

【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 29 年 6 月 8 日 (2017.6.8)

【公開番号】特開 2014-239210 (P2014-239210A)

【公開日】平成 26 年 12 月 18 日 (2014.12.18)

【年通号数】公開・登録公報 2014-070

【出願番号】特願 2014-76598 (P2014-76598)

【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 1 G

H 0 1 L 21/302 1 0 1 B

H 0 1 L 21/302 1 0 1 C

H 0 5 H 1/46 L

【手続補正書】

【提出日】平成 29 年 4 月 17 日 (2017.4.17)

【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】

基板上のフィーチャをエッチングするための装置であって、
 プラズマを施すことが可能な内部を画成するチェンバと、
 エッチング中に前記チェンバ内で基板を保持するための基板ホルダと、
 前記チェンバ内でプラズマを生成するためのプラズマ発生器と、
 前記チェンバの内部を、前記プラズマ発生器に近接した上部サブチェンバと、前記基板ホルダに近接した下部サブチェンバと、に分割するグリッドアセンブリと、
前記上部サブチェンバ内で上部ゾーン・プラズマを生成し、前記下部サブチェンバ内でイオン・イオンプラズマである下部ゾーン・プラズマを生成するために前記グリッドアセンブリを用いるという条件で、前記チェンバ内で前記プラズマを生成するように構成されるコントローラと、

を備え、

前記グリッドアセンブリは、少なくとも第 1 のグリッドおよび第 2 のグリッドを含み、各グリッドは、前記チェンバ内でプラズマが生成されるときに該グリッドに誘導電流が発生することを実質的に防止する複数のスロットを有するし、

前記グリッドアセンブリの前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つにおける前記複数のスロットのうち少なくとも 1 つは、約 0.5 ~ 1 の間の幅に対する高さのアスペクト比を有する

装置。

【請求項 2】

前記下部ゾーン・プラズマの実効電子温度は、約 1 eV 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの実効電子温度よりも低く、

前記下部ゾーン・プラズマの電子密度は、約 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの電子密度よりも低い

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドは、約 1 ~ 50 mm の間の平均厚さを有する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記スロットは、方位隣接スロットから約 60 度以下によって隔てられている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 と第 2 のグリッドは、略同一のスロットパターンを有する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 と第 2 のグリッドは、相互に異なるスロットパターンを有する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記第 1 と第 2 のグリッドのうち少なくとも一方は、前記基板ホルダの上面に垂直な軸に関して回転可能である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記第 1 のグリッドおよび前記第 2 のグリッドは、前記下部サブチェンバにおけるプラズマ条件を径方向に調整することを可能にするスロットパターンを有する請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 1 のグリッドと前記第 2 のグリッドとの間の距離を可変とするように、前記第 1 と第 2 のグリッドのうち少なくとも一方は可動である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドは、ガスを供給するための 1 つまたは複数の入口を有する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

基板上的フィーチャをエッチングする方法であって、

プラズマ発生器とグリッドアセンブリとを備えるチェンバであって、前記グリッドアセンブリは、該チェンバの内部を前記プラズマ発生器に近接した上部サブチェンバと基板ホルダに近接した下部サブチェンバとに分割し、少なくとも 2 つのグリッドを有するものであって、チェンバ内の、前記基板ホルダに基板を供給し、

前記上部サブチェンバ内で上部ゾーン・プラズマを生成し、前記下部サブチェンバ内で下部ゾーン・プラズマを生成するという条件で、前記チェンバ内でプラズマを発生させ、

前記下部ゾーン・プラズマと前記基板との相互作用によって、前記基板のフィーチャをエッチングし、

前記下部ゾーン・プラズマの実効電子温度は、約 1 eV 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの実効電子温度よりも低く、

前記下部ゾーン・プラズマの電子密度は、約 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの電子密度よりも低い

方法。

【請求項 12】

前記グリッドアセンブリにバイアスを印加することをさらに含む請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記基板ホルダにバイアスを印加することをさらに含む請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記下部ゾーン・プラズマは、イオン・イオンプラズマである請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドを、前記基板ホルダの上面に垂直

な軸に関して回転させることをさらに含む請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記グリッドアセンブリにおける前記グリッド間の距離を変更することをさらに含む請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記上部サブチェンバと前記下部サブチェンバには、異なる処理ガスが供給される請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記グリッドアセンブリの各グリッドは、プラズマが前記チェンバ内で生成されるときに該グリッドに誘導電流が発生することを実質的に防止する複数のスロットを有し、

前記グリッドアセンブリの第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つにおける前記複数のスロットのうち少なくとも 1 つは、約 0.5 ~ 1 の間の幅に対する高さのアスペクト比を有する請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 9】

上方にプラズマ源を、下方に基板支持部を備える、プラズマ処理を実施するように構成される反応チェンバ用のグリッドアセンブリであって、

前記グリッドアセンブリの上方で生成されたイオンが通過することを可能にする穿孔部を有する第 1 のグリッドと、

前記グリッドアセンブリの上方で生成されたイオンが通過することを可能にする穿孔部を有する第 2 のグリッドと、を備え、

前記第 1 および第 2 のグリッドは、前記反応チェンバ内で用いられるように構成され、

前記第 1 および第 2 のグリッドは、前記反応チェンバに設置されるときに前記第 1 のグリッドが前記第 2 のグリッドの上方になるように、相互に略平行および略垂直に位置が揃えられ、相互に対して可動であり、

前記第 1 および第 2 のグリッドが第 1 の相対位置に配置されるときは、前記グリッドアセンブリは、第 1 のグリッドアセンブリ開口領域を有し、前記第 1 および第 2 のグリッドが第 2 の相対位置に配置されるときは、前記グリッドアセンブリは、第 2 のグリッドアセンブリ開口領域を有し、

前記グリッドアセンブリの上方で生成されたプラズマは、前記第 1 および第 2 のグリッドが前記第 1 の相対位置に配置されるときは、前記第 1 のグリッドアセンブリ開口領域を通る第 1 のイオン束分布をもたらし、前記第 1 および第 2 のグリッドが前記第 2 の相対位置に配置されるときは、前記第 2 のグリッドアセンブリ開口領域を通る第 2 のイオン束分布をもたらし、前記第 2 のイオン束分布は、前記第 1 のイオン束分布に比べて、前記グリッドアセンブリの中心とは対照的に、前記グリッドアセンブリの周囲付近に比較的より集中する、グリッドアセンブリ。

【請求項 2 0】

前記グリッドアセンブリの前記第 1 および / または第 2 のグリッドは、前記第 1 の相対位置と前記第 2 の相対位置との間で相互に対して回転するように構成される請求項 1 9 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 2 1】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つは、 Y_2O_3 、 YF_3 、YAG、窒化チタン、または CeO_2 の層で被覆される請求項 1 9 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 2 2】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つの表面は、陽極酸化される請求項 1 9 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 2 3】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つの表面は、不動態化される請求項 1 9 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 2 4】

前記第 1 および第 2 のグリッド間の距離は、約 5 mm 以下である請求項 1 9 に記載のグ

リッドアセンブリ。

【請求項 25】

前記第 1 および第 2 のグリッド間の距離は、約 2 mm 以下である請求項 24 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 26】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つは、非平面状である請求項 19 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 27】

前記第 1 および第 2 のグリッドが第 3 の相対位置に配置されるときは、前記第 1 および第 2 のグリッドの前記穿孔部は、グリッドアセンブリ開口領域がないように位置がずらされる請求項 19 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 28】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つの前記穿孔部は、前記第 1 および / または第 2 のグリッド内で誘導電流が発生することを防止する、径方向に向いているスロットを含む請求項 19 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 29】

前記第 1 および第 2 のグリッドと垂直に位置が揃う第 3 のグリッドをさらに備える請求項 19 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 30】

上方にプラズマ源を、下方に基板支持部を備える、プラズマ処理を実施するように構成される反応チェンバ用のグリッドアセンブリであって、

前記グリッドアセンブリの上方で生成されたイオンが通過することを可能にする穿孔部を有する第 1 のグリッドと、

前記グリッドアセンブリの上方で生成されたイオンが通過することを可能にする穿孔部を有する第 2 のグリッドと、を備え、

前記第 1 および第 2 のグリッドは、前記反応チェンバ内で用いられるように構成され、前記第 1 および第 2 のグリッドは、前記反応チェンバに設置されたときに前記第 1 のグリッドが前記第 2 のグリッドの上方になるように相互に垂直に位置が揃えられ、前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つは、横から見たときに非平面状の断面を有する、グリッドアセンブリ。

【請求項 31】

前記非平面状の断面は、ドーム型または平板型を含む請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 32】

前記非平面状の断面は、正弦波形状を含む請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 33】

前記非平面状の断面は、矩形波形状を含む請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 34】

前記非平面状の断面は、山形状を含む請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 35】

前記グリッドアセンブリがプラズマ処理を実施するように構成された前記反応チェンバ内に配置されるときに、前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つは、プラズマ処理を実施するように構成された前記反応チェンバ内で処理されている基板に対して傾斜される請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 36】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つは、 Y_2O_3 、 YF_3 、YAG、窒化チタン、または CeO_2 の層で被覆される請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 37】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つの表面は、陽極酸化される請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 38】

前記第 1 および第 2 のグリッドのうち少なくとも 1 つの表面は、不動態化される請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 39】

前記第 1 および第 2 のグリッド間の距離は、約 5 mm 以下である請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【請求項 40】

前記第 1 および第 2 のグリッドと垂直に位置が揃う第 3 のグリッドをさらに備える請求項 30 に記載のグリッドアセンブリ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0110

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0110】

様々な実験によって、プラズマグリッドを使用した結果、極めて良好な選択性、プロファイル角、I/D ロードイング、中心からエッジへの均一性を伴うエッチングプロセスが得られることが示された。いくつかの例において、選択性（すなわち、Si のエッチング速度：酸化物のエッチング速度）は、約 10 より大きい、または約 100 よりも大きい。実際に、いくつかの例では、プラズマグリッドを用いることで、無限大の選択性が得られる場合がある。このような場合、酸化物材料がエッチングされることは実質的になく、むしろ、酸化物表面に少量の堆積が生じることがある。多くのケースにおいて得られるプロファイル角は、略垂直（例えば、約 89 度超）である。いくつかの実現形態において、I/D ロードイングは、約 2 度未満であることが示された。また、いくつかの実現形態における中心からエッジへの均一性は、約 2 nm 未満であった。

この他、本発明は、以下の適用例としても実施可能である。

[適用例 1] 基板上のフィーチャをエッチングするための装置であって、

プラズマを施すことが可能な内部を画成するチェンバと、

エッチング中に前記チェンバ内で基板を保持するための基板ホルダと、

前記チェンバ内でプラズマを生成するためのプラズマ発生器と、

前記プラズマチェンバの内部を、前記プラズマ発生器に近接した上部サブチェンバと、前記基板ホルダに近接した下部サブチェンバと、に分割するグリッドアセンブリと、

を備え、

前記上部サブチェンバは、前記下部サブチェンバの高さの少なくとも約 1/6 の高さを有し、

前記グリッドアセンブリは、2 つ以上のグリッドを含み、それらは、前記チェンバ内でプラズマが生成されるときに該グリッドに誘導電流が発生することを実質的に防止する複数のスロットを有する

装置。

[適用例 2] 前記上部サブチェンバ内で上部ゾーン・プラズマを生成し、前記下部サブチェンバ内で下部ゾーン・プラズマを生成するという条件で、前記チェンバ内でプラズマを発生させるように設計または構成されたコントローラをさらに備え、

前記下部ゾーン・プラズマの実効電子温度は、約 1 eV 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの実効電子温度よりも低く、

前記下部ゾーン・プラズマの電子密度は、約 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの電子密度よりも低い

適用例 1 に記載の装置。

[適用例 3] 前記コントローラは、さらに、前記下部サブチェンバ内でイオン・イオンプラズマを発生させるように設計または構成される適用例 2 に記載の装置。

[適用例 4] 前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドは、約 1 ~ 50 mm の

間の平均厚さを有する適用例 1 に記載の装置。

[適用例 5] 前記グリッドアセンブリの前記グリッドの少なくとも 1 つにおける前記スロットは、幅に対する高さのアスペクト比が、約 0 . 0 1 ~ 5 の間である適用例 1 に記載の装置。

[適用例 6] 前記スロットは、方位隣接スロットから約 6 0 度以下によって隔てられている適用例 1 に記載の装置。

[適用例 7] 前記グリッドアセンブリは、第 1 のグリッドと第 2 のグリッドとを含む適用例 1 に記載の装置。

[適用例 8] 前記第 1 と第 2 のグリッドは、略同一のスロットパターンを有する適用例 7 に記載の装置。

[適用例 9] 前記第 1 と第 2 のグリッドは、相互に異なるスロットパターンを有する適用例 7 に記載の装置。

[適用例 1 0] 前記第 1 と第 2 のグリッドのうち少なくとも一方は、前記基板ホルダの上面に垂直な軸に関して回転可能である適用例 7 に記載の装置。

[適用例 1 1] 前記第 1 のグリッドおよび前記第 2 のグリッドは、前記下部サブチェンバにおけるプラズマ条件を径方向に調整することを可能にするスロットパターンを有する適用例 1 0 に記載の装置。

[適用例 1 2] 前記第 1 のグリッドと前記第 2 のグリッドとの間の距離を可変とするように、前記第 1 と第 2 のグリッドのうち少なくとも一方は可動である適用例 7 に記載の装置。

[適用例 1 3] 前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドは、ガスを供給するための 1 つまたは複数の入口を有する適用例 1 に記載の装置。

[適用例 1 4] 基板上のフィーチャをエッチングする方法であって、

プラズマ発生器とグリッドアセンブリとを備えるチェンバであって、前記グリッドアセンブリは、該プラズマチェンバの内部を前記プラズマ発生器に近接した上部サブチェンバと基板ホルダに近接した下部サブチェンバとに分割し、少なくとも 2 つのグリッドを有するものであって、前記上部サブチェンバは、前記下部サブチェンバの高さの少なくとも約 1 / 6 の高さを有する、チェンバ内の、前記基板ホルダに基板を供給し、

前記上部サブチェンバ内で上部ゾーン・プラズマを生成し、前記下部サブチェンバ内で下部ゾーン・プラズマを生成するという条件で、前記チェンバ内でプラズマを発生させ、

前記下部ゾーン・プラズマと前記基板との相互作用によって、前記基板のフィーチャをエッチングし、

前記下部ゾーン・プラズマの実効電子温度は、約 1 e V 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの実効電子温度よりも低く、

前記下部ゾーン・プラズマの電子密度は、約 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 以下であって、前記上部ゾーン・プラズマの電子密度よりも低い

方法。

[適用例 1 5] 前記グリッドアセンブリにバイアスを印加することをさらに含む適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 1 6] 前記基板ホルダにバイアスを印加することをさらに含む適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 1 7] 前記下部ゾーン・プラズマは、イオン・イオンプラズマである適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 1 8] 前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドを、前記基板ホルダの上面に垂直な軸に関して回転させることをさらに含む適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 1 9] 前記グリッドアセンブリにおける前記グリッド間の距離を変更することをさらに含む適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 2 0] 前記上部サブチェンバと前記下部サブチェンバには、異なる処理ガスが供給される適用例 1 4 に記載の方法。

[適用例 2 1] 前記コントローラは、さらに、前記グリッドアセンブリにバイアスを印加

するように設計または構成される適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 2] 前記コントローラは、さらに、前記基板ホルダにバイアスを印加するように設計または構成される適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 3] 前記コントローラは、さらに、前記チェンバにエッチャントガスを供給するように設計または構成される適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 4] 前記コントローラは、さらに、前記プラズマにより前記基板をエッチングする間、前記チェンバ内の圧力を約 2 0 0 0 ミリトール未満とするように設計または構成される適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 5] 前記グリッドアセンブリの各グリッドの厚さの和は、約 2 ~ 5 0 m m の間である適用例 4 に記載の装置。

[適用例 2 6] 前記グリッドアセンブリの前記グリッドのうち少なくとも 1 つにおける前記複数のスロットは、径方向に向いているか、または略径方向に向いている適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 7] 前記スロットは、方位隣接スロットから少なくとも約 1 5 度で隔てられている適用例 6 に記載の装置。

[適用例 2 8] 前記基板ホルダは、静電チャックである適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 2 9] 処理ガス注入口をさらに備える適用例 1 から適用例 1 3 のいずれか一項に記載の装置。

[適用例 3 0] 前記プラズマを発生させる際に、前記グリッドアセンブリに電流は実質的に生じない適用例 1 4 から適用例 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

[適用例 3 1] 前記チェンバにエッチャントガスを供給することをさらに含む適用例 1 4 から適用例 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

[適用例 3 2] 前記エッチングは、約 2 0 0 0 ミリトール未満のチェンバ圧力で実施される適用例 1 4 から適用例 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

[適用例 3 3] 前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つのグリッドを、前記グリッドアセンブリの少なくとも 1 つの他のグリッドに対して動かすことをさらに含み、前記少なくとも 1 つのグリッドを動かすことによって、前記グリッドアセンブリを通過して前記下部サブチェンバに入るイオンおよび中性種の相対量を変更する適用例 1 4 から適用例 2 0 のいずれか一項に記載の方法。