

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

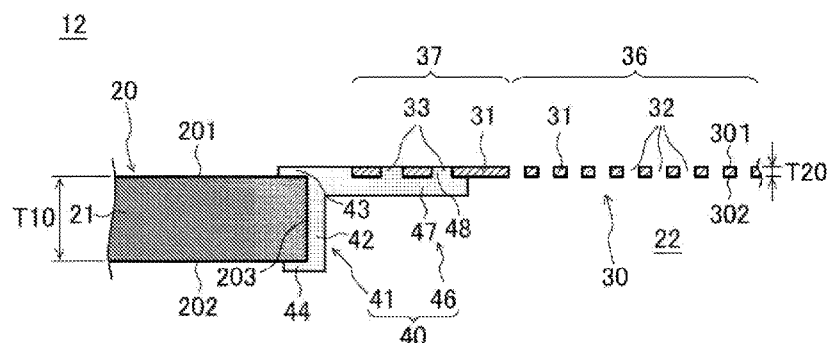
WO 2020/009088 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/04 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
C25D 1/08 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026219
- (22) 国際出願日: 2019年7月2日(02.07.2019)
- (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 2018-127076 2018年7月3日(03.07.2018) 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: 廣戸 栄仁 (**HIROTO Eiji**); 〒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: 永井 浩之, 外 (**NAGAI Hiroshi 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** MASK AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: マスク及びその製造方法

[図8]



(57) **Abstract:** This mask comprises: a first mask that includes an opening; a second mask that is positioned to the opening of the first mask; and a joining part that joins the first mask and the second mask. The first mask has a first surface, a second surface that is positioned on the opposite side from the first surface, and a side surface that extends from the first surface to the second surface and demarcates the opening. The second mask includes a third surface that is positioned on the first-surface side of the first mask, and a fourth surface that is positioned on the second-surface side of the first mask. Furthermore, the second mask has an effective region that includes a first hole that passes through the second mask, and a peripheral region that is positioned to the periphery of the effective region. The joining part has: a first portion that includes at least a side surface portion, which contacts the side surface of the first mask, and a first surface portion, which contacts the first surface of the first mask; and a second portion that includes at least a fourth surface portion, which contacts the fourth surface of the second mask in the peripheral region.

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: マスクは、開口部を含む第1マスクと、第1マスクの開口部に位置する第2マスクと、第1マスクと第2マスクを接合する接合部と、を備える。第1マスクは、第1面と、第1面の反対側に位置する第2面と、第1面から第2面まで広がり、開口部を画成する側面と、を有する。第2マスクは、第1マスクの第1面側に位置する第3面及び第1マスクの第2面側に位置する第4面を含む。また、第2マスクは、第2マスクを貫通する第1孔を含む有効領域と、有効領域の周縁に位置する周縁領域と、を有する。接合部は、第1マスクの側面に接する側面部分及び第1マスクの第1面に接する第1面部分を少なくとも含む第1部分と、第2マスクの周縁領域の第4面に接する第4面部分を少なくとも含む第2部分と、を有する。

明 細 書

発明の名称：マスク及びその製造方法

技術分野

[0001] 本開示の実施形態は、マスク及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、スマートフォンやタブレットＰＣ等の持ち運び可能なデバイスで用いられる表示装置に対して、高精細であること、例えば画素密度が４００ｐｐｉ以上であることが求められている。また、持ち運び可能なデバイスにおいても、ウルトラハイディフィニション（ＵＨＤ）に対応することへの需要が高まっており、この場合、表示装置の画素密度が例えば８００ｐｐｉ以上であることが求められる。

[0003] 表示装置の中でも、応答性の良さ、消費電力の低さやコントラストの高さのため、有機ＥＬ表示装置が注目されている。有機ＥＬ表示装置の画素を形成する方法として、所望のパターンで配列された貫通孔が形成されたマスクを用い、所望のパターンで画素を形成する方法が知られている。具体的には、はじめに、有機ＥＬ表示装置用の基板にマスクを組み合わせる。続いて、有機材料を含む蒸着材料を、マスクの貫通孔を介して基板に付着させる。このような蒸着工程を実施することにより、マスクの貫通孔のパターンに対応したパターンで、有機材料を含む画素を基板上に形成することができる。

[0004] 高い画素密度を有する有機ＥＬ表示装置を精密に作製するためには、マスクの厚みが小さいことが好ましい。一方、マスクの厚みが小さくなると、マスクの剛性が低くなり、マスクにシワなどの起伏が生じやすくなる。シワなどの起伏によってマスクの平坦性が損なわれると、基板に付着する蒸着材料の位置が設計位置からずれてしまう。このような課題を解決する方法として、例えば特許文献１に開示されているように、複数の貫通孔が形成されたマスク本体と、マスク本体よりも大きい厚みを有し、マスク本体に接合された枠体と、を組み合わせる方法が知られている。特許文献１においては、マス

ク本体と枠体と組み合わせる方法として、電鍍法により形成された金属層を介してマスク本体と枠体とを接合する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-68454号公報

発明の開示

[0006] マスク本体又は枠体に外力が加えられると、金属層がマスク本体又は枠体から分離してしまうことが考えられる。

[0007] 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及びその製造方法を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の第1の態様は、開口部を含む第1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面まで広がり、前記開口部を画成する側面と、を有する第1マスクと、前記第1マスクの前記開口部に位置し、前記第1マスクの前記第1面側に位置する第3面及び前記第1マスクの前記第2面側に位置する第4面を含む第2マスクであって、前記第2マスクを貫通する第1孔を含む有効領域と、前記有効領域の周縁に位置する周縁領域と、を有する第2マスクと、前記第1マスクの前記側面に接する側面部分及び前記第1マスクの前記第1面に接する第1面部分を少なくとも含む第1部分と、前記第2マスクの前記周縁領域の前記第4面に接する第4面部分を少なくとも含む第2部分と、を有し、前記第1マスクと前記第2マスクを接合する接合部と、を備える、マスクである。

[0009] 本開示の第2の態様は、上述した第1の態様によるマスクにおいて、前記第2マスクの前記第3面と前記接合部の前記第1部分の前記第1面部分の表面とが同一平面上に位置していてもよい。

[0010] 本開示の第3の態様は、上述した第1の態様又は上述した第2の態様によるマスクにおいて、前記接合部の前記第1部分の前記第1面部分の幅が3 μ m以上であってもよい。

[0011] 本開示の第4の態様は、上述した第1の態様から上述した第3の態様のそ

れぞれによるマスクにおいて、前記接合部の前記第 1 部分は、前記第 1 マスクの前記第 2 面に接する第 2 面部分を更に含んでもよい。

[0012] 本開示の第 5 の態様は、上述した第 4 の態様によるマスクにおいて、前記接合部の前記第 1 部分の前記第 2 面部分の幅が $3\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。

[0013] 本開示の第 6 の態様は、上述した第 1 の態様から上述した第 5 の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第 2 マスクの前記周縁領域は、前記第 2 マスクの前記第 4 面側から前記第 3 面側へ凹んだ第 2 孔を含み、前記接合部の前記第 2 部分は、前記第 2 マスクの前記周縁領域の前記第 2 孔の内部に位置する孔部分を更に含んでもよい。

[0014] 本開示の第 7 の態様は、上述した第 6 の態様によるマスクにおいて、前記第 2 マスクの前記周縁領域の前記第 2 孔は、前記第 2 マスクの前記第 4 面側から前記第 3 面側まで貫通していてもよい。

[0015] 本開示の第 8 の態様は、上述した第 6 の態様又は第 7 の態様によるマスクにおいて、前記第 2 マスクの前記周縁領域の前記第 2 孔は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下の寸法を有していてもよい。

[0016] 本開示の第 9 の態様は、上述した第 6 の態様から上述した第 8 の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第 2 マスクの前記周縁領域の前記第 2 孔の形状は、前記第 2 マスクの前記第 4 面の法線方向に沿って見た場合に円形又は矩形を有していてもよい。

[0017] 本開示の第 10 の態様は、上述した第 1 の態様から上述した第 9 の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第 1 マスクの前記側面は、前記開口部に位置する前記第 2 マスク側へ突出した突出部を有していてもよい。

[0018] 本開示の第 11 の態様は、上述した第 1 の態様から上述した第 10 の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第 1 マスクの前記側面は、 $0.12\ \mu\text{m}$ 以上の算術平均粗さを有する粗面を含んでもよい。

[0019] 本開示の第 12 の態様は、上述した第 1 の態様から上述した第 11 の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第 1 マスクの厚みは $250\ \mu\text{m}$ 以上 $1000\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

- [0020] 本開示の第13の態様は、上述した第1の態様から上述した第12の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記第2マスクの厚みは $20\mu\text{m}$ 以下であってもよい。
- [0021] 本開示の第14の態様は、上述した第1の態様から上述した第13の態様のそれぞれによるマスクにおいて、前記接合部はめっき層を含んでいてもよい。
- [0022] 本開示の第15の態様は、開口部を含む第1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面まで広がり、前記開口部を画成する側面と、を有する第1マスクを準備する第1マスク準備工程と、前記第1マスクの前記開口部に位置し、前記第1マスクの前記第1面側に位置する第3面及び前記第1マスクの前記第2面側に位置する第4面を含む第2マスクであって、前記第2マスクを貫通する第1孔を含む有効領域と、前記有効領域の周縁に位置する周縁領域と、を有する第2マスクを準備する第2マスク準備工程と、前記第1マスクの前記側面に接する側面部分及び前記第1マスクの前記第1面に接する第1面部分を少なくとも含む第1部分と、前記第2マスクの前記第4面に接する第4面部分を少なくとも含む第2部分と、を有する接合部を、めっき処理によって形成する接合部形成工程と、を備える、マスクの製造方法である。
- [0023] 本開示の第16の態様は、上述した第15の態様によるマスクの製造方法において、前記接合部形成工程は、前記第2マスクが設けられた基板に、前記第2マスク及び前記基板を覆う感光層を形成する工程と、前記第1マスクの前記開口部に前記第2マスクが位置するように、前記基板上の前記感光層上に前記第1マスクを配置する工程と、前記感光層のうち前記第2マスクの前記有効領域上に位置する部分が残し、前記感光層のうち前記第2マスクの前記周縁領域上に位置する部分が除去され、且つ、前記感光層のうち前記第1マスクと前記基板との間に位置する部分が部分的に除去されるよう、前記感光層を露光及び現像する工程と、前記第1マスクの前記側面及び前記第2マスクの前記周縁領域にめっき液が接するとともに、前記第1マスクと前記

基板との間の、前記感光層が除去された空間にめっき液が浸入するようにめっき液を供給して、前記接合部を形成する工程と、を有していてもよい。

[0024] 本開示の第17の態様は、上述した第15の態様又は上述した第16の態様によるマスクの製造方法において、前記第1マスク準備工程は、金属からなり、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含む板部材を準備する工程と、前記板部材を前記第1面側及び前記第2面側からウェットエッチングして、前記板部材に前記開口部を形成する工程と、を有していてもよい。

[0025] 本開示の第18の態様は、上述した第15の態様から上述した第17の態様のそれぞれによるマスクの製造方法において、前記第1マスク準備工程は、前記第1マスクの前記側面にサンドブラスト処理を施す工程を有していてもよい。

[0026] 本開示の第19の態様は、上述した第15の態様から上述した第18の態様のそれぞれによるマスクの製造方法によって製造されたマスクであってもよい。

[0027] 本開示の実施形態によれば、接合部が第1マスク又は第2マスクから分離することを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本開示の一実施形態によるマスク装置を備えた蒸着装置を示す図である。

[図2]図1に示すマスク装置を用いて製造した有機EL表示装置を示す断面図である。

[図3]マスク装置の第1マスクを示す平面図である。

[図4]マスク装置の第2マスクを示す平面図である。

[図5]第2マスクを拡大して示す平面図である。

[図6]図5の第2マスクを線VI-VIに沿って見た断面図である。

[図7]第1マスク及び第2マスクを備えるマスクを第2面側から見た場合を示す平面図である。

[図8]図7のマスクを線VIII-VIIIに沿って見た断面図である。

[図9]図8のマスクを拡大して示す断面図である。

[図10]第1マスクを準備する第1マスク準備工程を示す図である。

[図11]第1マスクを準備する第1マスク準備工程を示す図である。

[図12]第1マスクを準備する第1マスク準備工程を示す図である。

[図13]第2マスクを準備する第2マスク準備工程を示す図である。

[図14]第2マスクを準備する第2マスク準備工程を示す図である。

[図15]第2マスクを準備する第2マスク準備工程を示す図である。

[図16]接合部を形成する接合部形成工程を示す図である。

[図17]接合部を形成する接合部形成工程を示す図である。

[図18]接合部を形成する接合部形成工程を示す図である。

[図19]接合部を形成する接合部形成工程を示す図である。

[図20]接合部の第1部分の第1面部分を有さないマスクに外力が加えられる様子を示す図である。

[図21]本開示の一実施形態によるマスクに外力が加えられる様子を示す図である。

[図22]第2マスク準備工程の一変形例を示す図である。

[図23]第2マスク準備工程の一変形例を示す図である。

[図24]第2マスク準備工程の一変形例を示す図である。

[図25]第2マスク準備工程の一変形例を示す図である。

[図26]接合部形成工程の一変形例を示す図である。

[図27]接合部形成工程の一変形例を示す図である。

[図28]第1マスクの一変形例を示す図である。

[図29]マスクの一変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0029] 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、「板」、「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。また、「面（シート面、フィルム面）」とは、対象となる板状（シート状、フィルム状）の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板状部材（シート状部材、フィルム状部材）の平面方向と一致する面のことを指す。また、板状（シート状、フィルム状）の部材に対して用いる法線方向とは、当該部材の面（シート面、フィルム面）に対する法線方向のことを指す。更に、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こととする。

[0030] 本明細書および本図面において、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（又は下に）」、「上側に（又は下側に）」、または「上方に（又は下方に）」とする場合、特別な説明が無い限りは、ある構成が他の構成に直接的に接している場合のみでなく、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も含めて解釈することとする。また、特別な説明が無い限りは、上（または、上側や上方）又は下（または、下側、下方）という語句を用いて説明する場合があるが、上下方向が逆転してもよい。

[0031] 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。

[0032] 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、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得る。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得る。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得る。

[0033] 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。

[0034] 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、「～」という記号によって表現される数値範囲は、「～」という符号の前後に置かれた数値を含んでいる。例えば、「34～38質量%」という表現によって画定される数値範囲は、「34質量%以上且つ38質量%以下」という表現によって画定される数値範囲と同一である。

[0035] 本実施形態においては、マスクが、蒸着材料を所望のパターンで基板上にパターニングするために用いられる蒸着マスクである例について説明する。蒸着マスクは、例えば、有機EL表示装置を製造する際に有機材料を所望のパターンで基板上にパターニングするために用いられる。ただし、本開示のマスクの用途が特に限定されることはなく、本開示のマスクを種々の用途において用いることができる。例えば、本開示のマスクを、金属メッシュフィルタやスクリーン印刷版として用いてもよい。

[0036] 以下、本開示の一実施形態について、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のみに限定して解釈されるものではない。

[0037] まず、対象物に蒸着材料を蒸着させる蒸着処理を実施する蒸着装置90について、図1を参照して説明する。図1に示すように、蒸着装置90は、その内部に、蒸着源（例えばるつぼ94）、ヒータ96、及びマスク装置10を備えていてもよい。また、蒸着装置90は、蒸着装置90の内部を真空雰囲気にするための排気手段を更に備える。るつぼ94は、有機発光材料などの蒸着材料98を収容する。ヒータ96は、るつぼ94を加熱して、真空雰囲気の下で蒸着材料98を蒸発させる。マスク装置10は、るつぼ94と対向するよう配置されていてもよい。

[0038] 以下、マスク装置10について説明する。図1に示すように、マスク装置10は、第1マスク20及び複数の第2マスク30を有するマスク12を少

なくとも備えていてもよい。マスク装置１０は、マスク１２を支持するフレーム１５を更に備えていてもよい。フレーム１５は、マスク１２が撓んでしまうことがないように、マスク１２をその面方向に引っ張った状態で支持していてもよい。マスク１２は、例えば溶接によってフレーム１５に固定されていてもよい。

[0039] マスク装置１０は、図１に示すように、マスク１２が、蒸着材料９８を付着させる対象物である基板、例えば有機ＥＬ基板９２に対面するよう、蒸着装置９０内に配置される。以下の説明において、マスク１２のうち有機ＥＬ基板９２側に位置する面を第１面と称し、第１面の反対側に、すなわち蒸着源側に位置する面を第２面とも称する。例えば、図１において、符号２０１は第１マスク２０の第１面を表し、符号２０２は第１マスク２０の第２面を表す。なお、第２マスク３０の面に対しては、第１マスク２０の第１面２０１及び第２面２０２との区別のため、第１面及び第２面とは異なる名称を付与する。具体的には、第２マスク３０の面のうち蒸着源側に位置する面を第３面と称し、第３面の反対側に、すなわち蒸着源側に位置する面を第４面と称する。

[0040] マスク装置１０は、図１に示すように、有機ＥＬ基板９２の、マスク１２と反対の側の面に配置された磁石９３を備えていてもよい。磁石９３を設けることにより、磁力によってマスク１２を磁石９３側に引き寄せて、マスク１２を有機ＥＬ基板９２に密着させることができる。これにより、蒸着工程においてシャドーが発生することを抑制することができ、有機ＥＬ基板９２に付着する蒸着材料９８の寸法精度や位置精度を高めることができる。また、静電気力を利用する静電チャックを用いてマスク１２を有機ＥＬ基板９２に密着させてもよい。

[0041] 図１に示すように、マスク１２の第１マスク２０は、第１面２０１及び第１面２０１の反対側に位置する第２面２０２を含む板部材２１と、板部材２１に形成された複数の開口部２２と、を有する。複数の第２マスク３０はそれぞれ、第１マスク２０の第２面２０２の法線方向に沿って第１マスク２０

及び第2マスク30を見た場合に、第1マスク20の開口部22に位置している。第2マスク30は、第2マスク30を貫通する複数の第1孔32を有する。

[0042] 図1に示す蒸着装置90において、るつぼ94から蒸発してマスク装置10に到達した蒸着材料98は、第1マスク20の開口部22及び第2マスク30の第1孔32を通過して有機EL基板92に付着する。これによって、第1マスク20の開口部22及び第2マスク30の第1孔32の位置に対応した所望のパターンで、蒸着材料98を有機EL基板92の表面に成膜することができる。

[0043] 図2は、図1の蒸着装置90を用いて製造した有機EL表示装置100を示す断面図である。有機EL表示装置100は、有機EL基板92と、パターン状に設けられた蒸着材料98を含む蒸着層99と、を備えていてもよい。1つの有機EL表示装置100に含まれる複数の蒸着層99は、第1マスク20の1つの開口部22に位置する1つの第2マスク30の複数の第1孔32を通過して有機EL基板92に付着した蒸着材料によって構成されている。

[0044] なお、図2の有機EL表示装置100においては、蒸着層99に電圧を印加する電極等が省略されている。また、有機EL基板92上に蒸着層99をパターン状に設ける蒸着工程の後、図2の有機EL表示装置100には、有機EL表示装置のその他の構成要素が更に設けられ得る。従って、図2の有機EL表示装置100は、有機EL表示装置の中間体と呼ぶこともできる。

[0045] なお、複数の色によるカラー表示を行いたい場合には、各色に対応するマスク装置10が搭載された蒸着装置90をそれぞれ準備し、有機EL基板92を各蒸着装置90に順に投入する。これによって、例えば、赤色用の有機発光材料、緑色用の有機発光材料および青色用の有機発光材料を順に有機EL基板92に蒸着させることができる。

[0046] ところで、蒸着処理は、高温雰囲気となる蒸着装置90の内部で実施される場合がある。この場合、蒸着処理の間、蒸着装置90の内部に保持される

第1マスク20、第2マスク30、フレーム15及び有機EL基板92も加熱される。この際、第1マスク20、第2マスク30、フレーム15及び有機EL基板92は、各々の熱膨張係数に基づいた寸法変化の挙動を示すことになる。この場合、第1マスク20、第2マスク30やフレーム15と有機EL基板92の熱膨張係数が大きく異なっていると、それらの寸法変化の差異に起因した位置ずれが生じ、この結果、有機EL基板92上に付着する蒸着材料の寸法精度や位置精度が低下してしまう。

[0047] このような課題を解決するため、第1マスク20、第2マスク30およびフレーム15の熱膨張係数が、有機EL基板92の熱膨張係数と同等の値であることが好ましい。例えば、有機EL基板92としてガラス基板が用いられる場合、第1マスク20、第2マスク30及びフレーム15の主要な材料として、ニッケルを含む鉄合金を用いることができる。例えば、第1マスク20、第2マスク30を構成する板部材の材料として、30質量%以上且つ54質量%以下のニッケルを含む鉄合金を用いることができる。ニッケルを含む鉄合金の具体例としては、34質量%以上且つ38質量%以下のニッケルを含むインバー材、30質量%以上且つ34質量%以下のニッケルに加えてさらにコバルトを含むスーパーインバー材、38質量%以上且つ54質量%以下のニッケルを含む低熱膨張Fe-Ni系めっき合金などを挙げることができる。

[0048] なお蒸着処理の際に、第1マスク20、第2マスク30、フレーム15及び有機EL基板92の温度が高温には達しない場合は、第1マスク20、第2マスク30及びフレーム15の熱膨張係数を、有機EL基板92の熱膨張係数と同等の値にする必要は特にない。この場合、第1マスク20及び第2マスク30を構成する材料として、上述の鉄合金以外の材料を用いてもよい。例えば、クロムを含む鉄合金など、上述のニッケルを含む鉄合金以外の鉄合金を用いてもよい。クロムを含む鉄合金としては、例えば、いわゆるステンレスと称される鉄合金を用いることができる。また、ニッケルやニッケル-コバルト合金など、鉄合金以外の合金を用いてもよい。

[0049] 次に、第1マスク20について詳細に説明する。図3は、第1マスク20を示す平面図である。第1マスク20の複数の開口部22は、図3に示すように、第1方向D1及び第2方向D2に沿って並んでいる。第1方向D1及び第2方向D2はいずれも、第1マスク20の板部材21の面方向に平行な方向である。本実施の形態において、第2方向D2は、第1方向D1に直交している。

[0050] 第1マスク20の一つの開口部22は、一つの有機EL表示装置100の表示領域に対応する。1つのマスク装置10に複数の開口部22を設けることにより、有機EL表示装置100の多面付蒸着が可能になる。

[0051] 次に、第2マスク30について詳細に説明する。図4は、複数の第2マスク30を示す平面図である。図4に示すように、複数の第2マスク30は、第1マスク20の複数の開口部22に対応するピッチで配列されている。一つの第2マスク30が、一つの有機EL表示装置100の表示領域に対応している。

[0052] 各第2マスク30は、金属層31と、金属層31を貫通する複数の第1孔32と、を含む。金属層31は、例えば、めっき処理によって形成されためっき層を含む。なお、図4においては、複数の第1孔32が、第1マスク20と同様に第1方向D1及び第2方向D2に配列されている例が示されているが、第1孔32の配列方向は特に限定されない。例えば、複数の第1孔32は、第1方向D1及び第2方向D2に対して傾斜した方向において配列されていてもよい。

[0053] 図5は、第2マスク30を拡大して示す平面図である。また、図6は、図5の第2マスク30を線VI-VIに沿って見た断面図である。第2マスク30は、上述の複数の第1孔32を含む有効領域36と、有効領域36の周縁に位置する周縁領域37と、を有する。有効領域36の輪郭は、例えば図5に示すように、平面視において略四角形、さらに正確には平面視において略矩形を有する。なお図示はしないが、有効領域36は、有機EL基板92の表示領域の形状に応じて、様々な形状の輪郭を有することができる。例えば、有

効領域 36 の輪郭は、円形を有していてもよい。周縁領域 37 は、第 1 マスク 20 と第 2 マスク 30 とを接合するための後述する接合部 40 が設けられる領域である。

[0054] 図 6 に示すように、第 2 マスク 30 は、第 3 面 301 及び第 3 面 301 の反対側に位置する第 4 面 302 を含む。第 3 面 301 は、第 1 マスク 20 の第 1 面 201 側に位置し、第 4 面 302 は、第 1 マスク 20 の第 2 面 202 側に位置している。すなわち、第 1 マスク 20 の場合と同様に、第 2 マスク 30 の第 3 面 301 は有機 EL 基板 92 に対面する面であり、第 4 面 302 は蒸着源側に位置する面である。上述の図 5 は、第 2 マスク 30 を第 4 面 302 側から見た場合を示す平面図である。

[0055] 図 5 に示すように、第 2 マスク 30 の周縁領域 37 は、第 2 マスク 30 の第 4 面 302 側から第 3 面 301 側へ凹んだ複数の第 2 孔 33 を含んでいてもよい。第 2 孔 33 は、後述する接合部 40 が入り込む孔である。接合部 40 を第 2 孔 33 に入り込ませることにより、第 2 マスク 30 と接合部 40 との間の接触面積を増加させることができる。

[0056] 図 6 に示す例において、周縁領域 37 の第 2 孔 33 は、第 2 マスク 30 の第 4 面 302 側から第 3 面 301 側まで貫通している。しかしながら、後述する変形例に示すように、第 2 孔 33 は、第 3 面 301 側へ貫通していなくてもよい。

[0057] 次に、平面視における第 1 孔 32 の形状について説明する。第 1 孔 32 は、平面視において、有機 EL 基板 92 に形成される蒸着層 99 に対応した形状を有する。例えば図 5 に示すように、第 1 孔 32 の形状は、平面視において円形を有する。図示はしないが、第 1 孔 32 は、楕円、多角形などのその他の形状を有していてもよい。

[0058] 次に、平面視における第 2 孔 33 の形状について説明する。上述のように、第 2 孔 33 は、後述する接合部 40 が入り込む孔である。接合部 40 は、後述するように、めっき処理によって形成されためっき層を含む。第 2 孔 33 は、めっき処理の際にめっき液が第 2 孔 33 に浸入し易いように構成され

ていることが好ましい。例えば、第2マスク30の第4面302の面内方向において、第2孔33の寸法S2が第1孔32の寸法S1よりも大きいことが好ましい。なお、図示はしないが、第2孔33の寸法S2が第1孔32の寸法S1よりも小さくてもよい。また、第2孔33の寸法S2が第1孔32の寸法S1と同一であってもよい。

[0059] 第1孔32の寸法S1は、有機EL基板92の画素密度などに基づいて定められる。第1孔32の寸法S1は、例えば10 μ m以上60 μ m以下である。なお、第1孔32やその他のマスク12の構成要素の寸法、幅、長さ、厚みなどは、特に説明しない限り、走査型顕微鏡を用いて取得したマスク12の断面画像に基づいて算出される。

[0060] 第2孔33の寸法S2は、10 μ m以上であってもよく、20 μ m以上であってもよく、30 μ m以上であってもよく、40 μ m以上であってもよい。第2孔33の寸法S2を大きくすることにより、接合部40を形成するためのめっき処理の際にめっき液が第2孔33に浸入し易くなる。また、第2孔33の寸法S2は、200 μ m以下であってもよく、150 μ m以下であってもよく、120 μ m以下であってもよく、100 μ m以下であってもよい。第2孔33の寸法S2を小さくすることにより、周縁領域37における第2孔33の個数を増加させることができ、第2マスク30と接合部40との間の接触面積を増加させることができる。

[0061] また、第2孔33の寸法S2の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2孔33の寸法S2の範囲は、10 μ m以上200 μ m以下であってもよく、20 μ m以上150 μ m以下であってもよく、30 μ m以上120 μ m以下であってもよく、40 μ m以上100 μ m以下であってもよい。また、第2孔33の寸法S2の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2孔33の寸法S2の範囲は、10 μ m以上30 μ m以下であってもよく、10 μ m以上20 μ m以下であってもよく、20 μ m

以上 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2孔33の寸法S2の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2孔33の寸法S2の範囲は、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $120\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $120\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0062] また、平面視における第2孔33の形状は、第2マスク30の第4面302側において接合部40が第2マスク30の第2孔33から分離してしまうことを抑制し易い形状であってもよい。例えば、第2孔33は、90度未満の内角を有する角部を含んでいてもよい。例えば、第2孔33の形状は、三角形や星形や平行四辺形を有していてもよい。

[0063] 図5に示す例においては、有効領域36と周縁領域37との間の境界から周縁領域37の外縁に至る方向において複数の、例えば2つの第2孔33が配列されている。しかしながら、第2孔33の配列方法が特に限られることはない。例えば、有効領域36と周縁領域37との間の境界から周縁領域37の外縁に至る方向において1つの第2孔33が存在していてもよい。また、有効領域36と周縁領域37との間の境界から周縁領域37の外縁に至る方向において3つ以上の第2孔33が配列されていてもよい。

[0064] 次に、断面図における第1孔32の形状について説明する。図6に示すように、第1孔32は、第3面301側から第4面302側に向かうにつれて寸法S1が拡大する部分を含んでいてもよい。これにより、蒸着工程においてシャドーが発生することを抑制することができる。なお、断面図における第1孔32の形状は、図6に示す形状には限られない。

[0065] 次に、断面図における第2孔33の形状について説明する。図6に示す例において、第2孔33の寸法S2は、第3面301側及び第4面302側において同一である。図示はしないが、第2孔33は、第1孔32と同様に、第3面301側から第4面302側に向かうにつれて寸法S2が拡大する部分を含んでいてもよい。また、図示はしないが、第2孔33は、第3面30

1側から第4面302側に向かうにつれて寸法S2が縮小する部分を含んでいてもよい。これにより、第2マスク30の第4面302側において接合部40が第2マスク30の第2孔33から分離してしまうことを抑制し易くなる。

[0066] 次に、第1マスク20と第2マスク30とを組み合わせた状態について説明する。図7は、第1マスク20及び第2マスク30を備えるマスク12を第2面202側から見た場合を示す平面図である。図7に示すように、マスク12は、複数の開口部22を含む第1マスク20と、第1マスク20の複数の開口部22にそれぞれ位置する複数の第2マスク30と、を備える。また、マスク12は、第1マスク20と第2マスク30とを接合する接合部40を更に備える。

[0067] 図8は、図7のマスク12を線VIII-VIIIに沿って見た断面図である。図8に示すように、第1マスク20の板部材21は、第1面201から第2面202まで広がる側面203を有する。上述の開口部22は、側面203によって画定されている。

[0068] 図8において、符号T10は第1マスク20の板部材21の厚みを表し、符号T20は第2マスク30の金属層31の厚みを表す。

[0069] 板部材21の厚みT10は、例えば、200 μ m以上であってもよく、300 μ m以上であってもよく、400 μ m以上であってもよく、500 μ m以上であってもよい。また、板部材21の厚みT10は、例えば、1000 μ m以下であってもよく、800 μ m以下であってもよく、700 μ m以下であってもよく、600 μ m以下であってもよい。板部材21の厚みT10の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、200 μ m以上1000 μ m以下であってもよく、300 μ m以上800 μ m以下であってもよく、400 μ m以上700 μ m以下であってもよく、500 μ m以上600 μ m以下であってもよく、500 μ m以上800 μ m以下であってもよい。また、板部材21の厚みT10の範囲は、上述

の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $200\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $300\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $300\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、板部材21の厚みT10の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $600\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $600\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $700\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $700\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0070] また、金属層31の厚みT20は、例えば、 $4\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $7\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、金属層31の厚みT20は、例えば、 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $18\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $15\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $12\mu\text{m}$ 以下であってもよい。金属層31の厚みT20の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $4\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $18\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $7\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上 $12\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、金属層31の厚みT20の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $4\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $4\mu\text{m}$ 以上 $7\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $7\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、金属層31の厚みT20の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $12\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $12\mu\text{m}$ 以上 $18\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $15\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $15\mu\text{m}$ 以上 $18\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0071] 図8に示すように、接合部40は、第1マスク20に接する第1部分41

と、第１部分４１と一体的に構成され、第２マスク３０の周縁領域３７に接する第２部分４６と、を有する。

[0072] 第１部分４１は、側面部分４２及び第１面部分４３を少なくとも含む。側面部分４２は、第１部分４１のうち第１マスク２０の側面２０３に接している部分である。また、第１面部分４３は、第１部分４１のうち第１マスク２０の第１面２０１に接している部分である。第１部分４１が第１マスク２０の側面２０３及び第１面２０１という２つの面において第１マスク２０に接することにより、マスク１２に外部から力が加えられた時に第１マスク２０と接合部４０の第１部分４１との間に生じる力を複数の方向に分散することができる。これにより、第１部分４１が第１マスク２０から分離してしまうことを抑制することができる。図８に示すように、第１部分４１は、第１マスク２０の第２面２０２に接する第２面部分４４を更に含んでもよい。

[0073] 第２部分４６は、第２マスク３０の周縁領域３７の第４面３０２に接する第４面部分４７を少なくとも含む。また、周縁領域３７に第２孔３３が形成されている場合、第２部分４６は、第２孔３３の内部に位置する孔部分４８を更に含んでもよい。第２部分４６が孔部分４８を含むことにより、第２マスク３０の周縁領域３７と接合部４０の第２部分４６との間の接触面積を増加させることができる。これにより、第２部分４６が第２マスク３０の周縁領域３７から分離してしまうことを抑制することができる。

[0074] 図９は、図８のマスク１２を拡大して示す断面図である。図９に示すように、第１マスク２０の側面２０３は、開口部２２に位置する第２マスク３０側へ突出した突出部２０３ｔを有していてもよい。このような突出部２０３ｔは、後述するように、板部材２１を第１面２０１側及び第２面２０２側の両方からウェットエッチングして板部材２１に開口部２２を形成する場合に生じ得る。第１マスク２０の側面２０３がこのような突出部２０３ｔを有することにより、側面２０３が平坦面である場合に比べて、接合部４０の第１部分４１の側面部分４２と第１マスク２０の側面２０３との間の接触面積を増加させることができる。これにより、接合部４０の第１部分４１が第１マ

スク20の側面203から分離してしまうことを抑制することができる。また、接合部40の第1部分41の側面部分42に対する第1マスク20の側面203の突出部203tのアンカー効果も、第1部分41が第1マスク20の側面203から分離してしまうことを抑制するよう働き得る。

[0075] 図9において、符号R1は、第1面201に対する側面203の突出部203tの突出長を表す。突出部203tの突出長R1は、例えば、10 μ m以上であってもよく、20 μ m以上であってもよく、30 μ m以上であってもよく、40 μ m以上であってもよい。突出部203tの突出長R1を大きくすることにより、アンカー効果を高めることができる。また、突出部203tの突出長R1は、100 μ m以下であってもよく、80 μ m以下であってもよく、65 μ m以下であってもよく、50 μ m以下であってもよい。

[0076] また、突出部203tの突出長R1の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、10 μ m以上100 μ m以下であってもよく、20 μ m以上80 μ m以下であってもよく、30 μ m以上65 μ m以下であってもよく、40 μ m以上50 μ m以下であってもよい。また、突出部203tの突出長R1の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、10 μ m以上40 μ m以下であってもよく、10 μ m以上30 μ m以下であってもよく、10 μ m以上20 μ m以下であってもよく、20 μ m以上40 μ m以下であってもよく、20 μ m以上30 μ m以下であってもよい。また、突出部203tの突出長R1の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、50 μ m以上100 μ m以下であってもよく、50 μ m以上80 μ m以下であってもよく、65 μ m以上100 μ m以下であってもよく、65 μ m以上80 μ m以下であってもよく、80 μ m以上100 μ m以下であってもよい。

[0077] 好ましくは、図9に示すように、第1マスク20の側面203は、凹凸を有する粗面203sを含む。この場合、側面203の粗面203sの凹凸に

接合部40の第1部分41の側面部分42が入り込むことができるので、第1マスク20の側面203に対する接合部40の側面部分42の密着性を更に高めることができる。これにより、接合部40の第1部分41が第1マスク20の側面203から分離してしまうことを抑制することができる。

[0078] 側面203の粗面203sの表面粗さは、算術平均粗さ S_a である。粗面203sの算術平均粗さは、ISO25178に準拠した測定器を用いることによって算出される。粗面203sの算術平均粗さは、 $0.12\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $0.14\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $0.17\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $0.19\mu\text{m}$ 以上であってもよい。側面203の粗面203sの算術平均粗さを大きくすることにより、アンカー効果を高めることができる。また、粗面203sの算術平均粗さは、 $0.28\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.25\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.23\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.21\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0079] また、粗面203sの算術平均粗さの範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.28\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.14\mu\text{m}$ 以上 $0.25\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.17\mu\text{m}$ 以上 $0.23\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.19\mu\text{m}$ 以上 $0.21\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、粗面203sの算術平均粗さの範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.19\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.17\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.14\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.14\mu\text{m}$ 以上 $0.19\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.14\mu\text{m}$ 以上 $0.17\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、粗面203sの算術平均粗さの範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $0.21\mu\text{m}$ 以上 $0.28\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.21\mu\text{m}$ 以上 $0.25\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.23\mu\text{m}$ 以上 $0.28\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 0.2

3 μm 以上0.25 μm 以下であってもよく、0.25 μm 以上0.28 μm 以下であってもよい。

[0080] 図9において、符号T1は、第1マスク20の側面203上に位置する接合部40の第1部分41の側面部分42の厚みを表する。また、符号T2は、第1マスク20の第1面201上に位置する接合部40の第1部分41の第1面部分43の厚みを表す。また、符号T3は、第1マスク20の第2面202上に位置する接合部40の第1部分41の第2面部分44の厚みを表す。

[0081] 側面部分42の厚みT1は、例えば、20 μm 以上であってもよく、30 μm 以上であってもよく、40 μm 以上であってもよく、50 μm 以上であってもよい。また、側面部分42の厚みT1は、例えば、110 μm 以下であってもよく、90 μm 以下であってもよく、70 μm 以下であってもよく、60 μm 以下であってもよい。側面部分42の厚みT1の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、20 μm 以上110 μm 以下であってもよく、30 μm 以上90 μm 以下であってもよく、40 μm 以上70 μm 以下であってもよく、40 μm 以上90 μm 以下であってもよく、50 μm 以上60 μm 以下であってもよい。また、側面部分42の厚みT1の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、20 μm 以上50 μm 以下であってもよく、20 μm 以上40 μm 以下であってもよく、30 μm 以上50 μm 以下であってもよく、30 μm 以上40 μm 以下であってもよい。また、側面部分42の厚みT1の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、60 μm 以上110 μm 以下であってもよく、60 μm 以上90 μm 以下であってもよく、70 μm 以上110 μm 以下であってもよく、70 μm 以上90 μm 以下であってもよい。

[0082] 第1面部分43の厚みT2は、例えば、3 μm 以上であってもよく、5 μ

m以上であってもよく、7 μ m以上であってもよく、10 μ m以上であってもよい。また、第1面部分43の厚みT2は、例えば、30 μ m以下であってもよく、25 μ m以下であってもよく、20 μ m以下であってもよく、15 μ m以下であってもよい。第1面部分43の厚みT2の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、3 μ m以上30 μ m以下であってもよく、5 μ m以上25 μ m以下であってもよく、7 μ m以上20 μ m以下であってもよく、10 μ m以上15 μ m以下であってもよい。また、第1面部分43の厚みT2の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、3 μ m以上10 μ m以下であってもよく、3 μ m以上7 μ m以下であってもよく、5 μ m以上10 μ m以下であってもよく、5 μ m以上7 μ m以下であってもよい。また、第1面部分43の厚みT2の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、15 μ m以上30 μ m以下であってもよく、15 μ m以上25 μ m以下であってもよく、20 μ m以上30 μ m以下であってもよく、20 μ m以上25 μ m以下であってもよい。

- [0083] 第2面部分44の厚みT3は、例えば、30 μ m以上であってもよく、40 μ m以上であってもよく、50 μ m以上であってもよく、60 μ m以上であってもよい。また、第2面部分44の厚みT3は、例えば、150 μ m以下であってもよく、120 μ m以下であってもよく、90 μ m以下であってもよく、70 μ m以下であってもよい。第2面部分44の厚みT3の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、30 μ m以上150 μ m以下であってもよく、40 μ m以上120 μ m以下であってもよく、50 μ m以上90 μ m以下であってもよく、60 μ m以上70 μ m以下であってもよい。また、第2面部分44の厚みT3の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定めら

れてもよく、例えば、 $30\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2面部分44の厚みT3の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $70\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $70\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $90\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $90\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0084] 接合部40の第1部分41の第1面部分43の表面は、第2マスク30の第3面301と同一平面上に位置していてもよい。このような第1面部分43の表面は、めっき処理によって第2マスク30を作製するための土台となる後述する基板65と第1マスク20の第1面201との間にめっき液を浸入させることによって第1面部分43を形成する場合に生じ得る。なお、「同一平面上」とは、第2マスク30の厚み方向における第1面部分43の表面と第2マスク30の第3面301との間の距離T4がゼロの場合だけでなく、距離T4が $15\mu\text{m}$ 以下の場合、 $10\mu\text{m}$ 以下の場合、又は $5\mu\text{m}$ 以下の場合をも含む概念である。

[0085] 図9において、符号T5は、第2マスク30の第4面302上に位置する接合部40の第2部分46の第4面部分47の厚みを表す。第4面部分47の厚みT5は、例えば、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、第4面部分47の厚みT5は、例えば、 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $90\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $70\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第4面部分47の厚みT5の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $30\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $90\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上 $70\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第4面部分47の厚みT5の範囲は、上述の複数の下限

の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $30\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第4面部分47の厚みT5の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $70\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $70\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $90\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $90\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、図9に示すように、第4面部分47は、第1マスク20側から第2マスク30側へ向かうにつれて厚みT5が増加する部分を含んでいてもよい。

[0086] 図9において、符号W2は、接合部40の第1部分41の第1面部分43の幅を表す。第1面部分43の幅W2とは、第1マスク20の第1面201の開口部22側の端部から接合部40の第1部分41の第1面部分43の端部までの、第1マスク20の第1面201の面内方向における距離である。第1面部分43の幅W2は、 $3\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $7\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよい。第1面部分43の幅W2を大きくすることにより、第1マスク20に対する接合部40の第1部分41の密着性を高めることができる。また、第1面部分43の幅W2は、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $250\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $30\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0087] 第1面部分43の幅W2の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $7\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第1面部分43の幅W2の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $7\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$

以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第1面部分43の幅W2の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $30\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $30\ \mu\text{m}$ 以上 $250\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\ \mu\text{m}$ 以上 $250\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $250\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0088] 図9において、符号W3は、接合部40の第1部分41の第2面部分44の幅を表す。第2面部分44の幅W3とは、第1マスク20の第2面202の開口部22側の端部から接合部40の第1部分41の第2面部分44の端部までの、第1マスク20の第2面202の面内方向における距離である。第2面部分44の幅W3は、 $3\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $7\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。第2面部分44の幅W3を大きくすることにより、第1マスク20に対する接合部40の第1部分41の密着性を高めることができる。また、第2面部分44の幅W3は、第2面202の幅よりも小さくてもよく、例えば $80\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $60\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0089] 第2面部分44の幅W3の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の1つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $80\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $7\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $7\ \mu\text{m}$ 以上 $40\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2面部分44の幅W3の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $7\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2

面部分44の幅W3の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $20\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $40\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0090] 次に、マスク12を製造する方法について説明する。マスク12の製造方法は、第1マスク20を準備する第1マスク準備工程と、第2マスク30を準備する第2マスク準備工程と、第1マスク20と第2マスク30とを接合する接合部40を形成する接合部形成工程と、を備える。なお、第1マスク準備工程と第2マスク準備工程の順序は任意である。

[0091] 第1マスク準備工程について、図10～図12を参照して説明する。

[0092] まず、金属からなる板部材21を準備する。板部材21は、例えば、30質量%以上且つ38質量%以下のニッケルを含む鉄合金を有する。続いて、図10に示すように、板部材21の第1面201に第1面レジストパターン50を設け、第2面202に第2面レジストパターン55を設ける。第1面レジストパターン50は、第1面レジスト層51と、第1面レジスト層51に形成された開口52とを含む。第2面レジストパターン55も同様に第2面レジスト層56及び開口57を含む。開口52及び開口57は、板部材21のうち開口部22が形成される部分に位置している。

[0093] 第1面レジスト層51及び第2面レジスト層56は、例えば、アクリル系光硬化性樹脂などの感光性レジスト材料を含むドライフィルムを板部材21の第1面201及び第2面202に貼り付けることによって得られる。また、第1面レジスト層51及び第2面レジスト層56は、ネガ型の感光性レジスト材料を含む塗布液を板部材21の第1面201上および第2面202上に塗布し、塗布液を乾燥させることによって得られてもよい。開口52及び開口57は、第1面レジスト層51及び第2面レジスト層56を露光及び現像することによって形成される。

[0094] 続いて、板部材21を、第1面レジストパターン50及び第2面レジスト

パターン５５をマスクとして第１面２０１側及び第２面２０２側からウェットエッチングする。ウェットエッチングによって第１面２０１側に形成される凹部と第２面２０２側に形成される凹部とが合流することにより、図１１に示すように、板部材２１に開口部２２を形成することができる。また、板部材２１の側面２０３のうち第１面２０１側の凹部と第２面２０２側の凹部とが合流する位置には突出部２０３ｔが形成され得る。

[0095] 続いて、第１マスク２０の側面２０３にサンドブラスト処理を施すサンドブラスト工程を実施してもよい。これにより、第１マスク２０の側面２０３に粗面２０３ｓを形成することができる。

[0096] サンドブラスト工程は、板部材２１に上述の第１面レジストパターン５０及び第２面レジストパターン５５が設けられた状態で実施されてもよい。一方、図１１に示すように、第１面レジストパターン５０は、第１面２０１の端部よりも開口部２２側に突出しており、第２面レジストパターン５５も同様に、第２面２０２の端部よりも開口部２２側に突出している。このため、第１マスク２０の側面２０３への、砂などの研磨剤Ｂの到達が、第１面レジストパターン５０及び第２面レジストパターン５５によって阻害され得る。この点を考慮し、図１２に示すように、ウェットエッチングの際に用いられた第１面レジスト層５１及び第２面レジスト層５６とは異なる第１面レジスト層５３及び第２面レジスト層５８を板部材２１の第１面２０１及び第２面２０２に設けた状態で、サンドブラスト工程を実施してもよい。第１面レジスト層５３の端部５３ｅは、第１マスク２０の側面２０３の突出部２０３ｔに比べて開口部２２側に突出していない。同様に、第２面レジスト層５８の端部５８ｅは、第１マスク２０の側面２０３の突出部２０３ｔに比べて開口部２２側に突出していない。これにより、第１マスク２０の側面２０３への、砂などの研磨剤Ｂの到達が、第１面レジスト層５３及び第２面レジスト層５８によって阻害されることを抑制することができる。

[0097] 次に、第２マスク準備工程について、図１３～図１５を参照して説明する。

[0098] まず、基板 65 を準備する。基板 65 の少なくとも表面は、好ましくは、導電性を有する材料によって構成されている。例えば、基板 65 は、ステンレス鋼などを含む。続いて、図 13 に示すように、基板 65 の表面に第 1 レジストパターン 60 を形成する。第 1 レジストパターン 60 は、第 1 レジスト層 61 と、第 1 レジスト層 61 に形成された複数の第 1 開口 62 及び複数の第 2 開口 63 と、を有する。第 1 開口 62 は、基板 65 のうち第 2 マスク 30 の有効領域 36 の金属層 31 が形成されるべき部分に設けられている。また、第 2 開口 63 は、基板 65 のうち第 2 マスク 30 の周縁領域 37 の金属層 31 が形成されるべき部分に設けられている。

[0099] 続いて、図 14 に示すように、基板 65 上にめっき液を供給する。これにより、第 1 レジスト層 61 の第 1 開口 62 及び第 2 開口 63 に、電解めっき処理によって生成されためっき層からなる金属層 31 を形成することができる。めっき液は、例えばスルファミン酸ニッケルや臭化ニッケル等を含む。また、めっき液は、スルファミン酸第一鉄等を更に含んでいてもよい。その後、図 15 に示すように、第 1 レジストパターン 60 を除去する。このようにして、基板 65 上に、複数の第 1 孔 32 及び第 2 孔 33 を有する第 2 マスク 30 を形成することができる。

[0100] 次に、接合部形成工程について、図 16～図 19 を参照して説明する。

[0101] まず、図 16 に示すように、第 2 マスク 30 が設けられた基板 65 に、第 2 マスク 30 及び基板 65 を覆う感光層 71 を形成する。感光層 71 は、上述の第 1 面レジスト層 51 と同様に、感光性レジスト材料を含むドライフィルムを基板 65 に貼り付けることによって得られたものであってもよい。また、感光層 71 は、ネガ型の感光性レジスト材料を含む塗布液を基板 65 上に塗布し、塗布液を乾燥させることによって得られたものであってもよい。

[0102] 続いて、図 16 に示すように、感光層 71 のうち第 2 マスク 30 の有効領域 36 上に位置する部分に光を照射する露光工程を実施する。この際、感光層 71 のうち第 2 マスク 30 の周縁領域 37 上に位置する部分には光を照射しない。また、感光層 71 のうち第 2 マスク 30 の周縁において基板 65 上

に位置する部分にも光を照射しない。また、図 17 に示すように、第 1 マスク 20 の開口部 22 に第 2 マスク 30 が位置するように、基板 65 上の感光層 71 上に第 1 マスク 20 を配置する。

[0103] 続いて、感光層 71 を現像する現像工程を実施する。これにより、感光層 71 のうち第 2 マスク 30 の周縁領域 37 上に位置する部分が除去される。また、感光層 71 のうち第 1 マスク 20 の第 1 面 201 と基板 65 との間に位置する部分であって、第 1 マスク 20 の側面 203 の近傍の部分が除去される。なお、第 1 マスク 20 の第 1 面 201 と基板 65 との間に位置する感光層 71 のうち、第 1 マスク 20 の側面 203 から離れた部分には、現像液が到達しない、又は到達し難い。このため、図 18 に示すように、第 1 マスク 20 の第 1 面 201 と基板 65 との間には、露光されていない感光層 71 が部分的に残る。

[0104] 続いて、図 19 に示すように、基板 65 上にめっき液を供給して接合部 40 を形成するめっき処理工程を実施する。めっき処理工程においては、第 1 マスク 20 の側面 203 及び第 2 マスク 30 の周縁領域 37 にめっき液が接するとともに、第 1 マスク 20 の第 1 面 201 と基板 65 との間の、感光層 71 が除去された空間にめっき液が浸入する。感光層 71 が除去された空間に浸入しためっき液が、接合部 40 の第 1 部分 41 の第 1 面部分 43 になる。また、板部材 21 の第 2 面 202 上に残るめっき液が、接合部 40 の第 1 部分 41 の第 2 面部分 44 になる。

図示はしないが、めっき処理工程を実施する前に、板部材 21 の第 2 面 202 のうち第 2 面部分 44 が形成されるべきではない部分にレジスト層を設けておいてもよい。これにより、板部材 21 の第 2 面 202 上に形成される第 2 面部分 44 の幅 W3 を制御することができる。

[0105] 本実施の形態においては、感光層 71 を現像する現像工程の時間などを調整することにより、第 1 マスク 20 の第 1 面 201 と基板 65 との間の感光層 71 が除去される量を調整することができる。これにより、感光層 71 が除去された空間に浸入するめっき液によって形成される第 1 面部分 43 の幅

W2を調整することができる。

[0106] その後、感光層71を除去する。また、第1マスク20、第2マスク30及び接合部40を基板65から分離する。このようにして、第1マスク20及び第2マスク30と、第1マスク20と第2マスク30とを接合する接合部40と、を備えるマスク12を得ることができる。

[0107] なお、感光層71のうち第2マスク30の有効領域36上に位置する部分に光を照射する露光工程と、感光層71上に第1マスク20を配置する配置工程の順序は任意である。すなわち、露光工程の後に配置工程を実施してもよく、配置工程の後に露光工程を実施してもよい。

[0108] また、図16においては、感光層71が、光を照射されることによって硬化される光硬化型である例を示したが、これには限られない。感光層71の構成及び露光工程の構成は、その後の現像工程において、感光層71のうち第2マスク30の有効領域36上に位置する部分が残し、感光層71のうち第2マスク30の周縁領域37上に位置する部分が除去され、且つ、感光層71のうち第1マスク20と基板65との間に位置する部分が部分的に除去される限りにおいて任意である。

[0109] 続いて、本実施の形態によるマスク12の効果について、図20及び図21を参照して説明する。図20は、比較の形態に係るマスクに外力Fが加えられた様子を示す図である。また、図21は、本実施の形態に係るマスク12に外力Fが加えられた様子を示す図である。外力Fは、例えば、第2マスク30の厚み方向において第2マスク30の第3面301に加えられる。図20に示すように、比較の形態に係るマスクにおいて、接合部40の第1部分41は第1マスク20の側面203にのみ接しており、第1面201には接していない。

[0110] 第2マスク30に外力が加わると、接合部40の第1部分41と第1マスク20の板部材21との間に力が発生する。図20に示す例において、接合部40の第1部分41は第1マスク20の側面203にのみ接しているので、第1部分41の側面部分42と側面203との間にのみ力F1が発生する。

。この場合、F 1 が接合部 4 0 の側面部分 4 2 と側面 2 0 3 との間の密着力を上回ると、第 1 部分 4 1 が第 1 マスク 2 0 から分離され得る。

[0111] これに対して、本実施の形態においては、接合部 4 0 の第 1 部分 4 1 が第 1 面部分 4 3 を更に含んでいる。このため、図 2 1 に示すように、第 1 部分 4 1 の側面部分 4 2 と側面 2 0 3 との間に力 F 1 が発生するだけでなく、第 1 部分 4 1 の第 1 面部分 4 3 と第 1 面 2 0 1 との間に力 F 2 も発生する。すなわち、接合部 4 0 の第 1 部分 4 1 と第 1 マスク 2 0 の板部材 2 1 との間に発生する力を、図 2 0 に示す比較の形態の場合に比べて分散させることができる。これにより、接合部 4 0 の第 1 部分 4 1 と第 1 マスク 2 0 の板部材 2 1 との間に発生する力が局所的に集中することを抑制することができる。これにより、接合部 4 0 の第 1 部分 4 1 が第 1 マスク 2 0 から分離されることを抑制することができる。また、第 1 面部分 4 3 の分だけ第 1 マスク 2 0 に対する接合部 4 0 の第 1 部分 4 1 の接触面積が増加する。この点でも、第 1 部分 4 1 が第 1 マスク 2 0 から分離されることを抑制することができる。

[0112] なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、必要に応じて図面を参照しながら、変形例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いることとし、重複する説明を省略する。また、上述した実施の形態において得られる作用効果の変形例においても得られることが明らかである場合、その説明を省略することもある。

[0113] 上述の実施の形態においては、第 2 マスク 3 0 の金属層 3 1 に含まれるめっき層が 1 つである例を示したが、これに限られることはない。金属層 3 1 は、複数のめっき層を含んでいてもよい。以下、金属層 3 1 が 2 つのめっき層を含む例について、図 2 2 ～図 2 7 を参照して説明する。

[0114] まず、図 2 2 に示すように、基板 6 5 の表面に第 1 レジストパターン 6 0 を形成する。第 1 レジストパターン 6 0 は、第 1 レジスト層 6 1 と、第 1 レジスト層 6 1 に形成された複数の第 1 開口 6 2 と、第 2 開口 6 3 と、を含む

。第1開口62は、図13に示す上述の実施の形態の場合と同様に、基板65のうち第2マスク30の有効領域36の金属層31が形成されるべき部分に設けられている。一方、第2開口63は、基板65のうち第2マスク30の周縁領域37に対応する部分の全域に広がっている。

[0115] 続いて、図23に示すように、基板65上にめっき液を供給する。これにより、第1レジスト層61の第1開口62及び第2開口63に、電解めっき処理によって第1めっき層311が形成される。

[0116] 続いて、図24に示すように、第2開口63に形成された第1めっき層311上に第2レジスト層66を形成する。第2レジスト層66には開口67が形成されている。第2レジスト層66は、第2マスク30の上述の第2孔33が形成されるべき部分に設けられている。

[0117] 続いて、図25に示すように、基板65上にめっき液を供給する。これにより、第1レジスト層61の第1開口62及び第2レジスト層66の開口67に、電解めっき処理によって第2めっき層312が形成される。第2めっき層312の組成は、第1めっき層311と同一であってもよく、異なってもよい。

[0118] 続いて、第1レジスト層61及び第2レジスト層66を除去する。これにより、図26に示すように、複数の第1孔32を含む有効領域36と、複数の第2孔33を含む周縁領域37と、を有する第2マスク30を得ることができる。有効領域36の第1孔32は、第1めっき層311及び第2めっき層312を含む金属層31を貫通している。一方、周縁領域37の第2孔33は、第2めっき層312を貫通するが第1めっき層311を貫通していない。すなわち、本変形例において、周縁領域37の第2孔33は、金属層31を貫通しないよう第4面302側に位置する凹部である。

[0119] 第2マスク30を作製した後、上述の実施の形態の場合と同様に、接合部40を形成する接合部形成工程を実施する。例えば、基板65上に感光層71を形成する工程、感光層71を露光する工程、第1マスク20を配置する工程、及び感光層71を現像する工程を実施した後、図26に示すように、

基板 65 上にめっき液を供給して接合部 40 を形成する。本変形例においても、第 2 マスク 30 の周縁領域 37 の第 2 孔 33 にめっき液が浸入するので、接合部 40 と第 2 マスク 30 との間の密着力を高めることができる。

[0120] その後、感光層 71 を除去する。また、第 1 マスク 20、第 2 マスク 30 及び接合部 40 を基板 65 から分離する。このようにして、図 27 に示すように、第 1 マスク 20 及び第 2 マスク 30 と、第 1 マスク 20 と第 2 マスク 30 とを接合する接合部 40 と、を備えるマスク 12 を得ることができる。

[0121] 上述の実施の形態においては、第 1 マスク 20 の板部材 21 を構成する部材が 1 つである例を示したが、これに限られることはない。板部材 21 は、厚み方向に積層された複数の部材を含んでいてもよい。以下、板部材 21 が、接着層によって接合された 2 つの部材を含む例について、図 28 を参照して説明する。

[0122] 図 28 は、本変形例に係るマスク 12 を示す断面図である。第 1 マスク 20 の板部材 21 は、第 1 面 201 側に位置する第 1 部材 211 と、第 2 面 202 側に位置する第 2 部材 212 と、第 1 部材 211 と第 2 部材 212 とを接合する接着層 213 と、を有する。接着層 213 は、接着性を有する樹脂を含む。例えば、接着層 213 は、アクリル樹脂を含む。接着層 213 の厚みは、例えば、 $3\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $7\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、接着層 213 の厚みは、例えば、 $40\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $30\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。接着層 213 の厚みの範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つと、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $40\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $7\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、接着層 213 の厚みの範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\ \mu$

m以上7 μ m以下であってもよく、5 μ m以上10 μ m以下であってもよく、5 μ m以上7 μ m以下であってもよい。また、接着層213の厚みの範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよく、例えば、10 μ m以上40 μ m以下であってもよく、10 μ m以上30 μ m以下であってもよく、20 μ m以上40 μ m以下であってもよく、20 μ m以上30 μ m以下であってもよい。

[0123] 第1部材211の材料と、第2部材212の材料とは、同一であってもよく、異なってもよい。例えば、第1部材211及び第2部材212はいずれも、30質量%以上且つ38質量%以下のニッケルを含む鉄合金を有する。

[0124] 本変形例においては、第1部材211を第1面側及び第2面側からウェットエッチングして、第1部材211に開口部を形成する。また、第2部材212を第1面側及び第2面側からウェットエッチングして、第2部材212に開口部を形成する。その後、第1部材211の開口部と第2部材212の開口部とが重なるように第1部材211と第2部材212とを積層する。これにより、開口部22が形成された第1マスク20を得ることができる。第1部材211の側面203及び第2部材212の側面203はいずれも、突出部203tを含んでいる。

[0125] 本変形例によれば、第1マスク20の板部材21を複数の部材で構成することにより、板部材21が1つの部材で構成されている場合に比べて、部材に開口部を形成するためのウェットエッチングに要する時間を短縮することができる。これにより、例えば、部材に生じるサイドエッチングの量を低減することができる。

[0126] また、上述の実施の形態においては、第2マスク30の周縁領域37が、接合部40が入り込む第2孔33を有する例を示したが、これに限られることはない。例えば図29に示すように、第2マスク30の周縁領域37に第2孔33が形成されていなくてもよい。この場合であっても、接合部40の第2部分46が、第4面302に接する第4面部分47を含んでいるので、

第2部分46が第2マスク30の周縁領域37から分離してしまうことを抑制することができる。また、接合部40の第1部分41が、側面部分42と第1面部分43とを含んでいるので、接合部40の第1部分41と第1マスク20の板部材21との間に発生する力を分散させることができる。これにより、接合部40の第1部分41と第1マスク20の板部材21との間に発生する力が局所的に集中することを抑制することができ、接合部40の第1部分41が第1マスク20から分離されることを抑制することができる。また、第1面部分43の分だけ第1マスク20に対する接合部40の第1部分41の接触面積が増加する。この点でも、第1部分41が第1マスク20から分離されることを抑制することができる。

[0127] なお、上述した実施の形態に対するいくつかの変形例を説明してきたが、当然に、複数の変形例を適宜組み合わせ適用することも可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 開口部を含む第1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面まで広がり、前記開口部を画成する側面と、を有する第1マスクと、
- 前記第1マスクの前記開口部に位置し、前記第1マスクの前記第1面側に位置する第3面及び前記第1マスクの前記第2面側に位置する第4面を含む第2マスクであって、前記第2マスクを貫通する第1孔を含む有効領域と、前記有効領域の周縁に位置する周縁領域と、を有する第2マスクと、
- 前記第1マスクの前記側面に接する側面部分及び前記第1マスクの前記第1面に接する第1面部分を少なくとも含む第1部分と、前記第2マスクの前記周縁領域の前記第4面に接する第4面部分を少なくとも含む第2部分と、を有し、前記第1マスクと前記第2マスクを接合する接合部と、を備える、マスク。
- [請求項2] 前記第2マスクの前記第3面と前記接合部の前記第1部分の前記第1面部分の表面とが同一平面上に位置している、請求項1に記載のマスク。
- [請求項3] 前記接合部の前記第1部分の前記第1面部分の幅が $3\mu\text{m}$ 以上である、請求項1又は2に記載のマスク。
- [請求項4] 前記接合部の前記第1部分は、前記第1マスクの前記第2面に接する第2面部分を更に含む、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項5] 前記接合部の前記第1部分の前記第2面部分の幅が $3\mu\text{m}$ 以上である、請求項4に記載のマスク。
- [請求項6] 前記第2マスクの前記周縁領域は、前記第2マスクの前記第4面側から前記第3面側へ凹んだ第2孔を含み、
- 前記接合部の前記第2部分は、前記第2マスクの前記周縁領域の前記第2孔の内部に位置する孔部分を更に含む、請求項1乃至5のい

れか一項に記載のマスク。

- [請求項7] 前記第2マスクの前記周縁領域の前記第2孔は、前記第2マスクの前記第4面側から前記第3面側まで貫通している、請求項6に記載のマスク。
- [請求項8] 前記第2マスクの前記周縁領域の前記第2孔は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の寸法を有する、請求項6又は7に記載のマスク。
- [請求項9] 前記第2マスクの前記周縁領域の前記第2孔の形状は、前記第2マスクの前記第4面の法線方向に沿って見た場合に円形又は矩形を有する、請求項6乃至8のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項10] 前記第1マスクの前記側面は、前記開口部に位置する前記第2マスク側へ突出した突出部を有する、請求項1乃至9のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項11] 前記第1マスクの前記側面は、 $0.12\mu\text{m}$ 以上の算術平均粗さを有する粗面を含む、請求項1乃至10のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項12] 前記第1マスクの厚みは $250\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下である、請求項1乃至11のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項13] 前記第2マスクの厚みは $20\mu\text{m}$ 以下である、請求項1乃至12のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項14] 前記接合部はめっき層を含む、請求項1乃至13のいずれか一項に記載のマスク。
- [請求項15] 開口部を含む第1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面まで広がり、前記開口部を画成する側面と、を有する第1マスクを準備する第1マスク準備工程と、
- 前記第1マスクの前記開口部に位置し、前記第1マスクの前記第1面側に位置する第3面及び前記第1マスクの前記第2面側に位置する第4面を含む第2マスクであって、前記第2マスクを貫通する第1孔

を含む有効領域と、前記有効領域の周縁に位置する周縁領域と、を有する第2マスクを準備する第2マスク準備工程と、

前記第1マスクの前記側面に接する側面部分及び前記第1マスクの前記第1面に接する第1面部分を少なくとも含む第1部分と、前記第2マスクの前記第4面に接する第4面部分を少なくとも含む第2部分と、を有する接合部を、めっき処理によって形成する接合部形成工程と、を備える、マスクの製造方法。

[請求項16]

前記接合部形成工程は、

前記第2マスクが設けられた基板に、前記第2マスク及び前記基板を覆う感光層を形成する工程と、

前記第1マスクの前記開口部に前記第2マスクが位置するように、前記基板上の前記感光層上に前記第1マスクを配置する工程と、

前記感光層のうち前記第2マスクの前記有効領域上に位置する部分が残し、前記感光層のうち前記第2マスクの前記周縁領域上に位置する部分が除去され、且つ、前記感光層のうち前記第1マスクと前記基板との間に位置する部分が部分的に除去されるよう、前記感光層を露光及び現像する工程と、

前記第1マスクの前記側面及び前記第2マスクの前記周縁領域にめっき液が接するとともに、前記第1マスクと前記基板との間の、前記感光層が除去された空間にめっき液が浸入するようにめっき液を供給して、前記接合部を形成する工程と、を有する、請求項15に記載のマスクの製造方法。

[請求項17]

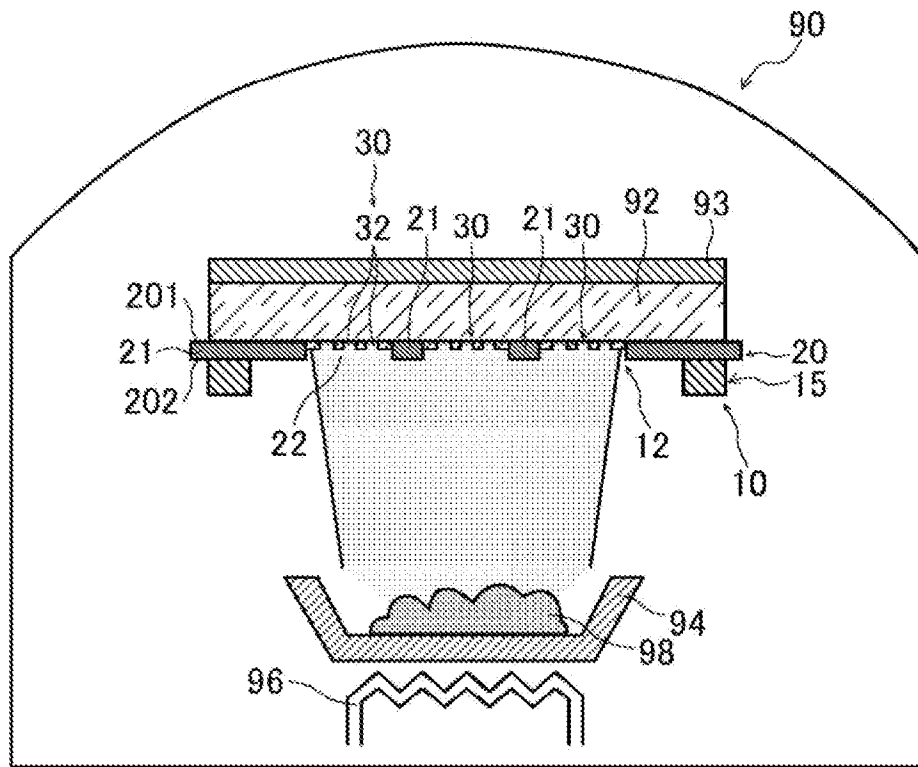
前記第1マスク準備工程は、

金属からなり、第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面を含む板部材を準備する工程と、

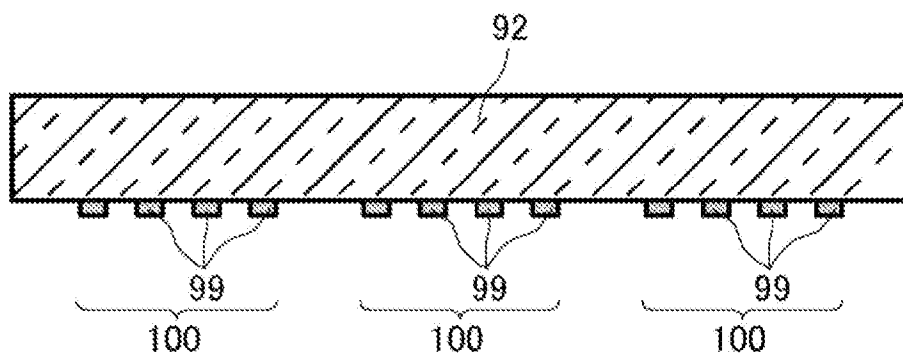
前記板部材を前記第1面側及び前記第2面側からウェットエッチングして、前記板部材に前記開口部を形成する工程と、を有する、請求項15又は16に記載のマスクの製造方法。

[請求項18] 前記第1マスク準備工程は、前記第1マスクの前記側面にサンドブラスト処理を施す工程を有する、請求項15乃至17のいずれか一項に記載のマスクの製造方法。

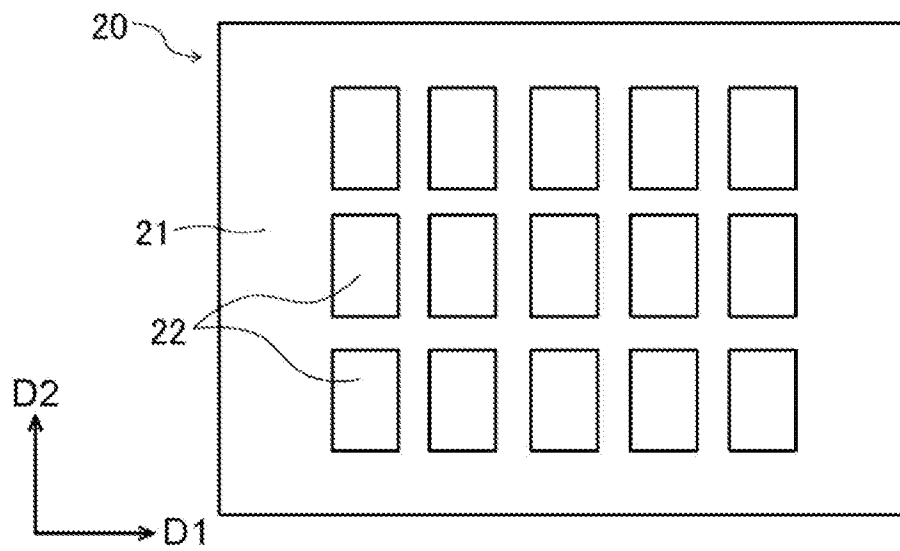
[図1]



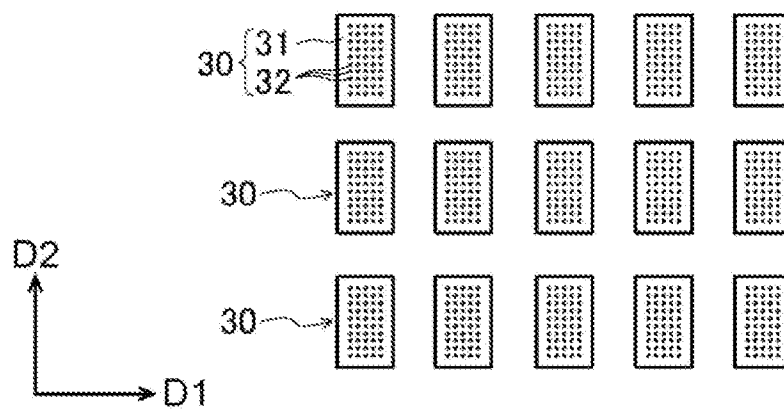
[図2]



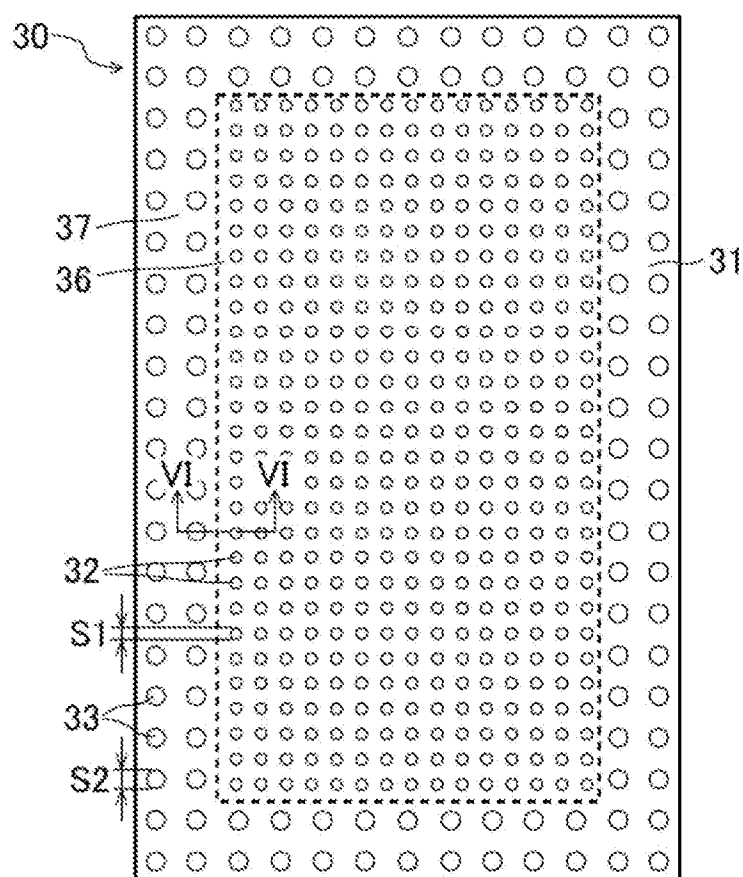
[図3]



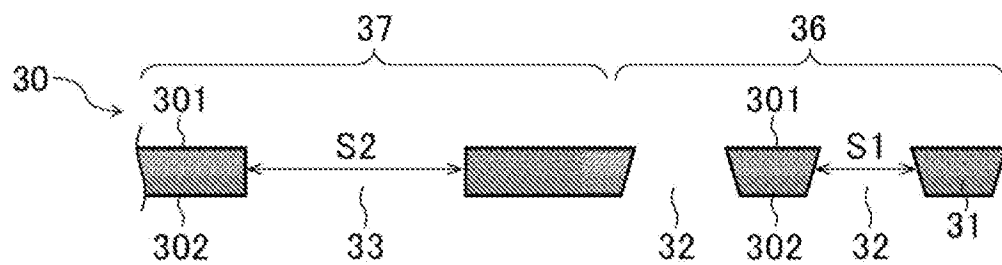
[図4]



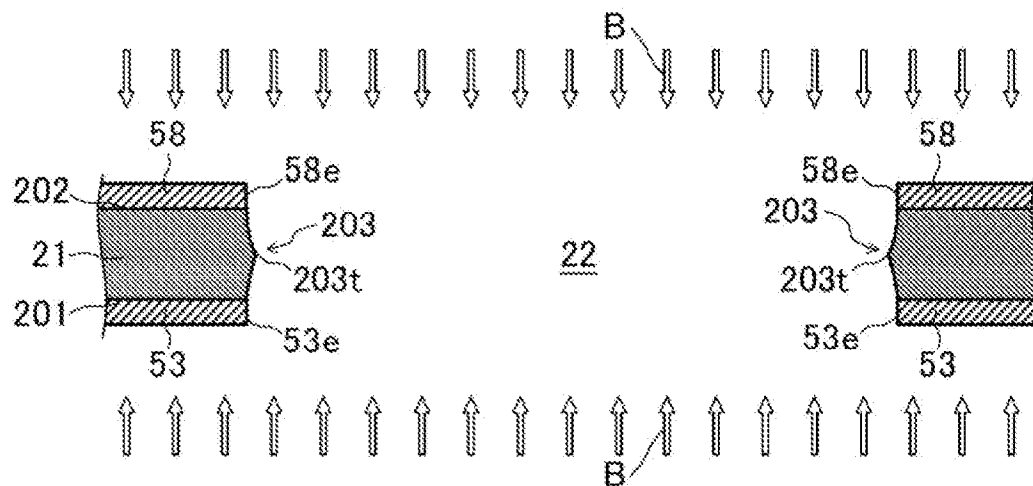
[図5]



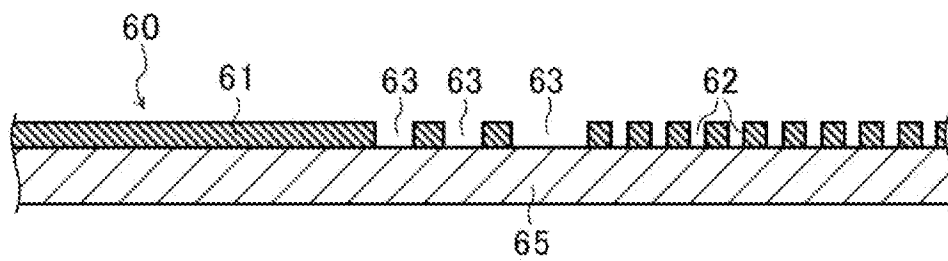
[図6]



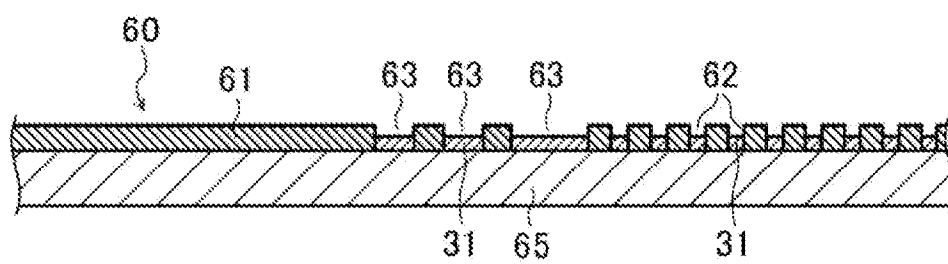
[図12]



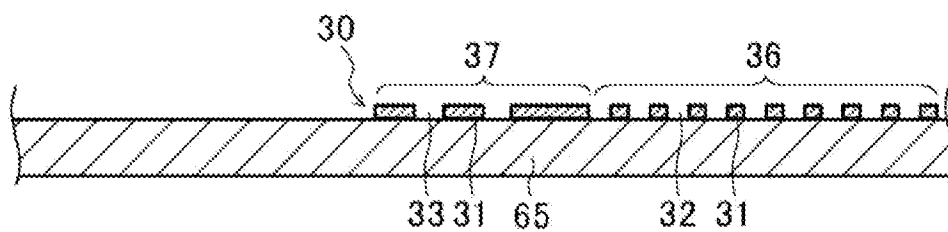
[図13]



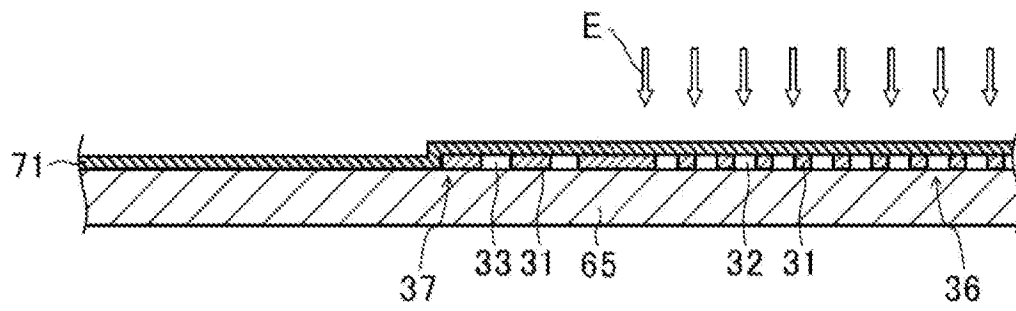
[図14]



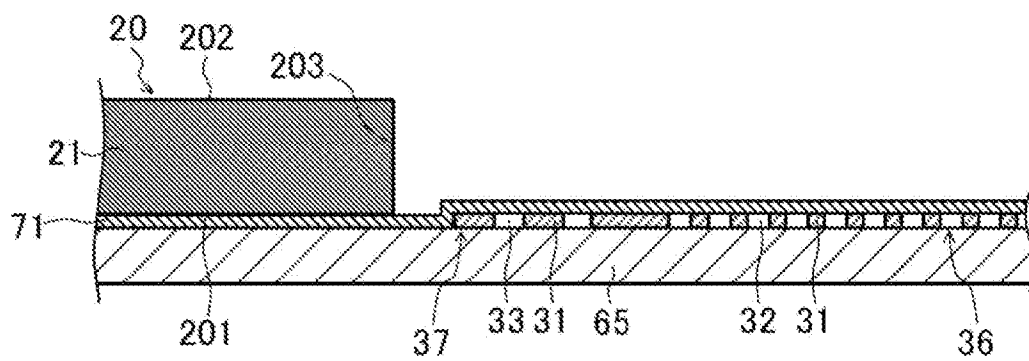
[図15]



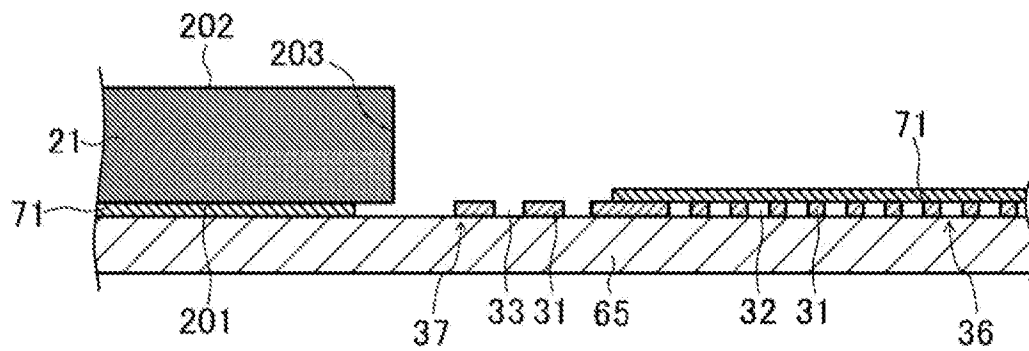
[図16]



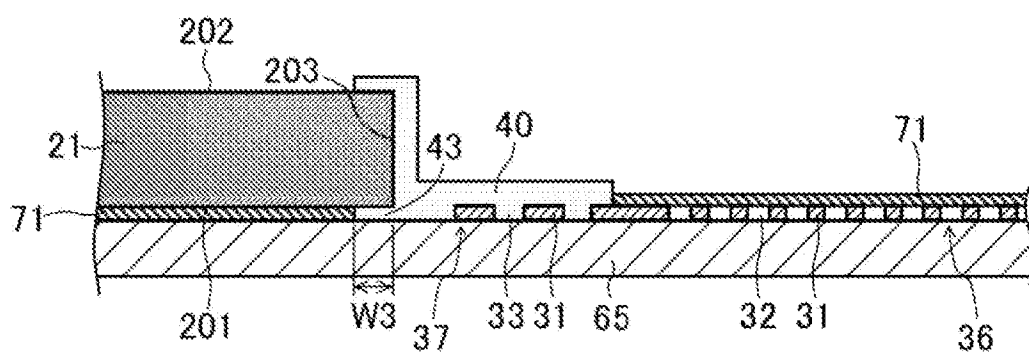
[図17]



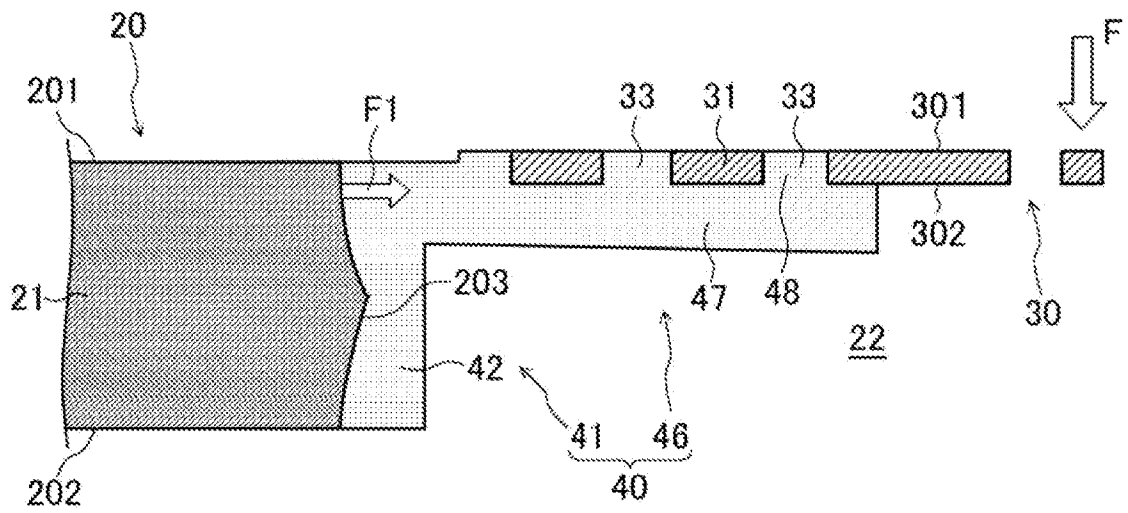
[図18]



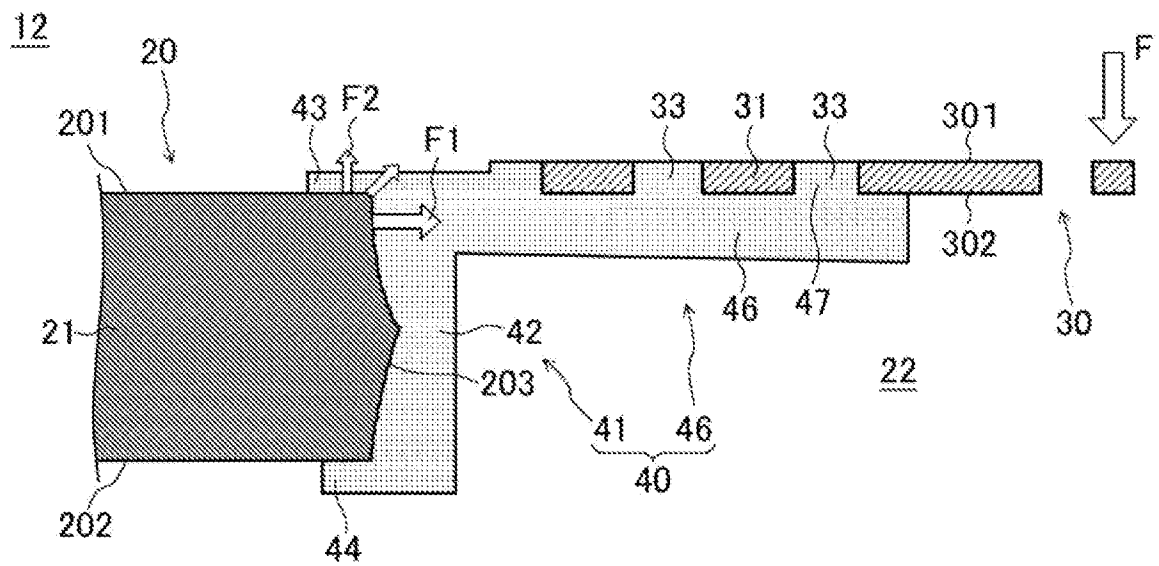
[図19]



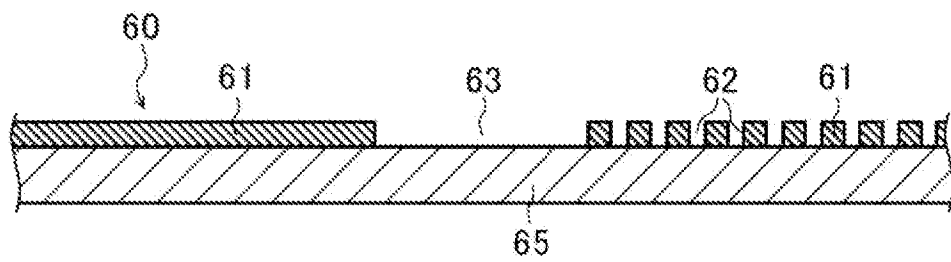
[図20]



[図21]



[図22]



A cross-sectional view of a semiconductor device. A substrate 201 is shown at the bottom. A layer 71 is formed on the substrate. A large rectangular block 21 is formed on the layer 71. The block 21 has a top surface 202 and a side surface 203. A layer 40 is formed on the side surface 203 of the block 21. A series of small rectangular blocks 31 are formed on the layer 71. Each block 31 consists of a bottom layer 312 and a top layer 311. A gap 65 is formed between the blocks 31. The layer 71 is also labeled on the right side of the device.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C14/04 (2006.01) i, C25D1/08 (2006.01) i, H01L27/32 (2006.01) i,
H01L51/50 (2006.01) i, H05B33/10 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C23C14/04, C25D1/08, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-15908 A (KYUSHU HITACHI MAXELL, LTD.) 20 January 2005 (Family: none)	1-18
A	JP 2003-68454 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 07 March 2003 & US 2004/0020435 A1 & WO 2003/019988 A1 & EP 1437926 A1 & CN 1480011 A & KR 10-0848972 B1	1-18

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 September 2019 (13.09.2019)

Date of mailing of the international search report
24 September 2019 (24.09.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C14/04(2006.01)i, C25D1/08(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C14/04, C25D1/08, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	JP 2005-15908 A (九州日立マクセル株式会社) 2005.01.20, (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2003-68454 A (大日本印刷株式会社) 2003.03.07, & US 2004/0020435 A1 & WO 2003/019988 A1 & EP 1437926 A1 & CN 1480011 A & KR 10-0848972 B1	1-18

☐ 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	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.09.2019

国際調査報告の発送日

24.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

手島 理

4G

5083

電話番号 03-3581-1101 内線 3416