

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3979849号  
(P3979849)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年7月6日(2007.7.6)

(51) Int.C1.

F 1

**H01L 21/31 (2006.01)**  
**C23C 16/509 (2006.01)**  
**H01L 21/3065 (2006.01)**

H01L 21/31  
C23C 16/509  
H01L 21/302 1 O 1 F

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-3615 (P2002-3615)  
(22) 出願日 平成14年1月10日 (2002.1.10)  
(65) 公開番号 特開2002-280378 (P2002-280378A)  
(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)  
審査請求日 平成16年3月29日 (2004.3.29)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-3703 (P2001-3703)  
(32) 優先日 平成13年1月11日 (2001.1.11)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001122  
株式会社日立国際電気  
東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
(74) 代理人 100085637  
弁理士 梶原 辰也  
(72) 発明者 豊田 一行  
東京都中野区東中野三丁目14番20号  
株式会社日立国際電気内  
(72) 発明者 井ノ口 泰啓  
東京都中野区東中野三丁目14番20号  
株式会社日立国際電気内  
(72) 発明者 竹林 基成  
東京都中野区東中野三丁目14番20号  
株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置および半導体装置の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

複数枚の被処理基板が挿入される処理室を備えたプロセスチューブの内部に互いに近接し、それぞれが保護管で覆われた一対の電極が配置されているとともに、両電極間には高周波電力を印加する電源が接続されており、前記プロセスチューブ内には前記両電極間を含み前記処理室と独立した放電室が形成されており、この放電室には処理ガスを前記処理室に供給するガス吹出口が開設されており、

前記プロセスチューブ内に前記被処理基板が収容されている際には、前記被処理基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項2】

複数枚の基板が積層して収容される処理室と、  
それぞれが保護管で覆われており、前記基板の積層方向に延在する一対の電極であって、前記処理室内の前記基板の側方に配置され、高周波電力が印加される一対の電極と、前記一対の電極の間に処理ガスを供給するガス供給手段とを有したプラズマ処理装置であって、

前記処理室内に積層される前記基板の側方における前記処理室の内周壁の一部に形成され、前記一対の電極を収容するように前記処理室から区画された放電室を更に有し、

前記放電室には、前記処理室内に前記処理ガスを供給するためのガス吹出口が設けられており、

10

20

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記ガス吹出口は前記基板と前記電極との間に設けられる前記放電室の壁であって、前記基板側から見て前記一対の電極の間の位置に相当する壁の部分に開設されていることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記一対の電極は、前記基板が積層される方向に延在する棒状の電極であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

10

複数枚の基板が積層して収容される処理室と、

前記処理室の内部と外部に配置され、内部の電極は保護管で覆われる一対の電極であつて、前記処理室の前記基板の側方でこの一対の電極のそれぞれが対向するように配置され、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記処理室内に処理ガスを供給するため、前記一対の電極の間から離れた場所に前記処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

20

複数枚の基板が積層して収容される処理室を形成するプロセスチューブと、

前記プロセスチューブの内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

それぞれが保護管で覆われてあり、前記基板の積層方向に延在して前記放電室に収容され、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記放電室内に処理ガスを供給して前記一対の電極の間の空間に前記処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記プロセスチューブ内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されるプラズマ処理装置。

【請求項 7】

基板を収容する処理室と、

前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

30

前記処理室と前記放電室の周囲に設けられ、前記基板を加熱するヒータと、

それぞれが保護管で覆われてあり、前記ヒータの内側に配置され、かつ、前記放電室に収容され高周波電力が印加される棒状の一対の電極と、

前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

基板を収容する処理室と、

それぞれが保護管で覆われてあり、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記一対の電極を収容し、前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

40

前記処理室の基板を加熱し、前記処理室と放電室の周囲に設けられたヒータと、

前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、

前記処理室内に前記処理ガスを供給するため前記放電室に設けられたガス吹出口と、を備え、

前記ガス吹出口は前記基板と前記一対の電極との間に設けられる前記放電室の壁であつて、前記基板側から見て前記一対の電極の間の位置に相当する壁の部分に開設されており

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

50

## 【請求項 9】

前記処理室と前記放電室とは前記プロセスチューブ内に収容され、前記放電室は前記プロセスチューブの内側周辺部に配置された水平断面が略コ字状の樋形状の隔壁にて構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

## 【請求項 10】

基板を収容する処理室と、  
それが保護管で覆われてあり、高周波電力が印加される一対の電極を収容する放電室であって、前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画される前記放電室と、

前記処理室と放電室とを含むプロセスチューブと、  
前記処理室内の基板を加熱するヒータと、  
前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段とを有し、  
前記放電室は前記ヒータと前記基板との間に位置し、前記放電室内でプラズマが生成され、前記処理ガスが活性化され、  
前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項 11】

複数枚の被処理基板が挿入される処理室を備えたプロセスチューブの内部に互いに近接し、それが保護管で覆われた一対の電極が配置されているとともに、両電極間には高周波電力を印加する電源が接続されており、前記プロセスチューブ内には前記両電極間を含み前記処理室と独立した放電室が形成されており、この放電室には処理ガスを前記処理室に供給するガス吹出口が開設されており、

前記プロセスチューブ内に前記被処理基板が収容されている際には、前記被処理基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、  
前記処理ガスを供給する工程と、  
前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

## 【請求項 12】

複数枚の基板が積層して収容される処理室と、  
それが保護管で覆われてあり、前記基板の積層方向に延在する一対の電極であって、前記処理室の前記基板の側方に配置され、高周波電力が印加される前記一対の電極と、

前記一対の電極の間に処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、  
前記処理室内に積層される前記基板の側方における前記処理室の内周壁の一部に形成され、前記一対の電極を収容するように前記処理室から区画された放電室を更に有し、

前記放電室には、前記処理室内に前記処理ガスを供給するためのガス吹出口が設けられており、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されるプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、  
前記処理ガスを供給する工程と、  
前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

## 【請求項 13】

複数枚の基板が積層して収容される処理室と、  
前記処理室の内部と外部に配置され、内部の電極は保護管で覆われる一対の電極であって、前記処理室の前記基板の側方でこの一対の電極のそれぞれが対向するように配置され、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記処理室内に処理ガスを供給するため、前記一対の電極の間から離れた場所に前記処理室の外に設けられたガス供給装置を介して供給するガス供給手段と、

10

20

30

40

50

理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、

前記処理ガスを供給する工程と、

前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

#### 【請求項 1 4】

複数枚の基板が積層して収容される処理室を形成するプロセスチューブと、

前記プロセスチューブの内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

それぞれが保護管で覆われてあり、前記基板の積層方向に延在して前記放電室に収容され、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記放電室内に処理ガスを供給して前記一対の電極の間に空間に前記処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記プロセスチューブ内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されるプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、

前記処理ガスを供給する工程と、

前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

#### 【請求項 1 5】

基板を収容する処理室と、

前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

前記処理室と前記放電室との周囲に設けられ、前記基板を加熱するヒータと、

それぞれが保護管で覆われてあり、前記ヒータの内側に配置され、かつ、前記放電室に収容され高周波電力が印加される棒状の一対の電極と、

前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、を有し、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されるプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、

前記処理ガスを供給する工程と、

前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

#### 【請求項 1 6】

基板を収容する処理室と、

それぞれが保護管で覆われてあり、高周波電力が印加される一対の電極と、

前記一対の電極を収容し、前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画された放電室と、

前記処理室の基板を加熱し、前記処理室と前記放電室との周囲に設けられたヒータと、

、前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、

前記処理室内に前記処理ガスを供給するため前記放電室に設けられたガス吹出口とを備え、

前記ガス吹出口は前記基板と前記電極との間に設けられる前記放電室の壁であって、前記基板側から見て前記一対の電極の間の位置に相当する壁の部分に開設されており、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されるプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、

前記処理ガスを供給する工程と、

10

20

30

40

50

前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

**【請求項 17】**

基板を収容する処理室と、

それが保護管で覆われており、高周波電力が印加される一対の電極を収容する放電室であって、前記処理室の内周壁の一部に形成され前記処理室から区画される前記放電室と、

前記処理室と放電室とを含むプロセスチューブと、

前記処理室内の基板を加熱するヒータと、

前記放電室内に処理ガスを供給するガス供給手段とを有し、

前記放電室は前記ヒータと前記基板との間に位置し、前記放電室内でプラズマが生成され、前記処理ガスが活性化され、

前記処理室内に前記基板が収容されている際には、前記基板が前記一対の電極間の空間を避けた前記放電室外の位置に収容されることを特徴とするプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造する方法であって、

前記基板を加熱する工程と、

前記処理ガスを供給する工程と、

前記一対の電極に高周波電力を印加する工程と、を有した半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、プラズマ処理装置および半導体装置の製造方法に関し、例えば、半導体集積回路装置の製造方法において、半導体素子を含む半導体集積回路を作り込む半導体ウエハ（以下、ウエハという。）に絶縁膜や金属膜を堆積（デポジション）するのに利用して有効なものに関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

半導体集積回路装置の一例であるDRAM（Dynamic Random Access Memory）のキャパシタ（Capacitor）の静電容量部（絶縁膜）を形成するために、五酸化タンタル（Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>）の使用が検討されている。Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は高い誘電率を持つため、微細面積で大きな静電容量を得るのに適している。そして、生産性や膜質等の観点からDRAMの製造方法においては、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>はMOCVD装置によって成膜することが要望されている。

**【0003】**

一方、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜をMOCVD装置によって形成すると、リーク電流発生の原因になるカーボン（C）がTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜の表面近傍に付着することが知られている。そこで、ウエハにTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜が形成された後に、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜の表面近傍に存在するカーボンを除去する必要がある。そして、枚葉式リモートプラズマCVD装置はウエハに対するプラズマダメージを防止しつつ、ウエハの加熱温度を300～400℃に下げることができるため、枚葉式リモートプラズマCVD装置によってTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜のカーボンを除去することが検討されている。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、枚葉式リモートプラズマCVD装置においては、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜のカーボンの除去を一枚ずつ実施するために、スループットが小さくなるという問題点がある。例えば、枚葉式リモートプラズマCVD装置における正味の処理時間を10分、搬送系の動作時間を2分とすると、1時間当たりのウエハの処理枚数は5枚に過ぎない。

**【0005】**

そして、枚葉式リモートプラズマCVD装置はサセプタだけが処理温度に加熱されるコールドウォール形が一般的であるため、枚葉式リモートプラズマCVD装置においては、ウエハ面内を均一に加熱することが困難であり、また、チャンバの材料の選択の関係でウエハを400℃以上に加熱することが困難であるという問題点がある。さらに、サセプタに

10

20

30

40

50

ヒータを埋設してウエハを加熱する場合においては、ウエハの反りや平面粗さによってウエハへの熱伝達が不均一になるため、例えば、500 ± 1%の均一加熱は困難である。このため、静電チャック付きヒータの利用が考えられるが、静電チャック付きヒータはきわめて高価であり、信頼性に関する価格対効果の面で支障がある。

#### 【0006】

本発明の目的は、大きなスループットを得ることができるとともに、被処理基板の温度の均一性を高めることができるプラズマ処理装置および半導体装置の製造方法を提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

課題を解決するための第一の手段は、複数枚の被処理基板が搬入される処理室を備えたプロセスチューブの前記処理室における前記複数枚の被処理基板の搬入領域から離れた位置には、互いに近接した一対の電極が配置されているとともに、この一対の電極間には高周波電力を印加する電源が接続されており、前記一対の電極間の空間には処理ガスが供給されるように構成されていることを特徴とする。

課題を解決するための第二の手段は、複数枚の被処理基板が搬入される処理室を備えたプロセスチューブにおける前記処理室の内外には一対の電極が互いに対向して配置されるとともに、この一対の電極間には高周波電力を印加する電源が接続されており、前記処理室における前記両電極間の空間には処理ガスが供給されるように構成されていることを特徴とする。

課題を解決するための第三の手段は、複数枚の被処理基板が搬入される処理室を備えたプロセスチューブの前記処理室には互いに近接した一対の電極が配置されているとともに、両電極間には高周波電力を印加する電源が接続されており、前記処理室には前記両電極間を含み前記処理室と独立した放電室が形成されており、この放電室には処理ガスを前記処理室に供給するガス吹出口が開設されていることを特徴とする。

#### 【0008】

前記した各手段において、両電極間に高周波電力が印加されると、両電極間にはプラズマが生成される。このプラズマ雰囲気中に処理ガスが供給されると、中性の活性粒子が形成され、この活性粒子がプロセスチューブの内部に搬入された複数枚の被処理基板に供給されることにより、複数枚の被処理基板が一括してプラズマ処理されることになる。そして、前記した各手段によれば、複数枚の被処理基板が一括してバッチ処理されるため、スループットは被処理基板が一枚ずつ処理（枚葉処理）される場合に比べて大幅に向上させることができる。また、プロセスチューブの内部に収納された複数枚の被処理基板をホットウォール形のヒータによって加熱することにより、各被処理基板面内を均一に加熱することができるため、被処理基板のプラズマによる処理を均一化することができる。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

#### 【0010】

本実施の形態において、図1～図3に示されているように、本発明に係るバッチ式リモートプラズマ処理装置は、バッチ式縦形ホットウォール形リモートプラズマCVD装置（以下、CVD装置という。）として構成されている。すなわち、CVD装置10は石英ガラス等の耐熱性の高い材料が用いられて一端開口で他端閉塞の円筒形状に形成されたプロセスチューブ11を備えており、プロセスチューブ11は中心線が垂直になるように縦に配されて固定的に支持されている。プロセスチューブ11の筒中空部は複数枚のウエハ1が収容される処理室12を形成しており、プロセスチューブ11の下端開口は被処理物としてのウエハ1を出し入れするための炉口13を形成している。プロセスチューブ11の内径は取り扱うウエハ1の最大外径よりも大きくなるように設定されている。

#### 【0011】

プロセスチューブ11の外部には処理室12を全体にわたって均一に加熱するためのヒー

10

20

30

40

50

タ14が、プロセスチューブ11の周囲を包囲するように同心円に設備されており、ヒータ14はCVD装置10の機枠（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられた状態になっている。

#### 【0012】

プロセスチューブ11の下端面にはマニホールド15が当接されており、マニホールド15は金属が使用されて上下両端部に径方向外向きに突出したフランジを有する円筒形状に形成されている。マニホールド15はプロセスチューブ11についての保守点検作業や清掃作業のためにプロセスチューブ11に着脱自在に取り付けられている。そして、マニホールド15がCVD装置10の機枠（図示せず）に支持されることにより、プロセスチューブ11は垂直に据え付けられた状態になっている。

10

#### 【0013】

マニホールド15の側壁の一部には排気管16の一端が接続されており、排気管16は他端が排気装置（図示せず）に接続されて処理室12を排気し得るように構成されている。マニホールド15の下端面には下端開口を閉塞するシールキャップ17が、垂直方向下側からシールリング18を挟んで当接されるようになっている。シールキャップ17はマニホールド15の外径と略等しい円盤形状に形成されており、プロセスチューブ11の外部に垂直に設備されたエレベータ（図示せず）によって垂直方向に昇降されるように構成されている。シールキャップ17の中心線上には回転軸19が挿通されており、回転軸19はシールキャップ17と共に昇降し、かつ、回転駆動装置（図示せず）によって回転されるようになっている。回転軸19の上端には被処理物としてのウエハ1を保持するためのポート2が垂直に立脚されて支持されるようになっている。

20

#### 【0014】

ポート2は上下で一対の端板3、4と、両端板3、4間に架設されて垂直に配設された複数本（本実施の形態では三本）の保持部材5とを備えており、各保持部材5には多数条の保持溝6が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するようにならされている。そして、ウエハ1の外周縁辺が各保持部材5の多数条の保持溝6間にそれぞれ挿入されることにより、複数枚のウエハ1がポート2に水平にかつ互いに中心を揃えられて整列されて保持されるようになっている。ポート2の下側端板4の下面には断熱キャップ部7が形成されており、断熱キャップ部7の下端面が回転軸19に支持されている。

30

プロセスチューブ11の内周面近傍における排気管16と異なる位置（図示例では180度反対側の位置）には、処理ガスを供給するためのガス供給管21が垂直に立脚されており、ガス供給管21は誘電体が使用されて細長い円形のパイプ形状に形成されている。ガス供給管21の下端部のガス導入口部22はエルボ形状に直角に屈曲されて、マニホールド15の側壁を径方向外向きに貫通して外部に突き出されている。ガス供給管21には複数個の吹出口23が垂直方向に並べられて開設されており、これら吹出口23の個数は処理されるウエハ1の枚数に対応されている。本実施の形態において、これら吹出口23の個数は処理されるウエハ1の枚数に一致されており、各吹出口23の高さ位置はポートに保持された上下で隣合うウエハ1と1との間の空間に対向するようにそれぞれ設定されている。

40

#### 【0016】

マニホールド15におけるガス供給管21のガス導入口部22の周方向の両脇には一対の支持筒部24、24が径方向外向きに突設されており、両支持筒部24、24には一対の保護管25、25のホルダ部26、26が径方向に挿通されてそれぞれ支持されている。各保護管25は誘電体が使用されて上端が閉塞した細長い円形のパイプ形状に形成されており、それぞれの上下端がガス供給管21に揃えられて垂直に立脚されている。各保護管25の下端部のホルダ部26はエルボ形状に直角に屈曲されて、マニホールド15の支持筒部24を径方向外向きに貫通して外部に突き出されており、各保護管25の中空部内は処理室12の外部（大気圧）に連通されている。

#### 【0017】

50

両保護管 25、25の中空部内には導電材料が使用されて細長い棒状に形成された一対の電極 27、27がそれぞれ同心的に敷設されており、各電極 27の下端部である被保持部 28はホルダ部 26に、放電防止のための絶縁筒 29およびシールド筒 30を介して保持されている。両電極 27、27間には高周波電力を印加する高周波電源 31が整合器 32を介して電気的に接続されている。

#### 【0018】

次に、以上の構成に係る CVD 装置 10 を使用して、DRAM のキャパシタの静電容量部のための Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜の表面近傍に存在したカーボンを除去する方法を説明する。すなわち、本実施の形態においては、CVD 装置 10 に供給されるウエハ 1 にはキャパシタの静電容量部を形成するための Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜（図示せず）が前の MOCVD 工程において被着されており、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜の表面近傍にはカーボン（図示せず）が存在しているものとし、このカーボンを CVD 装置 10 によって除去するものとする。10

#### 【0019】

CVD 装置 10 の被処理基板としてのウエハ 1 は複数枚がポート 2 にウエハ移載装置（図示せず）によって装填（チャージング）される。図 2 および図 3 に示されているように、複数枚のウエハ 1 が装填されたポート 2 はシールキャップ 17 および回転軸 19と共にエレベータによって上昇されて、プロセスチューブ 11 の処理室 12 に搬入（ポートローディング）される。

#### 【0020】

ウエハ 1 群を保持したポート 2 が処理室 12 に搬入されると、処理室 12 は排気管 16 に接続された排気装置によって所定の圧力以下に排気され、ヒータ 14 への供給電力が上昇されることにより、処理室 12 の温度が所定の温度に上昇される。ヒータ 14 がホットウォール形構造であることにより、処理室 12 の温度は全体にわたって均一に維持された状態になり、その結果、ポート 2 に保持されたウエハ 1 群の温度分布は全長にわたって均一になるとともに、各ウエハ 1 の面内の温度分布も均一かつ同一になる。20

#### 【0021】

処理室 12 の温度が予め設定された値に達して安定した後に、処理ガス 41 として酸素（O<sub>2</sub>）ガスが導入され、圧力が予め設定された値に達すると、ポート 2 が回転軸 19 によって回転されながら、一対の電極 27、27間には高周波電力が高周波電源 31 および整合器 32 によって印加される。処理ガス 41 である酸素ガスがガス供給管 21 に供給され、両電極 27、27間に高周波電力が印加されると、図 2 に示されているように、ガス供給管 21 の内部にプラズマ 40 が形成され、処理ガス 41 は反応が活性な状態になる。30

#### 【0022】

図 1 および図 2 に破線矢印で示されているように、処理ガス 41 の活性化した粒子（酸素ラジカル）42 はガス供給管 21 の各吹出口 23 から処理室 12 にそれぞれ吹き出す。

#### 【0023】

活性化した粒子（以下、活性粒子という。）42 は各吹出口 23 からそれぞれ吹き出すことにより、それぞれが対向するウエハ 1、1間に流れ込んで各ウエハ 1 に接触するため、活性粒子 42 のウエハ 1 群の全体に対する接触分布はポート 2 の全長にわたって均一になり、また、活性粒子の流れ方向に相当する各ウエハ 1 のウエハ面内の径方向の接触分布も均一になる。この際、ウエハ 1 はポート 2 の回転によって回転されているため、ウエハ 1、1間に流れ込んだ活性粒子 42 のウエハ面内の接触分布は周方向においても均一になる。40

#### 【0024】

ウエハ 1 に接触した活性粒子（酸素ラジカル）42 はウエハ 1 の Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜の表面近傍に存在するカーボンと熱反応して CO（一酸化炭素）を生成することにより、カーボンを Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜から除去する。この際、前述した通りに、ウエハ 1 の温度分布がポート 2 の全長かつウエハ面内で均一に維持されており、活性粒子 42 のウエハ 1 との接触分布がポート 2 の全位置かつウエハ面内で均一の状態になるため、活性粒子 42 の熱反応によるウエハ 1 におけるカーボンの除去作用はポート 2 の全位置かつウエハ面内において均一の状50

態になる。

**【0025】**

ちなみに、DRAMのキャパシタの静電容量部を形成するためのTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜のカーボンを除去する場合の処理条件は、次の通りである。処理ガスとして使用される酸素ガスの供給流量は8.45×10<sup>-1</sup>～3.38Pa·m<sup>3</sup>/s、処理室の圧力は10～100Pa、温度は500～700である。

**【0026】**

予め設定された処理時間が経過すると、処理ガス41の供給、回転軸19の回転、高周波電力の印加、ヒータ14の加熱および排気管16の排気等が停止された後に、シールキャップ17が下降されることによって炉口13が開口されるとともに、ポート2に保持された状態でウエハ1群が炉口13から処理室12の外部に搬出（ポートアンローディング）される。10

**【0027】**

処理室12の外部に搬出されたウエハ1群はポート2からウエハ移載装置によってディスクチャージングされる（降ろされる）。以降、前記した作動が繰り返されることにより、複数枚のウエハ1が一括してバッチ処理される。

**【0028】**

前記実施の形態によれば、次の効果が得られる。

**【0029】**

1) 複数枚のウエハを一括してバッチ処理することにより、ウエハを一枚ずつ枚葉処理する場合に比べて、スループットを大幅に向上させることができる。例えば、枚葉処理する場合の1時間当たりの処理枚数は、処理時間を10分、搬送系の動作時間を2分とすると、5枚である。これに対して、100枚のウエハをバッチ処理する場合の1時間当たりの処理枚数は、処理時間を30分、搬送系の動作時間が60分とすると、66.7枚である。20

**【0030】**

2) ポートに保持されて処理室に搬入された複数枚のウエハをホットウォール形のヒータによって加熱することにより、ウエハのポート全長および各ウエハ面内の温度を均一に分布させることができるために、処理ガスがプラズマによって活性化されてなる活性粒子によるウエハの処理状況すなわちTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜のカーボンの除去分布を均一化することができる。30

**【0031】**

3) 一対の細長い電極を処理室に互いに対向して敷設することにより、両電極の全長にわたってプラズマを形成することができるため、処理ガスがプラズマによって活性化されてなる活性粒子をポートに保持されたウエハ群の全長にわたってより一層均一に供給することができる。

**【0032】**

4) 一対の細長い電極間の空間に処理ガスが供給されるガス供給管を敷設することにより、ガス供給管の内部において処理ガスをプラズマによって活性化することができるため、プラズマダメージがウエハに及ぶのを防止することができ、プラズマダメージによるウエハの歩留りの低下を未然に防止することができる。40

**【0033】**

5) ガス供給管に吹出口をポートに保持された上下のウエハの間の空間に對向させて開口することにより、活性粒子を各ウエハ間にそれぞれ流れ込ませることができるために、活性粒子のウエハ群の全体に対する接触分布をポートの全長にわたって均等にすることができ、その結果、活性粒子による処理状況をより一層均一化させることができます。

**【0034】**

6) 複数枚のウエハを保持したポートを回転させることにより、ウエハ間に流れ込んだ活性粒子のウエハ面内の接触分布を周方向において均一化させることができるために、活性粒子による処理状況をより一層均一化させることができます。50

## 【0035】

7) D R A M のキャパシタの静電容量部に使用される  $Ta_2O_5$  膜のカーボンを除去することにより、キャパシタ電極間のリーク電流を低減することができるため、D R A M の性能を高めることができる。

## 【0036】

図4および図5は本発明の第二の実施の形態であるC V D装置を示している。

## 【0037】

本実施の形態が前記実施の形態と異なる点は、一対の電極27A、27Bがプロセスチューブ11の内外にそれぞれ敷設されており、ガス供給管21Aが両電極27Aと27Bとの対向空間以外の位置に配設されている点である。 10

## 【0038】

本実施の形態においては、内側の電極27Aと外側の電極27Bとの間に高周波電力が高周波電源31および整合器32によって印加され、処理ガス41がガス供給管21Aによって処理室12に供給されると、プロセスチューブ11の側壁と内側の電極27Aとの間にプラズマ40が形成され、処理ガス41は反応活性な状態になる。そして、活性化した粒子42は処理室12の全体に拡散することにより、ポート2に保持された各ウエハ1に接触する。ウエハ1に接触した活性粒子42は熱反応によってウエハ1の  $Ta_2O_5$  膜に介在したカーボンを除去する。

## 【0039】

図6～図8は本発明の第三の実施の形態であるC V D装置を示している。 20

## 【0040】

本実施の形態において、プロセスチューブ11の内壁面に沿うように垂直に設けられた一対の保護管25、25は、下方で曲げられプロセスチューブ11の側面を貫通しており、両保護管25、25には一対の電極27、27がプロセスチューブ11の側面の下方から挿入されている。また、プロセスチューブ11の内周にはプラズマ室33を形成する楕形状の隔壁34が両保護管25、25を気密に取り囲むように設置されており、隔壁34には複数個の吹出口35が上下のウエハ1、1間に對向するように配列されて開設されている。さらに、プロセスチューブ11の側面下部のプラズマ室33にガスを供給可能な位置には、ガス供給管21が設けられている。 30

## 【0041】

処理ガス41をプラズマ室33に供給し所定の圧力に維持した後に、高周波電力が両電極27と27の間に高周波電源31および整合器32によって印加されると、プラズマ40がプラズマ室33に形成され、処理ガス41は活性化される。そして、活性化した電気的に中性の粒子42は隔壁34に開設された吹出口35から吹き出て処理室12に供給されることにより、ポート2に保持された各ウエハ1に接触する。ウエハ1に接触した活性な粒子42はウエハ1の表面を処理する。

## 【0042】

図9～図11は本発明の第四の実施の形態であるC V D装置を示している。

## 【0043】

本実施の形態に係るC V D装置は、プロセスチューブ11よりも短い長さの細長い平板形状に形成された一対の電極27C、27Cを備えており、両電極27C、27Cはプロセスチューブ11の側壁の一部に互いに平行でかつ上下端を揃えられた状態で垂直方向に延在するように開設された一対の電極挿入口36、36にプロセスチューブ11の外側からそれぞれ挿入されている。プロセスチューブ11の内周面には一対の保護管25C、25Cが一対の電極挿入口36、36にそれぞれ対向するように突設されており、両電極27C、27Cの挿入端部は一対の保護管25C、25Cにそれぞれ挿入されて包囲されている。両電極挿入口36、36および両保護管25C、25Cの間口幅は両電極27C、27Cの板厚よりも若干広めに設定されており、両電極27C、27Cは大気圧に露出した状態になっている。両電極27C、27Cの下端部には接続部28C、28Cが外向きにそれぞれ突設されており、接続部28C、28Cには高周波電力を印加する高周波電源3 40

1が、整合器32を介して電気的に接続されている。両保護管25C、25C間には両保護管25C、25Cと協働してプラズマ室33Cを形成する平板形状の隔壁34Cが架設されており、隔壁34Cには複数個の吹出口35Cが上下のウエハ1、1間に対向するよう配列されて開設されている。プラズマ室33Cには処理ガス41がガス供給管21から供給されるようになっている。

#### 【0044】

処理ガス41をガス供給管21によってプラズマ室33Cに供給し所定の圧力に維持した後に、高周波電力が両電極27Cと27Cとの間に高周波電源31および整合器32によって印加されると、プラズマ40がプラズマ室33Cに形成され、処理ガス41は活性な状態となる。そして、活性化した粒子42は隔壁34Cに開設された吹出口35Cから吹き出て処理室12に供給されることにより、ポート2に保持された各ウエハ1に接触する。ウエハ1に接触した活性な粒子42はウエハ1の表面を処理する。

10

#### 【0045】

図12～図14は本発明の第五の実施の形態であるCVD装置を示している。

#### 【0046】

本実施の形態に係るCVD装置は、プラズマ室37を形成する放電管38を備えており、放電管38は誘電体が使用されてプロセスチューブ11よりも短い長さの略正方形の角筒形状に形成されてプロセスチューブ11の側壁の外周の一部に垂直方向に延在するよう敷設されている。放電管38が包囲したプロセスチューブ11の側壁には複数個の吹出口39が上下のウエハ1、1間に対向するよう配列されて開設されており、放電管38のプラズマ室37には処理ガス41がガス供給管21から供給されるようになっている。放電管38の周方向の両脇には放電管38よりも短い長さの細長い平板形状に形成された一対の電極27D、27Dが大気圧に露出した状態で敷設されており、両電極27D、27Dにそれぞれ形成された各接続部28D、28Dには、高周波電力を印加する高周波電源31が整合器32を介して電気的に接続されている。

20

#### 【0047】

処理ガス41をガス供給管21によってプラズマ室37に供給し所定の圧力に維持した後に、高周波電力が両電極27Dと27Dの間に高周波電源31および整合器32によって印加されると、プラズマ40がプラズマ室37に形成され、処理ガス41は活性な状態となる。そして、活性化した粒子42は放電管38に連通した吹出口39から吹き出て処理室12に供給されることにより、ポート2に保持された各ウエハ1に接触する。ウエハ1に接触した活性な粒子42はウエハ1の表面を処理する。

30

#### 【0048】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

#### 【0049】

例えば、ガス供給管の吹出口の個数は、処理するウエハの枚数に一致させるに限らず、処理するウエハの枚数に対応して増減することができる。例えば、吹出口は上下で隣合うウエハ同士間にそれぞれ対向して配置するに限らず、二枚や三枚置きに配設してもよい。

40

#### 【0050】

前記実施の形態では、キャパシタの静電容量部のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜に介在したカーボンを除去する場合について説明したが、本発明に係るバッチ式リモートプラズマ処理装置は、その他の膜種に介在した異物（その膜種以外の分子や原子等）を除去する場合、ウエハにCVD膜を形成する場合、拡散する場合、熱処理する場合等に適用することができる。

#### 【0051】

例えば、DRAMのゲート電極用の酸化膜を窒化する処理において、ガス供給管に窒素（N<sub>2</sub>）ガスまたはアンモニア（NH<sub>3</sub>）または一酸化窒素（N<sub>2</sub>O）を供給し、処理室を室温～750℃に加熱することにより、酸化膜の表面を窒化することができた。また、シリコンゲルマニウム（SiGe）膜が形成される前のシリコンウエハの表面を水素（H<sub>2</sub>）ガスの活性粒子によってプラズマ処理したところ、自然酸化膜を除去することができ、

50

所望の SiGe 膜を形成することができた。また、低温での窒素膜の形成において、DCS（ジクロロシラン）と NH<sub>3</sub>（アンモニア）とを交互に供給して Si（シリコン）と N（窒素）とを一層ずつ形成する ALD（Atomic Layer Deposition 原子層成膜）を行う場合、NH<sub>3</sub> の供給時に NH<sub>3</sub> をプラズマで活性化して供給したところ、高品質の窒化膜が得られた。

#### 【0052】

前記実施の形態ではウエハに処理が施される場合について説明したが、処理対象はホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

#### 【0053】

10

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、大きなスループットを得ることができるとともに、被処理基板の温度の均一性を高めることができるバッチ式リモートプラズマ処理装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態である CVD 装置を示す平面断面図である。

【図2】図1のII-II線に沿う縦断面図である。

【図3】図1のIII-III 線に沿う縦断面図である。

【図4】本発明の第二の実施の形態である CVD 装置を示す平面断面図である。

【図5】図4のV-V 線に沿う縦断面図である。

20

【図6】本発明の第三の実施の形態である CVD 装置を示す平面断面図である。

【図7】図6のVII-VII 線に沿う縦断面図である。

【図8】図6のVIII-VIII 線に沿う縦断面図である。

【図9】本発明の第四の実施の形態である CVD 装置を示す平面断面図である。

【図10】図9のX-X 線に沿う縦断面図である。

【図11】図9のXI-XI 線に沿う縦断面図である。

【図12】本発明の第五の実施の形態である CVD 装置を示す平面断面図である。

【図13】図12のXIII-XIII 線に沿う縦断面図である。

【図14】図12のXIV-XIV 線に沿う縦断面図である。

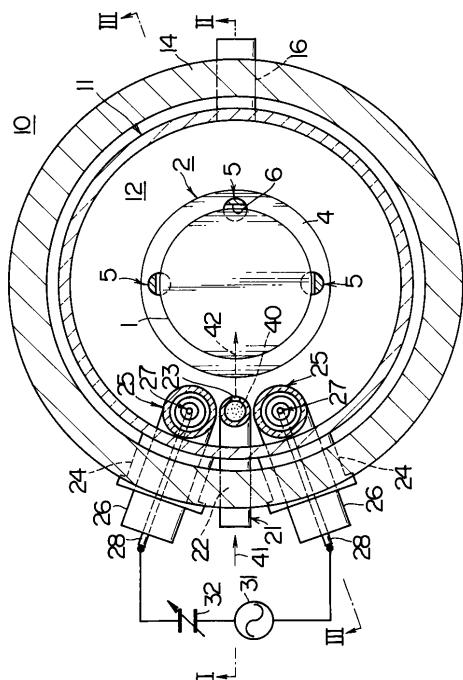
#### 【符号の説明】

30

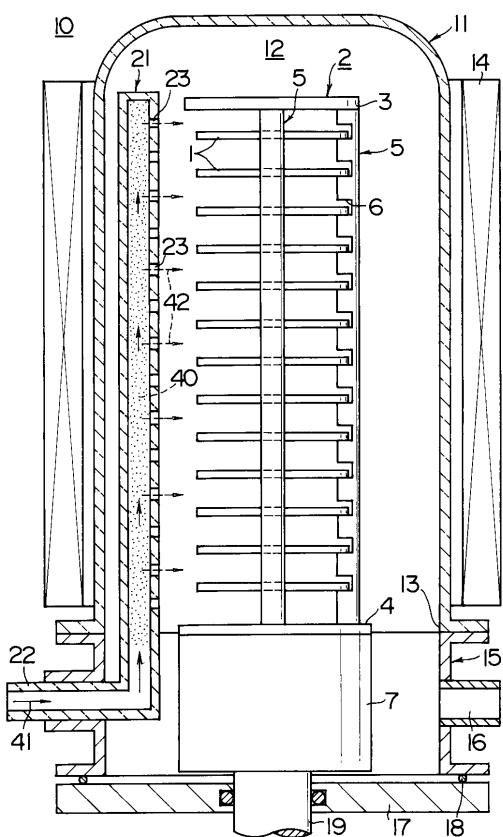
1 … ウエハ（被処理基板）、2 … ポート、3、4 … 端板、5 … 保持部材、6 … 保持溝、7 … 断熱キャップ部、10 … CVD 装置（バッチ式リモートプラズマ処理装置）、11 … プロセスチューブ、12 … 処理室、13 … 炉口、14 … ヒータ、15 … マニホールド、16 … 排気管、17 … シールキャップ、18 … シールリング、19 … 回転軸、21 … ガス供給管、22 … ガス導入口部、23 … 吹出口、24 … 支持筒部、25 … 保護管、26 … ホルダ部、27 … 電極、28 … 被保持部、29 … 絶縁筒、30 … シールド筒、31 … 高周波電源、32 … 整合器、40 … プラズマ、41 … 処理ガス、42 … 活性粒子、21A … ガス供給管、27A … 内側の電極、27B … 外側の電極、33 … プラズマ室、34 … 隔壁、35 … 吹出口、25C … 保護管、27C … 電極、28C … 接続部、33C … プラズマ室、34C … 隔壁、35C … 吹出口、36 … 電極挿入口、27D … 電極、28D … 接続部、37 … プラズマ室、38 … 放電管、39 … 吹出口。

40

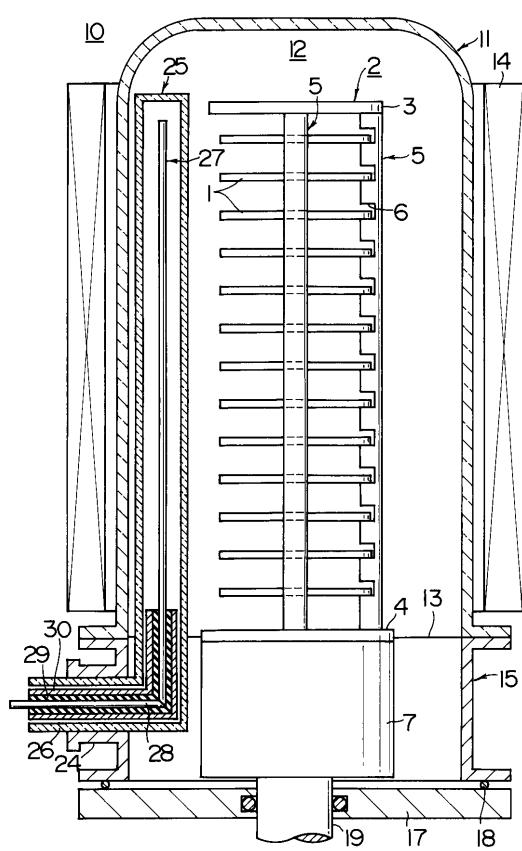
【図1】



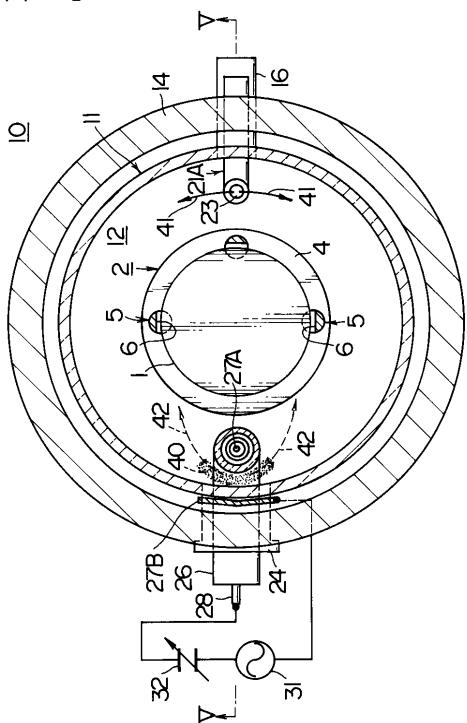
【図2】



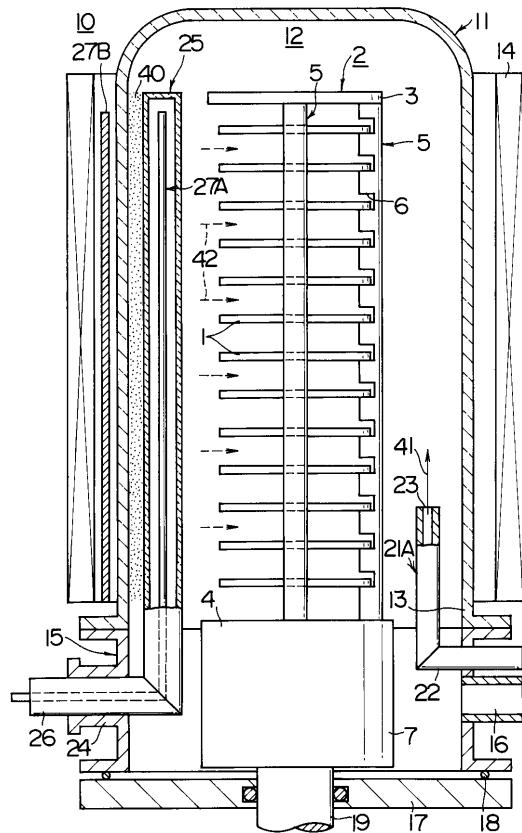
【図3】



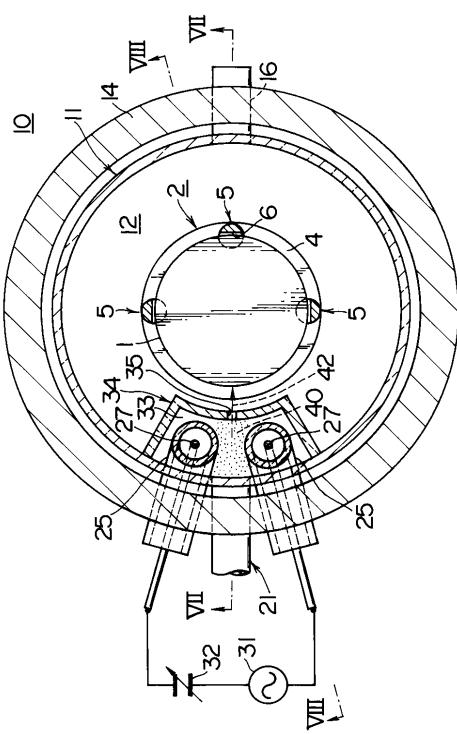
【図4】



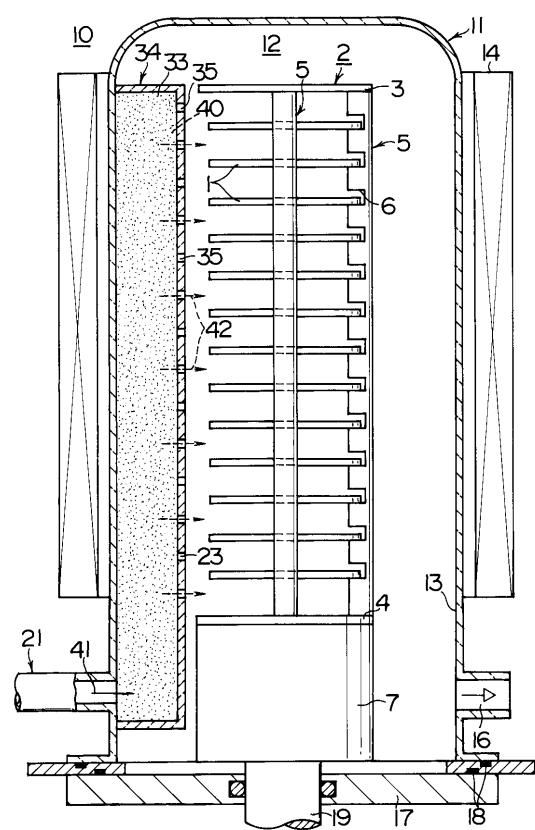
【図5】



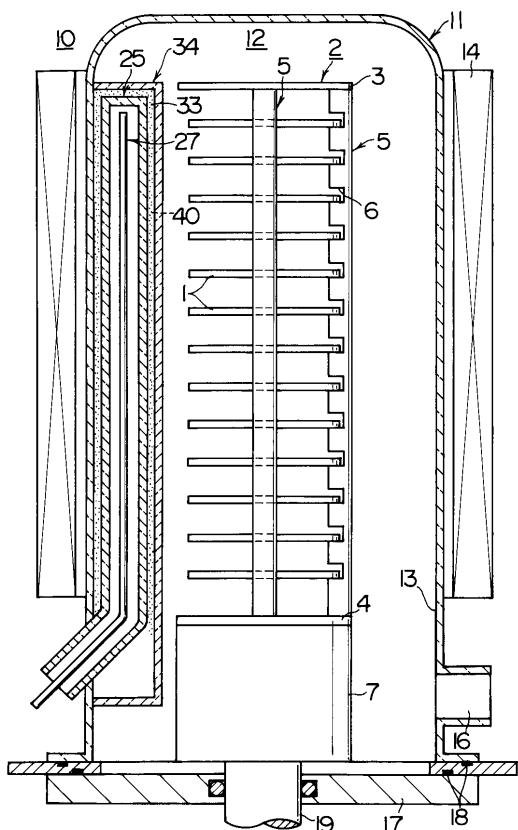
【図6】



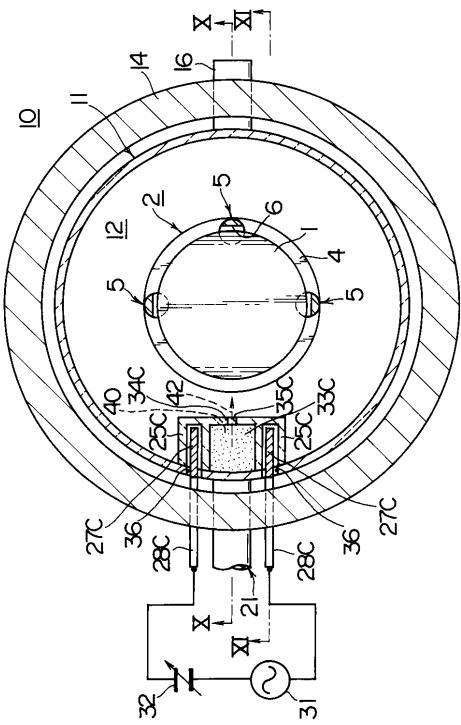
【図7】



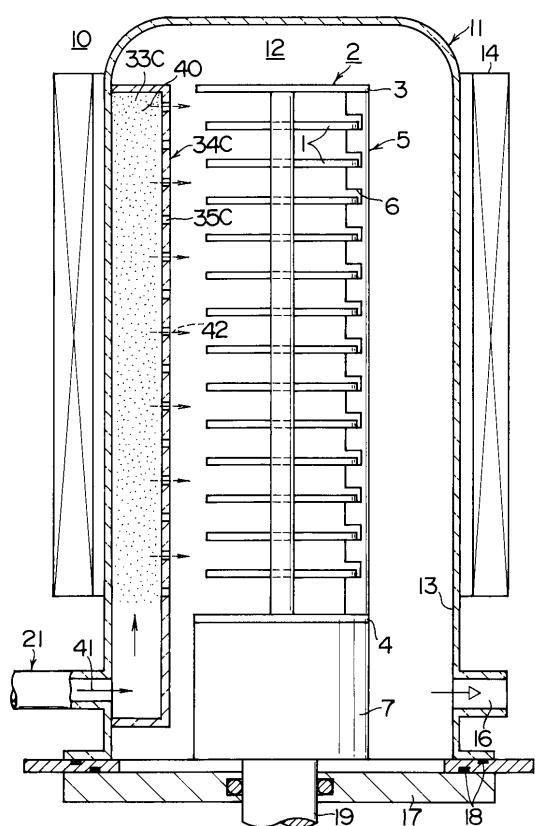
【図8】



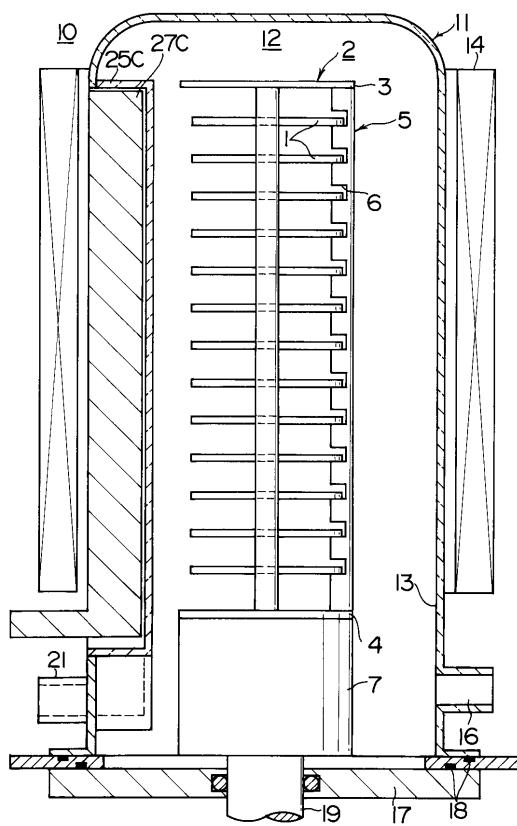
【図9】



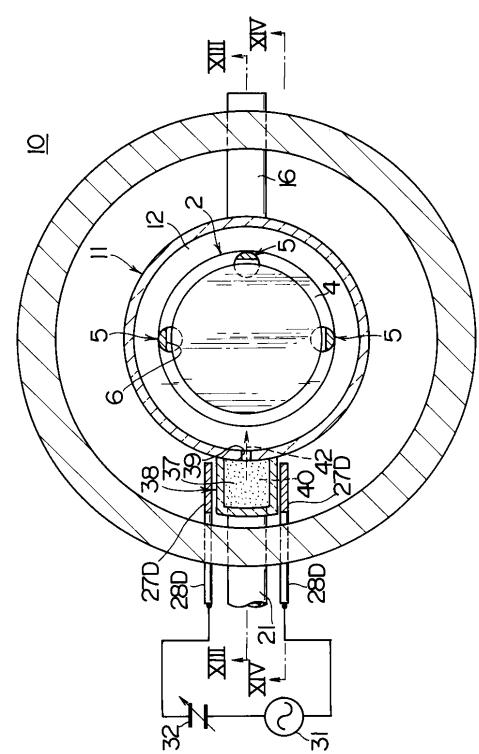
【図10】



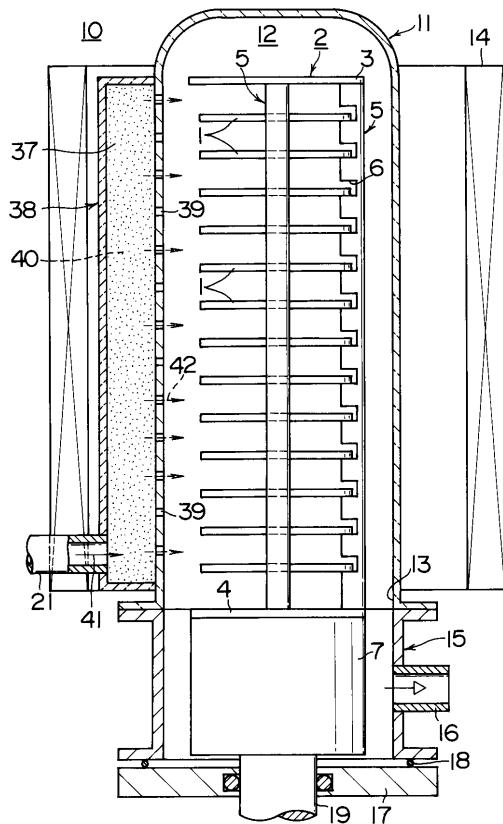
【図11】



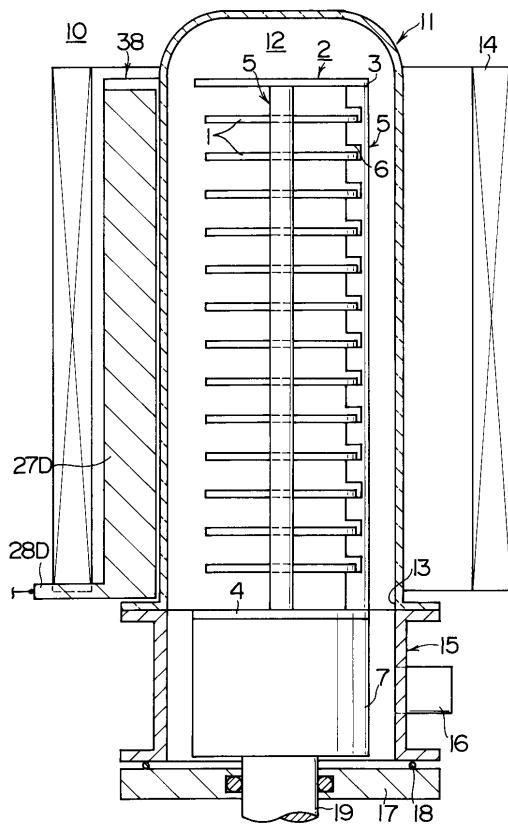
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 紺谷 忠司

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内

(72)発明者 石丸 信雄

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内

審査官 宮本 靖史

(56)参考文献 特開平09-115693(JP,A)

特開昭62-245626(JP,A)

特開平05-251391(JP,A)

実開平02-011327(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/31

C23C 16/509

H01L 21/3065