

【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5年8月4日(2023.8.4)

【国際公開番号】WO2021/035132
 【公表番号】特表2022-544673(P2022-544673A)
 【公表日】令和4年10月20日(2022.10.20)
 【年通号数】公開公報(特許)2022-193
 【出願番号】特願2022-509590(P2022-509590)
 【国際特許分類】

10

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

H 0 1 L 2 1 / 3 0 2 1 0 1 B

【手続補正書】

【提出日】令和5年7月27日(2023.7.27)

【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

20

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ処理システムにおいて基板にエッチングプロセスを実施するための方法であって、

前記プラズマ処理システムの電極にソースRF電力を印加する工程と、

前記電極にバイアスRF電力を印加する工程と、を含み、

前記ソースRF電力および前記バイアスRF電力は共に、複数のマルチステートパルスRFのサイクルを規定するパルス信号であり、各サイクルは、第1の状態、第2の状態、および第3の状態を有し、

30

前記第1の状態は、第1のソースRF電力レベルを有する前記ソースRF電力、および、第1のバイアスRF電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定され、

前記第2の状態は、実質的にゼロの電力レベルを有する前記ソースRF電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定され、

前記第3の状態は、前記第1のソースRF電力レベルよりも低い第2のソースRF電力レベルを有する前記ソースRF電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定される、方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、

40

前記第1の状態は、前記基板の表面のフィーチャのエッチングをもたらすように構成されている、方法。

【請求項3】

請求項2に記載の方法であって、

前記第2の状態は、前記基板の前記表面の前記フィーチャのパッシベーションをもたらすように構成されている、方法。

【請求項4】

請求項2に記載の方法であって、

前記第3の状態は、前記フィーチャのネックを形成する材料の除去をもたらすように構成されている、方法。

50

- 【請求項 5】
請求項 1 に記載の方法であって、
前記バイアス RF 電力は、約 10 MHz よりも小さい周波数を有する、方法。
- 【請求項 6】
請求項 1 に記載の方法であって、
前記ソース RF 電力は、約 20 MHz よりも大きい周波数を有する、方法。
- 【請求項 7】
請求項 1 に記載の方法であって、
前記第 3 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間のおよそ 1 ~ 5 倍の持続期間を有する、
方法。 10
- 【請求項 8】
請求項 1 に記載の方法であって、
前記第 2 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間とおよそ等しい持続期間を有する、方法
。
- 【請求項 9】
請求項 1 に記載の方法であって、
前記第 1 のソース RF 電力レベルは、およそ 1 ~ 6 kW の範囲であり、
前記第 1 のバイアス RF 電力レベルは、およそ 5 ~ 20 kW の範囲である、方法。
- 【請求項 10】
請求項 1 に記載の方法であって、 20
前記第 2 のソース RF 電力レベルは、およそ 100 W から 6 kW の範囲である、方法。
- 【請求項 11】
請求項 1 に記載の方法であって、
各サイクル内で、前記第 3 の状態は、前記第 2 の状態のすぐ後に続く、方法。
- 【請求項 12】
請求項 1 に記載の方法であって、
各サイクル内で、前記第 2 の状態は、前記第 3 の状態のすぐ後に続く、方法。
- 【請求項 13】
プラズマ処理システムにおける基板へのエッチングプロセスを前記プラズマ処理システム
に行わせるように構成された制御装置であって、前記エッチングプロセスは、 30
前記プラズマ処理システムの電極にソース RF 電力を印加する動作と、
前記電極にバイアス RF 電力を印加する動作と、を含み、
前記ソース RF 電力および前記バイアス RF 電力は共に、複数のマルチステートパルス
RF のサイクルを規定するパルス信号であり、各サイクルは、第 1 の状態、第 2 の状態、
および第 3 の状態を有し、
前記第 1 の状態は、第 1 のソース RF 電力レベルを有する前記ソース RF 電力、および
、第 1 のバイアス RF 電力レベルを有する前記バイアス RF 電力によって規定され、
前記第 2 の状態は、実質的にゼロの電力レベルを有する前記ソース RF 電力、および、
実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアス RF 電力によって規定され、
前記第 3 の状態は、前記第 1 のソース RF 電力レベルよりも低い第 2 のソース RF 電力 40
レベルを有する前記ソース RF 電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バ
イアス RF 電力によって規定される、制御装置。
- 【請求項 14】
請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記第 1 の状態は、前記基板の表面のフィーチャのエッチングをもたらすように構成さ
れている、制御装置。
- 【請求項 15】
請求項 14 に記載の制御装置であって、
前記第 2 の状態は、前記基板の前記表面の前記フィーチャのパッシベーションをもたら
すように構成されている、制御装置。 50

【請求項 16】

請求項 14 に記載の制御装置であって、
前記第 3 の状態は、前記フィーチャのネックを形成する材料の除去をもたらすように構成されている、制御装置。

【請求項 17】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記バイアス RF 電力は、約 10 MHz よりも小さい周波数を有する、制御装置。

【請求項 18】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記ソース RF 電力は、約 20 MHz よりも大きい周波数を有する、制御装置。

10

【請求項 19】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記第 3 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間のおよそ 1 ~ 5 倍の持続期間を有する、制御装置。

【請求項 20】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記第 2 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間とおよそ等しい持続期間を有する、制御装置。

【請求項 21】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記第 1 のソース RF 電力レベルは、およそ 1 ~ 6 kW の範囲であり、
前記第 1 のバイアス RF 電力レベルは、およそ 5 ~ 20 kW の範囲である、制御装置。

20

【請求項 22】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
前記第 2 のソース RF 電力レベルは、およそ 100 W から 6 kW の範囲である、制御装置。

【請求項 23】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
各サイクル内で、前記第 3 の状態は、前記第 2 の状態のすぐ後に続く、制御装置。

【請求項 24】

請求項 13 に記載の制御装置であって、
各サイクル内で、前記第 2 の状態は、前記第 3 の状態のすぐ後に続く、制御装置。

30

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

いくつかの実施形態では、制御装置が提供される。制御装置は、プラズマ処理システムにおける基板へのエッチングプロセスをプラズマ処理システムに行わせるように構成される。このエッチングプロセスは、プラズマ処理システムの電極にソース RF 電力を印加する動作と、電極にバイアス RF 電力を印加する動作とを含み、ソース RF 電力およびバイアス RF 電力は共に、複数のマルチステートパルス RF のサイクルを規定するパルス信号であり、各サイクルは、第 1 の状態、第 2 の状態、および第 3 の状態を有し、第 1 の状態は、第 1 のソース RF 電力レベルを有するソース RF 電力、および、第 1 のバイアス RF 電力レベルを有するバイアス RF 電力によって規定され、第 2 の状態は、実質的にゼロの電力レベルを有するソース RF 電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有するバイアス RF 電力によって規定され、第 3 の状態は、第 1 のソース RF 電力レベルよりも低い第 2 のソース RF 電力レベルを有するソース RF 電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有するバイアス RF 電力によって規定される。

40

50

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

図5は、本開示の実施形態による、フィーチャエッチング中の状態S2の長さの経時的変化を概念的に表す。図のグラフ500には、エッチング深さ/時間/アスペクト比に対するS2の持続期間が示されている。示されたように、フィーチャ内の現エッチング深さ、またはフィーチャのエッチング時間、またはフィーチャの現アスペクト比が増加するにつれて、S2の持続期間は増加する。限定なしの例として、フィーチャエッチングにおける前半の場合のように、フィーチャが比較的浅い深さ、およびその結果として低アスペクト比を有するときは（参照記号502で概念的に図示）、ソースRF電力プロファイルは、S2の持続期間が比較的短い、グラフ504で示されたようになるだろう。これに対し、フィーチャエッチングにおける後半の場合のように、フィーチャが比較的深い深さ、およびその結果として高アスペクト比を有するときは（参照記号506で概念的に図示）、ソースRF電力プロファイルは、S2の持続期間が比較的長い、グラフ508で示されたようになるだろう。

10

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

よって、アスペクト比が高くなるほどS2持続期間は長くなり、ネック開口工程は、エッチングプロファイルを維持するためにより重要になる。S1、S0、およびS2の持続期間は全て延長可能であり、S2はS1およびS0に依存しうる。ソースRF電流は、ネックを除去するように構成され、その次にパッシベーションが続く。

20

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0083】

前記の実施形態は、理解を明確にするためにある程度詳細に説明されたが、本開示の実施形態の範囲内で特定の変更および修正が行われてよいことが明らかだろう。本実施形態のプロセス、システム、および装置を実行する多くの別の方法があることに注意されたい。従って、本実施形態は制限的でなく例示的とみなされるべきであり、本明細書に記載の詳細に限定されるべきでない。本開示は以下の形態により実現されてもよい。

30

[形態 1]

プラズマ処理システムにおいて基板にエッチングプロセスを実施するための方法であって、

40

前記プラズマ処理システムの電極にソースRF電力を印加する工程と、

前記電極にバイアスRF電力を印加する工程と、を含み、

前記ソースRF電力および前記バイアスRF電力は共に、複数のマルチステートパルスRFのサイクルを規定するパルス信号であり、各サイクルは、第1の状態、第2の状態、および第3の状態を有し、

前記第1の状態は、第1のソースRF電力レベルを有する前記ソースRF電力、および第1のバイアスRF電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定され、

前記第2の状態は、実質的にゼロの電力レベルを有する前記ソースRF電力、および、

50

実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定され、

前記第3の状態は、前記第1のソースRF電力レベルよりも低い第2のソースRF電力レベルを有する前記ソースRF電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアスRF電力によって規定される、方法。

[形態2]

形態1に記載の方法であって、

前記第1の状態は、前記基板の表面のフィーチャのエッチングをもたらすように構成されている、方法。

[形態3]

形態2に記載の方法であって、

前記第2の状態は、前記基板の前記表面の前記フィーチャのパッシベーションをもたらすように構成されている、方法。

[形態4]

形態2に記載の方法であって、

前記第3の状態は、前記フィーチャのネックを形成する材料の除去をもたらすように構成されている、方法。

[形態5]

形態1に記載の方法であって、

前記バイアスRF電力は、約10MHzよりも小さい周波数を有する、方法。

[形態6]

形態1に記載の方法であって、

前記ソースRF電力は、約20MHzよりも大きい周波数を有する、方法。

[形態7]

形態1に記載の方法であって、

前記第3の状態は、前記第1の状態の持続期間のおよそ1~5倍の持続期間を有する、方法。

[形態8]

形態1に記載の方法であって、

前記第2の状態は、前記第1の状態の持続期間とおよそ等しい持続期間を有する、方法。

[形態9]

形態1に記載の方法であって、

前記第1のソースRF電力レベルは、およそ1~6kWの範囲であり、
前記第1のバイアスRF電力レベルは、およそ5~20kWの範囲である、方法。

[形態10]

形態1に記載の方法であって、

前記第2のソースRF電力レベルは、およそ100Wから6kWの範囲である、方法。

[形態11]

形態1に記載の方法であって、

各サイクル内で、前記第3の状態は、前記第2の状態のすぐ後に続く、方法。

[形態12]

形態1に記載の方法であって、

各サイクル内で、前記第2の状態は、前記第3の状態のすぐ後に続く、方法。

[形態13]

プラズマ処理システムにおける基板へのエッチングプロセスを前記プラズマ処理システムに行わせるように構成された制御装置であって、前記方法は、

前記プラズマ処理システムの電極にソースRF電力を印加する動作と、

前記電極にバイアスRF電力を印加する動作と、を含み、

前記ソースRF電力および前記バイアスRF電力は共に、複数のマルチステートパルスRFのサイクルを規定するパルス信号であり、各サイクルは、第1の状態、第2の状態、および第3の状態を有し、

10

20

30

40

50

前記第 1 の状態は、第 1 のソース R F 電力レベルを有する前記ソース R F 電力、および、第 1 のバイアス R F 電力レベルを有する前記バイアス R F 電力によって規定され、

前記第 2 の状態は、実質的にゼロの電力レベルを有する前記ソース R F 電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアス R F 電力によって規定され、

前記第 3 の状態は、前記第 1 のソース R F 電力レベルよりも低い第 2 のソース R F 電力レベルを有する前記ソース R F 電力、および、実質的にゼロの電力レベルを有する前記バイアス R F 電力によって規定される、方法。

[形態 1 4]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記第 1 の状態は、前記基板の表面のフィーチャのエッチングをもたらすように構成されている、方法。

10

[形態 1 5]

形態 1 4 に記載の方法であって、

前記第 2 の状態は、前記基板の前記表面の前記フィーチャのパッシベーションをもたらすように構成されている、方法。

[形態 1 6]

形態 1 4 に記載の方法であって、

前記第 3 の状態は、前記フィーチャのネックを形成する材料の除去をもたらすように構成されている、方法。

[形態 1 7]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記バイアス R F 電力は、約 1 0 M H z よりも小さい周波数を有する、方法。

20

[形態 1 8]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記ソース R F 電力は、約 2 0 M H z よりも大きい周波数を有する、方法。

[形態 1 9]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記第 3 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間のおよそ 1 ~ 5 倍の持続期間を有する、方法。

[形態 2 0]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記第 2 の状態は、前記第 1 の状態の持続期間とおよそ等しい持続期間を有する、方法。

30

[形態 2 1]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記第 1 のソース R F 電力レベルは、およそ 1 ~ 6 k W の範囲であり、

前記第 1 のバイアス R F 電力レベルは、およそ 5 ~ 2 0 k W の範囲である、方法。

[形態 2 2]

形態 1 3 に記載の方法であって、

前記第 2 のソース R F 電力レベルは、およそ 1 0 0 W から 6 k W の範囲である、方法。

[形態 2 3]

形態 1 3 に記載の方法であって、

各サイクル内で、前記第 3 の状態は、前記第 2 の状態のすぐ後に続く、方法。

40

[形態 2 4]

形態 1 3 に記載の方法であって、

各サイクル内で、前記第 2 の状態は、前記第 3 の状態のすぐ後に続く、方法。

50