

【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30年2月8日(2018.2.8)

【公開番号】特開2015-144268(P2015-144268A)

【公開日】平成27年8月6日(2015.8.6)

【年通号数】公開・登録公報2015-050

【出願番号】特願2014-262248(P2014-262248)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

C 2 3 C 16/515 (2006.01)

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/42 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/31 C

H 0 5 H 1/46 L

H 0 5 H 1/46 M

H 0 1 L 21/316 X

H 0 1 L 21/318 B

C 2 3 C 16/515

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/42

【手続補正書】

【提出日】平成29年12月21日(2017.12.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板表面上のギャップを満たす方法であって、

(a) その中に前記半導体基板を有する反応チャンバに気相の第 1 の反応物を導入し、前記第 1 の反応物を前記半導体基板表面上に吸着させ、

(b) 前記第 1 の反応物の流れが停止した後に、前記反応チャンバをバージし、

(c) 前記第 1 の反応物が前記半導体基板の表面上に吸着される間に、気相の第 2 の反応物を前記反応チャンバに導入し、

(d) 前記半導体基板の表面上における前記第 1 の反応物と前記第 2 の反応物との間の表面反応を促して、前記ギャップを縁取る膜層を形成させるために、パルスプラズマであるプラズマに前記半導体基板の表面を暴露し、

(e) 前記プラズマを消滅させ、

(f) 前記反応チャンバをバージすること、

を備える方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記半導体基板の表面をプラズマに暴露する動作中におけるプラズマパルスの周波数は

、約 2 5 H z から約 5 0 0 0 H z の間である、方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、

前記プラズマパルスの周波数は、約 1 0 0 H z から約 5 0 0 H z の間である、方法。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の方法であって、

堆積される前記膜層は、シリコン窒化物膜層又はシリコン炭窒化物膜層である、方法。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の方法であって、

堆積される前記膜層は、酸化物である、方法。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の方法であって、

動作 ( c ) 及び動作 ( d )は、少なくとも部分的に、同時に発生する、方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記プラズマは、容量結合プラズマ又は誘導結合プラズマである、方法。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記プラズマは、R F プラズマ発生器を使用して生成される、方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の方法であって、

プラズマ電力は、約 5 0 W / ステーションから約 2 5 0 0 W / ステーションの間である、方法。

【請求項 1 0】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記ギャップの側壁の中間部分におけるウェットエッチング速度 ( $W E_m$ ) と、前記ギャップの頂部におけるウェットエッチング速度 ( $W E_t$ ) 及び / 又は前記ギャップの底部におけるウェットエッチング速度 ( $W E_b$ ) との比は、約 0 . 2 5 から約 3 の間である、方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 から請求項 1 0 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記ギャップ内の中間部分に形成される膜層は、垂直方向に測定されたときに、約 1 / 分から約 2 5 / 分の間のウェットエッチング速度を示す、方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記ギャップの側壁における平均の炭素：シリコン比は、少なくとも約 0 . 4 である、方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記膜層の組成は、前記膜層の全体を通じて実質的に均一である、方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、

動作 ( a ) から動作 ( f )までを繰り返すことを備え、動作 ( d )の一度目の繰り返しは、動作 ( d )の二度目の繰り返しとは異なるパルス周波数で実施される、方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、

動作 ( a ) から動作 ( f )までを繰り返すことを備え、動作 ( d )の一度目の繰り返しは、動作 ( d )の二度目の繰り返しとは異なるデューティサイクルで実施される、方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、

動作 ( a ) から動作 ( f )までを繰り返すことを備え、動作 ( d )の一度目の繰り返しは、動作 ( d )の二度目の繰り返しとは異なる R F 電力で実施される、方法。

【請求項 17】

請求項 1 から請求項 16 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記パルスプラズマは、オン状態とオフ状態との間でパルス化される、方法。

【請求項 18】

請求項 1 から請求項 16 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記パルスプラズマは、少なくとも第 1 の電力状態と第 2 の電力状態との間でパルス化され、前記第 1 の電力状態の最中に供給される電力は、前記第 2 の電力状態の最中に供給される電力とは異なり、前記第 1 の電力状態及び前記第 2 の電力状態のいずれも、オフ状態に対応しない、方法。

【請求項 19】

基板上に膜を堆積させるための装置であって、

反応チャンバと、

気相の反応物を前記反応チャンバに供給するための入口と、

パルスプラズマを前記反応チャンバに提供するためのプラズマ発生器と、

コントローラであって、

( a ) 気相の第 1 の反応物を前記反応チャンバに導入するための命令と、

( b ) 気相の第 2 の反応物を前記反応チャンバに導入するための命令と、

( c ) 前記基板の表面上における前記第 1 の反応物と前記第 2 の反応物との間の表面反応を促して、前記膜を形成させるために、前記第 1 の反応物の前記気相の流れが停止したときにパルスプラズマを定期的に打ち出して、前記基板の表面をパルスプラズマに暴露するための命令と、

を有するコントローラと、

を備える装置。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の装置であって、

前記コントローラは、動作 ( c )の最中に約 25 Hz から約 5000 Hz の間の周波数で前記プラズマをパルス化させるための命令を有する、装置。

【請求項 21】

請求項 20 に記載の装置であって、

前記コントローラは、動作 ( c )の最中に約 100 Hz から約 500 Hz の間の周波数で前記プラズマをパルス化させるための命令を有する、装置。

【請求項 22】

請求項 19 から請求項 21 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記コントローラは、動作 ( b )及び動作 ( c )を少なくとも部分的に同時に実施するための命令を有する、装置。

【請求項 23】

請求項 19 から請求項 22 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記コントローラは、動作 ( c )を約 5 % から約 95 % の間のプラズマデューティサイクルで実施するための命令を有する、装置。

【請求項 24】

請求項 19 から請求項 23 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記コントローラは、動作 ( a ) から動作 ( c )までを繰り返すための命令を有し、前記コントローラは、動作 ( c )の一度目の繰り返しを動作 ( c )の二度目の繰り返しとは異なるパルス周波数、及び / 又はデューティサイクル、及び / 又は R F 電力で実施するための命令を有する、装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0097】

図7A及び図7Bは、連続波プラズマによって堆積された膜（図7A）及びパルスプラズマによって堆積された膜（図7B）の、STEM-EEI解析によって測定された炭素及びシリコンについての相対的な面密度地図を示している。これらの図は、堆積された膜の様々な部分におけるC：Si比を示すことを目的として色で示されている。2枚の膜の側壁を比較すると、パルスプラズマによる膜は、連続波プラズマによって用意された膜よりも高いC：Si比を有することが明らかである。この高い側壁C：Si比は、パルスプラズマ膜によって成膜された特徴の側壁で観察される低いウェットエッチング速度と矛盾しない。特定の実施形態では、膜の側壁は、（側壁の実質的に垂直な部分において、図に応じてSTEM-EEI解析にしたがって又は同等な解析にしたがって測定された、平均で、）少なくとも約0.4又は約0.5又は約0.6のC：Si比を有する。図7Aに示された例では、パルスプラズマによる膜の平均の側壁C：Si比が約0.65である一方で、図7Bにおける連続波による膜は、約0.35の平均側壁C：Si比を有する。

適用例1：半導体基板表面上のギャップを満たす方法であって、

（a）その中に前記基板を有する反応チャンバに気相の第1の反応物を導入し、前記第1の反応物を前記基板表面上に吸着させ、

（b）前記第1の反応物の流れが停止した後に、前記反応チャンバをバージし、

（c）前記第1の反応物が前記基板表面上に吸着される間に、気相の第2の反応物を前記反応チャンバに導入し、

（d）前記基板表面上における前記第1の反応物と前記第2の反応物との間の表面反応を促して、前記ギャップを縁取る膜層を形成させるために、パルスプラズマであるプラズマに前記基板表面を暴露し、

（e）前記プラズマを消滅させ、

（f）前記反応チャンバをバージすること、

を備える方法。

適用例2：適用例1に記載の方法であって、

前記基板表面をプラズマに暴露する前記動作中における前記プラズマパルスの周波数は、約25Hzから約5000Hzの間である、方法。

適用例3：適用例2に記載の方法であって、

前記プラズマパルスの周波数は、約100Hzから約500Hzの間である、方法。

適用例4：適用例1から請求項3のいずれか一項に記載の方法であって、

前記堆積される膜は、シリコン窒化物膜又はシリコン炭窒化物膜である、方法。

適用例5：適用例1から請求項3のいずれか一項に記載の方法であって、

前記堆積される膜は、酸化物である、方法。

適用例6：適用例1から請求項5のいずれか一項に記載の方法であって、

前記動作（c）及び前記動作（d）は、少なくとも部分的に、同時に発生する、方法。

適用例7：適用例1から請求項6のいずれか一項に記載の方法であって、

前記プラズマは、容量結合プラズマ又は誘導結合プラズマである、方法。

適用例8：適用例1から請求項7のいずれか一項に記載の方法であって、

前記プラズマは、RFプラズマ発生器を使用して生成される、方法。

適用例9：適用例1から請求項8のいずれか一項に記載の方法であって、

プラズマ電力は、約50W/ステーションから約2500W/ステーションの間である、方法。

適用例10：適用例1から請求項9のいずれか一項に記載の方法であって、

前記ギャップの側壁の中間部分におけるウェットエッチング速度（ $WE_m$ ）と、前記ギャップの頂部におけるウェットエッチング速度（ $WE_t$ ）及び/又は前記ギャップの底部におけるウェットエッチング速度（ $WE_b$ ）との比は、約0.25から約3の間である、方法。

適用例 1 1 : 適用例 1 から請求項 1 0 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記ギャップ内の中間部分に形成される膜は、垂直方向に測定されたときに、約 1 /  
分から約 2 5 / 分の間のウェットエッチング速度を示す、方法。

適用例 1 2 : 適用例 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記ギャップの側壁における平均の炭素：シリコン比は、少なくとも約 0 . 4 である、  
方法。

適用例 1 3 : 適用例 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記膜の組成は、前記膜全体を通じて実質的に均一である、方法。

適用例 1 4 : 適用例 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、  
前記動作 ( a ) から前記動作 ( f ) までを繰り返すことを備え、前記動作 ( d ) の一度  
目の繰り返しは、前記動作 ( d ) の二度目の繰り返しとは異なるパルス周波数で実施され  
る、方法。

適用例 1 5 : 適用例 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、  
前記動作 ( a ) から前記動作 ( f ) までを繰り返すことを備え、前記動作 ( d ) の一度  
目の繰り返しは、前記動作 ( d ) の二度目の繰り返しとは異なるデューティサイクルで実  
施される、方法。

適用例 1 6 : 適用例 1 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の方法であって、更に、  
前記動作 ( a ) から前記動作 ( f ) までを繰り返すことを備え、前記動作 ( d ) の一度  
目の繰り返しは、前記動作 ( d ) の二度目の繰り返しとは異なる R F 電力で実施される、  
方法。

適用例 1 7 : 適用例 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記パルスプラズマは、オン状態とオフ状態との間でパルス化される、方法。

適用例 1 8 : 適用例 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の方法であって、  
前記パルスプラズマは、少なくとも第 1 の電力状態と第 2 の電力状態との間でパルス化  
され、前記第 1 の電力状態の最中に供給される電力は、前記第 2 の電力状態の最中に供給  
される電力とは異なり、前記第 1 の電力状態及び前記第 2 の電力状態のいずれも、オフ状  
態に対応しない、方法。

適用例 1 9 : 基板上に膜を堆積させるための装置であって、  
反応チャンバと、

気相の反応物を前記反応チャンバに供給するための入口と、  
パルスプラズマを前記反応チャンバに提供するためのプラズマ発生器と、  
コントローラであって、

( a ) 気相の第 1 の反応物を前記反応チャンバに導入するための命令と、  
( b ) 気相の第 2 の反応物を前記反応チャンバに導入するための命令と、  
( c ) 前記基板表面上における前記第 1 の反応物と前記第 2 の反応物との間の表面反  
応を促して、前記膜を形成させるために、前記第 1 の反応物の前記気相の流れが停止した  
ときにパルスプラズマを定期的に打ち出して、前記基板表面をパルスプラズマに暴露する  
ための命令と、

を有するコントローラと、  
を備える装置。

適用例 2 0 : 適用例 1 9 に記載の装置であって、  
前記コントローラは、前記動作 ( c ) の最中に約 2 5 H z から約 5 0 0 0 H z の間の周  
波数で前記プラズマをパルス化させるための命令を有する、装置。

適用例 2 1 : 適用例 2 0 に記載の装置であって、  
前記コントローラは、前記動作 ( c ) の最中に約 1 0 0 H z から約 5 0 0 H z の間の周  
波数で前記プラズマをパルス化させるための命令を有する、装置。

適用例 2 2 : 適用例 1 9 から請求項 2 1 のいずれか一項に記載の装置であって、  
前記コントローラは、前記動作 ( b ) 及び前記動作 ( c ) を少なくとも部分的に同時に  
実施するための命令を有する、装置。

適用例 2 3 : 適用例 1 9 から請求項 2 2 のいずれか一項に記載の装置であって、

前記コントローラは、前記動作（c）を約５％から約９５％の間のプラズマデューティサイクルで実施するための命令を有する、装置

適用例２４：適用例１９から請求項２３のいずれか一項に記載の装置であって、

前記コントローラは、前記動作（a）から前記動作（c）までを繰り返すための命令を有し、前記コントローラは、前記動作（c）の一度目の繰り返しを前記動作（c）の二度目の繰り返しとは異なるパルス周波数、及び／又はデューティサイクル、及び／又はＲＦ電力で実施するための命令を有する、装置。