

【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】令和4年6月2日(2022.6.2)

【公開番号】特開2021-34487(P2021-34487A)  
 【公開日】令和3年3月1日(2021.3.1)  
 【年通号数】公開・登録公報2021-011  
 【出願番号】特願2019-151441(P2019-151441)  
 【国際特許分類】  
 H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5 ( 2 0 0 6 . 0 1 )  
 【 F I 】  
 H 0 1 L 2 1 / 3 0 2 1 0 5 A

10

【手続補正書】  
 【提出日】令和4年5月25日(2022.5.25)  
 【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】

20

【特許請求の範囲】  
 【請求項1】

パターンニングされた有機マスクを有する基板を処理する方法であって、  
 プラズマ処理装置のチャンバ内に前記基板が収容された状態で、前記チャンバ内で処理ガスからプラズマを生成する工程と、  
 プラズマを生成する前記工程の実行中に、前記プラズマからのイオンを前記プラズマ処理装置の上部電極に供給して該上部電極から放出されるシリコン含有物を前記基板上に堆積させるために、前記上部電極に周期的にパルス状の負極性の直流電圧を印加する工程と、  
 を含む方法。

30

【請求項2】

前記処理ガスは、アルゴンガス、水素ガス、及び窒素ガスのうち少なくとも一つを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記処理ガスは、アルゴンガスと水素ガスの混合ガスである、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

一周期内で前記パルス状の負極性の直流電圧が印加される時間が占める割合であるデューティ比は、0.2以上、0.5以下である、請求項1～3の何れか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記パルス状の負極性の直流電圧が前記上部電極に印加される周期の逆数である周波数は、前記プラズマを生成するための高周波電力の周波数よりも低い、請求項1～4の何れか一項に記載の方法。

40

【請求項6】

前記パルス状の負極性の直流電圧が前記上部電極に印加される周期の逆数である周波数は、400kHz以上、1MHz以下である、請求項1～4の何れか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記パルス状の負極性の直流電圧の絶対値は、500V以上、1200V以下である、請求項1～6の何れか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記基板は、膜を更に有し、前記有機マスクは、前記膜の上に設けられており、前記チャンバ内で別の処理ガスから生成されるプラズマを用いて、前記膜をエッチングす

50

る工程を更に含む、  
請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 9】

プラズマを生成する前記工程と前記膜をエッチングする前記工程は、同一のプラズマ処理装置で実行される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

プラズマを生成する前記工程と前記膜をエッチングする前記工程は、異なるプラズマ処理装置で実行される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

プラズマを生成する前記工程、前記上部電極に周期的にパルス状の負極性の直流電圧を印加する前記工程、及び前記膜をエッチングする前記工程を含むシーケンスが複数回繰り返される、請求項 8 ~ 10 の何れか一項に記載の方法。

10

【請求項 12】

前記膜は、シリコン酸化膜と、前記シリコン酸化膜上の有機膜と、シリコンを含有し前記有機膜上に設けられた反射防止膜を含む、請求項 8 ~ 11 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記膜をエッチングする前記工程は、  
フッ素含有ガスを含む処理ガスから生成されるプラズマを用いて、前記反射防止膜をエッチングする工程と、

水素ガス及び窒素ガスを含む処理ガス又は酸素含有ガスを含む処理ガスから生成されるプラズマを用いて、前記有機膜をエッチングする工程と、

20

フルオロカーボンガスから生成されるプラズマを用いて、前記シリコン酸化膜をエッチングする工程と、

を含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記上部電極は、シリコン含有材料から形成された天板と、前記天板を着脱自在に支持する支持体を含む、請求項 1 ~ 13 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記シリコン含有材料は、シリコン、炭化シリコン又は酸化シリコンである、請求項 14 に記載の方法。

30

【請求項 16】

パターンニングされた有機マスクを有する基板を、請求項 1 ~ 15 の何れか一項に記載の方法により処理することを含む、デバイス製造方法。

【請求項 17】

チャンバと、  
前記チャンバ内に設けられた基板支持器と、  
前記チャンバ内でプラズマを生成するために高周波電力を発生する高周波電源と、  
前記基板支持器の上方に設けられた上部電極と、  
前記上部電極に接続された直流電源装置と、  
前記高周波電源及び前記直流電源装置を制御するように構成された制御部と、  
を備え、

40

前記制御部は、  
前記チャンバ内で処理ガスからプラズマを生成するために高周波電力を供給するよう、前記高周波電源を制御し、

前記チャンバ内で前記処理ガスから前記プラズマが生成されているときに、該プラズマからのイオンを前記上部電極に供給して該上部電極から放出されるシリコン含有物を前記基板上に堆積させるために、前記上部電極に周期的にパルス状の負極性の直流電圧を印加するよう、前記直流電源装置を制御する、

プラズマ処理装置。

【請求項 18】

50

前記直流電源装置は、可変直流電源及びスイッチングデバイスを含む、請求項 17 に記載のプラズマ処理装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

一つの例示的实施形態において、基板を処理する方法が提供される。基板は、パターンニングされた有機マスクを有する。方法は、プラズマ処理装置のチャンバ内に基板が収容された状態で、チャンバ内で処理ガスからプラズマを生成する工程を含む。方法は、プラズマを生成する工程の実行中に、プラズマ処理装置の上部電極に周期的にパルス状の負極性の直流電圧を印加する工程を更に含む。パルス状の負極性の直流電圧を印加する工程は、プラズマからのイオンを上部電極に供給して上部電極から放出されるシリコン含有物を基板上に堆積させるために行われる。

10

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

チャンバ内のプラズマから上部電極に衝突するイオンのエネルギーは、上部電極に印加される電圧の周波数が低いほど、高くなる傾向がある。上記実施形態に係る方法では、チャンバ内のプラズマから上部電極に衝突するイオンのエネルギーは、上部電極にパルス状の負極性の直流電圧が印加される周期の逆数である周波数（以下、「パルス周波数」という）に依存する。パルス周波数は、高周波電力の周波数よりも低い周波数に設定され得る。したがって、上記実施形態に係る方法では、上部電極に高いエネルギーをもったイオンを衝突させることができる。その結果、上部電極から比較的多量のシリコン含有物を放出させて、基板に供給することができる。上記実施形態に係る方法によれば、比較的多量のシリコン含有物を基板上に堆積することができるので、有機マスクのパターンの形状バラツキ及び有機マスクの縮小を抑制することが可能である。

20

30

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

一つの例示的实施形態において、処理ガスは、アルゴンガス、水素ガス、及び窒素ガスのうち少なくとも一つを含んでいてもよい。

【手続補正 5】

40

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

一つの例示的实施形態において、一周期内でパルス状の負極性の直流電圧が印加される時間が占める割合であるデューティ比は、0.2以上、0.5以下であってもよい。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

50

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0013】

一つの例示的実施形態において、パルス状の負極性の直流電圧が上部電極に印加される周期の逆数である周波数は、400kHz以上、1MHz以下であってもよい。

## 【手続補正7】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0014

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

10

## 【0014】

一つの例示的実施形態において、パルス状の負極性の直流電圧の絶対値は、500V以上、1200V以下であってもよい。

## 【手続補正8】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0015

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0015】

一つの例示的実施形態において、基板は、膜を更に有していてもよい。有機マスクは、膜の上に設けられ得る。この実施形態において、方法は、チャンバ内で別の処理ガスから生成されるプラズマを用いて、膜をエッチングする工程を更に含んでいてもよい。

20

## 【手続補正9】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0016

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0016】

別の例示的実施形態においては、デバイス製造方法が提供される。デバイス製造方法は、パターンングされた有機マスクを有する基板を、上述した実施形態のうち何れかの方法により処理することを含む。

30

## 【手続補正10】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0017

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0017】

別の例示的実施形態においては、プラズマ処理装置が提供される。プラズマ処理装置は、チャンバ、基板支持器、高周波電源、上部電極、直流電源装置、及び制御部を備える。基板支持器は、チャンバ内に設けられている。高周波電源は、チャンバ内でプラズマを生成するために高周波電力を発生するように構成されている。上部電極は、基板支持器の上方に設けられている。直流電源装置は、上部電極に接続されている。制御部は、高周波電源及び直流電源装置を制御するように構成されている。制御部は、チャンバ内で処理ガスからプラズマを生成するために高周波電力を供給するよう、高周波電源を制御する。制御部は、チャンバ内で処理ガスからプラズマが生成されているときに、上部電極に周期的にパルス状の負極性の直流電圧を印加するよう、直流電源装置を制御する。パルス状の負極性の直流電圧は、プラズマからのイオンを上部電極に供給して上部電極から放出されるシリコン含有物を基板上に堆積させるために、上部電極に印加される。

40

## 【手続補正11】

## 【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 0 3 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 8 】

プラズマ処理装置 1 は、直流電源装置 7 0 を更に備えている。直流電源装置 7 0 は、上部電極 3 0 に電氣的に接続されている。直流電源装置 7 0 は、パルス状の負極性の直流電圧を周期的に発生するように構成されている。図 4 は、図 3 に示すプラズマ処理装置の直流電源装置の構成の一例を示す図である。図 5 は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置における高周波電力及び直流電源装置の出力電圧の一例を示すタイミングチャートである。図 5 において、横軸は時間を示している。図 5 において縦軸は、高周波電力（第 1 の高周波電力及び / 又は第 2 の高周波電力）の供給及び直流電源装置 7 0 の出力電圧を示している。図 5 において、高周波電力が高レベルであることは、高周波電力が供給されていることを表している。図 5 において、高周波電力が低レベルであることは、高周波電力が供給されていないことを表している。以下、図 3 と共に、図 4 及び図 5 を参照する。

10

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 2 】

一実施形態において、周期 P T の逆数である周波数 f は、4 0 0 k H z 以上であり得る。  
一実施形態において、周波数 f は、1 M H z 以下であり得る。周波数 f が 1 M H z 以下である場合には、チャンバ 1 0 内でのラジカルの生成に対するイオンの挙動の独立制御性が高くなる。

20

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 0 】

一実施形態において、周期 P T の逆数である周波数 f は、4 0 0 k H z 以上であり得る。  
一実施形態において、周波数 f は、1 M H z 以下であり得る。周波数 f が 1 M H z 以下である場合には、チャンバ 1 0 内でのラジカルの生成に対するイオンの挙動の独立制御性が高くなる。

30

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 3 】

チャンバ 1 0 内のプラズマから上部電極 3 0 に衝突するイオンのエネルギーは、上部電極 3 0 に印加される電圧の周波数が低いほど、高くなる傾向がある。方法 M T では、チャンバ 1 0 内のプラズマから上部電極 3 0 に衝突するイオンのエネルギーは、上部電極 3 0 にパルス状の負極性の直流電圧が印加される周期 P T の逆数である周波数 f に依存する。周波数 f は、高周波電力の周波数よりも低い周波数に設定され得る。したがって、方法 M T では、上部電極 3 0 に高いエネルギーをもったイオンを衝突させることができる。その結果、上部電極 3 0 から比較的少量のシリコン含有物を放出させて、基板 W に供給することができる。方法 M T によれば、比較的少量のシリコン含有物を基板 W 上に堆積することができるので、有機マスク O M のパターンの形状バラツキ及び有機マスク O M の縮小を抑制することが可能である。なお、有機マスク O M のパターンの形状バラツキは、例えば、L

40

50

WR ( Line Width Roughness ) により評価され得る。

10

20

30

40

50