(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3708688号
(P3708688)
(45)発行日　平成17年10月19日(2005.10.19)　(24)登録日　平成17年8月12日(2005.8.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G03F 7/039	G03F	7/039	601
G03F 7/095	G03F	7/095	501
G03F 7/26	G03F	7/26	511
H01L 21/027	H01L	21/30	502R
	H01L	21/30	573

請求項の数 2　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平9-236047
(22)出願日　平成9年9月1日(1997.9.1)
(65)公開番号　特開平10-142799
(43)公開日　平成10年5月29日(1998.5.29)
審査請求日　平成13年10月9日(2001.10.9)
(31)優先権主張番号　特願平8-243786
(32)優先日　平成8年9月13日(1996.9.13)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100084618
弁理士　村松　貞男
(74)代理人　100068814
弁理士　坪井　淳
(74)代理人　100092196
弁理士　橋本　良郎
(74)代理人　100091351
弁理士　河野　哲
(74)代理人　100088683
弁理士　中村　誠

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レジストパターン形成方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板上に、フェノール系樹脂を含む下層感光性材料膜を形成する工程と、
前記下層感光性材料膜の上に置換もしくは非置換の脂環式骨格を含む上層感光性材料膜を形成する工程と、
前記上層感光性材料膜の所定の領域にＡｒＦエキシマレーザー光を照射して露光を施す工程と、
前記露光後の上層感光性材料膜の露光部または未露光部をアルカリ水溶液で溶解除去して現像する工程と、
前記現像する工程の後に得られた上層感光性材料膜パターンをマスクとしてＫｒＦエキシマレーザー光を一括照射し、現像処理を施して露光部を選択的に溶解・除去することにより、前記上層感光性材料膜パターンを前記下層感光性材料膜に転写する工程とを具備するレジストパターン形成方法。
【請求項２】
前記脂環式骨格は、アダマンタン骨格を含むことを特徴とする請求項１に記載の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】
本発明は、半導体素子、ＴＦＴ（薄膜トランジスタ）、光ディスクなどの製造工程にお

ける微細加工のパターン形成方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

以前よりＬＳＩを始めとする電子部品の製造プロセスでは、フォトリソグラフィーを利用した微細加工技術が採用されている。すなわち、まずレジスト液を基板などの上に塗布してレジスト膜を成膜し、次いで得られたレジスト膜に対してパターン光の露光を行なった後、アルカリ現像等の処理を施してレジストパターンを形成する。続いて、このレジストパターンを耐エッチングマスクとして露出した基板などの表面をドライエッチングすることで、微細な幅の線や開孔部を形設し、最後にレジストをアッシング除去するというものである。

【０００３】

したがって、ここで用いられるレジストには、一般に高いドライエッチング耐性が求められる。こういった観点から、これまでは芳香族化合物を含有するレジストが広く用いられてきており、具体的にはアルカリ可溶性であるノボラック樹脂などをベース樹脂としたものが数多く開発されている。

【０００４】

一方ＬＳＩなどの高密度集積化に伴い、上述したような微細加工技術は近年サブハーフミクロンオーダーにまで及んでおり、今後こうした微細化はさらに顕著になることが予想されている。このため、フォトリソグラフィーにおける光源の短波長化が進行しており、現在波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザ光や波長２１８ｎｍのＹＡＧレーザの５倍高調波光による微細なレジストパターンの形成が試みられている。

【０００５】

然るに、これまで一般的であったノボラック樹脂をベース樹脂としたレジストでは、上述した通りの短波長光に対してノボラック樹脂のベンゼン核での光吸収が大きい傾向がある。したがって、レジストパターンを形成しようとすると、露光時にレジスト膜の基板側にまで光を充分に到達させることが難しく、結果的にパターン形状の良好なパターンを高感度、高精度で形成することは困難であった。

【０００６】

ところで、ＰＣＭ（ポータブルコンフォーマブルマスク）法と呼ばれるパターン形成方法が１９７９年、Ｐｒｏｃ．ＳＰＩＥ．１７４，１１４においてＢ．Ｊ．Ｌｉｎによって示されている。これは、上層のレジストパターンを形成し、それをマスクとして下層を一括露光するパターン形成方法である。このＰＣＭ法で行なわれたものとして、Ａ．Ｗ．ＭｃＣｕｌｌｏｕｇｈらによって１９８６年、Ｐｒｏｃ．ＳＰＩＥ．６３１，３１６に次のように報告されている。これにおいては、ＰＭＧＩ（ポリジメチルグルタルイミド）を下層材料として用い、上層のノボラック－ナフトキノンジアジドで形成したパターンをマスクとして一括露光してパターンを形成したものである。

【０００７】

上述したようなＰＣＭ法は、下層をも露光・現像という工程でパターンを転写・形成するので、エッチングによるパターンの転写・形成にみられるスカムと呼ばれるごみ等が発生しないという利点を有している。その後も、多様なＰＣＭ法が提案されてきている。しかしながら、従来のＰＣＭ法では、下層感光性材料が通常のフェノール樹脂と比較してドライエッチング耐性が低い場合が多く、実用的でなかった。前述のＡ．Ｗ．ＭｃＣｕｌｌｏｕｇｈらの例では、上層感光性材料として、ノボラック－ナフトキノンジアジドという水銀ランプによるリソグラフィーで用いられる材料を用い、下層感光性材料としては、ＰＭＧＩという水銀ランプよりも波長の短いＫｒＦエキシマレーザー光によるリソグラフィーで用いられる材料が採用されている。このため、上層のパターンを形成するための露光光の波長が長く、光学的に細かいパターンを形成する優位性は存在していなかった。さらに、実際に感光性層を積層化するうえで、層間のミキシング等の問題により、微細パターンを形成しにくいという問題があった。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】
上述したように、ノボラック樹脂をベース樹脂としたレジストはドライエッチング耐性が高くかつアルカリ現像が可能であるものの、短波長光に対する透明性が不十分であるため、ＡｒＦエキシマレーザ光やＹＡＧレーザの５倍高調波光を用いたフォトリソグラフィーにも適したレジストの開発が強く望まれている。このような点を考慮して、最近は芳香族化合物にかわり脂環式化合物を含有するレジストが注目されており、例えば特開平４－３９６６５号には、ドライエッチング耐性、短波長光に対する透明性とも良好なレジストとして、アダマンタン骨格を有する重合体をベース樹脂としたものが提案されている。またここでは、アダマンタン骨格を有する化合物をカルボン酸基を有するアクリル系化合物と共重合させることで重合体にアルカリ溶解性を付与し、アルカリ現像でレジストパターンを形成した例も示されている。
【０００９】
しかしながら、脂環式化合物を含有するレジストについてこうしてアルカリ現像でレジストパターンを形成する場合、アダマンタン骨格のような脂環式構造とカルボン酸基との間でアルカリ溶解性が大きく相違するため、様々な問題が発生する。例えば、現像時にレジスト膜の所定の領域の溶解・除去が不均一なものとなり解像性の低下を招く一方、レジスト膜が残存するはずの領域でも部分的な溶解が生じてクラックや表面あれの原因となる。また、レジスト膜と基板との界面にアルカリ溶液が浸透して、レジストパターンが剥離してしまうこともあり、十分な密着性が得られない。さらに、重合体において脂環式構造を有する部分とカルボン酸部分との相分離が進みやすく、均一なレジスト液が調製され難いうえその塗布性も充分ではない。
【００１０】
なお、高感度なレジストとして、酸の触媒作用を利用した化学増幅型レジストが開発されているが、この化学増幅型レジストは、露光後、ＰＥＢまでの時間による影響を受けやすい。特に、大気中に含まれるアミンの影響により得られるレジストパターンの形状が劣化し、場合によっては基板からの剥がれなどが生じることがある。
【００１１】
また、上述したように従来のＰＣＭ法においては、上層感光性材料が、下層感光性材料より波長の長いリソグラフィーで用いられる材料が採用されており、光学的に細かいパターンを形成する優位性は何等存在していなかった。
【００１２】
そこで本発明は、環境安定性に優れ、短波長光に対して高い透明性を有するとともに、アルカリ現像により基板との密着性が高く、解像性の良好な微細パターンを形成し得る感光性材料を提供することを目的とする。
【００１３】
また本発明は、１９３ｎｍという短い波長の光もしくは電子線で行なうことができ、さらに下層の露光においてマスクとなり得る高い吸収波長帯を有し、かつ下層膜との間にミキシング等を形成しにくいという３つの特徴をあわせもった特定の材料を上層材料として用いたＰＣＭ法による実用的なパターン形成方法を提供すること目的とする。
またさらに本発明は、得られたパターンを用いて精度よく微細加工を行なう電子部品の製造方法を提供することを目的とする。
【００１４】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明は、基板上に、フェノール系樹脂を含む下層感光性材料膜を形成する工程と、前記下層感光性材料膜の上に置換もしくは非置換の脂環式骨格を含む上層感光性材料膜を形成する工程と、前記上層感光性材料膜の所定の領域にＡｒＦエキシマレーザー光を照射して露光を施す工程と、前記露光後の上層感光性材料膜の露光部または未露光部をアルカリ水溶液で溶解除去して現像する工程と、前記現像する工程の後に得られた上層感光性材料膜パターンをマスクとしてＫｒＦエキシマレーザー光を一括照射し、現像処理を施して露光部を選択的に溶解・除去することにより、前記上層感光性

材料膜パターンを前記下層感光性材料膜に転写する工程とを具備するレジストパターン形成方法を提供する。

【００１９】

以下、本発明を詳細に説明する。本発明において、アルカリ可溶性樹脂としては、アクリル酸、およびメタクリル酸等の共重合体からなるアルカリ可溶性樹脂を使用することができる。より具体的には、メンチルメタクリレート、メチルメタクリレートおよびメタクリル酸からなる共重合体；メンチルアクリレート、メチルメタクリレート、およびメタクリル酸からなる共重合体などが挙げられる。

【００２０】

本発明では、アルカリ可溶性樹脂が脂環式構造を有しているので、１９３ｎｍにおける透明性が良いという利点に加えて、得られるレジストパターンに高いドライエッチング耐性を付与することができる。脂環式構造としては、一般式$C_n H_{2n}$（ｎは３以上の整数）で表わされる環状シクロ化合物や環状ビシクロ化合物、およびそれらの縮合環などが挙げられる。具体的には、シクロブタン環、シクロペンタン環、シクロヘキサン環、シクロヘプタン環やこれらに橋かけ炭化水素が導入されたもの、スピロヘプタン、スピロオクタンなどのスピロ環、ノルボニル環、アダマンチル環、ボルネン環、メンチル環、メンタン環などのテルペン環、ツジャン、サビネン、ツジョン、カラン、カレン、ピナン、ノルピナン、ボルナン、フェンカン、トリシクレン、コレステリック環などのステロイド骨格、胆汁酸、ジギタロイド類、ショウノウ環、イソショウノウ環、セスキテルペン環、サントン環、ジテルペン環、トリテルペン環、ステロイドサポニン類などが例示される。

【００２３】

本発明におけるアルカリ可溶性樹脂が脂環式骨格を含む場合には、かかるポリマーは、例えば、酸性置換基が導入された脂環式構造と重合性二重結合とを分子中に有する重合性化合物を、ラジカル重合、カチオン重合およびアニオン重合等で重合させたり、チグラーナッタ触媒下で重合させることで容易に得ることができる。一般に、脂環式構造および重合性二重結合を分子中に有する重合性化合物は、後者の触媒を用いることによって高分子量のポリマーとすることができる。しかしながら本発明では、低分子量のポリマーであっても、成膜さえできれば何等問題ないため、ラジカル重合などの簡便な手法を用いて重合し、低分子量化合物と高分子量化合物との混合した状態で用いてもよい。

【００２４】

またこのとき、ポリマーのアルカリ溶解性調整やレジスト膜と基板との密着性向上の観点から、アクリル酸や無水マレイン酸およびこれらのエステル置換体、ビニルフェノール、ビニルナフトール、ヒドロキシエチルメタクリレート、SO_2 などと共重合させることが好ましい。さらに、これらアルカリ可溶性化合物のアルカリ可溶性基について、アルカリ溶液に対する溶解抑止能を有する酸分解性基で保護してなる化合物を共重合させても構わない。しかしながら、レジストの短波長光に対する透明性を考慮すると、ベンゼン核など短波長域での光吸収の大きい分子骨格を有していない化合物と共重合させることが好ましく、具体的には波長１９３ｎｍの光に対するポリマーの吸光度が１μｍ当たり４以下であることが好ましく、２以下であることがより好ましい。

【００２５】

ただしここで、アクリル酸などアルカリ可溶性化合物の共重合比は、共重合体中１～５０％、さらには１０～５０％の範囲内であることが好ましい。何となれば、１％未満だとポリマーのアルカリ溶解性が不充分となるおそれがあり、逆に５０％を越えると不均一な溶解を生じ、レジストパターンを形成しにくい傾向があるためである。

【００２６】

なお、上述したようなポリマーの平均分子量は、５００～５００，０００、より好ましくは５，０００～１５，０００の範囲に設定されることが好ましい。何となれば、ポリマーの平均分子量が５００未満だと、機械的強度の十分なレジスト膜を成膜するうえで不利となり、逆に５００，０００を越えると、解像性の良好なレジストパターンを形成することが困難となるからである。これらの化合物は、通常、種々の分子量を有する成分を含む混

合体であるが、本発明では、比較的低い分子量の化合物でも効力を発揮する。例えば、５００～１，０００の分子量に多く局在した場合も、不均一な溶解を抑制することができる。さらにこの場合、樹脂中には多くの単量体が残存していても、アルカリ現像液に対する溶解特性や得られるレジストパターンのドライエッチング耐性を劣化させることは少ない。

【００３６】

ここで用いられる溶媒としては、例えば、シクロヘキサノン、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンなどのケトン系溶媒；メチルセロソルブ、メチルセロソルブアセテート、エチルセロソルブアセテート、ブチルセロソルブアセテートなどのセロソルブ系溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソアミル、γ－ブチロラクトンなどのエステル系溶媒；プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートなどのグリコール系溶媒；ジメチルスルホキシド、ヘキサメチルホスホリックトリアミドジメチルホルムアミド、Ｎ－メチルピロリドンなどの含窒素系溶媒などが挙げられる。さらに、溶解性向上のためこれらにジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアルデヒド、Ｎ－メチルピロリジノン等を添加した混合溶媒を用いることができる。また、メチルプロピオン酸メチル等のプロピオン酸誘導体、乳酸エチル等の乳酸エステル類やＰＧＭＥＡ（プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート）等も、低毒性であり好ましく用いられ得る。なお本発明において、このような溶媒は単独でまたは２種以上を混合して用いることができ、さらにイソプロピルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール、ブチルアルコール、ｎ－ブチルアルコール、ｓ－ブチルアルコール、ｔ－ブチルアルコール、イソブチルアルコールなどの脂肪族アルコールやトルエン、キシレンなどの芳香族系溶媒が含有されていても構わない。

【００３７】

上述のようにして調製された感光性材料を用いたパターンの形成プロセスについて説明する。まず、上述したような有機溶媒に溶解された感光性材料の溶液を、回転塗布法やディッピング法などで所定に基板上に塗布した後、１５０℃以下好ましくは７０～１２０℃で乾燥してレジスト膜を形成する。

【００３８】

なおここでの基板としては、例えばシリコンウェハ、表面に各種の絶縁膜や電極、配線などが形成されたシリコンウェハ、ブランクマスク、ＧａＡｓ、ＡｌＧａＡｓなどのIII－Ｖ族化合物半導体ウェハ、クロムまたは酸化クロム蒸着マスク、アルミ蒸着基板、ＢＰＳＧコート基板、ＰＳＧコート基板、ＳＯＧコート基板、カーボン膜スパッタ基板などを使用することができる。

【００３９】

さらに、これらの基板上にポリシランやポリシリコン等からなる中間層を０．５～５μｍ程度の膜厚で形成した後、本発明の感光性材料を塗布して上層レジストとして用いることもできる。

【００４０】

なお、溶媒の蒸発後、基板上に形成されるレジスト膜の膜厚は、用途によって異なるが、通常０．０５～１５μｍの範囲内にあることが好ましい。この範囲を逸脱すると、感度が著しく低下したり、解像度が低下するおそれがある。

【００４１】

なお、露光後のレジスト膜に対しては、１００℃程度のベークを行なっても構わない。

【００４２】

次いで、浸漬法、スプレー法などでレジスト膜を現像し、露光部または未露光部のレジスト膜をアルカリ溶液に選択的に溶解・除去して、所望のパターンを形成する。このときアルカリ溶液の具体例としては、テトラメチルアンモニウムハイドロキシド水溶液、コリン水溶液などの有機アルカリ水溶液や、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムなどの無機アルカリ水溶液、これらにアルコールや界面活性剤などを添加した溶液が挙げられる。なおここでのアルカリ溶液の濃度は、露光部と未露光部とで溶解速度の差を十分なものとする観

点から、１５ｗｔ％以下であることが好ましい。

【００４３】

現像後の基板およびレジストパターンに対しては、水等を用いてリンス処理を施してもよい。本発明において上層に用いる感光性材料は、ＡｒＦエキシマレーザー光に対する透明性が良好である。このため、高感度、高精度でレジストパターンを形成することが可能である。

【００４５】

なお、脂環式骨格を含むアルカリ可溶性樹脂を本発明において上層に用いる感光性材料の成分として配合した場合には、得られたレジストパターンにおいて、一方の炭素－炭素結合が切れても他方の結合が残る。このため、かかるレジストパターンは、高いドライエッチング耐性を有している。

【００４６】

本発明の感光性材料を用いたパターン形成プロセスにおいては、上述したような工程以外の他の工程が付加されても何等差支えなく、例えばレジスト膜の下地としての平坦化層形成工程、レジスト膜と下地との密着性向上のための前処理工程、レジスト膜の現像後に水などで除去するリンス工程、ドライエッチング前の紫外線の再照射工程を適宜施すことが可能である。

【００４７】

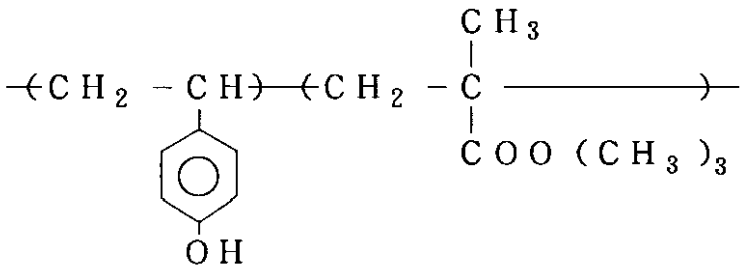
本発明のパターン形成方法は、多層レジストプロセスに関わる。このプロセスについて、以下に説明する。上述のパターン形成方法を多層プロセスに応用し、第１の化学放射線としてのＡｒＦエキシマレーザー光によって露光される上層と、第２の化学放射線としての２４８ｎｍの波長のＫｒＦエキシマレーザー光によって露光される下層とを形成することができる。

【００４８】

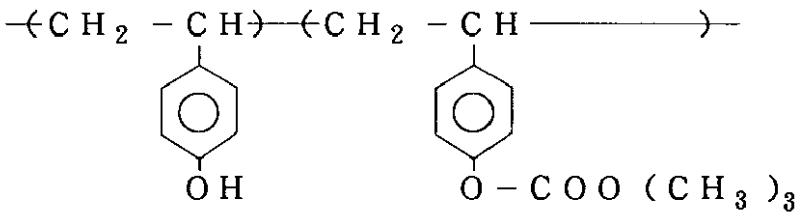
この場合、下層には２００～２６０ｎｍの波長範囲によい透明性をもち、高いドライエッチング耐性を有する化学式（Ｐ－１）～（Ｐ－４）で表わされるようなフェノール系樹脂などのレジストを用いることが好ましい。

【００５１】

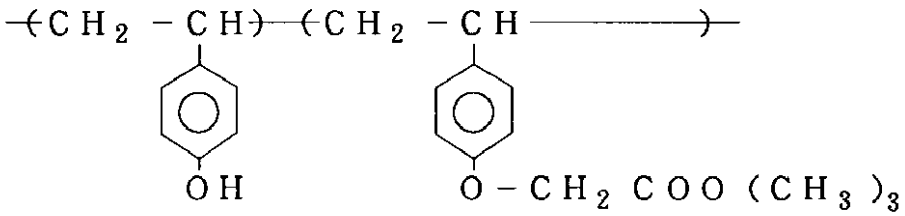
【化２】



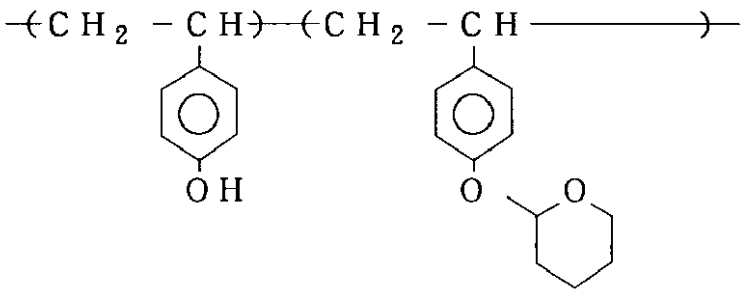
P－1



P－2



P－3



P－4

【００５２】
ここで一般に、下層に十分なドライエッチング耐性があれば上層には必要なく、上層としては下層の露光時にマスクとなり得る吸光度を有していればよい。上層の膜厚もこの条件を満たすものであればよい。よって、膜厚は薄くすることができ、高い感度を敢えて要求しないので、化学増幅型レジストに加えて非化学増幅型レジストも好ましく用いられる。
【００５３】
ところで、上層と下層との感光性材料層を形成する場合、しばしば層間で溶媒同士が混ざり合ってしまうミキシングが問題になる。層を形成する際に、上層と下層との感光性材料間にバリアコートと呼ばれる、上層および下層のいずれの層ともミキシングを起こさない層を形成することも解決方法の１つである。しかしながら、工程の短縮、材料の削減といった観点からすると、そのようなバリアコート層を含まない方が好ましい。
【００５４】
本発明のパターン形成方法においては、上述したようなミキシングを生じにくい材料を使用しているためにその影響は極めて少ない。さらに一般にミキシングを防ぐためには、溶解しにくい材料が下層に用いられる。例えば、上層をＡｒＦエキシマレーザーで露光する場合、ポリヒドロキシスチレンベースのＫｒＦエキシマレーザー用下層レジストに対しては、キシレン溶媒のＡｒＦエキシマレーザー用レジストを用いることができる。なお、キ

シレン溶媒の化学増幅型ＡｒＦエキシマレーザー用レジストを用いる場合、酸発生剤としては、ナフタリジルトリフレートなどの非イオン系光酸発生剤が好ましく用いられる。また、導入率の高いキノンジアジド化合物が、感光剤としても光酸発生剤としても好適に用いられる。

【００５５】

さらに、上層ＡｒＦエキシマレーザー用レジストに特願平８－２２１２３０に記したような、ノボラックやナフトールノボラック等の光吸収性化合物を、１９３ｎｍにおける透明性が著しく低下しない程度に含有させてもよい。これによって、２１０～２６０ｎｍの波長範囲で高い吸光度をもたせることができる。このノボラックやナフトールノボラックは溶解抑止剤としても作用する。

【００５７】

【発明の実施の形態】

以下、合成例および実施例により本発明をより詳細に説明する。

（合成例１）

＜側鎖に脂環式構造を有するアルカリ可溶性アクリル系樹脂の合成＞

メンチルメタクリレート、メチルメタクリレート、メタクリル酸をそれぞれ３３ｍｏｌ％、２９ｍｏｌ％、３８ｍｏｌ％、計６．０ｇをテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）２０ｇに混合した。続いて、得られた溶液にアゾイソブチルニトリル（ＡＩＢＮ）を０．７３ｇ添加し、攪拌しながら６０℃で３５時間加熱することによって反応させた後、反応液をｎ－ヘキサンに滴下した。その後、沈殿物を濾過、乾燥することで、重量平均分子量（スチレン換算）約１０，０００の共重合体を得た。

（合成例２）

＜側鎖に脂環式構造及びジアゾ化合物を有するアルカリ可溶性アクリル系樹脂の合成＞

等モルのヒドロキシエチルメタクリレートと、１，２－ナフトキノンジアジド－４－スルホン酸クロライドとをジオキサンに溶解して１０ｗｔ％のジオキサン溶液を得た。続いて、この溶液を２０℃に保ちながら、１，２－ナフトキノンジアジド－４－スルホン酸クロライドの１．２当量に相当する量のトリエチルアミンを、このジオキサン溶液にゆっくりと滴下して析出した塩を濾別し、多量の０．２％シュウ酸溶液に投入した。析出物を濾過し、次いでこれをイオン交換水で洗浄した後、真空乾燥してヒドロキエチルメタクリレートナフトキノンジアジドスルホン酸エステルを得た。

【００５８】

次に、メンチルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレートナフトキノンジアジドスルホン酸エステル、メタクリル酸を、それぞれ３３ｍｏｌ％、２９ｍｏｌ％、３８ｍｏｌ％、計６．０ｇをテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）２０ｇに混合した。続いて、得られた溶液にアゾイソブチルニトリル（ＡＩＢＮ）を０．７３ｇ添加し、攪拌しながら６０℃で３５時間加熱することによって反応させた後、反応液をｎ－ヘキサンに滴下した。その後、沈殿物を濾過、乾燥することで、重量平均分子量（スチレン換算）約１０，０００の共重合体を得た。

（合成例３）

＜側鎖に縮合多環式構造を有するアルカリ可溶性アクリル系樹脂の合成＞

ビニルナフタレン、メチルメタクリレート、メタクリル酸をそれぞれ３０ｍｏｌ％、３０ｍｏｌ％、４０ｍｏｌ％、計６．０ｇをテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）２０ｇに混合した。続いて、得られた溶液にアゾビスイソブチロニトリル（ＡＩＢＮ）を０．６０ｇ添加し、攪拌しながら６０℃で３５時間加熱することによって反応させた。その後、反応液をｎ－ヘキサンに滴下し、沈殿物を濾過、乾燥することで、重量平均分子量（スチレン換算）約７，０００の共重合体を得た。

（合成例４）

＜側鎖に脂環式構造および縮合多環式構造を有するアルカリ可溶性アクリル系樹脂の合成＞

ビニルナフタレン、メンチルメタクリレート、メチルメタクリレート、メタクリル酸を

、それぞれ１５ｍｏｌ％、２０ｍｏｌ％、３０ｍｏｌ％、３５ｍｏｌ％、計６．０ｇをテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）２０ｇに混合した。続いて、得られた溶液にアゾイソブチロニトリル（ＡＩＢＮ）を０．６０ｇ添加し、攪拌しながら６０℃で３５時間加熱することによって反応させた。その後、反応液をｎ－ヘキサンに滴下し、沈殿物を濾過、乾燥することで、重量平均分子量（スチレン換算）約７，０００の共重合体を得た。

（合成例５）

＜側鎖に脂環式構造および縮合多環式構造を有する化学増幅型アクリル系樹脂の合成＞

ビニルナフタレン、メンチルアクリレート、テトラヒドロピラニルメタクリレート、メタクリル酸をそれぞれ２６．２ｍｏｌ％、１９．４ｍｏｌ％、２１．６ｍｏｌ％、３２．７ｍｏｌ％、計９．４３ｇをテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）２０ｇに混合した。続いて、得られた溶液にアゾイソブチロニトリル（ＡＩＢＮ）を１．６ｇ添加し、攪拌しながら６０℃で４０時間加熱することによって反応させた。その後、反応液をｎ－ヘキサンに滴下し、沈殿物を濾過、乾燥することで重量平均分子量（スチレン換算）約６，０００の共重合体を得た。

（合成例６）

＜溶解抑止剤：１－アダマンチルカルボニル－２，２’－ジtert－ブトキシカルボニルエタンの合成＞

マロン酸ジtert－ブチル０．０２ｍｏｌをＴＨＦに溶解し、水素化ナトリウム０．０２ｍｏｌを分散した溶液中に徐々に０℃で加えた。水素発生が終了した後、反応系を室温にし、０．０２ｍｏｌのアダマンチル（ブロモメチル）ケトンのＴＨＦ溶液を導入した。その後、室温で５時間反応させた。次いで、反応液を大量の氷水中に投入して反応液をエーテル抽出し、油層を蓚酸水溶液で１回、続いて水で２回水洗した。最後に、乾燥－濃縮して１－アダマンチルカルボニル－２，２’－ジtert－ブトキシカルボニルエタン（ＡｄＴＢ）を得た。

（合成例７）

＜溶解抑止剤の合成＞

ナフトールをグリオキシル酸で縮合してノボラックオリゴマーを得、このノボラックオリゴマー１０ｇを、３，４－ジヒドロピラン５０ｍｌに溶解させて触媒量の塩酸存在下で４８時間撹拌した。その後、この溶液に水酸化ナトリウム塊を加え、しばらく撹拌した後、残さを濾別して油層を減圧濃縮乾燥し、さらに酢酸エチルに溶解して、５％シュウ酸水溶液で２回洗浄した。次いで、これを分液し、無水硫酸ナトリウムで乾燥し、濃縮乾固してピラニル化ナフトールノボラック（ＮＶ４ＴＨＰ）を得た。

（合成例８）

＜感光剤の合成＞

α－ナフトール０．１ｇをＴＨＦ中に溶解した後、このＴＨＦ溶液に１，２－ナフトキノンジアジド－４－スルフォニルクロリド０．１ｍｏｌを添加した。この混合液を０℃で撹拌しながら、その中にトリエチルアミン０．１モルを徐々に滴下した。析出した塩を濾別し、反応液を濃縮乾固した後、エタノール－ヘキサンを用いて再結晶し、ナフトールのナフトキノンジアジド化合物（ＮＰＮＱ）を得た。

（参考例１）

合成例１で得られたポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジドを４０ｗｔ％加え、これを８ｗｔ％のシクロヘキサノン溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した後、Ｓｉウェハー上にスピンコートによって塗布し、１００℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍのレジスト膜を形成した。

【００５９】

このレジスト膜に対して、波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液としてのテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド（ＴＭＡＨ）の２．３８％アルカリ水溶液で現像した。その結果、１３０ｍＪ／ｃｍ^2 のＤＯＳＥ量で、０．１５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、得られたパターンの基板との密着性も良

好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。
（参考例２）
合成例１で得られたポリマーに対し、メルドラム酸のジアゾ化合物を４５ｗｔ％加え、これを８ｗｔ％の乳酸エチル溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した後、Ｓｉウェハー上にスピンコートによって塗布した後、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍのレジスト膜を形成した。
【００６０】
このレジスト膜に対して、波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液としてのＴＭＡＨの２．３８％アルカリ水溶液で現像した。その結果、１２０ｍＪ／ｃｍ^{2}のＤＯＳＥ量で、０．１５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、得られたパターンの基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。
（参考例３）
合成例１で得られたポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジドを４０ｗｔ％加え、これを８ｗｔ％のシクロヘキサノン溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した後、Ｓｉウェハー上にスピンコートによって塗布し、１００℃で９０秒間プリベークして膜厚０．５μｍのレジスト膜を形成した。
【００６１】
このレジスト膜を電子線で露光し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液としてのＴＭＡＨの２．３８％アルカリ水溶液で現像した。その結果、５０ｋｅＶの加速電圧、３０μＣ／ｃｍ2のＤＯＳＥ量で、０．１５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、得られたパターンの基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。
（参考例４）
図１を参照して本参考例を説明する。
【００６２】
まず、合成例１で得られたポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジドを４０ｗｔ％加え、これを８ｗｔ％のシクロヘキサノン溶液として本発明のレジスト溶液を調製した。
【００６３】
一方、図１（ａ）に示すように、Ｓｉウェハー１１上にはノボラック系フォトレジストを塗布し、１９０℃でハードベークして膜厚０．８μｍの下地層１２を形成した。さらに、この下地層の上にＳＯＧ（スピンオングラス）を塗布し、２００℃でベークして膜厚０．１μｍの中間層１３を形成した。
【００６４】
前述のシクロヘキサノン溶液を、０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した後、下地層および中間層が設けられＳｉウェハー上に、スピンコートにより塗布した後、１００℃で９０秒間プリベークして、図１（ｂ）に示すような膜厚０．２μｍの上層レジスト膜１４を形成した。
【００６５】
このレジスト膜１４に対して、波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して図１（ｃ）に示すように露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液としてのＴＭＡＨの２．３８％アルカリ水溶液で現像した。その結果、１３０ｍＪ／ｃｍ^{2}のＤＯＳＥ量で、図１（ｄ）に示すような０．１５μｍのラインアンドスペースパターン１４ａを解像することができた。なお、得られたパターンの基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。
【００６６】
続いて、上述のようにして形成されたレジストパターン１４ａをエッチングマスクとして用いて、中間層のＳＯＧ膜１３をＣＦ4 ＲＩＥによりエッチングして、図１（ｅ）に示

すようなパターニングされたＳＯＧ膜１３ａを形成した。さらに、上述のようにして得られたパターン１４ａおよび１３ａをエッチングマスクとして用いて、O_2 ＲＩＥにより下層のノボラック系フォトレジスト膜１２をエッチングした。その結果、レジストパターンを忠実に転写することができ、図１（ｆ）に示すようなパターニングされたノボラック系フォトレジスト膜１２ａが得られた。

（参考例５）

合成例２で得たポリマーを８ｗｔ％のシクロヘキサノン溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブランフィルターで濾過した後、Ｓｉウェハー上にスピンコートによって塗布し、１００℃で９０秒間プリベークして膜厚０．３μｍのレジスト膜を形成した。

【００６７】

このレジスト膜に対し、波長１９３ｎｍのＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液としてのＴＭＡＨの２．３８％アルカリ水溶液で露光した。その結果、１００ｍＪ／cm_2 のＤＯＳＥ量で０．１５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、レジストパターンと基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。

（参考例６）

合成例３で得たポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジドを該ポリマーの２０ｗｔ％加え、これを８ｗｔ％のシクロヘキサノン溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した。こうして得られた溶液をＳｉウエハー上にスピンコートによって塗布し、１００℃で９０秒間プリベークして膜厚０．１７μｍのレジスト膜を形成した。

【００６８】

このレジスト膜に対して、ＡｒＦエキシマレーザー（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液で現像した。その結果、１４０ｍＪ／cm^2 のＤＯＳＥ量で、０．１７μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、得られたパターンの基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれ等は全く観察されなかった。

（参考例７）

合成例４で得られたポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジドを３０ｗｔ％加え、これをシクロヘキサノン／ＰＧＭＥＡの３：１混合溶液に溶解して、８ｗｔ％の溶液を得た。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した。一方、予めＨＭＤＳ（ヘキサメチルジシラザン）によってＳｉウエハーに表面処理を施しておいた。このＳｉウエハー上にスピンコートによって前述の溶液を塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍのレジスト膜を形成した。

【００６９】

このレジスト膜に対し、ＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、続いて、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液で現像した。その結果、１３５ｍＪ／cm^2 のＤＯＳＥ量で０．１５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。なお、レジストパターンと基板との密着性も良好であり、パターンの剥がれは全く観察されなかった。

（参考例８）

図２を参照して、本参考例を説明する。

【００７０】

まず、図２（ａ）に示すように、Ｓｉウエハー２１上に、厚さ０．８μｍの酸化珪素膜２２をＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）により形成し、次いで、Ａｌ－Ｓｉ－Ｃｕからなる厚さ約０．７μｍの下層配線層２３と、ＣＶＤ法によるSiO_2 膜からなる層間絶縁膜２４と、Ａｌ－Ｓｉ－Ｃｕからなる厚さ約０．７μｍの上層配線膜２５を順次形成した。

【００７１】

一方、合成例４で得られたポリマーに対し、ジアゾ化合物としてのナフトキノンジアジド

を３０ｗｔ％加え、これをシクロヘキサノン／ＰＧＭＥＡの３：１混合溶液に溶解して、８ｗｔ％の溶液を得た。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過した。こうして得られた溶液を、Ｓｉウエハー上にスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．３μｍのレジスト膜２６を上層配線膜２５の上に形成した。

【００７２】

次いで、レジスト膜２６に対し、ＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を１３５ｍＪ／ｃｍ^2 のＤＯＳＥ量で照射して露光を施し、露光後のレジスト膜をアルカリ現像液で現像して図２（ｂ）に示すようなレジストパターン２６ａを形成した。さらに、このレジストパターン２６ａをマスクとして、CCl_4 ガスを用いたＲＩＥ法により、上層配線膜をエッチングして上層配線２５ａを形成した。

【００７３】

その後、レジストパターン２６ａをO_2 プラズマ中で炭化して除去することにより、図２（ｃ）に示すような２層配線が得られた。上層配線２５ａは、下層配線膜等によって生ずる段差の影響をほとんど受けず、設計寸法０．３５μｍに対し、±０．０５μｍの設計誤差であった。また、配線間隔０．３５μｍ、線幅０．３５μｍの上層配線を形成した場合、断線や短絡等の不良は全く発生しなかった。

（参考例９）

図３を参照して、本参考例を説明する。

【００７４】

まず、前述の化学式（Ｐ－１）で表わされるポリマーに対し、酸発生剤としてのオニウム塩（トリフェニルスルフォニウムトリフレート）を加えて、これをＰＧＭＥＡ溶液とした。次いで、このＰＧＭＥＡ溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して下層レジスト形成用の溶液を得た。また、合成例４で得られたポリマーに対し感光剤としてのＮＰＮＱを４０ｗｔ％混合し、これをキシレン溶液とした。このキシレン溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して上層レジスト形成用の溶液を得た。

【００７５】

一方、図３（ａ）に示すように、Ｓｉウエハー３１上に、厚さ０．８μｍの酸化珪素膜３２をＣＶＤ法により形成した。この上に、上述のようにして調製した下層レジスト形成用のレジスト溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．４μｍの下層レジスト膜３３を形成した。

【００７６】

さらに、下層レジスト膜３３の上に、上述にようにして調製した上層レジスト形成用のレジスト溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍの上層レジスト膜３４を形成した。

【００７７】

得られた上層レジスト膜３４に対し、ＡｒＦエキシマレーザーを照射し、アルカリ現像液で現像したところ、図３（ｂ）に示すような線幅０．１５μｍのレジストパターン３４ａが得られた。さらに、このレジストパターン３４ａをマスクとして用いて、波長２２０ｎｍ付近の光を通す干渉フィルターを使って下層レジスト膜３３に露光し、現像して図３（ｃ）に示すような下層レジストパターン３３ａを得た。

【００７８】

こうして得られたレジストパターン３４ａおよび３３ａをマスクとして、CCl_4 ガスを用いたＲＩＥ法により酸化珪素膜３２をエッチングして図３（ｄ）に示すような酸化珪素パターンを３２ａを得た後、O_2 プラズマ中でレジストパターンを炭化して除去することにより図３（ｅ）に示すような構造を得た。

【００７９】

本実施例により、酸化珪素膜にも、線幅０．１５μｍのパターンを形成できることがわかった。

（参考例１０）

まず、合成例１で得られたポリマーに、感光剤としてナフトキノンジアジド（２，３，

４，４’－テトラヒドロキシベンゾフェノンのナフトキノンジアジド－４－スルフォン酸エステル）を加えて、これをＰＧＭＥＡ－シクロヘキサノン混合溶液に溶解した。次いで、この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して下層レジスト形成用の溶液を得た。また、合成例５で得られたポリマーに、ナフタリジルトリフレート３ｗｔ％と、ＮＶ４ＴＨＰ２０ｗｔ％とを加えて、乳酸エチル溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して上層レジスト形成用の溶液を得た。

【００８０】

一方、図３（ａ）に示すように、Ｓｉウエハー３１上に、厚さ０．８μｍの酸化珪素膜３２をＣＶＤ法により形成した。この上に、上述のようにして調製した下層レジスト形成用のレジスト溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．４μｍの下層レジスト膜３３を形成した。

【００８１】

さらに、下層レジスト膜３３の上に、上述にようにして調製した上層レジスト形成用のレジスト溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍの上層レジスト膜３４を形成した。

【００８２】

得られた上層レジスト膜３４を５ｋｅＶの電子線で露光し、アルカリ現像したところ、図３（ｂ）に示すような線幅０．１３μｍのレジストパターン３４ａが得られた。さらに、このレジストパターンをマスクとしてＡｒＦエキシマレーザー光を照射して下層レジスト３３に露光を施し、現像して図３（ｃ）に示すような下層レジストパターン３３ａを得た。

【００８３】

こうして得られたレジストパターン３４ａおよび３３ａをマスクとして、CCl_4 ガスを用いたＲＩＥ法により酸化珪素膜３２をエッチングして図３（ｄ）に示すような酸化珪素パターンを３２ａを得た後、O_2 プラズマ中でレジストパターンを炭化して除去することにより図３（ｅ）に示すような構造を得た。

【００８４】

本参考例により、酸化珪素膜にも、線幅０．１３μｍのパターンを形成できることがわかった。

【００８５】

上述のようにして調製した下層レジスト用の溶液を用いて、Ｓｉウエハー上に膜厚０．４μｍの下層レジスト膜を形成した。この上に、上層レジスト形成用の溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．３μｍの上層レジスト膜を形成した。

【００８６】

こうして得られた上層レジスト膜に対し、ＡｒＦエキシマレーザーを３０ｍＪ／ｃｍ^2 照射して露光を施し、１１０℃で１分間ベークした。次いで、０．２３８％のＴＭＡＨアルカリ現像液で現像したところ、線幅０．１５μｍの上層レジストパターンを形成することができた。

【００８７】

さらに、得られた上層レジストパターンをマスクとして、波長２５０ｎｍ付近の光を通す干渉フィルターを使って下層レジストに露光し、１４０℃で１分間ベークした。最後に、２．３８％のＴＭＡＨ水溶液で現像したところ、基板上に０．１５μｍのパターンを転写することができた。

（実施例１２）

まず、前述の化学式（Ｐ－１）で表わされるポリマーに対し、酸発生剤としてのオニウム塩（トリフェニルスルフォニウムトリフレート）を加えて、これをＰＧＭＥＡ溶液とした。次いで、このＰＧＭＥＡ溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して下層レジスト形成用の溶液を得た。また、合成例５で得られたポリマーに対し、溶解抑止剤として合成例７で得られたＮＶ４ＴＨＰを２０ｗｔ％加え、さらにナフタリジルトリフレートを

３ｗｔ％加えて、これをキシレン溶液とした。この溶液を０．２μｍのメンブレンフィルターで濾過して、上層レジスト形成用の溶液を得た。

【００８８】

上述のようにして調製した下層レジスト用の溶液を用いて、Ｓｉウエハー上に膜厚０．４μｍの下層レジスト膜を形成した。この上に、上層レジスト形成用の溶液をスピンコートによって塗布し、１２０℃で９０秒間プリベークして膜厚０．２μｍの上層レジスト膜を形成した。

【００８９】

こうして得られた上層レジスト膜に対し、ＡｒＦエキシマレーザーを３５ｍＪ／ｃｍ^2 照射して露光を施し、１１０℃で１分間ベークした。次いで、０．２３８％のＴＭＡＨアルカリ現像液で現像したところ、線幅０．１４μｍの上層レジストパターンを形成することができた。

【００９０】

さらに、得られた上層レジストパターンをマスクとして、波長２３０ｎｍ付近の光を通す干渉フィルターを使って５ｍＪ／ｃｍ^2 で下層レジストに露光し、１４０℃で１分間ベークした。最後に、２．３８％のＴＭＡＨ水溶液で現像したところ、基板上に０．１４μｍのパターンを転写することができた。

【００９１】

以上の結果から、脂環式骨格を有するアルカリ可溶性アクリル系樹脂をベースポリマーとする本発明において上層に用いる感光性材料は、ＡｒＦエキシマレーザー光等の短波長光に対して高い透明性を有していることがわかる。一方、従来からあるポリ（ヒドロキシスチレン）やノボラック系樹脂を主成分としたレジストは、波長１９３ｎｍにおける１μｍ当たりの吸収が３０以上であり、ＡｒＦエキシマレーザー光をほとんど透過しないことを確認した。

【００９３】

（比較例）

合成例１で得たポリマーに酸発生剤としてのトリフェニルスルフォニウムトリフレートをポリマーに対して１ｗｔ％加えてシクロヘキサノン溶液を得、この溶液を用いる以外は前述の参考例１と同様にしてレジスト膜を形成した。このレジスト膜に対して、ＡｒＦエキシマレーザー光（ＮＡ＝０．５５）を照射して露光を施し、露光後、直ちにこれを１５０℃で９０秒間加熱し、さらにアルカリ現像液としてのＴＭＡＨの２．３８％アルカリ水溶液で現像した。その結果、３０ｍＪ／ｃｍ^2 のＤＯＳＥ量で部分的に０．２５μｍのラインアンドスペースパターンを解像することができた。しかしながら、レジストパターンと基板との密着性は悪く、不均一な剥がれがレジスト膜に生じていたのを光学顕微鏡により確認した。以上の結果から、本発明によって、ＰＣＭ法でパターンの形成・転写が可能であることがわかった。

【００９４】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、ＰＣＭ法で上層にＡｒＦエキシマレーザーで露光を施し、下層をＫｒＦエキシマレーザーで露光することによって、良好にパターンの形成・転写が可能であることがわかった。

【００９６】

さらに、かかる方法により形成されたレジストパターンをエッチングマスクとして用いた本発明の電子部品の製造方法を用いると、基板等に超微細なパターンを忠実に転写することができる。本発明のパターン形成方法は、高密度デバイスの微細加工等のフォトリソグラフィー技術において有用である。

【図面の簡単な説明】

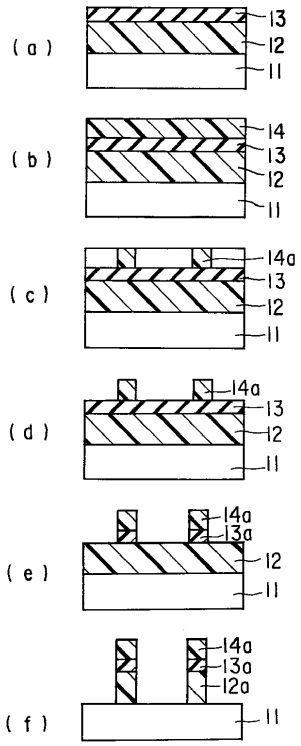
【図１】本発明のレジストパターン形成方法の工程の一例を示す断面図。

【図２】本発明のレジストパターン形成方法の工程の他の例を示す断面図。

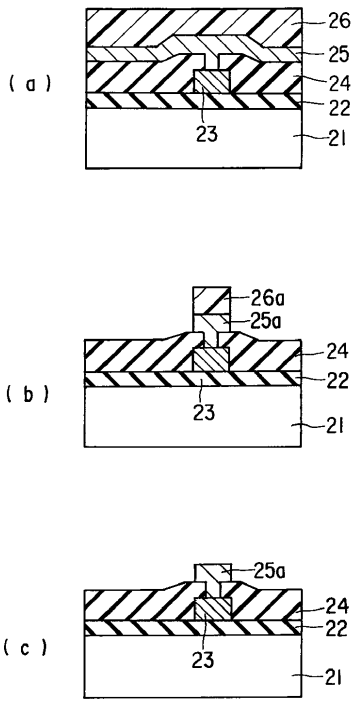
【図３】本発明のレジストパターン形成方法の工程の他の例を示す断面図。

【符号の説明】
１１，２１，３１…Ｓｉウェハー
１２…下地層
１２ａ…ノボラック系フォトレジスト膜パターン
１３…中間層
１３ａ…ＳＯＧ膜パターン
１４…レジスト膜
１４ａ…レジストパターン
２２，３２…酸化珪素膜
２３…下層配線膜
２４…層間絶縁膜
２５…上層配線膜
２５ａ…上層配線
２６…レジスト膜
２６ａ…レジストパターン
３２ａ…酸化珪素パターン
３３…下層レジスト膜
３３ａ…下層レジストパターン
３４…上層レジスト膜
３４ａ…上層レジストパターン

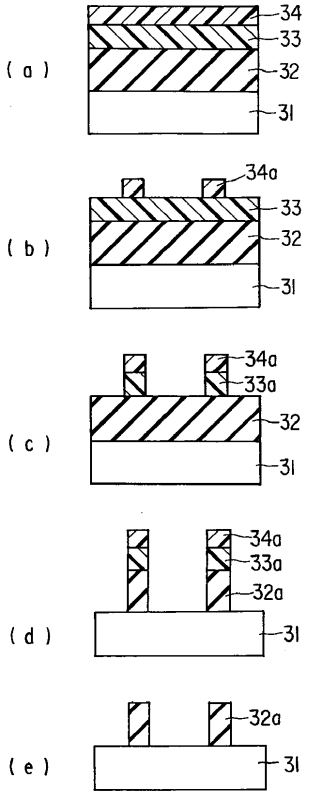
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(74)代理人　100070437
弁理士　河井　将次
(72)発明者　沖野　剛史
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者　浅川　鋼児
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者　信田　直美
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者　後河内　透
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者　中瀬　真
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝研究開発センター内

審査官　中澤　俊彦

(56)参考文献　特開平０９－１２７６９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０８０７５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０４３８４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２８９６０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２６５２１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０３９６６５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０７８５２９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２４７７４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０３９０４９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２７０９５２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G03F7/00-7/42
H01L21/027