

(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  
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/137347 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/522 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)  
H01L 21/3205 (2006.01) H01L 29/417 (2006.01)  
H01L 21/338 (2006.01) H01L 29/812 (2006.01)

(74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS);  
〒1040045 東京都中央区築地1丁目1番2  
2号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/047948

(22) 国際出願日: 2020年12月22日(22.12.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

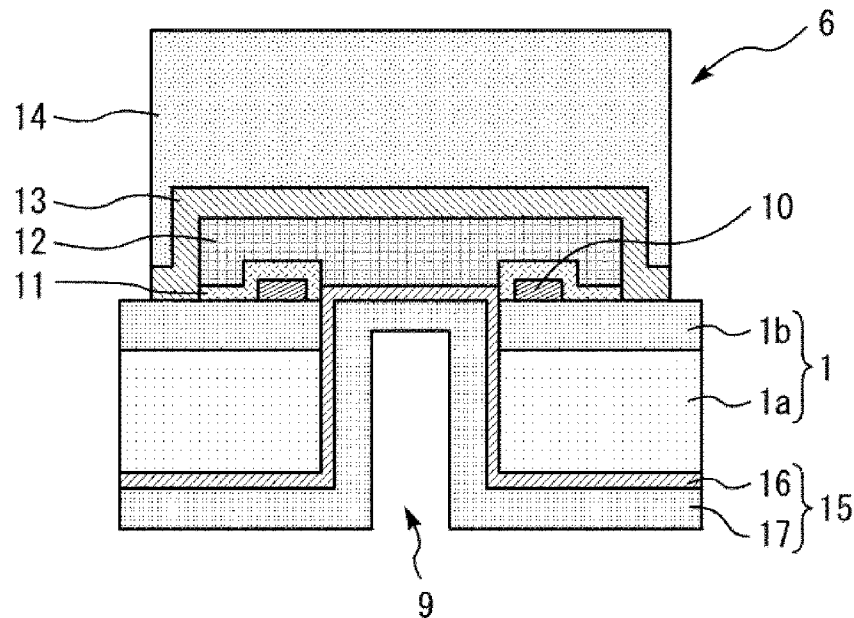
(71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 岡崎 拓行 (OKAZAKI, Hiroyuki);  
〒1008310 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 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 半導体装置及びその製造方法



(57) Abstract: A semiconductor substrate (1) has a front surface and a rear surface that are opposite to each other, and a through hole (9) that passes through from the rear surface to the front surface. A metal film (10) is formed in a ring shape on the front surface so as to surround the through hole (9). A front surface electrode (6) has wiring electrodes (11, 12) that cover the through hole (9) and the metal film (10), and is joined to the front surface outside the metal film (10). A rear surface electrode (15) is formed on the rear surface and the through hole (9), and is connected to the wiring electrodes (11, 12). The metal film (10) has a lower ionization tendency and a higher work function, as compared to the wiring electrodes (11, 12).

(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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 半導体基板 (1) は、互いに対向する表面及び裏面と、裏面から表面まで貫通する貫通孔 (9) とを有する。金属膜 (10) が貫通孔 (9) を囲むように表面にリング状に形成されている。表面電極 (6) は、貫通孔 (9) 及び金属膜 (10) を覆う配線電極 (11, 12) を有し、金属膜 (10) の外側で表面に接合されている。裏面電極 (15) が裏面及び貫通孔 (9) に形成され、配線電極 (11, 12) に接続されている。金属膜 (10) は、配線電極 (11, 12) よりもイオン化傾向が低く仕事関数が高い。

## 明 細 書

発明の名称：半導体装置及びその製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、裏面電極と表面電極を接続するための貫通孔を有する半導体装置及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 高周波動作を目的とした高電子移動度トランジスタ（HEMT: High Electron Mobility Transistor）等が窒化物半導体等の化合物半導体により形成される。一般に、このような半導体装置では、裏面電極であるグラウンド端子と表面電極を接続するために、半導体基板にヴィアホール（Via Hole）と呼ばれる貫通孔を形成する。

[0003] しかし、GaN on SiCなどの半導体基板の厚みは一般に50  $\mu$ m～100  $\mu$ mほどである。この基板にドライエッチングにより貫通孔を形成する際に、貫通孔の内側壁及び底面に残渣物が多く析出する。GaNの選択エッチングなどで用いられるフッ素系ドライエッチングは貫通孔の形成に有効ではあるものの、側壁残渣物と底面残渣物の発生を抑制できない。このため、例えば濃塩酸などの強酸性溶液を用いることで、残渣物の除去をする必要がある。

[0004] また、貫通孔の形成時に表面電極の下地層がドライエッチングの受けメタルとなる。一般的に使用されるTi系のオーミック電極は、強酸性溶液に対して脆弱であり、高エッチングレートで溶解される。この結果、信頼性の低下を招く。表面電極の下地層をエッチング選択性が高い安定した金属で形成しなければ、表面電極の貫通又はサイドエッチングにより長期信頼性を担保できない。従って、表面電極の下地層に、エッチングの受けメタルとして、イオン化傾向における標準酸化還元電位が正であるPt（白金）が採用されている（例えば、特許文献1参照）。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本特開2014-187342号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、Ptは膜ストレスが大きく、GaNとの密着性が低い。このため、表面電極の下地層にPtを用いると、表面電極の剥がれなどのリスクが高く、別の信頼性に影響する。

[0007] 本開示は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は信頼性の高い半導体装置及びその製造方法を得るものである。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係る半導体装置は、互いに対向する表面及び裏面と、前記裏面から前記表面まで貫通する貫通孔とを有する半導体基板と、前記貫通孔を囲むように前記表面にリング状に形成された金属膜と、前記貫通孔及び前記金属膜を覆う配線電極を有し、前記金属膜の外側で前記表面に接合された表面電極と、前記裏面及び前記貫通孔に形成され、前記配線電極に接続された裏面電極とを備え、前記金属膜は、前記配線電極よりもイオン化傾向が低く仕事関数が高いことを特徴とする。

### 発明の効果

[0009] 本開示では、貫通孔を囲むように金属膜を半導体基板の表面に形成する。金属膜は表面電極よりもイオン化傾向が低いため、強酸性溶液に対してウェット耐性が高い。このため、貫通孔の形成後の側壁残渣物を除去するためのウェットエッチングにおいて表面電極のサイドエッチングを抑制することができる。また、密着性の低い金属膜の外側で表面電極が半導体基板の表面に接合されている。この結果、表面電極のメタル浮きなどの異常を防ぎ、信頼性を向上できる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に係る半導体装置を示す平面図である。

[図2]図1のソースパッド部分の断面図である。

[図3]図1のソースパッド部分の拡大平面図である。

[図4]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図5]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図6]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図7]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図8]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図9]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図10]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図11]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図12]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図13]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図14]実施の形態2に係る半導体装置を示す断面図である。

[図15]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図16]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図17]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図18]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図19]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図20]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図21]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図22]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図23]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図24]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図25]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図26]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。

[図27]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

[図28]実施の形態2に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態に係る半導体装置及びその製造方法について図面を参照して説

明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

[0012] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係る半導体装置を示す平面図である。半導体基板 1 にトランジスタの能動領域 2 が形成されている。能動領域 2 には、ソース電極 3、ゲート電極 4、ドレイン電極 5 がそれぞれ複数有するトランジスタが形成されている。半導体基板 1 の上にソースパッド 6、ゲートパッド 7、ドレインパッド 8 が設けられている。ソースパッド 6 は複数のソース電極 3 に接続されている。ゲートパッド 7 はゲート電極 4 に接続されている。ドレインパッド 8 は複数のドレイン電極 5 に接続されている。

[0013] 図 2 は、図 1 のソースパッド部分の断面図である。図 2 では、電極の絶縁膜、ゲート電極、ドレイン電極等の図示を省略している。図 3 は、図 1 のソースパッド部分の拡大平面図である。半導体基板 1 は、S i C 基板 1 a と、その上に形成された G a N 層 1 b とを有する。貫通孔 9 が半導体基板 1 の裏面から表面まで貫通している。

[0014] 金属膜 1 0 が貫通孔 9 を囲むように半導体基板 1 の表面にリング状に形成されている。金属膜 1 0 は、P t、N i、T a の何れかの金属からなる単層金属、又はその金属を最下層にした複層金属である。

[0015] ソースパッド 6 が半導体基板 1 の表面に形成されている。ソースパッド 6 は、順に積層された配線電極 1 1、1 2、表面給電層 1 3、及び表面メッキ 1 4 を有する。配線電極 1 1、1 2 は貫通孔 9 及び金属膜 1 0 を覆う。金属膜 1 0 の外側で配線電極 1 1 が半導体基板 1 の表面に接合されている。配線電極 1 1 は G a N 層 1 b と接するため、例えば T i 等の金属であることが好ましい。配線電極 1 1、1 2 の形成範囲は、表面給電層 1 3 及び表面メッキ 1 4 よりも小さく、且つ金属膜 1 0 よりも大きい。

[0016] 裏面電極 1 5 が半導体基板 1 の裏面と貫通孔 9 の内部に形成され、配線電極 1 1、1 2 に直接的に接触して接続されている。裏面電極 1 5 は、順に積層された裏面給電層 1 6、及び裏面メッキ 1 7 を有する。表面メッキ 1 4 及

び裏面メッキ 17 は、例えば Au メッキである。

[0017] 金属膜 10 は、配線電極 11, 12 よりもイオン化傾向が低く仕事関数が高い。このため、金属膜 10 の材質として Pt が最も好ましいが、例えば Ni 又は Ta などの他の金属でも代用できる。

[0018] 続いて、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法について説明する。図 4, 5, 7, 9, 11, 13 は、実施の形態 1 に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。図 6, 8, 10, 12 は、実施の形態 1 に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。詳細な電極形成方法、薄板化等は説明を省略する。

[0019] まず、図 4 に示すように、SiC 基板 1a の上に GaN 層 1b をエピタキシャル成長させて半導体基板 1 を形成する。

[0020] 次に、図 5 及び図 6 に示すように、半導体基板 1 の表面に金属膜 10 をリング状に形成する。リフトオフにより金属膜 10 をリング状にパターニングするため、例えば、金属膜 10 の成膜方法として、異方性の高いスパッタ法、例えばロングスロースパッタ法などが好ましい。または、2 層レジストを用いたリフトオフを実施することで、リング状に金属膜 10 を形成することができる。密着性の観点から金属膜 10 の厚さは数 nm ~ 数十 nm 程度であることが好ましい。

[0021] 次に、図 7 及び図 8 に示すように、GaN 層 1b との密着性の低い金属膜 10 を覆うように配線電極 11, 12 を半導体基板 1 の表面に形成する。配線電極 11 を金属膜 10 の外側で半導体基板 1 の表面に接合させる。

[0022] 配線電極 12 は、貫通孔 9 を形成するためのドライエッチング時に受けメタルとして用いられ、一般的に Ti と合金化して安定な金属を形成する金属が好ましい。このため、配線電極 12 の材質は Au 等が好ましいが、単層金属でも複層金属でもよい。ただし、配線電極 12 が、Pt 等の金属膜 10 の材質を含むと、貫通孔 9 の形成時に除去が困難な残渣物が生成される。このため、配線電極 12 は金属膜 10 の材質を含まないことが好ましい。

[0023] 次に、図 9 及び図 10 に示すように、配線電極 12 を全面的に覆うように

表面給電層 13 を形成する。表面給電層 13 の材質は Pt を用いた合金が好ましく、例えば Ti / Pt / Au 等である。このように Pt を含む合金で最表面をコーティングすることで、Br 腐食を抑制することができ、信頼性が向上する。

[0024] 次に、図 11 及び図 12 に示すように、Au メッキを実施して表面給電層 13 の上に表面メッキ 14 を形成する。本工程にて表面側のウエハプロセスは完了となる。

[0025] 次に、図 13 に示すように、貫通孔形成箇所に開口を有する Ni 等のメタルマスク 18 を形成する。例えばフッ素系のガスを用いた選択ドライエッチング等により、半導体基板 1 の裏面から SiC 基板 1a 及び GaN 層 1b を順にエッチングして貫通孔 9 を形成する。貫通孔 9 はリング状の金属膜 10 の内側において配線電極 11, 12 に達する。この際に貫通孔 9 の底面の配線電極 11 がドライエッチングにより消失し、受けメタルとして機能する配線電極 12 でエッチングがストップする。

[0026] ドライエッチングの際に貫通孔 9 の側壁に残渣物が発生する。そこで、強酸性溶液、例えば濃塩酸等を用いたウェットエッチングを実施して残渣物を除去する。ただし、Ti からなる配線電極 11 は強酸性溶液に対してウェット耐性が低い。金属膜 10 が無いと貫通孔 9 の底面の側壁からサイドエッチングが進むため、ソースパッド 6 のメタル浮きなどの異常が発生し、耐湿性を含む信頼性が悪化する。金属膜 10 を設けることによりサイドエッチングを抑制することができる。

[0027] 次に、メタルマスク 18 を例えばイオンミリング又はウェットエッチング等により除去する。最後に、図 2 及び図 3 に示すように、例えば Ti / Au 等からなる裏面給電層 16 を半導体基板 1 の裏面と貫通孔 9 内に形成し配線電極 11, 12 に接続させる。Au メッキを実施して裏面給電層 16 の上に裏面メッキ 17 を形成する。裏面メッキ 17 は Au に限らず Cu 等でもよい。

[0028] 以上説明したように、本実施の形態では、金属膜 10 を貫通孔 9 を囲むよ

うに半導体基板 1 の表面に形成する。金属膜 10 はソースパッド 6 よりもイオン化傾向が低いため、強酸性溶液に対してウェット耐性が高い。このため、貫通孔 9 の形成後の側壁残渣物を除去するためのウェットエッチングにおいてソースパッド 6 のサイドエッチングを抑制することができる。また、密着性の低い金属膜 10 の外側でソースパッド 6 が半導体基板 1 の表面に接合されている。この結果、ソースパッド 6 のメタル浮きなどの異常を防ぎ、信頼性を向上できる。

[0029] また、金属膜 10 をリング状ではなく貫通孔 9 の形成領域全体に形成した場合、金属膜 10 がドライエッチングの受けメタルとなる。例えばフッ素系ガスを用いたドライエッチングの場合、貫通孔 9 の底面に強塩酸処理でも除去できない Pt を含んだ残渣物が発生し、信頼性上及び外観上の問題となる。金属膜 10 をリング状に形成することにより、これらの問題を防ぐことができる。また、Pt 等の高ストレス金属である金属膜 10 を可能な限り小範囲で成膜することで、密着性の悪化を抑制することができる。

[0030] また、金属膜 10 はソースパッド 6 よりも仕事関数が高い。従って、金属膜 10 の材質は、半導体基板 1 の表面にショットキー接合されたゲート電極 4 にも使用できるため、金属膜 10 をトランジスタのゲート電極 4 と同時に形成することができる。従って、金属膜 10 の形成のために新規工程を追加する必要がないため、工程数と製品コストの増加を防ぐことができる。この場合、ゲート電極 4 は金属膜 10 と同じ材質の膜を含むことになる。

[0031] また、貫通孔 9 に形成された裏面電極 15 と接する配線電極 11, 12 の一部は、貫通孔 9 の形成時にドライエッチングされる。Pt を含んだ残渣物の発生を防ぐため、配線電極 11, 12 は Pt を含まないことが好ましい。

[0032] 実施の形態 2.

図 14 は、実施の形態 2 に係る半導体装置を示す断面図である。この図は能動層領域のトランジスタを拡大したものである。半導体基板 1 の表面にソース電極 3、ゲート電極 4、ドレイン電極 5 が形成されている。実施の形態 1 のように貫通孔 9 をソースパッド 6 に形成するのではなく、能動領域 2 内

の各ソース電極 3 に貫通孔 9 を形成している。即ち、ソース電極 3 は I S V (individual source via) 型ソース電極である。裏面電極 15 が貫通孔 9 を介してソース電極 3 に接続されている。ソース電極 3 は、実施の形態 1 のソースパッド 6 の構成に加えて、金属膜 10 よりも外側で半導体基板 1 の表面にオーミック接合するオーミック電極 19 を更に有する。ゲート電極 4 は、半導体基板 1 の表面にショットキー接合したゲート下地金属 4a と、その上に形成されたゲート上地金属 4b とを有する。

[0033] 続いて、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法について説明する。図 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 28 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の製造方法を示す断面図である。図 16, 18, 20, 22, 24, 26 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の製造方法を示す平面図である。詳細な電極形成方法、薄板化等は説明を省略する。なお、各平面図はソース電極 3 とゲート電極 4 の両方を示すが、各断面図はソース電極 3 のみ示す。

[0034] まず、図 15 及び図 16 に示すように、SiC 基板 1a の上に GaN 層 1b をエピタキシャル成長させて半導体基板 1 を形成する。後の工程で I S V 型のソース電極 3 を形成するソース電極形成領域 20、ゲート電極 4 を形成するゲート電極形成領域 21 を図 16 に示している。

[0035] 次に、図 17 及び図 18 に示すように、ソース電極形成領域 20 の外周部分において半導体基板 1 の表面にオーミック接合したオーミック電極 19 を形成する。オーミック電極 19 は、例えば Cu、Ti、Al、Au、Ni、Nb、Pd、Pt、Cr、W、Ta、Mo 等の金属を単体又は複数組み合わせたものである。オーミック電極 19 は半導体基板 1 にオーミック接合する。

[0036] なお、金属／半導体界面のオーミック接合は、金属元素以外を含む多元の元素を蒸着などで半導体基板上に形成し、アニールなどの熱処理を行うことで形成できる。熱処理後に金属／半導体界面に複数の元素が存在する変性層が形成される。他の方法として、例えば、不純物を添加してエピタキシャル

成長する方法、イオン注入と熱拡散により不純物を拡散させる方法、又は上記方法を複数組み合わせる方法を用いることができる。

[0037] 次に、図19及び図20に示すように、オーミック電極19の内側において半導体基板1の表面に金属膜10をリング状に形成する。金属膜10の材質は実施の形態1と同様であり、ここではPt金属を用いる。

[0038] また、金属膜10をゲート電極形成領域21にも形成し、ゲート電極4のゲート下地金属4aとして用いる。このようにゲート電極4のゲート下地金属4aを金属膜10と同時に形成することで工程数増大を回避することができる。金属膜10はオーミック電極19と面一又はオーバーラップさせる。なお、図示は省略するが、ドレイン電極5は本実施の形態のISV型のソース電極3と同様の形態である必要はない。

[0039] 次に、図21及び図22に示すように、GaN層1bとの密着性の低い金属膜10を覆うように配線電極11, 12を形成する。配線電極11は例えばTi等の密着性の高い金属であることが好ましい。また、オーミック接合を形成しているオーミック電極19に対して配線電極11, 12を内控えて形成する。

[0040] 配線電極11, 12の形成前に、ゲート電極形成領域21の金属膜10の上にゲート上地金属4bを形成することでゲート電極4を形成する。なお、ゲート電極4は金属膜10の単層でもよい。単層の場合、1本のゲート電極4にかかる電流容量に耐えうるだけのゲート断面積が必要となるため、金属膜10の膜厚を大きくする必要がある。

[0041] 配線電極12はAuを含んだ金属が好ましいが、Cu、Ti、Al、Au、Ni、Nb、Pd、Pt、Cr、W、Ta、Mo等の金属を単体又は複数組み合わせてもよい。ただし、配線電極12が、Pt等の金属膜10の材質を含むと、貫通孔9の形成時に除去が困難な残渣物が生成される。このため、配線電極12は金属膜10の材質を含まないことが好ましい。

[0042] 次に、図23及び図24に示すように、配線電極12を全面的に覆うように表面給電層13を形成する。表面給電層13は、オーミック電極19に対

して内控え、配線電極 11, 12 に対して外控えとなるように形成する。表面給電層 13 の材質は Pt を用いた合金が好ましく、例えば Ti / Pt / Au 等である。これにより Br 腐食を抑制することができる。

[0043] 次に、図 25 及び図 26 に示すように、Au メッキを実施して表面給電層 13 の上に表面メッキ 14 を形成する。本工程にて表面側のウエハプロセスは完了となる。

[0044] 次に、図 27 に示すように、実施の形態 1 と同様にメタルマスク 18 を形成し、選択ドライエッチング等により貫通孔 9 を形成する。平面視で貫通孔 9 がリング状の金属膜 10 の内側に形成されるようにする。ドライエッチングの際に貫通孔 9 の側壁に発生する側壁残渣物を除去するため、ウェットエッチングを実施する。金属膜 10 を設けることによりサイドエッチングを抑制してメタル浮きなどの異常を防ぎ、信頼性を向上できる。

[0045] 最後に、図 28 に示すように、メタルマスク 18 を除去し、半導体基板 1 の裏面と貫通孔 9 内に裏面給電層 16 及び裏面メッキ 17 を形成する。

[0046] 以上説明したように、ソース電極 3 は I S V 型ソース電極であり、実施の形態 1 のソースパッド 6 と同様の構成を有する。従って、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。ただし、仕事関数が高い Pt 等からなる金属膜 10 はオーミック電極として特性的に望ましくない。そこで、ソース電極 3 の下面外周部に、金属膜 10 を設けずオーミック電極 19 を設ける。これにより、コンタクト抵抗の悪化を抑制することができる。

## 符号の説明

[0047] 1 半導体基板、3 ソース電極（表面電極）、4 ゲート電極、6 ソースパッド（表面電極）、9 貫通孔、10 金属膜、11, 12 配線電極、13 表面給電層、14 表面メッキ、15 裏面電極、19 オーミック電極

## 請求の範囲

- [請求項1] 互いに対向する表面及び裏面と、前記裏面から前記表面まで貫通する貫通孔とを有する半導体基板と、  
前記貫通孔を囲むように前記表面にリング状に形成された金属膜と、  
前記貫通孔及び前記金属膜を覆う配線電極を有し、前記金属膜の外側で前記表面に接合された表面電極と、  
前記裏面及び前記貫通孔に形成され、前記配線電極に接続された裏面電極とを備え、  
前記金属膜は、前記配線電極よりもイオン化傾向が低く仕事関数が高いことを特徴とする半導体装置。
- [請求項2] 前記金属膜は、Pt、Ni、Taの何れかの金属からなる単層金属、又は前記金属を最下層にした複層金属であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記表面にショットキー接合され、前記金属膜と同じ材質の膜を含むゲート電極を更に備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記配線電極はPtを含まないことを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記表面電極は、前記配線電極の上に形成された表面給電層と、前記表面給電層の上に形成された表面メッキとを有し、  
前記表面給電層はPtを含むことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記表面電極は、トランジスタの複数のソース電極に接続されたソースパッドであることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の半導体装置。
- [請求項7] 前記表面電極は、トランジスタのソース電極であり、前記表面にオーミック接合したオーミック電極を有することを特徴とする請求項1

～5の何れか1項に記載の半導体装置。

[請求項8]

半導体基板の表面に金属膜をリング状に形成する工程と、

前記金属膜を覆う配線電極を有する表面電極を前記表面に形成し、  
前記金属膜の外側で前記表面に接合させる工程と、

前記半導体基板を裏面からエッチングして、リング状の前記金属膜  
の内側において前記配線電極に達する貫通孔を前記半導体基板に形成  
する工程と、

前記貫通孔を形成した後に、強酸性溶液を用いたウェットエッチン  
グを実施して、前記貫通孔の側壁に発生した残渣物を除去する工程と  
、

裏面電極を前記裏面及び前記貫通孔に形成し前記配線電極に接続さ  
せる工程とを備え、

前記金属膜は、前記配線電極よりもイオン化傾向が低く仕事関数が  
高いことを特徴とする半導体装置の製造方法。

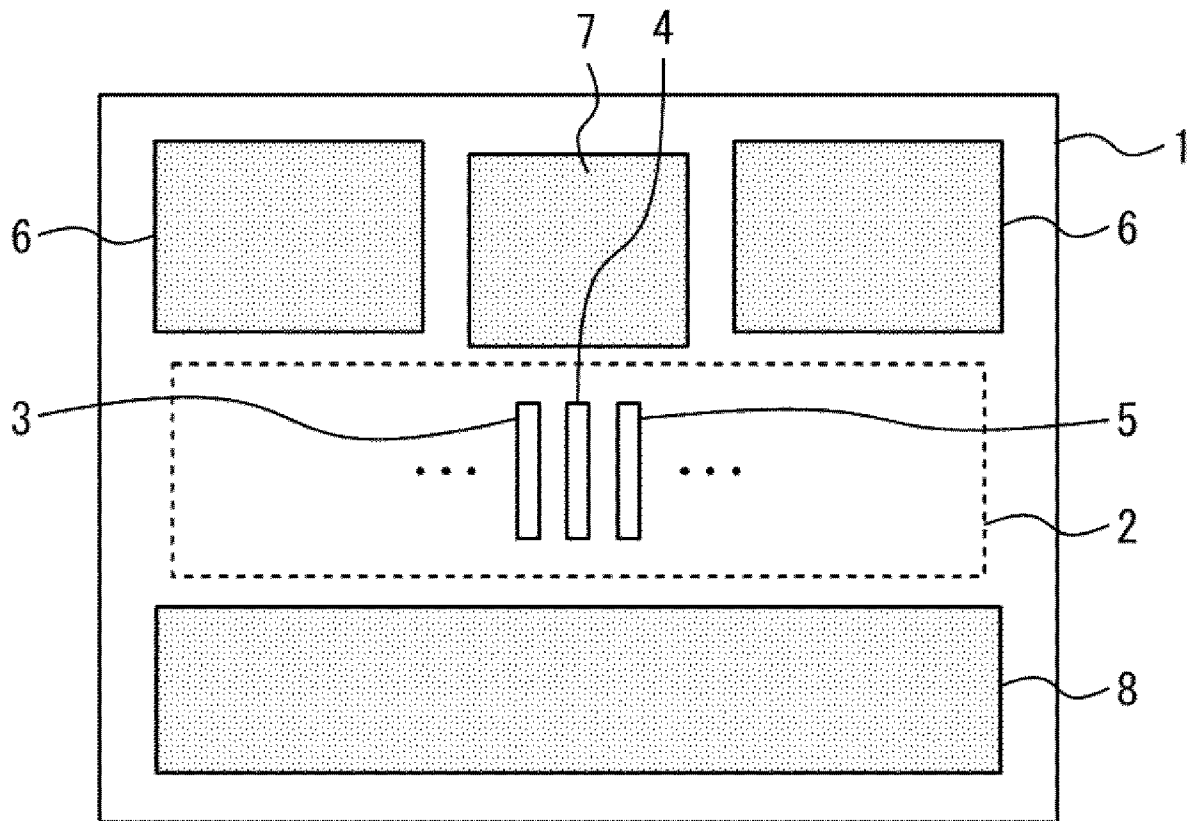
[請求項9]

前記表面にショットキー接合されたゲート電極を前記金属膜と同時  
に形成する工程を更に備えることを特徴とする請求項8に記載の半導  
体装置の製造方法。

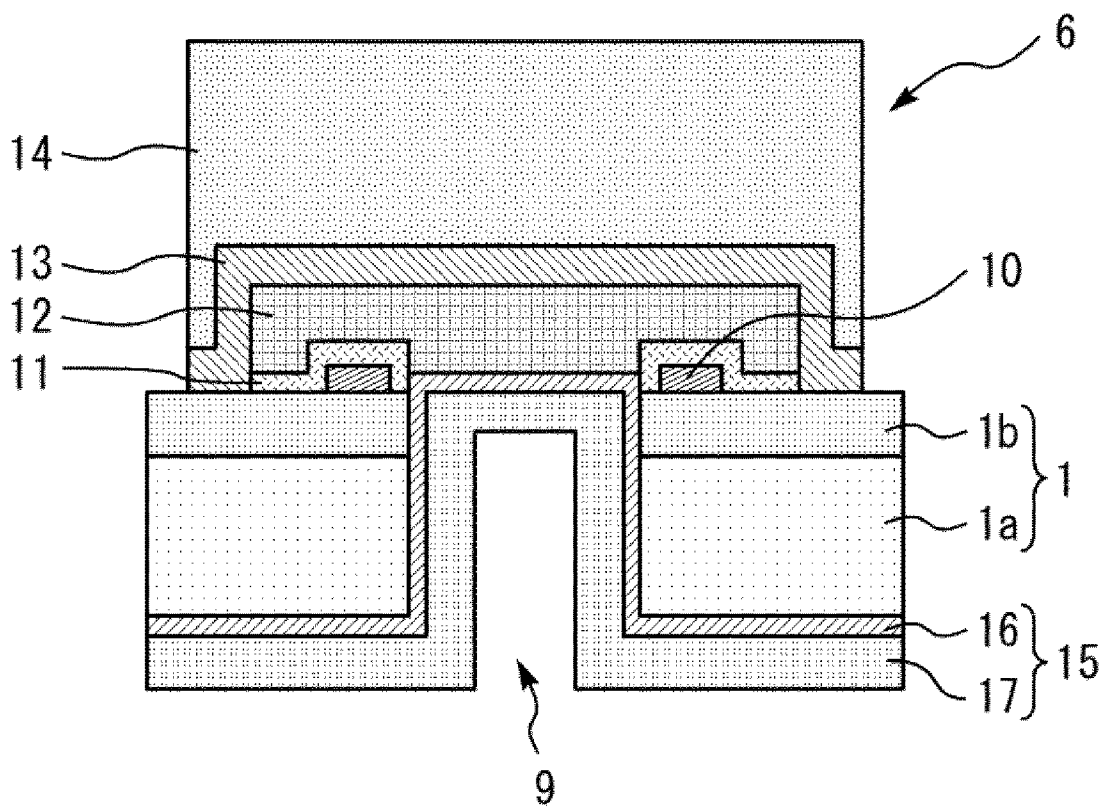
[請求項10]

前記金属膜をスパッタ法で形成することを特徴とする請求項8又は  
9に記載の半導体装置の製造方法。

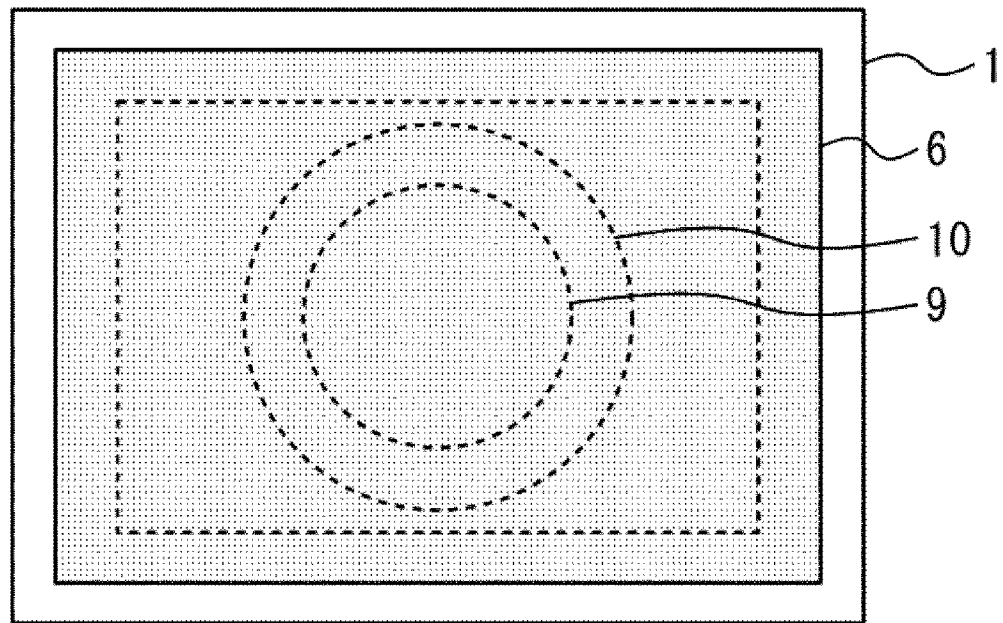
[図1]



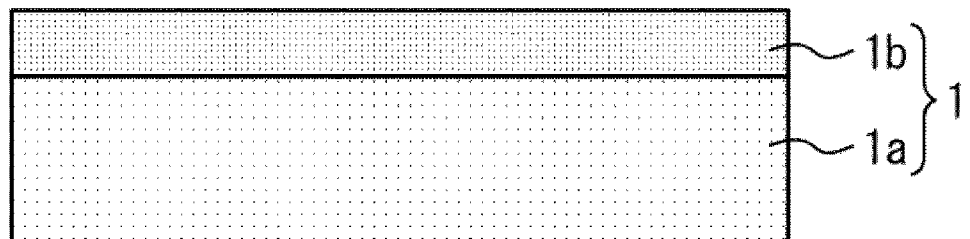
[図2]



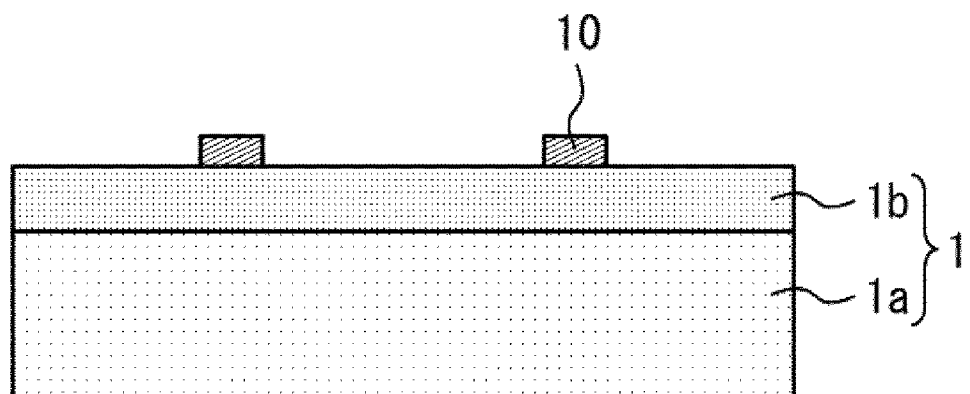
[図3]



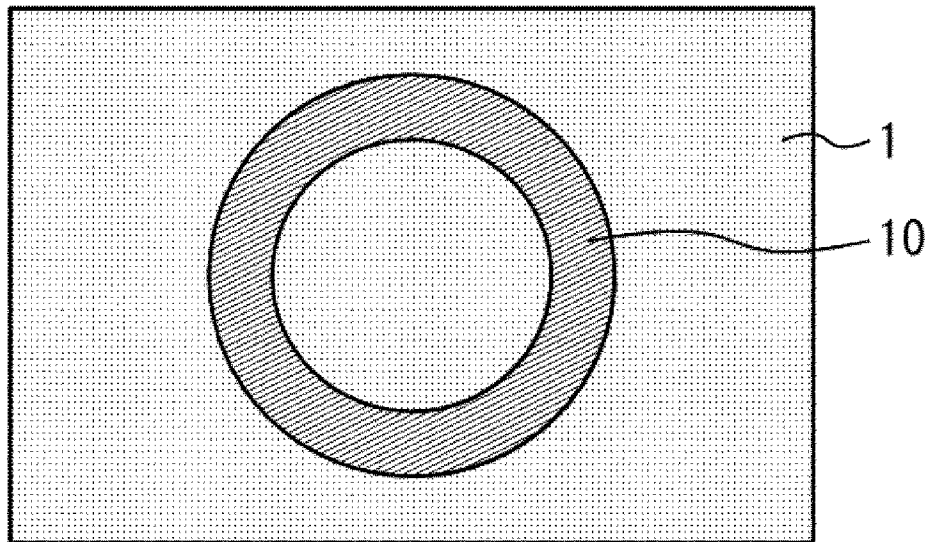
[図4]



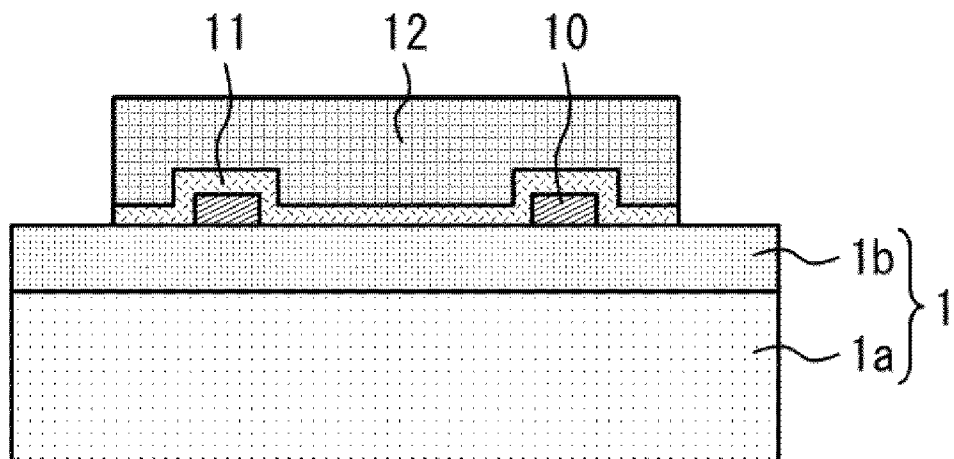
[図5]



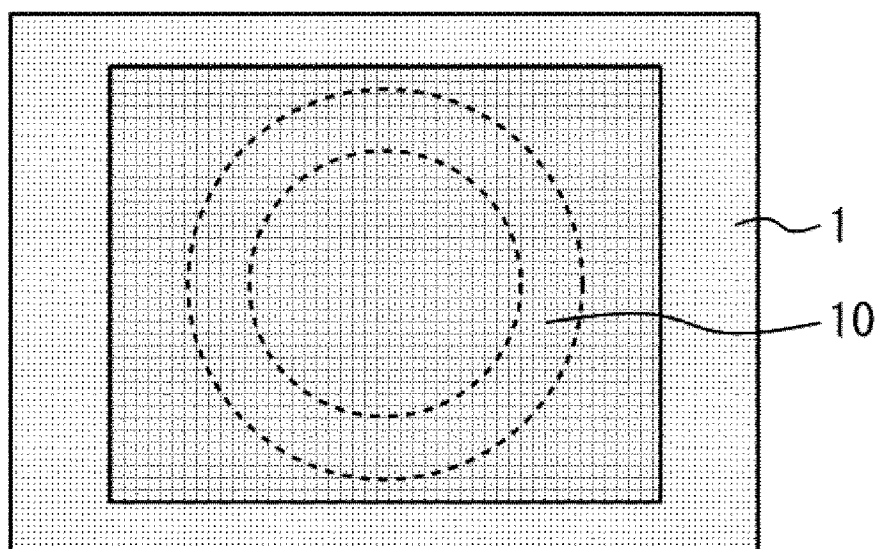
[図6]



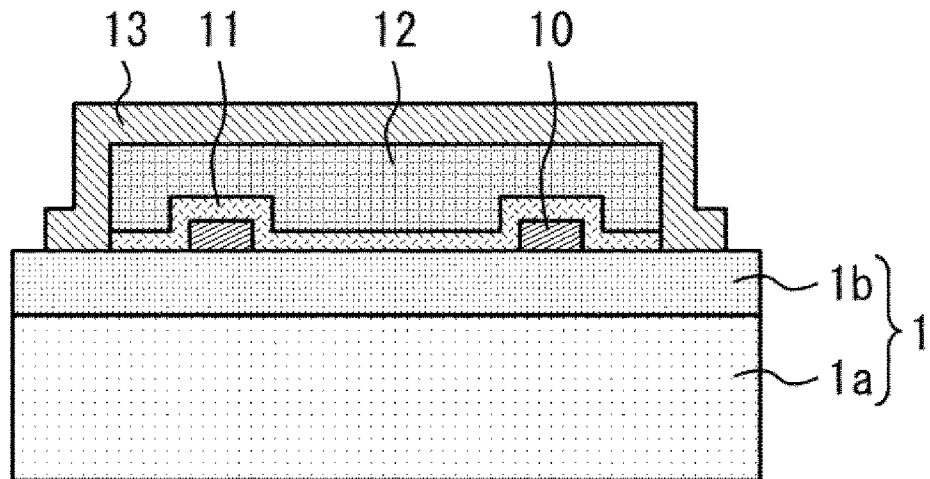
[図7]



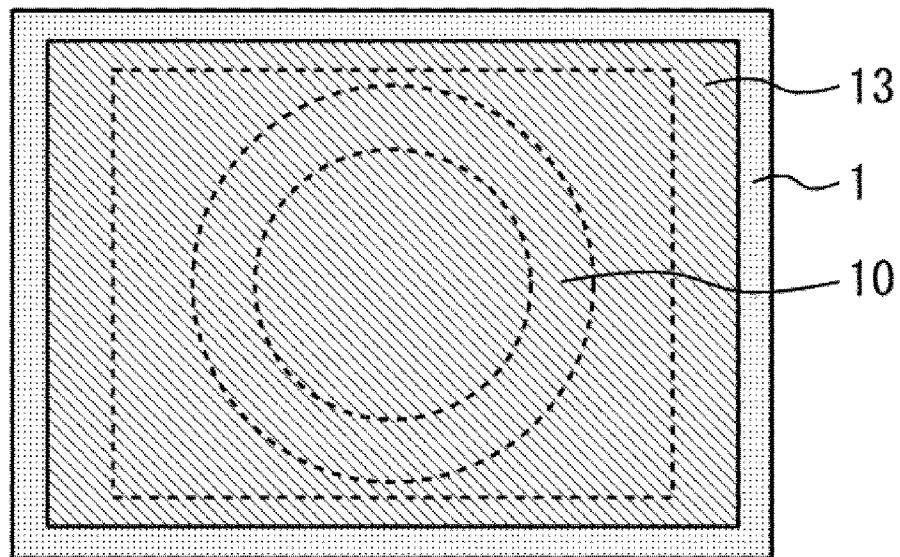
[図8]



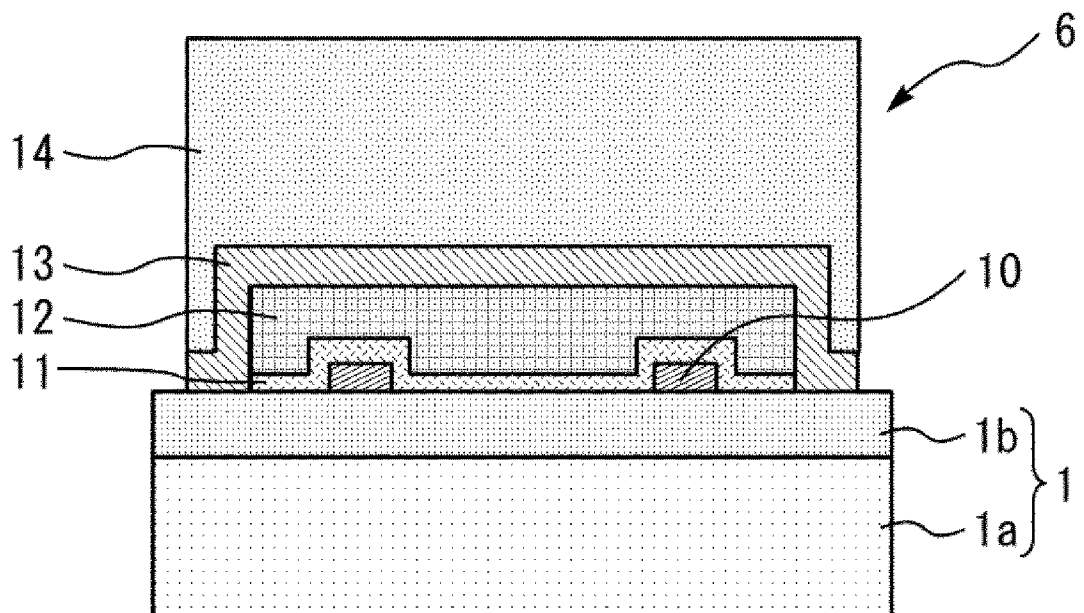
[図9]



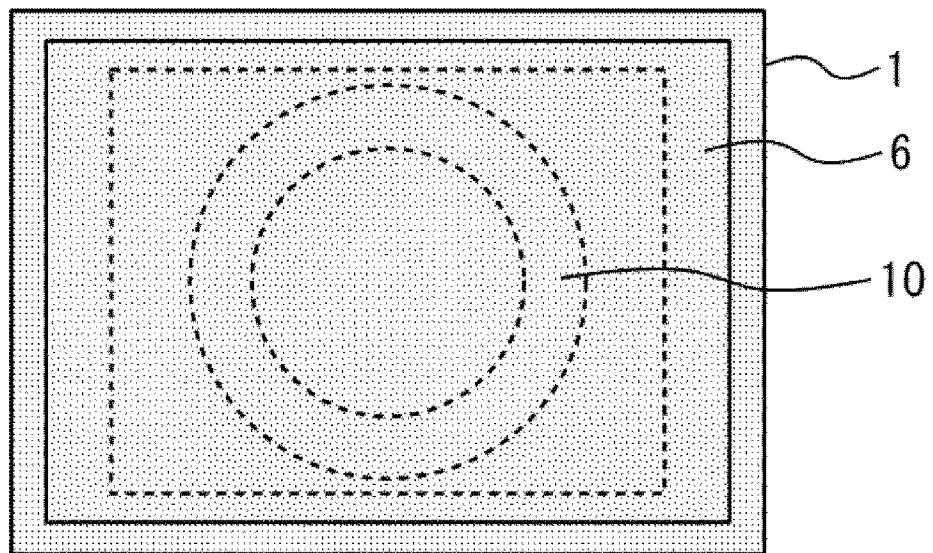
[図10]



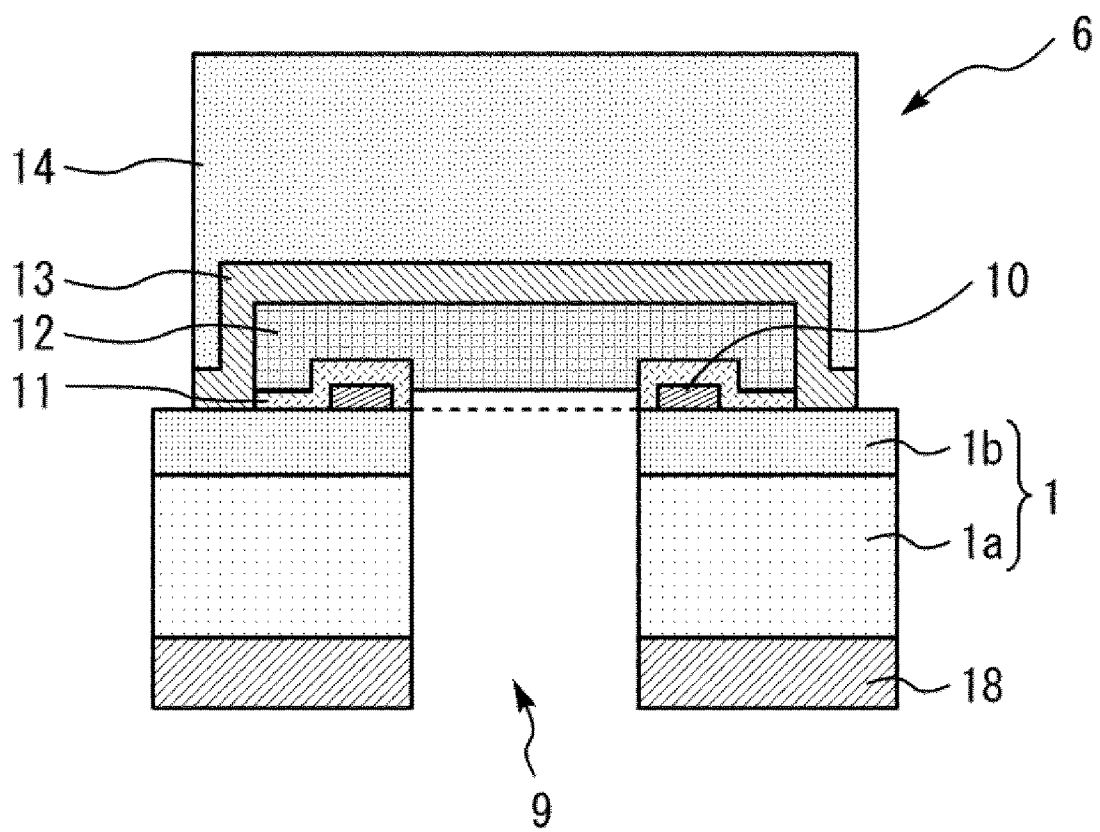
[図11]



[図12]



[図13]

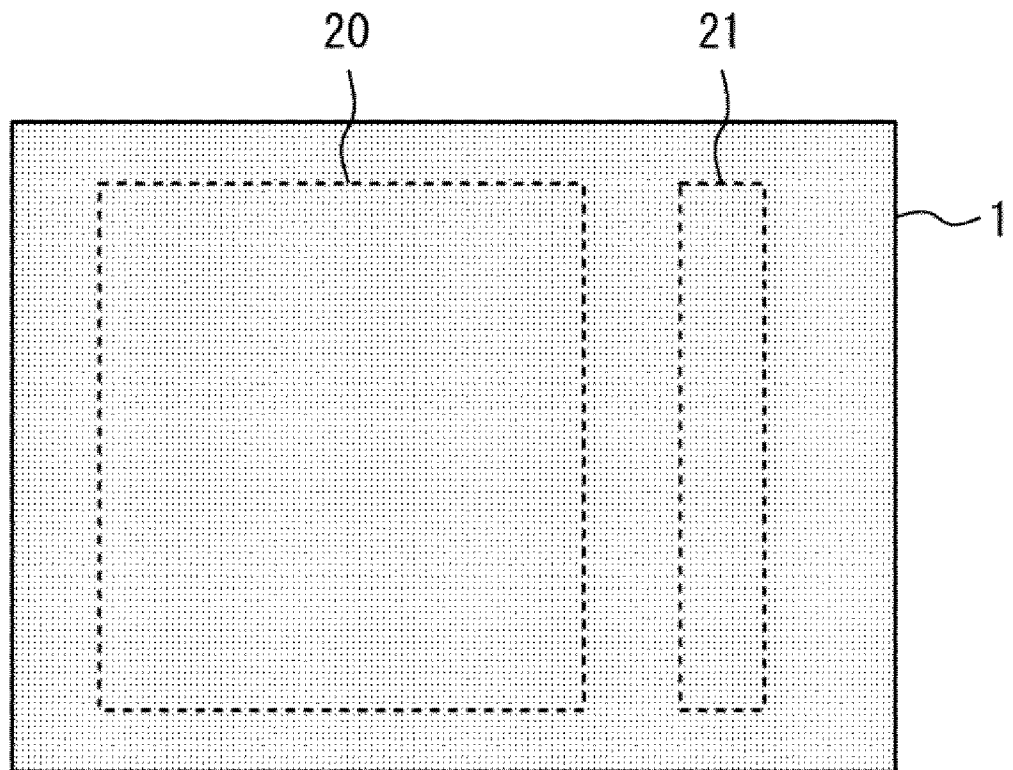


[illegible]

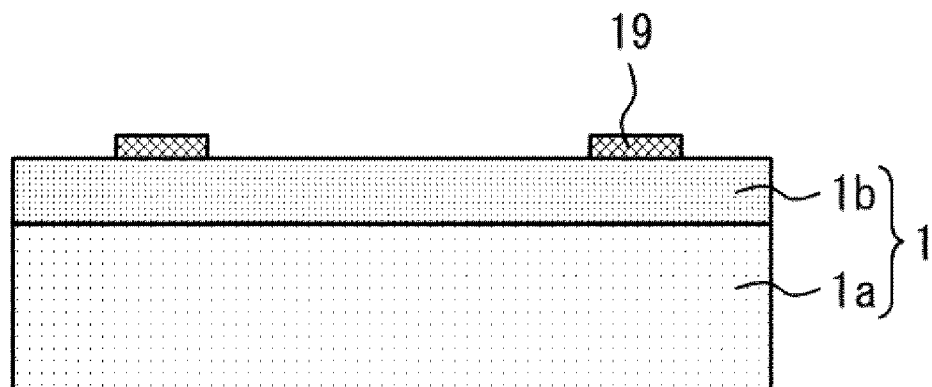
[図15]



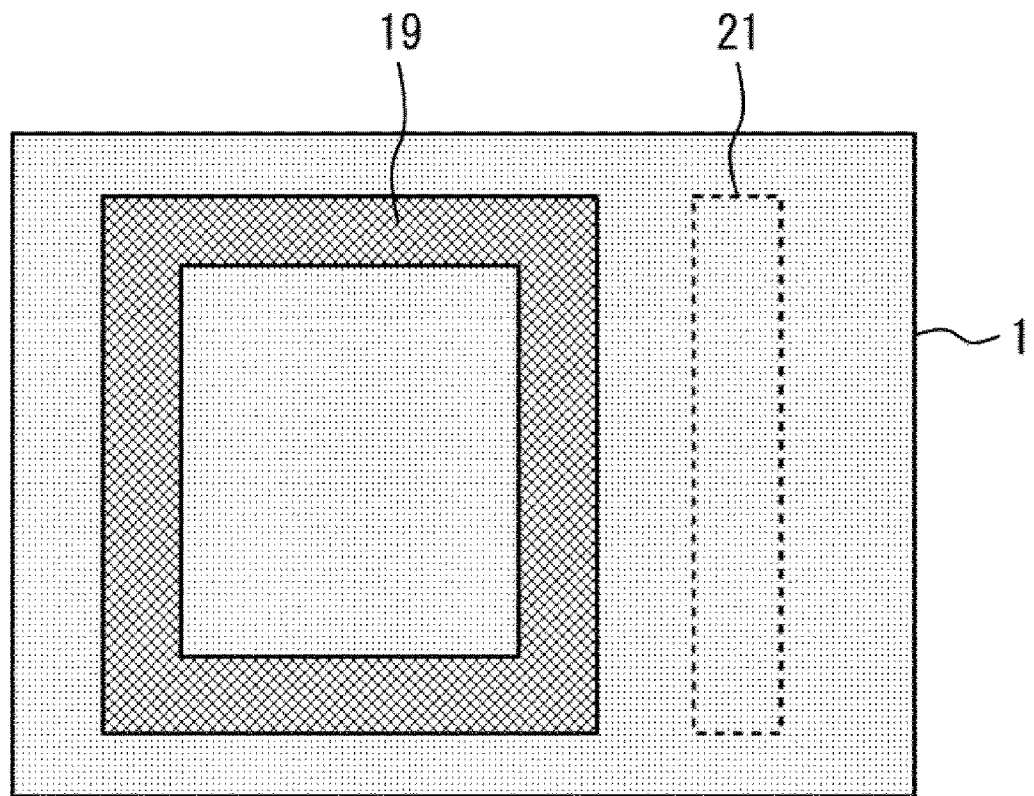
[図16]



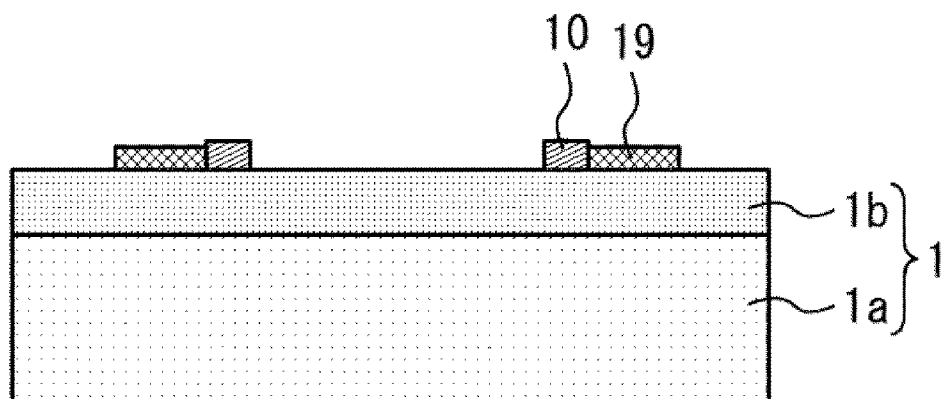
[図17]



[図18]

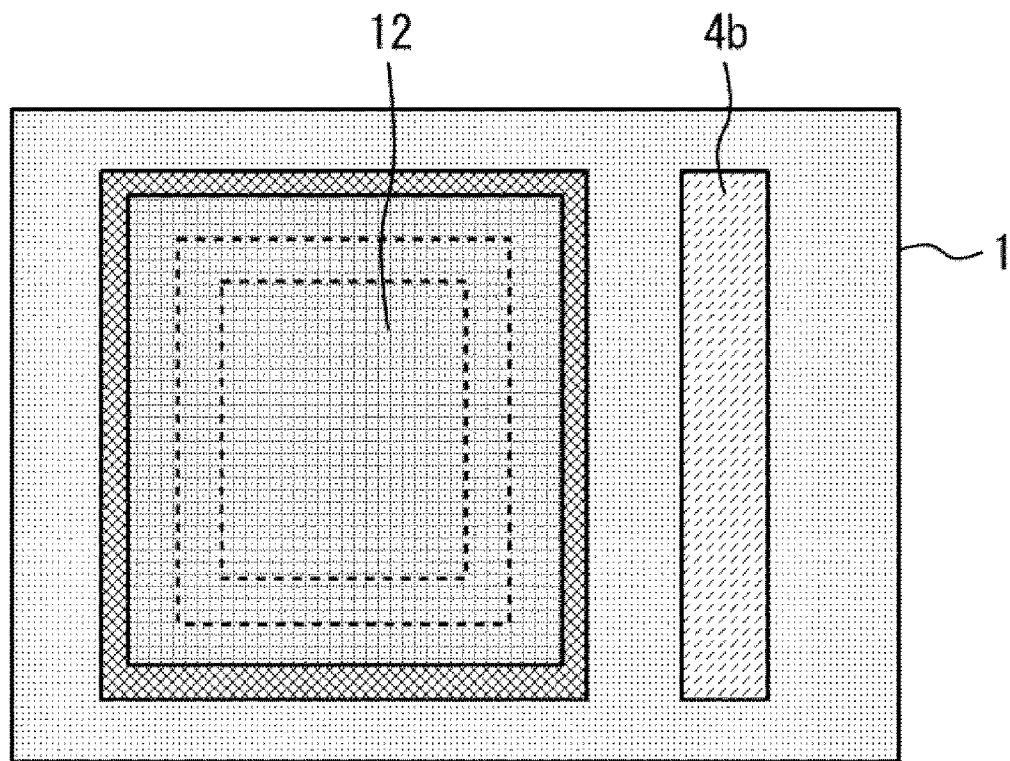


[図19]

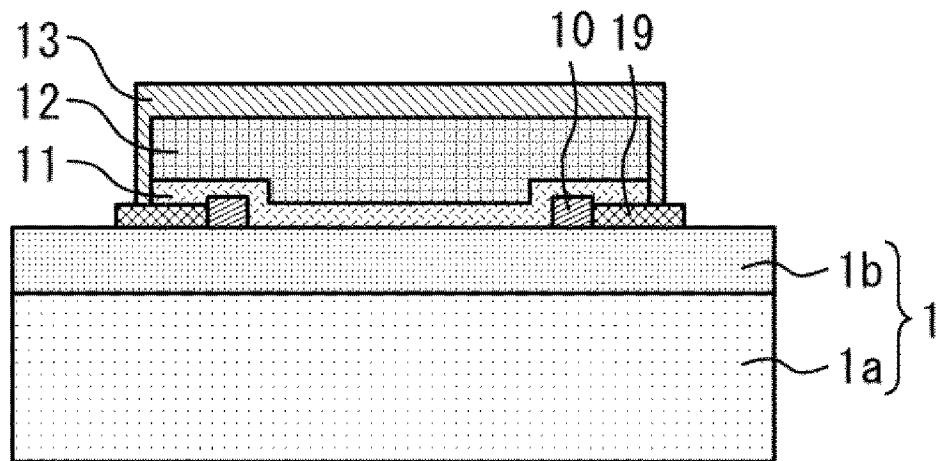




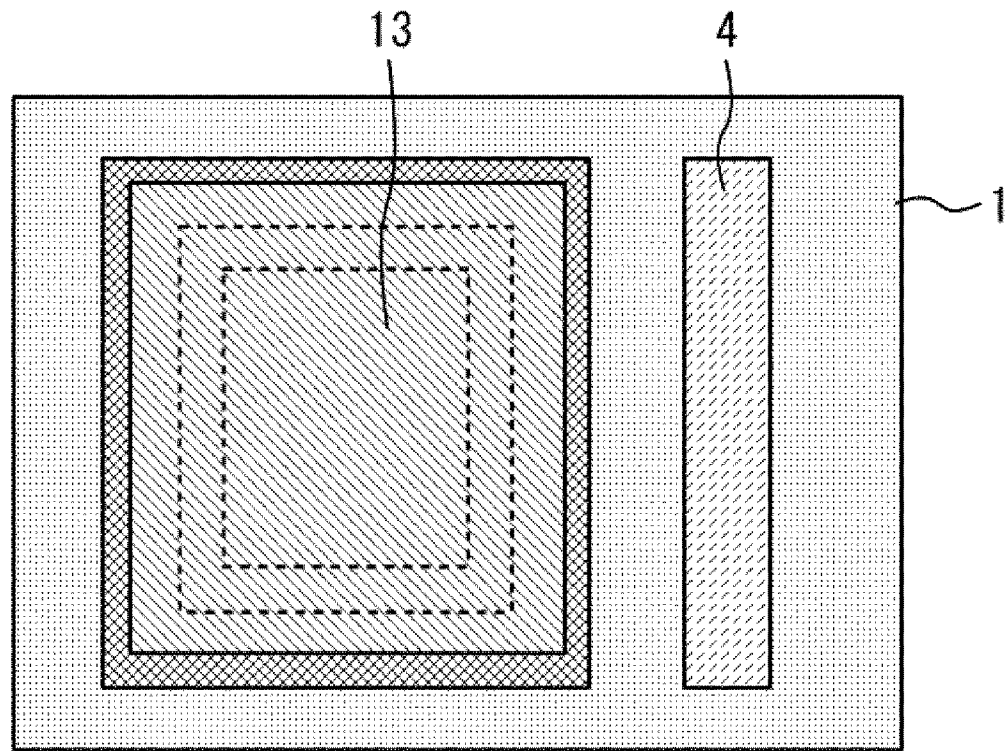
[図22]



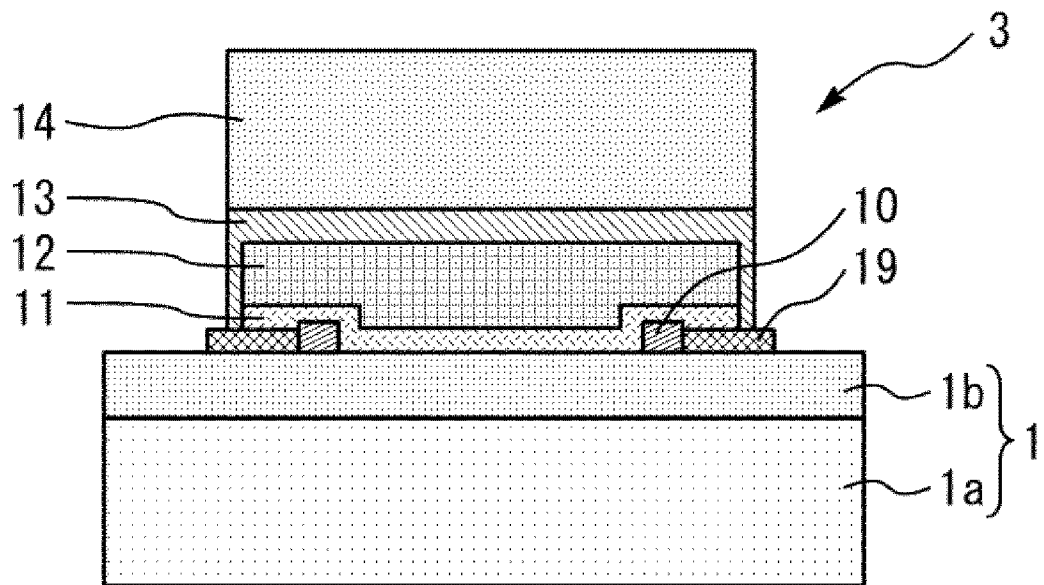
[図23]



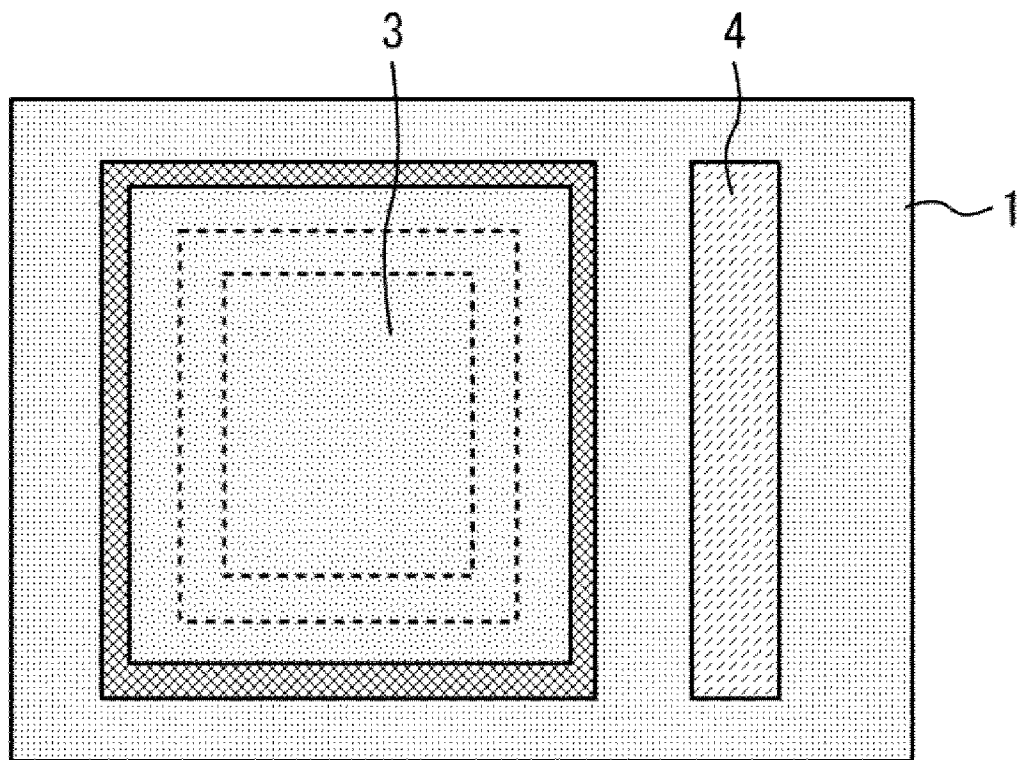
[図24]



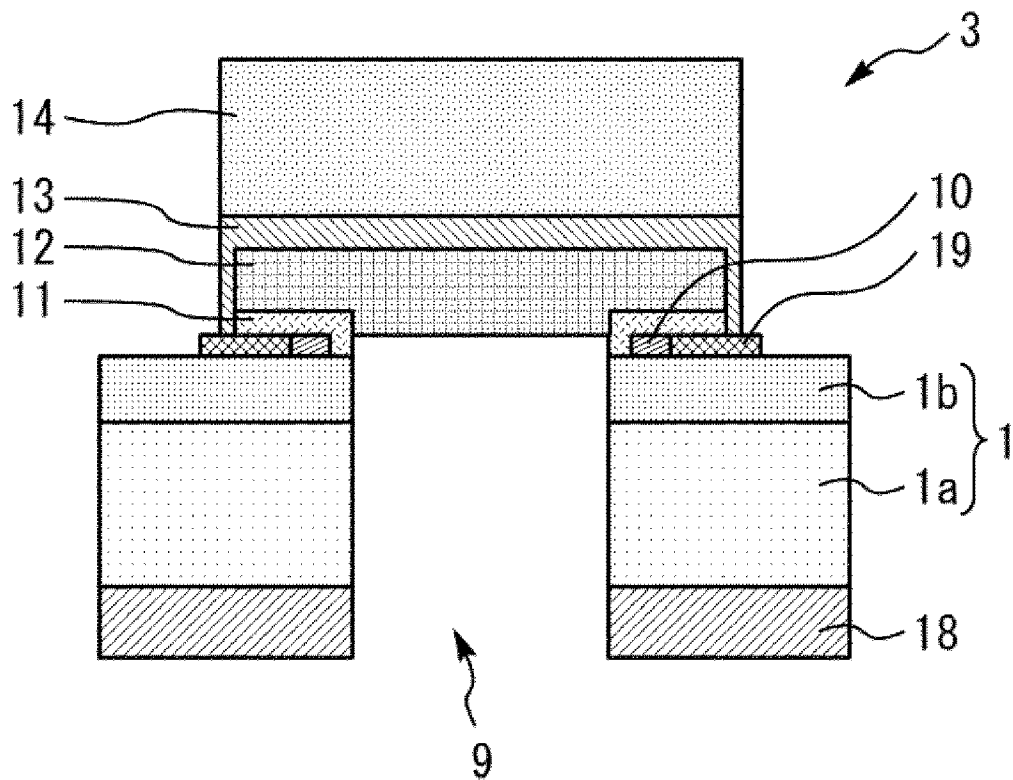
[図25]



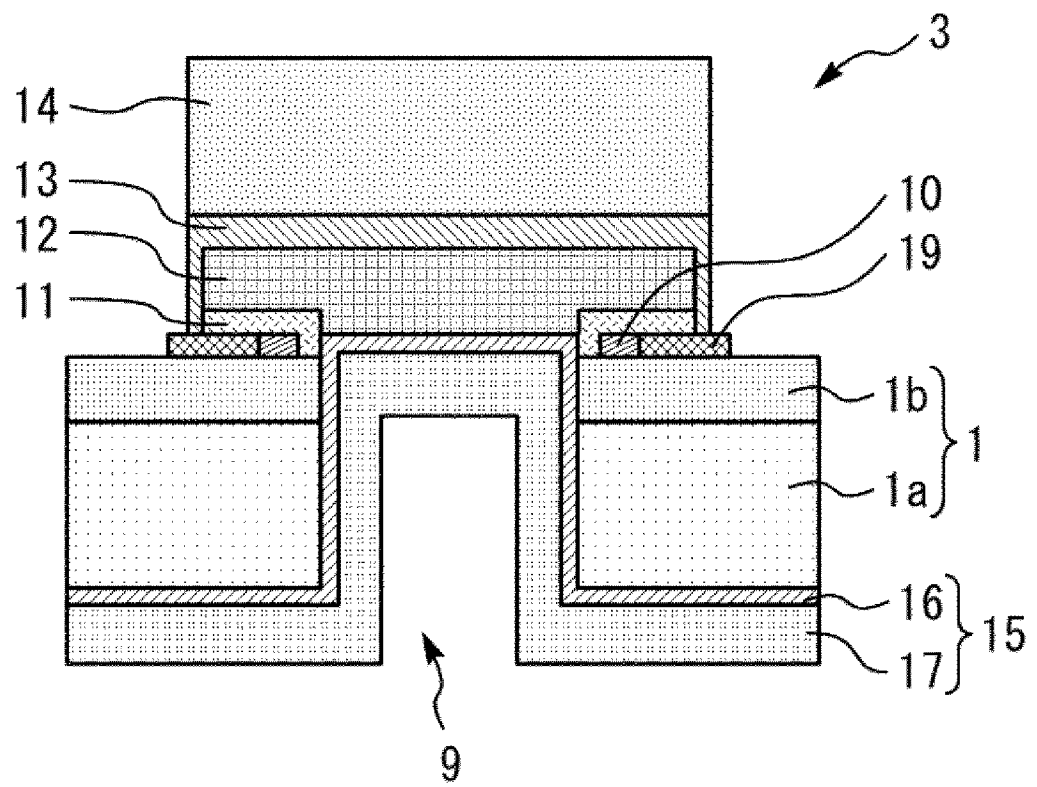
[図26]



[図27]



[図28]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/047948

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L23/522(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i,  
H01L21/338(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L29/417(2006.01)i,  
H01L29/812(2006.01)i

FI: H01L21/88J, H01L29/80U, H01L29/50J

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)

Int.Cl. H01L23/522, H01L21/3205, H01L21/338, H01L21/768, H01L29/417,  
H01L29/812

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

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2021 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2021 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2021 |

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2019/150526 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 08 August 2019 (2019-08-08), paragraphs [0012]-[0043], fig. 1-10    | 1-10                  |
| A         | JP 2013-243173 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 05 December 2013 (2013-12-05), paragraphs [0015]-[0040], fig. 1-9 | 1-10                  |
| A         | JP 3-163835 A (NEC CORPORATION) 15 July 1991 (1991-07-15), entire text, fig. 1-3                                        | 1-10                  |

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

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
16 March 2021

Date of mailing of the international search report  
23 March 2021

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/047948

WO 2019/150526 A1 08 August 2019

JP 6448865 B1

TW 201935694 A

JP 2013-243173 A 05 December 2013

US 2014/0339568 A1

paragraphs [0018]-[0043], fig. 1-9

JP 3-163835 A 15 July 1991

(Family: none)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                            |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01L 23/522(2006.01)i; H01L 21/3205(2006.01)i; H01L 21/338(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i;<br>H01L 29/417(2006.01)i; H01L 29/812(2006.01)i<br>FI: H01L21/88 J; H01L29/80 U; H01L29/50 J                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                       |
| 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））<br>H01L23/522; H01L21/3205; H01L21/338; H01L21/768; H01L29/417; H01L29/812                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |                                                                       |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2021年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2021年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2021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<br>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<br>請求項の番号                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WO 2019/150526 A1（三菱電機株式会社）08.08.2019（2019-08-08）<br>段落[0012]-[0043]，図1-10 | 1-10                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2013-243173 A（住友電気工業株式会社）05.12.2013（2013-12-05）<br>段落[0015]-[0040]，図1-9 | 1-10                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 3-163835 A（日本電気株式会社）15.07.1991（1991-07-15）<br>全文，図1-3                   | 1-10                                                                  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                            |                                                                       |
| 国際調査を完了した日<br>16.03.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            | 国際調査報告の発送日<br>23.03.2021                                              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                            | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>早川 朋一 50 9733<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3559 |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/047948

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献           |              |    | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-----------------------|--------------|----|-----|
| WO   | 2019/150526 | A1 | 08.08.2019 | JP                    | 6448865      | B1 |     |
|      |             |    |            | TW                    | 201935694    | A  |     |
| JP   | 2013-243173 | A  | 05.12.2013 | US                    | 2014/0339568 | A1 |     |
|      |             |    |            | 段落[0018]-[0043], 図1-9 |              |    |     |
| JP   | 3-163835    | A  | 15.07.1991 | (ファミリーなし)             |              |    |     |