

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-207708

(P2004-207708A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/205
B 6 5 G 49/00
B 6 5 G 49/06
B 6 5 G 49/07
C 2 3 C 16/513

H 0 1 L 21/205
B 6 5 G 49/00
B 6 5 G 49/06
B 6 5 G 49/07
C 2 3 C 16/513

A
Z
J

4 K 0 3 0
5 F 0 0 4
5 F 0 3 1
5 F 0 4 5
5 F 1 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-411169 (P2003-411169)
(22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)
(31) 優先権主張番号 特願2002-358782 (P2002-358782)
(32) 優先日 平成14年12月10日 (2002.12.10)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地
(72) 発明者 山崎 舜平
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 荒井 康行
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 渡辺 康子
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
Fターム(参考) 4K030 FA01 JA09 JA17 JA18 KA17
LA11

最終頁に続く

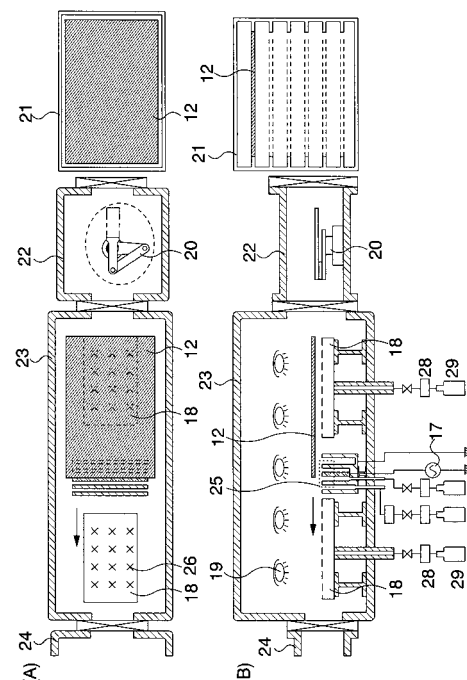
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法、並びに薄膜トランジスタの作製方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、プラズマと被処理物との距離の精密な制御を可能とし、厚さが薄く大型化した基板の搬送を容易にしたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間（一対の電極間）にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有するプラズマ処理装置を提供する。そして、前記第1及び前記第2の電極と、前記被処理物との相対位置を移動して、前記被処理物又は前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜（形成）を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記第 1 及び前記第 2 の電極と、前記被処理物との相対位置を移動して、前記被処理物にエッチング処理、アッシング処理、又は薄膜の形成を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。 10

【請求項 2】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記第 1 及び前記第 2 の電極を用いて、部品のクリーニング処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。 20

【請求項 3】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記第 1 及び前記第 2 の電極と、前記被処理物との相対位置を移動して、前記被処理物にエッチング処理、アッシング処理、又は薄膜の形成を行い、

前記第 1 の電極は、前記第 2 の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とするプラズマ処理装置。 30

【請求項 4】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記第 1 及び前記第 2 の電極を用いて、部品のクリーニング処理を行い、

前記第 1 の電極は、前記第 2 の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とするプラズマ処理装置。 40

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記搬送用ガスの吹き付けと吸引を同時に行うことにより、前記被処理物と前記第 1 及び前記第 2 の電極との距離を調整することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガス及び前記搬送用ガスを加熱する加熱手段を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記第 1 及び前記第 2 の電極は前記搬 50

送手段により外部と分離されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記被処理物は、ガラス基板、樹脂基板及び半導体基板から選択された一つであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、 Si_xH_y 、 $\text{Si}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$ の原料ガスと、水素、酸素、窒素のうちの一つと希ガスとの混合ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、 NF_3 、フロロカーボン、 SF_6 、 CO_x の原料ガスと、水素、酸素のうちの一つと希ガスとの混合ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置。 10

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、酸素と、水素、フロロカーボン、 NF_3 、 H_2O 、 CHF_3 のうちの一つであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 12】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入し、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、 20

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送し、

前記第 1 及び前記第 2 の電極と、前記被処理物との相対位置を移動して、前記被処理物にエッチング処理、アッシング処理、又は薄膜の形成を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 13】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入し、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送し、 30

前記第 1 及び前記第 2 の電極を用いて、部品のクリーニング処理を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 14】

絶縁表面を有する基板上にゲート電極を形成し、

前記基板上にゲート絶縁膜を形成し、

前記ゲート絶縁膜上に非晶質半導体を形成し、

前記非晶質半導体を結晶化して結晶質半導体を形成し、

前記結晶質半導体上に絶縁膜を形成する薄膜トランジスタの作製方法において、

大気圧又は大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入した状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加し、なお且つ前記第 1 及び前記第 2 の電極と前記基板の相対位置を移動して、前記ゲート電極、前記ゲート絶縁膜、前記非晶質半導体及び前記絶縁膜の形成を行うことを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。 40

【請求項 15】

絶縁表面を有する基板上にゲート電極を形成し、

前記基板上にゲート絶縁膜を形成し、

前記ゲート絶縁膜上に非晶質半導体を形成し、

前記非晶質半導体上に絶縁膜を形成する薄膜トランジスタの作製方法において、

大気圧又は大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入した状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加し、なお且つ前記第 1 及び前記第 2 50

の電極と前記基板の相対位置を移動して、前記ゲート電極、前記ゲート絶縁膜、前記非晶質半導体及び前記絶縁膜の形成を行うことを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜の成膜、エッチング、アッシング等のプラズマ処理を効率よく行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

10

【0002】

また本発明は、薄膜トランジスタの作製方法に関する。

【背景技術】

【0003】

絶縁体上に多結晶半導体により形成された半導体素子を用いて、画素や駆動回路を形成する技術は、小型化及び低消費電力化に大きく貢献するため、活発に開発が進められている。半導体素子の形成には、プラズマ装置が多くの場合に用いられるが、このプラズマ装置には、略々大気圧で動作し、ガス流によるプロセス空間等の隔離を行うことでロードロックが不必要のものがある（例えば、特許文献1参照。）。

20

【0004】

【特許文献1】特開2001-93871号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

生成されるプラズマと被処理物との距離の精密な制御は難しかった。また近年では軽量化及び作製工程の効率化に伴い、主な被処理物である基板の厚さは1～10ミリと薄くなり、また幅や長さが1m以上と大型化している。そのため基板の搬送が難しく、搬送の途中で基板にそりが生じたり、破損したりしていた。

【0006】

そこで本発明は、プラズマと被処理物との距離の精密な制御を可能とし、厚さが薄く大型化した基板の搬送を容易にしたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するために、本発明においては以下の手段を講じる。

【0008】

本発明のプラズマ処理装置は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間（一对の電極間）にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有する。そして、前記第1及び前記第2の電極間に発生する前記プラズマ、つまり、前記第1及び前記第2の電極と、前記被処理物との相対位置を移動して、前記被処理物又は前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜（形成）を行う。又は前記第1及び前記第2の電極間に発生する前記プラズマ、つまり、前記第1及び前記第2の電極を用いて部品のクリーニング処理を行う。また、プラズマ供給手段において、前記第1の電極は、前記第2の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とする。

40

【0009】

なお、プラズマCVD法による薄膜の成膜とは、被処理物の表面におけるガスを用いた化学反応を用いたものである。

50

【0010】

上記プラズマ処理装置においては、用いるガスを適宜変更することで、プラズマCVD法による被膜の成膜、エッチング処理、アッシング処理、又は部品のクリーニング処理のいずれかを行うことができる。

【0011】

本発明は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間（一对の電極間）にプロセス用ガスを導入し、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する。また前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物又は前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜（形成）、又は前記プラズマを用いて部品のクリーニング処理を行うことを特徴とする。

10

【0012】

本発明は、絶縁表面を有する基板上にゲート電極を形成するステップ、前記基板上にゲート絶縁膜を形成するステップ、前記ゲート絶縁膜上に非晶質半導体を形成するステップ、前記非晶質半導体を結晶化して結晶質半導体を形成するステップ、前記結晶質半導体上に絶縁膜を形成するステップを有する薄膜トランジスタの作製方法において、大気圧又は大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入した状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加し、なお且つ前記第1及び前記第2の電極と前記基板の相対位置を移動して、前記ゲート電極、前記ゲート絶縁膜、前記非晶質半導体及び前記絶縁膜の形成を行うことを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法を提供する。

20

【0013】

本発明は、絶縁表面を有する基板上にゲート電極を形成するステップ、前記基板上にゲート絶縁膜を形成するステップ、前記ゲート絶縁膜上に非晶質半導体を形成するステップ、前記非晶質半導体上に絶縁膜を形成するステップを有する薄膜トランジスタの作製方法において、大気圧又は大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入した状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加し、なお且つ前記第1及び前記第2の電極と前記基板の相対位置を移動して、前記ゲート電極、前記ゲート絶縁膜、前記非晶質半導体及び前記絶縁膜の形成を行うことを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法を提供する。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明は、加熱したガスを吹き付けることで被処理物を均一に加熱し、また前記ガスにより被処理物を水平かつ非接触状態で浮上させるとともに移動させて、効率よくプラズマ処理を行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。また、垂直方向と斜め方向に気体を噴射する気流制御手段により被処理物の全面を移動させ、かつ気流制御手段において被処理物に対し吹き付けと吸引を同時に行って被処理物の浮上高さを調整し、また被処理物の水平精度をガス流量で調整して被処理物の高さを精密に調整する。上記構成を有する本発明は、プラズマと被処理物の間の制御を容易に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0015】

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0016】

本実施の形態では、本発明のプラズマ処理装置について、図1～3、図6を用いて説明する。図1（A）は本発明に係るプラズマ処理装置の上面図であり、図1（B）は断面図である。図1（A）（B）において、カセット室21には、表面処理が行われるガラス基板、樹脂基板、半導体基板等の被処理物12がセットされる。被処理物12としては、大

50

型基板（例えば300mm×360mm）、通常基板（例えば127mm×127mm）問わず、所望のサイズの基板が用いられる。なおカセット室21にセットされる基板には、洗浄などの前処理をあらかじめ行っておくことが好ましい。

【0017】

22は搬送室であり、搬送機構20（例えばロボットアーム）により、カセット室21に配置された被処理物12を、プラズマ処理室23に搬送する。搬送室22に隣接するプラズマ処理室23には、防塵のために外気を遮断するように空気の流れをつくり、且つ被処理物12の搬送も行う気流制御手段18、加熱手段19及びプラズマ発生手段25が設けられる。加熱手段19は、ハロゲンランプ等の公知の加熱手段を用いればよく、被処理物12の下面から加熱する。気流制御手段18と、ガスの吹き出し口26は、ガス供給手段29から供給される不活性ガスなどの搬送用ガスを用いて気流の制御を行う。本発明のプラズマ処理装置は、大気圧又は大気圧近傍下で動作させるため、気流制御手段18により、プラズマ発生手段25付近の気流を制御することのみで、外部からの汚染や反応生成物の逆流を防止することができる。つまり、外界との分離はこの気流制御手段18のみで行うことも可能であり、プラズマ処理室23を完全に密閉する必要がない。また本発明は、減圧装置に必要である真空引きや大気開放の時間が必要なく、複雑な真空系を配置する必要がない。

10

【0018】

また、ガス供給手段29から供給されるガスは、加熱手段28により所望の温度（例えば50度～800度）に加熱され、この加熱されたガスを被処理物12に吹き付けることで、被処理物12を加熱する。加熱手段28は、気体を加熱できるものであれば、特に限定されず、公知のものをを用いればよい。本発明では、加熱されたガスを被処理物12の上面に吹き付けて加熱し、さらに、加熱手段19により被処理物12の下面を加熱する。このように、被処理物12の両面を加熱することで、当該被処理物12を均一に加熱する。また、ガス供給手段29から供給される搬送用ガスには、不活性ガスを用いればよい。

20

【0019】

プラズマ発生手段25は、第1の電極13及び第2の電極14により構成され、高周波電源17、排気系、ガス供給手段などに接続される（図2）。プラズマ処理室23において、所定の表面処理が終了した被処理物12は、搬送室24に搬送され、この搬送室24から別の処理室に搬送される。

30

【0020】

なお、第1の電極13及び第2の電極14の一方又は両方は、固体誘電体で覆うとよい。固体誘電体としては、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム及び二酸化チタン等の金属酸化物、ポリエチレンテレフタレート及びポリテトラフルオロエチレン等の有機物、酸化珪素、ガラス及びチタン酸バリウム等の酸化物等が挙げられる。固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよいが、厚みが0.05～4mmであることが好ましい。これは、放電プラズマを発生するのに高電圧を要するため、固体誘電体が薄すぎると、電圧印可時に絶縁破壊が起こって、アーク放電が発生してしまうからである。

【0021】

次いで、プラズマ発生手段25の詳細な構成について、図2の断面図を用いて説明する。図2における点線は、ガスの経路を示す。13、14はアルミニウム、銅、ステンレスなどの導電性を有する金属からなる電極であり、第1の電極13は電源（高周波電源）17に接続されている。なお第1の電極13には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けることによって、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第2の電極14は、第1の電極13の周囲を取り囲む形状を有し、電気的に接地されている。そして、第1の電極13と第2の電極14は、その先端にノズル状のガスの供給口を有する円筒状を有する。この第1の電極13と第2の電極14の両電極間の空間には、加熱手段28により加熱されたガスが供給される。そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源17により第1の電極13に高周波電圧（例えば10～500M

40

50

H₂) が印加されて、前記空間内にプラズマ 11 が発生する。このプラズマ 11 により生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物 12 の表面に向けて照射することによって、該被処理物 12 の表面における薄膜の形成や洗浄などの表面処理を行う。

【0022】

また図 2 中、27 はバルブ、28 は加熱手段、29～31 はガス供給手段、32 は排気ガス、33 はフィルタである。加熱手段 28 は、ガス供給手段 29～31 より供給されるガスを所望の温度（例えば 50～800 度）になるまで加熱する。なお、29 は搬送用ガスのガス供給手段、30 は精製ガスのガス供給手段、31 はプロセス用ガスのガス供給手段である。搬送用ガスは、不活性ガスなどの処理室内で行う表面処理に影響を及ぼすことがないガスを用いる。また、プロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。排気ガス 32 は、バルブ 27 を介して、フィルタ 28 に導入される。フィルタ 28 では、排気ガスに混入したゴミを除去する。そして、フィルタ 33 により精製されたガスは再び精製ガスのガス供給手段 30 に導入されて、再度プロセス用ガスとして用いられる。

10

【0023】

また上述したように、気流制御手段 18 から斜め方向と垂直方向に吹き付けられるガスと両電極間の空間からのガスにより、被処理物 12 は、水平に浮上して、非接触状態で進行方向に搬送される。電極付近では、ガスは上向きに吹き出し、このガスにより被処理物 12 は浮上する。また気流制御手段 18 付近では、ガスの吹き付けとガスの吸引を同時に行って、被処理物 12 が浮上する高さを制御する。さらに、バルブ 27 を用いて、被処理物 12 の水平精度をガスの流量により調整し、被処理物 12 と第 1 及び第 2 の電極 13、14 との距離を精密に調整する。本構成により、搬送が困難である大型で薄い被処理物 12 に対しても、歪んだり、そりが生じたり、最悪の場合割れたりする事態を防止する。

20

【0024】

また、上記の図 1、2 とは異なり、複数のプラズマ発生手段を進行方向に順に配置することで、被処理物 12 に複数の表面処理を連続的に進めてもよい。例えば、図 3 に示すように、複数のプラズマ発生手段 25A～25C を順に配置し、被処理物 12 を進行方向に搬送することで、複数の表面処理を連続的に進める。これは、本発明のプラズマ処理装置が、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で動作するものであるため、各表面処理を行う処理室を別々に設ける必要はなく、気流制御手段 18 を設けることだけで、外部からの汚染を防止することができることによる。また、本発明では、プラズマ発生手段 25 を固定しておいて、気体を制御する気流制御手段 18 を被処理物 12 の搬送手段として用いる。その為、複数の表面処理を連続的に進める場合には、同じ処理室内にプラズマ発生手段を進行方向に順に配置し、気流制御手段 18 を用いて被処理物 12 を搬送すればよい。

30

【0025】

なお上記の図 1～3 では、気流制御手段 18 を用いて、被処理物 12 を搬送していた。しかし、図 6 (A) (B) に示すように、気流制御手段 18 と機械式の搬送機構（ロボットアーム）51 を用いて、被処理物 12 を搬送してもよい。そうすると、被処理物 12 を進行方向に水平に搬送することができる。また、ロボットアーム 51 ではなく、図 6 (C) に示すように、被処理物 12 の進行方向にレール 53 を設置して、そのレール 53 を走行する台車 52 に設けられた被処理物 12 の固定装置を用いて、被処理物 12 を水平に搬送してもよい。

40

【0026】

本発明は、加熱したガスを吹き付けることで被処理物を均一に加熱し、また前記ガスにより被処理物を水平かつ非接触状態で浮上させるとともに移動させて、効率よくプラズマ処理を行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。また、垂直方向と斜め方向に気体を噴射する気流制御手段により被処理物（特に大型な基板に好適）全面を移動させ、かつ気流制御手段において被処理物に対し吹き付けとガスの吸引を同時に行って被処理物の浮上高さを調整し、また被処理物の水平精度をガス流量で調整して被処理物の高さ

50

を精密に調整する。上記構成を有する本発明は、プラズマと被処理物の間の制御を容易に行うことができる。さらに本発明は、被処理物の大きさに制約されず、また被処理物の表面の形状に沿わせて搬送することで、容易にプラズマ処理することができる。

【0027】

また上記構成を有する本発明は、被膜の成膜速度、エッチング処理の速度、アッシング処理の速度が向上する。さらに、同じ処理室内に、プラズマ発生手段を順に配置することで、複数回の表面処理を連続的に行うことができるため、製造装置が簡略化する。

【実施例1】

【0028】

本実施例では、本発明のプラズマ処理方法について説明する。以下には、被処理物の表面に化学気相成長法を用いて薄膜を成膜する場合、エッチング処理、アッシング処理、クリーニング処理を行う場合について説明する。 10

【0029】

本発明のプラズマ処理方法を用いて、被処理物12、又は被処理物12の表面に化学気相成長法(CVD法)を用いて薄膜を形成する場合には、図1乃至図3、図6におけるプロセス用ガスのガス供給手段31から Si_xH_y 、 SiH_xCl_y などの原料ガスと、水素、酸素、窒素のうちの一つと希ガスとの混合ガスをプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、 SiCl_4 (四塩化シリコンガス)と、水素ガスと希ガスとの混合ガスを用いて、シリコンの成膜を行う。

【0030】

被処理物12、又は被処理物12の表面にエッチング処理を行う場合には、ガス供給手段31から NF_3 、フロロカーボン(CF_4)、 SF_6 、 CO_x などの原料ガスと、水素、酸素のうちの一つと希ガスとの混合ガスをプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、 NF_3 や SF_6 などの原料ガスを用いてフッ素原子を発生させ、これが固体のシリコンと反応して揮発性の SiF_4 ガスとして気化させ、外部に排気することにより、エッチング処理を行う。 20

【0031】

被処理物12、又は被処理物12の表面にアッシング処理を行う場合には、ガス供給手段31から酸素の原料ガスと、水素、フロロカーボン(CF_4)、 NF_3 、 H_2O 、 CHF_3 のうちの一つをプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、感光性有機レジストのアッシング処理は、酸素とフロロカーボンを導入して、 CO_2 、 CO 、 H_2O にして、レジストを剥離させることによってアッシング処理を行う。 30

【0032】

また、本発明のプラズマ処理装置を構成する部品のクリーニング処理を行ってもよく、特に電極13、14のクリーニング処理を行うとよい。その際、 NF_3 、フロロカーボン、 SF_6 、 CO_x などのガス、特に有機物の場合は O_2 を用いたプラズマによりクリーニングを行う。

【0033】

本実施例は、実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【実施例2】

【0034】

本実施例では、本発明のプラズマ処理装置を用いて、被処理物(主に基板)の表面処理を連続的に行って、薄膜トランジスタ(所謂ボトムゲート型)を作製する場合について説明する。ここでは、Nチャネル型TFT及びPチャネル型TFTを同一基板上に作製する作製工程について図4、5を用いて説明する。

【0035】

基板200には、ガラス基板等の絶縁表面を有する基板を用いる(図4(A))。そして基板200上には、W-Si(タングステンシリコン)、Ag(銀)、Ta₂N(窒化タンタル)などの金属に所定のパターン加工を行って、ゲート電極209、210を50~500nmの厚さに形成する。本実施例では、ゲート電極209、210として、W-S 50

i (タングステンシリコン)をW (タングステン)のターゲットを用いたスパッタリング法で200nmの厚さに形成した。このときの上面図を図4 (F)に示す。

【0036】

続いて、ゲート電極209、210上にゲート絶縁膜211を形成する(図4 (B))。ゲート絶縁膜211は本発明のプラズマ処理装置を用いて、プラズマCVD法により、膜厚を30~200nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。またゲート絶縁膜211は2層構造とし、1層目として、TEOS (Tetraethyl Orthosilicate)とO₂の混合ガスを用いて成膜される酸化珪素膜211aを10~200nm (好ましくは50~100nm)の厚さに形成し、2層目として、SiH₄及びN₂を反応ガスとして成膜される窒化珪素膜211bを50~200nm (好ましくは100~150nm)の厚さに形成する。10
本実施例では、酸化珪素膜211aを成膜するプラズマ発生手段と、窒化珪素膜211bを成膜するプラズマ発生手段とを進行方向に順に配置し、各プラズマ発生手段において、ガス供給手段から供給されるガスを適宜変えて、1層目の酸化珪素膜211aを50nm、2層目の窒化珪素膜を100nmの厚さに連続的に形成した。なお、各プラズマ発生手段は気流制御手段により分離され、また当該気流制御手段により被処理物12は非接触状態で浮上させて搬送した。

【0037】

なおゲート絶縁膜211は2層構造に限らず、3層以上の構造にしてもよいし、また酸化珪素膜、窒化珪素膜以外の材料を用いて構成してもよいが、各々の層に用いる薄膜の誘電率を考慮して、TFTとして所望の容量が得られるように設定する。20

【0038】

次いで、ゲート絶縁膜211上に非晶質半導体膜213を形成する(図4 (C))。非晶質半導体膜213は、本発明のプラズマ処理装置を用いて、プラズマCVD法により、SiH₄ガスを用いて25~80nm (好ましくは30~60nm)の厚さで成膜する。本実施例では、上記のゲート絶縁膜211を成膜したプラズマ発生手段の次に、非晶質半導体膜213を成膜するプラズマ発生手段を進行方向に順に配置することで、上記のゲート絶縁膜211に引き続き、膜厚50nmの非晶質半導体膜も連続的に成膜した。

【0039】

続いて、レーザ結晶化法により、非晶質半導体膜213を結晶化させて、結晶質半導体膜214を形成する(図4 (D))。なお、レーザ結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合のレーザは、連続発振またはパルス発振の気体レーザ又は固体レーザを用いれば良い。30
前者の気体レーザとしては、エキシマレーザ等が挙げられ、後者の固体レーザとしては、Cr、Nd等がドーピングされたYAG、YVO₄等の結晶を使ったレーザ等が挙げられる。なお非晶質半導体膜の結晶化に際し、大粒径に結晶を得るためには、連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第2~第4高調波を適用するのが好ましい。上記レーザを用いる場合には、レーザ発振器から放射されたレーザビームを光学系で線状に集光して、半導体膜に照射すると良い。結晶化の条件は適宜設定されるが、エキシマレーザを用いる場合はパルス発振周波数300Hzとし、レーザーエネルギー密度を100~700mJ/cm² (好ましくは200~300mJ/cm²) とすると良い。

【0040】

本実施例では、YAGレーザを用い、その第2高調波を用いてパルス発振周波数1~300Hzとし、レーザーエネルギー密度を300~1000mJ/cm² (好ましくは350~500mJ/cm²) して結晶質半導体膜214を形成した。このとき、幅100~1000μm (好ましくは幅400μm) で線状に集光したレーザ光を基板全面に渡って照射し、このときの線状ビームの重ね合わせ率(オーバーラップ率)を50~98%として行っても良い。また本実施例では、上記のゲート絶縁膜211と非晶質半導体膜213とを成膜した同じ処理室内に、基板200の進行方向に従って、レーザ照射装置を配置した。そして、同じ処理室内で、非晶質半導体膜213の成膜に引き続き、当該非晶質半導体膜213のレーザ結晶化までを連続的に行った。

【0041】

続いて、結晶質半導体膜 214 上に絶縁膜 215 を形成する。本実施例では、プラズマ CVD 法を用いて、TEOS と O_2 の混合ガスを用いて成膜される酸化珪素膜 211a を 50 nm の厚さに形成した。また、同じ処理室内に、上記のレーザ結晶化を行ったレーザ照射装置の次に、酸化珪素膜を成膜するプラズマ発生手段を配置した。その結果、同じ処理室内で、ゲート絶縁膜 (2 層) 211 の成膜、非晶質半導体膜 213 の成膜、レーザ結晶化、絶縁膜 215 の成膜の計 5 回の表面処理を連続的に行うことができた。このように、本発明では、プラズマ発生手段を固定して、被処理物の搬送方向に順に配置することで、同じ処理室内で複数の表面処理を連続的に行うことができる。その結果、外部からの汚染防止や所要時間の低減につながり、生産性が向上する。

【0042】

次いで、結晶質半導体膜 214 及び絶縁膜 215 を所望の形状にパターン加工して、半導体層 216、217 を形成した (図 4 (E) (G))。続いて、フォトリソグラフィ法を用いて、裏面露光を行って、レジストからなるマスク 218 を形成した。そして、第 1 のドーピング処理を行い、半導体層 216、217 に N 型を付与する不純物元素を低濃度に添加する。第 1 のドーピング処理はイオンドープ法又はイオン注入法で行えば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 40 ~ 80 keV として行う。また N 型を付与する不純物元素としては、15 族に属する元素を用いれば良く、代表的にはリン (P) 又は砒素 (As) を用いる。本実施の形態では、イオンドープ法でドーズ量を $5.0 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 、加速電圧を 50 keV、N 型を付与する不純物元素として P (リン) を用いて、自己整合的に不純物領域を形成した。このとき、前記不純物領域には $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^2$ の濃度範囲で N 型を付与する不純物元素が添加された。

【0043】

続いてレジストからなるマスク 218 を除去した後、新たにレジストからなるマスク 219 を形成して、第 1 のドーピング処理よりも高い加速電圧で第 2 のドーピング処理を行う (図 5 (A))。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 3 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 60 ~ 120 keV として行う。本実施の形態では、ドーズ量を $3.0 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 65 keV の条件下でドーピング処理を行った結果、不純物領域 220 には $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^2$ の濃度範囲で N 型を付与する不純物元素が添加された。また、不純物元素が全く添加されない領域又は微量の不純物元素が添加された領域 (総称してチャネル形成領域とよぶ) 240 が形成された。

【0044】

次いで、レジストからなるマスク 219 を除去した後、新たにレジストからなるマスク 221 を形成する (図 5 (B))。その後、第 3 のドーピング処理を行い、P チャネル型 TFT の活性層となる半導体層に、前記第 1 の導電型とは反対の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域を形成する。本実施例では、レジストからなるマスク 221 を不純物元素に対するマスクとして用いて、P 型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に不純物領域 222 を形成した。また、不純物領域 222 は、ドーズ量が $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 、加速電圧が 80 keV の条件下で、ジボラン (B_2H_6) を用いたイオンドープ法で形成した。本ドーピング処理によって、P 型を付与する不純物元素の濃度が $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms} / \text{cm}^2$ となるようにドーピング処理された。またチャネル形成領域 241 が形成された。

【0045】

なお、ドーピング処理を行う条件を適宜変えて、2 回以上の複数回のドーピング処理で所望の不純物領域を形成しても良い。

【0046】

そして、絶縁膜からなる第 1 の層間絶縁膜 223 を形成する (図 5 (C))。この第 1 の層間絶縁膜 223 としては、プラズマ CVD 法を用い、厚さを 100 ~ 200 nm として珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ CVD 法により膜厚 100 nm の酸化窒化珪素膜 223 を形成した。次に、第 1 の層間絶縁膜 223 上に、第 2 の層間絶

10

20

30

40

50

縁膜 224 を形成する。第 2 の層間絶縁膜 224 としては、CVD 法によって形成された酸化珪素膜、もしくは、SOG (Spin On Glass) 法又はスピコート法によって塗布された酸化珪素膜及びアクリル等の有機絶縁膜並びに非感光性の有機絶縁膜から選択された薄膜を 0.7 ~ 5 μm (好ましくは 2 ~ 4 μm) の厚さで形成する。本実施例では、CVD 法で膜厚 1.6 μm のアクリル膜 50 を形成した。なお第 2 の層間絶縁膜 224 は、基板 200 上に形成された TFT による凹凸を緩和し、平坦化する意味合いが強いので、平坦性に優れた膜が好ましい。

【0047】

次に、第 2 の層間絶縁膜 224 上に、第 3 の層間絶縁膜 225 を形成する。第 3 の層間絶縁膜 225 は、CVD 法で、窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜を 0.1 ~ 0.2 μm の厚さで形成する。本実施例では、CVD 法で窒化珪素膜 225 を 0.1 μm の厚さで形成した。第 1 乃至第 3 層間絶縁膜 223 ~ 225 を設けることにより、酸素や空気中の水分をはじめ各種イオン性の不純物の侵入を阻止するブロッキング作用を得ることができる。本発明では、第 1 乃至第 3 の層間絶縁膜 223 ~ 225 の成膜は、図 3 に示すようにプラズマ供給手段を進行方向に順に配置することで、連続的に行った。

【0048】

そして、ドライエッチング又はウェットエッチングを用い、1 つ又は複数のコンタクトホールを形成する (図 5 (D))。本実施の形態では、第 1 乃至第 3 の層間絶縁膜 223 ~ 225 をエッチングし、不純物領域 220、222 に達するコンタクトホールを形成した。次いで、各不純物領域と電氣的に接続される配線 226 ~ 229 を形成する。本実施の形態では、配線 226 ~ 229 は、膜厚 100 nm の Ti 膜、膜厚 350 nm の Al 膜、膜厚 100 nm の Ti 膜をスパッタリング法で連続形成して積層し、所望の形状にパターンニング及びエッチングを行って形成した。なお、三層構造に限らず、二層以下の構造、四層以上の積層構造にしてもよい。また配線の材料としては、Al、Ti に限らず、他の導電膜を用いても良い。

【0049】

以上の工程により、N チャネル型 TFT 242 と P チャネル型 TFT 243 とを有する画素部を同一基板上に形成することができる。このときの上面図を図 5 (E) に示す。

【0050】

N チャネル型 TFT 242 は、ゲート電極 209 と重なるチャネル形成領域 240、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域 220 を有する。また、P チャネル型 TFT 243 は、ゲート電極 210 と重なるチャネル形成領域 241、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域 222 を有する。

【0051】

本実施例では、被処理物の複数回の表面処理を同一の処理室で連続的に行うことができる。そのため、作製工程における所要時間が減少し、生産性が向上する。また、異なる処理室で各々の表面処理を行う場合に比べて、作製工程が簡略化するため、製造歩留まりが改善され、製造コストが低減する。

【0052】

なお、本実施例では、結晶質半導体膜を TFT の作製に用いたが、本発明はこれに限定されない。本発明は、非晶質半導体や微結晶半導体を用いた TFT の作製に適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。

【図 2】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。

【図 3】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。

【図 4】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図 5】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

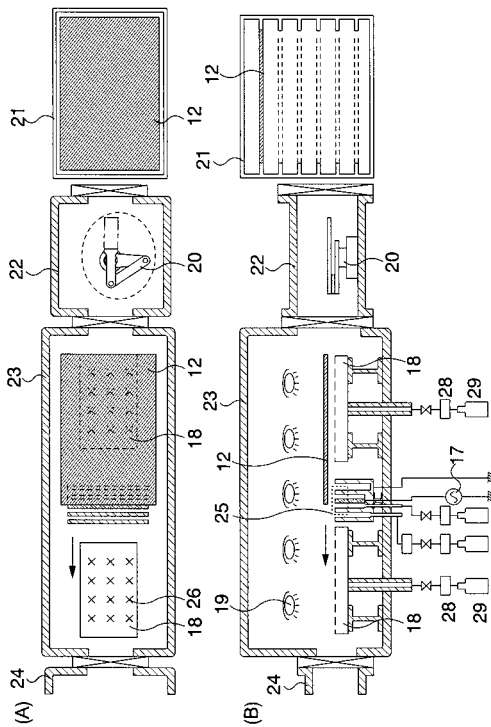
【図 6】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。

【符号の説明】

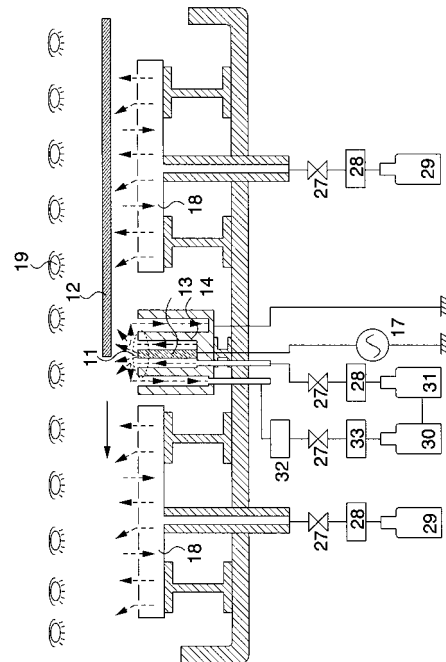
【0054】

11 プラズマ、12 被処理物、13 第1の電極、14 第2の電極、17 高周波電源、18 気流制御手段、19 加熱手段、20 搬送機構、21 カセット室、22 搬送室、23 プラズマ処理室、24 搬送室、25 プラズマ発生手段、26 ガスの吹き出し口、27 バルブ、28 加熱手段、29 搬送ガス用のガス供給手段、30 精製ガスのガス供給手段、31 プロセス用ガスのガス供給手段、32 排気ガス、33 フィルタ、51 搬送機構、52 台車、53 レール

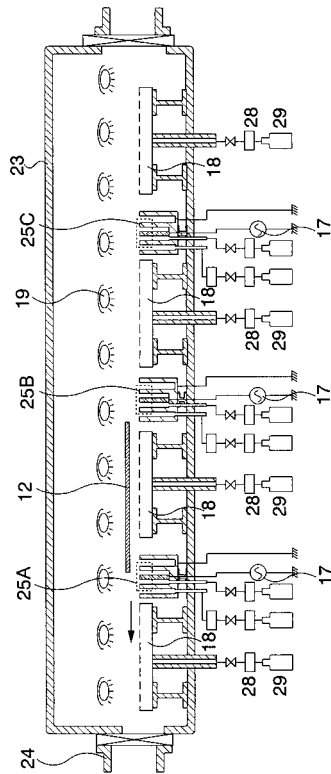
【図1】



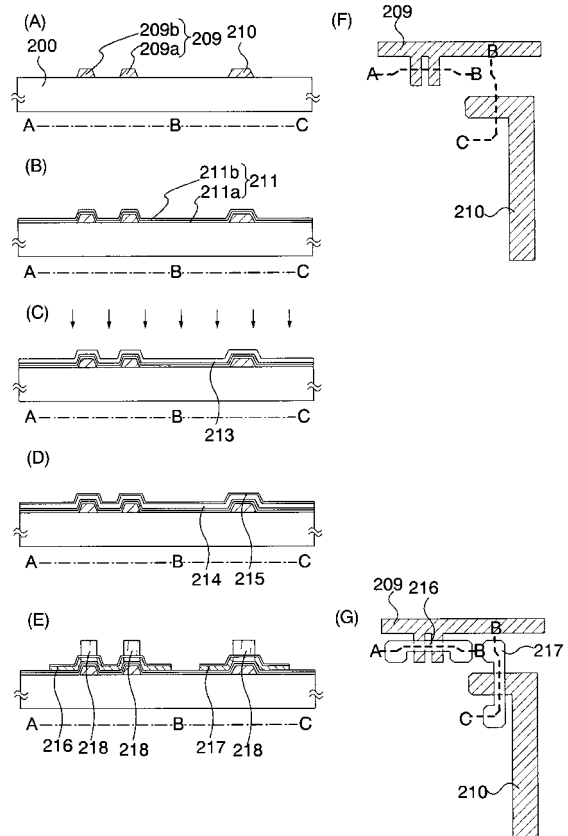
【図2】



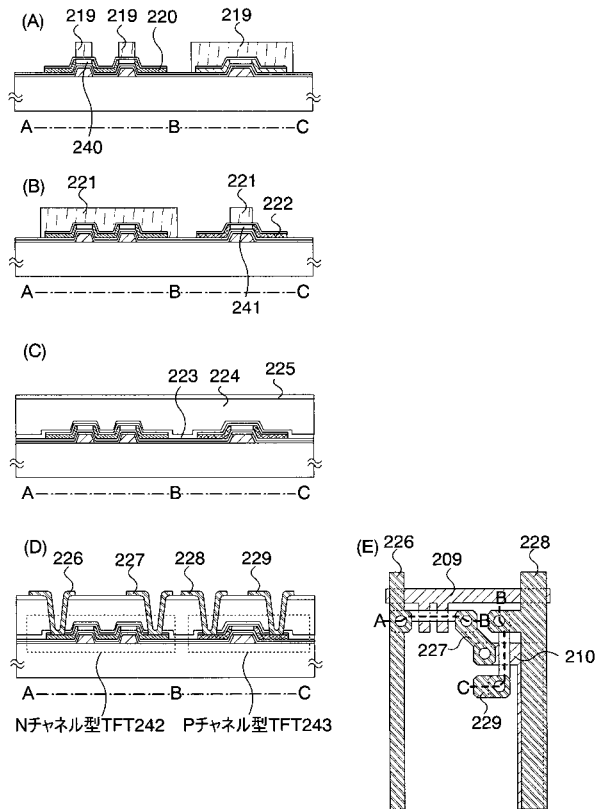
【図 3】



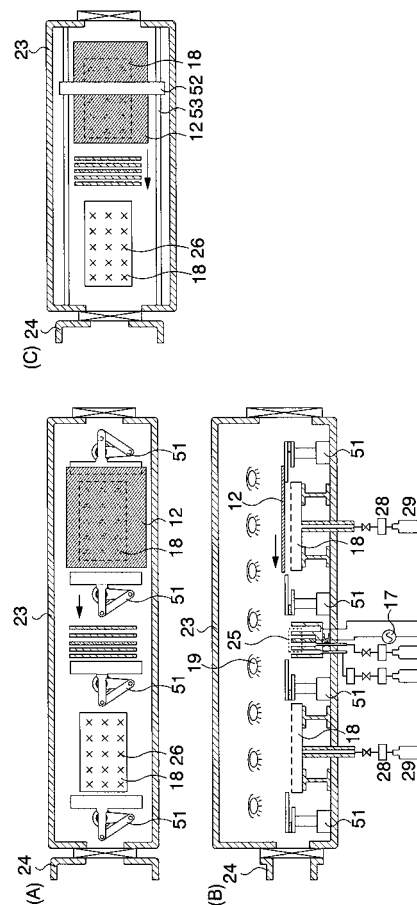
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/304	H O 1 L 21/304	6 4 5 C
H O 1 L 21/3065	H O 1 L 21/304	6 4 8 A
H O 1 L 21/336	H O 1 L 21/68	A
H O 1 L 21/68	H O 1 L 21/68	N
H O 1 L 29/786	H O 5 H 1/24	
H O 5 H 1/24	H O 1 L 21/302	1 0 1 E
	H O 1 L 29/78	6 2 7 G
	H O 1 L 29/78	6 2 7 B

F ターム(参考)	5F004	AA14	BC03	BC06	BD01	BD04	DA01	DA17	DA18	DA24	DA26
		DB26									
	5F031	CA02	CA05	FA01	FA02	FA07	FA11	FA12	FA14	GA02	GA43
		GA62	HA37	HA60	MA23	MA28	MA32	NA04	NA07	NA16	PA18
	5F045	AA08	AB04	AB32	AB33	AC01	AC07	AC11	AC15	AE29	CA15
		DP05	DP21	DP27	DQ16	EF01	EH04	EH13	EN04	HA23	
	5F110	AA28	BB02	BB04	CC08	DD02	EE01	EE02	EE05	EE28	EE44
		FF02	FF03	FF09	FF10	FF30	GG02	GG13	GG14	GG15	GG25
		GG45	HJ01	HJ04	HJ12	HJ13	HL03	HL04	HL12	HL23	NN03
		NN04	NN05	NN22	NN23	NN24	NN27	NN35	NN36	PP03	PP05
		PP06	QQ09	QQ12							