

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3592805号
(P3592805)

(45) 発行日 平成16年11月24日(2004.11.24)

(24) 登録日 平成16年9月3日(2004.9.3)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G O 3 F 7/40

G O 3 F 7/40 5 2 1

G O 3 F 7/26

G O 3 F 7/26

H O 1 L 21/027

H O 1 L 21/30 5 6 1

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平7-209430	(73) 特許権者	503121103
(22) 出願日	平成7年8月17日(1995.8.17)		株式会社ルネサステクノロジ
(65) 公開番号	特開平9-54438		東京都千代田区丸の内二丁目4番1号
(43) 公開日	平成9年2月25日(1997.2.25)	(74) 代理人	100089233
審査請求日	平成14年6月28日(2002.6.28)		弁理士 吉田 茂明
		(74) 代理人	100088672
			弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	山口 敦美
			東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		審査官	伊藤 裕美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトレジストパターン形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下地層を準備する工程と、

前記下地層上に化学増幅架橋型ネガレジストを塗布する工程と、

前記化学増幅架橋型ネガレジストを選択的に除去して、所望のフォトレジストパターンの形状の輪郭部分のみの形状の化学増幅架橋型ネガレジストパターンを残す工程と、

前記ネガレジストの除去により露出した下地層上にポジレジストを塗布する工程と、

前記所望のフォトレジストパターンの形状の輪郭部分より外側の前記ポジレジストを選択的に除去する工程と、

を備えたフォトレジストパターン形成方法。

10

【請求項2】

前記化学増幅架橋型ネガレジストパターンの線幅は、5 μm以下である請求項1記載のフォトレジストパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明はフォトレジストパターンの形成方法に関し、特に化学増幅架橋型ネガレジストを用いたフォトレジストパターン及びその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

半導体装置の製造工程において、半導体基板等の下地層に対してエッチングやイオン注入等の選択的な加工が施される。そのような加工を施す場合、まず下地層の被加工部分を選択的に保護する目的で、紫外線、X線、電子線等の活性光線に感光する組成物、いわゆる感光性レジスト被膜（以後レジストと呼称）を下地層上に形成する。

【0003】

活性光線が紫外線、X線の場合、マスクを用いて、電子線の場合は直接描画によって下地層上にフォトレジストパターンを形成する。レジストにはポジ型とネガ型があり、前者は露光部が現像液に溶解するが未露光部が溶解しないレジストであり、後者は逆の特性を有するレジストである。現在、半導体装置の製造には一般にポジレジストの方が多く用いられ、しかもそれはナフトキノンジアジド化合物からなる感光剤とノボラック樹脂のようなアルカリ可溶性樹脂からなるベース樹脂とで構成されるものが主流である。

10

【0004】

ところで、近年の半導体装置の高性能化・高集積化に伴い、高エネルギーのイオン注入および高精度のエッチング加工が必要となり、さらに回路パターンの微細化とマスクにデザインされた回路パターンの転写に対して高度な正確さが要求されている。特に、高エネルギーのイオン注入を行う場合、レジストの膜厚が薄いとレジスト下の下地層にイオンが注入されるため、通常より厚い膜厚を必要とする。しかし、膜厚が厚くなるにつれて高い解像力と良好な形状、即ちエッジ部の垂直性が高いパターン形状を得ることは難しくなる。

【0005】

そこで、まず、従来のポジ型のレジスト（以下ポジレジスト）のみで構成されるフォトレジストパターンと、ネガ型のレジスト（以下ネガレジスト）のみで構成されるフォトレジストパターンとの形成方法について説明する。まず、従来のポジレジストのみで構成されるフォトレジストパターンの形成方法を図11～図14を用いて説明する。まず、図11を参照して、下地層1の上にポジレジスト5を塗布し、85 で70秒間プリベークを行う。この場合、ポジレジスト5の膜厚を例えば約5 μm として形成する。

20

【0006】

次に、図12を参照して、露光光4としてi線（波長365nm）を照射して露光するためのステッパー（縮小投影露光装置）を用い、所望のフォトレジストのパターン形状を有するフォトマスク3を介して露光光4をポジレジスト5に例えば露光エネルギー800mJ/cm²で照射する。

30

【0007】

次に、図13を参照して、露光後ベーク（Post Exposure Bake：以後PEBと略記）を120 で90秒間行う。

【0008】

その後、アルカリ性水溶液（2.38重量%の水酸化テトラメチルアンモニウム）を用いて現像を行い、図14に示すようなフォトレジストパターン5bを形成する。

【0009】

ここで、図14に示すフォトレジストパターンの一具体例として、市販のi線用ポジレジストを用いて形成されたフォトレジストパターン5bの部分拡大図を図15に示す。図15に示すフォトレジストパターンにおいて、下地層1の上に形成されたポジレジスト5bの側壁部分の傾斜幅L3は下地層1の表面方向のポジレジストパターン寸法が大きいほど大きくなり、パターン寸法が1000 μm 以上のフォトレジストパターンでは傾斜幅L3は約1.8 μm となっている。この原因は、ポジレジスト（上述のナフトキノンジアジド化合物からなる感光剤とノボラック樹脂のようなアルカリ可溶性樹脂からなるベース樹脂とで構成される）では、膜内での露光光吸収によりレジスト表面付近と比べてレジスト裏面付近になるほど露光光の強度が弱まるためである。

40

【0010】

従って、高エネルギーのイオン注入を行う場合、傾斜の膜厚が比較的厚い部分はイオンを通さず、比較的薄い部分はイオンを通す場合が生じるため、傾斜下における下地層1にイオン注入される部分とされない部分が生じる。従って、実質的なパターン寸法L1は、所

50

望のパターン寸法 L_2 より最大で傾斜幅 L_3 の分だけ長くなる。

【0011】

また、この説明では、ポジレジスト5の膜厚が約5 μm の場合を用いて説明しているが、ポジレジスト5の膜厚が約2 μm を越えたあたりから、傾斜幅 L_3 が大きくなり始め、また、一般にポジレジストは、パターン寸法が大きいほど、傾斜幅は大きくなる。

【0012】

このように、ポジレジストのみで構成されるフォトレジストパターンは、そのパターン寸法が大きいほど、側壁部分に大きい傾斜が生じるという短所がある。

【0013】

次に、従来のネガレジストとして化学増幅架橋型ネガレジストのみで構成されるフォトレジストパターンの形成方法を図16～図19を用いて説明する。まず、図16を参照して、下地層1の上に化学増幅架橋型ネガレジスト2を塗布し、110 で70秒間プリベークを行う。この場合、化学増幅架橋型ネガレジスト2の膜厚を例えば約5 μm として形成する。

10

【0014】

次に、図17を参照して、露光光4としてi線を照射して露光するためのステッパーを用い、フォトマスク3を介して露光光4を所望のフォトレジストパターンの形状以外の化学増幅型ネガレジスト2に例えば露光エネルギー110 mJ/cm^2 で照射する。

【0015】

次に、図18を参照して、PEBを100 で120秒間行う。

20

【0016】

その後、アルカリ性水溶液(2.38重量%の水酸化テトラメチルアンモニウム)を用いて現像を行ない、図19に示すようなフォトレジストパターン2bを形成する。

【0017】

このフォトレジストパターン2bも、ポジレジストと同様にパターン寸法が大きいほど、その側壁部分の傾斜幅 L_3 は大きくなるが、パターン寸法が1000 μm 以上のフォトレジストパターンでもその傾斜幅はポジレジストの2分の1以下の約0.85 μm である。なお、この現象は後述するように収縮現象によって生じる。

【0018】

このように化学増幅架橋型ネガレジストの方がポジレジストよりも、垂直性の高いフォトレジストパターンを形成できるという長所がある。この原因は、化学増幅架橋型ネガレジストが透明性が高いため、厚膜でもレジスト表面付近から裏面付近にかけて露光光の光強度の減衰はほとんどないためである。

30

【0019】

ところが、この化学増幅架橋型ネガレジストは、図20を参照して、現像後にベークを行なうとフォトレジストパターン2bの収縮がさらに起こり、フォトレジストパターン2bの側壁部分の傾斜幅 L_3 は現像直後よりも大きくなるという短所がある。一例として、現像後に150 で90秒間のベークを行なった場合に、傾斜幅 L_3 はベークを行う前より約0.2 μm 大きくなる。従って、以上3回のベークを行うとフォトレジストパターン2bのエッジの傾斜幅は1.05 μm となる。

40

【0020】

従って、高エネルギーのイオン注入を行う場合、傾斜の膜厚が比較的厚い部分はイオンを通さず、比較的薄い部分はイオンを通す場合が生じるため、傾斜下における下地層1にイオン注入される部分とされない部分が生じる。従って、実質的なパターン寸法 L_1 は、所望のパターン寸法 L_2 より最大で傾斜幅 L_3 の分だけ短くなる。

【0021】

次に、この化学増幅架橋型ネガレジストの収縮のメカニズムについて詳細に説明する。ここで説明する化学増幅架橋型ネガレジストは、ベース樹脂であるノボラック樹脂と架橋剤として働くメラミン系化合物および光酸発生剤とで構成される。このような化学増幅架橋型ネガレジストに所定の光が照射されると、レジスト中では光酸発生剤から酸が発生する

50

。そして、PEBを施すことで酸を触媒として架橋剤とベース樹脂との間で架橋反応が起こり、現像液に対して不溶化するわけであるが、このPEB時の架橋反応によって露光部のレジストはいくらかの収縮現象を起こす。当然ながら、フォトレジストパターンのパターン寸法が大きいほどその収縮量も多くなり、その側壁部分の傾斜幅が大きくなる。さらに、現像後のベークにおいても残存する酸によって架橋反応が進むため、フォトレジストの体積に応じてその側壁部分の傾斜幅が大きくなってしまふ。

【0022】

一方、ポジレジストは、架橋型反応などの化学的な反応は生じないため、現像後にベークを行っても、収縮が生じないという長所がある。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明したようにポジレジストのみで構成されるフォトレジストパターンは、パターン寸法が大きいほど、その側壁部分に大きい傾斜が生じるという問題点がある。

【0024】

また、化学増幅架橋型ネガレジストのみで構成されるフォトレジストパターンでも、現像後にベークを行なうと、パターン寸法が大きいほど、その側壁部分に大きい傾斜が生じるという問題点がある。

【0025】

本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、パターン寸法が大きくても垂直性の高いパターン形状を維持できるフォトレジストパターン及びその形成方法を得ることを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に係る課題解決手段は、下地層を準備する工程と、前記下地層上に化学増幅架橋型ネガレジストを塗布する工程と、前記化学増幅架橋型ネガレジストを選択的に除去して、所望のフォトレジストパターンの形状の輪郭部分のみの形状の化学増幅架橋型ネガレジストパターンを残す工程と、前記ネガレジストの除去により露出した下地層上にポジレジストを塗布する工程と、前記所望のフォトレジストパターンの形状の輪郭部分より外側の前記ポジレジストを選択的に除去する工程とを備える。

【0029】

本発明の請求項2に係る課題解決手段において、前記線幅は5 μm以下である。

【0030】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1におけるフォトレジストパターンを示す図である。図1中の1は下地層、2aはベース樹脂であるノボラック樹脂と架橋剤として働くメラミン系化合物および光酸発生剤とで構成される化学増幅架橋型ネガレジストパターン、5aはポジレジスト(ポジレジストパターン)である。化学増幅架橋型ネガレジスト2a、ポジレジスト5aよりフォトレジストパターン6を構成する。

【0031】

図1に示すように、ポジレジスト5aは下地層1上に形成され、ポジレジスト5aの周囲の側壁部分には、化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aが形成されている。化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aの線幅L4は垂直性の高い(即ちエッジを実質的に垂直に維持できる)線幅である。

【0032】

このように本形態では、フォトレジストパターンの大部分をポジレジストで形成するとともに、そのポジレジストの周囲の側壁部分を垂直性の高い線幅の化学増幅架橋型ネガレジストパターンで形成することで、ポジレジストはベークによる収縮が生じないことより、PEBや現像後のベークによっても大面積のポジレジストや小面積でもパターン寸法の長いポジレジストを含むフォトレジストパターンの収縮がほぼ生じないため、フォトレジス

10

20

30

40

50

トパターンの変形が生じず、垂直性の高いパターン形状を維持できる。

【0033】

実施の形態2.

実施の形態2では、図1に示す化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aの線幅L4を小さくすればするほど、垂直性が増す。線幅L4を5 μ m以下にすれば、ベークによる収縮量が少ないためより垂直性の高い化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aが得られる。具体例として、後述する実施の形態3における5回のベークを行っても、形成されたフォトレジストパターン6のエッジの傾斜幅は僅か0.1 μ m程度であり、大きな体積を占めるポジレジスト5aには熱収縮がほぼ生じないため、フォトレジストパターン6の変形は起こらず、完全な垂直性をほぼ維持する。

10

【0034】

このように本形態では、線幅L4を5 μ m以下とすることで、よりフォトレジストパターンの高い垂直性が得られる。

【0035】

実施の形態3.

図2~図9は本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【0036】

まず、図2を参照して、下地層1を準備し、下地層1上にベース樹脂であるノボラック樹脂と架橋剤として働くメラミン系化合物および光酸発生剤とで構成される化学増幅架橋型ネガレジスト2を塗布し、110 $^{\circ}$ で70秒間プリベークを行なう。この場合、化学増幅架橋型ネガレジスト2の膜厚を例えば約5 μ mとする。

20

【0037】

次に、図3を参照して、露光光4としてi線を照射して露光するためのステッパーを用い、所望のフォトレジストパターンの輪郭部分のみを描いたフォトマスク3を介して露光光4を例えば露光エネルギー110mJ/cm²で照射する。

【0038】

次に、図4を参照して、PEBを100 $^{\circ}$ で120秒間行なう。

【0039】

次に、図5を参照して、アルカリ性水溶液(2.38重量%の水酸化テトラメチルアンモニウム)を用いて現像を行ない、化学増幅架橋型ネガレジスト2を選択的に除去して、所望のフォトレジストパターンの輪郭部分のみの形状で、かつ垂直性の高い線幅の形状の化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aを形成する。またこれとともに、下地層1が露出する。

30

【0040】

次に、図6を参照して、露出した下地層1上にポジレジスト5を塗布し、85 $^{\circ}$ で70秒間プリベークを行なう。この場合も、ポジレジスト5の膜厚を約5 μ mとする。

【0041】

次に、図7を参照して、ステッパーを用い、今度は所望するパターン寸法を有するフォトマスク3を介して露光光4を例えば露光エネルギー800mJ/cm²で照射する。

40

【0042】

次に、図8を参照して、PEBを120 $^{\circ}$ で90秒間行なう。

【0043】

次に、図9を参照して、アルカリ性水溶液を用いて現像を行なうことで、露出した下地層1上にポジレジスト5aを形成する。化学増幅架橋型ネガレジストパターン2aとポジレジスト5aとによりフォトレジストパターン6が完成する。

【0044】

そして、図10に示すように、完成したフォトレジストパターン6に現像後ベークを150 $^{\circ}$ で90秒間行なう。以上の5回のベークを行っても、形成されたフォトレジストパターン6のエッジの傾斜幅は僅か0.1 μ m程度であり、また、大きな体積を占めるポジレ

50

スト5 aには熱収縮がほぼ生じないため、フォトレジストパターン6の変形は起こらず、エッジは完全な垂直性をほぼ維持する。

【0045】

以上に説明した本形態によるフォトレジストパターンの形成方法と、従来のフォトレジストパターンの形成方法とを組み合わせてもよい。例えば、比較的大面積パターンや比較的小面積でもパターン寸法の長いパターンに対しては本形態によるフォトレジストパターンの形成方法を採用し、それ以外の単に比較的小面積のパターンに対しては従来のフォトレジストパターンの形成方法を採用する。その場合、本形態によるフォトレジストパターンの形成方法と従来のフォトレジストパターンの形成方法とを同時に行ってもよい。

【0046】

なお、本形態では、ポジレジスト、化学増幅架橋型ネガレジストの膜厚の例として、約5 μm を用いたが、その他の膜厚でもよい。なお、従来の技術で説明したようにポジレジストの膜厚が約2 μm を越えたあたりから、傾斜幅L3が大きくなり始めるため、膜厚が約2 μm 以上を必要とするフォトレジストパターンに対して有効である。

【0047】

このように本形態では、パターン寸法が大きくても垂直性の高いパターン形状を維持できるフォトレジストパターンが形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるフォトレジストパターンを示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図3】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図4】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図5】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図6】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図7】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図8】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図9】本発明の実施の形態3におけるフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図10】完成したフォトレジストパターンに現像後ベークを行う工程図である。

【図11】従来のポジレジストを用いた場合のフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図12】従来のポジレジストを用いた場合のフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図13】従来のポジレジストを用いた場合のフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図14】従来のポジレジストを用いた場合のフォトレジストパターンを示す断面図である。

【図15】従来の市販のポジレジストを用いた場合のフォトレジストパターンを示す断面図である。

【図16】従来のネガレジストを用いた場合のフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

【図17】従来のネガレジストを用いた場合のフォトレジストパターンの形成方法を示す工程図である。

10

20

30

40

50

【図18】従来のネガレジストを用いた場合のフォトリソパターン形成方法を示す工程図である。

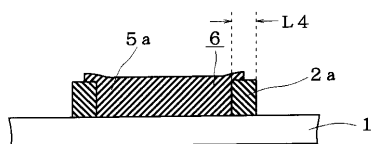
【図19】従来のネガレジストを用いた場合のフォトリソパターン形成方法を示す工程図である。

【図20】従来の完成したネガレジストを用いた場合のフォトリソパターンに現像後ベークを行う工程図である。

【符号の説明】

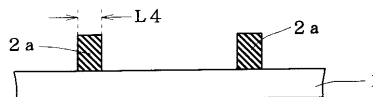
- 1 下地層、2 化学増幅架橋型ネガレジスト、2 a 化学増幅架橋型ネガレジストパターン、3 フォトマスク、4 露光光、5 ポジレジスト、6 フォトリソパターン

【図1】

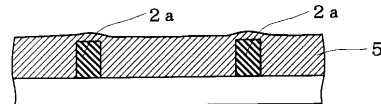


- 1 : 下地層
- 2 a : 化学増幅架橋型ネガレジストパターン
- 5 a : ポジレジスト
- 6 : フォトリソパターン

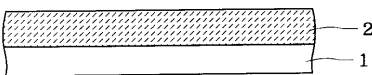
【図5】



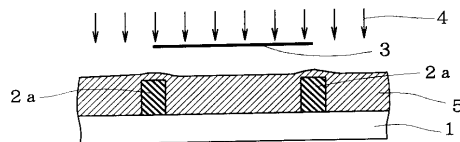
【図6】



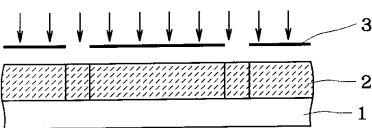
【図2】



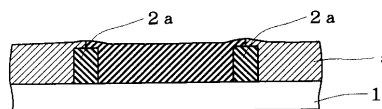
【図7】



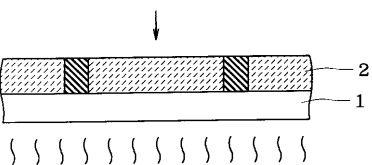
【図3】



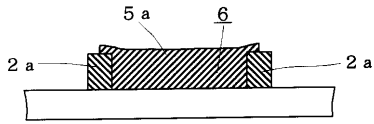
【図8】



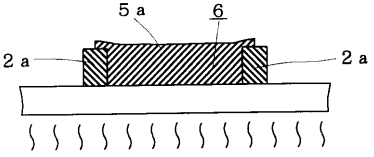
【図4】



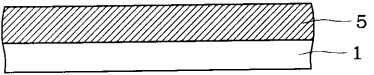
【 9 】



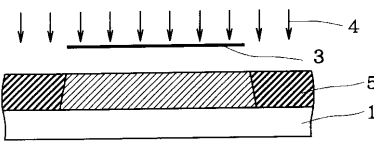
【 10 】



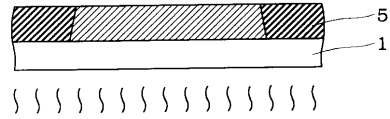
【 11 】



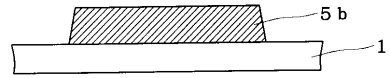
【 12 】



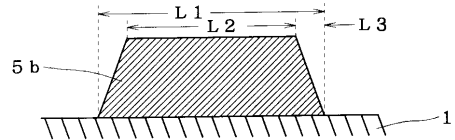
【 13 】



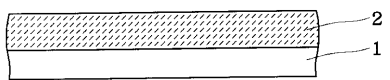
【 14 】



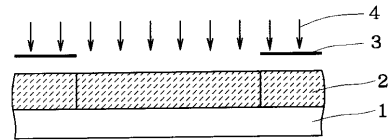
【 15 】



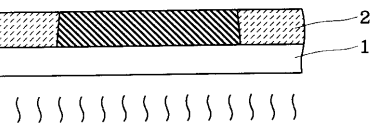
【 16 】



【 17 】



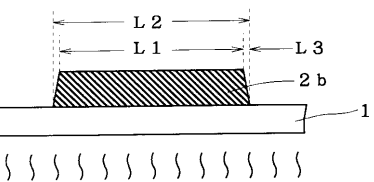
【 18 】



【 19 】



【 20 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-338452(JP,A)
特開平04-146617(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G03F 7/004-7/18,7/26-7/42