

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7589838号
(P7589838)

(45)発行日 令和6年11月26日(2024.11.26)

(24)登録日 令和6年11月18日(2024.11.18)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/04 (2006.01)

C 2 3 C 14/04 A

C 2 3 C 14/24 (2006.01)

C 2 3 C 14/24 G

請求項の数 66 (全86頁)

(21)出願番号	特願2023-577081(P2023-577081)	(73)特許権者	000002897
(86)(22)出願日	令和5年1月30日(2023.1.30)		大日本印刷株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/002944		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(87)国際公開番号	WO2023/145951	(74)代理人	100120031
(87)国際公開日	令和5年8月3日(2023.8.3)		弁理士 宮嶋 学
審査請求日	令和6年5月10日(2024.5.10)	(74)代理人	100127465
(31)優先権主張番号	特願2022-13734(P2022-13734)		弁理士 堀田 幸裕
(32)優先日	令和4年1月31日(2022.1.31)	(74)代理人	100150717
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 山下 和也
早期審査対象出願		(72)発明者	池永 知加雄
			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
		審査官	▲高▼橋 真由

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸着マスク、フレーム付き蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法、有機デバイスの製造方法及びフレーム付き蒸着マスクの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコンを含むマスク基板と、
第1面と、前記第1面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層と、
前記マスク層を貫通する貫通孔と、を備え、
前記マスク基板は、基板開口を有し、
平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、
前記マスク層は、前記第1面をなすマスク本体層と、前記マスク本体層と前記マスク基板との間に位置するマスク中間層と、を有し、
前記マスク本体層は、金属材料を含み、
平面視において、前記マスク本体層の外縁は、前記マスク中間層の外縁よりも内側に位置している、蒸着マスク。

【請求項2】

前記マスク中間層の厚みは、前記マスク本体層の厚みよりも小さい、請求項1に記載の蒸着マスク。

【請求項3】

前記マスク中間層は、金、アルミニウム、クロム、ニッケル、チタン、窒化チタン、ネオジムを含むアルミニウム合金、酸化珪素又は二酸化珪素を含む基板側層を含み、
前記基板側層は、前記マスク本体層に接するとともに、前記マスク基板に接している、

請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 4】

前記マスク中間層は、前記マスク本体層に対向する本体側層と、前記マスク基板に対向する基板側層と、を含み、

前記本体側層及び前記基板側層は、互いに異なる金属材料で構成されている、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 5】

前記基板側層は、金、アルミニウム、クロム、ニッケル、チタン、窒化チタン、ネオジムを含むアルミニウム合金、酸化珪素又は二酸化珪素を含む、請求項 4 に記載の蒸着マスク。

10

【請求項 6】

前記本体側層は、チタン、銅、ニッケル又は金を含む、請求項 4 に記載の蒸着マスク。

【請求項 7】

前記マスク中間層は、前記基板側層と前記本体側層との間に位置する中間層を含み、

前記中間層は、前記本体側層及び前記基板側層とは異なる金属材料で構成されている、請求項 4 に記載の蒸着マスク。

【請求項 8】

前記中間層は、チタン、窒化チタン、アルミニウム、ネオジムを含むアルミニウム合金、酸化珪素、二酸化珪素、ニッケル、銅、クロム又は金を含む、請求項 7 に記載の蒸着マスク。

20

【請求項 9】

前記マスク本体層の前記金属材料は、磁性金属材料である、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 10】

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、

前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、平面視において前記基板開口内に位置する開口領域部と、を含み、

前記貫通孔は、前記マスク本体層及び前記開口領域部を貫通している、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 11】

前記第 2 面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第 1 面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、請求項 10 に記載の蒸着マスク。

30

【請求項 12】

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、

前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、平面視において前記基板開口に沿って形成されたマスク層開口と、を含み、

前記貫通孔は、前記マスク本体層を貫通している、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 13】

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第 1 面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、請求項 12 に記載の蒸着マスク。

40

【請求項 14】

前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔を有し、

平面視において、前記基板開口内に、2 つ以上の前記貫通孔が位置している、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 15】

前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔で構成された 2 つ以上の貫通孔群を有し、

平面視において、前記基板開口内に 2 つ以上の前記貫通孔群が位置している、請求項 14 に記載の蒸着マスク。

【請求項 16】

50

前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、
前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、各々の前記基板開口内に、2つ以上の前記貫通孔群が位置している、
請求項14に記載の蒸着マスク。

【請求項17】

前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、
前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、各々の前記基板開口内に1つの前記貫通孔群が位置している、請求項14に記載の蒸着マスク。

【請求項18】

前記基板開口は、平面視で矩形状に形成され、
平面視における前記基板開口の輪郭のうちの四隅に、湾曲部が設けられている、請求項1又は2に記載の蒸着マスク。

【請求項19】

前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、第1アライメントマークが設けられている、請求項1又は2に記載の蒸着マスク。

【請求項20】

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体と、平面視において前記基板本体から内側に突出する内側突出部と、を有し、
前記第1アライメントマークは、前記内側突出部に位置している、請求項19に記載の蒸着マスク。

【請求項21】

前記第1アライメントマークよりも前記貫通孔に近い位置に、第2アライメントマークが設けられている、請求項19に記載の蒸着マスク。

【請求項22】

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔と、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群と、互いに隣り合う前記貫通孔群の間に設けられたマスク層と、を有し、
前記第2アライメントマークは、前記マスク層に位置している、請求項21に記載の蒸着マスク。

【請求項23】

前記マスク層は、平面視において、互いに直交する方向に延びる第1マスク層及び第2マスク層、を含み、
前記第2アライメントマークは、前記第1マスク層と前記第2マスク層とが交差する交差部に位置している、請求項22に記載の蒸着マスク。

【請求項24】

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、
互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に、前記マスク本体層を貫通する溝が位置している、請求項1又は2に記載の蒸着マスク。

【請求項25】

前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、
前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、
前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に位置している、請求項1又は2に記載の蒸着マスク。

【請求項26】

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、
前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、
前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記貫通孔群の間に位置している、請求項14に記載の蒸着マスク。

【請求項27】

前記マスク本体層は、平面視で前記基板開口と重ならない位置に位置するダミー本体ア

10

20

30

40

50

イランドを含む、請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 28】

請求項 1 又は 2 に記載の蒸着マスクと、

前記蒸着マスクの前記マスク基板を支持するフレームと、を備えた、フレーム付き蒸着マスク。

【請求項 29】

シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、

前記マスク基板に、第 1 面と、前記第 1 面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第 2 面と、を有するマスク層を形成するマスク層形成工程と、

前記マスク基板に、基板開口を形成する基板開口形成工程と、

前記マスク層を貫通する貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、を備え、

平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、

マスク層形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するマスク本体層形成工程と、を有し、

前記マスク本体層は、金属材料を含み、

平面視において、前記マスク本体層の外縁は、前記マスク中間層の外縁よりも内側に位置している、蒸着マスクの製造方法。

【請求項 30】

前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク層にレーザ光を照射することによって形成される、請求項 29 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 31】

前記基板開口形成工程の後に前記貫通孔形成工程が行われ、

前記レーザ光は、前記基板開口を通して前記マスク層の前記第 2 面に照射される、請求項 30 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 32】

前記レーザ光は、フェムト秒レーザ光である、請求項 30 又は 31 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 33】

前記貫通孔形成工程において、前記レーザ光は、フォトマスクの前記貫通孔に対応するマスク孔を通して前記マスク層に照射される、請求項 30 又は 31 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 34】

前記フォトマスクは複数の前記マスク孔を有し、

前記貫通孔形成工程において、前記レーザ光は、前記フォトマスクの複数の前記マスク孔を通して前記マスク層に照射される、請求項 33 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 35】

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、

前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、平面視において前記基板開口内に位置する開口領域部と、を含み、

前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク本体層及び前記開口領域部を貫通するように形成される、請求項 29 又は 30 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 36】

前記第 2 面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第 1 面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、請求項 35 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 37】

前記基板開口形成工程の後に、前記マスク中間層に、平面視において前記基板開口に沿ってマスク層開口を形成するマスク層開口形成工程を備え、

前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク本体層を貫通するように形成される、請求項 29 又は 30 に記載の蒸着マスクの製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 3 8】

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第 1 面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、請求項 3 7 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 3 9】

シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、

前記マスク基板に、第 1 面と、前記第 1 面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第 2 面と、を有するマスク層を形成するマスク層形成工程と、

前記マスク基板に、基板開口を形成する基板開口形成工程と、

前記マスク層に、平面視において前記基板開口に沿ってマスク層開口を形成するマスク層開口形成工程と、を備え、

10

前記マスク層形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するとともに前記マスク本体層を貫通する貫通孔を形成するマスク本体層形成工程と、を有し、

前記マスク層開口形成工程において、前記マスク層開口は、前記マスク中間層に形成され、

平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、

前記マスク本体層は、金属材料を含み、

平面視において、前記マスク本体層の外縁は、前記マスク中間層の外縁よりも内側に位置している、蒸着マスクの製造方法。

20

【請求項 4 0】

前記マスク本体層形成工程において、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面に、レジスト層が、前記貫通孔に対応するようにパターン状に形成されている、請求項 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 1】

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第 1 面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、請求項 3 9 又は 4 0 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 2】

前記マスク本体層形成工程において、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面に、マスク絶縁層が、前記貫通孔に対応するようにパターン状に形成され、

30

前記マスク本体層は、2 つ以上の本体アイランドを含み、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う 2 つの前記本体アイランドの間に位置している、請求項 3 8 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 3】

前記マスク本体層の前記金属材料は、磁性金属材料である、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 4】

前記マスク中間層の厚みは、前記マスク本体層の厚みよりも小さい、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

40

【請求項 4 5】

前記基板開口形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、レジスト開口を有するレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、前記レジスト開口を通して前記マスク基板をエッチングして前記基板開口を形成する基板エッチング工程と、を有している、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 6】

前記マスク中間層は、前記マスク基板との密着性を確保できるとともに、前記基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体に対する耐性を有する材料を含む基板側層を含む、請求項 4 5 に記載の蒸着マスクの製造方法。

50

【請求項 4 7】

前記マスク中間層は、前記マスク本体層に対向する、前記マスク本体層との密着性を確保できる材料を含む本体側層を含む、請求項 4 6 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 8】

前記マスク層形成工程において、前記マスク本体層は、めっき処理によって形成され、前記マスク中間層は、前記基板側層と前記本体側層との間に位置する、前記マスク本体層を形成するためのめっき液から前記基板側層を保護できる材料を含む中間層を含む、請求項 4 7 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 4 9】

前記基板側層は、前記マスク本体層に接するとともに、前記マスク基板に接している、請求項 4 6 に記載の蒸着マスクの製造方法。

10

【請求項 5 0】

前記マスク層形成工程において、前記マスク中間層は、スパッタリング処理によって形成される、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 1】

前記マスク層形成工程において、前記マスク中間層は、蒸着処理によって形成される、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 2】

前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔を有し、
平面視において、前記基板開口内に、2 つ以上の前記貫通孔が位置している、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

20

【請求項 5 3】

前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔で構成された 2 つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、前記基板開口内に 2 つ以上の前記貫通孔群が位置している、請求項 5 2 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 4】

前記マスク基板は、2 つ以上の前記基板開口を有し、
前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔で構成された 2 つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、各々の前記基板開口内に、2 つ以上の前記貫通孔群が位置している、請求項 5 2 に記載の蒸着マスクの製造方法。

30

【請求項 5 5】

前記マスク基板は、2 つ以上の前記基板開口を有し、
前記マスク層は、2 つ以上の前記貫通孔で構成された 2 つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、各々の前記基板開口内に 1 つの前記貫通孔群が位置している、請求項 5 2 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 6】

前記基板開口は、平面視で矩形状に形成され、
平面視における前記基板開口の輪郭のうちの四隅に、湾曲部が設けられている、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 7】

前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、第 1 アライメントマークを形成する工程を備えた、請求項 2 9 又は 3 9 に記載の蒸着マスクの製造方法。

40

【請求項 5 8】

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体と、平面視において前記基板本体から内側に突出する内側突出部と、を有し、
前記第 1 アライメントマークは、前記内側突出部に位置している、請求項 5 7 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 5 9】

前記第 1 アライメントマークよりも前記貫通孔に近い位置に、第 2 アライメントマークを形成する工程を備えた、請求項 5 7 に記載の蒸着マスクの製造方法。

50

【請求項 6 0】

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔と、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群と、互いに隣り合う前記貫通孔群の間に設けられたマスク棧と、を有し、前記第2アライメントマークは、前記マスク棧に位置している、請求項59に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 6 1】

前記マスク棧は、平面視において、互いに直交する方向に延びる第1マスク棧及び第2マスク棧を含み、

前記第2アライメントマークは、前記第1マスク棧と前記第2マスク棧とが交差する交差部に位置している、請求項60に記載の蒸着マスクの製造方法。

10

【請求項 6 2】

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、

互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に、前記マスク本体層を貫通する溝が位置している、請求項29又は39に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 6 3】

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、

前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記貫通孔群の間に位置している、請求項39に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 6 4】

20

前記マスク本体層は、平面視で前記基板開口と重ならない位置に位置するダミー本体アイランドを含む、請求項29又は39に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 6 5】

請求項29又は39に記載の蒸着マスクの製造方法によって前記蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、

前記蒸着マスクの前記マスク層のうち前記第1面を蒸着基板に密着させる密着工程と、

前記蒸着マスクの前記貫通孔を通して蒸着材料を前記蒸着基板に蒸着させて蒸着層を形成する蒸着工程と、を備えた有機デバイスの製造方法。

【請求項 6 6】

請求項29又は39に記載の蒸着マスクの製造方法によって前記蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、

前記蒸着マスクの前記マスク基板にフレームを取り付けるフレーム取付工程と、を備えた、フレーム付き蒸着マスクの製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、蒸着マスク、フレーム付き蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法、有機デバイスの製造方法及びフレーム付き蒸着マスクに関する。

【背景技術】

【0002】

40

スマートフォンやタブレット等の持ち運びできるデバイスで用いられる表示装置は、高精細であることが好ましく、例えば画素密度が400 p p i 以上であることが好ましい。また、持ち運びできる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は、例えば800 p p i 以上であることが好ましい。

【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、有機デバイスの一例としての有機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蒸着マスクを用いて、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、まず、有機EL

50

表示装置用の蒸着基板に蒸着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、蒸着マスクの貫通孔を通すことによって、蒸着基板に蒸着させる。このことにより、蒸着マスクの貫通孔と同様のパターンで、蒸着材料を含む蒸着層（又は有機EL表示装置の発光層）を画素として蒸着基板上に形成できる（例えば、特許文献1～3参照）。

【0004】

このような蒸着マスクの製造方法の一例としては、フォトリソグラフィ技術を用いたエッチング処理によって金属板に貫通孔を形成する方法が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第5382259号公報

【文献】韓国登録特許第10-1812772号公報

【文献】特開2010-116579号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示は、精細度を向上できる蒸着マスク、フレーム付き蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法、有機デバイスの製造方法及びフレーム付き蒸着マスク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】

【0007】

本開示による蒸着マスクは、シリコンを含むマスク基板と、第1面と、第1面とは反対側に位置するとともにマスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層と、マスク層を貫通する貫通孔と、を備えている。マスク基板は、基板開口を有している。平面視において、基板開口内に貫通孔が位置している。マスク層は、第1面をなすマスク本体層と、マスク本体層とマスク基板との間に位置するマスク中間層と、を有している。マスク本体層は、金属材料を含んでいる。

【0008】

本開示によるフレーム付き蒸着マスクは、上述の蒸着マスクと、蒸着マスクのマスク基板を支持するフレームと、を備えている。

【0009】

本開示による蒸着マスクの製造方法は、シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、マスク層形成工程と、基板開口形成工程と、貫通孔形成工程と、を備えている。マスク層形成工程においては、マスク基板に、第1面と、第1面とは反対側に位置するとともにマスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層を形成する。基板開口形成工程においては、マスク基板に、基板開口を形成する。貫通孔形成工程においては、マスク層を貫通する貫通孔を形成する。平面視において、基板開口内に貫通孔が位置している。マスク層形成工程は、マスク基板のマスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、マスク中間層のマスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するマスク本体層形成工程と、を有している。マスク本体層は、金属材料を含んでいる。

【0010】

本開示による蒸着マスクの製造方法は、シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、マスク層形成工程と、基板開口形成工程と、マスク層開口形成工程と、を備えている。マスク層形成工程においては、マスク基板に、第1面と、第1面とは反対側に位置するとともにマスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層を形成する。基板開口形成工程においては、マスク基板に、基板開口を形成する。マスク層開口形成工程においては、マスク層に、平面視において基板開口に沿ってマスク層開口を形成する。マスク層形成工程は、マスク基板のマスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、マスク中間層のマスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するとともにマスク本体層を貫通する貫通孔を形成するマスク本体層形成工程と、を有している。マス

10

20

30

40

50

ク層開口形成工程において、マスク層開口は、マスク中間層に形成される。平面視において、基板開口内に貫通孔が位置する。マスク本体層は、金属材料を含んでいる。

【0011】

本開示による有機ELデバイスの製造方法は、上述の蒸着マスクの製造方法によって蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、密着工程と、蒸着工程と、を備えている。密着工程においては、蒸着マスクの金属層のうち第1面を蒸着基板に密着させる。蒸着工程においては、蒸着マスクの貫通孔を通して蒸着材料を蒸着基板に蒸着させることによって、蒸着層を形成する。

【0012】

本開示によるフレーム付き蒸着マスクの製造方法は、上述の蒸着マスクの製造方法によって蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、蒸着マスクのマスク基板にフレームを取り付けるフレーム取付工程と、を備えている。

10

【発明の効果】

【0013】

本開示によれば、精細度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の実施形態による蒸着マスクを備えた蒸着装置を示す図である。

【図2】本開示の実施形態による蒸着マスクを示す平面図である。

【図3】図2のA-A線に沿った断面を模式的に示す図である。

20

【図4】図2の蒸着マスクの部分拡大平面図である。

【図5A】図4の蒸着マスクの貫通孔群を示す部分拡大平面図である。

【図5B】図5Aの貫通孔群の一変形例を示す部分拡大平面図である。

【図6】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法において、基板準備工程を示す図である。

【図7】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法において、第2金属層形成工程を示す図である。

【図8】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法において、第1金属層形成工程を示す図である。

【図9】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法の基板開口形成工程において、レジスト層形成工程を示す図である。

30

【図10】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法の基板開口形成工程において、基板エッチング工程を示す図である。

【図11A】図10の基板エッチング工程において、第1凹部を形成する工程を示す図である。

【図11B】図10の基板エッチング工程において、第1保護層を形成する工程を示す図である。

【図11C】図10の基板エッチング工程において、第2凹部を形成する工程を示す図である。

【図11D】図10の基板エッチング工程において、第2保護層を形成する工程を示す図である。

40

【図11E】図10の基板エッチング工程において、第4凹部を形成する工程を示す図である。

【図12】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法の基板開口形成工程において、レジスト層除去工程を示す図である。

【図13A】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法において、貫通孔形成工程のうち金属層にレーザ光を照射する状態を示す図である。

【図13B】図13Aの変形例を示す図である。

【図13C】図13Bのレーザ光発生装置を示す概略図である。

【図14】本開示の実施形態による蒸着マスクの製造方法において、貫通孔形成工程にお

50

いて貫通孔が形成された状態を示す図である。

【図 1 5 A】本開示の実施形態において、蒸着マスクを用いて作製された有機 E L 表示装置の一例を示す平面図であって、蒸着工程において蒸着された有機層を示す平面図である。

【図 1 5 B】図 1 5 A の有機 E L 表示装置を B - B 方向から見た断面図である。

【図 1 6】図 3 に示す蒸着マスクの変形例を示す断面模式図である。

【図 1 7】図 1 6 に示す蒸着マスクの製造方法として、レジスト層形成工程を示す図である。

【図 1 8】図 1 6 に示す蒸着マスクの製造方法として、第 1 金属層形成工程を示す図である。

【図 1 9】図 1 6 に示す蒸着マスクの製造方法として、レジスト層除去工程を示す図である。

10

【図 2 0】図 1 6 に示す蒸着マスクの製造方法として、基板開口形成工程を示す図である。

【図 2 1】図 1 6 に示す蒸着マスクの製造方法として、マスク層開口形成工程を示す図である。

【図 2 2 A】図 3 に示す蒸着マスクの変形例を示す断面模式図である。

【図 2 2 B】図 3 に示す蒸着マスクの他の変形例を示す断面模式図である。

【図 2 3】図 2 に示す蒸着マスクの変形例を示す平面図である。

【図 2 4】図 4 に示す蒸着マスクの変形例を示す部分拡大平面図である。

【図 2 5】図 2 に示す蒸着マスクの変形例を示す平面図である。

【図 2 6】図 2 5 の C - C 線に沿った断面を模式的に示す図である。

20

【図 2 7】図 2 5 に示す蒸着マスクの変形例を示す平面図である。

【図 2 8】図 2 5 に示す蒸着マスクの変形例を示す平面図である。

【図 2 9】本開示の実施形態による蒸着マスクの基板開口の変形例を示す拡大平面図である。

【図 3 0】本開示の実施形態による蒸着マスクの基板開口の他の変形例を示す拡大平面図である。

【図 3 1】本開示の実施形態による蒸着マスクの基板開口の他の変形例を示す拡大平面図である。

【図 3 2】図 2 5 に示す蒸着マスクの変形例を示す平面図である。

【図 3 3】図 3 2 の D - D 線に沿った断面を模式的に示す図である。

30

【図 3 4】図 3 に示す蒸着マスクの他の変形例を示す断面模式図である。

【図 3 5】図 2 5 に示す蒸着マスクの他の変形例を示す平面図である。

【図 3 6】図 3 5 の E - E 線に沿った断面を模式的に示す図である。

【図 3 7】図 2 5 に示す蒸着マスクの他の変形例を示す平面図である。

【図 3 8】図 3 7 の F - F 線に沿った断面を模式的に示す図である。

【図 3 9】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、絶縁層形成工程を示す図である。

【図 4 0】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、絶縁開口形成工程を示す図である。

【図 4 1】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、第 1 金属層形成工程を示す図である。

【図 4 2】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、研磨工程を示す図である。

40

【図 4 3】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、第 1 マスク保護層形成工程を示す図である。

【図 4 4】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、絶縁層除去工程を示す図である。

【図 4 5】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、第 2 マスク保護層形成工程を示す図である。

【図 4 6】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、基板開口形成工程を示す図である。

【図 4 7】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、マスク層開口形成工程を示す図である。

【図 4 8】図 3 8 に示す蒸着マスクの製造方法として、第 2 保護層除去工程を示す図である。

50

【図 4 9】本開示の実施形態による蒸着マスクの第 1 金属層の変形例を示す拡大平面図である。

【図 5 0】図 2 5 に示す蒸着マスクの他の変形例を示す平面図である。

【図 5 1】図 5 0 の G - G 線に沿った断面を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本明細書及び本図面において、特別な説明が無い限りは、「基板」や「基材」や「板」や「シート」や「フィルム」などのある構成の基礎となる物質を意味する用語は、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。

【0016】

本明細書及び本図面において、特別な説明が無い限りは、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。

【0017】

本明細書及び本図面において、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。

【0018】

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、要素 A の面が要素 B の面に「対向する」という状態は、要素 A の面が要素 B の面に接している場合だけでなく、要素 A の面と要素 B の面の間に要素 C が位置している場合も含む。すなわち、「対向する」という用語は、2 つの面の向きを表す用語である。

【0019】

本明細書及び本図面において、特別な説明が無い限りは、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号又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。

【0020】

本明細書及び本図面において、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。

【0021】

本明細書及び本図面において、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。

【0022】

本明細書及び本図面において、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。

【0023】

本明細書及び本図面において、特別な説明が無い限りは、本明細書の一実施形態において、有機デバイス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ンニングする

10

20

30

40

50

ために用いられる蒸着マスクやその製造方法に関した例をあげて説明する。ただし、このような適用に限定されることなく、種々の用途に用いられる蒸着マスクに対し、本実施形態を適用できる。

【0024】

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。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。

【0025】

本開示の第1の態様は、
シリコンを含むマスク基板と、
第1面と、前記第1面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層と、
前記マスク層を貫通する貫通孔と、を備え、
前記マスク基板は、基板開口を有し、
平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、
前記マスク層は、前記第1面をなすマスク本体層と、前記マスク本体層と前記マスク基板との間に位置するマスク中間層と、を有し、
前記マスク本体層は、金属材料を含む、蒸着マスク、
である。

【0026】

本開示の第2の態様として、上述した第1の態様による蒸着マスクにおいて、
前記マスク中間層の厚みは、前記マスク本体層の厚みよりも小さい、
ようにしてもよい。

【0027】

本開示の第3の態様として、上述した第1の態様又は第2の態様による蒸着マスクにおいて、
前記マスク中間層は、金、アルミニウム、クロム、ニッケル、チタン、窒化チタン、ネオジムを含むアルミニウム合金、酸化珪素又は二酸化珪素を含む基板側層を含み、
前記基板側層は、前記マスク本体層に接するとともに、前記マスク基板に接している、
ようにしてもよい。

【0028】

本開示の第4の態様として、上述した第1の態様又は第2の態様による蒸着マスクにおいて、
前記マスク中間層は、前記マスク本体層に対向する本体側層と、前記マスク基板に対向する基板側層と、を含み、
前記本体側層及び前記基板側層は、互いに異なる金属材料で構成されている、
ようにしてもよい。

【0029】

本開示の第5の態様として、上述した第4の態様による蒸着マスクにおいて、
前記基板側層は、金、アルミニウム、クロム、ニッケル、チタン、窒化チタン、ネオジムを含むアルミニウム合金、酸化珪素又は二酸化珪素を含む、
ようにしてもよい。

【0030】

本開示の第6の態様として、上述した第4の態様又は第5の態様による蒸着マスクにおいて、
前記本体側層は、チタン、銅、ニッケル又は金を含む、
ようにしてもよい。

【0031】

本開示の第7の態様として、上述した第4の態様から上述した第6の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク中間層は、前記基板側層と前記本体側層との間に位置する中間層を含み、
前記中間層は、前記本体側層及び前記基板側層とは異なる金属材料で構成されている、
ようにしてもよい。

【0032】

本開示の第8の態様として、上述した第7の態様による蒸着マスクにおいて、
前記中間層は、チタン、窒化チタン、アルミニウム、ネオジムを含むアルミニウム合金、
酸化珪素、二酸化珪素、ニッケル、銅、クロム又は金を含む、
ようにしてもよい。

【0033】

本開示の第9の態様として、上述した第1の態様から上述した第8の態様のそれぞれに
よる蒸着マスクにおいて、

10

前記マスク本体層の前記金属材料は、磁性金属材料である、
ようにしてもよい。

【0034】

本開示の第10の態様として、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
による蒸着マスクにおいて、

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、
前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、
平面視において前記基板開口内に位置する開口領域部と、を含み、

20

前記貫通孔は、前記マスク本体層及び前記開口領域部を貫通している、
ようにしてもよい。

【0035】

本開示の第11の態様として、上述した第10の態様による蒸着マスクにおいて、

前記第2面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第1面における前記貫通
孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、
ようにしてもよい。

【0036】

本開示の第12の態様として、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
による蒸着マスクにおいて、

30

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、
前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、
平面視において前記基板開口に沿って形成されたマスク層開口と、を含み、

前記貫通孔は、前記マスク本体層を貫通している、
ようにしてもよい。

【0037】

本開示の第13の態様として、上述した第12の態様による蒸着マスクにおいて、

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口
寸法が、前記第1面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、
ようにしてもよい。

【0038】

40

本開示の第14の態様として、上述した第1の態様から上述した第13の態様のそれぞ
れによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔を有し、
平面視において、前記基板開口内に、2つ以上の前記貫通孔が位置している、
ようにしてもよい。

【0039】

本開示の第15の態様として、上述した第14の態様による蒸着マスクにおいて、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、
平面視において、前記基板開口内に2つ以上の前記貫通孔群が位置している、
ようにしてもよい。

50

【0040】

本開示の第16の態様として、上述した第14の態様による蒸着マスクにおいて、前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、平面視において、各々の前記基板開口内に、2つ以上の前記貫通孔群が位置している、ようにしてもよい。

【0041】

本開示の第17の態様として、上述した第14の態様による蒸着マスクにおいて、前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、平面視において、各々の前記基板開口内に1つの前記貫通孔群が位置している、ようにしてもよい。

10

【0042】

本開示の第18の態様として、上述した第1の態様から上述した第17の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記基板開口は、平面視で矩形状に形成され、

平面視における前記基板開口の輪郭のうちの四隅に、湾曲部が設けられている、ようにしてもよい。

【0043】

本開示の第19の態様として、上述した第1の態様から第9の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、第1アライメントマークが設けられている、

ようにしてもよい。

20

【0044】

本開示の第20の態様として、上述した第19の態様による蒸着マスクにおいて、

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体と、平面視において前記基板本体から内側に突出する内側突出部と、を有し、

前記第1アライメントマークは、前記内側突出部に位置している、

ようにしてもよい。

30

【0045】

本開示の第21の態様として、上述した第19の態様又は上述した第20の態様による蒸着マスクにおいて、

前記第1アライメントマークよりも前記貫通孔に近い位置に、第2アライメントマークが設けられている、

ようにしてもよい。

【0046】

本開示の第22の態様として、上述した第21の態様による蒸着マスクにおいて、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔と、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群と、互いに隣り合う前記貫通孔群の間に設けられたマスク棧と、を有し、

前記第2アライメントマークは、前記マスク棧に位置している、

ようにしてもよい。

40

【0047】

本開示の第23の態様として、上述した第22の態様による蒸着マスクにおいて、

前記マスク棧は、平面視において、互いに直交する方向に延びる第1マスク棧及び第2マスク棧、を含み、

前記第2アライメントマークは、前記第1マスク棧と前記第2マスク棧とが交差する交差部に位置している、

ようにしてもよい。

【0048】

50

本開示の第24の態様として、上述した第1の態様から第23の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

平面視において、前記マスク本体層の外縁は、前記マスク中間層の外縁よりも内側に位置している、
ようにしてもよい。

【0049】

本開示の第25の態様として、上述した第1の態様から第24の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、

互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に、前記マスク本体層を貫通する溝が位置している、
ようにしてもよい。

【0050】

本開示の第26の態様として、上述した第1の態様から第25の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に位置している、
ようにしてもよい。

【0051】

本開示の第27の態様として、上述した第1の態様から第26の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、

前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記貫通孔群の間に位置している、
ようにしてもよい。

【0052】

本開示の第28の態様として、上述した第1の態様から第27の態様のそれぞれによる蒸着マスクにおいて、

前記マスク本体層は、平面視で前記基板開口と重ならない位置に位置するダミー本体アイランドを含む、
ようにしてもよい。

【0053】

本開示の第29の態様は、

上述した第1の態様から第28の態様のそれぞれによる蒸着マスクと、

前記蒸着マスクの前記マスク基板を支持するフレームと、を備えた、フレーム付き蒸着マスク、
である。

【0054】

本開示の第30の態様は、

シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、

前記マスク基板に、第1面と、前記第1面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層を形成するマスク層形成工程と、

前記マスク基板に、基板開口を形成する基板開口形成工程と、

前記マスク層を貫通する貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、を備え、

平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、

マスク層形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するマスク本体層形成工程と、を有し、

前記マスク本体層は、金属材料を含む、蒸着マスクの製造方法、

10

20

30

40

50

である。

【0055】

本開示の第31の態様として、上述した第30の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク層にレーザ光を照射することによって形成される、
ようにしてもよい。

【0056】

本開示の第32の態様として、上述した第31の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記基板開口形成工程の後に前記貫通孔形成工程が行われ、
前記レーザ光は、前記基板開口を通して前記マスク層の前記第2面に照射される、
ようにしてもよい。

【0057】

本開示の第33の態様として、上述した第31の態様又は上述した第33の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記レーザ光は、フェムト秒レーザ光である、
ようにしてもよい。

【0058】

本開示の第34の態様として、上述した第31の態様から上述した第32の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記貫通孔形成工程において、前記レーザ光は、フォトマスクの前記貫通孔に対応するマスク孔を通して前記マスク層に照射される、
ようにしてもよい。

【0059】

本開示の第35の態様として、上述した第34の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記フォトマスクは複数の前記マスク孔を有し、
前記貫通孔形成工程において、前記レーザ光は、前記フォトマスクの複数の前記マスク孔を通して前記マスク層に照射される、
ようにしてもよい。

【0060】

本開示の第36の態様として、上述した第30の態様から上述した第35の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体を有し、
前記マスク中間層は、前記マスク本体層と前記基板本体との間に位置する本体領域部と、平面視において前記基板開口内に位置する開口領域部と、を含み、
前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク本体層及び前記開口領域部を貫通するように形成される、
ようにしてもよい。

【0061】

本開示の第37の態様として、上述した第36の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記第2面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第1面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、
ようにしてもよい。

【0062】

本開示の第38の態様として、上述した第30の態様から上述した第35の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記基板開口形成工程の後に、前記マスク中間層に、平面視において前記基板開口に沿

10

20

30

40

50

ってマスク層開口を形成するマスク層開口形成工程を備え、

前記貫通孔形成工程において、前記貫通孔は、前記マスク本体層を貫通するように形成される、
ようにしてもよい。

【0063】

本開示の第39の態様として、上述した第38の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第1面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、
ようにしてもよい。

【0064】

本開示の第40の態様は、

シリコンを含むマスク基板を準備する基板準備工程と、

前記マスク基板に、第1面と、前記第1面とは反対側に位置するとともに前記マスク基板に対向する第2面と、を有するマスク層を形成するマスク層形成工程と、

前記マスク基板に、基板開口を形成する基板開口形成工程と、

前記マスク層に、平面視において前記基板開口に沿ってマスク層開口を形成するマスク層開口形成工程と、を備え、

前記マスク層形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層に対向する面にマスク中間層を形成するマスク中間層形成工程と、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面にマスク本体層を形成するとともに前記マスク本体層を貫通する貫通孔を形成するマスク本体層形成工程と、を有し、

前記マスク層開口形成工程において、前記マスク層開口は、前記マスク中間層に形成され、

平面視において、前記基板開口内に前記貫通孔が位置し、

前記マスク本体層は、金属材料を含んでいる、

蒸着マスクの製造方法、

である。

【0065】

本開示の第41の態様として、上述した第40の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層形成工程において、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面に、レジスト層が、前記貫通孔に対応するようにパターン状に形成されている、
ようにしてもよい。

【0066】

本開示の第42の態様として、上述した第40の態様又は上述した第41の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層の前記マスク基板に対向する面における前記貫通孔の所定方向の開口寸法が、前記第1面における前記貫通孔の前記所定方向の開口寸法よりも大きい、
ようにしてもよい。

【0067】

本開示の第43の態様として、上述した第40の態様から上述した第42の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、前記マスク本体層形成工程において、前記マスク中間層の前記マスク基板とは反対側の面に、マスク絶縁層が、前記貫通孔に対応するようにパターン状に形成され、

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に位置している、
ようにしてもよい。

【0068】

本開示の第44の態様として、上述した第30の態様から上述した第43の態様のそれ

10

20

30

40

50

それによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層の前記金属材料は、磁性金属材料である、
ようにしてもよい。

【0069】

本開示の第45の態様として、上述した第30の態様から上述した第44の態様のそれ
それによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク中間層の厚みは、前記マスク本体層の厚みよりも小さい、
ようにしてもよい。

【0070】

本開示の第46の態様として、上述した第30の態様から上述した第45の態様のそれ
それによる蒸着マスクの製造方法において、

前記基板開口形成工程は、前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、レジスト
開口を有するレジスト層を形成するレジスト層形成工程と、前記レジスト開口を通して前
記マスク基板をエッチングして前記基板開口を形成する基板エッチング工程と、を有して
いる、
ようにしてもよい。

【0071】

本開示の第47の態様として、上述した第46の態様による蒸着マスクの製造方法にお
いて、

前記マスク中間層は、前記マスク基板との密着性を確保できるとともに、前記基板エッ
チング工程において用いられるエッチング媒体に対する耐性を有する材料を含む基板側層
を含む、
ようにしてもよい。

【0072】

本開示の第48の態様として、上述した第47の態様による蒸着マスクの製造方法にお
いて、

前記マスク中間層は、前記マスク本体層に対向する、前記マスク本体層との密着性を確
保できる材料を含む本体側層を含む、
ようにしてもよい。

【0073】

本開示の第49の態様として、上述した第48の態様による蒸着マスクの製造方法にお
いて、

前記マスク層形成工程において、前記マスク本体層は、めっき処理によって形成され、
前記マスク中間層は、前記基板側層と前記本体側層との間に位置する、
前記マスク本体層を形成するためのめっき液から前記基板側層を保護できる材料を含む
中間層を含む、
ようにしてもよい。

【0074】

本開示の第50の態様として、上述した第47の態様による蒸着マスクの製造方法にお
いて、

前記基板側層は、前記マスク本体層に接するとともに、前記マスク基板に接している、
ようにしてもよい。

【0075】

本開示の第51の態様として、上述した第30の態様から上述した第50の態様のそれ
それによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層形成工程において、前記マスク中間層は、スパッタリング処理によって形
成される、
ようにしてもよい。

【0076】

本開示の第52の態様として、上述した第30の態様から上述した第50の態様のそれ

10

20

30

40

50

それによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層形成工程において、前記マスク中間層は、蒸着処理によって形成される、ようにしてもよい。

【0077】

本開示の第53の態様として、上述した第30の態様から上述した第52の態様のそれそれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔を有し、

平面視において、前記基板開口内に、2つ以上の前記貫通孔が位置している、ようにしてもよい。

【0078】

本開示の第54の態様として、上述した第53の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、平面視において、前記基板開口内に2つ以上の前記貫通孔群が位置している、ようにしてもよい。

【0079】

本開示の第55の態様として、上述した第53の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、

平面視において、各々の前記基板開口内に、2つ以上の前記貫通孔群が位置している、ようにしてもよい。

【0080】

本開示の第56の態様として、上述した第53の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク基板は、2つ以上の前記基板開口を有し、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、

平面視において、各々の前記基板開口内に1つの前記貫通孔群が位置している、ようにしてもよい。

【0081】

本開示の第57の態様として、上述した第30の態様から上述した第56の態様のそれそれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記基板開口は、平面視で矩形状に形成され、

平面視における前記基板開口の輪郭のうちの四隅に、湾曲部が設けられている、ようにしてもよい。

【0082】

本開示の第58の態様として、上述した第30の態様から上述した第57の態様のそれそれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク基板の前記マスク層とは反対側の面に、第1アライメントマークを形成する工程を備えた、ようにしてもよい。

【0083】

本開示の第59の態様として、上述した第58の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク基板は、前記基板開口を画定する基板本体と、平面視において前記基板本体から内側に突出する内側突出部と、を有し、

前記第1アライメントマークは、前記内側突出部に位置している、ようにしてもよい。

【0084】

本開示の第60の態様として、上述した第58の態様又は上述した第59の態様による

10

20

30

40

50

蒸着マスクの製造方法において、

前記第1アライメントマークよりも前記貫通孔に近い位置に、第2アライメントマークを形成する工程を備えた、
ようにしてもよい。

【0085】

本開示の第61の態様として、上述した第60の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔と、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群と、互いに隣り合う前記貫通孔群の間に設けられたマスク棧と、を有し、

前記第2アライメントマークは、前記マスク棧に位置している、
ようにしてもよい。

【0086】

本開示の第62の態様として、上述した第61の態様による蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク棧は、平面視において、互いに直交する方向に延びる第1マスク棧及び第2マスク棧を含み、

前記第2アライメントマークは、前記第1マスク棧と前記第2マスク棧とが交差する交差部に位置している、
ようにしてもよい。

【0087】

本開示の第63の態様として、上述した第30の態様から上述した第62の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

平面視において、前記マスク本体層の外縁は、前記マスク中間層の外縁よりも内側に位置している、
ようにしてもよい。

【0088】

本開示の第64の態様として、上述した第30の態様から上述した第63の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層は、2つ以上の本体アイランドを含み、

互いに隣り合う2つの前記本体アイランドの間に、前記マスク本体層を貫通する溝が位置している、
ようにしてもよい。

【0089】

本開示の第65の態様として、上述した第30の態様から上述した第64の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク層は、2つ以上の前記貫通孔で構成された2つ以上の貫通孔群を有し、

前記マスク層は、前記第1面をなすマスク絶縁層を有し、

前記マスク絶縁層は、互いに隣り合う2つの前記貫通孔群の間に位置している、ようにしてもよい。

【0090】

本開示の第66の態様として、上述した第30の態様から上述した第65の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法において、

前記マスク本体層は、平面視で前記基板開口と重ならない位置に位置するダミー本体アイランドを含む、
ようにしてもよい。

【0091】

上述した第30の態様から上述した第66の態様はそれぞれ、第30の態様から第66の態様のそれぞれの蒸着マスクの製造方法によって製造された蒸着マスクであってもよい。

【0092】

本開示の第67の態様は、

上述した第 30 の態様から上述した第 66 の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法によって前記蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、

前記蒸着マスクの前記マスク層のうち前記第 1 面を蒸着基板に密着させる密着工程と、

前記蒸着マスクの前記貫通孔を通して蒸着材料を前記蒸着基板に蒸着させて蒸着層を形成する蒸着工程と、を備えた有機デバイスの製造方法、である。

【0093】

上述した第 67 の態様は、第 67 の態様の有機デバイスの製造方法によって製造された有機デバイスであってもよい。

【0094】

本開示の第 68 の態様は、

上述した第 30 の態様から上述した第 66 の態様のそれぞれによる蒸着マスクの製造方法によって前記蒸着マスクを準備する蒸着マスク準備工程と、

前記蒸着マスクの前記マスク基板にフレームを取り付けるフレーム取付工程と、を備えた、フレーム付き蒸着マスクの製造方法、である。

【0095】

上述した第 68 の態様は、第 68 の態様のフレーム付き蒸着マスクの製造方法によって製造されたフレーム付き蒸着マスクであってもよい。

【0096】

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。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されるものではない。

【0097】

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 80 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 80 は、蒸着源（例えばるつぼ 81）と、ヒータ 83 と、蒸着マスク 10 と、を備えていてもよい。また、蒸着装置 80 は、排気手段（図示せず）を更に備えていてもよい。排気手段は、蒸着装置 80 の内部の圧力を真空雰囲気まで低下できる。るつぼ 81 は、蒸着装置 80 の内部に設けられており、有機発光材料などの蒸着材料 82 を収容するように構成されている。ヒータ 83 は、るつぼ 81 を加熱するように構成されている。真空雰囲気でするつぼ 81 を加熱することによって、蒸着材料 82 が蒸発する。

【0098】

蒸着マスク 10 は、るつぼ 81 に対向するように蒸着装置 80 内に配置されている。蒸着マスク 10 は、るつぼ 81 の上方に配置されていてもよい。この蒸着マスク 10 に対面するように蒸着基板 110 が配置されている。蒸着基板 110 は、蒸着材料 82 を付着させる対象物である。蒸着基板 110 は、蒸着マスク 10 の上方に配置されていてもよい。るつぼ 81 から飛来した蒸着材料は、蒸着マスク 10 の後述する貫通孔 40 を通って、蒸着基板 110 に付着する。

【0099】

図 1 に示すように、蒸着装置 80 は、蒸着基板 110 の、蒸着マスク 10 とは反対側の面に配置された磁石 85 を備えていてもよい。磁石 85 の磁力によって蒸着マスク 10 を磁石 85 に向かう方向に引き寄せて、蒸着マスク 10 を蒸着基板 110 に密着できる。これにより、蒸着工程においてシャドー（後述）が発生することを抑制できる。このため、蒸着基板 110 に付着した蒸着材料 82 によって形成される蒸着層（又は後述する有機デバイス 100 の有機層 130A、130B、130C、図 15A 及び図 15B 参照）の形状精度や位置精度を向上できる。蒸着基板 110 と磁石 85 との間には、蒸着時に蒸着基板 110 を冷却する冷却板（図示せず）が介在されていてもよい。

【0100】

次に、本実施形態による蒸着マスク 10 について、図 1 ～図 5B を参照して、より詳細

10

20

30

40

50

に説明する。

【0101】

図1～図3に示すように、蒸着マスク10は、後述する貫通孔40が設けられたマスク層20と、マスク層20を支持するマスク基板15と、を備えていてもよい。マスク基板15は、マスク層20の後述する第2面20bに位置していてもよい。

【0102】

図2に示すように、本実施形態による蒸着マスク10は、後述する第1面20aに垂直な方向で見たときに（以下、平面視と記す）、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、マスク層20及びマスク基板15の両者がともにシリコンウエハと同様の形状を有していてもよい。シリコンウエハは、一般的なウエハ形状と同様に、オリエンテーションフラット（orientation flat）と称される円形の一部が直線状に切り欠かれた平面形状（図2参照）を有していてもよい。あるいは、シリコンウエハは、ノッチと称される円形の一部が凹状に切り欠かれた平面形状を有していてもよい。

【0103】

図3に示すように、マスク基板15は、マスク層20に対向する第1基板面15aと、第1基板面15aとは反対側に位置する第2基板面15bと、を有していてもよい。第1基板面15aに、マスク層20（より詳細には、後述する基板側層26）が付着されていてもよく、固定されていてもよい。マスク層20とマスク基板15とは、マスク層20を後述するスパッタリング処理や蒸着処理などで形成された層（例えば、後述する第2金属層22）によって、分離不能に互いに付着されていてもよい。図3は、図2のA-A線断面を模式的に示した図であり、図面をわかりやすくするために、貫通孔群30の個数及び貫通孔40の個数を少なくしている。

【0104】

図2及び図3に示すように、マスク基板15は、マスク層20の貫通孔40を露出する基板開口16を有していてもよい。基板開口16は、第1基板面15aから第2基板面15bに延びてマスク基板15を貫通している。平面視において、基板開口16内に貫通孔40が位置していてもよく、複数の貫通孔40が位置していてもよい。一実施形態において、マスク基板15は、平面視で枠形状を有していてもよい。図2に示すように、マスク基板15は、貫通孔群30の外側に位置する、マスク基板15の外縁15cに沿うような平面形状を有する基板枠体17を有していてもよい。この基板枠体17は、基板本体の一例である。基板枠体17の内側に基板開口16が画定されていてもよい。基板開口16は、図2に示すように、平面視においてマスク基板15の外縁15cと相似形の輪郭を有していてもよく、又は円形状の輪郭を有していてもよい。

【0105】

マスク基板15の直径は、特に限られることはないが、例えば、150mm（6インチ）、200mm（8インチ）、300mm（12インチ）、又は450mm（18インチ）であってもよい。

【0106】

マスク基板15の厚みH1は、特に限られることはないが、直径が150mmの場合には0.625mmであってもよく、直径が200mmの場合には、0.725mmであってもよい。また、厚みH1は、直径が300mmの場合には、0.775mmであってもよい。

【0107】

マスク基板15は、シリコンを含んでいてもよい。例えば、蒸着基板110としてガラス基板が用いられる場合に、マスク基板15の熱膨張係数を、ガラス基板と等しい値に近い値に調整できる。蒸着工程の際、蒸着基板110に形成される有機層130A、130B、130Cの形状精度や位置精度が、マスク層20を備える蒸着マスク10と蒸着基板110との間の熱膨張係数の差に起因して低下する場合がある。以下、この低下を精度低下と称する場合もある。マスク基板15の熱膨張係数を、ガラス基板と等しい値に近い値

に調整することによって、精度低下を抑制できる。また、蒸着基板 110 としてシリコン基板が用いられる場合には、マスク基板 15 を蒸着基板 110 と同種材料又は同じ材料で構成できる。この場合、マスク基板 15 の熱膨張係数と蒸着基板 110 の熱膨張係数との差を小さくできる。また、マスク基板 15 の熱膨張係数と蒸着基板 110 の熱膨張係数を等しくできる。これにより、精度低下をより一層抑制できる。

【0108】

図 3 に示すように、マスク層 20 は、第 1 面 20 a と、第 1 面 20 a とは反対側に位置するとともにマスク基板 15 に対向する第 2 面 20 b と、を有していてもよい。第 1 面 20 a は、蒸着時に蒸着基板 110 が密着する面であってもよい。第 2 面 20 b は、マスク基板 15 に付着されていてもよい。

【0109】

マスク層 20 の厚み H2 は、例えば、2 μ m 以上であってもよく、3 μ m 以上であってもよく、4 μ m 以上であってもよく、5 μ m 以上であってもよい。厚み H2 を 2 μ m 以上とすることによって、マスク層 20 の機械的強度を確保できるとともにハンドリング中の変形又は破損を抑制できる。また、厚み H2 は、例えば、6 μ m 以下であってもよく、7 μ m 以下であってもよく、8 μ m 以下であってもよく、9 μ m 以下であってもよい。厚み H2 を 9 μ m 以下とすることによって、シャドウの発生を抑制できる。厚み H2 の範囲は、2 μ m、3 μ m、4 μ m 及び 5 μ m からなる第 1 グループ、及び／又は、6 μ m、7 μ m、8 μ m 及び 9 μ 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 H2 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 H2 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 H2 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。例えば、2 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 8 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 7 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 6 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 5 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 4 μ m 以下であってもよく、2 μ m 以上 3 μ m 以下であってもよく、3 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、3 μ m 以上 8 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、3 μ m 以上 6 μ m 以下であってもよく、3 μ m 以上 5 μ m 以下であってもよく、3 μ m 以上 4 μ m 以下であってもよく、4 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、4 μ m 以上 8 μ m 以下であってもよく、4 μ m 以上 7 μ m 以下であってもよく、4 μ m 以上 6 μ m 以下であってもよく、4 μ m 以上 5 μ m 以下であってもよく、5 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、5 μ m 以上 8 μ m 以下であってもよく、5 μ m 以上 7 μ m 以下であってもよく、5 μ m 以上 6 μ m 以下であってもよく、6 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、6 μ m 以上 8 μ m 以下であってもよく、6 μ m 以上 7 μ m 以下であってもよく、7 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよく、7 μ m 以上 8 μ m 以下であってもよく、8 μ m 以上 9 μ m 以下であってもよい。

【0110】

一実施形態において、マスク層 20 は、第 1 面 20 a の側に位置する第 1 金属層 21 と、第 1 金属層 21 よりも第 2 面 20 b の側に位置する第 2 金属層 22 と、を有していてもよい。第 1 金属層 21 は、第 1 面 20 a をなす層であってもよい。第 1 金属層 21 は、マスク本体層の一例であり、金属本体層と称してもよい。第 1 金属層 21 は、第 2 金属層 22 に付着して積層されていてもよい。第 2 金属層 22 は、マスク中間層の一例であり、金属中間層と称してもよい。第 2 金属層 22 は、第 1 金属層 21 とマスク基板 15 との間に位置している。第 2 金属層 22 の厚み H4 は、第 1 金属層 21 の厚み H3 よりも小さくてもよい。第 1 金属層 21 は、後述するようにめっき処理により形成されていてもよい。第 2 金属層 22 は、後述するようにスパッタリング処理により形成されていてもよい。

【0111】

第 2 金属層 22 は、第 1 金属層 21 と基板枠体 17 との間に位置する本体領域部 22 a と、平面視において基板開口 16 内に位置する開口領域部 22 b と、を含んでいてもよい

10

20

30

40

50

。図3に示す例では、第1金属層21のマスク基板15に対向する面の全体に、第2金属層22が形成されている。本体領域部22a及び開口領域部22bはいずれも、後述する本体側層25、基板側層26及び中間層27によって構成されていてもよい。

【0112】

図3に示すように、平面視において、第1金属層21の外縁21cの少なくとも一部は、第2金属層22の外縁22cと重なる位置に位置していてもよい。第1金属層21の外縁21cは、全体的に、第2金属層22の外縁22cと重なる位置に位置していてもよい。後述する本体側層25の外縁、基板側層26の外縁及び中間層27の外縁が、平面視で重なり、第2金属層22の外縁22cを構成していてもよい。平面視において、第1金属層21の外縁21cの少なくとも一部及び第2金属層22の外縁22cの少なくとも一部は、上述したマスク基板15の外縁15cと重なる位置に位置していてもよい。第1金属層21の外縁21c及び第2金属層22の外縁22cは、全体的に、マスク基板15の外縁15cと重なる位置に位置していてもよい。

10

【0113】

第2金属層22は、第1金属層21の側に位置する本体側層25と、本体側層25よりもマスク基板15の側に位置する基板側層26と、を含んでいてもよい。本体側層25が、基板側層26よりも第1金属層21の側に位置していてもよい。本体側層25は、第1金属層21に対向していてもよい。基板側層26は、マスク基板15に対向していてもよい。基板側層26のマスク基板15に対向する面が、上述した第2面20bを構成していてもよい。本体側層25と基板側層26との間に、中間層27が位置していてもよい。第2金属層22は、3層構成を有していてもよい。

20

【0114】

本体側層25と基板側層26と中間層27とを構成する材料は、それぞれ異なってもよい。本体側層25と基板側層26と中間層27は、互いに異なる金属材料で構成されていてもよい。本体側層25、基板側層26及び中間層27は、固有の目的を有する層として構成されていてもよい。本体側層25は、例えば、第1金属層21との密着性を確保できる層であってもよい。基板側層26は、例えば、マスク基板15との密着性を確保できる層であってもよい。また、基板側層26は、後述する基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体に対する耐性を有する層であってもよい。より具体的には、基板側層26は、エッチング媒体による浸食を抑制できる層であってもよい。中間層27は、例えば、第1金属層形成工程において用いられるめっき液から基板側層26を保護できる層であってもよい。より具体的には、本体側層25が、後述するように銅で形成されて、本体側層25の厚みH5（後述）が薄い場合には、本体側層25が多孔質状に形成される可能性がある。この場合、めっき液が本体側層25を通して中間層27に達し得るため、中間層27は、このめっき液への耐性を有していてもよい。例えば、本体側層25が銅で形成され、基板側層26がネオジムを含むアルミニウム合金で形成される場合には、中間層27は、本体側層25と基板側層26との密着性を確保できる層であってもよい。

30

【0115】

第1金属層21の厚みH3は、例えば、0.5 μm 以上であってもよく、1.0 μm 以上であってもよく、1.5 μm 以上であってもよく、2.0 μm 以上であってもよい。厚みH3を0.5 μm 以上とすることによって、機械的強度を確保でき、ハンドリング中の変形又は破損を抑制できるとともにピンホール等の欠陥等を抑制できる。また、厚みH3は、例えば、10.0 μm 以下であってもよく、15.0 μm 以下であってもよく、20.0 μm 以下であってもよく、25.0 μm 以下であってもよい。厚みH3を25.0 μm 以下とすることによって、シャドーの発生を抑制できる。厚みH3の範囲は、0.5 μm 、1.0 μm 、1.5 μm 及び2.0 μm からなる第1グループ、及び／又は、10.0 μm 、15.0 μm 、20.0 μm 及び25.0 μm からなる第2グループによって定められてもよい。厚みH3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H3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

40

50

の組み合わせによって定められてもよい。厚みH3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。例えば、0.5 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上15.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上10.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上2.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上1.5 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上1.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上15.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上10.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上2.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上1.5 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上15.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上10.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上2.0 μm 以下であってもよく、2.0 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、2.0 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、2.0 μm 以上15.0 μm 以下であってもよく、2.0 μm 以上10.0 μm 以下であってもよく、10.0 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、10.0 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、10.0 μm 以上15.0 μm 以下であってもよく、15.0 μm 以上25.0 μm 以下であってもよく、15.0 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、20.0 μm 以上25.0 μm 以下であってもよい。

【0116】

あるいは、第1金属層21の厚みH3は、例えば、3.2 μm 以上であってもよく、3.4 μm 以上であってもよく、3.6 μm 以上であってもよく、3.8 μm 以上であってもよい。厚みH3を3.2 μm 以上とすることによって、機械的強度を確保できるとともにハンドリング中の変形又は破損を抑制できる第1金属層21を、後述するめっき処理によって安定的に形成できる。また、厚みH3は、例えば、4.2 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以下であってもよく、4.6 μm 以下であってもよく、4.8 μm 以下であってもよい。厚みH3を4.8 μm 以下とすることによって、第1金属層21を効率良く形成できる。厚みH3の範囲は、3.2 μm 、3.4 μm 、3.6 μm 及び3.8 μm からなる第1グループ、及び／又は、4.2 μm 、4.4 μm 、4.6 μm 及び4.8 μm からなる第2グループによって定められてもよい。厚みH3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H3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H3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。例えば、3.2 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上4.4 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上4.2 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上3.8 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上3.6 μm 以下であってもよく、3.2 μm 以上3.4 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上4.4 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上4.2 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上3.8 μm 以下であってもよく、3.4 μm 以上3.6 μm 以下であってもよく、3.6 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、3.6 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、3.6 μm 以上4.4 μm 以下であってもよく、3.6 μm 以上4.2 μm 以下であってもよく、3.6 μm 以上3.8 μm 以下であってもよく、3.8 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、3.8 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、3.8 μm 以上4.4 μm 以下であってもよく、3.8 μm 以上4.2 μm 以下であってもよく、4.2 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、4.2 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、4.2 μm 以上4.4 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上4.8 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上4.6 μm 以下であってもよく、4.6 μm 以上4.8 μm 以下であってもよい。

【0117】

30

40

50

く、200 nm以上500 nm以下であってもよく、200 nm以上400 nm以下であってもよく、200 nm以上300 nm以下であってもよく、300 nm以上800 nm以下であってもよく、300 nm以上700 nm以下であってもよく、300 nm以上600 nm以下であってもよく、300 nm以上500 nm以下であってもよく、300 nm以上400 nm以下であってもよく、400 nm以上800 nm以下であってもよく、400 nm以上700 nm以下であってもよく、400 nm以上600 nm以下であってもよく、400 nm以上500 nm以下であってもよく、500 nm以上800 nm以下であってもよく、500 nm以上700 nm以下であってもよく、500 nm以上600 nm以下であってもよく、600 nm以上800 nm以下であってもよく、600 nm以上700 nm以下であってもよく、700 nm以上800 nm以下であってもよい。

【0119】

本体側層25の厚みH5は、例えば、180 nm以上であってもよく、185 nm以上であってもよく、190 nm以上であってもよく、195 nm以上であってもよい。厚みH5を180 nm以上とすることによって、後述するスパッタリング処理によって本体側層25を安定的に形成できる。また、厚みH5は、例えば、800 nm以下であってもよく、1000 nm以下であってもよく、1200 nm以下であってもよく、1500 nm以下であってもよい。厚みH5を1500 nm以下とすることによって、後述するスパッタリング処理で本体側層25を効率良く形成できる。厚みH5の範囲は、180 nm、185 nm、190 nm及び195 nmからなる第1グループ、及び／又は、800 nm、1000 nm、1200 nm及び1500 nmからなる第2グループによって定められてもよい。厚みH5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H5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H5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。例えば、180 nm以上1500 nm以下であってもよく、180 nm以上1200 nm以下であってもよく、180 nm以上1000 nm以下であってもよく、180 nm以上800 nm以下であってもよく、180 nm以上195 nm以下であってもよく、180 nm以上190 nm以下であってもよく、180 nm以上185 nm以下であってもよく、185 nm以上1500 nm以下であってもよく、185 nm以上1200 nm以下であってもよく、185 nm以上1000 nm以下であってもよく、185 nm以上800 nm以下であってもよく、185 nm以上195 nm以下であってもよく、185 nm以上190 nm以下であってもよく、190 nm以上1500 nm以下であってもよく、190 nm以上1200 nm以下であってもよく、190 nm以上1000 nm以下であってもよく、190 nm以上800 nm以下であってもよく、190 nm以上195 nm以下であってもよく、195 nm以上1500 nm以下であってもよく、195 nm以上1200 nm以下であってもよく、195 nm以上1000 nm以下であってもよく、195 nm以上800 nm以下であってもよく、800 nm以上1500 nm以下であってもよく、800 nm以上1200 nm以下であってもよく、800 nm以上1000 nm以下であってもよく、1000 nm以上1500 nm以下であってもよく、1000 nm以上1200 nm以下であってもよく、1200 nm以上1500 nm以下であってもよい。

【0120】

あるいは、本体側層25の厚みH5は、例えば、180 nm以上であってもよく、185 nm以上であってもよく、190 nm以上であってもよく、195 nm以上であってもよい。厚みH5を180 nm以上とすることによって、後述するスパッタリング処理によって本体側層25を安定的に形成できる。また、厚みH5は、例えば、205 nm以下であってもよく、210 nm以下であってもよく、215 nm以下であってもよく、220 nm以下であってもよい。厚みH5を220 nm以下とすることによって、後述するスパッタリング処理で本体側層25をより一層効率良く形成できる。厚みH5の範囲は、180 nm、185 nm、190 nm及び195 nmからなる第1グループ、及び／又は、2

0 5 n m、2 1 0 n m、2 1 5 n m及び2 2 0 n 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H5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H5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H5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。例えば、180nm以上220nm以下であってもよく、180nm以上215nm以下であってもよく、180nm以上210nm以下であってもよく、180nm以上205nm以下であってもよく、180nm以上195nm以下であってもよく、180nm以上190nm以下であってもよく、180nm以上185nm以下であってもよく、185nm以上220nm以下であってもよく、185nm以上215nm以下であってもよく、185nm以上210nm以下であってもよく、185nm以上205nm以下であってもよく、185nm以上195nm以下であってもよく、185nm以上190nm以下であってもよく、190nm以上220nm以下であってもよく、190nm以上215nm以下であってもよく、190nm以上210nm以下であってもよく、190nm以上205nm以下であってもよく、190nm以上195nm以下であってもよく、195nm以上220nm以下であってもよく、195nm以上215nm以下であってもよく、195nm以上210nm以下であってもよく、195nm以上205nm以下であってもよく、205nm以上220nm以下であってもよく、205nm以上215nm以下であってもよく、205nm以上210nm以下であってもよく、210nm以上220nm以下であってもよく、210nm以上215nm以下であってもよく、215nm以上220nm以下であってもよい。

【0121】

基板側層26の厚みH6は、例えば、90nm以上であってもよく、92nm以上であってもよく、94nm以上であってもよく、96nm以上であってもよい。厚みH6を90nm以上とすることによって、後述するスパッタリング処理によって基板側層26を安定的に形成できる。また、厚みH6は、例えば、104nm以下であってもよく、106nm以下であってもよく、108nm以下であってもよく、110nm以下であってもよい。厚みH6を110nm以下とすることによって、基板側層26を効率良く形成できる。厚みH6の範囲は、90nm、92nm、94nm及び96nmからなる第1グループ、及び／又は、104nm、106nm、108nm及び110nmからなる第2グループによって定められてもよい。厚みH6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H6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H6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。例えば、90nm以上110nm以下であってもよく、90nm以上108nm以下であってもよく、90nm以上106nm以下であってもよく、90nm以上104nm以下であってもよく、90nm以上96nm以下であってもよく、90nm以上94nm以下であってもよく、90nm以上92nm以下であってもよく、92nm以上110nm以下であってもよく、92nm以上108nm以下であってもよく、92nm以上106nm以下であってもよく、92nm以上104nm以下であってもよく、92nm以上96nm以下であってもよく、92nm以上94nm以下であってもよく、94nm以上110nm以下であってもよく、94nm以上108nm以下であってもよく、94nm以上106nm以下であってもよく、94nm以上104nm以下であってもよく、94nm以上96nm以下であってもよく、96nm以上110nm以下であってもよく、96nm以上108nm以下であってもよく、96nm以上106nm以下であってもよく、96nm以上104nm以下であってもよく、104nm以上110nm以下であってもよく、104nm以上108nm以下であってもよく、104nm以上106nm以下であってもよく、106nm以上110nm以下であってもよく、106nm以上108nm以下で

10

20

30

40

50

あってもよく、108 nm以上110 nm以下であってもよい。

【0122】

中間層27の厚みH7は、例えば、45 nm以上であってもよく、50 nm以上であってもよく、55 nm以上であってもよく、65 nm以上であってもよい。厚みH7を45 nm以上とすることによって、後述するスパッタリング処理によって中間層27を安定的に形成できる。また、厚みH7は、例えば、80 nm以下であってもよく、90 nm以下であってもよく、100 nm以下であってもよく、110 nm以下であってもよい。厚みH7を110 nm以下とすることによって、中間層27を効率良く形成できる。厚みH7の範囲は、45 nm、50 nm、55 nm及び65 nmからなる第1グループ、及び／又は、80 nm、90 nm、100 nm及び110 nmからなる第2グループによって定められてもよい。厚みH7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H7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H7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。例えば、45 nm以上110 nm以下であってもよく、45 nm以上100 nm以下であってもよく、45 nm以上90 nm以下であってもよく、45 nm以上80 nm以下であってもよく、45 nm以上65 nm以下であってもよく、45 nm以上55 nm以下であってもよく、45 nm以上50 nm以下であってもよく、50 nm以上110 nm以下であってもよく、50 nm以上100 nm以下であってもよく、50 nm以上90 nm以下であってもよく、50 nm以上80 nm以下であってもよく、50 nm以上65 nm以下であってもよく、50 nm以上55 nm以下であってもよく、55 nm以上110 nm以下であってもよく、55 nm以上100 nm以下であってもよく、55 nm以上90 nm以下であってもよく、55 nm以上80 nm以下であってもよく、55 nm以上65 nm以下であってもよく、65 nm以上110 nm以下であってもよく、65 nm以上100 nm以下であってもよく、65 nm以上90 nm以下であってもよく、65 nm以上80 nm以下であってもよく、80 nm以上110 nm以下であってもよく、80 nm以上100 nm以下であってもよく、80 nm以上90 nm以下であってもよく、90 nm以上110 nm以下であってもよく、90 nm以上100 nm以下であってもよく、100 nm以上110 nm以下であってもよい。

【0123】

あるいは、中間層27の厚みH7は、例えば、45 nm以上であってもよく、46 nm以上であってもよく、47 nm以上であってもよく、48 nm以上であってもよい。厚みH7を45 nm以上とすることによって、後述するスパッタリング処理によって中間層27を安定的に形成できる。また、厚みH7は、例えば、52 nm以下であってもよく、53 nm以下であってもよく、54 nm以下であってもよく、55 nm以下であってもよい。厚みH7を55 nm以下とすることによって、中間層27を効率良く形成できる。厚みH7の範囲は、45 nm、46 nm、47 nm及び48 nmからなる第1グループ、及び／又は、52 nm、53 nm、54 nm及び55 nmからなる第2グループによって定められてもよい。厚みH7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H7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H7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。例えば、45 nm以上55 nm以下であってもよく、45 nm以上54 nm以下であってもよく、45 nm以上53 nm以下であってもよく、45 nm以上52 nm以下であってもよく、45 nm以上48 nm以下であってもよく、45 nm以上47 nm以下であってもよく、45 nm以上46 nm以下であってもよく、46 nm以上55 nm以下であってもよく、46 nm以上54 nm以下であってもよく、46 nm以上53 nm以下であってもよく、46 nm以上52 nm以下であってもよく、46 nm以上48 nm以下であってもよく、46 nm以上

47 nm以下であってもよく、47 nm以上55 nm以下であってもよく、47 nm以上54 nm以下であってもよく、47 nm以上53 nm以下であってもよく、47 nm以上52 nm以下であってもよく、47 nm以上48 nm以下であってもよく、48 nm以上55 nm以下であってもよく、48 nm以上54 nm以下であってもよく、48 nm以上53 nm以下であってもよく、48 nm以上52 nm以下であってもよく、52 nm以上55 nm以下であってもよく、52 nm以上54 nm以下であってもよく、52 nm以上53 nm以下であってもよく、53 nm以上55 nm以下であってもよく、53 nm以上54 nm以下であってもよく、54 nm以上55 nm以下であってもよい。

【0124】

第1金属層21は、金属材料を含んでいてもよい。金属材料は、磁性金属材料であってもよい。第1金属層21を構成する材料としては、例えば、ニッケルを含む鉄合金を用いてもよい。鉄合金は、ニッケルに加えてコバルトを更に含んでいてもよい。例えば、第1金属層21の材料として、ニッケル及びコバルトの含有量が合計で30質量%以上且つ54質量%以下であり、且つコバルトの含有量が0質量%以上且つ6質量%以下である鉄合金を用いてもよい。ニッケルを含む鉄合金には、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、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用いてもよい。ニッケル及びコバルトを含む鉄合金には、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などを用いてもよい。このような鉄合金を用いることによって、第1金属層21の熱膨張係数を低くできる。例えば、蒸着基板110としてガラス基板が用いられる場合に、マスク層20の熱膨張係数を、ガラス基板と等しい値か近い値に調整できる。これにより、精度低下を抑制できる。

【0125】

第1金属層21を構成する材料としては、上述したニッケルを含む鉄合金の代わりに、例えば、ニッケルを用いてもよく、又はコバルトを含むニッケル合金を用いてもよい。コバルトを含むニッケル合金を用いる場合には、第1金属層21の材料として、コバルトの含有量が、8質量%以上且つ10質量%以下であるニッケル合金を用いてもよい。このようなニッケル又はニッケル合金を用いた場合には、後述する第1金属層形成工程において用いられるめっき液が、成分分解することを抑制でき、めっき液の安定性を向上できる。

【0126】

本体側層25を構成する材料としては、第1金属層21との密着性を確保できる材料であれば、特に限られることはない。本体側層25を構成する材料は、第1金属層21を電解めっき処理又は無電解めっき処理によって形成する場合にシード層として機能できる材料であってもよい。電解めっき処理を行う場合、本体側層25を構成する材料は、電気抵抗が小さい材料であってもよく、めっき液耐性を有している材料であってもよい。例えば、電解めっき処理を行う場合の本体側層25は、チタン(Ti)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)又は金(Au)を含んでいてもよい。無電解めっき処理を行う場合、本体側層25を構成する材料は、触媒吸着能力を有している材料であってもよく、めっき液耐性を有している材料であってもよい。例えば、無電解めっき処理を行う場合の本体側層25は、酸化珪素(SiO)、二酸化珪素(SiO₂)、シロキサン(SiOR₂)亜鉛(Zn)、チタン(Ti)、銅(Cu)又はニッケル(Ni)を含んでいてもよい。

【0127】

基板側層26を構成する材料としては、マスク基板15との密着性を確保できる材料であるとともに、後述する基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制できる材料であれば、特に限られることはない。例えば、基板側層26は、金(Au)、アルミニウム(Al)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)、窒化チタン(TiN)、ネオジムを含むアルミニウム合金(Al-Nd)、酸化珪素(SiO)又は二酸化珪素(SiO₂)を含んでいてもよい。基板側層26が、ネオジムを含むアルミニウム合金で構成される場合、ネオジムの含有量が、0.5アトミック%以上且つ2アトミック%以下であるアルミニウム合金を用いてもよい。ここで、アトミック%は

、XPS法を用いて基板側層26を組成分析することによって得られる。XPS法とは、X線を試料に照射することによって試料から放出される光電子のエネルギー分布を測定する結果として、試料の表面から数nmの範囲内の領域における構成元素の種類や存在量に関する知見を得る方法である。この場合、各構成元素の存在量は、X線光電子分光法によって測定されたスペクトルにおいて、各構成元素に対応するピークの面積を積分することによって算出されるピーク面積値に比例する。従って、はじめに、各構成元素に対応するピーク面積値を算出する。次に、各構成元素のピーク面積値の合計値を算出し、その後、対象とする構成元素のピーク面積値を合計値で割り、かつ100を掛けることによって、対象とする構成元素のアトミック%を算出できる。構成元素の存在量とピーク面積値との関係は、X線に対する感度等に応じて構成元素ごとに異なる場合がある。この場合、感度の差を補正するための相対感度係数を各構成元素のピーク面積値に掛けて補正ピーク面積値を算出し、その後、上述の合計値及びアトミック%を算出してもよい。

10

【0128】

中間層27を構成する材料としては、本体側層25及び基板側層26との密着性を確保できる材料であるとともに、第1金属層形成工程において用いられるめっき液から基板側層26を保護できる材料であれば、特に限られることはない。中間層27を構成する材料は、本体側層25の熱膨張係数と基板側層26の熱膨張係数との間の熱膨張係数を有する材料であってもよい。中間層27を構成する材料は、本体側層25の表面自由エネルギーと基板側層26の表面自由エネルギーとの間の表面自由エネルギーを有する材料であってもよい。例えば、中間層27は、チタン(Ti)、窒化チタン(TiN)、アルミニウム(Al)、ネオジムを含むアルミニウム合金(Al-Nd)、酸化珪素(SiO)、二酸化珪素(SiO₂)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、クロム(Cr)又は金(Au)を含んでもよい。

20

【0129】

マスク層20には、貫通孔40が設けられていてもよい。マスク層20には、2つ以上の貫通孔40が設けられていてもよい。貫通孔40は、マスク層20を貫通していてもよい。本実施形態においては、貫通孔40は、第1面20aから第2面20bに延びてマスク層20を貫通している。この場合、貫通孔40は、第1金属層21及び第2金属層22を貫通していてもよい。

【0130】

第2面20bにおける貫通孔40の所定方向(例えば、後述する第1方向D11又は第2方向D12)の開口寸法は、第1面20aにおける貫通孔40の当該所定方向の開口寸法よりも大きくなっていてもよい。一実施形態では、第1面20aに平行な方向における貫通孔40の断面開口は、第1面20aから第2面20bに向かって徐々に大きくなっていてもよい。言い換えると、マスク層20の法線方向に沿った各位置における第1面20aに平行な断面での各貫通孔40の断面積は、第1面20aから第2面20bに向かって徐々に大きくなっていてもよい。この場合、貫通孔40は、第1面20aから第2面20bに向かって、貫通孔40の中心軸線CLから遠ざかるように形成された壁面41を有していてもよい。図3においては、貫通孔40の壁面41が、第1面20aから第2面20bに向かって中心軸線CLから遠ざかるように中心軸線CLに対して直線状に傾斜している例が示されている。

30

40

【0131】

図2及び図4に示すように、貫通孔40は、2つ以上の貫通孔群30をなしていてもよい。各貫通孔群30は、平面視で、マスク基板15の基板開口16内に位置している。すなわち、基板開口16に、貫通孔群30(又は後述する有効領域23)が位置していてもよく、複数の貫通孔群30(又は複数の有効領域23)が位置していてもよい。更には、1つの基板開口16内に、全ての貫通孔群30が位置していてもよい。図4に示すように、各貫通孔群30は、2つ以上の貫通孔40が群をなすように構成されていてもよい。貫通孔群30とは、規則的に配列された複数の貫通孔40の集合体を意味する用語として用いている。1つの貫通孔群30を構成する外縁の貫通孔40は、同様に規則的に配列され

50

ている複数の貫通孔 40 のうち最も外側に位置する貫通孔 40 である。1 つの貫通孔群 30 において最も外側に位置する貫通孔 40 の更に外側には、同様に規則的に配列されて蒸着材料 82 の通過を意図する貫通孔 40 は存在していなくてもよい。

【0132】

図 2 及び図 4 に示すように、互いに隣り合う貫通孔群 30 同士の間には、マスク棧 28 a、28 b が設けられていてもよい。マスク棧 28 a、28 b には、蒸着材料 82 の通過を意図する貫通孔 40 は配置されていなくてもよい。マスク棧 28 a、28 b は、互いに直交する方向に延びる第 1 マスク棧 28 a 及び第 2 マスク棧 28 b を含んでいてもよい。第 1 マスク棧 28 a は、第 2 方向 D12 に延びていてもよく、第 2 マスク棧 28 b は、第 1 方向 D11 に延びていてもよい。複数の第 1 マスク棧 28 a が、第 1 方向 D11 に配列されていてもよい。複数の第 2 マスク棧 28 b が、第 2 方向 D12 に配列されていてもよい。第 1 マスク棧 28 a と第 2 マスク棧 28 b とが交差部 29 において交差している。マスク棧 28 a、28 b には、他の用途の貫通孔や凹部（いずれも図示せず）が配置されていてもよい。これらの他の用途の貫通孔や凹部は、貫通孔 40 の配列の規則性を持たずに配置されていてもよく、貫通孔群 30 には属していないと考えてもよい。マスク棧 28 a、28 b は、後述する周囲領域 24 の一部を構成していてもよい。

【0133】

図 4 に示すように、複数の貫通孔群 30 は、所定の間隔を開けて（所定のピッチで）配列されていてもよい。貫通孔群 30 は、第 1 方向 D11 において所定の間隔を開けて配列されるとともに、第 2 方向 D12 において所定の間隔を開けて配列されていてもよい。貫通孔群 30 は、第 1 方向 D11 において第 1 マスク棧 28 a を介して配列され、第 2 方向 D12 において第 2 マスク棧 28 b を介して配列されていてもよい。貫通孔群 30 の配列ピッチは、第 1 方向 D11 及び第 2 方向 D12 で異なってもよいが、等しくてもよい。図 4 においては、第 1 方向 D11 の配列ピッチと第 2 方向 D12 の配列ピッチが等しい例を示している。図 4 に示すように、貫通孔群 30 は、並列配列されていてもよい。すなわち、第 1 方向 D11 に沿った 1 つの列を構成する各貫通孔群 30 と、当該列と第 2 方向 D12 において隣り合う他の列を構成する各貫通孔群 30 とは、第 2 方向 D12 において整列されていてもよい。

【0134】

図 4 に、第 1 方向 D11 において互いに隣り合う貫通孔群 30 の間の距離が C1 で示されている。距離 C1 は、第 1 マスク棧 28 a の幅に相当している。また、第 2 方向 D12 において互いに隣り合う貫通孔群 30 の間の距離が C2 で示されている。距離 C2 は、第 2 マスク棧 28 b の幅に相当している。距離 C1 と距離 C2 は異なってもよいが、図 4 に示す例では、距離 C1 と距離 C2 が等しい例を示している。距離 C1、C2 は、有機層 130 A、130 B、130 C 等を含む複数の有機デバイス 100 が蒸着された蒸着基板 110（図 15 A 参照）を有機デバイス 100 毎に裁断する際に用いられるダイシングソーの幅に応じて設定されてもよい。蒸着基板 110 の裁断は、互いに隣り合う有機デバイス 100 の間の領域を 1 回の裁断で蒸着基板 110 を分割するシングルソーイングで行ってもよい。シングルソーイングは、1 回の裁断で蒸着基板 110 を分割できる点で、蒸着基板 110 を効率良く分割できる。シングルソーイングは、距離 C1 及び距離 C2 が比較的小さい場合に適用されてもよい。シングルソーイングを適用する場合には、距離 C1 及び距離 C2 をダイシングソーの幅は等しい値か近い値にしてもよい。蒸着基板 110 の裁断は、シングルソーイングの代わりに、互いに隣り合う有機デバイス 100 の間の領域を 2 回の裁断で蒸着基板 110 を分割するダブルソーイングで行ってもよい。例えば、一方の有機デバイス 100 の縁に沿う位置の裁断と、他方の有機デバイス 100 の縁に沿う位置の裁断と、2 回の裁断が行われる。このようなダブルソーイングは、距離 C1 及び距離 C2 が比較的大きい場合又はダイシングソーの幅が比較的小さい場合に適用されてもよい。ダブルソーイングを適用する場合には、小さい幅のダブルソーイングを適用することによって、蒸着基板 110 の裁断時間を短縮できる。

【0135】

距離 C 1、C 2 は、例えば、30 μm 以上であってもよく、50 μm 以上であってもよく、100 μm 以上であってもよく、150 μm 以上であってもよい。距離 C 1、C 2 を 30 μm 以上とすることによって、ダイシングソーを用いたシングルソーイングで蒸着基板 110 を裁断するための裁断幅を確保できるとともに、蒸着マスク 10 の強度を向上できる。また、距離 C 1、C 2 は、例えば、240 μm 以下であってもよく、260 μm 以下であってもよく、280 μm 以下であってもよく、300 μm 以下であってもよい。距離 C 1、C 2 を 300 μm 以下とすることによって、蒸着基板 110 への面付効率を向上できる。距離 C 1、C 2 の範囲は、30 μm 、50 μm 、100 μm 及び 150 μm からなる第 1 グループ、及び／又は、240 μm 、260 μm 、280 μm 及び 300 μm からなる第 2 グループによって定められてもよい。距離 C 1、C 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。距離 C 1、C 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。距離 C 1、C 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。例えば、30 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、30 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、30 μm 以上 260 μm 以下であってもよく、30 μm 以上 240 μm 以下であってもよく、30 μm 以上 150 μm 以下であってもよく、30 μm 以上 100 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、50 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、50 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、50 μm 以上 260 μm 以下であってもよく、50 μm 以上 240 μm 以下であってもよく、50 μm 以上 150 μm 以下であってもよく、50 μm 以上 100 μm 以下であってもよく、100 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、100 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、100 μm 以上 260 μm 以下であってもよく、100 μm 以上 240 μm 以下であってもよく、100 μm 以上 150 μm 以下であってもよく、150 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、150 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、150 μm 以上 260 μm 以下であってもよく、150 μm 以上 240 μm 以下であってもよく、240 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、240 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、240 μm 以上 260 μm 以下であってもよく、260 μm 以上 300 μm 以下であってもよく、260 μm 以上 280 μm 以下であってもよく、280 μm 以上 300 μm 以下であってもよい。

【0136】

図 4 及び図 5 A に示すように、1 つの貫通孔群 30 において、複数の貫通孔 40 は、所定の間隔を開けて、又は所定のピッチで配列されていてもよい。貫通孔 40 は、第 1 方向 D 11 において所定のピッチ（図 5 A に示す符号 C 3）で配列されると共に、第 2 方向 D 12 において所定のピッチ（図 5 A に示す符号 C 4）で配列されていてもよい。貫通孔 40 の配列ピッチ C 3、C 4 は、第 1 方向 D 11 及び第 2 方向 D 12 で異なってもよいが、等しくてもよい。図 5 A においては、第 1 方向 D 11 の配列ピッチ C 3 と第 2 方向 D 12 の配列ピッチ C 4 が等しい例を示している。図 5 A に示すように、貫通孔 40 は、並列配列されていてもよい。すなわち、第 1 方向 D 11 に沿った 1 つの列を構成する各貫通孔 40 と、当該列と第 2 方向 D 12 において隣り合う他の列を構成する各貫通孔 40 とは、第 2 方向 D 12 において整列されていてもよい。貫通孔 40 の配列ピッチ C 3、C 4 は、表示装置又は投影装置の画素密度に応じて、例えば以下のように定められていてもよい。

- ・画素密度が 600 p p i 以上の場合：ピッチは 42.3 μm 以下
- ・画素密度が 1200 p p i 以上の場合：ピッチは 21.2 μm 以下
- ・画素密度が 3000 p p i 以上の場合：ピッチは 8.5 μm 以下
- ・画素密度が 5000 p p i 以上の場合：ピッチは 5.1 μm 以下

画素密度が 600 p p i の表示装置又は投影装置は、眼球から 15 cm 程度の距離で画像や映像を表示するように用いられてもよく、例えば、スマートフォンに用いられてもよい。画素密度が 1200 p p i の表示装置又は投影装置は、眼球から 8 cm 程度の距離で画像や映像を表示するように用いられてもよく、例えば、仮想現実（いわゆる VR）を表

現するための画像や映像を表示又は投影するために用いられてもよい。画素密度が3000 p p iの表示装置又は投影装置は、眼球から3 c m程度の距離で画像や映像を表示するように用いられてもよく、例えば、拡張現実（いわゆるA R）を表現するための画像や映像を表示又は投影するために用いられてもよい。画素密度が5000 p p iの表示装置又は投影装置は、眼球から2 c m程度の距離で画像や映像を表示するように用いられてもよく、例えば、拡張現実を表現するための画像や映像を表示又は投影するために用いられてもよい。

【0137】

1つの貫通孔群30における貫通孔40は、並列配列ではなく、図5Bに示すように、千鳥配列されていてもよい。すなわち、第1方向D11に沿った1つの列を構成する各貫通孔40と、当該列と第2方向D12において隣り合う他の列を構成する各貫通孔40とは、第2方向D12において整列されていなくてもよい。図5Bに示す例では、1つの列を構成する各貫通孔40と、隣り合う他の列を構成する各貫通孔40とは、第1方向D11においてずれて配列されており、そのずれ量が、第1方向における配列ピッチC3の半分になっている。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、上記ずれ量は、配列ピッチC3の半分であることに限られない。また、図5Bでは、第2方向D12において隣り合う2つの貫通孔40の列が第1方向D11においてずれて配列されている例が示されているが、第1方向D11において隣り合う2つの貫通孔40の列が第2方向D12においてずれて配列されていてもよい。

【0138】

図5Aに示すように、貫通孔40は、平面視において、略矩形形状の輪郭を有していてもよい。この場合、貫通孔40の輪郭のうちの四隅は湾曲していてもよい。輪郭の形状は、画素の形状に応じて任意に定められ得る。例えば、六角形、八角形などのその他の多角形の形状を有していてもよく、円形状を有していてもよい。また、輪郭の形状は、複数の形状の組み合わせであってもよい。また、貫通孔40はそれぞれ、互いに異なる輪郭の形状を有していてもよい。貫通孔40の第1方向D11の開口寸法は、開口の中心点Oを通して第1方向D11に延びる直線（図5Aでは、後述する第1中間直線M L1に相当）が当該開口の輪郭と交わる2つの交点間の寸法であってもよい。貫通孔40の第2方向D12の開口寸法は、開口の中心点Oを通して第2方向D12に延びる直線（図5Aでは、後述する第2中間直線M L2に相当）が当該開口の輪郭と交わる2つの交点間の寸法であってもよい。第1面20a及び第2面20bにおける貫通孔40の開口の中心点Oは、第1中間直線M L1と第2中間直線M L2との交点としてもよい。第1中間直線M L1は、第1方向D11に延びて当該開口の輪郭に外接する2つの直線から等しい距離に位置する直線であってもよい。第2中間直線M L2は、第2方向D12に延びて当該開口の輪郭に外接する2つの直線から等しい距離に位置する直線であってもよい。貫通孔40が、偶数個の頂点を有する多角形形状の輪郭を有する場合、貫通孔40の開口寸法は、図5Aに示すように、多角形において対向する一対の辺の間隔としてもよい。

【0139】

図5Aにおいて、マスク層20の第1面20aにおける貫通孔40の開口寸法が、符号S1で示されている。また、マスク層20の第2面20bにおける貫通孔40の開口寸法が、符号S2で示されている。開口寸法S2は、開口寸法S1よりも大きくなっている。図5Aにおいては、貫通孔40の平面形状は正方形としているため、貫通孔40の第1方向D11の開口寸法と貫通孔40の第2方向D12の開口寸法は等しくなっている。代表的に第2方向D12における貫通孔40の寸法を、符号S1、S2で示している。符号S3は、第1面20aにおける互いに隣り合う貫通孔40同士の間隔を示している。

【0140】

寸法S1、寸法S2及び寸法S3は、表示装置又は投影装置の画素密度に応じて例えば以下の表1のように定められていてもよい。

10

20

30

40

50

【表 1】

画素密度	S1	S2	S3
600ppi	14.0 μm 以上 28.0 μm 以下	14.0 μm 以上 40.0 μm 以下	14.0 μm 以上 28.0 μm 以下
1200ppi	7.0 μm 以上 15.0 μm 以下	7.0 μm 以上 19.0 μm 以下	6.0 μm 以上 14.0 μm 以下
3000ppi	3.0 μm 以上 6.0 μm 以下	3.0 μm 以上 7.0 μm 以下	2.5 μm 以上 5.5 μm 以下
5000ppi	1.7 μm 以上 3.4 μm 以下	1.7 μm 以上 4.0 μm 以下	1.7 μm 以上 3.4 μm 以下

【0141】

図3に示すように、上述した貫通孔40の壁面41は、マスク層20の第1面20aに対して角度 $\theta 1$ で傾斜していてもよい。

【0142】

角度 $\theta 1$ は、例えば、60°以上であってもよく、65°以上であってもよく、70°以上であってもよく、75°以上であってもよい。角度 $\theta 1$ を60°以上とすることによって、後述するように、貫通孔40の配列ピッチC3、C4を小さくできる。また、角度 $\theta 1$ は、例えば、80°以下であってもよく、83°以下であってもよく、85°以下であってもよく、90°以下であってもよい。角度 $\theta 1$ を90°以下とすることによって、シャドウの発生を抑制できる。角度 $\theta 1$ の範囲は、60°、65°、70°及び75°からなる第1グループ、及び／又は、80°、83°、85°及び90°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。例えば、60°以上90°以下であってもよく、60°以上85°以下であってもよく、60°以上83°以下であってもよく、60°以上80°以下であってもよく、60°以上75°以下であってもよく、60°以上70°以下であってもよく、60°以上65°以下であってもよく、65°以上90°以下であってもよく、65°以上85°以下であってもよく、65°以上83°以下であってもよく、65°以上80°以下であってもよく、65°以上75°以下であってもよく、65°以上70°以下であってもよく、70°以上90°以下であってもよく、70°以上85°以下であってもよく、70°以上83°以下であってもよく、70°以上80°以下であってもよく、70°以上75°以下であってもよく、75°以上90°以下であってもよく、75°以上85°以下であってもよく、75°以上83°以下であってもよく、75°以上80°以下であってもよく、80°以上90°以下であってもよく、80°以上85°以下であってもよく、80°以上83°以下であってもよく、83°以上90°以下であってもよく、83°以上85°以下であってもよく、85°以上90°以下であってもよい。

【0143】

以下、角度 $\theta 1$ の技術的意味について説明する。蒸着マスク10を用いて蒸着材料82を蒸着基板110に蒸着させる蒸着工程における蒸着材料82の飛来する方向成分について説明する。図1に示するつぼ81の構成次第では、蒸着材料82は、蒸着源（るつぼ81）から蒸着基板110に向かって蒸着マスク10の厚み方向D2に沿って飛来する成分に加えて、蒸着マスク10の厚み方向D2に対して傾斜した方向に沿って飛来する成分を含む場合がある。この場合、傾斜した方向に沿って飛来する蒸着材料82の一部は、蒸着基板110に到達する前にマスク層20の第2面20bや貫通孔40の壁面41に付着する。このため、蒸着基板110に形成される蒸着層（又は後述する有機層130A、130B、130C）の厚みは、貫通孔40の壁面41に近いほど薄くなり易い。このような、蒸着基板110への蒸着材料82の付着が貫通孔40の壁面41によって阻害される現象のことを、シャドーとも称する。シャドーの発生を抑制するための対策としては、上述の角度 $\theta 1$ を小さくすることと、マスク層20の厚みH2を小さくすることが考えられる。

10

【0144】

角度 $\theta 1$ を小さくすることは、第2面20bにおける貫通孔40の開口が大きくなることを意味する。この場合、第2面20bにおいて互いに隣り合う貫通孔40の壁面41が接続されて、これらの貫通孔40の間に第2面20bが存在しなくなる。すなわち、第2面20bにおいて互いに隣り合う貫通孔40同士の間が材料で埋められ、後述する貫通孔形成工程時のレーザ光照射によって除去される。このため、角度 $\theta 1$ は小さくし過ぎなくてもよい。この場合、マスク層20の機械的強度を確保しつつ、貫通孔40の配列ピッチC3、C4を小さくできる。

20

【0145】

角度 $\theta 1$ を小さくし過ぎることを抑制する場合には、マスク層20の厚みH2を小さくしてもよい。このことにより、シャドーの発生を抑制できる。しかしながら、厚みH2を単に小さくすることは、マスク層20の機械的強度の低下を意味する。このため、厚みH2は小さくし過ぎなくてもよい。この場合、マスク層20の機械的強度を確保できる。

【0146】

そこで、本実施形態においては、角度 $\theta 1$ が比較的大きく、例えば、 60° 以上となっている。この角度 $\theta 1$ は、従来の、例えば、 50° 以下になっている蒸着マスクの場合に比べて大きい。このため、貫通孔40の壁面41を、マスク層20の第1面20a及び第2面20bに垂直に近い形状で形成でき、貫通孔40の周辺に、マスク層20の材料を残存できる。従って、マスク層20の機械的強度を向上できる。また、角度 $\theta 1$ を大きくしていることによって、貫通孔40の配列ピッチC3、C4を小さくできる。

30

【0147】

このように本実施形態による蒸着マスク10の角度 $\theta 1$ が、 60° 以上 90° 以下である。このため、本実施形態による蒸着マスク10が、 90° 又は 90° に近い蒸着角度（例えば、 60° 以上且つ 90° 以下）を有するつぼ81を備えた蒸着装置80に用いてもよく、又は、面蒸着式の蒸着装置（図示せず）に用いてもよい。図1に示すようなつぼ81を備えた蒸着装置80では、蒸着材料82は、厚み方向D2に対して傾斜した方向に沿って飛来する成分を含む場合がある。これに対して、面蒸着式の蒸着装置では、蒸着基板110の下方に配置された蒸着源が、蒸着マスク10に対向するように平面上の広がりをもっている。このことにより、蒸着材料82は、厚み方向D2に沿って蒸着基板110に飛来できる。このため、蒸着材料82は、第1方向D11及び第2方向D12のそれぞれにおいて均等に飛来できる。その蒸着角度は、 90° 又は 90° に近くなる。

40

【0148】

ところで、1つの貫通孔群30は、1つの有効領域23と称する場合がある。有効領域23の周囲に位置する領域は周囲領域24と称する場合がある。この場合、周囲領域24は、複数の有効領域23を囲んでいる。

【0149】

蒸着マスク10を用いて有機デバイス100（後述）などの表示装置を作製する場合、

50

1つの有効領域23は、1つの有機デバイス100の表示領域に対応する。このため、図2に示す蒸着マスク10によれば、1つの蒸着基板110に複数の有機デバイス100を蒸着できる。このような蒸着は、多面付蒸着とも称する。1つの有効領域23が複数の有機デバイス100の表示領域に対応する場合もある。

【0150】

有効領域23は、例えば、図4に示すように、平面視において略矩形形状の輪郭を有していてもよい。有効領域23の輪郭は、対応する貫通孔群30のうち最も外側に位置する貫通孔40に外側から接する線によって画定されてもよい。より詳細には、有効領域23の輪郭は、貫通孔40の開口に接する線によって画定されていてもよい。図4に示す例では、貫通孔40が並列配列されていることから、有効領域23の輪郭は、略矩形形状の輪郭となっている。図示はしないが、各有効領域23は、有機デバイス100の表示領域の形状に応じて、様々な形状の輪郭を有していてもよい。例えば各有効領域23は、円形状の輪郭を有していてもよい。

10

【0151】

また、図2及び図3に示すように、マスク基板15に、蒸着基板110と位置合わせするための第1アライメントマーク45が設けられていてもよい。第1アライメントマーク45は、蒸着マスク10の貫通孔40と蒸着基板110とを位置合わせできれば、任意の位置に配置できる。例えば、図2及び図3に示すように、マスク基板15の第2基板面15bのうち基板枠体17に、第1アライメントマーク45が形成されていてもよい。蒸着基板110が可視光を透過させる性質を意味する光透過性を有している場合には、蒸着基板110を介してマスク基板15に設けられた第1アライメントマーク45を視認でき、蒸着基板110と蒸着マスク10の貫通孔40とを容易に位置合わせできる。蒸着基板110が光透過性を有していない場合には、例えば、蒸着基板110を介して赤外線を照射して第1アライメントマーク45を視認するようにしてもよい。第1アライメントマーク45の平面形状は、図2では、円形状である例を示しているが、これに限られることなく、矩形形状や十字形状など、任意の形状であってもよい。また、第1アライメントマーク45は、後述する基板エッチング工程においてマスク基板15の第2基板面15bをエッチングすることで凹状に形成されていてもよい。

20

【0152】

また、図3及び図4に示すように、マスク層20の第1面20aに、蒸着基板110と位置合わせするための第2アライメントマーク46が設けられていてもよい。第2アライメントマーク46は、蒸着マスク10の貫通孔40と蒸着基板110とを位置合わせできれば、任意の位置に配置できる。例えば、第2アライメントマーク46は、第1アライメントマーク45よりも貫通孔40に近い位置に配置されていてもよい。例えば、図3及び図4に示すように、平面視においてマスク層20の第1面20aのうちマスク基板15の基板開口16内に、第2アライメントマーク46が形成されていてもよい。例えば、第2アライメントマーク46は、互いに隣り合う貫通孔群30の間に形成されたマスク棧28a、28bに位置していてもよい。例えば、第2アライメントマーク46は、第1マスク棧28aと第2マスク棧28bとが交差する交差部29に位置していてもよい。図4では、各第1マスク棧28aと各第2マスク棧28bとが交差する各交差部29に、第2アライメントマーク46が設けられている。言い換えると、各第1マスク棧28aに第2アライメントマーク46が配置されるとともに、各第2マスク棧28bに第2アライメントマーク46が配置される。この場合、各貫通孔群30の各角部に対応する位置に、第2アライメントマーク46が配置される。

30

40

【0153】

蒸着基板110が可視光についての光透過性を有している場合には、蒸着基板110を介してマスク層20に設けられた第2アライメントマーク46を視認でき、蒸着基板110と蒸着マスク10の貫通孔40とを容易に位置合わせできる。蒸着基板110が光透過性を有していない場合には、例えば、蒸着基板110を介して赤外線を照射して第2アライメントマーク46を視認するようにしてもよい。第2アライメントマーク46の平面形

50

状は、図4では、円形状である例を示しているが、これに限られることはなく、矩形形状や十字形状など、任意の形状に形成できる。また、第2アライメントマーク46は、例えば、第1金属層21の第1面20aにレーザ光を照射することによって凹状に形成されていてもよい。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、第2アライメントマーク46は、例えば、第1金属層21の第1面20aをエッチングすることによって凹状に形成されていてもよい。あるいは、第2アライメントマーク46は、例えば、第1金属層形成工程のめっき処理によって、第2アライメントマーク46を有するように第1金属層21が形成されてもよい。この場合、第2金属層22のマスク基板15とは反対側の面において、第2アライメントマーク46に対応する位置にレジスト（図示せず）を形成した状態で、めっき処理によって第1金属層21を形成するようにしてもよい。このことにより、第1金属層21を貫通する第2アライメントマーク46を形成できる。

10

【0154】

次に、このような構成からなる蒸着マスク10の製造方法について、図6～図14を参照して説明する。ここでは、マスク基板15が、シリコン基板である例について説明する。本実施形態による蒸着マスク10の製造方法は、基板準備工程と、マスク層形成工程と、基板開口形成工程と、貫通孔形成工程と、を備えていてもよい。図13及び図14においては、図面をわかりやすくするために、図3よりも貫通孔40の個数を少なくしている。

【0155】

まず、図6に示すように、基板準備工程として、第1基板面15aと第2基板面15bとを有するマスク基板15を準備してもよい。例えば、マスク基板15として、第1基板面15a及び第2基板面15bが鏡面状に研磨された面方位（110）のシリコンウエハが用いられてもよい。

20

【0156】

基板準備工程の後、マスク層形成工程として、マスク基板15上に、第1面20aと第2面20bとを有するマスク層20が形成されてもよい。マスク層20の第2面20bは、マスク基板15に対向し、マスク基板15の第1基板面15aに付着する。本実施形態によるマスク層形成工程では、まず、第2金属層22を形成する第2金属層形成工程が行われ、その後、第1金属層21を形成する第1金属層形成工程が行われる。第1金属層形成工程は、マスク本体層形成工程の一例であり、第2金属層形成工程は、マスク中間層形成工程の一例である。

30

【0157】

第2金属層形成工程においては、図7に示すように、マスク基板15の第1基板面15aに、第2金属層22が形成される。より具体的には、マスク基板15上に、本体側層25と基板側層26と中間層27とを含む第2金属層22が形成される。

【0158】

まず、基板側層26が形成される。基板側層26は、マスク基板15の第1基板面15aの全体に形成されてもよい。基板側層26は、例えば、基板側層26の材料で構成されたスパッタリングターゲットを用いたスパッタリング処理によって形成されてもよい。形成された基板側層26は、マスク基板15に付着される。

【0159】

続いて、基板側層26上に、中間層27が形成される。中間層27は、基板側層26の面の全体に形成されてもよい。中間層27は、例えば、中間層27の材料（例えば、チタン）で構成されたスパッタリングターゲットを用いたスパッタリング処理によって形成されてもよい。形成された中間層27は、基板側層26に付着される。

40

【0160】

次に、中間層27上に、本体側層25が形成される。本体側層25は、中間層27の面の全体に形成されてもよい。本体側層25は、例えば、本体側層25の材料（例えば、銅）で構成されたスパッタリングターゲットを用いたスパッタリング処理によって形成されてもよい。形成された本体側層25は、中間層27に付着される。

【0161】

50

このようにして、マスク基板 15 に、本体側層 25 と基板側層 26 と中間層 27 とを含む第 2 金属層 22 が付着される。

【0162】

第 1 金属層形成工程においては、図 8 に示すように、第 2 金属層 22 のマスク基板 15 とは反対側の面に、第 1 金属層 21 が形成される。より具体的には、本体側層 25 上に第 1 金属層 21 が形成される。第 1 金属層 21 は、例えば、めっき処理によって形成されてもよい。ここでは、第 2 金属層 22 を給電電極として電解めっき処理によって第 1 金属層 21 が形成される。より具体的には、本体側層 25 のマスク基板 15 とは反対側の面にめっき液が供給される。例えば、第 2 金属層 22 が形成されたマスク基板 15 が、めっき液が充填されためっき槽に浸される。上述した第 2 金属層 22 の本体側層 25 は、めっきの給電電極として機能する。このことにより、本体側層 25 のマスク基板 15 とは反対側の面に、めっき液の成分が析出されて第 1 金属層 21 が形成される。第 1 金属層 21 は、本体側層 25 のマスク基板 15 とは反対側の面の全体に形成されてもよい。このようにして、第 1 金属層 21 は、本体側層 25 に付着される。

10

【0163】

用いられるめっき液の成分は、第 1 金属層 21 に求められる特性に応じて適宜定められる。例えば第 1 金属層 21 が、ニッケルを含む鉄合金によって構成される場合、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てもよい。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てもよい。また、例えば第 1 金属層 21 が、ニッケルによって構成される場合、めっき液として、ニッケル化合物を含む溶液を用いてもよい。例えば、スルファミン酸ニッケル溶液を用いてもよい。また、第 1 金属層 21 がコバルトを含むニッケル合金によって構成される場合、めっき液として、ニッケル化合物を含む溶液と、コバルト化合物を含む溶液との混合溶液を用いてもよい。例えば、スルファミン酸コバルト溶液を用いてもよい。上述した各めっき液には、様々な添加剤が含まれていてもよい。添加剤としては、例えば、ホウ酸などの pH 緩衝材や、マロン酸やサッカリンなどの添加剤が含まれていてもよい。

20

【0164】

第 1 金属層 21 が形成された後、第 1 金属層 21 をアニール処理（焼成処理）してもよい。このことにより、めっき処理で形成された第 1 金属層 21 を再結晶でき、第 1 金属層 21 の熱膨張係数を低下できる。すなわち、一般的に、圧延処理で作製された圧延材と、めっき処理で作成されためっき材が、互いに同じ材料成分を有していたとしても、めっき材の熱膨張係数は圧延材の熱膨張係数よりも高くなる傾向にある。このため、第 1 金属層 21 を再結晶させて、第 1 金属層 21 の熱膨張係数を小さくさせてもよい。このようなアニール処理時には、例えば、600℃の温度で、5 分間、第 1 金属層 21 を加熱してもよい。

30

【0165】

第 1 金属層形成工程では、第 1 金属層 21 を形成できれば、めっき処理の具体的な方法は特に限られることはない。例えば、電解めっき処理の代わりに、無電解めっき処理が行われるようにしてもよい。無電解めっき処理を行う場合には、電解めっき処理時のような電極は存在しないため、無電解めっき処理によって形成される第 1 金属層 21 の厚みを均等にできる。無電解めっき処理を行う場合、第 2 金属層 22 のマスク基板 15 とは反対側の面に、触媒層（図示せず）が設けられてもよい。電解めっき処理が行われる場合であっても、第 2 金属層 22 上に同様の触媒層が設けられていてもよい。

40

【0166】

マスク層形成工程の後、基板開口形成工程として、マスク基板 15 に、マスク層 20 の第 2 面 20b を露出する基板開口 16 が形成されてもよい。本実施形態による基板開口形成工程では、レジスト層形成工程と、基板エッチング工程と、レジスト層除去工程とが、この順番で行われる。

【0167】

50

レジスト層形成工程においては、図9に示すように、マスク基板15の第2基板面15bに、レジスト層50が形成される。レジスト層50は、基板開口16に対応するレジスト開口51を有している。より具体的には、まず、マスク基板15の第2基板面15bに、スピナーによって液状レジストが塗布されて、乾燥及び硬化させることでレジスト層50が形成される。レジスト層50は、第2基板面15bの全体に形成されてもよい。続いて、フォトリソグラフィ処理によって、レジスト層50がパターンニングされる。例えば、レジスト層50がネガ型レジストである場合、レジスト層50のうちレジスト開口51に相当する部分に光を照射させないような露光マスク（図示せず）がレジスト層50上に配置される。その後、この露光マスクを介してレジスト層50が露光される。そして、露光されたレジスト層50が現像され、レジスト層50のうち露光されていない部分が除去されて、レジスト開口51が形成される。現像後、レジスト層50を加熱して、マスク基板15に対するレジスト層50の密着性を向上させてもよい。ネガ型レジストには、例えば、ノボラック系のレジストを用いてもよい。レジスト層50としては、ポジ型レジストが用いられてもよい。また、レジスト層50としてドライフィルムレジストをマスク基板15に貼り付けてもよい。

【0168】

レジスト層50の厚みH8は、例えば、0.1 μm 以上であってもよく、0.5 μm 以上であってもよく、1.0 μm 以上であってもよく、1.5 μm 以上であってもよい。厚みH8を0.1 μm 以上とすることによって、後述する基板エッチング工程においてレジスト層50が覆っている部分がエッチングされることを抑制できる。また、厚みH8は、例えば、20.0 μm 以下であってもよく、30.0 μm 以下であってもよく、40.0 μm 以下であってもよく、50.0 μm 以下であってもよい。厚みH8を50.0 μm 以下とすることによって、ドライフィルムレジストの場合には、入手性を確保でき、液状レジストの場合には、レジスト層50を効率良く形成できる。厚みH8の範囲は、0.1 μm 、0.5 μm 、1.0 μm 及び1.5 μm からなる第1グループ、及び／又は、20.0 μm 、30.0 μm 、40.0 μm 及び50.0 μm からなる第2グループによって定められてもよい。厚みH8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H8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H8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。例えば、0.1 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上30.0 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上1.5 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上1.0 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.5 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上30.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上1.5 μm 以下であってもよく、0.5 μm 以上1.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上30.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上1.5 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上30.0 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上20.0 μm 以下であってもよく、20.0 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、20.0 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、20.0 μm 以上30.0 μm 以下であってもよく、30.0 μm 以上50.0 μm 以下であってもよく、30.0 μm 以上40.0 μm 以下であってもよく、40.0 μm 以上50.0 μm 以下であってもよい。

【0169】

あるいは、レジスト層50の厚みH8は、例えば、0.1 μm 以上であってもよく、0.2 μm 以上であってもよく、0.3 μm 以上であってもよく、0.4 μm 以上であって

もよい。厚みH8を0.1 μm 以上とすることによって、後述する基板エッチング工程においてレジスト層50が覆っている部分がエッチングされることを抑制できる。また、H8は、例えば、0.6 μm 以下であってもよく、0.7 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以下であってもよく、0.9 μm 以下であってもよい。厚みH8を0.9 μm 以下とすることによって、ドライフィルムレジストの場合には、入手性をより一層確保でき、液状レジストの場合には、レジスト層50をより一層効率良く形成できる。H8の範囲は、0.1 μm 、0.2 μm 、0.3 μm 及び0.4 μm からなる第1グループ、及び／又は、0.6 μm 、0.7 μm 、0.8 μm 及び0.9 μm からなる第2グループによって定められてもよい。H8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。H8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。H8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。例えば、0.1 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.7 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.6 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.4 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.3 μm 以下であってもよく、0.1 μm 以上0.2 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.7 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.6 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.4 μm 以下であってもよく、0.2 μm 以上0.3 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.7 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.6 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.4 μm 以下であってもよく、0.4 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.4 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.4 μm 以上0.7 μm 以下であってもよく、0.4 μm 以上0.6 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上0.7 μm 以下であってもよく、0.7 μm 以上0.9 μm 以下であってもよく、0.7 μm 以上0.8 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上0.9 μm 以下であってもよい。

【0170】

基板エッチング工程においては、図10に示すように、レジスト開口51を介してマスク基板15がエッチングされて、基板開口16が形成される。このことにより、基板開口16にマスク層20の第2面20bの一部が露出される。マスク基板15のエッチング処理は、エッチングガスを用いたドライエッチング処理であってもよい。エッチングガスは、エッチング媒体の一例である。この場合、例えば、DEEP-RIE、ICP (Inductively Coupled Plasma)、SF₆ガス、CF系ガス、又は塩素系ガス等のエッチングガスを用いることで、マスク基板15がエッチングされてもよい。ドライエッチング処理を行う場合には、エッチング速度を高くできるとともに、基板開口16の壁面を第1基板面15aに実質的に垂直に形成できる。基板側層26が、エッチング媒体による浸食を抑制できる材料で形成されている場合には、エッチングをストップさせるストップ層として機能する。マスク基板15のエッチングは、エッチング液を用いたウェットエッチング処理であってもよい。エッチング液は、エッチング媒体の一例である。例えば、80℃の35重量%の水酸化カリウム水溶液をエッチング液として用いて当該エッチング液に所定時間、マスク基板15を浸漬させてもよい。マスク基板15のうちレジスト層50から露出されている部分が、面方位（又は結晶方位）に依存するように異方性エッチングされてもよい。

【0171】

基板エッチング工程について、より詳細に説明する。ここでは、図3に示す基板開口16を、いわゆる深掘りRIE（深掘り反応性イオンエッチング）によって形成する例について、図11A～図11Eを用いて説明する。図11A～図11Eは、図3に示す基板開

図16を模式的に示す部分拡大断面を示している。

【0172】

まず、図11Aに示すように、レジスト層50のうちレジスト開口51によって露出された部分が異方性エッチングされる。このことにより、第2基板面15bに第1凹部16a1が形成される。第1凹部16a1は、レジスト開口51から第1基板面15aに向かって延びる壁面16b1と、端面16c1と、を含んでいる。壁面16b1は、第1基板面15aに向かって広がるように形成される。すなわち、図11Aに示すように、壁面16b1と第1基板面15aとがなす角度 θ_2 は、 90° よりも若干大きくなり得る。

【0173】

異方性ドライエッチングにおいては、マスク基板15が配置された蒸着室（図示せず）の内部において、エッチング用のガスのプラズマを発生させ、プラズマをマスク基板15の第2基板面15bに照射する。プラズマを生成するためのエッチングガスとしては、上述したエッチングガスを用いてもよい。エッチングは、マスク基板15の厚み方向に進行するだけでなく、第2基板面15bに沿う方向にも若干進行する。しかしながら、エッチング時間を短く設定することによって、第2基板面15bに沿う方向のエッチングの進行を抑制できる。

【0174】

第1凹部16a1が形成された後、図11Bに示すように、第1凹部16a1の壁面16b1及び端面16c1に、第1保護層16d1が形成される。この第1保護層16d1は、 C_4F_8 ガスなどの原料ガスを第1凹部16a1に供給することによって、壁面16b1及び端面16c1に形成される。

【0175】

第1保護層16d1が形成された後、図11Cに示すように、第1凹部16a1が異方性ドライエッチングされる。このことにより、第1保護層16d1のうち端面16c1に位置する部分が除去されて、第2凹部16a2が形成される。より具体的には、第1凹部16a1の端面16c1に対して、第1凹部16a1を形成する工程と同様に異方性ドライエッチングを行い、第1凹部16a1に接続された第2凹部16a2が形成される。この際、上述した第1凹部16a1の壁面16b1と同様に、第2凹部16a2の壁面16b2も、第1基板面15aに向かって広がるように形成される。

【0176】

第1凹部16a1の壁面16b1に形成された第1保護層16d1は、第2凹部16a2を形成するための異方性ドライエッチングによって除去されてもよく、又は除去されなくてもよい。第1保護層16d1が除去された場合であっても、第1保護層16d1が除去されるまで、第1凹部16a1の壁面16b1がエッチングで浸食されることを抑制できる。また、第1保護層16d1が除去されずに残存する場合には、第1凹部16a1の壁面16bがエッチングで浸食されることをより一層抑制できる。第1保護層16d1が除去されない場合であっても、第1保護層16d1がエッチングで部分的に除去されてもよい。

【0177】

そして、図11Dに示すように、第2凹部16a2の壁面16b2及び端面16c2に、第2保護層16d2が形成される。第2保護層16d2は、第1保護層16d1と同様に形成できる。

【0178】

このような凹部の形成と保護層の形成とを、図11Eに示すように、マスク基板15のエッチングが基板側層26に達するまで多数回繰り返される。図11Eでは、説明を簡略化するために、第2凹部16a2に続けて、壁面16b3を含む第3凹部16a3と、壁面16b4を含む第4凹部16a4とが形成される例を示している。第4凹部16a4が、エッチングのストッパ層として機能する基板側層26に達している。本実施形態による基板側層26は、エッチングガスによる浸食を抑制できる材料で形成されている。このため、基板側層26は、エッチングのストッパ層として機能でき、エッチングされずに残存

10

20

30

40

50

している。壁面 16 b 3 には、第 3 保護層 16 d 3 が形成されているが、壁面 16 b 4 には、保護層は形成されていない。

【0179】

その後、各凹部 16 a 1 ~ 16 a 3 の壁面 16 b 1 ~ 16 b 3 に残存している保護層 16 d 1 ~ 16 d 3 は、処理液を用いて除去される。処理液には、例えば、ハイドロフルオロエーテル（HFE）を用いてもよい。保護層 16 d 1 ~ 16 d 3 を、例えば、常温（例えば、25℃程度）~ 70℃の処理液に 30 分間浸漬させてもよい。処理液は、原液を薄めずに使用してもよい。

【0180】

このようにして、マスク基板 15 に、図 10 に示すような基板開口 16 が形成される。基板開口 16 の壁面は、各凹部 16 a 1 ~ 16 a 4 の壁面 16 b 1 ~ 16 b 4 によって構成されている。凹部 16 a 1 ~ 16 a 4 を形成するためのドライエッチングの時間を短くして、凹部 16 a 1 ~ 16 a 4 の形成と保護膜の形成を繰り返す回数を増やしてもよい。この場合、各凹部 16 a 1 ~ 16 a 4 の壁面 16 b 1 ~ 16 b 4 によって構成される基板開口 16 の壁面を、第 2 基板面 15 b に対して実質的に垂直に形成できる。また、互いに隣り合う凹部 16 a 1 ~ 16 a 4 の壁面 16 b 1 ~ 16 b 4 には微小な段差が生じ得るが、上述した保護層 16 d 1 ~ 16 d 3 の厚みを小さくすることによって、この段差を小さくできる。この場合、図 10 に示すような断面において、基板開口 16 の壁面を、実質的に、第 1 基板面 15 a に対して垂直な直線をなすように形成できる。

【0181】

基板エッチング工程において、図 2 及び図 3 に示す第 1 アライメントマーク 45 を形成する工程が行われてもよい。すなわち、基板エッチング工程において、第 1 アライメントマーク 45 が形成されてもよい。

【0182】

レジスト層除去工程においては、図 12 に示すように、マスク基板 15 からレジスト層 50 が除去される。例えば、アルカリ系剥離液を用いることによって、レジスト層 50 をマスク基板 15 から除去してもよい。

【0183】

このようにして、図 12 に示すように、基板開口 16 が形成されたマスク基板 15 が得られる。

【0184】

基板開口形成工程は、上述した工程で行われることに限られることはない。例えば、基板開口形成工程において、マスク基板 15 の第 2 基板面 15 b に、酸化シリコン層や窒化シリコン層、炭化シリコン層などの耐性層（図示せず）を形成してもよい。この場合、耐性層に耐性層開口を形成し、その後、耐性層開口を介してマスク基板 15 をエッチングするようにしてもよい。耐性層開口は、フォトリソグラフィ処理を用いて、レジスト開口を有するレジスト層が耐性層に形成されて、レジスト開口を介して耐性層がエッチングされることによって形成されてもよい。そして、耐性層開口を介して、マスク基板 15 がエッチングされて、基板開口 16 が形成されるようにしてもよい。基板開口 16 が形成された後、耐性層は除去されるようにしてもよい。

【0185】

基板開口形成工程の後、貫通孔形成工程として、基板開口 16 に露出するように、マスク層 20 に複数の貫通孔 40 が形成されてもよい。貫通孔 40 は、マスク層 20 にレーザ光 L を照射することによって形成されてもよい。貫通孔 40 は、第 1 金属層 21 及び開口領域部 22 b を貫通するように形成されてもよい。

【0186】

例えば、図 13 A に示すように、レーザ光 L の照射によって貫通孔 40 を 1 つずつ形成してもよい。

【0187】

より具体的には、まず、図 13 A に示すように、上述のようにして得られたマスク基板

10

20

30

40

50

15及びマスク層20が、移動ステージ60に載置される。

【0188】

続いて、貫通孔40の形成と移動ステージ60の移動とを繰り返すことによって、多数の貫通孔40を形成するようにしてもよい。この場合、照射ヘッドHは、移動させなくてもよい。

【0189】

例えば、貫通孔40を形成すべき位置（当該貫通孔40の中心）を照射ヘッドHに対向させる。次に、マスク基板15から第1金属層21に向かう方向に、基板開口16を通してマスク層20の第2面20bにレーザ光Lが照射される。このことにより、マスク層20のうちレーザ光Lが照射された部分の材料が昇華して除去され、図13Aに示すように、貫通孔40が形成される。図13Aにおいては、マスク層20を構成する第1金属層21、第2金属層22の各層25～27の材料がそれぞれ除去される。この場合、貫通孔40の壁面41は、第2面20bに垂直に形成される傾向にある。しかしながら、レーザ光Lの強度やパルス幅、マスク層20の厚みによっては、図13Aに示すように、貫通孔40の壁面41は、傾斜し得る。

【0190】

マスク層20に照射されるレーザ光Lは、フェムト（femto）秒レーザ光であってもよい。フェムト秒レーザ光は、パルス幅が短いパルスレーザ光であり、短いパルス幅で高強度のレーザ光を出力できる。フェムト秒レーザ光は、短時間で高出力のレーザ光Lをマスク層20に照射できる。このため、短時間で材料分子を蒸発させて貫通孔40を形成できる。この場合、マスク層20の第1面20aにバリが形成されることを抑制できる。バリは、金属材料を加工することによって発生する突起である。このようなフェムト秒レーザ光Lの出力は、例えば、5W以上且つ100W以下であってもよい。レーザ光Lのパルス幅は、例えば、1fs以上且つ10nsであってもよい。レーザ光Lの波長は、例えば、250nm以上且つ1100nm以下であってもよく、例えば、グリーンレーザとなる513nmであってもよい。レーザ光Lの発振周波数は、例えば、1Hz以上且つ10MHz以下であってもよい。一例として、厚みH2が4μmであるマスク層20にレーザ光Lを、後述するフォトマスク65を用いることなく直接的に照射して1つの貫通孔40を形成する場合に、レーザ光Lのパルス幅は、260fsであってもよい。この場合、レーザ光Lの波長は、513nmであってもよい。1つの貫通孔40を形成するためのレーザ光Lの照射回数は1回でもよく、複数回照射して1つの貫通孔40を形成してもよい。

【0191】

1つの貫通孔40が形成された後、レーザ光Lの照射を停止する。そして、移動ステージ60を移動させて、次に貫通孔40を形成すべき位置（当該貫通孔40の中心）を照射ヘッドHに対向させる。そして、上述と同様にしてレーザ光Lを照射する。これを繰り返すことによって、本実施形態による蒸着マスク10に、多数の貫通孔40が形成される。

【0192】

上述したように、レーザ光Lを照射して貫通孔40を形成する場合に、移動ステージ60を移動させることなく、照射ヘッドHを移動させてもよい。

【0193】

貫通孔40の形成方法はこれに限られることはない。例えば、図13Bに示すように、レーザ光Lの照射によって複数の貫通孔40を並行して形成するようにしてもよい。例えば、図13B及び図13Cに示すように、レーザ光発生装置61からレーザ光Lを照射してもよい。

【0194】

図13Cに示すレーザ光発生装置61は、レーザ光発生源62と、第1レンズ63と、第2レンズ64（コリメータレンズとも称する）と、フォトマスク65と、第3レンズ66（集光レンズとも称される）と、ミラー67と、を含んでいる。レーザ光発生源62から発生したレーザ光Lは、第1レンズ63によって拡大されて、第2レンズ64によって平行光となる。平行光となったレーザ光Lは、フォトマスク65のマスク孔65aを通過

し、第3レンズ66で集光される。集光されたレーザ光Lは、ミラー67に反射して方向転換し、マスク層20の第2面20bに照射される。図13Cでは簡略化されているが、フォトマスク65及び第3レンズ66を通過したレーザ光Lは、図13Bに示すように貫通孔40に対応するようなパターン状の光になっている。

【0195】

フォトマスク65は、複数の貫通孔40に対応する位置に複数のマスク孔65aを有している。図13Bに示す例では、1つのマスク孔65aを通ったレーザ光Lによって、対応する1つの貫通孔40が形成される。この場合、1つの貫通孔40に対して、1つのマスク孔65aが割り当てられていてもよい。フォトマスク65は、ガラスなどの光透過性を有する基板と、この基板に、クロムなどの金属材料がパターン状に形成された層であって、上述したマスク孔65aを有する層と、を含んでいてもよい。図13Cでは、図面を簡略化するために、上述した基板は省略している。

【0196】

続いて、移動ステージ60を移動させて、レーザ光Lの照射位置を調整してもよい。レーザ光発生装置61が移動可能な場合には、レーザ光発生装置61を移動させてもよい。

【0197】

次に、レーザ光発生装置61からマスク層20の第2面20bにレーザ光Lが照射される。このことにより、マスク層20のうちレーザ光Lが照射された複数の部分の材料が昇華して除去され、図13Bに示すように、複数の貫通孔40が並行して形成される。各貫通孔40は、割り当てられた1つのマスク孔65aを通ったレーザ光Lによってそれぞれ形成される。各貫通孔40を形成するためのレーザ光Lの照射回数は1回でもよく、複数回照射して各貫通孔40を形成してもよい。また、フォトマスク65は、複数の貫通孔40を並行して形成する場合に用いられることに限られることはなく、レーザ光Lを1つのマスク孔65aを通して貫通孔40を1つずつ形成する場合に用いられてもよい。この場合、レーザ光Lの照射によって貫通孔40が1つずつ形成される。

【0198】

1つの貫通孔40に対して、複数のマスク孔65aが割り当てられていてもよい。この場合、貫通孔40の中央に比較的大きな平面形状を有するマスク孔65aが配置されていてもよい。さらに、その周囲に比較的小さな平面形状を有するマスク孔65aが配置されてもよい。そして、貫通孔40の中央から外側に向かってマスク孔65aの平面形状が徐々に小さくなっていてもよい。このようなマスク孔65aのパターンを、ハーフトーンパターンと称したり、グラデーションパターンと称したりする場合がある。すなわち、貫通孔40の中央に比較的大きな平面形状を有するマスク孔65aが割り当てられて、当該マスク孔65aの周囲に、比較的小さな平面形状を有するマスク孔65aが割り当てられていてもよい。この場合、中央の大きなマスク孔65aを通ったレーザ光Lは、比較的高い強度でマスク層20に照射される。このため、当該マスク孔65aを通ったレーザ光Lによって、マスク層20を貫通する孔を形成できる。周囲の小さなマスク孔65aを通ったレーザ光Lは、比較的低い強度でマスク層20に照射される。このため、当該マスク孔65aを通ったレーザ光Lが照射される位置では、マスク層20を貫通することなく、凹状に材料が除去される。1つの貫通孔40に割り当てられるマスク孔65aの平面形状を、中央から外側に向かって徐々に小さくすることによって、図3に示すような、壁面41が傾斜した複数の貫通孔40が並行して形成できる。

【0199】

図13Bにおいては、フォトマスク65を用いて、レーザ光Lの照射によって複数の貫通孔40を並行して形成する例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、フォトマスク65の複数のマスク孔65aを通してレーザ光Lを照射することによって貫通孔40を1つずつ形成するようにしてもよい。すなわち、1つの貫通孔40に対して、複数のマスク孔65aが割り当てられている場合、これらのマスク孔65aのみにレーザ光Lを照射させてもよい。この場合、傾斜した壁面41を有する貫通孔40を1つずつ形成できる。

【0200】

貫通孔形成工程において、図3及び図4に示す第2アライメントマーク46を形成する工程が行われてもよい。すなわち、蒸着マスク10を上下方向に反転させて、第1面20aを照射ヘッドHに対向させる。そして、第1金属層21の第1面20aにレーザ光を照射して、凹状の第2アライメントマーク46が形成されてもよい。

【0201】

このようにして、図14に示すような、本実施形態による蒸着マスク10が得られる。

【0202】

上述したように、本実施形態による第1金属層21はめっき処理によって形成されている。この場合、第1金属層21には、平面視で縮む方向に働く応力が残留している。このことにより、例えば蒸着時のように、第1金属層21の温度が上昇して、第1金属層21が熱膨張した場合であっても、上記応力が残留していれば、貫通孔40の位置精度を維持できる。これは、単体でエッチング処理又はめっき処理などで作製された一般的な蒸着マスクを、フレームに架張した状態に等しいと言える。

【0203】

次に、本実施形態による蒸着マスク10を用いた有機EL表示装置の製造方法について、図1、図15A及び図15Bを参照して説明する。

【0204】

有機デバイス100の構成要素及び表示領域について詳細に説明する。図15Aは、有機デバイス100の一例を示す平面図であって、蒸着工程において蒸着された有機層を示す平面図である。図15Bは、図15Aの有機デバイス100をB-B線に沿った断面図である。図15Aは、蒸着工程において蒸着された有機層を示す平面図であり、蒸着工程の後に形成される、後述する第2電極140を省略している。有機デバイス100の一例としては、有機EL表示装置が挙げられる。有機デバイス100は、上述した本実施形態による蒸着マスク10を用いることによって、後述する蒸着基板110に形成された発光層を備えている。1つの有機デバイス100は、1つの表示領域に相当していてもよい。

【0205】

図15A及び図15Bに示すように、有機デバイス100は、蒸着基板110と、蒸着基板110上に位置する素子115と、を備える。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。

【0206】

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。

【0207】

有機デバイス100は、アクティブ・マトリクス型であってもよい。例えば、図示はしないが、有機デバイス100は、複数の素子115のそれぞれに電氣的に接続されているスイッチを備えていてもよい。スイッチは、例えばトランジスタである。スイッチは、対応する素子115に対する電圧又は電流のON/OFFを制御できる。

【0208】

蒸着基板110は、第1電極120が形成される第1面110aと、第1面110aとは反対側に位置する第2面110bと、を有していてもよい。蒸着基板110は、絶縁性を有する板状の部材であってもよい。蒸着基板110は、可視光を透過させる光透過性を有していてもよい。

【0209】

蒸着基板110が、所定の光透過性を有する場合、蒸着基板110の光透過性は、有機層130からの発光を透過させて表示できる光透過性であってもよい。例えば、可視光領域における蒸着基板110の透過率が80%以上であってもよく、又は90%以上であってもよい。蒸着基板110の透過率は、JIS K 7361-1に準ずるプラスチック

10

20

30

40

50

透明材料の全光透過率の試験方法によって測定できる。

【0210】

蒸着基板110は、可撓性を有していてもよく、又は有していなくてもよい。有機デバイス100の用途に応じて蒸着基板110を適宜選択できる。

【0211】

蒸着基板110は、例えばシリコンを含み、例えばシリコン基板であってもよい。あるいは、蒸着基板110は、ガラスを含み、例えばガラス基板であってもよい。更には、蒸着基板110の材料には、例えば、石英ガラス、パイレックス（登録商標）ガラス、又は合成石英板等の可撓性を有していないリジッド材等を用いてもよい。あるいは、蒸着基板110の材料には、樹脂フィルム（例えばポリイミドフィルム、若しくは液晶ポリマー）、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てもよい。また、蒸着基板110は、樹脂フィルムの片面又は両面にバリア層を有する積層体であってもよい。

10

【0212】

蒸着基板110の厚みは、シリコン基板以外の材料で蒸着基板110を構成する場合には、蒸着基板110に用いられる材料や有機デバイス100の用途等に応じて適宜選択できる。この場合の蒸着基板110の厚みは、例えば、0.005mm以上であってもよい。また、蒸着基板110の厚みは、5mm以下であってもよい。

【0213】

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って、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って、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。

20

【0214】

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、光透過性及び導電性を有する金属酸化物を含んでもよい。

【0215】

第1電極120を構成する材料には、Au、Cr、Mo、Ag又はMg等の金属等を用いてもよい。あるいは、第1電極120を構成する材料には、ITOと称される酸化インジウム錫、IZOと称される酸化インジウム亜鉛、又は酸化亜鉛若しくは酸化インジウム等の無機酸化物等を用いてもよい。第1電極120を構成する材料には、金属ドーパされたポリチオフェン等の導電性高分子等を用いてもよい。これらの導電性材料は、単独で用いても、2種類以上を組み合わせ用いてもよい。2種類以上を用いる場合には、導電性材料に、各材料からなる層を積層してもよい。また、導電性材料に、2種類以上の材料を含む合金を用いてもよい。例えば、導電性材料に、MgAg等のマグネシウム合金等を用いてもよい。

30

【0216】

有機層130は、有機材料を含む。有機層130に通電されると、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には、通電によって光を放出する発光層、通電によって光の透過率や屈折率が変化する層などを用いてもよい。有機層130は、有機半導体材料を含んでもよい。

40

【0217】

図15B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を含んでもよい。また、図15Aに示すように、有機層130は、第3有機層130Cを更に含んでもよい。第1有機層130A、第2有機層130B及び第3有機層130Cは、例えば、赤色発光層、青色発光層及び緑色発光層である。以下の説明において、有機層の構成のうち、第1有機層130A、第2有機層130B及び第3有機層130

50

Cに共通する構成を説明する場合には、「有機層130」という用語及び符号を用いる。

【0218】

第1電極120、第1有機層130A及び第2電極140を含む積層構造のことを、第1素子115Aとも称する。第1電極120、第2有機層130B及び第2電極140を含む積層構造のことを、第2素子115Bとも称する。第1電極120、第3有機層130C及び第2電極140を含む積層構造のことを、第3素子115Cとも称する。有機デバイス100が有機EL表示装置である場合、第1素子115A、第2素子115B及び第3素子115Cはそれぞれサブ画素である。

【0219】

以下の説明において、素子の構成のうち、第1素子115A、第2素子115B及び第3素子115Cに共通する構成を説明する場合には、「素子115」という用語及び符号を用いる。図15Aのような平面図において、素子115の輪郭は、平面視において第1電極120及び第2電極140と重なる有機層130の輪郭であってもよい。有機デバイス100が絶縁層160を備える場合、素子115の輪郭は平面視において第1電極120及び第2電極140と重なるとともに絶縁層160と重ならない有機層130の輪郭であってもよい。

10

【0220】

第1素子115A、第2素子115B及び第3素子115Cそれぞれの配列について説明する。図15Aに示すように、第1素子115A、第2素子115B及び第3素子115Cはそれぞれ、素子第1方向F1に沿って並んでいてもよい。第1素子115A、第2素子115B及び第3素子115Cはそれぞれ、素子第2方向F2に沿って並んでいてもよい。

20

【0221】

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。

【0222】

有機層130が、通電によって光を放出する発光層を含む場合、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。

【0223】

例えば、第1電極120が陽極である場合、有機層130は、発光層と第1電極120との間に正孔注入輸送層を有していてもよい。正孔注入輸送層は、正孔注入機能を有する正孔注入層であってもよく、正孔輸送機能を有する正孔輸送層であってもよく、正孔注入機能及び正孔輸送機能の両機能を有するものであってもよい。また、正孔注入輸送層は、正孔注入層及び正孔輸送層が積層されたものであってもよい。

30

【0224】

第2電極140が陰極である場合、有機層130は、発光層と第2電極140との間に電子注入輸送層を有していてもよい。電子注入輸送層は、電子注入機能を有する電子注入層であってもよく、電子輸送機能を有する電子輸送層であってもよく、電子注入機能及び電子輸送機能の両機能を有するものであってもよい。また、電子注入輸送層は、電子注入層及び電子輸送層が積層されたものであってもよい。

40

【0225】

発光層は、発光材料を含む。発光層は、レベリング性を良くする添加剤を含んでいてもよい。

【0226】

発光材料には、公知の材料を用いてもよく、例えば、色素系材料、金属錯体系材料、高分子系材料等の発光材料を用いてもよい。

【0227】

発光層の膜厚は、電子と正孔との再結合の場を提供して発光する機能を発現できる膜厚であれば特に限定されるものではない。発光層の膜厚は、例えば1nm以上であってもよい。

50

い。また、発光層の膜厚は、500nm以下であってもよい。

【0228】

第2電極140は、金属などの、導電性を有する材料を含む。第2電極140は、後述するマスクを用いる蒸着法によって有機層130の上に形成される。第2電極140を構成する材料には、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、炭素等を用いてもよい。これらの導電性材料は、単独で用いても、2種類以上を組み合わせ用いてもよい。2種類以上を用いる場合には、導電性材料に、各材料からなる層を積層してもよい。また、導電性材料に、2種類以上の材料を含む合金を用いてもよい。例えば、導電性材料に、MgAg等のマグネシウム合金、AlLi、AlCa、AlMg等のアルミニウム合金、アルカリ金属類及びアルカリ土類金属類の合金等を用いてもよい。

10

【0229】

図15Bに示すように、有機デバイス100は、有機層130A、130B、130Cなどの蒸着基板110上の要素を覆う封止層（図示せず）を備えていてもよい。封止層は、有機デバイス100の外部の水蒸気などが有機デバイス100の内部に入ることを抑制できる。これにより、有機層130A、130B、130Cなどが水分に起因して劣化することを抑制できる。封止層は、例えば有機材料で構成された層を含んでいてもよい。有機材料は、封止層で光の屈折が生じることを抑制するために、有機層130A、130B、130Cと等しい屈折率が近い屈折率を有していてもよい。有機材料は、例えば、窒化シリコン（SiN）等の無機材料で封止されていてもよい。この場合、封止層は、有機材料の層と無機材料の層とが積層された積層構造を有していてもよい。第2電極140と封止層との間には、平坦化層（図示せず）が介在されていてもよい。平坦化層は、蒸着基板110上の要素の凹凸に入り込んで、封止層の密着性を向上させるための層であってもよい。

20

【0230】

このような有機デバイス100の製造方法は、蒸着マスク10を用いて蒸着基板110に蒸着材料82を付着させて有機層130A、130B、130Cを形成する工程を備えていてもよい。より具体的には、本実施形態による有機EL表示装置の製造方法は、蒸着マスク準備工程と、位置合わせ工程と、密着工程と、蒸着工程と、裁断工程と、を備えていてもよい。

30

【0231】

まず、蒸着マスク準備工程として、上述した蒸着マスク10を準備してもよい。

【0232】

蒸着マスク準備工程の後、位置合わせ工程として、蒸着マスク10が蒸着基板110に対して位置合わせされる。位置合わせ工程においては、蒸着基板110に対する蒸着マスク10の貫通孔40の位置が確認される。この際、蒸着基板110に対する蒸着マスク10の貫通孔40の位置が調整されてもよい。例えば、マスク基板15の基板枠体17に設けられた第1アライメントマーク45と、蒸着基板110の対応する基板アライメントマーク111（図3参照）とが位置合わせされる。また、マスク層20のマスク枠28a、28bに設けられた第2アライメントマーク46と、蒸着基板110の対応するアライメントマーク（図示せず）とが位置合わせされる。例えば、まず、第1アライメントマーク45を用いて、蒸着基板110と貫通孔40との大まかな位置合わせを行い、その後、第2アライメントマーク46を用いて、蒸着基板110と貫通孔40との細かな位置合わせを行ってもよい。このことにより、蒸着基板110に対する蒸着マスク10の貫通孔40の位置を精度良く調整できる。

40

【0233】

位置合わせ工程の後、密着工程として、蒸着マスク10のマスク層20のうち第1面20aを、蒸着基板110に密着させてもよい。より具体的には、蒸着装置80内において、蒸着マスク10のマスク層20の第1面20aが、位置合わせされた状態で蒸着基板110の第1面110a（図3参照）に密着される。この際、蒸着基板110を、蒸着マス

50

ク１０と磁石８５との間に介在させて、磁石８５の磁力で蒸着マスク１０を蒸着基板１１０に引き寄せる。このことにより、蒸着マスク１０の第１面２０ａに、蒸着基板１１０が密着する。

【０２３４】

密着工程の後、蒸着工程として、蒸着マスク１０の貫通孔４０を通して蒸着材料８２を蒸着基板１１０上に形成された第１電極１２０に蒸着させて有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃが形成されてもよい（図１５Ｂ参照）。有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃは、対応する正孔輸送層上に形成される。より具体的には、蒸着装置８０の内部の圧力を真空雰囲気まで低下する。その後、蒸着材料８２を蒸発させて正孔輸送層に飛来させる。飛来した蒸着材料８２は、蒸着マスク１０の各貫通孔４０を通して、所望の正孔輸送層に付着する。このことにより、第１電極１２０及び絶縁層１６０に、貫通孔４０のパターンに対応したパターンで有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃが形成される。

10

【０２３５】

ここで、有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃは、第１電極１２０と当該第１電極１２０に隣接する絶縁層１６０に跨るように形成される。図示しないが、絶縁層１６０上において隣り合う有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃは、重なり合っているもよい。

【０２３６】

上述したように、本実施形態では、貫通孔４０が各有効領域２３において所定のパターンで配置されている。複数の色を用いて表示する場合には、各色の有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃに対応するパターンで形成された貫通孔４０を有する蒸着マスク１０を準備する。各蒸着マスク１０で、対応する正孔輸送層に各色の蒸着材料８２を付着させる。これにより、例えば、赤色用の有機発光材料、緑色用の有機発光材料及び青色用の有機発光材料を１つの蒸着基板１１０にそれぞれ蒸着でき、有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃをそれぞれ形成できる。

20

【０２３７】

有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃが形成された後、有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃ上に、電子輸送層及び電子注入層が形成される。その後、第２電極１４０が形成される。第２電極１４０は、各有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃを覆うように形成され、有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃ上において、第１電極１２０と当該第１電極１２０に隣接する絶縁層１６０に跨るように形成される。例えば、第２電極１４０は、平面視において隣り合う２つの有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃに跨るように連続的に形成されてもよい。

30

【０２３８】

形成された第２電極１４０に、上述した平坦化層及び封止層が形成される。このようにして、蒸着基板１１０に設けられた有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃ等の要素が、封止層で封止される。

【０２３９】

蒸着工程の後、裁断工程として、有機デバイス１００毎に蒸着基板１１０が裁断される。この場合、例えば、互いに隣り合う有機デバイス１００の間で、ダイシングソーを用いて蒸着基板１１０が裁断される。互いに隣り合う有機デバイス１００の距離とダイシングソーの幅とに応じて、シングルソーイングを適用して蒸着基板１１０を裁断してもよく、ダブルソーイングを適用して蒸着基板１１０を裁断してもよい。

40

【０２４０】

このようにして、蒸着基板１１０に、各色の有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃが形成された有機デバイス１００が得られる。

【０２４１】

このように本実施形態によれば、蒸着マスク１０が、貫通孔４０を有するマスク層２０と、マスク層２０の第２面２０ｂに位置したマスク基板１５と、を備えている。このようにマスク基板１５がマスク層２０に位置していることによって、蒸着マスク１０の強度を向上でき、この状態で、蒸着基板１１０に密着できる。このことにより、マスク層２０の

50

貫通孔４０の形状精度及び位置精度を、貫通孔４０が形成された時点での形状精度及び位置精度に維持でき、貫通孔４０の精細度を向上できる。貫通孔４０の高精細化を図ることもできる。また、貫通孔４０の形状精度及び位置精度を高めた状態で蒸着基板１１０に蒸着材料８２を付着できる。このため、有機デバイス１００の有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃの精細度を向上できる。この場合、有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃを含む素子によって構成される画素の高精細化を図ることもできる。

【０２４２】

また、本実施形態によれば、マスク基板１５は、シリコンを含んでいる。蒸着基板１１０がシリコン基板である場合には、マスク基板１５を蒸着基板１１０と同種材料又は同じ材料で構成できる。このことにより、マスク基板１５の熱膨張係数と蒸着基板１１０の熱膨張係数との差を小さくできる。このため、精度低下を抑制できる。ここで、例えば、有機デバイス１００の画素密度が高い場合には、貫通孔４０の形状精度や位置精度を高めることが要求される。本実施形態によるマスク基板１５はシリコンを含んでいるため、上述したように蒸着基板１１０との熱膨張係数の差を小さくできる。このことにより、蒸着基板１１０に対して精度良く位置合わせした蒸着マスク１０が熱膨張した場合であっても、蒸着基板１１０に対する貫通孔４０の位置がずれることを抑制できる。このため、蒸着基板１１０に形成される有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃの形状精度及び位置精度を向上できる。この結果、高精細の有機層１３０Ａ、１３０Ｂ、１３０Ｃを備える有機デバイス１００を容易に作製できる。

【０２４３】

また、本実施形態によれば、マスク層２０の第２面２０ｂが、マスク基板１５に付着されている。このことにより、蒸着マスク１０の強度をより一層向上できる。ここで、マスク層２０を、マスク基板１５とは別体で単独で作製した場合には、マスク基板１５等のフレームにマスク層２０を張力を付与した状態で架張し、その後溶接等で固定している。しかしながら、本実施形態による蒸着マスク１０は、マスク層２０がマスク基板１５に付着されているため、そのような架張を不要にできる。このことにより、マスク基板１５に付着されたマスク層２０の貫通孔４０の形状精度及び位置精度を、貫通孔４０が形成された時点での形状精度及び位置精度に維持できる。このため、貫通孔４０の精細度をより一層向上できる。

【０２４４】

また、本実施形態によれば、マスク層２０は、第１面２０ａをなす第１金属層２１と、第１金属層２１とマスク基板１５との間に位置する第２金属層２２と、を有している。このことにより、第２金属層２２は、固有の目的を有する層として構成できる。例えば、第２金属層２２を、第１金属層２１とマスク基板１５との密着性を確保できる材料で形成できる。この場合、蒸着マスク１０をマスク基板１５に付着でき、蒸着マスク１０の強度をより一層向上できる。あるいは、第２金属層２２を、基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体に対する耐性を有する材料で形成できる。この場合、基板エッチング工程において、第１金属層２１がエッチング媒体によってエッチングされることを抑制できる。

【０２４５】

また、本実施形態によれば、マスク層２０の第２面２０ｂをなす第２金属層２２の厚みが、第１面２０ａをなす第１金属層２１の厚みよりも小さくなっている。このことにより、第２金属層２２を、固有の目的を有する層として構成できる。すなわち、第２金属層２２を、固有の目的を有する層として構成する場合、熱膨張係数を小さくすることが困難な場合が考えられる。例えば、第２金属層２２の目的としては、第１金属層２１との密着性を確保する目的、マスク基板１５との密着性を確保する目的、基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制する目的、又は第１金属層２１を構成する材料を含むめっき液から基板側層２６を保護する目的等が挙げられる。このような目的を達成するための材料は、熱膨張係数が大きくなる場合が考えられる。しかしながら、この場合であっても、第２金属層２２の厚みを小さくすることにより、第２金属層２２の熱膨

張の影響を抑制できる。このため、精度低下を抑制できる。

【0246】

また、本実施形態によれば、第1金属層21は金属材料を含んでいる。このことにより、貫通孔40は、金属材料で構成されたマスク層20に形成できる。このことにより、蒸着基板110に有機層130A、130B、130Cを形成する蒸着工程後に蒸着マスク10を洗浄する際、貫通孔40が位置する層が洗浄液を吸収することを抑制できる。このため、貫通孔40が位置ずれすることを抑制できるとともに、貫通孔40が変形することを抑制できる。この結果、洗浄後の蒸着マスク10の貫通孔40の精細度を向上できる。また、第1金属層21が磁性金属材料を含んでいる場合、磁石85を用いることにより、蒸着マスク10を蒸着基板110に密着させることができる。この場合、磁力によって蒸着マスク10を磁石85の方向に引き寄せることができ、蒸着マスク10と蒸着基板110との密着性を向上できる。このため、有機デバイス100の有機層130A、130B、130Cの精細度を向上できる。

10

【0247】

また、本実施形態によれば、第2金属層22が、第1金属層21と基板枠体17との間に位置する本体領域部22aと、平面視において基板開口16内に位置する開口領域部22bと、を含んでいる。このことにより、基板エッチング工程において、第2金属層22を、エッチングのストッパ層として構成できる。また、貫通孔40は、第1金属層21及び開口領域部22bを貫通している。このことにより、開口領域部22bを除去することを不要にできる。さらに、第2金属層22が開口領域部22bを含んでいることにより、蒸着マスク10の強度を向上させることができる。

20

【0248】

また、本実施形態によれば、第2面20bにおける貫通孔40の所定方向の開口寸法が、第1面20aにおける貫通孔40の当該所定方向の開口寸法よりも大きくなっている。このことにより、蒸着時に第1面20aに蒸着基板110を密着させる場合には、シャドウの発生を抑制できる。このため、蒸着基板110に付着した蒸着材料82によって形成される有機層130A、130B、130Cの形状精度及び位置精度を向上でき、有機デバイス100の精細度を向上できる。

【0249】

また、本実施形態によれば、マスク基板15の基板開口16内に、2つ以上の貫通孔40が位置している。このことにより、蒸着時に、マスク基板15がシャドウを発生させることを抑制できる。このため、蒸着基板110に付着した蒸着材料82によって形成される有機層130A、130B、130Cの形状精度及び位置精度を向上でき、有機デバイス100の精細度を向上できる。また、本実施形態によれば、基板開口16内に、複数の貫通孔群30が位置しているため、シャドウの発生をより一層抑制できる。

30

【0250】

また、本実施形態によれば、マスク基板15のマスク層20とは反対側の面に、第1アライメントマーク45が設けられている。このことにより、蒸着マスク10を蒸着基板110に対して位置合わせする位置合わせ工程において、第1アライメントマーク45を用いて、蒸着マスク10と蒸着基板110とを位置合わせできる。第1アライメントマーク45がマスク基板15に設けられていることから、蒸着マスク10を全体的に蒸着基板110に位置合わせできる。

40

【0251】

また、本実施形態によれば、第1アライメントマーク45よりも貫通孔40に近い位置に、第2アライメントマーク46が設けられている。このことにより、蒸着マスク10を蒸着基板110に対して位置合わせする位置合わせ工程において、第2アライメントマーク46を用いて、蒸着マスク10と蒸着基板110とを位置合わせできる。また、第2アライメントマーク46は、第1アライメントマーク45よりも貫通孔40に近い位置に配置されるため、蒸着マスク10と蒸着基板110との位置合わせ精度を向上できる。また、第2アライメントマーク46が、マスク層20の第1面20aに設けられていることに

50

よって、第1金属層21が光透過性を有していない場合であっても、第2アライメントマーク46を、蒸着基板110を介して視認できる。

【0252】

また、本実施形態によれば、第2アライメントマーク46は、互いに隣り合う貫通孔群30の間に設けられたマスク層28a、28bに位置している。このことにより、第2アライメントマーク46を、貫通孔40により一層近い位置に配置できる。このため、蒸着マスク10と蒸着基板110との位置合わせ精度をより一層向上できる。また、本実施形態によれば、第2アライメントマーク46を、第1マスク層28aと第2マスク層28bとが交差する交差部29に位置している。このことにより、近接する貫通孔群30の貫通孔40を、効率良く位置合わせできる。

10

【0253】

また、本実施形態によれば、貫通孔40は、マスク層20にレーザ光Lを照射することによって形成される。このことにより、貫通孔40の形状精度及び位置精度を向上できる。このため、蒸着マスク10の精細度を向上できる。

【0254】

また、本実施形態によれば、基板開口16が形成された後に、レーザ光Lは、基板開口16を通してマスク層20の第2面20bに照射される。このことにより、第2面20bにおける貫通孔40の所定方向の開口寸法を、第1面20aにおける貫通孔40の当該所定方向の開口寸法よりも容易に大きくできる。このことにより、蒸着時に第1面20aに蒸着基板110を密着させる場合には、シャドウの発生を抑制できる貫通孔40を容易に形成できる。このため、蒸着基板110に付着した蒸着材料82によって形成される有機層130A、130B、130Cの形状精度及び位置精度を向上でき、有機デバイス100の精細度を向上できる。

20

【0255】

また、本実施形態によれば、レーザ光Lは、フェムト秒レーザ光である。このことにより、マスク層20に、短いパルス幅で高強度のレーザ光を出力できる。このため、マスク層20の第1面20aに、バリが形成されることを抑制でき、蒸着基板110との密着性を向上できる。このため、蒸着基板110に付着した蒸着材料82によって形成される有機層130A、130B、130Cの形状精度及び位置精度を向上でき、有機デバイス100の精細度を向上できる。

30

【0256】

上述した一実施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。以下の説明及び以下の説明で用いる図面では、上述した一実施形態と同様に構成され得る部分について、上述の一実施形態において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、上述した一実施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。

【0257】

次に、第1変形例について説明する。

【0258】

上述した本実施形態においては、第2金属層22が、第1金属層21と基板枠体17との間に位置する本体領域部22aと、平面視において基板開口16内に位置する開口領域部22bと、を含んでいる例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。

40

【0259】

例えば、図16に示すように、第2金属層22は、本体領域部22aと、平面視において基板開口16に沿って形成されたマスク層開口22dと、を含んでもよい。マスク層開口22dは、本体側層25、基板側層26及び中間層27を貫通していてもよい。マスク層開口22dは、基板開口16と同一の平面形状を有していてもよい。図16に示す例では、貫通孔40は、第1金属層21を貫通している。すなわち、貫通孔40は、第1

50

面 2 0 a から、第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に延びて第 1 金属層 2 1 を貫通している。

【0 2 6 0】

第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面における貫通孔 4 0 の所定方向（例えば、第 1 方向 D 1 1 又は第 2 方向 D 1 2）の開口寸法は、第 1 面 2 0 a における貫通孔 4 0 の当該所定方向の開口寸法よりも大きくなっていてもよい。一実施形態では、第 1 面 2 0 a に平行な方向における貫通孔 4 0 の断面開口は、第 1 面 2 0 a から、第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に向かって徐々に大きくなっていてもよい。言い換えると、マスク層 2 0 の法線方向に沿った各位置における第 1 面 2 0 a に平行な断面での各貫通孔 4 0 の断面積は、第 1 面 2 0 a から第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に向かって徐々に大きくなっていてもよい。この場合、貫通孔 4 0 は、第 1 面 2 0 a から第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に向かって、貫通孔 4 0 の中心軸線 C L から遠ざかるように形成された壁面 4 1 を有していてもよい。図 1 6 においては、貫通孔 4 0 の壁面 4 1 が、第 1 面 2 0 a から第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に向かって中心軸線 C L から遠ざかるように中心軸線 C L に対して直線状に傾斜している例が示されている。例えば、マスク層 2 0 の第 1 面 2 0 a における貫通孔 4 0 の開口寸法は、図 5 A に示す符号 S 1 であってもよい。第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面における貫通孔 4 0 の開口寸法は、図 5 A に示す符号 S 2 であってもよい。

10

【0 2 6 1】

図 1 6 に示すマスク層開口 2 2 d は、基板開口形成工程の後に、マスク層開口形成工程として、第 2 金属層 2 2 に形成されるようにしてもよい。マスク層開口 2 2 d は、第 2 金属層 2 2 がエッチングされることによって形成されてもよい。より具体的には、第 2 金属層 2 2 がエッチングされることによって、第 2 金属層 2 2 のうち基板開口 1 6 に対応する領域が除去される。このようにして、マスク層開口 2 2 d が形成されてもよい。エッチング液には、例えば、N-メチルピロリドン（NMP）を用いてもよい。第 2 金属層 2 2 を、例えば、常温以上且つ 7 0 °C 以下のエッチング液に 2 0 分間浸漬させてもよい。N-メチルピロリドンは、原液を薄めずに使用してもよい。また、本体側層 2 5、基板側層 2 6 及び中間層 2 7 は、別々のエッチング液によって除去されてもよい。

20

【0 2 6 2】

マスク層開口形成工程の後に、貫通孔形成工程が行われてもよい。この場合の貫通孔形成工程においては、第 2 金属層 2 2 にマスク層開口 2 2 d が形成されている。このため、レーザ光 L が、基板開口 1 6 及びマスク層開口 2 2 d を通して、第 1 金属層 2 1 のマスク基板 1 5 に対向する面に照射される。このことにより、第 1 金属層 2 1 に、第 1 金属層 2 1 を貫通する貫通孔 4 0 が形成される。

30

【0 2 6 3】

このように第 1 変形例によれば、第 2 金属層 2 2 がマスク層開口 2 2 d を含んでいることにより、マスク層 2 0 のうち貫通孔 4 0 が形成されている部分の厚みを小さくできる。このため、シャドウの発生を抑制できる。

【0 2 6 4】

次に、第 2 変形例について説明する。

40

【0 2 6 5】

上述した第 1 変形例においては、貫通孔 4 0 が、第 1 金属層 2 1 にレーザ光 L を照射することによって形成される例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、貫通孔 4 0 は、第 1 金属層形成工程において、第 1 金属層 2 1 をめっき処理する際に形成されるようにしてもよい。

【0 2 6 6】

本変形例による蒸着マスク 1 0 の製造方法は、基板準備工程と、マスク層形成工程と、基板開口形成工程と、マスク層開口形成工程と、を備えていてもよい。マスク層形成工程では、まず、第 2 金属層形成工程が行われ、続いて、レジスト層形成工程が行われ、次に、第 1 金属層形成工程が行われる。第 1 金属層形成工程において、貫通孔形成工程が行わ

50

れてもよい。第1金属層形成工程の後、レジスト層除去工程が行われる。

【0267】

レジスト層形成工程においては、図17に示すように、第2金属層22に、レジスト層55が形成される。レジスト層55は、貫通孔40に対応するようにパターン状に形成される。

【0268】

より具体的には、まず、本体側層25のマスク基板15とは反対側の面に、スピナーによって液状レジストが塗布される。その後、液状レジストを加熱して、乾燥及び硬化させる。このことにより、レジスト層55が形成される。レジスト層55は、本体側層25上に全体的に形成されてもよい。液状レジストの加熱処理は、例えば、90℃の温度で、90秒間行ってもよい。

10

【0269】

続いて、フォトリソグラフィ処理によって、レジスト層55が、貫通孔40に対応する位置に形成された複数のレジストランド56を有するようにパターン状に形成される。例えば、レジスト層55がポジ型レジストである場合、レジスト層55のうち貫通孔40に相当する部分に光を照射させないような露光マスク（図示せず）がレジスト層55上に配置される。その後、この露光マスクを介してレジスト層55が露光される。露光は、i線ステッパ露光装置を用いてもよい。露光時間は、420m秒であってもよい。この場合、光が照射される領域では、その領域の周縁付近で、露光時の焦点を調整することによって、光の照射量を小さくさせてもよい。このことにより、現像後にレジストランド56の壁面57は、傾斜するように形成される。図17に示すように、レジストランド56の壁面57は、マスク層20の第2面20bに対して角度θ3で傾斜してもよい。壁面57の角度θ3は、図3に示す角度θ1と同様であってもよい。すなわち、この壁面57に沿うように、貫通孔40が形成される。この場合の貫通孔40の壁面41は、図3に示す角度θ1と同様である。例えば、角度θ3が70°である場合、壁面41の角度θ1は、70°であってもよい。

20

【0270】

その後、露光されたレジスト層55が現像される。このことにより、レジスト層55のうち露光された部分が除去される。このため、図17に示すように、レジスト層55が、貫通孔40に対応する位置に配置された複数のレジストランド56を有するように、パターン状に形成される。

30

【0271】

現像後、レジスト層55を加熱してもよい。このことにより、本体側層25に対するレジスト層55の密着性を向上させることができる。レジスト層55の加熱処理は、例えば、110℃の温度で90秒間行ってもよい。

【0272】

ポジ型レジストには、例えば、東京応化工業株式会社製のiP5700を用いてもよい。しかしながら、レジスト層55としては、ネガ型レジストが用いられてもよい。また、レジスト層55としてドライフィルムレジストを本体側層25に貼り付けてもよい。

【0273】

レジスト層55の厚みH9は、この後の第1金属層形成工程において形成される第1金属層21の厚みH3よりも厚くてもよい。

40

【0274】

レジスト層55の厚みH9は、例えば、4.0μm以上であってもよく、4.4μm以上であってもよく、4.8μm以上であってもよく、5.2μm以上であってもよい。厚みH9を4.0μm以上とすることによって、第1金属層形成工程において第1金属層21の厚みよりも大きい厚みを確保でき、第1金属層21を貫通する貫通孔40を形成できる。また、厚みH9は、例えば、5.8μm以下であってもよく、6.2μm以下であってもよく、6.6μm以下であってもよく、7.0μm以下であってもよい。厚みH9を7.0μm以下とすることによって、ドライフィルムレジストの場合には、入手性を確保

50

でき、液状レジストの場合には、レジスト層 5 5 を効率良く形成できる。厚み H 9 の範囲は、4.0 μm 、4.4 μm 、4.8 μm 及び 5.2 μm からなる第 1 グループ、及び／又は、5.8 μm 、6.2 μm 、6.6 μm 及び 7.0 μm からなる第 2 グループによって定められてもよい。厚み H 9 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 H 9 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 H 9 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。例えば、4.0 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 6.2 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 5.8 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 5.2 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 4.8 μm 以下であってもよく、4.0 μm 以上 4.4 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 6.2 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 5.8 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 5.2 μm 以下であってもよく、4.4 μm 以上 4.8 μm 以下であってもよく、4.8 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、4.8 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、4.8 μm 以上 5.8 μm 以下であってもよく、4.8 μm 以上 5.2 μm 以下であってもよく、5.2 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、5.2 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、5.2 μm 以上 6.2 μm 以下であってもよく、5.2 μm 以上 5.8 μm 以下であってもよく、5.8 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、5.8 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、5.8 μm 以上 6.2 μm 以下であってもよく、6.2 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよく、6.2 μm 以上 6.6 μm 以下であってもよく、6.6 μm 以上 7.0 μm 以下であってもよい。

【0275】

第 1 金属層形成工程においては、図 18 に示すように、第 2 金属層 2 2 のマスク基板 1 5 とは反対側の面に、第 1 金属層 2 1 が形成される。第 1 金属層 2 1 は、図 8 に示す第 1 金属層形成工程と同様にしてめっき処理で形成されてもよい。この場合、第 2 金属層 2 2 のマスク基板 1 5 とは反対側の面に、レジスト層 5 5 が形成されているため、本体側層 2 5 のうちレジスト層 5 5 のレジストランド 5 6 が形成されていない部分にめっき液の成分が析出される。このようにして析出された成分によって、第 1 金属層 2 1 が形成される。このようにして形成された第 1 金属層 2 1 には、貫通孔 4 0 が形成される。すなわち、第 1 金属層形成工程において、貫通孔 4 0 が形成される。第 1 金属層 2 1 は、上述したようにアニール処理してもよい。

【0276】

レジスト層除去工程においては、図 19 に示すように、レジスト層 5 5 が除去される。例えば、アルカリ系剥離液を用いることによって、レジスト層 5 5 のレジストランド 5 6 を第 2 金属層 2 2 から除去してもよい。レジスト層 5 5 が除去された後、後述する図 4 2 に示すような化学機械研磨によって、第 1 金属層 2 1 が研磨されてもよい。この場合、第 1 金属層 2 1 の厚み H 3 の均一性を高めることができる。このため、貫通孔 4 0 の開口寸法 S 1 (図 5 A 参照) の精度を向上でき、貫通孔 4 0 の形状精度を向上できる。

【0277】

マスク層形成工程の後、基板開口形成工程として、図 20 に示すように、マスク基板 1 5 に基板開口 1 6 が形成される。図 20 に示す基板開口形成工程は、図 9 ～ 図 12 に示す基板開口形成工程と同様にして行われてもよい。

【0278】

基板開口形成工程の後、マスク層開口形成工程として、図 21 に示すように、第 2 金属層 2 2 にマスク層開口 2 2 d が形成される。例えば、エッチングによって第 2 金属層 2 2 のうち平面視において基板開口 1 6 内に位置する部分が除去されてもよい。このことにより、マスク層開口 2 2 d を形成できる。より具体的には、本体側層 2 5、基板側層 2 6 及

び中間層 27 がエッチングされることによって、マスク層開口 22d が形成される。マスク層開口形成工程において用いられるエッチング液には、第 1 金属層 21 がエッチングされることを防止しつつ第 2 金属層 22 をエッチングできるエッチング液であってもよい。このようなエッチング液には、例えば、混酸アルミエッチング液を用いてもよい。本体側層 25、基板側層 26 及び中間層 27 は、例えば、常温の混酸アルミエッチング液に浸漬させてもよい。例えば各層 25～27 の厚みが 100 nm の場合には、各層 25～27 を 2 分間混酸アルミエッチング液に浸漬させてもよい。混酸アルミエッチング液は、原液を薄めずに使用してもよい。混酸アルミエッチング液には、例えば、関東化学工業株式会社製の商品名「混酸 A しエッチング液」を用いてもよい。

【0279】

このようにして、貫通孔 40 が基板開口 16 から露出される。このことにより、本変形例による蒸着マスク 10 が得られる。

【0280】

このように第 2 変形例によれば、第 1 金属層 21 の材料種類に関わることなく、貫通孔 40 を形成できる。すなわち、例えばニッケル等の第 1 金属層 21 の材料種類によっては、レーザ光 L を用いたレーザ加工が困難になる場合がある。しかしながら、貫通孔 40 に対応するようにパターン状に形成されたレジスト層 55 によって、めっき処理で形成される第 1 金属層 21 に貫通孔 40 を形成できる。このため、第 1 金属層 21 の材料種類に関わることなく、貫通孔 40 を形成できる。

【0281】

次に、第 3 変形例について説明する。

【0282】

上述した本実施形態においては、第 2 金属層 22 が、本体側層 25 と基板側層 26 と中間層 27 とを含んでいる例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。

【0283】

例えば、図 22A に示すように、第 2 金属層 22 は、本体側層 25 と基板側層 26 とを含み、中間層 27 は含んでいなくてもよい。第 2 金属層 22 は、2 層構成を有していてもよい。本体側層 25 及び基板側層 26 は、固有の目的を有する層として構成されていてもよい。この場合、本体側層 25 と基板側層 26 とは直接的に互いに接していてもよい。

【0284】

図 22A に示す本体側層 25 は、第 1 金属層 21 との密着性を確保できる材料を含んでいてもよく、例えば、銅を含んでいてもよい。基板側層 26 は、マスク基板 15 との密着性を確保できる材料であるとともに基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制できる材料を含んでいてもよく、例えば、ネオジムを含むアルミニウム合金等を含んでいてもよい。例えば、基板側層 26 が、第 1 金属層 21 を形成するためのめっき液に対する耐性を有していれば、本体側層 25 及び基板側層 26 は、このような材料で構成されていてもよい。また、例えば、基板側層 26 がめっき液に対する耐性を有していない場合であっても、第 1 金属層形成工程で残存できる厚みを有していれば、本体側層 25 及び基板側層 26 は、このような材料で構成されていてもよい。

【0285】

あるいは、図 22A に示す本体側層 25 は、第 1 金属層形成工程において用いられるめっき液から基板側層 26 を保護できる材料を含んでいてもよく、例えば、チタンを含んでいてもよい。基板側層 26 は、マスク基板 15 との密着性を確保できる材料であるとともに基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制できる材料を含んでいてもよく、例えば、ネオジムを含むアルミニウム合金等を含んでいてもよい。例えば、本体側層 25 が第 1 金属層 21 との密着性を確保できれば、本体側層 25 及び基板側層 26 は、このような材料で構成されていてもよい。

【0286】

あるいは、図 22A に示す本体側層 25 は、第 1 金属層 21 との密着性を確保できる材

10

20

30

40

50

料を含んでいてもよく、例えば、銅を含んでいてもよい。基板側層 26 は、第 1 金属形成工程において用いられるめっき液に対する耐性を有している材料を含んでいてもよく、例えば、チタンを含んでいてもよい。例えば、基板側層 26 が、マスク基板 15 との密着性を確保できる材料であるとともに基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制できれば、本体側層 25 及び基板側層 26 は、このような材料で構成されていてもよい。

【0287】

また、図 22B に示すように、第 2 金属層 22 は、単一の金属層で構成されていてもよい。単一の金属層は、第 1 金属層 21 との密着性、マスク基板 15 との密着性、エッチング媒体に対する耐性、及びめっき液への耐性を有する材料で構成されていてもよい。この場合、第 2 金属層 22 は、上述した基板側層 26 と同様の材料で構成されていてもよい。言い換えると、第 2 金属層 22 は、上述した基板側層 26 のみで構成されていてもよい。この場合、基板側層 26 は、第 1 金属層 21 に直接的に接するとともに、マスク基板 15 に直接的に接している。この場合の基板側層 26 の厚み H10 を、図 22B に示すような所望の厚み H10 で形成することによって、第 1 金属層 21 との密着性、マスク基板 15 との密着性、及びエッチング媒体による浸食を抑制できる。厚み H10 を確保できれば、この基板側層 26 はスパッタリング処理で形成されてもよく、あるいは後述するような蒸着処理で形成されてもよい。

【0288】

この場合の基板側層 26 の厚み H10 は、例えば、0.6 μm 以上であってもよく、0.8 μm 以上であってもよく、1.0 μm 以上であってもよく、1.2 μm 以上であってもよい。厚み H10 を 0.6 μm 以上とすることによって、基板エッチング工程において用いられるエッチング媒体による浸食を抑制できるとともに、めっき液への耐性を確保できる。このため、本体側層 25 及び中間層 27 を省略できる。また、厚み H10 は、例えば、1.4 μm 以下であってもよく、1.6 μm 以下であってもよく、1.8 μm 以下であってもよく、2.0 μm 以下であってもよい。厚み H10 を 2.0 μm 以下とすることによって、スパッタリング処理で基板側層 26 を効率良く形成できる。厚み H10 の範囲は、0.6 μm 、0.8 μm 、1.0 μm 及び 1.2 μm からなる第 1 グループ、及び／又は、1.4 μm 、1.6 μm 、1.8 μm 及び 2.0 μm からなる第 2 グループによって定められてもよい。厚み H10 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 H10 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 H10 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。例えば、0.6 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 1.6 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 1.4 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 1.2 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 1.0 μm 以下であってもよく、0.6 μm 以上 0.8 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 1.6 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 1.4 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 1.2 μm 以下であってもよく、0.8 μm 以上 1.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 1.6 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 1.4 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 1.2 μm 以下であってもよく、1.2 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、1.2 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、1.2 μm 以上 1.6 μm 以下であってもよく、1.2 μm 以上 1.4 μm 以下であってもよく、1.4 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、1.4 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、1.4 μm 以上 1.6 μm 以下であってもよく、1.6 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよく、1.6 μm 以上 1.8 μm 以下であってもよく、1.8 μm 以上 2.0 μm 以下であってもよい。

【0289】

次に、第4変形例について説明する。

【0290】

上述した本実施形態においては、第2金属層22が、スパッタリング処理によってマスク基板15に形成される例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、本体側層25、基板側層26及び中間層27は、物理蒸着(PVD)や化学蒸着(CVD)などの蒸着処理によってそれぞれ形成されるようにしてもよい。

【0291】

次に、第5変形例について説明する。

【0292】

上述した本実施形態においては、基板開口形成工程の後に、貫通孔形成工程が行われる例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、基板開口形成工程の前に、貫通孔形成工程が行われるようにしてもよい。この場合、レーザ光Lは、マスク層20の第1面20aに照射されてもよい。貫通孔40の壁面41は、第1面20aに対して垂直(上述した角度 θ が 90°)に形成してもよい。このような蒸着マスク10は、上述した面蒸着式の蒸着装置に用いてもよい。

【0293】

次に、第6変形例について説明する。

【0294】

また、上述した本実施形態においては、マスク層20の第1金属層21が、めっき処理によって形成される例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、第1金属層21を、スパッタリング処理で第2金属層22に形成して付着させてもよい。この場合、スパッタリング処理で形成された第1金属層21とマスク基板15との間には、第2金属層として、上述した基板側層26と同様な金属層が設けられていてもよい。

【0295】

次に、第7変形例について説明する。

【0296】

上述した本実施形態においては、貫通孔40が、第1金属層21及び第2金属層22にレーザ光Lを照射することによって形成される例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、貫通孔40は、第1金属層21及び第2金属層22をエッチング処理することによって形成されてもよい。この場合、例えば、パターン状のレジスト(図示せず)によって覆われていない領域をエッチングして、マスク層20を貫通する貫通孔40を形成するようにしてもよい。ウェットエッチングの場合、エッチング液としては、例えば、塩化第2鉄溶液及び塩酸を含む液などを用いてもよい。エッチング液の温度は、例えば、 25°C 以上 80° 以下である。ドライエッチングの場合、エッチングガスとしては、メタンガス(CH_4)、又は二酸化炭素ガス(CO_2)等を用いてもよい。

【0297】

次に、第8変形例について説明する。

【0298】

上述した本実施形態においては、蒸着基板110と位置合わせするための第1アライメントマーク45が、マスク基板15の基板枠体17に設けられている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図23に示すように、マスク基板15が、平面視において基板枠体17から内側に延びる内側突出部19を含み、内側突出部19に、第1アライメントマーク45が位置していてもよい。内側突出部19は、第1方向D11において隣り合う貫通孔群30に対向する側壁19aと、第2方向D12において隣り合う貫通孔群30に対向する側壁19bと、を含んでいてもよい。平面視において、側壁19aは第2方向D12に延び、側壁19bは第1方向D11に延びていてもよい。内側突出部19に第1アライメントマーク45を設けることによって、

10

20

30

40

50

第1アライメントマーク45を、貫通孔群30に近い位置に配置でき、貫通孔40の位置合わせ精度を向上できる。

【0299】

次に、第9変形例について説明する。

【0300】

上述した本実施形態においては、蒸着基板110と位置合わせするための第2アライメントマーク46が、マスク層20の第1マスク棧28aと第2マスク棧28bとが交差する各交差部29に設けられている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、図24に示すように、第2アライメントマーク46は、全ての交差部29に設けられていなくてもよい。例えば、第1方向D11において複数の貫通孔群30毎に第2アライメントマーク46が配置されていてもよい。図24においては、第1方向D11及び第2方向D12のそれぞれにおいて、2つの貫通孔群30毎に第2アライメントマーク46が配置されている。より具体的には、第1方向D11において互いに隣り合う2つの第1マスク棧28aのうちの一方に第2アライメントマーク46が配置され、他方には第2アライメントマーク46が配置されていなくてもよい。第2方向D12において互いに隣り合う2つの第2マスク棧28bのうちの一方に第2アライメントマーク46が配置され、他方には第2アライメントマーク46が配置されていなくてもよい。この場合、4つの貫通孔群30の角部に対応する位置に、第2アライメントマーク46が配置される。

【0301】

図示しないが、第2アライメントマーク46は、マスク層20ではなく、マスク基板15の後述する基板棧18a、18b（図25及び図26参照）に設けられていてもよい。第2アライメントマーク46を凹状に形成する場合には、基板棧18a、18bにおける第2基板面15bに形成されていてもよい。この場合、赤外線を照射することによって、蒸着基板110及びマスク層20を介して第2アライメントマーク46を視認できる。第2アライメントマーク46は、平面視において、図3に示す第2アライメントマーク46と同様の位置に配置されていてもよく、図24に示す第2アライメントマーク46と同様の位置に配置されていてもよく、任意である。このような凹状の第2アライメントマーク46は、基板エッチング工程において、基板棧18a、18bにおいて第2基板面15bをエッチングすることにより形成されていてもよい。

【0302】

次に、第10変形例について説明する。

【0303】

上述した本実施形態においては、マスク基板15の1つの基板開口16内に、全ての貫通孔群30が位置している例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはなく、マスク基板15は、複数の基板開口16を有していてもよい。例えば、図25及び図26に示すように、互いに隣り合う基板開口16の間に基板棧18a、18bが設けられていてもよい。基板棧18a、18bは、第1方向D11に配列された第1基板棧18aと、第2方向D12に配列された第2基板棧18bと、を含んでいてもよい。第1基板棧18aは、第2方向D12に延びていてもよい。第1基板棧18aは、上述した第1マスク棧28aと平面視で重なっていてもよい。第2基板棧18bは、第1方向D11に延びていてもよい。第2基板棧18bは、上述した第2マスク棧28bと平面視で重なっていてもよい。図26は、図25のC-C線断面を模式的に示した図であり、図面をわかりやすくするために、貫通孔群30の個数及び貫通孔40の個数は少なくしている。

【0304】

図25及び図26に示す例では、各基板開口16内に、対応する1つの貫通孔群30（又は有効領域23）が位置している。図25及び図26に示す基板開口16は、対応する1つの貫通孔群30（又は対応する有効領域23）の輪郭に沿った形状を有していてもよい。基板棧18a、18bは、基板枠体17に接続されており、平面視で、互いに隣り合

う貫通孔群30の間に位置している。図26には、第1基板棧18aが示されており、第1基板棧18aは、紙面に垂直な方向に延びている。第1基板棧18aの両端は、基板枠体17に連続状に接続されている。図26には示されていないが、図26における左右方向には第2基板棧18bが延びている。第2基板棧18bの両端は、基板枠体17に連続状に接続されている。このようにして、平面視で、第2方向D12に延びる第1基板棧18aと、第1方向D11に延びる第2基板棧18bとで、複数の基板開口16が区画されている。

【0305】

図25に示す例では、基板開口16は、平面視において略矩形形状の輪郭を有している。ここでは、基板開口16の輪郭のうちの四隅は、基板開口16の輪郭をなす第1方向D11に延びる辺16f（図27参照）と第2方向D12に延びる辺16gとが直接的に交わって角部を形成してもよい。しかしながら、これらの辺の間には、意図的ではなく形成された微小な湾曲形状の輪郭が介在されていてもよい。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。

【0306】

例えば、基板開口16は、図27に示すように、平面視において、略矩形形状の基板開口16の輪郭のうちの四隅に、湾曲部16eが設けられていてもよい。湾曲部16eは、基板開口16の輪郭のうちの第1方向D11に延びる辺16fと第2方向D12に延びる辺16gとを湾曲状に接続する部分である。湾曲部16eは、意図的に湾曲形状の輪郭をなすように形成されていてもよい。湾曲部16eは、例えば、円弧状に形成されていてもよい。このような湾曲部16eは、図29～図31に示す基板開口16に含まれていてもよい。

【0307】

図27に示す湾曲部16eの半径Rは、例えば、0.3mm以上であってもよく、0.6mm以上であってもよく、0.9mm以上であってもよく、1.2mm以上であってもよい。半径Rを0.3mm以上とすることによって、基板開口16の四隅における応力の集中を抑制できる。また、半径Rは、例えば、1.5mm以下であってもよく、2.0mm以下であってもよく、2.5mm以下であってもよく、3.0mm以下であってもよい。半径Rを3.0mm以下とすることによって、基板開口16内に配置できる貫通孔40の個数が制限されることを抑制できる。半径Rの範囲は、0.3mm、0.6mm、0.9mm及び1.2mmからなる第1グループ、及び／又は、1.5mm、2.0mm、2.5mm及び3.0mmからなる第2グループによって定められてもよい。半径R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。半径R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。半径R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。例えば、0.3mm以上3.0mm以下であってもよく、0.3mm以上2.5mm以下であってもよく、0.3mm以上2.0mm以下であってもよく、0.3mm以上1.5mm以下であってもよく、0.3mm以上1.2mm以下であってもよく、0.3mm以上0.9mm以下であってもよく、0.3mm以上0.6mm以下であってもよく、0.6mm以上3.0mm以下であってもよく、0.6mm以上2.5mm以下であってもよく、0.6mm以上2.0mm以下であってもよく、0.6mm以上1.5mm以下であってもよく、0.6mm以上1.2mm以下であってもよく、0.6mm以上0.9mm以下であってもよく、0.9mm以上3.0mm以下であってもよく、0.9mm以上2.5mm以下であってもよく、0.9mm以上2.0mm以下であってもよく、0.9mm以上1.5mm以下であってもよく、0.9mm以上1.2mm以下であってもよく、1.2mm以上3.0mm以下であってもよく、1.2mm以上2.5mm以下であってもよく、1.2mm以上2.0mm以下であってもよく、1.2mm以上1.5mm以下であってもよく、1.5mm以上3.0mm以下であってもよく、1.5mm以上2.5mm以下であってもよく、1.5mm以上2.0mm以下であってもよく、2.0mm以上3.0mm以下であってもよく、2.0mm以上2.5

10

20

30

40

50

mm以下であってもよく、2.5 mm以上3.0 mm以下であってもよい。

【0308】

また、基板開口16は、図28に示すように、平面視において円形状の輪郭を有していてもよい。図10に示す基板エッチング工程において、マスク基板15のうち基板棧18a、18bに相当する部分をエッチングさせずに残すことによって、基板棧18a、18bを形成できる。

【0309】

このようにマスク基板15が複数の基板開口16を有していることによって、基板開口16の間に残存するマスク基板15の材料（基板棧18a、18b）によってマスク層20を支持できる。このため、蒸着マスク10の機械的強度を向上できる。

10

【0310】

また、マスク基板15が複数の基板開口16を有している場合、図25～図27に示すように、1つの基板開口16内に、1つの貫通孔群30が位置していることに限られることはない。例えば、図29に示すように、1つの基板開口16内に、2つ以上の貫通孔群30（又は有効領域23）が位置していてもよい。図29においては、1つの基板開口16内に、4つの貫通孔群30が位置している例を示している。あるいは、1つの貫通孔群30を構成する貫通孔40の全てが、1つの基板開口16内に位置していることに限られることはない。例えば、1つの貫通孔群30が、平面視において、2つ以上の基板開口16に跨がっていてもよい。例えば、図30に示すように、1つの基板開口16内に、1つの貫通孔40が位置していてもよい。図30に示す例においては、貫通孔40毎に、基板開口16が設けられている。また、図31に示すように、1つの基板開口16内に、2つ以上の貫通孔40が位置していてもよい。図31に示す例においては、1つの基板開口16内に、2つの貫通孔40が位置している例を示している。

20

【0311】

次に、第11変形例について説明する。

【0312】

上述した本実施形態においては、蒸着マスク10が、マスク層20と、マスク基板15と、を備えている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図32及び図33に示すように、マスク基板15が、フレーム201によって支持されていてもよい。この場合、蒸着マスク10とフレーム201とによりフレーム付き蒸着マスク200が構成されていてもよい。

30

【0313】

より具体的には、フレーム付き蒸着マスク200は、蒸着マスク10と、蒸着マスク10のマスク基板15を支持するフレーム201と、を備えている。フレーム201は、蒸着マスク10を取り扱う際、例えば蒸着マスク10を移動させる際に把持されることを目的として、蒸着マスク10のマスク基板15に取り付けられていてもよい。このことにより、フレーム201を把持しながら蒸着マスク10を取り扱うことができ、蒸着マスク10の破損を抑制できる。この結果、蒸着マスク10のハンドリングを向上できる。

【0314】

フレーム201は、第1フレーム面201aと、第2フレーム面201bと、を含んでもよい。第1フレーム面201aは、マスク基板15に対向し、マスク基板15の第2基板面15bに対向している。第2フレーム面201bは、第1フレーム面201aとは反対側に位置している。第1フレーム面201aは、マスク基板15の基板枠体17に接続されている。平面視において、フレーム201は、基板開口16に重なっていない。平面視において、フレーム201の少なくとも一部は、マスク基板15の外縁15cを越えて外側に延びている。このことにより、蒸着マスク10を取り扱う際にフレーム201を把持するための領域が形成されている。図32に示す例では、フレーム201が、全体的に、マスク基板15の外縁15cを越えて外側に延びている。

40

【0315】

フレーム201は、ガラス材料又は金属材料を含んでもよい。ガラス材料は、石英

50

ガラス、ホウケイ酸ガラス、無アルカリガラス又はソーダガラス等であってもよい。金属材料は、インバー材、アルミニウム、又はSUS430若しくはSUS304等のステンレスであってもよい。このような材料をフレーム201に用いることにより、フレーム201の剛性をマスク基板15よりも高くできる。フレーム201は、シリコン又は樹脂材料を含んでいてもよい。フレーム201の材料は、フレーム付き蒸着マスク200を取り扱う作業者、又はロボットハンドの把持力を考慮して、フレーム201が必要な剛性を有するように決定されていてもよい。

【0316】

フレーム201の熱膨張係数は、マスク基板15の熱膨張係数と等しい値か、近い値であってもよい。このことにより、フレーム付き蒸着マスク200が加熱された際の、フレーム201及びマスク基板15の伸び率を同程度にすることができる。この結果、マスク基板15が破損することを抑制できる。また、貫通孔40の位置精度を向上でき、蒸着精度を向上できる。より具体的には、フレーム201の熱膨張係数とマスク基板15の熱膨張係数との差の絶対値が、 $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下であってもよく、 $10 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下であってもよく、 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下であってもよい。フレーム201の材料は、熱伝導率が高い材料であってもよい。この場合、蒸着マスク10を効率良く冷却できる。

【0317】

図示された例では、フレーム201は、環状に形成されている。フレーム201は、平面視においてマスク基板15の外縁15cの外側に位置する部分を環状に形成できる。このことにより、蒸着マスク10を取り扱う際にマスク基板15の基板枠体17が破損することを効果的に抑制できる。より具体的には、フレーム201の中央には、第1フレーム面201aから第2フレーム面201bに延びてフレーム201を貫通するフレーム開口202が形成されている。図示された例では、フレーム開口202の平面形状は、マスク基板15の外縁15cの平面形状と相似している。平面視において、フレーム開口202は、マスク基板15の各基板開口16に重なっている。図示された例では、マスク基板15は、図25及び図26に示す例と同様に、上述した第1基板棧18a及び第2基板棧18bを含んでおり、各基板棧18a、18bによって、複数の基板開口16が区画されている。平面視において、フレーム開口202は、マスク基板15の第1基板棧18a及び第2基板棧18bに重なっている。

【0318】

フレーム201の外縁201cの平面形状は任意である。図示された例では、平面視において、フレーム201の外縁201cは、矩形状に形成されているが、他の多角形状又は円形状などで形成されていてもよい。

【0319】

上述した第11変形例においては、図25及び図26に示す第10変形例による蒸着マスク10のマスク基板15がフレーム201に支持されている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。図3に示す蒸着マスク10のマスク基板15がフレーム201に支持されてもよく、他の変形例に示す蒸着マスク10のマスク基板15がフレーム201に支持されてもよい。例えば、図33に示す第2金属層22に、マスク層開口22dは形成されていなくてもよく、第2金属層22が、開口領域部22b（図3参照）を含んでいてもよい。

【0320】

次に、第12変形例について説明する。

【0321】

上述した本実施形態においては、平面視において、第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cと重なる位置に位置している例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図34に示すように、第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cよりも内側に位置していてもよい。言い換えると、第2金属層22が、第1金属層21の外縁21cを越えて外側に延びており、露出されている。このことにより、第1金属層21と第2金属層22とにより段差を

10

20

30

40

50

形成でき、第1金属層21の厚みH3（図3参照）を容易に測定できる。平面視において、第2金属層22の一部が、第1金属層21の外縁21cを越えて外側に延びていてもよい。この場合、平面視における第1金属層21の外縁21cの一部において、段差を形成できる。しかしながら、平面視において、第2金属層22が、全体的に、第1金属層21の外縁21cを越えて外側に延びていてもよい。この場合、平面視における第1金属層21の外縁21cの全周にわたって、段差を形成できる。

【0322】

このような第1金属層21を形成する第1金属層形成工程においては、第2金属層22のマスク基板15とは反対側の面に、図示しないレジスト層が予め形成されていてもよい。このレジスト層は、第2金属層22の外縁22cの近接した領域に位置する。このことにより、上述した外縁21cを含む第1金属層21を形成できる。

10

【0323】

このように第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cよりも内側に位置することにより、第1金属層21の厚みH3を容易に測定できる。

【0324】

上述した第12変形例においては、図25及び図26に示す第10変形例による蒸着マスク10の第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cよりも内側に位置している例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図3に示す蒸着マスク10の第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cよりも内側に位置してもよく、他の変形例に示す蒸着マスク10の第1金属層21の外縁21cが、第2金属層22の外縁22cよりも内側に位置してもよい。例えば、図34に示す第2金属層22に、マスク層開口22dは形成されていなくてもよく、第2金属層22が、開口領域部22b（図3参照）を含んでいてもよい。

20

【0325】

次に、第13変形例について説明する。

【0326】

上述した本実施形態においては、マスク基板15の第1基板棧18a及び第2基板棧18b上に第1金属層21のマスク棧28a、28bが形成されている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図35及び図36に示すように、第1金属層21のマスク棧28a、28bに、金属溝210a、210bが形成されていてもよい。金属溝210a、210bは、第1金属層21を貫通していてもよい。金属溝210a、210bは、第2金属層22には形成されていなくてもよい。

30

【0327】

図35及び図36に示すように、第1金属層21に、複数の第1金属溝210a及び複数の第2金属溝210bが形成されていてもよい。第1金属溝210aは、第1マスク棧28aに形成されていてもよく、平面視において、第1基板棧18aに重なる位置に位置していてもよい。第1金属溝210aは、第2方向D12に延びていてもよく、第1方向D11に配列されていてもよい。第2金属溝210bは、第2マスク棧28bに形成されていてもよく、平面視において、第2基板棧18bに重なる位置に位置していてもよい。第2金属溝210bは、第1方向D11に延びていてもよく、第2方向D12に配列されていてもよい。

40

【0328】

図35及び図36に示す例では、第1金属層21は、複数の金属アイランド211を含んでいてもよい。金属アイランド211は、本体アイランドの一例である。金属アイランド211は、第1金属溝210a及び第2金属溝210bによって区画されていてもよい。金属アイランド211は、貫通孔群30（又は有効領域23）毎に形成されていてもよい。1つの金属アイランド211に1つの貫通孔群30が形成されていてもよい。あるいは、1つの金属アイランド211に、2つ以上の貫通孔群30が位置していてもよい。金属アイランド211は、平面視で矩形状に形成されていてもよい。図35に示す例では、第2金属層22上に、複数の金属アイランド211が形成されている。複数の金属アイラ

50

ンド211のうちの平面視で最も外側に位置する金属アイランド211の更に外側に、第1金属層21は形成されていなくてもよい。この場合、第2金属層22が露出されて、第1金属層21と第2金属層22により、図34と同様な段差が形成されている。

【0329】

金属溝210a、210bは、第1金属層21に、エッチングすることによって形成されてもよい。あるいは、金属溝210a、210bは、第1金属層21にレーザ光を照射することによって形成されてもよい。

【0330】

このように、第1金属層21に金属溝210a、210bが形成されることにより、第1金属層21を分断できる。このため、第1金属層21に発生する反りを分断でき、蒸着マスク10の反りの発生を抑制できる。

10

【0331】

上述した第13変形例においては、図25及び図26に示す第10変形例による蒸着マスク10の第1金属層21に金属溝210a、210bを形成する例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図3に示す蒸着マスク10の第1金属層21に金属溝210a、210bを形成してもよく、他の変形例に示す蒸着マスク10の第1金属層21に金属溝210a、210bを形成してもよい。例えば、図36に示す第2金属層22に、マスク層開口22dは形成されていなくてもよく、第2金属層22が、開口領域部22b（図3参照）を含んでいてもよい。

【0332】

20

次に、第14変形例について説明する。

【0333】

上述した第13変形例においては、第1金属層21に、金属溝210a、210bが形成されている例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図37及び図38に示すように、金属溝210a、210bに、マスク絶縁層220が形成されていてもよい。

【0334】

より具体的には、図37及び図38に示す蒸着マスク10のマスク層20は、マスク絶縁層220を含んでいてもよい。マスク絶縁層220は、マスク層20の第1面20aの側に位置している。マスク絶縁層220は、第1面20aをなす層であってもよい。マスク絶縁層220は、互いに隣り合う2つの金属アイランド211の間に位置していてもよい。言い換えると、マスク絶縁層220は、互いに隣り合う2つの貫通孔群30（又は有効領域23）の間に位置していてもよい。マスク絶縁層220は、第1金属層21を貫通していてもよい。

30

【0335】

より具体的には、マスク絶縁層220は、第1金属層21の各第1金属溝210a内に形成されるとともに、各第2金属溝210b内に形成されている。言い換えると、マスク絶縁層220は、上述した互いに隣り合う2つの金属アイランド211の間に形成されている。マスク絶縁層220は、複数の金属アイランド211のうちの平面視で最も外側に位置する金属アイランド211の更に外側にも形成されている。このようにして、マスク絶縁層220は、金属アイランド211の周囲に形成されている。マスク絶縁層220は、分断されずに連続的に形成されていてもよい。

40

【0336】

マスク絶縁層220の厚みH11は、第1金属層21の上述した厚みH3（図3参照）と同一であってもよく、厚みH3との差が、1.0μm以下であってもよい。

【0337】

マスク絶縁層220は、応力に関して第1金属層21とは異なる性質を有していてもよい。例えば、第1金属層21がマスク基板15に引張応力を加える場合、マスク絶縁層220は、マスク基板15に圧縮応力を加えるように構成されてもよい。この場合、第1金属層21がマスク基板15に及ぼす力をマスク絶縁層220が少なくとも部分的に打ち消

50

すことができる。このため、蒸着マスク10に反りが発生することを抑制できる。マスク絶縁層220の材料は、絶縁性を有していてもよい。例えば、マスク絶縁層220は、絶縁性を有する酸化物を含んでいてもよい。酸化物は、例えば、酸化珪素又は二酸化珪素であってもよい。

【0338】

次に、図37及び図38に示す蒸着マスク10の製造方法について説明する。

【0339】

まず、上述した図7に示す第2金属層形成工程によって、第2金属層22が形成されたマスク基板15を準備する。

【0340】

続いて、図39に示すように、絶縁層形成工程として、第2金属層22上にマスク絶縁層220が形成される。マスク絶縁層220は、第2金属層22のマスク基板15とは反対側の面の全体に形成されてもよい。マスク絶縁層220は、化学気相蒸着法によって形成されてもよい。例えば、マスク絶縁層220は、ケイ酸テトラエチルSi(OC₂H₅)₄を原料として用いる化学気相蒸着法によって形成される。ケイ酸テトラエチルは、TEOSとも称される。

【0341】

絶縁層形成工程の後、絶縁開口形成工程として、図40に示すように、マスク絶縁層220に複数の絶縁開口221が形成される。複数の絶縁開口221は、第1方向D11及び第2方向D12に並んでいてもよい。複数の絶縁開口221は、平面視において、上述の第1金属層21の金属アイランド211に対応する輪郭を有している。絶縁開口221の輪郭の平面形状は、矩形であってもよい。図示しないが、絶縁開口221の輪郭のうちの四隅は、湾曲していてもよい。絶縁開口221の輪郭は、円形などのその他の形状であってもよい。絶縁開口221の輪郭は、後の工程で形成される基板開口16の輪郭を囲むように構成されてもよい。絶縁開口221の輪郭の平面形状は、基板開口16の輪郭の平面形状と相似であってもよい。

【0342】

マスク絶縁層220は、マスク絶縁層220の外縁220cに沿うような平面形状を有する絶縁枠体222と、絶縁開口221の輪郭を画定する絶縁棧223a、223bと、を含んでいてもよい。絶縁枠体222は、絶縁本体の一例である。絶縁枠体222の内側に絶縁開口221が画定されていてもよい。

【0343】

絶縁棧223a、223bは、第1方向D11に配列された第1絶縁棧223aと、第2方向D12に配列された第2絶縁棧223bと、を含んでいてもよい。第1絶縁棧223aは、第2方向D12に延びていてもよい。第1絶縁棧223aは、上述した第1基板棧18aと平面視で重なっていてもよい。第2絶縁棧223bは、第1方向D11に延びていてもよい。第2絶縁棧223bは、上述した第2基板棧18bと平面視で重なっていてもよい。絶縁棧223a、223bは、第1金属層21を貫通していてもよい。

【0344】

絶縁棧223a、223bは、絶縁枠体222に接続されている。絶縁棧223a、223bは、平面視で、互いに隣り合う絶縁開口221の間に位置している。図38には、第1絶縁棧223aが示されており、第1絶縁棧223aは、紙面に垂直な方向に延びている。第1絶縁棧223aの両端は、絶縁枠体222に連続状に接続されている。図38には示されていないが、図38における左右方向には第2絶縁棧223bが延びている。第2絶縁棧223bの両端は、絶縁枠体222に連続状に接続されている。このようにして、平面視で、第2方向D12に延びる第1絶縁棧223aと、第1方向D11に延びる第2絶縁棧223bとで、複数の絶縁開口221が画定されている。

【0345】

図40に示すように、マスク絶縁層220は、絶縁開口221内に位置する複数の絶縁アイランド224を含んでいてもよい。マスク層20の上述した貫通孔40は、絶縁アイ

10

20

30

40

50

ランド２２４の位置に形成される。マスク絶縁層２２０に絶縁開口２２１を形成する方法は、特に限られることはない。例えば、エッチングガスを用いたドライエッチングによって絶縁開口２２１が形成されてもよい。ドライエッチングは、反応性イオンエッチングであってもよい。

【０３４６】

絶縁層形成工程の後、第１金属層形成工程として、図４１に示すように、絶縁開口２２１に第１金属層２１が形成される。より具体的には、第２金属層２２のマスク基板１５とは反対側の面に、第１金属層２１が形成される。第１金属層２１は、図８及び図１８に示す第１金属層形成工程と同様にしてめっき処理で形成されてもよい。この場合、マスク絶縁層２２０の絶縁開口２２１のうち絶縁アイランド２２４が形成されていない部分にめっき液の成分が析出される。このようにして析出された成分によって、第２金属層２２上に第１金属層２１の金属アイランド２１１が形成される。このようにして形成された金属アイランド２１１には、絶縁アイランド２２４に対応するように貫通孔４０が形成される。すなわち、第１金属層形成工程において、貫通孔４０が形成される。第１金属層２１の金属アイランド２１１は、マスク層２０の厚み方向Ｄ２において、絶縁開口２２１から上方に突出してもよい。

【０３４７】

第１金属層２１が形成された後、図８に示す第１金属層形成工程と同様にして、第１金属層２１をアニール処理してもよい。

【０３４８】

第１金属層形成工程の後、研磨工程として、図４２に示すように、化学機械研磨によって第１金属層２１が研磨されてもよい。研磨工程は、研磨具の研磨面が厚み方向Ｄ２においてマスク絶縁層２２０の第２金属層２２とは反対側の面に達するまで実施されてもよい。このことにより、第１金属層２１の第２金属層２２とは反対側の面が、マスク絶縁層２２０の第２金属層２２とは反対側の面と同一平面上に位置できる。第１金属層２１の厚みＨ３の均一性を高めることができるとともに、マスク層２０の第１面２０ａの平坦度を高めることができる。

【０３４９】

研磨工程の後、絶縁層除去工程として、マスク絶縁層２２０の一部が除去される。絶縁層除去工程においては、第１マスク保護層形成工程として、図４３に示すように、マスク絶縁層２２０の絶縁枠体２２２及び絶縁棧２２３ａ、２２３ｂを覆う第１マスク保護層２２５が形成されてもよい。第１マスク保護層２２５は、絶縁アイランド２２４を覆っていてもよい。第１マスク保護層２２５は、複数の絶縁アイランド２２４を囲む第１金属層２１を覆っていてもよい。

【０３５０】

第１マスク保護層２２５は、マスク絶縁層２２０を除去するためのエッチング液に対する耐性を有していてもよい。例えば、エッチング液がバッファードフッ酸を含む場合、第１マスク保護層２２５は、フッ化水素酸に対する耐性を有する樹脂を含んでもよい。例えば、第１マスク保護層２２５は、フッ化水素酸に対する耐性を有するフォトレジストを含んでもよい。フォトレジストは、ポリイミドなどを含んでもよい。バッファードフッ酸液は、フッ化水素酸及びフッ化アンモニウムを含む液であってもよい。

【０３５１】

続いて、絶縁層除去工程においては、バッファードフッ酸液などのエッチング液にマスク絶縁層２２０が浸漬される。このことにより、図４４に示すように、第１マスク保護層２２５によって覆われていない複数の絶縁アイランド２２４が除去される。その後、第１マスク保護層２２５が除去されてもよい。

【０３５２】

絶縁層除去工程の後、基板開口形成工程として、マスク基板１５に基板開口１６が形成される。基板開口形成工程においては、図４５に示すように、図９に示すレジスト層形成工程と同様にして、マスク基板１５の第２基板面１５ｂにレジスト層５０が形成されても

よい。図 4 5 に示すように、第 2 マスク保護層形成工程として、第 1 金属層 2 1 及びマスク絶縁層 2 2 0 を覆う第 2 マスク保護層 2 2 6 が形成されてもよい。

【0353】

続いて、基板開口形成工程として、図 4 6 に示すように、図 1 0 に示す基板エッチング工程と同様にしてマスク基板 1 5 がエッチングされて、基板開口 1 6 が形成されてもよい。

【0354】

基板開口形成工程の後、マスク層開口形成工程として、図 4 7 に示すように、第 2 金属層 2 2 にマスク層開口 2 2 d が形成される。マスク層開口形成工程においては、図 2 1 に示すマスク層開口形成工程と同様にして第 2 金属層 2 2 がエッチングされて、マスク層開口 2 2 d が形成されてもよい。

【0355】

マスク層開口形成工程の後、第 2 保護層除去工程として、図 4 8 に示すように、レジスト層 5 0 及び第 2 マスク保護層 2 2 6 が除去されてもよい。

【0356】

このようにして、図 3 7 及び図 3 8 に示す蒸着マスク 1 0 が得られる。

【0357】

第 1 金属層 2 1 は、室温よりも高温の環境において、マスク基板 1 5 上に形成される場合がある。例えば、室温よりも高温の環境において、めっき工程又はアニール工程が実施される。マスク基板 1 5 及び第 1 金属層 2 1 の温度が室温まで下がると、マスク基板 1 5 及び第 1 金属層 2 1 に収縮が生じる。第 1 金属層 2 1 の熱膨張係数がマスク基板 1 5 の熱膨張係数よりも大きい場合、第 1 金属層 2 1 の収縮量が、マスク基板 1 5 の収縮量よりも大きい。このため、第 1 金属層 2 1 は、マスク基板 1 5 に引張応力を加える。

【0358】

マスク絶縁層 2 2 0 は、室温よりも高温の環境において、マスク基板 1 5 上に形成される。例えば、室温よりも高温の環境において、化学気相蒸着工程が実施される。マスク基板 1 5 及びマスク絶縁層 2 2 0 の温度が室温まで下がると、マスク基板 1 5 及びマスク絶縁層 2 2 0 に収縮が生じる。マスク絶縁層 2 2 0 の熱膨張係数がマスク基板 1 5 の熱膨張係数よりも小さい場合、マスク絶縁層 2 2 0 の収縮量が、マスク基板 1 5 の収縮量よりも小さい。このため、マスク絶縁層 2 2 0 は、マスク基板 1 5 に圧縮応力を加える。

【0359】

図 3 7 及び図 3 8 に示す蒸着マスク 1 0 においては、マスク基板 1 5 上に、第 1 金属層 2 1 及びマスク絶縁層 2 2 0 が形成されている。このため、マスク絶縁層 2 2 0 がマスク基板 1 5 に加える圧縮応力が、第 1 金属層 2 1 がマスク基板 1 5 に加える引張応力を少なくとも部分的に打ち消すことができる。この結果、蒸着マスク 1 0 に反りが生じることを抑制できる。

【0360】

上述した図 4 1 に示す第 1 金属層形成工程においては、第 1 金属層 2 1 は、めっき処理以外の処理によって形成されてもよい。例えば、物理成膜法によって第 1 金属層 2 1 が形成されてもよい。物理成膜法は、スパッタリング法、蒸着法、イオンプレーティング法等であってもよい。物理成膜工程においては、絶縁開口 2 2 1 だけでなくマスク絶縁層 2 2 0 の絶縁枠体 2 2 2 上及び絶縁枠 2 2 3 a、2 2 3 b 上にも第 1 金属層 2 1 が形成されてもよい。

【0361】

上述した図 3 9 に示す絶縁層形成工程の前に準備するマスク基板 1 5 の第 1 基板面 1 5 a 及び第 2 基板面 1 5 b に、酸化膜が形成されていてもよい。酸化膜は、マスク基板 1 5 に熱酸化処理を施すことによって形成されていてもよい。熱酸化処理とは、マスク基板 1 5 を加熱することによってマスク基板 1 5 の第 1 基板面 1 5 a 及び第 2 基板面 1 5 b を酸化させる処理である。第 2 基板面 1 5 b に形成された酸化膜は、第 1 金属層形成工程の後には除去されてもよい。

【0362】

次に、第 15 変形例について説明する。

【0363】

上述した第 14 変形例においては、マスク絶縁層 220 が、第 1 絶縁棧 223 a 及び第 2 絶縁棧 223 b を含んでいる例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図 49 に示すように、マスク絶縁層 220 は、第 1 絶縁棧 223 a 及び第 2 絶縁棧 223 b を含んでいなくてもよい。マスク絶縁層 220 は、絶縁枠体 222 を含んでいなくてもよく、又は絶縁枠体 222 を含んでいてもよい。

【0364】

より具体的には、図 49 に示すように、第 1 金属層 21 に、マスク基板 15 の基板棧 18 a、18 b 上に位置する棧貫通孔 42 が形成されていてもよい。棧貫通孔 42 は、マスク基板 15 の基板開口 16 に平面視で重なっていてもよい。棧貫通孔 42 は、隣り合う 2 つの貫通孔群 30（又は有効領域 23）の間に位置していてもよい。棧貫通孔 42 は、貫通孔 40 と同様に構成されていてもよい。棧貫通孔 42 は、第 1 金属層 21 を貫通していてもよい。

【0365】

マスク絶縁層 220 が、対応する上述した棧貫通孔 42 内に位置する複数の絶縁棧アイランド 227 を含んでいてもよい。絶縁棧アイランド 227 は、棧貫通孔 42 に埋め込まれていてもよい。絶縁棧アイランド 227 は、互いに隣り合う 2 つの金属アイランド 211 の間に位置していてもよい。絶縁棧アイランド 227 は、第 1 金属層 21 を貫通していてもよい。

【0366】

絶縁棧アイランド 227 は、上述した図 40 に示す絶縁層形成工程において、マスク基板 15 の基板棧 18 a、18 b に対応する位置に形成される。絶縁棧アイランド 227 は、上述した絶縁アイランド 224 と同様の形状を有していてもよい。図 43 に示す第 1 マスク保護層形成工程において、絶縁棧アイランド 227 上に、第 1 マスク保護層 225 が形成される。その後、図 44～図 48 に示す工程が行われることにより、基板棧 18 a、18 b 上に位置する絶縁棧アイランド 227 が形成された蒸着マスク 10 が得られる。

【0367】

本変形例においては、第 1 金属層 21 に、マスク基板 15 の基板棧 18 a、18 b 上に位置する棧貫通孔 42 が形成されている。このことにより、第 1 金属層 21 のうち隣り合う 2 つの貫通孔群 30 の間の領域を、貫通孔群 30（又は有効領域 23）内の第 1 金属層 21 の構造と同様に形成できる。このため、第 1 金属層 21 の構造の均一性を高めることができる。この結果、めっきの給電電流の均一性を高めることができ、第 1 金属層 21 の厚み H3 の均一性を高めることができる。上述した研磨工程において、第 1 金属層 21 への化学機械研磨の均一性を高めることができる。

【0368】

次に、第 16 変形例について説明する。

【0369】

上述した第 14 変形例においては、第 1 金属層 21 が、複数の金属アイランド 211 を含んでいる例について説明した。しかしながら、本開示は、このことに限られることはない。例えば、図 50 及び図 51 に示すように、第 1 金属層 21 が、ダミー金属アイランド 230 を含んでいてもよい。

【0370】

より具体的には、図 50 及び図 51 に示す例では、第 1 金属層 21 は、複数の金属アイランド 211 と、複数のダミー金属アイランド 230 と、を含んでいる。金属アイランド 211 に位置する貫通孔 40 は基板開口 16 に重なっている。ダミー金属アイランド 230 は、ダミー本体アイランドの一例である。平面視において、ダミー金属アイランド 230 は、金属アイランド 211 と、マスク基板 15 の外縁 15 c との間に位置する。ダミー金属アイランド 230 は、平面視でマスク基板 15 の基板開口 16 と重ならない位置に位置していてもよい。ダミー金属アイランド 230 は、マスク基板 15 の基板枠体 17 に重

10

20

30

40

50

なっているもよい。

【0371】

ダミー金属アイランド230に、第1金属層21を貫通するダミー貫通孔43が形成されていてもよい。ダミー貫通孔43は、平面視において、マスク基板15の基板開口16に重なっていてもよく、基板枠体17に重なっていてもよい。

【0372】

ダミー金属アイランド230は、平面視において、隣り合う金属アイランド211と離れていてもよい。ダミー金属アイランド230と金属アイランド211との間に、マスク絶縁層220が位置していてもよい。しかしながら、互いに隣り合うダミー金属アイランド230と金属アイランド211は接続されていてもよく、連続状に形成されていてもよい。

10

【0373】

図42に示す上述した研磨工程のように、化学機械研磨によって第1金属層21を研磨する場合、研磨後の第1金属層21の厚みH3が、位置に応じて異なる場合がある。例えば、複数の金属アイランド211がマスク基板15上に形成されている場合、マスク基板15の外縁15cに近接している金属アイランド211の厚みが、マスク基板15の中心点に近接している金属アイランド211の厚みよりも大きくなり得る。言い換えると、マスク基板15の外縁15cに近接している金属アイランド211は、十分に研磨されない場合がある。

【0374】

20

本変形例においては、平面視で金属アイランド211よりも外側に、ダミー金属アイランド230が位置している。このことにより、十分に研磨されない領域は、金属アイランド211よりもダミー金属アイランド230に生じやすい。このため、本変形例によれば、金属アイランド211の研磨が不十分になることを抑制できる。また、上述した第1金属層形成工程において、マスク基板15の基板枠体17に重なる領域においても第1金属層21を形成できる。このため、第1金属層21を、第2金属層22のマスク基板15とは反対側の面において広い領域に形成できる。この場合、めっきの給電電流の均一性を高めることができ、第1金属層21の厚みH3の均一性を高めることができる。上述した研磨工程において、第1金属層21への化学機械研磨の均一性を高めることができる。

【0375】

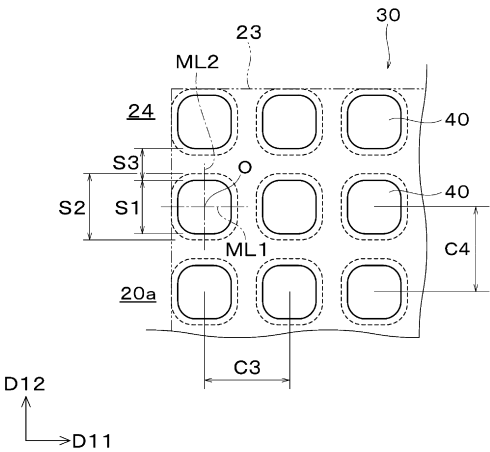
30

上述した実施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。

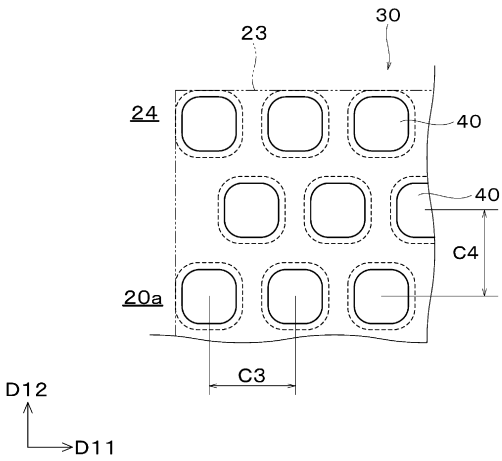
40

50

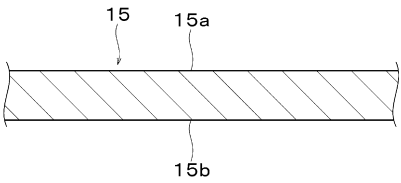
【図 5 A】



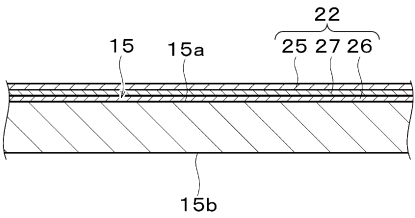
【図 5 B】



【図 6】



【図 7】



10

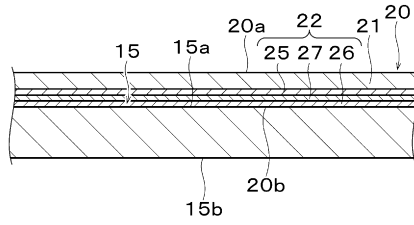
20

30

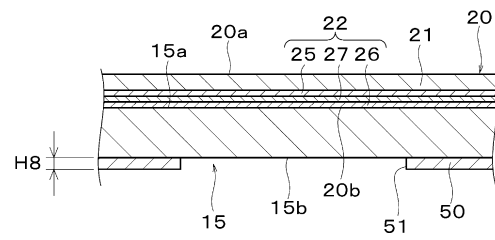
40

50

【図 8】

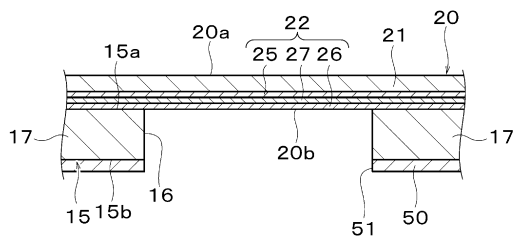


【図 9】

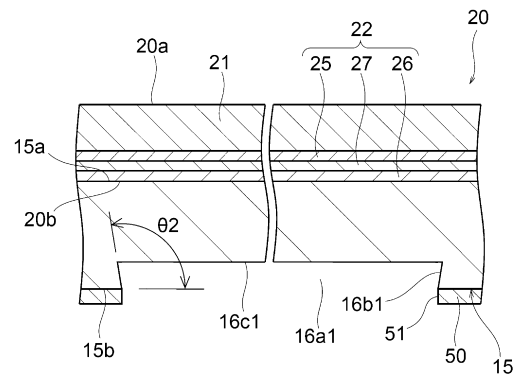


10

【図 10】



【図 1 1 A】



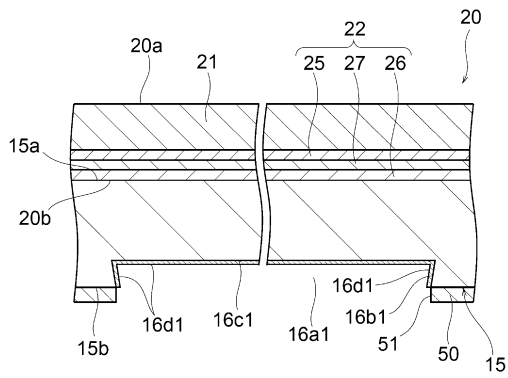
20

30

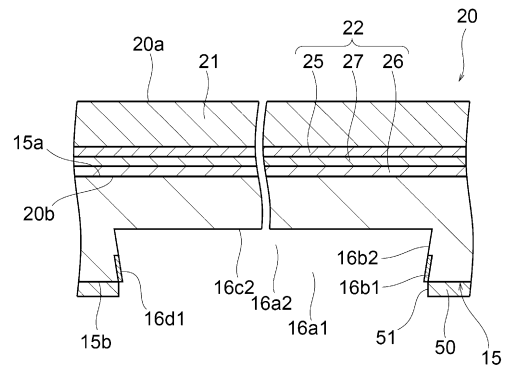
40

50

【図 1 1 B】

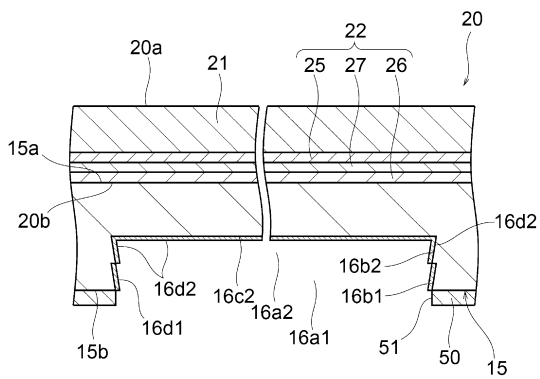


【図 1 1 C】

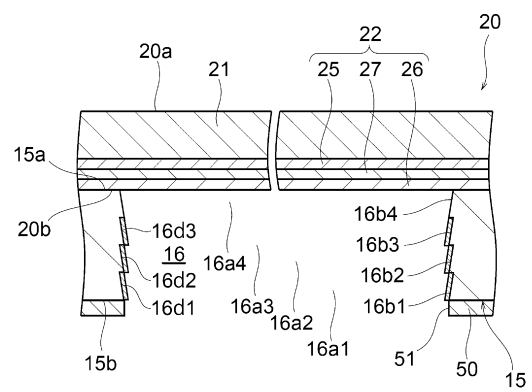


10

【図 11 D】



【図 1 1 E】



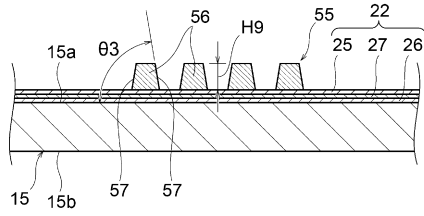
20

30

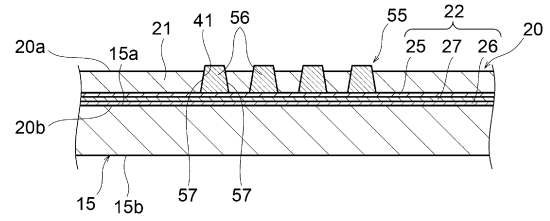
40

50

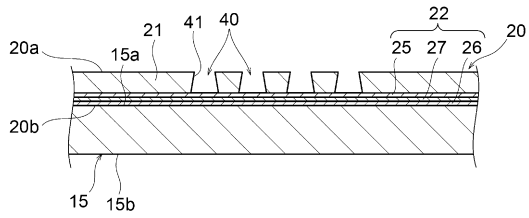
【図 17】



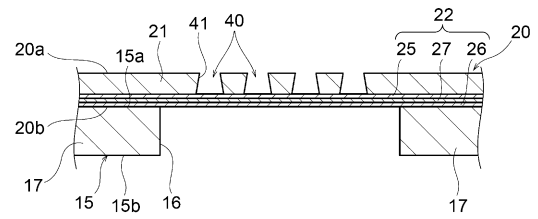
【図 18】



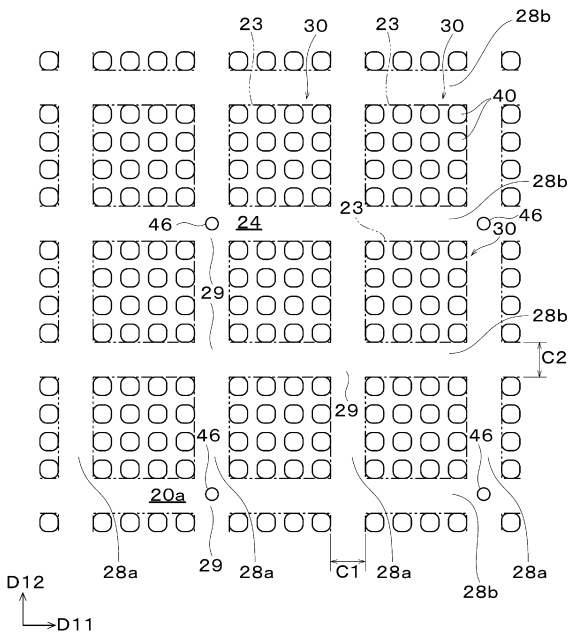
【図 19】



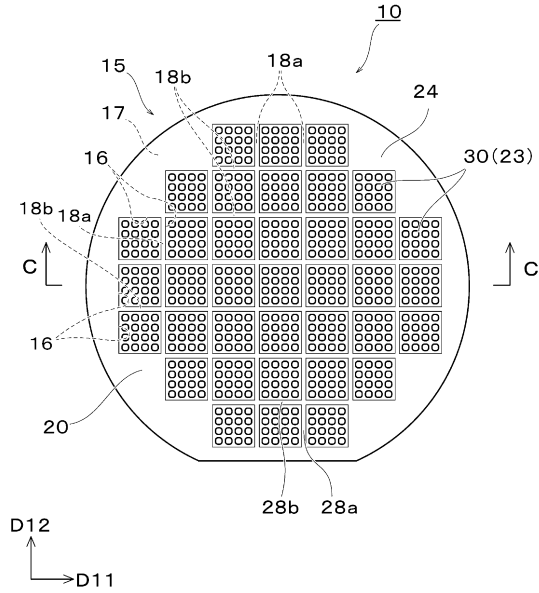
【図 20】



【図 2 4】



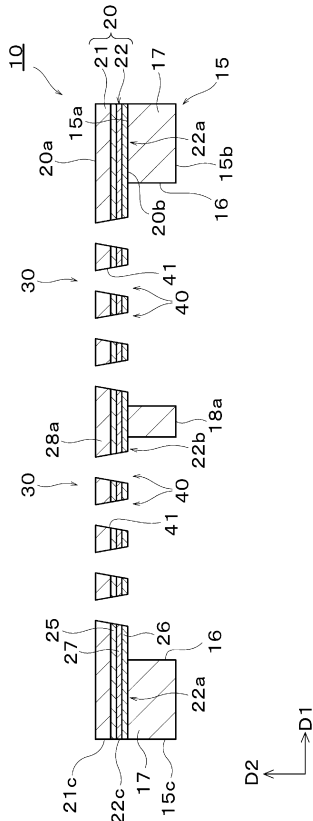
【図 2 5】



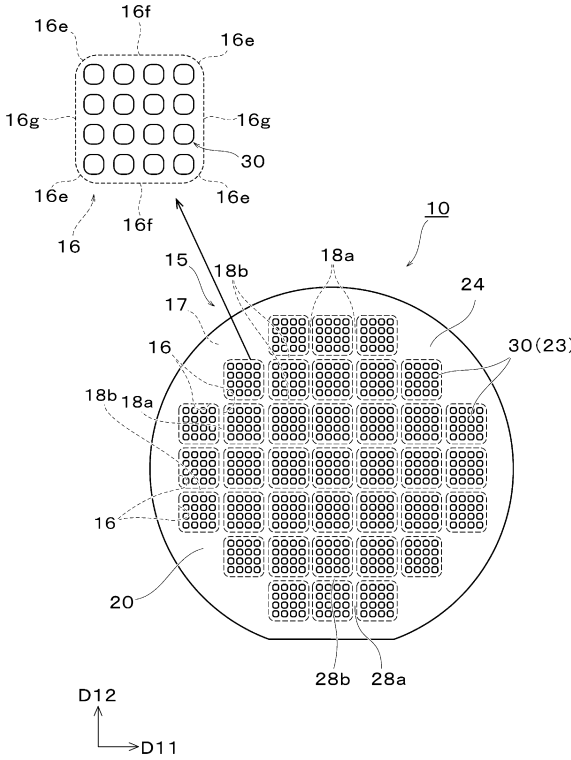
10

20

【図 2 6】



【図 2 7】

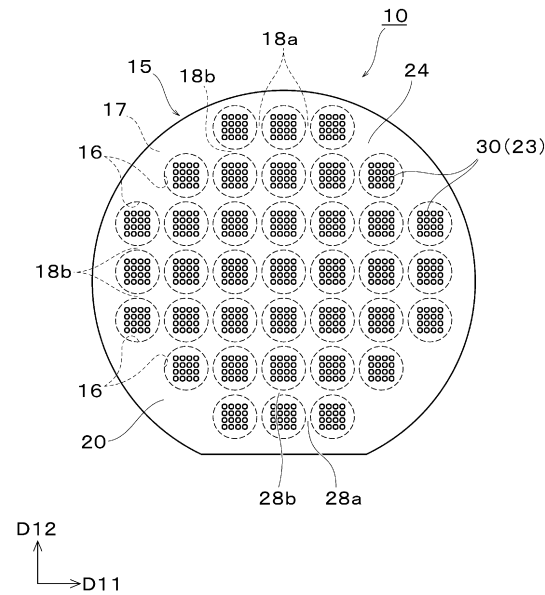


30

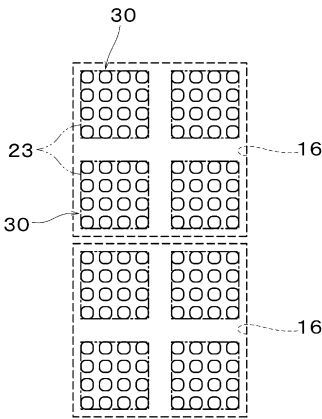
40

50

【図 28】



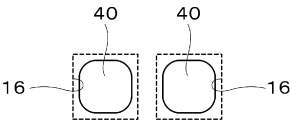
【図 29】



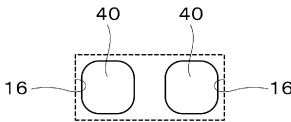
10

20

【図 30】



【図 31】

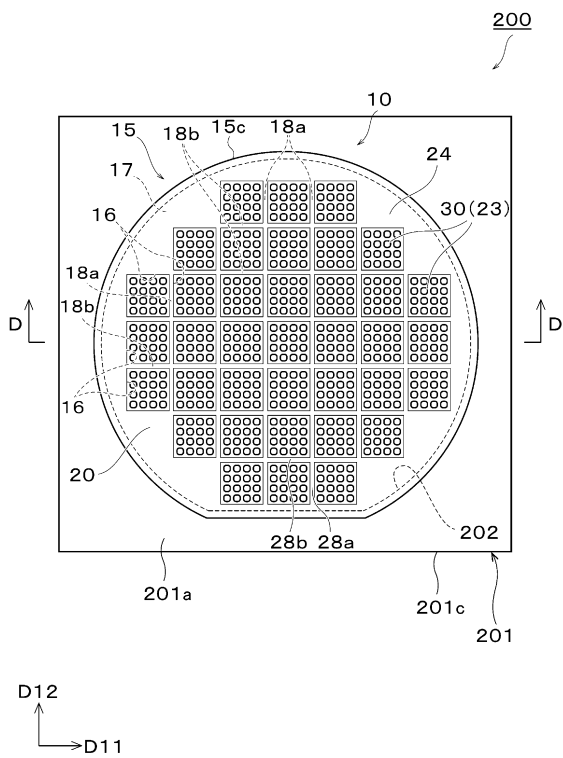


30

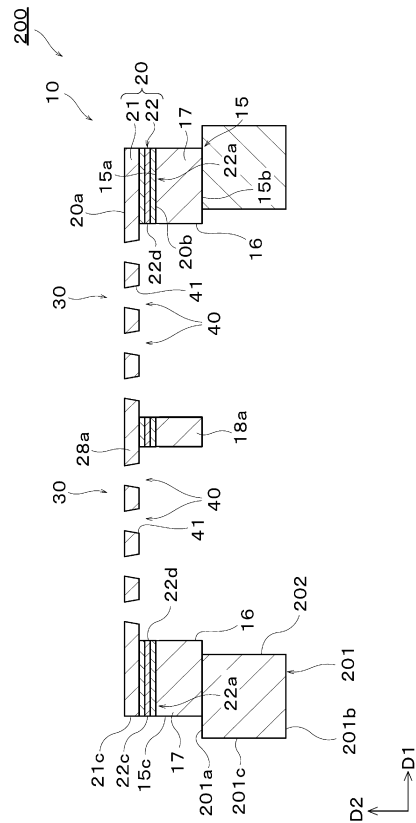
40

50

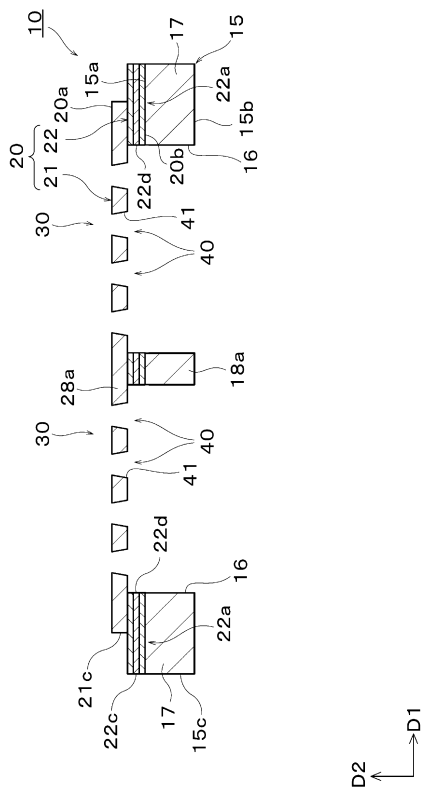
【図 3 2】



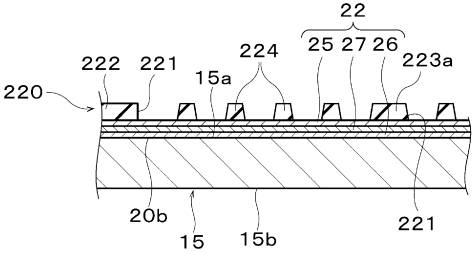
【図 3 3】



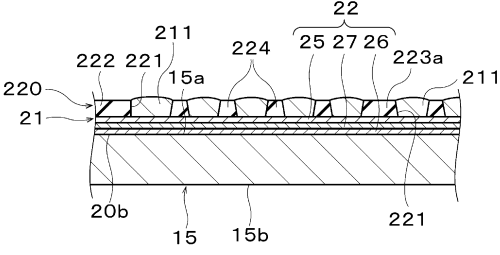
【図 3 4】



【図 4 0】

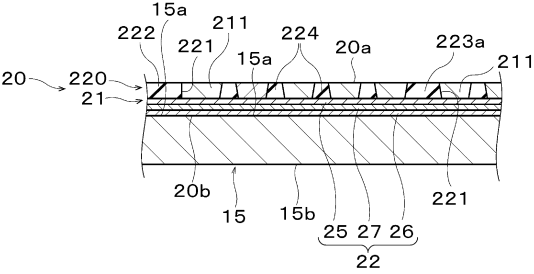


【図 4 1】

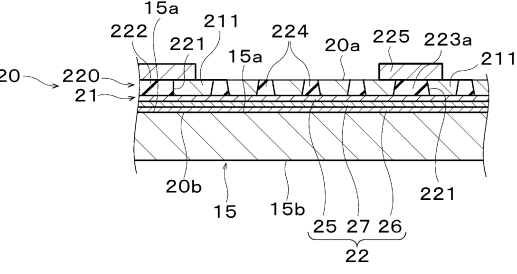


10

【図 4 2】

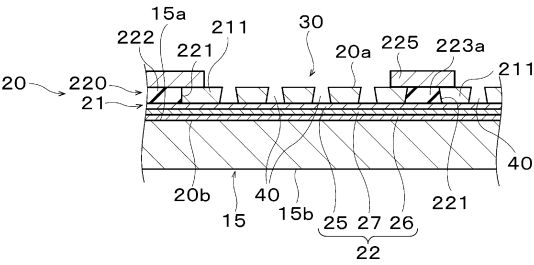


【図 4 3】

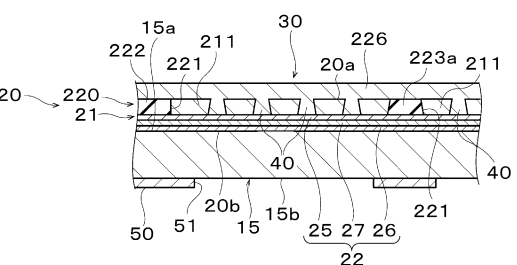


20

【図 4 4】



【図 4 5】

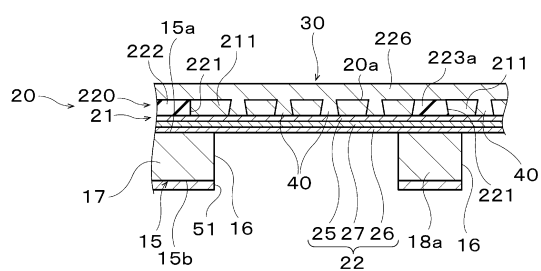


30

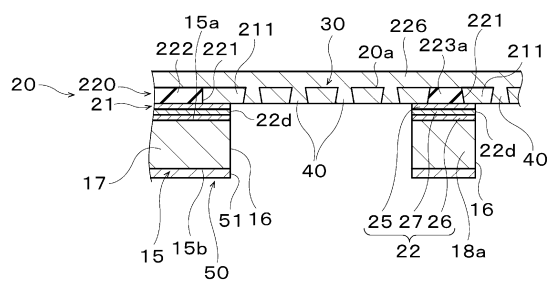
40

50

【圖 4 6】

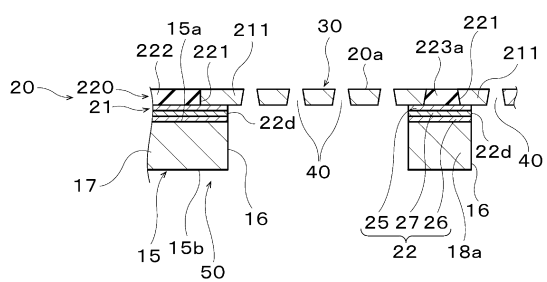


【図 4 7】

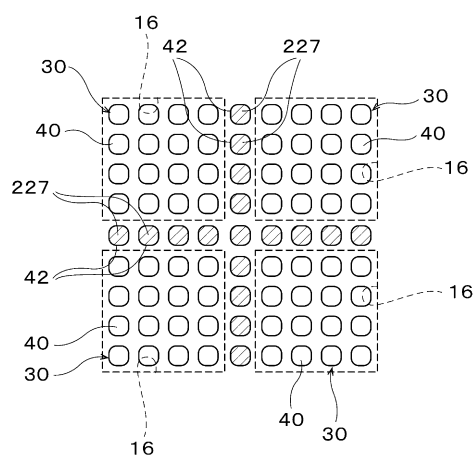


10

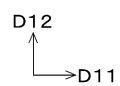
【図 48】



【図 49】



20



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平０７－２３３４６４（ＪＰ，Ａ）
 米国特許出願公開第２０１７／０３６９９８３（ＵＳ，Ａ１）
 特開２０２１－１１９２６６（ＪＰ，Ａ）
 特開２０２１－１６５４２４（ＪＰ，Ａ）
 特開２０２０－１００８７３（ＪＰ，Ａ）
 中国特許出願公開第１０８６２４８４１（ＣＮ，Ａ）
 特開２０２１－１８１５９３（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
 Ｃ２３Ｃ １４／０４
 Ｃ２３Ｃ １４／２４