

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4314190号
(P4314190)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 21/768	(2006.01)	HO 1 L 21/90		A
HO 1 L 21/28	(2006.01)	HO 1 L 21/28		L

請求項の数 52 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2004-381684 (P2004-381684)	(73) 特許権者	303018827 NEC液晶テクノロジー株式会社 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(22) 出願日	平成16年12月28日(2004.12.28)	(74) 代理人	100064012 弁理士 浜田 治雄
(65) 公開番号	特開2006-190704 (P2006-190704A)	(72) 発明者	城戸 秀作 鹿児島県出水市大野原町2080 鹿児島 日本電気株式会社内
(43) 公開日	平成18年7月20日(2006.7.20)	審査官	▲辻▼ 弘輔
審査請求日	平成17年1月5日(2005.1.5)	(56) 参考文献	特開2002-055363 (JP, A)) 特開昭63-313866 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法及びこれを使用したコンタクトホール形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素をエッチングすることで、前記第一の開口部下に第一のエッチング構造を形成するとともに前記第二の開口部下に上部エッチング構造を形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造を塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクをマスクとし、前記被エッチング構成要素をエッチングすることで下部エッチング構造を形成し、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造からなる第二のエッチング構造を形成する工程を少なくとも有し、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】

前記有機マスクは、少なくとも膜厚を複数の段階に形成されていることを特徴とする請求項1記載のエッチング方法。

【請求項3】

前記複数の段階の膜厚に形成された前記有機マスクのうち、前記第一の開口部及び前記

被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部の少なくとも一方の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクであることを特徴とする請求項 2 記載のエッチング方法。

【請求項 4】

前記有機マスクを形成する工程は、さらに第一の開口部と該第一の開口部より大きな寸法の第二の開口部とを有する有機マスクを形成することを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 5】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁及び前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、これら双方の側壁を覆うが、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成することを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

10

【請求項 6】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する請求項 1 記載のエッチング方法。

20

【請求項 7】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造のみの側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造の上端部の周囲領域まではリフローされるが前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 8】

前記変形有機マスクが、前記第一、又は前記第二の開口部を塞ぐ一方、前記第一、又は前記第二の開口部のもう一方は塞がない変形有機マスクとすることを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

30

【請求項 9】

前記有機マスクを変形有機マスクとする以前の前記有機マスクで、前記被エッチング構成要素をエッチングする工程と、前記変形有機マスクで、前記被エッチング構成要素をエッチングすることで、前記第一の開口部と前記第二の開口部の直下の前記被エッチング構成要素の選択的なエッチングを行うことを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 10】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分の選択性であることを特徴とする請求項 9 記載のエッチング方法。

【請求項 11】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチング量の差であることを特徴とする請求項 9 記載のエッチング方法。

40

【請求項 12】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチング深さの差であることを特徴とする請求項 9 記載のエッチング方法。

【請求項 13】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチングダメージの差であることを特徴とする請求項 9 記載のエッチング方法。

【請求項 14】

前記第一、第二の開口部の面積が、異なることを特徴とする請求項 9 記載のエッチング方法。

50

【請求項 15】

前記変形有機マスクを形成する工程の後に、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の開口部の部分のエッチング深さである第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 16】

前記変形有機マスクを形成する工程の後に、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の開口部の部分のエッチング深さである第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置し且つ前記上部エッチング構造より小さな水平方向寸法を有する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する階段状に順テーパ化された第二のエッチング構造とを形成することを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 17】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、エッチング方法。

【請求項 18】

前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 17 記載のエッチング方法。

【請求項 19】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部と該第一の開口部より大きな寸法の第二の開口部とを有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させるこ

10

20

30

40

50

とで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁及び前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、これら双方の側壁を覆うが、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置し且つ前記上部エッチング構造より小さな水平方向寸法を有する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する階段状に順テーパ化された第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、エッチング方法。

10

【請求項 20】

前記第二のエッチング構造の前記下部エッチング構造の水平方向寸法は、前記上部エッチング構造の水平方向寸法より、前記溶解リフローにより前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れた前記変形有機マスクの水平方向厚さの概ね 2 倍に相当する量だけ小さい請求項 19 記載のエッチング方法。

【請求項 21】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、エッチング方法。

20

30

【請求項 22】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 21 記載のエッチング方法。

40

【請求項 23】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下

50

に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、エッチング方法。

10

【請求項 2 4】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 2 3 記載のエッチング方法。

【請求項 2 5】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記第二の開口部の近傍部分であって膜厚が薄い部分のみを除去する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造のみの側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造の上端部の周囲領域まではリフローされるが前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、エッチング方法。

20

30

40

【請求項 2 6】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 2 5 記載のエッチング方法。

【請求項 2 7】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素をエッチングすることで、前記第一の開口部下に第一のエッチング構造を形成するとともに前記第二の開口部下に上

50

部エッチング構造を形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造を塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクをマスクとし、前記被エッチング構成要素をエッチングすることで下部エッチング構造を形成し、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造からなる第二のエッチング構造を形成する工程を少なくとも有し、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとすることを特徴とするコンタクトホールの形成方法。

【請求項 28】

前記有機膜マスクは、少なくとも膜厚を複数の段階に形成されていることを特徴とする請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

10

【請求項 29】

前記複数の段階の膜厚に形成された前記有機マスクのうち、前記第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部の少なくとも一方の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクであることを特徴とする請求項 28 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 30】

前記有機マスクを形成する工程は、さらに第一の開口部と該第一の開口部より大きな寸法の第二の開口部とを有する有機マスクを形成することを特徴とする請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

20

【請求項 31】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁及び前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、これら双方の側壁を覆うが、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成することを特徴とする請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 32】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

30

【請求項 33】

前記変形有機マスクを形成する工程は、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造のみの側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造の上端部の周囲領域まではリフローされるが前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

40

【請求項 34】

前記変形有機マスクが、前記第一、又は前記第二の開口部を塞ぐ一方で、前記第一、又は前記第二の開口部のもう一方は塞がない変形有機マスクとすることを特徴とする請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 35】

前記有機膜を変形有機マスクとする以前の前の前記有機マスクで、前記被エッチング構成要素をエッチングする工程と、前記変形有機マスクで、前記被エッチング構成要素をエッチングすることで、前記第一の開口部と前記第二の開口部の直下の前記被エッチング構成要素の選択的なエッチングを行うことを特徴とする請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

50

【請求項 36】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分の選択性であることを特徴とする請求項 35 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 37】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチング量の差であることを特徴とする請求項 35 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 38】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチング深さの差であることを特徴とする請求項 35 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 39】

前記選択的なエッチングが、第一と第二の開口部の部分のエッチングダメージの差であることを特徴とする請求項 35 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 40】

前記第一、第二の開口部の面積が、異なることを特徴とする請求項 35 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 41】

前記変形有機マスクを形成する工程の後に、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の開口部の部分のエッチング深さである第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 42】

前記変形有機マスクを形成する工程の後に、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の開口部の部分のエッチング深さである第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置し且つ前記上部エッチング構造より小さな水平方向寸法を有する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する階段状に順テーパ化された第二のエッチング構造とを形成する請求項 27 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 43】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベ

10

20

30

40

50

ルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、コンタクトホールの形成方法。

【請求項 4 4】

前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 4 3 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 4 5】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部と該第一の開口部より大きな寸法の第二の開口部とを有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁及び前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、これら双方の側壁を覆うが、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置し且つ前記上部エッチング構造より小さな水平方向寸法を有する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する階段状に順テーパ化された第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、コンタクトホールの形成方法。

【請求項 4 6】

前記第二のエッチング構造の前記下部エッチング構造の水平方向寸法は、前記上部エッチング構造の水平方向寸法より、前記溶解リフローにより前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れた前記変形有機マスクの水平方向厚さの概ね 2 倍に相当する量だけ小さい請求項 4 5 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 4 7】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目

10

20

30

40

50

的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、コンタクトホールの形成方法。

【請求項 48】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 47 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 49】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、コンタクトホールの形成方法。

【請求項 50】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 49 記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項 51】

有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか 1 つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記第二の開口部の近傍部分であって膜厚が薄い部分のみを除去する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造のみの側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造の上端部の周囲領域まではリフローされるが前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択

10

20

30

40

50

的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする、コンタクトホールの形成方法。

【請求項 5 2】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成する請求項 5 1 記載のコンタクトホールの形成方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜トランジスタ等の半導体装置におけるコンタクトホールに代表されるエッチングにより形成される構造の形成方法およびそれをを用いた表示装置の製造方法に関し、特に有機膜の溶解リフロー技術を用いたコンタクトホールに代表されるエッチングにより形成される構造の形成方法およびそれをを用いた表示装置用の薄膜トランジスタ基板の製造方法に関する。ここで、「エッチング構造」を、「エッチング方法により形成される構造」と定義し、以下コンタクトホールに代表されるエッチングにより形成される該構造を「エッチング構造」という。

20

【背景技術】

【0002】

本発明に関する現時点での技術水準をより十分に説明する目的で、本願で引用され或いは特定される特許、特許出願、特許公報、科学論文等の全てを、参照することでそれらの全ての説明を組入れる。

半導体装置の高集積化は、微細パターンの形成手段であるリソグラフィ技術とエッチング技術とに支えられて達成されてきた。しかし、このようにして半導体装置が高性能化されてくると、その製造工程が高度化し製造コストが増加するようになる。

【0003】

30

そこで、最近では、(1) 第一の課題として微細なコンタクトホールの形成、(2) 第二の課題としてコンタクトホールの順テーパ化、及び(3) 第三の課題として一回のリソグラフィ工程による深さ或いはアスペクト比の異なる複数のコンタクトホールの形成を行うことで、半導体装置の製造コストを大幅に低減し、コンタクトホールパターンの製造工程を統合させて全体の工程数短縮の実現させることが望まれている。

【0004】

前述の第一の課題である微細なコンタクトホールの形成を実現するため、有機膜からなるレジストを露光及び現像処理によりパターンニングした後、更に熱処理を行うことで有機膜の熱リフローを起こして、変形レジスト膜を形成することが既に知られている。そして、この変形レジスト膜をマスクとして使用しエッチングを行うことで、露光の限界を超える微細な寸法のコンタクトホールを形成することが可能となる。

40

【0005】

この第一の従来技術につき図を参照しながら以下説明する。図 1 A 乃至図 1 D は、第一の従来技術に係る有機膜からなるレジスト膜の熱リフローを利用した微細なコンタクトホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

【0006】

図 1 A に示すように、基板 101 上にゲート電極 102 を選択的に形成する。その後、基板 101 及びゲート電極 102 上に第一の層間絶縁膜 103 を形成する。更に、有機膜からなるレジスト膜を第一の層間絶縁膜 103 の表面に塗布し、該レジスト膜の露光処理及びその後の現像処理を行うことで、第一の層間絶縁膜 103 の表面にレジストマスク 1

50

06を形成する。ここで、レジストマスク106の開口部の寸法D1の限界は、露光の限界に依存する。

【0007】

図1Bに示すように、レジストマスク106の開口部の寸法D1を露光の限界以上に減少させるため、150～200の範囲の温度で基板101全体を加熱処理することにより、レジストマスク106の熱リフローを起こし、レジストマスク106の開口部の寸法D1が寸法D2へと縮小する。但し、寸法D2は寸法D1より小さい。その結果、露光の限界を超えた微細な寸法D2の開口部を有する熱リフローで変形したレジストマスク107を形成する。

【0008】

図1Cに示すように、寸法D2の開口部を有する熱リフローで変形したレジストマスク107を用いて、第一の層間絶縁膜103をエッチングすることで、ゲート電極102に達するコンタクトホール108を形成する。このコンタクトホール108の寸法は、熱リフローレジストマスク107の開口部の寸法D2に依存するため、レジストマスクの熱リフローを行わない場合に比べ、より微細な寸法のコンタクトホール108を形成することが可能となる。

【0009】

図1Dに示すように、熱リフローレジストマスク107を公知の方法により除去することで、露光の限界を超えた微細な寸法D2で画定されるコンタクトホール108を有する基板が形成される。その後、公知の製造方法により目的とする半導体装置を製造する。

【0010】

次に、前述の第二の課題であるコンタクトホールの順テーパ化に関する従来技術につき説明する。既知のリソグラフィ工程で形成したレジストマスクをそのまま使用してエッチングを行うことで、僅かではあるが順テーパ化されたコンタクトホールが形成される。

【0011】

この第二の従来技術につき図を参照しながら以下説明する。図2A乃至図2Cは、第二の従来技術に係る公知のリソグラフィ工程により形成したレジストマスクをそのまま使用しコンタクトホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

【0012】

図2Aに示すように、基板201上にゲート電極202を選択的に形成する。その後、基板201及びゲート電極202上に第一の層間絶縁膜203を形成する。更に、第二の層間絶縁膜204を第一の層間絶縁膜203上に形成する。その後、有機膜からなるレジスト膜を第二の層間絶縁膜204上に塗布し、既知のリソグラフィ工程であるレジスト膜の露光処理及びその後現像処理を行うことで、第二の層間絶縁膜204上にレジストマスク206を形成する。ここで、レジストマスク206の開口部は僅かに順テーパ化されている。すなわち、開口部の水平方向寸法は、その深さが増大すると共に僅かに減少している。

【0013】

図2Bに示すように、レジストマスク206を使用して第二の層間絶縁膜204をエッチングする。この際、レジストマスク206の表面が僅かに除去され、レジストマスク206の開口部に面する側壁が僅かに後退することで、レジストマスク206は、表面が僅かに除去されたレジストマスク207となる。図2B中の点線は、エッチング工程前のレジストマスク206の縦断面形状を示す。この時点で、第二の層間絶縁膜204中に形成されたホールは、僅かに順テーパ化されている。すなわち、開口部の水平方向寸法は、その深さが増大すると共に僅かに減少している。

【0014】

図2Cに示すように、表面が僅かに除去されたレジストマスク207を使用して第一の層間絶縁膜203をエッチングすることで、ゲート電極202に達するコンタクトホールを形成する。この際、レジストマスク207の表面が更に除去され、レジストマスク20

10

20

30

40

50

7の開口部に面する側壁が更に後退することで、レジストマスク207は、更に表面が除去されたレジストマスク208となる。図2C中の点線は、エッチング工程前のレジストマスク206の縦断面形状を示す。図2Cに示すレジストマスク208の表面は、図2Bに示すレジストマスク207の表面が更に除去され、その側壁も更に後退したものであることがわかる。この時点で、第一の層間絶縁膜203及び第二の層間絶縁膜204中に形成されたコンタクトホール209は、僅かに順テーパ化されている。僅かに順テーパ化されることで、コンタクトホール209底部での寸法は、その上部での寸法に比べて僅かではあるが小さくなっている。

【0015】

その後、レジストマスク208を公知の方法により除去することで、僅かに順テーパ化されたコンタクトホール209を有する基板が形成される。その後、公知の製造方法により目的の半導体装置を製造する。

【0016】

次に、前述の第三の課題である一回のリソグラフィ工程により深さ或いはアスペクト比の異なる複数のコンタクトホールの形成を行うことに関する従来技術につき説明する。第三の従来技術として図を参照しながら以下説明する。図3A乃至図3Dは、第三の従来技術に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のコンタクトホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

【0017】

図3Aに示すように、基板301上に第一の電極302を選択的に形成する。その後、基板301及び第一の電極302上に第一の層間絶縁膜303を形成する。その後、第一の層間絶縁膜303上に第二の電極305を選択的に形成する。ここで、図示されるように、第二の電極305の水平方向における位置は、第一の電極302のそれとは異なる。更に、第二の層間絶縁膜304を第一の層間絶縁膜303及び第二の電極305上に形成する。その後、有機膜からなるレジスト膜を第二の層間絶縁膜304上に塗布し、既知のリソグラフィ工程であるレジスト膜の露光処理及びその後現像処理を行うことで、第二の層間絶縁膜304上にレジストマスク306を形成する。ここで、レジストマスク306は、第一の開口部306-1と第二の開口部306-2とを有する。第一の開口部306-1は第一の電極302の上方C2に位置し、第二の開口部306-2は第二の電極305の上方C1に位置する。図に示すように、第一の開口部306-1の水平方向寸法D1は、第二の開口部306-2の水平方向寸法D2より大きい。

【0018】

図3Bに示すように、レジストマスク306を使用して第二の層間絶縁膜304及び第一の層間絶縁膜303をエッチングすることで、第一のコンタクトホール307及び第二のコンタクトホール308を形成する。図に示すように、第一のコンタクトホール307は、レジストマスク306の第一の開口部306-1に整合して形成され、第二の層間絶縁膜304及び第一の層間絶縁膜303を貫通し、第一の電極302の表面に達している。そして、第一のコンタクトホール307の深さd1は、第一の層間絶縁膜303及び第二の層間絶縁膜304の各厚さの和から第一の電極302の厚さを差し引いた値に相当する。更に、第一のコンタクトホール307の水平方向の寸法は、レジストマスク306の第一の開口部306-1の水平方向の寸法D1で画定される。

【0019】

一方、第二のコンタクトホール308は、レジストマスク306の第二の開口部306-2に整合して形成され、第二の層間絶縁膜304を貫通し、第二の電極305の表面に達している。そして、第二のコンタクトホール308の深さd2は、第二の層間絶縁膜304の厚さから第二の電極305の厚さを差し引いた値に相当する。すなわち、第二のコンタクトホール308の深さd2は、第一のコンタクトホール307の深さd1より浅い($d1 > d2$)。更に、第二のコンタクトホール308の水平方向の寸法は、レジストマスク306の第二の開口部306-2の水平方向の寸法D2で画定される。

【0020】

10

20

30

40

50

前述したように、第一のコンタクトホール307及び第二のコンタクトホール308は、同一のレジストマスク306を使用した同一のエッチング工程により形成される。ここで、エッチングの深さがd2に達したところで、第二の電極305の表面が露出し第二のコンタクトホール308が形成され、C1の位置ではエッチングオフとなるが、一方、C2の位置では第二の層間絶縁膜304も完全には除去されておらず更に第一の層間絶縁膜303はエッチングされていない。よって、第一の電極302の表面が露出するまでエッチング工程を継続する。そして、第一の層間絶縁膜303がエッチングされ、第一の電極302の表面が露出し第一のコンタクトホール307が形成されたところでエッチング工程が完了する。

【0021】

ここで問題なのが、第二の電極305の表面が露出した後第一の電極302の表面が露出するまでのエッチング工程により、第二の電極305の露出表面がオーバーエッチングによるダメージを受けることである。第一の電極302及び第二の電極305は、第一の層間絶縁膜303及び第二の層間絶縁膜304に比較してエッチングレート(速度)が十分に遅い材料、例えば金属等により形成されているため、エッチングにより第二のコンタクトホール308が第二の電極305を貫通することはないが、第二の電極305の露出表面は、第一の電極302の表面が露出するまでエッチングに曝されることとなる。例えば、第二の電極305の表面が露出した時T1から第一の電極302の表面が露出する時T2の時間間隔(T2 - T1)だけ、第二の電極305の露出表面はオーバーエッチングされダメージを受ける。

【0022】

図3Cに示すように、レジストマスク306を公知の方法により除去する。その後、図3Dに示すように、第一の配線層309及び第二の配線層310を公知の方法で形成する。ここで、第一の配線層309は、第一の電極302の露出表面及び第一のコンタクトホール307の側壁に沿って延在する。一方、第二の配線層310は、オーバーエッチングに曝された第二の電極305の露出表面及び第二のコンタクトホール308の側壁に沿って延在する。その結果、第一の電極302に達する深さd1の深い第一のコンタクトホール307と、オーバーエッチングに曝された第二の電極305に達する深さd2の浅い第二のコンタクトホール308とを有する基板が形成される。

【0023】

その後、公知の製造方法により目的とする半導体装置を製造する。この第三の従来技術は、特許文献1の図15のコンタクトホール42及び43として例示される。

【0024】

図1A乃至図1Dを参照して前述した第一の従来技術は、レジスト膜としての有機膜の熱リフローによりレジスト膜を変形させ、この変形レジスト膜をマスクとして使用しエッチングを行うことで、露光の限界を超える微細な寸法のコンタクトホールを形成するものである。しかしながら、この熱リフローを用いる第一の従来技術は、以下の欠点を有していた。

【0025】

1) 第一の問題は、熱リフローした後のリフロー部分の形状はフォトレジストパターンの幅に依存するため、フォトレジストパターンの幅が不均一だと、熱リフローした後のフォトレジストパターンのテーパ化の度合も不均一となることである。

【0026】

2) 第二の問題は、熱リフローによるテーパ化は、フォトレジストパターンの水平方向寸法の縮小を伴うことである。熱リフローは水平方向の寸法の増大を引起こす一方で、有機パターンの熱処理を行うと、有機パターンの体積収縮が起きる。即ち、熱リフローは、流動化による水平方向の寸法の増大と同時に、熱による有機パターンの体積収縮を引起こすため、水平方向の寸法の増大には限界がある。

【0027】

3) 第三の問題は、熱リフローは粘度が高いリフローであるため、先端が波打った不均

10

20

30

40

50

一なりフローとなり、エッチングマスクとしてはサイドエッチングを起こし易く、不十分なテーパ形状の配線、すなわち配線の断面は垂直形状あるいは一部逆テーパ形状になり易かった。

【0028】

また、図2A乃至図2Cを参照して前述した第二の従来技術は、既知のリソグラフィ工程で形成したレジストマスクをそのまま使用してエッチングを行うことで、僅かではあるが順テーパ化されたコンタクトホールを形成するものである。しかしながら、この第二の従来技術は、以下の欠点を有していた。即ち、第二の従来技術による順テーパ化されたコンタクトホールのテーパの角度は僅かであり、よって、第二の従来技術は、大きな或いは顕著な順テーパ化が必要なコンタクトホールの形成には適用できなかった。

10

【0029】

図3A乃至図3Dを参照して前述した第三の従来技術は、一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のコンタクトホールの形成を行うものである。しかしながら、この第三の従来技術は、以下の欠点を有していた。

【0030】

前述したように、深さの浅い方のコンタクトホールがオーバーエッチングに曝されるため以下の2つの問題が生じる。第一の問題は、深さの浅い方のコンタクトホールが達する第二の電極表面がオーバーエッチングにより大きなダメージを受け、このことが、その後に第二の電極表面及び深さの浅い方のコンタクトホールの側面に沿って延在する第二の配線の断線不良及び、第二の配線と第二の電極表面とのコンタクト抵抗の増大を引起す原因となることである。

20

【0031】

第二の問題は、コンタクトホール形状の順テーパ化が困難になることである。これは、深さの浅い方のコンタクトホールを順テーパ形状に形成したとしても、深さの浅い方のコンタクトホールの底部に近い側壁がその後のオーバーエッチングによりエッチングされ、コンタクトホールの下部領域の側壁が水平方向外側に後退し、コンタクトホールの傾斜を有する側壁が次第に垂直に近づくためである。

【0032】

前述した第三の従来技術に係る上記第一及び第二の問題の対策として、ハーフ露光方法を利用して、浅い方のコンタクトホールを形成するためのエッチングの開始タイミングを、深い方のコンタクトホールを形成するためのエッチングの開始タイミングより遅らすことで、浅い方のコンタクトホールのオーバーエッチングを回避することが考えられる。ハーフ露光の技術は、例えば、特許文献2に開示される。このハーフ露光の技術を、以下、第四の従来技術として説明する。

30

【0033】

具体的には、第一の開口部と膜厚の薄い部分とを有するレジストマスクをハーフ露光技術を利用して形成する。その後、深い方のコンタクトホールを形成する位置に第一の開口部の位置を合わせ、一方、浅い方のコンタクトホールを形成する位置に膜厚の薄い部分の位置を合わせる。そして、エッチングの初期工程では、この第一の開口部と膜厚の薄い部分とを有するレジストマスクを使用し、深い方のコンタクトホール形成のためのエッチングのみが第一の開口部を介して行われる。

40

【0034】

その後、深い方のコンタクトホール形成のためのエッチングの深さが所定の深さに達した時点で、エッチング工程を一旦中断し、レジストマスクの膜厚の薄い部分を除去し、第二の開口部を形成する。そして、第一及び第二の開口部を有する変形レジストマスクを使用し、深い方のコンタクトホール形成のためのエッチングの再開に加え、浅い方のコンタクトホール形成のためのエッチングを新たに開始する。そして、深い方のコンタクトホール形成のためのエッチングと浅い方のコンタクトホール形成のためのエッチングとを同時に行う。前述の所定の深さを、例えば、深い方のコンタクトホールの深さと浅い方のコンタクトホールの深さととの差とすることで、深さの異なるコンタクトホール形成のためのエ

50

エッチングが同時に終了する。このため、オーバーエッチングが生じないため、前記第三の従来技術に係る上記第一及び第二の問題を回避できる。

【0035】

しかしながら、前述の第四の従来技術は、ハーフ露光の技術を利用するものであるが、以下の欠点を有する。前述したように、まず第一の開口部と膜厚の薄い部分とを有するレジストマスクをハーフ露光の技術を利用して作成する必要があり、通常の露光により同一膜厚のレジストマスクを作成するより製造工程数が増加し、コスト増大になる。更に、レジストマスクの膜厚の薄い部分を除去し、第二の開口部を形成する工程が更に必要となり、製造工程数の増加及びコストの増大につながる。

【0036】

従って、上記従来技術が抱えていた欠点及び問題が生じることのない、新規なコンタクトホール形成方法を提供することが望まれていた。

【特許文献1】特許第3208658号公報

【特許文献2】特開2000-164584号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0037】

本発明の目的は、上記従来技術が抱えていた欠点及び問題が生じることのない、新規なエッチング方法を提供することにある。

すなわち、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、製造条件の制御が困難ではなく且つ露光の限界を超えるような微細な寸法のエッチング構造を形成する方法を提供することにある。

更に、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、一回のリソグラフィ工程によりオーバーエッチングを行うことなく、深さの異なる複数のエッチング構造を形成する方法を提供することにある。

更に、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、大きく傾斜状順テーパ化されたエッチング構造を形成する方法を提供することにある。

【0038】

更に、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、製造条件の制御が困難ではなく且つ露光の限界を超えるような微細な寸法のコンタクトホールを形成する方法を提供することにある。

更に、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、一回のリソグラフィ工程によりオーバーエッチングを行うことなく、深さの異なる複数のコンタクトホールを形成する方法を提供することにある。

更に、本発明の目的は、製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、大きく傾斜状順テーパ化されたコンタクトホールを形成する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0039】

本発明の第一の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素をエッチングすることで、前記第一の開口部下に第一のエッチング構造を形成するとともに前記第二の開口部下に上部エッチング構造を形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方前記上部エッチング構造を塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクをマスクとし、前記被エッチング構成要素をエッチングすることで下部エッチング構造を形成し、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造からなる第二のエッチング構造を形成する工程を少なくとも有し、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタク

10

20

30

40

50

トホールとする。

これらの工程によって製造工程の増加及び製造コストの増大を抑制する一方で、一回のリソグラフィー工程によりオーバーエッチングを行うことなく、深さの異なる複数のエッチング構造を形成することができる。

本発明の第二の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一
10
或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とから
20
なり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする。

【0040】

前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【0041】

本発明の第三の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部と該第一の開口部より大きな寸法の第二の開口部とを有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ前記第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁及び前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、これら双方の側壁を覆うが、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスク
30
を形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置し且つ前記上部エッチング構造より小さな水平方向寸法を有する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する階段状に順テ
40
ーパー化された第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする。

【0042】

前記第二のエッチング構造の前記下部エッチング構造の水平方向寸法は、前記上部エッチング構造の水平方向寸法より、前記溶解リフローにより前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れた前記変形有機マスクの水平方向厚さの概ね2倍に相当する量だけ小さい。すなわち、第二のエッチング構造の前記下部エッチング構造の水平方向寸法と前記上部エッチング構造の水平方向寸法との差は、前記溶解リフローにより前記上部エッチング構造の側壁に沿って垂流れた前記変形有機マスクの水平方向厚さに依存する。よって、前記溶解リフローにより深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを防止することに加え、深さのより深い第二のエッチング構造の階段状順テーパ化を新たな工程を付加することなく可能にする。

10

【0043】

本発明の第四の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有する有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングすることで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとする。

20

30

【0044】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【0045】

本発明の第五の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造の側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一

40

50

方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとするエッチング方法を提供する。その後、前記変形有機マスクを除去する。

10

【0046】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【0047】

前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成するには、利用可能な既知の手法を使用してもよく、その典型例としてハーフ露光や印刷法を含むが、必ずしもこれに限定するものではない。ハーフ露光を使用する場合、前述したように製造工程数の増加を伴うため、これを避けるには印刷法が好ましい。

20

【0048】

本発明の第六の側面によれば、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくともいずれか1つを含み且つ被エッチング構成要素上に位置する有機膜をパターンニングして、第一の開口部及び前記被エッチング構成要素のうち積層が異なる部分の上に開口する第二の開口部を有すると共に前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成する工程と、前記有機マスクを使用して前記被エッチング構成要素を選択的にエッチングを行うことで、第一の最終目的レベルの深さを有し且つ第一の開口部下に位置する第一のエッチング構造と、前記第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有し且つ第二の開口部下に位置する上部エッチング構造とを形成する工程と、前記第二の開口部の近傍部分であって膜厚が薄い部分のみを除去する工程と、前記有機マスクを有機溶剤に接触させることで前記有機マスクを溶解してリフローし、前記溶解リフローにより前記有機マスクの一部が前記第一のエッチング構造のみの側壁に沿って垂流れることで、前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造の上端部の周囲領域まではリフローされるが前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを形成する工程と、前記変形有機マスクを使用して、前記被エッチング構成要素を前記第一の最終目的レベルの深さより深い第二の最終目的レベルの深さまで選択的にエッチングを行う一方で前記第一のエッチング構造の底部はエッチングによるダメージを受けないようにすることで、前記上部エッチング構造直下に位置する下部エッチング構造を形成することで、前記第一の最終目的レベルの深さを有する前記第一のエッチング構造と、前記上部エッチング構造と前記下部エッチング構造とからなり且つ前記第二の最終目的レベルの深さを有する第二のエッチング構造とを形成する工程とを含み、前記第一のエッチング構造を第一のコンタクトホールとし、前記第二のエッチング構造を第二のコンタクトホールとするエッチング方法を提供する。その後、前記変形有機マスクを除去する。

30

40

【0049】

前記第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチン

50

グ構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【0050】

前記第二の開口部の近傍部分の膜厚が他の部分に比べて薄い有機マスクを形成するには、利用可能な既知の手法を使用してもよく、その典型例としてハーフ露光や印刷法を含むが、必ずしもこれに限定するものではない。ハーフ露光を使用する場合、前述したように製造工程数の増加を伴うため、これを避けるには印刷法が好ましい。また、前記有機マスクの前記第二の開口部の近傍部分であって膜厚が薄い部分のみを除去する工程の典型例は、前記有機マスクのアッシング工程を含むが、必ずしもこれに限定するものではない。

10

【発明の効果】

【0051】

前述した本発明の第一乃至第六の側面によれば、前記第一のエッチング構造の少なくとも底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【0052】

また、前記溶解リフローにより深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを防止することに加え、深さのより深い第二のエッチング構造の階段状順テーパ化を新たな工程を付加することなく可能にする。

20

尚、本発明に係る有機膜及び有機マスクは、典型的には、レジスト膜及びレジストマスクであってもよい。よって、以下の説明では、有機膜及び有機マスクの典型例としてレジスト膜及びレジストマスクを使用する場合につき説明するが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0053】

前述したように、本発明の第一乃至第六の側面によれば、エッチングの深さが互いに異なる第一及び第二のエッチング構造を一回のリソグラフィ工程により形成する方法であって、有機膜及び有機溶媒を添加した膜の少なくとも1つの含む有機マスク即ちレジストマスクを形成し、該レジストマスクを使用し第一のエッチング工程を行った後、該レジストマスクを溶解リフローにより変形させ、この変形レジスト膜をマスクとして使用し第二のエッチング工程を行うことで、浅い深さを有する第一のエッチング構造の底部が、該第二のエッチング工程におけるエッチングによるダメージを防止することが可能となる。

30

【0054】

すなわち、変形レジスト膜をマスクとして使用して行われる第二のエッチングにおいて、パターンングされたレジストマスクを使用して行った第一のエッチングにより上記第一のエッチング構造の形成は完了する。そして、その後のレジストの溶解リフローにより、第一のエッチング構造の少なくとも底部は、溶解リフローされた変形レジストマスクで覆われ或いは塞がれる。このため、第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングされることもなく、またエッチングによるダメージを受けることもない。

40

【0055】

一方、第二のエッチング構造に関しては、第一のエッチングにより形成された上部エッチング構造の底部は、例えその一部が溶解リフローされた変形レジストマスクで覆われることはあっても、完全に塞がれることはない。例えば、上記本発明の第二の側面によれば、上部エッチング構造の側壁に沿ってレジストがリフローされるものの、上部エッチング構造の底部の中心領域は、溶解リフローされた変形レジストマスクで覆われることはなく、露出した状態にある。また、上記本発明の第三乃至第五の側面によれば、上部エッチング構造内にレジストがリフローされることがないため、上部エッチング構造の底部は溶解

50

リフローされた変形レジストマスクで覆われることはなく、露出した状態にある。この溶解リフローされた変形レジストマスクを使用して第二のエッチングを行うことで、上部エッチング構造の底部は更にエッチングされ、その結果、上部エッチング構造に連続し、且つその直下に位置する下部エッチング構造が形成される。

【0056】

第一のエッチング構造は第一の最終目的レベルの深さを有し、第二のエッチング構造における上部エッチング構造は、第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有する。従って、第一のエッチング構造の底部に電極或いは配線等の導電性構成要素が存在する場合であっても、第一のエッチング工程では、導電性構成要素がエッチングされたり或いは実質的なダメージを受けたりすることはない。そして、レジストマスクを溶解リフローし、第一のエッチング構造の底部を溶解リフローされた変形レジストマスクの一部で完全に塞いでしまうため、その後の第二のエッチング工程では、第一のエッチング構造の底部はエッチングされたり或いはダメージを受けたりすることはない。

10

【0057】

溶解リフローされた変形レジストマスクの一部で第一のエッチング構造の内少なくとも底部が塞がればよく、従って、溶解リフローされた変形レジストマスクの一部で第一のエッチング構造が完全に充填される必要はない。勿論、第一のエッチング構造が完全に充填されてもよい。例えば、第一のエッチング構造の水平方向の寸法が大きい場合、或いは第一のエッチング構造の体積が大きい場合、このような第一のエッチング構造を完全に充填するには、第一のエッチング構造の体積を超える量のレジストが溶解リフローにより第一のエッチング構造内に流れ込む必要がある。このような、第一のエッチング構造の体積を超える量のリフローを引起すことが難しい場合、或いは何らかの不利益又は不都合を生じる場合、第一のエッチング構造を完全に充填することを避け、第一のエッチング構造の底部が完全に覆われた時点で、溶解リフローを中止してもよい。

20

【0058】

また、第一のエッチング構造の水平方向の寸法がそれほど大きくない場合、或いは第一のエッチング構造の体積がそれほど大きくない場合、そして、第一のエッチング構造のアスペクト比がそれほど大きくない場合、レジストの溶解リフローにより第一のエッチング構造を完全に充填することが比較的容易である可能性がある。このような場合は、レジストの溶解リフローにより第一のエッチング構造を完全に充填してもよい。

30

【0059】

また、第一のエッチング構造の水平方向の寸法が非常に小さく、且つ第一のエッチング構造のアスペクト比が非常に大きいため、溶解リフローされたレジストが、第一のエッチング構造の底部に直接到達し難い場合であっても、溶解リフローされたレジストが第一のエッチング構造の上部或いは中部まで到達し、結果として第一のエッチング構造の底部が間接的に溶解リフローされたレジストにより塞がれている場合、第一のエッチング構造の底部がその後の第二のエッチング工程でエッチングされたり或いはダメージを受けたりすることはない。

【0060】

結論として、第二のエッチング工程を開始する前に行われるレジストの溶解リフローで、第一のエッチング構造の底部が溶解リフローされたレジストにより塞がれることで、第一のエッチング構造の底部がその後の第二のエッチング工程でエッチングされたり或いはダメージを受けたりすることはない。

40

【0061】

一方、前述したように、第二のエッチング構造における上部エッチング構造の底部は、レジストの溶解リフロー後も塞がれない。例えば、上記本発明の第二の側面によれば、上部エッチング構造の側壁及び第一のエッチング構造の側壁の双方に沿って、レジストが溶解リフローにより垂れ流れる。ここで、例えば、上部エッチング構造の水平方向寸法が第一のエッチング構造の水平方向寸法より大きい場合、レジストが溶解リフローにより第一のエッチング構造がリフローしたレジストにより完全に塞がれた時点では、まだ上部エッ

50

チング構造はその側壁にリフローしたレジストが存在するものの、上部エッチング構造は塞がれておらず、上部エッチング構造の底部は露出した状態にある。

【0062】

そして、溶解リフローにより形成した変形レジストマスクを使用して第二のエッチングを行うことで、上部エッチング構造の底部の露出部分をエッチングして、下部エッチング構造を形成する。このため、下部エッチング構造の水平方向寸法は、上部エッチング構造の水平方向寸法より、上部エッチング構造の側壁にリフローしたレジストの膜厚の略2倍に相当する分だけ小さくなる。この結果、上部エッチング構造と該上部エッチング構造より小さい水平方向寸法を有する下部エッチング構造とからなる第二のエッチング構造は、階段状順テーパ形状となる。

10

【0063】

上記本発明の第四乃至第六の側面によれば、第一のエッチング構造の側壁の双方に沿ってレジストが溶解リフローにより垂れ流れるが、溶解リフローしたレジストは上部エッチング構造中にはリフローされない。

【0064】

例えば、本発明の第五の側面によれば、溶解リフロー前のレジストマスクの厚さが、その第二の開口部の周囲または近傍において薄くなるよう形成する。そうすることで、第二の開口部の周囲または近傍のレジスト部分は、溶解リフローされてもその量が少ないため、第二の開口部下に位置する上部エッチング構造の上端部の周囲部でレジストの溶解リフローが止まり、上部エッチング構造の側壁に沿ってレジストが垂れ流れることを抑制する。

20

【0065】

例えば、本発明の第六の側面（部）によれば、より確実に溶解リフローしたレジストが上部エッチング構造中にリフローするのを防ぐため、第二の開口部の周囲または近傍において薄くなるよう形成したレジストマスクを使用して第一のエッチングを行い第一のエッチング構造と上部エッチング構造とを形成した後、第二の開口部の周囲または近傍の膜厚の薄い部分が除去されるようレジストマスクを加工する。その後レジストマスクの溶解リフローを行うことで、リフローされたレジストを第二の開口部下に位置する上部エッチング構造の上端部の周囲部でレジストの溶解リフローが止まり、上部エッチング構造の側壁に沿ってレジストが垂れ流れることを抑制する。

30

【0066】

この場合、レジストマスクの膜厚の薄い部分の距離が溶解リフローの距離に相当するように該レジストマスクを形成しておくことで、溶解リフローしたレジストが上部エッチング構造の上端部の周囲部で丁度止まることが重要である。もし、溶解リフローしたレジストが上部エッチング構造の上端部に到達しない場合、該上部エッチング構造の上端部の周囲部分はレジストに覆われず露出することになる。この状態で第二のエッチングを行った場合、この上部エッチング構造の上端部の周囲部分もエッチングされることになる。

【0067】

このことを防ぐには、溶解リフローしたレジストが上部エッチング構造の上端部に到達した時点で溶解リフローを中止することが必要である。この時、第一のエッチング構造が溶解リフローにより完全に充填されていなくとも、第一のエッチング構造の底部が塞がれていればよい。この理由は前述した通りである。従って、溶解リフローしたレジストが上部エッチング構造の上端部に到達した時点で、第一のエッチング構造の底部が既に塞がれていれば問題はないので、溶解リフロー中止のタイミングは、溶解リフローしたレジストの上部エッチング構造の上端部へ到達するタイミングに合わせる。

40

【0068】

そして、溶解リフローにより形成した変形レジストマスクを使用して第二のエッチングを行うことで、上部エッチング構造の底部の露出部分をエッチングして、下部エッチング構造を形成する。このため、下部エッチング構造の水平方向寸法は、上部エッチング構造の水平方向寸法と略同一となる。この結果、上部エッチング構造と該上部エッチング構造

50

と略同一の水平方向寸法を有する下部エッチング構造とからなる第二のエッチング構造は、実質的にテーパ化されていない形状となる。

【0069】

更に、本発明の第一乃至第四の側面において、第一のエッチング工程の前にレジストマスクを溶解リフローにより変形させ、該レジストマスクの開口部の水平方向寸法を縮小させて、該縮小した水平方向寸法の開口パターンを有する変形レジストマスクを使用し、第一のエッチング工程を行うことも可能である。この場合、上記第一及び第二のエッチング構造のうち少なくともいずれか一つの水平方向寸法を露光の限界を超えて微小化することが可能となる。

【0070】

溶解リフローは、有機膜又は有機溶媒を添加した膜を溶解する薬液を当該膜に浸透させて、薬液により当該膜を溶解してリフローするものである。このリフローを溶解リフロー、薬液溶解リフローまたは薬液リフローと呼ぶが、本願においては統一して溶解リフローと呼ぶ。有機膜又は有機溶媒を添加した膜を溶解する上記薬液は、有機溶剤を含むものである。

【0071】

有機膜又は有機溶媒を添加した膜に有機溶剤を浸透させるには、該膜を有機溶剤の蒸気に暴露するか或いは有機溶剤の希釈溶液に浸漬する。ことにより、該有機膜又は有機溶媒添加した膜を変形させることで、露光の限界を超える微細な寸法のパターンを有するレジストマスクを使用してエッチングを行い、レジストマスク下に位置するエッチングの対象となる膜の一部を除去する。

【0072】

被エッチング構成要素の典型例として、層状或いは膜状構成要素が挙げられ、特に単一層又は多層構造の層間絶縁膜等の絶縁膜が挙げられるが、必ずしもこれらに限定されるものではなく、エッチング可能な構成要素であればよい。また被エッチング構成要素の物質についても特に限定する必要はなくエッチング可能な物質であればよい。

【0073】

本願において、「エッチング構造」とは先に定義した通りであり、その典型例としてコンタクトホールが挙げられるが、必ずしもこれに限定されるものではなく、ビアホール、スルーホールや溝構造或いはその他エッチングにより形成される構造全てを含む。さらに、コンタクトホール底部が達する構成要素の典型例として、ゲート電極或いは制御電極又はソース電極或いはドレイン電極等の各種電極が挙げられるが、必ずしもこれらに限定されるものではない。また、ビアホール底部或いはスルーホール底部が達する構成要素の典型例として、配線層等が挙げられるが必ずしもこれらに限定されるものではない。また溝構造の場合は、エッチングは被エッチング構成要素を貫通しないよう途中のレベルで止めてもよいし、或いは該構成要素を貫通するよう行ってもよい。いずれにしても、エッチングにより形成する構造は特定のものに限定されない。

【0074】

また、レジストマスクが開口部からなるレジストパターンを有する場合、レジストマスクの溶解リフローにより、該開口部の水平方向寸法は縮小する。これにより、変形前の開口部の寸法の微小化が露光の限界で制限されたとしても、レジストマスクの溶解リフローにより露光の限界を超えた開口部の寸法の微小化が可能となる。

【0075】

また、先に第二の従来技術として図2A乃至図2Cを参照して説明したように、一般的には、リソグラフィ技術により形成したレジストマスクの開口部は、僅かではあるが傾斜状順テーパ化されている。しかしながら傾斜状順テーパ化の程度が極僅かであるため、このレジストマスクを使用してエッチングしたとしても、前記エッチングされた構造の縦断面形状は、極僅かに傾斜状順テーパ化されるにすぎない。

【0076】

しかしながら、上記本発明の第四乃至第六の側面によれば、階段状順テーパ化された

10

20

30

40

50

深いエッチング構造を実現することが可能となる。

【 0 0 7 7 】

上記本発明の第一乃至第六の側面による方法は、レジストのリフローは、熱リフローと溶解リフローとがあるが、溶解リフローの方が熱リフローより以下の点で優れている。有機パターンの一例であるフォトレジストパターンは、熱リフローによるテーパ化は以下の3つの問題を引起す。1) 第一の問題は、熱リフローした後のリフロー部分の形状はフォトレジストパターンの幅に依存するため、フォトレジストパターンの幅が不均一だと、熱リフローした後のフォトレジストパターンのテーパ化の度合も不均一となることである。

【 0 0 7 8 】

2) 第二の問題は、熱リフローによるテーパ化は、フォトレジストパターンの水平方向寸法の縮小を伴うことである。熱リフローは水平方向の寸法の増大を引起す一方で、有機パターンの熱処理を行うと、有機パターンの体積収縮が起きる。即ち、熱リフローは、流動化による水平方向の寸法の増大と同時に、熱による有機パターンの体積収縮を引起すため、水平方向の寸法の増大は、溶解リフローほど大きくない。これに対し、溶解リフローは、高温加熱を特に必要とせず、逆に低温で流動化による水平方向の寸法の増大に加え、高温加熱を必要とせず、低温での処理の為、有機パターンの体積収縮は起きず、有機溶剤浸透による有機パターンの体積膨張のみを引き起す。このため、パターン間隔の縮小には熱リフローより溶解リフローの方が有利である。但し、溶解リフローの後の過熱する可能性があるが、それは浸透した溶剤の蒸発乾燥の為であり熱リフローさせるほど加熱を行わない。又は、溶解リフローと熱リフローとの組み合わせの効果を狙った場合であり、溶解リフロー処理そのものは、高温を必要としていない。

【 0 0 7 9 】

3) 第三の問題は、熱リフローは、粘度が高いリフローであるため、リフロー先端が波打った不均一なリフローとなり、エッチングマスクとしてはサイドエッチングを起し易く、エッチング構造の断面が垂直形状あるいは一部逆テーパ形状になり易い。一方、溶解リフローは粘度が低いリフローであるため、リフロー先端は滑らかで波打のない理想的な形状となる。このことが、サイドエッチングを起しにくくし、エッチング構造の断面が十分大きなテーパ形状を有することを可能にする。

【 0 0 8 0 】

上記レジスト膜は、有機膜の単一層構造、有機膜の多層構造、有機溶媒を添加した膜の単一層構造、有機溶媒を添加した膜の多層構造、或いは有機膜と有機溶媒を添加した膜との多層構造のいずれで構成してもよい。ここで、有機膜は有機系材料と有機溶剤で主に構成され、一方、有機溶媒を添加した膜は無機系材料と有機溶剤で主に構成される。

【 0 0 8 1 】

有機系材料の典型例として、既知のレジストの材料、アクリル、ポリイミド、ポリアクリルアミド等の樹脂及び、高分子有機材料を挙げることができる。無機材料の典型例として、シロキサン又は、ポリシロキサン、ポリシラン、ポリシリレン、カルボシラン、シリコン、無機ガラス等を挙げることができる。有機溶剤の典型例として、以下に記載する有機溶剤薬液が全て使用可能である。有機溶剤 (Rはアルキル基又は置換アルキル基、Arはフェニル基又はフェニル基以外の芳香環を示す) :

- ・アルコール類 (R - OH)
- ・アルコキシアルコール類
- ・エーテル類 (R - O - R、Ar - O - R、Ar - O - Ar)
- ・エステル類
- ・ケトン類
- ・グリコール類
- ・アルキレングリコール類
- ・グリコールエーテル類

【 0 0 8 2 】

また有機膜は、水溶性材料で構成し得る。この場合、水溶性材料の典型例として、ポリ
アクリル酸、ポリビニルアセタール、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポ
リエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレン - 無水マレイン酸共重合体、ポリビ
ニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、
水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミドのうち1種類、又はこれらの2種類以
上の混合物、或いは、これらの塩を主成分とする材料、または、以上に記載した材料に無
機材料を混合した材料を挙げることができる。

【0083】

有機膜が有機溶剤に溶解性の有る有機材料、又は無機材料で主に構成されている場合に
は、薬液として有機溶剤の溶液を用い、水に溶解性のある有機溶剤と有機材料、又は有機
溶剤と無機材料で主に構成されている場合には、薬液として少なくとも水を含む水溶液を
用いることで同様の処理効果を得ることも可能である。

10

【0084】

以下では、特に有機溶剤に溶解性のある有機系材料で有機膜が構成されている場合で、
薬液に有機溶剤の溶液を用い、リフロー方法として前述の第1のリフロー方法、すなわち
薬液蒸気に暴露するリフロー方法を用いた例を示す。しかしながら、有機膜には、前述し
たように無機系材料と有機溶剤で主に構成されている有機膜、水溶性材料で主に構成され
た有機膜、水溶性材料と無機材料を混合したものを材料として用いることも可能であり、
リフロー方法としては、第2のリフロー方法、すなわち薬液中へ浸漬するリフロー方法
を用いることも可能である。

20

【0085】

レジストの種類典型例として、紫外線に感光するフォトレジスト、X線に感光するX
線レジスト及びエレクトロンビームに感光するエレクトロンビームレジストを挙げること
ができるが、必ずしもこれらに限定されるものではない。レジストの材料としては、次の
ような有機レジストが好ましい。例えば、高分子化合物と感光剤及びその他添加剤から形
成されるものとして、有機材料のみからなるレジストや有機材料と無機材料との混合から
なるレジストがある。

【0086】

有機材料のみからなるレジストの典型例として、以下のものを含むが、必ずしもこれら
に限定されるものではない。ポリビニル系レジストの例としてポリビニルケイ皮酸エステル
が挙げられる。また、ゴム系レジストの例としては、環化ポリイソブレンや環化ポリブ
タジエンにビスアジド化合物とを混合した物質が挙げられる。ノボラック樹脂系レジスト
の例としては、クレゾールノボラック樹脂とナフトキノンジアジド - 5 - スルホン酸エ
ステルとを混合とを混合した物質が挙げられる。さらにアクリル酸の共重合樹脂系レジ
ストの例としてポリアクリルアミドやポリアミド酸が挙げられる。その他のレジストの例と
しては、臭素或いはヨウ素を添加したレジスト、又は臭素或いはヨウ素を多く含むレジ
ストが挙げられる。

30

【0087】

一方、有機材料と無機材料の混合からなるレジストの例としては、金属含有レジストが
挙げられる。この金属含有レジストの例として、シリコン含有レジストとして、シロキサ
ン、ポリシロキサン、ポリシラン、ポリシリレン、又はカルボシランを含むレジストが挙
げられる。また、シリコン以外の金属を含有するレジストの例としてゲルマニウムを含有
するレジストが挙げられる。

40

【0088】

また、レジストマスクは、ネガ型あるいはポジ型のいずれのレジストで形成されてい
てもよい。ポジ型としては、ノボラック樹脂系の、例えば、クレゾールノボラック樹脂とナ
フトキノンジアジド - 5 - スルホン酸エステルを混合した物質が適している。ネガ型と
しては、ゴム系の、例えば、環化ポリイソブレンや環化ポリブタジエンにビスアジド化
合物を混合した物質が適している。

【0089】

50

有機物質を含むレジスト膜の溶解リフローを引起すためには、レジスト膜を有機溶剤に接触させる。この接触させる方法の典型例として、有機溶剤の蒸気にレジスト膜を暴露するか、有機溶剤の希釈溶液に浸漬することが挙げられるが、必ずしもこれらに限定されるものではなく、有機溶剤をレジスト膜表面に接触させその内側まで浸透させることができればよい。実際には有機溶剤を含む薬液の蒸気にレジスト膜を暴露するか、該薬液の希釈溶液に浸漬してもよい。

【0090】

薬液に含まれる有機溶剤の典型例として、以下に示す有機溶剤のうち少なくとも一つを含む。有機溶剤（Rはアルキル基又は置換アルキル基、Arはフェニル基又はフェニル基以外の芳香環を示す）：

- ・アルコール類（R-OH）
- ・アルコキシアアルコール類
- ・エーテル類（R-O-R、Ar-O-R、Ar-O-Ar）
- ・エステル類
- ・ケトン類
- ・グリコール類
- ・アルキレングリコール類
- ・グリコールエーテル類

【0091】

前記第一及び第二のエッチング構造のうち少なくともいずれか1つが達する位置すなわちそのエッチング構造の直下に、導電構成要素が存在してもよい。そして、前記第一及び第二のエッチング構造のうち少なくともいずれか1つを介して、この導電構成要素への電氣的導電を確保することが可能となる。この場合、前記第一及び第二のエッチング構造の典型例として、コンタクトホール、ビアホール或いはスルーホール等の導電を目的とした各種ホールや、各種溝構造が挙げられる。そして、エッチング構造の直下に位置する導電構成要素の典型例として、各種電極や各種配線等が挙げられる。各種電極の典型例として、ゲート電極に代表される制御電極や、ソース電極或いはドレイン電極に代表される信号電極やバイアス電極等が挙げられる。配線は、基板表面上に延在する配線でもよく、また、多層配線構造における基板表面より高いレベルを有する配線でもよい。

【0092】

エッチング構造の直下に位置する導電構成要素は、金属、合金、高融点金属及び半導体等の導電性を示す物質で構成し得るが、取分け、深さのより浅い方の第一のエッチング構造の直下に位置する導電構成要素は、被エッチング構成要素よりエッチング速度の遅い物質、例えば金属、合金、金属窒化物或いは高融点金属等で構成することが好ましい。導電構成要素を被エッチング構成要素よりエッチング速度の遅い物質で構成することで、第一のエッチング工程で該導電構成要素がオーバーエッチングされるのを防ぐことが容易となる。その後、第二のエッチング構造の下部エッチング構造を形成するための第二のエッチング工程では、第一のエッチング構造の底部すなわち第一のエッチング構造の直下に位置する導電構成要素は、溶解リフローしたレジストで塞がれているため、第一のエッチング構造の底部すなわち該導電構成要素が第二のエッチングに曝されることはない。

【0093】

前述したように、第一のエッチング構造は第一の最終目的レベルの深さを有し、一方、該第一のエッチング構造を形成する第一のエッチング工程で同時に形成される第二のエッチング構造の上部エッチング構造は、該第一の最終目的レベルの深さと同一或いはそれに近い深さレベルを有する。このため、第一のエッチング構造の直下に位置する導電構成要素は、実質的にオーバーエッチングに曝されず、実質的なダメージを受けない。しかし、第一のエッチング構造の直下に位置する導電構成要素が被エッチング構成要素よりエッチング速度の遅い物質で構成されることで、例え僅かな時間該導電構成要素がエッチングの粒子に曝されても、実質的に該導電構成要素がエッチングされることはなく、実質的なダメージも殆どない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 4 】

上記第一のエッチング構造の直下に位置する導電構成要素の典型例として、以下に列挙する金属膜構造体を挙げることができる。

- ・ I T O 膜
- ・ インジウムスズ合金
- ・ アルミニウムまたはアルミニウム合金の 1 層構造
- ・ クロムまたはクロム合金の 1 層構造
- ・ 1 層がアルミニウムまたはアルミニウム合金で、他の層がクロムまたはクロム合金の 2 層構造
- ・ 1 層がアルミニウムまたはアルミニウム合金で、他の層がチタンまたはチタン合金の 2 層構造
- ・ 1 層がアルミニウムまたはアルミニウム合金で、他の層が窒化チタンまたは窒化チタン合金の 2 層構造
- ・ 1 層がアルミニウムまたはアルミニウム合金で、他の層がモリブデンまたはモリブデン合金の 2 層構造
- ・ 1 層がクロムまたはクロム合金で、他の層がモリブデンまたはモリブデン合金の 2 層構造
- ・ 1 層目及び 3 層目がクロムまたはクロム合金で、2 層目がアルミニウムまたはアルミニウム合金の 3 層構造
- ・ 1 層目及び 3 層目がモリブデンまたはモリブデン合金で、2 層目がアルミニウムまたはアルミニウム合金の 3 層構造
- ・ アルミニウムまたはアルミニウム合金、モリブデンまたはモリブデン合金、クロムまたはクロム合金の 3 層構造
- ・ アルミニウムまたはアルミニウム合金、モリブデンまたはモリブデン合金、チタンまたはチタン合金の 3 層構造
- ・ アルミニウムまたはアルミニウム合金、窒化チタンまたは窒化チタン合金、チタンまたはチタン合金の 3 層構造

【 0 0 9 5 】

さらに、レジストマスクを使用し第一のエッチング工程を行うことで、第一のエッチング構造及び上部エッチング構造を形成する際、レジストマスク表面は、エッチングによるダメージを受け変質する可能性がある。この場合、レジストマスク表面に形成された変質層を除去することは必須ではないが、そうすることが望ましい。

【 0 0 9 6 】

前記レジストの表面の変質層を除去する工程は、典型的には、プラズマ処理、または、UV オゾン処理することにより行うことが可能である。前記プラズマ処理は、 O_2 ガスを含むプラズマ処理用ガス、フッ素系ガスを含むプラズマ処理用ガス、 O_2 ガスとフッ素系ガスの混合ガスを含むプラズマ処理用ガスのいずれかのプラズマ処理用ガスを用いて行うことが可能である。前記プラズマ処理用ガスがフッ素系ガスを含むプラズマ処理用ガスであるときは、 SF_6 、 CF_4 、 CHF_3 のいずれかを含むガスであり、前記プラズマ処理用ガスが O_2 ガスとフッ素系ガスの混合ガスを含むプラズマ処理用ガスであるときは、 SF_6/O_2 、 CF_4/O_2 、 CHF_3/O_2 のいずれかのガスを含む。

【 0 0 9 7 】

本発明の第五及び第六の側面において、第二の開口部の周囲または近傍において薄くなるようレジストマスクを形成するには、ハーフ露光や印刷法等の既知の方法を適用し得る。このレジストマスクの部分的膜厚の制御方法としては、(1) 露光工程で使用するレチクルのマスクパターンにおいて遮光部と少なくとも 2 段階以上の透過光量に制御した半遮光部とが形成され、前記遮光部と半遮光部とがレジスト膜に転写され前記レジストマスクが形成される様にする方法、(2) 露光工程で 2 種以上のレチクルマスクを使用し、露光量をすくなくとも 2 段階以上に变化させ露光することで前記レジストマスクが形成される様にする方法が、例として挙げられる。

【 0 0 9 8 】

また、本発明の第六の側面において、第二の開口部の周囲または近傍の膜厚の薄い部分が除去されるようレジストマスクを加工する工程として、既知の方法を適用し得る。その典型例として、前記変形レジストマスクに対して酸素を用いたアッシング処理または紫外線や熱を用いたオゾン処理等を挙げることができる。アッシング処理は、酸素プラズマ雰囲気中で行うことが好ましく、レジストマスクのうち膜厚の薄い部分が完全に除去されるまで行う。

【 0 0 9 9 】

前述した本発明の第一乃至第六の側面によれば、互いに異なる深さを有する複数のエッチング構造を有するあらゆる半導体装置の製造方法に適用することが可能である。半導体装置の種類については特に限定されるものではなく、その例として、液晶表示装置やEL表示装置等の各種表示装置並びに該表示装置用の基板として薄膜トランジスタ基板等のアクティブマトリックス基板が挙げられる。

10

【 0 1 0 0 】

以下説明する実施例は、前述した本発明の第一乃至第六の側面を実施するための典型例である。本発明の主題を既に詳細に説明したが、本発明の前述の第一乃至第六の側面の典型的な実施態様を理解するのを容易にする目的で、以下の1又はそれ以上の典型的かつ好適な実施例における更なる説明を以下図面を参照して行う。

【 実施例 1 】

【 0 1 0 1 】

以下、実施例1を説明するが、この実施例1は、前述した本発明の第一乃至三の側面を実施するための典型例に相当する。図4A乃至図4Eは、本発明の実施例1に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

20

【 0 1 0 2 】

図4Aに示すように、基板1上に第一の導電性構成要素2を選択的に形成する。基板1は絶縁性基板で構成し得る。この絶縁基板は、例えば、液晶表示装置に用いられるガラス等の透明基板、アモルファスシリコン、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、半導体集積回路に用いられるシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の絶縁膜であっても良い。また、第一の導電性構成要素2は導電性膜で構成し得る。導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、単層の場合はクロムまたはモリブデンあるいはそれらの合金、積層する場合はクロム・アルミニウムまたはアルミニウム・モリブデンであり、3層の場合はモリブデン・アルミニウム・モリブデンで構成してもよい。第一の導電性構成要素2を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば200～500nm程度であってもよい。第一の導電性構成要素2は、例えば、ゲート電極としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

30

【 0 1 0 3 】

その後、基板1及び第一の導電性構成要素2上に第一の層間絶縁膜3を形成する。第一の層間絶縁膜3は既知の材料で構成し得る。また、第一の層間絶縁膜3の膜厚は、第一の導電性構成要素2の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

40

【 0 1 0 4 】

その後、第一の層間絶縁膜3上に第二の導電性構成要素5を選択的に形成する。ここで、図示されるように、第二の導電性構成要素5の水平方向における位置は、第一の導電性構成要素2のそれとは異なる。第二の導電性構成要素5は1層又は多層構造の導電性膜で構成し得るが、特に層構造については限定する必要はない。

【 0 1 0 5 】

例えば、図4Aに図示するように、第二の導電性構成要素5を二層構造で構成し得る。この場合、第二の導電性構成要素5は、下層導電膜5-1及び上層導電膜5-2で構成し

50

得る。二層構造の場合、例えば、下層導電膜 5 - 1 を抵抗率のより低い材料で構成し、上層導電膜 5 - 2 をエッチングレートのより低い材料で構成してもよい。そうすることで、第二の電極 5 の抵抗を低下させると共に、第二の導電性構成要素 5 が後に説明する第一のエッチング工程でオーバーエッチングによるダメージを抑制することが可能となる。

【 0 1 0 6 】

第二の導電性構成要素 5 を構成する導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、単層の場合はクロムまたはモリブデンあるいはそれらの合金、積層する場合はクロム・アルミニウムまたはアルミニウム・モリブデンであり、3層の場合はモリブデン・アルミニウム・モリブデンで構成してもよい。第二の導電性構成要素 5 を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば 200 ~ 500 nm 程度であってもよい。二層構造の場合、例えば、下層導電膜 5 - 1 及び上層導電膜 5 - 2 の各厚さは、前述したそれぞれの役割を考慮し適宜決定することが可能であるが、例えばそれぞれ 0.1 ~ 0.5 μm 程度であってもよい。第二の導電性構成要素 5 は、例えば、ゲート電極以外の電極であるソース電極やドレイン電極または、電極以外のオーミックコンタクト、或いは配線としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

【 0 1 0 7 】

更に、第二の層間絶縁膜 4 を第一の層間絶縁膜 3 及び第二の導電性構成要素 5 上に形成する。第二の層間絶縁膜 4 は既知の材料で構成し得る。また、第二の層間絶縁膜 4 の膜厚は、第二の導電性構成要素 5 の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

【 0 1 0 8 】

その後、有機膜からなるレジスト膜を第二の層間絶縁膜 4 上に塗布し、既知のリソグラフィ工程であるレジスト膜の露光処理及びその後現像処理を行うことで、第二の層間絶縁膜 4 上にレジストマスク 6 をパターンニングして形成する。ここで、レジストマスク 6 は、第一の開口部 6 - 1 と第二の開口部 6 - 2 とを有する。第一の開口部 6 - 1 は第二の導電性構成要素 5 の上方に位置し、第二の開口部 6 - 2 は第一の導電性構成要素 2 の上方に位置する。図 4 A に示すように、第一の開口部 6 - 1 の水平方向寸法 D 1 は、第二の開口部 6 - 2 の水平方向寸法 D 2 より小さい。

【 0 1 0 9 】

図 4 B に示すように、レジストマスク 6 を使用して第一のエッチング工程を行い、第二の層間絶縁膜 4 のみを選択して異方性エッチングすることで、第一のコンタクトホール 7 及び第二のコンタクトホールの上部部分 8 - 1 を第二の層間絶縁膜 4 中に形成する。図 4 B に示すように、第一のコンタクトホール 7 は、レジストマスク 6 の第一の開口部 6 - 1 に整合して形成され、第二の層間絶縁膜 4 のみを貫通し、第二の導電性構成要素 5 の表面に達している。即ち、第二の導電性構成要素 5 の表面の一部は第一のコンタクトホール 7 を介して露出する。そして、第一のコンタクトホール 7 の深さ d 1 は、第一の層間絶縁膜 3 の厚さから第一の導電性構成要素 2 の厚さを差し引いた値に相当する。更に、第一のコンタクトホール 7 の水平方向の寸法は、レジストマスク 6 の第一の開口部 6 - 1 の水平方向の寸法 D 1 で画定される。

【 0 1 1 0 】

一方、第二のコンタクトホールの上部部分 8 - 1 は、レジストマスク 6 の第二の開口部 6 - 2 に整合して形成され、第二の層間絶縁膜 4 のみを貫通し、該第二の層間絶縁膜 4 と第一の層間絶縁膜 3 との界面に達している。そして、第二のコンタクトホールの上部部分 8 - 1 の深さ d 2 - 1 は、第二の層間絶縁膜 3 0 4 の厚さに相当する。すなわち、第二のコンタクトホールの上部部分 8 - 1 の深さ d 2 - 1 は、第一のコンタクトホール 7 の深さ d 1 より第二の導電性構成要素 5 の厚さ分だけ深い ($d 2 - 1 > d 1$)。更に、第二のコンタクトホールの上部部分 8 - 1 の水平方向の寸法は、レジストマスク 6 の第二の開口部 6 - 2 の水平方向の寸法 D 2 で画定される。

【 0 1 1 1 】

10

20

30

40

50

前述したように、第一のコンタクトホール7及び第二のコンタクトホールの上部部分8-1は、同一のレジストマスク6を使用した同一のエッチング工程により形成される。ここで、エッチングの深さがd1に達したところで、第二の導電性構成要素5の表面の一部が露出し、第一のコンタクトホール7が形成される。

【0112】

ここで、図4Cに示されるようにレジストマスク6に被覆された状態で有機溶剤に接触させるとレジストマスク6が溶解し、さらにリフローする。レジストマスク6がリフローすると、第一のコンタクトホール7はその、開口径が小さいため底部のみならず、第一のコンタクトホール7を塞ぐ。

一方、第二のコンタクトホールの上部部分8は、その開口径D2が大きいため、第二のコンタクトホールの上部部分8-1の側壁も被覆する。但し、第一の層間絶縁膜3は、露出されておりレジストマスク6には被覆されない。

【0113】

続いて図4Dに示すとおり、層間絶縁膜3は露出されているため、さらにエッチングすることで選択的に層間絶縁膜3をエッチングする。このエッチングは第一の導電性構成要素2が露出するまでエッチングされる。このとき、層間絶縁膜4の側壁12のみがレジストマスク6に被覆されてエッチングされるため、層間絶縁膜3はレジストマスク6に被覆された層間絶縁膜4のコンタクトホール8の内径D4と、層間絶縁膜3の内径D3が略同径となるようエッチングされる。従って、レジストマスク6の被覆が除去された際の内径と、層間絶縁膜4のコンタクトホール8の内径との差は、リフローにより側壁に沿って垂流れたレジストマスクの水平方向厚さの概ね2倍である。

従って、レジストマスク6を除くと層間絶縁膜4のコンタクトホールの内径D4と、層間絶縁膜3のコンタクトホールの内径D3は、レジストマスク6の厚み分の階段状順テーパーが形成される事となる。

【0114】

続いて図4Eに示すようにレジストマスク6を公知の方法により除去する。その後、第一の配線層9及び第二の配線層10を公知の方法で形成する。ここで、第一の配線層9は、導電性構成要素5の露出表面及び第一のコンタクトホール7の側壁に沿って延在する。特に、層間絶縁膜3の内径が層間絶縁膜4の内径より小さいため、第一の配線層9の側壁にも段差が発生し、一方、第二の配線層2は所望のエッチングがなされた導電性構成要素2の露出表面及び第二のコンタクトホール8の側壁に沿って延在する。この結果、第二の導電性構成要素5はエッチングダメージを受けない状態で深さd1のコンタクトホール7と、適切なエッチングがなされた第一の導電性構成要素2に達する深さd2-1に加えて層間絶縁膜3の厚さ分のコンタクトホール8とを有する基板が生成される。

以上、上部エッチング構造は塞がない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【実施例2】

【0115】

以下、実施例2を説明するが、この実施例2は、前述した本発明の第二、第四及び第五の側面を実施するための典型例に相当する。図5A乃至図5Eは、本発明の実施例2に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

【0116】

図5Aに示すように、基板51上に第一の導電性構成要素52を選択的に形成する。基板51は絶縁性基板で構成し得る。この絶縁基板は、例えば、液晶表示装置に用いられるガラス等の透明基板、アモルファスシリコン、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、半導体集積回路に用いられるシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の絶縁膜であっても良い。また

10

20

30

40

50

、第一の導電性構成要素 5 2 は導電性膜で構成し得る。導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、単層の場合はクロムまたはモリブデンあるいはそれらの合金、積層する場合はクロム・アルミニウムまたはアルミニウム・モリブデンであり、3層の場合はモリブデン - アルミニウム - モリブデンで構成してもよい。第一の導電性構成要素 5 2 を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば 200 ~ 500 nm 程度であってもよい。第一の導電性構成要素 2 は、例えば、ゲート電極としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

【0117】

その後、基板 5 1 及び第一の導電性構成要素 5 2 上に第一の層間絶縁膜 5 3 を形成する。第一の層間絶縁膜 5 3 は既知の材料で構成し得る。また、第一の層間絶縁膜 5 3 の膜厚は、第一の導電性構成要素 5 2 の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

10

【0118】

その後、第一の層間絶縁膜 5 3 上に第二の導電性構成要素 5 5 を選択的に形成する。ここで、図示されるように、第二の導電性構成要素 5 5 の水平方向における位置は、第一の導電性構成要素 5 2 のそれとは異なる。第二の導電性構成要素 5 5 は 1 層又は多層構造の導電性膜で構成し得るが、特に層構造については限定する必要はない。

【0119】

例えば、図 5 A に図示するように、第二の導電性構成要素 5 5 を二層構造で構成し得る。この場合、第二の導電性構成要素 5 5 は、下層導電膜 5 5 - 1 及び上層導電膜 5 5 - 2 で構成し得る。二層構造の場合、例えば、下層導電膜 5 5 - 1 を抵抗率のより低い材料で構成し、上層導電膜 5 5 - 2 をエッチングレートのより低い材料で構成してもよい。そうすることで、第二の電極 5 5 の抵抗を低下させると共に、第二の導電性構成要素 5 5 が後に説明する第一のエッチング工程でオーバーエッチングによるダメージを抑制することが可能となる。

20

【0120】

第二の導電性構成要素 5 5 を構成する導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、単層の場合はクロムまたはモリブデンあるいはそれらの合金、積層する場合はクロム・アルミニウムまたはアルミニウム・モリブデンであり、3層の場合はモリブデン - アルミニウム - モリブデンで構成してもよい。第二の導電性構成要素 5 5 を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば 200 ~ 500 nm 程度であってもよい。二層構造の場合、例えば、下層導電膜 5 5 - 1 及び上層導電膜 5 5 - 2 の各厚さは、前述したそれぞれの役割を考慮し適宜決定することが可能であるが、例えばそれぞれ 0.1 ~ 0.5 μm 程度であってもよい。第二の導電性構成要素 5 5 は、例えば、ゲート電極以外の電極であるソース電極やドレイン電極または、電極以外のオーミックコンタクト、或いは配線としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

30

【0121】

更に、第二の層間絶縁膜 5 4 を第一の層間絶縁膜 5 3 及び第二の導電性構成要素 5 5 上に形成する。第二の層間絶縁膜 5 4 は既知の材料で構成し得る。また、第二の層間絶縁膜 5 4 の膜厚は、第二の導電性構成要素 5 5 の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

40

【0122】

その後、有機膜からなるレジスト膜を第二の層間絶縁膜 5 4 上に塗布し、既知のリソグラフィ工程であるレジスト膜の露光処理及びその後現像処理を行うことで、第二の層間絶縁膜 5 4 上にレジストマスク 5 6 を形成する。ここで、レジストマスク 5 6 は、第一の開口部 5 6 - 1 と第二の開口部 5 6 - 2 とを有する。第一の開口部 5 6 - 1 は第二の導電性構成要素 5 5 の上方に位置し、第二の開口部 5 6 - 2 は第一の導電性構成要素 5 2 の上方に位置する。図 5 A に示すように、第一の開口部 5 6 - 1 の水平方向寸法 D 5 1 は、第

50

二の開口部 5 6 - 2 の水平方向寸法 D 5 2 より小さい。

【 0 1 2 3 】

開口部 5 6 - 2 にハーフ露光を行いその後アッシングすることで階段状順テーパが設けられる。このためレジストマスク 5 6 の通常の厚み D 5 8 に対して開口部 5 6 - 2 近傍の厚みは D 5 7 と薄く構成される。

【 0 1 2 4 】

図 5 B に示すように、レジストマスク 5 6 を使用して第一のエッチング工程を行い、第二の層間絶縁膜 5 4 のみを異方性エッチングすることで、第一のコンタクトホール 5 7 及び第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 を第二の層間絶縁膜 5 4 中に形成する。図 5 B に示すように、第一のコンタクトホール 5 7 は、レジストマスク 5 6 の第一の開口部 5 6 - 1 に整合して形成され、第二の層間絶縁膜 5 4 のみを貫通し、第二の導電性構成要素 5 5 の表面に達している。即ち、第二の導電性構成要素 5 5 の表面の一部は第一のコンタクトホール 5 7 を介して露出する。そして、第一のコンタクトホール 5 7 の深さ d 5 1 は、第一の層間絶縁膜 5 3 の厚さから第一の導電性構成要素 5 2 の厚さを差し引いた値に相当する。更に、第一のコンタクトホール 5 7 の水平方向の寸法は、レジストマスク 5 6 の第一の開口部 5 6 - 1 の水平方向の寸法 D 5 1 で画定される。

【 0 1 2 5 】

一方、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 は、レジストマスク 5 6 の第二の開口部 5 6 - 2 に整合して形成され、第二の層間絶縁膜 5 4 のみを貫通し、該第二の層間絶縁膜 5 4 と第一の層間絶縁膜 5 3 との界面に達している。そして、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 の深さ d 5 2 - 1 は、第二の層間絶縁膜 5 4 の厚さに相当する。すなわち、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 の深さ d 5 2 - 1 は、第一のコンタクトホール 5 7 の深さ d 5 1 より第二の導電性構成要素 5 5 の厚さ分だけ深い ($d 5 2 - 1 > d 5 1$)。更に、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 の水平方向の寸法は、レジストマスク 5 6 の第二の開口部 5 6 - 2 の水平方向の寸法 D 5 2 で画定される。

【 0 1 2 6 】

前述したように、第一のコンタクトホール 5 7 及び第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 は、同一のレジストマスク 5 6 を使用した同一のエッチング工程により形成される。ここで、エッチングの深さが d 5 1 に達したところで、第二の導電性構成要素 5 5 の表面の一部が露出し、第一のコンタクトホール 5 7 が形成される。

ここで、図 5 C に示されるようにレジストマスク 5 6 に被覆された状態で有機溶剤に接触させるとレジストマスク 5 6 が溶解し、さらにリフローする。レジストマスク 5 6 がリフローすると、第一のコンタクトホール 5 7 はその、開口径が小さいため底部のみならず、第一のコンタクトホール 5 7 を塞ぐ。

一方、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 は、その開口径 D 5 2 が大きいが開口部近傍のレジストマスク厚が薄いため、レジストマスクは、第二のコンタクトホールの上部部分 5 8 - 1 の側壁は被覆しない。また、第一の層間絶縁膜 5 3 は、露出されておりレジストマスク 5 6 には被覆されない。

続いて図 5 D に示すとおり、層間絶縁膜 5 3 は露出されているため、さらにエッチングすることで選択的に層間絶縁膜 5 3 をエッチングする。このエッチングは第一の導電性構成要素 5 2 が露出するまでエッチングされる。

このとき、層間絶縁膜 5 4 はエッチングされるため、層間絶縁膜 5 3 は層間絶縁膜 5 4 のコンタクトホール 8 の内径と略同径となるようエッチングされる。

【 0 1 2 7 】

続いて図 5 E に示すようにレジストマスク 5 6 を公知の方法により除去する。その後、第一の配線層 5 9 及び第二の配線層 6 0 を公知の方法で形成する。ここで、第一の配線層 5 9 は、導電性構成要素 5 5 の露出表面及び第一のコンタクトホール 5 7 の側壁に沿って延在する。一方、第二の配線層 5 2 は所望のエッチングがなされた導電性構成要素 5 2 の露出表面及び第二のコンタクトホール 5 8 の側壁に沿って延在する。この結果、第二の導電性構成要素 5 5 はエッチングダメージを受けない状態で深さ d 5 1 のコンタクトホール

10

20

30

40

50

57と、適切なエッチングがなされた第一の導電性構成要素52に達する深さd52-1に加えて層間絶縁膜53の厚さ分のコンタクトホール58とを有する基板が生成される。

【0128】

第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【実施例3】

【0129】

以下、実施例3を説明するが、この実施例3は、前述した本発明の第二、第四及び第六の側面を実施するための典型例に相当する。図6A乃至図6Fは、本発明の実施例3に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程を示す部分縦断面図である。

【0130】

図6Aに示すように、基板71上に第一の導電性構成要素72を選択的に形成する。基板71は絶縁性基板で構成し得る。この絶縁基板は、例えば、液晶表示装置に用いられるガラス等の透明基板、アモルファスシリコン、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、半導体集積回路に用いられるシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の絶縁膜であっても良い。また、第一の導電性構成要素72は導電性膜で構成し得る。導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、アルミ・銅合金（適当な材料をご教示願います）で構成してもよい。第一の導電性構成要素72を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば1μm程度（適当な膜厚をご教示願います）であってもよい。第一の導電性構成要素72は、例えば、ゲート電極としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

【0131】

その後、基板71及び第一の導電性構成要素72上に第一の層間絶縁膜73を形成する。第一の層間絶縁膜73は既知の材料で構成し得る。また、第一の層間絶縁膜73の膜厚は、第一の導電性構成要素72の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

【0132】

その後、第一の層間絶縁膜73上に第二の導電性構成要素75を選択的に形成する。ここで、図示されるように、第二の導電性構成要素75の水平方向における位置は、第一の導電性構成要素72のそれとは異なる。第二の導電性構成要素75は1層又は多層構造の導電性膜で構成し得るが、特に層構造については限定する必要はない。

【0133】

例えば、図6Aに図示するように、第二の導電性構成要素75を二層構造で構成し得る。この場合、第二の導電性構成要素75は、下層導電膜75-1及び上層導電膜75-2で構成し得る。二層構造の場合、例えば、下層導電膜75-1を抵抗率のより低い材料で構成し、上層導電膜75-2をエッチングレートのより低い材料で構成してもよい。そうすることで、第二の電極75の抵抗を低下させると共に、第二の導電性構成要素75が後に説明する第一のエッチング工程でオーバーエッチングによるダメージを抑制することが可能となる。

【0134】

第二の導電性構成要素75を構成する導電性膜としては、半導体膜、金属膜、合金膜又は金属シリサイド膜で構成し得るが、例えば、アルミ・銅合金（適当な材料をご教示願います）で構成してもよい。第二の導電性構成要素75を構成する導電性膜の膜厚は、特に限定するものでなく、適宜決定することが可能であるが、例えば1μm程度（適当な膜厚

10

20

30

40

50

をご教示願います)であってもよい。二層構造の場合、例えば、下層導電膜75-1及び上層導電膜75-2の各厚さは、前述したそれぞれの役割を考慮し適宜決定することが可能であるが、例えばそれぞれ0.5 μ m程度(適当な膜厚をご教示願います)であってもよい。第二の導電性構成要素75は、例えば、ゲート電極以外の電極であるソース電極やドレイン電極または、電極以外のオーミックコンタクト、或いは配線(適当か否かご教示願います)としての役割を果たすものであり得るが、必ずしもこれに限定するものではない。

【0135】

更に、第二の層間絶縁膜74を第一の層間絶縁膜73及び第二の導電性構成要素75上に形成する。第二の層間絶縁膜74は既知の材料で構成し得る。また、第二の層間絶縁膜74の膜厚は、第二の導電性構成要素75の厚さより十分に厚くなるよう適宜決定すればよく、特に限定する必要はない。

10

【0136】

その後、有機膜からなるレジスト膜を第二の層間絶縁膜74上に塗布し、既知のリソグラフィ工程であるレジスト膜の露光処理及びその後現像処理を行うことで、第二の層間絶縁膜74上にレジストマスク76を形成する。ここで、レジストマスク76は、第一の開口部76-1と第二の開口部76-2とを有する。第一の開口部76-1は第二の導電性構成要素75の上方に位置し、第二の開口部76-2は第一の導電性構成要素72の上方に位置する。図6Aに示すように、第一の開口部76-1の水平方向寸法D71は、第二の開口部76-2の水平方向寸法D72より小さい。

20

開口部76-2にハーフ露光を行いその後アッシングすることで階段状順テーパが設けられる。このためレジストマスク76の通常の厚みD78に対して開口部76-2近傍の厚みはD77と薄く構成される。

【0137】

図6Bに示すように、レジストマスク76を使用して第一のエッチング工程を行い、第二の層間絶縁膜74のみを異方性エッチングすることで、第一のコンタクトホール77及び第二のコンタクトホールの上部部分78-1を第二の層間絶縁膜74中に形成する。図6Bに示すように、第一のコンタクトホール77は、レジストマスク76の第一の開口部76-1に整合して形成され、第二の層間絶縁膜74のみを貫通し、第二の導電性構成要素75の表面に達している。即ち、第二の導電性構成要素75の表面の一部は第一のコンタクトホール77を介して露出する。そして、第一のコンタクトホール77の深さd71は、第一の層間絶縁膜73の厚さから第一の導電性構成要素72の厚さを差し引いた値に相当する。更に、第一のコンタクトホール77の水平方向の寸法は、レジストマスク76の第一の開口部76-1の水平方向の寸法D71で画定される。

30

【0138】

一方、第二のコンタクトホールの上部部分78-1は、レジストマスク76の第二の開口部76-2に整合して形成され、第二の層間絶縁膜74のみを貫通し、該第二の層間絶縁膜74と第一の層間絶縁膜73との界面に達している。そして、第二のコンタクトホールの上部部分78-1の深さd72-1は、第二の層間絶縁膜74の厚さに相当する。すなわち、第二のコンタクトホールの上部部分78-1の深さd72-1は、第一のコンタクトホール77の深さd71より第二の導電性構成要素75の厚さ分だけ深い($d72-1 > d71$)。更に、第二のコンタクトホールの上部部分78-1の水平方向の寸法は、レジストマスク76の第二の開口部76-2の水平方向の寸法D72で画定される。

40

【0139】

前述したように、第一のコンタクトホール77及び第二のコンタクトホールの上部部分78-1は、同一のレジストマスク76を使用した同一のエッチング工程により形成される。ここで、エッチングの深さがd71に達したところで、第二の導電性構成要素75の表面の一部が露出し、第一のコンタクトホール77が形成される。

【0140】

次に図6Cに示すとおり、第二の開口部76-2の周辺を第二の層間絶縁膜74のエッ

50

チング後に、再びハーフ露光を行いその後アッシングすることで第二の開口部 76 - 2 の周辺のレジストマスク 76 が剥離する。

【0141】

ここで、図 6 D に示されるようにレジストマスク 76 に被覆された状態で有機溶剤に接触させるとレジストマスク 76 が溶解し、さらにリフローする。レジストマスク 76 がリフローすると、第一のコンタクトホール 77 はその、開口径が小さいため底部のみならず、第一のコンタクトホール 77 を塞ぐ。

【0142】

一方、第二のコンタクトホールの上部部分 78 は、その開口径 D 72 の大きさが開口部近傍のレジストマスク厚が薄いため、レジストマスクは、第二のコンタクトホールの上部部分 78 - 1 の側壁は被覆しない。また、第一の層間絶縁膜 73 は、露出されておりレジストマスク 76 には被覆されない。

【0143】

続いて図 6 E に示すとおり、層間絶縁膜 73 は露出されているため、さらにエッチングすることで選択的に層間絶縁膜 73 をエッチングする。このエッチングは第一の導電性構成要素 72 が露出するまでエッチングされる。

このとき、層間絶縁膜 73 は層間絶縁膜 74 のコンタクトホール 78 の内径と略同径となるようエッチングされる。

【0144】

続いて図 6 F に示すようにレジストマスク 76 を公知の方法により除去する。その後、第一の配線層 79 及び第二の配線層 80 を公知の方法で形成する。ここで、第一の配線層 79 は、導電性構成要素 75 の露出表面及び第一のコンタクトホール 77 の側壁に沿って延在する。一方、第二の配線層 72 は所望のエッチングがなされた導電性構成要素 72 の露出表面及び第二のコンタクトホール 78 - 1 の側壁に沿って延在する。この結果、第二の導電性構成要素 75 はエッチングダメージを受けない状態で深さ d 72 のコンタクトホール 78 と、適切なエッチングがなされた第一の導電性構成要素 72 に達する深さ d 72 - 1 に加えて層間絶縁膜 73 の厚さ分のコンタクトホール 78 とを有する基板が生成される。

第一のエッチング構造の側壁を覆うと共に少なくともその底部を塞ぐ一方で前記上部エッチング構造内にはリフローされていない変形有機マスクを前記溶解リフローにより形成することで、深さがより浅い第一のエッチング構造と深さがより深い第二のエッチング構造とを共通の有機マスクを使用することにより形成する際に、深さのより浅い第一のエッチング構造の底部がオーバーエッチングによりダメージを受けることを確実に防止することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0145】

本発明に係るエッチング方法及びこれを使用したコンタクトホールの形成方法は、互いに異なる深さを有する複数のエッチング構造を有するあらゆる半導体装置の製造方法に適用することが可能である。半導体装置の種類については特に限定されるものではなく、その例として、液晶表示装置や EL 表示装置等の各種表示装置並びに該表示装置用の基板として薄膜トランジスタ基板等のアクティブマトリクス基板が挙げられる。

【0146】

幾つかの好適な実施の形態及び実施例に関連付けして本発明を説明したが、これら実施の形態及び実施例は単に実例を挙げて発明を説明するためのものであって、限定することを意味するものではないことが理解できる。本明細書を読んだ後であれば、当業者にとって等価な構成要素や技術による数多くの変更および置換が容易であることが明白であるが、このような変更および置換は、添付の請求項の真の範囲及び精神に該当するものであることは明白である。

【図面の簡単な説明】

【0147】

10

20

30

40

50

ホールを形成する一連の工程に含まれる一工程を示す部分縦断面図である。

【図 6 D】本発明の実施例 3 に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程に含まれる一工程を示す部分縦断面図である。

【図 6 E】本発明の実施例 3 に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程に含まれる一工程を示す部分縦断面図である。

【図 6 F】本発明の実施例 3 に係る一回のリソグラフィ工程により深さの異なる複数のホールを形成する一連の工程に含まれる一工程を示す部分縦断面図である。

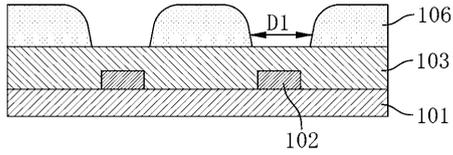
【符号の説明】

【 0 1 4 8 】

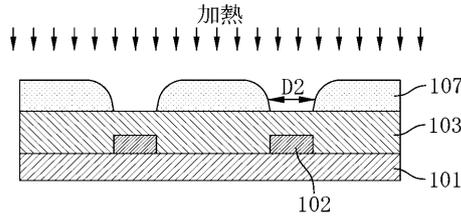
1	基板	10
2	第一の導電性構成要素	
3	第一の層間絶縁膜	
5	第二の導電性構成要素	
5 - 1	下層導電膜	
5 - 2	上層導電膜	
6	レジストマスク	
6 - 1	第一の開口部	
6 - 2	第二の開口部	
7	第一のコンタクトホール	
8 - 1	上部部分	20
9	第一の配線層	
10	第二の配線層	
51	基板	
52	第一の導電性構成要素	
53	第一の層間絶縁膜	
55	第二の導電性構成要素	
55 - 1	下層導電膜	
55 - 2	上層導電膜	
56	レジストマスク	
56 - 1	第一の開口部	30
56 - 2	第二の開口部	
57	第一のコンタクトホール	
58 - 1	第二のコンタクトホールの上部部分	
59	第一の配線層	
60	第二の配線層	
71	基板	
72	第一の導電性構成要素	
73	第一の層間絶縁膜	
75	第二の導電性構成要素	
75 - 1	下層導電膜	40
75 - 2	上層導電膜	
76	レジストマスク	
76 - 1	第一の開口部	
77	第一のコンタクトホール	
78 - 1	第二のコンタクトホールの上部部分	
79	第一の配線層	
80	第二の配線層	
101	基板	
102	ゲート電極	
103	第一の層間絶縁膜	50

1 0 6	レジストマスク	
1 0 7	レジストマスク	
1 0 8	コンタクトホール	
2 0 1	基板	
2 0 2	ゲート電極	
2 0 3	第一の層間絶縁膜	
2 0 4	第二の層間絶縁膜	
2 0 6	レジストマスク	
2 0 7	レジストマスク	
2 0 8	レジストマスク	10
2 0 9	コンタクトホール	
3 0 1	基板	
3 0 2	第一の電極	
3 0 3	第一の層間絶縁膜	
3 0 5	第二の電極	
3 0 6	レジストマスク	
3 0 6 - 1	第一の開口部	
3 0 6 - 2	第二の開口部	
D 2	水平方向寸法	
3 0 7	第一のコンタクトホール	20
3 0 8	第二のコンタクトホール	
d 2	深さ	
3 0 9	第一の配線層	
3 1 0	第二の配線層	
D 1	開口部の寸法	
D 2	寸法	

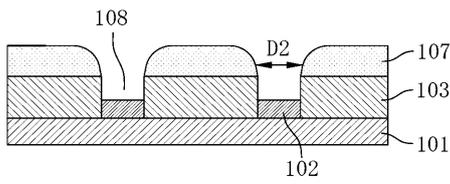
【図1A】



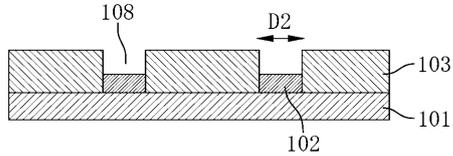
【図1B】



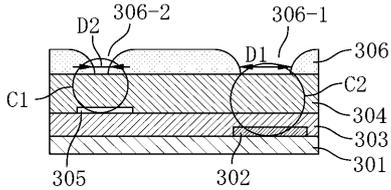
【図1C】



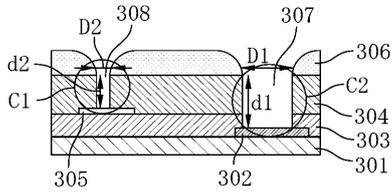
【図1D】



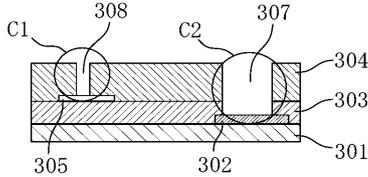
【図3A】



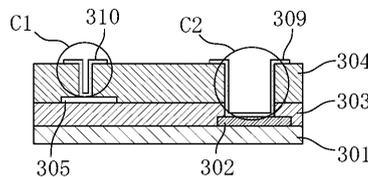
【図3B】



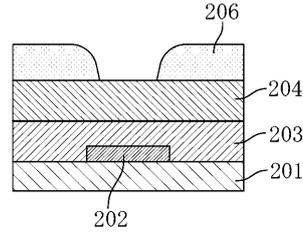
【図3C】



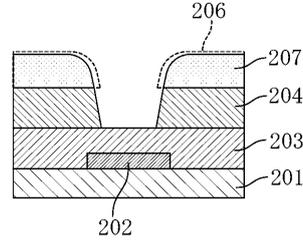
【図3D】



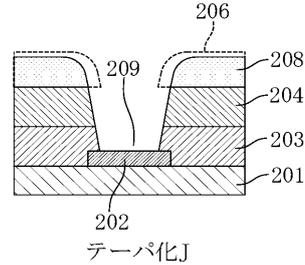
【図2A】



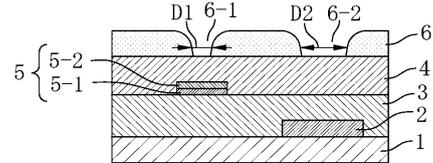
【図2B】



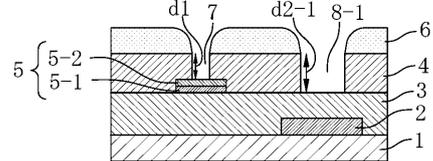
【図2C】



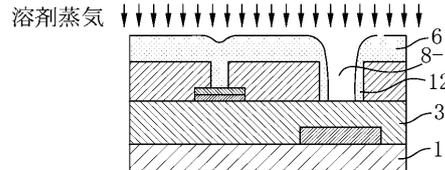
【図4A】



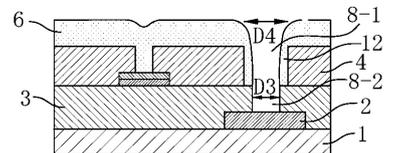
【図4B】



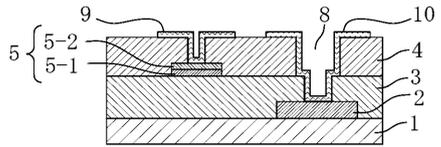
【図4C】



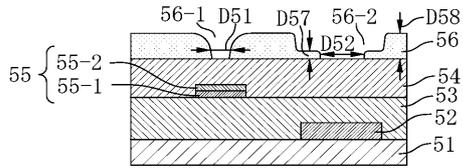
【図4D】



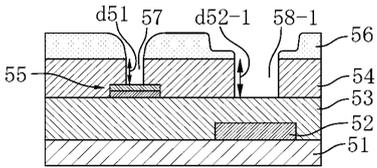
【図 4 E】



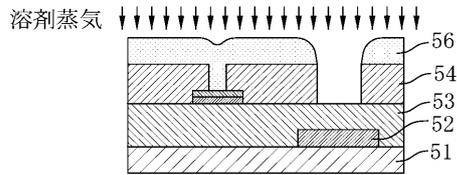
【図 5 A】



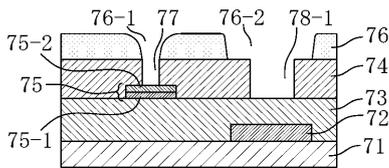
【図 5 B】



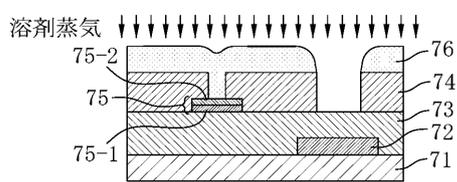
【図 5 C】



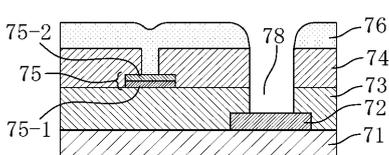
【図 6 C】



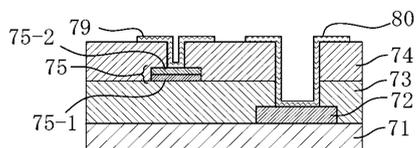
【図 6 D】



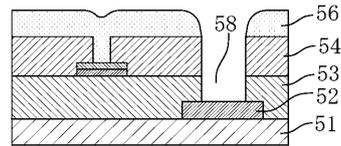
【図 6 E】



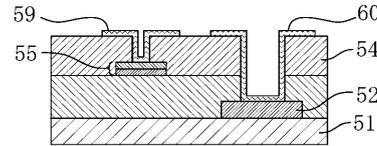
【図 6 F】



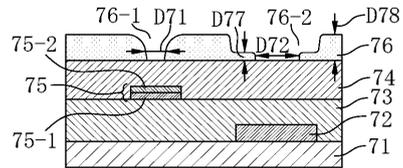
【図 5 D】



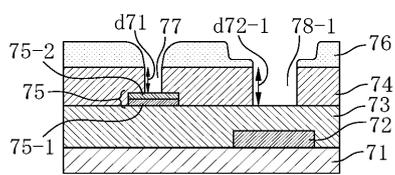
【図 5 E】



【図 6 A】



【図 6 B】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/3205
H01L	21/3213
H01L	21/768
H01L	21/28
H01L	21/027
G03F	7/40