

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4823711号
(P4823711)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日(2011.9.16)

(51) Int.Cl. F I
GO3F 1/08 (2006.01) GO3F 1/08 A
HO1L 21/027 (2006.01) HO1L 21/30 5O2P

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-39220 (P2006-39220)	(73) 特許権者	000113263 H O Y A 株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成18年2月16日(2006.2.16)	(74) 代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(65) 公開番号	特開2007-219127 (P2007-219127A)	(74) 代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
(43) 公開日	平成19年8月30日(2007.8.30)	(74) 代理人	100132067 弁理士 岡田 喜雅
審査請求日	平成21年1月30日(2009.1.30)	(74) 代理人	100137903 弁理士 菅野 亨
		(74) 代理人	100150304 弁理士 溝口 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法及び位相シフトマスクの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに、前記基板の前記被覆層が除去された領域の少なくとも一部に凹部を形成するパターン形成方法において、

前記被覆層を前記所望のパターンに加工する工程と、

前記所望のパターンに加工された被覆層上に、レジスト層を形成する工程と、

前記レジスト層に対し、描画データに基づく描画を行って現像し、レジストパターンを形成する工程と、

前記所望のパターンに加工された被覆層及び前記レジストパターンをマスクにして、前記基板に対してエッチング処理を施して前記基板に前記凹部を形成する工程とを有し、

前記描画データは、前記所望のパターンに加工された被覆層における残部を介して隣接する少なくとも2個の凹部に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を含むことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】

前記被覆層は、遮光層であることを特徴とする、請求項1に記載のパターン形成方法。

【請求項3】

前記被覆層は、遮光層と半透光層とからなることを特徴とする、請求項1に記載のパターン形成方法。

【請求項4】

透明基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに、前記透明基板の前記被覆層

が除去された領域の少なくとも一部に位相シフト部となる凹部を形成する位相シフトマスクの製造方法において、

前記被覆層を前記所望のパターンに加工する工程と、

前記所望のパターンに加工された被覆層上に、レジスト層を形成する工程と、

前記レジスト層に対し、描画データに基づく描画を行って現像し、レジストパターンを形成する工程と、

前記所望のパターンに加工された被覆層及び前記レジストパターンをマスクにして、前記透明基板に対してエッチング処理を施して前記透明基板に前記凹部を形成する工程とを有し、

前記描画データは、前記所望のパターンに加工された被覆層における残部を介して隣接する少なくとも2個の凹部に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を含むことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

10

【請求項5】

前記被覆層は、遮光層と半透光層とからなることを特徴とする、請求項4に記載の位相シフトマスクの製造方法。

【請求項6】

透明基板上の遮光層を所望のパターンに加工するとともに、前記透明基板の前記遮光層が除去された領域の少なくとも一部に位相シフト部となる凹部を形成する位相シフトマスクの製造方法において、

前記遮光層を前記所望のパターンの遮光パターンに加工する工程と、

前記遮光パターン上に、レジスト層を形成する工程と、

前記レジスト層に対し、描画データに基づく描画を行って現像し、レジストパターンを形成する工程と、

20

前記遮光パターン及び前記レジストパターンをマスクにして、前記透明基板に対してエッチング処理を施してこの透明基板に前記凹部を形成する工程とを有し、

前記描画データは、前記遮光パターンにおける遮光部を介して隣接する少なくとも2個の凹部に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を含むことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項7】

前記位相シフトマスクは、主開口部と、前記主開口部の周辺部分に設けられた、被転写体上のレジストが解像されない微細線幅をもつ補助開口部を有し、

前記凹部は、前記補助開口部に形成されることを特徴とする、請求項4から請求項6のいずれかに記載の位相シフトマスクの製造方法。

30

【請求項8】

前記パターンデータの合成は、前記パターンデータにプラスサイジングを施し、隣り合うパターン同士を連続させ、該連続したパターンのパターンデータにマイナスサイジングを施すことによって行うことを特徴とする、請求項4から請求項7のいずれかに記載の位相シフトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに被覆層の下層の被覆層が除去された領域の少なくとも一部に凹部を形成するパターン形成方法に関する。

【0002】

また、本発明は、LSIなどの微細パターンを投影露光装置により転写する際に用いられる位相シフトマスクの製造方法に関する。

【背景技術】

【0003】

従来、大規模集積回路(LSI)における高集積化及び回路パターンの微細化に伴い、フォトリソグラフィ工程では、超解像技術として、位相シフトマスクが提案され実用化さ

50

れつつある。

【0004】

位相シフトマスクには、レベンソン型、エッジ強調型、補助パターン型、クロムレス型、ハーフトーン型等、様々な種類のものが提案されている。例えば、レベンソン型位相シフトマスクは、透明基板上にクロム等の金属膜等により形成された遮光パターンを備えて構成されており、ラインアンドスペースパターンのように、遮光部と透光部とが繰返し存在する場合に、遮光部を介して隣接する透光部を透過する透過光の位相が 180° ずれるように構成されている。これら透光部を透過する透過光の位相がずれていることにより、回折光の干渉による解像度の低下が防止され、ラインアンドスペースパターンの解像度の向上を図ることができる。

10

【0005】

このような位相シフトマスクにおいては、遮光部を介して隣接する透光部間で、波長の透過光に対して、 $\left[(2m - 1) / 2 \right]$ (m は、自然数)の光路長差を生じさせることで、これら透過光の間に 180° の位相差を生じさせている。このような光路長差を生じさせるためには、遮光部を介して隣接する透光部間における透明基板の厚さの差 d を、透明基板の屈折率を n としたとき、 $[d = (2m - 1) / 2n]$ が成立するようにすればよい。

【0006】

位相シフトマスクにおいては、透光部間における透明基板の厚さの差を生じさせるため、一方の透光部において透明基板上に透明薄膜を被着させて厚さを増すか、または、一方の透光部において透明基板を彫り込むことにより厚さを減らすことを行っている。すなわち、透明基板上に透明薄膜を被着させたシフト被着型(凸部型)位相シフトマスクの位相シフト部は、厚さ $d (= (2m - 1) / 2n)$ の透明薄膜(シフト)で覆われている。また、透明基板を彫り込んだ彫り込み型位相シフトマスクの位相シフト部は、透明基板が深さ $d (= (2m - 1) / 2n)$ だけエッチングされている。なお、これら透明薄膜の被着も彫り込みもなされない透光部、または、透光部が浅い彫り込み部と深い彫り込み部とを有する場合は、浅い彫り込み部が、非位相シフト部となる。

20

【0007】

そして、コンタクトホール等の孤立パターンを形成するための位相シフトマスクとして、特許文献1に記載されているように、補助パターン型位相シフトマスクが提案されている。

30

【0008】

図10は、補助パターン型位相シフトマスクの構成を示し、(a)は、補助パターン型位相シフトマスクの平面図、(b)及び(c)は、(a)の点線Aにおける断面図である。

【0009】

補助パターン型位相シフトマスクは、図10に示すように、透明基板101上に、遮光層102により形成された主開口部103と、その周辺部分に設けられた補助開口部104とを有して構成されている。主開口部103を通過する光と補助開口部104を通過する光とは、略 180° 度の位相差を有するようになされている。

40

【0010】

すなわち、図10中の(b)に示す主開口部103における透明基板101は、所定の深さだけ彫り込まれた彫り込み部105となっている。または、図10中の(c)に示す補助開口部104における透明基板101は、所定の深さだけ彫り込まれた彫り込み部105となっている。なお、補助開口部104は、この補助開口部104を通過する光が被転写基板上のレジストを解像しないように、微細な線幅を有して所定の位置に形成されている。

【0011】

図11は、従来の位相シフトマスクの製造方法を示す工程図である。

【0012】

50

このような補助パターン型位相シフトマスクを製造するには、まず、図11中の(a)に示すように、透明基板101上に遮光層102及び第1のレジスト層106を順次形成する。次に、例えば、電子線描画装置を用いて、図11中の(b)に示すように、第1のレジスト層106に対し、主開口部103及び補助開口部104に対応するパターンを描画し、現像して、第1のレジストパターン107を形成する。この第1のレジストパターン107をマスクとして、遮光層102をエッチングすることによって、主開口部103及び補助開口部104とからなる遮光パターン108を形成する。その後、図11中の(c)に示すように、残存した第1のレジストパターン107を剥離する。

【0013】

そして、図11中の(d)に示すように、遮光パターン108上に、第2のレジスト層109を形成する。次に、例えば、電子線描画装置を用いて、図11中の(e)に示すように、第2のレジスト層109に対し、補助開口部104に対応するパターンを描画し、現像して、第2レジストパターン110を形成する。この第2のレジストパターン110をマスクとして、透明基板101をエッチングすることによって、図11中の(f)に示すように、彫り込み部105を形成する。その後、図11中の(g)に示すように、残存した第2のレジストパターン110を剥離することにより、補助パターン型位相シフトマスクが完成する。

【0014】

なお、図11に示した製造方法においては、補助開口部104において透明基板101を彫り込んでいるが、主開口部103において透明基板101を彫り込む場合でも同様の製造方法が適用される。すなわち、図11中の(e)において、第2のレジスト層109に対し、主開口部103に対応するパターンを描画し、現像して、第2レジストパターン110を形成し、この第2のレジストパターン110をマスクとして、透明基板101をエッチングすることによって、彫り込み部105を形成すればよい。

【0015】

【特許文献1】特許第2710967号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

ところで、近年のLSI微細化、高集積化に伴い、位相シフトマスクを製造するためのパターンデータ量は、増大の一途を辿っている。特に、前述のような補助パターン型位相シフトマスクにおいては、図10中の(a)に示すように、1個のコンタクトホールに対して4つの補助開口が必要であることから、パターンデータ量の増大は、4倍となって現れてくる。

【0017】

パターンデータ量が増大すると、データの処理に長時間を要することとなるのみならず、レジスト層に対する描画にも長時間を要することとなる。特に、近年においては、パターン精度の向上のため、電子線描画方法がラスタースキャン方式からベクター方式に移行していることから、パターンデータ量の増大は、そのまま描画する図形数の増大となり、描画時間の増大へと直結することになる。そのため、できる限りパターンデータ量を削減し、描画時間を低減することが望まれている。

【0018】

また、主開口部の周囲には、転写基板上では解像されない補助開口パターンが配置されていることから、LSIのデザインによっては、配置方法に制限があったり、または、イレギュラーな配置となってマスク作製上の問題が生ずることがある。

【0019】

例えば、図12中の(a)に示すように、補助開口部同士が隣接するパターン配置においては、図13中の(a)に示すように、ポジ型レジスト層を形成し、図12中の(b)及び図13中の(b)に示すように、補助開口部に対応するパターンを電子線描画装置を用いて描画し現像して、レジストパターンを形成した場合に、補助開口部によって四方を

10

20

30

40

50

囲まれた領域が発生する。すると、図13中の(c)及び(d)に示すように、レジストパターンにおいて極端に細い部分が生じ、この部分が、現像時に倒れてしまい、エッチングすべき開口部上にかぶさってしまう虞れがある。このようにレジストパターンの一部が倒れて開口部上を塞いでしまうと、図13中の(e)に示すように、この部分では透明基板がエッチングされず、欠陥となってしまう。

【0020】

そこで、本発明は、前述の実情に鑑みて提案されるものであって、補助パターン型位相シフトマスク等の位相シフトマスクの製造方法において、描画データ量の低減が図られ、また、パターン配置に依存する欠陥発生が抑えられ、精度良く、かつ、効率良く位相シフトマスクを製造することができる位相シフトマスクの製造方法を提供することを目的とする。

10

【0021】

また、本発明は、位相シフトマスクに限らず、基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに被覆層の下層の被覆層が除去された領域の少なくとも一部に凹部を形成するパターン形成方法において、描画データ量の低減が図られ、また、パターン配置に依存する欠陥発生が抑えられ、精度良く、かつ、効率良く製造することができるパターン形成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】

【0022】

前述の課題を解決し、前記目的を達成するため、本発明は、以下の構成のいずれか一を有するものである。

20

【0023】

〔構成1〕

本発明に係るパターン形成方法は、基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに、基板の被覆層が除去された領域の少なくとも一部に凹部を形成するパターン形成方法において、被覆層を所望のパターンに加工する工程と、所望のパターンに加工された被覆層上にレジスト層を形成する工程と、レジスト層に対し描画データに基づく描画を行って現像しレジストパターンを形成する工程と、所望のパターンに加工された被覆層及びレジストパターンをマスクにして基板に対してエッチング処理を施して基板に凹部を形成する工程とを有し、描画データは、所望のパターンに加工された被覆層における残部を介して隣接する少なくとも2個の凹部に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を含むことを特徴とするものである。

30

【0024】

〔構成2〕

本発明に係るパターン形成方法は、構成1を有するパターン形成方法において、被覆層は、遮光層であることを特徴とするものである。

〔構成3〕

本発明に係るパターン形成方法は、構成1を有するパターン形成方法において、被覆層は、遮光層と半透光層とからなることを特徴とするものである。

【0025】

40

〔構成4〕

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、透明基板上の被覆層を所望のパターンに加工するとともに、透明基板の前記被覆層が除去された領域の少なくとも一部に位相シフト部となる凹部を形成する位相シフトマスクの製造方法において、被覆層を前記所望のパターンに加工する工程と、所望のパターンに加工された被覆層上にレジスト層を形成する工程と、レジスト層に対し描画データに基づく描画を行って現像しレジストパターンを形成する工程と、所望のパターンに加工された被覆層及びレジストパターンをマスクにして、透明基板に対してエッチング処理を施して透明基板に凹部を形成する工程とを有し、描画データは、所望のパターンに加工された被覆層における残部を介して隣接する少なくとも2個の凹部に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を

50

むことを特徴とするものである。

〔構成 5〕

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、構成 4 を有する位相シフトマスクの製造方法において、被覆層は、遮光層と半透光層とからなることを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

〔構成 6〕

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、透明基板上の遮光層を所望のパターンに加工するとともに、透明基板の遮光層が除去された領域の少なくとも一部に位相シフト部となる凹部を形成する位相シフトマスクの製造方法において、遮光層を前記所望のパターンの遮光パターンに加工する工程と、遮光パターン上にレジスト層を形成する工程と、レジスト層に対し描画データに基づく描画を行って現像しレジストパターンを形成する工程と、遮光パターン及びレジストパターンをマスクにして透明基板に対してエッチング処理を施してこの透明基板に凹部を形成する工程とを有し、描画データは、遮光パターンにおける遮光部を介して隣接する少なくとも 2 個の凹部に対応するパターンデータを合成して 1 個のパターンデータとした箇所を含むことを特徴とするものである。

10

〔構成 7〕

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、構成 4 から構成 6 のいずれかを有する位相シフトマスクの製造方法において、位相シフトマスクは、主開口部と、主開口部の周辺部分に設けられた、被転写体上のレジストが解像されない微細線幅をもつ補助開口部を有し、凹部は、補助開口部に形成されることを特徴とするものである。

20

〔構成 8〕

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、構成 4 から構成 7 のいずれかを有する位相シフトマスクの製造方法において、パターンデータの合成は、パターンデータにプラスサイジングを施し、隣り合うパターン同士を連続させ、該連続したパターンのパターンデータにマイナスサイジングを施すことによって行うことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

本発明においては、被覆層、または、遮光層上に形成したレジスト層に対する描画において使用する描画データは、被覆層における残部、または、遮光パターンにおける遮光部を介して隣接する少なくとも 2 個の凹部に対応するパターンデータを合成して 1 個のパターンデータとした箇所を含むので、パターンデータ量を削減することができ、また、パターン配置に依存する欠陥発生を抑えることができるので、精度良く、かつ、効率の良い製造を行うことができる。

30

【 0 0 2 8 】

すなわち、本発明は、補助パターン型位相シフトマスク等の位相シフトマスクの製造方法において、描画データ量の低減が図られ、また、パターン配置に依存する欠陥発生が抑えられ、精度良く、かつ、効率良く位相シフトマスクを製造することができる位相シフトマスクの製造方法を提供することができるものである。

【 0 0 2 9 】

また、本発明は、位相シフトマスクに限らず、基板上的被覆層を所望のパターンに加工するとともに被覆層の下層の被覆層が除去された領域の少なくとも一部に凹部を形成するパターン形成方法において、描画データ量の低減が図られ、また、パターン配置に依存する欠陥発生が抑えられ、精度良く、かつ、効率良く製造することができるパターン形成方法を提供することができるものである。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 0 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係るパターン形成方法の実施の形態について詳細に説明する。この実施の形態は、本発明に係るパターン形成方法を位相シフトマスクの製造方法に適用したものであるが、本発明は、位相シフトマスクの製造方法に限定されるものではない。すなわち、以下の説明において、透明基板は、透明でないものを含む種々の

50

基板とすることができ、また、遮光層は、種々の被覆層とすることができる。

【 0 0 3 1 】

〔 第 1 の実施の形態 〕

図 1 は、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第 1 の実施の形態によって製造される位相シフトマスクの構成を示す平面図である。

【 0 0 3 2 】

図 2 は、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第 1 の実施の形態を示す工程図である。

【 0 0 3 3 】

この実施の形態においては、図 1 に示すように、4 個の主開口部 3 が 2 行 2 列に配列された補助パターン型位相シフトマスクを製造する場合について説明する。この位相シフトマスクの製造方法において、補助パターン型位相シフトマスクを製造するには、まず、図 2 中の (a) に示すように、透明基板 1 上に遮光層 2 及び第 1 のレジスト層 6 を順次形成する。この場合には、遮光層 2 の下層は、透明基板 1 となっている。次に、例えば、電子線描画装置を用いて、図 2 中の (b) に示すように、第 1 のレジスト層 6 に対し、主開口部 3 及び補助開口部 4 に対応するパターンを描画し、現像して、第 1 のレジストパターン 7 を形成する。この第 1 のレジストパターン 7 をマスクとして、遮光層 2 をエッチングすることによって、主開口部 3 及び補助開口部 4 とからなる遮光パターン 8 を形成する。その後、図 2 中の (c) に示すように、残存した第 1 のレジストパターン 7 を剥離する。

【 0 0 3 4 】

そして、図 2 中の (d) に示すように、遮光パターン 8 上に、第 2 のレジスト層 9 を形成する。次に、例えば、電子線描画装置を用いて、図 2 中の (e) に示すように、第 2 のレジスト層 9 に対し、補助開口部 4 に対応するパターンを描画し、現像して、第 2 レジストパターン 10 を形成する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、第 2 のレジスト層 9 に描画する描画データを示す平面図である。

【 0 0 3 6 】

第 2 レジストパターン 10 を形成するために第 2 のレジスト層 9 に描画する描画データとしては、図 3 に示すように、隣り合った 2 個の補助開口部をまとめて 1 個のパターンデータとしたものを用いる。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、描画データにおいて、隣り合った 2 個の補助開口部をまとめて 1 個のパターンデータとする方法を示す平面図である。

【 0 0 3 8 】

描画データは、図 4 中の (a) に示すように、当初の状態において、各補助開口部に対応するパターンデータが補助開口部よりも僅かに大きめのサイズ (プラスサイジング) となっており、重ね合せ誤差に対応できるようになっている。そこで、隣り合った 2 個の補助開口部に対応するパターンデータをまとめて 1 個のパターンデータとするには、図 4 中の (b) に示すように、さらにプラスサイジングを施し、隣り合った補助開口部に対応するパターンデータ同士を連続させ、1 個のパターンデータとして合成する。次に、図 4 中の (c) に示すように、2 個のパターンデータが 1 個のパターンデータに合成された描画データに、マイナスサイジングを施し、各パターンデータを当初のサイズに戻す。このとき、一旦連続して 1 個のパターンデータとなった部分は、マイナスサイジングによって再び 2 個のパターンデータに分断されることはなく、外周圍だけがマイナスサイジングされる。

【 0 0 3 9 】

このようなデータ処理を予め施しておくことにより、この実施の形態においては、4 個の主開口部に対する合計 16 個の補助開口部に対応するパターンデータが、計 12 個のパターンデータに削減できる。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

図5は、第2のレジスト層9に描画する描画データの他の例を示す平面図である。

【0041】

また、このようなデータ処理により、図5に示すように、補助開口部の長辺及び短辺によって四方を囲まれた箇所が存在するパターン配置において、第2レジストパターン10に極端に細い部分が発生することが防止される。したがって、第2のレジスト層9の現像時に極端に細い部分が倒れてエッチングするべき開口部を覆ってしまうという問題が回避される。なお、前述したように、レジストパターンの極端に細い部分が倒れてエッチングするべき開口部を覆うと、その部分は透明基板がエッチングされず、欠陥となってしまう。

【0042】

そして、図2中の(f)に示すように、遮光パターン8及び第2のレジストパターン10をマスクとして、透明基板1をエッチングすることによって、彫り込み部(凹部)5を形成する。その後、図2中の(g)に示すように、残存した第2レジストパターン10を剥離することにより、補助パターン型位相シフトマスクが完成する。

【0043】

このように、本発明においては、遮光層2上に形成した第2のレジスト層9に対する描画において使用する描画データは、遮光パターン8における遮光部を介して隣接する少なくとも2個の彫り込み部5に対応するパターンデータを合成して1個のパターンデータとした箇所を含むので、パターンデータ量を削減することができ、また、パターン配置に依存する欠陥発生を抑えることができるので、精度良く、かつ、効率の良い製造を行うことができる。

【0044】

なお、本発明において、隣り合った2個の補助開口部に対応するパターンデータをまとめて1個のパターンデータとする方法は、前述したようなプラスサイジング及びマイナスサイジングを行う方法に限定されず、隣り合った2個の補助開口部の間隔を検出し、この間隔が所定間隔よりも狭い箇所を抽出し、このように抽出された箇所を削除するデータ処理を行う方法によってもよい。

【0045】

〔第2の実施の形態〕

図6は、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第2の実施の形態を示す平面図(a)及び側面図(b)である。

【0046】

本発明に係る位相シフトマスクの製造方法においては、第2のレジストパターン10を形成する際、前述の第1の実施の形態においてはポジ型レジストを使用しているが、ネガ型レジストを使用することとしてもよい。

【0047】

すなわち、この第2の実施の形態においては、第1の実施の形態における図2の第2のレジスト層9としてネガ型レジストを使用し、また、第2のレジストパターン10を形成するための描画データとして、補助開口部に対応したパターンデータではなく、図6に示すように、主開口部に対応したパターンデータを用いる。第2のレジスト層9をネガ型レジストとした場合には、彫り込み部5を形成しない主開口部の領域に描画することによって第2のレジスト層9を残し、彫り込み部5を形成する補助開口部の領域は現像によって第2のレジスト層9が除去されるようにする。この場合には、4個の主開口部に対応する4個のパターンデータのみによって描画することができる。

【0048】

なお、この場合には、主開口部以外の全ての領域において彫り込み部5が形成されることになるが、モニターマークやアライメントマークなどが失われないようにするため、必要に応じて、所定領域の第2のレジスト層9を残すようにする。

【0049】

この実施の形態においても、パターンデータ量を削減することができ、また、パターン

10

20

30

40

50

配置に依存する欠陥発生を抑えることができるので、精度良く、かつ、効率の良い製造を行うことができる。

【 0 0 5 0 】

なお、これら実施の形態において、被覆層として遮光層 2 を用いたが、被覆層は一層に限らず、例えば、遮光層 2 とその下に形成された半透光層とからなってもよい。この場合、遮光層 2 をクロム系の材料からなる膜にて形成し、半透光層をモリブデンシリサイド系の材料からなる膜にて形成する等により、図 2 中の (g) に示す工程の後に、半透光層を残して遮光層 2 の一部、または、全部を除去してもよい。

【実施例】

【 0 0 5 1 】

〔第 1 の実施例〕

以下、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第 1 の実施例について説明する。

【 0 0 5 2 】

透明基板として、表面を鏡面研磨した石英ガラス基板に所定の洗浄を施したものを用意した。この透明基板の大きさは、6 インチ角で、厚さは、0 . 2 5 インチであった。まず、この透明基板の上にクロムからなる膜厚 1 0 0 n m の遮光層を、スパッタリング法により形成した。次に、第 1 のレジスト層として、ポジ型電子線レジスト (日本ゼオン社製「Z E P 7 0 0 0」) を、スピコート法により、膜厚 4 0 0 n m となるように塗布した。

【 0 0 5 3 】

次に、電子線描画装置を用いて、第 1 のレジスト層に対し、主開口部及び補助開口部に対応するパターンを描画し、現像して、第 1 のレジストパターンを形成した。この第 1 のレジストパターンをマスクとして、遮光層に対し、 $C l_2$ 及び O_2 の混合ガスを用いたドライエッチングを行い、主開口部と補助開口部とからなる遮光パターンを形成した。その後、残存した第 1 のレジストパターンを剥離した。

【 0 0 5 4 】

次に、遮光パターン上に、第 2 のレジスト層として、ポジ型電子線レジスト (日本ゼオン社製「Z E P 7 0 0 0」) をスピコート法により、膜厚 4 0 0 n m となるように塗布した。

【 0 0 5 5 】

この第 2 のレジスト層に、電子線描画装置を用いて、補助開口部に対応するパターンを描画し、現像して、第 2 のレジストパターンを形成した。補助開口部に対応するパターンの描画においては、以下のようなデータ処理を施した。

【 0 0 5 6 】

図 7 は、補助開口部に対応するパターンデータが隣接した箇所を拡大して示す平面図である。

【 0 0 5 7 】

この実施例において、補助開口部の短辺方向は、図 7 中の (a) に示すように、1 6 0 n m であり、パターン間の距離は 1 2 0 n m である。これら補助開口部に対応するパターンデータは、図 7 中の (b) に示すように、アライメントずれ (重ねズレ) を考慮して、遮光パターンにおける補助開口部の各周辺に 2 0 n m をプラスし、短辺方向が 2 0 0 n m、パターン間の距離が 8 0 n m となっている。そして、図 7 中の (c) に示すように、パターン間の隙間を埋めるために、各パターンデータの各周辺に、さらに 4 0 n m をプラスして、隣接するパターン同士を接触 (連続) させる。このようにパターン同士を接触させることにより、図 7 中の (d) に示すように、2 個のパターンデータを合成する。次に、図 7 中の (e) に示すように、合成されたパターンデータの各周辺の重ね余裕を、当初の 2 0 n m に戻すため、各周辺を 4 0 n m マイナスすることにより、データ処理が完成する。

【 0 0 5 8 】

そして、第 2 のレジストパターンをマスクとして、透明基板に対して、 $C H F_3$ 及び O_2 の混合ガスを用いたドライエッチングを行い、透明基板に深さ 1 7 0 n m の凹部を形成

10

20

30

40

50

した。その後、残存した第2のレジストパターンを剥離した。

【0059】

以上の工程を経て作製した補助パターン型位相シフトマスクは、その後の欠陥検査においても欠陥箇所は検出されず、転写においても良好な結果が示された。

【0060】

この実施例においては、補助開口部に対応するパターンデータについてデータ処理を行ったことにより、従来の製造方法に比較して、パターンデータ数が約16%減少し、第2のレジストパターンの形成のための電子線描画時間が約10%削減された。

【0061】

図8は、第2のレジスト層9に描画する描画データのさらに他の例を示す平面図である

10

【0062】

この実施例においては、図5に示すように、補助開口部の長辺及び短辺によって四方を囲まれた箇所の存在するパターン配置が存在し、また、図8に示すように、4個の補助開口部の短辺によって四方を囲まれた箇所の存在するパターン配置も存在したが、いずれにおいても、第2レジストパターン10に極端に細い部分が発生することが防止され、透明基板のエッチングにおいて良好な結果が得られた。

【0063】

〔第2の実施例〕

以下、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第2の実施例について説明する。

20

【0064】

図9は、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第2の実施例を示す工程図である

【0065】

透明基板として、表面を鏡面研磨した石英ガラス基板に所定の洗浄を施したものを用意した。この透明基板の大きさは、6インチ角で、厚さは、0.25インチであった。まず、図9中の(a)に示すように、この透明基板1上にクロムからなる膜厚100nmの遮光層2を、スパッタリング法により形成した。次に、第1のレジスト層6として、ポジ型電子線レジスト(日本ゼオン社製「ZEP7000」)を、スピコート法により、膜厚400nmとなるように塗布した。

30

【0066】

次に、図9中の(b)に示すように、電子線描画装置を用いて、第1のレジスト層6に対し、主開口部及び補助開口部に対応するパターンを描画し、現像して、第1のレジストパターン7を形成した。この第1のレジストパターン7をマスクとして、遮光層に対し、 Cl_2 及び O_2 の混合ガスを用いたドライエッチングを行い、主開口部と補助開口部とからなる遮光パターン8を形成した。その後、図9中の(c)に示すように、残存した第1のレジストパターン7を剥離した。

【0067】

次に、図9中の(d)に示すように、遮光パターン8上に、第2のレジスト層9として、ネガ型電子線レジスト(シブレイ社製「SAL601」)をスピコート法により、膜厚400nmとなるように塗布した。この第2のレジスト層9に、図9中の(e)に示すように、電子線描画装置を用いて、主開口部3に対応するパターンを描画し、現像して、第2のレジストパターン10を形成した。

40

【0068】

そして、図9中の(f)に示すように、第2のレジストパターン10をマスクとして、透明基板に対して、 CHF_3 及び O_2 の混合ガスを用いたドライエッチングを行い、透明基板に深さ170nmの凹部を形成した。その後、図9中の(g)に示すように、残存した第2のレジストパターン10を剥離した。

【0069】

以上の工程を経て作製した補助パターン型位相シフトマスクは、その後の欠陥検査にお

50

いても欠陥箇所は検出されず、転写においても良好な結果が示された。

【0070】

なお、前述の各実施例においては、補助パターン型位相シフトマスクについて詳述したが、本発明は、これら実施例に限られず、第1のエッチングによって得られた遮光パターンを第2のエッチングにおいてマスクとして利用する種々のフォトマスク等において適用できる。例えば、透明基板に凹部を形成する際に、選択的にどの部分を彫り込むかをプロセス及びデータ処理の組み合わせによって指定できるものであればよい。さらに、前述したように、遮光層の下層に半透光層を形成し、透明基板に凹部を形成し、最終的に遮光層を除去してしまうフォトマスクであってもよい。この場合において、半透光層は、実質的に位相差を生じさせない薄膜であってもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第1の実施の形態によって製造される位相シフトマスクの構成を示す平面図である。

【図2】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第1の実施の形態を示す工程図である。

【図3】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法において、第2のレジスト層に描画する描画データを示す平面図である。

【図4】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法において使用する描画データであって、隣り合った2個の補助開口部をまとめて1個のパターンデータとする方法を示す平面図である。

20

【図5】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法において、第2のレジスト層に描画する描画データの他の例を示す平面図である。

【図6】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第2の実施の形態を示す平面図(a)及び側面図(b)である。

【図7】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法において、補助開口部に対応するパターンデータが隣接した箇所を拡大して示す平面図である。

【図8】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法において、第2のレジスト層9に描画する描画データのさらに他の例を示す平面図である。

【図9】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の第2の実施例を示す工程図である。

30

【図10】補助パターン型位相シフトマスクの構成を示し、(a)は、補助パターン型位相シフトマスクの平面図、(b)及び(c)は、(a)の点線Aにおける断面図である。

【図11】従来の位相シフトマスクの製造方法を示す工程図である。

【図12】従来の位相シフトマスクの製造方法において、補助開口部同士が隣接するパターン配置を示す平面図である。

【図13】従来の位相シフトマスクの製造方法において、補助開口部同士が隣接するパターン配置が存在する場合の工程図である。

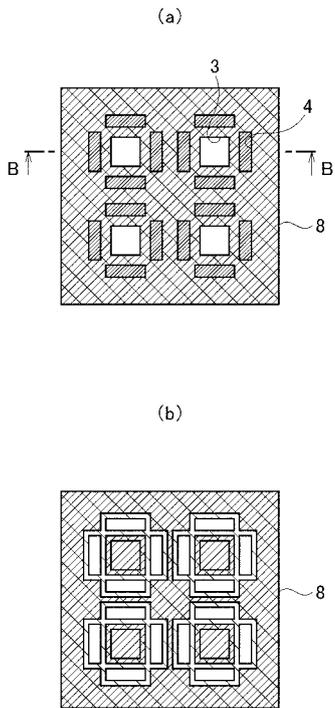
【符号の説明】

【0072】

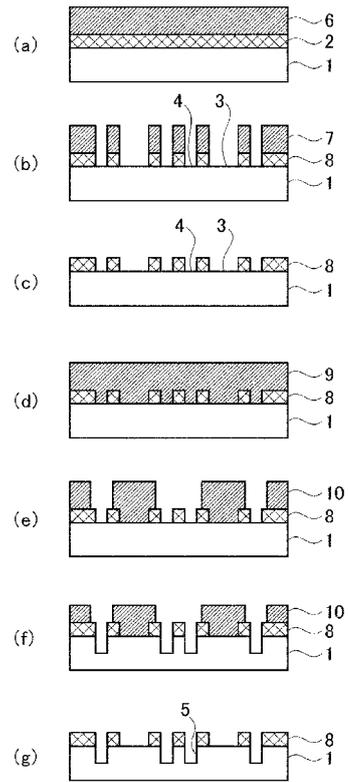
- 1 透明基板
- 2 遮光層
- 6 第1のレジスト層
- 7 第1のレジストパターン
- 8 遮光パターン
- 9 第2のレジスト層
- 10 第2のレジストパターン

40

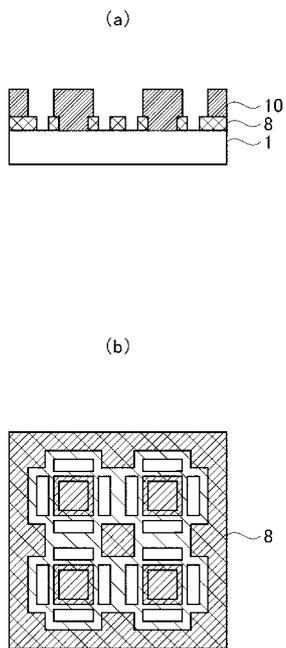
【図1】



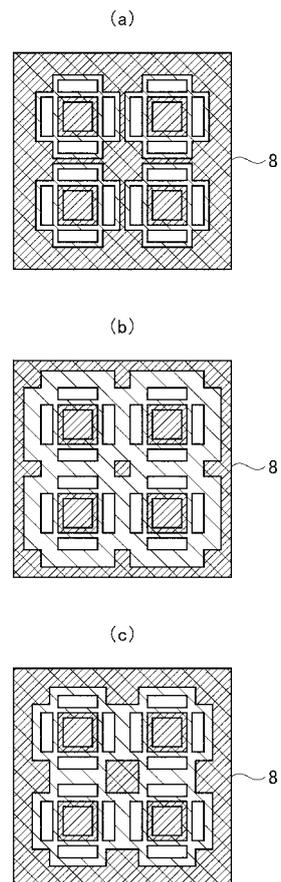
【図2】



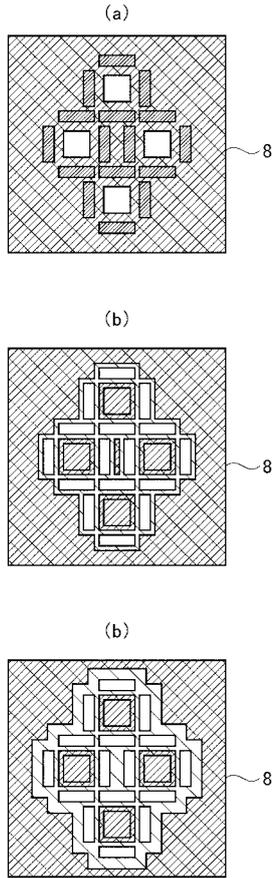
【図3】



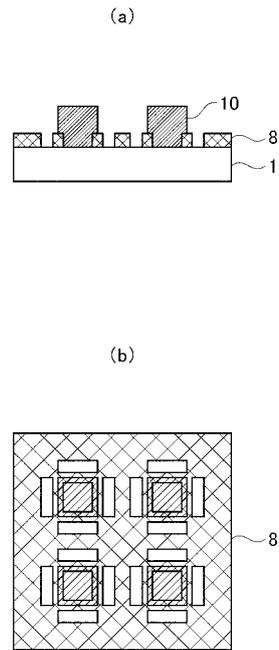
【図4】



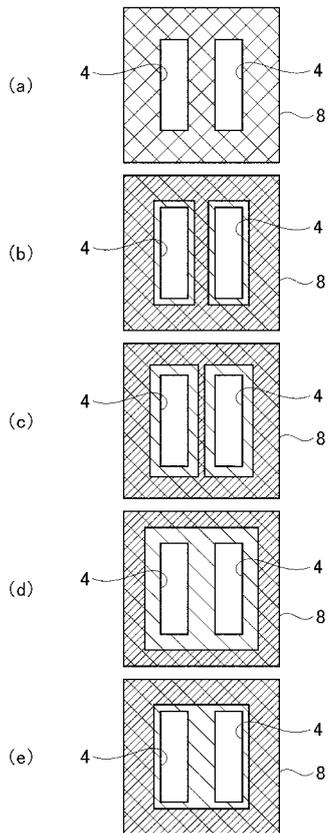
【 図 5 】



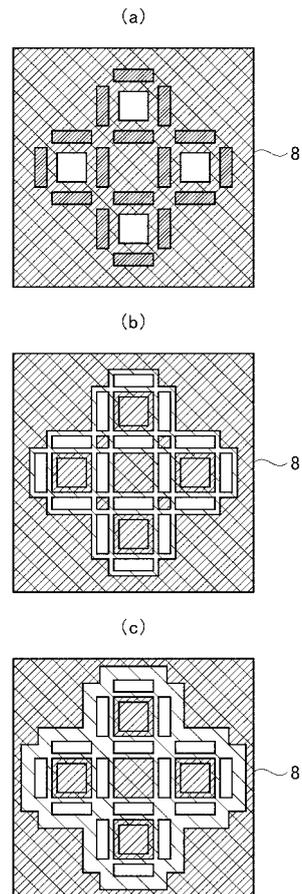
【 図 6 】



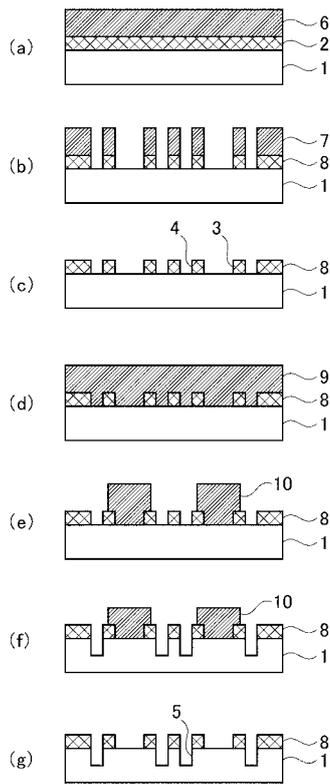
【 図 7 】



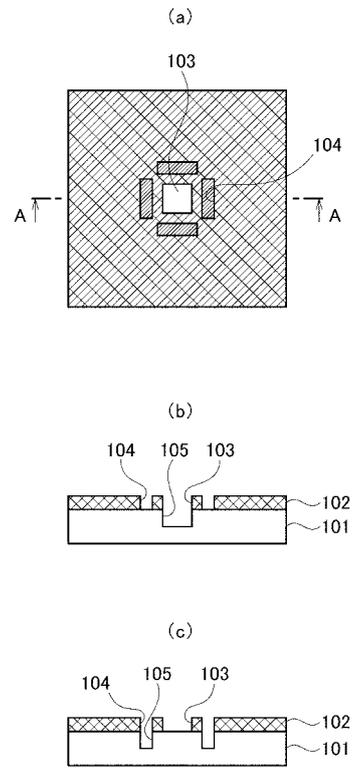
【 図 8 】



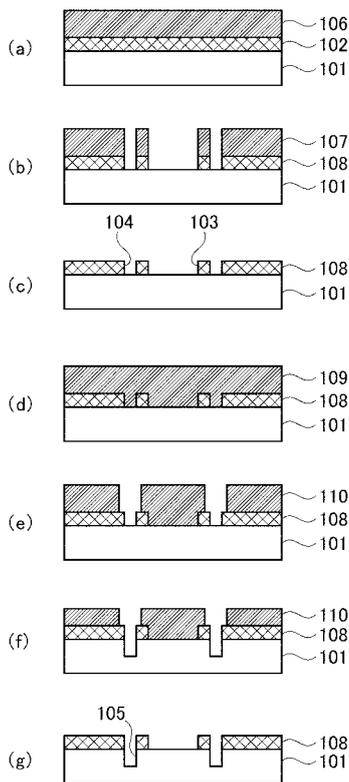
【 図 9 】



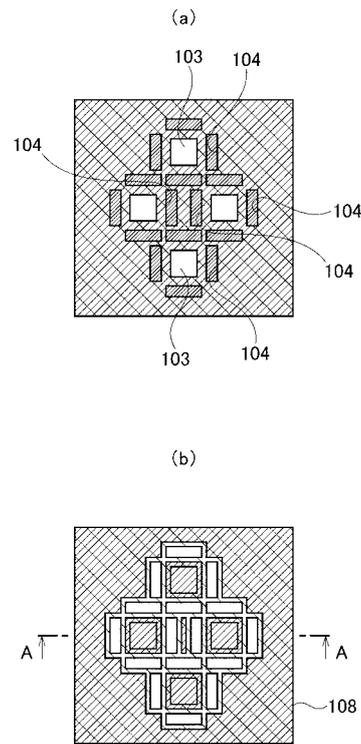
【 図 10 】



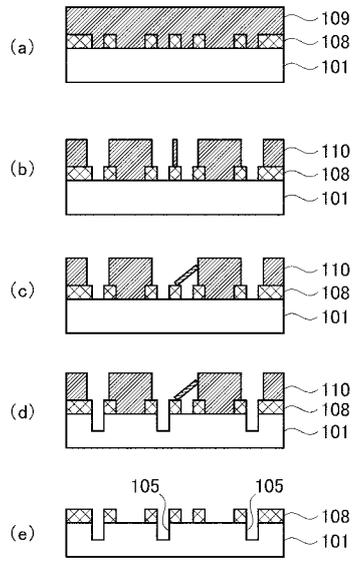
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(72)発明者 須田 秀喜
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内

審査官 久保田 創

(56)参考文献 特開2006-220725(JP,A)
特開2005-062571(JP,A)
特開平09-064306(JP,A)
特開2005-017433(JP,A)
特開2000-258892(JP,A)
特開平08-334886(JP,A)
特開平07-261372(JP,A)
特許第2710967(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03F 1/08
H01L 21/027