

(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  
2024年6月20日(20.06.2024)



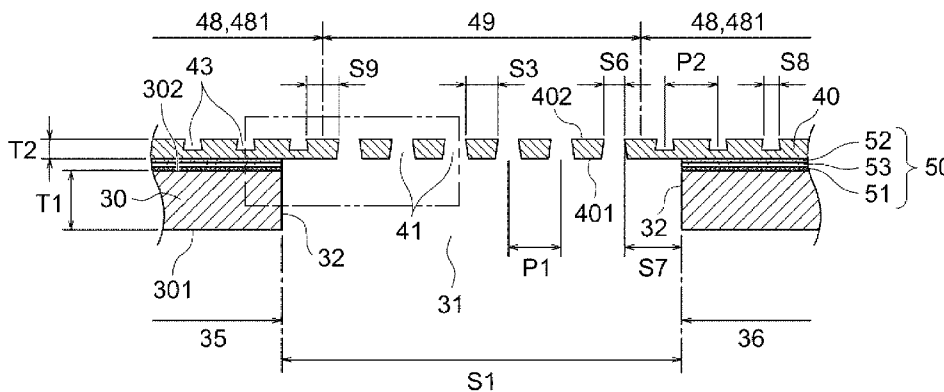
(10) 国際公開番号

**WO 2024/128133 A1**

- (51) 国際特許分類:  
C23C 14/04 (2006.01) C23C 14/24 (2006.01)  
C23C 14/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/043872
- (22) 国際出願日: 2023年12月7日(07.12.2023)
- (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 2022-201501 2022年12月16日(16.12.2022) JP
- (71) 出願人: 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON  
PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京  
都 新宿区 市谷加賀町一丁目1番  
1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 北山 大祐 (KITAYAMA Daisuke);  
〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番  
1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮嶋 学, 外(MIYAJIMA Manabu et al.);  
〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目  
6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特  
許法律事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,  
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: MASK AND METHOD FOR PRODUCING MASK

(54) 発明の名称: マスク及びマスクの製造方法



(57) Abstract: This mask includes a metal layer. The metal layer includes a third surface, a fourth surface disposed on a side opposite to the third surface, and a plurality of second openings penetrating through from the third surface to the fourth surface. The metal layer includes an effective region where the plurality of second openings are formed, and a peripheral region surrounding the effective region. The peripheral region includes a dummy region adjacent to the effective region and circumferentially surrounding the effective region. A plurality of recesses recessed from the fourth surface toward



HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

- (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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

the third surface are formed in the dummy region.

- (57) 要約: マスクは、金属層を含む。金属層は、第3面と、第3面の反対側に位置する第4面と、第3面から第4面へ貫通した複数の第2開口と、を含む。金属層は、複数の第2開口が形成された有効領域と、有効領域を取り囲む周縁領域と、を含む。周縁領域は、有効領域に隣接して当該有効領域を周状に取り囲むダミー領域を有する。ダミー領域には、第4面から第3面に向かって窪む複数の凹部が形成されている。

## 明 細 書

発明の名称：マスク及びマスクの製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示の実施形態は、マスク及びマスクの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 精密なパターンを形成するための方法として、蒸着法が知られている。蒸着法においては、まず、開口が形成されたマスクを基板に組み合わせる。続いて、マスクの開口を介して蒸着材料を基板に付着される。これにより、マスクの開口のパターンに対応したパターンで、蒸着材料を含む蒸着層を基板上に形成できる。蒸着法は、例えば、有機ＥＬ表示装置の画素を形成する方法として用いられている。

[0003] 例えばＪＰ２０２１－１７２８７９Ａは、上記開口が形成された金属層を含む蒸着用マスクを開示している。ＪＰ２０２１－１７２８７９Ａでは、金属層をめっき法により形成する。この方法では、まず、シード層の上に開口のパターンに対応したパターンで配置された複数の樹脂凸部を形成する。次に、樹脂凸部が形成されたシード層上に、めっき法により金属を析出させる。これにより、樹脂凸部が配置された部分に開口を有する金属層が形成される。

[0004] 蒸着用マスクは、開口の寸法の均一性が求められている。ＪＰ２０２１－１７２８７９Ａでは、樹脂凸部の形状を角錐台状または円錐台状にすることにより、金属層の開口をテーパ形状にしている。この場合、金属層の厚みが均一でないと開口の寸法にバラツキが生じるが、めっき法により金属層を形成すると、金属層の厚みが開口を有する領域において不均一になることが問題となっている。

[0005] 本開示の実施形態は、このような課題を効果的に解決し得るマスクを製造することを目的とする。

### 発明の開示

[0006] 本開示の一実施形態は、マスクは、

第1面と、前記第1面の反対側に位置する第2面と、前記第1面から前記第2面へ貫通する少なくとも1つの第1開口と、を含む第1層と、

前記第2面に対向する第3面と、前記第3面の反対側に位置する第4面と、前記第3面から前記第4面へ貫通し、平面視において前記第1開口に重なる複数の第2開口と、を含む金属層と、を含んでよく、

前記第1層は、シリコン又はシリコン化合物を含んでよく、

前記金属層は、前記複数の第2開口が形成された有効領域と、前記有効領域を取り囲む周縁領域と、を含んでよく、

前記周縁領域は、前記周縁領域に隣接して当該周縁領域を周状に取り囲むダミー領域であって、前記第4面から前記第3面に向かって窪む複数の凹部が形成されたダミー領域を有してよい。

[0007] 本開示の一実施形態は、マスクの製造方法は、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含む第1層と、前記第2面に対向する第5面及び前記第5面の反対側に位置する第6面を含むシード層と、を備える積層体を準備する工程と、

前記シード層の前記第6面上にポジ型レジストを含む第1レジスト層を設ける工程と、

前記第1レジスト層を露光及び現像して、前記第6面上の第3領域及び当該第3領域を取り囲む第4領域に、前記第6面から突出する複数のレジスト凸部を形成する工程と、

前記第3領域及び前記第4領域に前記複数のレジスト凸部が形成された前記第6面上に金属を析出させ、前記複数のレジスト凸部に対応する複数の開口を有する第1金属層を形成する第1めっき処理を行う工程と、

前記第4領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、

前記第4領域の前記レジスト凸部を除去した後に、前記第1金属層及び前記第6面上に第2金属層を析出させ、前記第4領域に位置する前記開口を閉塞する第2金属層を形成する第2めっき処理を行う工程と、

前記第2めっき処理の後に、前記第3領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、

前記第1層の前記第1面上に部分的に第2レジスト層を形成する工程と、  
前記第1面側から前記第1層をエッチングすることによって、前記第1層に第1開口を形成する工程と、を含んでよく、

前記第3領域に位置するレジスト凸部は、前記第6面から離れるにつれて内側に狭まるテーパ面を有してよい。

[0008] 本開示の実施形態によれば、金属層の第2開口の寸法をより均一にすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]有機デバイスの一例を示す断面図である。

[図2]マスクを備えた蒸着装置の一例を示す図である。

[図3A]入射面の側から見た場合のマスクの一例を示す平面図である。

[図3B]入射面の側から見た場合のマスクの一変形例を示す平面図である。

[図3C]入射面の側から見た場合のマスクの一変形例を示す平面図である。

[図4]出射面の側から見た場合のマスクの一例を示す平面図である。

[図5A]図3Aの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図5B]図4の二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図6A]図3Aに示すマスクのVⅠーVⅠ線に沿った断面を示す図である。

[図6B]図6Aの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図7]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図8]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図9A]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図9B]図9Aの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図9C]図9Aに示すレジスト凸部を中間層と共に示す平面図である。

[図9D]図9Cの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図10]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図11]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図12A]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図12B]図12Aの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

[図13]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図14]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図15]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図16]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図17]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図18]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図19]マスクの製造方法の一工程を示す断面図である。

[図20]図4に対応する図であって、マスクの一変形例を示す平面図である。

[図21]図20に示すマスクのXXI-XXI線に沿った断面の一部を示す図である。

[図22]図6Aに対応する図であって、マスクの一変形例を示す断面図である。

[図23]有機デバイスを備える装置の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、一実施形態に係るマスクの構成及びその製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態は本開示の実施形態の一例であって、本開示はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。本明細書において、「板」、「基材」、「シート」、「フィルム」など用語は、呼称の違いのみに基づいて、互いから区別されるものではない。例えば、「板」はシートやフィルムと呼ばれ得るような部材も含む概念である。「面」とは、対象となる部材を全体的かつ大局的に見た場合において、対象となる部材の平面方向と一致する面のことを指す。法線方向とは、部材の面に対する法線方向のことを指す。本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」や「直交」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈する。

- [0011] 本明細書および本図面において、特別な説明が無い限りは、ある部材又はある領域等のある構成が、他の部材又は他の領域等の他の構成の「上に」や「下に」、「上側に」や「下側に」、又は「上方に」や「下方に」とする場合、ある構成が他の構成に直接的に接している場合を含む。さらに、ある構成と他の構成との間に別の構成が含まれている場合、つまり間接的に接している場合も含む。また、特別な説明が無い限りは、「上」や「上側」や「上方」、又は、「下」や「下側」や「下方」という語句は、上下方向が逆転してもよい。
- [0012] 本明細書および本図面において、特別な説明が無い限りは、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号または類似の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、図面の寸法比率は説明の都合上実際の比率とは異なる場合や、構成の一部が図面から省略される場合がある。
- [0013] 本明細書および本図面において、本開示の実施形態は、特別な説明が無い限りは、矛盾の生じない範囲で、その他の実施形態や変形例と組み合わせられてもよい。また、その他の実施形態同士や、その他の実施形態と変形例も、矛盾の生じない範囲で組み合わせられてもよい。また、変形例同士も、矛盾の生じない範囲で組み合わせられてもよい。
- [0014] 本明細書および本図面において、特別な説明が無い限りは、製造方法などの方法に関して複数の工程を開示する場合に、開示されている工程の間に、開示されていないその他の工程が実施されてもよい。また、開示されている工程の順序は、矛盾の生じない範囲で任意である。
- [0015] 本明細書の一実施形態においては、マスクが、有機EL表示装置を製造する際に有機層又は電極を基板上に形成するために用いられる例について説明する。ただし、マスクの用途が特に限定されることはなく、種々の用途に用いられるマスクに対し、本実施形態を適用できる。例えば、仮想現実いわゆるVRや拡張現実いわゆるARを表現するための画像や映像を表示又は投影するための装置の有機層、電極などの層を形成するために、本実施形態のマ

スクを用いてもよい。また、液晶表示装置の電極などの、有機EL表示装置以外の表示装置の層を形成するために、本実施形態のマスクを用いてもよい。また、圧力センサの有機層、電極などの、表示装置以外の有機デバイスの層を形成するために、本実施形態のマスクを用いてもよい。

[0016] 本開示の第1の態様は、マスクであって、

第1面と、前記第1面の反対側に位置する第2面と、前記第1面から前記第2面へ貫通する少なくとも1つの第1開口と、を含む第1層と、

前記第2面に対向する第3面と、前記第3面の反対側に位置する第4面と、前記第3面から前記第4面へ貫通し、平面視において前記第1開口に重なる複数の第2開口と、を含む金属層と、を含み、

前記第1層は、シリコン又はシリコン化合物を含み、

前記金属層は、前記複数の第2開口が形成された有効領域と、前記有効領域を取り囲む周縁領域と、を含み、

前記周縁領域は、前記有効領域に隣接して当該有効領域を周状に取り囲むダミー領域であって、前記第4面から前記第3面に向かって窪む複数の凹部が形成されたダミー領域を有する、マスクである。

[0017] 上述した第1の態様に従う第2の態様によるマスクにおいて、前記第2面と前記第3面との間に位置するシード層を含んでよい。

[0018] 上述した第2の態様に従う第3の態様によるマスクにおいて、前記シード層は、導電性であってもよい。

[0019] 上述した第1の態様から上述した第3の態様のいずれかに従う第4の態様によるマスクにおいて、前記第2面と前記第3面との間にストッパ層を含んでもよい。

[0020] 上述した第1の態様から上述した第4の態様のいずれかに従う第5の態様によるマスクにおいて、

前記第2開口は、前記第3面と前記第4面とを接続する壁面によって画成されてもよく、

前記壁面は、前記第4面に向かうにつれて外側に広がるテーパ面を含んで

もよい。

[0021] 上述した第1の態様から上述した第5の態様のいずれかに従う第6の態様によるマスクにおいて、前記ダミー領域の幅が0.6 mm以上であってもよい。

[0022] 上述した第1の態様から上述した第6の態様のいずれかに従う第7の態様によるマスクにおいて、前記ダミー領域における単位面積当たりの前記凹部の数が、前記有効領域における単位面積当たりの前記第2開口の数の0.7倍以上1.3倍以下であってもよい。

[0023] 上述した第1の態様から上述した第7の態様のいずれかに従う第8の態様によるマスクにおいて、前記凹部のピッチが、前記第2開口のピッチの0.7倍以上1.3倍以下であってもよい。

[0024] 上述した第1の態様から上述した第8の態様のいずれかに従う第9の態様によるマスクにおいて、前記有効領域の最も外周側に位置する前記第2開口と当該第2開口に最も近い前記凹部との間隔が、前記第2開口のピッチの0.7倍以上1.3倍以下であってもよい。

[0025] 上述した第1の態様から上述した第9の態様のいずれかに従う第10の態様によるマスクにおいて、

前記金属層の厚みが2  $\mu$ m以上7  $\mu$ m以下であってもよく、

前記凹部は、前記第4面から前記金属層の厚みの一部に亘って延びていてもよく、

前記凹部の底部の厚みが0.5  $\mu$ m以上1.5  $\mu$ m以下であってもよい。

[0026] 本開示の第11の態様は、マスクの製造方法であって、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含む第1層と、前記第2面に対向する第5面及び前記第5面の反対側に位置する第6面を含むシード層と、を備える積層体を準備する工程と、

前記シード層の前記第6面上にポジ型レジストを含む第1レジスト層を設ける工程と、

前記第1レジスト層を露光及び現像して、前記第6面上の第3領域及び当

該第3領域を取り囲む第4領域に、前記第6面から突出する複数のレジスト凸部を形成する工程と、

前記第3領域及び前記第4領域に前記複数のレジスト凸部が形成された前記第6面上に金属を析出させ、前記複数のレジスト凸部に対応する複数の開口を有する第1金属層を形成する第1めっき処理を行う工程と、

前記第4領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、

前記第3領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、

前記第1層の前記第1面上に部分的に第2レジスト層を形成する工程と、

前記第1面側から前記第1層をエッチングすることによって、前記第1層に第1開口を形成する工程と、を含み、

前記第3領域に位置するレジスト凸部は、前記第6面から離れるにつれて内側に狭まるテーパ面を有する、マスクの製造方法である。

[0027] 上述した第11の態様に従う第12の態様によるマスクの製造方法において、

前記第4領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程の後であって、前記第3領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程の前に、前記第1金属層及び前記第6面上に第2金属層を析出させ、前記第4領域に位置する前記開口の少なくとも一部を閉塞する第2金属層を形成する第2めっき処理を行う工程を含んでもよい。

[0028] 上述した第12の態様に従う第13の態様によるマスクの製造方法において、

前記シード層は、導電性であってもよく、

前記第1めっき処理および前記第2めっき処理は、電解めっき処理であってもよい。

[0029] 上述した第11の態様から上述した第13の態様のいずれかに従う第14の態様によるマスクの製造方法において、前記第1層に前記第1開口を形成する工程の後、平面視において前記第1開口に重なる前記シード層を除去する工程を含んでもよい。

[0030] 上述した第 1 1 の態様から上述した第 1 4 の態様のいずれかに従う第 1 5 の態様によるマスクの製造方法において、

前記積層体は、前記第 1 層と前記シード層との間にストッパ層を含んでもよく、

前記マスクの製造方法は、前記第 1 層に前記第 1 開口を形成する工程の後、前記ストッパ層を除去する工程を含んでもよい。

[0031] 上述した第 1 2 の態様又は上述した第 1 3 の態様に従う第 1 6 の態様によるマスクの製造方法において、

前記第 2 めっき処理後、前記第 1 開口形成前に、前記第 2 金属層を覆う保護層を形成する工程と、

前記第 1 層に前記第 1 開口を形成後、前記保護層を除去する工程を含んでもよい。

[0032] 上述した第 1 1 の態様から上述した第 1 6 の態様のいずれかに従う第 1 7 の態様によるマスクの製造方法において、前記第 4 領域の幅が 0.6 mm 以上であってもよい。

[0033] 上述した第 1 2 の態様、上述した第 1 3 の態様又は上述した第 1 6 の態様のいずれかに従う第 1 8 の態様によるマスクの製造方法において、

前記第 1 金属層の厚みが 0.5  $\mu\text{m}$  以上 6.5  $\mu\text{m}$  以下であってもよく、

前記第 2 金属層の厚みが 0.5  $\mu\text{m}$  以上 1.5  $\mu\text{m}$  以下であってもよい。

[0034] 図 1 乃至図 2 3 を参照して、一実施形態について説明する。まず、マスクを用いることにより形成される有機層を備える有機デバイス 100 について説明する。図 1 は、有機デバイス 100 の一例を示す断面図である。

[0035] 有機デバイス 100 は、基板 110 と、基板 110 の面内方向に沿って並ぶ複数の素子 115 と、を含む。基板 110 は、第 1 面 111 及び第 1 面 111 の反対側に位置する第 2 面 112 を含む。素子 115 は、第 1 面 111 に位置している。素子 115 は、例えば画素である。基板 110 は、2 以上の種類の素子 115 を含んでいてもよい。例えば、基板 110 は、第 1 素子 115 A 及び第 2 素子 115 B を含んでいてもよい。図示はしないが、基板

110は、第3素子を含んでいてもよい。第1素子115A、第2素子115B及び第3素子は、例えば、赤色画素、青色画素及び緑色画素である。

[0036] 素子115は、第1電極120と、第1電極120上に位置する有機層130と、有機層130上に位置する第2電極140と、を有していてもよい。

[0037] 有機デバイス100は、平面視において隣り合う2つの第1電極120の間に位置する絶縁層160を備えていてもよい。絶縁層160は、例えばポリイミドを含んでいる。絶縁層160は、第1電極120の端部に重なっていてもよい。「平面視」とは、基板110などの板状の部材の面の法線方向に沿って対象を見ることを意味する。

[0038] 基板110は、絶縁性を有する部材であってもよい。基板110の材料としては、例えば、シリコン、石英ガラス、パイレックス（登録商標）ガラス、合成石英板等の可撓性のないリジッド材、あるいは、樹脂フィルム、光学用樹脂板、薄ガラス等の可撓性を有するフレキシブル材等を用いることができる。基板110は、半導体製造で用いられるシリコンウエハと同様の平面形状を有していてもよい。この場合、半導体製造工程を実施する装置を用いて基板110を処理できる。例えば、半導体製造工程を実施する装置を用いて基板110に第1電極120、絶縁層160などを形成できる。

[0039] 素子115は、第1電極120と第2電極140との間に電圧が印加されることにより、又は、第1電極120と第2電極140との間に電流が流れることにより、何らかの機能を実現するよう構成されている。例えば、素子115が、有機EL表示装置の画素である場合、素子115は、映像を構成する光を放出できる。

[0040] 第1電極120は、導電性を有する材料を含む。例えば、第1電極120は、金属、導電性を有する金属酸化物や、その他の導電性を有する無機材料などを含む。第1電極120は、インジウム・スズ酸化物などの、透明性及び導電性を有する金属酸化物を含んでいてもよい。

[0041] 有機層130は、有機材料を含む。有機層130が通電されると、有機層

130は、何らかの機能を発揮できる。通電とは、有機層130に電圧が印加されること、又は有機層130に電流が流れることを意味する。有機層130としては、通電により光を放出する発光層、通電により光の透過率や屈折率が変化する層などを用いることができる。有機層130は、有機半導体材料を含んでいてもよい。

[0042] 図1に示すように、有機層130は、第1有機層130A及び第2有機層130Bを含んでいてもよい。第1有機層130Aは、第1素子115Aに含まれる。第2有機層130Bは、第2素子115Bに含まれる。図示はしないが、有機層130は、第3素子に含まれる第3有機層を含んでいてもよい。第1有機層130A、第2有機層130B及び第3有機層は、例えば、赤色発光層、青色発光層及び緑色発光層である。

[0043] 第1電極120と第2電極140との間に電圧を印加すると、両者の間に位置する有機層130が駆動される。有機層130が発光層である場合、有機層130から光が放出され、光が第2電極140側又は第1電極120側から外部へ取り出される。

[0044] 有機層130は、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層などを更に含んでいてもよい。

[0045] 第2電極140は、金属などの、導電性を有する材料を含んでいてもよい。第2電極140の材料としては、例えば、白金、金、銀、銅、鉄、錫、クロム、アルミニウム、インジウム、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、クロム、炭素等及びこれらの合金を用いることができる。図1に示すように、第2電極140は、平面視において隣り合う2つの有機層130に跨るように広がっていてもよい。

[0046] 次に、有機層130を蒸着法によって基板110に形成する方法について説明する。図2は、蒸着装置10を示す図である。蒸着装置10は、対象物に蒸着材料を蒸着させる蒸着処理を実施する。

[0047] 図2に示すように、蒸着装置10は、その内部に、蒸着源6、ヒータ8、及びマスク20を備えていてもよい。蒸着装置10は、蒸着装置10の内部

を真空雰囲気にするための排気手段を更に備えていてもよい。蒸着源 6 は、例えばるつぼである。蒸着源 6 は、有機材料、金属材料などの蒸着材料 7 を収容する。ヒータ 8 は、蒸着源 6 を加熱して、真空雰囲気の下で蒸着材料 7 を蒸発させる。

[0048] マスク 20 は、入射面 201、出射面 202 及び第 2 開口 41 を含む。入射面 201 は、蒸着源 6 と対向している。出射面 202 は、入射面 201 の反対側に位置する。出射面 202 は、基板 110 の第 1 面 111 と対向している。出射面 202 からマスク 20 に入った蒸着材料 7 の一部は、第 2 開口 41 を通過して出射面 202 から出る。出射面 202 から出た蒸着材料 7 は、基板 110 の第 1 面 111 に付着する。マスク 20 の出射面 202 は、基板 110 の第 1 面 111 に接していてもよい。

[0049] 図 2 に示すように、蒸着装置 10 は、基板 110 の第 2 面 112 側に配置されている磁石 5 を備えていてもよい。マスク 20 が金属材料を含む場合、磁石 5 は、磁力によってマスク 20 を基板 110 に向けて引き寄せることができる。これにより、マスク 20 と基板 110 との間の隙間を低減したり、隙間をなくしたりすることができる。このことにより、蒸着工程においてシャドウが発生することを抑制できる。本願において、シャドウとは、第 2 開口 41 の壁面の近傍に形成される有機層 130 の厚みが、第 2 開口 41 の中心に形成される有機層 130 の厚みよりも小さくなる現象である。シャドウは、蒸着材料 7 がマスク 20 の壁面に付着すること、蒸着材料 7 がマスク 20 と基板 110 との間の隙間に入り込むこと、などに起因して生じる。

[0050] 次に、マスク 20 について詳細に説明する。図 3 A は、入射面 201 の側から見た場合のマスク 20 の一例を示す平面図である。図 4 は、出射面 202 の側から見た場合のマスク 20 の一例を示す平面図である。図 5 A は、図 3 A の二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。また、図 5 B は、図 4 の二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。また、図 6 A は、図 3 A のマスク 20 の V I - V I 線に沿った断面図である。また、図 6 B は、図 6 A の二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。

- [0051] 図6Aに示すように、マスク20は、入射面201から出射面202に向かって順に並ぶ第1層30、中間層50および金属層40を備える。第1層30は、シリコン又はシリコン化合物を含む。シリコン化合物は、例えばシリコンカーバイド(SiC)である。金属層40は、金属材料を含む。以下、各層について説明する。
- [0052] 第1層30は、第1面301、第2面302、第1開口31及び第1壁面32を含む。第1面301は、入射面201を構成していてもよい。第2面302は、第1面301の反対側に位置している。
- [0053] 第1開口31は、第1面301から第2面302へ貫通している。図3Aに示すように、第1層30は、複数の第1開口31を含んでいてもよい。複数の第1開口31は、第1方向D1及び第2方向D2に並んでいてもよい。第2方向D2は、第1方向D1に直交していてもよい。
- [0054] 第1開口31は、有機EL表示装置の1つの画面に対応していてもよい。図3Aに示すマスク20は、複数の画面に対応する有機層のパターンを同時に基板110に形成できる。図3Aに示すように、第1開口31は、平面視において矩形の輪郭を有していてもよい。
- [0055] 図3B及び図3Cはそれぞれ、マスク20のその他の例を示す平面図である。図3Bに示すように、第1開口31の輪郭の角部は曲線を含んでいてもよい。図3Cに示すように、第1開口31の輪郭は八角形であってもよい。図3B及び図3Cに示す例によれば、第1開口31の輪郭に応力が加わる場合に、応力が角部に集中することを抑制できる。このため、第1層30が破損することを抑制できる。
- [0056] 第1壁面32は、第1開口31に面する第1層30の面である。図3Aに示す例において、第1壁面32は、第1面301の法線方向に沿って広がっている。
- [0057] 図3Aに示すように、第1開口31が形成されていない第1層30の領域は、外側領域35及び内側領域36に区画されてもよい。内側領域36は、平面視において隣り合う2つの第1開口31の間に位置する領域である。外

側領域 35 は、平面視において、第 1 層 30 の外縁 303 と第 1 開口 31 との間に位置する領域である。図 3 A に示すように、内側領域 36 は、2 つの第 1 開口 31 の間を通過して第 1 方向 D1 及び第 2 方向 D2 に延びていてもよい。

[0058] 図 3 A および図 4 に示すように、第 1 層 30 は、アライメントマーク 39 を含んでもよい。アライメントマーク 39 は、例えば第 2 面 302 に形成されている。アライメントマーク 39 は、第 1 面 301 に形成されていてもよい。アライメントマーク 39 は、例えば、マスク 20 に対する基板 110 の相対的な位置を調整するために利用される。基板 110 が可視光を透過させる性質を有する場合、基板 110 を介しアライメントマーク 39 を視認できる。基板 110 が赤外線透過させる性質を有する場合、赤外線カメラを用いることで、基板 110 を介しアライメントマーク 39 を視認できる。

[0059] 図 3 A 及び図 4 に示すように、アライメントマーク 39 は、平面視において円形の輪郭を有していてもよい。図示はしないが、アライメントマーク 39 は、矩形や十字形など、円形以外の輪郭を有していてもよい。アライメントマーク 39 は、外側領域 35 に位置していてもよく、内側領域 36 に位置していてもよい。

[0060] 第 1 層 30 は、上述のようにシリコン又はシリコン化合物を含む。第 1 層 30 は、例えば、シリコンウエハを加工することによって作製される。図 3 A に示すように、第 1 層 30 の外縁 303 は、直線状の部分を含んでもよい。直線状の部分は、オリエンテーションフラットとも称される。図示はしないが、外縁 303 には切り欠きが形成されていてもよい。切り欠きは、ノッチとも称される。オリエンテーションフラット及びノッチは、シリコンウエハの結晶方位を表す。

[0061] 平面視における第 1 層 30 の最大の寸法 S1 は、例えば、100 mm 以上でもよく、150 mm 以上でもよく、250 mm 以上でもよい。寸法 S1 は、例えば、300 mm 以下でもよく、400 mm 以下でもよく、500 mm 以下でもよい。寸法 S1 の範囲は、100 mm、150 mm 及び 250 mm

からなる第1グループ、及び／又は、300mm、400mm及び500mmからなる第2グループによって定められてもよい。寸法S1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。寸法S1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S1の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S1は、例えば、100mm以上500mm以下でもよく、100mm以上400mm以下でもよく、100mm以上300mm以下でもよく、100mm以上250mm以下でもよく、100mm以上150mm以下でもよく、150mm以上500mm以下でもよく、150mm以上400mm以下でもよく、150mm以上300mm以下でもよく、150mm以上250mm以下でもよく、250mm以上500mm以下でもよく、250mm以上400mm以下でもよく、250mm以上300mm以下でもよく、300mm以上500mm以下でもよく、300mm以上400mm以下でもよく、400mm以上500mm以下でもよい。

[0062] 第1開口31が並ぶ方向における第1開口31の寸法S2は、例えば、5mm以上でもよく、10mm以上でもよく、20mm以上でもよい。寸法S2は、例えば、30mm以下でもよく、50mm以下でもよく、100mm以下でもよい。寸法S2の範囲は、5mm、10mm及び20mmからなる第1グループ、及び／又は、30mm、50mm及び100mmからなる第2グループによって定められてもよい。寸法S2の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。寸法S2の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S2の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S2は、例えば、5mm以上100mm以下でもよく、5mm以上50mm以

下でもよく、5 mm以上30 mm以下でもよく、5 mm以上20 mm以下でもよく、5 mm以上10 mm以下でもよく、10 mm以上100 mm以下でもよく、10 mm以上50 mm以下でもよく、10 mm以上30 mm以下でもよく、10 mm以上20 mm以下でもよく、20 mm以上100 mm以下でもよく、20 mm以上50 mm以下でもよく、20 mm以上30 mm以下でもよく、30 mm以上100 mm以下でもよく、30 mm以上50 mm以下でもよく、50 mm以上100 mm以下でもよい。

[0063] 第1開口31が並ぶ方向における2つの第1開口31の間の間隔S3は、例えば、0.1 mm以上でもよく、0.5 mm以上でもよく、1.0 mm以上でもよい。間隔S3は、例えば、10 mm以下でもよく、15 mm以下でもよく、20 mm以下でもよい。間隔S3の範囲は、0.1 mm、0.5 mm及び1.0 mmからなる第1グループ、及び／又は、10 mm、15 mm及び20 mmからなる第2グループによって定められてもよい。間隔S3の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。間隔S3の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。間隔S3の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。間隔S3は、例えば、0.1 mm以上20 mm以下でもよく、0.1 mm以上15 mm以下でもよく、0.1 mm以上10 mm以下でもよく、0.1 mm以上1.0 mm以下でもよく、0.1 mm以上0.5 mm以下でもよく、0.5 mm以上20 mm以下でもよく、0.5 mm以上15 mm以下でもよく、0.5 mm以上10 mm以下でもよく、0.5 mm以上1.0 mm以下でもよく、1.0 mm以上20 mm以下でもよく、1.0 mm以上15 mm以下でもよく、1.0 mm以上10 mm以下でもよく、10 mm以上20 mm以下でもよく、10 mm以上15 mm以下でもよく、15 mm以上20 mm以下でもよい。

[0064] 第1層30の厚みは、外側領域35の最大の厚みT1として定義される。

厚み $T_1$ は、例えば、 $50\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $100\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上でもよい。厚み $T_1$ は、例えば、 $600\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $800\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよい。厚み $T_1$ の範囲は、 $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 及び $200\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $600\mu\text{m}$ 、 $800\mu\text{m}$ 及び $1000\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。厚み $T_1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。厚み $T_1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚み $T_1$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚み $T_1$ は、例えば、 $50\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $100\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $100\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $100\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $600\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $600\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $800\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0065] 次に、金属層40について説明する。金属層40は、第3面401、第4面402、複数の第2開口41、及び複数の凹部43を含む。第3面401は、第1層30の第2面302に対向している。第4面402は、第3面401の反対側に位置している。

[0066] 第2開口41は、第3面401から第4面402へ貫通している。1つの第2開口41が、1つの有機層130に対応している。規則的に並ぶ複数の第2開口41の一群が、有機EL表示装置の1つの画面に対応している。図3Aに示すように、規則的に並ぶ複数の第2開口41の一群が、平面視にお

いて1つの第1開口31に重なっていてもよい。

[0067] 金属層40は、周縁領域48（図4および図5B参照）及び有効領域49（図5B参照）に区画されてもよい。有効領域49は、規則的に並ぶ複数の第2開口41の一群が分布している領域である。周縁領域48は、有効領域49を取り囲む領域である。周縁領域48の少なくとも一部は、平面視において第1層30に重なる領域である。

[0068] 周縁領域48は、複数の凹部43が形成されたダミー領域481（図5B参照）を含む。ダミー領域481は、有効領域49に隣接し、有効領域49を周状に取り囲む。凹部43は、第4面402から第3面401に向かって窪む。ダミー領域481の幅S4は、例えば0.6mm以上であり、0.7mm以上であてもよく、0.8mm以上であってもよい。

[0069] 図示された例では、平面視において、ダミー領域481の一部は、第1開口31と重なっている。このため、ダミー領域481の当該一部は、平面視において、第1層30と重なっていない。もちろん、この例に限られず、ダミー領域481の全てが、平面視において第1層30と重なっていてもよい。

[0070] 図6Bに、有効領域49及びダミー領域481の一例を示す。金属層40は、第2開口41に面する第2壁面42を含む。図6Bに示すように、第2壁面42は、第3面401に向かうにつれて第2開口41の中心から離れるように広がるテーパ面42aを含んでいる。第2壁面42がテーパ面42aを含むことにより、第2壁面42の近傍においてシャドウが生じることを抑制できる。

[0071] 図6Bにおいて、符号S5は、第2開口41が並ぶ方向におけるテーパ面42aの幅を表す。幅S5は、例えば、0.2 $\mu$ m以上でもよく、0.5 $\mu$ m以上でもよく、1.0 $\mu$ m以上でもよい。幅S5は、例えば、10 $\mu$ m以下でもよく、20 $\mu$ m以下でもよく、25 $\mu$ m以下でもよい。幅S5の範囲は、0.2 $\mu$ m、0.5 $\mu$ m及び1.0 $\mu$ mからなる第1グループ、及び／又は、10 $\mu$ m、20 $\mu$ m及び25 $\mu$ mからなる第2グループによって定め

られてもよい。幅S 5の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。幅S 5の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。幅S 5の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。幅S 5は、例えば、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0072] 図6Bにおいて、符号 $\theta 1$ は、第2壁面42と第3面401が成す角度を表す。角度 $\theta 1$ は、例えば、 $50^\circ$ 以上でもよく、 $55^\circ$ 以上でもよく、 $60^\circ$ 以上でもよく、 $65^\circ$ 以上でもよい。角度 $\theta 1$ は、例えば、 $75^\circ$ 以下でもよく、 $80^\circ$ 以下でもよく、 $85^\circ$ 以下でもよく、 $90^\circ$ 未満でもよい。角度 $\theta 1$ の範囲は、 $50^\circ$ 、 $55^\circ$ 、 $60^\circ$ 及び $65^\circ$ からなる第1グループ、及び／又は、 $75^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $85^\circ$ 及び $90^\circ$ からなる第2グループによって定められてもよい。角度 $\theta 1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 1$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 1$ は、例えば、 $50^\circ$ 以上 $90^\circ$ 未満でもよく、 $50^\circ$ 以上 $85^\circ$ 以下でもよく、 $50^\circ$ 以上 $80^\circ$ 以下でもよく、 $50^\circ$ 以上 $75^\circ$ 以下でもよく、 $50^\circ$ 以上

65°以下でもよく、50°以上60°以下でもよく、50°以上55°以下でもよく、55°以上90°未満でもよく、55°以上85°以下でもよく、55°以上80°以下でもよく、55°以上75°以下でもよく、55°以上65°以下でもよく、55°以上60°以下でもよく、60°以上90°未満でもよく、60°以上85°以下でもよく、60°以上80°以下でもよく、60°以上75°以下でもよく、60°以上65°以下でもよく、65°以上90°未満でもよく、65°以上85°以下でもよく、65°以上80°以下でもよく、65°以上75°以下でもよく、75°以上90°未満でもよく、75°以上85°以下でもよく、75°以上80°以下でもよく、80°以上90°未満でもよく、80°以上85°以下でもよく、85°以上90°未満でもよい。

[0073] 凹部43は、底面44と、底面44を周状に取り囲む第3壁面45と、によって画成される。言い換えると、凹部43の第1層30側の端部は、底面44によって閉鎖されている。これにより、マスク20を使用して基板110に蒸着層を形成する際に、蒸着源6からの蒸着物質が凹部43を通過して基板110に付着することが防止される。

[0074] 第3壁面45は、第4面402において凹部43の開口部43aを画成する。第3壁面45は、第3面401に向かうにつれて開口部43aの中心から離れるように広がるテーパ面45aを含んでもよい。第3壁面45のテーパ面45aの幅は、第2開口41の第2壁面42のテーパ面42aと同様であってよい。また、テーパ面45aと第3面401とが成す角度は、第2開口41の第2壁面42と第4面402とが成す角度 $\theta 1$ と同様であってよい。

[0075] 金属層40は、上述のように金属材料を含む。金属材料は、ニッケル、ニッケル-コバルト合金、鉄-ニッケル合金、銅等である。後述するように、金属層40は、第1金属層411及び第2金属層412を含む。第1金属層411及び第2金属層412は、同じ金属材料を含んでもよいし、異なる金属材料を含んでもよい。金属層40は、例えば、電解めっき法によ

り形成されてよい。

[0076] 金属層40の厚みは、第3面401と第4面402との距離T2として定義される。金属層40の厚みT2は、第1層30の厚みT1よりも小さい。厚みT2は、例えば、2 $\mu$ m以上でもよく、3 $\mu$ m以上でもよく、4 $\mu$ m以上でもよい。厚みT2は、例えば、5 $\mu$ m以下でもよく、6 $\mu$ m以下でもよく、7 $\mu$ m以下でもよい。厚みT2の範囲は、2 $\mu$ m、3 $\mu$ m及び4 $\mu$ mからなる第1グループ、及び／又は、5 $\mu$ m、6 $\mu$ m及び7 $\mu$ mからなる第2グループによって定められてもよい。厚みT2の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。厚みT2の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT2の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT2は、例えば、2 $\mu$ m以上7 $\mu$ m以下でもよく、2 $\mu$ m以上6 $\mu$ m以下でもよく、2 $\mu$ m以上5 $\mu$ m以下でもよく、2 $\mu$ m以上4 $\mu$ m以下でもよく、2 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下でもよく、3 $\mu$ m以上7 $\mu$ m以下でもよく、3 $\mu$ m以上6 $\mu$ m以下でもよく、3 $\mu$ m以上5 $\mu$ m以下でもよく、3 $\mu$ m以上4 $\mu$ m以下でもよく、4 $\mu$ m以上7 $\mu$ m以下でもよく、4 $\mu$ m以上6 $\mu$ m以下でもよく、4 $\mu$ m以上5 $\mu$ m以下でもよく、5 $\mu$ m以上7 $\mu$ m以下でもよく、5 $\mu$ m以上6 $\mu$ m以下でもよく、6 $\mu$ m以上7 $\mu$ m以下でもよい。厚みT2が7 $\mu$ m以下であることにより、シャドウの発生を抑制できる。厚みT2が2 $\mu$ m以上であることにより、ピンホール等の欠陥や変形等が金属層40に生じることを抑制できる。

[0077] 図示された例では、凹部43は、金属層40の第4面402から金属層40の厚みT2の一部に亘って延びている。凹部43は、金属層40の一部によって形成された底部40aを有する。凹部43の底部40aは、金属層40のうち、凹部43の底面44と金属層40の第3面401との間の領域である。凹部43の底部40aの厚みは、凹部43の底面44と金属層40の

第3面401との距離T3として定義される。凹部43の底部40aの厚みT3は、後述するように、第2金属層412の厚みである。厚みT3は、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $0.70\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $0.90\mu\text{m}$ 以上でもよい。厚みT3は、例えば、 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよい。厚みT3の範囲は、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.70\mu\text{m}$ 及び $0.90\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $1.0\mu\text{m}$ 、 $1.25\mu\text{m}$ 及び $1.5\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。厚みT3の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。厚みT3の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT3の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT3は、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $0.90\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $0.70\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.70\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.70\mu\text{m}$ 以上 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.70\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.70\mu\text{m}$ 以上 $0.90\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.90\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.90\mu\text{m}$ 以上 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.90\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.25\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0078] 平面視における第2開口41の寸法S6は、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上でもよい。寸法S6は、例えば、 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $25\mu\text{m}$ 以下でもよい。寸法S6の範囲は、 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 及び $3\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 及び $25\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。寸法S6の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1

つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。寸法S6の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S6の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S6は、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0079] 第2開口41のピッチは、互いに隣り合う2つの第2開口41が並ぶ方向における当該2つの第2開口41の中心の距離P1を意味する。第2開口41のピッチP1は、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上でもよい。ピッチP1は、例えば、 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $25\mu\text{m}$ 以下でもよい。ピッチP1の範囲は、 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 及び $3\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 及び $25\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。ピッチP1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。ピッチP1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ピッチP1の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ピッチP1は、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$

以下でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0080] 平面視における第1壁面32と第2開口41との間の間隔S7は、間隔S3よりも大きくてもよい。これにより、第1壁面32に近接する第2開口41においてシャドウが生じることを抑制できる。

[0081] 平面視における凹部43の開口部43aの寸法S8は、第2開口41の寸法S6よりも小さくてよい。開口部43aの寸法S8は、例えば、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上でもよい。寸法S8は、例えば、 $5\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよい。寸法S8の範囲は、 $0.5\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 及び $3\ \mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $5\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 及び $25\ \mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。寸法S8の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。寸法S8の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S8の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。寸法S8は、例えば、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $2\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0082] 凹部43のピッチは、互いに隣り合う2つの凹部43が並ぶ方向における

当該2つの凹部43の中心の距離P2を意味する。凹部43のピッチP2は、例えば、第2開口41のピッチP1の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。ピッチP2は、例えば、ピッチP1の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $P2/P1$ は、0.7以上でもよく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $P2/P1$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $P2/P1$ の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び／又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。 $P2/P1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。 $P2/P1$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。 $P2/P1$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ピッチP2は、例えば、ピッチP1の0.7倍以上1.3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以上1.2倍以下でもよく、1.2倍以上1.3倍以下でもよい。

[0083] ダミー領域481における単位面積当たりの凹部43の数N43は、例えば、有効領域49における単位面積当たりの第2開口41の数N41の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。数N43は、例えば、数N41の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $N43/N41$ は、0.7以上でも

よく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $N43/N41$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $N43/N41$ の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び／又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。 $N43/N41$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。 $N43/N41$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。 $N43/N41$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。数 $N43$ は、例えば、数 $N41$ の0.7倍以上1.3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以上1.2倍以下でもよく、1.2倍以上1.3倍以下でもよい。なお、ダミー領域481における単位面積当たりの凹部43の数 $N43$ は、有効領域49に隣接する任意の凹部43を隅部を含む、一辺が0.5mmの正方形で囲まれた領域R1内に入る凹部43の数に基づいて算出する（図5B参照）。

[0084] 有効領域49の最も外周側に位置する第2開口41と当該第2開口41に最も近い凹部43との間隔 $S9$ が、例えば、第2開口41のピッチ $P1$ の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。間隔 $S9$ は、例えば、ピッチ $P1$ の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $S9/P1$ は、0.7以上でもよく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $S9/P1$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $S$

9/P1の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び／又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。S9/P1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。S9/P1の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。S9/P1の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。間隔S9は、例えば、ピッチP1の0.7倍以上1.3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以上1.2倍以下でもよく、1.2倍以上1.3倍以下でもよい。

[0085] 金属層40は、アライメントマークを含んでいてもよい。金属層40のアライメントマークは、第1層30のアライメントマーク39とは別に形成されていてもよく、第1層30のアライメントマーク39の替わりに形成されていてもよい。

[0086] 次に、中間層50について説明する。中間層50は、第1層30又は金属層40に対する何らかの機能を果たす層を含む。例えば中間層50は、ストッパ層51とシード層52とを含む。図6Aに示す例において、中間層50は、第1層30と金属層40との間に位置している。

[0087] ストッパ層51は、エッチングによって第1層30を加工する工程において、エッチングをストップさせる機能を有する。具体的には、ストッパ層51は、第1層30をエッチングするエッチャントに対する耐性を有する。ストッパ層51は、例えば、金属材料、無機化合物、有機化合物などを含んで

よい。金属材料は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金などである。アルミニウム合金は、例えばアルミニウム及びネオジウムを含む。無機化合物は、例えば、酸化シリコンなどである。有機化合物は、例えば樹脂である。有機化合物は、感光性を有していてもよい。例えば、ストッパ層51がフォトレジストを含んでいてもよい。有機化合物は、感光性を有していなくてもよい。

[0088] ストッパ層51の厚みは、第1層30を加工する工程において金属層40がエッチングされることを抑制できる限り特には限定されない。例えば、ストッパ層51の厚みは、金属層40の厚みよりも小さくてもよく、金属層40の厚み以上でもよい。ストッパ層51の厚みは、例えば、5 nm以上でもよく、50 nm以上でもよく、75 nm以上でもよい。ストッパ層51の厚みは、例えば、10  $\mu$ m以下でもよく、50  $\mu$ m以下でもよく、100  $\mu$ m以下でもよい。ストッパ層51の厚みの範囲は、5 nm、50 nm及び75 nmからなる第1グループ、及び／又は、10  $\mu$ m、50  $\mu$ m及び100  $\mu$ mからなる第2グループによって定められてもよい。ストッパ層51の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。ストッパ層51の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ストッパ層51の厚みの範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ストッパ層51の厚みは、例えば、5 nm以上100  $\mu$ m以下でもよく、5 nm以上50  $\mu$ m以下でもよく、5 nm以上10  $\mu$ m以下でもよく、5 nm以上75 nm以下でもよく、5 nm以上50 nm以下でもよく、50 nm以上100  $\mu$ m以下でもよく、50 nm以上50  $\mu$ m以下でもよく、50 nm以上10  $\mu$ m以下でもよく、50 nm以上75 nm以下でもよく、75 nm以上100  $\mu$ m以下でもよく、75 nm以上50  $\mu$ m以下でもよく、75 nm以上10  $\mu$ m以下でもよく、10  $\mu$ m以上100  $\mu$ m以下でもよく、10  $\mu$ m以上50  $\mu$ m以下でもよく、

く、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下でもよい。第1層30用のエッチャントに対するストッパ層51の耐性が高いほど、ストッパ層51の厚みを小さくできる。ストッパ層51の厚みが $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが特に好ましい。

[0089] シード層52は、金属層40が電解めっきにより形成される場合、導電性を有する。具体的には、シード層52は、金属材料や酸化物導電性等の導電性を有する材料を含んでいてよい。さらに具体的には、シード層52は、銅、ニッケル、クロム、タンタル、タングステン、酸化インジウムスズ（ITO）を含んでいてもよい。このようなシード層52は、例えば、無電界めっき法やスパッタリング法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法により形成されてよい。シード層52は、第1層30の第2面302に対向する第5面521と、第5面521の反対側に位置する第6面522を含む。

[0090] シード層52の厚みは、金属層40を形成することができる限り特に限定されない。例えば、シード層52の厚みは、金属層40の厚み $T2$ よりも小さくてもよく、金属層40の厚み $T2$ 以上でもよい。シード層52の厚みは、例えば、 $5\text{ nm}$ 以上でもよく、 $50\text{ nm}$ 以上でもよく、 $75\text{ nm}$ 以上でもよい。シード層52の厚みは、例えば、 $200\text{ nm}$ 以下でもよく、 $250\text{ nm}$ 以下でもよく、 $300\text{ nm}$ 以下でもよい。シード層52の厚みの範囲は、 $5\text{ nm}$ 、 $50\text{ nm}$ 及び $75\text{ nm}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $200\text{ nm}$ 、 $250\text{ nm}$ 及び $300\text{ nm}$ からなる第2グループによって定められてもよい。シード層52の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。シード層52の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。シード層52の厚みの範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。シード層52の厚みは、例えば、 $5\text{ nm}$ 以上 $300\text{ nm}$ 以下でもよく、 $5\text{ nm}$ 以上 $250\text{ nm}$ 以下でもよく、 $5\text{ nm}$ 以上 $200\text{ nm}$ 以下でもよく、 $5\text{ nm}$ 以

上75nm以下でもよく、5nm以上50nm以下でもよく、50nm以上300nm以下でもよく、50nm以上250nm以下でもよく、50nm以上200nm以下でもよく、50nm以上75nm以下でもよく、75nm以上300nm以下でもよく、75nm以上250nm以下でもよく、75nm以上200nm以下でもよく、200nm以上300nm以下でもよく、200nm以上250nm以下でもよく、250nm以上300nm以下でもよい。

[0091] 中間層50は、ストッパ層51とシード層52との間に、ストッパ層51とシード層52との密着性を向上させる密着層53を含んでいてもよい。密着層53は、チタン、クロム、酸化チタン、窒化クロム、酸化亜鉛を含んでいてもよい。このような密着層53は、例えば、ゾルゲール法や、スパッタリング法、真空蒸着状により形成することができる。密着層53の厚みは特に限定されないが、例えば、5nm以上でもよく、6nm以上でもよく、8nm以上でもよい。密着層53の厚みは、例えば、50nm以下でもよく、60nm以下でもよく、70nm以下でもよい。密着層53の厚みの範囲は、5nm、6nm及び8nmからなる第1グループ、及び／又は、50nm、60nm及び70nmからなる第2グループによって定められてもよい。密着層53の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。密着層53の厚みの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。密着層53の厚みの範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。密着層53の厚みは、例えば、5nm以上70nm以下でもよく、5nm以上60nm以下でもよく、5nm以上50nm以下でもよく、5nm以上8nm以下でもよく、5nm以上6nm以下でもよく、6nm以上70nm以下でもよく、6nm以上60nm以下でもよく、6nm以上50nm以下でもよく、6nm以上8nm以下でもよく、8nm以上70nm以下でもよく、8nm以上60nm

m以下でもよく、8 nm以上50 nm以下でもよく、50 nm以上70 nm以下でもよく、50 nm以上60 nm以下でもよく、60 nm以上70 nm以下でもよい。

[0092] 好ましくは、中間層50は、平面視において第2開口41に重ならないように位置している。これにより、中間層50に起因するシャドウが生じることを抑制できる。

[0093] 中間層50は、アライメントマークを含んでいてもよい。中間層50のアライメントマークは、第1層30又は金属層40のアライメントマークとは別に形成されていてもよく、第1層30又は金属層40のアライメントマークの替わりに形成されていてもよい。

[0094] 各層の厚み、各構成要素の寸法、間隔などは、走査型電子顕微鏡を用いてマスク20の断面の画像を観察することによって測定できる。

[0095] (蒸着マスクの製造方法)

次に、本実施の形態による蒸着マスクの製造方法について、図7乃至図19を参照して説明する。まず、第1層30を準備する。第1層30として、シリコンウエハを用いてもよい。第1層30の第1面301及び第2面302は、鏡面状に研磨されていてもよい。第1面301及び第2面302の算術平均粗さRaは、1.5 nm以下であってもよく、1.0 nm以下であってもよい。第1面301及び第2面302の面方位は、(100)、(110)などであってもよい。

[0096] 図7に示すように、第1層30の第2面302は、第1領域305及び第2領域306を含む。第1領域305は、上述の第1開口31に対応する領域である。第2領域306は、上述の外側領域35及び内側領域36に対応する領域である。第2領域306は、第1領域305を囲んでいる。

[0097] 続いて、図8に示すように、第1層30の第2面302上に中間層50を形成し、第1層30と中間層50を含む積層体55を作製する。具体的には、第2面302上に、ストッパ層51、密着層53、シード層52を、この順で積層する。ストッパ層51は、例えば、スパッタリング法などの真空成

膜法によって形成されてもよい。密着層 5 3 は、例えば、ゾルゲール法や、スパッタリング法、真空蒸着法により形成されてもよい。シード層 5 2 は、例えば、無電界めっき法や、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法により形成されてもよい。

[0098] 図 8 に示すように、シード層 5 2 の第 6 面 5 2 2 は、第 3 領域 5 2 5 及び第 4 領域 5 2 6 を含む。第 3 領域 5 2 5 は、上述の金属層 4 0 の有効領域 4 9 に対応する領域である。第 4 領域 5 2 6 は、上述の金属層 4 0 のダミー領域 4 8 1 に対応する領域である。第 4 領域 5 2 6 は、第 3 領域 5 2 5 を取り囲んでいる。第 3 領域 5 2 5 および第 4 領域 5 2 6 の寸法は、それぞれ、有効領域 4 9 およびダミー領域 4 8 1 の寸法と同じであってよい。第 4 領域 5 2 6 の幅は、0.6 mm 以上であってよい。

[0099] 中間層 5 0 は、少なくとも第 1 領域 3 0 5 を覆うように形成されている。中間層 5 0 は、第 2 領域 3 0 6 を覆ってもよい。例えば、中間層 5 0 は、第 2 面 3 0 2 の全体に形成されてもよい。

[0100] 続いて、図 9 A に示すように、シード層 5 2 の第 6 面 5 2 2 上に複数のレジスト凸部 6 0 を形成するレジストパターン形成工程を実施する。これにより、第 3 領域 5 2 5 および第 4 領域 5 2 6 に、第 6 面 5 2 2 から突出する複数のレジスト凸部 6 0 が形成される。

[0101] 図 9 B は、図 9 A の二点鎖線で囲まれた部分を、拡大して示す図である。図 9 C は、複数のレジスト凸部 6 0 が形成されたシード層 5 2 の平面図である。図 9 D は、図 9 C の二点鎖線で囲まれた部分を、拡大して示す図である。図 4 と図 9 C を比較することにより理解されるように、複数のレジスト凸部 6 0 は、第 3 領域 5 2 5 及び第 4 領域 5 2 6 上に、第 2 開口 4 1 及び凹部 4 3 に対応して形成される。

[0102] レジスト凸部 6 0 は、例えばフォトリソグレイスである。フォトリソグレイスは、ポジ型レジストである。ポジ型レジストは、例えば東京応化工業株式会社製の i P 5 7 0 0、P M E R - P - L A 9 0 0 P M、P M E R - P 7 1 0 0、ナガセケムテックス製の N P R 9 7 0 0 などである。

[0103] レジスト凸部60の高さT4は、レジスト凸部60の頂部と第6面522との距離として定義される。高さT4は、金属層40の厚みT2より大きい。高さT4は、例えば、4  $\mu\text{m}$ 以上でもよく、5  $\mu\text{m}$ 以上でもよく、6  $\mu\text{m}$ 以上でもよい。高さT4は、例えば、7  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、8  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、9  $\mu\text{m}$ 以下でもよい。高さT4の範囲は、4  $\mu\text{m}$ 、5  $\mu\text{m}$ 及び6  $\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、7  $\mu\text{m}$ 、8  $\mu\text{m}$ 及び9  $\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。高さT4の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。高さT4の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。高さT4の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。高さT4は、例えば、4  $\mu\text{m}$ 以上9  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、4  $\mu\text{m}$ 以上8  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、4  $\mu\text{m}$ 以上7  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、4  $\mu\text{m}$ 以上6  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、4  $\mu\text{m}$ 以上5  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、5  $\mu\text{m}$ 以上9  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、5  $\mu\text{m}$ 以上8  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、5  $\mu\text{m}$ 以上7  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、5  $\mu\text{m}$ 以上6  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、6  $\mu\text{m}$ 以上9  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、6  $\mu\text{m}$ 以上8  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、6  $\mu\text{m}$ 以上7  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、7  $\mu\text{m}$ 以上9  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、7  $\mu\text{m}$ 以上8  $\mu\text{m}$ 以下でもよく、8  $\mu\text{m}$ 以上9  $\mu\text{m}$ 以下でもよい。

[0104] レジスト凸部60の第4壁面61は、第6面522から離れるにつれて内側に狭まるテーパ面61aを有する。具体的には、レジスト凸部60の形状は、全体として、角錐台形あるいは円錐台形であってよい。第3領域525に形成されたテーパ面61aとシード層52の第6面522との間の角度 $\theta_2$ は、第2開口41のテーパ面42aと第3面401との間の角度 $\theta_1$ と同じであってよい。具体的には、角度 $\theta_2$ は、例えば、50°以上でもよく、55°以上でもよく、60°以上でもよく、65°以上でもよい。角度 $\theta_2$ は、例えば、75°以下でもよく、80°以下でもよく、85°以下でもよく、90°未満でもよい。角度 $\theta_2$ の範囲は、50°、55°、60°及び

65° かなる第1グループ、及び／又は、75°、80°、85° 及び90° かなる第2グループによって定められてもよい。角度 $\theta 2$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 2$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 2$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。角度 $\theta 2$ は、例えば、50° 以上90° 未満でもよく、50° 以上85° 以下でもよく、50° 以上80° 以下でもよく、50° 以上75° 以下でもよく、50° 以上65° 以下でもよく、50° 以上60° 以下でもよく、50° 以上55° 以下でもよく、55° 以上90° 未満でもよく、55° 以上85° 以下でもよく、55° 以上80° 以下でもよく、55° 以上75° 以下でもよく、55° 以上65° 以下でもよく、55° 以上60° 以下でもよく、60° 以上90° 未満でもよく、60° 以上85° 以下でもよく、60° 以上80° 以下でもよく、60° 以上75° 以下でもよく、60° 以上65° 以下でもよく、65° 以上90° 未満でもよく、65° 以上85° 以下でもよく、65° 以上80° 以下でもよく、65° 以上75° 以下でもよく、75° 以上90° 未満でもよく、75° 以上85° 以下でもよく、75° 以上80° 以下でもよく、80° 以上90° 未満でもよく、80° 以上85° 以下でもよく、85° 以上90° 未満でもよい。なお、第4領域526に形成されたレジスト凸部60のテーパ面61aとシード層52の第6面522との間の角度 $\theta 3$ は、角度 $\theta 1$ と同じであってもよいし、異なってもよい。

[0105] レジストパターン形成工程は、例えば、第1レジスト層形成工程、露光工程、現像工程を含む。

[0106] 第1レジスト層形成工程は、第6面522上に、第1レジスト層を形成する工程である。第1レジスト層形成工程は、例えば、液状レジストを第6面522に塗布する工程を含む。第1レジスト層形成工程は、第6面522上

の液状レジストを加熱する工程を含んでいてもよい。液状レジストが乾燥することにより、第1レジスト層が形成される。

- [0107] 露光工程は、後の現像工程において第3領域525および第4領域526のうち第2開口41及び凹部43に対応する部分に第1レジスト層が残るとともに第6面522上のその他の部分の第1レジスト層が除去されるよう、第1レジスト層に光を照射する。具体的には、第1レジスト層がポジ型レジストであるため、第6面522上の上記その他の部分の第1レジスト層に光を照射する。光は、例えばi線である。i線とは、365nmの波長を有する水銀のスペクトル線である。
- [0108] 露光工程においては、露光量、焦点位置などのパラメータが調整されてもよい。露光量は、例えば、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上でもよく、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上でもよく、 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上でもよい。露光量は、例えば、 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよい。露光量の範囲は、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 及び $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ からなる第1グループ、及び/又は、 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 及び $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ からなる第2グループによって定められてもよい。露光量の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。露光量の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。露光量の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。露光量は、例えば、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく

、 $175\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよく、 $350\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下でもよい。焦点位置は、シード層52の第6面522であってもよく、第6面522からずれていてもよい。例えば、第6面522から第5面521に向かってSH $\mu\text{m}$ だけ変位した位置が焦点位置であってもよい。変位量SHは、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上でもよい。変位量SHは、例えば、 $6\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $8\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $10\mu\text{m}$ 以下でもよい。変位量SHの範囲は、 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 及び $3\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $6\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$ 及び $10\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。変位量SHの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。変位量SHの範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。変位量SHの範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。変位量SHは、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $2\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $6\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $6\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $8\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下でもよい。これらのパラメータを調整することにより、レジスト凸部60の寸法および断面の形状を制御できる。レジスト凸部60の寸法および断面形状を制御することにより、第2開口41の寸法および断面形状を制御

することができる。とりわけ、第2開口41のテーパ面42aの角度 $\theta 1$ を制御することができる。

[0109] 露光工程の後、第1レジスト層を現像することにより、第3領域525および第4領域526に、複数のレジスト凸部60が得られる。現像液は、例えばTMAH（テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド）を含む。

[0110] 続いて、図10に示すように、第1めっき処理工程を実施する。第1めっき処理では、電解めっき処理により第6面522上に第1金属層411を形成する。具体的には、シード層52に、めっき電源を接続し、めっき液を収容しためっき浴槽の中に積層体55を浸す。これにより、第6面522上の複数のレジスト凸部60の隙間に金属が析出され、第1金属層411が形成される。めっき液の成分は、金属層40におけるニッケルの含有量が30質量%以上且つ54質量%以下になるよう定められる。例えば、めっき液として、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液との混合溶液を用いることができる。例えば、スルファミン酸ニッケルや臭化ニッケルを含む溶液と、スルファミン酸第一鉄を含む溶液との混合溶液を用いることができる。

[0111] 第1金属層411の厚みT5は、レジスト凸部60の高さT4よりも小さい。また、厚みT5は、金属層の厚みT2よりも小さい。厚みT5は、例えば、 $2\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $4\mu\text{m}$ 以上でもよい。厚みT5は、例えば、 $5\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $6\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $7\mu\text{m}$ 以下でもよい。厚みT5の範囲は、 $2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$ 及び $4\mu\text{m}$ からなる第1グループ、及び／又は、 $5\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ 及び $7\mu\text{m}$ からなる第2グループによって定められてもよい。厚みT5の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。厚みT5の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT5の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。厚みT5は、例えば、 $2\mu$

m以上7  $\mu$ m以下でもよく、2  $\mu$ m以上6  $\mu$ m以下でもよく、2  $\mu$ m以上5  $\mu$ m以下でもよく、2  $\mu$ m以上4  $\mu$ m以下でもよく、2  $\mu$ m以上3  $\mu$ m以下でもよく、3  $\mu$ m以上7  $\mu$ m以下でもよく、3  $\mu$ m以上6  $\mu$ m以下でもよく、3  $\mu$ m以上5  $\mu$ m以下でもよく、3  $\mu$ m以上4  $\mu$ m以下でもよく、4  $\mu$ m以上7  $\mu$ m以下でもよく、4  $\mu$ m以上6  $\mu$ m以下でもよく、4  $\mu$ m以上5  $\mu$ m以下でもよく、5  $\mu$ m以上7  $\mu$ m以下でもよく、5  $\mu$ m以上6  $\mu$ m以下でもよく、6  $\mu$ m以上7  $\mu$ m以下でもよい。厚みT5は、めっき電源からの電流値、めっき電源との通電時間、めっき液への浸漬時間等により制御することができる。

[0112] 第1金属層411には、複数のレジスト凸部60に対応する複数の開口41aが形成される。開口41aの形状および寸法は、対応するレジスト凸部60のテーパ面61aの形状および寸法に対応する。

[0113] なお、第3領域525を取り囲む第4領域526にもレジスト凸部60が形成されていることにより、第3領域525のみにレジスト凸部60が形成されている場合と比較して、第3領域525における第1金属層411の厚みT5をより均一にすることができる。とりわけ、第3領域525の外周縁における第1金属層411の厚みT5が、第3領域525の中心における第1金属層411の厚みT5よりも小さくなることを、抑制することができる。これは、第3領域525の周囲にもレジスト凸部60が形成されていることにより、第1めっき処理工程中の第3領域525の外周縁における電流密度と第3領域525の中心における電流密度との差が小さくなるためであると考えられる。言い換えると、第3領域525の外側のレジスト凸部60が存在しない領域が第3領域525の外周縁の電流密度に及ぼす影響を、小さくすることができるためであると考えられる。これにより、第3領域525のみにレジスト凸部60が形成されている場合と比較して、第3領域525における第1金属層411の開口41aの寸法を、より均一にすることができる。これにより、第3領域525のみにレジスト凸部60を配置して金属層40を形成する場合と比較して、第3領域525における金属層40の厚

み $T_2$ をより均一にすることができ、金属層40の第2開口41の寸法を、より均一にすることができる。

[0114] 第3領域525における金属層40の厚み $T_2$ をより均一にする観点から、第3領域525におけるレジスト凸部60の密度と、第4領域526におけるレジスト凸部60の密度とは、同程度であることが好ましい。

[0115] 具体的には、第4領域526における単位面積当たりのレジスト凸部60の数 $N_{526}$ は、例えば、第3領域525における単位面積当たりのレジスト凸部60の数 $N_{525}$ の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。数 $N_{526}$ は、例えば、数 $N_{525}$ の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $N_{526}/N_{525}$ は、例えば、0.7以上でもよく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $N_{526}/N_{525}$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $N_{526}/N_{525}$ の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び／又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。 $N_{526}/N_{525}$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。 $N_{526}/N_{525}$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。 $N_{526}/N_{525}$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。数 $N_{526}$ は、例えば、数 $N_{525}$ の0.7倍以上1.3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以

上1. 2倍以下でもよく、1. 2倍以上1. 3倍以下でもよい。なお、第3領域525における単位面積当たりのレジスト凸部60の数は、第4領域526に隣接する任意のレジスト凸部60を隅部を含む一辺が0.5mmの正方形で囲まれた領域R2内に入るレジスト凸部60の数、に基づいて算出する(図9D参照)。

[0116] あるいは、第4領域526におけるレジスト凸部60のピッチP4は、例えば、第3領域525におけるレジスト凸部60のピッチP3の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。ピッチP4は、例えば、ピッチP3の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $P4/P3$ は、例えば、0.7以上でもよく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $P4/P3$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $P4/P3$ の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び/又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。 $P4/P3$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。 $P4/P3$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。 $P4/P3$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。ピッチP4は、例えば、ピッチP3の0.7倍以上1.3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以上1.2倍以下でもよく、1.2倍以上1.3倍以下でもよい。なお、各領域525, 52

6におけるレジスト凸部60のピッチP3, P4は、各領域525, 526において互いに隣り合う2つのレジスト凸部60が並ぶ方向における当該2つのレジスト凸部60の中心の距離を意味する。後述するように、第3領域525のレジスト凸部60が配置された箇所第2開口41が形成され、第4領域526のレジスト凸部60が配置された箇所凹部43が形成される。このため、ピッチP3はピッチP1に等しく、ピッチP4はピッチP2に等しい。

[0117] また、第3領域525の最も外周側における第1金属層411の形成条件と、第4領域526の最も内側における第1金属層411の形成条件との違いを、第3領域525のみにレジスト凸部60を配置して金属層40を形成する場合と比較して小さくするため、第3領域525の最も外周側に位置するレジスト凸部60と当該レジスト凸部60に最も近い第4領域526内のレジスト凸部60との間隔S10が、第3領域525におけるレジスト凸部60のピッチP3と、同程度であることが好ましい。具体的には、間隔S10が、例えば、ピッチP3の0.7倍以上でもよく、0.8倍以上でもよく、0.9倍以上でもよい。間隔S10は、例えば、ピッチP3の1.1倍以下でもよく、1.2倍以下でもよく、1.3倍以下でもよい。言い換えると、 $S10/P3$ は、例えば、0.7以上でもよく、0.8以上でもよく、0.9以上でもよい。また、 $S10/P3$ は、例えば、1.1以下でもよく、1.2以下でもよく、1.3以下でもよい。 $S10/P3$ の範囲は、0.7、0.8及び0.9からなる第1グループ、及び/又は、1.1、1.2及び1.3からなる第2グループによって定められてもよい。 $S10/P3$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の1つと、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の1つとの組み合わせによって定められてもよい。 $S10/P3$ の範囲は、上述の第1グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。 $S10/P3$ の範囲は、上述の第2グループに含まれる値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。間隔S10は、例えば、ピッチP3の0.7倍以

上1. 3倍以下でもよく、0.7倍以上1.2倍以下でもよく、0.7倍以上1.1倍以下でもよく、0.7倍以上0.9倍以下でもよく、0.7倍以上0.8倍以下でもよく、0.8倍以上1.3倍以下でもよく、0.8倍以上1.2倍以下でもよく、0.8倍以上1.1倍以下でもよく、0.8倍以上0.9倍以下でもよく、0.9倍以上1.3倍以下でもよく、0.9倍以上1.2倍以下でもよく、0.9倍以上1.1倍以下でもよく、1.1倍以上1.3倍以下でもよく、1.1倍以上1.2倍以下でもよく、1.2倍以上1.3倍以下でもよい。

[0118] 図示された例では、レジスト凸部60は、第3領域525から第4領域526にわたって、均一な配列パターンで配列される。また、第4領域526におけるレジスト凸部60の形状および寸法は、第3領域525におけるレジスト凸部60の形状および寸法と同じである。これにより、第3領域525における第1金属層411の厚みを、より均一になるように制御することが容易である。もちろん、この例に限られず、第3領域525におけるレジスト凸部60の配列パターンと、第4領域526におけるレジスト凸部60の配列パターンとは異なってもよい。また、第3領域525におけるレジスト凸部60の形状および寸法と、第4領域526におけるレジスト凸部60の形状および寸法は、互いに異なってもよい。例えば、第4領域526に形成されたレジスト凸部60は、テーパ面61aを有していなくてもよい。言い換えると、第4領域526に形成されたレジスト凸部60は、角柱形あるいは円柱形であってもよい。

[0119] 続いて、図11に示すように、第4領域526に形成されたレジスト凸部60を除去する。例えば、第4領域526に形成されたレジスト凸部60を露光及び現像することにより、第4領域526に形成されたレジスト凸部60を除去してもよい。現像液は、例えばTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）を含む。あるいは、レジスト処理液を第4領域526に形成されたレジスト凸部60のみに接触させることにより、第4領域526に形成されたレジスト凸部60を除去してもよい。レジスト処理液は、

例えばN-メチル-2-ピロリドンを含む。

[0120] 続いて、図12Aに示すように、第2めっき処理工程を実施する。第2めっき処理では、電解めっき処理により第1金属層411上に第2金属層412を形成する。これにより、第1金属層411の開口41aのうち、第4領域526に位置する開口41aが第2金属層412によって閉塞され、当該開口41aに底部40aが形成される。この結果、第4領域526に底部40aを有する凹部43が形成される。図示された例では、第2金属層412は、凹部43の底面44を形成する。第2金属層412は、第3領域525の第1金属層411を覆ってよい。第1金属層411と第2金属層412とにより、金属層40が形成される。第2めっき処理は、第1めっき処理と同様に行われてよい。第2めっき処理で用いられるめっき液は、第1めっき処理で用いられるめっき液とは異なっていてよい。第1めっき処理で用いられるめっき液及び第2めっき液で用いられるめっき液は、それぞれ、第1金属層411及び第2金属層412にピンホール等の欠陥や変形等が生じることを抑制する観点から、あるいは、第1金属層411及び第2金属層412の平坦性、平滑性、膜応力若しくは熱膨張率を制御する観点から、適宜調整されてよい。

[0121] 図12Bは、図12Aの二点鎖線で囲まれた部分を拡大して示す図である。図12Bに示すように、第2金属層412の厚みT3は、第1金属層の厚みT5よりも小さくてよい。また、厚みT3は、厚みT3と第1金属層の厚みT5との和（すなわち、金属層の厚みT2）が、レジスト凸部60の高さT4よりも小さくなるように決定される。上述したように、厚みT3は、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $0.75\mu\text{m}$ 以上でもよく、 $1.0\mu\text{m}$ 以上でもよい。厚みT3は、例えば、 $1.0\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.25\mu\text{m}$ 以下でもよく、 $1.5\mu\text{m}$ 以下でもよい。厚みT3が $0.5\mu\text{m}$ 以上であることにより、ピンホール等の欠陥や変形等が金属層40に生じることを抑制できる。また、厚みT3が $1.5\mu\text{m}$ 以下であることにより、第3領域525における第2金属層412の厚みT3が不均一になることを抑制すること

ができる。とりわけ、第3領域525の外周縁における第2金属層412の厚みT3が、第3領域525の中心における第2金属層412の厚みT3よりも小さくなることを、抑制することができる。この結果、有効領域49における金属層40の厚みT2が不均一になることを抑制することができ、第2開口41の寸法が不均一になることを抑制することができる。第2金属層412の厚みT3も、めっき電源からの電流値、めっき電源との通電時間、めっき液への浸漬時間等により制御することができる。

[0122] 第3領域525では、第1金属層411の開口41a内には、レジスト凸部60が配置されている。この結果、第3領域525では、第2金属層412には、複数のレジスト凸部60に対応する複数の開口41bが形成される。この結果、第1金属層411の開口41aと第2金属層412の開口41bとによって、金属層40の第2開口41が形成される。第2開口41の形状および寸法は、対応するレジスト凸部60のテーパ面60aの形状および寸法に対応する。

[0123] 第4領域526では、第1金属層411の開口41a内には、レジスト凸部60が配置されていない。この結果、第4領域526においては、第1金属層411の開口41aを画成する壁面上にも第2金属層412が形成されてよい。この場合、凹部43の開口部43aの寸法S8は、第1金属層411の開口41aの寸法よりも小さくてよい。

[0124] 以上のようにして、第2開口41が形成された有効領域49と、凹部43が形成されたダミー領域481とを有する金属層40が形成される。このようにして金属層40を形成することにより、第2開口41の形状および寸法の精度を高くすることができる。とりわけ、第2壁面42と第4面402との間の角度 $\theta 1$ が高い精度を有する。これにより、上述した蒸着層の位置、形状などの精度を高めることができる。

[0125] 続いて、図13に示すように、第3領域525のレジスト凸部60（すなわち、第2開口41内のレジスト凸部60）を除去する。例えば、レジスト処理液を第3領域525のレジスト凸部60に接触させる。レジスト処理液

は、例えばN-メチル-2-ピロリドンを含む。酸素プラズマを第3領域525のレジスト凸部60に照射することによって当該レジスト凸部60を除去してもよい。

[0126] 続いて、図14に示すように、金属層40の第4面402上に保護層65を形成する。保護層65は、レジスト層であってよい。保護層65は、金属層40にレジスト液を塗布し、固化させることにより形成されてよい。

[0127] 続いて、図15に示すように、第1面301上に部分的に第2レジスト層70を形成する第2レジスト形成工程を実施する。第2レジスト層70にはレジスト開口71が形成されている。レジスト開口71は、第1層30に形成される第1開口31に対応する。レジスト開口71は、平面視において、第1領域305に重なる。

[0128] 第2レジスト層70は、例えばフォトリソグラフィ処理によって、第1面301上に液状のレジスト材をコーティングすることによって、第1面301上に第2レジスト層70を形成する。コーティングの後、第2レジスト層70を加熱する工程を実施してもよい。続いて、第2レジスト層70を露光及び現像するフォトリソグラフィ処理を実施する。これによって、第2レジスト層70にレジスト開口71を形成できる。

[0129] 図示はしないが、第2レジスト層70は、第1面301に部分的に形成されたシリコン酸化膜であってもよい。シリコン酸化膜は、例えば、第1面301に部分的に熱酸化処理などを実施することによって形成される。シリコン酸化膜は、中間層50及び金属層40を第1層30に積層する前に第1層30に形成されていてもよい。

[0130] 続いて、第1面301側において第1層30をエッチングするエッチング工程を実施する。図16に示すように、エッチング工程により、第1面301から第2面302まで貫通する第1開口31が第1層30に形成される。第1開口31は、ストッパ層51まで至っていてもよい。

[0131] エッチング工程は、エッチングガスを用いたドライエッチングであってもよい。エッチングガスは、上述のエッチャントの一例である。ストッパ層5

1 がエッチャントに対する耐性を有するので、図 16 に示すように、エッチングが金属層 40 まで進行することを抑制できる。

[0132] エッチング工程が、深掘り反応性イオンエッチングである場合、例えば次のようにしてエッチング工程を実施する。すなわち、チャンバ内にエッチングガスを導入する。また、チャンバ内の空間に電圧を加えることにより、エッチングガスをプラズマ化する。プラズマ中のラジカル、イオンなどが、レジスト開口 71 を通って第 1 面 301 に衝突することによって、図 16 に示すように、第 1 層 30 に第 1 開口 31 を形成できる。エッチングガスは、例えば  $\text{SF}_6$  ガスである。

[0133] 図 17 に示すように、エッチング工程中、第 1 層 30 に形成中の開口の壁面 311a 及び底面 311b に保護膜 75 を形成してもよい。この場合、ドライエッチング工程及び保護膜形成工程を、第 1 開口 31 が中間層 50 に到達するまで交互に繰り返し実施する。これによって、第 1 面 301 から第 2 面 302 へ貫通する第 1 開口 31 を形成できる。

[0134] 保護膜 75 は、例えば、チャンバ内に導入するガスをエッチングガスから原料ガスに切り替えることにより形成できる。原料ガスは、例えば  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスである。また、チャンバ内の空間に電圧を加えることにより、原料ガスをプラズマ化する。プラズマ中のラジカルなどが、第 1 層 30 に形成中の開口の壁面 311a 及び底面 311b で反応することによって、図 17 に示すように、壁面 311a 及び底面 311b に保護膜 75 を形成できる。

[0135] エッチング工程の後、保護膜 75 を除去する保護膜除去工程を実施してもよい。例えば、保護膜処理液を第 1 層 30 の第 1 開口 31 に供給する。保護膜処理液を収容する槽の中に第 1 層 30 を浸漬させてもよい。保護膜処理液は、例えばハイドロフルオロエーテルを含む。

[0136] エッチング工程の後、中間層 50 を除去する中間層除去工程を実施する。例えば、中間層 50 用のエッチャントを第 1 開口 31 に供給する。これにより、図 18 に示すように、平面視において第 1 開口 31 に重なる中間層 50 を除去できる。中間層 50 のエッチングは、フッ素系ガスなどを用いるドラ

イエッチングであってもよく、酸性のエッチング液を用いるウェットエッチングであってもよい。

[0137] 第1層30に第1開口31が形成され、さらに中間層50が除去されることにより、有効領域49の第2開口41と第1開口31とが連通する。一方、ダミー領域481に形成された凹部43は、第2金属層412によって形成された底部40aの存在により、第1開口31と連通しない。

[0138] 図19に示すように、エッチング工程の後、保護層65を除去する保護層除去工程を実施する。例えば、レジスト処理液を保護層65に供給する。保護層65がフォトリソグレイスである場合、レジスト処理液は、例えばN-メチルー2-ピロリドンを含む。酸素プラズマを保護層65に照射することによって保護層65を除去してもよい。保護層65がシリコン酸化膜である場合、レジスト処理液は、例えばフッ酸を含む。CF<sub>4</sub>ガスなどを用いるドライエッチングによって保護層65を除去してもよい。

[0139] また、図19に示すように、エッチング工程の後、第2レジスト層70を除去する第2レジスト除去工程を実施してもよい。第2レジスト除去工程は、保護層除去工程と同様に行われてよい。また、第2レジスト層70は、保護層除去工程において、保護層65と共に除去されてもよい。

[0140] 次に、マスク20を用いて有機デバイス100を製造する方法の一例について説明する。

[0141] まず、第1電極120が形成されている基板110を準備する。基板110は、シリコンウエハであってもよい。第1電極120は、例えば、第1電極120を構成する導電層を真空成膜法などによって基板110に形成した後、フォトリソグラフィ法などによって導電層をパターニングすることによって形成されてもよい。導電層のパターニングは、半導体製造工程を実施する装置を用いて実施されてもよい。隣り合う2つの第1電極120の間に位置する絶縁層160が基板110に形成されていてもよい。

[0142] 続いて、第1有機層130A、第2有機層130Bなどを含む有機層130を第1電極120上に形成する。例えば、まず、第1のマスク20を用い

る蒸着法によって第1有機層130Aを形成する。第1のマスク20は、第1有機層130Aに対応する第2開口41を備える。続いて、第2のマスク20を用いる蒸着法によって第2有機層130Bを形成する。第2のマスク20は、第2有機層130Bに対応する第2開口41を備える。続いて、第3のマスク20を用いる蒸着法によって第3有機層を形成する。第3のマスク20は、第3有機層に対応する第2開口41を備える。

[0143] 続いて、有機層130上に第2電極140を形成する。例えば図1に示すように、真空成膜法などによって第1面111の全体に第2電極140を形成してもよい。若しくは、図示はしないが、有機層130と同様に、マスク20を用いる蒸着法によって第2電極140を形成してもよい。その後、図示しない封止層などを第2電極140上に形成してもよい。このようにして、有機デバイス100を得ることができる。

[0144] 1つの基板110に複数の有機デバイス100が形成されてもよい。1つの有機デバイス100は、マスク20の1つの第1開口31に対応していてもよい。この場合、基板110を裁断する工程を実施してもよい。例えば、マスク20の内側領域36に対応する基板110の領域に沿って基板110を切断する。これによって、複数の有機デバイス100を得ることができる。

[0145] マスク20を用いる蒸着法によって有機層130、第2電極140などを形成する場合の、マスク20の効果について説明する。

[0146] マスク20は、シリコン又はシリコン化合物を含む第1層30を備える。このため、基板110がシリコンを含む場合、基板110に生じる熱膨張とマスク20に生じる熱膨張との間に差が生じることを抑制できる。これにより、マスク20の熱膨張に起因して有機層130、第2電極140などの蒸着層の位置、形状などの精度が低下することを抑制できる。従って、高い素子密度を有する有機デバイス100を提供できる。

[0147] マスク20は、複数の第2開口41を含む金属層40を備える。第1層30とは別に金属層40を設けることによって、金属層40の厚みT2を小さ

くできる。このため、蒸着工程においてシャドウが発生することを抑制できる。また、平面視における第1壁面32と第2開口41との間の間隔S7を適切に確保することにより、シャドウを抑制しながら第1層30の厚みを適切に確保できる。これにより、マスク20をハンドリングするときに、例えばマスクを移動させるときに、第1層30が破損することを抑制できる。第2開口41が形成された金属層40は、磁石5の磁力によって基板110に向けて引き寄せることができる。これにより、マスク20と基板110との間の隙間を低減したり、隙間をなくしたりすることができる。このことにより、蒸着工程においてシャドウが発生することを抑制できる。

[0148] また、金属層40の第4面402と第2壁面42との間の角度 $\theta 1$ が高い精度を有するので、蒸着層の位置、形状などの精度を高めることができる。

[0149] また、金属層40が第1層30に中間層50を介して結合されているので、仮に第1層30が破損した場合であっても、第1層30の破片が飛散することを抑制できる。

[0150] マスク20の金属層40の周縁領域48は、第1層30の第2面302に対して固定されている。このため、金属層40の有効領域49が撓むことを抑制できる。これにより、有効領域49に形成されている第2開口41の位置が変化することを抑制できる。

[0151] 上述した一実施形態を様々に変更できる。例えば、上述した例では、金属層40は電解めっき法により形成されるが、これに限られない。金属層40は、無電界めっき法により形成されてもよい。また、中間層50は、ストッパ層51及び密着層53を有していなくてもよい。この場合、シード層52は、第1層30の第2面302に接していてもよい。また、マスク20は、中間層50を含まなくてもよい。この場合、金属層40は、第1層30の第2面302に接していてもよい。また、金属層40の第4面402は、研磨によって平坦化されてよい。金属層40の第4面402が平坦化されることにより、金属層40と基板110上の構成要素との間に隙間が生じることを抑制できる。このことも、シャドウの抑制に寄与できる。金属層40の第4

面402を平坦化する方法としては、機械研磨(Mechanical Polishing)、化学機械研磨(Chemical Mechanical Polishing)、ウェットエッチング、ドライエッチング及びこれらの組み合わせを採用可能である。

[0152] また、上述した例では、周縁領域48の一部がダミー領域481である例を示したが、これに限られない。図20及び図21に示すように、周縁領域48の全て或いはほぼ全てがダミー領域481であってもよい。図20は、この変形例によるマスク20を出射面202の側から見た図である。図21は、図20のマスク20のXXI-XXI線に沿った断面の一部を示す図である。図20及び図21に示す例では、周縁領域48のうち、平面視においてアライメントマーク39及びその周囲の領域と重なる領域以外の全ての領域に、ダミー領域481が形成されている。

[0153] また、上述した例では、第2金属層412がダミー領域481の全領域に形成される例を示したが、これに限られない。第2金属層412は、ダミー領域481の一部の領域にのみ形成されてもよい。言い換えると、ダミー領域481に形成された凹部43のうち、一部の凹部43のみが、第2金属層412によって形成される底部40aを有していてもよい。具体的には、図22に示すように、ダミー領域481の凹部43のうち、平面視において第1開口31と重なる凹部43のみが、第2金属層412によって形成される底部40aを有していてもよい。この場合、その他の凹部43の底面44は、中間層50又は第1層30により形成されてよい。さらに、金属層40は、第2金属層412を含まなくてもよい。具体的には、ダミー領域481に、平面視において第1開口31と重なる凹部43が存在しない場合には、第1金属層411上に第2金属層412が形成されなくてもよい。これらの場合も、第1開口31と凹部43とが連通しないため、マスク20を使用して基板110に蒸着層を形成する際に、蒸着源6からの蒸着物質が凹部43を通過して基板110に付着することが防止される。

[0154] なお、金属層40が第2金属層412を含まない場合、第2めっき処理工程は実施されなくてよい。この場合、凹部43は、金属層40の厚みT2の

全体に亘って延びていてよい。また、一部の凹部43のみが第2金属層412によって形成される底部40aを有する場合も、他の凹部43は、金属層40の厚みT2の全体に亘って延びていてよい。この場合、第2めっき処理工程は、第4領域526の一部に対してのみ行われてよい。この場合、第2めっき処理工程は、第4領域526のうち、平面視において第1領域305と重なる領域に対してのみ行われてよい。

[0155] 図23は、有機デバイス100を備える装置200の一例を示す図である。装置200は、基板110と、有機層130とを含む。有機層130は、マスク20を用いる蒸着法によって形成された層である。装置200は、例えばスマートフォンである。装置200は、タブレット端末、ウェアラブル端末などであってもよい。ウェアラブル端末は、スマートグラス、ヘッドマウントディスプレイなどである。

[0156] 上記実施の形態および変形例に開示されている複数の構成要素を必要に応じて適宜組合せることも可能である。あるいは、上記実施の形態および変形例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。

## 符号の説明

[0157] 10：蒸着装置、20：マスク、201：入射面、202：出射面、30：第1層、301：第1面、302：第2面、305：第1領域、306：第2領域、31：第1開口、32：第1壁面、40：金属層、401：第3面、402：第4面、41：第2開口、43：凹部、48：周縁領域、481：ダミー領域、49：有効領域、411：第1金属層、412：第2金属層、50：中間層、51：ストッパ層、52：シード層、521：第5面、522：第6面、53：密着層、100：有機デバイス

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1面と、前記第1面の反対側に位置する第2面と、前記第1面から前記第2面へ貫通する少なくとも1つの第1開口と、を含む第1層と、
- 前記第2面に対向する第3面と、前記第3面の反対側に位置する第4面と、前記第3面から前記第4面へ貫通し、平面視において前記第1開口に重なる複数の第2開口と、を含む金属層と、を含み、
- 前記第1層は、シリコン又はシリコン化合物を含み、
- 前記金属層は、前記複数の第2開口が形成された有効領域と、前記有効領域を取り囲む周縁領域と、を含み、
- 前記周縁領域は、前記有効領域に隣接して当該有効領域を周状に取り囲むダミー領域であって、前記第4面から前記第3面に向かって窪む複数の凹部が形成されたダミー領域を有する、マスク。
- [請求項2] 前記第2面と前記第3面との間に位置するシード層を含む、請求項1に記載のマスク。
- [請求項3] 前記シード層は、導電性である、請求項2に記載のマスク。
- [請求項4] 前記第2面と前記第3面との間にストッパ層を含む、請求項1に記載のマスク。
- [請求項5] 前記第2開口は、前記第3面と前記第4面とを接続する壁面によって画成され、
- 前記壁面は、前記第4面に向かうにつれて外側に広がるテーパ面を含む、請求項1に記載のマスク。
- [請求項6] 前記ダミー領域の幅が0.6 mm以上である、請求項1に記載のマスク。
- [請求項7] 前記ダミー領域における単位面積当たりの前記凹部の数が、前記有効領域における単位面積当たりの前記第2開口の数の0.7倍以上1.3倍以下である、請求項1に記載のマスク。
- [請求項8] 前記凹部のピッチが、前記第2開口のピッチの0.7倍以上1.3

倍以下である、請求項 1 に記載のマスク。

[請求項9] 前記有効領域の最も外周側に位置する前記第 2 開口と当該第 2 開口に最も近い前記凹部との間隔が、前記第 2 開口のピッチの 0.7 倍以上 1.3 倍以下である、請求項 1 に記載のマスク。

[請求項10] 前記金属層の厚みが  $2\ \mu\text{m}$  以上  $7\ \mu\text{m}$  以下であり、  
前記凹部は、前記第 4 面から前記金属層の厚みの一部に亘って延び、  
前記凹部の底部の厚みが  $0.5\ \mu\text{m}$  以上  $1.5\ \mu\text{m}$  以下である、請求項 1 に記載のマスク。

[請求項11] 第 1 面及び前記第 1 面の反対側に位置する第 2 面を含む第 1 層と、  
前記第 2 面に対向する第 5 面及び前記第 5 面の反対側に位置する第 6 面を含むシード層と、を備える積層体を準備する工程と、  
前記シード層の前記第 6 面上にポジ型レジストを含む第 1 レジスト層を設ける工程と、  
前記第 1 レジスト層を露光及び現像して、前記第 6 面上の第 3 領域及び当該第 3 領域を取り囲む第 4 領域に、前記第 6 面から突出する複数のレジスト凸部を形成する工程と、  
前記第 3 領域及び前記第 4 領域に前記複数のレジスト凸部が形成された前記第 6 面上に金属を析出させ、前記複数のレジスト凸部に対応する複数の開口を有する第 1 金属層を形成する第 1 めっき処理を行う工程と、  
前記第 4 領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、  
前記第 3 領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程と、  
前記第 1 層の前記第 1 面上に部分的に第 2 レジスト層を形成する工程と、  
前記第 1 面側から前記第 1 層をエッチングすることによって、前記第 1 層に第 1 開口を形成する工程と、を含み、  
前記第 3 領域に位置するレジスト凸部は、前記第 6 面から離れるに

つれて内側に狭まるテーパ面を有する、マスクの製造方法。

[請求項12] 前記第4領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程の後であって、前記第3領域に位置する前記レジスト凸部を除去する工程の前に、前記第1金属層及び前記第6面上に第2金属層を析出させ、前記第4領域に位置する前記開口の少なくとも一部を閉塞する第2金属層を形成する第2めっき処理を行う工程を含む、請求項11に記載のマスクの製造方法。

[請求項13] 前記シード層は、導電性であり、  
前記第1めっき処理および前記第2めっき処理は、電解めっき処理である、請求項12に記載のマスクの製造方法。

[請求項14] 前記第1層に前記第1開口を形成する工程の後、平面視において前記第1開口に重なる前記シード層を除去する工程を含む、請求項11に記載のマスクの製造方法。

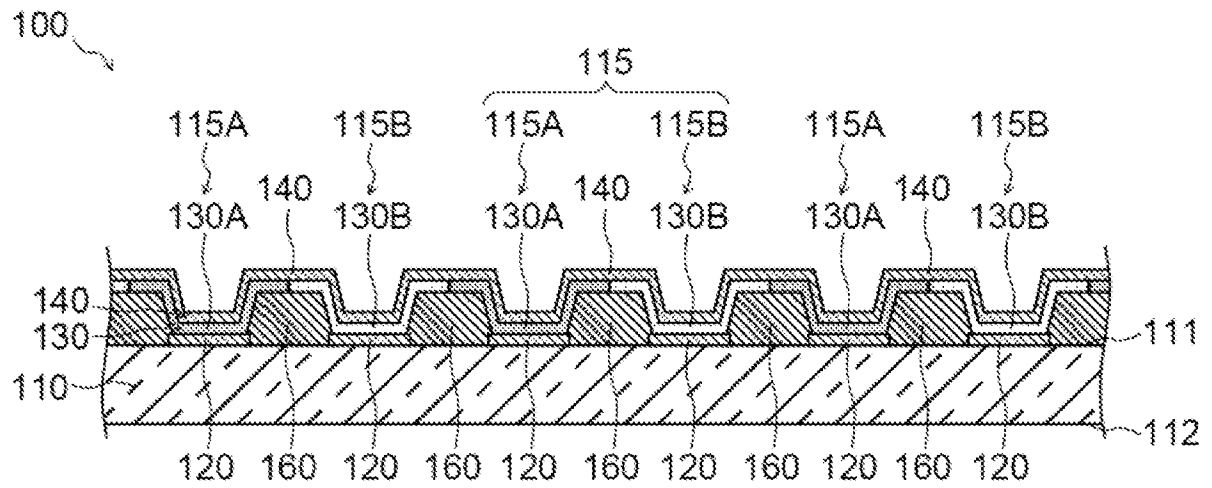
[請求項15] 前記積層体は、前記第1層と前記シード層との間にストッパ層を含み、  
前記マスクの製造方法は、前記第1層に前記第1開口を形成する工程の後、前記ストッパ層を除去する工程を含む、請求項11に記載のマスクの製造方法。

[請求項16] 前記第2めっき処理後、前記第1開口形成前に、前記第2金属層を覆う保護層を形成する工程と、  
前記第1層に前記第1開口を形成後、前記保護層を除去する工程を含む、請求項12に記載のマスクの製造方法。

[請求項17] 前記第4領域の幅が0.6mm以上である、請求項11に記載のマスクの製造方法。

[請求項18] 前記第1金属層の厚みが0.5 $\mu$ m以上6.5 $\mu$ m以下であり、  
前記第2金属層の厚みが0.5 $\mu$ m以上1.5 $\mu$ m以下である、請求項12に記載のマスクの製造方法。

[図1]



[図2]

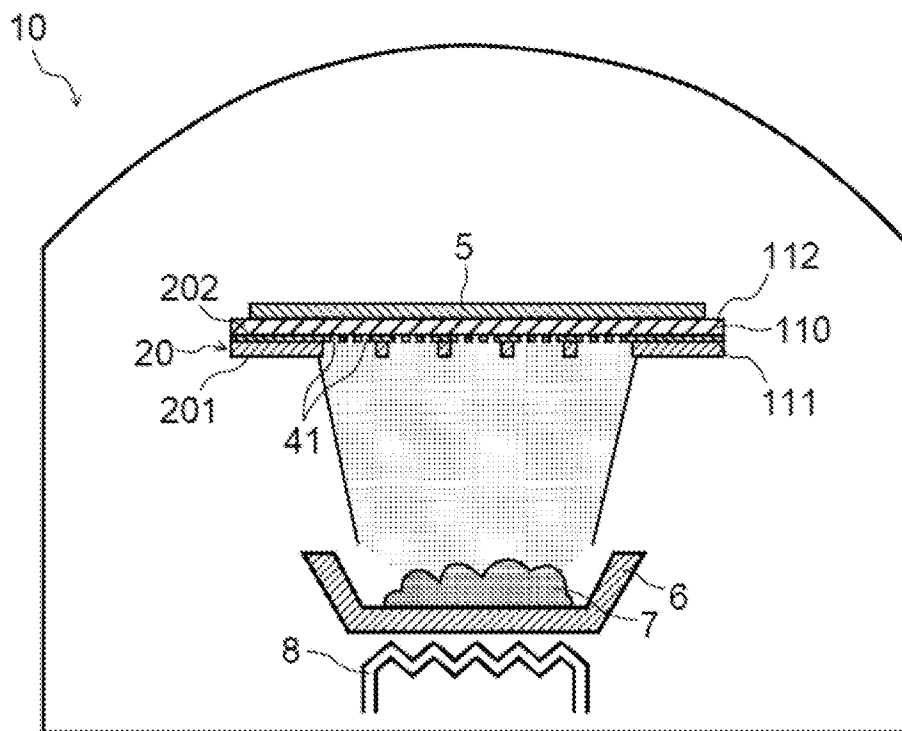
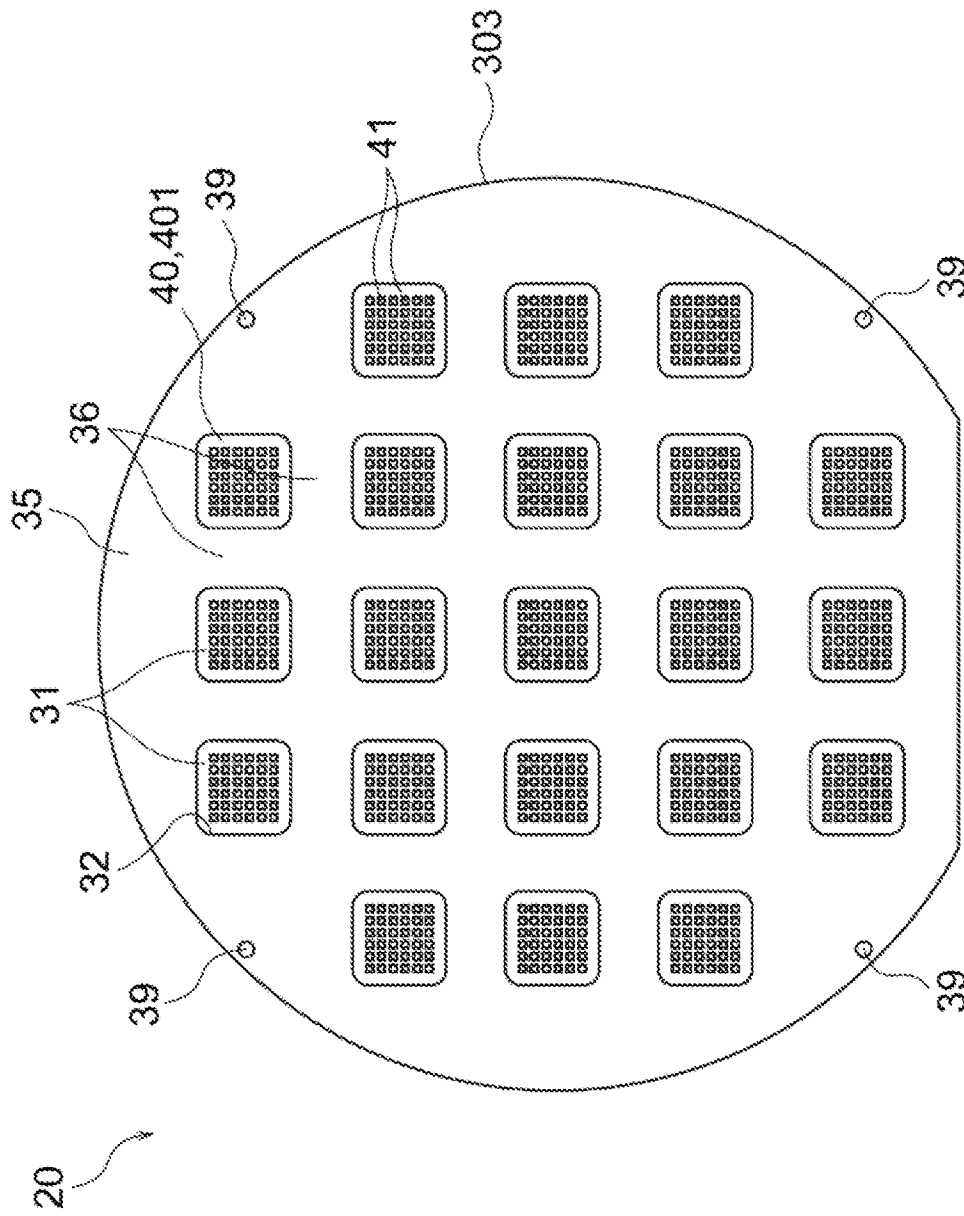
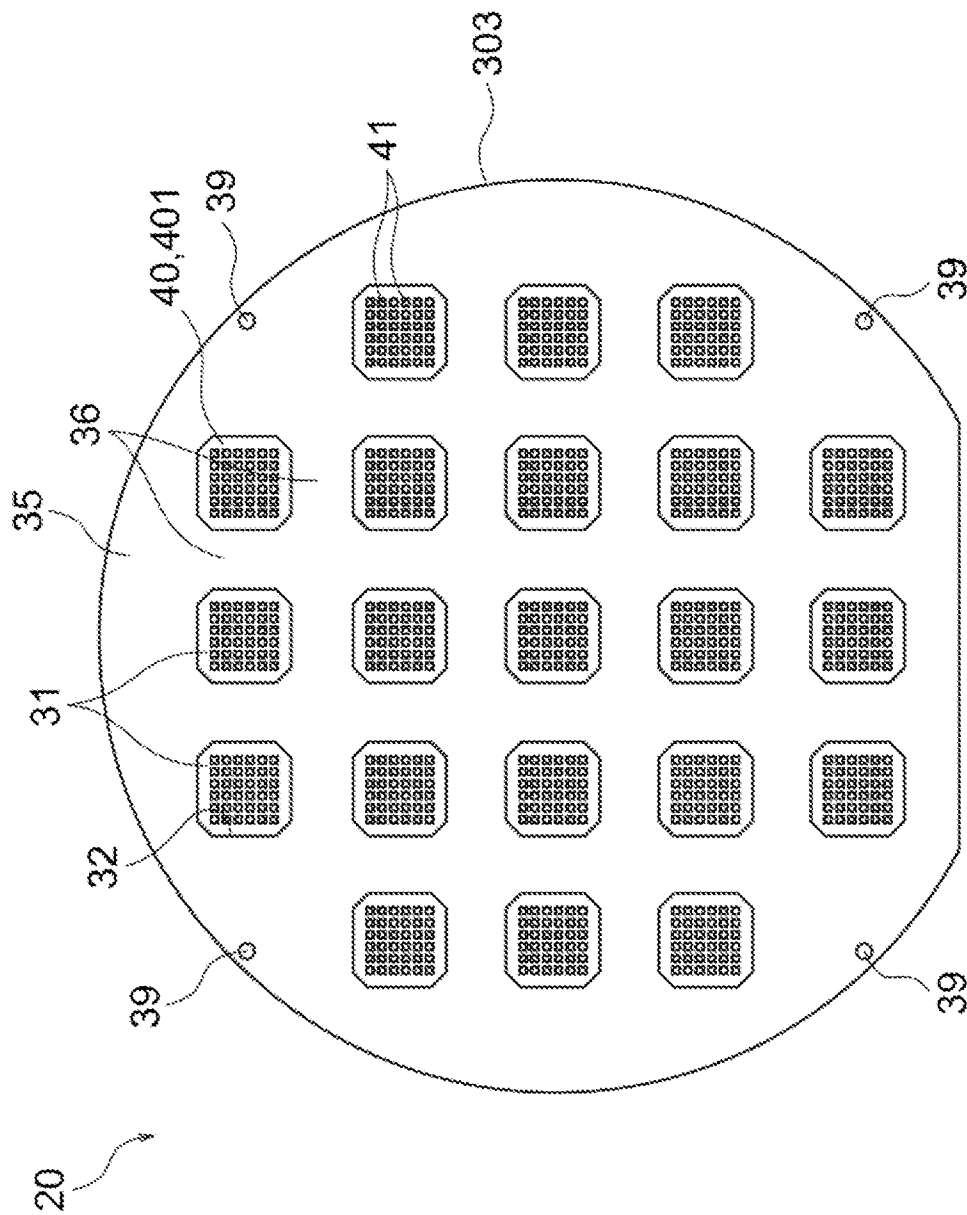


FIG. 10 is a schematic diagram of a circular device 20. The device contains a grid of elements labeled 31, 32, 36, 39, and 40, 401. Dimensions are indicated by arrows: S1 (overall width), S2 (width of a section), S3 (height of a section), S6 (width of a section), S7 (width of a section), S9 (width of a section), P1 (width of a section), VI (vertical distance between two sections), and 303 (radius or diameter). The elements are arranged in a pattern that suggests a sensor array or a display panel.

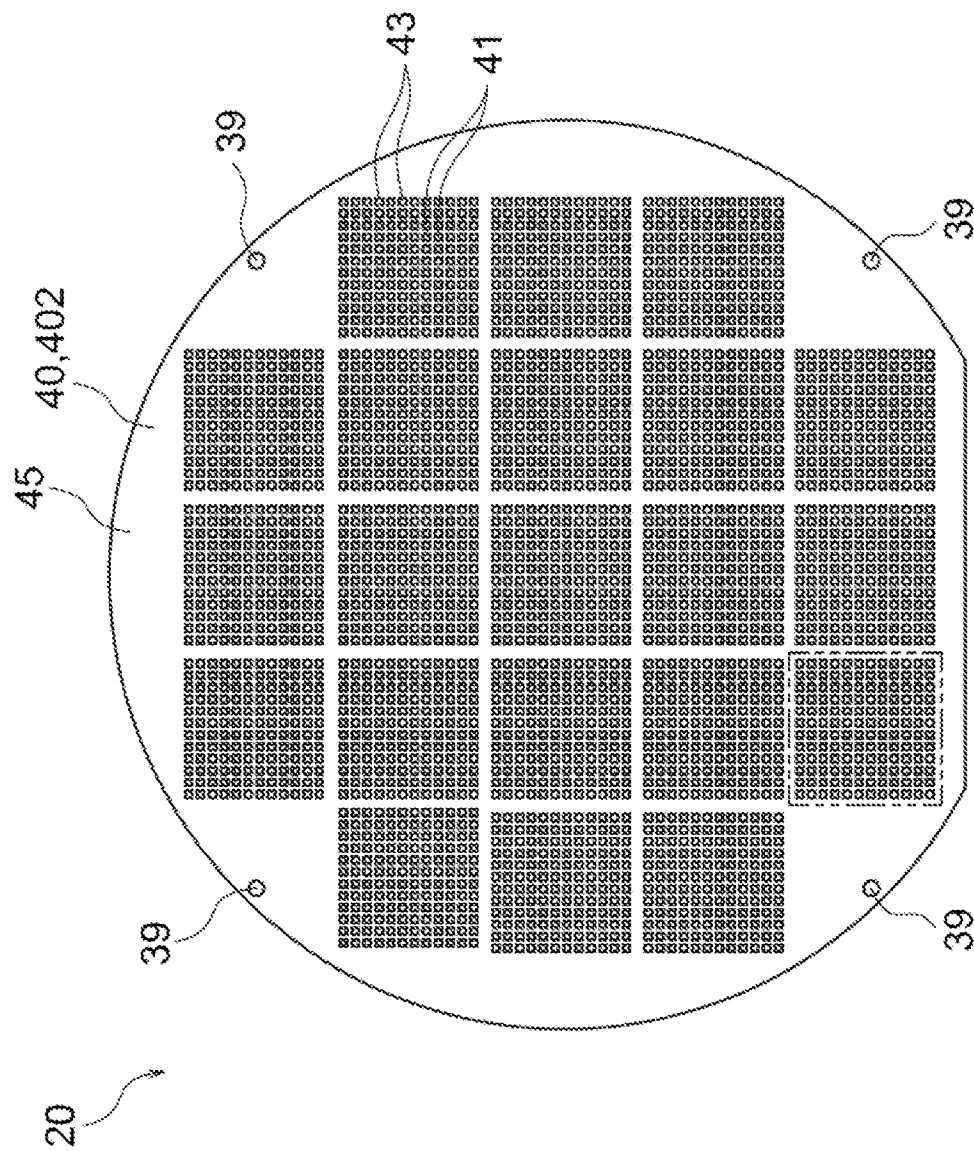
[図3B]



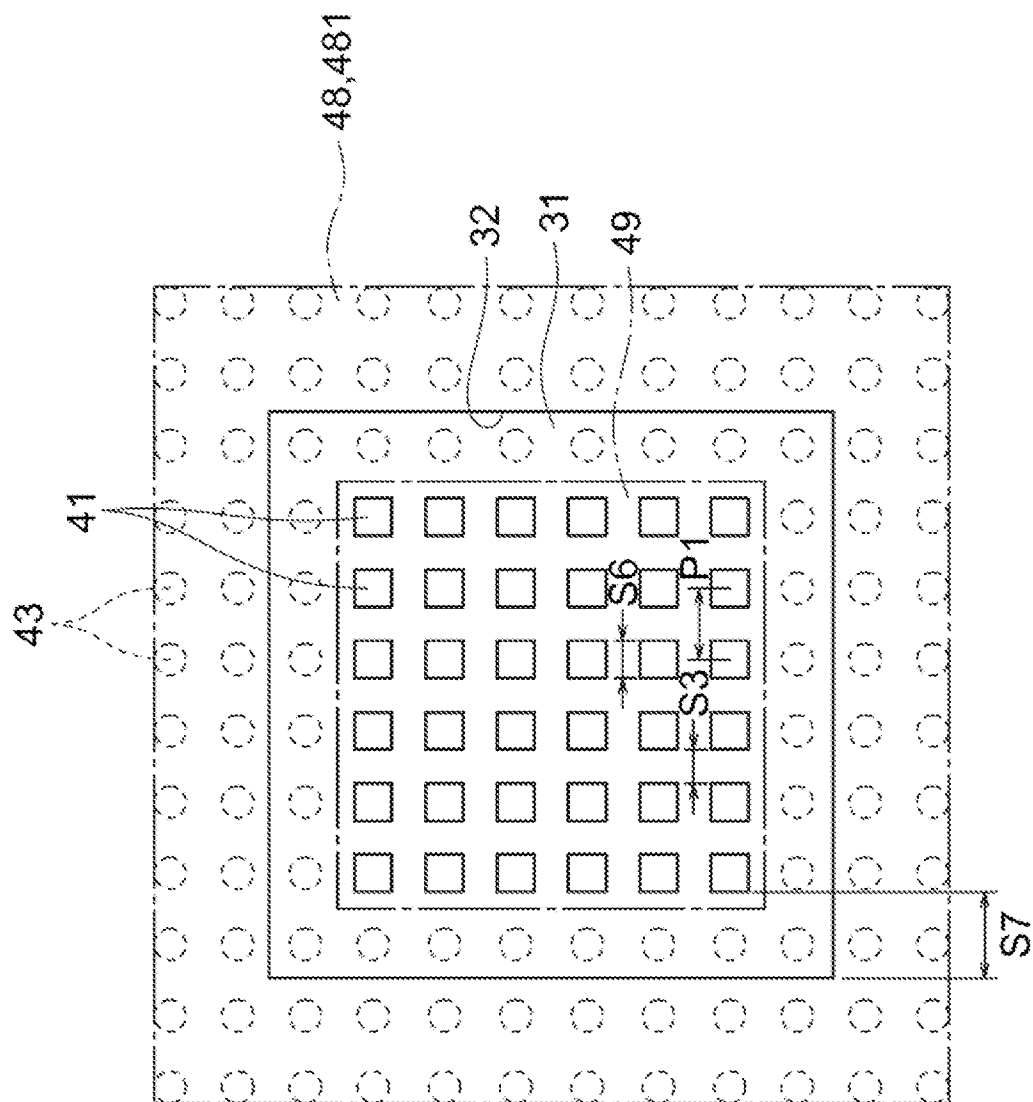
[図3C]



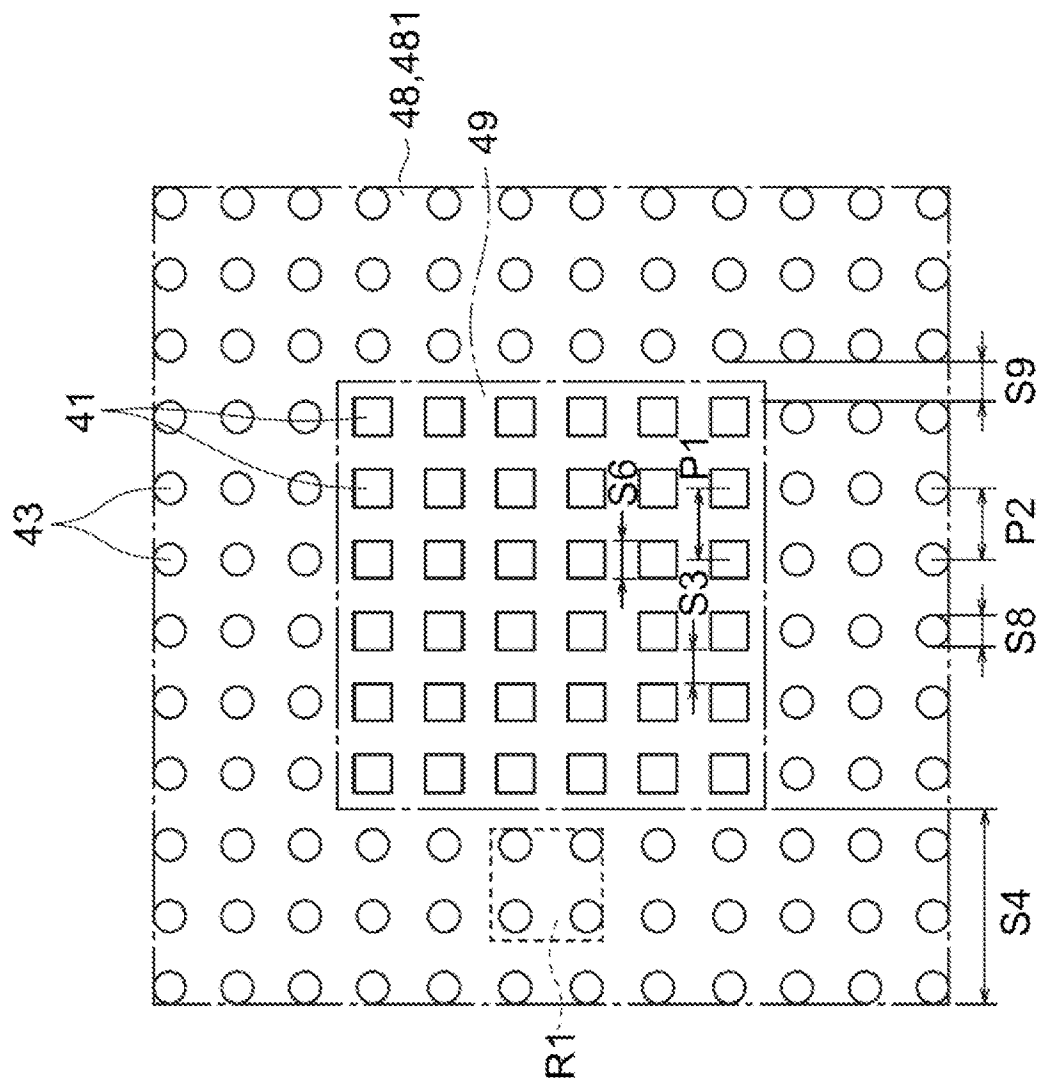
[図4]



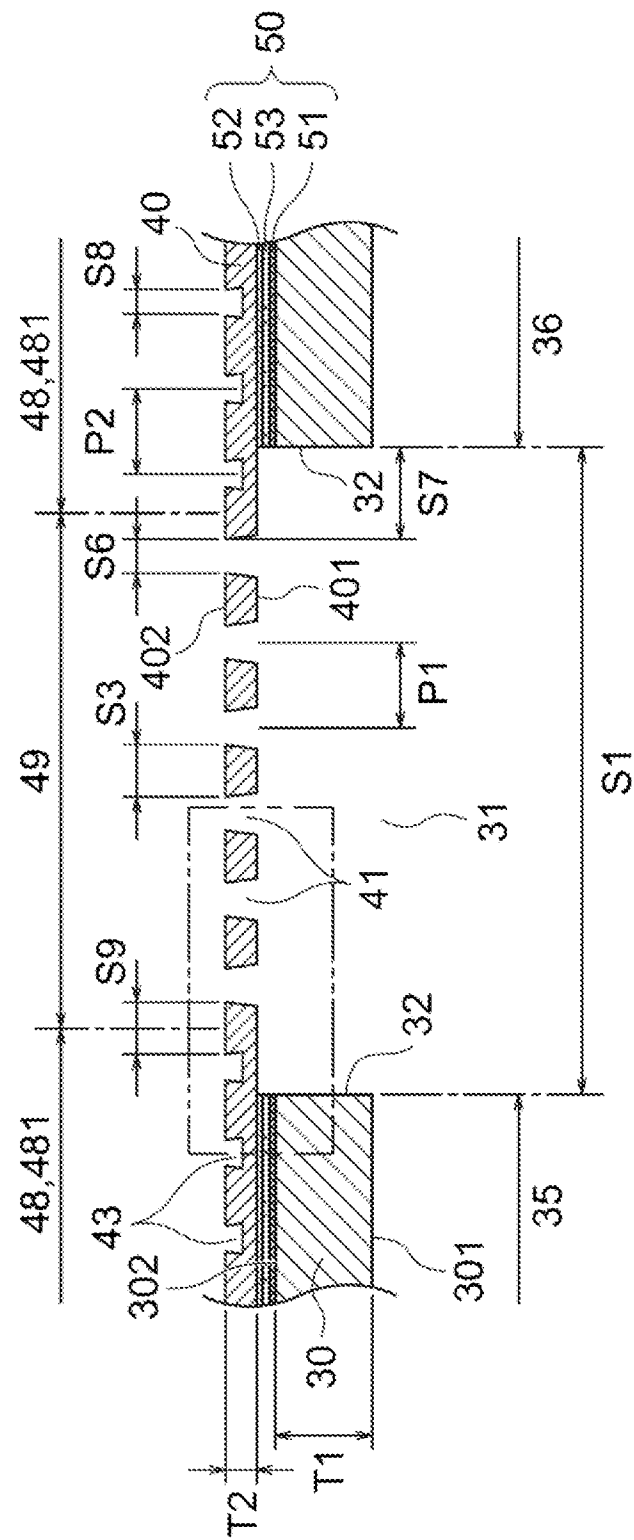
[図5A]



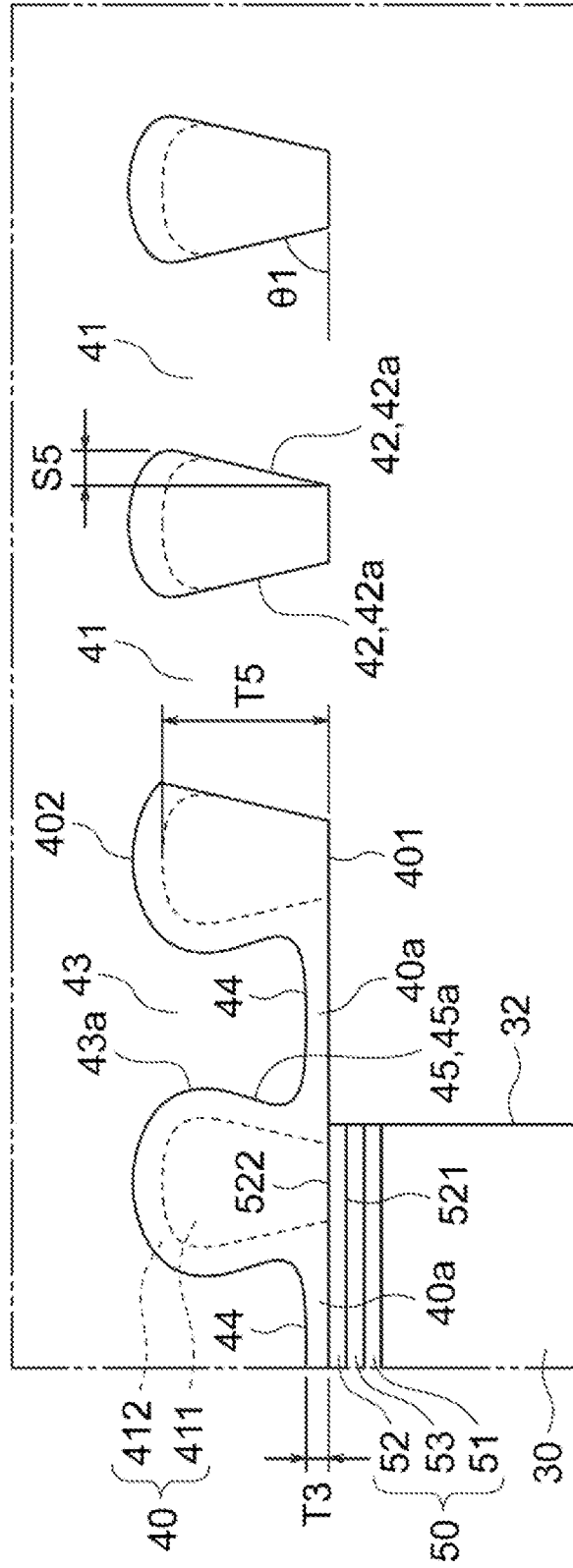
[図5B]



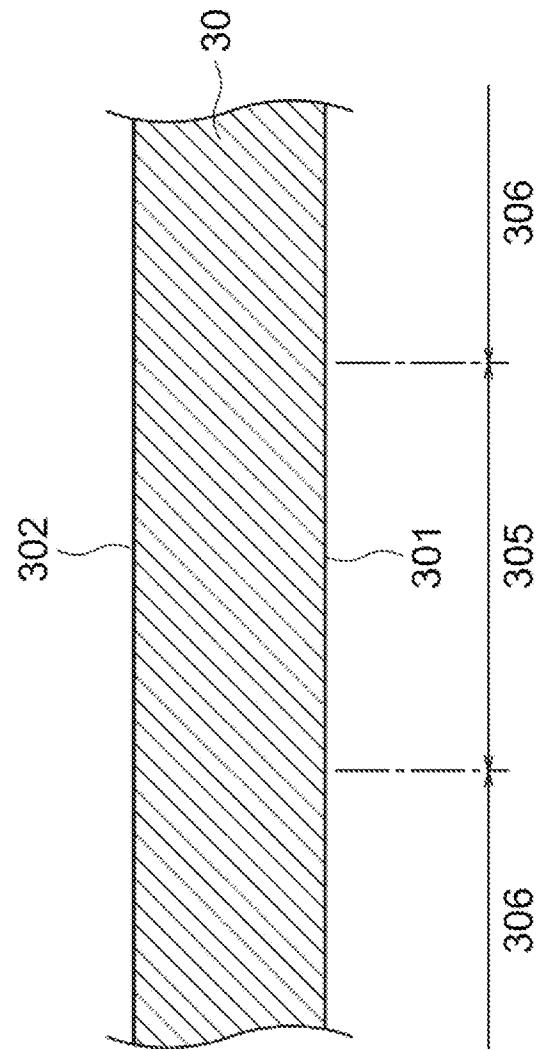
[図6A]



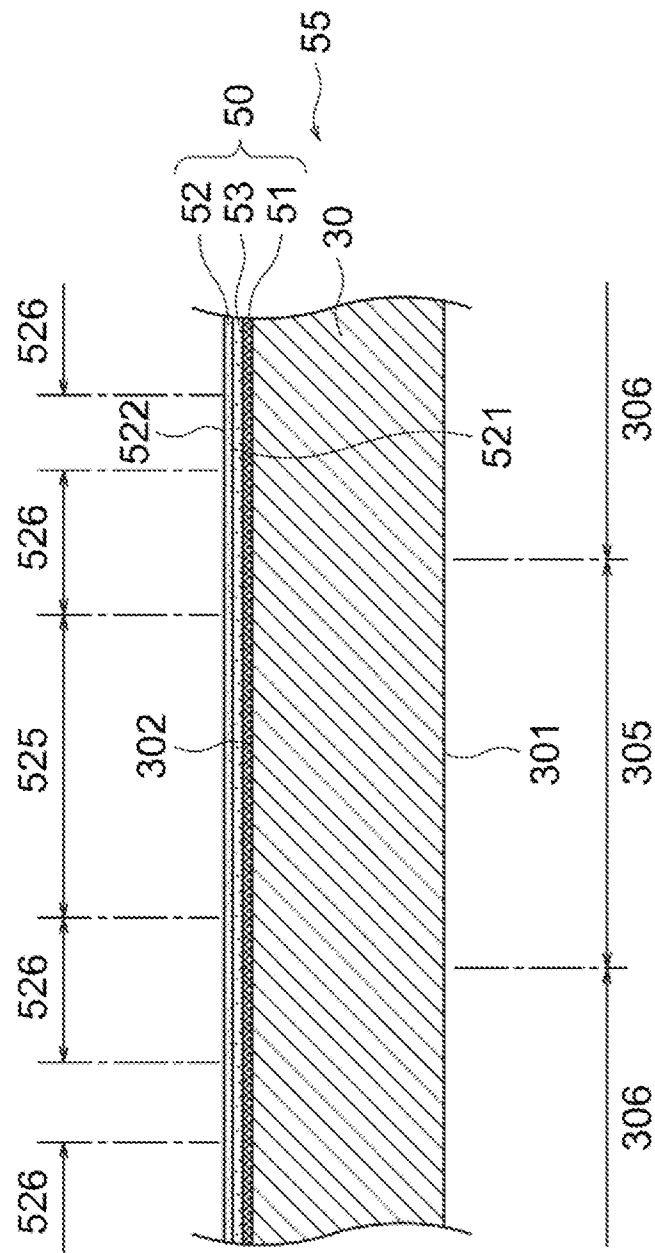
[図6B]



[図7]

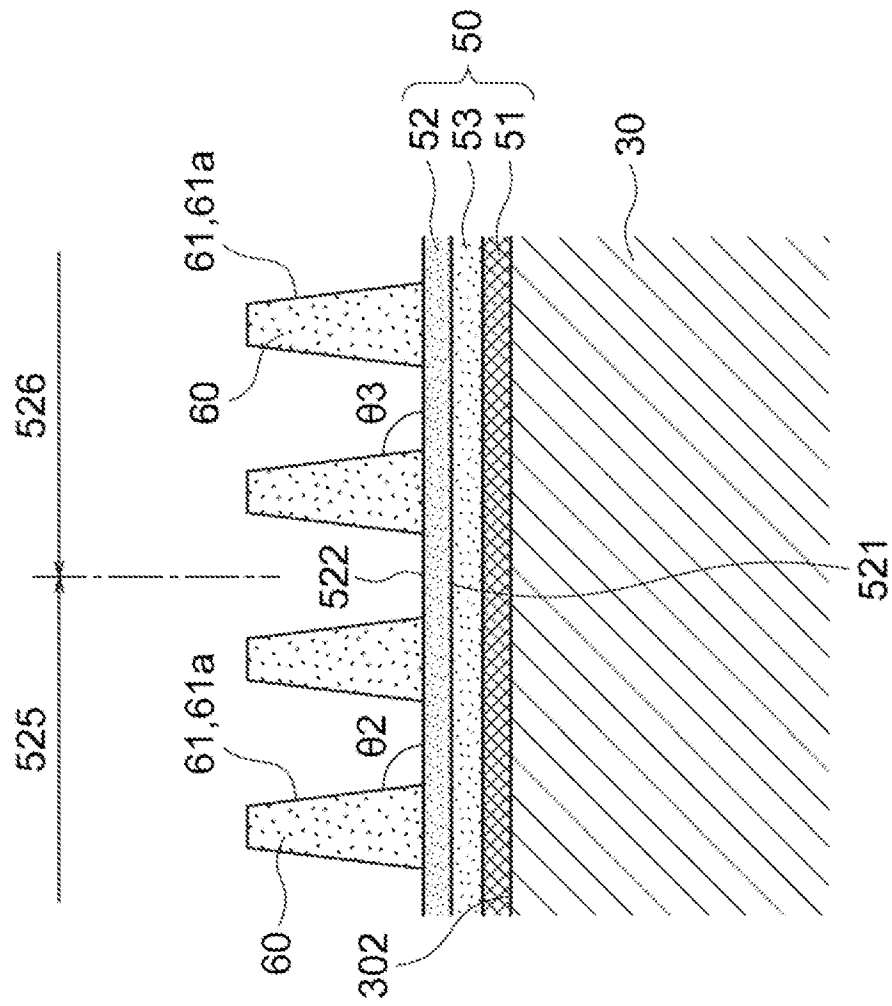


[図8]

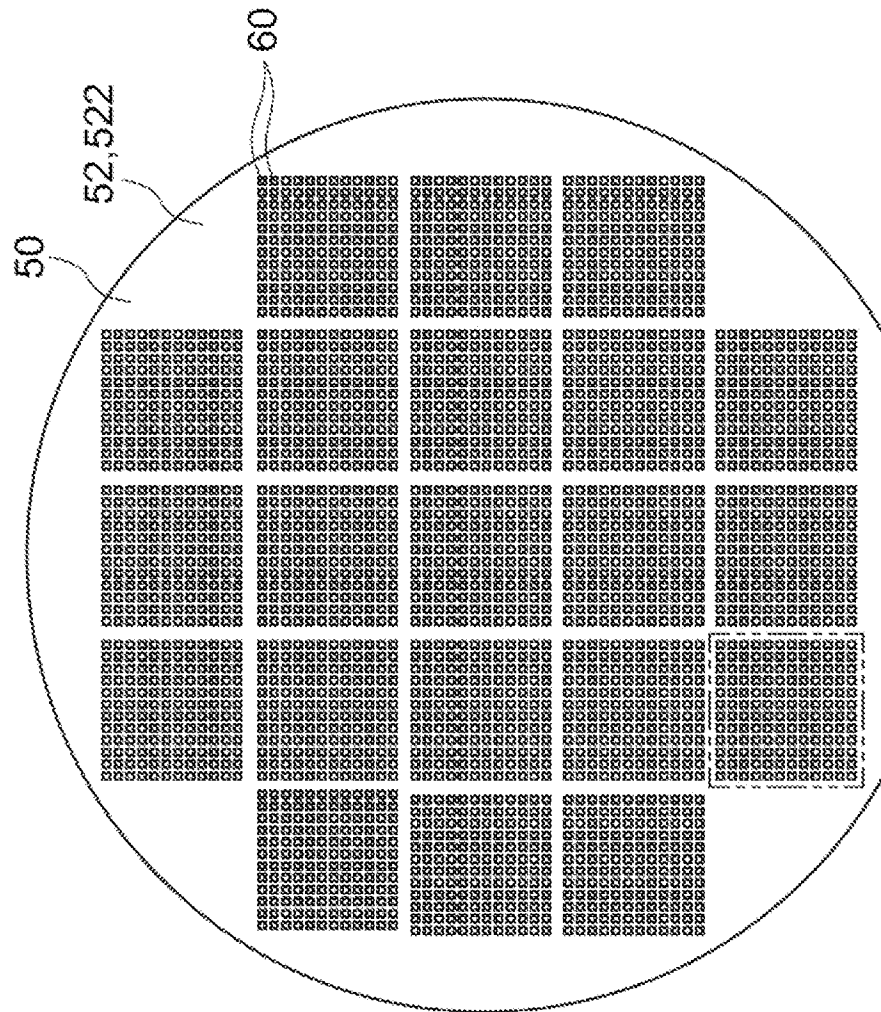


[illegible]

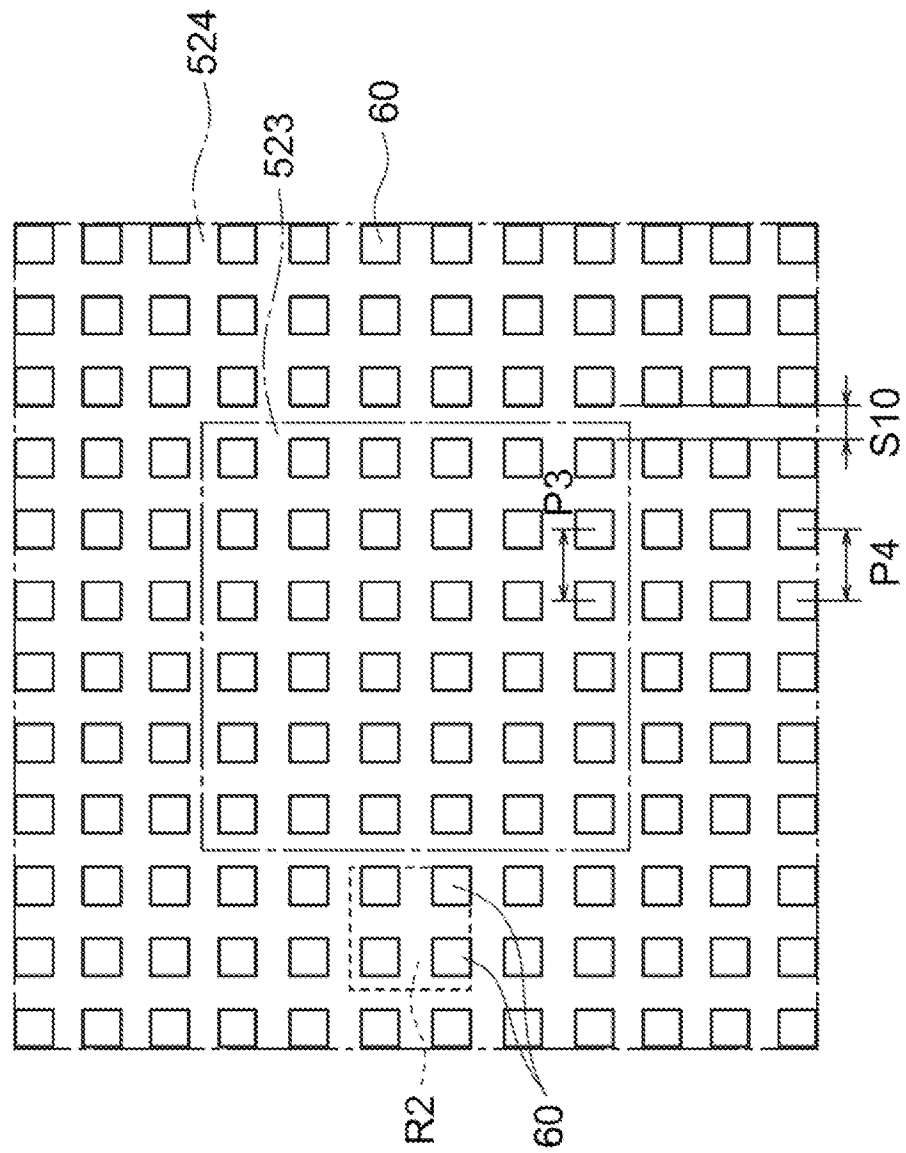
[図9B]



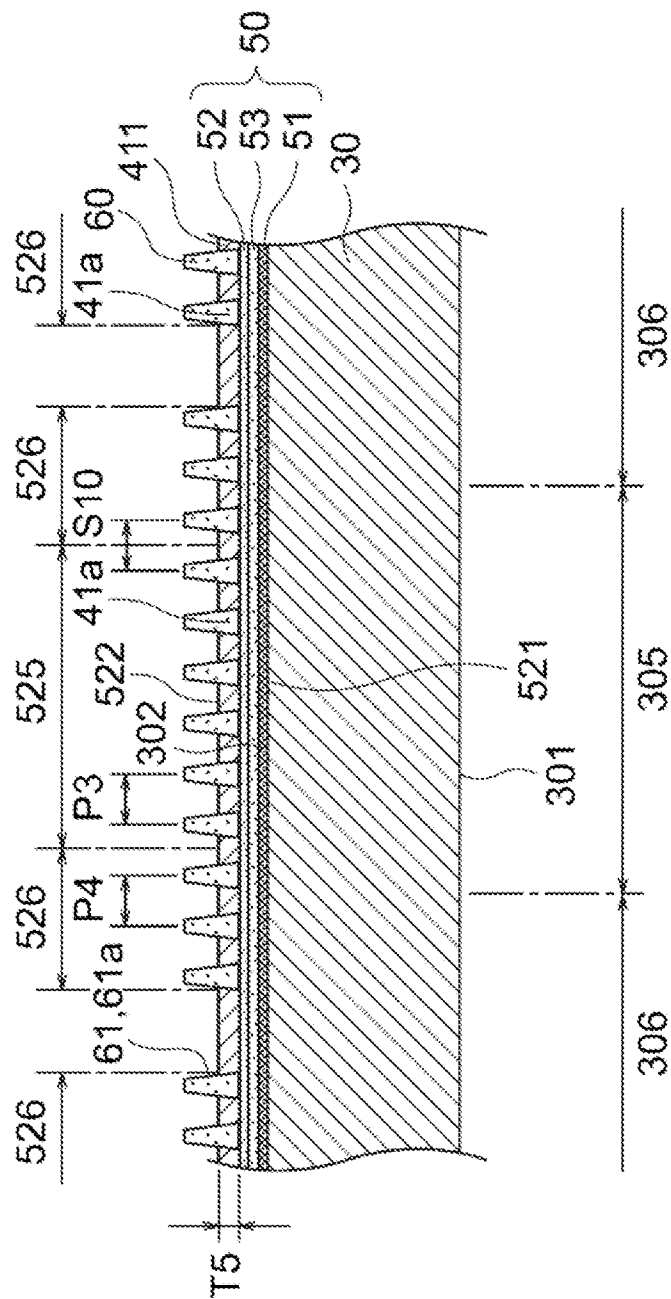
[図9C]



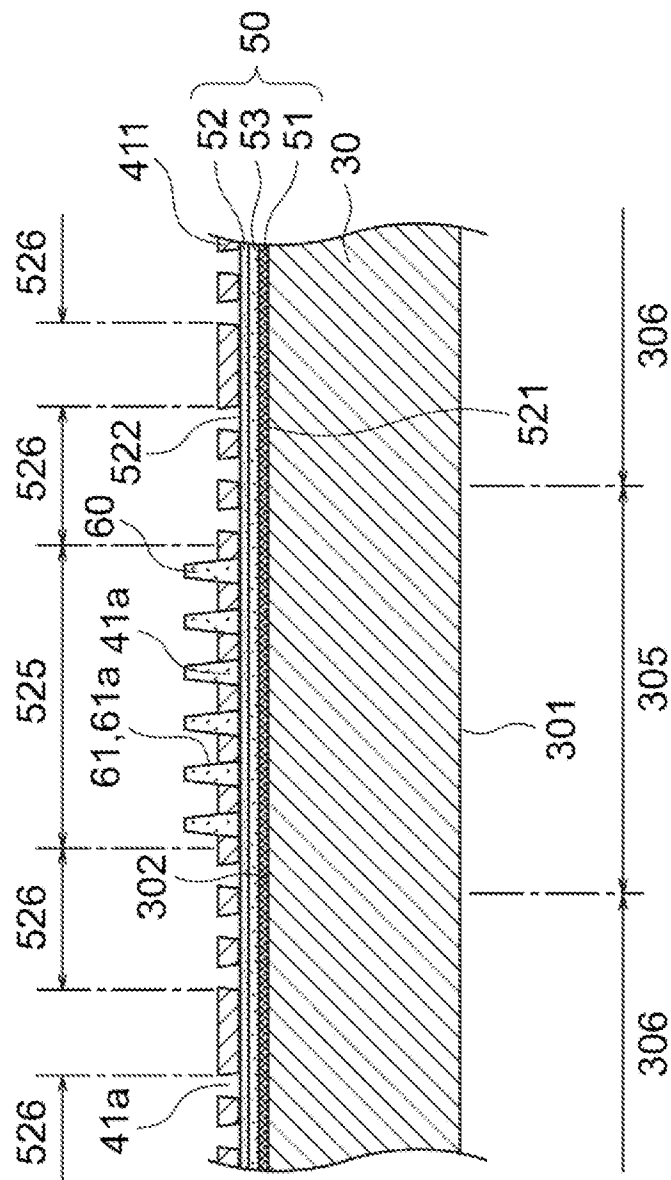
[図9D]



[図10]



[図11]

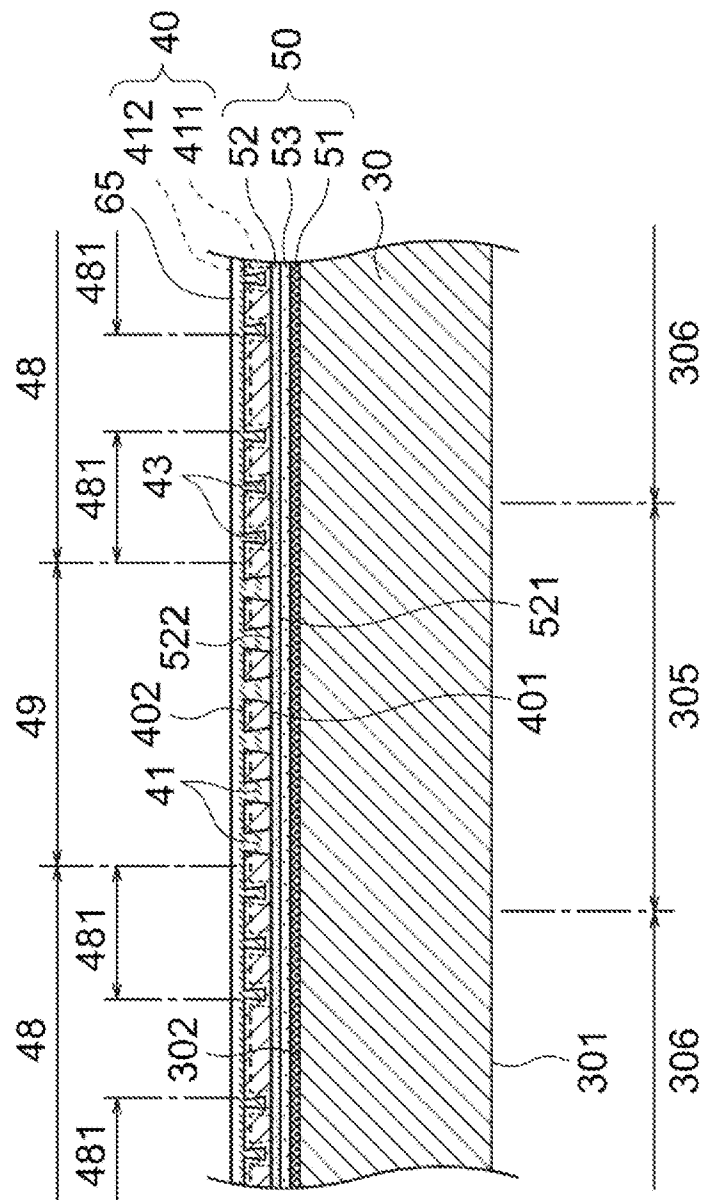






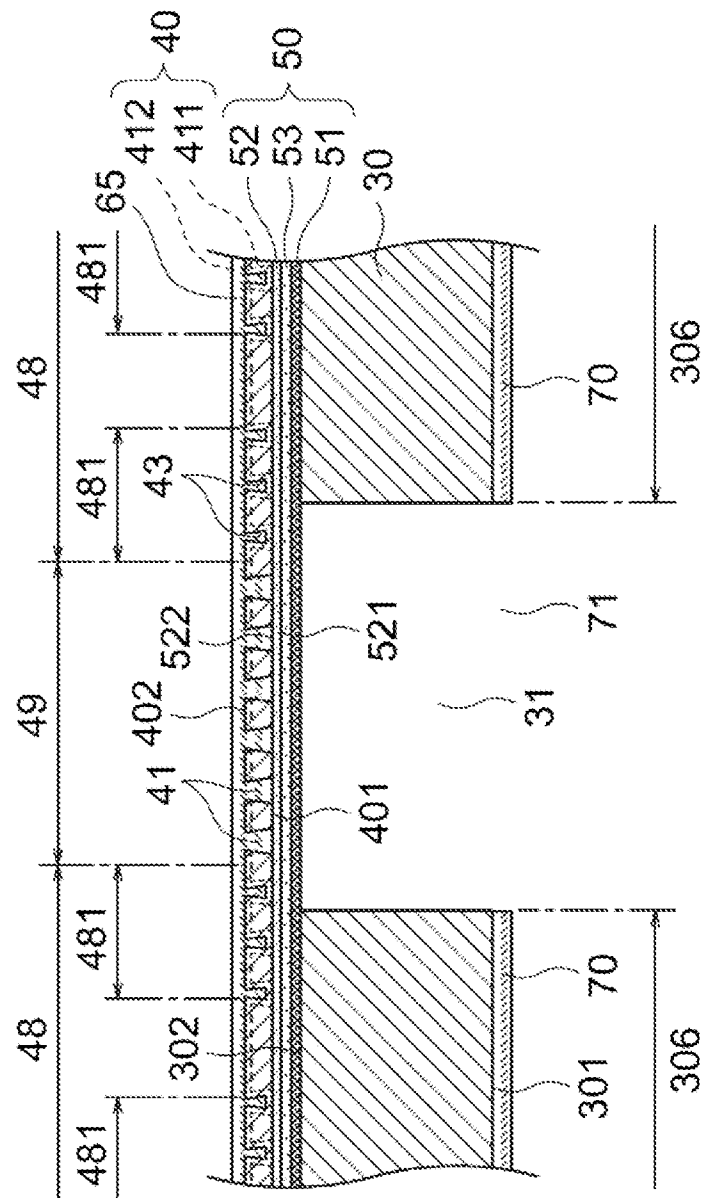


[図14]

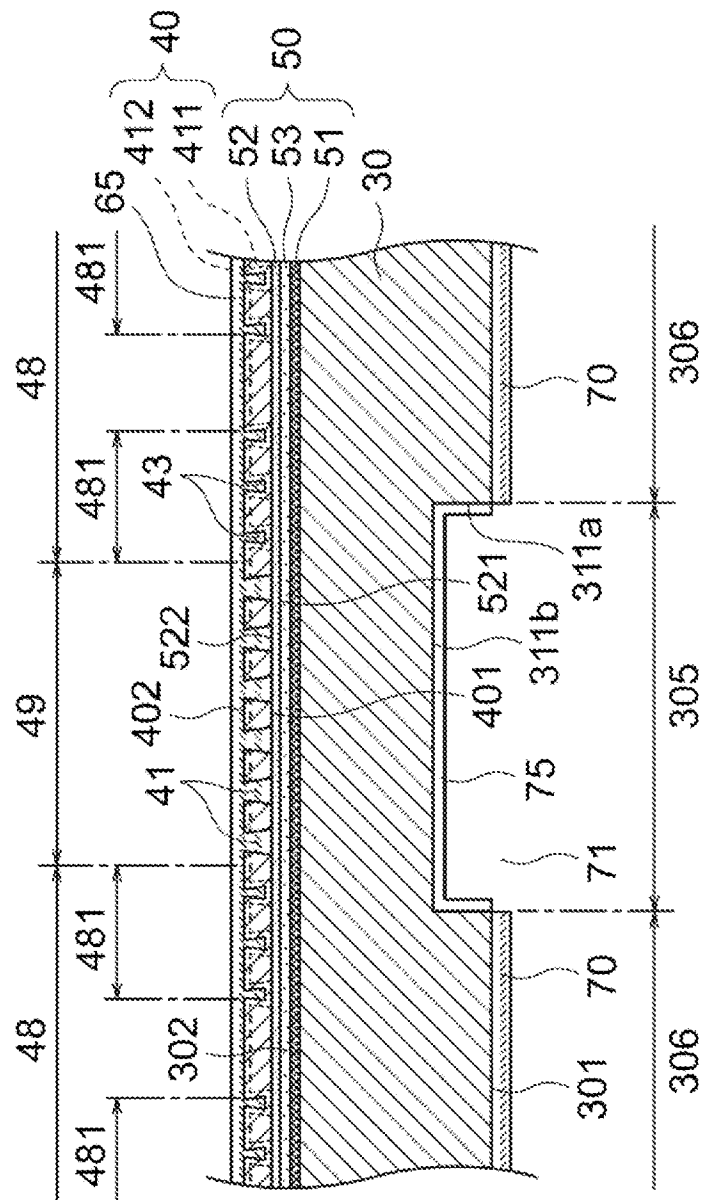




[図16]

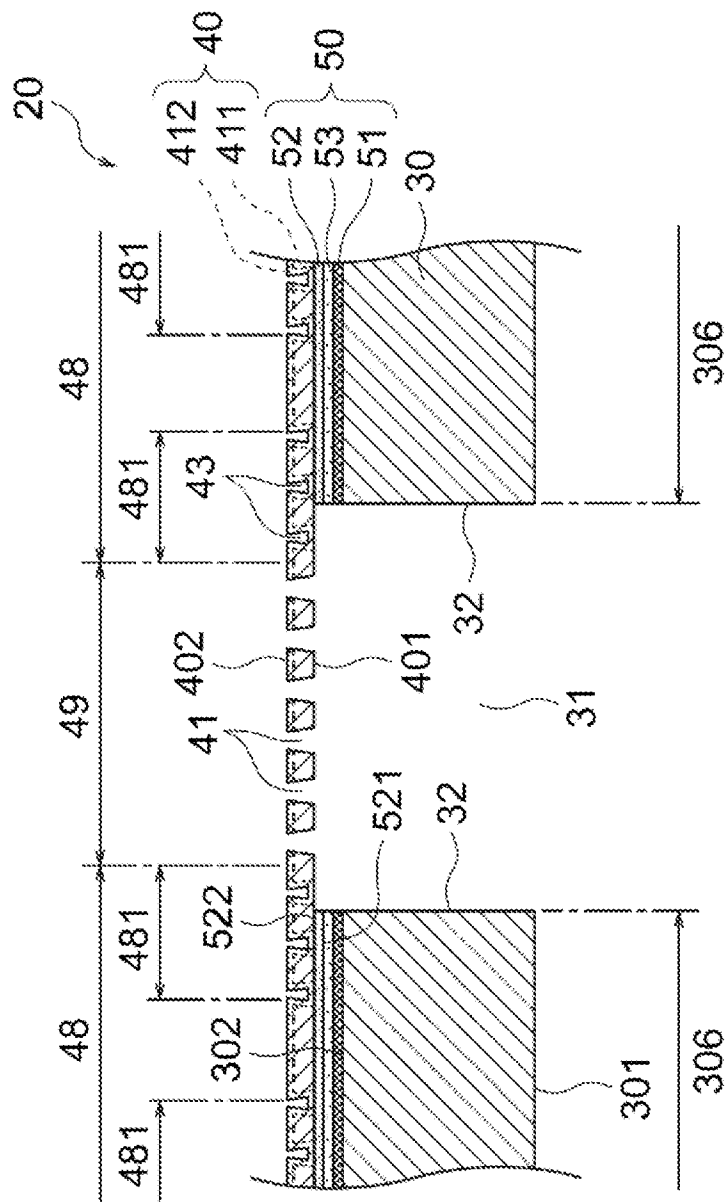


[図17]

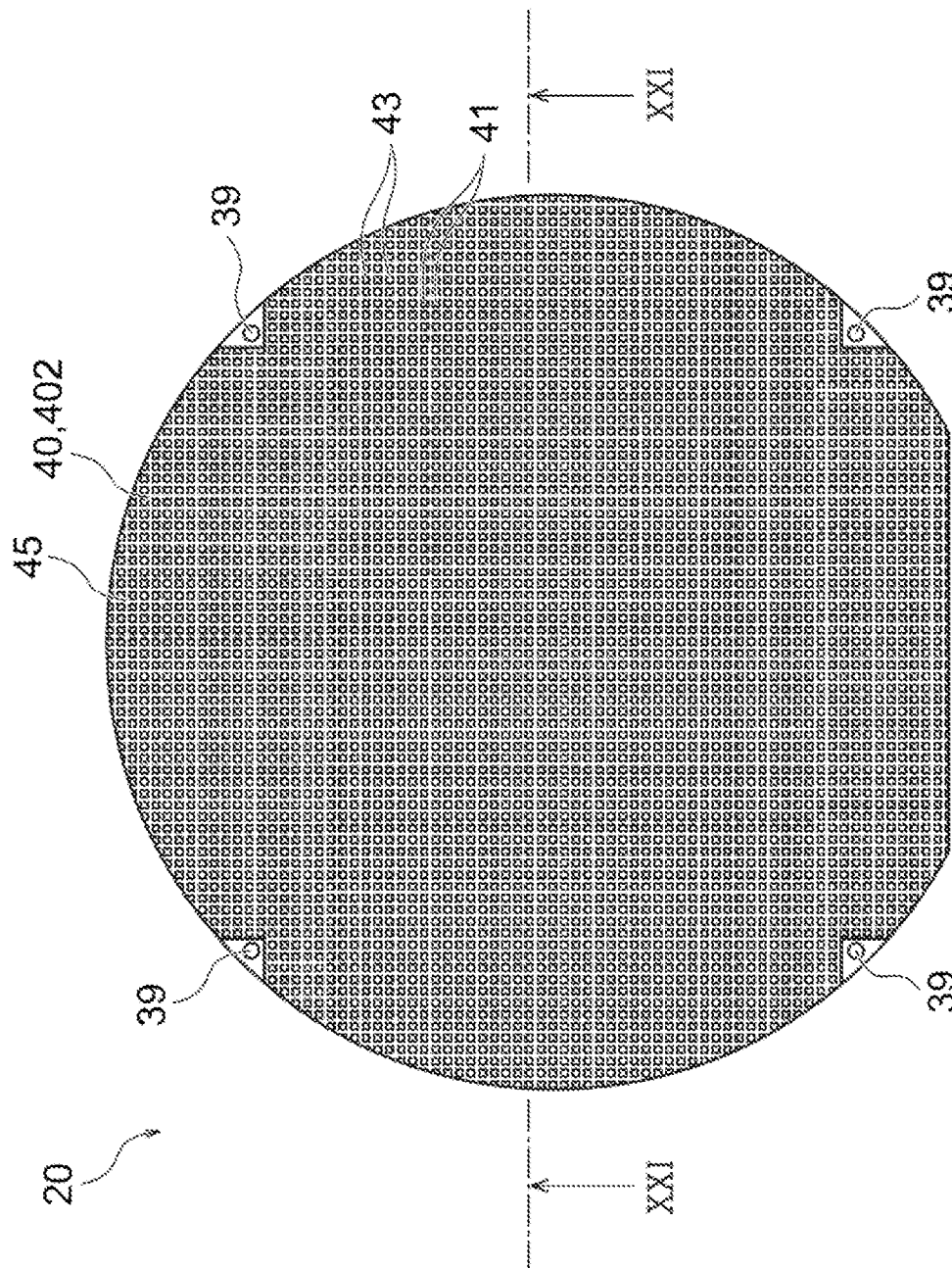


This cross-sectional diagram illustrates a semiconductor device with a central layer 31. On either side of the central layer are two main regions. The left region consists of layers 301, 70, 302, 521, 401, 32, 41, 402, and 48. The right region consists of layers 30, 51, 53, 52, 411, 412, 65, 481, and 49. A central layer 31 separates the two regions. Various dimensions are indicated by arrows and labels, such as 481, 48, 49, 43, 65, 412, 411, 52, 53, 51, 30, 70, 306, 301, 71, 302, 522, 401, 32, 41, 402, and 48.

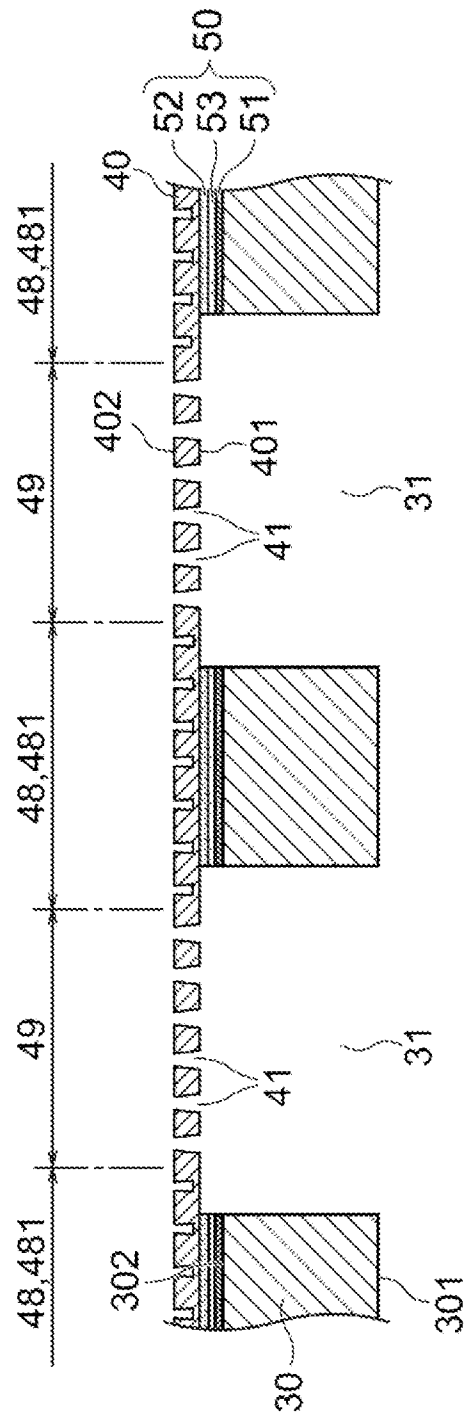
[図19]



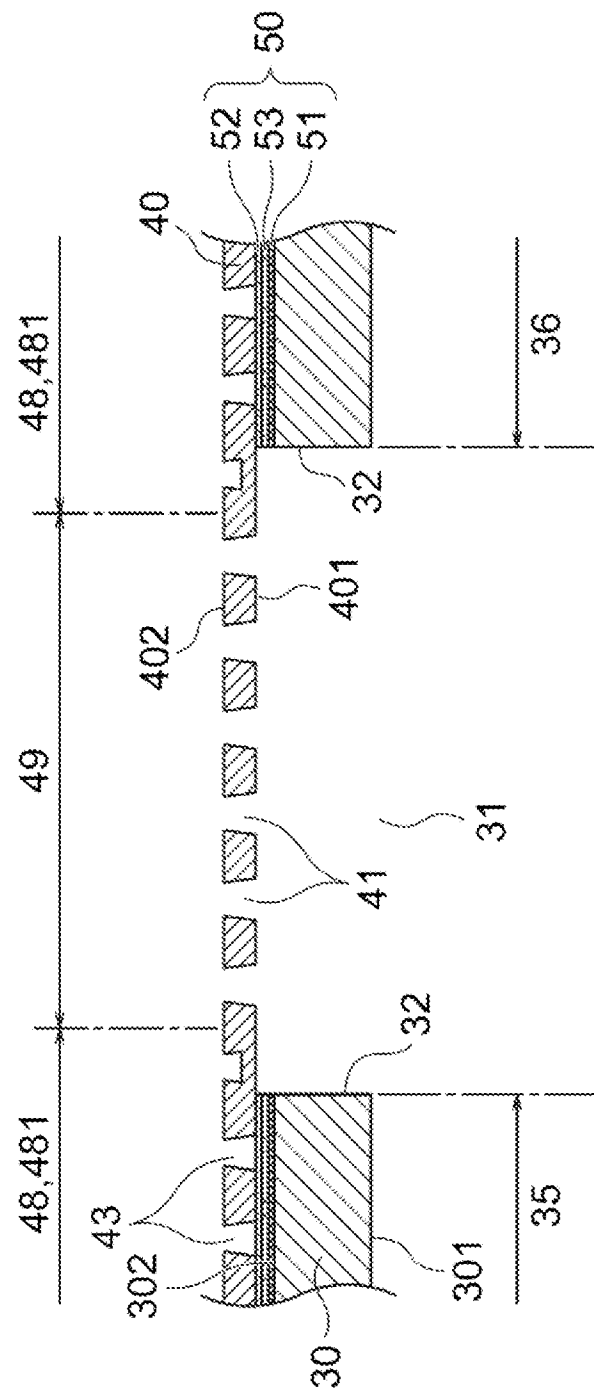
[図20]



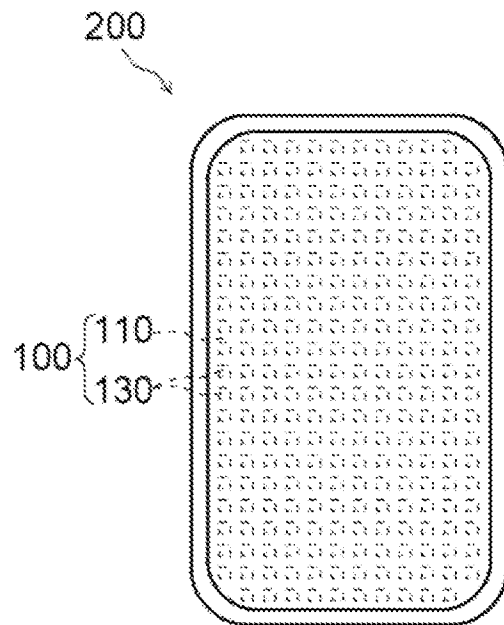
[図21]



[図22]



[図23]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/043872

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****C23C 14/04**(2006.01)i; **C23C 14/12**(2006.01)i; **C23C 14/24**(2006.01)i

FI: C23C14/04 A; C23C14/12; C23C14/24 G

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)

C23C14/04; C23C14/12; C23C14/24

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 1971-2024  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2005-163111 A (SONY CORPORATION) 23 June 2005 (2005-06-23)<br>paragraphs [0012]-[0051]           | 1-10                  |
| A         |                                                                                                     | 11-18                 |
| Y         | JP 2022-175925 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 25 November 2022 (2022-11-25)<br>paragraphs [0005]-[0082] | 1-10                  |
| Y         | JP 2019-094528 A (JAPAN DISPLAY INC.) 20 June 2019 (2019-06-20)<br>paragraphs [0014]-[0086]         | 2-5                   |

☐ 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2024

Date of mailing of the international search report

27 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 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/JP2023/043872**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                                  | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2005-163111 | A | 23 June 2005                         | US 2005/0115503 A1<br>paragraphs [0022]-[0065]<br>KR 10-2005-0053326 A<br>CN 1625312 A<br>TW 200523670 A |                                      |
| JP                                        | 2022-175925 | A | 25 November 2022                     | US 2022/0364217 A1<br>paragraphs [0031]-[0099]<br>CN 115347137 A<br>KR 10-2022-0155201 A                 |                                      |
| JP                                        | 2019-094528 | A | 20 June 2019                         | US 2019/0157561 A1<br>paragraphs [0035]-[0123]                                                           |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>C23C 14/04(2006.01)i; C23C 14/12(2006.01)i; C23C 14/24(2006.01)i<br>FI: C23C14/04 A; C23C14/12; C23C14/24 G                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                             |                |
| 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>C23C14/04; C23C14/12; C23C14/24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                |
| 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 - 2024年<br>日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年<br>日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2005-163111 A（ソニー株式会社）23.06.2005（2005 - 06 - 23）<br>[0012]-[0051]        | 1-10           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                             | 11-18          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2022-175925 A（キヤノン株式会社）25.11.2022（2022 - 11 - 25）<br>[0005]-[0082]       | 1-10           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2019-094528 A（株式会社ジャパンディスプレイ）20.06.2019（2019 - 06 - 20）<br>[0014]-[0086] | 2-5            |
| <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、一般的技术水準を示すもの<br>“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献<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>31.01.2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 国際調査報告の発送日<br>27.02.2024                                                    |                |
| 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>今井 淳一 4G 9055<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3416               |                |

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/JP2023/043872

| 引用文献  |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献 |                 |    | 公表日 |
|-------|-------------|---|------------|-------------|-----------------|----|-----|
| JP    | 2005-163111 | A | 23.06.2005 | US          | 2005/0115503    | A1 |     |
|       |             |   |            |             | [0022]-[0065]   |    |     |
|       |             |   |            | KR          | 10-2005-0053326 | A  |     |
|       |             |   |            | CN          | 1625312         | A  |     |
|       |             |   |            | TW          | 200523670       | A  |     |
| <hr/> |             |   |            |             |                 |    |     |
| JP    | 2022-175925 | A | 25.11.2022 | US          | 2022/0364217    | A1 |     |
|       |             |   |            |             | [0031]-[0099]   |    |     |
|       |             |   |            | CN          | 115347137       | A  |     |
|       |             |   |            | KR          | 10-2022-0155201 | A  |     |
| <hr/> |             |   |            |             |                 |    |     |
| JP    | 2019-094528 | A | 20.06.2019 | US          | 2019/0157561    | A1 |     |
|       |             |   |            |             | [0035]-[0123]   |    |     |
| <hr/> |             |   |            |             |                 |    |     |