

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-538413

(P2007-538413A)

(43) 公表日 平成19年12月27日(2007.12.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 L 21/265 F	4 K O 2 9
C 2 3 C 14/48 (2006.01)	C 2 3 C 14/48 Z	
C 2 3 C 14/00 (2006.01)	C 2 3 C 14/00 B	
HO 5 H 1/24 (2006.01)	HO 5 H 1/24	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-527467 (P2007-527467)  
 (86) (22) 出願日 平成17年5月19日 (2005. 5. 19)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年1月22日 (2007. 1. 22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/017699  
 (87) 国際公開番号 W02005/114692  
 (87) 国際公開日 平成17年12月1日 (2005. 12. 1)  
 (31) 優先権主張番号 10/850, 222  
 (32) 優先日 平成16年5月20日 (2004. 5. 20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

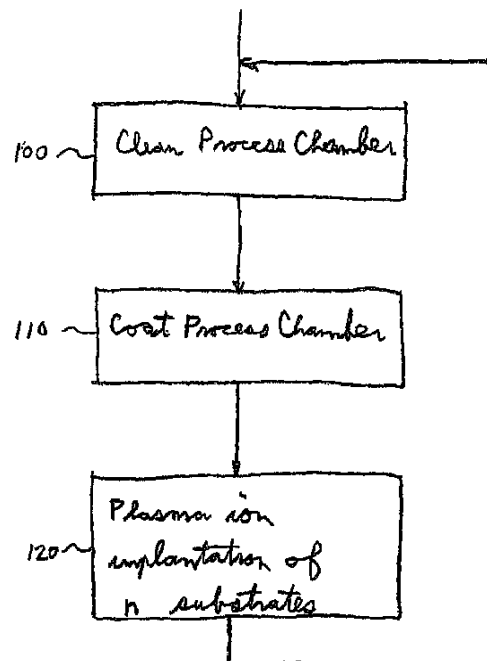
(71) 出願人 500324750  
 バリアン・セミコンダクター・エクイップ  
 メント・アソシエイツ・インコーポレイテ  
 ッド  
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州019  
 30、グロスター、ドリー・ロード35  
 (74) 代理人 100069899  
 弁理士 竹内 澄夫  
 (74) 代理人 100096725  
 弁理士 堀 明▲ひこ▼  
 (72) 発明者 シング、ヴィクラム  
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州018  
 45、ノース・アンドーバー、アンバーヴ  
 イル 75

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマイオン注入システムのためのインサイチュプロセスチャンバの調整方法

(57) 【要約】

【解決手段】 基板のプラズマイオン注入のための方法が、プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意し、基板のプラズマイオン注入から生ずる付着膜の組成物に似た新しいコーティング膜を、新しいコーティング膜を形成する前にプロセスチャンバの内側表面に付着し、一つ以上の活性化されたクリーニング前駆体を使用して古い膜を除去することにより、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングし、プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行い、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングすること、および新しいコーティングに続いて一つ以上の基板に対してプラズマイオン注入をおこなうことの工程を繰り返すことを含む。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板へのプラズマイオン注入のための方法であって、  
プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意する工程と、

プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着する工程と、

プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行う工程と、を含む方法。

10

## 【請求項 2】

コーティング膜を付着する工程が基板の材料を含むコーティング膜を付着する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

コーティング膜を付着する工程がシリコンを含むコーティング膜を付着する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

コーティング膜を付着する工程が、Si、Si-Ge、Ge、GaAs、GaNおよびサファイアからなるグループから選択される材料を含むコーティング膜を付着する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 5】

コーティング膜を付着する工程がコーティング前駆体をプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

コーティング膜を付着する工程がさらに、コーティング前駆体をプラズマで分解する工程を含む、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

コーティング膜を付着する工程がさらに、付着の間コーティング膜厚をモニターする工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 8】

コーティング膜を付着する工程が、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、トリメチルシアンおよびトリエチルシラン (TES) からなるグループから選択されるシリコンを含む前駆体をプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

30

## 【請求項 9】

コーティング膜を付着する工程が、シリコンを含む前駆体とともに、不活性ガスをプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 10】

コーティング膜を付着する工程が、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{AsF}_5$ 、 $\text{PF}_5$ 、 $\text{PF}_3$ またはヒ素からなるグループから選択される反応ガスを、シリコンを含む前駆体とともにプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 8 に記載の方法。

40

## 【請求項 11】

コーティング膜を付着する工程が、シリコンを含むコーティング膜の組成を制御するために選択され反応性ガスを、シリコンを含むコーティング前駆体とともにプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 12】

コーティング膜を付着する工程が、所定の割合でコーティング前駆体および反応性ガスをプロセスチャンバに導入する工程を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 13】

コーティング膜を付着する工程が、付着の間、プロセスチャンバの圧力およびガス流の一方または両方を制御することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

50

- 【請求項 14】  
コーティング膜を付着する工程が、コーティング材料をプロセスチャンバの少なくとも一カ所の内側表面にDCパルスを使用して加速する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 15】  
コーティング膜を付着する工程が、プラテンのまわりに配置された中空リングの貫通穴を通して、コーティング材料を注入する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 16】  
さらにコーティング膜の付着の後に、プロセスチャンバをクリーニングする工程を含む、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 17】 10  
基板へのプラズマイオン注入のための方法であって、  
プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意する工程と、  
プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着する工程と、  
プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行う工程と、  
を含む方法。
- 【請求項 18】 20  
コーティング膜が、プラズマイオン注入の間、基板の表面の組成物と同様の組成物を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 19】  
コーティング膜を付着する工程が、B、P、AsおよびSbからなるグループから選択されるドーパントの材料を含むコーティング膜を付着する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 20】  
コーティング膜を付着する工程がフッ素を含む前駆体のガスおよびシリコンを含む前駆体のガスをプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 21】 30  
コーティング膜が二層以上である、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 22】  
コーティング膜を付着する工程が、基板の材料を含む膜を付着する工程と、それに続くドーパントの材料を含む膜を付着する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 23】  
ドーパントの材料を含むコーティング膜を付着する工程が、水酸化物のドーパント前駆体をプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 24】  
ドーパントの材料を含むコーティング膜を付着する工程が、ハロゲン化物のドーパント前駆体をプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 25】 40  
ドーパントの材料を含むコーティング膜を付着する工程が、ドーパント前駆体および不活性ガスをプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 26】  
ドーパントの材料を含むコーティング膜を付着する工程が、ドーパント前駆体および反応性ガスをプロセスチャンバに導入する工程を含む、請求項 17 に記載の方法。
- 【請求項 27】  
ドーパント前駆体および反応性ガスを導入する工程がドーパント前駆体および反応性ガスをプロセスチャンバに一つのノズルを通して流すことを含む、請求項 26 に記載の方法。
- 【請求項 28】 50

ドーパント前駆体および反応性ガスを導入する工程がドーパント前駆体および反応性ガスをプロセスチャンバに異なるノズルを通して流すことを含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 29】

ドーパント前駆体および反応性ガスを導入する工程がドーパント前駆体および反応性ガスの流れをプロセスチャンバ内のターゲット領域に向けることを含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 30】

基板へのプラズマイオン注入のための方法であって、

プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、プラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意する工程と、

プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティングガスでプロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程と、

プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行う工程と、を含む方法。

【請求項 31】

さらに、クリーニングガスをプラズマで活性化する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

さらに、クリーニングガスを熱的に活性化する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 33】

クリーニングガスが、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、Ar、He、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ およびこれらの組み合わせからなるグループから選択される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 34】

クリーニングガスが、プラズマイオン注入プロセスと適合するように選択される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 35】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、プロセスチャンバの内側表面に新しいコーティング膜を付着する前に実施される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 36】

フッ素を含むガスが、フッ素化ドーパントのプラズマイオン注入に続いて使用される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 37】

水酸化物を含むクリーニングガスが、フッ素の残留が望ましくない場合に使用される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 38】

$\text{NF}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、およびArの混合物を含むクリーニングガスが、 $\text{BF}_3$ を使用してホウ素のプラズマイオン注入の後に使用される、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 39】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、1 ミリトルから 10 トルの範囲で、プロセスチャンバ内の圧力を制御する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 40】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、100 ミリトルから 2 トルの範囲で、プロセスチャンバ内の圧力を制御する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 41】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、100 ワットから 5 キロワットの範囲のRFエネルギーにより生成されるプラズマでクリーニングガスを活性化する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 42】

10

20

30

40

50

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、DCパルスにより生成されるプラズマでクリーニングガスを活性化する工程を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項43】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、プロセスチャンバの一カ所以上の表面を加熱する工程を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項44】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、RFエネルギーおよびDCパルスの組み合わせにより生成されるプラズマでクリーニングガスを活性化する工程を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項45】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、クリーニングガスのイオンを加速するために、プロセスチャンバ内に電場を形成する工程を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項46】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、不活性ガスでプロセスチャンバの脱ガスを行う工程をさらに含む、請求項30に記載の方法。

【請求項47】

プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程が、不動態化ガスでプロセスチャンバの脱ガスを行う工程をさらに含む、請求項30に記載の方法。

【請求項48】

基板へのプラズマイオン注入の方法であって、  
プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意する工程と、

基板のプラズマイオン注入から生ずる付着膜の組成物に似た新しいコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着する工程と、

新しいコーティング膜の付着前に、一つ以上の活性化されたクリーニング前駆体を使用して古い膜を除去することにより、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする工程と、

プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行う工程と、  
プロセスチャンバの内側表面をクリーニングすること、および新しいコーティングに続いて一つ以上の基板に対してプラズマイオン注入を行うことの工程とを繰り返す工程と、  
を含む方法。

【請求項49】

プラズマイオン注入システムであって、  
プロセスチャンバと、  
該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源と、  
プロセスチャンバに基板を保持するプラテンと、  
プラズマから基板にイオンを加速する注入パルスを発生するパルス源と、  
プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティング膜  
をプロセスチャンバの内側表面に付着する手段と、  
を含むシステム。

【請求項50】

プラズマイオン注入システムであって、  
プロセスチャンバと、  
該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源と、  
プロセスチャンバに基板を保持するプラテンと、  
プラズマから基板にイオンを加速する注入パルスを発生するパルス源と、  
プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合する、ドーパントの材料を含むコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着する手段と、

10

20

30

40

50

を含むシステム。

【請求項 5 1】

プラズマイオン注入システムであって、  
プロセスチャンバと、  
該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源と、  
プロセスチャンバに基板を保持するプラテンと、  
プラズマから基板にイオンを加速する注入パルスが発生するパルス源と、  
プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合する、クリーニング  
ガスでプロセスチャンバの内側表面をクリーニングする手段と、  
を含むシステム。

10

【請求項 5 2】

プラズマイオン注入システムであって、  
プロセスチャンバと、  
該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源と、  
プロセスチャンバに基板を保持するプラテンと、  
プラズマから基板にイオンを加速する注入パルスが発生するパルス源と、  
基板のプラズマイオン注入から生ずる付着膜の組成物と適合する新しいコーティング膜  
をプロセスチャンバの内側表面に付着する手段と、  
一つ以上の活性化されたクリーニング前駆体を使用して古い膜を除去することにより、  
新しいコーティング膜を付着する前に、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングする  
手段と、  
を含むシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は基板のプラズマイオン注入のシステムおよび方法に関し、特に、プラズマイオン  
注入プロセスチャンバを調整する方法に関する。本調整方法はクリーニングプロセス、  
コーティングプロセス、または両方のプロセスを含むことができる。

【背景技術】

【0002】

イオン注入は半導体ウエハ中に導電率を変更する不純物を導入するための標準的技術で  
ある。従来のビームラインイオン注入装置において、所望の不純物材料がイオン源内でイ  
オン化され、該イオンは所定のエネルギーのイオンビームを形成するべく加速され、該イ  
オンビームはウエハの表面に向けられる。ビーム内の活性イオンは半導体材料のバルクに  
侵入し、所望の導電率領域を形成するべく半導体材料の結晶格子内に埋め込まれる。

30

【0003】

半導体産業界の開発の方向は、より小型のより高速なデバイスに向かっていることは周  
知のことである。特に、半導体デバイスの素子の横寸法および深さの両方が減少している  
。ドーパント材料の注入深さは、少なくとも部分的には、半導体ウエハ中に注入されるイ  
オンのエネルギーにより決定される。典型的に、ビームラインイオン注入装置は比較的  
高い注入エネルギーにおいて効率的に動作するように設計されており、浅い接合注入に必要  
な低エネルギーにおいて効率的に機能しない。

40

【0004】

プラズマドーピング装置は半導体ウエハ中に浅い接合を形成するために開発されたもの  
である。プラズマドーピング装置において、半導体ウエハは陰極として機能する導体プラ  
テン上に載置され、プラズマドーピングチャンバ内に配置される。所望のドーパント材料  
を含むイオン性処理ガスがチャンバ内に導入され、プラテンと陽極またはチャンバ壁との  
間に電圧パルスが印加されると、ウエハ付近にプラズマシースを有するプラズマが形成さ  
れる。印加されたパルスにより、プラズマ内のイオンはプラズマシースを横切ることがで  
き、ウエハ中に注入される。注入の深さはウエハと陽極との間に印加された電圧に関係す

50

る。プラズマドーピング装置は、非常に低い注入エネルギーを達成することが可能である。プラズマドーピング装置の例としては、特許文献1 (Shengによる1994年10月1日発行の米国特許第5,354,381号)、特許文献2 (Liebertらによる2000年2月1日発行の米国特許第6,020,592号)、および特許文献3 (Goeknerらによる2001年2月6日発行の米国特許第6,182,604号)に記載されたものがある。

【特許文献1】米国特許第5,354,381号明細書

【特許文献2】米国特許第6,020,592号明細書

【特許文献3】米国特許第6,182,604号明細書

【0005】

上記プラズマドーピング装置において、印加された電圧パルスはプラズマを生成し、プラズマからの正イオンをウエハ方向へ加速する。プラズマイオン装置として知られる他のタイプのプラズマ装置において、連続またはパルス化されたRFエネルギーにより連続またはパルス化されたプラズマが生成される。間欠的に、負の電圧パルス(RFパルスと同期化されてもよい)がプラテンに印加されると、プラズマ中の正イオンがウエハ方向へ加速される。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

基板プロセス処理システムのプロセスの制御がプロセスチャンバの状態に非常に敏感であることは知られている。良好なプロセスの繰り返し性をもつためには、プロセスチャンバは一定の条件で維持されるべきものである。しかし、基板のプロセス処理の間、プロセスチャンバはプラズマとの相互作用のためドリフトしてしまう。エッチングやスパッタリングにより基板から材料が除去され、または異なる動作条件の下で付着により材料が累積することになる。したがって、プロセスチャンバの状態は、繰り返し可能なプロセスを得るために制御されなければならない。チャンバの状態の制御に関連して解決すべき課題は、ウエハからウエハへと繰り返される注入の間で、チャンバを固定した状態に戻ること、メンテナンスおよび/またはチャンバクリーニングの後にチャンバ状態に戻すこと、異なるドーパントが使用されたとき、前のプロセス処理からの金属および/またはドーパントのような不所望の成分による注入されたウエハの汚染を制限することを含む。これらの成分は、プロセスチャンバのハードウエハの部分から生じ、注入の間、ウエハにもたらされる。

20

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様にしたがって、基板のプラズマイオン注入のための方法および装置が与えられる。本方法は、プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意し、プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着し、プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行うことを含む。

40

【0008】

本発明の第2の態様にしたがって、基板のプラズマイオン注入のための方法および装置が与えられる。本方法は、プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意し、プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するコーティング膜をプロセスチャンバの内側表面に付着し、プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行うことを含む、ここでコーティング膜の付着は、ドーパントの材料を含むコーティング膜を付着することである。コーティング膜は、プラズマイオン注入の間、基板の表面の組成物と似た組成物を含む。

50

## 【0009】

本発明の第3の態様にしたがって、基板のプラズマイオン注入のための方法および装置が与えられる。本方法は、プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意し、基板のプラズマイオン注入から生ずる付着膜の組成物に似た新しいコーティング膜を、新しいコーティング膜を形成する前にプロセスチャンバの内側表面に付着し、一つ以上の活性化されたクリーニング前駆体を使用して古い膜を除去することにより、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングし、プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行い、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングすること、および新しいコーティングに続いて一つ以上の基板に対してプラズマイオン注入を行うことの工程を繰り返すことを含む。

10

## 【0010】

本発明の第4の態様にしたがって、基板のプラズマイオン注入のための方法および装置が与えられる。本方法は、プロセスチャンバ、該プロセスチャンバにプラズマを形成する発生源、プロセスチャンバに基板を保持するプラテン、およびプラズマから基板にイオンを加速する電圧源を含むプラズマイオン注入システムを用意し、プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスと適合するクリーニングガスでもって、プロセスチャンバの内側表面をクリーニングし、プラズマイオン注入プロセスにしたがって基板へのプラズマイオン注入を行うことを含む。

## 【発明を実施するための最良の形態】

20

## 【0011】

本発明の実施に適したプラズマドーピング装置の例が図1に略示されている。プロセスチャンバ10は密閉空間12を画成する。チャンバ10内に配置されたプラテン14は半導体ウエハ20のような基板を保持するための表面を与える。ウエハ20は、たとえば、プラテン14の平坦面に対しその周縁がクランプされてもよく、静電的にクランプされてもよい。ひとつの実施例において、プラテンはウエハ20を支持するための電氣的に導体となる表面を有する。他の実施例において、プラテンはウエハ20と接触するための導体ピン(図示せず)を含む。さらに、ウエハ20およびプラテン14はウエハ/基板の温度を制御するために、加熱/冷却システムを備える。

## 【0012】

30

陽極24がプラテン14から空間をあけてチャンバ10内に配置される。陽極24はプラテン14に対して垂直の矢印26の方向に移動可能である。典型的に、陽極はチャンバ10の電氣的に導電性をもつ壁に結合され、両者は接地される。他の構成において、陽極24およびプラテン14の両方がアースに対してバイアスされてもよい。

## 【0013】

ウエハ20(プラテン14を介して)および陽極24は高電圧パルス源30に接続され、その結果ウエハ20は陰極として機能する。典型的にパルス源30は、振幅が約20から20000ボルトの範囲で、間隔が約1から200ミリ秒で、パルス周期が約100Hzから20kHzのパルスを与える。これらのパルスパラメータ値は例として与えられるものであり、発明の態様の範囲内で他の値が使用され得ることが理解されよう。

40

## 【0014】

チャンバ10の密閉空間12は制御可能バルブ32を通じて真空ポンプ34に結合されている。プロセスガス源36は質量流量制御器38を介してチャンバ10と結合されている。チャンバ10内に配置された圧力センサー48はチャンバ圧力を示す信号を制御器48に与える。制御器46は感知したチャンバ圧力を所望の圧力入力と比較し、制御信号をバルブ32または質量流量制御器38に与える。制御信号は、チャンバ圧力と所望の圧力との間の差を最小にするようにバルブ32または質量流量制御器38を制御する。真空ポンプ34、バルブ32、圧力センサー48および制御器46は閉ループ圧力制御システムを構成する。典型的に、圧力は約1ミリトルから約500ミリトルの範囲で制御されるが、この範囲に限定されない。ガス源36は被処理体に注入するための所望のドーパントを

50

含むイオン性ガスを供給する。イオン性ガスの例として、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{AsH}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PF}_3$ 、 $\text{AsF}_5$ および $\text{Xe}$ が含まれる。質量流量制御器38はチャンバ10に供給されるガス流量を調節する。図1に示された構成は、一定のガス流量および一定圧力の処理ガスの連続流を与える。圧力およびガス流量は反復可能な結果を与えるよう好適に調整される。これに代えて、他の実施例では、ガス流が制御器により制御さえるバルブを使用して調節される一方で、バルブ32は一定位置に保持されてよい。このような構成は上流圧力制御として参照される。

#### 【0015】

プラズマドーピング装置は、中空陰極パルス源56に接続された中空陰極54を含んでもよい。ひとつの実施例において、中空陰極54は陽極24とプラテン14との間の空間を包囲する導体中空シリンダから成る。中空陰極は非常に低いイオンエネルギーが要求される応用において使用される。特に、中空陰極パルス源56はチャンバ12内にプラズマを形成するのに十分なパルス電圧を与え、パルス源30は所望の注入電圧を確立する。中空陰極の使用に関する詳細は、ここに参考文献として組み込む特許文献3(米国特許第6,182,604号明細書)に記載されている。

10

#### 【0016】

ウエハ20内に注入されイオンドーズ量を測定するために、ひとつまたはそれ以上のファラデーカップがプラテン14に隣接配置されている。図1の実施例において、ファラデーカップ50、52等はウエハ20の周囲に等間隔に配置されている。各ファラデーカップはプラズマ40に対向する入口60を有する導体エンクロージャから成る。各ファラデーカップは実際のウエハ20付近に配置され、プラズマ40からプラテン14方向へ加速された正イオンのサンプルを捕らえる。他の実施例において、環状のファラデーカップがウエハ20およびプラテン14の周りに配置される。

20

#### 【0017】

ファラデーカップはドーズプロセッサ70または他のドーズモニター回路に電氣的に接続されている。入口60を通過して各ファラデーカップに進入した正イオンは、ファラデーカップに接続された電気回路内にイオン電流を表す電流を生成する。ドーズプロセッサ70はイオンドーズ量を決定するべく該電流を処理する。

#### 【0018】

プラズマドーピング装置はプラテン14を包囲するガードリング66を含む。ガードリング66はウエハ20のエッジ付近の注入イオン分布の均一性を改善するようバイアスされてもよい。ファラデーカップ50、52はウエハ20およびプラテン14の周辺付近のガードリング66内に配置される。

30

#### 【0019】

動作中、ウエハ20はプラテン14上に配置されている。圧力制御装置、質量流量制御装置38およびガス源36はチャンバ10内に所望の圧力およびガス流量を生成する。例として、チャンバ10には10ミリの圧力で $\text{BF}_3$ ガスが導入される。パルス源30はウエハ20に一連の高電圧パルスを印加し、それによりウエハ20と陽極24との間のプラズマ放電領域48にプラズマ40が形成される。周知技術として、プラズマ40はガス源36からのイオン性ガスの正イオンを含む。プラズマ40はウエハ20の表面付近にプラズマシース42を有する。高電圧パルス中に陽極24とプラテン14との間に存在する電場は、プラズマシース42を横切ってプラズマ40からプラテン14方向へ正イオンを加速する。加速されたイオンは不純物材料の領域を形成するべくウエハ20内に注入される。パルス電圧はウエハ20内の所望の深さまで正イオンを注入するよう選択される。パルスの数およびパルス間隔はウエハ20内に所望のドーズ量の不純物材料を与えるよう選択される。パルス毎の電流は、パルス電圧、ガス圧力およびガス種、ならびに電極の可変位置の関数である。たとえば、陽極-陰極間隔は、異なる電圧ごとに調節されてもよい。

40

#### 【0020】

本発明の実施例にしたがったプロセスチャンバの高レベルフローチャートが図2に示されている。本方法は、クリーニングプロセス100において、プロセスチャンバ10の内

50

側表面をインサイチュでクリーニングする方法およびコーティングプロセス110において、プロセスチャンバ10の内側表面をインサイチュでコーティングする方法を含む。プロセスチャンバ調整方法の後には、プラズマイオン注入プロセス120において、n個の基板のプラズマ注入が続く。クリーニングおよびコーティングプロセスは繰り返される。クリーニングプロセスは図3に関連して詳説され、コーティングプロセスは図4に関連して詳説される。

#### 【0021】

プロセスチャンバ調整方法は、連続して実行される主要な二つのプロセスを含み、一方はインサイチュプラズマクリーニングプロセスであり、他方はプラズマイオン注入プロセスのためチャンバを調整するインサイチュコーティング工程である。プロセスは前のプロセスからの古い膜、材料を除去するためにプロセスチャンバの内側表面をクリーニングすること、およびプラズマイオン注入の間に付着したフィルムと同様の組成物の新しいコーティングを付着することを含む。プロセスの適切な組み合わせおよび順番により、一つのプラズマイオン注入システムで、種々のドーパントで基板にプラズマイオン注入を汚染無く行うことができる。クリーニングプロセスはプロセスチャンバから不要な材料を除去するのに対して、コーティングプロセスは基板に繰り返して処理を行うものである。チャンバ調整方法は、同じプラズマイオン注入チャンバで、種々のドーパントの注入のプロセスに関して柔軟性を与える。インサイチュのチャンバ調整方法は実質的に、ひとつのプロセスチャンバで、基板への繰り返し可能な処理を行うのに必要なメンテナンスおよびチャンバ調整のための休止時間を減少させる。さらに、チャンバ調整方法は、周期的にプロセスチャンバをクリーニングし、基板への処理の間、チャンバの一部に過度の形成されたものを除去するために使用することができる。プロセスを繰り返すために、機械のスルー putt および利用時間を最大にするために、最適な時間間隔でクリーニングおよびコーティングされる。

10

20

#### 【0022】

インサイチュクリーニングプロセスは、真空ポンプにより除去することができる揮発性物質を形成するために、ガスによりまたは起動したとき熱的にまたはプラズマにより真空チャンバ内のドーパント付着物と反応するクリーニングガスまたは混合を使用することにより実行される。反応性ガスには、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、Ar、He、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 等の単独のガス、またはこれらの組み合わせのガスがある。フッ素を含む化学物質（活性種がフッ素ラジカルもしくはイオン、またはフッ素分子）は、フッ素化合物ドーパントを使用してチャンバをより適したものにすることができると共に、水素を含むクリーニングガスは、フッ素が残ることが望ましくない場合に、より適したものとなる。

30

#### 【0023】

典型的な実施では、クリーニングプロセスにより除去される膜には、基板のプラズマイオン注入の間、プロセスチャンバで付着が行われる基板（たとえば、Si、Ge、Ga、Asなど）では、ドーパントの材料（たとえば、B、P、Asなど）が主なものである。これらのドーパントの材料は、プロセスが他のドーパントまたは基板に対するものに切り替わるときに、汚染源として作用する。除去すべき膜には、ウエハに使用されるフォトレジストから生ずる、炭素を含むドーパントもある。クリーニングガスは、除去されるべき物質の組成物により決定され、その結果活性クリーニングガスは、望ましくない材料と反応して揮発性種を形成する。たとえば、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{O}_2$  および Ar を含む材料が、 $\text{BF}_3$  ガスを使用したホウ素のドーピングプロセスの後、プロセスチャンバをクリーニングするために使用してもよい。クリーニングガス混合物の組成物は、最適なクリーニング回数およびクリーニングの一樣性に関して選択される。

40

#### 【0024】

クリーニングガスは、分離したガスポートまたはひとつの共通ガスポートを通してプロセスチャンバに導入され、ガス混合物を活性化し、プラズマを形成するために、RF電力および/またはDCパルスバイアスをプラテンに適用することにより活性クリーニングが形成される。活性種の濃度は、適用されるRF電力またはDCパルスバイアス、およびチャンバ内

50

の動作圧力により決定される。その圧力は、キャパシタンス圧力計を有するフィードバック制御回路をもつ可変伝導性ゲートまたはスロットルバルブを使用して制御され、ガス流量は質量流制御器により固定される。圧力は約1ミリトルから10トルの範囲で、典型的には約100ミリトルから2トルの範囲である。これに代えて、圧力は上流圧制御器を使用して制御されてよく、ガスラインの一つは、他のガスの比例流量を制御することができる流量計をもつ。RF電力は約100ワットから5キロワットの範囲で、典型的には約2キロワットである。プラズマはまた、プラテンまたはチャンバの壁部にパルス化されたDCバイアスを適用することにより開始し、そして維持される。他のアプローチでは、RFおよびDEバイアスがプラズマを開始し、維持するために、同時に使用される。クリーニング動作は、クリーニングされるべき基板に熱エネルギーを与えることにより、またはクリーニングされるべき表面とプラズマとの間の電場を通る衝突種のエネルギーを変化させることができる。このことは基板の表面への大きなDCパルスバイアスにより、容量性結合を介して、RFアンテナへの高い電圧により実施される。

10

**【0025】**

付着物がクリーニングの材料の作用によりチャンバから除去された後、ガスはプロセスチャンバから排出される。プロセスチャンバは、そのプロセスチャンバから不所望な要素の残余の痕跡を除去するために、アルゴンまたはヘリウムのような不活性ガス、または水素のような不動態化ガスを流すことにより脱ガスされてもよい。脱ガス工程は、基板から残余のクリーニングガスを掃気することを高めるため、またさらなるプロセス処理に対してチャンバを調整するためにプラズマを使用することができる。

20

**【0026】**

本発明にしたがったクリーニングプロセス100のフローチャートが図3に示されている。工程200で、クリーニングガスまたはクリーニングガスの混合ガスがプロセスチャンバに導入される。クリーニングガス(混合ガス)は、プロセスチャンバで、前に実施されたプロセス、およびプロセスチャンバの表面に付着したコーティング膜に基づいて選択される。工程202で、プロセスチャンバの圧力は、所望の圧力に、典型的には約1ミリトルから10トルの範囲に制御される。ガス流量もまた制御される。工程204で、ガスクリーニングガスまたはクリーニングガスの混合はプロセスチャンバにおいて活性化される。活性化はRFエネルギー、DCパルスまたは両者を使用して、プロセスチャンバで開始され、維持される。活性化はまたプロセスチャンバを加熱することにより、または加熱とともにプラズマによりなされる。工程206では、プロセスチャンバは、クリーニングプロセスを高めるために、任意であるが加熱されてもよい。加熱はプラズマとともに、またはプラズマなしで実施されてもよい。工程208では、プロセスチャンバの所望のクリーニングは実施される。クリーニングプロセスは選択した時間の間実施されてもよく、または終点検出技術を使用して終了してもよい。工程210では、クリーニングガスまたはクリーニングガスの混合、およびクリーニングプロセスの揮発性生成物は、プロセスチャンバから排出される。工程212では、プロセスチャンバは、アルゴンまたはヘリウムのような不活性ガスにより、または水素のような不動態化ガスにより脱ガスされてもよい。熱および/または化学的効果は不動態化のために使用されてもよい。

30

**【0027】**

コーティングプロセスは、連続的なプロセスの構成工程として、またはプロセスチャンバの調整として、プロセスチャンバの内側表面に付着層をコーティングすることに関する。コーティングはウエハからウエハへの繰り返し性について改良し、プラズマイオン注入の間に生ずる金属または他の膜の汚染を減少させる。さらに、コーティングは、メンテナンスの後、またはインサイチュプラズマクリーニングでプロセスチャンバの再利用を促進する。インサイチュコーティングはシリコンのような、注入されるべき基板の材料、またはドーパントの材料と基板の材料の混合物(この場合は、このドーパントは基板に注入されるドーパントに対応する)を含む。コーティングの特定の例は、ホウ素を含むシリコンで、この場合、コーティングは、ホウ素の前駆体ガスとシリコンの前駆体ガスとの混合物を使用して付着される。他のコーティングは、第一の膜が基板の材料で、第二の膜がドー

40

50

パントの材料となる積層された膜を含む。積層膜の利点は、下地の層をクリーニングプロセスの終了を決定する層として、および/またはクリーニングプロセスに対する停止膜として利用できることである。

**【0028】**

チャンバコーティングプロセスは、基板材料（シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素、窒化ガリウム、サファイアなど）のような良性の材料でインサイチュコーティングにより、システムの休止時間を限定し、ウエハの汚染の危険性を制限する。コーティング膜は、プラズマの露出が各プロセスの実行中に同じチャンバ条件でなされることから、プロセスの安定性を改良する。さらに、コーティング膜は実質的に、良性の材料で汚染源を覆い、プラズマの露出に対してハードウエハの要素を保護し、プロセスウエハの汚染を減少させる。コーティング膜はまた、プロセスチャンバ内でガス放出され材料または吸着した成分が、プラズマイオン注入の間に放出されることを防止する。コーティングプロセスは、メンテナンスまたはクリーニングプロセスの後に必要とされる調整時間を減少させる。

10

**【0029】**

シリコンコーティング膜がプロセスチャンバの内側表面に付着する実施例では、シリコンを含む前駆体がチャンバに導入される。プラズマが、プロセスチャンバの露出した表面に、シリコンを含むコーティング膜を付着するために、シリコンを含む前駆体を分化するために利用される。シリコンを含む前駆体は、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ または $\text{SiCl}_4$ のようなガスであってもよく、またはトリメチルシアン（TMS）またはトリエチルシラン（TES）のような有機シリコン前駆体（ヘリウム、ネオン、アルゴンまたはキセノンのような不活性ガスとともに導入される。）であってもよい。シリコン材料の付着物は、シリコンを含むコーティング膜の組成物を制御するために、不活性または反応性ガスを付加することにより、さらに制御され得る。反応性ガスには、水素、酸素、窒素、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{AsF}_5$ 、 $\text{PF}_5$ 、 $\text{PF}_3$ またはヒ素がある、シリコンを含む材料のドーパされたまたはドーパされないコーティング膜が形成される。このアプローチは、適切な基板の材料を含む、異なる前駆体ガスを使用して、他の基板に対しても利用できる。たとえば、 $\text{GeH}_4$ または $\text{GeF}_4$ がGeまたはSi-Ge基板を処理するために使用される。

20

**【0030】**

所望のコーティング種を含むガスまたは混合したガスが、プロセスチャンバに挿入され、プラズマの生成が開始する。プラズマは、所望のコーティング膜厚を形成するために十分な時間、生ずる。コーティング膜は、約1 - 10ミクロンの厚さであるが、この厚さに限定されない。コーティング膜厚は、プロセスチャンバに配置された標準的な薄膜付着モニターを使用してモニターされてもよい。コーティング膜厚は、コーティング膜の連続した浸食をモニターするために、さらにプロセスチャンバの再度のコーティングの必要性のために適所に残しておいてもよい。このことは、クリーニングプロセスの後、または実施されている連続したプロセスの間で必要なコーティングプロセスの後に必要なコーティングの膜厚を決定する際に利点がある。

30

**【0031】**

プロセスチャンバが、プロセスの間の切り替えにより異なるドーパントを基板にプラズマイオン注入するために使用されるとき、プロセスチャンバは不所望なドーパントの痕跡を除去し、クロス汚染の危険性をなくすためにクリーニングを必要とする。チャンバのクリーニングは、装置を中止させるメンテナンス手順となるものである。プロセスチャンバの内側表面に注入されるべき新しいドーパントを含むコーティング膜を付着することにより、チャンバは重大な中止時間を発生させることなく調整することができる。コーティング膜は、プロセス状況で晒されてもよく、ドーパント膜として付着されてもよく、または化学的なエッチングおよび/または物理的なスパッタリングにより他の原子源のように作用するものとなってもよい。原子が処理の間コーティング膜から除去される場合、これら原子は、プロセスの混合ガスから除去されるか、プロセスに対して良性のものであるべきものである。この理由から、コーティング膜は工程に、プロセスの間、基板の表面の組成物と近似した組成物をもつことである。したがって、コーティング膜は、基板の材料およ

40

50

びドーパントの材料を含んでもよい。コーティング膜は一層または異なる膜では異なる組成物をもつ積層されたものでもよい。

#### 【0032】

典型的な実施において、コーティング層は基板材料としてシリコン、ドーパント材料としてホウ素、リン、またはヒ素を含む。二種類の材料は、コーティング膜の付着をもたらす条件のもとで、前駆体のインサイチュ分解により与えられる。生じたコーティング膜または膜の積層の組成物は、二種類の前駆体の相対的な比を操作することにより制御することができる。典型的なシリコン前駆体は、シラン ( $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ )、TM S、TESなどのような有機シラン、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ などのようなハロシラン (halosilane) を含む一方、ドーパント前駆体は、水酸化物 ( $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{AsH}_3$  など) またはハロゲン化物 (10  $\text{BF}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{PF}_3$ 、 $\text{AsF}_5$  など) である。コーティングプロセスはまた、コーティング膜の組成物を制御するために、不活性ガス (ヘリウム、アロゴン、キセノン)、または反応性ガス ( $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2$  など) を利用する。

#### 【0033】

コーティング膜の組成物が選択されると、コーティング前駆体は所定の比で、プロセスチャンバに導入され、チャンバの圧力は設定値へと制御され、プラズマはコーティング前駆体を破壊するために所定の電力で開始する。これに代えて、プロセスチャンバまたはプロセスチャンバの特定の部分 (コーティングが必要な部分) は膜の付着を可能にするように加熱される。付着の表面の温度の制御は必要でなく、この点は利点である。コーティング前駆体は一つのポートまたは個々のポートを通してチャンバへと向けられ、その流れは (20 プロセスチャンバで所定のコーティングプロファイルを容易にもつように、特定のターゲット領域へノズルでもって向けられてもよい。コーティングプロセスは、所望のコーティング膜厚が達成されるまで、続けられる。コーティング膜厚は、プロセスチャンバに配置された標準的な薄膜付着モニターを使用してモニターされてもよい。膜の積層は、異なるコーティング前駆体組成物でもって手順を繰り返すことにより形成される。最終の膜 (プロセス混合物に晒される) は典型的に、プロセスで使用されるドーパントを主に含む。コーティングプロセスに対して、コーティング前駆体のイオン衝撃エネルギーのさらなる制御 (コーティング膜の密度、接着特性を順に制御する) を行うためにプラテンおよび/またはチャンバの部分に対してDCパルスバイアスを使用することには利点がある。

#### 【0034】

本発明のしたがったコーティングプロセス110のフローチャートが図4に示されている。工程300で、コーティング前駆体ガスまたはガスの混合物がプロセスチャンバに導入される。上述の通り、コーティング前駆体は単独でまたは不活性ガス、反応性ガス、または両者とともに導入される。コーティング前駆体ガスは、プロセスチャンバで実施されるプラズマイオン注入プロセスに基づいて選択される。コーティング前駆体ガスは、基板材料、ドーパント材料、または両者を含む。工程302で、プロセスチャンバ内の圧力およびガス流は所望のレベルで制御される。工程305で、プロセスチャンバの内側表面または選択された内側表面がコーティングプロセスを促進するために任意ではあるが加熱されてもよい。加熱は、加熱素子および/またはプラズマでもって行われる。工程308で、コーティング膜厚はモニターされる。コーティング膜が所望の厚さに達成したとき、 (40 コーティングプロセスは終了し、または異なる組成をもつコーティング膜が最初のコーティング膜にわたって付着されてもよい。工程312で、所定のコーティング積層膜が完成していないときにはプロセスは工程300に戻る。このプロセスは異なる組成物をもつ一つ以上の膜を含む所定の積層膜を得るために繰り返される。

#### 【0035】

プラズマイオン注入プロセスチャンバの略示図が図5に示されている。図1および図5において同様の要素には同じ符号が付されている。図5の実施例では、プラズマがRF源 (図示せず) に接続したRFコイル314により開始し、維持される。図示のとおり、プロセスガスはチャンバの上部のポートを通してプロセスチャンバ10に導入される。クリーニングプロセスの間、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{O}_2$  のようなクリーニングガス、希釈剤がチャンバの上部にある (50

ポートを通して導入される。中空リング 310 がプラテン 14 を取り囲み、コーティング前駆体をプロセスチャンバ 10 に導入するために使用される。中空リング 310 には、コーティング前駆体ガスを所定の方向に受け取ることができるように穴のパターンが定められている。図 5 の実施例では、中空リング 310 はコーティング前駆体をプロセスチャンバ 10 の上方部分へと向け、プラテン 14 から離れるようにする穴を備える。この構成は付着をプラテン 14 に限定するものである。ダミーウエハ 320 がプラテン 14 のコーティングに限定するために利用することができる。中空リング 310 は例示であり、本発明の範囲を限定するものではない。コーティング前駆体をプロセスチャンバに導入するいかなる構成も利用することができる。同様の構成が、プラズマがプラテンおよび/またはチャンバ要素への DC バイアスで開始し、維持される DC パルス化プラズマ注入システムに対しても使用することができる。

10

【0036】

明細書および図面に記載された実施例のさまざまな変更、修正が本発明の思想および態様の範囲内で可能である。したがって、上記のすべての事項は例示に過ぎず発明を限定するものではない。発明は特許請求の範囲の記載によってのみ制限される。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】 図 1 は、パルス DC プラズマイオン注入システムの略示ブロック図である。

【図 2】 図 2 は、本発明にしたがったプロセスチャンバ調整方法の高レベルフローチャートである。

20

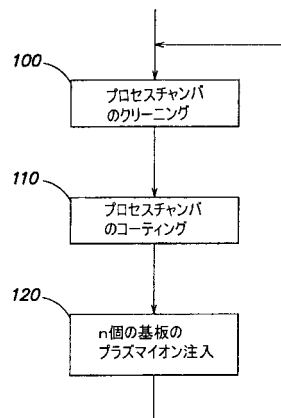
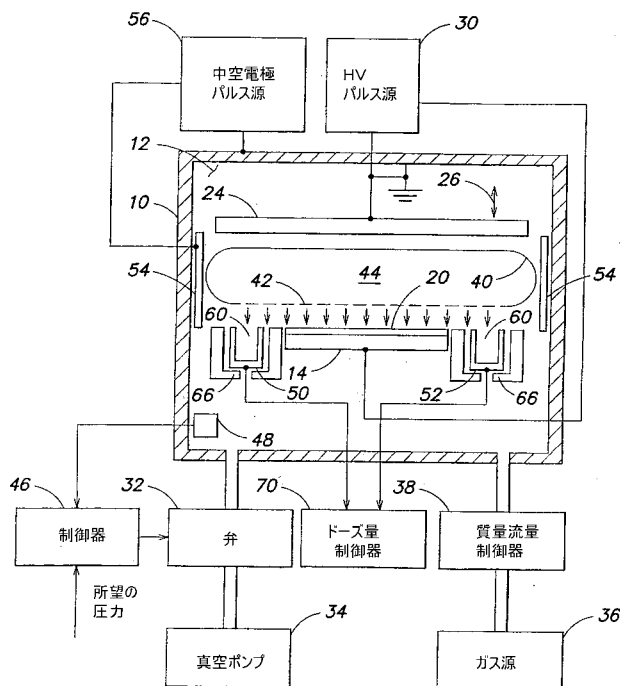
【図 3】 図 3 は、図 2 のクリーニングプロセスの実施例のフローチャートである。

【図 4】 図 4 は、図 2 のコーティングプロセスの実施例のフローチャートである。

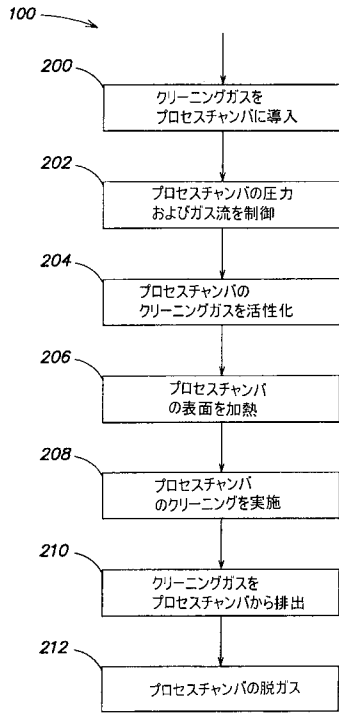
【図 5】 図 5 は、RF に基づくプラズマイオン注入チャンバの略示ブロック図で、本発明の実施例にしたがってプロセスチャンバにクリーニングガスおよびコーティング前駆体ガスを導入する技術を図示する。

【図 1】

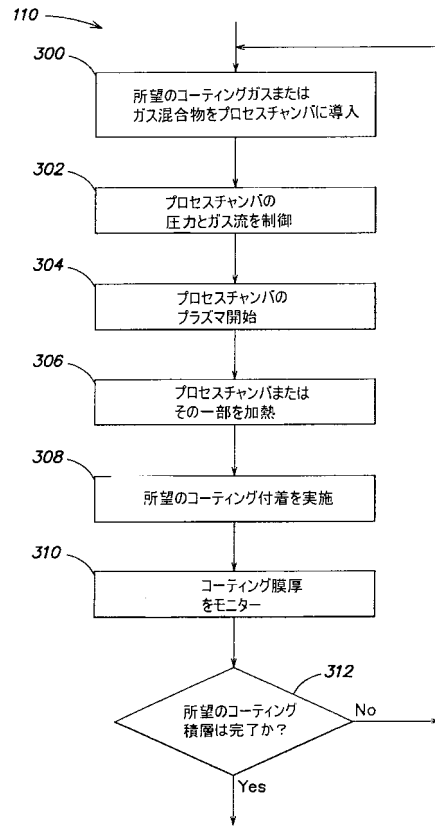
【図 2】



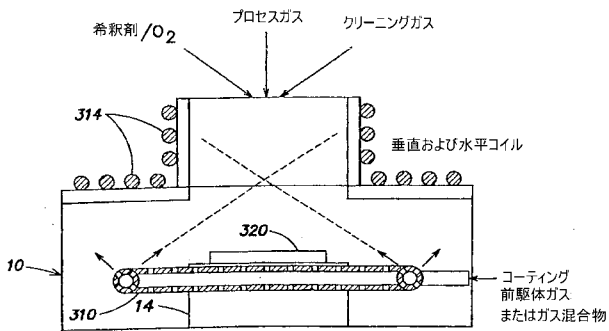
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/US2005/017699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01J37/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 217 724 B1 (CHU PAUL K ET AL) 17 April 2001 (2001-04-17)  column 5, line 31 - column 7, line 8 figure 2	1-5,7, 13,14, 16,49
Y		6,8-12, 15
X	US 2004/045507 A1 (OKUMURA TOMOHIRO ET AL) 11 March 2004 (2004-03-11) paragraph [0025] - paragraph [0026] paragraph [0051] - paragraph [0052] figure 1  ----- -/-	17-19, 22,50
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  7 September 2005		Date of mailing of the international search report  12 JAN. 2006
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Aguilar, M.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2005/017699**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-29, 49, 50

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2005/017699

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-29, 49, 50

Closest prior art: plasma ion implantation of a substrate in a chamber having a protective coating in its interior surfaces

Special technical feature: particular deposition of the protective coating

Problem solved by this special technical feature: having internal surfaces with a composition similar to the substrate to be coated

---

2. claims: 30-48, 51, 52

Closest prior art: plasma ion implantation of a substrate

Special technical feature : cleaning interior surfaces of the process chamber

Problem solved by this special technical feature: eliminating contamination from internal surfaces

---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/US2005/017699

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/211735 A1 (ROSSMAN KENT) 13 November 2003 (2003-11-13) paragraph [0022] - paragraph [0028] paragraph [0049] - paragraph [0051] figure 7B -----	6,8-12, 15
A	US 2003/068444 A1 (MING-HWA YOO ET AL) 10 April 2003 (2003-04-10) paragraph [0035] - paragraph [0045] -----	6,8-12, 15
A	US 2002/094378 A1 (O'DONNELL ROBERT J ET AL) 18 July 2002 (2002-07-18) paragraph [0020] - paragraph [0031] -----	17-29

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/US2005/017699

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6217724	B1	17-04-2001	NONE
US 2004045507	A1	11-03-2004	JP 2004047695 A 12-02-2004
US 2003211735	A1	13-11-2003	US 2002163637 A1 07-11-2002 US 2002146512 A1 10-10-2002
US 2003068444	A1	10-04-2003	US 6479098 B1 12-11-2002
US 2002094378	A1	18-07-2002	CN 1488008 A 07-04-2004 EP 1354072 A1 22-10-2003 JP 2004517481 T 10-06-2004 TW 514989 B 21-12-2002 WO 02053794 A1 11-07-2002

## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 グプタ、アチュル

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 9 1 5、バーヴァリー、アーベラ・ドライブ 4

(72) 発明者 パーシング、ハロルド・エム

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 9 6 6、ロックポート、ナンバー4、グラナイト・ストリート 1 0 1

(72) 発明者 ワルター、スティーブン・アール

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 1 0、アンドーバー、モートン・ストリート 8 3

(72) 発明者 テストニ、アン・エル

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 7 4 0、ボルトン、マウント・ワチュセット・レーン 8  
Fターム(参考) 4K029 BD01 CA10 DA01 DA09 DE00