

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3765314号

(P3765314)

(45) 発行日 平成18年4月12日(2006.4.12)

(24) 登録日 平成18年2月3日(2006.2.3)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>H05B 33/10</b> (2006.01)	H05B 33/10	
<b>C23C 14/04</b> (2006.01)	C23C 14/04	A
<b>H01L 51/50</b> (2006.01)	H05B 33/14	A

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-104311 (P2004-104311)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-293917 (P2005-293917A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成17年10月20日(2005.10.20)	(74) 代理人	100107836
審査請求日	平成17年7月28日(2005.7.28)		弁理士 西 和哉
早期審査対象出願		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107076
			弁理士 藤綱 英吉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスク、マスクの製造方法、電気光学装置の製造方法および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコンからなるマスクであって、該シリコンを貫通する開口部における角部位に、0.5 μm以上であって3 μm以下となる半径を有する丸みを持たせたことを特徴とするマスク。

【請求項2】

前記マスクは、被成膜部材と、該被成膜部材に薄膜をパターニングするときに物質を出射する着物源との間に、配置されるものであり、

前記開口部は、前記パターニングするときに前記物質が前記マスクを通り抜ける貫通孔をなすものであることを特徴とする請求項1に記載のマスク。

【請求項3】

前記丸みは、前記開口部の断面形状および平面形状に持たせられていることを特徴とする請求項1又は2に記載のマスク。

【請求項4】

マスクの構成部材とするシリコン基板に対して、該シリコン基板を貫通する開口部を形成する開口部形成工程と、

前記開口部における角部位について、丸みを形成する丸み形成工程とを有することを特徴とするマスクの製造方法。

【請求項5】

前記丸み形成工程は、前記シリコン基板に対して等方性エッチングを施す処理からなるこ

10

20

とを特徴とする請求項 4 に記載のマスクの製造方法。

【請求項 6】

前記等方性エッチングは、シリコン結晶を酸化させる第 1 物質と、該第 1 物質で酸化した物を該シリコン結晶から除去する第 2 物質とを含む物を用いて行うことを特徴とする請求項 5 に記載のマスクの製造方法。

【請求項 7】

前記等方性エッチングは、硝酸とふっ酸とを含むエッチング液を用いて行うことを特徴とする請求項 5 に記載のマスクの製造方法。

【請求項 8】

前記等方性エッチングは、硝酸とふっ酸と酢酸とを含むエッチング液を用いて行うことを特徴とする請求項 5 に記載のマスクの製造方法。

10

【請求項 9】

前記等方性エッチングは、ドライエッチングにより行うことを特徴とする請求項 5 に記載のマスクの製造方法。

【請求項 10】

前記ドライエッチングは、S F<sub>6</sub>系ガス、C F系ガスおよび塩素系ガスのうちのいずれかのガスを用いて行うことを特徴とする請求項 9 に記載のマスクの製造方法。

【請求項 11】

前記丸み形成工程は、マスクの製造工程における最終工程として行うことを特徴とする請求項 4 から 10 のいずれか一項に記載のマスクの製造方法。

20

【請求項 12】

マスクを用いたパターニングの形状精度を重視するときは、該形状精度を重視しないときよりも前記丸みの半径を小さくし、

マスクの機械的な耐久性を重視するときは、該耐久性を重視しないときよりも前記丸みの半径を大きくすることを特徴とする請求項 4 から 11 のいずれか一項に記載のマスクの製造方法。

【請求項 13】

電気光学装置の構成層をなす薄膜パターンを形成するときに、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のマスク、又は、請求項 4 から 11 のいずれか一項に記載のマスクの製造方法で製造されたマスク、を用いることを特徴とする電気光学装置の製造方法。

30

【請求項 14】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のマスク、又は、請求項 4 から 12 のいずれか一項に記載のマスクの製造方法で製造されたマスク、を用いて製造されたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マスク、マスクの製造方法、電気光学装置の製造方法および電子機器に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

電気光学装置の一つである有機 E L (エレクトロルミネッセンス) パネルは、薄膜を積層した構造を持つ自発光型で高速応答性の表示素子からなる。このため有機 E L パネルは軽く動画対応に優れた表示装置を構成でき、近年フラットパネルディスプレイ (F P D) テレビなどの表示パネルとして非常に注目されている。有機 E L パネルの代表的な製造方法としては、Appl, Phys, Lett, Vol, 51, No. 12, p. p. 913-914, (1987) に示されている。すなわち、I T O (インジウム - スズ酸化物) などの透明陽極をフォトリソグラフィ技術を用いて所望形状にパターニングし、さらにそのパターンの上に真空蒸着装置で有機材料を成膜して積層し、その上に陰極となる M g A g などの低い仕事関数の金属陽極膜を蒸着する。最後に、このようにして出来た発光素子が湿度又は酸素などに接触しないように、その発

50

光素子を不活性ガス雰囲気中で密閉封止する。

【0003】

また、有機ELパネルは、発光材料を変えることにより、発光色を様々に変えることができる。例えば、薄く高精細なメタルマスクを用いて、画素毎に赤、緑、青の発光素子を形成する手法が提案されている。この手法は、磁石でメタルマスクとガラス基板とを密着させて、マスク越しに蒸着することにより、鮮やかなフルカラー有機ELパネルを製造しようとするものである（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

また、マスクを用いた蒸着手法としては、シリコン基板を用いて蒸着マスクを製造する手法が提案されている。この手法ではフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術などの半導体製造技術を用いて、シリコン基板自体をマスクにするというものである。シリコンは熱膨張係数がガラスとほぼ同じであるので、シリコンのマスクと被成膜基板のガラス基板とは熱膨張によるずれが生じない。また、シリコンは加工精度を高くすることができる（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開2001-273976号公報

【特許文献2】特開2001-185350号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載されているメタルマスクでは、有機ELパネルの大画面化に対応すべくパネルサイズを大きくすると、そのパネル用のメタルマスクも大きく形成しなければならないが、大きく（大面積）且つ薄いメタルマスクを高精度に作ることは非常に難しいという問題点がある。また、メタルマスクの熱膨張係数が有機ELパネル用のガラス基板に比べて非常に大きい。したがって、蒸着時の熱輻射でメタルマスクがガラス基板に比べて大きく伸びる。これにより、メタルマスクを用いて大型の有機ELパネルを製造しようとする、熱膨張による誤差の累積値が大きくなり、メタルマスクではせいぜい20インチの中小型パネルサイズを製造することが限界とされていた。

【0006】

また、上記特許文献2に記載されているシリコン基板を用いた蒸着マスクでは、結晶異方性エッチングを用いて所望パターンの開口部などを形成しているため、その開口部におけるコーナー部（角部位）がほぼ完全な直角又は鋭角に形成される。これにより、上記特許文献2に記載されている蒸着マスクでは、コーナー部に応力が非常に集中し易く、ひとたび力がかかると簡単に割れてしまうという問題点を有している。したがって上記特許文献2に記載されているシリコン基板の蒸着マスクは、実際の機器製造現場で使用することが困難である。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、シリコンからなるマスクであって、破損し難く機械的強度が高いマスク、マスクの製造方法、電気光学装置の製造方法および電子機器を提供することを目的とする。

また、本発明は、被成膜領域の大型化に対応することができ、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損しないマスク、マスクの製造方法、電気光学装置の製造方法および電子機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明のマスクは、シリコンからなるマスクであって、該シリコンを貫通する開口部における角部位（コーナー部）に、 $0.5\mu\text{m}$ 以上であって $3\mu\text{m}$ 以下となる半径を有する丸み（R）を持たせたことを特徴とする。

本発明によれば、シリコンによってマスクを構成するので、例えば被成膜部材がガラス基板の場合、その被成膜部材とマスクとの熱膨張係数を近似させることができ、熱膨張による成膜パターンの寸法ずれを低減することができる。また、シリコンによってマスクを

10

20

30

40

50

構成しているので、開口部についての加工精度を簡便に向上することができる。

また、開口部の角部位に $0.5\ \mu\text{m}$ 以上であって $3\ \mu\text{m}$ 以下となる半径を有する丸みを持たせることで、角部位（鋭角部又は直角部）を取り除いている。

ここで、前記角部位における丸みの半径が $0.5\ \mu\text{m}$ よりも小さい場合、その角部位についての応力集中を十分に低減できないことを実験的に見出した。また、前記角部位における丸みの半径が $3\ \mu\text{m}$ よりも大きい場合、十分な寸法精度をもった薄膜パターンを形成することが困難となる。よって、開口部の角部位（コーナー部）に応力が集中することを緩和でき、機械的強度の高いマスクとなる。

したがって、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損することなく、大量生産に対して低コストで対応できるマスクとなる。

10

#### 【0009】

また、本発明のマスクは、被成膜部材と、該被成膜部材に薄膜をパターンニングするとき物質を射出する着物源（蒸着源）との間に、配置されるものであり、前記開口部は、前記パターンニングするとき前記物質が前記マスクを通り抜ける貫通孔をなすものであることが好ましい。

本発明によれば、例えば高精度の寸法に蒸着パターンを形成できるとともに機械的強度の高い蒸着マスクを提供することができる。また、本発明によれば、スパッター法又はCVD法などに用いられるマスクであって、高精度の寸法に薄膜パターンを形成できるとともに、機械的強度の高いマスクを提供することができる。

#### 【0011】

20

また、本発明のマスクは、前記丸みが、前記開口部の断面形状および平面形状に持たせられていることが好ましい。

本発明によれば、シリコンからなるマスクに対するあらゆる方向についての応力集中を緩和でき、シリコンからなるマスクの機械的強度をより向上させることができる。

#### 【0012】

上記目的を達成するために、本発明のマスクの製造方法は、マスクの構成部材とするシリコン基板に対して、該シリコン基板を貫通する開口部を形成する開口部形成工程と、前記開口部における角部位（コーナー部）について、丸み（R）を形成する丸み形成工程とを有することを特徴とする。

本発明によれば、マスクをなすシリコン基板における少なくとも開口部の角部位について丸み（R）を設けるので、その角部位に応力が集中することを緩和することができる。したがって、本発明によれば、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損しないマスクを、簡便に製造することができる。

30

#### 【0013】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記丸み形成工程が前記シリコン基板に対して等方性エッチングを施す処理からなることが好ましい。

本発明によれば、開口部形成工程などでシリコン基板の開口部などに、鋭角又は直角をなす角部位が生じた場合、それらの角部位について、等方性エッチングにより、簡便に且つ所望の半径に丸みを形成することができる。ここで、等方性エッチングとは、エッチング対象物の全ての方向に一樣な速度でエッチングが進むものをいい、特定方向のエッチング速度が速い（遅い）エッチングである異方性エッチングに対向するものである。したがって、本発明によれば、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、機械的強度が高いマスクを、簡便に製造することができる。

40

#### 【0014】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記等方性エッチングが、シリコン結晶を酸化させる第1物質と、該第1物質で酸化した物を該シリコン結晶から除去する第2物質とを含む物を用いて行われることが好ましい。

本発明によれば、開口部形成工程を経たシリコン基板について、第1物質と第2物質とを含むエッチング液に侵漬することなどにより、簡便に等方性エッチングすることができる。すなわち、かかる侵漬されたシリコン基板の角部位を第1物質で酸化し、その酸化し

50

た物を第2物質で除去することができる。

【0015】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記等方性エッチングが、硝酸とふっ酸とを含むエッチング液を用いて行われることが好ましい。

本発明によれば、シリコン基板の角部位について、硝酸によって酸化し、その酸化した物をふっ酸で除去することができる。したがって、本発明は、マスクをなすシリコン基板（開口部又はシリコン基板全体）の角部位について簡便に丸みを持たせることができる。

【0016】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記等方性エッチングが、硝酸とふっ酸と酢酸とを含むエッチング液を用いて行われることが好ましい。

本発明によれば、シリコン基板の角部位について、硝酸によって酸化し、その酸化した物をふっ酸で除去することができる。さらに、本発明は、酢酸によってシリコン基板の露出面の粗さを低減することができる。そこで、本発明によれば、被成膜部材に対して良好に密着できて、より高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、機械的強度が高いマスクを簡便に製造することができる。

【0017】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記等方性エッチングがドライエッチングにより行われることが好ましい。

本発明によれば、マスクをなすシリコン基板の角部位について、ドライエッチングによって簡便に丸みを持たせることができる。

【0018】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記ドライエッチングが、SF<sub>6</sub>系ガス、CF系ガスおよび塩素系ガスのうちのいずれかのガスを用いて行われることが好ましい。

本発明によれば、SF<sub>6</sub>系、CF系又は塩素系ガスの分子がシリコン基板の角部位に対してあらゆる方向でぶつかることができ、その角部位に丸みを持たせることができる。

【0019】

また、本発明のマスクの製造方法は、前記丸み形成工程が、マスクの製造工程における最終工程として行われることが好ましい。

本発明によれば、シリコン基板からなるマスクの製造過程において、そのシリコン基板に角部位が形成されても、そのマスクの製造過程における最終段階で、かかる角部位について丸みを持たせることができる。換言すれば、シリコン基板からなるマスクの角部位（鋭角部又は直角部）を取り除くことができる。したがって、本発明によれば、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損しないマスクを、簡便に製造することができる。

【0020】

また、本発明のマスクの製造方法は、マスクを用いたパターニングの形状精度を重視するときは、該形状精度を重視しないときよりも前記丸みの半径を小さくし、マスクの機械的な耐久性を重視するときは、該耐久性を重視しないときよりも前記丸みの半径を大きくすることが好ましい。

本発明によれば、角部位の丸みの半径を小さくすることでパターニング精度の要求が高いマスクを製造でき、角部位の丸みの半径を大きくすることで機械的強度が要求されるマスク（例えば大画面ディスプレイ基板用又は大量生産用）を製造できる。

【0021】

上記目的を達成するために、本発明の電気光学装置の製造方法は、電気光学装置の構成層をなす薄膜パターンを形成するときに、前記マスクを用いることを特徴とする。

本発明によれば、例えば、大画面であって各画素の膜厚分布が非常に良く、ムラのない高品位な画像を表示できる電気光学装置を低コストで提供することができる。

【0022】

上記目的を達成するために、本発明の電子機器は、前記マスクを用いて製造されたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

本発明によれば、例えば、大画面で表示でき、鮮やかでムラがなく大きな画像を表示できる電子機器を低コストで提供することができる。また、本発明によれば、大面積の基板全体に高精細に精密にパターンニングされた薄膜からなる電子回路などを備えた電子機器を低コストで提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態に係るマスクについて図面を参照して説明する。

(マスクの構造)

図1は、本発明の実施形態に係るマスクの一例を示す断面図である。図2は、図1に示すマスクの平面図である。すなわち、図1は、図2のマスク100における位置AA'についての断面図である。本実施形態のマスク100は、例えば蒸着マスクとして用いることができる。したがって、マスク100は、被成膜部材に薄膜をパターンニングする時、すなわち蒸着時に、蒸着源と被成膜部材との間に配置される。

10

【0024】

本実施形態のマスク100は、シリコン基板101で構成されている。シリコン基板101は、例えば面方位(100)を有することとする。そして、シリコン基板101には貫通孔をなす開口部102が設けられる。開口部102は、蒸着時に、蒸着源から出射された蒸着物質が通り抜ける貫通孔をなすものである。したがって、開口部102の開口領域は、被成膜部材(ガラス基板など)にパターンニングする薄膜の形状とほぼ同一形状となっている。

20

【0025】

また、開口部102の内側側面はテーパ形状となっている。このテーパ形状の開口部102における小さい開口側、すなわちシリコン基板101の面方位(100)の反対側面を、蒸着時に、被成膜部材に密着させるようにすることが好ましい。このようにすると、蒸着源とマスク100および被成膜部材とが相対的に移動したような場合でも、マスク100において、蒸着物質に対して影になるときと影にならないときが生じる部位を低減でき、高精度の寸法に且つ均一な膜厚にパターンニングすることができる。なお、図1および図2に示すマスク100では、開口部102が6個であるが本発明はこの構成に限定されず、開口部102の個数、形状および配置は任意とすることができる。

【0026】

また、本実施形態のマスク100では、シリコン基板101における全てのコーナー部すなわち角部位に、丸みRが形成されている。換言すれば、シリコン基板101の開口部102を含む全ての角部位は、直角又は鋭角になっておらず、応力の集中を緩和する構造となっている。ここで、マスク100における開口部102の角部位についてのみ、後述するように0.5 $\mu$ m以上であって3 $\mu$ m以下となる半径を有する大きさからなる丸みRが形成されている。また、図1及び図2に示すように、丸みRは、シリコン基板101の断面形状および平面形状の両方に持たせられている。シリコン基板101についてあらゆる角度から立体的に見て、直角又は鋭角になっているコーナー部が存在しない構成となっている。したがって、マスク100に対して任意の方向から応力が作用しても、その応力の集中を緩和できる構造となっている。

30

40

【0027】

図3は、本発明の実施形態の変形例に係るマスクを示す断面図である。本変形例のマスク200は、シリコン基板201で構成されている。シリコン基板201は、例えば面方位(110)を有することとする。そして、シリコン基板201には貫通孔をなす開口部202が設けられる。マスク200とマスク100との主な相違点は、開口部202の内側側面の形状である。すなわち、開口部202の内側側面は、テーパ形状を有しておらず、マスク200の表面および裏面に対してほぼ垂直に形成されている。

【0028】

マスク200のその他の構成は、マスク100と同様である。すなわち、マスク200は、シリコン基板201における全てのコーナー部すなわち角部位に、後述する大きさか

50

らなる丸みRが形成されている。したがって、マスク200は、開口部202を含む全ての角部位について、応力の集中を緩和する構造となっている。

【0029】

従来、シリコン基板などからなる蒸着マスク（従来の蒸着マスク）は、通常、結晶異方性エッチングを用いて開口部などを形成している。これにより、従来の蒸着マスクは、開口部などの角部位が直角になっており、丸みRを付けることができなかった。そのため、従来の蒸着マスクでは、角部位に応力集中が発生し易く、その応力集中が発生した部分より亀裂が伝播して割れてしまうことが多々あった。また、従来の蒸着マスクの開口部は、被成膜部材（基板）に接する部分が54.7度の角度で鋭利な刀のように尖っており、この部分が基板にキズを付けて不良品を多発させるおそれもあった。

10

【0030】

本実施形態のマスク100, 200によれば、開口部102, 202を含む全ての角部位について、後述する0.5 $\mu\text{m}$ 以上であって3 $\mu\text{m}$ 以下となる半径を有する丸みRを付与しているので、開口部102, 202を含む全ての角部位について、応力集中を緩和することができ、破損などの発生を大幅に低減することができる。

また、本実施形態のマスク100, 200は、開口部102, 202にも丸みRを付与しているので、被成膜部材に接する部分であって上記鋭利な刀のように尖っている部分が存在しない。したがって、本実施形態のマスク100, 200は、被成膜部材にキズを付けることなくマスク蒸着できるので、歩留まりを向上させることができる。

【0031】

次に、丸みRの大きさについて述べる。

図4は、丸みRの大きさとマスク100, 200の耐久性との関係を示す図である。図4においては、丸みRの半径が0.01 $\mu\text{m}$ から10.0 $\mu\text{m}$ まで段階的に異なる10種類のマスク100, 200を試作して、耐久試験を行った結果を示している。すなわち、各種類のマスクについて、実際にマスク蒸着を繰り返し行い、そのマスクに破損（キズ）が生じたかなどを試験したものである。

20

【0032】

例えば、丸みRの半径が0.01 $\mu\text{m}$ のマスク100, 200の場合、1回のマスク蒸着で破損している。丸みRの半径が0.5 $\mu\text{m}$ のマスク100, 200の場合、100回のマスク蒸着で破損が生じている。したがって、丸みRの半径が0.5 $\mu\text{m}$ のマスク100, 200は、例えば100台の装置の製造に用いることができる。一方、丸みRの半径が1.0 $\mu\text{m}$ 以上のマスク100, 200の場合、1000回以上マスク蒸着をしても無傷である。したがって、丸みRの半径が1.0 $\mu\text{m}$ 以上のマスク100, 200は、大量生産される装置の製造に用いることができる。

30

【0033】

これらの耐久試験結果より、丸みRの半径を大きくするほどマスク100, 200の耐久性が向上することがわかるとともに、丸みRの半径は0.5 $\mu\text{m}$ 以上あることが好ましいことがわかる。

【0034】

ただし、丸みRの半径を大きくしていくと、十分な寸法精度をもった蒸着パターンを形成することが困難となる。これは、丸みRの半径を大きくすると、開口部102, 202の内部側面に形成されるオーバーハング（逆テーパー部）が大きくなり、蒸着物質に対して影になるときと影にならないときが生じる部位が大きくなることなどのためである。そこで、例えば、丸みRの半径を3 $\mu\text{m}$ 以下とすることにより、ある程度十分な寸法精度をもった蒸着パターンを形成できる。

40

【0035】

これらにより、本実施形態のマスク100, 200は、丸みRの半径を0.5 $\mu\text{m}$ 以上、3 $\mu\text{m}$ 以下とすることで、蒸着パターンの寸法精度向上とマスクの機械的強度向上とを十分に両立させることができる。

【0036】

50

(マスクの製造方法)

図5は、本発明の実施形態に係るマスクの製造方法を示すフローチャートである。本マスクの製造方法を用いることにより、例えば図1から図3に示すマスク100, 200を製造することができる。以下、本マスクの製造方法について具体的に説明する。

【0037】

まず、マスクの構成部材とするシリコン基板に対して、該シリコン基板を貫通する開口部を形成する開口部形成工程を実施する(ステップS1)。

例えば、ステップS1としては、所定形状のシリコンウエハーを用意し、そのシリコンウエハーに対して結晶異方性エッチングなどを施すことで開口部を形成する。結晶異方性エッチングをすると、寸法的に高精度に開口部を形成できるが、その開口部の角部位(コーナー部)が直角又は刀のように鋭角に尖ってしまう。

10

【0038】

次いで、開口部を含むシリコン基板全体における角部位について、丸み(R)を形成する丸み形成工程を実施する(ステップS2)。

ステップS2は、例えば等方性エッチングによって、簡便に且つ良好に実現できる。具体的には、開口部形成工程を経たシリコン基板を、ふっ酸(電子工業用;純度50%)100mlと硝酸(電子工業用;純度61%)2500mlと酢酸(電子工業用)1000mlとを混合させたエッチング液(温度25)に1分~3分侵漬する。これだけで、ステップS2が良好に実行できる。そして、丸みRの半径は、エッチング時間により調節することができる。例えば上述した0.5μm以上3μm以下に形成する。

20

【0039】

すなわち、本侵漬によれば、シリコン基板の角部位について、硝酸(第1物質)によって酸化し、その酸化した物をふっ酸(第2物質)で除去することができる。さらに、本侵漬によれば、酢酸によってシリコン基板の露出面の粗さを低減することができる。したがって、本製造方法によれば、被成膜部材に対して良好に密着できて、より高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、機械的強度が高いマスクを簡便に製造することができる。

【0040】

また、ステップS2は、ドライエッチングによる等方性エッチングで実現することもできる。例えば、SF6ガス、CF系ガスおよび塩素系ガスのうちのいずれかのガスを用いて、シリコン基板をドライエッチングすることで、等方性エッチングとなる。より具体的には、開口部形成工程を経たシリコン基板をプラズマエッチャーに入れ、SF6ガスを流しながらプラズマでエッチングする。このようなドライエッチングでも、丸みRの半径はエッチング時間により調節できる。

30

【0041】

上記丸み形成工程S2は、マスクの製造工程における最終工程として行うことが好ましい。このようにすると、シリコン基板からなるマスクの製造過程(開口部形成工程S1など)において、そのシリコン基板に角部位が形成されても、そのマスクの製造過程における最終段階で、かかる角部位について丸みを持たせることができる。換言すれば、シリコン基板からなるマスクの角部位(鋭角部又は直角部)を、簡便に且つ取りこぼしなく、丸めることができる。したがって、本実施形態によれば、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損しないマスクを、簡便に製造することができる。

40

【0042】

また、本実施形態のマスクの製造方法では、マスクを用いたパターンニングの形状精度を重視するときは形状精度を重視しないときよりも丸みRの半径を小さくし、マスクの機械的な耐久性を重視するときは、耐久性を重視しないときよりも丸みRの半径を大きくすることが好ましい。このようにすると、角部位の丸みの半径を小さくすることで、高いパターンニング精度が要求されるマスクを製造できる。また、角部位の丸みの半径を大きくすることで、高い機械的強度が要求されるマスク(例えば大画面ディスプレイ基板用又は大量生産用)を製造できる。

50

## 【 0 0 4 3 】

( 応用例 )

次に、本実施形態の応用例について、図 6 から図 1 6 を参照して説明する。

図 6 は、本実施形態の応用例に係るマスクを示す模式斜視図である。図 7 は、図 6 に示すマスクによって形成される画素パターンの配列例を示す図である。図 8 は、図 6 に示すマスクの要部拡大斜視図である。本実施形態のマスク 1 は、図 1 から図 3 に示す上記実施形態のマスク 1 0 0 , 2 0 0 を構成要素とするものである。すなわち、マスク 1 におけるチップ 2 0 として、マスク 1 0 0 , 2 0 0 を用いる。本実施形態のマスク 1 は、例えば蒸着マスクとして用いることができる。

## 【 0 0 4 4 】

マスク 1 は、ベース基板をなす支持基板 1 0 に、複数のチップ 2 0 ( マスク 1 0 0 , 2 0 0 ) を取り付けた構成を有している。各チップ 2 0 は、それぞれアライメントされて支持基板 1 0 に接着されている。また、支持基板 1 0 には、マスク位置決めマーク 1 6 が形成されている。マスク位置決めマーク 1 6 は、マスク 1 を使用して蒸着などを行うときに、当該マスク 1 の位置合わせを行うためのものである。マスク位置決めマーク 1 6 は、例えば金属膜で形成することができる。なお、チップ 2 0 にマスク位置決めマーク 1 6 を形成してもよい。

## 【 0 0 4 5 】

支持基板 1 0 には、開口部が長方形の貫通穴からなる開口領域 1 2 が、図 6 および図 8 に示すように、複数平行に且つ一定間隔で設けられている。チップ 2 0 には、図 8 に示すように、長孔形状の開口部 2 2 ( 開口部 1 0 2 , 2 0 2 に相当 ) が複数一定間隔で平行に設けられている。チップ 2 0 の開口部 2 2 は、図 7 に示す「縦ストライプ」の画素配置をなす薄膜パターンに対応する形状である。したがって、マスク 1 は、縦ストライプの画素を形成するために用いられる。

## 【 0 0 4 6 】

そして、各チップ 2 0 は、支持基板 1 0 の開口領域 1 2 をふさぐように、且つ、開口領域 1 2 の長手方向とチップ 2 0 の開口部 2 2 の長手方向とが直交する向きで、支持基板 1 0 上に行列をなすように配置されている。

## 【 0 0 4 7 】

支持基板 1 0 の構成材料は、チップ 2 0 の構成材料の熱膨張係数と同一又は近い熱膨張係数を有するものが好ましい。チップ 2 0 はシリコンであるので、シリコンの熱膨張係数と同一又は近い熱膨張係数をもつ材料で支持基板 1 0 を構成する。このようにすることにより、支持基板 1 0 とチップ 2 0 との熱膨張量の違いによる「歪み」又は「撓み」の発生を抑えることができる。例えば、シリコンの熱膨張係数 (  $3.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ) に対して、コーニング社製のパイレックス ( 登録商標 ) ガラスの熱膨張係数 (  $3.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ) はほぼ同一値である。無アルカリガラスである日本電気ガラス社製の OA - 1 0 の熱膨張係数 (  $3.8 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ) 、金属材料では 4 2 アロイの熱膨張係数 (  $5.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ) およびインバー材の熱膨張係数 (  $1.2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ) などシリコンの熱膨張係数に近い。したがって、支持基板 1 0 の構成材料としては、パイレックス ( 登録商標 ) ガラス、無アルカリガラスである OA - 1 0 および 4 2 アロイなどが適用できる。

## 【 0 0 4 8 】

チップ 2 0 は、図 8 に示すように長方形の板に開口部 2 2 を設けた構成となっている。本実施形態のマスク 1 は図 7 に示す「縦ストライプ」の画素を形成するためのものである。チップ 2 0 の開口部 2 2 は例えばその画素を縦に 4 0 個ほど含む領域に相当する大きさの細長い溝形状となっている。すなわち、チップ 2 0 の開口部 2 2 は、被成膜面に形成される薄膜パターンの少なくとも一部の形状に対応した形状となっている。そして、チップ 2 0 が占有する面積は、マスク 1 で形成される薄膜パターン ( 例えば有機 E L パネルを構成する薄膜パターン ) の面積よりも小さい。

## 【 0 0 4 9 】

また、本実施形態のチップ 2 0 をなすシリコンは、面方位 ( 1 1 0 ) を有している。た

10

20

30

40

50

だし、面方位(100)を有するシリコンでチップ20を構成してもよい。そして、チップ20における開口部22の長手方向の側面は、面方位(111)を有している。このように開口部22の側面の面方位を(111)とすることは、面方位(110)を有するシリコンチップについて結晶異方性エッチングを施すことで簡便に実現できる。また、前記結晶異方性エッチングを施したシリコンチップについて等方性エッチングを施すことで、シリコンでチップ20における開口部22を含む全ての角部位について、丸みRを付与している。

#### 【0050】

また、各チップ20にはアライメントマーク14が少なくとも2ヶ所形成されている。アライメントマーク14は、支持基板10にチップ20を貼り合わせる際の位置合わせに使用される。アライメントマーク14は、フォトリソグラフィ技術又は結晶異方性エッチングなどで形成する。

10

#### 【0051】

チップ20における開口部20の長手方向と支持基板10の開口領域12の長手方向とが直交するように、各チップ20は支持基板10に貼り付けられている。開口部20の幅は、例えば画素のサブピクセルピッチd1と同一とする。そして、同一の開口領域12をふさぐチップ20であって隣り合うチップ20a, 20bは、画素のサブピクセルピッチd1だけ間隔をもって配置されている。このチップ20aと20bとの隙間は、チップ20の開口部20と同様に機能し、所望形状の薄膜パターンを形成するためのマスク1の開口部として機能する。また、隣り合うチップ20同士は、開口領域12の長手方向に直交する方向についても間隔をもって配置されている。そして、複数のチップ20はそれぞれ間隔をもって、支持基板10上において、図6に示すように行列に配置されている。

20

#### 【0052】

これらのように、本実施形態のマスク1は、複数のチップ20を支持基板10に取り付けているので、チップ20よりも大きな薄膜パターンを形成でき、例えば大画面の表示パネルをなす縦ストライプパターンの画素を形成することができる。さらに、本実施形態のマスク1は、シリコンでチップ20における開口部22を含む全ての角部位について丸みRを付与しているため、耐久性が高く、被成膜部材にキズを付けることを回避できる。

#### 【0053】

図9は、図6および図8に示すマスク1を用いて形成された蒸着パターン(薄膜パターン)の一例を示す平面図である。図10は、図9に示す蒸着パターンが形成された基板について、マスク1をずらして再度蒸着処理を施した状態の一例を示す平面図である。図11は、図10に示す蒸着パターンが形成された基板について、マスク1をずらして再度蒸着処理を施した状態の一例を示す平面図である。

30

#### 【0054】

この蒸着パターンが形成される被成膜部材をなす基板54としては、例えば有機EL装置の構成要素をなすガラス基板などの透明基板を適用できる。この場合の蒸着パターンは、例えば有機EL装置における赤色の発光層60をなすストライプパターンとする。したがって、発光層60の幅は画素のサブピクセルピッチd1となっている。

#### 【0055】

40

ただし、図9に示す蒸着パターンでは、有機EL装置の赤色の画素における複数行(例えば40行×5)の画素が形成されていない。そこで、基板54に対してマスク1を縦方向(Y軸方向)に例えば画素40個分だけずらして、再度蒸着処理を行い、図10に示すように赤色の発光層60'をパターンニングする。このようにすることにより、大きな縦ストライプパターンを持った大画面パネルの薄膜パターンを簡便に形成することができる。

#### 【0056】

図10に示す蒸着パターンでは、赤色の発光層60, 60'のみが形成されており、緑色及び青色の発光層が形成されていない。そこで、図10に示す状態の基板54に対して、マスク1を横方向(X軸方向)にサブピクセルピッチ分だけずらして緑色の発光材料をパターンニングすることで、図11に示すように、緑色の発光層62を形成する。次いで、

50

マスク 1 を横方向 ( X 軸方向 ) にサブピクセルピッチ分だけずらして青色の発光材料をパターンニングすることで、図 1 1 に示すように、青色の発光層 6 4 を形成する。

【 0 0 5 7 】

これらにより、カラー表示ができて大画面パネルをなす薄膜パターンを、簡便に、高精度に、且つ低コストで形成することができる。また、上記実施形態では同一のマスク 1 をずらしながら複数回蒸着処理することで 1 つの大画面パネルをなす薄膜パターンを形成しているが、複数種類のマスク 1 を予め作成して、その複数種類のマスク 1 を交互に用いて 1 つの大画面パネルをなす薄膜パターンを形成してもよい。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、本実施形態のマスクの製造方法を示す模式断面図である。すなわち、図 1 2 は上記マスク 1 の主要部をなすシリコンのチップ 2 0 の製造方法を示している。 10

先ず、面方位 ( 1 1 0 ) のシリコンウエハー 2 0 ' を用意し、熱酸化法により耐エッチングマスク材となる酸化シリコン膜 7 1 をそのシリコンウエハー 2 0 ' の露出面全体に 1  $\mu$  m 厚に形成する ( 図 1 2 ( a ) 参照 ) 。

この酸化シリコン膜 7 1 からなる耐エッチングマスク材は、後の工程でアルカリ水溶液を用いて行われる結晶異方性エッチングにおいて耐久性のある膜であればよい。したがって、かかる耐エッチングマスク材は、CVD法で設けられた窒化シリコン膜としてもよく、スパッター法で設けられたAu又はPt膜などでもよく、特に酸化シリコン膜に限定されるものではない。

【 0 0 5 9 】

次いで、上記シリコンウエハー 2 0 ' の一側面側の酸化シリコン膜 7 1 について、フォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングすることで、上記開口部 2 2 の開口形状 ( 断面形状 ) に対応する形状の溝パターン 7 2 を形成する。ここで、シリコンの ( 1 1 1 ) 方位と溝パターン 7 2 の長手方向とが直角になるように、その溝パターン 7 2 を形成する ( 図 1 2 ( b ) 参照 ) 。

また、上記溝パターン 7 2 の形成と同時に、アライメントマーク 1 4 をシリコンウエハー 2 0 ' に形成してもよい。

【 0 0 6 0 】

また、上記溝パターン 7 2 の形成と同時に、シリコンウエハー 2 0 ' の他側面側の酸化シリコン膜 7 1 について、上記フォトリソグラフィ工程により、上記開口部 2 2 に対応する部分を含む大きな領域 7 3 を除去する ( 図 1 2 ( b ) 参照 ) 。

このように、シリコンウエハー 2 0 ' の他側面側の酸化シリコン膜 7 1 における領域 7 3 を除去するのは、後の工程により、シリコンウエハー 2 0 ' における開口部 2 2 を含む領域の厚み d 2 を小さくするためである。すなわち、シリコンウエハー 2 0 ' から形成されるチップ 2 0 を薄くして、蒸着時に蒸着粒子が開口部 2 2 を斜め方向に通過し易くして、成膜される薄膜の厚さを均一化するためである。

酸化シリコン膜 7 1 についてのフォトリソグラフィ技術によるパターンニングでは、例えば緩衝ふっ酸溶液を用いる。

【 0 0 6 1 】

次いで、図 1 2 ( b ) に示す状態のシリコンウエハー 2 0 ' について、80℃に加熱した 3 5 重量 % の水酸化カリウム水溶液を用いて結晶異方性エッチングを行う。この結晶異方性エッチングにより、シリコンウエハー 2 0 ' における酸化シリコン膜 7 1 に覆われていない部分は、一側面および他側面の両側から除去されていき、開口部 2 2 をなす貫通溝を形成するとともに、開口部 2 2 を含む領域の厚み d 2 を小さくする。また、この結晶異方性エッチングにより、シリコンウエハー 2 0 ' の領域 7 3 側の角部 7 4 もエッチングされて、テーパ形状となる ( 図 1 2 ( c ) 参照 ) 。

【 0 0 6 2 】

上記結晶異方性エッチングのエッチング時間を制御することにより、角部 7 4 のテーパ形状および開口部 2 2 を含む領域の厚み d 2 を管理することができる。したがって、マスク 1 と蒸着源との相対的な位置関係が変動しても、マスク 1 の影の領域が変化しない良 50

好なマスクを製造することができる。

【 0 0 6 3 】

次いで、シリコンウエハ 20' に形成されている酸化シリコン膜 71 を除去することで、開口部 22 を有するチップ 20 を形成する（図 12 (d) 参照）。

この酸化シリコン膜 71 の除去では、例えば緩衝ふっ酸溶液を用いる。

これらの図 12 (a) から図 12 (d) に示す工程は、図 5 に示す開口部形成工程 S1 に相当する。そこで、図 12 (d) の工程の後に、図 5 に示す丸み形成工程を実施して、マスク 1 の構成要素となるチップ 20 を完成させる。すなわち、図 12 (d) の工程の後に、チップ 20 について、所定時間だけ等方性エッチングを施す。

【 0 0 6 4 】

これらにより、本実施形態の製造方法によれば、チップ 20 の開口部 22 について結晶異方性エッチングを用いて形成するので、開口部 22 の形状について高精度に加工することができる。また、本製造方法は、前記結晶異方性エッチングの後に等方性エッチングを施してチップ 20 のすべての角部位に丸み R を付与するので、高精度の寸法に薄膜パターンを形成でき、繰り返し使用されても容易に角部位などが破損しないチップ 20 を、簡単に製造することができる。

【 0 0 6 5 】

（電気光学装置の製造方法）

図 13 は、本発明の実施形態に係る電気光学装置の製造方法を示す模式断面図である。本実施形態では、電気光学装置の一つとして有機 EL 装置を挙げて説明する。図 13 に示すマスク 50（上記マスク 1 に該当する）には、磁性体膜 52 が形成されている。磁性体膜 52 は、鉄、コバルト、ニッケル等の強磁性材料で形成することができる。あるいは、Ni、Co、Fe や、Fe 成分を含むステンレス合金等の磁性金属材料や、磁性金属材料と非磁性金属材料との結合により、磁性体膜 52 を形成してもよい。マスク 50 のその他の詳細は、上記マスク 1 と同一である。

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、マスク 50 を使用して基板（成膜対象部材）54 に発光材料を成膜する。基板 54 は、複数の有機 EL 装置を形成するためのもので、ガラス基板等の透明基板である。基板 54 には、図 14 (A) に示すように、電極（例えば ITO 等からなる透明電極）56 および正孔輸送層 58 が形成されている。なお、電子輸送層を形成してもよい。

【 0 0 6 7 】

図 13 に示すように、基板 54 側にチップ 20 が位置するように、マスク 50 を配置する。基板 54 の背後には、磁石 48 が配置されており、マスク 50（チップ 20）に形成された磁性体膜 52 を引き寄せるようになっている。

【 0 0 6 8 】

図 14 (A) ~ 図 14 (C) は、有機 EL 装置の製造に用いられる発光材料の成膜方法を説明する模式断面図である。発光材料は、例えば有機材料であり、低分子の有機材料としてアルミキノリノール錯体 (Alq<sub>3</sub>) があり、高分子の有機材料としてポリパラフェニレンビニレン (PPV) がある。発光材料の成膜は、蒸着によって行うことができる。例えば、図 14 (A) に示すように、マスク 50 を介して赤色の発光材料をパターンニングしながら成膜し、赤色の発光層 60 を形成する。そして、図 14 (B) に示すように、マスク 50 をずらして、緑色の発光材料をパターンニングしながら成膜し、緑色の発光層 62 を形成する。そして、図 14 (C) に示すように、マスク 50 を再びずらして、青色の発光材料をパターンニングしながら成膜し、青色の発光層 64 を形成する。

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、スクリーンとなるチップ 20 が、支持基板 10 に部分的に接着されている。したがって、チップ 20 は自由度が高く、反り、撓みが発生し難く、機械的強度が高く、選択蒸着の再現性が高く、生産性が高い。本実施形態のマスク 50 では、支持基板 10 に複数の開口領域 12 が形成され、それぞれの開口領域 12 に対応してチップ 20 が

10

20

30

40

50

位置している。複数のチップ 20 が 1 つの有機 EL 装置に対応する。すなわち、マスク 50 を使用して、大画面の有機 EL 装置を高精度に且つ低コストで製造することができる。

【0070】

図 15 は、上述した発光材料の成膜方法を経て製造された有機 EL 装置の概略構成を示す模式断面図である。有機 EL 装置は、基板 54、電極 56、正孔輸送層 58、発光層 60, 62, 64などを有する。発光層 60, 62, 64上には、電極 66が形成されている。電極 66は、例えば陰極電極である。本実施形態の有機 EL 装置は、表示装置（ディスプレイ）として好適であり、発光層 60, 62, 64においてパターンずれが少なく膜厚分布が非常に均一化され、ムラの無い鮮やかな大画面の表示装置となることができ、さらに低コストで提供できる。

10

【0071】

（電子機器）

次に上記実施形態のマスクを用いて製造された電子機器について説明する。

図 16 (a) は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図 16 (a) において、符号 600 は携帯電話本体を示し、符号 601 は上記実施形態のマスクを用いて形成された電気光学装置からなる表示部を示している。図 16 (b) は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図 16 (b) において、符号 700 は情報処理装置、符号 701 はキーボードなどの入力部、符号 702 は上記実施形態のマスクを用いて形成された電気光学装置からなる表示部、符号 703 は情報処理装置本体を示している。図 16 (c) は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図 16 (c) において、符号 800 は時計本体を示し、符号 801 は上記実施形態のマスクを用いて形成された電気光学装置からなる表示部を示している。

20

【0072】

図 16 に示す電子機器は、大画面で表示でき、鮮やかでムラがなく大きな画像を高品位に表示でき、さらに、低コストで製造することができる。

【0073】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能であり、実施形態で挙げた具体的な材料や層構成などはほんの一例に過ぎず、適宜変更が可能である。例えば、上記実施形態ではマスク 1, 100, 200 を蒸着マスクとして用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、スパッター法又は CVD 法などにおけるマスクとしてマスク 1, 100, 200 を用いることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図 1】本発明の実施形態に係るマスクの一例を示す断面図である。

【図 2】同上のマスクの平面図である。

【図 3】本発明の実施形態に係るマスクの変形例を示す断面図である。

【図 4】本発明の実施形態のマスクの R の大きさと耐久性との関係を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態に係るマスクの製造方法を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の実施形態の応用例に係るマスクを示す模式斜視図である。

40

【図 7】同上のマスクによって形成される画素パターンの配列例を示す図である。

【図 8】同上のマスクの要部拡大斜視図である。

【図 9】同上のマスクを用いて形成された蒸着パターンの一例を示す平面図である。

【図 10】同上のマスクを用いて形成された蒸着パターンの一例を示す平面図である。

【図 11】同上のマスクを用いて形成された蒸着パターンの一例を示す平面図である。

【図 12】同上のマスクの製造方法を示す模式断面図である。

【図 13】本発明の実施形態に係る電気光学装置の製造方法を示す模式断面図である。

【図 14】本発明の実施形態に係る発光材料の成膜方法を示す模式断面図である。

【図 15】同上の製造方法で製造された有機 EL 装置を示す模式断面図である。

【図 16】本発明の実施形態に係る電子機器を示す斜視図である。

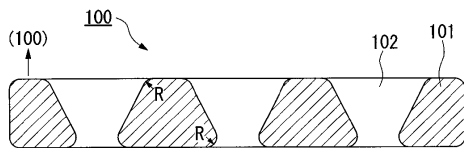
50

【符号の説明】

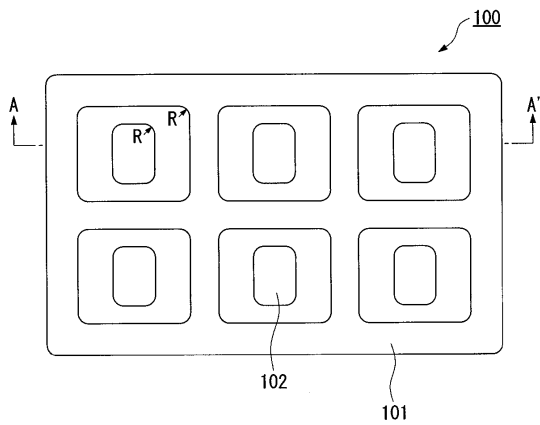
【0075】

1, 100, 200...マスク、10...支持基板、12...開口領域、20...チップ、20'  
...シリコンウエハー、22, 102, 202...開口部、101, 201...シリコン基板、R...丸み

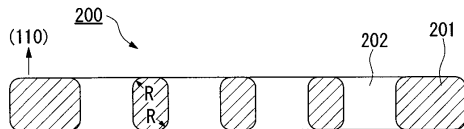
【図1】



【図2】



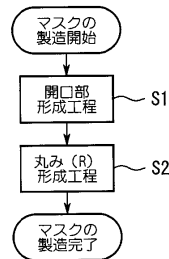
【図3】



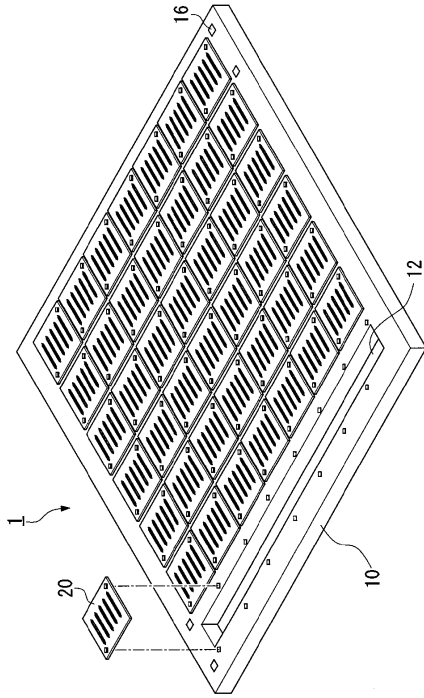
【図4】

R[μm]	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	10.0
耐えられる回数	1	5	10	100	無傷	無傷	無傷	無傷	無傷	無傷

【図5】



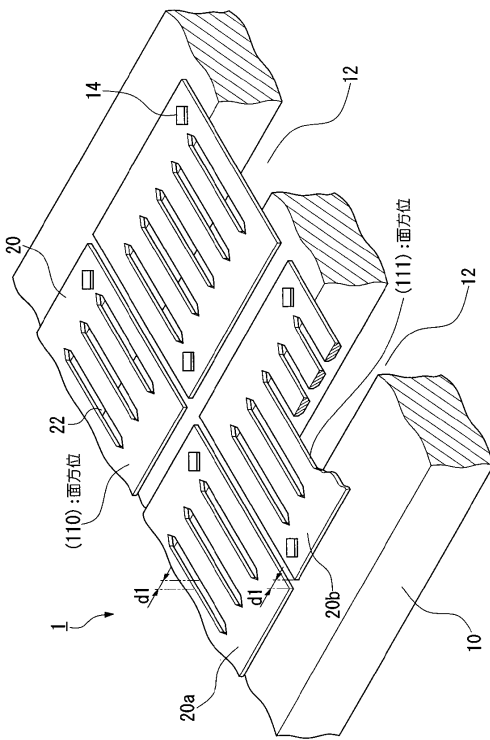
【 図 6 】



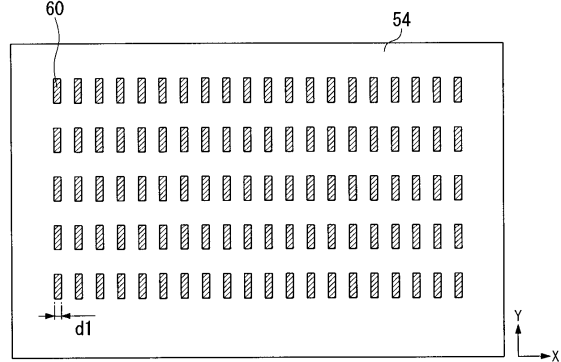
【 図 7 】

配列名称	画素配置図	1F配線コスト	画像	文字	備考
縦ストライプ		単純 (低)	○	○	• LCD/PPDに多用。 配線が簡単。画像・文字がきれい。
デルタ配列		複雑 (高)	○	△	• 大型液晶パネルに 多く用いられる。 マスクが作りやすい。
正方配列		複雑 (やや高)	○	○	• CCDに多用される。 マスクでは あまり使われない。

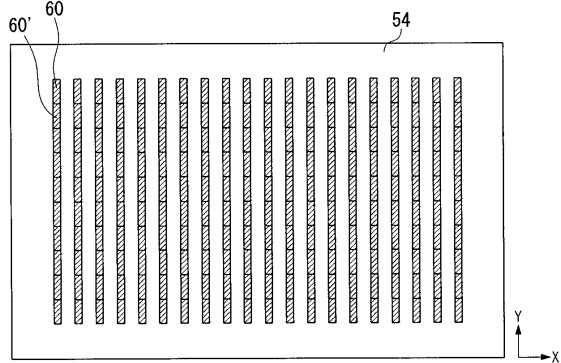
【 図 8 】



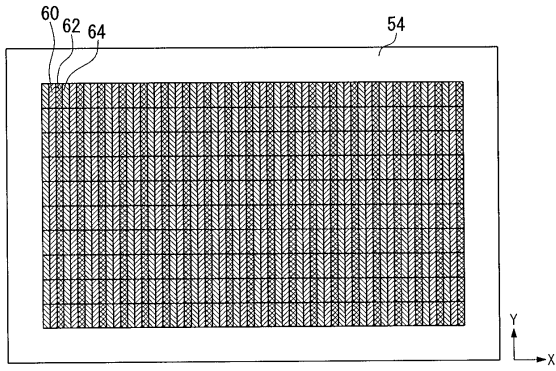
【 図 9 】



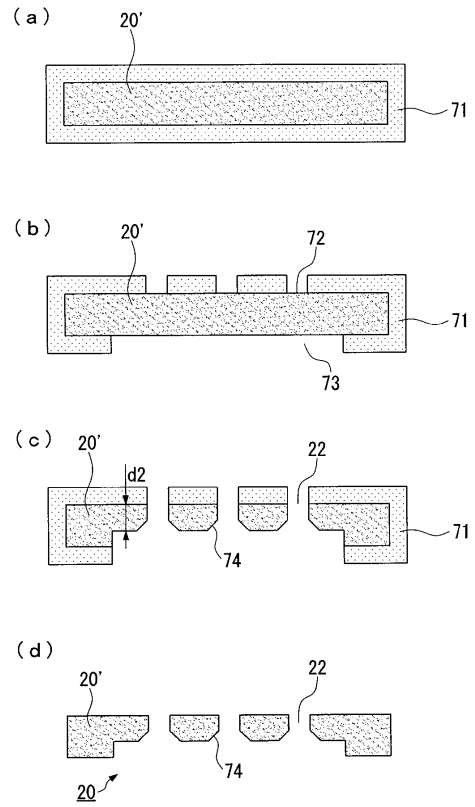
【 図 10 】



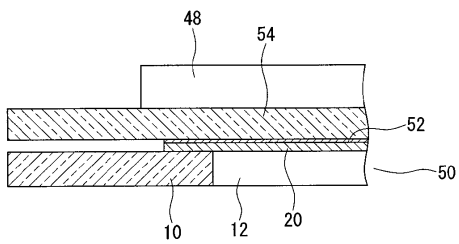
【 図 1 1 】



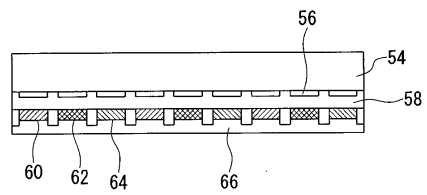
【 図 1 2 】



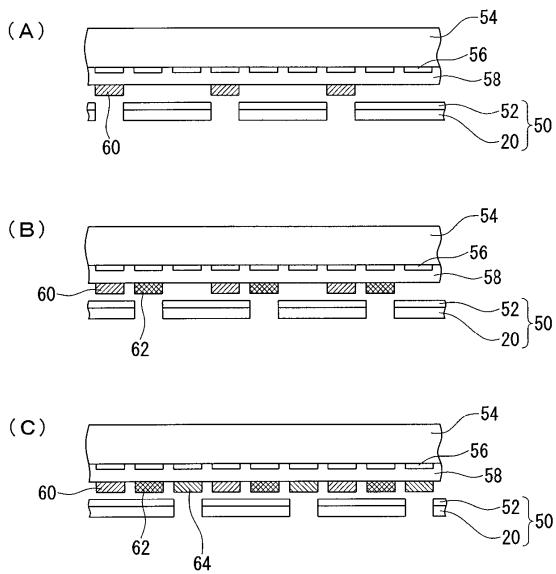
【 図 1 3 】



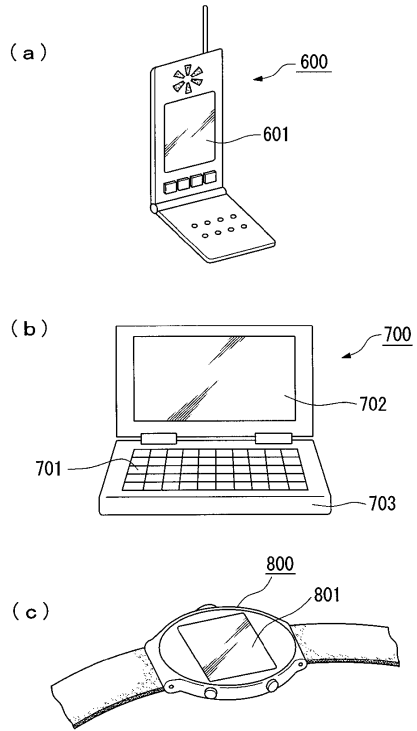
【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



【 図 16 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 四谷 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 里村 利光

(56)参考文献 特開平10-298738(JP,A)

特開平04-236758(JP,A)

特開昭62-297457(JP,A)

特開2003-100452(JP,A)

特開2002-313564(JP,A)

特開2003-045657(JP,A)

特開2004-043877(JP,A)

特開2004-006371(JP,A)

特開2005-015908(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B33/00-33/28、C23C14/00