

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-207182

(P2013-207182A)

(43) 公開日 平成25年10月7日(2013.10.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 4 1 S	2 H O 9 5
G O 3 F 1/20 (2012.01)	G O 3 F 1/20	5 F O 5 6
G O 3 F 1/78 (2012.01)	G O 3 F 1/78	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-76521 (P2012-76521)	(71) 出願人	000003193
(22) 出願日	平成24年3月29日 (2012. 3. 29)		凸版印刷株式会社
			東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号
		(74) 代理人	100089875
			弁理士 野田 茂
		(72) 発明者	大能 和人
			東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内
		F ターム (参考)	2H095 BA08 BB02
			5F056 AA06 AA22 AA30 FA05

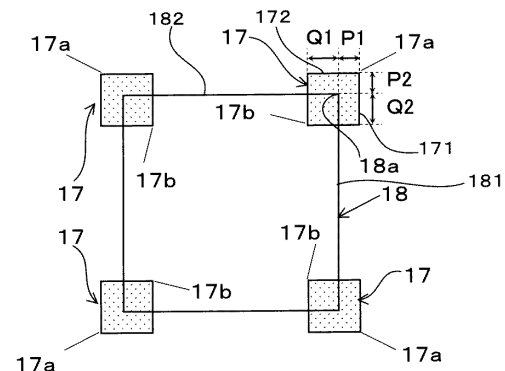
(54) 【発明の名称】 荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法及び荷電ビーム投影露光用マスク

(57) 【要約】

【課題】描画用アパーチャの開口パターンのコーナー形状を限りなく設計パターンに近づける荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法及びマスクを提供する。

【解決手段】シリコン膜からなる基材をエッチング加工して開口パターンを形成した描画用アパーチャを有する荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、シリコン膜からなる基材に開口パターンを形成するためのレジストパターンを形成する際に、予めレジスト層に形成される描画開口パターン 18 の各コーナー部 18 a にレジストパターンのコーナー R 値を極小化する補助パターン 17 をそれぞれ付加する。各補助パターン 17 は、描画開口パターン 18 と一部が重なり合い残りの部分が描画開口パターン 18 の外側に位置し、コーナー部の頂点 17 a がその内側に入る四角形状を呈している。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材をエッチング加工して開口パターンを形成した描画用アパーチャを有する荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、

前記基材に前記開口パターンを形成するためのレジストパターンを形成する際に、予めレジスト層に形成される描画開口パターンの各コーナー部に前記レジストパターンのコーナー R 値を極小化する補助パターンをそれぞれ付加し、

前記補助パターンは、前記描画開口パターンと一部が重なり合い残りの部分が前記描画開口パターンの外側に位置し前記コーナー部の頂点がその内側に入る四角形状を呈している、

10

ことを特徴とする荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法。

【請求項 2】

前記描画開口パターンは矩形を呈し、前記補助パターンが呈する前記四角形状はその一边を前記矩形の一边と一致または平行しており、

前記補助パターンが呈する前記四角形状の頂点のうち前記描画開口パターンの外側に位置し前記描画開口パターンから最も離れた第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの一方の辺と平行な方向に延びる第 1 の辺と、前記一方の辺との距離を P 1 とし、前記第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの他方の辺と平行な方向に延びる第 2 の辺と、前記他方の辺との距離を P 2 とし、

20

前記第 1 の頂点の対角線上にある前記四角形状の第 2 の頂点から前記他方の辺との距離を Q 1 とし、前記第 2 の頂点から前記一方の辺との距離を Q 2 とした時に、

前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 を、レジストパターン形成プロセスや成型アパーチャの形状及びレジストの膜厚に応じて決定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法。

【請求項 3】

前記描画開口パターンは矩形を呈し、前記補助パターンが呈する前記四角形状はその一边を前記矩形の一边と一致または平行しており、

前記補助パターンが呈する前記四角形状の頂点のうち前記描画開口パターンの外側に位置し前記描画開口パターンから最も離れた第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの一方の辺と平行な方向に延びる第 1 の辺と、前記一方の辺との距離を P 1 とし、前記第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの他方の辺と平行な方向に延びる第 2 の辺と、前記他方の辺との距離を P 2 とし、

30

前記第 1 の頂点の対角線上にある前記四角形状の第 2 の頂点から前記他方の辺との距離を Q 1 とし、前記第 2 の頂点から前記一方の辺との距離を Q 2 とした時に、

前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 を、前記各コーナー部毎にそのコーナー R 値の大きさに合わせて異なる値に設定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法。

40

【請求項 4】

前記各コーナー部毎に付加された前記補助パターンが呈する前記四角形状を同一大きさ及び同一形状にし、前記各四角形状をレジスト層に形成する際の露光量を、前記各コーナー部毎にそのコーナー R 値の大きさに合わせて異なる値に設定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法。

【請求項 5】

前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 はいずれも 0.1 μ m 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に何れか 1 項記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法。

50

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 に何れか 1 項記載の製造方法により作製されたことを特徴とする荷電ビーム投影露光用マスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体製造に用いられる荷電ビームによる投影露光を行う転写マスクの製造方法及びこれにより作製された荷電ビーム投影露光用マスクに関する。

【背景技術】

【0002】

10

近年、半導体の製造プロセスにおいて露光光源に電子線を用いた電子線リソグラフィー技術が使われている。特に線幅が 22 nm のノード以降で、EUV や ArF 液浸、ダブル露光といったリソグラフィー方式ではマスクや露光装置のコスト高騰が顕著になり、少量品のプロセスには不向きであるといえる。そのため、先端品の試作開発や準量産のデバイスに電子線リソグラフィーの適用が期待されている。

【0003】

電子線リソグラフィーに用いる荷電ビーム描画装置では、荷電ビームを所望の形状に成形するため、電子線を照射する電子銃と被転写基板との間に複数枚の荷電ビーム投影露光用マスクを配置させている。

【0004】

20

図 1 に荷電ビーム投影露光用マスクの一例を示す。荷電ビーム投影露光用マスク 6 は、一般に、バルクシリコン 4 に酸化シリコン膜 3 を介して支持されたシリコンの自立薄膜（メンブレン）2 に荷電ビーム 5 が通過する開口パターン 1 を形成した描画用アパーチャを有するステンシル型の転写マスクが用いられている。メンブレン 2 に入射した荷電ビーム 5 はメンブレン内に吸収もしくは散乱され、開口パターン 1 を通過した荷電ビーム 5 が被転写基板に到達してリソグラフィーを行うことが可能である。

【0005】

荷電ビーム投影露光用マスクは、通常、電子銃に近い側に 1 枚、被転写基板に近い側に 1 枚の計 2 枚、配置されている。電子銃に近い、第 1 の荷電ビーム投影露光用マスクにおける開口パターンは通常、矩形に設計されている。また、第 2 の荷電ビーム投影露光用マスクにおける開口パターンは種々のものが考えられている。特に部分一括露光方式と呼ばれる電子線リソグラフィー方式では、第 2 の荷電ビーム投影露光用マスクにおける開口パターンとして、回路パターンに頻出する図形パターンを数十～数千個程度抽出し、それらを開口パターン群として自立薄膜 2 の上に形成する。

30

【0006】

荷電ビーム描画装置により切り出され、被転写基板に到達する荷電ビームの形状は、荷電ビーム投影露光用マスク 6 上の開口パターン 1 の形状に強く影響される。例えば、開口パターン 1 のエッジのラフネスが大きくなれば、それだけ転写される荷電ビームの形状のラフネスも大きくなり、リソグラフィーにより形成されるパターンのラフネスも大きくなる。そのため、開口パターン 1 の形状については、寸法の制御だけではなく、コーナーの丸みやエッジラフネスの制御も重要であり、これらは極力小さく抑えるのが望ましい。

40

【0007】

荷電ビーム投影露光用マスクは、バルクシリコン、酸化シリコン膜、シリコンのメンブレンの順に積層された、SOI (Silicon On Insulator) 基板を加工して作製される。開口パターン 1 は、メンブレン上にレジストパターンを形成し、そのレジストパターンをマスクにしてメンブレンをドライエッチング加工することにより形成される。

【0008】

メンブレンは、そのエッチング方法やエッチング条件にもよるが、このメンブレンのドライエッチング加工中に、シリコン膜面に対して水平方向にも進むサイドエッチングが入ることにより、開口パターン 1 の 4 コーナーは丸みを帯びた形状となる。その結果として

50

得られる開口パターン 1 は、コーナーの丸み (R 値) が大きくなり、形状が劣化してしまうことが問題となっている。

一般には、同じ開口面積、同じエッチング条件であればメンブレンが厚くなるほどサイドエッチングの量が大きくなり、開口パターンの加工精度も悪くなる。このため、メンブレンの厚みはできるだけ薄いほうが望ましい。しかしながら、メンブレンの厚さは、照射される荷電ビームの遮蔽性や耐熱性なども勘案して決定されるため、厚いシリコン膜にコーナーの丸みが小さい、高精度の開口パターンを加工することが課題となっていた。

開口パターンのコーナーの丸みを抑える方法として、エッチングマスクとなるレジスト層の描画開口パターンのコーナー部に補助パターンを付加する方法が知られている (特許文献 1 参照)。

【0009】

図 2 は、従来における補助パターンの一例を示す。この図 2 において、補助パターン 12 は、2 等辺 3 角形の等しい内角をもつ二つの頂点 11b が、前記開口パターンの異なる辺上にあって、かつ描画開口パターンのコーナー 11c までの距離が等しい 2 点に、それぞれ重なるように配置したとして、その 2 等辺 3 角形から前記コーナー 11c の部分と重なる部分を切り取った、4 角形状の補助パターン 12 を描画開口パターン 11 の四隅に付加することにより、コーナーの丸みを抑えられるようになっている。

【0010】

また、図 2 に示す 2 等辺三角形の頂点 12a と描画開口パターン 11 の各辺を延長した線までの距離を A、開口パターンの辺上に位置した 2 つの頂点 11b からコーナーまでの距離を B としたとき、前記距離 A 及び B の値を基材のサイドエッチングの量に応じて決定することにより、前記コーナー R 値を極めて小さくし、かつ、前記レジストパターンを剥離処理した後の荷電ビーム投影露光用マスク完成後には残っていないパターンを形成することが可能になる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】特許第 4720021 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、半導体デバイスの微細化が進むにつれ、荷電ビーム投影露光用マスクの形状忠実性に対する要求が高まってきたことを受け、サイドエッチング量が極力小さくなるようなドライエッチング条件を用いるケースが多くなってきている。その結果、コーナー形状の丸みは、サイドエッチングによる丸まりより、レジストパターンに元より形成されるコーナー形状の丸まりの方が支配的になってしまっている。そのため、レジスト開口に付加する補助パターンは、サイドエッチングの量と相殺させるためではなく、レジストパターンの丸まりを解消するために付加するものへと、性質が変わっている。そのため、特許文献 1 の方式をそのまま適用したところ、新たな 3 つの課題が出てきた。

【0013】

第一の課題は、サイドエッチング量が小さくなり過ぎて、荷電ビーム投影露光用マスク完成後には残らないはずの補助パターンまでもが開口パターンとして形成されてしまう点である。

【0014】

図 3 (a) は、矩形パターンのコーナーに $A = 0.1$ 、 $B = 0.1 \mu m$ の特許文献 1 に記載の補助パターンを付加したときのコーナー部のレジストパターンであり、図 3 (b) は、図 3 (a) のレジストパターンをマスクとしてエッチングしたときのパターン開口のコーナー部であるが、サイドエッチングがほとんど入らないようなエッチング条件にて処理しているため、補助パターンとして付加した 2 等辺 3 角形の形状が、エッチング後の開口パターンにも残ってしまっている。距離 A、B の値を十分に小さくすると、レジストパ

10

20

30

40

50

ターンの時点でも特許文献 1 に記載の補助パターンの形状 (2 等辺 3 角形) が出なくなるが、コーナーの丸みを抑制する効果が低減するのと併せて、第二の課題が発生する。

【 0 0 1 5 】

第二の課題は、補助パターンが極めて小さく、かつ 90°未満の鋭角を含むため、補助パターンの形状に忠実な荷電ビームが照射されないことがあり、補助パターンが安定して形成できない点である。

【 0 0 1 6 】

荷電ビーム投影露光用マスクのパターン形成には、高い加工精度と最低限のスループットとが必要とされるため、可変成型ビーム方式の電子線露光機が用いられることが多い。この可変成型ビーム方式では、電子線の照射経路に矩形の開口パターンを有する 2 枚の成型アパーチャを配置し、1枚目と2枚目のアパーチャの間で磁場などにより電子線を偏向させ、2枚目の成型アパーチャに照射する位置を調整することにより、任意の大きさの矩形パターンを切り出すことができる。

特許文献 1 に記載の補助パターン 12 のような斜め線を含むパターンを形成するには、図 4 のように矩形ビーム 13 を少しずつ重ねながら照射する必要がある。しかしながら、前記補助パターンの 4 角形状は 90°未満の鋭角を含むため、特に鋭角の先端付近で、矩形ビーム 13 が極端に小さくなる。電子線露光機の成型アパーチャのコーナーにも当然丸みが存在するため、その丸み以下の矩形パターンを形成しようとする、電子線が丸み部分に吸収され、形状が著しく劣化する、もしくは電子線が取り出せなくなる。そのため、補助パターンに忠実な形状を照射できず、その結果として、補助パターンの形成不良が発生し、レジストパターンのコーナーの丸みも改善されないままとなる。

【 0 0 1 7 】

第三の課題は、矩形パターンのコーナーの四隅で最適な補助パターンの形状が異なる点である。

【 0 0 1 8 】

図 5 は、可変成型ビーム方式にて 2 枚の成型アパーチャを通して切り出される矩形パターン 16 の模式図である。この図 5 から明らかのように、矩形パターン 16 の 4 つのコーナーの由来がそれぞれ異なる。矩形パターン 16 の右上コーナー 16a は第一の成型アパーチャ開口 14 のコーナーから形成され、矩形パターン 16 の左下コーナー 16b は第二の成型アパーチャ開口 15 のコーナーから形成され、矩形パターン 16 の左上のコーナー 16c および右下のコーナー 16d は第一の成型アパーチャと第二の成型アパーチャのそれぞれ 1 辺が交差することで形成されているのが分かる。これらのコーナー丸みのばらつきはおおよそ 0.1 μm 以下であるが、サイドエッチング量が極力小さくなるようなドライエッチング条件にて処理すると、そのバラつきが忠実に再現されてしまう。また、矩形パターンの四隅の形状がバラついているため、各コーナーに同様の補助パターンを入れているつもりでも、実際に形成される電子線のパターン形状が四隅で異なることがある。

【 0 0 1 9 】

上述した第二、第三の課題は、例えば露光方式をポイントビーム方式に変更すれば回避可能であるが、スループットが悪くなるため、現実的ではない。また、補助パターンのみポイントビーム方式にて形成する方法も考えられるが、メインの開口パターンと補助パターンのアライメント精度が問題となるため、こちらも実現は難しい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 0 】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、描画用アパーチャの開口パターンのコーナー形状を限りなく設計パターンに近づける荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法及びこれにより作製された荷電ビーム投影露光用マスクを提供することを目的とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 に記載の発明は、基材をエッチング加工して開口パターンを形成した描画用アパーチャを有する荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、前記基材に前記開口パ

10

20

30

40

50

ターンを形成するためのレジストパターンを形成する際に、予めレジスト層に形成される描画開口パターンの各コーナー部に前記レジストパターンのコーナー R 値を極小化する補助パターンをそれぞれ付加し、前記補助パターンは、前記描画開口パターンと一部が重なり合い残りの部分が前記描画開口パターンの外側に位置し前記コーナー部の頂点がその内側に入る四角形状を呈していることを特徴とする。

【0022】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、前記描画開口パターンは矩形を呈し、前記補助パターンが呈する前記四角形状はその一边を前記矩形の一边と一致または平行しており、前記補助パターンが呈する前記四角形状の頂点のうち前記描画開口パターンの外側に位置し前記描画開口パターンから最も離れた第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの一方の辺と平行な方向に延びる第 1 の辺と、前記一方の辺との距離を P 1 とし、前記第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの他方の辺と平行な方向に延びる第 2 の辺と、前記他方の辺との距離を P 2 とし、前記第 1 の頂点の対角線上にある前記四角形状の第 2 の頂点から前記他方の辺との距離を Q 1 とし、前記第 2 の頂点から前記一方の辺との距離を Q 2 とした時に、前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 を、レジストパターン形成プロセスや成型アパーチャの形状及びレジストの膜厚に応じて決定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする。

【0023】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、前記描画開口パターンは矩形を呈し、前記補助パターンが呈する前記四角形状はその一边を前記矩形の一边と一致または平行しており、前記補助パターンが呈する前記四角形状の頂点のうち前記描画開口パターンの外側に位置し前記描画開口パターンから最も離れた第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの一方の辺と平行な方向に延びる第 1 の辺と、前記一方の辺との距離を P 1 とし、前記第 1 の頂点から、前記第 1 の頂点に最も近い前記コーナー部を形成する 2 つの辺のうちの他方の辺と平行な方向に延びる第 2 の辺と、前記他方の辺との距離を P 2 とし、前記第 1 の頂点の対角線上にある前記四角形状の第 2 の頂点から前記他方の辺との距離を Q 1 とし、前記第 2 の頂点から前記一方の辺との距離を Q 2 とした時に、前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 を、前記各コーナー部毎にそのコーナー R 値の大きさに合わせて異なる値に設定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする。

【0024】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、前記各コーナー部毎に付加された前記補助パターンが呈する前記四角形状を同一大きさ及び同一形状にし、前記各四角形状をレジスト層に形成する際の露光量を、前記各コーナー部毎にそのコーナー R 値の大きさに合わせて異なる値に設定することにより、前記レジストパターンを該レジストパターンのコーナー R 値が極小化される矩形状にすることを特徴とする。

【0025】

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 乃至 3 に何れか 1 項記載の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法において、前記距離 P 1、P 2 及び前記距離 Q 1、Q 2 はいずれも 0.1 μ m 以下であることを特徴とする。

【0026】

請求項 6 記載の発明は、荷電ビーム投影露光用マスクであって、請求項 1 乃至 5 に何れか 1 項記載の製造方法により作製されたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0027】

本発明の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法及びこの製造方法により作製された露

10

20

30

40

50

光用マスクは、描画用アパーチャの開孔パターンのマスクとなるレジストパターンに補助パターンを付加することにより、そのレジスト形状を限りなく設計パターンに近づけることができ、精度の良い開孔パターンを持つ転写マスクの作製と微細パターンの転写露光が可能となる。また、補助パターンをコーナーごとに最適化することにより、製造歩留りも向上する。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】(a)は荷電ビーム投影露光装置用マスクの上面図、(b)は荷電ビーム投影露光装置用マスクの断面図に関する模式図である。

【図2】特許文献1に記載の補助パターンを付加した描画開孔パターンの一例を示す模式図である。

【図3】(a)は特許文献1に記載の補助パターンを付加した描画開孔パターンのコーナー部におけるレジストパターン形成直後のSEM観察像であり、(b)はエッチング直後のSEM観察像である。

【図4】特許文献1に記載の補助パターンのような斜め線を含むパターンを、矩形ビームに分割して照射したときの模式図である。

【図5】可変成型ビーム方式にて2枚の成型アパーチャを通して切り出される矩形パターンの模式図である。

【図6】本発明の製造方法によって作製される補助パターン付き描画開孔パターンの一例を示す模式図である。

【図7】図6に示す描画開孔パターンの作製時におけるレジスト膜厚と最適な補助パターン寸法の一覧表である。

【図8】本発明の製造方法によって作製される補助パターン付き描画開孔パターンの他の例を示す模式図である。

【図9】図8に示す描画開孔パターンの作製時における四隅のコーナーR形状をそれぞれ最適化した結果の一覧表である。

【図10】本発明の製造方法によって作製される補助パターン付き描画開孔パターンのさらに他の例を示す模式図である。

【図11】(a)は本発明の補助パターン付き描画開孔パターンを用いてシリコン膜からなる基材上にレジストパターンを形成した場合の実施例を示す模式部分の平面図であり、(b)は前記模式部分の断面図である。

【図12】(a)はシリコン膜からなる基材をエッチング加工して基材に開孔パターンを形成した場合の本発明の実施例を示す模式部分の平面図であり、(b)は前記模式部分の断面図である。

【図13】本発明にかかる荷電ビーム投影露光用マスクの一例を示す模式構成断面図である。

【図14】(a)は補助パターンを付加しない描画開孔パターンを用いてシリコン膜からなる基材上にレジストパターンを形成した場合の比較例を示す模式部分の平面図であり、(b)は前記模式部分の断面図である。である。

【図15】本発明の実施例および比較例の描画開孔パターンのコーナー部におけるレジストパターン形成直後のSEM観察像、およびエッチング直後の開孔パターンのSEM観察像である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

本発明の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法は、シリコン膜からなる基材に開孔パターンを有する描画アパーチャを形成するに際し、レジストパターンにて発生してしまうコーナー形状の丸みを打ち消すような補助パターンを、感光層に電子線でパターン描画する時の描画開孔パターンに予め付加することで、レジストパターンのコーナーR値が極小化され、精度の良いレジスト開孔パターンが得られるようにしたものである。

【0030】

図6により、本発明の製造方法により作製される補助パターン付き描画開口パターンの第1の実施の形態について説明する。

図6において、荷電ビーム投影露光用マスクを作製する描画開口パターン18は、描画開口パターン18の四隅に位置する各コーナー部18aにそれぞれ付加された補助パターン17を有している。

この補助パターン17は、基材に開口パターンを形成するためのレジストパターンを形成する際に、レジストパターンのコーナーR値を極小化するためのものであり、描画開口パターン18のコーナー部18aと一部が重なり合い残りの部分が描画開口パターン18の外側に位置し、コーナー部18aの頂点がその内側に入る四角形状を呈している。

10

【0031】

描画開口パターン18は、図6に示すように正方形を呈し、そして補助パターン17が呈する正方形の対角線は、正方形を呈する描画開口パターン18の対角線と一致している（または平行している）。

また、描画開口パターン18の四隅に位置する各コーナー部18aに付加された各補助パターン17において（なお、各補助パターン17は同様な寸法条件であるため、描画開口パターン18右上の補助パターン17についてのみ説明する）、補助パターン17が呈する四角形状の頂点のうち、描画開口パターン18の外側に位置し、描画開口パターン18から最も離れた第1の頂点17aから、第1の頂点17aに最も近いコーナー部18aを形成する2つの辺のうちの一方の辺181と平行な方向に延びる第1の辺171と、前記一方の辺181との距離をP1とし、第1の頂点17aから、第1の頂点17aに最も近いコーナー部18aを形成する2つの辺のうちの他方の辺182と平行な方向に延びる第2の辺172と、前記他方の辺182との距離をP2とし、さらに、第1の頂点17aの対角線上にある四角形状の第2の頂点17bから前記一方の辺181との距離をQ1とし、第2の頂点17bから前記他方の辺182との距離をQ2とした時、例えば、レジストパターンの丸み量に応じて補助パターン17における距離P1、P2及び距離Q1、Q2の値を設定してやればよい。レジストパターンの丸み量はレジストパターン形成プロセス、特にレジスト層の膜厚により決まる。そのレジスト層の膜厚は、エッチングプロセスと加工するメンブレンの厚みから必要な厚みが算出されるので、図7に示すようなレジスト層の膜厚Tに応じて、補助パターンの距離P1、P2及び距離Q1、Q2の値を設定すれば良い。

20

30

なお、補助パターン17と描画開口パターン18とが図6に示すように共に正方形とは限らず、共に矩形を呈する場合もある。このような場合の補助パターン17の対角線と描画開口パターン18の対角線とは一致または平行することがなく、一致または平行する位置関係にあるのは、矩形を呈する補助パターンの一边と矩形を呈する描画開口パターンの一边である。例えば、描画開口パターン17及び描画開口パターン18が共に矩形（四角形状）を呈する場合、図6を参照して示すと、平行もしくは一致する位置関係にある辺は、辺171と辺181、または辺172と辺182である。

【0032】

図7より、必要なレジスト層の膜厚Tが1 μ mだとすると、補助パターンの距離P1、P2及びQ1、Q2の中心値はそれぞれ0.05 μ m、0.03 μ mとなる。この補助パターンの寸法は、加工するメンブレンの厚み、エッチング方法、エッチング条件により変わるため、実際に使用するプロセスで、その都度作成しておく必要がある。

40

なお、距離P1とP2、あるいは距離Q1とQ2をそれぞれ異なる値に設定することも可能である。

【0033】

このような本実施の形態に示す補助パターン付き描画開口パターンによれば、距離P1、P2及びQ1、Q2を、レジストパターン形成プロセスや成型アパーチャの形状及びレジストの膜厚に応じて決定することにより、レジストパターンのコーナーR値が極小化され、そのレジスト形状を限りなく設計パターンに近づけることができ、精度の良い開口パ

50

ターンを持つ転写マスクの作製と微細パターンの転写露光が可能となる。さらに、補助パターンを描画開口パターンコーナーごとに最適化することにより、製造歩留りも向上することができる。

【0034】

次に、図8により、本発明の製造方法により作製される補助パターン付き描画開口パターンの第2の実施の形態について説明する。

図8に示す補助パターン付き描画開口パターンは、矩形を呈する描画開口パターン18の4つのコーナー部18a, 18b, 18c, 18dのコーナーR値(丸みの量)がそれぞれ異なる場合、それぞれのコーナー部に最適なパターン寸法の補助パターンを付加した他の例を示している。

10

【0035】

この第2の実施の形態に示す補助パターン付き描画開口パターンでは、例えば、図8の左側に示すように、補助パターンのない矩形状の描画開口パターン18を形成する際、左下のコーナー部18bのコーナーR値(丸みの量)を基準として、各コーナー部18a, 18b, 18c, 18dのコーナーR値(丸みの量)を比較する。そして、これらコーナーR値の比較により、左下コーナー部18bのコーナーR値より大きいコーナーR値を有する右上コーナー部18aには、その距離P1、P2及びQ1、Q2の値を、コーナー部18bの距離P1'、P2'及びQ1'、Q2'の値より大きく設定した補助パターン17を付加する。

また、左下コーナー部18bのコーナーR値より小さいコーナーR値を有する左上コーナー部18c及び右下コーナー部18dには、その距離P1"、P2"及びQ1"、Q2"の値を、コーナー部18bの距離P1'、P2'及びQ1'、Q2'の値より小さく設定した補助パターン17を付加する。

20

【0036】

図9は、描画開口パターンの四隅に位置する各コーナー部のコーナーR値と補助パターンの形状をそれぞれ最適化した結果である。

今回のレジストパターン作成に用いた可変成型ビーム方式の電子線露光機に搭載されたアパーチャの特性により、コーナーR値(丸みの量)の大小関係と距離P1、P2及びQ1、Q2の大小関係が一致していない部分がある。

また、補助パターンの寸法は、使用する電子線露光機に搭載されたアパーチャの性能により変わるため、実際に使用するプロセスで、その都度作成しておく必要がある。

30

【0037】

このような第2の実施の形態に示す補助パターン付き描画開口パターンによれば、コーナーR値(丸みの量)がそれぞれ異なる各コーナー部18a, 18b, 18c, 18dに最適なパターン寸法の補助パターンを付加することができる。また、この第2の実施の形態においても、上記第1の実施の形態に示した場合と同様な効果を得ることができる。

【0038】

次に、図10により、本発明の製造方法により作製される補助パターン付き描画開口パターンの第3の実施の形態について説明する。

図10に示す補助パターン付き描画開口パターンは、矩形を呈する描画開口パターン18の4つのコーナー部18a, 18b, 18c, 18dのコーナーR値(丸みの量)がそれぞれ異なる場合、それぞれのコーナー部のコーナーR値の大きさに合わせて最適な露光量に設定する補助パターンを付加した他の例を示している。

40

【0039】

この第3の実施の形態に示す補助パターン付き描画開口パターンでは、描画開口パターン18の4つのコーナー部18a, 18b, 18c, 18dのそれぞれに付加される補助パターン19a, 19b, 19c, 19dが呈する四角形状を同一の大きさ及び同一の形状にし、そして、各補助パターン19a, 19b, 19c, 19dへの露光量を、それぞれのコーナー部のコーナーR値の大きさに合わせて設定する。

例えば、図10の左側に示すように、補助パターンのない矩形状の描画開口パターン1

50

8を形成する際、左下のコーナー部18bのコーナーR値(丸みの量)を基準として、各コーナー部18a, 18b, 18c, 18dのコーナーR値(丸みの量)を比較する。そして、これらコーナーR値の比較により、左下コーナー部18bのコーナーR値より大きいコーナーR値を有する右上コーナー部18aには、その露光量を、コーナー部18bの露光量より大きく設定した補助パターン19aを付加する。

また、左下コーナー部18bのコーナーR値より小さいコーナーR値を有する左上コーナー部18c及び右下コーナー部18dには、その露光量を、コーナー部18bの露光量より小さく設定した補助パターン19c, 19dを付加する。この補助パターンの露光量は、使用するレジストプロセスにより変わるため、実際に使用するプロセスで、その都度作成しておく必要がある。

10

【0040】

ここで、コーナーR値の大小と露光量の大小との関係は、図10に示すように、補助パターン19a, 19b, 19c, 19d内に形成される網点の濃度で表される。

【0041】

このような第3の実施の形態に示す補助パターン付き描画開口パターンによれば、コーナーR値(丸みの量)がそれぞれ異なる各コーナー部18a, 18b, 18c, 18dに最適な露光量の補助パターンを付加することができる。また、この第2の実施の形態においても、上記第1の実施の形態に示した場合と同様な効果を得ることができる。

【0042】

上述した各実施の形態におけるレジストパターンのコーナー形状の丸みを打ち消すような補助パターンは、前記距離PおよびQの値がいずれも0.1 μ mを超えることはなかったため、これを規定するためのものである。

20

また、補助パターンを含むレジストパターンを形成する際、上記実施の形態のいずれを適用するかはマスクの要求仕様や製造プロセスに合わせて、適宜選択することとなる。

【0043】

次に、本発明の補助パターン付き描画開口パターンを用いてシリコン膜からなる基材上にレジストパターンを形成する場合について、図11~図13を参照して説明する。

まず、シリコン膜からなる基材20上に電子ビーム露光用レジストを塗布して感光層を形成し、この感光層上に、例えば、図6に示す補助パターン17を付加した描画開口パターン18を電子ビーム描画する。その後、現像等の一連のパターニング処理を行って、基材20上にコーナーの丸まりを低減したレジストパターン21を形成する(図11(a)、(b)参照)。さらに、レジストパターン21をマスクにしてシリコン膜からなる基材20をドライエッチング加工して、シリコン膜からなる基材20に開口パターン22を有する描画用アパーチャを作製する(図12(a)、(b)参照)。その後、もう一方のシリコン材をエッチング加工して支持体23を形成し、支持体23にシリコン酸化膜3を介して支持されたシリコン膜からなる基材20に開口マスク22を有する荷電ビーム投影露光用マスクを得る(図13参照)。

30

以上の方法により、コーナーの丸みを極力抑えた開口パターンを有する荷電ビーム投影露光用マスクを作製することが可能となる。

【0044】

40

なお、感光層上に電子ビーム描画される補助パターン付の描画開口パターンは、上記図6に示す描画開口パターンに限らず、図8及び図10に示す描画開口パターンを電子ビーム描画することもできる。

【0045】

次に、本発明の実施例について説明する。

(実施例1)

まず、シリコン材上にシリコン酸化膜を介して貼り合わされた20 μ m厚のシリコン膜からなる基材20上にポジ型電子線レジストPMMMA(ポリメチルメタクリレート)を塗布し、1.5 μ m厚の感光層を形成した。次に、図7に示す30 μ m四方の描画開口パターン18に距離P1、P2=0.06 μ m、距離Q1、Q2=0.03 μ mの補助パター

50

ン 17 を付加した描画パターンで加速電圧 50 kV の可変成型方式の電子線描画装置にて感光層に電子ビーム描画する。次いで、MIBK (メチルイソブチルケトン) にて現像を行い、乾燥して、コーナーの丸まりを低減したレジストパターン 21 を形成した (図 11 (a)、(b) 参照)。

【0046】

次に、フッ素系のガスを用いたドライエッチング装置により、レジストパターン 21 をマスクとしてドライエッチングを行い、シリコン膜からなる基材 20 に開口パターン 22 を有する描画用アパーチャを作製した (図 12 (a)、(b) 参照)。

【0047】

次に、開口パターン 22 が形成されたシリコン膜からなる基材 20 上に保護膜を、もう一方のシリコン材上にレジストパターンを形成し、シリコン材をエッチング処理して、保護膜及びレジストパターンを剥離処理して、支持体 23 を形成し、支持体 23 にシリコン酸化膜 3 を介して支持されたシリコン膜からなる基材 20 に開口マスク 22 を有する荷電ビーム投影露光用マスクを得た (図 13 参照)。

【0048】

次に、比較例について述べる。

(比較例 1)

図 14 に示すように、まず、上記実施例 1 とほぼ同様な工程で、シリコン膜からなる基材 20 上に感光層を形成し、この感光層に、補助パターンを付加しない描画開口パターンでパターン描画して、レジストパターン 24 を形成し、さらに、ドライエッチング加工してシリコン膜からなる基材に開口パターンを有する描画用アパーチャを作製し、もう一方のシリコン材をエッチング加工して、荷電ビーム投影露光用マスクを作製した。

【0049】

実施例 1 及び比較例 1 で得られた荷電ビーム投影露光用マスクの開口パターン形状を測定した結果を図 15 に示す。

図 15 に示すように、補助パターンを付加した場合と補助パターンを付加しない場合では開口パターンのコーナー R 値に顕著な差が見られ、補助パターンを付加した場合のレジストパターンのコーナー R 値は $0.05 \mu\text{m}$ となり、そのコーナー R 値は、比較例 1 の場合のレジストパターンのコーナー R 値の $1/2$ となって、補助パターンの効果が確認できた。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明の荷電ビーム投影露光用マスクの製造方法およびマスクは、コーナーの丸みの小さい、矩形性の高いパターンを形成できる、高性能な荷電ビーム投影露光用マスクの作製に利用できる。

【符号の説明】

【0051】

1 ... 開口パターン、2 ... 自立薄膜 (メンブレン)、3 ... 酸化シリコン膜、4 ... バルクシリコン、5 ... 荷電ビーム、6 ... 荷電ビーム投影露光マスク、11 ... 描画開口パターン、11b ... 2 等辺 3 角形の 2 辺が交差する点、11c ... 正方形あるいは矩形状の描画開口パターンのコーナー、12 ... 補助パターン、12a ... 2 等辺 3 角形の頂点、13 ... 矩形ビーム、14 ... 第一の成型アパーチャ開口、15 ... 第二の成型アパーチャ開口、16 ... 2 枚の成型アパーチャを通して切り出される矩形パターン、16a ... 右上のコーナー、16b ... 左下のコーナー、16c ... 左上のコーナー、16d ... 右下のコーナー、17 ... 補助パターン、17a ... 第 1 の頂点、17b ... 第 2 の頂点、171 ... 第 1 の辺、172 ... 第 2 の辺、18 ... 描画開口パターン、18a ~ 18d ... コーナー部、181 ... 一方の辺、182 ... 他方の辺、19a ~ 19d ... 露光量の異なる補助パターン、20 ... 基材、21 ... コーナーの丸まりを低減したレジストパターン、22 ... 開口パターン、23 ... 支持体、24 ... レジストパターン、P1、P2 ... 距離、Q1、Q2 ... 距離。

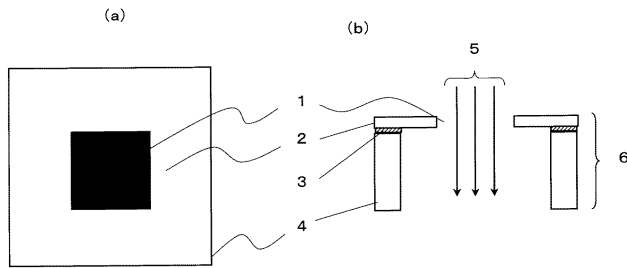
10

20

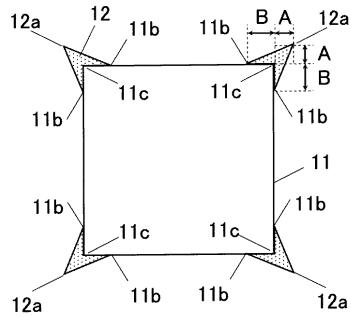
30

40

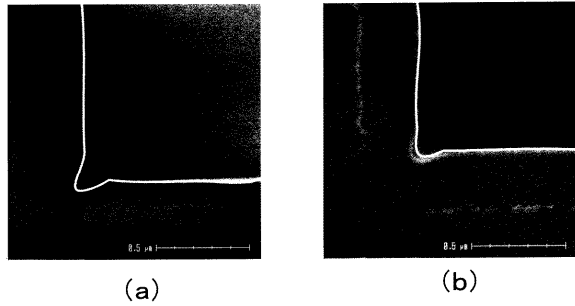
【図 1】



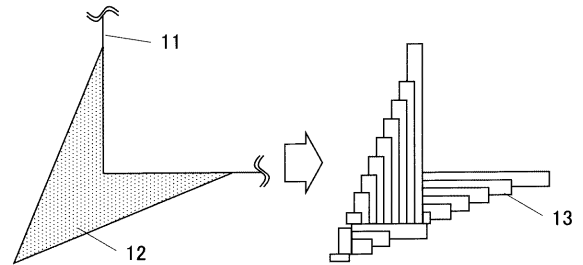
【図 2】



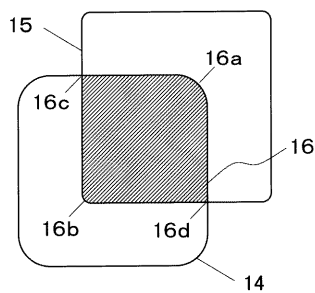
【図 3】



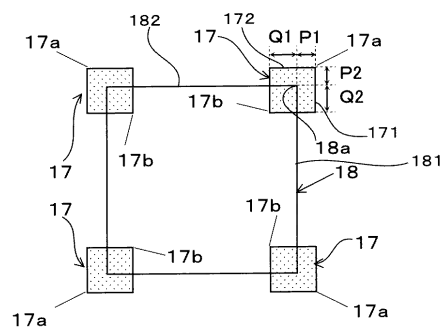
【図 4】



【図 5】



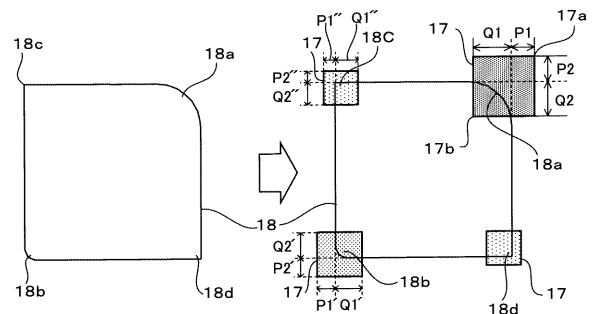
【図 6】



【図 7】

		補助パターン寸法[μm]	
		P1,P2	Q1,Q2
レジスト膜厚 T[μm]	0 < T < 0.5	0.02±0.01	0.01±0.01
	0.5 ≤ T < 1	0.03±0.01	0.02±0.01
	1 ≤ T < 1.5	0.05±0.01	0.03±0.01
	1.5 ≤ T	0.06±0.03	0.04±0.01

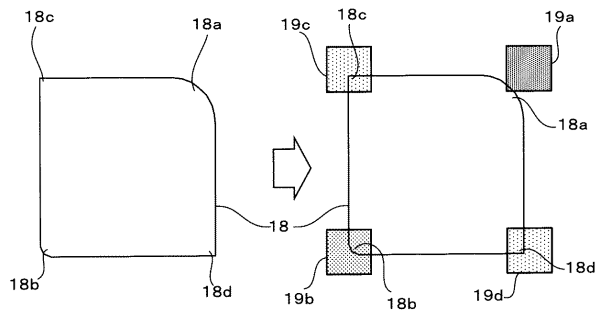
【図 8】



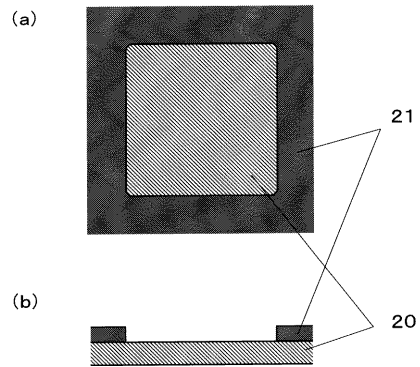
【図 9】

	R値[μm] ※補助パターンなし	補助パターン寸法[μm]	
		P1,P2	Q1,Q2
左下コーナー	0.16	0.04	0.02
左上コーナー	0.11	0.02	0.02
右上コーナー	0.12	0.03	0.03
右下コーナー	0.15	0.02	0.04

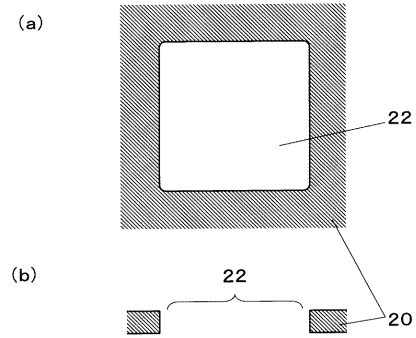
【図 10】



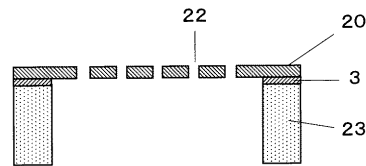
【図 11】



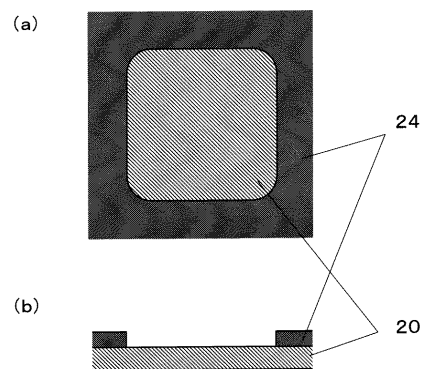
【図 12】



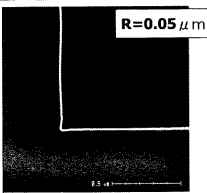
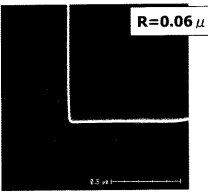
【図 13】



【図 14】



【図 15】

	レジストパターン	開口パターン
実施例		
比較例	