

(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2005-150606
(P2005-150606A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065	H O 1 L 21/302 I O 1 D	5 F 0 0 4
H O 5 H 1/46	H O 5 H 1/46 A	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-389402 (P2003-389402)	(71) 出願人	501387839 株式会社日立ハイテクノロジーズ 東京都港区西新橋一丁目24番14号
(22) 出願日	平成15年11月19日(2003.11.19)	(74) 代理人	110000062 特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	白米 茂 山口県下松市東豊井794番地 株式会社 日立製作所笠戸事業所内
		(72) 発明者	小野 哲郎 山口県下松市東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本 部笠戸事業所内

最終頁に続く

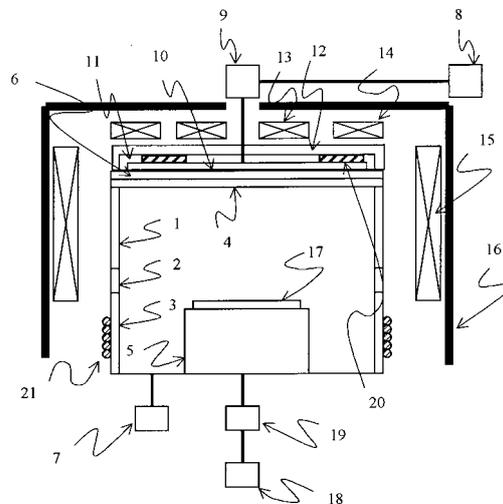
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ処理装置において処理室内各所を任意の温度で制御できる構成を得る。

【解決手段】 処理室内部にプラズマを発生させることができるプラズマ発生手段(高周波電源8, マッチング回路9, アンテナ10)と、被処理材17に高周波電力を印加する手段(基板載置電極5, 高周波電源18, マッチング回路19)と、真空排気装置7が接続され、内部を減圧可能な処理室を有するプラズマ処理装置において、加熱部20が設けられ高温部となる処理室上部1と冷却部21が設けられ低温部となる処理室下部3とから処理室を構成し、両者の間に設ける処理室中央部2を熱伝導率が10(W/mK)以下の、例えば発泡アルミニウムからなる断熱部とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理室内部にプラズマを発生させることができるプラズマ発生手段と、被処理材に高周波電力を印加する手段と、真空排気装置が接続され、内部を減圧可能な処理室と、前記処理室内へのガス供給装置からなるプラズマ処理装置において、

処理室構成材料の一部として熱伝導率が 10 (W/mK) 以下である金属を用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、熱伝導率が 10 (W/mK) 以下の材料として発泡アルミニウムを用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載のプラズマ処理装置において、真空シール用の O リングとして、導電性 O リングを用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載のプラズマ処理装置において、処理室内の石英部品、あるいはプラズマ処理装置内部へ処理ガスを均等に供給するためのシャワープレートの表面を加熱したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載のプラズマ処理装置において、処理室内の石英部品、あるいはシャワープレートの表面温度を 150 以上に加熱したことを特徴とするプラズマ処理装置。

20

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 記載のプラズマ処理装置において、シャワープレート加熱手段として、ヒータを用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】

請求項 4 または請求項 5 記載のプラズマ処理装置において、シャワープレート加熱手段として、電磁波吸収体を用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載のプラズマ処理装置において、電磁波吸収体として炭化シリコン (SiC) を用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 7 記載のプラズマ処理装置において、電磁波吸収体として酸化ジルコニウム (ZrO_2) を用いたことを特徴とするプラズマ処理装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項記載のプラズマ処理装置において、プラズマ処理室内でアースとして作用している部品を 30 以下にすることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はプラズマ処理装置に係り、特に半導体基板等の被処理基板を、プラズマを用いてエッチング処理を行うのに好適なプラズマ処理装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

半導体製造プロセスでは、一般にプラズマを用いたドライエッチングが行われている。ドライエッチングを行うためのプラズマ処理装置は種々の方式の装置が使用されている。

【0003】

プラズマ処理装置は、一般に真空容器と、これに接続されたガス供給系、処理室内圧力を所定の値に保持する排気系、基板を載置する電極、真空容器内にプラズマを発生させるためのアンテナ、真空容器内へ処理ガスを均等に供給するためのシャワープレートなどから構成されている。前記アンテナに高周波電力が供給されることによりシャワープレート

50

から処理室内に供給された処理ガスが解離してプラズマが発生し、さらに基板載置電極上に設置された基板のエッチングが進行する。

【0004】

このようなプラズマエッチング処理装置では、基板のエッチングにより発生した反応生成物の一部が、あるいはスパッタされた処理室構成部材の一部が排気されずに処理室内壁などに付着してパーティクルとなったり、内壁の状態が変化することによるプラズマ密度・組成の変動、さらにはエッチング性能の変化などを引き起こすという問題がある。

【0005】

処理室内壁へ付着した反応生成物などを除去する方法として、プラズマを用いたドライクリーニングがある。これは、例えば処理室内壁に付着したのがシリコン系の反応生成物ならば、フッ素系のガス（例えば六フッ化硫黄）を用いてプラズマを生成することにより、処理室内壁に付着したシリコン系反応生成物はプラズマにより生成したフッ素と反応してフッ化ケイ素となり、処理室内壁から除去されて処理室外へ排気される。このような反応生成物除去をウエハ間、あるいはロット間など適当な時間間隔で実施することにより、処理室内壁を反応生成物が付着していない状況に保つことができる。

10

【0006】

しかしながら、処理室内壁に付着した反応生成物を除去するためには「反応生成物を除去するための時間」が必要であり、生産効率が低下する問題があり、処理室内壁に反応生成物を付着させないことが重要である。

【0007】

一般に、温度を高くすることにより反応生成物の付着量は減少するため、「反応生成物を除去するための時間」は短時間で済み、生産効率も高くなる。何まで温度を高くすれば良いかは付着する反応生成物や、処理室の構成材料に依る。

20

【0008】

しかし、温度を高くすると反応生成物が付着しにくくなる反面、処理室の構成材料自体がスパッタや化学反応で放出されやすくなり、そこから飛び出た材料（反応生成物）が処理室内壁に付着しやすくなる。逆に処理室内壁を低温にすることで、処理室内壁構成材料はスパッタや化学反応で放出されにくくなる。

【0009】

そこで処理室内温度分布を考える場合、反応生成物を付着させたくない場所は高温に、処理室内壁構成材料をスパッタや化学反応で放出したくない場所は低温にすればよい。

30

【0010】

このような問題を解決するために、熱伝導率の低い絶縁物を設け、熱を遮断する方法がある（例えば、特許文献1参照）。熱伝導率の低い絶縁物を設けることにより、プラズマ処理装置内の熱の移動は制限されるため、高温にしたい部分は高温に、低温にしたい部分は低温にすることができる。しかし、この方法では絶縁物を用いて熱を遮断しているために、絶縁物で囲まれた部分は電氣的に不定になり、プラズマやプロセスに影響を及ぼす可能性がある。

【特許文献1】特許第3265047号明細書

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、プラズマ処理室内を熱的に遮断して高温部分と低温部分を設けることができるように、かつ電氣的には遮断しないで、電氣的に不定となる部分ができないようにしたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明は、プラズマ処理装置内の上部に高温部分を下部に低温部分を設けるために両者を熱的に遮断し、かつ両者を電氣的に導通するために、プラズマ処理室の上部と下部との間に発泡アルミニウムからなる中央部を設ける。発泡アルミ

50

ニウムは、金属（アルミニウム）であるため導電性の性質を有しているが、その内部に微少な空洞を多数有しているために熱伝導率が低く、通常アルミニウムと比較すると熱伝導率は約 1 / 100 であるという特徴がある。真空を保つために真空側の面は孔を封じる処理をする。

【0013】

さらに、本発明は、処理室内に高温部分を設けるために、石英板またはシャワープレートを加熱する手段を設けた。石英板あるいはシャワープレートを加熱する手段は、電流を流すことによって発熱するヒータ、電磁波を吸収して発熱する例えば炭化シリコン（SiC）、酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）などの電磁波吸収体からなるヒータを用いることができ、石英板またはシャワープレートの表面を 150 以上に加熱する。

10

【0014】

さらに、本発明は、アースとして働いている処理室下部に冷却手段を設け 30 以下に冷却する。

【0015】

この発泡アルミニウムを熱的に遮断したい場所に用いることにより、プラズマ処理装置内で高温部分と低温部分を設けることができる。また、発泡アルミニウムは金属であるため、プラズマ処理室内を熱的に分離できると同時に、プラズマ処理室内を電気的には同電位にすることが可能になる。

【発明の効果】

【0016】

以上説明した本発明によれば、プラズマ処理装置内を所望の温度に設定・制御することが可能になる。これにより処理室内の反応生成物付着量を任意に制御できるため、プラズマプロセスの安定稼働や異物低減等に効果が期待できる。

20

【0017】

以上の実施例では、UHF-ECR方式を使用したドライエッチング装置を例に説明したが、他の放電（容量結合放電、誘導結合放電、マグネトロン放電、表面波励起放電、TCP放電等）を利用したドライエッチング装置においても同様の作用効果がある。さらにドライエッチング装置ばかりでなく、その他のプラズマ処理装置、例えばプラズマCVD装置、アッシング装置、表面改質装置においても同様の作用効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0018】

本発明の第1の実施例にかかるプラズマ処理装置の構成を、図1に示すプラズマエッチング処理装置を例にして説明する。本実施例にかかるプラズマエッチング処理装置は、処理室上部1、処理室中央部2、処理室下部3、石英製のシャワープレート4、基板載置電極5、石英板6、排気系7、高周波電源8、マッチング回路9、アンテナ10、誘電体11、アンテナカバー12、コイル13、14、15、ヨーク16、高周波電源18、マッチング回路19、ヒーター20、冷媒用パイプ21などから構成されている。基板載置電極5上には被処理基板17が載置される。

【0019】

処理室上部1、処理室中央部2、処理室下部3はアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて構成される。とくに、処理室中央部2は、熱伝導率が10（W/mK）以下の発泡アルミニウムを用いて構成され、処理室の真空を維持するために真空側の表面の孔を閉じる処理を行う。

40

【0020】

図には明示していないガス供給系からシャワープレート4と石英板6の間に供給された処理ガスは、シャワープレート4に設けられた多数の穴を通してエッチング処理装置内に供給される。エッチング処理装置内圧力は図には明示していない真空計で計測され、所定の圧力になるように圧力制御手段を有する排気系7で排気される。

【0021】

プラズマを発生させるための高周波電力は、高周波電源8からマッチング回路9を介し

50

てアンテナ 10 に供給される。アンテナ 10 の周囲には、電磁波の導波路を構成する誘電体 11 及びアンテナカバー 12 が設けられている。

【0022】

また、処理室外周部には、処理室内部に磁場を生成するためのコイル 13、14、15 があり、磁場が外部に漏れないようにヨーク 16 が設けてある。さらに基板載置電極 5 上にある被処理基板 17 にバイアス電圧を印加するため高周波電源 18 が、マッチング回路 19 を介して接続されている。

【0023】

アンテナ 10 の上部にはアンテナ 10、石英板 6 を介してシャワープレート 4 を加熱するためのヒーター 20 が設けられている。処理室下部 3 の大気側（外側）には処理室下部 3 を冷却するための冷媒用パイプ 21 が設けられていて、冷媒用パイプ 21 の中には所定の温度に制御された冷媒が流れている。

10

【0024】

処理ガスとして、例えば Ar (100 ml/min)、CF₄ (50 ml/min) をシャワープレート 4 を通して処理室内に導入し、1.0 (Pa) になるように排気系 7 で圧力を制御しながらエッチング処理装置内を排気する。アンテナ 10 に接続されている高周波電源 8 として 450 (MHz) の高周波が発生可能な電源を使用し、400 (W) の高周波電力をアンテナ 10 に供給し、またコイル 13 ~ 15 を用いて処理室内に 0.016 (T) の等磁場を形成すると、この等磁場面上で電子サイクロトロン共鳴が起こり、エッチング処理装置内にプラズマが効率よく発生する。

20

【0025】

被処理基板 17 としてシリコンウエハを用いた場合、処理室上部 1、処理室中央部 2、処理室下部 3 の真空側に発生したプラズマによって被処理基板 17 はエッチングされる。このとき基板載置電極 5 に接続されている高周波電源 18 は 800 kHz で、100 (W) の高周波電力を被処理基板 17 に印加している。ここで、異物対策の観点から、ウエハより上方にあるシャワープレート 4 は、反応生成物の付着を抑え異物発生を少なくするために、高温（たとえば 100）に温度制御したい。ウエハより下方にある処理室下部 3 は、スパッタや化学反応による金属の放出を防いで金属汚染を低減するために低温（たとえば -20）で制御したい。

30

【0026】

まず、エッチング処理装置の処理室上部 1、処理室中央部 2、処理室下部 3 がすべてアルミニウムの場合を考える。シャワープレート 4 をヒーター 20 を用いて 100 に温度制御し、同時に処理室下部 3 を冷媒用パイプ 21 を用いて -20 に温度制御する。この場合、処理室各所の温度分布は図 2 に示すようになる。すなわち、処理室各所の温度は目標値通りにはならず、シャワープレート 4 に加えた熱が熱伝導の良いアルミニウムを伝わって処理室下部 3 へと逃げてしまう。温度制御が不可ということは、所望の性能を得ることができないことだけでなく、エネルギーを無駄に消費していることになる。

【0027】

他方、処理室上部 1 と処理室下部 3 はアルミニウムを、処理室中央部 2 に熱伝導率が 10 (W/mK) 以下の金属を用いた場合を考える。前述の例と同様にシャワープレート 4 はヒーター 20 を用いて 100 に温度制御し、同時に処理室下部 3 は冷媒用パイプ 21 を用いて -20 に温度制御する。この場合の温度分布は図 3 に示すようになり、シャワープレート 4 と処理室上部 1 は 100、処理室中央部 2 は 25 (室温)、処理室下部 3 は -20 と目標通りの温度になる。その結果、異物などの問題も解決すると同時に、エネルギーを無駄に消費することもなくなる。

40

【0028】

処理室中央部 2 を構成する熱伝導率が 10 (W/mK) 以下の金属材料として、発泡アルミニウムを使用することができる。この場合、処理室内の真空を保つために、処理室中央部 2 を構成する発泡アルミニウムの真空側の面の孔を封じる処理を施す。

【0029】

50

本発明の第2の実施例にかかるプラズマ処理装置の構成を、図4を用いて説明する。この実施例にかかるプラズマ処理装置の構成は、基本的には図1に示した第1の実施例と同じであるが、シャワープレート4を加熱するためのヒータを、図1ではアンテナ10の上部に配置したのに対し、図4ではシャワープレート4の大気側(外側)にヒータ22を設置している。この実施例の構成においてもシャワープレート4を加熱するという効果は同様に奏することができる。また、図4では処理室上部1と処理室中央部2間、処理室中央部2と処理室下部3間の真空シール用に導電性リング31を用いている。真空シールに導電性リング31を用いているので、処理室上部1、処理室中央部2、処理室下部3を同じ電位に維持して、電氣的に安定したプラズマを生成してプロセスを安定させることができるとともに、第1の実施例と同様に、処理室内温度分布を目標通りに維持することができる、反応生成物の制御が可能となる。

10

【0030】

本発明の第3の実施例にかかるプラズマ処理装置は、図1に示すプラズマ処理装置において、処理室内に設けた石英板6またはシャワープレート4の表面を加熱する手段を設けることを特徴とする。そしてこの実施例にかかるプラズマ処理装置は、石英板6またはシャワープレート4の表面温度が150以上になるようにヒータ20の出力を大きくするようにした。

【0031】

一般にアルミニウムやその合金からできているプラズマ処理装置でフッ素系のガスを用いたプラズマ処理をすると、アルミニウムの表面の一部がスパッタされ、あるいは化学反応を起こして、化学的に安定で、除去が困難なフッ化アルミニウムに変化する。しかし、処理室表面温度を150以上に加熱することで、図5に示すようにフッ化アルミニウムは付着しなくなることがわかる。図5において、横軸は処理室の温度を縦軸は付着したアルミニウム量を示す。すなわち、処理室を150以上に加熱することで処理室表面にフッ化アルミニウムが付着しなくなり、常に付着物のない処理室表面で処理を行うことが可能になる。

20

【0032】

本発明の第4の実施例にかかるプラズマ処理装置を図6を用いて説明する。第4の実施例では、シャワープレート4の加熱手段として電磁波吸収体を用いている点に特徴を有している。図6において、シャワープレート4の加熱手段として電磁波吸収体41をシャワープレート4上部に設けている。アンテナ10からの電磁波(エネルギー)を電磁波吸収体41が吸収することで電磁波吸収体が加熱され、その熱がシャワープレート4に伝わることで、シャワープレート4が加熱される。電磁波吸収体41として、SiC、ZrO₂を用いることができる。

30

【0033】

プラズマ処理装置は、アースとして作用する処理室上部1、処理室中央部2、処理室下部3の内、特に処理室下部3を冷却することによって、処理室下部3からのスパッタや化学反応による金属の放出を防いで金属汚染を低減している。

【図面の簡単な説明】

【0034】

40

【図1】本発明にかかるプラズマ処理装置の構成を説明する概略図。

【図2】処理室上部と処理室下部を熱的に絶縁しないで上部を加熱し下部を冷却した場合の処理室内温度分布を説明する図。

【図3】本発明にかかる処理室上部と処理室下部を熱的に絶縁して上部を加熱し下部を冷却した場合の処理室内温度分布を説明する図。

【図4】処理室上部と処理室下部を導電性リングを使用して電氣的に接続した本発明にかかるプラズマ処理装置の構成を説明する概略図。

【図5】AlFが150以上の温度で付着しないことを説明する図。

【図6】シャワープレート加熱用に電磁波吸収体を使用した本発明にかかるプラズマ処理装置の構成を説明する概略図。

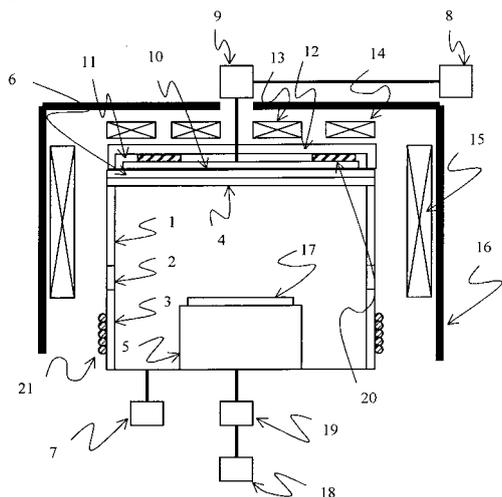
50

【符号の説明】

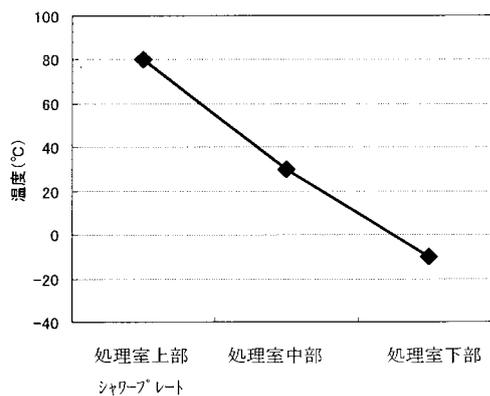
【0035】

1 ... 処理室上部、2 ... 処理室中央部、3 ... 処理室下部、4 ... シャワープレート、5 ... 基盤載置電極、6 ... 石英板、7 ... 排気系、8 ... 高周波電源、9 ... マッチング回路、10 ... アンテナ、11 ... 誘電体、12 ... アンテナカバー、13 ~ 15 ... コイル、16 ... ヨーク、17 ... 被処理基板、18 ... 高周波電源、19 ... マッチング回路、20、22 ... ヒータ、21 ... 冷媒用パイプ、31 ... 導電性オリング、41 ... 電磁波吸収体

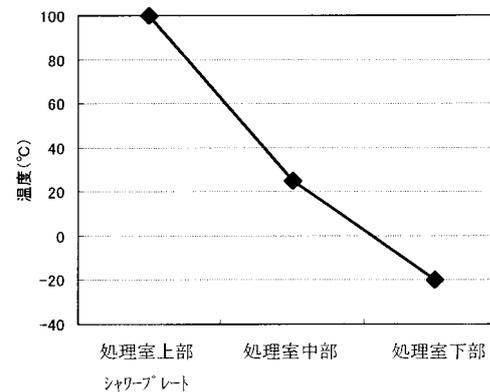
【図1】



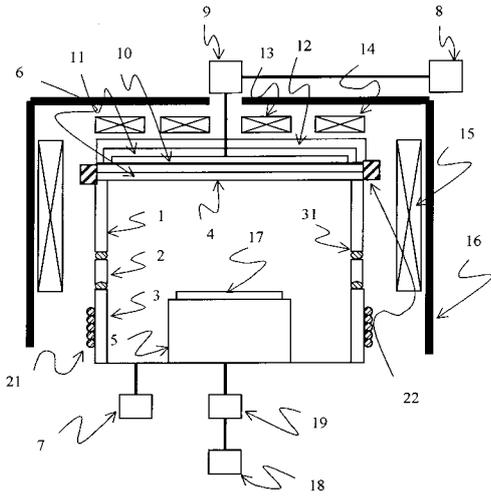
【図2】



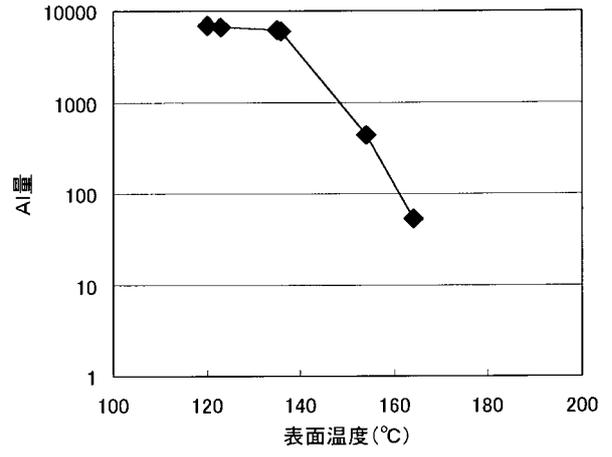
【図3】



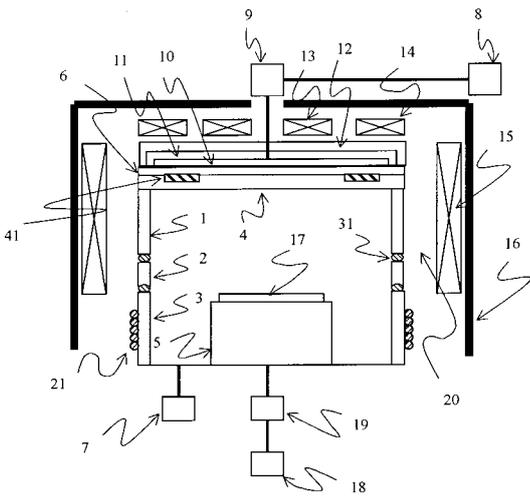
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 吉開 元彦

山口県下松市東豊井794番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部笠戸事業所
内

(72)発明者 阿部 敬浩

山口県下松市東豊井794番地 日立笠戸エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 5F004 AA01 BA15 BB07 BB11 BB21 BB25 BB26 BB29 BC01 BC02
BD03 CA02 CA03 CA04 DA01 DA23 DB01