

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B1)

(11)特許番号  
特許第7493686号  
(P7493686)

(45)発行日 令和6年5月31日(2024.5.31)

(24)登録日 令和6年5月23日(2024.5.23)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 1 L	23/29 (2006.01)	H 0 1 L	23/36	A
H 0 1 L	23/473 (2006.01)	H 0 1 L	23/46	Z
H 0 5 K	7/20 (2006.01)	H 0 5 K	7/20	B
		H 0 5 K	7/20	F

請求項の数 9 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-560654(P2023-560654)	(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
(86)(22)出願日	令和4年6月28日(2022.6.28)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/025735	(72)発明者	小杉 祥 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
審査請求日	令和5年9月29日(2023.9.29)	(72)発明者	六分一 穂隆 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
早期審査対象出願		(72)発明者	増田 羽香奈 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
		(72)発明者	森 翔太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置及び電力変換装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ヒートスプレッタと、  
半導体素子と、  
冷却器と、  
絶縁層と、  
封止部材とを備え、  
前記ヒートスプレッタは、第1面と、前記第1面の反対面である第2面とを有し、  
前記半導体素子は、第3面と前記第3面の反対面である第4面とを有し、かつ前記第4面が前記第1面と対向するように配置されており、  
前記冷却器は、前記絶縁層を介して前記第1面と対向するように配置されており、  
前記冷却器の内部には、冷媒が流れる流路が設けられており、  
前記封止部材は、前記ヒートスプレッタ、前記半導体素子及び前記冷却器を封止しており、  
平面視において、前記冷却器の投影面積は、前記ヒートスプレッタの投影面積以下であり、  
前記第3面に電氣的に接続されているリードフレームをさらに備え、  
前記冷却器は、少なくとも1つの接続部を有し、  
前記リードフレームは、リード部を有し、  
前記接続部及び前記リード部は、平面視において、前記封止部材の外周縁から突出してお

10

20

り、かつ互いに重なっておらず、  
平面視において、前記接続部の延在している方向は、前記リード部の延在している方向と  
直交している、半導体装置。

【請求項 2】

前記半導体素子上にある前記流路の内部を流れる前記冷媒の方向に直交する断面視において、前記半導体素子上にある前記流路の幅は、前記ヒートスプレッドの幅以下である、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記接続部は、平面視において、前記封止部材の外周縁の 1 辺のみから突出している、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

平面視において前記封止部材の外周縁から突出している前記接続部の数は、3 以上である、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記絶縁層は、前記第 1 面と前記冷却器との間に充填されている前記封止部材で構成されている、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

絶縁シートをさらに備え、  
前記ヒートスプレッドは、前記第 2 面が前記絶縁シートと対向するように前記絶縁シート上に配置されており、  
前記封止部材は前記絶縁シートをさらに封止している、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

絶縁基材をさらに備え、  
前記ヒートスプレッドは、前記第 2 面が前記絶縁基材と対向するように前記絶縁層上に配置されており、  
前記ヒートスプレッド及び前記絶縁基材は、絶縁基板を構成しており、  
前記封止部材は前記絶縁基材をさらに封止している、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記リードフレームが有する全ての前記リード部に関して、前記リード部の延在方向と前  
記接続部の延在方向とが直交している、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか 1 項に記載の前記半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、  
前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路とを備える、電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体装置及び電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特開 2018 - 182105 号公報（特許文献 1）には、半導体装置が記載されている。特許文献 1 に記載の半導体装置は、冷却器と、半導体素子と、リードフレームと、封止部材とを有している。冷却器は、第 1 主面と第 1 主面の反対面である第 2 主面とを有している。第 1 主面上には、素子パターン層が配置されている。冷却器の内部には、冷媒が流れる流路が設けられている。

【0003】

半導体素子は、表面と、裏面とを有している。半導体素子は、素子パターン層上に配置されている。半導体素子の裏面の電極は、第 1 接合材により、素子パターン層に電氣的に接続されている。リードフレームの一方端部は、第 2 接合材により、半導体素子の表面の

10

20

30

40

50

電極に電氣的に接続されている。リードフレームの他方端部は、第3接合材により、素子パターン層に電氣的に接続されている。冷却器、半導体素子及びリードフレームは、封止材により封止されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-182105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に記載の半導体装置では、半導体素子から発生した熱が、第1接合材及び素子パターン層を伝わって冷却器において放出される。しかしながら、特許文献1に記載の半導体装置では、冷却器のサイズが大きく、小型化が困難である。

【0006】

本開示は、上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものである。より具体的には、本開示は、高い冷却能力及び小型化を両立可能な半導体装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の半導体装置は、ヒートスプレッドと、半導体素子と、冷却器と、絶縁層と、封止部材とを備える。ヒートスプレッドは、第1面と、第1面の反対面である第2面とを有する。半導体素子は、第3面と第3面の反対面である第4面とを有し、かつ第4面が第1面と対向するように配置されている。冷却器は、絶縁層を介して第1面と対向するように配置されている。冷却器の内部には、冷媒が流れる流路が設けられている。封止部材は、ヒートスプレッド、半導体素子及び冷却器を封止している。平面視において、冷却器の投影面積は、ヒートスプレッドの投影面積以下である。

【発明の効果】

【0008】

本開示の半導体装置によると、高い冷却能力及び小型化を両立可能である。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】半導体装置100Aの平面図である。

【図2】図1中のII-IIにおける断面図である。

【図3】変形例に係る半導体装置100Aの平面図である。

【図4】半導体装置100Aの製造工程図である。

【図5】半導体装置100Bの断面図である。

【図6】半導体装置100Cの断面図である。

【図7】半導体装置100Dの平面図である。

【図8】半導体装置100Eの平面図である。

【図9】変形例に係る半導体装置100Eの平面図である。

【図10】電力変換システム200の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の実施形態の詳細を、図面を参照しながら説明する。以下の図面では、同一又は相当する部分に同一の参照符号を付し、重複する説明は繰り返さないものとする。以下の各実施の形態は、適宜組み合わせられて適用されてもよい。

【0011】

実施の形態1.

実施の形態1に係る半導体装置を説明する。実施の形態1に係る半導体装置を、半導体装置100Aとする。

【0012】

10

20

30

40

50

(半導体装置 100A の構成)

以下に、半導体装置 100A の構成を説明する。

【0013】

図 1 は、半導体装置 100A の平面図である。図 1 中では、冷却器 40 が点線で示されており、封止部材 70 が 1 点鎖線で示されている。図 2 は、図 1 中の I I - I I における断面図である。図 2 には、後述する第 1 方向 D R 1 に直交する半導体装置 100A の断面が示されている。図 1 及び図 2 に示されるように、半導体装置 100A は、ヒートスプレッド 10 と、半導体素子 20 と、リードフレーム 30 と、冷却器 40 と、絶縁層 50 と、絶縁シート 60 と、封止部材 70 とを有している。

【0014】

ヒートスプレッド 10 は、第 1 面 10 a と、第 2 面 10 b とを有している。第 1 面 10 a 及び第 2 面 10 b は、ヒートスプレッド 10 の厚さ方向における端面である。第 2 面 10 b は、第 1 面 10 a の反対面である。ヒートスプレッド 10 は、例えば、銅板である。ヒートスプレッド 10 は、例えばプレス成形法で形成される。ヒートスプレッド 10 の表面には、ディンプル形状等の凹凸が形成されていてもよい。これにより、封止部材 70 との密着性が改善され、半導体装置 100A の動作時の発熱に伴う熱応力による封止部材 70 のヒートスプレッド 10 からの剥離が抑制される。

【0015】

半導体素子 20 は、第 3 面 20 a と、第 4 面 20 b とを有している。第 3 面 20 a 及び第 4 面 20 b は、半導体素子 20 の厚さ方向における端面である。第 4 面 20 b は、第 3 面 20 a の反対面である。半導体素子 20 は、例えば、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。半導体素子 20 は、第 3 面 20 a に第 1 電極及び第 2 電極を有しており、第 4 面 20 b に第 3 電極を有している。半導体素子 20 が I G B T である場合、第 1 電極及び第 2 電極はそれぞれエミッタ電極及びゲート電極であり、第 3 電極はコレクタ電極である。第 1 電極、第 2 電極及び第 3 電極は、例えば、アルミニウム又はシリコンを含有するアルミニウム合金で形成されている。半導体素子 20 は、半導体基板を用いて形成されている。半導体基板は、シリコン、炭化シリコン、窒化ガリウム又はダイヤモンド等の半導体材料で形成されている。半導体素子 20 は、例えば、直流電力を交流電力に変換するインバータ部に用いられる。

【0016】

半導体素子 20 は、ヒートスプレッド 10 上に配置されている。より具体的には、半導体素子 20 は、第 4 面 20 b が第 1 面 10 a と対向するように配置されている。第 4 面 20 b は、接合材 80 により、第 1 面 10 a に電氣的に接続されている。これにより、半導体素子 20 の第 3 電極が、ヒートスプレッド 10 に電氣的に接続されている。接合材 80 は、例えば、はんだ合金、焼結銀粒子で形成されている。

【0017】

リードフレーム 30 は、リード部 31 と、リード部 32 と、複数のリード部 33 とを有している。リードフレーム 30 は、例えば銅板をプレス成形することで形成されている。図示されていないが、リードフレーム 30 の表面には、ディンプル形状等の凹凸が形成されていてもよい。これにより、封止部材 70 との密着性が改善され、半導体装置 100A の動作時の発熱に伴う熱応力による封止部材 70 のリードフレーム 30 からの剥離が抑制される。リードフレーム 30 の厚さは、ヒートスプレッド 10 の厚さよりも小さいことが好ましい。

【0018】

リード部 31 は、半導体素子 20 に電氣的に接続されている。より具体的には、リード部 31 は、接合材 81 により、半導体素子 20 の第 1 電極に電氣的に接続されている。接合材 81 は、例えば、はんだ合金、焼結銀粒子で形成されている。リード部 32 は、ヒートスプレッド 10 に電氣的に接続されている。より具体的には、リード部 32 は、接合材 82 (図示せず) により、第 1 面 10 a に電氣的に接続されている。接合材 82 は、例えば、はんだ合金、焼結銀粒子で形成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

リード部 3 3 は、半導体素子 2 0 に電氣的に接続されている。より具体的には、リード部 3 3 は、ワイヤ 8 3 を用いたワイヤボンディングにより、半導体素子 2 0 の第 2 電極に電氣的に接続されている。ワイヤ 8 3 は、例えば、銅、鉄、ニッケル、コバルト、アルミニウム又はこれらの合金で形成されている。

## 【 0 0 2 0 】

冷却器 4 0 の内部には、流路 4 1 が設けられている。流路 4 1 には、冷媒が流れる。冷媒は、例えば水であるが、これに限られるものではない。冷却器 4 0 の内部には、冷却効率を高めるため、フィン 4 2 が設けられている。フィン 4 2 に代えて、冷却器 4 0 の内部にピンが設けられていてもよい。冷却器 4 0 は、例えば、アルミニウム、銅等で形成されている。

10

## 【 0 0 2 1 】

冷却器 4 0 は、本体部 4 3 と、接続部 4 4 と、接続部 4 5 とを有している。本体部 4 3 は、第 3 面 2 0 a と間隔を空けて対向するように配置されている。平面視において、冷媒は、本体部 4 3 にある流路 4 1 の内部を、第 1 方向 D R 1 に沿って流れる。なお、平面視とは、半導体装置 1 0 0 A を第 3 面 2 0 a に直交する方向から見た場合をいう。

## 【 0 0 2 2 】

接続部 4 4 は、第 1 方向 D R 1 における本体部 4 3 の一方端に接続されている。接続部 4 5 は、第 1 方向 D R 1 における本体部 4 3 の他方端に接続されている。接続部 4 4 及び接続部 4 5 は、平面視において、第 1 方向 D R 1 に沿って延在している。接続部 4 4 及び接続部 4 5 には、例えば、ホースが接続される。例えば接続部 4 4 に接続されているホースからは、冷媒が供給される。この冷媒は、接続部 4 4 にある流路 4 1 を通って、本体部 4 3 にある流路 4 1 を流れる、本体部 4 3 にある流路 4 1 を流れた冷媒は、接続部 4 5 にある流路 4 1 を通って、ホースから排出される。

20

## 【 0 0 2 3 】

平面視において、冷却器 4 0 の投影面積は、ヒートスプレッド 1 0 の投影面積以下である。第 1 方向 D R 1 に直交する断面視において、冷却器 4 0 ( 本体部 4 3 ) の幅は、ヒートスプレッド 1 0 の幅以下であることが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

絶縁層 5 0 は、第 3 面 2 0 a と冷却器 4 0 との間に介在されている。より具体的には、絶縁層 5 0 は、リードフレーム 3 0 ( リード部 3 1 ) が接続されている第 3 面 2 0 a と冷却器 4 0 との間に介在されている。絶縁層 5 0 により、冷却器 4 0 と半導体素子 2 0 ( リードフレーム 3 0 ) とが電氣的に絶縁されている。絶縁層 5 0 は、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂で形成されている。この熱硬化性樹脂は、フィラーを含有していてもよい。このフィラーは、例えば、シリカ、アルミナ、窒化ホウ素等で形成されている。

30

## 【 0 0 2 5 】

絶縁シート 6 0 は、第 5 面 6 0 a と、第 6 面 6 0 b とを有している。第 5 面 6 0 a 及び第 6 面 6 0 b は、絶縁シート 6 0 の厚さ方向における端面である。第 6 面 6 0 b は、第 5 面 6 0 a の反対面である。絶縁シート 6 0 は、金属層 6 1 と絶縁層 6 2 とを有している。金属層 6 1 及び絶縁層 6 2 は、重ね合わされている。第 5 面 6 0 a は絶縁層 6 2 で構成されており、第 6 面 6 0 b は金属層 6 1 で構成されている。金属層 6 1 は、例えば銅箔、銅板、アルミ板等である。絶縁層 6 2 は、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂で形成されている。この熱硬化性樹脂は、フィラーを含有していてもよい。このフィラーは、例えば、シリカ、アルミナ、窒化ホウ素等で形成されている。ヒートスプレッド 1 0 は、第 2 面 1 0 b が第 5 面 6 0 a と対向するように絶縁シート 6 0 上に配置されている。

40

## 【 0 0 2 6 】

封止部材 7 0 は、ヒートスプレッド 1 0 、半導体素子 2 0 、リードフレーム 3 0 、冷却器 4 0 、絶縁層 5 0 及び絶縁シート 6 0 を封止している。封止部材 7 0 からは、金属層 6 1 が露出している。平面視において、封止部材 7 0 の外周縁からは、リード部 3 1 、リード部 3 2 及びリード部 3 3 が第 2 方向 D R 2 に沿って突出している。第 2 方向 D R 2 は、

50

平面視において第 1 方向 D R 1 に直交する方向である。また、平面視において、封止部材 7 0 の外周縁からは、接続部 4 4 及び接続部 4 5 が、第 1 方向 D R 1 に沿って突出している。平面視において封止部材 7 0 の外周縁から突出しているリード部 3 1、リード部 3 2 及びリード部 3 3 のいずれもが、平面視において封止部材 7 0 の外周縁から突出している接続部 4 4 及び接続部 4 5 のいずれとも重なっていない。

#### 【 0 0 2 7 】

封止部材 7 0 は、例えば、熱硬化性樹脂で形成されている。この熱硬化性樹脂は、例えばエポキシ樹脂、フェノール樹脂等である。封止部材 7 0 は、例えば、トランスファー成形又はコンプレッション成形等により形成される。封止部材 7 0 は、封止している各部材間の電氣的な絶縁性を確保するとともに、半導体装置 1 0 0 A のケースとして機能する。

10

#### 【 0 0 2 8 】

##### < 変形例 >

上記の例では、半導体素子 2 0 の例として I G B T を挙げたが、半導体素子 2 0 は、バイポーラトランジスタ、M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、G T O (Gate Turn-Off thyristor) であってもよい。また、半導体素子 2 0 は、ダイオードであってもよい。なお、半導体素子 2 0 がダイオードである場合、半導体素子 2 0 は、例えば、交流電力を直流電力に変換するコンバータ部に用いられる。

#### 【 0 0 2 9 】

図 3 は、変形例に係る半導体装置 1 0 0 A の平面図である。図 3 中では、冷却器 4 0 が点線で示されている。図 3 に示されるように、半導体装置 1 0 0 A は、複数の半導体装置 1 0 0 A を有していてもよい。この場合、リード部 3 1 は、複数の半導体素子 2 0 の各々の第 1 電極に電氣的に接続されている。

20

#### 【 0 0 3 0 】

##### ( 半導体装置 1 0 0 A の製造方法 )

以下に、半導体装置 1 0 0 A の製造方法を説明する。

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 は、半導体装置 1 0 0 A の製造工程図である。図 4 に示されるように、半導体装置 1 0 0 A の製造方法は、準備工程 S 1 と、封止工程 S 2 とを有している。

#### 【 0 0 3 2 】

準備工程 S 1 では、ヒートスプレッド 1 0、半導体素子 2 0、リードフレーム 3 0、冷却器 4 0、絶縁層 5 0 及び絶縁シート 6 0 が準備される。準備工程 S 1 の段階で、半導体素子 2 0 は接合材 8 0 でヒートスプレッド 1 0 に接続されており、リード部 3 1 が接合材 8 1 で半導体素子 2 0 に接続されており、リード部 3 2 が接合材 8 2 でヒートスプレッド 1 0 に接続されており、リード部 3 3 がワイヤ 8 3 で半導体素子 2 0 に接続されている。準備工程 S 1 の段階で、第 3 面 2 0 a と冷却器 4 0 との間には絶縁層 5 0 が介在されており、絶縁シート 6 0 ( 絶縁層 6 2 ) が第 2 面 1 0 b に貼り付けられている。

30

#### 【 0 0 3 3 】

封止工程 S 2 は、準備工程 S 1 の後に行われる。封止工程 S 2 では、第 1 に、準備工程 S 1 において準備されたヒートスプレッド 1 0、半導体素子 2 0、リードフレーム 3 0、冷却器 4 0、絶縁層 5 0 及び絶縁シート 6 0 が、金型の内部に配置される。この際、上金型は、封止工程 S 2 の後に封止部材 7 0 から突出するリード部 3 1、リード部 3 2、リード部 3 3、接続部 4 4 及び接続部 4 5 の部分を押さえている。第 2 に、上金型と下金型との間の空間に、未硬化の封止部材 7 0 が注入される。なお、封止部材 7 0 を注入する際の圧力により、絶縁層 5 0 が半導体素子 2 0 及び冷却器 4 0 に密着するとともに、絶縁層 6 2 が金属層 6 1 及びヒートスプレッド 1 0 に密着する。

40

#### 【 0 0 3 4 】

第 3 に、封止部材 7 0 に対する加熱が行われる。これにより、封止部材 7 0 が硬化される。また、この加熱により絶縁層 5 0 及び絶縁層 6 2 も硬化し、半導体素子 2 0 及び冷却器 4 0 が絶縁層 5 0 で接着されるとともに、金属層 6 1 及びヒートスプレッド 1 0 が絶縁層 6 2 で接着される。以上により、図 1 及び図 2 に示される構造の半導体装置 1 0 0 A が

50

製造されることになる。

【 0 0 3 5 】

( 半導体装置 1 0 0 A の効果 )

以下に、半導体装置 1 0 0 A の効果を説明する。

【 0 0 3 6 】

半導体装置 1 0 0 A では、平面視において冷却器 4 0 の投影面積がヒートスプレッド 1 0 の投影面積以下になっているため、小型化が可能である。なお、第 1 方向 D R 1 における冷却器 4 0 ( 本体部 4 3 ) の幅がヒートスプレッド 1 0 の幅以下である場合、さらなる小型化が可能である。

【 0 0 3 7 】

また、半導体装置 1 0 0 A では、冷却器 4 0 が、半導体素子 2 0 において発生した熱を拡散させることなく半導体素子 2 0 を冷却する。そして、冷却器 4 0 と半導体素子 2 0 との間にはリードフレーム 3 0 ( リード部 3 1 ) 及び絶縁層 5 0 が存在するが、これらの部材は半導体素子 2 0 において発生した熱を拡散させるためのものではないため、平面視において冷却器 4 0 の投影面積をヒートスプレッド 1 0 の投影面積以下としても、冷却能力は低下しにくい。このように、半導体装置 1 0 0 A によると、高い冷却能力及び小型化の両立が可能である。

【 0 0 3 8 】

平面視において封止部材 7 0 の外周縁から突出しているリード部 3 1、リード部 3 2 及びリード部 3 3 のいずれもが平面視において封止部材 7 0 の外周縁から突出している接続部 4 4 及び接続部 4 5 のいずれとも重なっていない場合、封止工程 S 2 において上金型及び下金型のみで未硬化の封止部材 7 0 が流出することを抑制可能である。特に、封止部材 7 0 の外周縁から突出しているリード部 3 1、リード部 3 2 及びリード部 3 3 の延在方向が封止部材 7 0 の外周縁から突出している接続部 4 4 及び接続部 4 5 の延在方向が直交している場合、上金型及び下金型の形状を簡略化することが可能であり、型抜き時の半導体装置 1 0 0 A や金型の破損・欠けを抑制可能である。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 に係る半導体装置を説明する。実施の形態 2 に係る半導体装置を、半導体装置 1 0 0 B とする。ここでは、半導体装置 1 0 0 A と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さないものとする。

【 0 0 4 0 】

( 半導体装置 1 0 0 B の構成 )

以下に、半導体装置 1 0 0 B の構成を説明する。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、半導体装置 1 0 0 B の断面図である。図 5 には、図 1 中の I I - I I に対応する位置における半導体装置 1 0 0 B の断面が示されている。図 5 に示されているように、半導体装置 1 0 0 B は、ヒートスプレッド 1 0 と、半導体素子 2 0 と、リードフレーム 3 0 と、冷却器 4 0 と、絶縁層 5 0 と、絶縁シート 6 0 と、封止部材 7 0 とを有している。半導体装置 1 0 0 B は、接合材 8 0、接合材 8 1 及び接合材 8 2 ( 図示せず ) と、ワイヤ 8 3 とをさらに有している。これらの点に関して、半導体装置 1 0 0 B の構成は、半導体装置 1 0 0 A の構成と共通している。

【 0 0 4 2 】

半導体装置 1 0 0 B では、封止部材 7 0 が第 3 面 2 0 a と冷却器 4 0 との間 ( リード部 3 1 と冷却器 4 0 との間 ) に充填されており、第 3 面 2 0 a と冷却器 4 0 との間に充填されている封止部材 7 0 の部分が絶縁層 5 0 として機能している。この点に関して、半導体装置 1 0 0 B の構成は、半導体装置 1 0 0 A の構成と異なっている。

【 0 0 4 3 】

( 半導体装置 1 0 0 B の製造方法 )

以下に、半導体装置 1 0 0 B の製造方法を説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

半導体装置 1 0 0 B の製造方法は、準備工程 S 1 と、封止工程 S 2 とを有している。この点に関して、半導体装置 1 0 0 B の製造方法は、半導体装置 1 0 0 A の製造方法と共通している。

## 【 0 0 4 5 】

半導体装置 1 0 0 B の製造方法では、準備工程 S 1 において、半導体素子 2 0 と冷却器 4 0 との間に、絶縁層 5 0 が介在されていない。また、半導体装置 1 0 0 B の製造方法では、ヒートスプレッド 1 0、半導体素子 2 0、リードフレーム 3 0、冷却器 4 0 及び絶縁シート 6 0 が金型の内部に配置される際、半導体素子 2 0 と冷却器 4 0 との間に空間が空いている。この空間に金型の内部に注入された封止部材 7 0 が流れ込むことになる。これらの点に関して、半導体装置 1 0 0 B の製造方法は、半導体装置 1 0 0 A の製造方法と異なっている。

10

## 【 0 0 4 6 】

(半導体装置 1 0 0 B の効果)

以下に、半導体装置 1 0 0 B の効果を説明する。

## 【 0 0 4 7 】

半導体装置 1 0 0 B では、封止部材 7 0 の一部を絶縁層 5 0 として機能させることができるため、封止部材 7 0 とは別に絶縁層 5 0 を設けることが不要となり、使用される部材の数を減らすことができる。

## 【 0 0 4 8 】

封止部材 7 0 とは別の絶縁層 5 0 を設ける場合、封止工程 S 2 において適切なタイミングで絶縁層 5 0 を硬化させないと、半導体素子 2 0 と冷却器 4 0 との間の密着性が不十分となることがある。半導体装置 1 0 0 B では、封止部材 7 0 の一部が絶縁層 5 0 として機能するため、絶縁層 5 0 が適切なタイミングで硬化されないことによる半導体素子 2 0 と冷却器 4 0 との間の密着性の低下を抑制可能である。

20

## 【 0 0 4 9 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 に係る半導体装置を説明する。実施の形態 3 に係る半導体装置を、半導体装置 1 0 0 C とする。ここでは、半導体装置 1 0 0 A と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さないものとする。

30

## 【 0 0 5 0 】

図 6 は、半導体装置 1 0 0 C の断面図である。図 6 には、図 1 中の I I - I I に対応する位置における半導体装置 1 0 0 C の断面が示されている。図 6 に示されているように、半導体装置 1 0 0 B は、ヒートスプレッド 1 0 と、半導体素子 2 0 と、リードフレーム 3 0 と、冷却器 4 0 と、絶縁層 5 0 と、封止部材 7 0 とを有している。半導体装置 1 0 0 C は、接合材 8 0、接合材 8 1 及び接合材 8 2 ( 図示せず ) と、ワイヤ 8 3 とをさらに有している。これらの点に関して、半導体装置 1 0 0 C の構成は、半導体装置 1 0 0 A の構成と共通している。

## 【 0 0 5 1 】

半導体装置 1 0 0 C は、絶縁シート 6 0 に代えて絶縁基板 6 3 を有している。絶縁基板 6 3 は、絶縁基材 6 4 と、導電層 6 5 と、導電層 6 6 とを有している。絶縁基材 6 4 は、第 7 面 6 4 a と第 8 面 6 4 b とを有している。第 7 面 6 4 a 及び第 8 面 6 4 b は、絶縁基材 6 4 の厚さ方向における端面である。第 8 面 6 4 b は、第 7 面 6 4 a の反対面である。絶縁基材 6 4 は、例えば、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化シリコン等のセラミック材料で形成されている。絶縁基材 6 4 の厚さは、必要な絶縁耐圧を確保する観点から適宜選択される。

40

## 【 0 0 5 2 】

導電層 6 5 は、第 7 面 6 4 a 上に配置されている。導電層 6 6 は、第 8 面 6 4 b 上に配置されている。導電層 6 5 及び導電層 6 6 は、例えば銅、アルミニウム等で形成されている。半導体装置 1 0 0 C では、半導体素子 2 0 が、第 4 面 2 0 b が導電層 6 5 と対向する

50

ように配置されている。半導体装置 100C では、第 4 面 20b 及び導電層 65 が接合材 80 により電氣的に接続されており、導電層 65 及びリード部 32 が接合材 82 により電氣的に接続されている。すなわち、半導体装置 100C では、導電層 65 が、ヒートスプレッタ 10 として機能している。導電層 65 の厚さ及び導電層 66 の厚さは、冷却能力を確保する観点から適宜選択される。絶縁基板 63 の反りを抑制する観点から、導電層 65 の厚さ及び導電層 66 の厚さは、等しいことが好ましい。

#### 【0053】

半導体装置 100C でも、半導体装置 100A と同様に平面視において冷却器 40 の投影面積がヒートスプレッタ 10 の投影面積以下になっているため、高い冷却能力及び小型化の両立が可能である。

#### 【0054】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 に係る半導体装置を説明する。実施の形態 4 に係る半導体装置を、半導体装置 100D とする。ここでは、半導体装置 100A と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さないものとする。

#### 【0055】

(半導体装置 100D の構成)

以下に、半導体装置 100D の構成を説明する。

#### 【0056】

図 7 は、半導体装置 100D の平面図である。図 7 に示されるように、半導体装置 100D は、ヒートスプレッタ 10 と、半導体素子 20 と、リードフレーム 30 と、冷却器 40 と、絶縁層 50 と、絶縁シート 60 と、封止部材 70 とを有している。半導体装置 100D は、接合材 80 と、接合材 81 と、接合材 82 (図示せず) とをさらに有している。これらの点に関して、半導体装置 100D の構成は、半導体装置 100A の構成と共通している。

#### 【0057】

半導体装置 100D は、複数の半導体素子 20 を有している。より具体的には、半導体装置 100D は、半導体素子 20A 及び半導体素子 20B を有している。半導体素子 20A 及び半導体素子 20B は、平面視において、第 2 方向 DR2 に沿って並んでいる。半導体装置 100D では、リード部 31 が、半導体素子 20A の第 3 面 20a 及び半導体素子 20B の第 3 面 20a に接合材 81 により電氣的に接続されている。半導体装置 100D では、冷却器 40 が、本体部 46a 及び本体部 46b と、接続部 47a、接続部 47b 及び接続部 47c とを有している。

#### 【0058】

本体部 46a 及び本体部 46b は、それぞれ絶縁層 50 を介在させて半導体素子 20A の第 3 面 20a 及び半導体素子 20B の第 3 面 20a と対向するように配置されている。接続部 47a は、第 1 方向 DR1 における本体部 46a の一方端に接続されている。接続部 47b は、第 1 方向 DR1 における本体部 46b の一方端に接続されている。接続部 47a 及び接続部 47b は、第 1 方向 DR1 に沿って、平面視における封止部材 70 の外周縁の 1 辺のみから突出している。接続部 47c は、第 1 方向 DR1 における本体部 46a の他方端及び第 1 方向 DR1 における本体部 46b の他方端を接続している。接続部 47c は、封止部材 70 から露出していない。これらの点に関して、半導体装置 100D の構成は、半導体装置 100A の構成と異なっている。

#### 【0059】

(半導体装置 100D の効果)

以下に、半導体装置 100D の効果を説明する。

#### 【0060】

半導体装置 100D では、半導体素子 20 が偏った位置にある場合でも、高い冷却能力及び小型化の両立が可能である。また、半導体装置 100D では、接続部 47a 及び接続部 47b が平面視における封止部材 70 の外周縁の 1 辺のみから突出しているため、半導

10

20

30

40

50

体装置 100D が設置される装置のケースにおいて半導体装置 100D の周囲に障害物がある場合でも、半導体装置 100D を当該障害物に近接配置でき、半導体装置 100D が設置される装置を小型化することが可能である。

#### 【0061】

実施の形態 5 .

実施の形態 5 に係る半導体装置を説明する。実施の形態 5 に係る半導体装置を、半導体装置 100E とする。ここでは、半導体装置 100D と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さないものとする。

#### 【0062】

(半導体装置 100E の構成)

以下に、半導体装置 100E の構成を説明する。

#### 【0063】

図 8 は、半導体装置 100E の平面図である。図 8 に示されるように、半導体装置 100E は、ヒートスプレッド 10 と、複数の半導体素子 20 (半導体素子 20A 及び半導体素子 20B) と、リードフレーム 30 と、冷却器 40 と、絶縁層 50 と、絶縁シート 60 と、封止部材 70 とを有している。半導体装置 100E は、さらに、接合材 80 と、接合材 81 と、接合材 82 (図示せず) とを有している。これらの点に関して、半導体装置 100E の構成は、半導体装置 100D の構成と共通している。

#### 【0064】

半導体装置 100E では、冷却器 40 が、接続部 47d をさらに有している。接続部 47d は、接続部 47c に接続されている。接続部 47d は、平面視における封止部材 70 の外周縁から、第 1 方向 DR1 に沿って突出している。接続部 47d が突出している封止部材 70 の外周縁の辺は、接続部 47a 及び接続部 47b が突出している封止部材 70 の外周縁の辺とは第 1 方向 DR1 において反対側にある。すなわち、半導体装置 100E では、平面視における封止部材 70 の外周縁から突出している冷却器 40 の接続部の数が、3 つである。

#### 【0065】

冷媒は、例えば、接続部 47d に接続されているホースから供給され、接続部 47d にある流路 41 と接続部 47c にある流路 41 との接続部において分岐される。分岐された冷媒の一方は、接続部 47c にある流路 41、本体部 46a にある流路 41 及び接続部 47a にある流路を流れ、接続部 47a に接続されているホースから排出される。また、分岐された冷媒の他方は、接続部 47c にある流路 41、本体部 46b にある流路 41 及び接続部 47b にある流路を流れ、接続部 47a に接続されているホースから排出される。これらの点に関して、半導体装置 100E の構成は、半導体装置 100D の構成と異なっている。

#### 【0066】

<変形例>

図 9 は、変形例に係る半導体装置 100E の平面図である。図 9 に示されるように、半導体装置 100E では、冷却器 40 が、接続部 47d に代えて、接続部 47e 及び接続部 47f を有していてもよい。接続部 47e 及び接続部 47f は、第 1 方向 DR1 における本体部 46a の他方端及び第 1 方向 DR1 における本体部 46b の他方端にそれぞれ接続されている。接続部 47e 及び接続部 47f は、平面視における封止部材 70 の外周縁から、第 1 方向 DR1 に沿って突出している。

#### 【0067】

接続部 47e 及び接続部 47f が突出している封止部材 70 の外周縁の辺は、接続部 47a 及び接続部 47b が突出している封止部材 70 の外周縁の辺とは第 1 方向 DR1 において反対側にある。すなわち、半導体装置 100E では、平面視における封止部材 70 の外周縁から突出している冷却器 40 の接続部の数が、3 つ以上であってもよい。

#### 【0068】

冷却器 40 が接続部 47e 及び接続部 47f を有している場合、冷媒は、接続部 47e

10

20

30

40

50

に接続されているホースから供給され、接続部 47e にある流路 41、本体部 46a にある流路 41 及び接続部 47a にある流路 41 を流れて、接続部 47a に接続されているホースから排出される。冷媒は、接続部 47f に接続されているホースから供給され、接続部 47f にある流路 41、本体部 46b にある流路 41 及び接続部 47b にある流路 41 を流れて、接続部 47b に接続されているホースから排出される。このように、半導体装置 100D では、冷却器 40 が複数の独立した流路 41 を有していてもよい。

**【0069】**

(半導体装置 100E の効果)

以下に、半導体装置 100E の効果を説明する。

**【0070】**

半導体装置 100E では、冷却器 40 の流路 41 を途中で分岐されたり、冷却器 40 に複数の独立した流路 41 を設けたりすることが可能となる。そのため、半導体装置 100E では、小型化を可能としつつ、冷却能力をさらに高めることが可能となる。

**【0071】**

実施の形態 6 .

本実施の形態は、上述した実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 に係る半導体装置を電力変換装置に適用したものである。本開示は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下においては、実施の形態 6 として、三相のインバータに本開示を適用した場合について説明する。実施の形態 6 に係る電力変換システムを、電力変換システム 200 とする。

**【0072】**

図 10 は、電力変換システム 200 の構成を示すブロック図である。図 10 に示されるように、電力変換システムは、電源 300、電力変換装置 400、負荷 500 から構成されている。電源 300 は、直流電源であり、電力変換装置 400 に直流電力を供給する。電源 300 は種々のもので構成することが可能であり、例えば、直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができるし、交流系統に接続された整流回路や AC / DC コンバータで構成することとしてもよい。また、電源 300 を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換する DC / DC コンバータによって構成することとしてもよい。

**【0073】**

電力変換装置 400 は、電源 300 と負荷 500 の間に接続された三相のインバータであり、電源 300 から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷 500 に交流電力を供給する。電力変換装置 400 は、図 10 に示されるように、直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路 401 と、主変換回路 401 を制御する制御信号を主変換回路 401 に出力する制御回路 403 とを備えている。

**【0074】**

負荷 500 は、電力変換装置 400 から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷 500 は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車、鉄道車両、エレベーター若しくは空調機器向けの電動機として用いられる。

**【0075】**

以下、電力変換装置 400 の詳細を説明する。主変換回路 401 は、スイッチング素子と還流ダイオードを備えており（図示せず）、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源 300 から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷 500 に供給する。主変換回路 401 の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態に係る主変換回路 401 は、2 レベルの三相フルブリッジ回路であり、6 つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された 6 つの還流ダイオードから構成することができる。主変換回路 401 の各スイッチング素子及び各還流ダイオードの少なくともいずれかは、上述した実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 のいずれかに係る半導体装置に相当する半導体モジュール 402 が有するスイッチング素子又は還流ダイオードである。6 つのスイッチング素子は 2 つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（U 相、V 相、W 相）を構成する。そして、各上下アーム

10

20

30

40

50

の出力端子、すなわち主変換回路 4 0 1 の 3 つの出力端子は、負荷 5 0 0 に接続される。

【 0 0 7 6 】

主変換回路 4 0 1 は、各スイッチング素子を駆動する駆動回路（図示なし）を備えているが、駆動回路は半導体モジュール 4 0 2 に内蔵されていてもよいし、半導体モジュール 4 0 2 とは別に駆動回路を備える構成であってもよい。駆動回路は、主変換回路 4 0 1 のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路 4 0 1 のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路 4 0 3 からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

10

【 0 0 7 7 】

制御回路 4 0 3 は、負荷 5 0 0 に所望の電力が供給されるよう主変換回路 4 0 1 のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷 5 0 0 に供給すべき電力に基づいて主変換回路 4 0 1 の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調する P W M 制御により主変換回路 4 0 1 を制御することができる。そして、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、主変換回路 4 0 1 が備える駆動回路に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号又はオフ信号を駆動信号として出力する。

20

【 0 0 7 8 】

電力変換装置 4 0 0 では、主変換回路 4 0 1 を構成する半導体モジュール 4 0 2 として上述した実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 に係る半導体装置を適用するため、半導体素子 2 0 の周囲における熱応力の発生を抑制しつつ、半導体素子 2 0 からの電流経路における電流密度の低減することが可能である。

【 0 0 7 9 】

本実施の形態では、2 レベルの三相インバータに本開示を適用する例を説明したが、本開示は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、2 レベルの電力変換装置としたが 3 レベルやマルチレベルの電力変換装置であっても構わないし、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに本開示を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合には D C / D C コンバータや A C / D C コンバータに本開示を適用することも可能である。

30

【 0 0 8 0 】

また、本開示を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、例えば、放電加工機やレーザー加工機、又は誘導加熱調理器や非接触給電システムの電源装置として用いることもでき、さらには太陽光発電システムや蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることも可能である。

【 0 0 8 1 】

今回開示された実施の形態は全ての点で例示であり、制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の基本的な範囲は上記の実施の形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

1 0 ヒートスプレッダ、1 0 a 第 1 面、1 0 b 第 2 面、2 0 , 2 0 A , 2 0 B 半導体素子、2 0 a 第 3 面、2 0 b 第 4 面、3 0 リードフレーム、3 1 , 3 2 , 3 3 リード部、4 0 冷却器、4 1 流路、4 2 フィン、4 3 本体部、4 4 , 4 5 接続部、4 6 a , 4 6 b 本体部、4 7 a , 4 7 b , 4 7 c , 4 7 d , 4 7 e , 4 7 f 接続部、5 0 絶縁層、6 0 絶縁シート、6 0 a 第 5 面、6 0 b 第 6 面、6 1 金属層、6 2

50

絶縁層、63 絶縁基板、64 絶縁基材、64a 第7面、64b 第8面、65、66 導電層、70 封止部材、80、81、82 接合材、83 ワイヤ、100A、100B、100C、100D、100E 半導体装置、200 電力変換システム、300 電源、400 電力変換装置、401 主変換回路、402 半導体モジュール、403 制御回路、500 負荷、DR1 第1方向、DR2 第2方向、S1 準備工程、S2 封止工程。

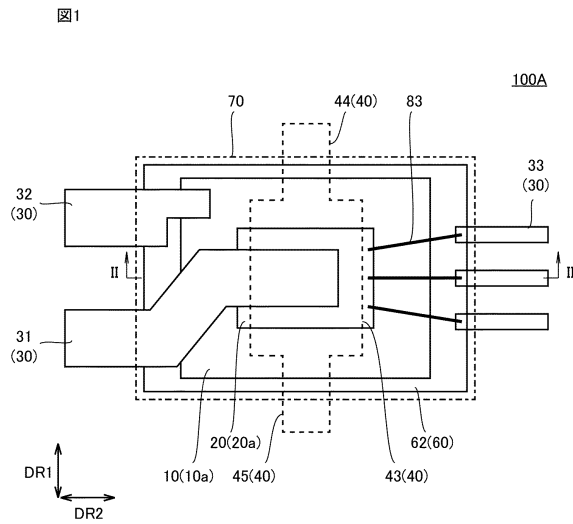
【要約】

半導体装置(100A、100B、100C、100D、100E)は、ヒートスプレッド(10)と、半導体素子(20)と、冷却器(40)と、絶縁層(50)と、封止部材(70)とを備える。ヒートスプレッドは、第1面(10a)と、第1面の反対面である第2面(10b)とを有する。半導体素子は、第3面(20a)と第3面の反対面である第4面(20b)とを有し、かつ第4面が第1面と対向するように配置されている。冷却器は、絶縁層を介して第1面と対向するように配置されている。冷却器の内部には、冷媒が流れる流路(41)が設けられている。封止部材は、ヒートスプレッド、半導体素子及び冷却器を封止している。平面視において、冷却器の投影面積は、ヒートスプレッドの投影面積以下である。

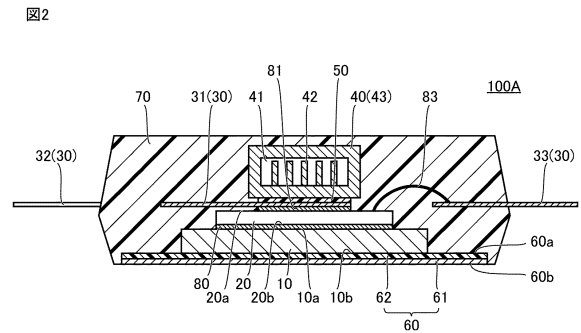
10

【図面】

【図1】



【図2】



20

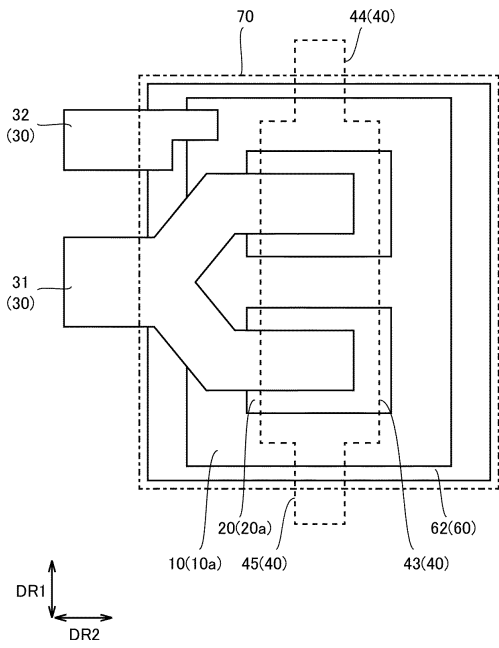
30

40

50

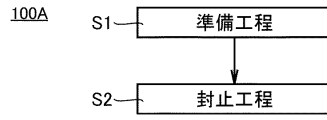
【 図 3 】

図3



【 図 4 】

図4

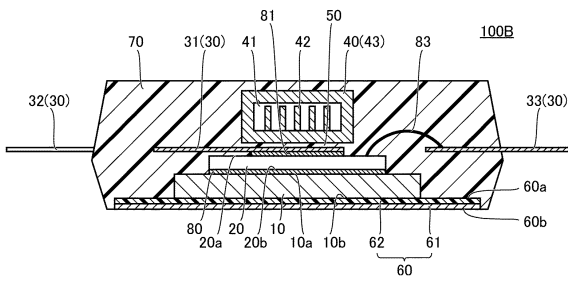


10

20

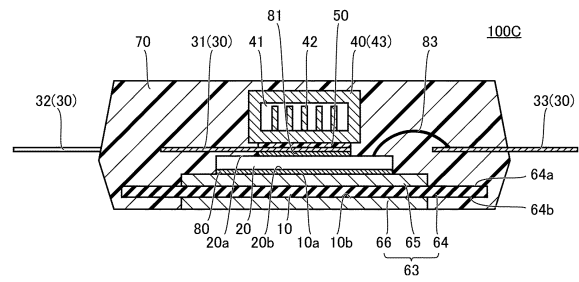
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6



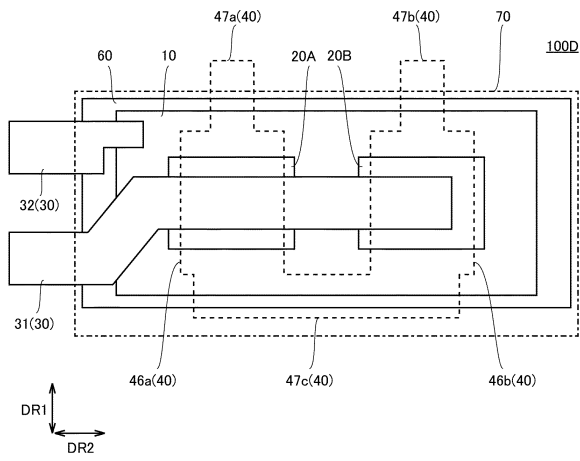
30

40

50

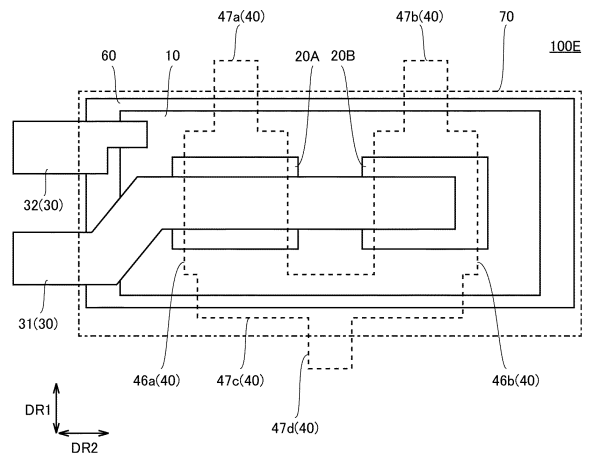
【 7 】

图7



【 8 】

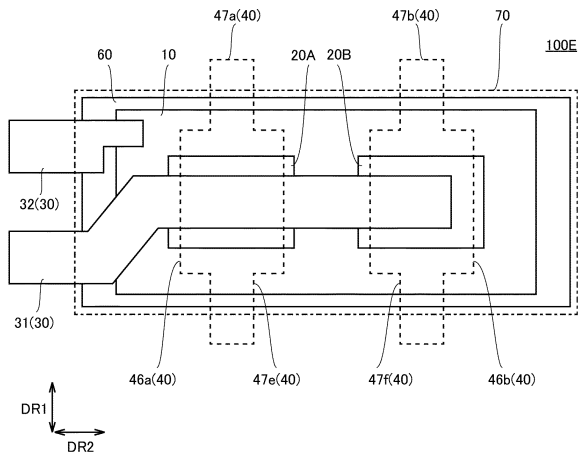
图8



10

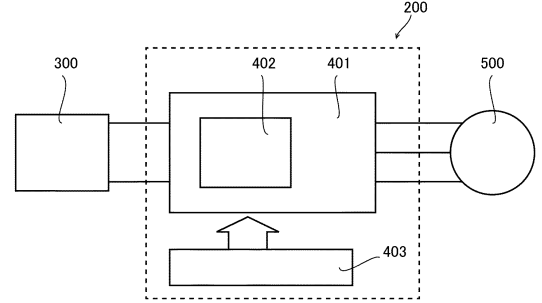
【 9 】

图9



【 10 】

图10



20

30

40

50

## フロントページの続き

- 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  
(72)発明者 原田 耕三  
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  
(72)発明者 山本 圭  
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 河合 俊英  
(56)参考文献 特開2012-164697(JP,A)  
特開平02-202043(JP,A)  
特開平04-027147(JP,A)  
特開2020-053611(JP,A)  
特開2012-079950(JP,A)  
特開平04-254359(JP,A)  
米国特許出願公開第2006/0038284(US,A1)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 23/29  
H01L 23/473  
H05K 7/20