(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
2025年5月22日(22.05.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/105425 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 14/04 (2006.01) *H10K 59/10* (2023.01)
H05B 33/10 (2006.01) *H10K 71/16* (2023.01)
H10K 50/10 (2023.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/040446

(22) 国際出願日： 2024年11月14日(14.11.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

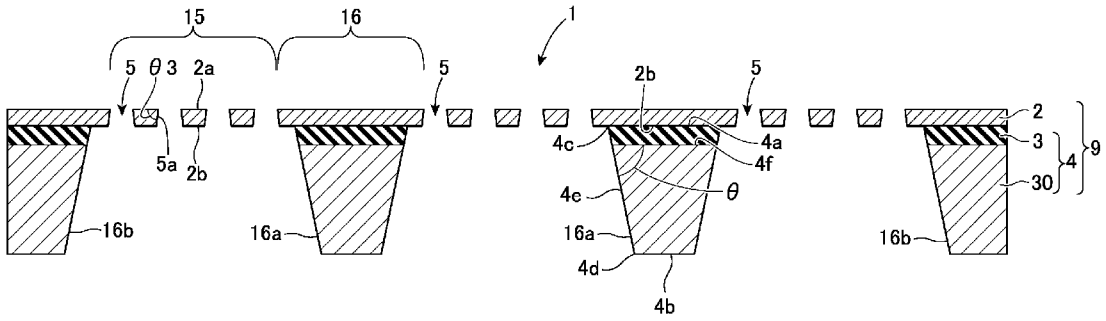
(30) 優先権データ：
特願 2023-195185 2023年11月16日(16.11.2023) JP

(71) 出願人: ＴＯＰＰＡＮホールディングス株式会社 (**TOPPAN HOLDINGS INC.**) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 (JP).

(72) 発明者: 佐野 葵(**SANO Aoi**); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 ＴＯＰＰＡＮホールディングス株式会社内 (JP). 碓氷 数馬(**USUI Kazuma**); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 ＴＯＰＰＡＮホールディングス株式会社内 (JP). 道 浩之(**MICHI Hiroyuki**); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 ＴＯＰＰＡＮホールディングス株式会社内 (JP). 茂木 涼真(**MOTEGI Ryoma**); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 ＴＯＰＰＡＮホールディングス株式会社内 (JP). 小林 昭彦(**KOBAYASHI Akihiko**); 〒1100016 東京

(54) **Title:** VAPOR DEPOSITION MASK AND METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称： 蒸着マスク、及び電子デバイスの製造方法



(57) **Abstract:** The objective of the present invention is to provide a vapor deposition mask of which occurrence of breakage is suppressed, and a method for manufacturing an electronic device using the vapor deposition mask. A vapor deposition mask according to the present invention is disposed between a substrate to be vapor-deposited and a vapor deposition source and allows deposition of a vapor deposition material from the vapor deposition source on the surface of the substrate to be vapor-deposited through openings. The vapor deposition mask is characterized by comprising a

WO 2025/105425 A1

［続葉有］

都台東区台東１丁目５番１号 ＴＯＰＰＡＮ ホールディングス株式会社内 (JP).

(74) 代理人：インフォート弁理士法人 (INFORT PATENT FIRM)；〒1020094 東京都千代田区紀尾井町３－１２ 紀尾井町ビル１４Ｆ (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, 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)）

membrane having an opening region provided with a plurality of openings and a peripheral region positioned around the opening region, and a support substrate for supporting the membrane in the peripheral region, in which the side surface of the support substrate includes a tapered surface in which the taper angle between the side surface of the support substrate and the opposing surface of the membrane facing the support substrate is less than 80°.

(57) 要約：破損の発生を抑制した蒸着マスク及び、該蒸着マスクを用いた電子デバイスの製造方法を提供することを目的とする。本発明の蒸着マスクは、被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するための蒸着マスクであって、複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、前記支持基板の側面は、前記支持基板と対向する前記メンブレンの対向面との間のテーパ角が、８０°未満となるテーパ面を含む、ことを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 蒸着マスク、及び電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、蒸着マスク、及び電子デバイスの製造方法に関する。

背景技術

[0002]　例えば、有機ＥＬディスプレイ作製でのＲＧＢ３色の塗分けなどに使用する蒸着マスクが知られている。

[0003]　特許文献１、２には、第１層（外枠基板）と第２層（マスク基板）とを有する蒸着マスクが開示されている。第２層（マスク基板）には複数の開口が形成されている。第１層（外枠基板）は、第２層（マスク基板）を支持する基板である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０２３／１４５９５５号

特許文献2：特開２０２２－１７５７２３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　蒸着マスクの高精細化には、マスクを薄くし、かつ高精度で加工することが求められるがゆえ、蒸着マスクの製造プロセス中でのハンドリングや洗浄等にて、破損しやすい問題が生じた。

[0006]　特許文献１、２は、第１層（外枠基板）の形状を改良して、上記課題を解決するものではない。

[0007]　本発明は、破損の発生を抑制した蒸着マスク及び、該蒸着マスクを用いた電子デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008]　本実施の形態の蒸着マスクは、被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するた

めの蒸着マスクであって、複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、前記支持基板の側面は、前記メンブレンを支持する面と平行な面との間のテーパ角が、８０°未満となるテーパ面を含む、ことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、蒸着マスクの製造プロセスでのハンドリングや洗浄等による、破損を抑制でき、歩留まりを高めることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施の形態の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図2]図１とは別の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図3]蒸着マスクの支持基板を拡大した部分拡大断面図である。

[図4]本実施の形態の蒸着マスクを使用した電子デバイスの製造方法を示す断面図である。

[図5]本実施の形態の蒸着マスクの製造方法の一例を示す工程図である。

[図6]本実施の形態の蒸着マスクの製造方法の一例を示す工程図である。

[図7]別の実施の形態の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図8]別の実施の形態の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図9]別の実施の形態の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図10]別の実施の形態の蒸着マスクの一例を示す断面図である。

[図11]実験例のマスクの平面図である。

[図12]（ａ）は、実験で使用した支持基板を示すＳＥＭ写真であり、（ｂ）は、（ａ）の模式図である。

[図13]（ａ）は、実験で使用した支持基板を示すＳＥＭ写真であり、（ｂ）は、（ａ）の模式図である。

[図14]（ａ）は、実験で使用した蒸着マスクの部分拡大平面図であり、（ｂ）は、蒸着マスクの部分断面図であり、（ｃ）は、メンブレンの支持基板付近を拡大した示した斜視模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、実施の形態について図面を参照して説明する。ただし、図面は模式的または概念的なものであり、各図面の寸法および比率等は必ずしも現実のものと同一とは限らない。また、図面の相互間で同じ部分を表す場合においても、互いの寸法の関係や比率が異なって表される場合もある。特に、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための構造を例示したものであって、本発明の技術思想を特定するものではない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有する要素については同一符号を付し、重複する説明は省略する。また、数値範囲の下限値、及び上限値については、誤差範囲を含むものとする。

[0012] ＜本発明に至る経緯＞

バーチャルリアリティ／拡張現実(ＶＲ／ＡＲ)技術、及び、ＶＲ／ＡＲ関連市場が急速に成長している。そして、成長の進行に伴い、ＶＲ／ＡＲ分野に適したディスプレイパネルの小型化、画面解像度（ＰＰＩ：Ｐｉｘｅｌｓ Ｐｅｒ Ｉｎｃｈ）の高画素化、高速応答化、及び高色域化が進んでおり、技術を進歩させるうえで、シリコンベースの有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）マイクロディスプレイパネルの普及が、顕著となっている。

[0013] シリコンベースのＯＬＥＤマイクロディスプレイ技術は、更なる小型化や高いＰＰＩが期待される。そして、高付加価値産業としてのＡＲやＶＲに効果的に備えるためには、例えば、１０００ｐｐｉ以上の超高解像度のディスプレイを具現することが期待されている。それを受け、ＯＬＥＤマイクロディスプレイの製造プロセスで使用するＲＧＢ塗分け用の蒸着マスクに対するニーズが高まっている。

[0014] 蒸着マスクの高精細化には、複数の開口を有するメンブレンの厚みを薄く且つ高精度に加工する必要があった。しかしながら、メンブレンが薄くなると、撓みや振動により、脆弱箇所からクラックが入るなどして破損しやすい。このため、例えば、蒸着マスクの製造プロセス中でのハンドリングや洗浄等において破損を生じやすく、歩留まりの低下につながる問題が生じた。

[0015] そこで、本発明者らは、鋭意研究を行った結果、メンブレンを支持する支持基板の形状を適正化することで、破損を抑制できる蒸着マスクを開発するに至った。

[0016] ＜本実施の形態における蒸着マスク１の概要説明＞

図１は、本実施の形態における蒸着マスク１の断面図である。蒸着マスク１は、メンブレン２と、支持基板４との積層構造である。図１に示す蒸着マスク１は、支持基板４が、絶縁層３とシリコン基板３０とを含むＳＯＩ（Ｓｉｌｉｃｏｎ　ｏｎ　Ｉｎｓｕｌａｔｏｒ）基板９により構成されることが好適である。或いは、図１に示す蒸着マスク１は、メンブレン１と、絶縁層３と、支持基板４（この場合、支持基板４には絶縁層３を含まない）とを含むＳＯＩ基板９で構成される。支持基板４は、例えば、シリコン基板であるが、それに限定されない。後述する図８～図１０の実施の形態は、支持基板４／絶縁層３／メンブレン２として図示した。

メンブレン２は、シリコン単結晶層であることが好ましく、半導体層や活性層とも呼ばれる。

[0017] 図１に示すように、蒸着マスク１は、複数の開口領域１５と開口領域１５の周囲に位置する周囲領域１６とを有し、周囲領域１６では、メンブレン２と、支持基板４とが積層した構造となっている。一方、開口領域１５には、メンブレン２のみが配置されており、つまり、支持基板４は除去されており、さらに各開口領域１５には複数の微小な開口５が形成されている。

[0018] 図１に示すように、メンブレン２は、厚み方向にて対向する表面２ａと裏面２ｂを備えている。裏面２ｂ側に、支持基板４が設けられている。

図４に示すように、表面２ａは、被蒸着基板１０と対向する表面であり、裏面２ｂは、蒸着源１１と対向する裏面である。

[0019] 図４に示すように、メンブレン２には、表面２ａと裏面２ｂとの間を貫く複数の開口５が形成されている。図４に示すように、各開口５の開口幅は、裏面２ｂから表面２ａにかけて徐々に狭くなっている。よって、開口５の側壁面５ａは、傾斜している。また、図４では、開口幅Ｗ１を表面２ａに沿っ

た面方向の幅寸法で規定している。このように、図４では、開口幅Ｗ１を、最も幅寸法が狭い箇所に図示した。なお、図４において、開口幅Ｗ１や側壁面５ａの符号は、一つの開口５にのみ図示したが、他の開口５に対しても同様に適用される。また、隣り合う開口５の間隔を開口間寸法Ｗ２とした。なお、開口間寸法Ｗ２は、表面２ａに沿う寸法で規定される。

[0020] 限定されるものではないが、開口幅Ｗ１は、１μｍ～２０μｍ程度であり、３μｍ以上１５μｍ以下であることが好ましく、５μｍ以上１０μｍ以下であることがより好ましい。

[0021] また、限定されるものではないが、開口間寸法Ｗ２は、１μｍ～２０μｍ程度であり、１μｍ以上１５μｍ以下であることが好ましく、３μｍ以上１０μｍ以下であることがより好ましい。

[0022] 開口５の平面パターン（メンブレン２の真上から表面２ａに向けて見た形状）は、限定されるべきものではないが、例えば、矩形（正方形を含む）、矩形以外の多角形、円形、及び、楕円形などを例示できる。また、全ての開口５が同じ平面パターンであってもよいし、一部異なっていてもよい。また、各開口５が規則的に配列されていてもよいし、不規則な配列、或いは規則的な配列と不規則な配列とが混じっていてもよい。

[0023] メンブレン２の外周形状は、矩形状や円盤状のウェハであることが好ましく、直径（矩形状である場合は、１辺の長さ）を限定するものではないが、１００ｍｍ～５００ｍｍ程度であることが好適である。このように、メンブレン２の直径が大きくなっても、各開口５を均一に形成できる。

[0024] 絶縁層３は、酸化層や窒化層を例示できるが、酸化層であることが好ましく、具体的には、酸化シリコン（SiO_2）層であることが好適である。絶縁層３は、ＢＯＸ層（Ｂｕｒｉｅｄ　Ｏｘｉｄｅ　Ｌａｙｅｒ）とも呼ばれる。絶縁層３の厚みを限定するものではないが、例えば、１００ｎｍ～２０μｍ程度である。

[0025] 図１に示す絶縁層３は、メンブレン２の開口５と対向する開口領域には設けられておらず除去されており、メンブレン２の裏面２ｂにおいて、該開口

領域の周囲領域にのみ残されている。絶縁層３は、メンブレン２に対するエッチングストッパとしての役割を備えており、絶縁層３を有することで、安定した加工を可能とする。

[0026] 図１に示すように、絶縁層３とシリコン基板３０を含む支持基板４を、メンブレン２の裏面２ｂにおいて、開口領域１５の周囲領域１６を構成する柱状部１６ａ及び外周フレーム１６ｂとして機能させることができる。よって、メンブレン２は、支持基板４により張った状態を維持でき、架張処理を不要とし、静電気力を利用する静電チャックを用いて、本実施の形態の蒸着マスク１を被蒸着基板１０に密着させることもできる。なお、図１に示すように、柱状部１６ａは、外周フレーム１６ｂよりも内側に位置しており、これらはすべて同じ高さとなっているが、例えば、柱状部１６ａの高さを、外周フレーム１６ｂより低くしてもよい。ただし、高さを揃えておくことでより強度を保つことができる。

[0027] また、図１には図示しないが、メンブレン２の表面２ａ側の外周領域には、位置合わせ用のアライメントマークを形成できる。アライメントマークは、例えば、表面２ａに凹形状で形成でき、絶縁層３にまで通じる深さで形成することができる。

[0028] ＜本実施の形態における支持基板４の詳細説明＞

図１に示すように、支持基板４は、メンブレン２に対向する側の第１の面４ａと、第１の面４ａとは反対側の第２の面４ｂを有する。第１の面４ａは、図４に示す被蒸着基板１０に近い側の面であり、第２の面４ｂは、図４に示す蒸着源１１に近い側の面である。

[0029] 図１に示すように、支持基板４には、第１の面４ａの縁部４ｃと第２の面４ｂの縁部４ｄとの間をつなぐ側面４ｅが設けられる。この側面４ｅで囲まれた内側にメンブレン２の開口領域１５が設けられる。

[0030] 図１に示すように、側面４ｅは、支持基板４の第２の面４ｂから第１の面４ａに向けて徐々に支持基板４の幅が広がるように傾斜している。

[0031] 本実施の形態では、側面４ｅのテーパ角θを、メンブレン２を支持する面

と平行な面との間の角度で規定する。「メンブレン２を支持する面」は、メンブレン２の裏面２ｂ、支持基板４の第１の面４ａであり、図１では、「平行な面」として、シリコン基板３０と絶縁層３との境界面（「第３の面４ｆ」と称する）を採用している。「平行な面」としては、第３の面４ｆ以外であってもよく、例えば、第１の面４ａであってもよいが、テーパ角θを測定しやすい面を採用することが好ましい。ここで、支持基板４を構成する絶縁層３は、シリコン基板３０に比べてきわめて薄いので、テーパ角θの測定は、ＳＥＭ写真等で明確に判別できるシリコン基板３０の側面４ｅを用いることが望ましく、よって、図１のように、シリコン基板３０の第３の面４ｆとシリコン基板３０の側面４ｅとの間の角度でテーパ角θを規定することがより正確な角度を導くことができる。

[0032] そして、本実施の形態では、側面４ｅのテーパ角θが、８０°未満とされている。側面４ｅのテーパ角θが、８０°以上であると、後述する洗浄工程においてマスク揺動（上下３往復させた）をする時に側面４ｅのテーパ角θが、８０°未満の時に比べて、揺動時の水圧を受ける面積が狭いため、単位面積当たりにかかる荷重が大きくなる。結果として、支持基板４の第１の面４ａの縁部４ｃにかかる荷重が大きくなり、メンブレン２が破損しやすくなる。テーパ角θは、７０°以下であることが好ましく、６０°以下であることがより好ましく、５０°以下であることがさらに好ましく、４０°以下であることがさらにより好ましく、３０°以下であることがさらにより好ましい。テーパ角θの下限値を限定するものではないが、例えば、５°以上、或いは１０°以上であることが好ましい。

[0033] なお、図１の実施の形態においては、側面４ｅ全体が、８０°未満のテーパ角θを備えることが好ましいが、一部で外れた角度となっていてもよい。例えば、絶縁層３の部分では、側面が垂直面になっていてもよいし、逆テーパ面になっていてもよい。

[0034] メンブレン２を支持する支持基板４の側面４ｅを傾斜させることで、支持基板４をフレームとしてハンドリングする場合や洗浄工程において、メンブ

レン２に加わる力の集中を緩和（分散）できる。この結果、メンブレン２の開口５間のクラック等の破損を抑制でき、歩留まりを高めることができる。

[0035] 図２は、図１とは別の蒸着マスクの一例を示す断面図である。図３は、蒸着マスクの支持基板を拡大した部分拡大断面図である。

[0036] 図１では、支持基板４の側面４ｅが、第２の面４ｂから第１の面４ａにわたって全体的略一定のテーパ角θで傾斜しているが、図２では、側面４ｅが、第１のテーパ面６と第２のテーパ面７とで形成される。図２に示すように、第１のテーパ面６と第２のテーパ面７は、第１の面４ａとの間のテーパ角がそれぞれ異なっている。図２では、第１のテーパ面６の第１のテーパ角は、θ１で示され、第２のテーパ面７の第２のテーパ角は、θ２で示される。図２に示すように、テーパ角θ１＞テーパ角θ２となっている。そして、テーパ角θ２の小さい第２のテーパ面７が、第１のテーパ面６よりもメンブレン２に近い側（絶縁層３に接する側）に形成される。

[0037] 図２に示すように、第１のテーパ角θ１は約９０°であり、したがって、第１のテーパ面６は、略垂直面である。以下、第１のテーパ面６を、「垂直面６」と称する場合がある。「略」とは、５％以内の誤差を含む。第１のテーパ角θ１は約９０°でなくてもよいが、約９０°或いは、それに近いほうが好ましい。

[0038] 一方、第２のテーパ角θ２は、図１に示すテーパ角θと同様に、８０°未満であることが好ましく、７０°以下であることがより好ましく、６０°以下であることがさらに好ましく、５０°以下であることがさらにより好ましく、４０°以下であることがさらにより好ましく、３０°以下であることがさらにより好ましい。

[0039] このように、支持基板４の側面４ｅのテーパ角が２段以上で形成され、しかもメンブレン２に近いほどテーパ角を小さくすることで、セル間の幅を狭くでき、マスク内への面付け効率を上げることができる。図１４（ａ）は、後述する実験で使用した蒸着マスク１の部分拡大平面図を示しているが、図１４（ａ）には、マトリクス状に配列したセル８が示されている。セル８に

は、縦横方向（ＸＹ方向）に多数の開口５が形成されている。なお、図１４（ａ）には、代表的に、一つのセル８及び開口５にのみ符号を付した。セル８の間の裏面側には支持基板４の柱状部１６ａ（図１、図２も参照）が配置されている。図１４（ｂ）は、図１４（ａ）に示す一つのセル８を抜き出して示した部分断面図である。

[0040] セル８の間隔を狭くするということは、支持基板４の柱状部１６ａの幅を狭くすることを意味する。ここで、破損抑制効果をさらに向上させるためには、メンブレン２側の第２のテーパ面７の第２のテーパ角θ２をできだけ緩やかにしたい。しかしながら、１段のテーパ面（図１）で構成しようとするとあまり緩やかな傾斜で形成できない。そこで、メンブレン２から離れた側の第１のテーパ面を、垂直面６、或いはそれに近い高テーパ角のテーパ面で形成し、メンブレン２に近い側の第２のテーパ面７の第２のテーパ角θ２をより小さくすることで、セル８の間隔を狭くしつつ、破損抑制効果を高めることができる。

[0041] 図３（ａ）は、本実施の形態における支持基板４の一部を拡大して示した部分拡大模式図である。図３（ａ）では、図２で示したものと同様に、支持基板４の側面４ｅが、テーパ角の異なる第１のテーパ面６と第２のテーパ面７とで構成され、高テーパ角の第１のテーパ面（垂直面）６は、メンブレン２から離れた側にあり、低テーパ角の第２のテーパ面７は、メンブレン２に近い側に形成される。垂直面６と第２のテーパ面７は連続して形成されている。

[0042] 図３（ａ）に示すように、第２の面４ｂから第１の面４ａに向けて垂直に引いた第１の面４ａまでの高さ寸法（＝支持基板４の高さ寸法）をｔ１とする。また、第２のテーパ面７の高さ寸法を、第１のテーパ面６と第２のテーパ面７との変曲点ｐから第１の面４ａまで垂直に引いた垂直面ｖの高さ寸法ｔ２で規定する。さらに、垂直面ｖから第２のテーパ面の突出幅をｗとする。

[0043] 本実施の形態では、ｔ２／ｔ１が、０．３以上０．８５未満であることが

好ましい。また、ｗ／ｔ２が、０．４以上１．４以下であることが好ましい。これにより、支持基板４の高さ寸法ｔ１にかかわらず、支持基板４の強度を高めつつ、メンブレン２側への接触面積も確保でき、破損抑制効果を高めることができる。ここで、側面４ｅが３つ以上テーパ面で構成されるとき、ｔ２／ｔ１、ｗ／ｔ２の対象となるテーパ面は、メンブレン２に最も近いテーパ面が該当する。

[0044] 図３（ｂ）に示す支持基板４の側面４ｅも図３（ａ）と同様に、第１のテーパ面（垂直面）６と第２のテーパ面１７で形成されるが、図３（ｂ）と異なって、第２のテーパ面１７は、直線状でなく凹面状で形成される。このように、第２のテーパ面１７を凹面状で形成することで、第２のテーパ角θ２をより小さくでき、すなわち、第２のテーパ面７をより緩やかな形状で形成できる。

[0045] ここで、図３（ｂ）において、第２のテーパ面１７の第２のテーパ角θ２は、第１の面４ａの縁部４ｃから第２のテーパ面１７に接する接線Ｌを引き、第１の面４ａと接線Ｌとの間の角度で第２のテーパ角θ２を定めることができる。このとき、凹面で形成された第２のテーパ面１７の第２のテーパ角θ２は、５０°以下であり、好ましくは、３０°以下であり、より好ましくは、１０°以下である。

[0046] 図３では、高さ寸法ｔ１、ｔ２、及び突出幅ｗの基準面として第１の面４ａを用いたが、シリコン基板３０の第３の面４ｆ（図２等参照）を基準面にして、高さ寸法ｔ１、ｔ２、及び突出幅ｗを測定することができる。特に、図３（ｂ）の構成において、第２のテーパ角θ２の測定は、シリコン基板３０の側面にて測定するほうが明確且つ容易に行える場合があるため、絶縁層３の部分を除いて測定することが好ましい。絶縁層３の厚みはきわめて薄いため、絶縁層３を除いたシリコン基板３０だけでｔ２／ｔ１及び、ｗ／ｔ２を測定しても、上記した数値範囲に変更はない。

[0047] また、本実施の形態では、図２に示すように、支持基板４のメンブレン２側の第１の面４ａの縁部４ｃと、該縁部４ｃから最も近いメンブレン２の開

口５までの距離Ｄが、３０μｍ以上１００μｍ以下であることが好ましい。この距離Ｄは、水平方向（第１の面４ａと平行な面方向）の距離である。

[0048] 距離Ｄが小さすぎると、メンブレン２に複数の開口５を形成する工程において、特に、製造プロセスにおける洗浄などの影響を受けて破損など生じやすくなる。一方、距離Ｄが大きすぎると、支持基板４を構成する柱状部１６ａや、外周フレーム１６ｂの幅寸法が小さくなり細い形状になるため強度が保てなくなる。したがって、破損抑制効果及び強度の観点より、距離Ｄを、３０μｍ以上１００μｍ以下とした。この構成においては、支持基板４の側面４ｅは傾斜したテーパ面を有していれば足り、テーパ角を限定するものではないが、図１、図２で説明したように、好ましくは、８０°未満であり、７０°以下であることがより好ましく、６０°以下であることがさらに好ましく、５０°以下であることがさらにより好ましく、４０°以下であることがさらにより好ましく、３０°以下であることがさらにより好ましい。

[0049] 以上、詳述した本実施の形態の蒸着マスク１によれば、以下の発明が独立して存在できる。

（１）支持基板４の側面４ｅは、メンブレン２を支持する面と平行な面との間のテーパ角θが、８０°未満となるテーパ面を含む発明（図１参照）。

[0050] （２）支持基板４の側面４ｅは、メンブレン２を支持する面と平行な面との間のテーパ角が異なる少なくとも第１のテーパ面６と第２のテーパ面７とを有し、第２のテーパ面７は、第１のテーパ面６よりもテーパ角が小さく、メンブレン２に近い側に形成されており、第２のテーパ面のテーパ角θ２が、８０°未満の発明（図２、図３参照）。

[0051] （３）支持基板４の側面４ｅは、メンブレン２を支持する面と平行な面との間のテーパ角が異なる少なくとも第１のテーパ面６と第２のテーパ面７とを有し、第２のテーパ面７は、第１のテーパ面６よりもメンブレン２に近い側に形成されており、支持基板４の高さ寸法をｔ１とし、第２のテーパ面７の高さ寸法をｔ２とし、第２のテーパ面７の突出幅をｗとしたとき、ｔ２／ｔ１が、０．３以上０．８５未満であり、ｗ／ｔ２が、０．４以上１．４以下

である発明（図３参照）。

[0052] （４）支持基板４の側面４ｅは、テーパ面を含み、支持基板４のメンブレン２と対向する側の面の縁部４ｃと、支持基板４に最も近い開口５との間の距離Ｄが、３０μｍ以上１００μｍ以下である発明（図２、図１４参照）。

[0053] なお、本実施の形態では、上記の各発明（１）～（４）が複数組み合わせられてもよい。例えば、発明（２）と発明（３）とが組合わせられてもよく、発明（１）と発明（４）とが組合わせられてもよい。

[0054] ＜メンブレン２と支持基板４との関連性について＞

図１に示すように、メンブレン２に形成された複数の開口５の側壁面５ａは傾斜しており、この側壁面５ａのテーパ角をθ３とする。図１に示すように、開口５のテーパ角θ３は、開口５の表面（被蒸着基板と対向する側の面）２ａと、側壁面５ａとの間の角度で規定される。このテーパ角θ３は、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θと異なる。なおテーパ角θ３と比較する支持基板４のテーパ角は、図２、図３のように、側面４ｅが複数のテーパ面で形成される場合、メンブレン２に最も近い側のテーパ面（図２、図３では、第２のテーパ面７、１７）のテーパ角θ２と比較される。

[0055] そして、メンブレン２の開口５のテーパ角θ３は、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θ、θ２よりも大きいことが好ましい。

[0056] 超高解像度ディスプレイにおいては、開口ピッチが狭く、テーパ角θ３を小さくできない制約がある。限定するものではないが、開口５のテーパ角θ３は、８０°以上で９０°よりも小さい範囲である。一方、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θ、θ２は、破損抑制効果を高めるべく小さいことが好ましく、テーパ角θ、θ２＜テーパ角θ３となるように制御することが望ましい。

[0057] また、本実施の形態では、メンブレン２と支持基板４との厚さ寸法が異なっている。具体的には、メンブレン２は、支持基板４よりも薄い。メンブレン２の厚みの上限を限定するものではないが、１０μｍ以下であり、好ましくは、５μｍ以下である。厚みが薄いことで蒸着効率が高まり、かつ、高精

細化がしやすい。また、メンブレン２の厚みの下限を限定するものではないが、加工性や耐久性などの観点から１μｍ以上であることが好ましい。

[0058] 一方、支持基板４の厚み（図３（ａ）に示す高さ寸法ｔ１に該当）は、例えば、１００μｍ～１０００μｍ程度である。支持基板４のうち、シリコン基板３０が大部分を占めており、高さ寸法ｔ１のうち略８０％以上、好ましくは略９０％以上、より好ましくは略９５％以上、さらにより好ましくは９９％以上をシリコン基板３０が占める。

[0059] 蒸着マスク１を介して、被蒸着基板１０に成膜される蒸着膜１３のパターン精度（矩形性）や、蒸着効率を考慮すると、メンブレン２の厚みは薄いほうが好ましい。一方、支持基板４は、マスク強度やメンブレン２への支持安定性などを考慮すると厚いほうが好ましい。したがって、支持基板４の厚み＞メンブレン２の厚みとなるように制御することが好ましい。

[0060] 上記のように、メンブレン２の厚みは薄いほうが好ましいが、薄くなるほど破損しやすい。メンブレン２の厚みが５μｍ以下であると、特に破損の影響が大きくなるため、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θをできる限り小さくしたり、或いは、図３（ａ）に示す側面４ｅをテーパ角が異なる複数のテーパ面で形成したり、或いは図３（ｂ）に示すように、テーパ面を凹面で形成するなど、破損抑制効果を高めることが好ましい。

[0061] ＜本実施の形態における蒸着マスク１の製造方法について＞

図５は、本実施の形態の蒸着マスク１の第一の製造方法を示す工程図である。ここで、図５、及び後述の図６に示す製造過程の蒸着マスク１は、ある一つの開口領域１５付近のみを示しているが、実際には図１に示す複数の開口領域１５を同時に形成していく。図５（ａ）ではＳＯＩ基板９を準備する。ＳＯＩ基板９は、メンブレン２、絶縁層３及びシリコン基板３０（絶縁層３及びシリコン基板３０を合わせて支持基板４）の積層構造からなる。各層の材質や厚みなどは、図１で説明したので、そちらを参照されたい。

[0062] なお、ＳＯＩ基板９の場合は、直径を限定するものではないが、本実施の形態では、５００ｍｍ程度にまで対応可能である。

[0063] 図５（ｂ）では、メンブレン２の表面にマスク層１４をパターン形成する。マスク層１４はレジストであることが好ましく、露光現像によりパターン形成できる。マスク層１４には複数の貫通孔１４ａを形成する。この貫通孔１４ａは、メンブレン２に開口５を形成するための開口パターンである。

[0064] 次に、図５（ｃ）では、マスク層１４の貫通孔１４ａから露出するメンブレン２をドライエッチングする。例えば、本実施の形態では、メンブレン２を深堀りエッチングする。いわゆるボッシュプロセスにて、例えば、SF_6によるＳｉのエッチングと、C_4F_8によるポリマー膜の生成を繰り返して、シリコンを深く掘り、側壁保護と底部エッチングとを交互に進行させる方法を用いることが好ましい。

[0065] このとき、図５（ｃ）に示すように、逆テーパ面を形成するように、エッチングガスの組成、流量、エッチングチャンバー内部圧力、高周波電源の電力等を適宜調整する。

[0066] 例えば、ドライエッチング装置で、SF_6ガスとC_4F_8ガスを交互に使用しボッシュプロセスを実施した。SF_6ガスを使用してフッ素ラジカルを使用した等方性ドライエッチングを行うモードと同じガスを使用して、エッチングされる基板にバイアスを印加することにより、フッ素イオンを使用した異方性ドライエッチングを実施した。例えば、処理条件は、SF_6ガスを０～５００ｓｃｃｍ、C_4F_8ガスを０～３００ｓｃｃｍ、Ｐｌａｔｅｎ　ＬＦを０～１５００Ｗ、Ｃｏｉｌ　ＲＦを３００～１５００Ｗ、チャンバー圧力を１～１０Ｐａとし、各種条件を調整した。

[0067] 上記したボッシュプロセスにより、メンブレン２には複数の開口５を深堀り形成でき、このとき、開口５の側壁面５ａのテーパ角θ３を適宜調整できる。

次に、図５（ｄ）に示す工程では、マスク層１４を除去する。これにより、メンブレン２に複数の開口５が形成されたＳＯＩ基板９が完成する。

[0068] 次に、図５（ｅ）に示す工程では、メンブレン２の表面に保護層２０を形成する。これにより、メンブレン２の表面全体を適切に保護できる。限定す

るものではないが、保護層２０は、例えば、レジストフィルムである。

[0069] 次に、図５（ｆ）に示す工程では、ＳＯＩ基板９の裏面にあたるシリコン基板３０の表面に、マスク層２１を形成する。限定するものではないが、マスク層２１は、レジストパターンである。図５（ｆ）に示すように、マスク層２１をメンブレン２に形成された開口５と厚さ方向で対向する開口領域１５には形成せず、周囲領域１６（図１も参照）にのみ設ける。なお、マスク層２１を、図５（ｂ）の工程時にマスク層１４とともに形成してもよい。

[0070] そして、図５（ｇ）に示す工程では、マスク層２１に覆われていないシリコン基板３０を、例えば、ドライエッチングで除去し、図５（ｈ）に示す工程では、シリコン基板３０を除去したことで現れる絶縁層３をウエットエッチングで除去する。このとき、メンブレン２は、ウエットエッチングの影響を受けず、複数の開口５を有する形態を維持する。

[0071] そして、図５（ｉ）に示す工程では、保護層２０及びマスク層２１を除去する。これにより、蒸着マスク１が完成する。

[0072] 図６は、本実施の形態の蒸着マスク１の第二の製造方法を示す工程図である。図６（ａ）ではＳＯＩ基板９を準備する。ＳＯＩ基板９は、メンブレン２、絶縁層３及びシリコン基板３０の積層構造からなる。各層の材質や厚みなどは、図１で説明したので、そちらを参照されたい。

[0073] なお、ＳＯＩ基板９の場合は直径を限定するものではないが、本実施の形態では、５００ｍｍ程度にまで対応可能である。

[0074] 次に、図６（ｂ）に示す工程では、ＳＯＩ基板９の裏面にあたるシリコン基板３０の表面にマスク層２１を形成する。限定するものではないが、マスク層２１は、レジストパターンである。図６（ｆ）と同様に、マスク層２１をＳＯＩ基板９の周囲領域にのみ設ける。

[0075] 次に、図６（ｃ）に示す工程では、マスク層２１に覆われていないシリコン基板３０を、例えば、ドライエッチングで除去し、図６（ｄ）に示す工程では、シリコン基板３０を除去したことで現れる絶縁層３をウエットエッチングで除去する。

[0076] 次に、図６（ｅ）の工程では、メンブレン２の裏面にマスク層２２を形成する。限定するものではないが、マスク層２２をレジストパターンで形成できる。図６（ｅ）に示すように、マスク層２２に複数の開口２２ａを露光現像にてパターン形成する。

[0077] 次に、図６（ｆ）の工程では、開口２２ａから露出するメンブレン２をエッチング処理する。このエッチング処理はドライエッチングであり、限定するものではないが、フッ素化合物及び酸素を含み、さらには場合により希ガスを含んで成るエッチングガスを用いることが好ましい。

[0078] フッ素化合物は、例えば、CF_4、SF_6、NF_3、BF_3、PF_5及びF_2から１種以上を選択でき、また、希ガスは、ヘリウムやアルゴンから１種以上選択できる。

[0079] 例えば、ドライエッチング装置で、CF_4ガス、O_2ガス、及び、Ａｒガスを使用し、エッチングを実施した。処理条件は、CF_4ガスを１０～１００ｓｃｃｍ、O_2ガスを０～１００ｓｃｃｍ、Ａｒガスを、０～２００ｓｃｃｍ、ＩＰＣパワーを２００～１０００W、ＲＩＥパワーを０～１０００W、及びチャンバー圧力を１～１０Ｐａとし、各種条件を調整した。

[0080] 図６（ｆ）の工程では、メンブレン２に、マスク層２２側から離れるにしたがって（メンブレン２の表面２ａに向けて）、徐々に幅寸法が小さくなる開口５を形成できる。これにより、開口５の側壁面５ａをテーパ面で形成できる。そして、図６（ｇ）の工程では、マスク層２２を除去する。これにより、蒸着マスク１が完成する。

[0081] 図５（ｇ）や図６（ｃ）に示す工程にて、支持基板４を構成するシリコン基板３０の側面４ｅをテーパ面で形成する方法を限定するものではないが、例えば、ドライエッチング装置で、CF_4ガス、O_2ガス、及び、Ａｒガスを使用し、エッチングを実施した。フッ素化合物は、例えば、CF_4、SF_6、NF_3、BF_3、PF_5及びF_2から１種以上を選択でき、また、希ガスは、ヘリウムやアルゴンから１種以上選択できる。

[0082] 処理条件は、CF_4ガスを１０～１００ｓｃｃｍ、O_2ガスを０～１００ｓ

ｃｃｍ、Ａｒガスを、０～２００ｓｃｃｍ、ＩＰＣパワーを２００～１０００Ｗ、ＲＩＥパワーを０～１０００Ｗ、及びチャンバー圧力を１～１０Ｐａとし、各種条件を調整した。これにより、シリコン基板３０の側面４ｅをテーパ面で形成できる。

[0083] また、図３（ａ）（ｂ）に示すように、支持基板４の側面４ｅを、第１のテーパ面（垂直面）６と第２のテーパ面７、１７との組み合わせで形成する場合は、例えば、垂直プロセスと、上記したドライエッチングプロセスとを組み合わせることで達成できる。

[0084] 垂直プロセスとしては、例えば、ドライエッチング装置で、SF_6ガスとC_4F_8ガスを交互に使用しボッシュプロセスを実施した。SF_6ガスを使用してフッ素ラジカルを使用した等方性ドライエッチングを行うモードと同じガスを使用して、エッチングされる基板にバイアスを印加することにより、フッ素イオンを使用した異方性ドライエッチングを実施した。例えば、処理条件は、SF_6ガスを０～５００ｓｃｃｍ、C_4F_8ガスを０～３００ｓｃｃｍ、Ｐｌａｔｅｎ　ＬＦを０～１５００Ｗ、Ｃｏｉｌ　ＲＦを３００～１５００Ｗ、チャンバー圧力を１～１０Ｐａとし、各種条件を調整した。

或いは、上記の垂直プロセスとウエットエッチングプロセスを組み合わせることでもよい。

[0085] ウエットエッチングプロセスとしては、例えば、フッ酸、硝酸、酢酸の混合液やフッ酸を用いた電解エッチング、水酸化カリウム、ＴＭＡＨを用いた結晶異方性のエッチングを選択し、所望の角度を得る為の処理を行った。一例として、フッ酸、硝酸、酢酸混合液を用いて処理し、その際の処理温度を２０℃～４０℃とした。

[0086] 或いは、上記したドライエッチングプロセスと、ウエットエッチングプロセスとを組み合わせたり、ドライエッチングプロセスのプロセス途中で、エッチング条件を変更することで、テーパ角の異なる複数のテーパ面で、支持基板４の側面４ｅを形成できる。

[0087] なお、図５（ｈ）や図６（ｄ）において、支持基板４を構成する絶縁層３

を除去する工程では、残される絶縁層３の側面も、シリコン基板３０のテーパ角に倣って形成されやすいが、条件によっては、絶縁層３の側面は略垂直面で形成されたり、逆テーパ面で形成されることもある。また、絶縁層３は、シリコン基板３０に比べてきわめて薄いため、絶縁層３の側面の判断が困難な場合もある。よって、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θ、θ２は、図１や図２に示すように、シリコン基板３０の側面４ｅの角度で測定することが好ましい。

[0088] 本実施の形態の製造方法によれば、支持基板４の側面４ｅのテーパ角θ、θ２を８０°未満に調整することができる。

[0089] また、本実施の形態では、支持基板４の第２の面４ｂから第１の面４ａの方向に向けて垂直に引いた高さ寸法をｔ１とし、第２のテーパ面７の高さ寸法をｔ２とし、第２のテーパ面７の突出幅をｗとしたとき、ｔ２／ｔ１が、０．３以上０．８５未満であり、ｗ／ｔ２が、０．４以上１．４以下となるように、上記したエッチング条件を制御することが好ましい。

[0090] また、本実施の形態では、図２に示すように、支持基板４の第１の面４ａの縁部４ｃと、支持基板４に最も近い開口５との間の距離Ｄが、３０μｍ以上１００μｍ以下となるように、上記したエッチング条件を調整することが好ましい。

[0091] ＜本実施の形態における電子デバイスの製造方法＞

本実施の形態では、図４に示すように、蒸着マスク１を、被蒸着基板１０と蒸着源１１との間に配置する。このとき、蒸着マスク１のメンブレン２の表面２ａ側を被蒸着基板１０側に向け、メンブレン２の裏面２ｂ側を蒸着源１１側に向ける。メンブレン２には複数の開口５が形成されており、開口幅は、被蒸着基板１０側のほうが蒸着源１１側より狭くなっている。

[0092] 蒸着マスク１を、蒸着装置のホルダ（図示しない）に設置し、このとき静電チャックにて、蒸着マスク１と被蒸着基板１０とを固定できる。ホルダの軸中心を回転軸として、蒸着マスク１及び被蒸着基板１０を回転させる。

[0093] 蒸着源１１から蒸着材料（蒸着粒子）１２が蒸着マスク１の開口５を通じ

て、被蒸着基板１０の表面１０ａに到達し、蒸着膜１３が成膜される。

[0094] 本実施の形態では、電子デバイスとして、ＯＬＥＤマイクロディスプレイパネル、液晶パネル、太陽電池などを例示でき、特に、有機電子デバイスとしてのＯＬＥＤマイクロディスプレイパネルの製造方法に適している。

[0095] 上記にて実施の形態及び変形例を説明したが、他の実施の形態として、上記の実施の形態及び変形例を全体的又は部分的に組み合わせたものでもよい。

[0096] また、本発明は上記の実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、技術的思想の趣旨を逸脱しない範囲において様々に変更、置換、変形されてもよい。さらに、技術の進歩又は派生する別技術によって、技術的思想を別の仕方で実現することができれば、その方法を用いて実施されてもよい。従って、特許請求の範囲は、技術的思想の範囲内に含まれ得る全ての実施態様をカバーしている。

[0097] 図１に示す蒸着マスク１とは異なる層構成の実施の形態について説明する。

図１に示す蒸着マスク１は、ＳＯＩ基板にて形成されるが、例えば、図７に示すように、枠体状のシリコン基板３０の表面にＳｉＮやＳｉO_2などのメンブレン３１を成膜し、シリコン基板３０が除去された中央領域のメンブレン３１に複数の開口３２が形成された構成であってもよい。メンブレンはＣＶＤで形成されるが、応力制御がしやすい観点で、ＳｉＮを用いることが好ましい。

[0098] 図７に示すシリコン基板３０は、本実施の形態の支持基板を構成し、上記した発明（１）～（４）の少なくとも一つを有することが好ましい。これにより、破損抑制効果を高めることができる。

[0099] 図８から図１０に示す別の実施の形態では、図１と同様に、ＳＯＩ基板９を用いているが、図８では、ＳＯＩ基板９の裏面側（支持基板４側、蒸着源１１と対向する側）にＳｉＮ層３３が形成され、図９では、ＳＯＩ基板９の表面側（半導体層２側、被蒸着基板１０と対向する側）にＳｉＮ層３３が形

成され、図１０では、ＳＯＩ基板９の裏面側及び表面側の双方にＳｉＮ層３３が形成される。ＳＯＩ基板９の表面側（半導体層２側）にＳｉＮ層３３が形成される構成では、図９や図１０に示すように、半導体層２と連続して開口５が形成される。

[0100] ＳｉＮ層３３を設けることで、蒸着マスクを応力制御しやすく、歪み等を抑制できる。

また、ＳＯＩ基板９の表面側に形成されるＳｉＮ層３３は、ＳＯＩ基板９の裏面側に形成されるＳｉＮ層３３より薄いことが好ましい。限定されるものではないが、ＳＯＩ基板９の表面側に形成されるＳｉＮ層３３の膜厚は、０．０５μｍ～０．５μｍ程度であり、ＳＯＩ基板９の裏面側に形成されるＳｉＮ層３３の膜厚は、０．０５μｍ～３μｍ程度である。半導体層２は、支持基板４よりも薄く、しかも半導体層２には多数の開口５も形成されているため、表面側と裏面側とでバランスよく応力制御すべく、ＳＯＩ基板９の表面側に形成されるＳｉＮ層３３を、ＳＯＩ基板９の裏面側に形成されるＳｉＮ層３３より薄く形成している。

[0101] また、支持基板４及びメンブレン２の少なくとも一方が多結晶シリコン構造であってもよい。これにより、多結晶は明確な劈開面が存在しないので、劈開面を有する単結晶シリコンを用いるよりも、劈開方向へ破断され難くなる。

また、単結晶のシリコン材料から大型の基板を作ることは技術的に困難であるが、蒸着マスク１を多結晶シリコン構造とすることで単結晶のシリコン基板よりも大きいサイズのシリコン基板を容易に形成できる。また、蒸着マスク１の平面形状を多角形状（例えば、四角形状）とすることで、蒸着マスク１を丸形状とするよりも面取り効率を高めることができると同時に面数も増やすことができる。なお、大きいサイズのシリコン基板とは５００ｍｍ×５００ｍｍ以上であることが好ましい。

実施例

[0102] 以下、本発明の実施例及び比較例により本発明の効果を説明する。なお、

本発明は、以下の実施例によって何ら限定されるものではない。

蒸着マスク内に、図１１に示すように、３０セルを形成し、洗浄による破損状況を確認した。

[0103] 使用した蒸着マスクは、ＳＯＩ基板であり、ＳＯＩ基板には、シリコン基板（６７５μｍ）／絶縁層（０．５μｍ）／メンブレン（４μｍ）を使用した。括弧書きは、厚さを示す。メンブレンは、Ｓｉ層であり、絶縁層は、SiO_2層であった。なお、シリコン基板と絶縁層を合わせて、メンブレンを支持する支持基板が構成される。なお、ＳＯＩ基板の外径は、２００ｍｍであった。

[0104] メンブレンには、各セルに、開口幅が５～１０μｍの複数の開口を形成した。また、支持基板４の側面４ｅを、図１に示す１段テーパ、或いは、図３（ａ）や図３（ｂ）に示す２段テーパで形成した。テーパ角は、ＳＥＭ観察で測長した。測定に使用した装置は、ＳＵ３５００　日立ハイテクノロジーズ製であった。

[0105] 実験では、テーパ角が異なる実験例１～実験例１０を用いて、洗浄を繰り返し実施し、マスク内の３０セルの破損状況を確認した。

[0106] 図１２（ａ）は、実験例５における支持基板のＳＥＭ写真であり、図１２（ｂ）は、その模式図である。図１２（ｂ）に示すように、実験例５では、垂直面とテーパ面との２段傾斜で形成されており、テーパ面は凹面状であった。そして、テーパ面のテーパ角θ２は、１０°であった。また、図１３（ａ）は、実験例８における支持基板のＳＥＭ写真であり、図１３（ｂ）は、その模式図である。図１３（ｂ）に示すように、実験例８では、垂直面とテーパ面との２段傾斜で形成されており、テーパ面は略直線状であった。そして、テーパ面のテーパ角θ２は、６０°であった。なお、この実験では、図２のように、シリコン基板の側面のテーパ角θ２を測定した。

[0107] 洗浄は、蒸着マスクを縦置き（マスク厚さ方向と直交する方向を上下方向に置いた）にして行った。硫酸浸漬、純水浸漬、及びマスク揺動（上下３往復させた）を１サイクルにし、これを５回繰り返した。

[0108] 脱落やクラックなど蒸着マスクとしての機能を果たせなくなる状態を「破損」と認定し、外観目視や、目視や顕微鏡観察にとるクラック有無の確認により破損有無を評価した。

実験例１～１０の実験結果を以下の表１に示す。

[0109]

[表1]

	マスク層との接線角度[°]	支持基板(シリコン基板)の断面形状	破損発生率[%]	判定	t1 [μm]	t2 [μm]	W [μm]	t2/t1	W/t2
実験例1	50	傾斜	3	○	675	—	565	—	—
実験例2	70	傾斜	10	△	675	—	245	—	—
実験例3	80	傾斜	17	×	675	—	120	—	—
実験例4	90	垂直	30	×	675	—	—	—	—
実験例5	10	2段傾斜	0	◎	675	450	605	0.67	1.34
実験例6	30	2段傾斜	0	◎	675	400	300	0.59	0.75
実験例7	50	2段傾斜	3	○	675	250	275	0.37	1.10
実験例8	60	2段傾斜	3	○	675	275	250	0.41	0.91
実験例9	70	2段傾斜	7	△	675	470	200	0.70	0.43
実験例10	80	2段傾斜	20	×	675	575	100	0.85	0.17

[0110] 表１に示すように、実験例１～実験例３は、図１に示す１段傾斜形状であ

った。実験例４は、支持基板の側面全体が垂直面であった。実験例５～実験例１０は、図３（ａ）（ｂ）に示す２段傾斜形状であった。これらは、いずれも垂直面とテーパ面の組み合わせであった。

[0111] 表１に示す「判定」は、破損発生率が２％以下の場合、◎、２％超５％以下の場合、○、５％超１０％以下の場合、△、１０％超の場合、×とした。

[0112] 表１に示すように、テーパ角が８０°～９０°の実験例では、破損発生率が非常に高く判定は×であった。したがって、この実験結果から、好ましいテーパ角を８０°未満に、より好ましいテーパ角を７０°以下に設定した。

[0113] また、２段傾斜で形成することで、破損発生率を効果的に低減できた。特に、垂直面を一部設けることで、図１２に示すようにテーパ角θ２を小さくしやすく、またテーパ角を１０°～３０°と非常に緩やかなテーパ面とすることで、破損発生率を約０％にできた。

[0114] 次に、表２に示すように、距離Ｄ、開口幅Ｗ１、及び開口間寸法Ｗ２を適宜調整し、破損発生率を測定した。

[0115] なお、表２におけるテーパ角３０°の実験例については、図２に示す第２のテーパ角θ２が３０°の２段形状となるように、ドライエッチングプロセスとウエットエッチングプロセスとを組み合わせで作製し、表２におけるテーパ角６０°の実験例については、図１に示す傾斜形状となるようにドライエッチングプロセスのみで作製した。

[0116] 距離Ｄは、図１４に示すように、支持基板４のメンブレン２側の第１の面４ａの縁部４ｃと、該縁部４ｃから最も近いメンブレン２の開口５までの距離を指す。開口幅Ｗ１は、図１４（ｂ）に示すように、メンブレン２の表面２ａに沿う開口５の幅寸法を指す。また、開口間寸法Ｗ２は、メンブレン２の表面２ａにおける開口間距離を指す。

[0117] 洗浄方法は、表１の実験と同様であり、洗浄評価は、洗浄後、支持基板に近い位置の開口間に生じるクラック、破損を顕微鏡で４０か所観察し、破損発生率を算出した。その実験結果が以下の表２に示されている。

[0118]

[表2]

実験例	距離D［μm］	開口幅W1［μm］	開口間寸法W2［μm］	テーパ角θ［°］	破損発生率［%］	判定
11	10	5	3	60	38	×
12	10	5	3	30	33	×
13	10	10	10	60	25	×
14	10	10	10	30	20	×
15	30	10	10	60	8	△
16	30	10	10	30	5	○
17	50	5	3	60	5	○
18	50	5	3	30	5	○
19	50	10	10	60	3	○
20	50	10	10	30	0	◎
21	100	5	3	60	3	○
22	100	5	3	30	0	◎
23	100	10	10	60	3	○
24	100	10	10	30	0	◎

[0119] 表２に示すように、実験例１１～実験例１４では、距離Ｄが１０μｍであり、破損発生率が１０％よりも高くなり判定は×であった。すなわち、距離Ｄが近づきすぎると、製造プロセスにおける洗浄などの影響を受けて破損やクラックが生じやすくなる。

[0120] そこで、本実施例では、距離Ｄを３０μｍ以上１００μｍ以下とした。また、開口幅は、５～１０μｍ程度であり、開口間寸法は３～１０μｍ程度が好ましいとわかった。

[0121] 本出願は、２０２３年１１月１６日出願の特願２０２３－１９５１８５に基づく。この内容は全てここに含めておく。

請求の範囲

[請求項1] 被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するための蒸着マスクであって、

複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、

前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、

前記支持基板の側面は、前記メンブレンを支持する面と平行な面との間のテーパ角が、８０°未満となるテーパ面を含む、

ことを特徴とする蒸着マスク。

[請求項2] 前記テーパ角は、７０°以下である、ことを特徴とする請求項１に記載の蒸着マスク。

[請求項3] 前記テーパ角は、６０°以下である、ことを特徴とする請求項１に記載の蒸着マスク。

[請求項4] 前記テーパ面は、凹面で形成される、ことを特徴とする請求項１に記載の蒸着マスク。

[請求項5] 被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するための蒸着マスクであって、

複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、

前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、

前記支持基板の側面は、前記メンブレンを支持する面と平行な面との間のテーパ角が異なる少なくとも第１のテーパ面と第２のテーパ面とを有し、

前記第２のテーパ面は、前記第１のテーパ面よりも前記テーパ角が

小さく、前記メンブレンに近い側に形成されており、

前記第２のテーパ面のテーパ角が、８０°未満である、

ことを特徴とする蒸着マスク。

[請求項6] 前記第１のテーパ面は、略垂直面である、ことを特徴とする請求項５に記載の蒸着マスク。

[請求項7] 前記第２のテーパ面の前記テーパ角は、７０°以下である、ことを特徴とする請求項５に記載の蒸着マスク。

[請求項8] 被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するための蒸着マスクであって、

複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、

前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、

前記支持基板の側面は、前記メンブレンを支持する面と平行な面との間のテーパ角が異なる少なくとも第１のテーパ面と第２のテーパ面とを有し、

前記第２のテーパ面は、前記第１のテーパ面よりも、前記メンブレンに近い側に形成されており、

前記支持基板の高さ寸法をｔ１とし、前記第２のテーパ面の高さ寸法をｔ２とし、前記第２のテーパ面の突出幅をｗとしたとき、ｔ２／ｔ１が、０．３以上０．８５未満であり、ｗ／ｔ２が、０．４以上１．４以下である、ことを特徴とする蒸着マスク。

[請求項9] 被蒸着基板と蒸着源との間に配置し、開口を通じて、前記蒸着源からの蒸着材料を前記被蒸着基板の表面に蒸着するための蒸着マスクであって、

複数の前記開口を備えた開口領域と、前記開口領域の周囲に位置する周囲領域とを有するメンブレンと、

前記周囲領域にて前記メンブレンを支持する支持基板と、を具備し、

前記支持基板の側面は、傾斜した部分を有し、

前記支持基板の前記メンブレンと対向する側の縁部と、前記支持基板に最も近い前記開口との間の距離が、３０μｍ以上１００μｍ以下である、ことを特徴とする蒸着マスク。

[請求項10] 前記メンブレンの開口の側壁面は、前記蒸着源側から前記被蒸着基板側にかけて、開口幅が狭くなるテーパ面を有しており、前記被蒸着基板側の前記メンブレン表面と前記側壁面との間のテーパ角は、前記支持基板のテーパ角よりも大きい、ことを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

[請求項11] 前記支持基板は、前記メンブレンよりも厚い、ことを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

[請求項12] 前記蒸着マスクは、前記支持基板として構成されるシリコン基板に、前記開口を有するメンブレンが支持された構成、或いは、前記支持基板が絶縁層とシリコン基板とを有して構成され、前記シリコン基板と前記メンブレンとの間に前記絶縁層を備えたＳＯＩ基板で構成される、

ことを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

[請求項13] 前記メンブレンが、ＳｉＮからなることを特徴とする請求項１２に記載の蒸着マスク。

[請求項14] 前記蒸着マスクは、ＳＯＩ基板で構成され、前記開口が形成された表面側、或いは、裏面側、又は、前記表面側及び前記裏面側に、ＳｉＮ層が形成される、

ことを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８

、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

[請求項15] 前記メンブレンの厚みは、５μｍ以下である、ことを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

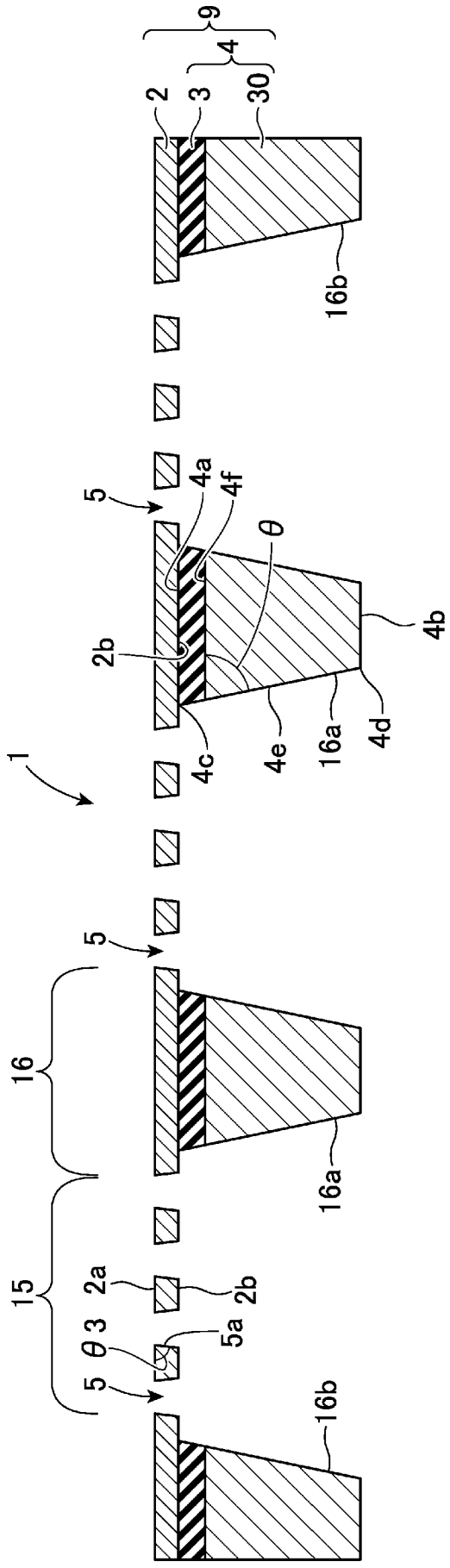
[請求項16] 前記メンブレンまたは前記支持基板の少なくとも一方が、多結晶シリコン構造であることを特徴とする請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスク。

[請求項17] 被蒸着基板と、蒸着源との間に、請求項１、または、請求項５、または、請求項８、または、請求項９に記載の蒸着マスクを、前記メンブレンが前記被蒸着基板に対向するように配置し、

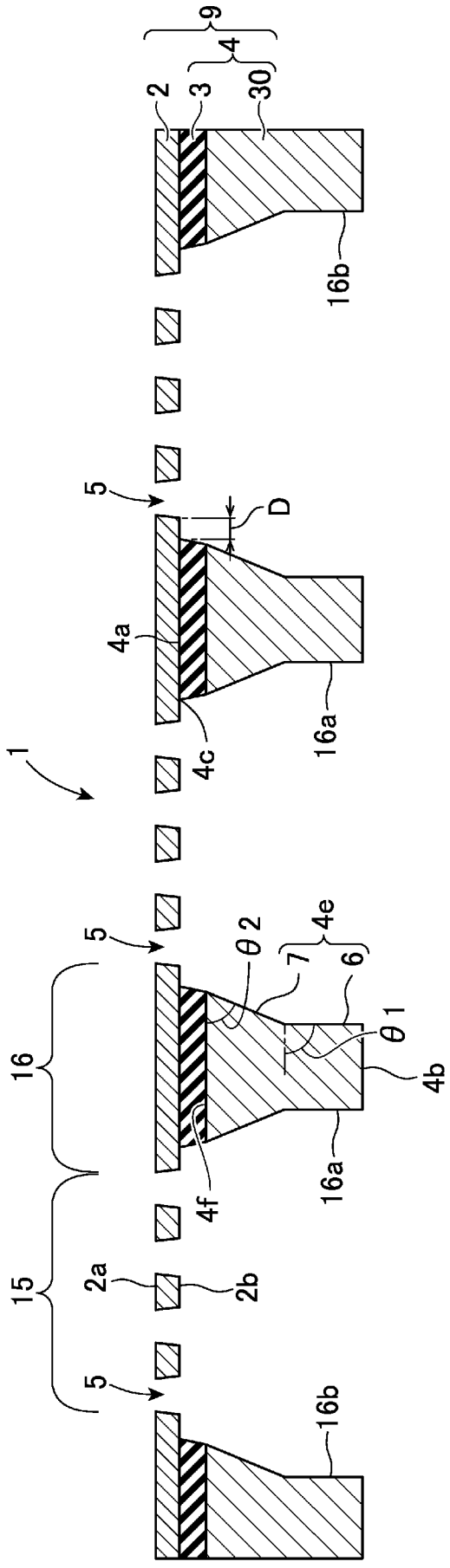
蒸着材料を、前記開口を通じて、前記被蒸着基板の表面に蒸着する、

ことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

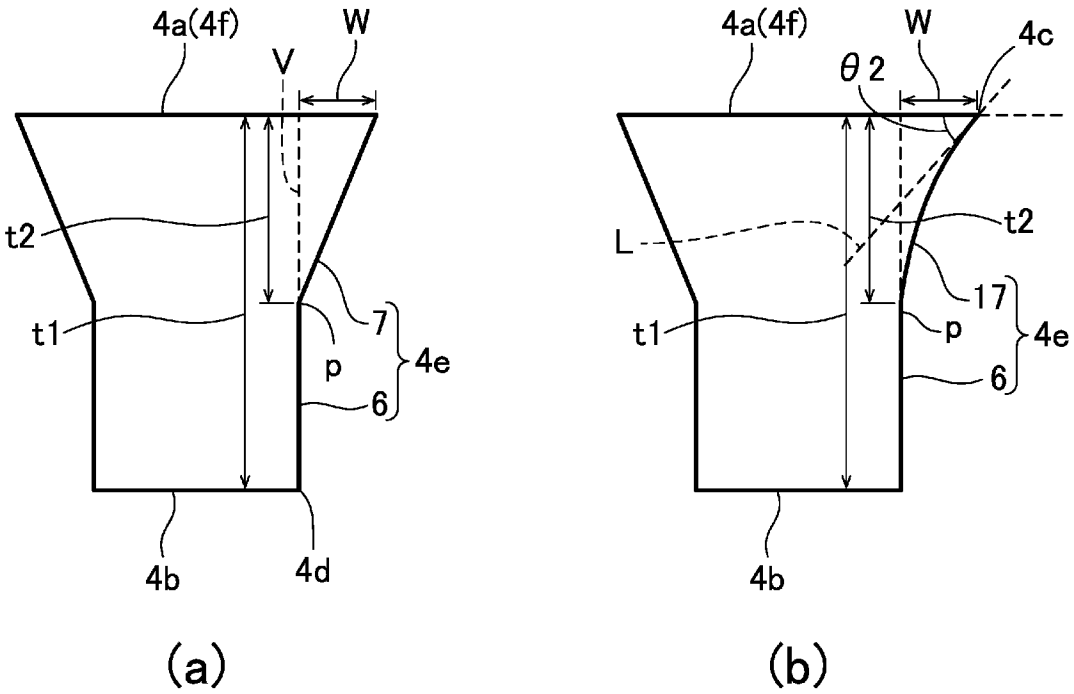
[図1]



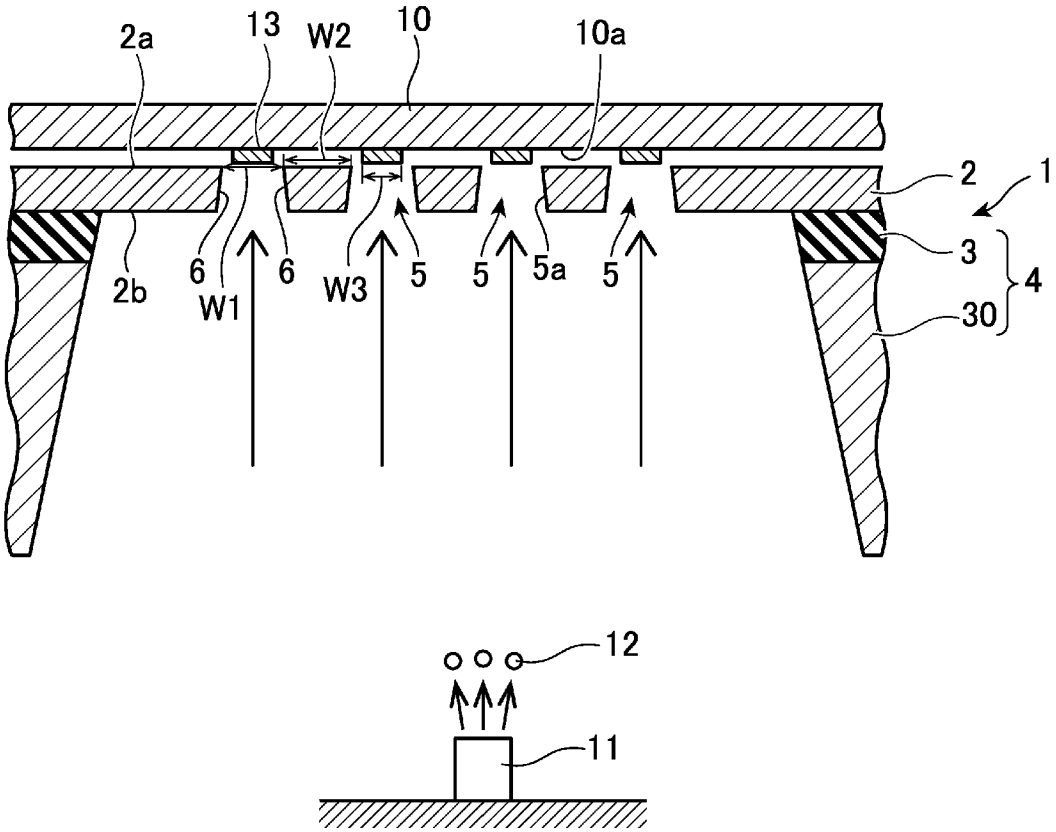
[図2]



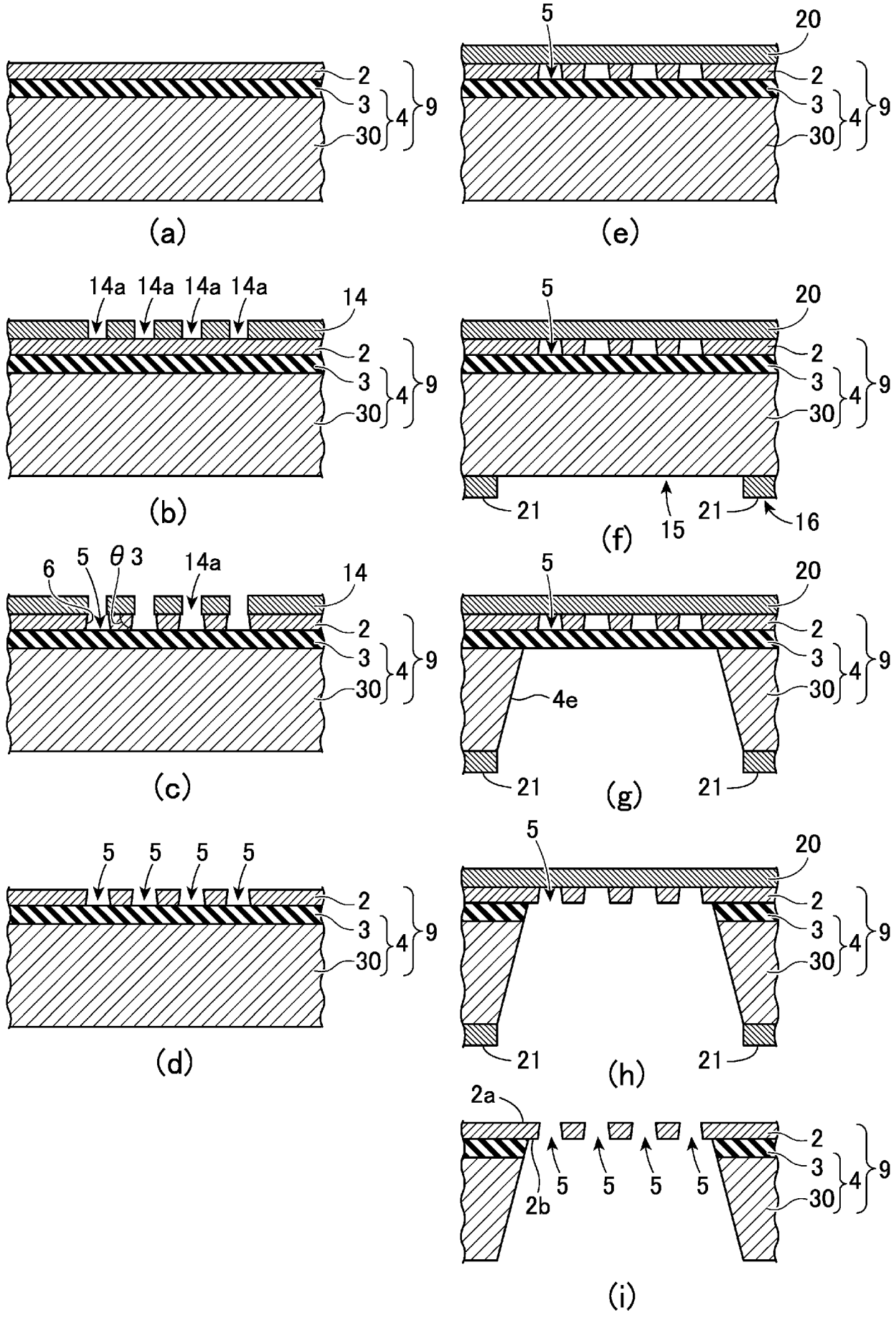
[図3]


4a(4f)
W
V
t2
t1
7
p
4e
6
4b
4d
(a)
4a(4f)
W
4c
θ2
t2
L
17
t1
p
4e
6
4b
(b)

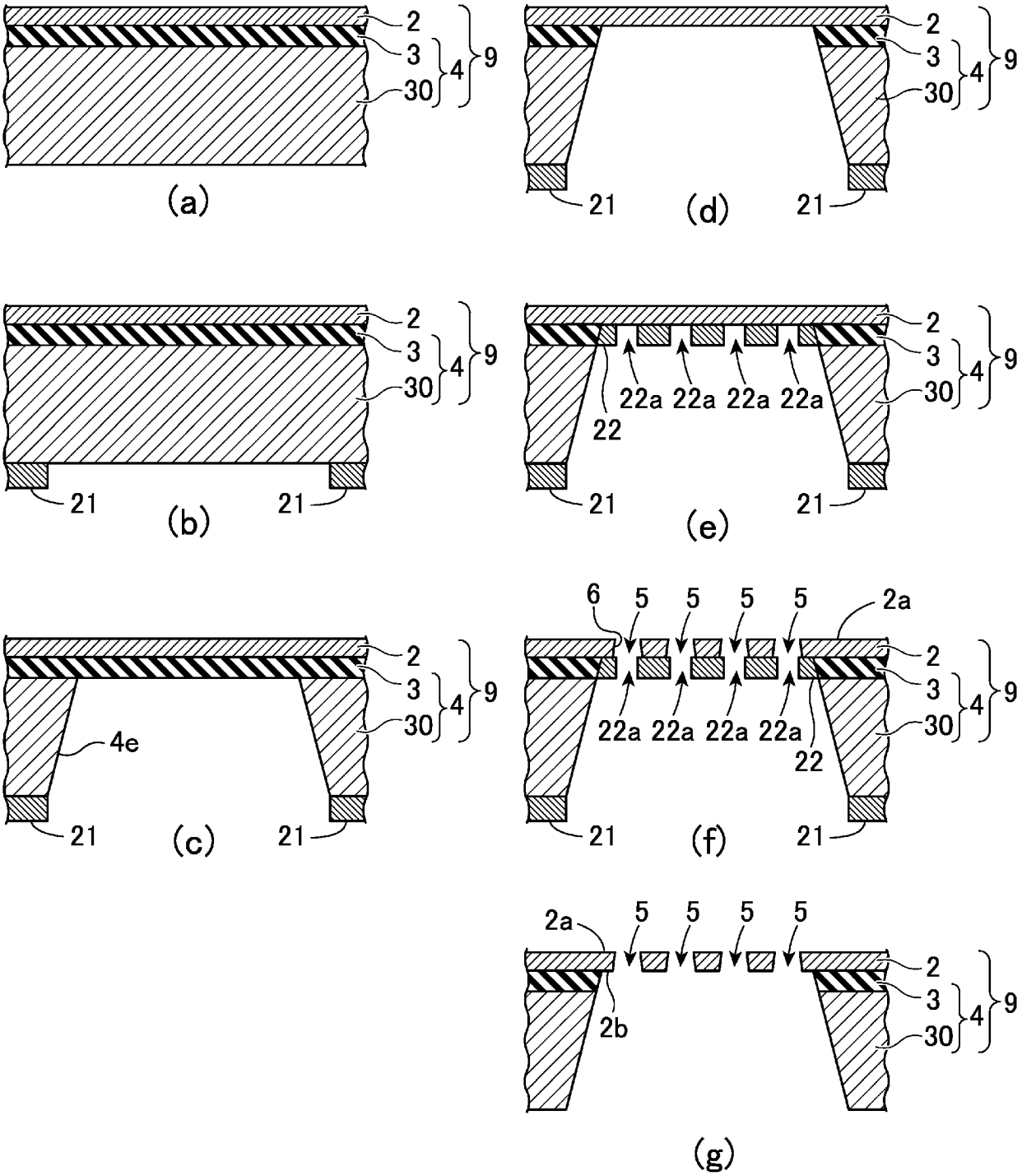
[図4]


2a
13
W2
10
10a
2
1
3
4
30
2b
6
W1
6
W3
5
5
5a
5
12
11

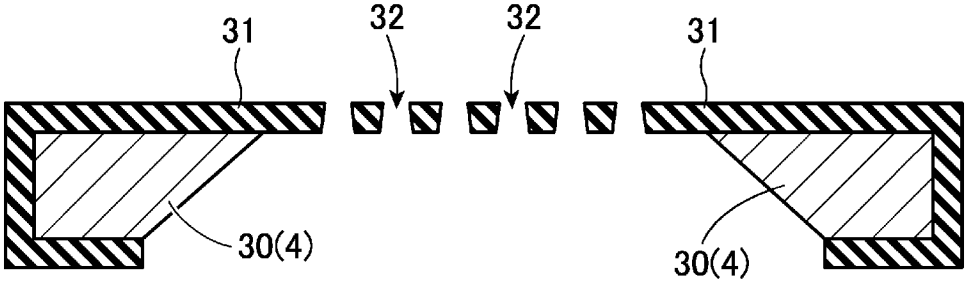
[図5]


2
3
4
9
30
(a)
14a 14a 14a 14a
14
(b)
6
5
θ 3
14a
(c)
5 5 5 5
(d)
5
20
(e)
21
15
21
16
(f)
4e
(g)
(h)
2a
2b
(i)

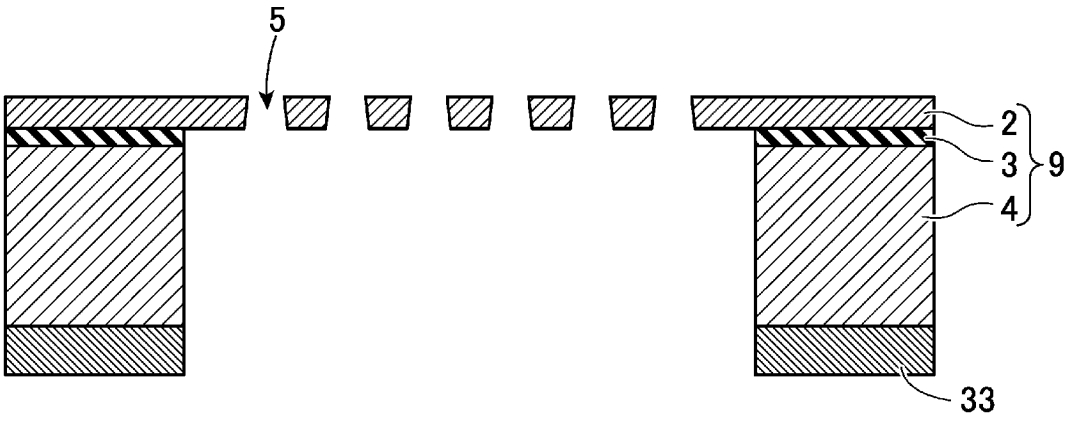
[図6]



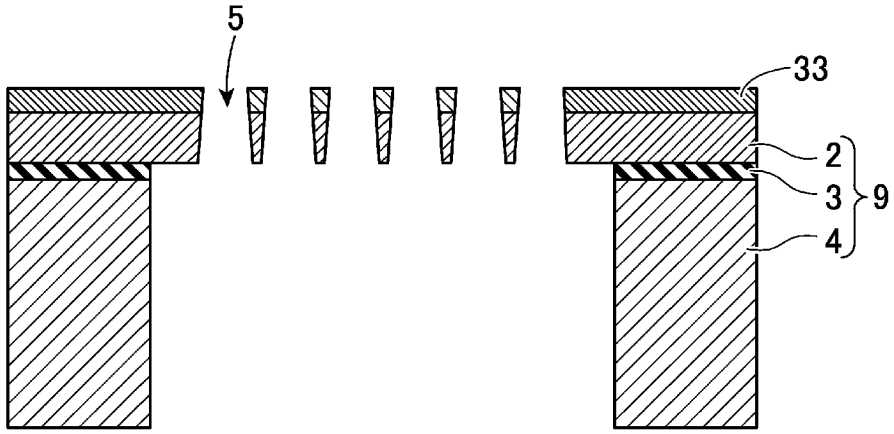
[図7]



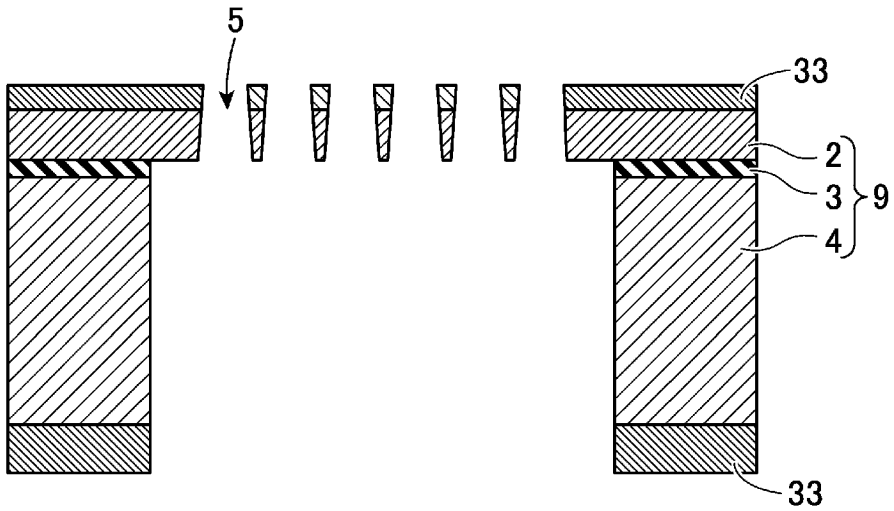
[図8]



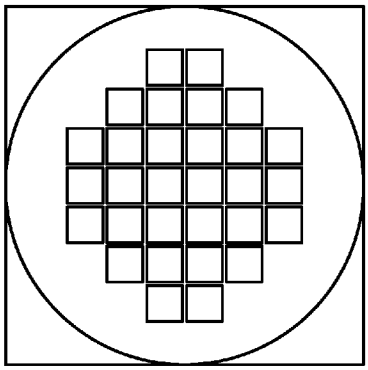
[図9]



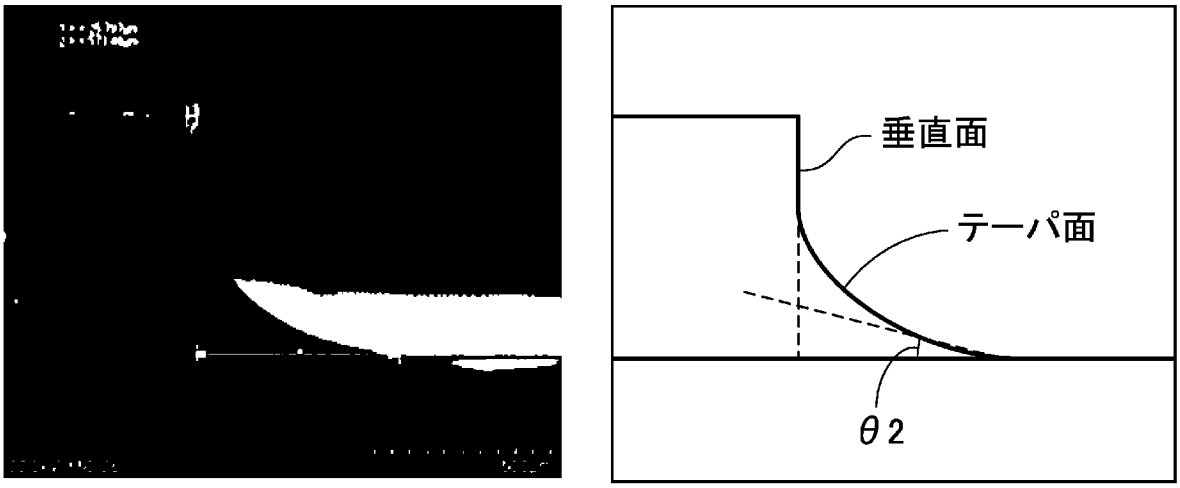
[図10]



[図11]

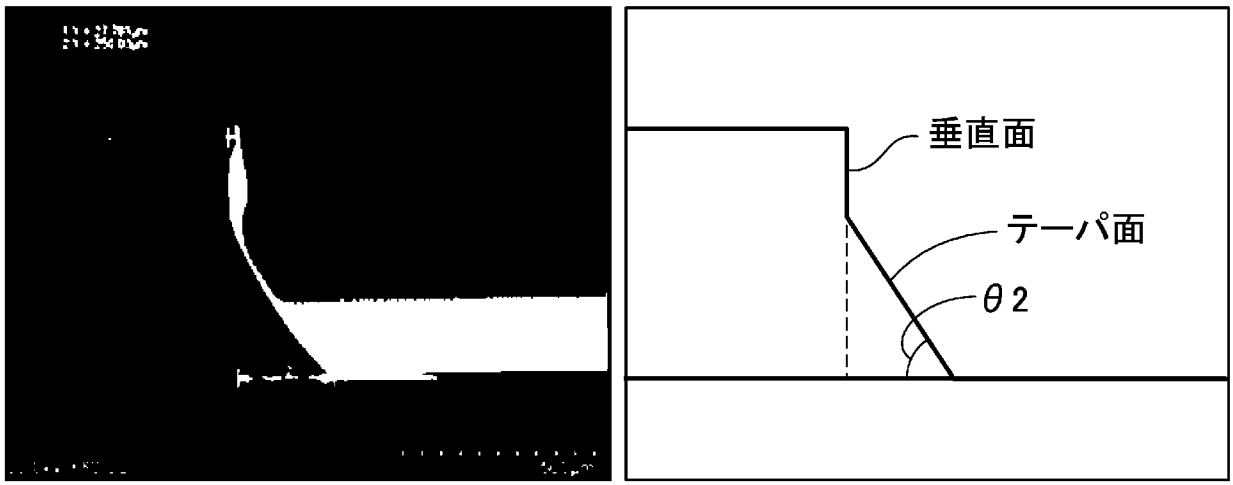


[図12]



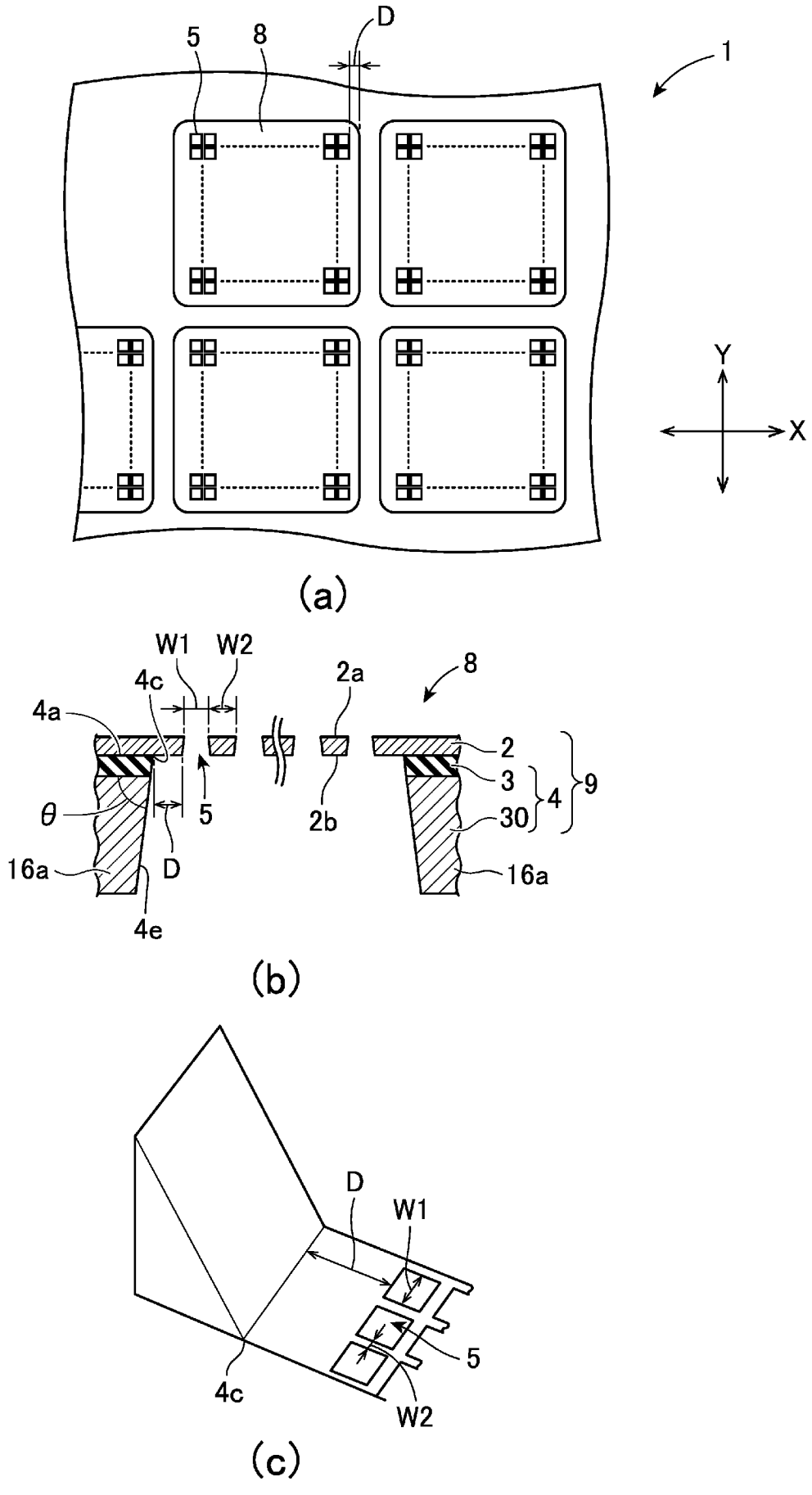
(a) (b)

[図13]



(a) (b)

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/040446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 14/04(2006.01)i; ***H05B 33/10***(2006.01)i; ***H10K 50/10***(2023.01)i; ***H10K 59/10***(2023.01)i; ***H10K 71/16***(2023.01)i
FI: C23C14/04 A; H10K71/16 166; H10K50/10; H10K59/10; H05B33/10

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; H05B33/10; H10K50/10; H10K59/10; H10K71/16

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 1971-2025
Registered utility model specifications of Japan 1996-2025
Published registered utility model applications of Japan 1994-2025

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2023/145955 A1 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 03 August 2023 (2023-08-03) paragraphs [0055]-[0090], [0165]-[0178], fig. 3A, 5A-5B, 26-31	1-12, 15-17
Y		4-10
A		13, 14
X	JP 2000-133443 A (NEC CORPORATION) 12 May 2000 (2000-05-12) paragraphs [0012]-[0044], fig. 2, 4	1-3, 11, 12, 15-17
Y		4-10
A		13, 14
Y	JP 2009-087840 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraphs [0026]-[0035], fig. 1, 2	4-10
Y	JP 2006-202548 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 03 August 2006 (2006-08-03) paragraphs [0016]-[0023], fig. 1	4-10

☑ 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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 January 2025	**04 February 2025**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/040446

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2024-014701 A (OLUM MATERIAL CORPORATION) 01 February 2024 (2024-02-01) paragraphs [0096]-[0097], fig. 11	1-7, 11, 12, 15-17
P, A		8-10, 13, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/040446

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/145955 A1	03 August 2023	CN 118647752 A	
		TW 202341543 A	
		JP 2023-111849 A	
JP 2000-133443 A	12 May 2000	US 2002/0125824 A1 paragraphs [0069]-[0093], [0142], fig. 1B, 2G, 6	
		US 2002/0135287 A1	
		US 6459193 B1	
		TW 445301 B	
		KR 10-2000-0029265 A	
JP 2009-087840 A	23 April 2009	(Family: none)	
JP 2006-202548 A	03 August 2006	(Family: none)	
JP 2024-014701 A	01 February 2024	US 2024/0026517 A1 paragraphs [0105]-[0106], fig. 11	
		US 2024/0049506 A1	
		KR 10-2024-0013617 A	
		KR 10-2024-0020158 A	
		KR 10-2024-0013715 A	
		TW 202406184 A	
		KR 10-2024-0020163 A	
		KR 10-2024-0020157 A	
		KR 10-2024-0122410 A	
		KR 10-2024-0123294 A	
		KR 10-2024-0041217 A	
		CN 117431501 A	
		CN 117512508 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/040446

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C23C 14/04(2006.01)i; H05B 33/10(2006.01)i; H10K 50/10(2023.01)i; H10K 59/10(2023.01)i; H10K 71/16(2023.01)i
FI: C23C14/04 A; H10K71/16 166; H10K50/10; H10K59/10; H05B33/10

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））

C23C14/04; H05B33/10; H10K50/10; H10K59/10; H10K71/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２５年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2023/145955 A1 (大日本印刷株式会社) 03.08.2023 (2023-08-03) [0055]-[0090],[0165]-[0178],図3A,図5A- 図5B,図26-図31	1-12,15-17
Y		4-10
A		13,14
X	JP 2000-133443 A (日本電気株式会社) 12.05.2000 (2000-05-12) [0012]-[0044],図2,図4	1-3,11,12,15-17
Y		4-10
A		13,14
Y	JP 2009-087840 A (セイコーエプソン株式会社) 23.04.2009 (2009-04-23) [0026]-[0035],図1,図2	4-10
Y	JP 2006-202548 A (セイコーエプソン株式会社) 03.08.2006 (2006-08-03) [0016]-[0023],図1	4-10

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
21.01.2025	04.02.2025

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
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）

▲高▼橋　真由 4G 4490

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
P, X	JP 2024-014701 A (オラム　マテリアル　コーポレーション) 01.02.2024 (2024-02-01) [0096]-[0097],図11	1-7,11,12,15-17
P, A		8-10,13,14

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/JP2024/040446

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/145955 A1	03.08.2023	CN 118647752 A	
		TW 202341543 A	
		JP 2023-111849 A	
JP 2000-133443 A	12.05.2000	US 2002/0125824 A1 [0069]-[0093],[0142],図1B,図2G,図6	
		US 2002/0135287 A1	
		US 6459193 B1	
		TW 445301 B	
		KR 10-2000-0029265 A	
JP 2009-087840 A	23.04.2009	（ファミリーなし）	
JP 2006-202548 A	03.08.2006	（ファミリーなし）	
JP 2024-014701 A	01.02.2024	US 2024/0026517 A1 [0105]-[0106],図11	
		US 2024/0049506 A1	
		KR 10-2024-0013617 A	
		KR 10-2024-0020158 A	
		KR 10-2024-0013715 A	
		TW 202406184 A	
		KR 10-2024-0020163 A	
		KR 10-2024-0020157 A	
		KR 10-2024-0122410 A	
		KR 10-2024-0123294 A	
		KR 10-2024-0041217 A	
		CN 117431501 A	
		CN 117512508 A	