

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3736487号
(P3736487)

(45) 発行日 平成18年1月18日(2006.1.18)

(24) 登録日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30	5 3 1 M
GO 3 F 1/08 (2006.01)	GO 3 F 1/08	Z
GO 3 F 1/14 (2006.01)	GO 3 F 1/14	B
HO 1 J 37/09 (2006.01)	HO 1 J 37/09	
HO 1 J 37/305 (2006.01)	HO 1 J 37/305	B
請求項の数 6 (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-83933 (P2002-83933)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成14年3月25日(2002.3.25)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2003-282411 (P2003-282411A)		東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(43) 公開日	平成15年10月3日(2003.10.3)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成16年3月23日(2004.3.23)		弁理士 志賀 正武
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「クラスターイオンビームプロセステクノロジー」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
	弁理士 鈴木 三義		
	(74) 代理人	100107836	
		弁理士 西 和哉	
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 リソグラフィー用のダイヤモンドウェハ、マスクブランクス及びマスク並びにダイヤモンドウェハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】
透過孔を有するマスク基板の被転写体側の面上に前記透過孔を覆うようにダイヤモンドの透過膜が形成されてなるリソグラフィー用のダイヤモンドウェハにおいて、前記透過膜の被転写体側の面であって照射光等の吸収体を配設する部位に凹部が設けられたことを特徴とするリソグラフィー用のダイヤモンドウェハ。

【請求項2】
前記凹部の周縁部が前記透過孔の周縁部よりも広い範囲で設けられていることを特徴とする請求項1記載のリソグラフィー用のダイヤモンドウェハ。

【請求項3】
前記凹部はガスクラスターイオンビームの照射によって成形され、その底面の表面粗さが $Rms = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1, 2記載のリソグラフィー用のダイヤモンドウェハ。

【請求項4】
マスク基板の上にダイヤモンドの透過膜を形成する工程と、透過膜のみで構成されるメンブレンを形成する工程とを含むリソグラフィー用のダイヤモンドウェハの製造方法において、前記透過膜の被転写体側の面であって照射光等の吸収体を配設する部位にガスクラスターイオンビームの照射によって表面粗さが $Rms = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ の底面を有する凹部を形成する工程を含むことを特徴とするリソグラフィー用のダイヤモンドウェハの製造方法。

【請求項5】

請求項1～3の何れかに記載のダイヤモンドウェハの被転写体側の面上に照射光等の吸収膜が形成されてなるリソグラフィー用のマスクブランクスにおいて、前記ダイヤモンドウェハの凹部の底面上に前記吸収膜が形成されたことを特徴とするリソグラフィー用のマスクブランクス。

【請求項6】

請求項5記載のマスクブランクスは、吸収膜が所望の転写パターンを有する吸収体に形成されてなるリソグラフィー用のマスクにおいて、前記吸収体の厚さを T 、前記凹部深さを H とすると、 $T > H$ であることを特徴とするリソグラフィー用のマスク。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体装置の集積回路の形成に用いられるリソグラフィー用のダイヤモンドウェハ、マスクブランクス及びマスク並びにダイヤモンドウェハの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、被転写体である半導体基板にマスクを介して露光光源から光線等を照射してマスク上に形成された集積回路パターンを半導体基板に転写し、エッチング工程等を経て半導体基板に集積回路を形成するリソグラフィー技術が知られている。

この技術において用いられるステッパ（露光装置）では、通常、照射光の吸収膜によって形成されるマスクの面上の集積回路パターンをレンズを介して縮小することで、半導体基板に転写される集積回路パターンを高集積化している。

20

そして近年、半導体装置の集積回路の更なる高集積化に伴い、転写解像性を高めるため、例えばKrFレーザー（波長248nm）、ArFレーザー（波長193nm）のようなエキシマレーザー、電子線、X線（波長1nm）といった、より波長の短い露光光源を用いたステッパが実用化されつつある。

【0003】

上記のような短波長の露光光源を用いるステッパでは、照射光等の回折現象による解像力の低下を無くすと共に焦点深度を深めるため、縮小露光で用いられていたレンズを廃して等倍露光とし、高解像の露光を正確に行うことを可能としている。

30

また、レンズを廃することにより装置の簡素化ができると共に、規格化された露光光源の照射面積（例えば50mm×50mm）を縮小することなく半導体基板に照射することができるため、露光面積を最大限に設けることができる。

【0004】

ここで図8に示すように、例えばX線を露光光源とするステッパ1においては、SRリング4から取り出されたX線5をマスク10を介して被転写体である半導体基板2に照射し、半導体基板2の面上に形成されたレジスト膜3に集積回路パターンを転写するものである。

一方マスク10は、透過孔14を有する例えばシリコンからなるマスク基板11の面上にその透過孔14を覆うようにX線透過率の非常に良い人工ダイヤモンドの透過膜12が形成され、透過孔14を覆うメンブレン（自立膜部）15の面上に所望の集積回路パターンを有するX線の吸収体16が形成されてなるものである。

40

【0005】

このマスク10は、等倍露光に対応するために、縮小露光の場合と比べて一層の高精度化が要求されている。そのため、吸収体16の配設部位であるメンブレン15の表面粗さをできるだけ小さくし、その面上に形成される吸収体16の加工前の状態である吸収膜16aの膜質を安定させることで、吸収体16が形成する微細な集積回路パターン（線幅30nm～0.1μm）を正確なものとしている。更に、透過膜12を平均膜厚1～20μmに形成することでメンブレン15を薄膜化し、X線透過率をより高めている。

そして、半導体基板2とマスク10とが20～30μmの微小ギャップ（図中におけるG

50

)で対向配置され、マスク10を介して半導体基板2にX線5が照射される。

このように、微小ギャップで半導体基板2に対向配置される高精度なマスク10を介して、半導体基板2に短波長の光線を照射することにより、高集積化された集積回路パターンを高解像で転写することが可能となる。

半導体基板2上の一箇所に集積回路パターンの転写が完了すると、マスク10はステップ1によって一度半導体基板2から離れ、半導体基板2の面方向で相対移動した後に、他箇所に再度微小ギャップで対向配置されて転写を開始する。この工程を繰り返しながら半導体基板2の全域に順次集積回路パターンが転写されていく。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような等倍露光のステップ1においては、マスク10と半導体基板2とが直接近接して対向配置されているため、例えばマスク10が他箇所に移動して再度半導体基板2に近接するような時にマスク10と半導体基板2とが接触した場合、マスク10のメンブレン15の面上に形成される吸収体16が半導体基板2に先あたりし、強度的に最も弱いメンブレン15に優先的に負荷が加わってしまうため、マスク10が容易に破損してしまうという問題がある。

また、更なる高解像の露光を行うため、マスク10と半導体基板2とのギャップを10～20 μm 又はそれ以上に近接させることが要求されており、上記問題の対策がより重要となっている。

そこでこの発明は、マスクと半導体基板等の被転写体とを挟ギャップ化し高解像の露光を実現すると共に、万が一マスクと被転写体とが接触した場合にもマスクの破損を回避できるリソグラフィー用のダイヤモンドウェハ、マスクブランクス及びマスク並びにダイヤモンドウェハの製造方法を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に記載した発明は、透過孔を有するマスク基板の被転写体側の面上に前記透過孔を覆うようにダイヤモンドの透過膜が形成されてなるリソグラフィー用のダイヤモンドウェハにおいて、前記透過膜の被転写体側の面であって照射光等の吸収体を配設する部位に凹部が設けられたことを特徴とする。

このように構成することで、吸収体は、透過膜の被転写体側の一般面よりも低い位置にある凹部の底面上に配設されるため、透過膜の被転写体側の一般面からの突出量を減少させる又は吸収体の突出を無くすることが可能となる。また、吸収体の配設部位の透過膜をより薄膜化することが可能となる。

ここで、上記の照射光等とは、電子線、X線を含む概念である。

【0008】

また、請求項2に記載した発明は、前記凹部の周縁部が前記透過孔の周縁部よりも広い範囲で設けられていることを特徴とする。

このように構成することで、透過膜の被転写体側の一般面と凹部の底面との変化部分と、透過膜のみで構成される自立膜部とマスク基板の面上に形成される透過膜の被支持膜部との境界部分とを、異なる位置に設けることができるため、マスクに負荷が加わった場合、構造的に最も弱い自立膜部にかかる負荷を低減することが可能となる。

また、凹部の底面を照射光等の透過部分である透過孔よりも広く形成できるため、凹部の底面上に配設される吸収体を透過孔の開口範囲で最大限に形成することができる。従って、マスクの露光面積を最大限に設けることが可能となる。

【0009】

また、請求項3に記載した発明は、前記凹部はガスクラスタイオンビームの照射によって成形され、その底面の表面粗さが $R_{\text{ms}} = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ であることを特徴とする。このように構成することで、吸収体の加工前の状態である吸収膜が、表面粗さが R_{ms} (二乗平均表面粗さ) $= 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ まで高精度に平坦化された底面上に形成されるため、吸収膜の膜質を高めることが可能となる。

10

20

30

40

50

【0010】

また、請求項4に記載した発明は、マスク基板上にダイヤモンドの透過膜を形成する工程と、透過膜のみで構成されるメンブレンを形成する工程とを含むリソグラフィー用のダイヤモンドウェハの製造方法において、前記透過膜の被転写体側の面であって照射光等の吸収体を配設する部位にガスクラスタージェットの照射によって表面粗さが $Rms = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ の底面を有する凹部を形成する工程を含むことを特徴とする。

この方法により、ダイヤモンドのような堅い物質の凹加工を行うと共に、ガスクラスタージェットの特性として加工面が高精度に平坦化されることを有効利用して、凹部の底面の全域を $Rms = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ まで高精度に平坦化することが可能となる。

ここで、凹部の周縁形状はその加工工程を短縮させるために最小限の広さとするのが望ましく、従って透過孔の周縁形状に沿った短形状であることが望ましい。この場合、通常のドライエッチングや機械研磨によって凹部の底面の全域を高精度に平坦化することが困難であるため、ガスクラスタージェットの特性の利用が特に有効である。

10

【0011】

また、請求項5に記載した発明は、前記ダイヤモンドウェハの被転写体側の面上に照射光等の吸収膜が形成されてなるリソグラフィー用のマスクブランクスにおいて、前記ダイヤモンドウェハの凹部の底面上に前記吸収膜が形成されたことを特徴とする。

このように構成することで、高精度に平坦化された凹部の底面上に吸収膜を形成することができるため、面粗さによるストレスのない膜質の高い吸収膜を形成することが可能となる。

20

【0012】

また、請求項6に記載した発明は、前記マスクブランクスに吸収膜が所望の転写パターンを有する吸収体に形成されてなるリソグラフィー用のマスクにおいて、前記吸収体の厚さを T 、前記凹部深さを H とすると、 $T < H$ であることを特徴とする。

このように構成することで、透過膜の凹部の底面上に形成された吸収体の厚さ方向の突出上面を、透過膜の被転写体側の一般面と同一かそれよりも突出させないことが可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面と共に説明する。

30

図1は本発明に係るリソグラフィー用のマスク10の斜視説明図である。

同図に示すように、この実施の形態によるマスク10は、例えばシリコンからなる円盤状のマスク基板11の一方の面に、人工ダイヤモンドの透過膜12を形成してなるダイヤモンドウェハ13を基に構成されている。

ダイヤモンドウェハ13の中央部には、 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ の透過孔14が形成されており、この透過孔14を覆う透過膜12のみで構成される部分がメンブレン15となる。

【0014】

メンブレン15のマスク基板11側と反対側の面には、図示しない反射防止膜を介して(無い場合もある)、例えば金属 W 、タンタル Ta 等からなり、所望の集積回路パターンに形成された照射光等(電子線、 X 線を含む)の吸収体16が設けられている。

40

このような構成を有するマスク10が、図示しないステッパ1において、その透過膜12側を被転写体である半導体基板2側に、マスク基板11側を露光光源6側に向くように配置される。

【0015】

図2は図1における $A-A$ 線に沿う断面図である。

同図に示すように、マスク基板11はその中央部が除去されており、露光光源6側(図2においては下方側)に向かって広がる略テーパ状の周面14aを有する透過孔14が形成されている。

マスク基板11の半導体基板2側(図2においては上方側)の面上には、透過孔14を覆うように透過膜12が形成されている。

50

マスク基板 11 と透過膜 12 との界面 11a と、透過孔 14 の周面 14a との稜線は 50 mm × 50 mm の矩形形状を形成しており、その稜線が透過孔 14 の周縁部 14b となる。また、この周縁部 14b で囲まれた透過膜 12 のみで構成される部分がメンブレン 15 となる。尚、透過膜 12 のマスク基板 11 の面上に形成される部分を被支持膜部 15a とする。

【0016】

そして、透過膜 12 の半導体基板 2 側の面には、その一般面 12a と平行な底面 17c を有する凹部 17 が設けられている。

この凹部 17 は透過膜 12 の一般面 12a に対して略垂直に設けられた周面 17a を有しており、その周面 17a と底面 17c との稜線が凹部 17 の周縁部 17b となる。そして、この周縁部 17b は、透過孔 14 の周縁部 14b よりも広い範囲で設けられている。

10

【0017】

ここで、凹部 17 は周知のガスクラスタライオンビーム G C I B の照射によって形成されている。透過膜 12 の一般面 12a の表面粗さは $R_{ms} = 30 \sim 100 \text{ nm}$ 程度であるが、凹部 17 の底面 17c においては、ガスクラスタライオンビーム G C I B の特性により凹部 17 の凹加工と同時に底面 17c が高精度に平坦化されており、その表面粗さは最良で $R_{ms} = 0.1 \text{ nm}$ まで平坦化されている。

また、凹部 17 は $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲内で一定の深さとなるように形成されている。凹部 17 の深さが $0.2 \mu\text{m}$ より浅いと、その底面 17c に形成される吸収体 16 が透過膜 12 の一般面 12a から突出し、この発明の効果が低下してしまう。また、 $1.0 \mu\text{m}$ より深いとメンブレン 15 の強度が大きく低下してしまう。

20

【0018】

そして、凹部 17 の底面 17c 上であって透過孔 14 の周縁部 14b の内側の範囲には、つまりメンブレン 15 には、 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ の厚さを有する吸収体 16 が形成されている。

この吸収体 16 は、底面 17c 上に製膜された吸収膜 16a を所望の集積回路パターンに形成してなるものである。吸収膜 16a は、底面 17c が高精度に平坦化されているため、面粗さによる歪みや残留応力等のストレスが少ない。従って、高集積化された集積回路パターンを形成する場合でも、微細な線幅で正確に形成することが可能となる。

また、凹部 17 の深さ（図中における H）が吸収体 16 の厚さ（図中における T）と同一がそれよりも深く形成されているため、吸収体 16 の突出上面 16b が透過膜 12 の一般面 12a から突出することはない。

30

尚、吸収膜 16a が集積回路パターンに形成される前の状態のデバイスをマスクブランク ス 10a とする。

【0019】

以上の構成により、半導体基盤 2 とマスク 10 とが万が一接触した場合でも、吸収体 16 が半導体基盤 2 に先あたりすることがなく、マスク基板 11 の面上に形成される透過膜 12 の被支持膜部 15a 及び吸収体 16 の突出上面 16b が同時に接触するか被支持膜部 15a のみが接触するため、メンブレン 15 が優先的にダメージを受けることがなく、マスク 10 と半導体基盤 2 とを狭ギャップ化した場合でもマスク 10 の破損を回避することができる。

40

【0020】

また、凹部 17 が形成されたことにより、メンブレン 15 が薄膜化されて照射光等の透過率を一層向上させている。更に、凹部 17 は透過孔 14 よりも広く形成されているため、露光面積を最大限に設けることができる。そして、凹部 17 の底面 17c が高精度に平坦化されているため、そこに形成される吸収体 16 の加工前の吸収膜 16a の膜質を高めて微細な転写パターンを正確に形成することができる。

【0021】

そして、凹部 17 の周縁部 17b が透過孔 14 の周縁部 14b を避けた位置に形成されているため、メンブレン 15 に負荷が加わった場合に、透過膜 12 の一般面 12a と凹部 1

50

7の底面17cとの変化部分での応力集中と、メンブレン15と被支持膜部15aとの境界部分での応力集中とが、同一箇所で生じることを防止することができる。従って、マスク10の破損を回避することができる。

特に、シリコンとダイヤモンドといった熱物性が異なる材料を組み合わせるダイヤモンドウェハ13においては、その界面11aにストレスが生じているため、透過孔14の周縁部14bの応力集中を低減することの効果が高い。

【0022】

次に、この発明に係るマスク10の製造方法について、X線リソグラフィ用マスクを例に説明する。

先ず、シリコン単結晶から切り出された例えば直径100mm、厚さ2000 μ mの寸法のマスク基板11を形成する。そして、その上面をRms = 0.1 ~ 0.5nmに鏡面加工し、人工ダイヤモンドを蒸着することで、図3に示すように透過膜12(膜厚2 μ m)を有するダイヤモンドウェハ13を形成する。

10

【0023】

そして、ダイヤモンドウェハ13の透過膜12の上面であって、透過孔14の周縁部14bよりも広い範囲に、周知のガスクラスターイオンビームGCIBの照射によって0.2 ~ 1.0 μ mの範囲内で一定の深さを有する凹部17を形成する。

更に、マスク基板11の下面を覆い且つその中央部に50mm x 50mmの孔を有する保護シートを密着させ、その孔部分に露出したマスク基板11をエッチング溶液で溶解除去することで、図4に示すように透過孔14及びその透過孔14を覆うメンブレン15を形成する。

20

【0024】

ここで、ガスクラスターイオンビームGCIBについて図7を用いて説明する。

同図に示すように、ガスクラスターイオンビーム装置50は、主としてクラスター生成部51と、イオン化部52と、加速照射部53とから構成されている。

クラスター生成部51では、アルゴンガス等の原料ガスを高圧で真空中に噴出することにより、原料ガスが断熱膨張により凝縮して原料ガス原子の集団であるクラスター55が生成される。

生成されたクラスター55はイオン化部52でイオン化され、加速照射部53の加速電圧により加速されてガスクラスターイオンビームGCIBとなり被加工物54に照射される。

30

照射されたガスクラスターイオンビームGCIBは被加工物54に衝突してその加工表面54aをスパッタする。この時、衝突によってクラスター55を形成していた原子が分離し、被加工物54の加工表面54aと平行に飛散することで加工表面54aの突起をスパッタし、加工表面54aが高精度に平坦化される。

【0025】

上記ガスクラスターイオンビームGCIBを用いて人工ダイヤモンドからなる透過膜12に凹部17を形成するに際して、その底面17cの高精度な平坦化を伴う凹加工を行うためのガスクラスターイオンビームGCIBの主要パラメータを下記に示す。

- ・クラスター生成室圧力：4000 ~ 10000 Torr
- ・加速電圧：20 ~ 50 KeV
- ・イオン化電圧：200 ~ 500 V
- ・イオン化電流：200 ~ 500 mA
- ・照射量：3e + 17 ~ 1e + 19 ions / cm²

40

【0026】

人工ダイヤモンドのような硬い材料に凹部17を形成するにあたって、通常のドライエッチングで加工を行った場合は、凹部17の底面17cの表面粗さが荒くなってしまう。また、機械研磨を行っても凹部17の周縁部17b付近まで研磨することは困難である。

上記のガスクラスターイオンビームGCIBを用いれば、凹部17を形成すると共にその底面17c全域の高精度な平坦化が可能であるため、生産効率が向上すると共に凹部17

50

の底面17cに形成されるX線の吸収膜16aの膜質を高めることができる。

【0027】

上記ガスクラスタライオンビームGCIBの照射によって形成された凹部17の底面17cは、その表面粗さが $Rms = 0.1 \sim 10 \text{ nm}$ に仕上げられており、図5に示すようにその底面17c上であって透過孔14の周縁部14bの内側の範囲に、つまりメンブレン15に、図示しない反射防止膜を介して、例えばTa膜又はW-Ti合金膜(Ti:1.5%含有)等からなるX線の吸収膜16aを平均膜厚 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ で製膜し、マスクブランク10aを形成する。

【0028】

最後に、吸収膜16aの表面に、所望の集積回路パターンを描くように電子ビームを走査させた後にエッチング工程を経て、集積回路パターンを有する吸収体16が形成されて、図6に示すリソグラフィー用のマスク10が完成する。 10

【0029】

上述のように製造されたリソグラフィー用のマスク10において、ダイヤモンドウェハ13の凹部17をガスクラスタライオンビームGCIBによって形成することにより、凹部17の凹加工とその底面17cの高精度な平坦化加工とを同時に行うことができるため、ダイヤモンドウェハの製造工数を低減できる。

また、短形状の凹部17においても、その底面17cの全域が高精度に平坦化されるため、その面上に形成される吸収膜16aの膜質が高まり、微細な集積回路パターンを正確に形成することができる。 20

【0030】

【発明の効果】

以上説明してきたように、請求項1に記載した発明によれば、吸収体の、透過膜の被転写体の一般面からの突出量を減少させる又は吸収体の突出を無くすことが可能となるため、マスクと被転写体とをより狭ギャップ化することができる。また、吸収体の配設部位の透過膜をより薄膜化することが可能となるため、照射光等の透過性をより高めることができる。

従って、より高解像の露光が可能となり、半導体装置の一層の高集積化に対応できる効果がある。

【0031】

また、請求項2に記載の発明によれば、マスクに負荷が加わった場合、構造的に最も弱い自立膜部にかかる負荷を低減することが可能となるため、自立膜部の強度を高め、マスクが容易に破損することを防止できる効果がある。

また、マスクの露光面積を最大限に設けることが可能となるため、半導体装置の一層の高集積化に対応できる効果がある。

【0032】

また、請求項3に記載の発明によれば、吸収膜が形成される底面を高精度に平坦化することで吸収体の膜質を高めることが可能となるため、微細な転写パターンを正確に形成することができる効果がある。

【0033】

また、請求項4に記載の発明によれば、凹部の形成とその底面の全域の高精度な平坦化とを同時に行うことが可能となるため、ダイヤモンドウェハの製造工数を低減できる効果がある。 40

【0034】

また、請求項5に記載の発明によれば、膜質の高い吸収膜を形成することが可能となるため、その吸収膜を所望の転写パターンに形成するに際して、微細な線幅のパターンを正確に形成することができる効果がある。

【0035】

また、請求項6に記載の発明によれば、吸収体の厚さ方向の突出上面が透過膜の被転写体側の一般面と同一かそれよりも突出させないことが可能となるため、万が一マスクと被転 50

写体とが接触した場合に、透過孔の開口範囲に形成されている吸収体の突出上面のみが先あたりすることを防止できる。

従って、強度的に最も弱い自立膜部に負荷が集中することを防止することができ、マスクと被転写体とを挟ギャップ化した場合でもマスクの破損を回避することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態の斜視説明図である。

【図 2】 図 1 の A - A 線に沿う断面図である。

【図 3】 ダイヤモンドウェハの加工前の断面図である。

【図 4】 ダイヤモンドウェハの加工後の断面図である。

10

【図 5】 マスクブランクス of 断面図である。

【図 6】 マスクの断面図である。

【図 7】 ガスクラスタライオンビーム装置の構成説明図である。

【図 8】 従来の X 線を露光光源とするステッパの構成説明図である。

【符号の説明】

2 半導体基板

1 0 マスク

1 0 a マスクブランクス

1 1 マスク基板

1 2 透過膜

20

1 3 ダイヤモンドウェハ

1 4 透過孔

1 4 b 周縁部

1 5 メンブレン

1 6 吸収体

1 6 a 吸収膜

1 7 凹部

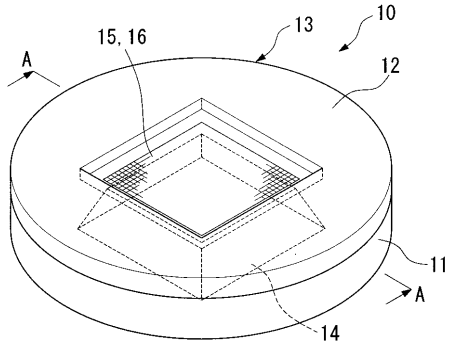
1 7 b 周縁部

1 7 c 底面

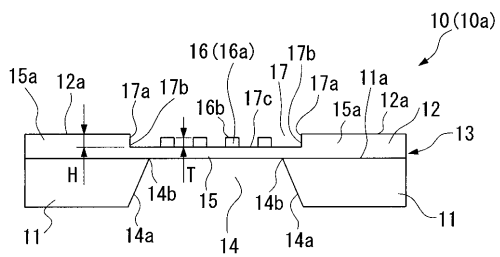
G C I B ガスクラスタライオンビーム

30

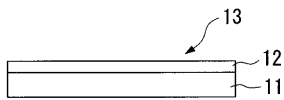
【 図 1 】



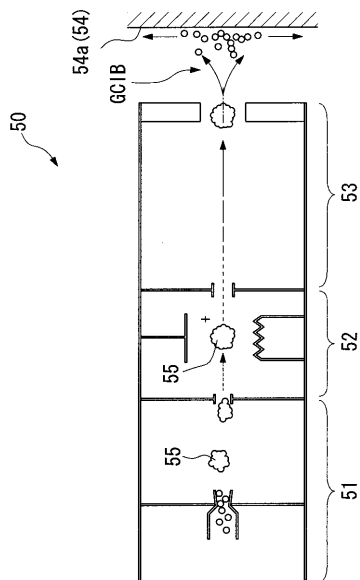
【 図 2 】



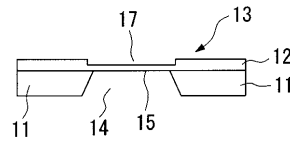
【 図 3 】



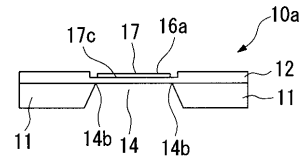
【 図 7 】



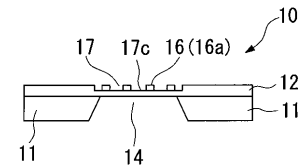
【 図 4 】



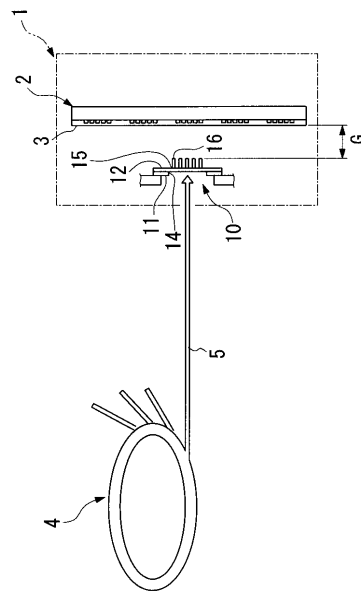
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/30 5 4 1 S

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 西山 昭雄

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

(72)発明者 松木 竜一

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

(72)発明者 大島 秀夫

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

(72)発明者 足立 美紀

茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター
内

(72)発明者 松尾 二郎

京都府京都市左京区吉田本町 京都大学 工学部イオン工学実験施設内

審査官 多田 達也

(56)参考文献 特開昭63-232426(JP,A)

特開平04-315417(JP,A)

特開昭63-122121(JP,A)

特開平11-150058(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 21/027

G03F 1/00 - 1/16