

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 27 年 2 月 26 日 (2015.2.26)

【公開番号】特開 2015-12178 (P2015-12178A)

【公開日】平成 27 年 1 月 19 日 (2015.1.19)

【年通号数】公開・登録公報 2015-004

【出願番号】特願 2013-137118 (P2013-137118)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 5 A

H 0 1 L 21/302 1 0 4 H

H 0 5 H 1/46 M

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 11 月 19 日 (2014.11.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 0】

ここで用いる半導体ウエハ W は、図 2 に示すように、基板上に下層膜 2 0 1、有機膜 2 0 2、マスク膜（無機膜）2 0 3、B A R C（有機膜）およびフォトレジスト（P R）膜 2 0 4 を順次形成した後、フォトレジスト膜 2 0 4 にフォトリソグラフィにより所定パターンを形成した構造を有している。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

マスク膜 2 0 3 としては、例えば S i O N 膜（シリコン酸窒化膜）を好適に用いることができ、その厚さは 1 0 ~ 1 0 0 n m 程度で、例えばそれぞれ 1 2 n m および 2 0 n m である。フォトレジスト膜 2 0 4 は、典型的には A r F（フッ化アルゴン）レジストであり、その厚さは 2 0 ~ 2 0 0 n m 程度である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

次に、本実施形態に係るプラズマエッチングの原理について図 3 を用いて説明する。図 3 は、処理ガスと溝の形状との関係の一例を示す模式図である。図 3（a）は、処理ガスに C O S も C l 2 も含まれていない C F 系の処理ガスのプラズマによりマスク膜 2 0 3 をマスクとして有機膜 2 0 2 をエッチングした場合の溝の形状の一例を示す模式図である。図 3（a）に示すように、有機膜 2 0 2 に形成された溝の形状は、溝の開口や底の幅に比べて溝の中央が膨らむ形状となるボーイングが生成される。そのため、溝を設計値通りの

幅にするためには、ボーイングによる中央部分の膨らみを考慮して、マスク膜をエッチングするＢＴ工程においてマスク膜２０３に開けられる溝の幅を狭くすることにより、有機膜２０２の溝の開口を狭くする必要がある。

【手続補正４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００３９

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００３９】

発明者は、鋭意研究の結果、処理ガスにＣＯＳガスおよびＣ１２ガスが添加されると、図３（ｄ）に示すように、プラズマ中に生成されたＳ成分のイオンおよびＳｉＣ１ｘ成分のイオンにより、溝の内壁にＳとＳｉＣ１ｘの混合堆積物が付着しながらエッチングされるので、ボーイングの発生が大幅に抑えられることが分かった。これにより、溝の内壁をテーパ形状とすることができ、後の工程において溝の内部に溜まった堆積物の除去や、溝の内壁に均一な膜を形成すること等が容易になる。このように、本願発明のエッチング方法により有機膜をエッチングして、好ましいＣＤやテーパ形状の溝を形成した後、その有機膜２０２をマスクとして、例えばＳｉＯＮ膜、ＴｉＮ（メタルハードマスク）等の下層膜２０１をプラズマによりエッチングすることにより、下層膜２０１に形成される溝のＣＤ及び形状を高い精度で形成することが可能となる。さらに、その下層膜の下層に形成する膜を、下層膜をマスクとしてエッチングすることで、良好な形状の溝を形成することが可能となる。また、これにより、半導体装置の性能及び歩留まりを向上させることが可能となる。

【手続補正５】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４１

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４１】

本実施形態におけるプラズマエッチング方法では、図４に示すように、まず、被処理体となる半導体ウエハＷがチャンバ１０内に搬入されてサセプタ１６上に載置され。そして、制御部１００は、排気装置８４の真空ポンプにより排気口８０を介してチャンバ１０内を所定の圧力まで排気し、チャンバ１０内に処理ガスを供給してプラズマ処理を実行する（ステップＳ１００）。

【手続補正６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４９

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４９】

< 実施例１ >

次に、図２に示した膜構成の半導体ウエハＷを用いて、ＣＯＳガスおよびＣ１２ガスの流量を変えてエッチングし、流量比と、ＣＤおよびテーパ角度との関係を調べる実験を行った。以下の実験結果では、マスク膜２０３／有機膜２０２／下層膜２０１＝２８／１７０／４０ｎｍの半導体ウエハＷを用いている。また、プロセス条件は、以下の３通りである。

供給ガス：Ｏ２／Ｈｅ／Ｃ１２／ＣＯＳ＝５０／１６０／２０／８ｓｃｃｍ・・・（１）

＝５０／１６０／１３／６ｓｃｃｍ・・・（２）

＝５０／１６０／１６／８ｓｃｃｍ・・・（３）

各ガスの好ましい流量は、ＣＯＳガスでは３～１０ｓｃｃｍ、Ｃ１２ガスでは１０～２５ｓｃｃｍ、Ｈｅガスでは１００～２００ｓｃｃｍ、Ｏ２ガスでは４５～１００ｓｃｃｍ

である。その他のステップ及び条件は、前述の有機膜エッチングの条件と同様である。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

< 実施例 2 >

次に、図 2 に示した膜構成の半導体ウエハ W を用いて、COS ガスおよび Cl₂ ガスに対して O₂ ガスの流量を変えてエッチングし、流量比と、CD およびテーパ角度との関係を調べる実験を行った。以下の実験におけるプロセス条件は、以下の 3 通りである。

供給ガス：O₂ / He / Cl₂ / COS = 40 / 160 / 20 / 8 sccm …… (5)

= 50 / 160 / 20 / 8 sccm …… (6)

= 70 / 160 / 20 / 8 sccm …… (7)

各ガスの好ましい流量は、COS ガスでは 3 ~ 10 sccm、Cl₂ ガスでは 10 ~ 25 sccm、He ガスでは 100 ~ 200 sccm、O₂ ガスでは 45 ~ 100 sccm である。その他のステップ及び条件は、実施例 1 における有機膜エッチングの条件と同様である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

また、上記 (7) で示した流量比の処理ガスを用いてエッチングした場合には、図 9 (c) に示すように、溝の開口の幅が、溝の底の幅よりも広がっているものの、溝の側壁のテーパの角度が急峻になっている。図 9 (c) の場合、溝の開口の幅は 279 nm、溝の底の幅は 265 nm であった。この場合、CD 比は、1.05 である。また、上記 (7) に示した流量比の処理ガスでは、COS ガスの流量と Cl₂ ガスの流量の合計に対する O₂ ガスの流量の比は、2.5 である。