設けてもよい。

40

#### 【 0 0 4 1 】

##### 《 第 3 の実施形態 》

第 3 の実施形態では、基板間接続部材の他の幾つかの例について示す。図 1 4 ( A ) 、図 1 4 ( B ) は第 3 の実施形態に係る電源回路モジュールの主要部についての正面図である。

#### 【 0 0 4 2 】

図 1 4 ( A ) に示す例では、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 との間に複数の基板間接続部

50

材が形成されているが、これら基板間接続部材のうちチップ部品 55 は下部基板 30 の上面に形成されている電極と上部基板 40 の下面に形成されている電極との間に直列に接続されている。チップ部品 55 は例えばチップキャパシタ、チップインダクタ、チップ抵抗であり、電源回路モジュールの回路の一部を構成する。

#### 【0043】

図 14 (B) に示す例では、下部基板 30 と上部基板 40 との間に複数の基板間接続部材が形成されているが、これら基板間接続部材のうち一つは、チップ部品 56A, 56B で構成されている。チップ部品 56A は下部基板 30 の上面に実装されていて、チップ部品 56B は上部基板 40 の下面に実装されている。また、チップ部品 56A とチップ部品 56B 同士が電氣的・機械的に接続されている。チップ部品 56A, 56B は互いに並列接続されていて、この並列回路が下部基板 30 の上面に形成されている電極と上部基板 40 の下面に形成されている電極に接続されている。チップ部品 56A, 56B は例えばチップキャパシタ、チップインダクタ、チップ抵抗であり、電源回路モジュールの回路の一部を構成する。

10

#### 【0044】

本実施形態で示したように、基板間接続部材は部品の端子に限らず、電源回路の一部を構成する受動部品又は受動部品の一部であってもよい。

#### 【0045】

#### 《第 4 の実施形態》

図 15 は第 4 の実施形態に係る電源回路モジュール 104A の斜視図である。図 16 は第 4 の実施形態に係る別の電源回路モジュール 104B の斜視図である。これら電源回路モジュール 104A, 104B は、下部基板 30 と、この下部基板 30 に平行な上部基板 40 と、下部基板 30 と上部基板 40 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材とを備える。

20

#### 【0046】

下部基板 30 は多層基板で構成されていて、チップ部品やインダクタ素子 20 が実装されている。上部基板 40 には、チップ部品やスイッチング回路部品 11, 12 が実装されている。上部基板 40 には上部基板側樹脂層 41 が被覆されている。

#### 【0047】

図 15 に示す例では、下部基板 30 と上部基板 40 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 52G, 54A ~ 54G が表れている。隣接する基板間接続部材同士は絶縁性の樹脂体 71 を介して接続されている。つまり、隣接する基板間接続部材間には絶縁性の樹脂体 71 が介在している。これら樹脂体 71 は塗布により形成される。その他の概略的構成は第 1 の実施形態で示したとおりである。

30

#### 【0048】

図 16 では、下部基板 30 と上部基板 40 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 52G, 54A ~ 54D が表れている。これら基板間接続部材の所定高さ位置は絶縁性の樹脂体 72 で埋められている。つまり、各基板間接続部材は絶縁性の樹脂体 72 を貫通している。その他の概略的構成は第 1 の実施形態で示したとおりである。

#### 【0049】

このような構成とすることにより、複数の基板間接続部材の相対位置、基板間接続部材とインダクタ素子 20 の端子との相対位置を固定できるため、それらの間に電氣的絶縁性を確実なものとすることができる。例えば、製造時に複数の基板間接続部材の相対位置がずれて、複数の基板間接続部材が接触したり、基板間接続部材とインダクタ素子 20 の端子とが接触してショートしたりすることを抑制できる。

40

#### 【0050】

#### 《第 5 の実施形態》

図 17 は第 5 の実施形態に係る電源回路モジュール 105 の斜視図である。この電源回路モジュール 105 は、下部基板 30 と、この下部基板 30 に平行な上部基板 40 と、下部基板 30 と上部基板 40 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材とを備

50

える。

【 0 0 5 1 】

図 1 7 に示す例では、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 5 2 G , 5 4 A ~ 5 4 G が表れている。これら基板間接続部材 5 2 G , 5 4 A ~ 5 4 G の下面の面積は上面の面積よりも大きい。このような構成とすることにより、電源回路モジュール 1 0 5 の重心が低くなるため、製造時に、振動などによる転倒を抑制し、生産性を向上させることができる。

【 0 0 5 2 】

《第 6 の実施形態》

第 6 の実施形態では、上部基板側樹脂層に保護用及び放熱用の金属板を備える電源回路モジュールについて例示する。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 8 は第 6 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 6 の斜視図である。図 1 9 は、図 1 8 に示す電源回路モジュール 1 0 6 の上部の正面透視図である。

【 0 0 5 4 】

電源回路モジュール 1 0 6 は、下部基板 3 0 と、この下部基板 3 0 に平行な上部基板 4 0 と、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 G , 5 4 G 等と、を備える。

【 0 0 5 5 】

下部基板 3 0 は多層基板で構成されていて、チップ部品やインダクタ素子 2 0 が実装されている。

20

【 0 0 5 6 】

図 1 9 に表れているように、上部基板 4 0 には、複数のチップ部品やスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 が実装されている。また、上部基板 4 0 の上面に上部基板側樹脂層 4 1 が被覆されている。この上部基板側樹脂層 4 1 には、外面に露出する金属板 4 3 が設けられている。この金属板 4 3 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 に対して熱伝導体 TIM (Thermal Interface Material) を介して接着されている。金属板 4 3 は熱抵抗の小さな例えば銅板である。

【 0 0 5 7 】

この電源回路モジュール 1 0 6 によれば、金属板 4 3 が上部基板側樹脂層 4 1 の表面に設けられているので、上部基板 4 0 への実装部品 (スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 等) に対して外力によって加わる応力が抑制される。

30

【 0 0 5 8 】

また、熱抵抗の小さな金属板 4 3 が上部基板側樹脂層 4 1 の表面に設けられているので、発熱部品であるスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の放熱性が高く、発熱部品の放熱性及び上部基板 4 0 の放熱性が高い。

【 0 0 5 9 】

《第 7 の実施形態》

第 7 の実施形態では、第 6 の実施形態と同様に、上部基板側樹脂層に保護用及び放熱用の金属板を備える電源回路モジュールについて例示する。

40

【 0 0 6 0 】

図 2 0 は第 7 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 7 の斜視図である。図 2 1 は、図 2 0 に示す電源回路モジュール 1 0 7 の上部の正面透視図である。

【 0 0 6 1 】

電源回路モジュール 1 0 7 は、下部基板 3 0 と、この下部基板 3 0 に平行な上部基板 4 0 と、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 とを電氣的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 G , 5 4 G 等と、を備える。

【 0 0 6 2 】

下部基板 3 0 は多層基板で構成されていて、チップ部品やインダクタ素子 2 0 が実装されている。

50

## 【 0 0 6 3 】

図 2 1 に表れているように、上部基板 4 0 には、複数のチップ部品やスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 が実装されている。また、上部基板 4 0 の上面に上部基板側樹脂層 4 1 が被覆されている。この上部基板側樹脂層 4 1 には、外面に露出する金属板 4 3 が設けられている。この金属板 4 3 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 に対して熱導体TIM(Thermal Interface Material)を介して接着されている。金属板 4 3 は熱抵抗の小さな例えば銅板である。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 9 に示した例とは異なり、金属板 4 3 の縁にテーパ部 T P を備える。このテーパの向きは、上部基板側樹脂層 4 1 の外面への金属板 4 3 の突出を抑制する向きである。金属板 4 3 と上部基板側樹脂層 4 1 の熱膨張率（線膨張係数）は異なるが、金属板 4 3 の縁のテーパ状部分で、この金属板 4 3 と上部基板側樹脂層 4 1 とは係合するので、上部基板側樹脂層 4 1 に対する金属板 4 3 の浮き上がりや離脱が抑制される。

10

## 【 0 0 6 5 】

この電源回路モジュール 1 0 7 によれば、上部基板 4 0 への実装部品（スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 等）に対する外力や熱膨張率の差によって生じる応力に対する耐性が高い。

## 【 0 0 6 6 】

また、発熱部品であるスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の放熱性が高いので、発熱部品の放熱性及び上部基板 4 0 の放熱性が高い。

20

## 【 0 0 6 7 】

## 《 第 8 の実施形態 》

第 8 の実施形態では、第 6 の実施形態と同様に、上部基板側樹脂層に保護用及び放熱用の金属板を備える電源回路モジュールについて例示する。

## 【 0 0 6 8 】

図 2 2 は第 8 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 8 の斜視図である。図 2 3 は、図 2 2 に示す電源回路モジュール 1 0 8 の上部の正面透視図である。

## 【 0 0 6 9 】

電源回路モジュール 1 0 8 は、下部基板 3 0 と、この下部基板 3 0 に平行な上部基板 4 0 と、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 とを電気的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 G , 5 4 G 等と、を備える。

30

## 【 0 0 7 0 】

下部基板 3 0 は多層基板で構成されていて、チップ部品やインダクタ素子 2 0 が実装されている。

## 【 0 0 7 1 】

図 2 3 に表れているように、上部基板 4 0 には、複数のチップ部品やスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 が実装されている。また、上部基板 4 0 の上面には上部基板側樹脂層 4 1 が被覆されている。この上部基板側樹脂層 4 1 には、外面に露出する金属板 4 3 が設けられている。この金属板 4 3 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 に対して熱導体TIM(Thermal Interface Material)を介して接着されている。金属板 4 3 は熱抵抗の小さな例えば銅板である。

40

## 【 0 0 7 2 】

図 1 9 に示した例とは異なり、金属板 4 3 の縁の一部である露出部 4 3 E は上部基板側樹脂層 4 1 の側部に露出している。

## 【 0 0 7 3 】

金属板 4 3 の縁の露出部 4 3 E で、この金属板 4 3 と上部基板側樹脂層 4 1 とは係合するので、上部基板側樹脂層 4 1 に対する金属板 4 3 の浮き上がりや離脱が抑制される。

## 【 0 0 7 4 】

上記金属板 4 3 は複数の電源回路モジュールに亘って一体である。つまり、縦横に連続する複数の電源回路モジュールの分離前においては、金属板 4 3 は一体物である。そして

50

、複数の電源回路モジュールを金属板 4 3 の部分で分離することによって、個別の電源回路モジュール 1 0 8 に分離する。金属板 4 3 の縁の露出部 4 3 E は、複数の電源回路モジュールから個別の電源回路モジュール 1 0 8 に分離することによって露出した箇所である。  
【 0 0 7 5 】

この電源回路モジュール 1 0 8 によれば、上部基板 4 0 への実装部品（スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 等）に対する外力や熱膨張率の差によって生じる応力に対する耐性が高い。

【 0 0 7 6 】

また、発熱部品であるスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 の放熱性が高いので、発熱部品の放熱性及び上部基板 4 0 の放熱性が高い。

【 0 0 7 7 】

《 第 9 の実施形態 》

第 9 の実施形態では、スイッチング素子のドレインと下部基板の電極との接続構造に特徴を有する電源回路モジュールについて例示する。

【 0 0 7 8 】

図 2 4 は第 9 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 9 の斜視図である。この電源回路モジュール 1 0 9 は、下部基板 3 0 と、この下部基板 3 0 に平行な上部基板 4 0 と、を備える。

【 0 0 7 9 】

図 2 5 は、図 2 4 に示した状態から上部基板 4 0 を取り除いた状態での斜視図である。電源回路モジュール 1 0 9 は、下部基板 3 0 と上部基板 4 0 とを電気的且つ機械的に接続する複数の基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 E , 5 4 A ~ 5 4 C 等を備える。

【 0 0 8 0 】

図 2 6 は、図 2 5 に示す状態から、後に説明するローサイドソース接続部材 8 0 及び基板間接続部材 5 2 A ~ 5 2 E , 5 4 A ~ 5 4 C を除いた状態での斜視図である。下部基板 3 0 は多層基板で構成されていて、チップ部品やインダクタ素子 2 0 が実装されている。

【 0 0 8 1 】

図 2 7 は第 9 の実施形態に係る電源回路モジュール 1 0 9 に形成されている電源回路の回路図である。この電源回路は、スイッチング回路 1 0 とインダクタ素子 2 0 と平滑キャパシタ C o 1 , C o 2 , C i とを含んで構成される DC - DC コンバータである。この例では、スイッチング回路 1 0 は降圧型コンバータ回路を二並列にしたもので、ハーフブリッジ接続された MOS - FET によるスイッチング回路が二対ある。インダクタ素子 2 0 は、ハーフブリッジ接続の中間電位と負荷（抵抗 R L ）との間に接続されている。

【 0 0 8 2 】

スイッチング回路 1 0 はスイッチング回路部品 1 1 , 1 2 を備える。スイッチング回路部品 1 1 は、ハイサイドのスイッチング素子 Q 1 、ローサイドのスイッチング素子 Q 2 及びこれらを駆動する駆動回路で構成されている。同様に、スイッチング回路部品 1 2 は、ハイサイドのスイッチング素子 Q 3 、ローサイドのスイッチング素子 Q 4 及びこれらを駆動する駆動回路とで構成されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 に例示した電源回路モジュール 1 0 1 と同様に、上部基板 4 0 の上面には、スイッチング回路部品 1 1 , 1 2 及びチップ部品 4 2 が実装される。図 2 4 において、領域 A 1 1 はスイッチング回路部品 1 1 の実装領域であり、領域 A 1 2 はスイッチング回路部品 1 2 の実装領域である。

【 0 0 8 4 】

領域 A 1 1 内のローサイドドレイン接続部 L D にはスイッチング回路部品 1 1 のローサイドスイッチング素子 Q 2 のドレインが接続される電極が形成されている。同様に、領域 A 1 2 内のローサイドドレイン接続部 L D にはスイッチング回路部品 1 2 のローサイドスイッチング素子 Q 4 のドレインが接続される電極が形成されている。また、領域 A 1 1 内のローサイドソース接続部 L S にはスイッチング回路部品 1 1 のローサイドスイッチング

10

20

30

40

50

素子Q 2のソースが接続される電極が形成されている。同様に、領域A 1 2内のローサイドソース接続部LSにはスイッチング回路部品1 2のローサイドスイッチング素子Q 4のソースが接続される電極が形成されている。

【0085】

領域A 1 1内のハイサイドドレイン接続部HDにはスイッチング回路部品1 1のハイサイドスイッチング素子Q 1のドレインが接続される電極が形成されている。同様に、領域A 1 2内のハイサイドドレイン接続部HDにはスイッチング回路部品1 2のハイサイドスイッチング素子Q 3のドレインが接続される電極が形成されている。また、領域A 1 1内のハイサイドソース接続部HSにはスイッチング回路部品1 1のハイサイドスイッチング素子Q 1のソースが接続される電極が形成されている。同様に、領域A 1 2内のハイサイド

10

【0086】

上記ローサイドソース接続部LS、ローサイドドレイン接続部LD、ハイサイドソース接続部HS、ハイサイドドレイン接続部HD、は図2 7中に示すLS, LD, HS, HDにそれぞれ対応している。

【0087】

図2 4、図2 5に表れているように、ローサイドソース接続部材8 0は、上部基板4 0の裏面に当接する当接面8 0 S、この当接面8 0 Sから下部基板3 0方向へ延びる脚部8 0 F、及び当接面8 0 Sと脚部8 0 Fとの間の屈曲部8 0 Bを有する。当接面8 0 S、脚部8 0 F及び屈曲部8 0 Bは一体である。ローサイドソース接続部材8 0は銅板の成型体であり、下部基板3 0及び上部基板4 0に形成されている導体パターンよりも厚みが厚いため、その導体パターンよりも抵抗値が低い。

20

【0088】

図2 4、図2 5に表れているように、ローサイドソース接続部材8 0の一部は、上部基板4 0の領域A 1 1内のローサイドソース接続部LS及び領域A 1 2内のローサイドソース接続部LSに導通している。

【0089】

図2 4～図2 6に表れているように、インダクタ素子2 0の入力側端子2 1は、上部基板4 0の領域A 1 1内のローサイドドレイン接続部LD及びハイサイドソース接続部HSに導通している。同様に、インダクタ素子2 0の入力側端子2 3は、上部基板4 0の領域A 1 2内のローサイドドレイン接続部LD及びハイサイドソース接続部HSに導通している。

30

【0090】

本実施形態の電源回路モジュール1 0 9の回路構成自体は、第1の実施形態で図1 1に示した回路構成と同じである。ただし、本実施形態では、スイッチング素子Q 2, Q 4のソースは、図2 4に示した上部基板4 0のローサイドソース接続部LSの電極に接続され、このローサイドソース接続部材8 0はGND電極の直近まで接続されている。そのため、スイッチング素子Q 2, Q 4のソースからGNDの入出力端子電極までの抵抗成分は小さい。

40

【0091】

また、本実施形態では、スイッチング素子Q 1のソース及びスイッチング素子Q 2のドレインは、インダクタ素子2 0の入力側端子2 1に最短距離で接続されている。そのため、スイッチング素子Q 1のソース及びスイッチング素子Q 2のドレインからインダクタ素子2 0の入力側端子2 1までの抵抗成分は小さい。同様に、スイッチング素子Q 3のソース及びスイッチング素子Q 4のドレインは、インダクタ素子2 0の入力側端子2 3に最短距離で接続されている。そのため、スイッチング素子Q 3のソース及びスイッチング素子Q 4のドレインからインダクタ素子2 0の入力側端子2 3までの抵抗成分は小さい。

【0092】

本実施形態によれば、スイッチング素子Q 1～Q 4がローサイドソース接続部材8 0に

50

最短距離で接続されるため、スイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 のソースが接続される電流経路の抵抗が小さく、その抵抗による電力効率低下を抑制できる。

【 0 0 9 3 】

以上に示した例では、ローサイドのスイッチング素子 Q 2、Q 4 のソースがローサイドソース接続部材 8 0 に最短距離で接続される例を示したが、ローサイドソース接続部材 8 0 と同様のハイサイドドレイン接続部材を設けてもよい。図 2 8 はその場合の電源回路モジュールの回路図である。このように、ハイサイドのスイッチング素子 Q 1、Q 3 のドレインがハイサイドドレイン接続部材に最短距離で接続されるように構成してもよい。

【 0 0 9 4 】

最後に、本発明は上述した実施形態に限られるものではない。当業者によって適宜変形及び変更が可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変形及び変更が含まれる。

10

【 0 0 9 5 】

例えば、基板間接続部材は円柱状に限らず、角柱状であってもよい。また、下部基板 3 0 及び上部基板 4 0 に対する部品の配置は実施形態に限らないことは言うまでも無い。

【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

A 1 1 , A 1 2 ... 領域

C o 1 , C o 2 , C i ... 平滑キャパシタ

20

H D ... ハイサイドドレイン接続部

H S ... ハイサイドソース接続部

L 1 , L 2 ... コイル

L 2 1 , L 2 2 , L 2 3 , L 2 4 ... インダクタ

L 3 , L 4 ... インダクタ

L D ... ローサイドドレイン接続部

L S ... ローサイドソース接続部

Q 1 , Q 2 , Q 3 , Q 4 ... スwitching素子

S W o u t 1 , S W o u t 2 ... 出力端子

T P ... テーパ部

30

V i n ... 入力電圧

V i n 1 , V i n 2 ... 電源入力端子

V o u t ... 出力電圧

1 0 ... スwitching回路

1 1 , 1 2 ... スwitching回路部品

2 0 ... インダクタ素子

2 1 , 2 3 ... 入力側端子

2 2 , 2 4 ... 出力側端子

3 0 ... 下部基板

3 1 ... 下部基板側樹脂層

40

3 2 ... チップ部品

4 0 ... 上部基板

4 1 ... 上部基板側樹脂層

4 2 ... チップ部品

4 3 ... 金属板

4 3 E ... 露出部

5 1 A ~ 5 1 K ... 基板間接続部材

5 2 A ~ 5 2 G ... 基板間接続部材

5 3 A ~ 5 3 K ... 基板間接続部材

5 4 A ~ 5 4 G ... 基板間接続部材

50

5 5 , 5 6 A , 5 6 B ...チップ部品

6 0 ...放熱器

7 0 ...基板間モールド

7 1 , 7 2 ...樹脂体

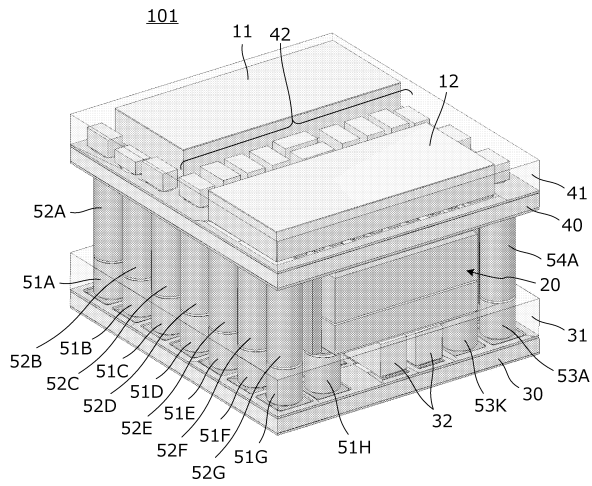
8 0 ...ローサイドソース接続部材

8 0 S ...当接面

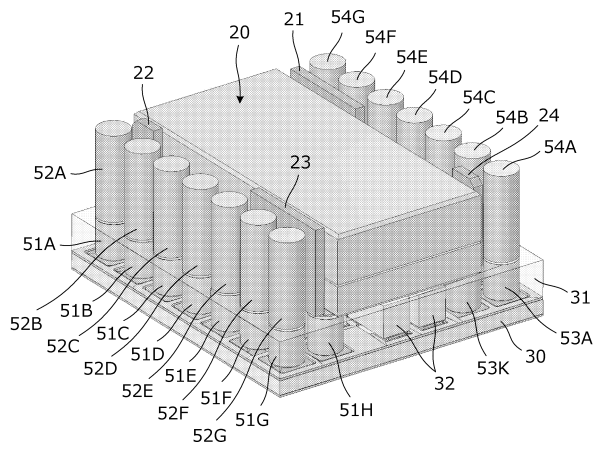
1 0 1 , 1 0 1 A , 1 0 1 B , 1 0 1 C , 1 0 1 D , 1 0 4 A , 1 0 4 B , 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 , 1 0 8 , 1 0 9 ...電源回路モジュール

【図面】

【図 1】



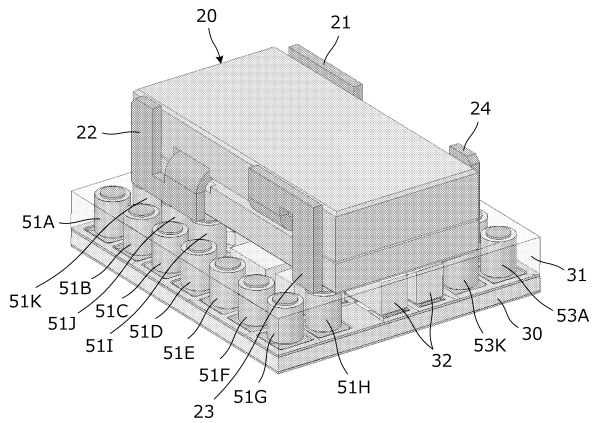
【図 2】



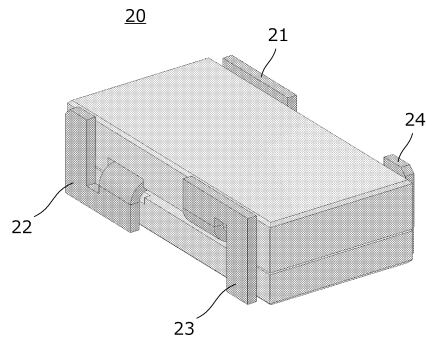
10

20

【図 3】



【図 4】

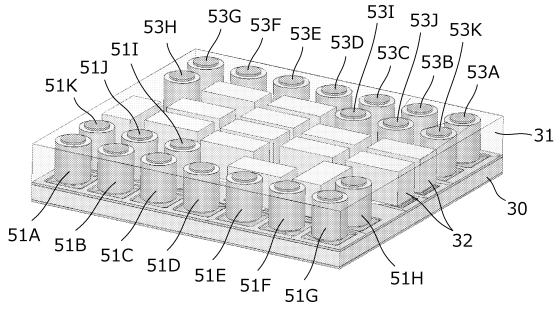


30

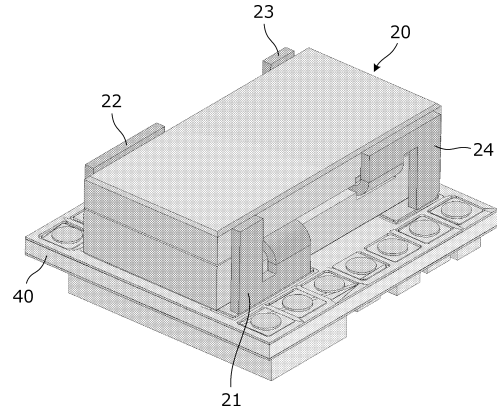
40

50

【 図 5 】

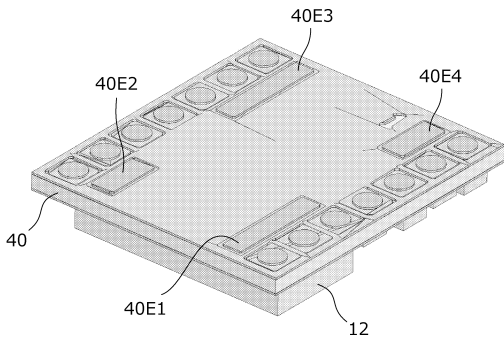


【 図 6 】

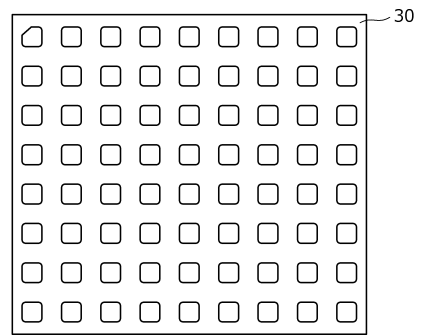


10

【 図 7 】

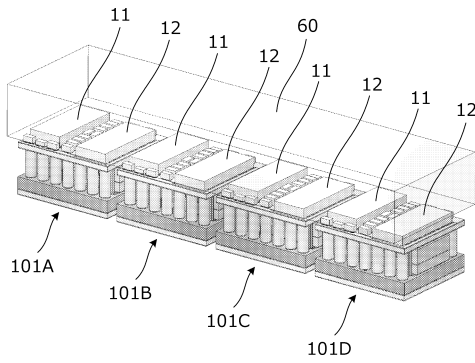


【 図 8 】

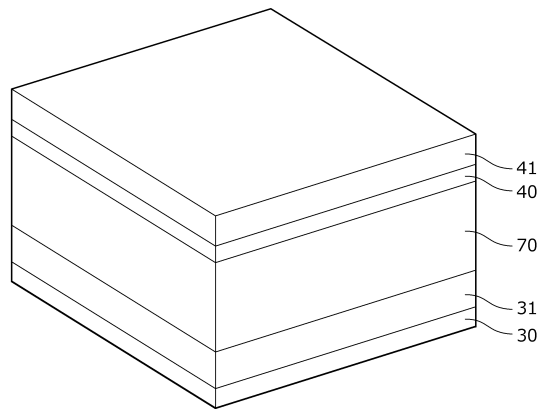


20

【 図 9 】



【 図 10 】

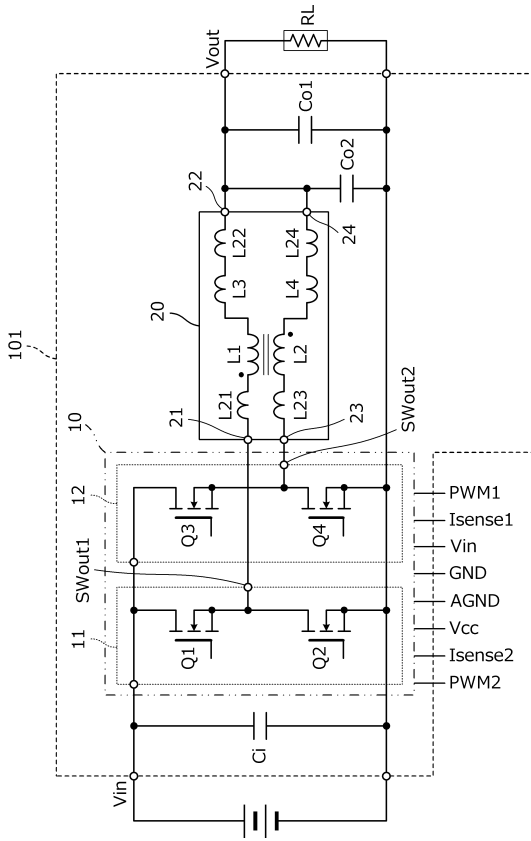


30

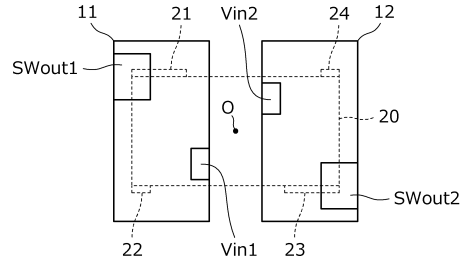
40

50

【図 1 1】



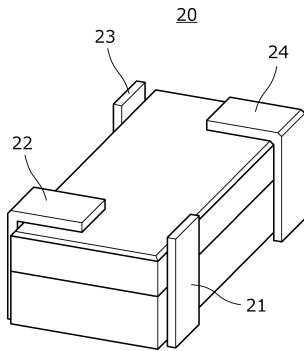
【図 1 2】



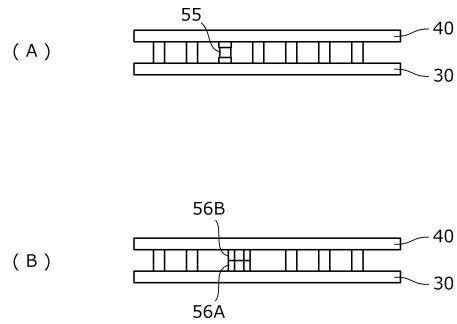
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

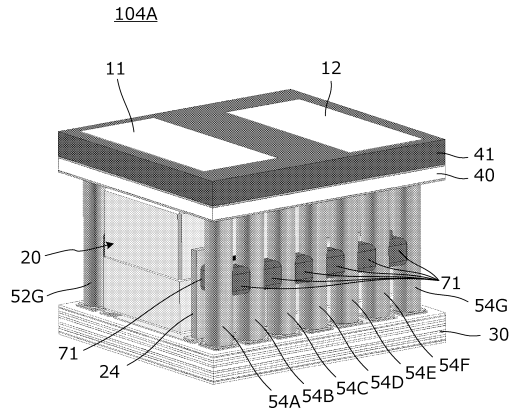


30

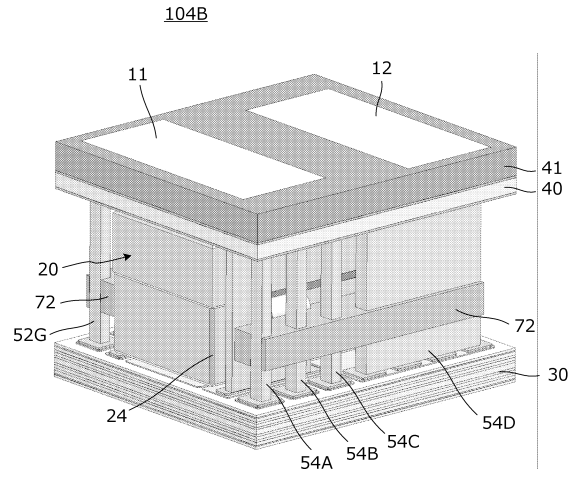
40

50

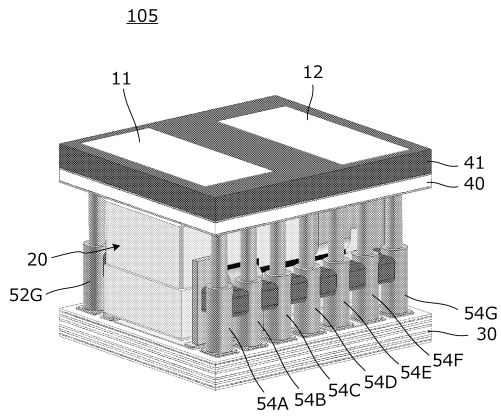
【 図 1 5 】



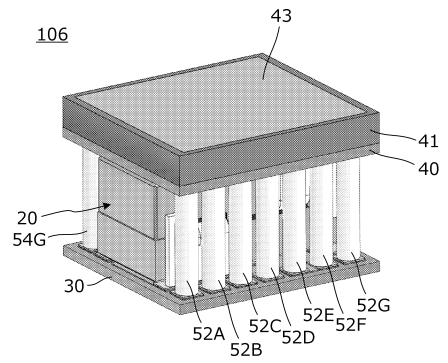
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



10

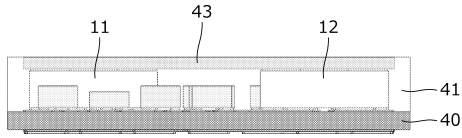
20

30

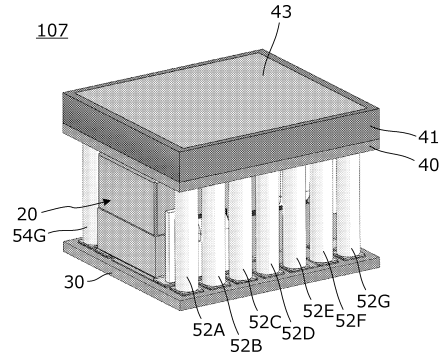
40

50

【図 19】

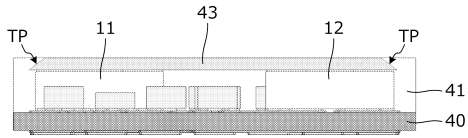


【図 20】

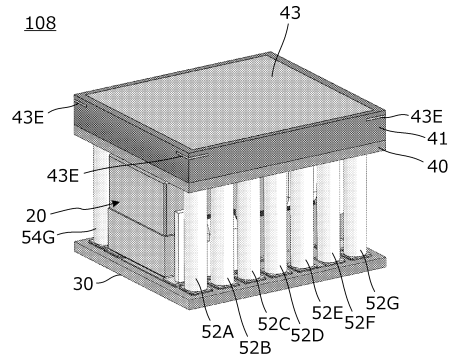


10

【図 21】

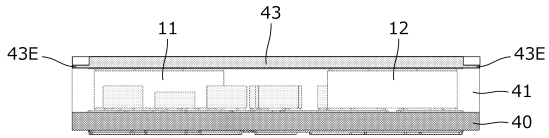


【図 22】

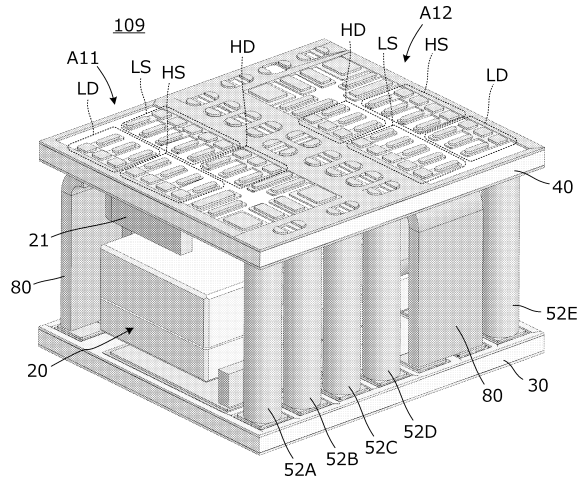


20

【図 23】



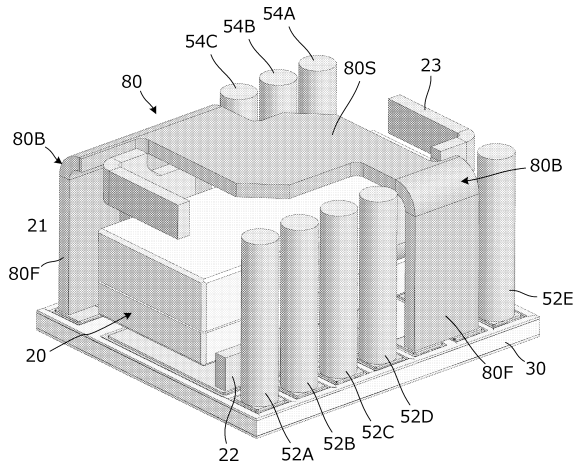
【図 24】



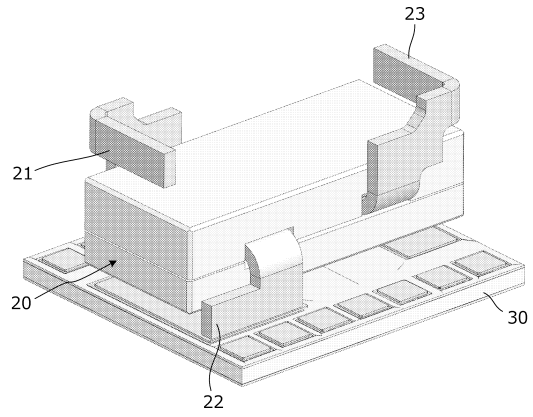
30

40

【図 25】

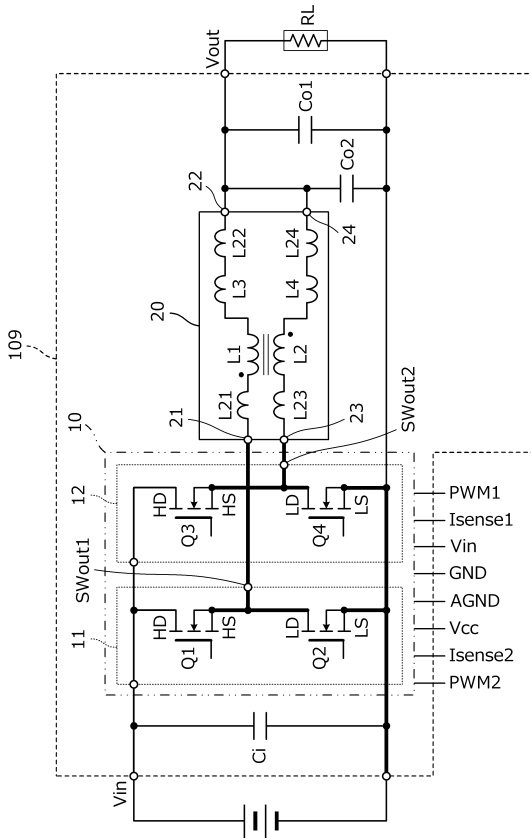


【図 26】

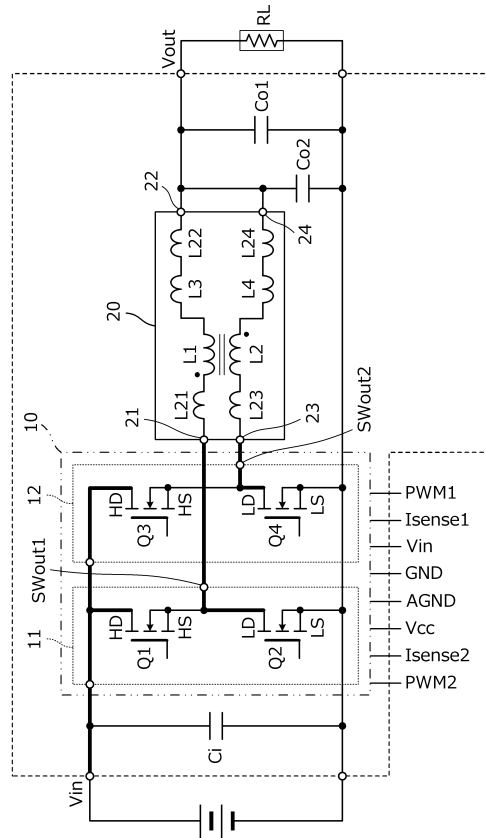


10

【図 27】



【図 28】



20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

H 0 2 M 3/155(2006.01) F I H 0 5 K 1/02 F  
 H 0 5 K 1/02 (2006.01)

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

## (72)発明者 宮下 宗丈

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

審査官 齊藤 健一

## (56)参考文献

特開昭63-283093(JP,A)  
 特開平3-191592(JP,A)  
 特開2000-114686(JP,A)  
 特開2006-344633(JP,A)  
 特開2017-84961(JP,A)  
 特表2017-504211(JP,A)  
 国際公開第2008/087781(WO,A1)  
 国際公開第2010/041589(WO,A1)  
 国際公開第2014/129008(WO,A1)  
 国際公開第2015/019519(WO,A1)  
 国際公開第2017/183385(WO,A1)  
 国際公開第2018/190850(WO,A1)  
 国際公開第2022/004420(WO,A1)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 23/34 23/36  
 H 0 1 L 25/00 25/18  
 H 0 2 M 3/02 3/158  
 H 0 5 K 1/00 3/46