(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/132709 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/34 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054908

(22) 国際出願日: 2012 年 2 月 28 日(28.02.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-072387 2011 年 3 月 29 日(29.03.2011) JP
特願 2011-072389 2011 年 3 月 29 日(29.03.2011) JP
特願 2011-072395 2011 年 3 月 29 日(29.03.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笹川 将 (SASAGAWA, Masashi) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

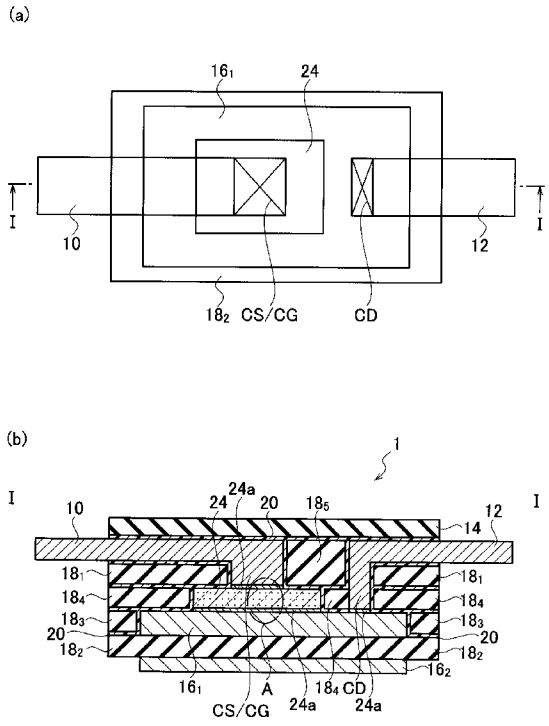
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: POWER MODULE SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称 : パワーモジュール半導体装置

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a power module semiconductor device having excellent heat release properties. The power module semiconductor device comprises a first copper plate layer (16), a semiconductor device (24) which is arranged on the first copper plate layer (16), a first ceramic substrate (18) which is arranged on the semiconductor device (24), a first terminal electrode (10) which is connected to the surface of the semiconductor device (24) through a first opening that opens on the first ceramic substrate (18), and a second terminal electrode (12) which is connected to the first copper plate layer (16) through a second opening that opens on the first ceramic substrate (18). In the power module semiconductor device, heat is released through both the back surface and the front surface of the semiconductor device (24).

(57) 要約: 放熱特性に優れたパワーモジュール半導体装置を提供する。パワーモジュール半導体装置は、第１銅プレート層１６と、第１銅プレート層１６上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された第１セラミック基板１８と、第１セラミック基板１８に開口された第１開口部を介して半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０と、第１セラミック基板１８に開口された第２開口部を介して第１銅プレート層１６に接続された第２端子電極１２とを備え、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行う。

WO 2012/132709 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： パワーモジュール半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、パワーモジュール半導体装置に関し、特に、放熱特性を改善したパワーモジュール半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 現在多くの研究機関において、シリコンカーバイド（ＳｉＣ：Silicon Carbide）デバイスの研究開発が行われている。ＳｉＣデバイスの特徴として、低オン抵抗、高速スイッチングおよび高温動作などを挙げることができる。

[0003] 従来、半導体パワーモジュールの分野で使用されている絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ:Insulated Gate Bipolar Transistor）などのＳｉデバイスでは、動作可能な温度範囲が１５０℃程度までであるため、従来のＳｎ－Ａｇ系などの低融点半田を使用しても駆動することが可能であった。

[0004] しかしながら、ＳｉＣデバイスでは、理論的に、約４００℃まで動作可能であり、従来の低融点半田を使用する場合、ＳｉＣデバイスを高温で駆動すると、低融点半田による結合部が溶融し、電極間のショート、ＳｉＣデバイスとベースプレート間の剥離などを生じ、ＳｉＣデバイスの信頼性を損なうものとなっていた。

[0005] このため、ＳｉＣデバイスを高温で駆動することができず、ＳｉＣデバイスの特徴を最大限に生かすことができなかった。

[0006] ＳｉＣデバイスの相互接続方法および低熱抵抗パッケージについては、既に開示されている（例えば、特許文献１および特許文献２参照。）。特許文献１および特許文献２においては、ＳｉＣデバイスを収容するパッケージの形成方法が開示されており、ＳｉＣデバイスは、他の部品若しくは導電性表面に対して、ＴＬＰ接合技術を用いて結合されている。

[0007] また、半導体素子を裏面から冷却器を介して液体冷却する機器についても

開示されている（例えば、特許文献３参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第ＷＯ２００６／０７４１６５号

特許文献2：米国特許出願公開第ＵＳ２００６／０１５１８７１号明細書

特許文献3：特開２０１０－２４５３２９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の目的は、放熱特性に優れたパワーモジュール半導体装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するための本発明の一態様によれば、第１銅プレート層と、前記第１銅プレート層上に配置された半導体デバイスと、前記半導体デバイス上に配置された第１セラミック基板と、前記第１セラミック基板に開口された第１開口部を介して前記半導体デバイス表面に接続された第１端子電極と、前記第１セラミック基板に開口された第２開口部を介して前記第１銅プレート層に接続された第２端子電極とを備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うパワーモジュール半導体装置が提供される。

[0011] 本発明の別の態様によれば、半導体デバイスと、前記半導体デバイスの表面側に配置された第１ＤＢＣ基板と、前記半導体デバイスの裏面側に配置された第２ＤＢＣ基板と、前記第１ＤＢＣ基板に接続された第１端子電極と、前記第２ＤＢＣ基板に接続された第２端子電極とを備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うパワーモジュール半導体装置が提供される。

[0012] 本発明のさらに別の態様によれば、第１銅プレート層と、前記第１銅プレート層上に配置された半導体デバイスと、前記半導体デバイス上に配置された熱伝導性絶縁フィルムと、前記熱伝導性絶縁フィルムに開口された第１開

口部を介して前記半導体デバイス表面に接続された第１端子電極と、前記熱伝導性絶縁フィルムに開口された第２開口部を介して前記第１銅プレート層に接続された第２端子電極とを備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うパワーモジュール半導体装置が提供される。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、放熱特性に優れたパワーモジュール半導体装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]（ａ）第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成図、（ｂ）図１（ａ）のＩ－Ｉ線に沿う模式的断面構造図。

[図2]第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的分解組み立て図。

[図3]図１（ｂ）のＡ部分の拡大図。

[図4]第１の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図5]第１の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図6]第１の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図7]第１の実施の形態の変形例４に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図8]第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を搭載したパワーモジュール部とゲートドライブ部の配線接続を説明する模式的平面パターン構成図。

[図9]第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の近傍にゲートドライブ回路を搭載したパワーモジュール部を説明する模式的平面パターン構成図。

[図10]第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を用いて構成し

た３相インバータの模式的回路構成図。

[図11]第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用する半導体デバイスの例であって、ＳｉＣ・ＭＯＳＦＥＴの模式的断面構造図。

[図12]（ａ）第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図、（ｂ）図１２（ａ）に適用するＤＢＣ基板の模式的断面構造図。

[図13]第２の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図14]第２の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成図。

[図15]図１４のＩＩ－ＩＩ線に沿う模式的断面構造図。

[図16]第２の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図17]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成図。

[図18]図１７のＩＩＩ－ＩＩＩ線に沿う模式的断面構造図。

[図19]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的分解組み立て図。

[図20]第３の実施の形態の変形例に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図21]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を３相インバータに適用した例であって、熱伝導性絶縁フィルムの模式的平面パターン構成図。

[図22]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の半導体デバイス近傍の熱伝導性絶縁フィルムの模式的平面パターン構成図。

[図23]図２２のＩＶ－ＩＶ線に沿う模式的断面構造図。

[図24]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の半導体デバイスおよび第２端子電極近傍の熱伝導性絶縁フィルムの模式的平面パターン構

成図。

[図25]図２４のＶ－Ｖ線に沿う模式的断面構造図。

[図26]第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の半導体デバイス近傍の熱伝導性絶縁フィルムの別の模式的平面パターン構成図。

[図27]第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図28]図２７の応力緩和構造部分の拡大図。

[図29]第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、熱応力が加わった状態の模式的断面構造図。

[図30]第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を３相インバータに適用した例であって、応力緩和構造の配置パターンを説明する模式的平面パターン構成図。

[図31]図３０の半導体デバイス近傍の拡大図。

[図32]図３０において、熱応力が加わった状態の模式的平面パターン構成図。

[図33]第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、応力緩和構造部分の模式的断面構造であって、（ａ）三角構造例、（ｂ）矩形構造例、（ｃ）台形構造例、（ｄ）半円構造例、（ｅ）別の矩形構造例、（ｆ）別の半円構造例。

[図34]第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図35]第５の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置の模式的断面構造図。

[図36]第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成図。

[図37]図３６のＶＩ－ＶＩ線に沿う模式的断面構造図。

[図38]第５の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成図。

[図39]比較例に係るパワーモジュール半導体装置の柱状電極構造部分の模式的鳥瞰構造図。

[図40]比較例に係るパワーモジュール半導体装置の模式的鳥瞰構造図。

[図41]第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の模式的鳥瞰構造図。

[図42]第６の実施の形態の変形例に係るパワーモジュール半導体装置の模式的鳥瞰構造図。

[図43]第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置に適用する金属板の模式的平面パターン構成であって、（ａ）矩形スリットの例、（ｂ）長円形スリットの例、（ｃ）複数の円形パターンの例、（ｄ））別の矩形スリットの例。

[図44]第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用する金属板のスリット端部の模式的平面パターン構成であって、（ａ）矩形構造例、（ｂ）楔型構造例、（ｃ）鋭角三角構造例。

[図45]第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用するヒートスプレッダの鳥瞰構造であって、（ａ）半導体デバイスを搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例、（ｂ）図４５（ａ）上にＤＢＣ基板を配置した構造例、（ｃ）半導体デバイスおよび端子電極を搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例、（ｄ）放熱セラミック基板を搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例、（ｅ）半導体デバイスを搭載する部分およびネジ穴から遠い部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例。

[図46]第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、高周波駆動を説明する回路図。

[図47]第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、反射波を考慮した高周波駆動を説明する回路図。

[図48]第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、金属配線の表面・裏面を粗面化する構成例の説明図。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。

[0016] 又、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の実施の形態は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。この発明の実施の形態は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

[0017] [第１の実施の形態]

第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１～図３に示すように、第１銅プレート層１６$_1$と、第１銅プレート層１６$_1$上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された第１セラミック基板１８$_1$と、第１セラミック基板１８$_1$に開口された第１開口部２を介して半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０と、第１セラミック基板１８$_1$に開口された第２開口部３を介して第１銅プレート層１６$_1$に接続された第２端子電極１２とを備える。ここで、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0018] 図１～図３に示すように、例えば、第１端子電極１０は、第１開口部２を介して、半導体デバイス２４のソースコンタクトＣＳ／ゲートコンタクトＣＧに接続され、第２端子電極１２は、第２開口部３を介して、半導体デバイス２４のドレインコンタクトＣＤに接続される。

[0019] また、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、第１銅プレート層１６$_1$は、裏面に第２銅プレート層１６$_2$を有する第２セラミ

ック基板１８$_2$上に配置されていても良い。

[0020] また、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１に示すように、第２セラミック基板１８$_2$上に配置された第３セラミック基板１８$_3$と、第３セラミック基板１８$_3$上、第１セラミック基板１８$_1$との間に配置された第４セラミック基板１８$_4$と、第１セラミック基板１８$_1$上に配置された第５セラミック基板１８$_5$とを備えていても良い。ここで、第１～第５セラミック基板１８$_1$～１８$_5$は、積層面において互いに接着樹脂層２０で接着されている。ここで、接着樹脂層２０には、例えば、エポキシ系樹脂もしくはシリコーン系樹脂などを適用することができる。

[0021] また、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１に示すように、第１端子電極１０、第２端子電極１２、および第５セラミック基板１８$_5$上に配置された保護層１４を備えていても良い。ここで、保護層１４には、例えば、ＰＰＳ（ポリフェニルサルファイド）などを適用することができる。

[0022] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置は、図３に示すように、第１銅プレート層１６と半導体デバイス２４間には、銅合金または銅モリブデン電極層２５を備えていても良い。また、半導体デバイス２４と第１端子電極１０・銅合金または銅モリブデン電極層２５間は、半田層２４ａによって接続され、銅合金または銅モリブデン電極層２５と第１銅プレート層１６間は、半田層２５ａによって接続されている。このように、第１銅プレート層１６と半導体デバイス２４間に、銅合金または銅モリブデン電極層２５を配置することによって、半導体デバイス２４と第１銅プレート層１６との間の密着性を向上し、熱伝導性を良好にすることができる。２５は、銅合金またはモリブデン（Ｍｏ）からなる電極層であっても良い。

[0023] また、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、第１～第５セラミック基板１８$_1$～１８$_5$は、例えば、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、若しくは窒化シリコン（ＳｉＮ）のいずれかで形成されていても良い。このような材料で形成することによって、

熱伝導性を良好にすることができる。

[0024] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイス２４表面・裏面の両面から放熱を行う構造とすることで、裏面のみから放熱する時よりも、大電力動作時の半導体デバイス２４表面の温度を１０℃以上下げることが可能となる。

[0025] 例えば、半導体デバイス２４をＳｉＣで形成したＳｉＣＭＯＳＦＥＴにおいても２００℃以上の高温動作では、電気抵抗が上昇するため、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、大電力動作時の半導体デバイス２４の損失を低減することができる。

[0026] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、第１～第５セラミック基板18_1～18_5を層状に貼り付けることで、高放熱性の構造を実現することができる。

[0027] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、図１（ｂ）の全体の高さは、３ｍｍ程度と薄くすることができ、従来構造に比較して、約６０％薄層化可能である。

[0028] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイスの表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0029] （変形例）

第１の実施の形態の変形例１～４に係るパワーモジュール半導体装置１においては、図４～図７に示すように、第１端子電極１０・第２端子電極１２は、屈曲した端子電極先端部０ａ・１２ａを備えていても良い。このような屈曲した端子電極先端部１０ａ・１２ａを備えることによって、後述するヒートスプレッダとの密着性を向上させ、或いは第１端子電極１０・第２端子電極１２からの電極取り出しを容易にすることができる。このような屈曲した端子電極先端部０ａ・１２ａは、第１端子電極１０・第２端子電極１２をエッチング加工することによっても形成することができる。

[0030] 第１の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置１におい

ては、図６に示すように、エッチング加工によって、端子電極内側コーナー部１０ｂ・１２ｂが滑らかな曲面を有する例が示されている。

[0031] 一方、第１の実施の形態の変形例４に係るパワーモジュール半導体装置１においては、図７に示すように、エッチング加工によって、端子電極内側コーナー部１０ｃ・１２ｃがオーバーエッチングされた曲面を有する例が示されている。第１端子電極１０・第２端子電極１２のエッチング時のエッチング液の濃度、配合、時間、温度などの加工条件を調整することによって、図５～図７に示すように、第１端子電極１０・第２端子電極１２の端子電極先端部０ａ・１２ａの形状を加工可能である。

[0032] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を搭載したパワーモジュール部５２とゲートドライブ部５０の配線接続を説明する模式的平面パターン構成は、図８に示すように表される。図８において、パワーモジュール部５２には、３相交流インバータ用のパワーモジュール半導体装置60_1～60_6が配置されており、パワーモジュール半導体装置60_1～60_6は、ゲートドライブ部５０との間を、それぞれゲート駆動配線10_1～10_6により接続されている。

[0033] また、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置60_1～60_6の近傍にゲートドライブ回路70_1～70_6を搭載したパワーモジュール部８０の模式的平面パターン構成は、図９に示すように表される。図９の例では、パワーモジュール半導体装置60_1～60_6の近傍にゲートドライブ回路70_1～70_6を配置することによって、ゲートドライブ信号の信号遅延を低減し、３相交流インバータ用のパワーモジュール半導体装置60_1～60_6の高周波、高効率の動作を実現可能である。

[0034] （パワーモジュールの構成）

第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を用いて構成した３相インバータの模式的回路構成は、図１０に示すように、ゲートドライブ部５０と、ゲートドライブ部５０に接続されたパワーモジュール部５２と、３相モータ部５３とを備える。パワーモジュール部５２は、３相モータ部５３

のＵ相、Ｖ相、W相に対応して、Ｕ、Ｖ、W相のインバータが接続されている。

[0035] パワーモジュール部５２は、コンデンサＣが接続されたプラス端子（＋）とマイナス端子（－）間に、インバータ構成のＳｉＣ・ＭＯＳＦＥＴＱ１・Ｑ２、Ｑ３・Ｑ４、およびＱ５・Ｑ６が接続されている。さらに、ＳｉＣ・ＭＯＳＦＥＴＱ１～Ｑ６のソース・ドレイン間には、ダイオードＤ１～Ｄ６がそれぞれ逆並列に接続されている。

[0036] 第１の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、このようなパワーモジュール半導体装置を用いて構成した３相インバータは、裏面のみから放熱する時よりも、大電力動作時の半導体デバイス２４表面の温度を１０℃以上下げることが可能となり、大電力動作時の損失を低減することができ、しかも薄層化により、小型化、高効率化を実現することができる。

[0037] 第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用する半導体デバイス２４の例として、ＳｉＣ・ＭＯＳＦＥＴの模式的断面構造は、図１１に示すように、n^-エピタキシャル成長層１２６と、n^-エピタキシャル成長層１２６の表面側に形成されたｐベース領域１２８と、ｐベース領域１２８の表面に形成されたソース領域１３０と、ｐベース領域１２８間のn^-エピタキシャル成長層１２６の表面上に配置されたゲート絶縁膜１３２と、ゲート絶縁膜１３２上に配置されたゲート電極１３８と、ソース領域１３０に接続されたソース電極１３４と、n^-エピタキシャル成長層１２６の表面と反対側の裏面に配置されたn^+ドレイン領域（n^+基板）１２４と、n^+ドレイン領域（n^+基板）１２４に接続されたドレイン電極１３６とを備える。

[0038] ドレイン電極１３６は、例えば、図３に示すように、半田層２４ａ、銅合金または銅モリブデン電極層２５、半田層２５ａを介して、第１銅プレート層16_1に接続されている。

[0039] なお、第１の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用する半導体デバイスの例として、ＳｉＣ・ＭＯＳＦＥＴの代わりに、ＧａＮＦＥＴ

などを適用することもできる。

[0040] 第１の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、熱放散が容易となり、ヒートスプレッダの軽量化、半導体デバイスの熱暴走の抑制、高周波特性および消費電力効率などの性能向上をはかることができ、結果として、電力変換効率を増大することができる。

[0041] [第２の実施の形態]

第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的断面構造は、図１２（ａ）に示すように、半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４の表面側に配置された第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ・１６ａ）と、半導体デバイス２４の裏面側に配置された第２ＤＢＣ基板（１６ｂ・１８ｂ・１６ｂ）と、第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ・１６ａ）に接続された第１端子電極１０と、第２ＤＢＣ基板（１６ｂ・１８ｂ・１６ｂ）に接続された第２端子電極１２とを備える。ここで、第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0042] 図１２（ａ）に適用するＤＢＣ基板の模式的断面構造は、図１２（ｂ）に示すように、セラミック基板１８と、セラミック基板１８の表面と裏面に配置された銅（Ｃｕ）プレート層１６とを備える。

[0043] また、第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、半導体デバイス２４と、第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ・１６ａ）と、第２ＤＢＣ基板（１６ｂ・１８ｂ・１６ｂ）と、第１端子電極１０と、第２端子電極１２とを封止する封止樹脂層２２を備えていても良い。ここで、封止樹脂層２２は、例えば、ポリイミド系樹脂、エポキシ系樹脂、若しくはシリコーン系樹脂などを適用可能である。

[0044] 第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、ＤＢＣ基板を半導体デバイス２４の表と裏の両側に接合することにより、裏面からだけでなく表面からも放熱することが可能になる。

[0045] 第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、裏面のみから放熱する時よりも、大電力動作時の半導体デバイス２４表面の温度を１０℃以上下げることが可能となる。

[0046] 例えば、半導体デバイス２４をＳｉＣで形成したＳｉＣＭＯＳＦＥＴにおいても２００℃以上の高温動作では、電気抵抗が上昇するため、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、大電力動作時の半導体デバイス２４の損失を低減することができる。

[0047] また、第２の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイスの表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0048]（変形例）

第２の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的断面構造は、図１３に示すように、第２端子電極１２は、屈曲した端子電極先端部１２ａを備えていても良い。このような屈曲した端子電極先端部１２ａを備えることによって、後述するヒートスプレッダとの密着性を向上させ、或いは第２端子電極１２からの電極取り出しを容易にすることができる。このような屈曲した端子電極先端部１２ａは、第２端子電極１２をエッチング加工することによって形成することができる。

[0049] また、第２の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成は、図１４に示すように表され、図１４のＩＩ－ＩＩ線に沿う模式的断面構造は、図１５に示すように表される。

[0050] 第２の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１４および図１５に示すように、半導体デバイス２４と第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ・１６ａ）間を接続する柱状電極４８をさらに備えていても良い。

[0051] 図１４および図１５に示すように、第１端子電極１０は、ゲートコンタクトＣＧ／ソースコンタクトＣＳにおいて、第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ

・１６ａ）の銅（Ｃｕ）プレート層１６ａと接続され、第２端子電極１２は、ドレインコンタクトＣＤにおいて、第２ＤＢＣ基板（１６ｂ・１８ｂ・１６ｂ）の銅（Ｃｕ）プレート層１６ｂと接続されている。

[0052] 第２の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置１においても、図１５に示すように、半導体デバイス２４と、第１ＤＢＣ基板（１６ａ・１８ａ・１６ａ）と、第２ＤＢＣ基板（１６ｂ・１８ｂ・１６ｂ）と、第１端子電極１０と、第２端子電極１２と、柱状電極４８を封止する封止樹脂層２２を備えていても良い。

[0053] また、第２の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的断面構造は、図１６に示すように、図１３と同様に、第２端子電極１２が屈曲した端子電極先端部１２ａを備えていても良い。

[0054] 第２の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、熱放散が容易となり、ヒートスプレッダの軽量化、半導体デバイスの熱暴走の抑制、高周波特性および消費電力効率などの性能向上をはかることができ、結果として、電力変換効率を増大することができる。

[0055] [第３の実施の形態]

第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１７～図１９に示すように、第１銅プレート層１６・１６Ｇと、第１銅プレート層１６・１６Ｇ上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された熱伝導性絶縁フィルム５４と、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された第１開口部２を介して半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０と、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された第２開口部３を介して第１銅プレート層１６に接続された第２端子電極１２とを備える。ここで、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0056] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１７および図１９に示すように、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された第３開

口部４を介して第１銅プレート層１６Ｇ表面に接続されたゲート端子電極８を備える。ここで、第１銅プレート層１６Ｇは、ゲート配線電極８Ｇを介して、半導体デバイス２４のゲート電極１３８に接続されている。

[0057] 図１７～図１９に示すように、例えば、第１端子電極１０は、第１開口部２を介して、半導体デバイス２４のソースコンタクトＣＳ／ゲートコンタクトＣＧに接続され、第２端子電極１２は、第２開口部３を介して、半導体デバイス２４のドレインコンタクトＣＤに接続され、ゲート端子電極８は、第３開口部４を介して、銅プレート層１６Ｇ表面のゲートコンタクトＣＧに接続される。

[0058] さらに、図１８および図１９に示すように、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１全体は、セラミック基板１８上に配置されたセラミックパッケージ外壁５６に収納されている。ここで、セラミック基板１８上に配置されたセラミックパッケージ外壁５６は、図１８に示すように、側面部のみならず、上面部も備える。尚、中空部分には、希ガス、若しくは窒素ガスなどが封入されていても良い。

[0059] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図１７～図１９に示すように、第１銅プレート層16_1は、裏面に第２銅プレート層16_2を有するセラミック基板１８上に配置されていても良い。

[0060] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図３と同様に、第１銅プレート層16_1と半導体デバイス２４間には、銅合金または銅モリブデン電極層２５を備えていても良い。また、半導体デバイス２４と第１端子電極１０・銅合金または銅モリブデン電極層２５間は、半田層２４ａによって接続され、銅合金または銅モリブデン電極層２５と第１銅プレート層16_1間は、半田層２５ａによって接続されていても良い。このように、第１銅プレート層16_1と半導体デバイス２４間に、銅合金または銅モリブデン電極層２５を配置することによって、半導体デバイス２４と第１銅プレート層16_1との間の密着性を向上し、熱伝導性を良好にすることができる。

[0061] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、

セラミック基板１８は、例えば、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、若しくは窒化シリコン（ＳｉＮ）のいずれかで形成されていても良い。このような材料で形成することによって、熱伝導性を良好にすることができる。

[0062] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、第１端子電極１０および第２端子電極１２は、図４～図７、或いは図１３および図１６と同様に、屈曲した端子電極先端部を備えていても良い。

[0063] また、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、熱伝導性絶縁フィルム５４は、例えば、ポリイミドフィルムなどを適用可能である。

[0064] 尚、ポリイミドフィルムは、熱圧着により形成することができる。また、ポリイミドフィルムの厚さは、例えば、約５０μｍである。

[0065] 電気的な絶縁性能は、ポリイミドフィルムのみで充分であるため、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の厚さは、実質的に放熱用第１銅プレート層16_1のＣｕ板の厚さが主要な厚さに寄与する。このため、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置の全体的な厚さを相対的に薄く形成することができる。

[0066]（変形例）

第３の実施の形態の変形例に係るパワーモジュール半導体装置１は、図２０に示すように、熱伝導性絶縁フィルム５４上に第２銅プレート層16_3をさらに備えていても良い。ここで、第２銅プレート層16_3の厚さは、例えば、約５０μｍ～２ｍｍ程度である。

[0067] 第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイス２４の表面上に熱伝導性絶縁フィルムを形成し、半導体デバイス２４の裏面上に第１銅プレート層16_1および裏面に第２銅プレート層16_2を有するセラミック基板１８を形成することによって、裏面からだけでなく表面からも放熱することが可能になる。

[0068] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置１

においては、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、裏面のみから放熱する時よりも、大電力動作時の半導体デバイス２４表面の温度を１０℃以上下げることが可能となる。

[0069] 例えば、半導体デバイス２４をＳｉＣで形成したＳｉＣＭＯＳＦＥＴにおいても２００℃以上の高温動作では、電気抵抗が上昇するため、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、大電力動作時の半導体デバイス２４の損失を低減することができる。

[0070] また、第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイスの表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0071] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、熱放散が容易となり、ヒートスプレッダの軽量化、半導体デバイスの熱暴走の抑制、高周波特性および消費電力効率などの性能向上をはかることができ、結果として、電力変換効率を増大することができる。

[0072] ―熱伝導性絶縁フィルムによる被覆例―

第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置を３相インバータに適用した配置例において、熱伝導性絶縁フィルム５４の模式的平面パターン構成は、図２１に示すように表される。図２１において、インバータを構成する半導体デバイス24_1・24_4、24_2・24_5、24_3・24_6上に開口部５６ａを設けると共に、第１銅プレート層16_1に対する開口部５８が設けられている。

[0073] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置の半導体デバイス２４近傍の熱伝導性絶縁フィルム５４の模式的平面パターン構成は、図２２に示すように表され、図２２のＩＶ－ＩＶ線に沿う模式的断面構造は、図２３に示すように表される。

[0074] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置において、熱伝導性絶縁フィルム５４は、図２２に示すように、半導体デバイ

ス２４を被覆するコーナー部分Ｃに、削除部５４ａを形成しても良い。このように、半導体デバイス２４を被覆するコーナー部分Ｃに、削除部５４ａを形成することによって、図２３に示される半導体デバイス２４の角部Ｂを被覆する熱伝導性絶縁フィルム５４のステップカバレッジを良好にすることができる。尚、図２３に示す例では、半導体デバイス２４と第１銅プレート層１６$_1$間は、半田層２４ａで接続される例が示されている。

[0075] 第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、半導体デバイス２４および第２端子電極１２の配線部近傍の熱伝導性絶縁フィルム５４の模式的平面パターン構成例は、図２４に示すように表され、図２４のＶ－Ｖ線に沿う模式的断面構造は、図２５に示すように表される。図２４および図２５に示すように、第３の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、半導体デバイス２４を被覆するコーナー部分に、削除部５４ａを形成して、図２５に示される半導体デバイス２４の角部を被覆する熱伝導性絶縁フィルム５４のステップカバレッジを良好にしている。

[0076] また、図２４および図２５に示すように、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された第１開口部２を介して半導体デバイス２４表面上のソースコンタクトＣＳと第１端子電極１０とを接続し、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された第２開口部３を介して第１銅プレート層１６上のドレインコンタクトＣＤと第２端子電極１２とを接続している。

[0077] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置の半導体デバイス２４近傍の熱伝導性絶縁フィルム５４の別の模式的平面パターン構成は、図２６に示すように表される。図２６の削除部５４ｂは、図２２の削除部５４ａに比べて、削除部５４ｂの面積が小さい。

[0078] 第３の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置において、熱伝導性絶縁フィルム５４は、半導体デバイス２４を被覆するコーナー部分に、削除部５４ｂを形成することによって、図２３に示される半導体デバイス２４の角部Ｂを被覆する熱伝導性絶縁フィルム５４のステップカバレッジを良好にすることができる。

[0079] [第４の実施の形態]

第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図２７に示すように、第１銅プレート層１６Ｓ・１６Ｇと、第１銅プレート層１６Ｓ上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された熱伝導性絶縁フィルム６４と、熱伝導性絶縁フィルム６４に開口された第１開口部を介して半導体デバイス２４表面に接続された第２銅プレート層６８Ｓと、熱伝導性絶縁フィルム６４に開口された第２開口部を介して第１銅プレート層１６Ｇに接続された第２銅プレート層６８Ｇとを備える。

[0080] また、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図２７に示すように、第１銅プレート層１６Ｓ・１６Ｇは、裏面に第３銅プレート層１６を有するセラミック基板１８上に配置されていても良い。ここで、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0081] 図２７の応力緩和構造部分の拡大構造は、図２８に示すように表され、凸型形状の熱伝導性絶縁フィルム６４と、この凸型形状の熱伝導性絶縁フィルム６４上に積層された銅プレート層６８とを備える。セラミック基板１８と凸型形状の熱伝導性絶縁フィルム６４間には、空隙部７４を備える。

[0082] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図２７に示すように、熱伝導性絶縁フィルム６４上に第２銅プレート層６８Ｓ・６８Ｇを備える。

[0083] また、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図２７～図２８に示すように、熱伝導性絶縁フィルム６４と第２銅プレート層６８Ｓの積層構造の一部に熱応力を緩和するための応力緩和構造７２を有する。

[0084] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、熱応力が加わった状態の模式的断面構造は、図２９に示すように表される。

[0085] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、応力緩和構造７２は、図２９に示すように、熱応力によるセラミック基板１８の反りによって、引延ばされるように形成されている。

[0086] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置を３相インバータに適用した配置例であっての配置パターンを説明する模式的平面パターン構成は、図３０に示すように表される。図３０おいて、応力緩和構造７２は、インバータを構成する半導体デバイス24_1・24_4、24_2・24_5、24_3・24_6の周囲を取り囲むように、セラミック基板１８上に配置されている。

[0087] また、図３０の半導体デバイス２４近傍の拡大は、図３１に示すように表され、図３１において、熱応力が加わった状態の模式的平面パターン構成は、図３２に示すように表される。

[0088] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、応力緩和構造７２は、図３０～図３２に示すように、セラミック基板１８の反りによって、引延ばされる方向に垂直な方向に延伸して配置されていても良い。

[0089] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、応力緩和構造部分の模式的断面構造であって、三角構造例は図３３（ａ）に示すように表され、矩形構造例は、図３３（ｂ）に示すように表され、台形構造例は、図３３（ｃ）に示すように表され、半円構造例は、図３３（ｄ）に示すように表され、別の矩形構造例は、図３３（ｅ）に示すように表され、別の半円構造例は、図３３（ｆ）に示すように表される。

[0090] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、応力緩和構造７２は、図３３（ａ）～図３３（ｆ）に示すように、セラミック基板１８の反りによって、引延ばされる方向の断面が、三角形、矩形、半円形、台形のいずれかを基調とするパターンを備えていても良い。

[0091] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイス２４の表面上に、熱伝導性絶縁フィルム６４と第２銅プレート層６８Ｓを形成し、セラミック基板１８の表面上に熱伝導性絶縁フィルム６４と第２銅プレート層６８Ｓからなる応力緩和構造を形成し、半導体デバイス２４の裏面上に第１銅プレート層１６Ｓおよび裏面に第３銅プレート層１６を有するセラミック基板１８を形成することによって、裏面からだけでなく表面からも放熱することが可能になる。

[0092] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、裏面のみから放熱する時よりも、大電力動作時の半導体デバイス２４表面の温度を１０℃以上下げることが可能となる。

[0093] 例えば、半導体デバイス２４をＳｉＣで形成したＳｉＣＭＯＳＦＥＴにおいても２００℃以上の高温動作では、電気抵抗が上昇するため、半導体デバイス２４の両面から放熱を行う構造とすることで、大電力動作時の半導体デバイス２４の損失を低減することができる。

[0094] また、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、応力緩和構造によって、セラミック基板の反りに伴う応力を緩和し、クラックの発生を抑制することができる。

[0095] また、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイス２４の表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0096] また、第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイスの表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0097] 第４の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、熱放散が容易となり、ヒートスプレッダの軽量化、半導体デバイスの熱暴走の抑制、高周波特性および消費電力効率などの性能向上をはかることができ、結果として、電力変換効率を増大することができる。

[0098] [第５の実施の形態]

第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図３４に示すように、第１銅プレート層16_1と、第１銅プレート層16_1（１６Ｄ）上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された第１セラミック基板18_1と、第１セラミック基板18_1に開口された第１開口部を介して半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０と、１セラミック基板18_1上に配置され、半導体デバイス２４を駆動するゲートドライブ集

積回路７６とを備える。ここで、第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0099] また、第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、第１銅プレート層16_1は、裏面に第２銅プレート層16_2を有する第２セラミック基板18_2上に配置されていても良い。また、第１端子電極１０は、第２セラミック基板18_2上に配置された第１銅プレート層16_1（１６Ｓ）に接続されている。

[0100] また、第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図３４に示すように、第２セラミック基板18_2上に配置された第３セラミック基板18_3と、第３セラミック基板18_3上、第１セラミック基板18_1との間に配置された第４セラミック基板18_4と、第１セラミック基板18_1上に配置された第５セラミック基板18_5と、ゲートドライブ集積回路７６上に封止樹脂層２２を介して配置された第６セラミック基板18_6とを備えていても良い。

[0101] また、半導体デバイス２４とゲートドライブ集積回路７６との間は、ゲート端子電極８を介して接続され、さらに、ゲートドライブ集積回路７６には、ゲート端子電極８Ｉが接続されている。

[0102] また、第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、図３４に示すように、第１端子電極１０、ゲート端子電極８、第６セラミック基板18_6およびゲート端子電極８Ｉ上に配置された第７セラミック基板18_7と、第７セラミック基板18_7上に配置された保護層１４を備えていても良い。ここで、保護層１４には、例えば、ＰＰＳ（ポリフェニルサルファイド）などを適用することができる。また、第１～第７セラミック基板18_1～18_5は、積層面において互いに接着樹脂層２０で接着されている。ここで、接着樹脂層２０には、例えば、エポキシ系樹脂もしくはシリコーン系樹脂などを適用することができる。

[0103] 第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置によれば、半導体デバイス２４上にセラミック基板を層状に重ねて形成し、その中にゲートドラ

イブ集積回路７６を搭載することで、半導体デバイス２４とゲートドライブ集積回路７６の距離を近付けて配置することができるため、ゲート駆動用配線にノイズが重畳することを抑えることができる。

[0104] また、第５の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置によれば、層状に積み重ねたセラミック基板の間に、銅プレート層や半導体デバイスを内蔵することで、ゲートドライブ集積回路もパワーモジュール半導体装置内に内蔵することができ、パワーモジュール半導体装置の小型化を図ることができる。

[0105] （変形例）

第５の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置１は、図３５に示すように、第１銅プレート層16_1（１６Ｄ）と、第１銅プレート層16_1（１６Ｄ）上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された熱伝導性絶縁フィルム５４と、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された開口部を介して半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０と、熱伝導性絶縁フィルム５４上に配置されたゲートドライブ集積回路７６とを備える。ここで、第５の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。また、第１端子電極１０は、セラミック基板18_1上に配置された第１銅プレート層16_1（１６Ｓ）に接続されている。

[0106] また、半導体デバイス２４とゲートドライブ集積回路７６との間は、ゲート端子電極８を介して接続され、さらに、ゲートドライブ集積回路７６には、ゲート端子電極８Ｉが接続されている。

[0107] 第５の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置によれば、半導体デバイス２４上に熱伝導性絶縁フィルムを形成し、熱伝導性絶縁フィルム上にゲートドライブ集積回路７６を搭載することで、半導体デバイス２４とゲートドライブ集積回路７６の距離を近付けて配置することができるため、ゲート駆動用配線にノイズが重畳することを抑えることができる。

[0108] また、第５の実施の形態の変形例１に係るパワーモジュール半導体装置に

よれば、半導体デバイス２４上に熱伝導性絶縁フィルムを形成し、銅プレート層や半導体デバイスを内蔵することで、ゲートドライブ集積回路もパワーモジュール半導体装置内に内蔵することができ、パワーモジュール半導体装置の小型化を図ることができる。

[0109] 第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成は、図３６に示すように表され、図３６のＶＩ－ＶＩ線に沿う模式的断面構造は、図３７に示すように表される。

[0110] 第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置は、図３６～図３７に示すように、第１銅プレート層１６Ｄと、第１銅プレート層１６Ｄ上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された熱伝導性絶縁フィルム５４と、熱伝導性絶縁フィルム５４に配置されたゲートドライブ集積回路７６と、半導体デバイス２４表面に接続された第１端子電極１０（ＣＳ）およびゲート配線電極８Ｇと、ゲートドライブ集積回路７６とゲート配線電極８Ｇとを接続するゲート配線電極８２とを備える。ここで、第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0111] 第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置によれば、半導体デバイス２４上に熱伝導性絶縁フィルムを介してゲートドライブ集積回路７６を配置することで、ゲートドライブ集積回路もパワーモジュール半導体装置内に内蔵することができ、パワーモジュール半導体装置の小型化を図ることができる。

[0112] また、第５の実施の形態の変形例２に係るパワーモジュール半導体装置においては、ゲート配線電極８２を流れる信号電流I_{GL}の向きと、半導体デバイス２４内を流れる電流I_{GT}の向きが反対になることから、ゲート配線電極８２に伴うインダクタンス成分を打ち消すことができる。

[0113] 第５の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置の模式的平面パターン構成は、図３８に示すように表される。第５の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイス２４

表面に接続されたゲート配線電極８Ｇと、ゲートドライブ集積回路７６とゲート配線電極８Ｇとを接続するゲート配線電極８２のパターンレイアウトが異なるが、その他の構成は、変形例３に係るパワーモジュール半導体装置と同様である。

[0114] 第５の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置においても、半導体デバイス２４上に熱伝導性絶縁フィルムを介してゲートドライブ集積回路７６を配置することで、ゲートドライブ集積回路もパワーモジュール半導体装置内に内蔵することができ、パワーモジュール半導体装置の小型化を図ることができる。

[0115] また、第５の実施の形態の変形例３に係るパワーモジュール半導体装置においても、ゲート配線電極８２を流れる信号電流I_{GL}の向きと、半導体デバイス２４内を流れる電流I_{GT}の向きが反対になることから、ゲート配線電極８２に伴うインダクタンス成分を打ち消すことができる。

[0116] [第６の実施の形態]

比較例に係るパワーモジュール半導体装置の柱状電極構造部分の模式的鳥瞰構造は、図３９に示すように、セラミック基板１８と、セラミック基板１８上に配置された半導体デバイス２４と、半導体デバイス２４上に配置された柱状電極９０と、柱状電極９０上に配置された金属板９２とを備える。

[0117] また、比較例に係るパワーモジュール半導体装置の模式的鳥瞰構造は、図４０に示すように、ヒートスプレッダ１００と、ヒートスプレッダ１００上に配置されたセラミック基板１８と、セラミック基板１８上に配置された半導体デバイス24_1、24_2、24_3と、半導体デバイス24_1、24_2、24_3上に配置された柱状電極90_1、90_2、90_3と、柱状電極90_1、90_2、90_3上に配置された金属板９２とを備える。

[0118] 比較例に係るパワーモジュール半導体装置は、柱状電極を使用することで、電気的にも熱的にもモジュール性能が向上する。しかしながら、図４０に示すように、柱状電極構造とした時に、ヒートスプレッダ１００の反りの方向Ａ＋－Ａ＋／Ａ－－Ａ－と、金属板９２の反りの方向Ｃ＋－Ｃ＋／Ｃ－－

Ｃ－が直交しているため、歩留まりが低下する。

[0119] 第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的鳥瞰構造は、図４１に示すように、ヒートスプレッダ１００と、ヒートスプレッダ１００上に配置されたセラミック基板１８と、セラミック基板１８上に配置された半導体デバイス24_1、24_2、24_3と、半導体デバイス24_1、24_2、24_3上に配置された柱状電極90_1、90_2、90_3と、柱状電極90_1、90_2、90_3上に配置された金属板９４とを備える。ここで、金属板９４は、図４１に示すように、スリット構造を備える。ここで、第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0120] 第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的鳥瞰構造は、図４１に示すように、ヒートスプレッダ１００の反りの方向Ａ＋－Ａ＋／Ａ－－Ａ－と、スリット構造を備える金属板９４の反りの方向Ｂ＋－Ｂ＋／Ｂ－－Ｂ－が平行になされているため、歩留まりが向上する。また、柱状電極90_1、90_2、90_3を使用することで、電気的にも熱的にもモジュール性能が向上する。

[0121] 第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、半導体デバイス上に柱状電極を立てる構造のモジュールを作製する際に、柱上の金属板の形をヒートスプレッダの形に合わせる構造にすることで、機械的な応力を抑え、金属接合部のクラックの発生を抑制することができる。

[0122] 第６の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、モジュールの温度が上昇、下降する時の金属材料の反りが、金属接合部分に応力を発生させるため、ヒートスプレッダ１００の反りの方向と柱上の金属板９４の反りの方向を合わせるように形状を揃えることで、応力を小さくし、金属接合後の冷却時に発生する応力を抑え、組み立て歩留まりを増大することができる。

[0123] ヒートスプレッダ１００と柱上の金属板９４の反りの方向を合わせなかったときの組み立て歩留まりは、１８モジュール中５モジュールが良品であり

、約２８％であるが、ヒートスプレッダ１００と柱上の金属板９４の反りの方向を合わせたときの組み立て歩留まりは、１８モジュール中１８モジュールが良品であり、１００％である。

[0124] 長方形の金属は、反りが発生する際に、長手方向に反るため、ヒートスプレッダ１００と柱上の金属板９４のそれぞれの長手方向を同じ向きにすることで、ヒートスプレッダと柱上の金属板の反りの方向を合わせることができる。

[0125] （変形例）

第６の実施の形態の変形例に係るパワーモジュール半導体装置１の模式的鳥瞰構造は、図４２に示すように、ＤＢＣ基板（１６・１８・１６）と、ＤＢＣ基板（１６・１８・１６）上に配置された複数の半導体デバイス２４と、複数の半導体デバイス２４上に配置された熱伝導性絶縁フィルム５４と、熱伝導性絶縁フィルム５４に開口された開口部を介して半導体デバイス２４上に配置された柱状電極９０と、柱状電極９０上に配置されたスリット構造を有する金属板９４とを備える。ここで、第６の実施の形態の変形例に係るパワーモジュール半導体装置１は、半導体デバイス２４の裏面と表面の両面から放熱を行うことができる。

[0126] 第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置に適用可能な金属板９４の模式的平面パターン構成であって、矩形スリットを有する例は、図４３（ａ）に示すように表され、長円形スリットを有する例は、図４３（ｂ）に示すように表され、複数の円形パターンを有する例は、図４３（ｃ）に示すように表され、別の矩形スリット有する例は、図４３（ｄ）に示すように表される。第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置に適用可能な金属板９４のスリット端部の模式的平面パターン構成であって、矩形構造例は、図４４（ａ）に示すように表され、楔型構造例は、図４４（ｂ）に示すように表され、鋭角三角構造例は、図４４（ｃ）に示すように表される。

[0127] 第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置に

おいて、スリット形状は、ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形、長方形、円形ドット配列のいずれかであっても良い。

[0128] また、第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置において、スリット形状は、ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形もしくは長方形を備え、かつスリット形状の端部は、曲線形、矩形もしくは三角形を有していても良い。

[0129] 第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置においては、柱状電極および金属板を適用することによって、さらに放熱性能の向上を図ることができる。

[0130] 第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置においては、半導体デバイスの表裏両面から放熱することにより、小型化、高放熱化を実現することができる。

[0131] 第６の実施の形態およびその変形例に係るパワーモジュール半導体装置は、両面冷却構造を備えるため、熱放散が容易となり、ヒートスプレッダの軽量化、半導体デバイスの熱暴走の抑制、高周波特性および消費電力効率などの性能向上をはかることができ、結果として、電力変換効率を増大することができる。

[0132] [第７の実施の形態]

第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用するヒートスプレッダの鳥瞰構造であって、半導体デバイスを搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例は、図４５（ａ）に示すように表され、図４５（ａ）上にＤＢＣ基板を配置した構造例は、図４５（ｂ）に示すように表される。

[0133] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用するヒートスプレッダの鳥瞰構造であって、半導体デバイスおよび端子電極を搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例は、図４５（ｃ）に示すように表され、放熱セラミック基板を搭載する部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例は、図４５（ｄ）に示すように表される。

[0134] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置に適用するヒートスプレッダの鳥瞰構造であって、半導体デバイスを搭載する部分およびネジ穴から遠い部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造例は、図４５（ｅ）に示すように表される。

[0135] 第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２は、図４５（ａ）に示すように、半導体デバイス２４を搭載する部分に、高熱伝導率金属層１０４を埋め込む構造を備えていても良い。

[0136] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２上には、図４５（ｂ）に示すように、さらにＤＢＣ基板（１８・１６Ｄ）を備えていても良い。

[0137] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２は、図４５（ｃ）に示すように、さらに第１端子電極１０おとび第２端子電極１２を搭載する部分に、高熱伝導率金属層１０５を埋め込む構造を備えていても良い。

[0138] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２は、図４５（ｄ）に示すように、セラミック基板１８を搭載する部分に、高熱伝導率金属層１０６を埋め込む構造を備えていても良い。

[0139] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２は、半導体デバイス２４を搭載する部分、およびヒートスプレッダ１０２を固定するために形成されたネジ穴１１０から遠い部分に高熱伝導率金属層１０４・１０８を埋め込む構造を備えていても良い。

[0140] また、第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１において、ヒートスプレッダ１０２はＣｕＭｏで形成され、かつ高熱伝導率金属層１０４・１０５・１０６・１０８は、Ｃｕで形成されていても良い。

[0141] 半導体デバイス下は、Ｃｕ材をヒートスプレッダとして、Ｃｕ材の周りをＣｕＭｏ材とすることで、低応力、高放熱のヒートスプレッダを形成するこ

とができ、しかも高放熱で反りが少ないヒートスプレッダを形成することができる。

[0142] 第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、ヒートスプレッダ１０２の半導体デバイス２４下を高熱伝導の銅で形成して、それ以外のヒートスプレッダ全体をＣｕＭｏのような低線熱膨張率でかつ高強度の金属で形成することで、低応力、高放熱のモジュールを提供することができる。

[0143] 第７の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置１においては、ヒートスプレッダ１０２の半導体デバイス２４下にＣｕなどの低熱抵抗の材料を使用することで、大電力動作時の半導体デバイスの温度を１０℃以上下げることが可能となる。また、ＣｕＭｏのような低線熱膨張率の材料を使用することで、半導体デバイス下の金属接合部の応力を１０％以上下げることが可能となる。

[0144] [第８の実施の形態]

第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、高周波駆動を説明する回路構成は、図４６に示すように、ゲートドライブ部５０と、ゲートドライブ部５０から供給されたゲートドライブ信号V_Gを供給される半導体デバイスＱとを備える。

[0145] 第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、反射波Ｉｒを考慮した高周波駆動を説明する回路構成は、図４７に示すように、ゲートドライブ部５０と、ゲートドライブ部５０から供給されたゲートドライブ信号V_Gを供給される半導体デバイスＱとを備え、ゲートドライブ部５０から半導体デバイスＱまでの金属配線の配線長Ｌをゲートドライブ信号波長の半波長の奇数倍としている。

[0146] また、半導体デバイスＱのゲート電極は、金属材料で形成されていることが望ましい。

[0147] 第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、半導体デバイスＱを高周波駆動する時に、ゲートドライブ部５０からゲートドライブ

信号V_Gを半導体デバイスＱに入力した時、半導体デバイスＱへの入射波Ｉｉと、半導体デバイスＱから反射してくる反射波Ｉｒが弱め合わないように、ゲートドライブ信号V_Gの半波長の奇数倍の配線長Ｌとする。

[0148] 半導体デバイスＱを１０ｋＨｚ～２０ｋＨｚで動作させるときには、動作周波数がスイッチング時間に対応する周波数帯域に比べて充分に小さいため、特性上大きな影響はない。しかしながら、動作周波数が、例えば１０ＭＨｚを超えると、スイッチング時間は無視できなくなり、入力信号の反射波の影響が出るようになる。

[0149] 低周波駆動のときは、半導体デバイスＱのゲート電極は、シート抵抗に値が、約数１００ｍΩ／□～約数Ω／□のポリシリコンを使用していても特性上大きな影響はないが、高周波駆動では、ゲートへの入力インピーダンスを下げるためにゲート電極を金属電極で形成する必要があり、これにより動作周波数を数ＭＨｚまで上昇することが可能となる。

[0150] 非接触給電やＤＣ－ＤＣコンバータでは、高周波駆動することで効率が上昇し、或いは使用する部品を小型化できる。高周波駆動する時に、ゲートドライブ部５０からゲートドライブ信号V_Gを半導体デバイスＱに入力した時、半導体デバイスＱへの入射波Ｉｉと、半導体デバイスＱから反射してくる反射波Ｉｒが弱め合わないように、ゲートドライブ信号V_Gの半波長の奇数倍の配線長Ｌとする。このように、パワーモジュールへ入力するゲートドライブ信号を、ゲートドライブ部５０から半導体デバイスＱへの配線長Ｌを駆動周波数の半波長の奇数倍の長さにすることで、入射波と反射波の打ち消しをなくすことができる。

[0151] より詳細には、ゲートドライブ部５０から半導体デバイスＱのゲート酸化膜までの配線長を駆動周波数の半波長の奇数倍の長さにすると良い。

[0152] ここで、半導体デバイスＱは、Ｓｉ、ＳｉＣもしくはＧａＮ系半導体のいずれかである。

[0153] 第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、複数チップを同相で駆動する制御時に、パワーモジュールへ入力するゲートドライブ

信号を、ゲートドライブ部５０から半導体デバイスＱへの配線長Ｌを駆動周波数の半波長の奇数倍の長さにすることで、入射波と反射波の打ち消しをなくすことが、特に有効である。

[0154] 第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、ＤＢＣ基板（１６・１８・１６）上に配置された半導体デバイス２４とボンディングワイヤＢＷで接続された配線基板９８上の金属配線９６の表面９６ａ・裏面９６ｂを粗面化する構成例は、図４８に示すように表される。

[0155] 第８の実施の形態に係るパワーモジュール半導体装置において、金属配線９６の表面９６ａ・裏面９６ｂともに粗面形成し、周辺材料との接着性を上げると共に、金属配線９６の表面９６ａと裏面９６ｂで、信号伝達速度を調整し、整合化することができる。

[0156] 以上に述べたように、本発明によれば、放熱特性に優れたパワーモジュール半導体装置を提供することができる。

[0157] [その他の実施の形態]

上記のように、本発明は実施の形態および変形例によって記載したが、この開示の一部をなす論述および図面は例示的なものであり、この発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例および運用技術が明らかとなろう。

[0158] このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態などを含む。

産業上の利用可能性

[0159] 本発明の半導体装置は、電気自動車、ハイブリッド自動車、産業用機器、インバータ、家電製品に搭載されるパワー半導体モジュール、インテリジェントパワーモジュールなどパワーデバイス全般に適用可能である。

符号の説明

[0160] １、６０、６０_1～６０_6…パワーモジュール半導体装置

２…第１開口部

３…第２開口部

４…第３開口部

８Ｇ、８２、９６…ゲート配線電極

８、８Ｉ、１０、１０_{1}～１０_{6}、１２…端子電極

１０_{1}～１０_{6}…ゲート駆動配線

１０ａ、１２ａ…端子電極先端部

１０ｂ、１０ｃ、１２ｂ、１２ｃ…端子電極内側コーナー部

１４…保護層（ＰＰＳ）

１５…ＤＢＣ基板

１６、１６_{1}、１６_{2}、１６_{3}、１６ａ、１６ｂ、１６Ｇ、１６Ｓ、１６Ｄ、６８、６８Ｓ、６８Ｇ…銅（Ｃｕ）プレート層

１８、１８_{1}～１８_{7}、１８ａ、１８ｂ…セラミック基板

２０…接着樹脂層

２２…封止樹脂層

２４、２４_{1}～２４_{6}…半導体デバイス

２４ａ、２５ａ…半田層

２５…銅合金または銅モリブデン電極層

４８、９０、９０_{1}～９０_{3}…柱状電極

５０…ゲートドライブ部

５２…パワーモジュール部

５３…３相モータ部

５４、６４…熱伝導性絶縁フィルム

５４ａ、５４ｂ…削除部

５６…セラミックパッケージ外壁

５６ａ、５８…開口部

７０_{1}～７０_{6}…ゲートドライブ回路

７２…応力緩和構造

７４…空隙部

７６…ゲートドライブ集積回路

８０…半導体パワーモジュール実装基板

９２、９４…金属板

９６…金属配線

９６ａ…表面

９６ｂ…裏面

９８…配線基板

１００、１０２…ヒートスプレッダ

１０４、１０５、１０６、１０８…高熱伝導金属層

１１０…ネジ穴

１２４…n^+ドレイン領域（n^+基板）

１２６…n^-エピタキシャル成長層

１２８…ベース領域

１３０…ソース／ドレイン領域

１３２…ゲート絶縁膜

１３４…ソース電極

１３６…ドレイン電極

１３８…ゲート電極

ＣＳ…ソースコンタクト

ＣＧ…ゲートコンタクト

ＣＤ…ドレインコンタクト

請求の範囲

[請求項1] 第１銅プレート層と、

前記第１銅プレート層上に配置された半導体デバイスと、

前記半導体デバイス上に配置された第１セラミック基板と、

前記第１セラミック基板に開口された第１開口部を介して前記半導体デバイス表面に接続された第１端子電極と、

前記第１セラミック基板に開口された第２開口部を介して前記第１銅プレート層に接続された第２端子電極と

を備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うことを特徴とするパワーモジュール半導体装置。

[請求項2] 前記第１銅プレート層は、裏面に第２銅プレート層を有する第２セラミック基板上に配置されたことを特徴とする請求項１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項3] 前記第２セラミック基板上に配置された第３セラミック基板と、

前記第３セラミック基板上、前記第１セラミック基板との間に配置された第４セラミック基板と、

前記第１セラミック基板上に配置された第５セラミック基板と

を備え、前記第１～第５セラミック基板は、積層面において互いに接着樹脂層で接着されたことを特徴とする請求項１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項4] 前記第１銅プレート層と前記半導体デバイス間には、モリブデン－銅合金または銅モリブデンのいずれかからなる電極層を備えることを特徴とする請求項１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項5] 前記第１セラミック基板および前記第２セラミック基板は、窒化アルミニウム（ＡＩＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、窒化シリコン（ＳｉＮ）のいずれかで形成されたことを特徴とする請求項１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項6] 前記第１端子電極および前記第２端子電極は、屈曲した端子電極先

端部を備えることを特徴とする請求項１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項7] 前記パワーモジュール半導体装置を搭載するヒートスプレッダをさらに備え、

前記第１端子電極は、前記半導体上に配置された柱状電極と、前記柱状電極上に配置された金属板とを備え、

前記金属板と前記ヒートスプレッダの反りの方向を合わせたことを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項8] 前記金属板は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿ってスリット形状を備えることを特徴とする請求項７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項9] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形、長方形、円形ドット配列のいずれかであることを特徴とする請求項８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項10] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形もしくは長方形を備え、かつ前記スリット形状の端部は、曲線形、矩形もしくは三角形を有することを特徴とする請求項８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項11] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項12] 前記ヒートスプレッダ上にはさらにＤＢＣ基板を備えることを特徴とする請求項１１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項13] 前記ヒートスプレッダは、さらに前記第１端子電極おとび前記第２端子電極を搭載する部分に、高熱伝導率金属層を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項１１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項14] 前記ヒートスプレッダは、前記第１セラミック基板を搭載する部分に、高熱伝導率金属層を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項15] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分、および前記ヒートスプレッダを固定するために形成されたネジ穴から遠い部分に高熱伝導率金属層を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項16] 前記ヒートスプレッダはＣｕＭｏで形成され、かつ前記高熱伝導率金属層は、Ｃｕで形成されたことを特徴とする請求項１１～１５のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項17] 前記第１セラミック基板上に前記半導体デバイスを駆動するゲートドライブ集積回路をさらに備えることを特徴とする請求項１～１６のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項18] 半導体デバイスと、

前記半導体デバイスの表面側に配置された第１ＤＢＣ基板と、

前記半導体デバイスの裏面側に配置された第２ＤＢＣ基板と、

前記第１ＤＢＣ基板に接続された第１端子電極と、

前記第２ＤＢＣ基板に接続された第２端子電極と

を備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うことを特徴とするパワーモジュール半導体装置。

[請求項19] 前記半導体デバイスと、前記第１ＤＢＣ基板と、前記第２ＤＢＣ基板と、前記第１端子電極と、前記第２端子電極とを封止する封止樹脂層を備えることを特徴とする請求項１８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項20] 前記半導体デバイスと前記第１ＤＢＣ基板間を接続する柱状電極をさらに備えることを特徴とする請求項１８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項21] 前記半導体デバイスと、前記第１ＤＢＣ基板と、前記第２ＤＢＣ基

板と、前記第１端子電極と、前記第２端子電極と、前記柱状電極を封止する封止樹脂層を備えることを特徴とする請求項２０に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項22] 前記第１端子電極および前記第２端子電極は、屈曲した端子電極先端部を備えることを特徴とする請求項１８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項23] 前記パワーモジュール半導体装置を搭載するヒートスプレッダと、

前記柱状電極上に配置された金属板と

を備え、前記金属板と前記ヒートスプレッダの反りの方向を合わせたことを特徴とする請求項１８～２２のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項24] 前記金属板は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿ってスリット形状を備えることを特徴とする請求項２３に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項25] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形、長方形、円形ドット配列のいずれかであることを特徴とする請求項２４に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項26] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形もしくは長方形を備え、かつ前記スリット形状の端部は、曲線形もしくは三角形を有することを特徴とする請求項２５に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項27] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項２３に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項28] 前記ヒートスプレッダ上にはさらに第３ＤＢＣ基板を備えることを特徴とする請求項２７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項29] 前記ヒートスプレッダは、さらに前記第１端子電極おとび前記第２端子電極を搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備え

ることを特徴とする請求項２７に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項30] 前記ヒートスプレッダは、前記第１セラミック基板を搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項２３に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項31] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分、および前記ヒートスプレッダを固定するために形成されたネジ穴から遠い部分に高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項２３に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項32] 前記ヒートスプレッダはＣｕＭｏで形成され、かつ前記高熱伝導率の金属は、Ｃｕで形成されたことを特徴とする請求項２７～３１のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項33] 前記第１ＤＢＣ基板もしくは前記第２ＤＢＣ基板上に前記半導体デバイスを駆動するゲートドライブ集積回路をさらに備えることを特徴とする請求項２７～３２のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項34] 前記半導体デバイスを駆動するためのゲートドライブ回路を備え、

前記ゲートドライブ回路から前記半導体デバイスまでの金属配線の配線長をゲートドライブ信号波長の半波長の奇数倍としたことを特徴とする請求項２７～３２のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項35] 前記半導体デバイスのゲート電極は、金属材料で形成されたことを特徴とする請求項３４に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項36] 前記金属配線の表面と裏面に粗面化し、前記金属配線の表面と裏面で、信号伝達速度を合わせたことを特徴とする請求項３４に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項37] 前記第２ＤＢＣ基板と前記半導体デバイス間には、銅合金または銅モリブデン電極層を備えることを特徴とする請求項１８～３６のいず

れか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項38] 第１銅プレート層と、

前記第１銅プレート層上に配置された半導体デバイスと、

前記半導体デバイス上に配置された熱伝導性絶縁フィルムと、

前記熱伝導性絶縁フィルムに開口された第１開口部を介して前記半導体デバイス表面に接続された第１端子電極と、

前記熱伝導性絶縁フィルムに開口された第２開口部を介して前記第１銅プレート層に接続された第２端子電極と

を備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うことを特徴とするパワーモジュール半導体装置。

[請求項39] 前記第１銅プレート層は、裏面に第２銅プレート層を有するセラミック基板上に配置されたことを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項40] 前記第１銅プレート層と前記半導体デバイス間には、銅合金または銅モリブデン電極層を備えることを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項41] 前記セラミック基板は、窒化アルミニウム（ＡＩＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、窒化シリコン（ＳｉＮ）のいずれかで形成されたことを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項42] 前記第１端子電極および前記第２端子電極は、屈曲した端子電極先端部を備えることを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項43] 前記熱伝導性絶縁フィルムは、ポリイミドフィルムであることを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項44] 前記熱伝導性絶縁フィルムは、前記半導体デバイスを被覆するコーナー部分に削除部を形成したことを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項45] 前記熱伝導性絶縁フィルム上に第２銅プレート層をさらに備えることを特徴とする請求項３８に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項46] 前記熱伝導性絶縁フィルムと前記第２銅プレート層の積層構造の一部に熱応力を緩和するための応力緩和構造を有することを特徴とする請求項４５に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項47] 前記応力緩和構造は、熱応力による前記セラミック基板の反りによって、引延ばされることを特徴とする請求項４６に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項48] 前記応力緩和構造は、前記半導体デバイスの周囲を取り囲み配置されることを特徴とする請求項４６に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項49] 前記応力緩和構造は、前記セラミック基板の反りによって、引延ばされる方向に垂直な方向に延伸して配置されることを特徴とする請求項４６に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項50] 前記応力緩和構造は、前記セラミック基板の反りによって、引延ばされる方向の断面が、三角形、矩形、半円形、台形のいずれかを基調とするパターンを有することを特徴とする請求項４６に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項51] 前記パワーモジュール半導体装置を搭載するヒートスプレッダをさらに備え、

前記第１端子電極は、前記半導体上に配置された柱状電極と、前記柱状電極上に配置された金属板とを備え、

前記金属板と前記ヒートスプレッダの反りの方向を合わせたことを特徴とする請求項３８～５０のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項52] 前記金属板は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿ってスリット形状を備えることを特徴とする請求項５１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項53] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形、長方形、円形ドット配列のいずれかであることを特徴とする請求項５２に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項54] 前記スリット形状は、前記ヒートスプレッダの長手方向に沿う櫛形もしくは長方形を備え、かつ前記スリット形状の端部は、曲線形もしくは三角形を有することを特徴とする請求項５２に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項55] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項５１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項56] 前記ヒートスプレッダ上にはさらにＤＢＣ基板を備えることを特徴とする請求項５５に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項57] 前記ヒートスプレッダは、さらに前記第１端子電極および前記第２端子電極を搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項５５に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項58] 前記ヒートスプレッダは、前記第１セラミック基板を搭載する部分に、高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項５１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項59] 前記ヒートスプレッダは、前記半導体デバイスを搭載する部分、および前記ヒートスプレッダを固定するために形成されたネジ穴から遠い部分に高熱伝導率の金属を埋め込む構造を備えることを特徴とする請求項５１に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項60] 前記ヒートスプレッダはＣｕＭｏで形成され、かつ前記高熱伝導率の金属は、Ｃｕで形成されたことを特徴とする請求項５５～５９のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[請求項61] 前記熱伝導性絶縁フィルム上に前記半導体デバイスを駆動するゲートドライブ集積回路をさらに備えることを特徴とする請求項３８～６

０のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

［請求項62］ 前記半導体デバイスを駆動するためのゲートドライブ回路を備え、

前記ゲートドライブ回路から前記半導体デバイスまでの金属配線の配線長をゲートドライブ信号波長の半波長の奇数倍としたことを特徴とする請求項１～１６または３８～６０のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

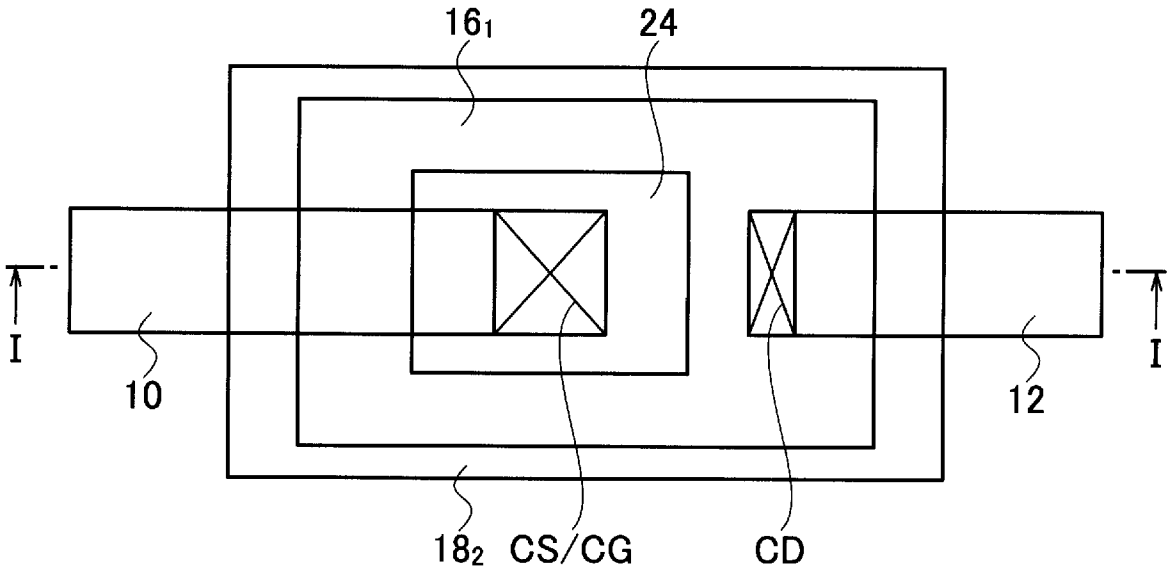
［請求項63］ 前記半導体デバイスのゲート電極は、金属材料で形成されたことを特徴とする請求項６２に記載のパワーモジュール半導体装置。

［請求項64］ 前記金属配線の表面と裏面に粗面化し、前記金属配線の表面と裏面で、信号伝達速度を合わせたことを特徴とする請求項６２に記載のパワーモジュール半導体装置。

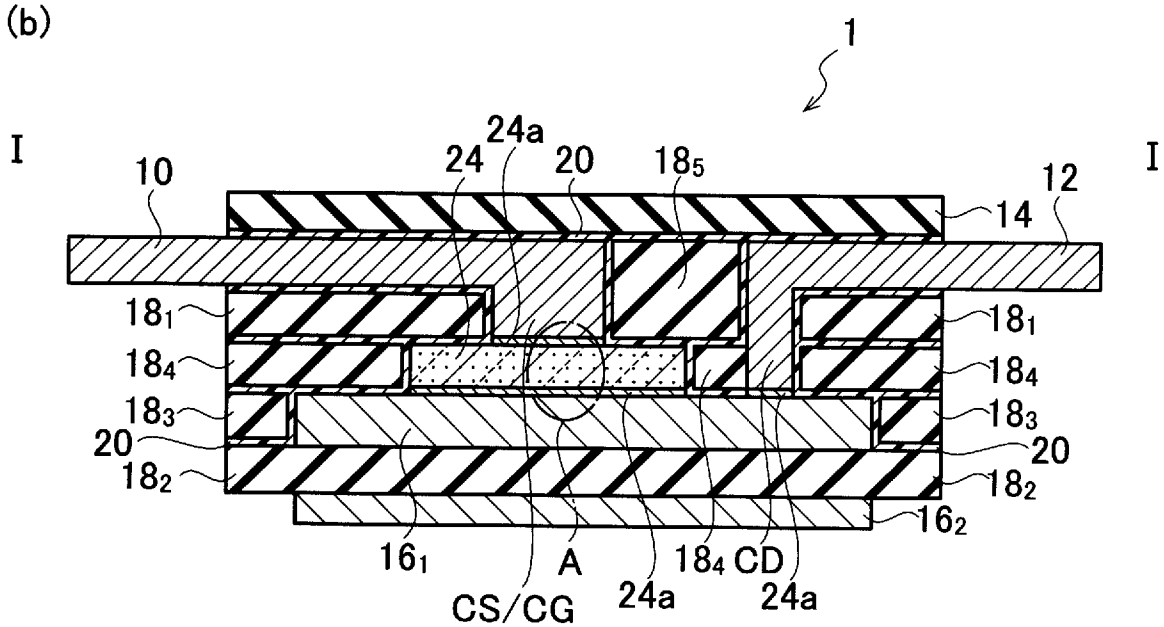
［請求項65］ 前記半導体デバイスは、Ｓｉ、ＳｉＣもしくはＧａＮ系半導体のいずれかであることを特徴とする請求項１～６４のいずれか１項に記載のパワーモジュール半導体装置。

[図1]

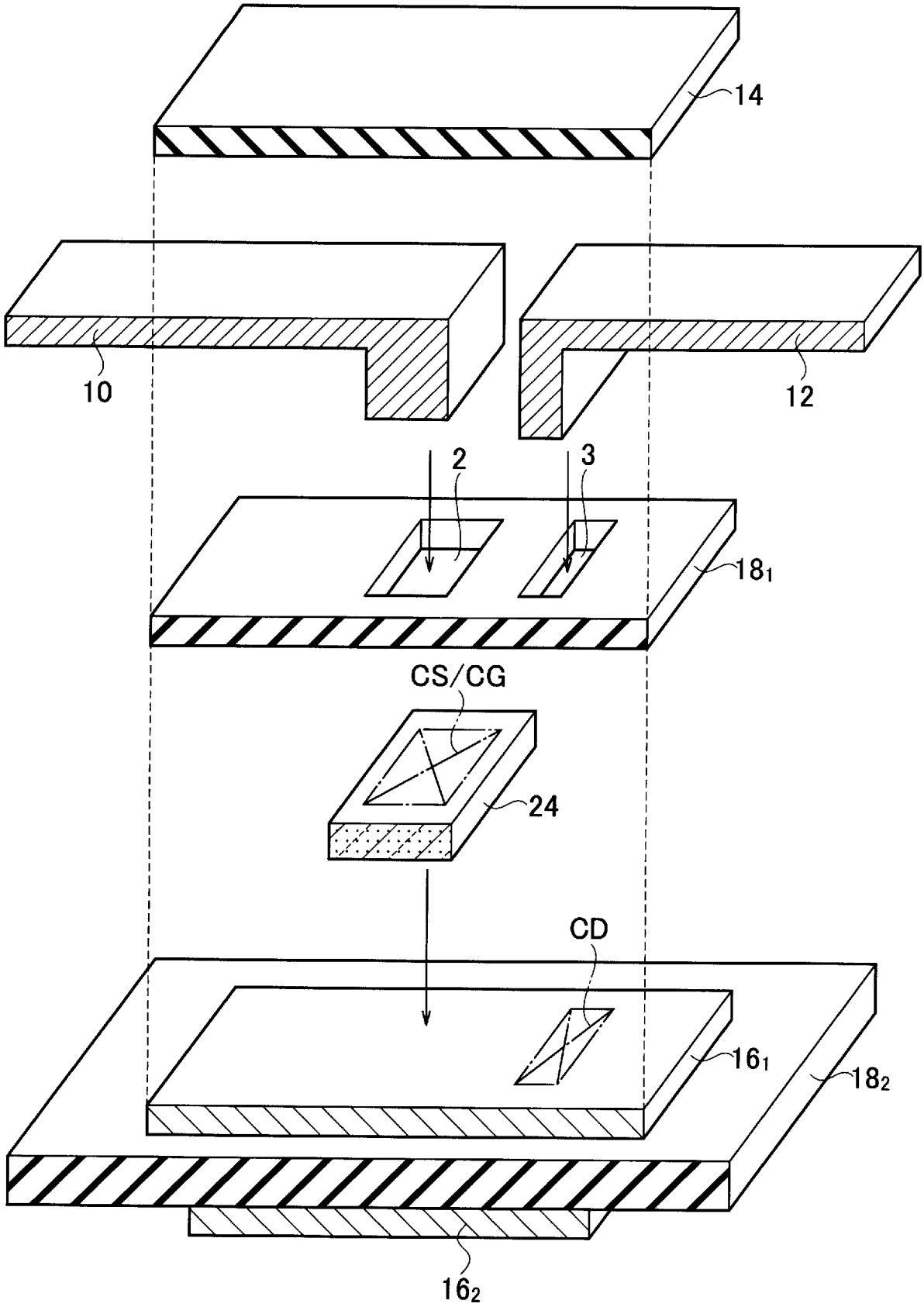
(a)


16_1
24
I
I
10
12
18_2
CS/CG
CD

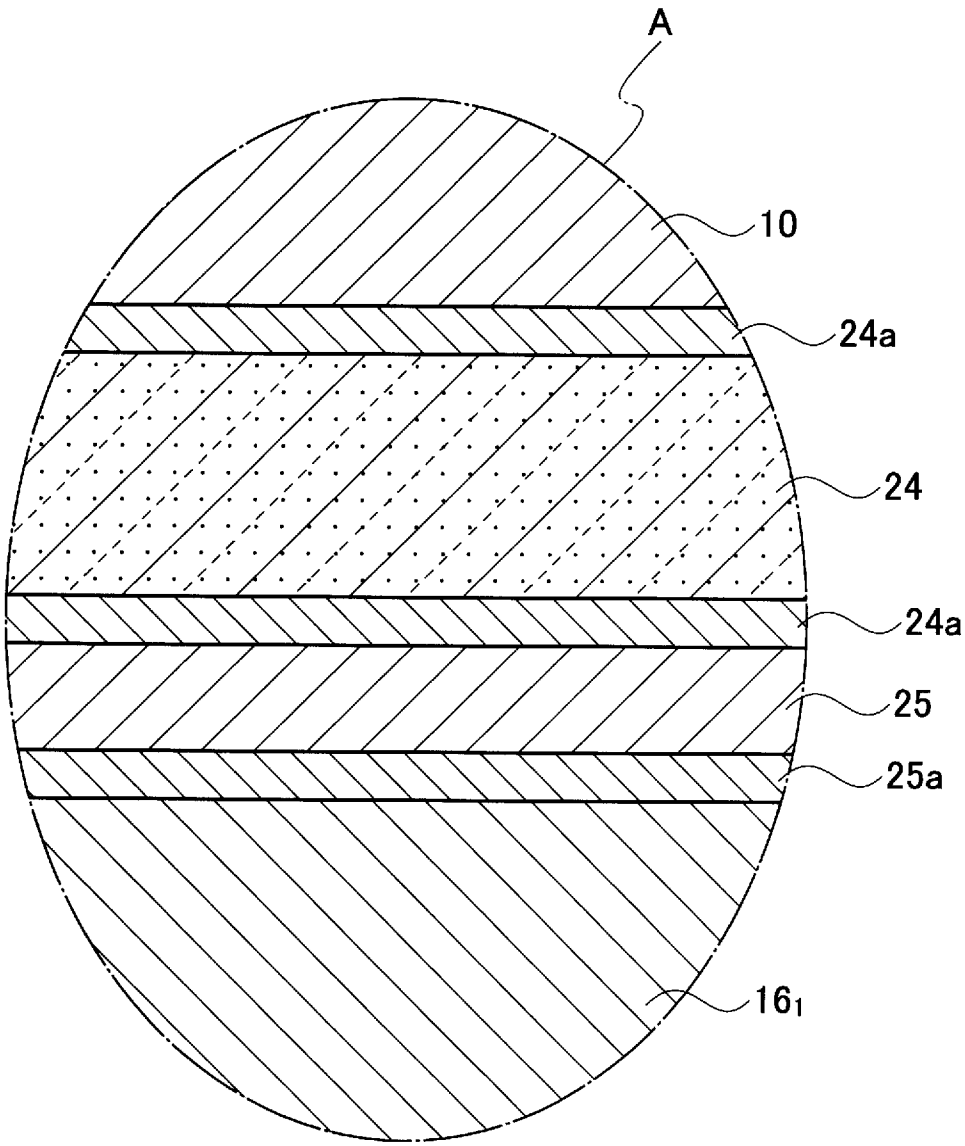
(b)


1
I
I
10
24
24a
20
18_5
12
14
18_1
18_4
18_3
20
18_2
16_2
16_1
A
CS/CG
18_4
CD
24a
24a

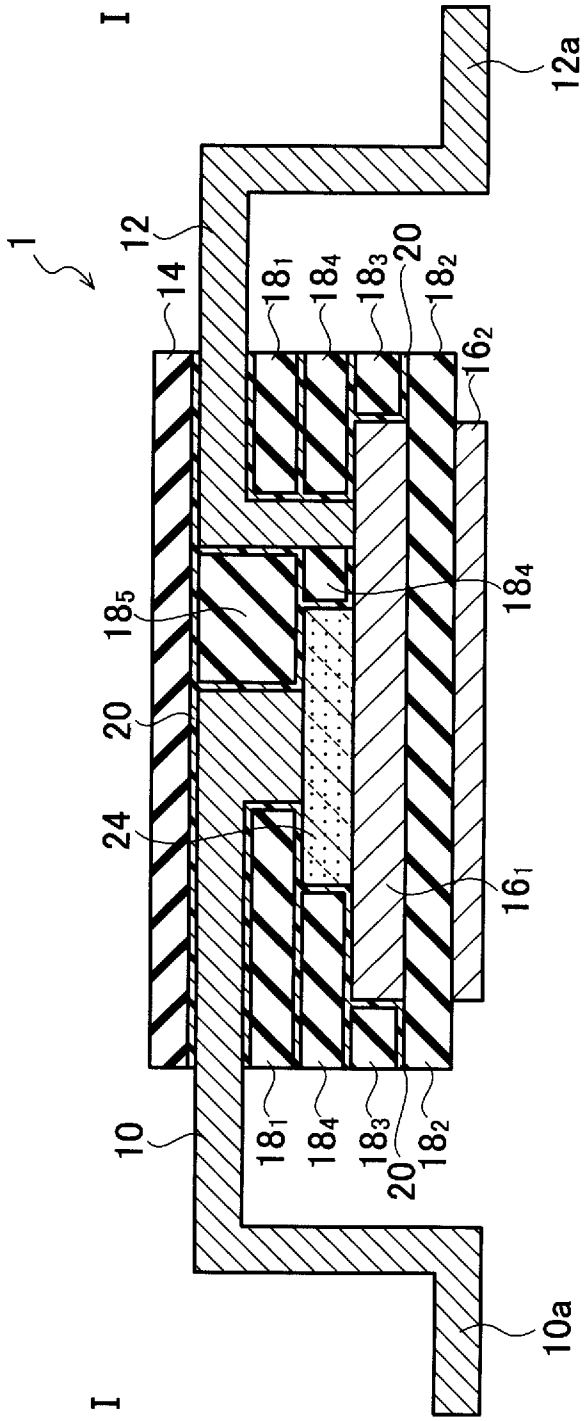
[図2]



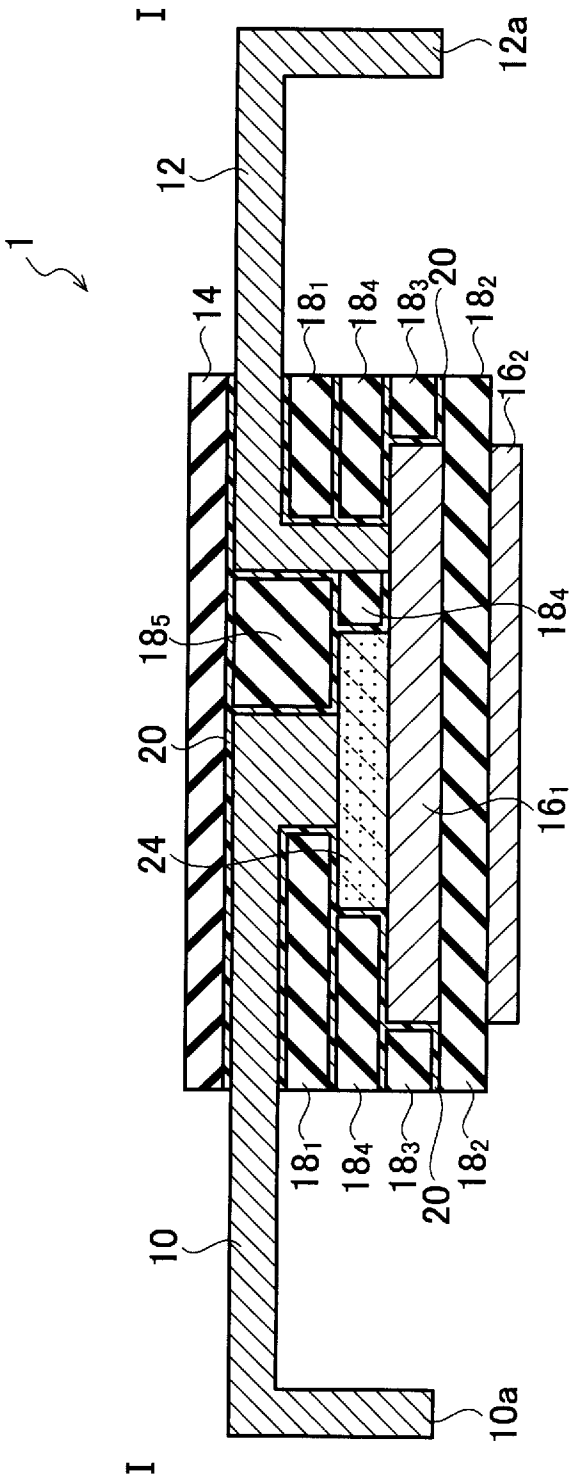
[図3]



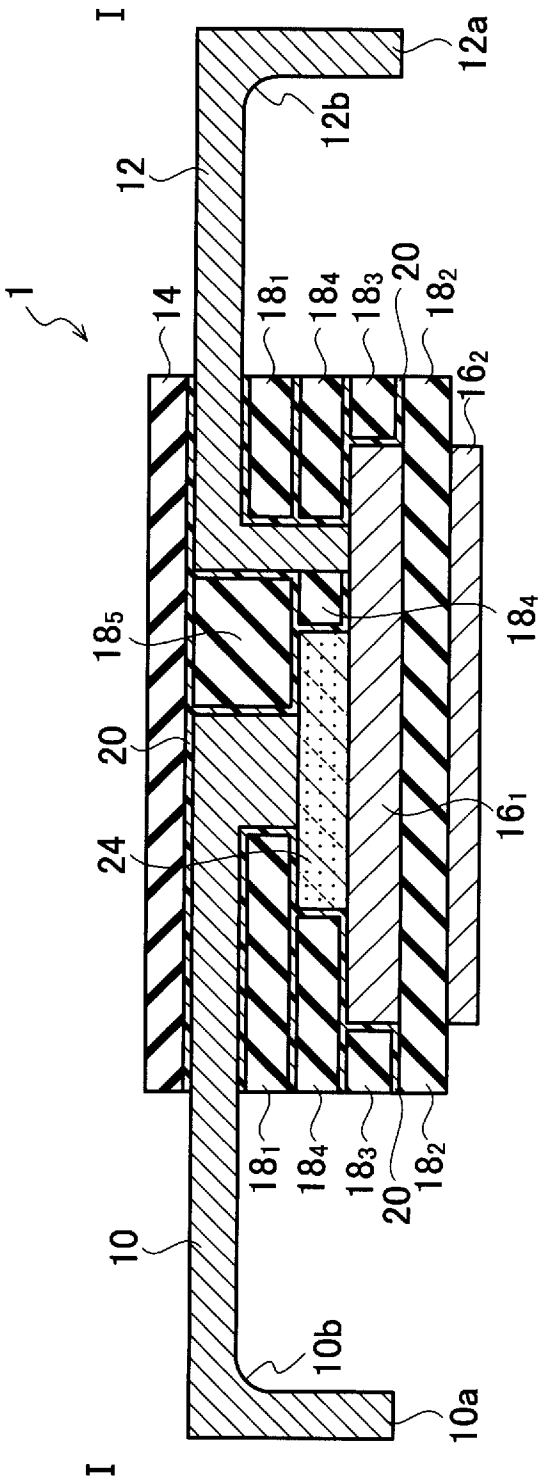
[図4]


I
12a
1
12
14
18_1
18_4
18_3
20
18_2
16_2
18_5
18_4
20
24
16_1
10
18_1
18_4
18_3
20
18_2
I
10a

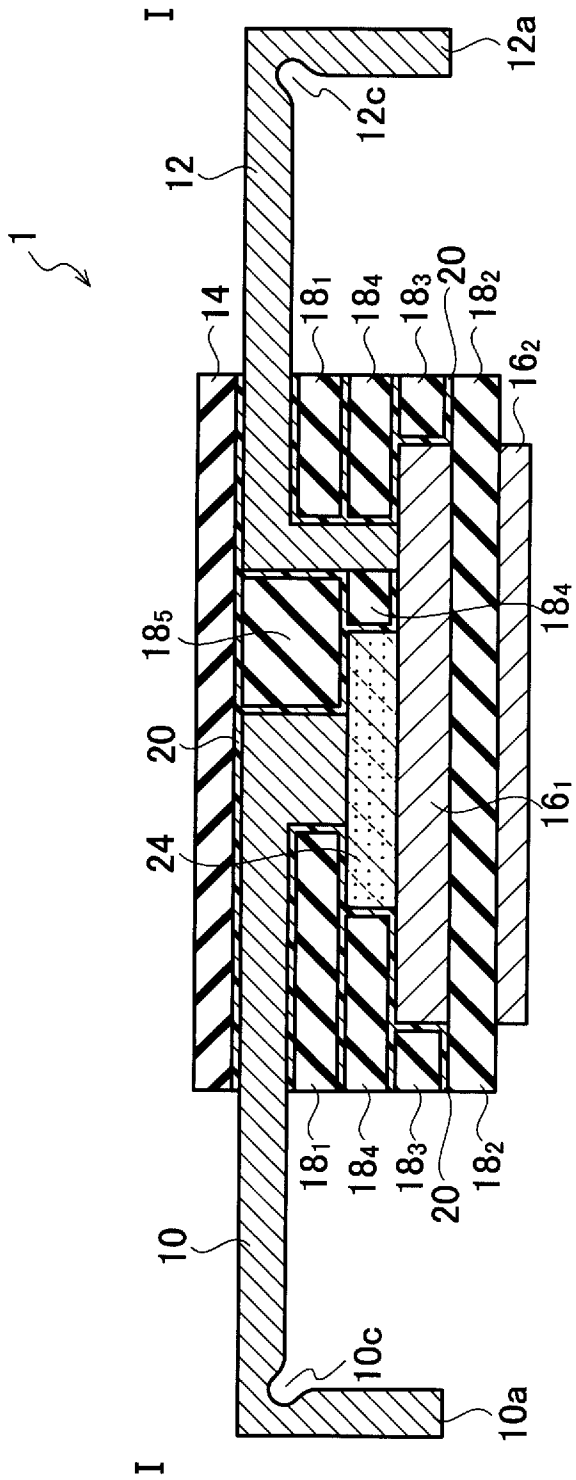
[図5]


I
12a
12
1
14
18_1
18_4
18_3
20
18_2
16_2
18_5
18_4
20
16_1
24
18_1
18_4
18_3
20
18_2
10
10a
I

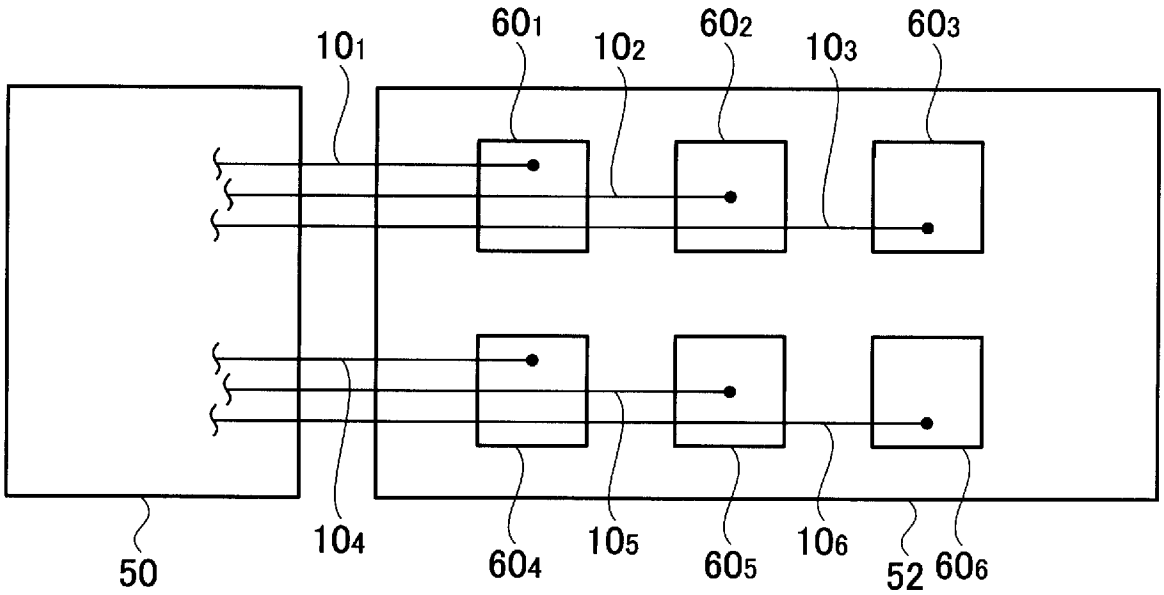
[図6]


I
12a
12b
12
1
14
18₁
18₄
18₃
20
18₂
16₂
18₅
18₄
20
16₁
24
18₁
18₄
18₃
20
18₂
10
10b
10a
I

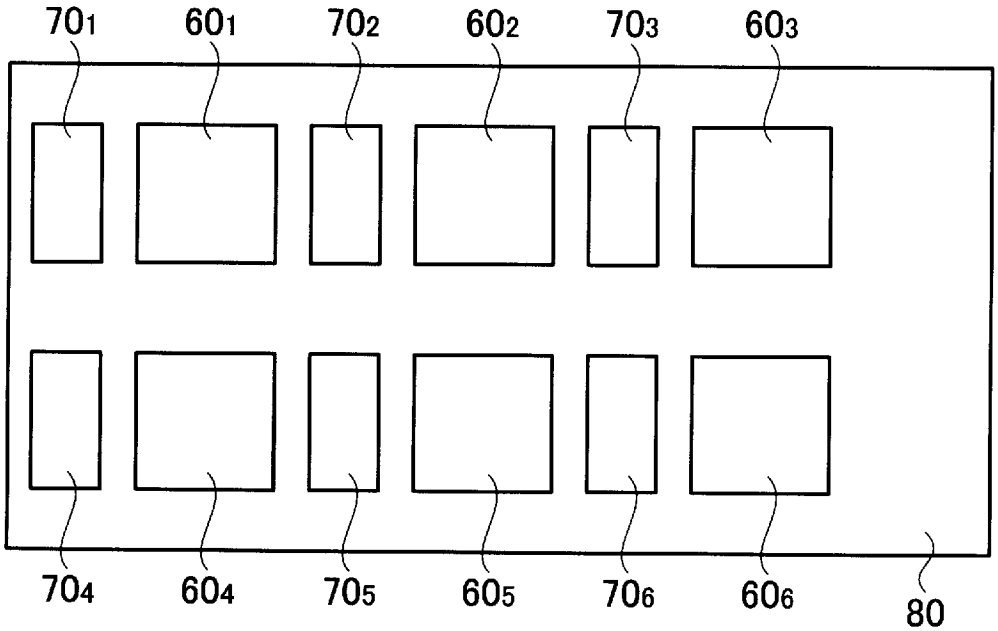
[図7]


I
12a
12c
12
1
14
18_1
18_4
18_3
20
18_2
16_2
18_5
18_4
20
16_1
24
18_1
18_4
18_3
20
18_2
10
10c
10a
I

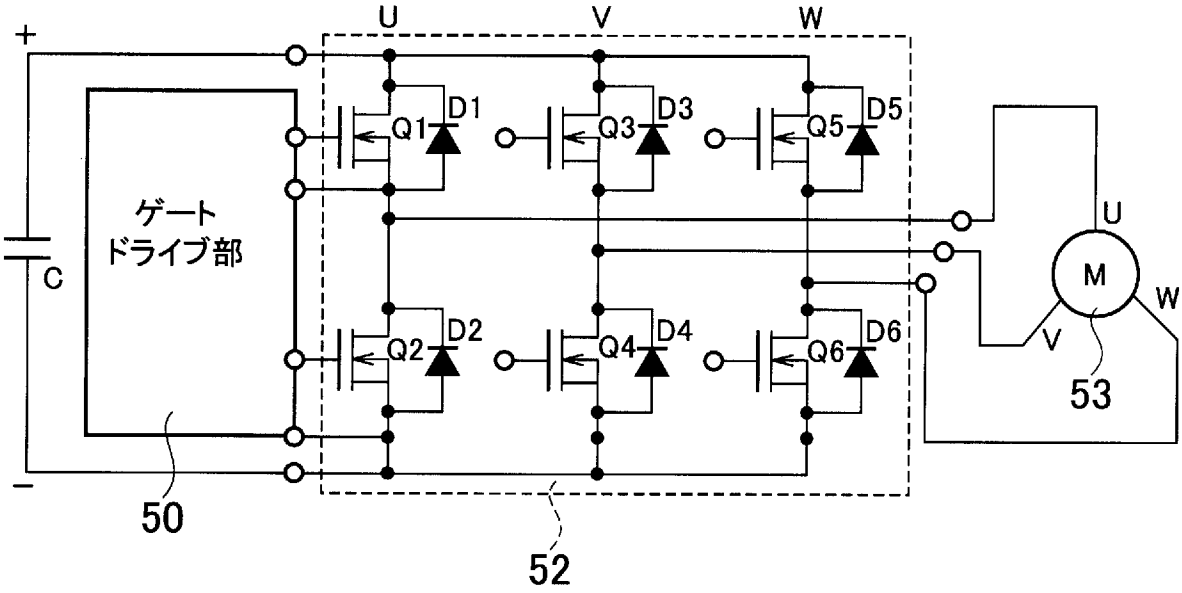
[図8]


101
601
102
602
103
603
50
104
604
105
605
106
52
606

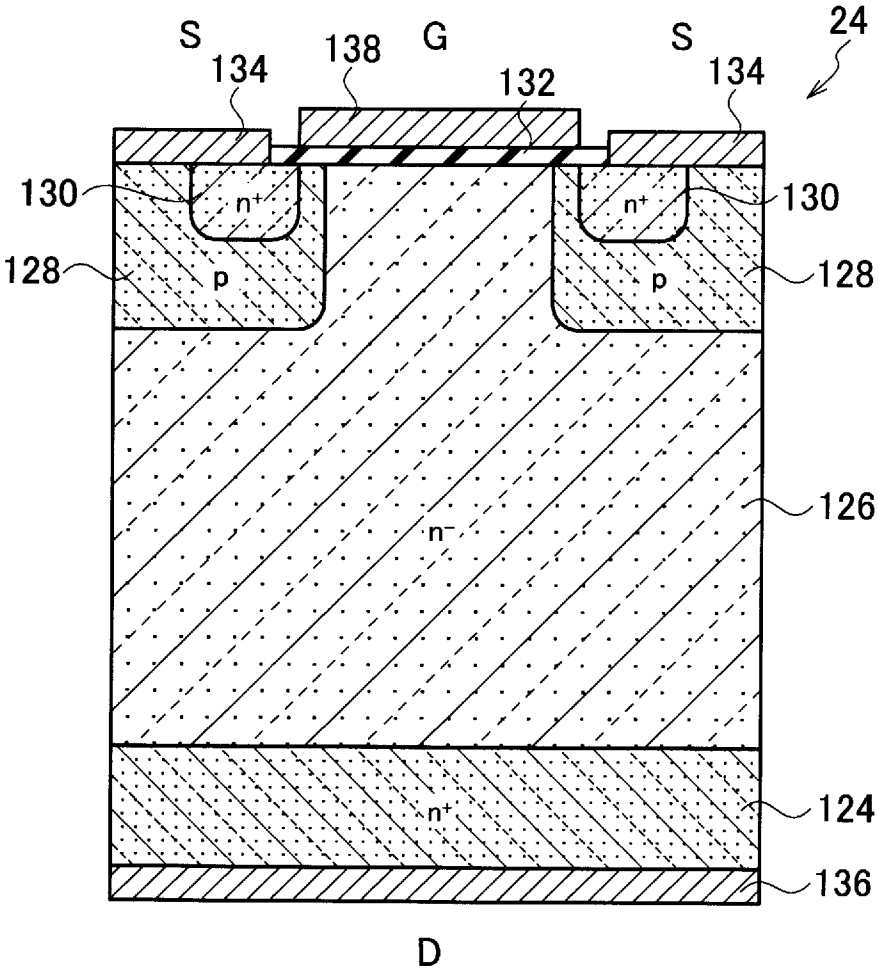
[図9]


701
601
702
602
703
603
704
604
705
605
706
606
80

[図10]

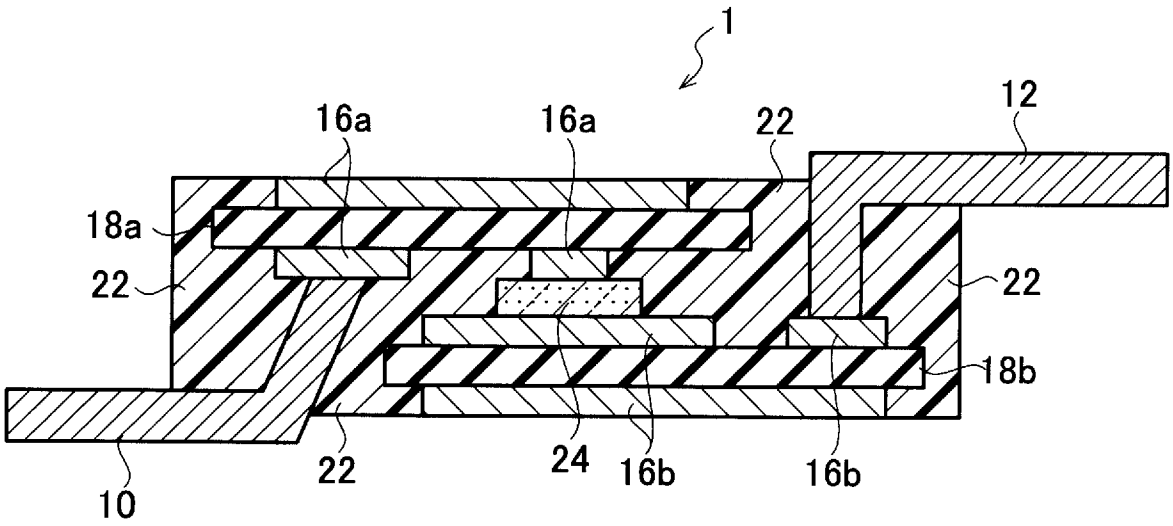

U
V
W
+
−
C
ゲート
ドライブ部
Q1
D1
Q3
D3
Q5
D5
Q2
D2
Q4
D4
Q6
D6
M
U
V
W
53
50
52

[図11]

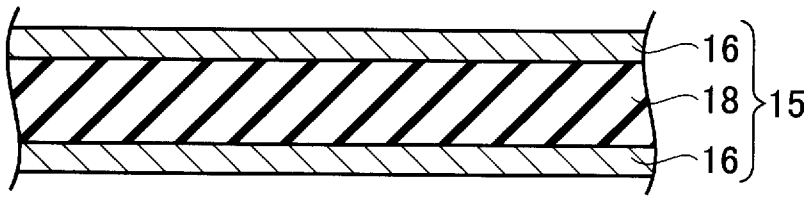

S
134
138
G
132
S
134
24
130
n+
n+
130
128
p
p
128
126
n−
124
n+
136
D

[図12]

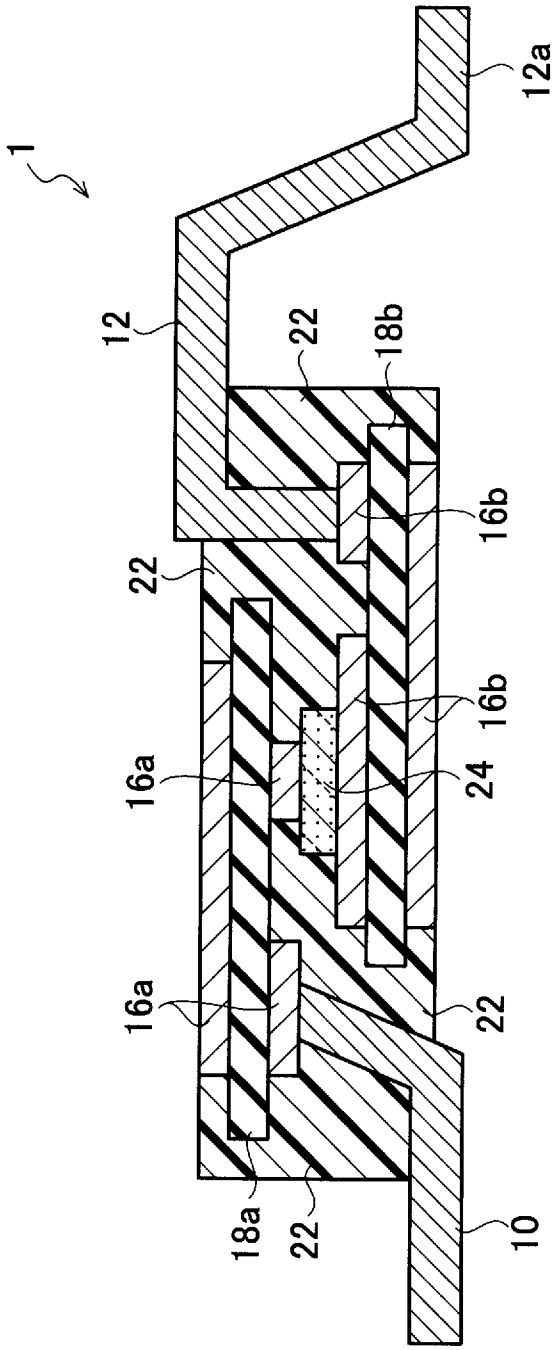
(a)



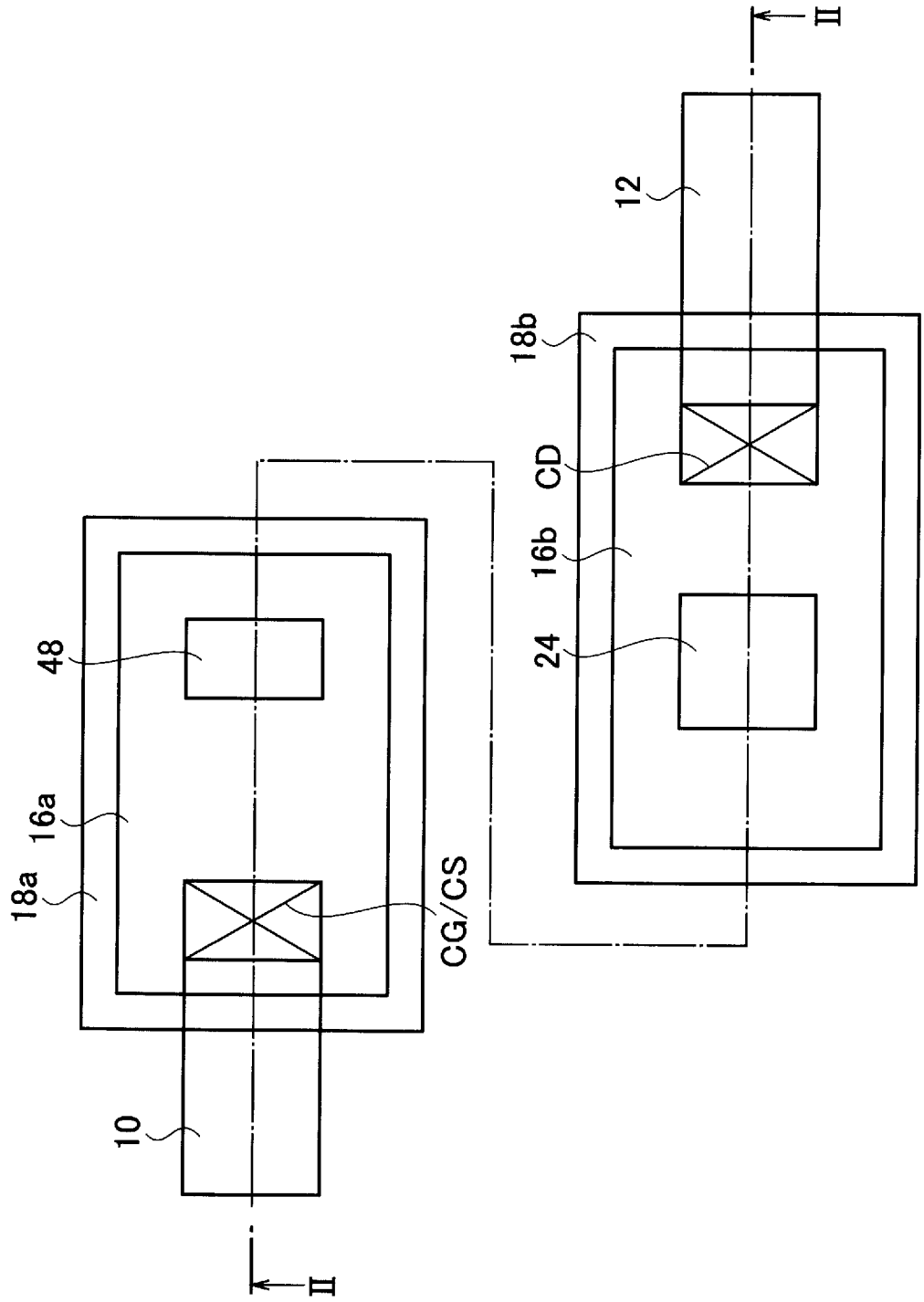
(b)



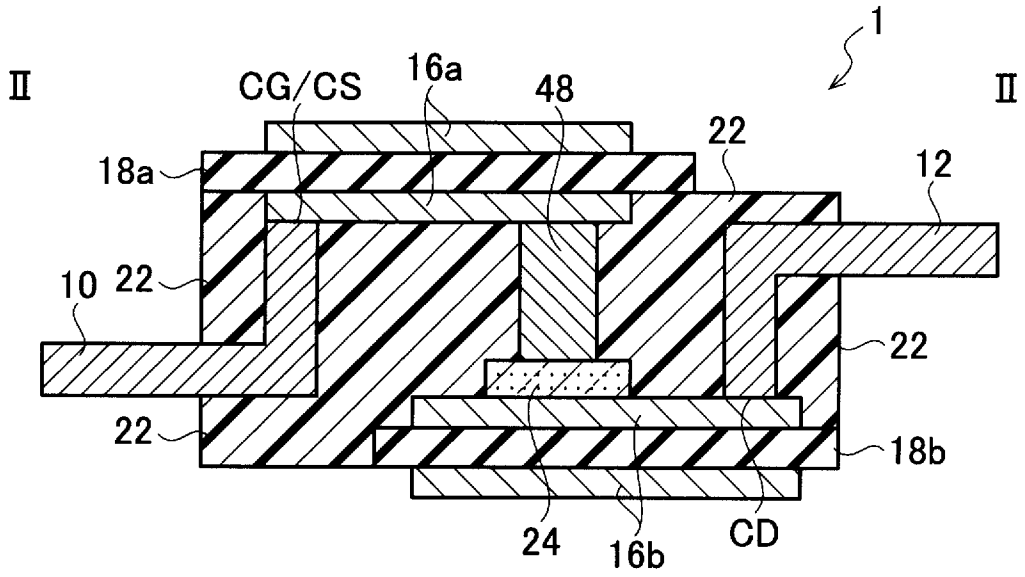
[図13]



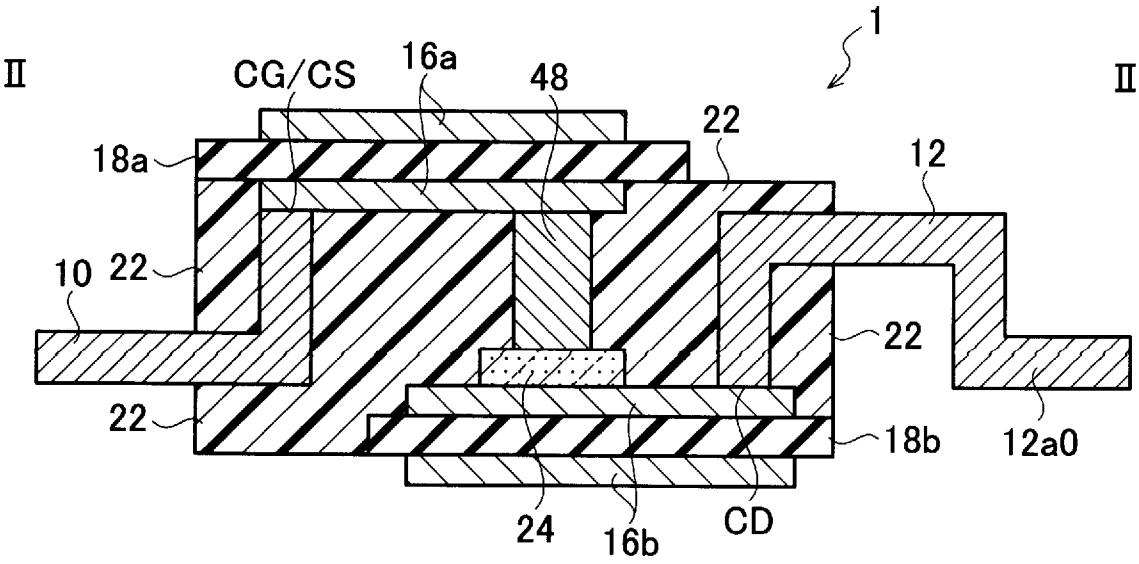
[図14]



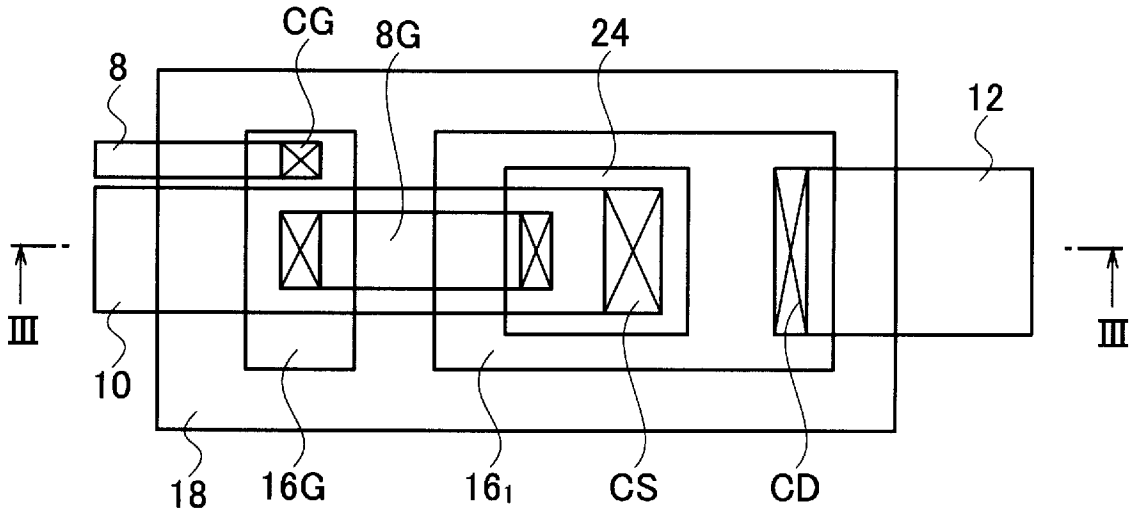
[図15]


1
II
CG/CS
16a
48
II
22
18a
12
10
22
22
22
18b
24
16b
CD

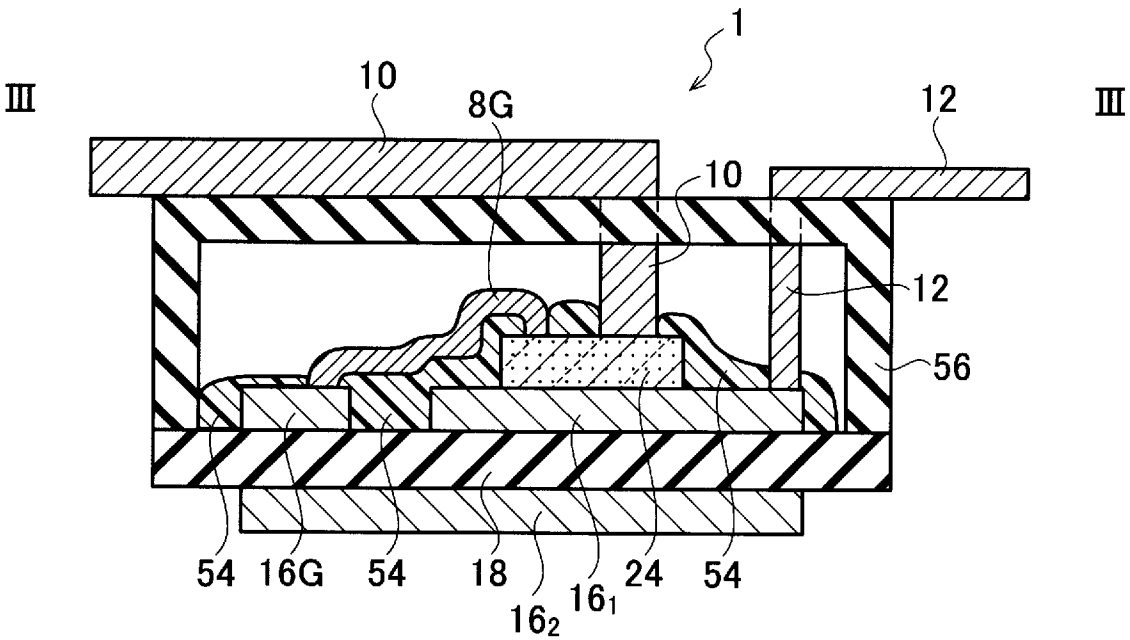
[図16]


1
II
CG/CS
16a
48
II
22
18a
12
10
22
22
22
18b
12a0
24
16b
CD

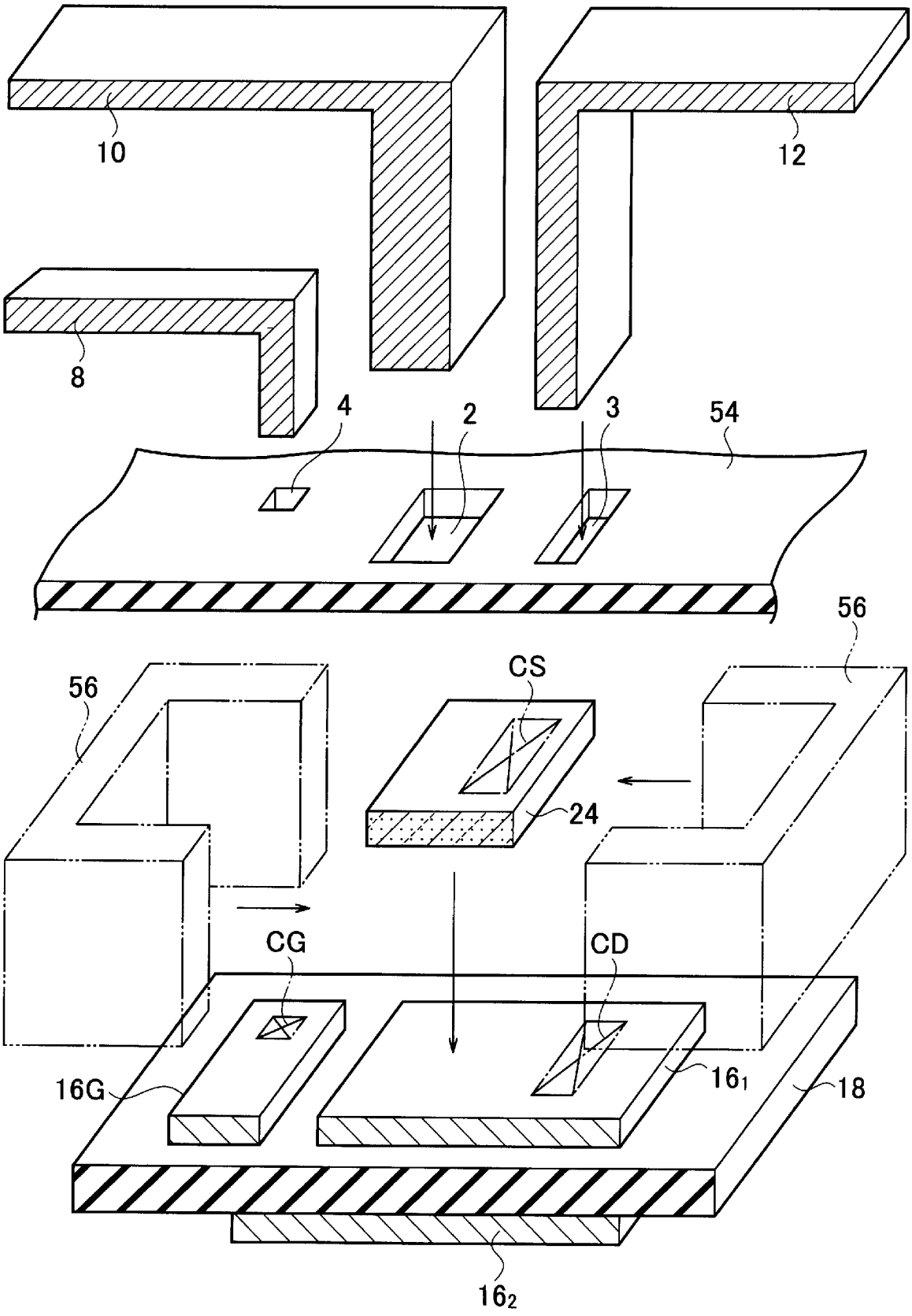
[図17]


CG
8G
24
8
12
III
III
10
18
16G
16₁
CS
CD

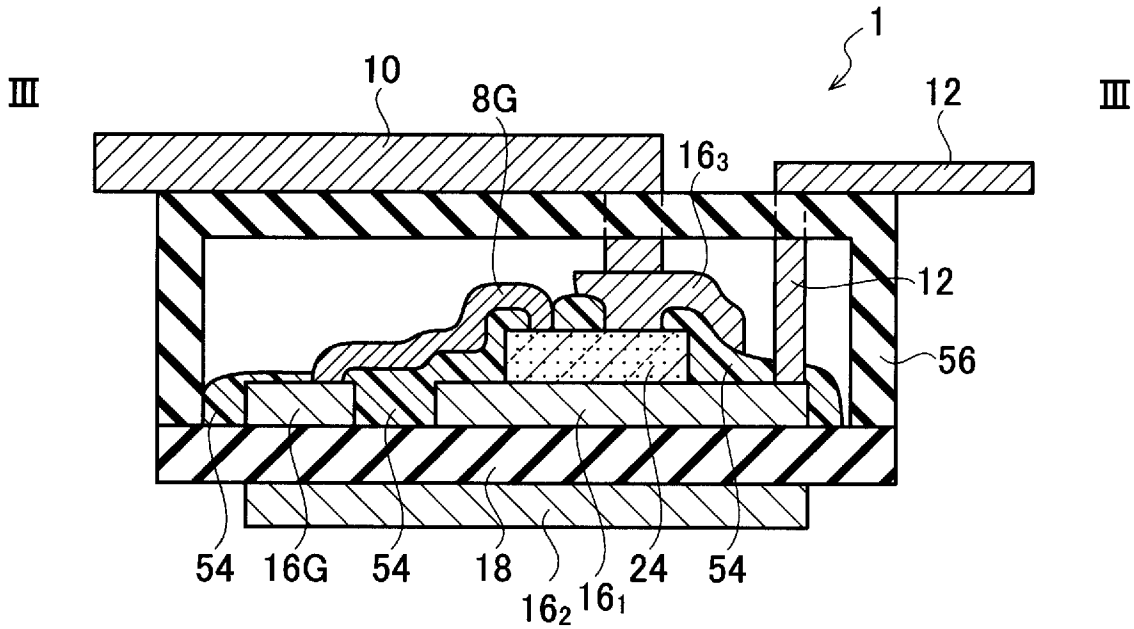
[図18]


1
III
10
8G
12
III
10
12
56
54
16G
54
18
16₂
16₁
24
54

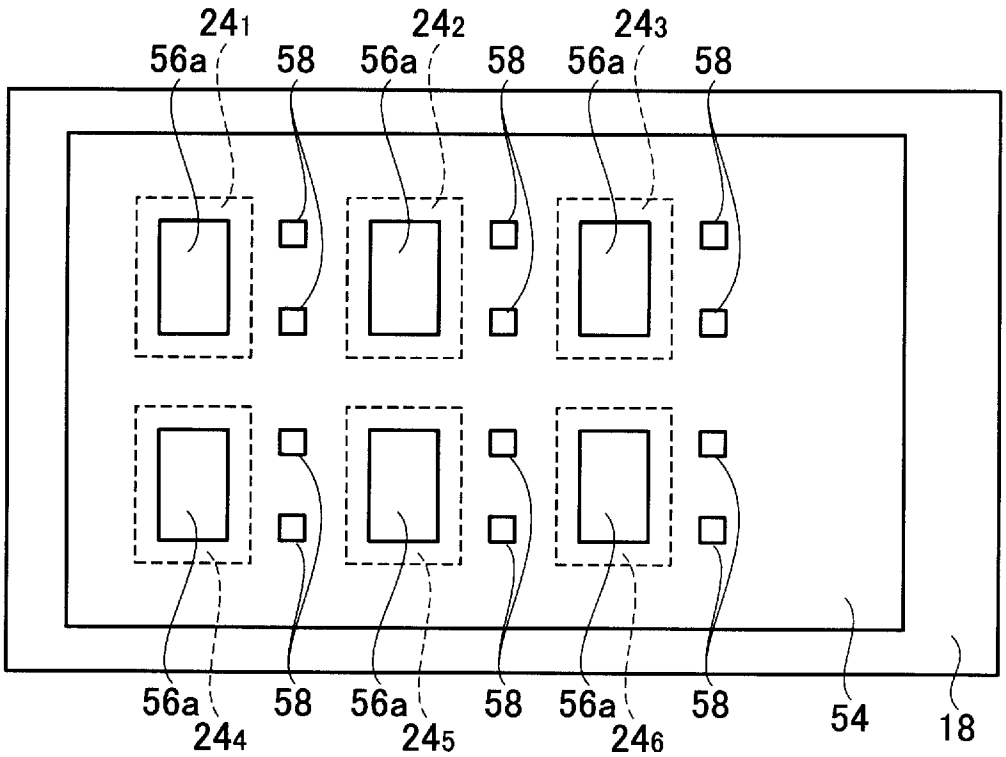
[図19]



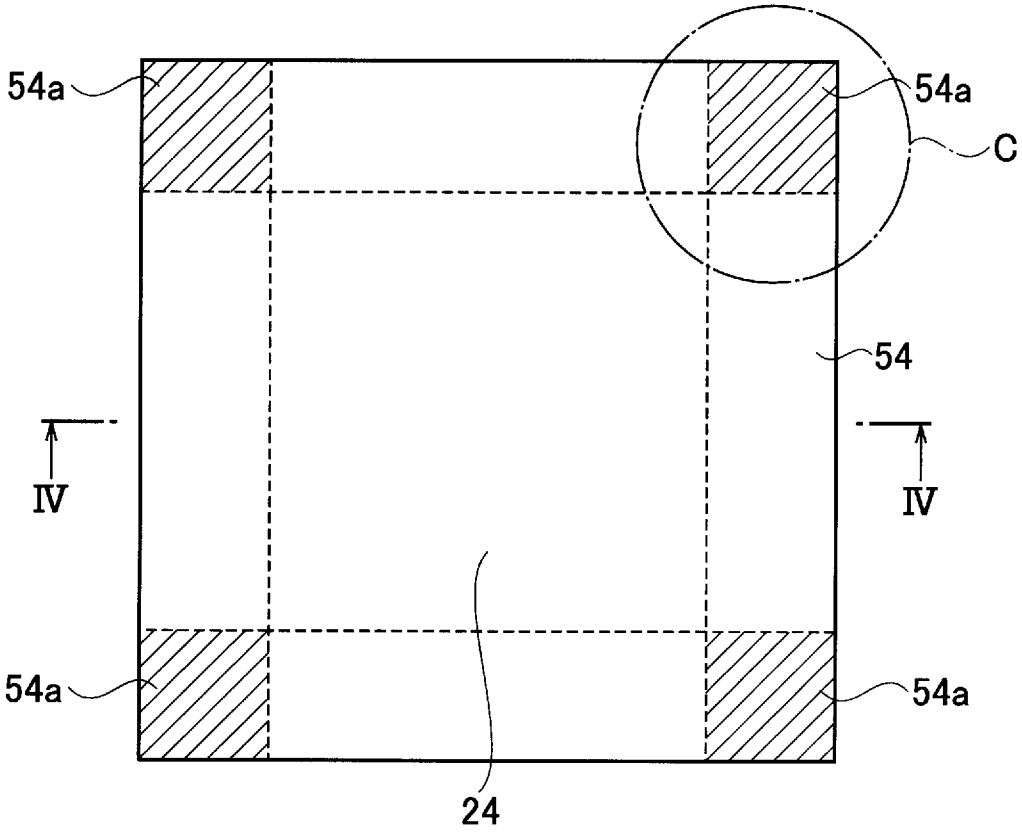
[図20]


1
10
8G
12
III
III
16_3
12
56
54
16G
54
18
16_2
16_1
24
54

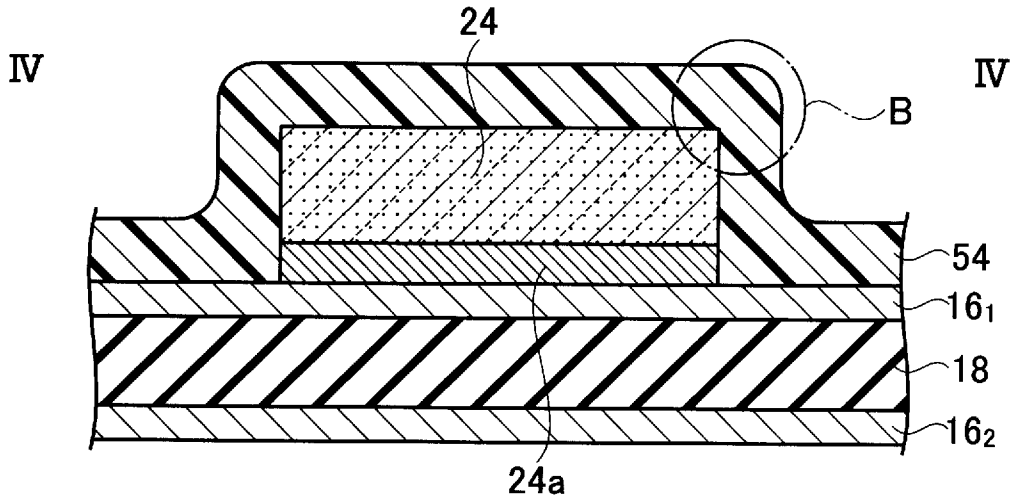
[図21]


24_1
24_2
24_3
56a
58
56a
58
56a
58
56a
24_4
58
56a
24_5
58
56a
24_6
58
54
18

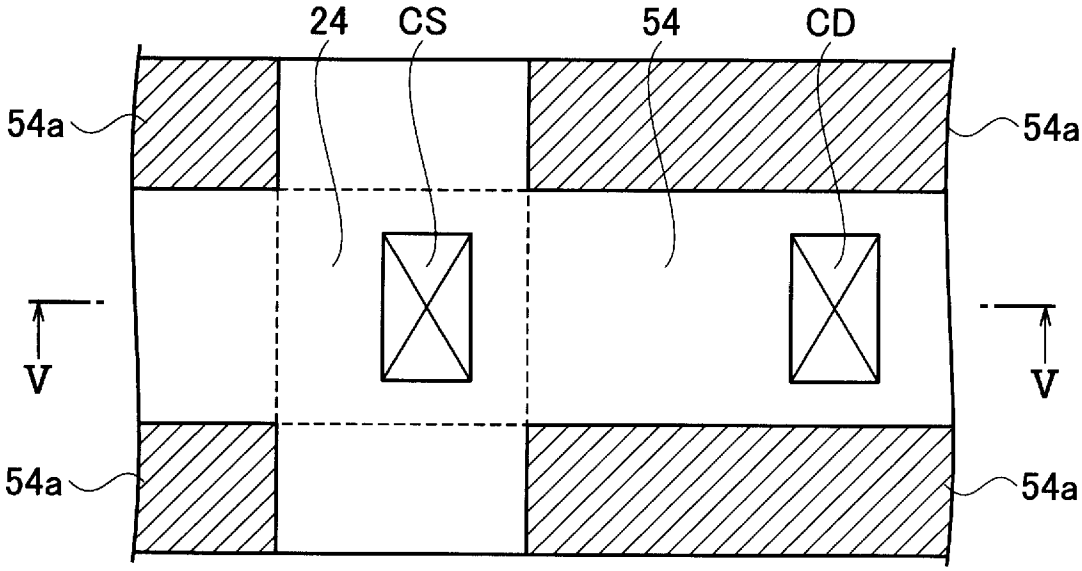
[図22]



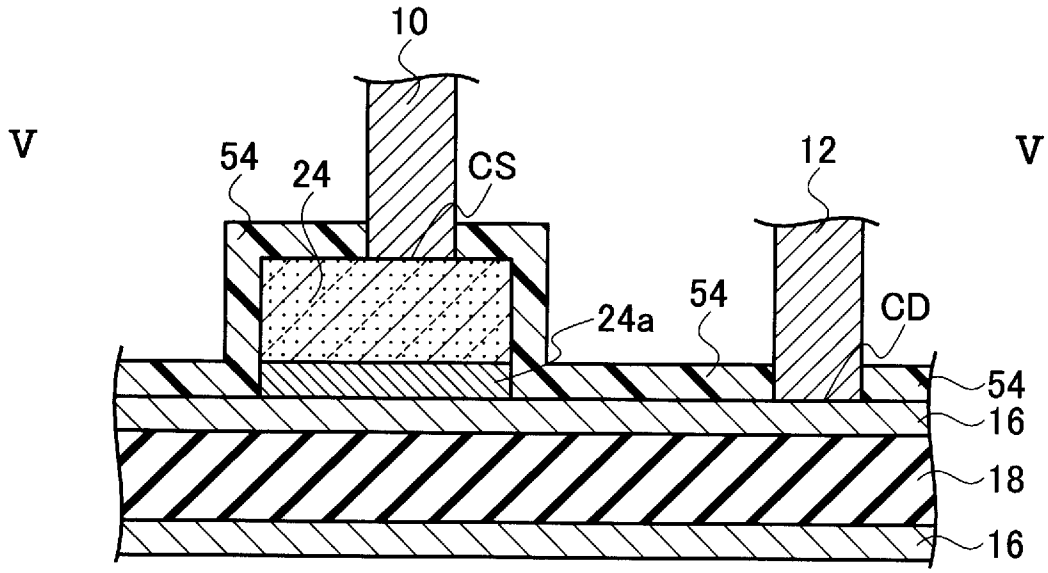
[図23]



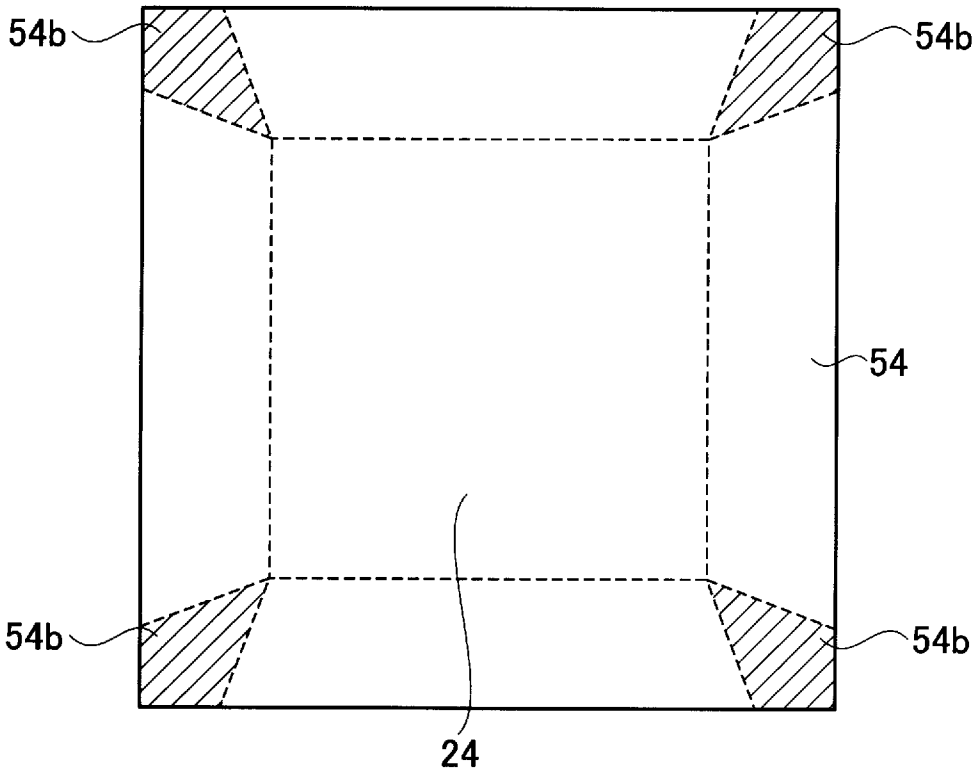
[図24]



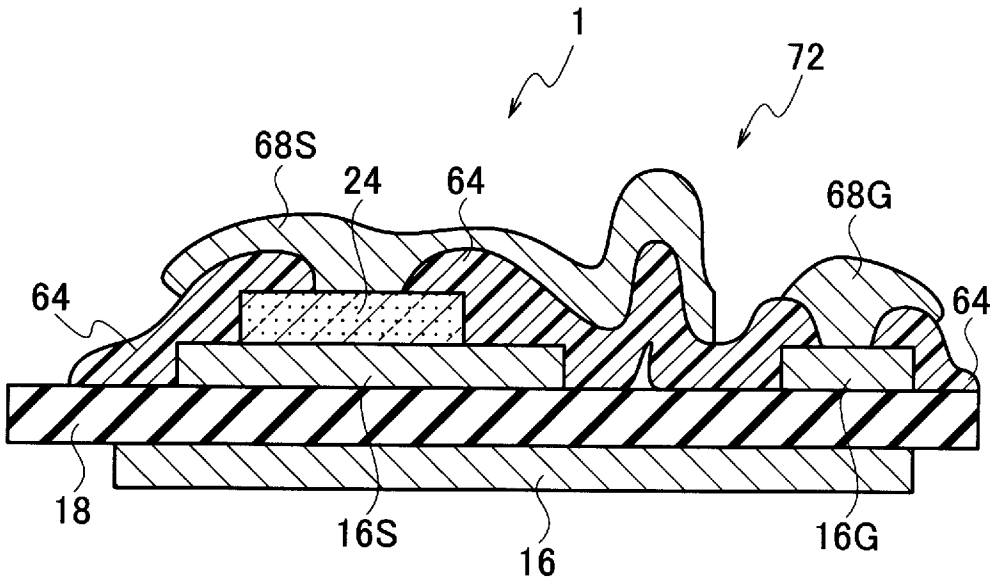
[図25]



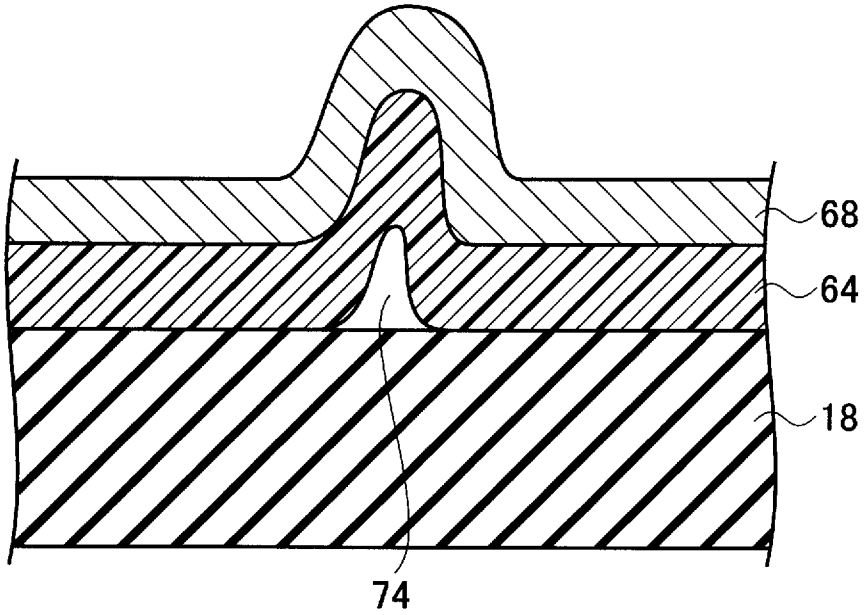
[図26]



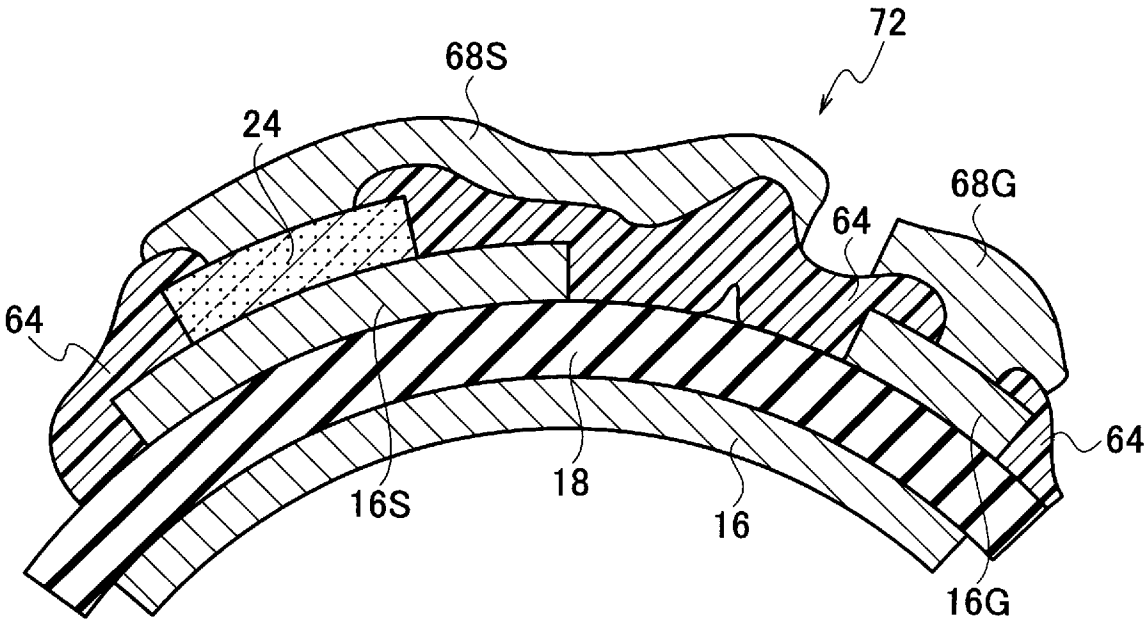
[図27]



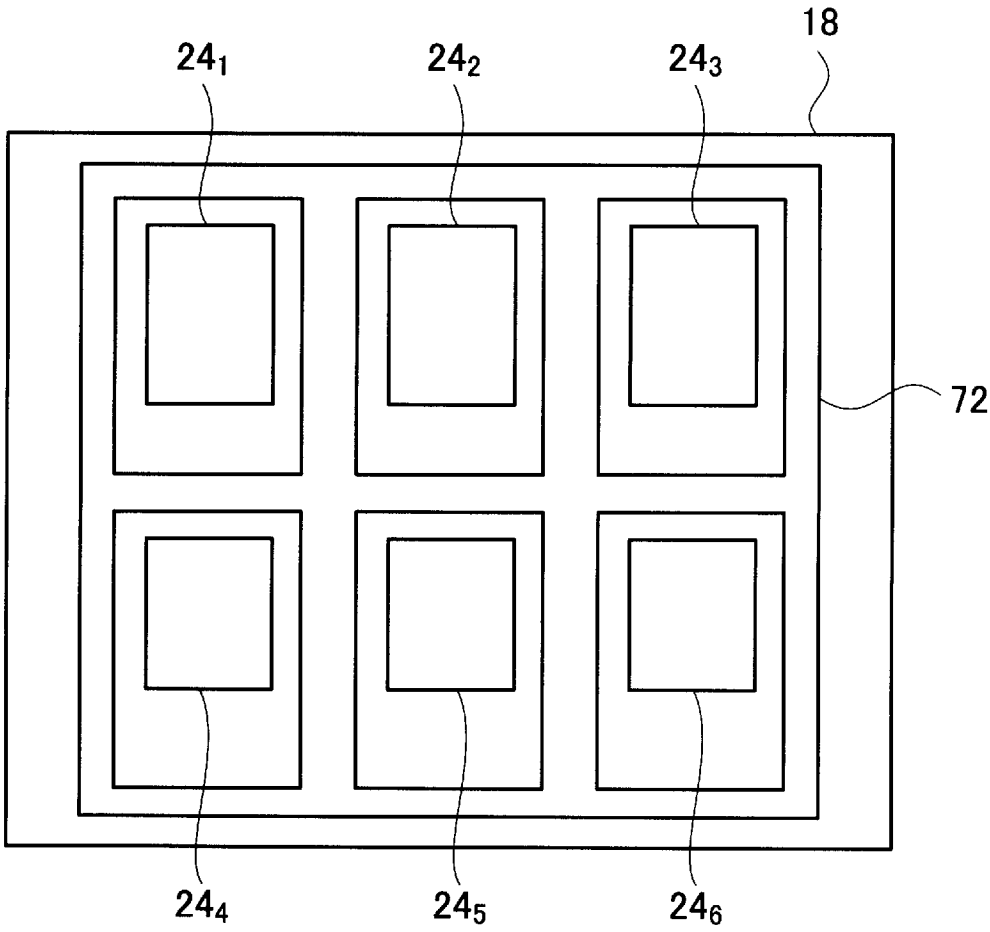
[図28]



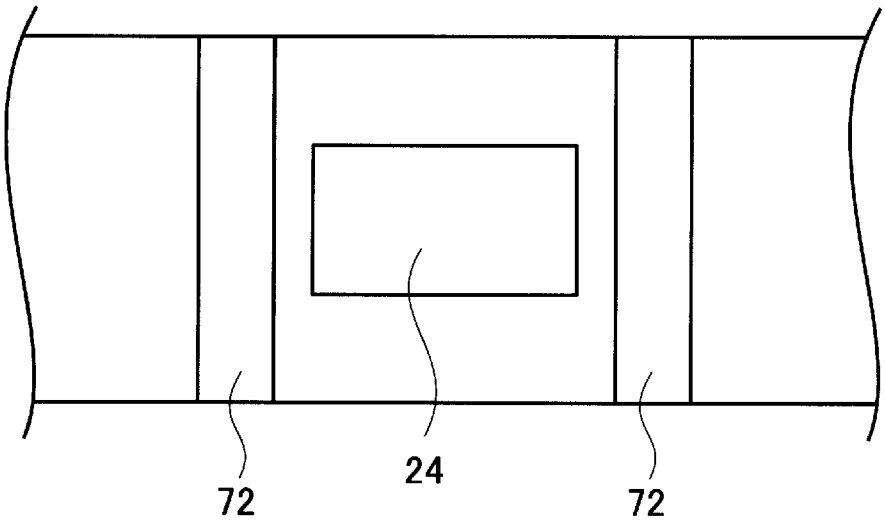
[図29]



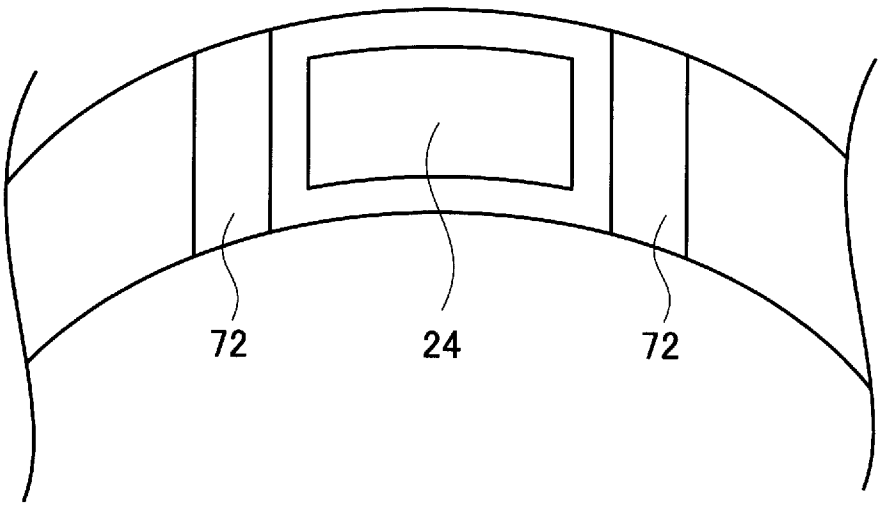
[図30]



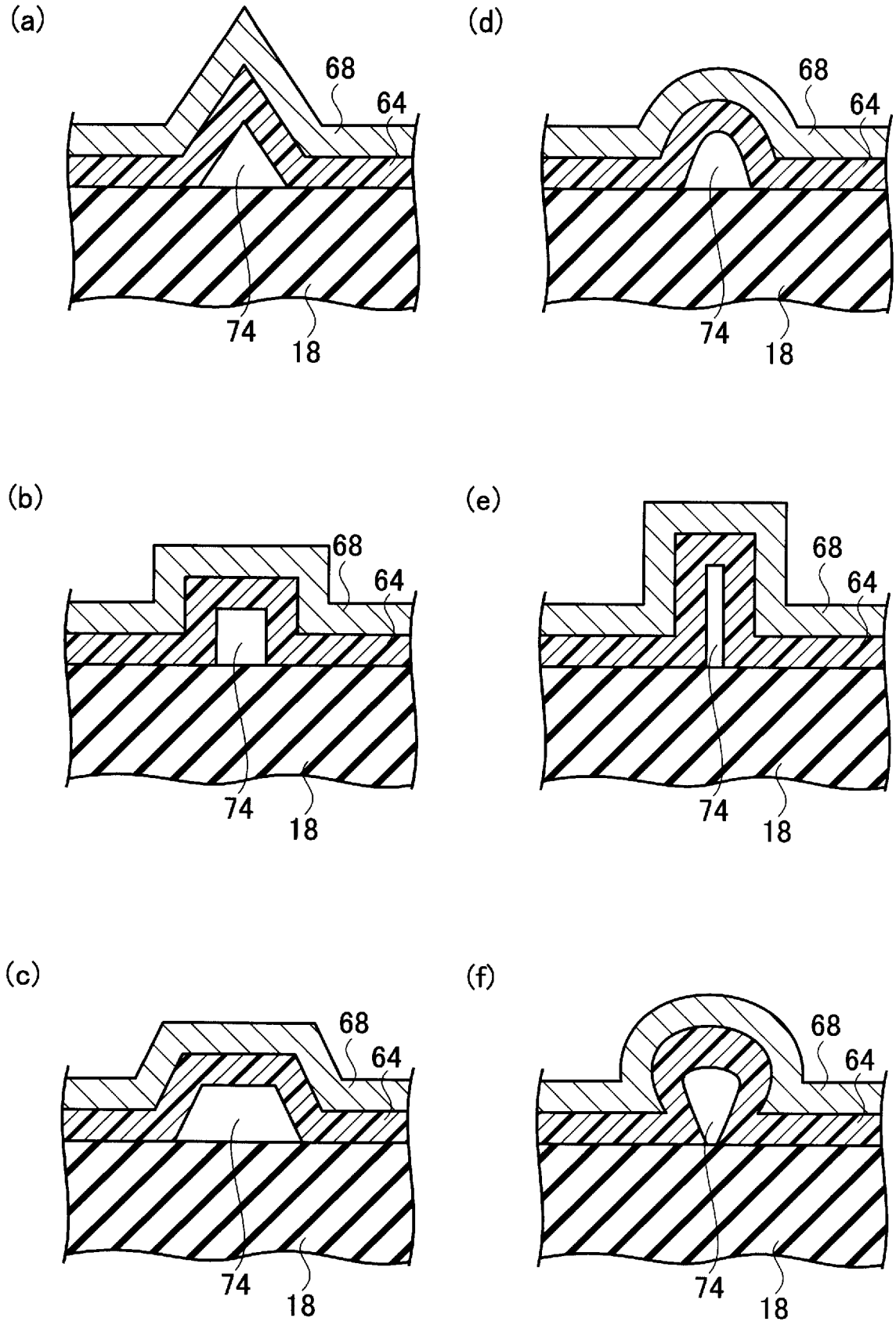
[図31]



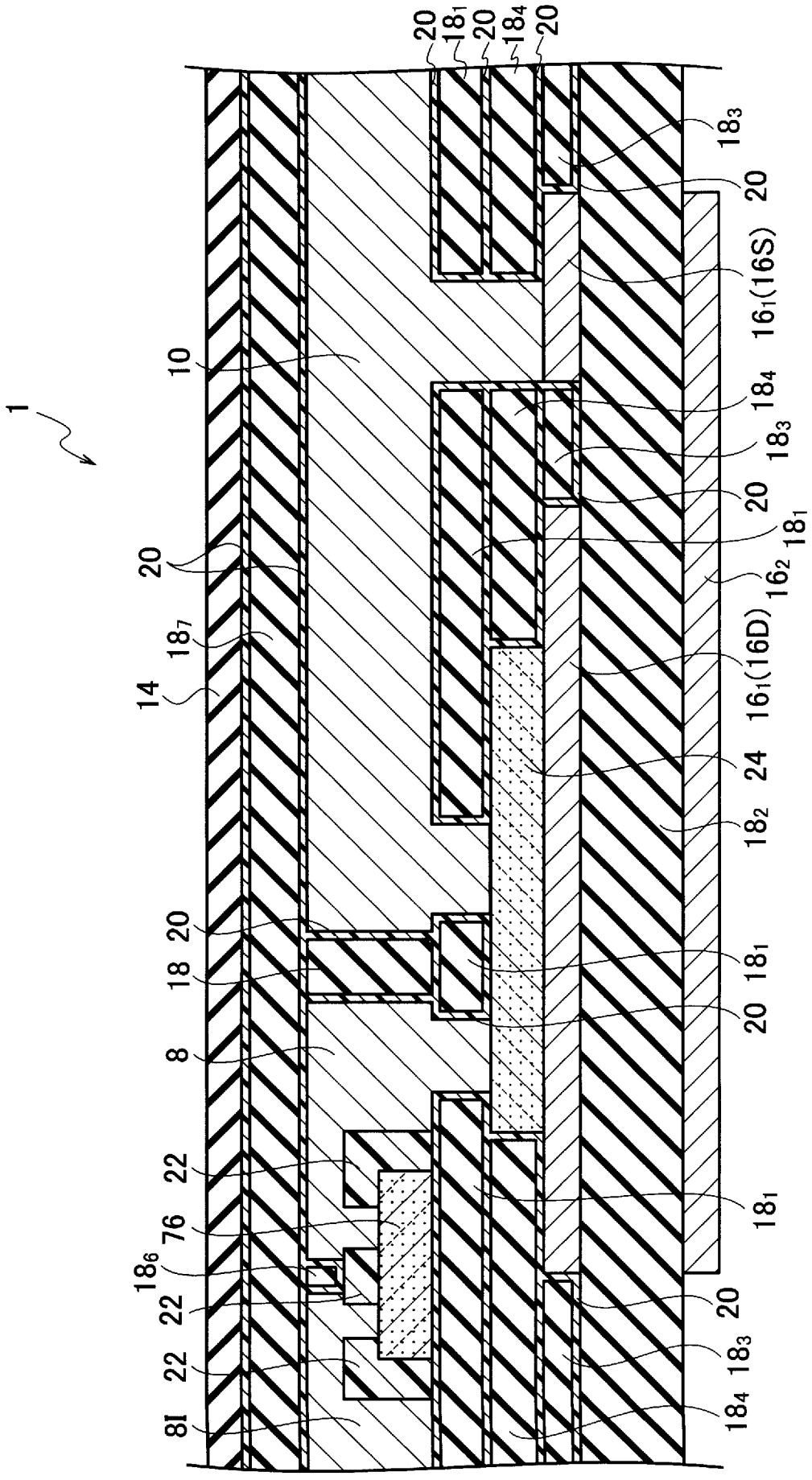
[図32]



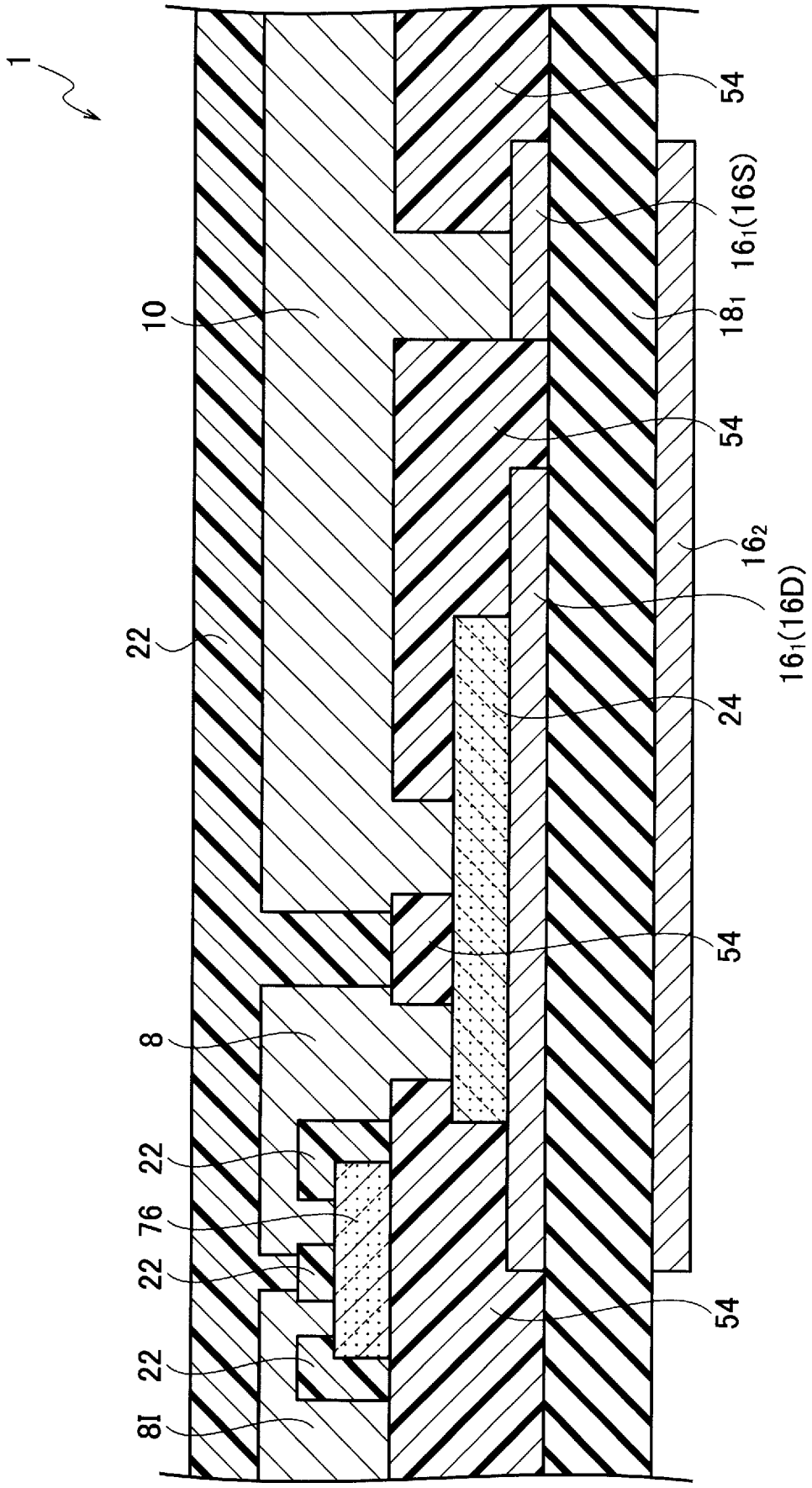
[図33]


(a)
68
64
74
18
(d)
68
64
74
18
(b)
68
64
74
18
(e)
68
64
74
18
(c)
68
64
74
18
(f)
68
64
74
18

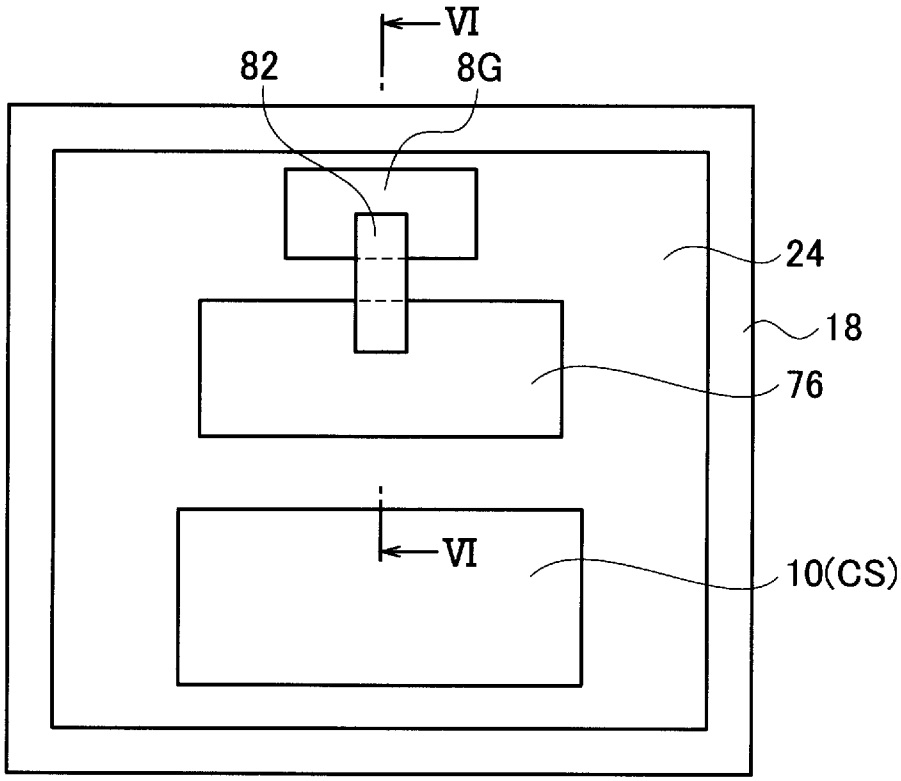
[図34]


1
10
20
14
18₇
18
8
22
76
18₆
22
22
8I
20
18₁
20
18₄
20
18₃
20
16₁(16S)
18₄
18₃
20
18₁
16₂
16₁(16D)
24
18₂
18₁
20
18₁
20
18₃
18₄

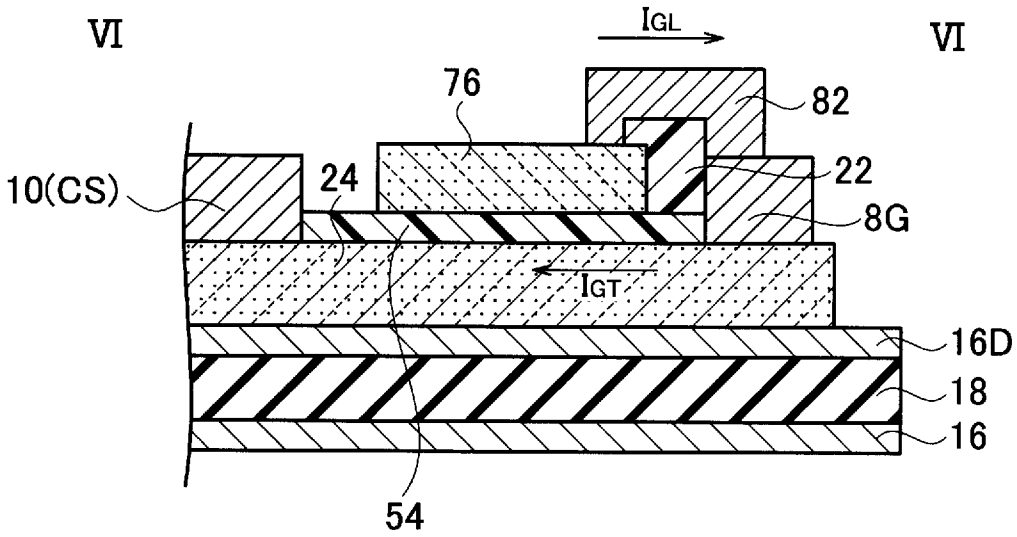
[図35]



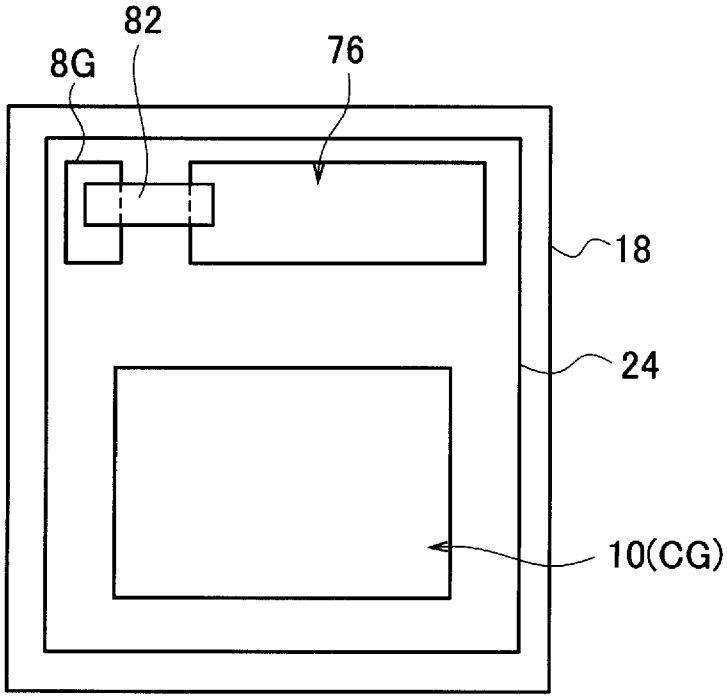
[図36]


VI
82
8G
24
18
76
VI
10(CS)

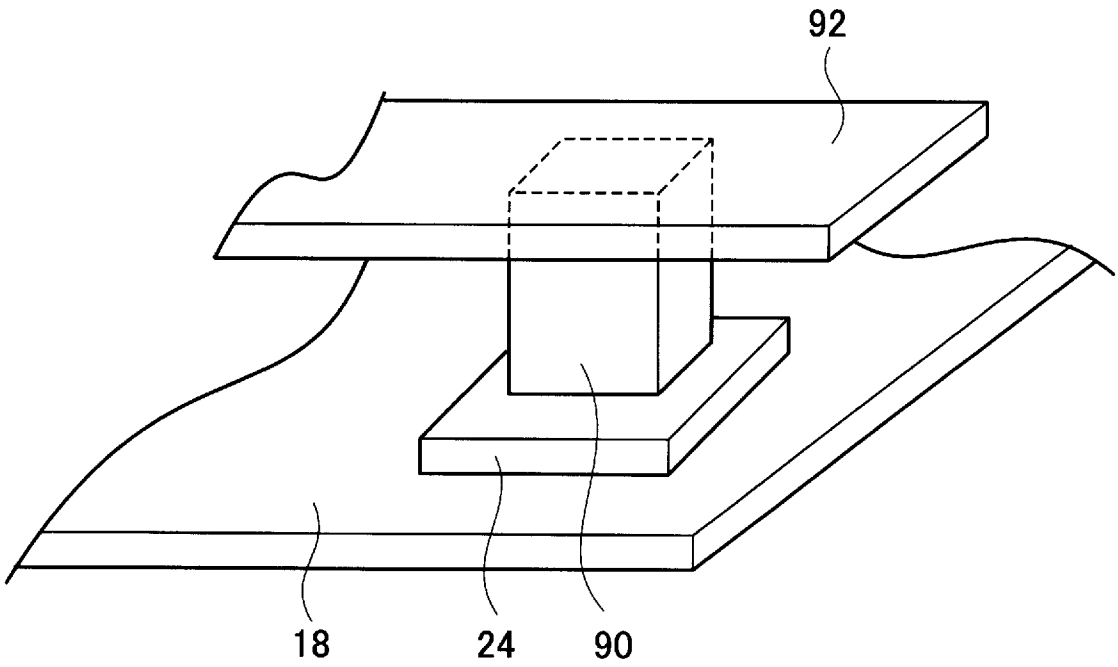
[図37]


VI
IGL
VI
76
82
10(CS)
24
22
8G
IGT
16D
18
16
54

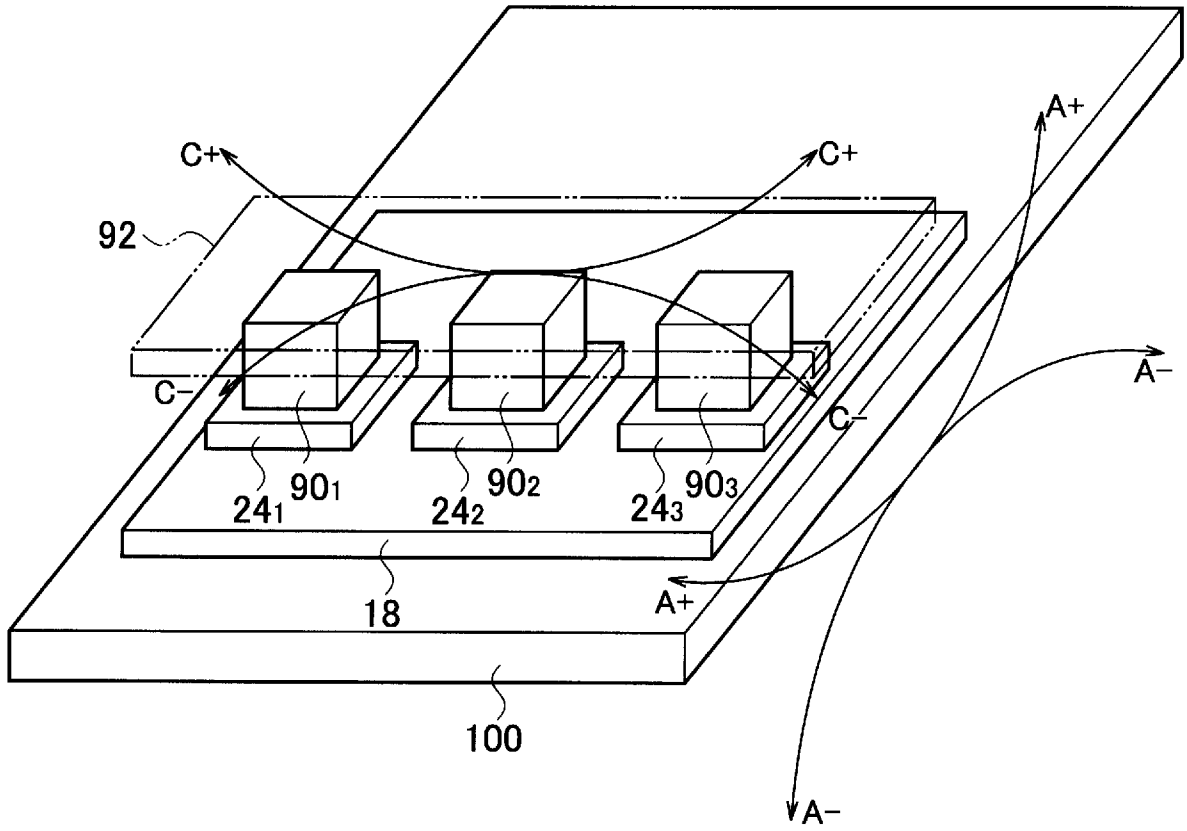
[図38]



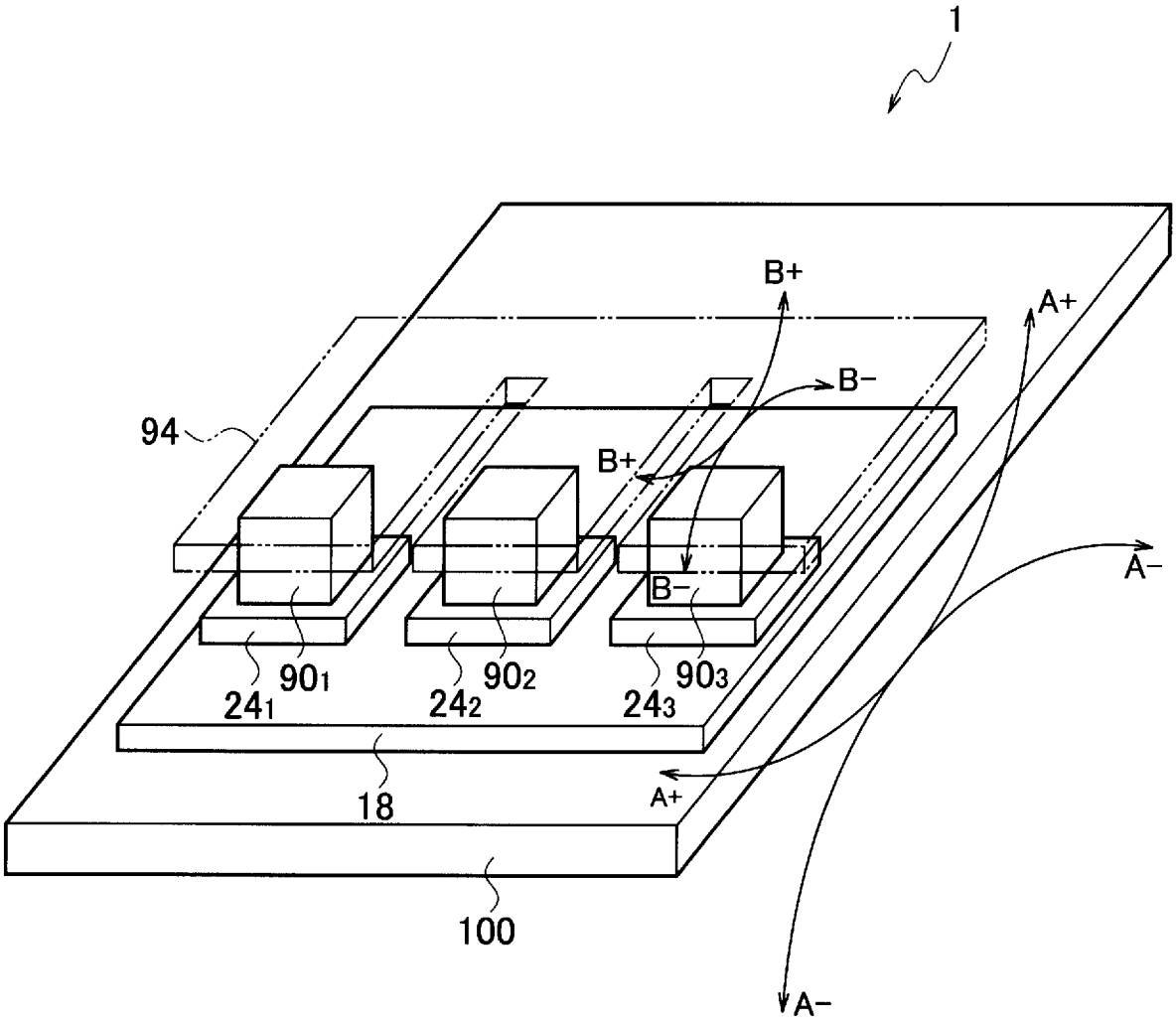
[図39]



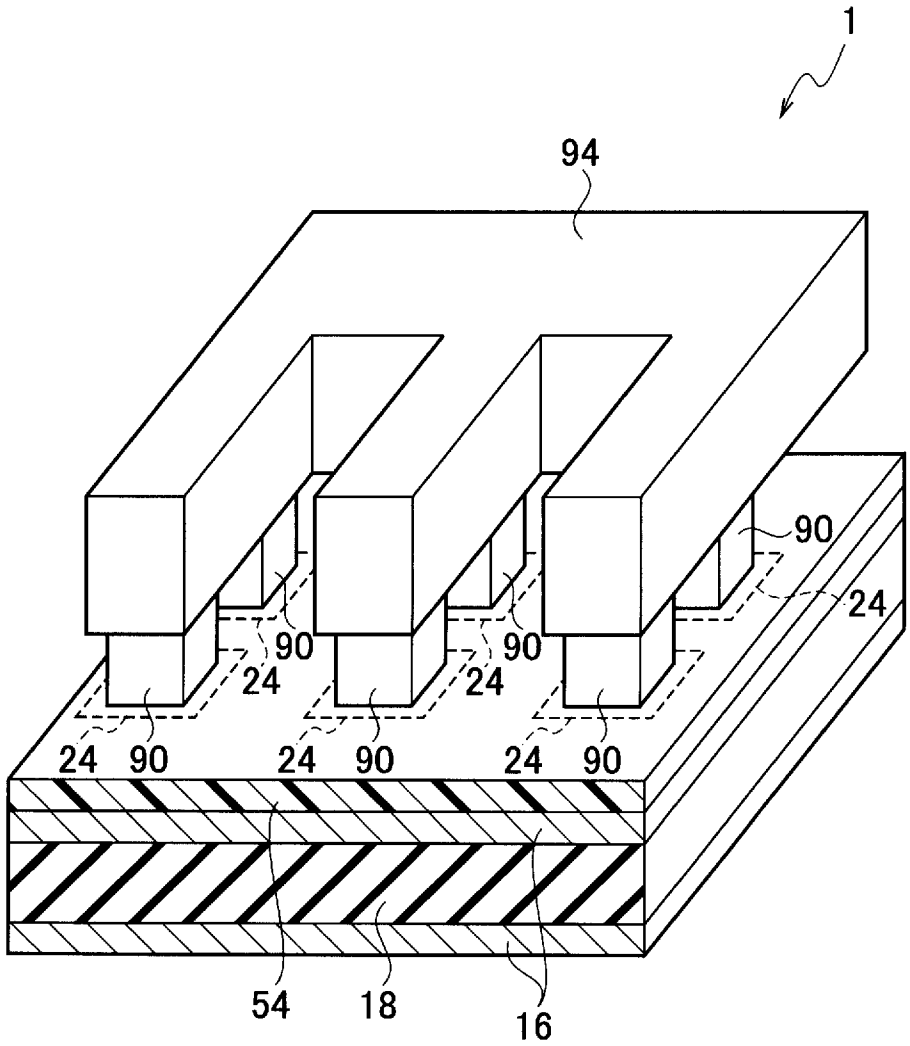
[図40]



[図41]

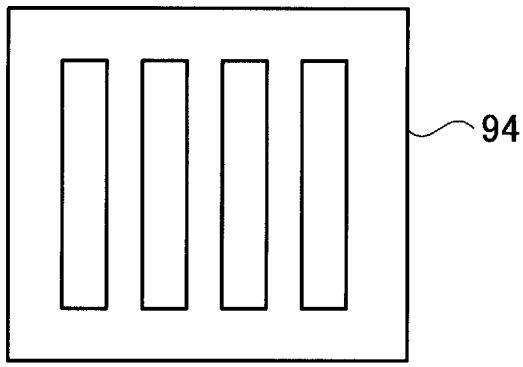


[図42]

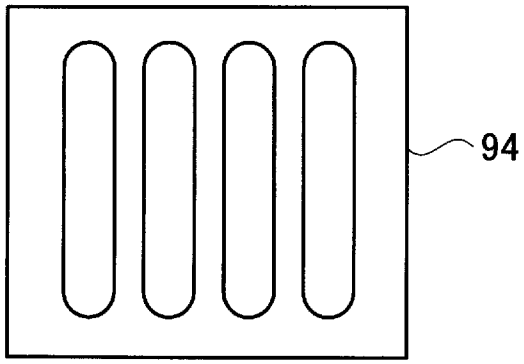


[図43]

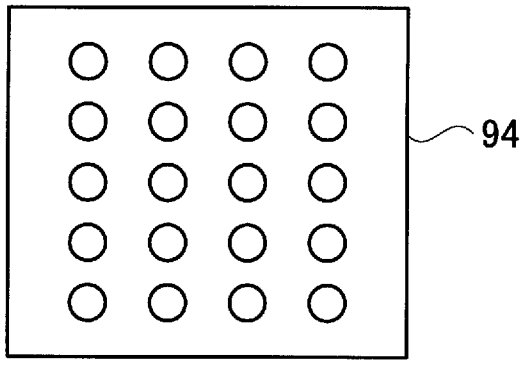
(a)



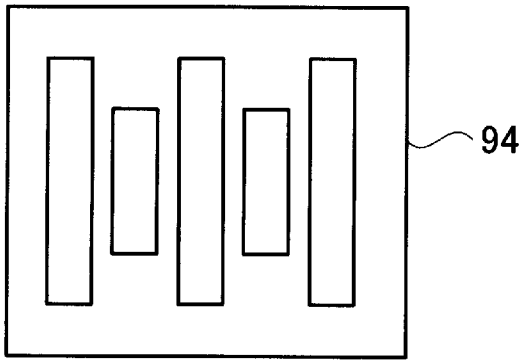
(b)



(c)

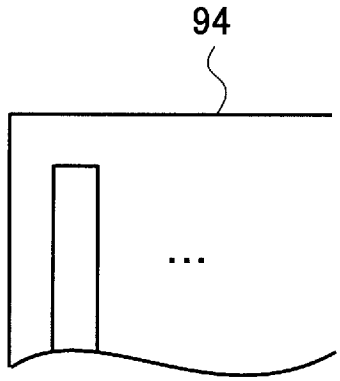


(d)

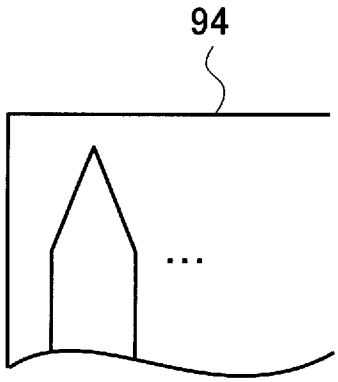


[図44]

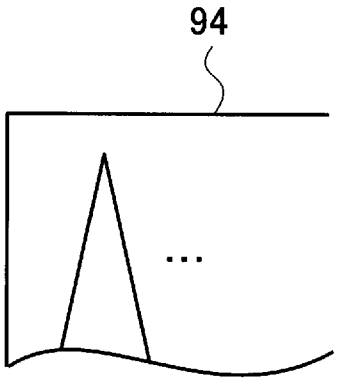
(a)



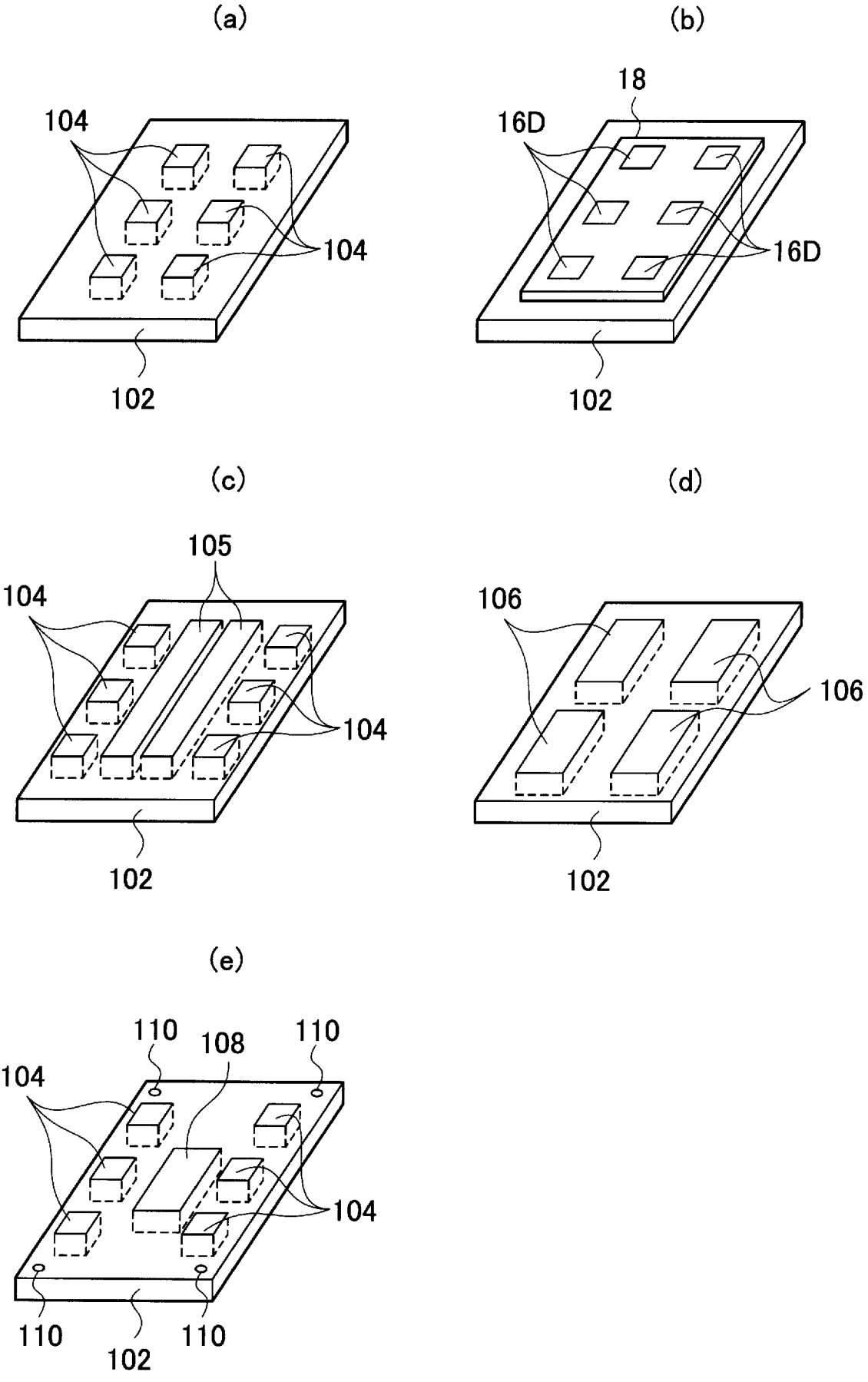
(b)



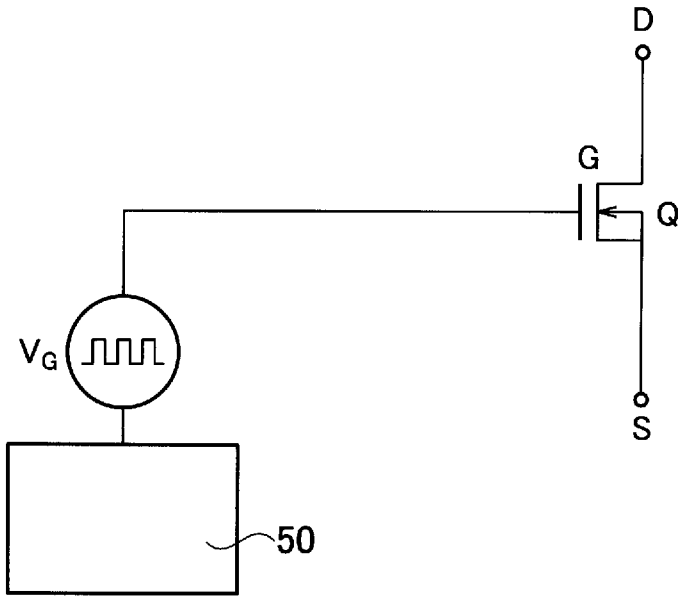
(c)



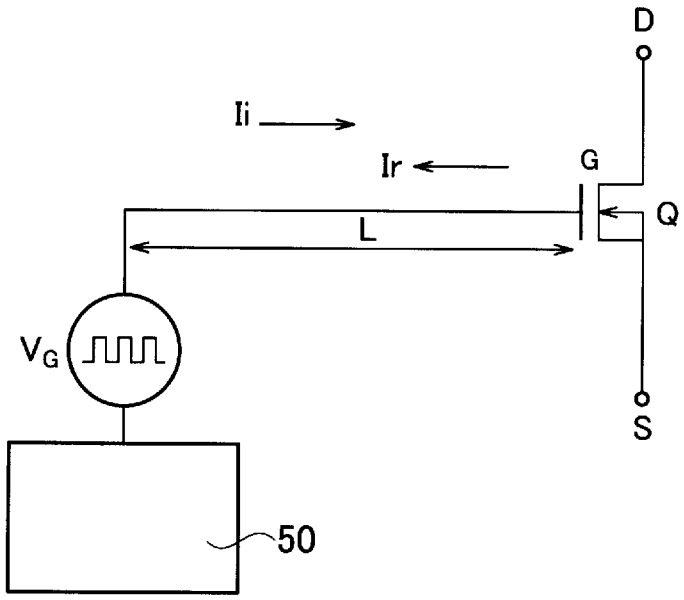
[図45]


(a)
104
104
102
(b)
18
16D
16D
102
(c)
105
104
104
102
(d)
106
106
102
(e)
110
108
110
104
104
110
102
110

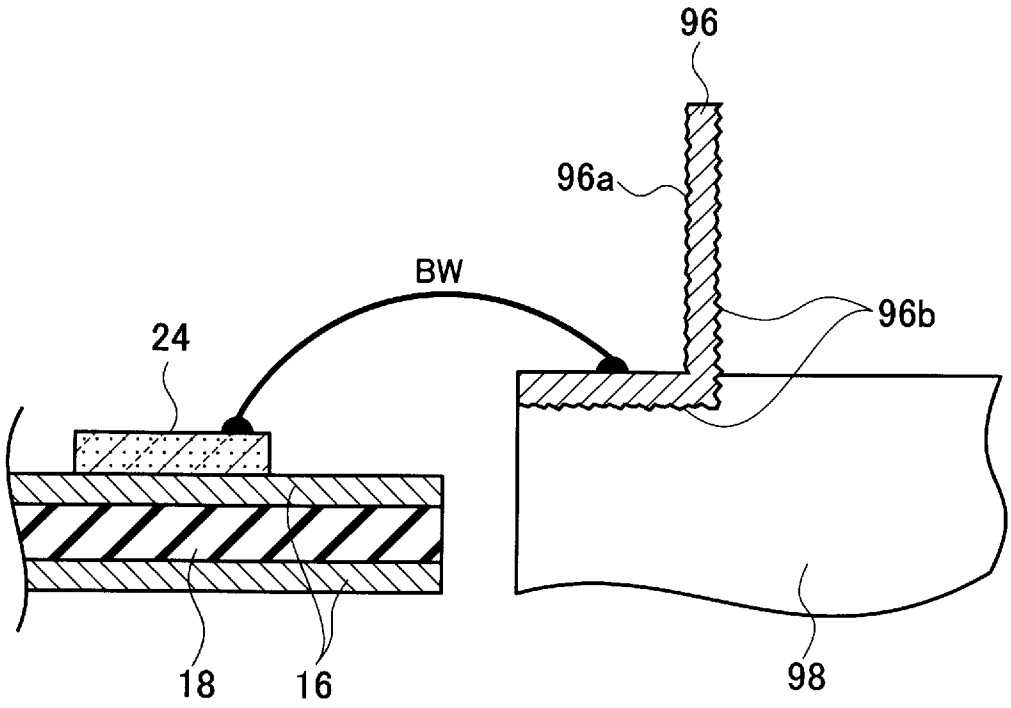
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/054908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L23/34(2006.01)i, *H01L25/07*(2006.01)i, *H01L25/18*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L23/34, H01L25/07, H01L25/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-231690 A (Fuji Electric Device Technology Co., Ltd.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraphs [0035] to [0104], [0126] to [0165]; fig. 19 & US 2009/0246910 A1 & DE 102009014582 A & CN 101546716 A	38,39,41,43,61,65 1,2,4,5,6,17,40,42,45
Y	JP 2011-44452 A (Denso Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0031] to [0079]; fig. 1 & US 2011/0042812 A1 & DE 102010039148 A & CN 101996982 A	1,2,4,5,6,17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 May, 2012 (23.05.12)	05 June, 2012 (05.06.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/054908

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-165764 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0023] to [0034]; fig. 1, 3 (Family: none)	1,2,4,5,6,17
Y	JP 2011-35308 A (Mitsubishi Materials Corp.), 17 February 2011 (17.02.2011), paragraph [0029] (Family: none)	4,40
Y	JP 2010-93033 A (Toshiba Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), fig. 1; paragraphs [0009] to [0022] & US 2010/0084760 A1 & CN 101714541 A	6,42
A	JP 2002-314037 A (Hitachi, Ltd.), 25 October 2002 (25.10.2002), paragraphs [0002] to [0003]; fig. 2 (Family: none)	7-16,51-60
Y	JP 2009-64852 A (Octec Inc.), 26 March 2009 (26.03.2009), paragraphs [0027] to [0050]; fig. 1 (Family: none)	45
A	JP 2009-70863 A (Hitachi, Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0059] to [0062]; fig. 4 (Family: none)	1-17,38-65
A	JP 2002-164484 A (Hitachi, Ltd.), 07 June 2002 (07.06.2002), paragraphs [0015] to [0021], [0026]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-17,38-65

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/054908

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-17 and 38-65

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The invention described in claim 1 and the inventions described in claims 18-37 share a common technical feature "the release of a heat is performed through both the back surface and the front surface of the semiconductor device".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1: JP 2009-70863 A (Hitachi, Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0059] to [0062]; fig. 4 and the document 2: JP 2002-164484 A (Hitachi, Ltd.), 07 June 2002 (07.06.2002), paragraphs [0015] to [0021], [0026]; fig. 3, 4.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between the inventions.

Accordingly, the following two inventions are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1-17, and 38-65

An invention comprising a power module semiconductor device, wherein the power module semiconductor device comprises a first copper plate layer, a semiconductor device arranged on the first copper plate layer, a first ceramic substrate arranged on the semiconductor device, a first terminal electrode connected to the front surface of the semiconductor device through a first opening that opens into the first ceramic substrate, and a second terminal electrode connected to the first copper plate layer through a second opening that opens into the first ceramic substrate, and the power module semiconductor device is characterized in that the release of a heat is performed through both the back surface and the front surface of the semiconductor device; an invention comprising a constitution corresponding to the power module semiconductor device; or an invention which is the addition of a known technique to one of the above-stated two inventions.

(Invention 2) the inventions of claims 18-37

An invention comprising a power module semiconductor device, wherein the power module semiconductor device comprises a semiconductor device, a first DBC substrate arranged on the front surface side of the semiconductor device, a second DBC substrate arranged on the back surface side of the semiconductor device, a first terminal electrode connected to the first DBC substrate, and a second terminal electrode connected to the second DBC substrate, and wherein the power module semiconductor device is characterized in that the release of a heat is performed through both the back surface and the front surface of the semiconductor device; or an invention which is the addition of a known technique to the above-stated invention.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５４９０８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L23/34(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L23/34, H01L25/07, H01L25/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2009-231690 A (富士電機デバイステクノロジー株式会社) 2009.10.08, 【0035】-【0104】, 【0126】-【0165】, 【図19】	38,39,41,43,61,65
Y	& US 2009/0246910 A1 & DE 102009014582 A & CN 101546716 A	1,2,4,5,6,17,40,42,45
Y	JP 2011-44452 A (株式会社デンソー) 2011.03.03, 【0031】-【0079】, 【図1】 & US 2011/0042812 A1 & DE 102010039148 A & CN 101996982 A	1,2,4,5,6,17

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２３．０５．２０１２	国際調査報告の発送日 ０５．０６．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｒ　９１６９ 今井　拓也 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-165764 A (富士電機システムズ株式会社) 2010.07.29, 【0023】-【0034】, 【図1】, 【図3】 (ファミリーなし)	1,2,4,5,6,17
Y	JP 2011-35308 A (三菱マテリアル株式会社) 2011.02.17, 【0029】 (ファミリーなし)	4,40
Y	JP 2010-93033 A (株式会社東芝) 2010.04.22, 【図1】, 【0009】-【0022】 & US 2010/0084760 A1 & CN 101714541 A	6,42
A	JP 2002-314037 A (株式会社日立製作所) 2002.10.25, 【0002】-【0003】, 【図2】 (ファミリーなし)	7-16,51-60
Y	JP 2009-64852 A (株式会社オクテック) 2009.03.26, 【0027】-【0050】, 【図1】 (ファミリーなし)	45
A	JP 2009-70863 A (株式会社日立製作所) 2009.04.02, 【0059】-【0062】, 【図4】 (ファミリーなし)	1-17,38-65
A	JP 2002-164484 A (株式会社日立製作所) 2002.06.07, 【0015】-【0021】, 【0026】, 【図3】, 【図4】 (ファミリーなし)	1-17,38-65

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５４９０８

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☑ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

１－１７，３８－６５

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項１に係る発明と請求項１８－３７に係る発明は、「前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行う」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献１：JP 2009-70863 A（株式会社日立製作所）2009.04.02, 【0059】-【0062】,【図4】、文献２：JP 2002-164484 A（株式会社日立製作所）2002.06.07, 【0015】-【0021】,【0026】,【図3】,【図4】の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には以下に示す２の発明が含まれる。

（発明１）請求項１－１７、３８－６５に係る発明
第１銅プレート層と、前記第１銅プレート層上に配置された半導体デバイスと、前記半導体デバイス上に配置された第１セラミック基板と、前記第１セラミック基板に開口された第１開口部を介して前記半導体デバイス表面に接続された第１端子電極と、前記第１セラミック基板に開口された第２開口部を介して前記第１銅プレート層に接続された第２端子電極とを備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うことを特徴とするパワーモジュール半導体装置を備える発明、又はこれに対応する構成を備える発明もしくは上記発明に従来周知の技術を付加した発明。

（発明２）請求項１８－３７に係る発明
半導体デバイスと、前記半導体デバイスの表面側に配置された第１ＤＢＣ基板と、前記半導体デバイスの裏面側に配置された第２ＤＢＣ基板と、前記第１ＤＢＣ基板に接続された第１端子電極と、前記第２ＤＢＣ基板に接続された第２端子電極とを備え、前記半導体デバイスの裏面と表面の両面から放熱を行うことを特徴とするパワーモジュール半導体装置を備える発明、又は上記発明に従来周知の技術を付加した発明。