

(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2008-72097

(P2008-72097A)

(43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/027 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/30 5 7 0	2 H O 9 6
<b>G O 3 F 7/40 (2006.01)</b>	G O 3 F 7/40	5 F O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-203310 (P2007-203310)	(71) 出願人	591024111
(22) 出願日	平成19年8月3日(2007.8.3)		株式会社ハイニックスセミコンダクター
(31) 優先権主張番号	10-2006-0087854		HYNIX SEMICONDUCTOR
(32) 優先日	平成18年9月12日(2006.9.12)		I N C.
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山13
(31) 優先権主張番号	10-2007-0064136		6-1
(32) 優先日	平成19年6月28日(2007.6.28)		San 136-1, Ami-Ri, Bu
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		bal-Eup, Ichon-Shi, K
			youngki-Do, Korea

(74) 代理人 100090033

弁理士 荒船 博司

(74) 代理人 100093045

弁理士 荒船 良男

最終頁に続く

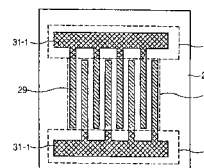
(54) 【発明の名称】 半導体素子の微細パターン形成方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明は半導体素子の微細パターン形成方法に関する。

【解決手段】被食刻層が形成された半導体基板上に第1フォトレジストパターンを形成し、前記第1フォトレジストパターンの側壁にシリコン含有ポリマー層を形成し、前記第1フォトレジストパターンを除去してシリコン含有ポリマー層からなる微細パターンを形成した後、前記微細パターンに部分的に連結される第2フォトレジストパターンを形成し、前記微細パターンと第2フォトレジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層を食刻することにより、現在露光装置で得ることができる最小線幅より小さいサイズの線幅を有する微細パターンを形成することができる方法に関する。

【選択図】図2 g



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被食刻層が形成された半導体基板のセル部上に第 1 フォトレジストパターンを形成する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターンの側壁に架橋結合層を形成する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターンを除去して架橋結合層からなる微細パターンを形成する段階と、

前記セル部外の領域に前記微細パターンと連結される第 2 フォトレジストパターンを形成する段階と、

前記微細パターン及び第 2 フォトレジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層をパターンニングする段階と、

を含むことを特徴とする半導体素子の微細パターン形成方法。

10

**【請求項 2】**

前記被食刻層はワードライン、ビットラインまたは金属配線であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 3】**

前記架橋結合層形成の段階は、

シリコン含有ポリマー及び有機溶媒を含むポリマー組成物を提供する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターン上に前記ポリマー組成物を塗布してシリコン含有ポリマー層を形成する段階と、

20

前記シリコン含有ポリマー層を露光及びベークして第 1 フォトレジストパターンとシリコン含有ポリマー層との界面に架橋結合層を形成する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターンとの架橋結合を形成していないシリコン含有ポリマー層を除去する段階と、

前記架橋結合層をエッチバック食刻し、第 1 フォトレジストパターンの上部を露出させる段階と、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 4】**

前記有機溶媒はカーボン数 7 ~ 10 のアルカン溶媒またはカーボン数 5 ~ 10 のアルコールであることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

30

**【請求項 5】**

前記アルカン溶媒はヘプタン、オクタン、ノナン、デカン及びこれらの混合物でなる群から選択される溶媒であることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 6】**

前記アルコールはペンタノール、ヘプタノール、オクタノール、ノナノール、デカノール及びこれらの混合物でなる群から選択される溶媒であることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 7】**

前記シリコン含有ポリマーは、シリコン分子がポリマーの総重量に対し 10 ~ 40 重量 % で含まれることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

40

**【請求項 8】**

前記シリコン含有ポリマーは、架橋結合が可能な作用基を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 9】**

前記架橋結合が可能な作用基はエポキシ基であることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

**【請求項 10】**

前記シリコン含有ポリマーは、ポリシロキサン化合物またはポリシルセスキオキサン系化合物であることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

50

## 【請求項 1 1】

前記ベーク工程は温度を調節して架橋結合層の厚さを調節することを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 2】

前記ベーク工程は 130 ~ 200 の温度で実施することを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 3】

前記架橋結合層に対するエッチバック工程は、フッ素を含む食刻ガスで行なわれることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 4】

前記フッ素含有食刻ガスは  $CF_4$ 、 $CHF_3$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_8$ 、 $C_4F_8$  及びこれらの組合せでなる群から選択されることを特徴とする請求項 1 3 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 5】

前記フォトレジストパターンの除去工程は、 $O_2$  :  $N_2$  が 1 ~ 15 : 85 ~ 99 の流量比率 (%) で構成された混合食刻ガスで行なわれることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 6】

前記フォトレジストパターンの除去後、n - ペンタノール溶液にウェーハを浸漬する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 7】

被食刻層が形成された半導体基板の上部にハードマスク膜を形成する段階と、  
前記ハードマスク膜のセル部上に第 1 フォトレジストパターンを形成する段階と、  
前記第 1 フォトレジストパターンの側壁に第 1 架橋結合層を形成する段階と、  
前記第 1 フォトレジストパターンを除去して第 1 架橋結合層からなる第 1 微細パターンを形成する段階と、

前記第 1 微細パターンを食刻マスクに利用して前記ハードマスクパターンを形成する段階と、

前記ハードマスクパターンの間に第 2 フォトレジストパターンを形成する段階と、

前記第 2 フォトレジストパターンの側壁に第 2 架橋結合層を形成する段階と、

前記第 2 フォトレジストパターンを除去して第 2 架橋結合層からなる第 2 微細パターンを形成する段階と、

セル部外の領域に前記第 2 微細パターン及びハードマスクパターンと連結される第 3 フォトレジストパターンを形成する段階と、

前記ハードマスクパターン、第 2 微細パターン及び第 3 フォトレジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層をパターンニングする段階と、

を含むことを特徴とする半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 8】

前記ハードマスク膜は非晶質炭素層であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

## 【請求項 1 9】

前記第 1 架橋結合層の形成段階は

有機溶媒及びシリコン含有ポリマーを含むポリマー組成物を提供する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターン上に前記ポリマー組成物を塗布して第 1 シリコン含有ポリマー層を形成する段階と、

前記第 1 シリコン含有ポリマー層を露光及びベークして第 1 フォトレジストパターンと第 1 シリコン含有ポリマー層の界面に第 1 架橋結合層を形成する段階と、

前記第 1 フォトレジストパターンと架橋結合を形成していない第 1 シリコン含有ポリマー層を除去する段階と、

前記第 1 架橋結合層をエッチバック食刻し、第 1 フォトレジストパターンの上部を露出

10

20

30

40

50

させる段階と、

を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

【請求項 20】

前記第 2 架橋結合層の形成段階は

有機溶媒及びシリコン含有ポリマーを含むポリマー組成物を提供する段階と、

前記第 2 フォトレジストパターン上に前記ポリマー組成物を塗布して第 2 シリコン含有ポリマー層を形成する段階と、

前記第 2 シリコン含有ポリマー層を露光及びベークして第 2 フォトレジストパターンと第 2 シリコン含有ポリマー層の界面に第 2 架橋結合層を形成する段階と、

前記第 2 フォトレジストパターンと架橋結合を形成していない第 2 シリコン含有ポリマー層を除去する段階と、

前記第 2 架橋結合層をエッチバック食刻し、第 2 フォトレジストパターンの上部を露出させる段階と、

を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の半導体素子の微細パターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィー工程によって得られる最小ピッチサイズ(pitch size)よりさらに小さいピッチサイズを有するパターンを形成することができる微細パターン形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、コンピュータのような情報媒体の普及に伴い半導体装置も飛躍的に発展している。半導体装置は高速に動作するとともに大容量の格納能を有しなければならない。このような要求に副うため、製造コストは低いながらも集積度、信頼度及びデータをアクセス(access)する電気的特性は向上した半導体素子を製造するための工程設備や工程技術の開発が切実に求められる。

特に素子の集積度を向上させるためさらに微細なパターンを形成することができるフォトリソグラフィー技術が引続き開発されている。フォトリソグラフィー技術は、ArF(193nm)またはVUV(157nm)のような短波長の化学増幅型の遠紫外線(Deep Ultra Violet:DUV)光源を適用する露光技術と、前記露光源に適したフォトレジスト物質を含む技術を言う。

【0003】

一方、半導体素子の処理速度はパターンの線幅のサイズに応じて、その性能が定まる。例えば、パターンの線幅のサイズが小さいほど処理速度が速くなり、素子性能が向上する。したがって、半導体高集積度に伴う素子サイズの縮小時にパターン線幅の臨界寸法(critical dimension)を制御するのが重要な問題として台頭している。

【0004】

現在まで知られている半導体素子の微細パターン形成方法は、図 1 に示した通りである。

半導体基板の上部に被食刻層とハードマスク膜を形成し、1 次リソグラフィー工程を行なってセル部(a)上のラインアンドスペースパターンとペリ部上の回路パターンがブリッジ状に連結された第 1 フォトレジストパターン 11 を形成する。2 次リソグラフィー工程を行なってセル部(a)上のラインアンドスペースパターンとペリ部上の回路パターンがブリッジ状に連結された第 2 フォトレジストパターン 13 を形成する。このとき、セル部上のラインアンドスペース形態の第 1 フォトレジストパターン 11 及び第 2 フォトレジストパターン 13 は互いに行き違うように配置されるよう形成する。

しかし、半導体素子の高集積化に伴い、前記行き違うセル部(a)部分でリソグラフィー装置の解像度限界により、重畳均一度の調節が難しいだけでなく、最小ピッチ以下のサイズを有するパターンを形成するのが困難である。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明は、第1フォトリジストパターンの側壁にシリコン含有ポリマー層を形成し、フォトリジストパターンを除去して微細パターンを形成した後、前記微細パターンに部分的に連結される第2フォトリジストパターンを形成し、前記微細パターンと第2フォトリジストパターンを食刻マスクに被食刻層をパターンニングすることにより、リソグラフィー限界以上のピッチを有する微細パターンを形成することができる半導体素子の微細パターン形成方法を提供することにその目的がある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明では、

被食刻層が形成された半導体基板のセル部上に第1フォトリジストパターンを形成する段階と、

前記第1フォトリジストパターンの側壁に架橋結合層を形成する段階と、

前記第1フォトリジストパターンを除去してセル部上に架橋結合層からなる微細パターンを形成する段階と、

セル部外の領域に前記微細パターンと連結される第2フォトリジストパターンを形成する段階と、

前記微細パターンと第2フォトリジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層をパターンニングする段階とを含む半導体素子の微細パターン形成方法を提供する。

## 【0007】

このとき、前記架橋結合層形成の段階は、

シリコン含有ポリマー及び有機溶媒を含むポリマー組成物を提供する段階と、

前記第1フォトリジストパターン上に前記ポリマー組成物を塗布して第1シリコン含有ポリマー層を形成する段階と、

前記第1シリコン含有ポリマー層を露光及びベークして第1フォトリジストパターンとシリコン含有ポリマー層の界面に架橋結合層を形成する段階と、

前記第1フォトリジストパターンと架橋結合を形成していないシリコン含有ポリマー層を除去する段階と、

前記第1架橋結合層をエッチバック食刻し、第1フォトリジストパターンの上部を露出する段階とを含む。

## 【0008】

前記本発明に係る方法で用いられる前記シリコン含有ポリマー層は、架橋結合の可能なエポキシ作用基を有するポリマーからなる。すなわち、前記露光工程によってフォトリジストパターンから発生した酸がシリコン含有ポリマー層へ浸透し、ポリマーのエポキシ基結合を分離させる。ベーク工程時、その分離されたエポキシ基末端部とフォトリジストパターン内部物質の間に架橋結合層が形成される。後続する現像工程時、フォトリジストパターンと架橋結合が形成されていないシリコン含有ポリマー層を除去し、フォトリジストパターンの周辺にのみ架橋結合層を残す。

## 【0009】

さらに、本発明では、

被食刻層が形成された半導体基板の上部にハードマスク膜を形成する段階と、

前記ハードマスク膜のセル部上に第1フォトリジストパターンを形成する段階と、

前記第1フォトリジストパターンの側壁に第1架橋結合層を形成する段階と、

前記第1フォトリジストパターンを除去して第1架橋結合層からなる第1微細パターンを形成する段階と、

前記第1微細パターンを食刻マスクに利用して前記ハードマスクパターンを形成する段階と、

前記ハードマスクパターンの間に第2フォトリジストパターンを形成する段階と、

前記第2フォトリジストパターンの側壁に第2架橋結合層を形成する段階と、

前記第2フォトリジストパターンを除去して第2架橋結合層からなる第2微細パターンを形成する段階と、

セル部外の領域に前記第2微細パターン及びハードマスクパターンと連結される第3フォトリジストパターンを形成する段階と、

前記ハードマスクパターン、第2微細パターン及び第3フォトリジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層をパターンニングする段階とを含むことを特徴とする半導体素子の微細パターン形成方法を提供する。

このとき、前記ハードマスク膜として前記架橋結合層と食刻選択比が類似する非晶質炭素層を用いることができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明により、現在リソグラフィー工程によって得られる最小ピッチサイズ (pitch size) よりさらに小さいピッチサイズを有するパターンを形成してリソグラフィー工程の限界を克服することができるので、半導体素子の高集積化が可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図を参考にして本発明を詳しく説明する。

図2a～図2gは、本発明によって形成された半導体素子の微細パターン形成方法を示した図である。

図2a～図2dの一例は平面図を示したもので、他側は図2aのX-X切断面に沿って示したものであり、図2e及び図2fは図2aのX-X切断面を示したものであり、図2gは図2fの工程後追加して行なったリソグラフィー工程で得られたブリッジ状をする2つのパターンを示した平面図である。

【0012】

図2aに示されているように、半導体基板21上に被食刻層23を形成する。このとき、前記被食刻層23は2つのブリッジ状パターンが互に行き違うように形成するための導電層、例えばポリシリコン層または金属層である。

被食刻層23の上部に第1フォトリジスト(図示省略)を塗布し、これを露光及び現像してセル部領域にW1の線幅を有する第1フォトリジストパターン25を形成する。

【0013】

このとき、前記フォトリジストは化学増幅型フォトリジスト重合体、光酸発生剤及び有機溶媒を含むもので、このとき前記化学増幅型フォトリジスト重合体はUS6,051,678(2000.4.18)、US6,132,926(2000.10.17)、US6,143,463(2000.11.7)、US6,150,069(2000.11.21)、US6,180,316B1(2001.1.30)、US6,225,020B1(2001.5.1)、US6,235,448B1(2001.5.22)及びUS6,235,447B1(2001.5.22)などに開示されたものを含むものの、具体的に基板接着性と架橋結合効果を向上させるためヒドロキシ基を有する単量体を含むポリ(1-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/2-シクロヘキセン-1-オール)、ポリ(1-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/3-シクロヘキセン-1-メタノール)、ポリ(1-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/3-シクロヘキセン-1,1-ジメタノール)、ポリ(3-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/2-シクロヘキセン-1-オール)、ポリ(3-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/3-シクロヘキセン-1-メタノール)、ポリ(3-シクロヘキセン-1-エトキシプロピルカルボキシレート/無水マレイン酸/3-シクロヘキセン-1-メタノール)、ポリ(3-シクロヘキセン-1-t-ブチルカルボキシレート/無水マレイン酸/3-シクロヘキセン-1,1-ジメタノール)、ポリ(3-(5-ビスシクロ[2.2.1]-ヘプテン-2-イル)-1,1,1-(トリフ

10

20

30

40

50

ルオロメチル)プロパン-2-オール/無水マレイン酸/2-メチル-2-アダマンチルメタクリレート/2-ヒドロキシエチルメタクリレート)、ポリ(3-(5-ビシクロ[2.2.1]-ヘプテン-2-イル)-1,1,1-(トリフルオロメチル)プロパン-2-オール/無水マレイン酸/2-メチル-2-アダマンチルメタクリレート/2-ヒドロキシエチルメタクリレート/ノルボニレン)、ポリ(3-(5-ビシクロ[2.2.1]-ヘプテン-2-イル)-1,1,1-(トリフルオロメチル)プロパン-2-オール/無水マレイン酸/t-ブチルメタクリレート/2-ヒドロキシエチルメタクリレート)、ポリ(t-ブチルビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボキシレート/2-ヒドロキシエチルビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボキシレート/ビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボン酸/無水マレイン酸/2-ヒドロキシエチルビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボキシレート)及びポリ(t-ブチルビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボキシレート/2-ヒドロキシエチルビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボキシレート/ビシクロ[2.2.1]ヘプト-5-エン-2-カルボン酸/無水マレイン酸/2-ヒドロキシエチルビシクロ[2.2.2]オクト-5-エン-2-カルボキシレート)から選択された1つ以上の重合反復単位で含む重合体を利用する。

10

20

30

40

50

#### 【0014】

前記光酸発生剤は光によって酸を発生することができる化合物であれば何れも使用可能であり、フタルイミドトリフルオロメタンスルホネート、ジニトロベンジルトシレート、n-デシルジスルホン、ナフチルイミドトリフルオロメタンスルホネート、ジフェニルヨード塩ヘキサフルオロホスフェート、ジフェニルヨード塩ヘキサフルオロアルセネート、ジフェニルヨード塩ヘキサフルオロアンチモネート、ジフェニルパラメトキシフェニルスルホニウムトリプレート、ジフェニルパラトルエニルスルホニウムトリプレート、ジフェニルライソブチルフェニルスルホニウムトリプレート、トリフェニルヘキサフルオロアルセネート、トリフェニルヘキサフルオロアンチモネート、トリフェニルスルホニウムトリプレートまたはジブチルナフチルスルホニウムトリプレート等を挙げることができる。

#### 【0015】

前記光酸発生剤は、フォトレジスト樹脂に対し0.1~10重量部の比率で用いられるのが好ましい。光酸発生剤が0.1重量部以下の量で用いられるときはフォトレジストの光に対する敏感度が弱くなり、10重量部以上用いられるときは光酸発生剤が遠紫外線を多く吸収して酸が多量発生し、断面の不良なパターンを得ることになる。

#### 【0016】

前記有機溶媒はジエチレングリコールジエチルエーテル(diethylene glycol diethyl ether)、メチル3-メトキシプロピオネート、エチル3-エトキシプロピオネート、プロピレングリコールメチルエーテルアセテート、シクロヘキサノンまたは2-ヘプタノン等を単独にまたは混合して用いることができる。前記有機溶媒は、所望の厚さのフォトレジスト膜を得るためフォトレジスト樹脂に対し100~2000重量部の比率で用いられる。

#### 【0017】

図2bに示されているように、第1フォトレジストパターン25を含む前記構造物の上部にシリコン含有ポリマー層27を塗布する。

このとき、シリコン含有ポリマー層27はポリマー総重量に対しシリコン分子が10~40重量%で含まれており、架橋結合の可能な作用基のエポキシを含む物質を利用して形成する。前記シリコン分子含有量がポリマー総重量に対し10重量%以下で含まれる場合、第1フォトレジストの上部が水平に露出するようシリコン含有ポリマー27を除去する全面食刻工程時にシリコン含有ポリマー層27の上部に多数の気孔が誘発される。前記シリコン分子含有量がポリマー総重量に対し40重量%以上含まれる場合は、第1フォトレジストパターン上にシリコン含有ポリマー層27を均一に塗布するのが困難である。

#### 【0018】

前記シリコン含有ポリマー層はポリシロキサン(polysiloxane)化合物、ポリシルセスキオキサン(polysilsesquioxane)系化合物、またはこれらの混合物をカーボン数7~10の

アルカン溶媒、カーボン数 5 ~ 10 のアルコール及びこれらの混合溶媒に溶解させてポリマー組成物を得た後、前記ポリマー組成物をスピンコーティングし、ベークして形成する。

このとき、前記カーボン数 7 ~ 10 のアルカン溶媒はヘプタン、オクタン、ノナン、デカン及びこれらの混合物でなる群から選択された溶媒を挙げることができ、前記カーボン数 5 ~ 10 のアルコールはペンタノール、ヘプタノール、オクタノール、ノナノール、デカノール及びこれらの混合物でなる群から選択された溶媒を挙げることができる。

#### 【0019】

図 2 c に示されているように、前記形成された結果物を露光し、ベークして第 1 フォトレジストパターン 25 とシリコン含有ポリマー層 27 の界面に架橋結合層 29 を形成する。

10

前記露光工程は  $10 \sim 100 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の露光エネルギー、具体的に  $40 \sim 60 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  のエネルギーで行なわれる。

前記露光工程によって第 1 フォトレジストパターン 25 から発生した酸がシリコン含有ポリマー層 27 の内部へ浸透してエポキシ基結合を分離し、ベーク工程時に分離されたエポキシ基の末端基とフォトレジスト重合体内に含まれたヒドロキシ基の間に架橋結合が形成される。

前記架橋結合層 29 の厚さは前記ベーク条件に従って調節することができる。例えば、ベーク工程を  $130 \sim 200$  の温度で行なう場合、第 1 フォトレジストパターン 25 の側壁に第 1 フォトレジストパターン 25 の幅と同じ厚さの架橋結合層 29 を形成することができる。

20

前記結果物を現像して第 1 フォトレジストパターン 25 と架橋結合が形成されていないシリコン含有ポリマー層 27 は除去し、第 1 フォトレジストパターン 25 の周辺に架橋結合層 29 を残す。

前記現像工程は  $n$ -ペンタノール溶液にウェーハを  $50 \sim 70$  秒間浸漬させて行なう。

#### 【0020】

図 2 d に示されているように、前記結果物を全面食刻して第 1 フォトレジストパターン 25 の上部が水平に露出するまで架橋結合層 29 を除去する。

前記全面食刻工程は  $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$  及びこれらの組合せでなる群から選択されるフッ素含有ガスを食刻ガスに利用して行なう。

30

#### 【0021】

図 2 e に示されているように、架橋結合層 29 だけ残るよう第 1 フォトレジストパターン 25 を除去し、架橋結合層 29 からなる  $W_2$  の線幅を有する微細パターンを形成する ( $W_1 > W_2$ )。

前記フォトレジストパターンの除去工程は  $\text{O}_2$  及び  $\text{N}_2$  プラズマを利用した混合ガスを利用して行なう。ここで、前記  $\text{O}_2$  と  $\text{N}_2$  の混合ガスは  $1 \sim 15 : 85 \sim 99$ 、好ましくは  $10 : 90$  の流量比率 (%) で構成されたものである。

本発明の方法は、前記フォトレジストパターンの除去段階後、 $n$ -ペンタノール溶液にウェーハを  $50 \sim 70$  秒間浸漬してウェーハを洗浄する段階をさらに含むことができる。

#### 【0022】

40

図 2 f に示されているように、前記結果物の全面に第 2 フォトレジスト膜 31 を塗布する。

このとき、前記第 2 フォトレジスト膜 31 は特に制限しないが、前記第 1 フォトレジストと同じ構成を有する物質を用いることができる。

#### 【0023】

図 2 g に示されているように、前記第 2 フォトレジスト 31 に対する露光及び現像工程を行ない、セル部領域外の領域である b と c 部分の上部に平面構造を有する第 2 フォトレジストパターン 31 - 1 を形成する。

このとき、前記露光工程はセル部領域が遮断された遮光部と、セル部外の領域が所定のパターン形態に開口された投光部を有する露光マスクを利用する。さらに、前記工程によ

50



って得られた第2フォトレジストパターン31-1の一侧はシリコン含有ポリマー層からなる微細パターン29の一侧と連結され形成される。すなわち、従来の技術の図1に示されているように、ブリッジ状を有する2つのパターンが互いに行き違うように配列されたパターンを得ることができる。

【0024】

すなわち、本発明は半導体素子の高集積化に伴い現在常用されているリソグラフィー装置の限界を克服するためセル部(a)上にはシリコン含有ポリマー27を利用した微細パターン29を形成し、セル部外の領域(b/c)には第2フォトレジストパターンを形成する。次に、前記セル部(a)領域の微細パターン29とセル部外の領域(b/c)の第2フォトレジスト31パターンを食刻マスクに利用して被食刻層23を食刻する(図示省略)。

10

その結果、本発明ではリソグラフィーの工程限界を克服することができる、ブリッジ状に互いに行き違って配列された被食刻層パターン(図示省略)を形成することができる。

【0025】

さらに、本発明の他の実施形態に係る半導体素子の微細パターン形成方法は、前記被食刻層23の上部に非晶質炭素層を利用したハードマスク膜を形成した後、前記図2a~図2eの工程を少なくとも2回以上繰り返し行なって実施することができる。

すなわち、前記被食刻層23上にハードマスク膜でシリコン含有ポリマー層と食刻選択比の大きい非晶質炭素層(図示省略)を形成し、前記ハードマスク膜のセル部領域に第1フォトレジストパターン(図示省略)を形成する。前記第1フォトレジストパターンの側壁に第1架橋結合層を形成し、前記第1フォトレジストパターンを除去して架橋結合層からなる第1微細パターン(図示省略)を形成する。前記第1微細パターンを食刻マスクに利用して非晶質炭素層をパターンニングする。

20

【0026】

前記非晶質炭素層パターン(図示省略)の間に第2フォトレジストパターン(図示省略)を形成する。前記第2フォトレジストパターンの側壁に第2架橋結合層を形成し、前記第2フォトレジストパターンを除去して第2架橋結合層からなる第2微細パターンを形成する。セル部外の領域に前記第2微細パターン及びハードマスクパターンと連結された第3フォトレジストパターンを形成する。

このとき、前記第3フォトレジストパターンは二種類の露光マスク、すなわち前記第2微細パターンと第3フォトレジストパターンが連結される部分が遮光された露光マスク、及び前記ハードマスクパターンと第3フォトレジストパターンが連結される部分が遮光された露光マスクを利用する露光工程を行なって形成することができ、または前記連結部分のうち一部分だけ遮光された種類の露光マスクを利用する露光工程を行なって形成することができる。

30

【0027】

次に、前記ハードマスクパターン、第2微細パターン及び第4フォトレジストパターンを食刻マスクに利用して被食刻層をパターンニングする。その結果、現在露光装置で得ることができる限定されたピッチサイズ内に少なくとも2つ以上の微細な被食刻層パターンを形成することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図である。

【図2a】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図及び断面図である。

【図2b】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図及び断面図である。

【図2c】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図及び断面図である。

【図2d】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図及び断面図で

50

ある。

【図 2 e】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した断面図である。

【図 2 f】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した断面図である。

【図 2 g】本発明に係る半導体素子の微細パターン形成方法を示した平面図である。

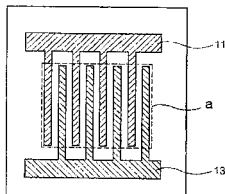
【符号の説明】

【0029】

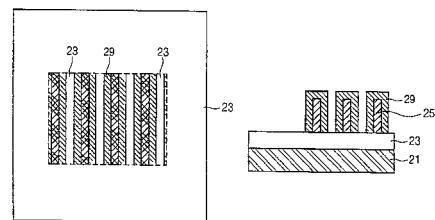
- 11 第1フォトレジストパターン
- 13 第2フォトレジストパターン
- 21 半導体基板
- 23 被食刻層
- 25 第1フォトレジストパターン
- 27 シリコン含有ポリマー層
- 29 架橋結合層
- 31 第2フォトレジスト膜
- 31-1 第2フォトレジストパターン

10

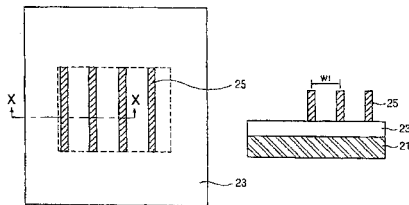
【図 1】



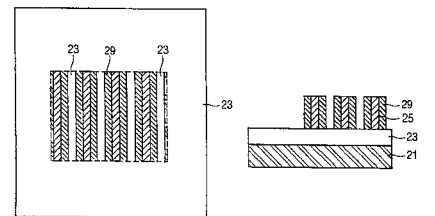
【図 2 c】



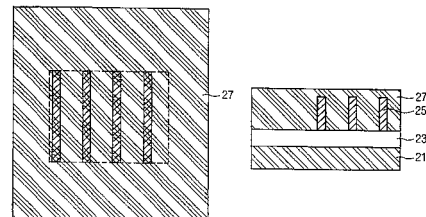
【図 2 a】



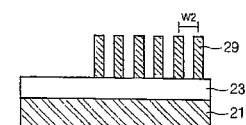
【図 2 d】



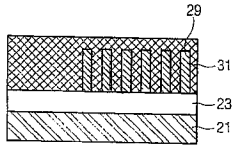
【図 2 b】



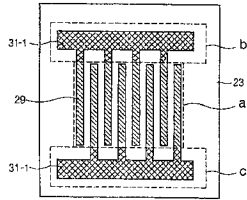
【図 2 e】



【図 2 f】



【図 2 g】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鄭 載昌

大韓民国ソウル市江東区上一洞 上一住公アパート7団地 7 2 4 - 3 0 3

Fターム(参考) 2H096 AA25 BA06 BA11 BA20 HA05 HA30 LA08

5F046 LA18