

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4671142号
(P4671142)

(45) 発行日 平成23年4月13日 (2011. 4. 13)

(24) 登録日 平成23年1月28日 (2011. 1. 28)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/66 (2006. 01)

H O 1 L 21/66 T

G O 1 K 1/08 (2006. 01)

G O 1 K 1/08 R

G O 1 K 7/00 (2006. 01)

G O 1 K 7/00 3 4 1 P

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/302 (2006. 01)

H O 1 L 21/302

請求項の数 24 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-358754
 (22) 出願日 平成11年12月17日 (1999. 12. 17)
 (65) 公開番号 特開2000-200815 (P2000-200815A)
 (43) 公開日 平成12年7月18日 (2000. 7. 18)
 審査請求日 平成18年11月13日 (2006. 11. 13)
 (31) 優先権主張番号 213925
 (32) 優先日 平成10年12月17日 (1998. 12. 17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500266634
 アクセリス テクノロジーズ インコーポ
 レーテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 915 ベバリー チェリー ヒル ドラ
 イブ 108
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 萼 経夫
 (72) 発明者 ジョエル ペネロン
 アメリカ合衆国 メリーランド 2177
 0 モンロピア ローズウッド ドライブ
 3930

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウエハの処理装置、温度測定用プローブ及びその温度測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体ウエハを処理するための装置であって、
 処理室と、

周囲処理圧力にある前記処理室に気体を供給するための手段と、

平坦な円板形状のウエハ接触面を有し、該接触面の表面全体がウエハの一部分の領域に接
 触するプローブヘッドと、このプローブヘッドを支持する支持体とからなる温度プローブ
 とを含み、

処理すべき半導体ウエハを、前記支持体と他の分離した支持手段とによって支持し、前記
 プローブヘッドの前記ウエハ接触面に、前記プローブヘッド内の流体搬送通路に連通する
 開口を有しており、

前記流体搬送通路は、前記処理室の外側にある手段に連結可能であり、前記周囲処理圧力
 に接している前記ウエハの一部分の領域において、前記ウエハ接触面上方の圧力を上昇さ
 せるために気体を前記開口に供給し、これにより、前記ウエハが前記ウエハ接触面に固定
 されていないことを特徴とする半導体ウエハ処理装置。

【請求項 2】

前記温度プローブは、前記ウエハ接触面と前記支持体を含むプローブヘッドを有してお
 り、該プローブヘッドの支持体は、長さ寸法と断面寸法とを有する管手段であり、前記断
 面寸法は、前記長さ寸法に対して小さいことを特徴とする請求項 1 記載の半導体ウエハ処
 理装置。

10

20

【請求項 3】

前記他の支持手段は、複数のペグからなることを特徴とする請求項 1 記載の半導体ウエハ処理装置。

【請求項 4】

前記周囲処理圧力は、10トルより低い圧力であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体ウエハ処理装置。

【請求項 5】

前記気体を供給する手段は、前記プローブ接触面上方の圧力を20トルよりも高く上昇させることを特徴とする請求項 4 記載の半導体ウエハ処理装置。

【請求項 6】

気体を供給する手段は、前記プローブ接触面上方の圧力を20トルよりも高く上昇させることを特徴とする請求項 1 記載の半導体ウエハ処理装置。

【請求項 7】

半導体ウエハの温度を測定しかつ他の分離した支持手段と共に前記半導体ウエハを支持するための温度プローブであって、

内部に配置される温度センサを有し、かつ表面全体が前記半導体ウエハの一部分の領域に接触する円板形状の接触面を有し、この接触面内に開口を有しているプローブヘッドと、前記プローブヘッドに設けられ前記開口に連通し、前記開口に流体を供給するための流体源に接続可能であり、前記半導体ウエハの下方に流体クッションを形成するための流体搬送通路と、

前記プローブヘッドを支持するための支持体と、
を含むことを特徴とする温度プローブ。

【請求項 8】

前記半導体ウエハを前記プローブヘッドに固定するための手段を備えていないことを特徴とする請求項 7 記載の温度プローブ。

【請求項 9】

前記プローブヘッドの前記支持体は、長さ寸法と断面寸法とを有し、断面寸法は、長さ寸法に対して小さいことを特徴とする請求項 8 記載の温度プローブ。

【請求項 10】

前記プローブヘッド内に設けた前記流体搬送通路は、前記接触面から、この接触面の反対側にある前記プローブヘッドの表面に連通していることを特徴とする請求項 9 記載の温度プローブ。

【請求項 11】

前記支持体内に少なくとも 1 つの第 2 流体搬送通路が設けられ、この第 2 流体搬送通路の第 1 端は、前記プローブヘッド内の前記流体搬送通路と流体連通することを特徴とする請求項 10 記載の温度プローブ。

【請求項 12】

前記プローブヘッド内の流体搬送通路の少なくとも一部分と、前記支持体内の流体搬送通路の少なくとも一部分とは、連続する通路部分が異なることを特徴とする請求項 11 記載の温度プローブ。

【請求項 13】

前記プローブヘッドの支持体の少なくとも一部は、硬い管で構成され、この管の内部は、前記連続する通路部分からなることを特徴とする請求項 12 記載の温度プローブ。

【請求項 14】

前記硬い管は、少なくとも部分的に第 2 の管で取り囲まれ、前記温度センサが、前記第 2 の管を通して伸びている少なくとも 1 つのリード線を有することを特徴とする請求項 13 記載の温度プローブ。

【請求項 15】

前記第 2 の管は、前記プローブヘッドに接触しないことを特徴とする請求項 14 記載の温度プローブ。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

前記2つの管の一部が、前記プローブヘッドと垂直に向いており、また前記2つの管の別の一部が、前記プローブヘッドと平行に向いていることを特徴とする請求項13記載の温度プローブ。

【請求項 17】

前記硬い管が金属で作られ、この硬い管を取り囲む前記第2の管が石英で作られていることを特徴とする請求項16記載の温度プローブ。

【請求項 18】

前記支持体内の前記第2流体搬送通路が、2つの流体搬送通路を有し、前記温度センサが、それぞれ前記2つの流体搬送通路内を伸びる2つのリード線を有することを特徴とする請求項11記載の温度プローブ。

10

【請求項 19】

前記プローブヘッドは、前記温度センサの前記2つのリード線がそれぞれ通過する2つの通路を有することを特徴とする請求項18記載の温度プローブ。

【請求項 20】

前記プローブヘッド内の2つの通路は、前記支持体内の2つの流体搬送通路と同一直線上にあることを特徴とする請求項19記載の温度プローブ。

【請求項 21】

前記プローブヘッドの接触面と反対側の面が、内側に凹部を有し、前記支持体が、前記凹部とかみ合うような形の端部を有していて、前記プローブヘッドが、前記支持体回りに軸回転可能であることを特徴とする請求項19記載の温度プローブ。

20

【請求項 22】

前記半導体ウエハが前記プローブヘッドの接触面上に配置されるとき、前記ウエハと前記プローブヘッドとの間の熱抵抗が、前記プローブヘッドと前記支持体との間の熱抵抗よりも低いことを特徴とする請求項11記載の温度プローブ。

【請求項 23】

前記ウエハは、放射エネルギーによって加熱されることを特徴とする請求項8記載の温度プローブ。

【請求項 24】

前記他の分離した支持手段は、複数のペグからなることを特徴とする請求項7記載の温度プローブ。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体の低圧処理用接触技術に基づく改良した温度プローブ、およびそのような処理における改良した温度測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体ウエハからの集積回路等半導体素子の製造は、多数の段階を含んでいる。これらの段階のうちのいくつかは、圧力が約10トル(torr)よりも低い低圧環境において行うことが必要とされる。通常の海面における空気中の大気圧は760トルであるので、処理は大気圧より非常に小さい圧力で起こるということがわかる。

40

【0003】

このような多数の処理を実行するのに、半導体ウエハの温度を監視することが必要である。これは通常、熱電対等のウエハに接触する温度センサを含む温度プローブを用いて行われる。温度プローブを上記のような低圧処理において用いると、温度センサが行う読み取りが実際のウエハ温度に厳密に従わない、ということがわかっている。製造工程を監視し制御するには正確な温度読み取りが必要であるので、これによって問題が生じる。

【0004】

この問題は、低圧において反応室内の気体の熱伝導率が低くなるという事実によって生じ

50

るものであると本発明者は考えている。すなわち、ウエハと温度プローブは、肉眼では互いに接触しているように見えるが、顕微鏡レベルでは、接触は連続的ではなくむしろ散在的なものであり、接点同士の間の空間は、処理が行われる低圧と同じまたはそれに近い圧力である。このような低圧下では、気体の熱伝導率が低く、ウエハとプローブ接触面との間の伝熱率は、実際のウエハ温度の変化に温度センサが迅速に応答するほど良好ではない。

【 0 0 0 5 】

参考としてその内容がすべて本明細書に組み込まれる米国特許第 5 , 7 9 1 , 7 8 2 号では、半導体ウエハの重量がかかった支持体を支点にして自由に軸回転して半導体ウエハとの密着を維持するようになっている温度プローブが開示されている。これは、高圧環境における温度センサの応答性を適切に改善している。

10

【 0 0 0 6 】

この従来の特許の目的の 1 つは、真空または低圧の環境における実際のウエハ温度に厳密に従う温度測定を与えることであるが、本発明者らは、この従来特許の構成ではそれが達成できないことを確認している。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、より迅速に低圧環境におけるウエハ温度の変化に応答する温度プローブを提供することである。

【 0 0 0 8 】

本発明の更なる目的は、温度プローブ用の改良したプローブヘッドを提供することである。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の更なる目的は、低圧環境における半導体ウエハの処理装置、温度測定用プローブ及びその温度測定方法を提供することである。

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために、本発明は、各請求項に記載の構成を有している。具体的に本発明の第 1 実施形態によれば、内部に配置される温度センサを有し、かつ表面全体が前記半導体ウエハの一部の領域に接触する円板形状の接触面を有し、この接触面内に開口を有しているプローブヘッドと、前記プローブヘッドに設けられ前記開口に連通し、前記開口に流体を供給するための流体源に接続可能であり、前記半導体ウエハの下方に流体クッションを形成するための流体搬送通路とを含み、より正確なウエハ温度測定を容易にする温度プローブが提供される。

30

【 0 0 1 1 】

この装置の動作において、流体源、好ましくは気体源が、プローブヘッド内の流体搬送通路に連通して、プローブヘッドと半導体ウエハとの間に過圧すなわち「気体のクッション」を作り出す。これによって、プローブヘッドとウエハとの間の熱伝導率が増大し、その結果、温度センサがより迅速にウエハ温度の変化に応答するようになる。

【 0 0 1 2 】

本発明の更なる実施形態によれば、温度プローブとウエハとの間の領域にウエハとプローブとの間の圧力を約 2 0 トルよりも高くなるまで増加させるのに十分な量の流体を供給するステップを含む、温度プローブの熱応答性を改良する方法が提供される。

40

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 において、上述の米国特許第 5 , 7 9 1 , 7 8 2 号に開示される従来技術に従った温度プローブが示されている。この温度プローブ 1 は、支持体 7 上にある金属製のプローブヘッド 1 を含んでいる。プローブヘッド 1 は、その上に半導体ウエハが載る接触面 3 を有する。プローブヘッド 1 は、半導体ウエハの重量がかかった支持体 7 を自由に軸回りに回転できるように配置して、半導体ウエハとの接触を維持するようになっている。

50

【 0 0 1 4 】

プローブヘッドには、直径方向に沿った穴 5 があいており、その中に熱電対を挿入した後、この構造をかしめ、またはつぶして、熱電対のプローブヘッドとの良好な接触を維持する。熱電対のリード線 6 A、6 B は、穴 5 から突出している。

【 0 0 1 5 】

上述のように、図 1 に示すプローブを有する従来技術の温度プローブは、プラズマストリッピング、エッチング、L P C V D (低圧化学蒸着法)、その他低圧で行う処理において用いられるような低圧処理環境においては良好に機能しないということがわかっている。自由に軸回転するプローブヘッドを用いる場合であっても、顕微鏡的な 3 点接触によって、ウエハとプローブヘッドとの間に維持できる接触の密着の度合い(closeness) が限定されてしまう。上述のように、ウエハとプローブヘッドとの間の接触は非連続的であり、その間隙には、低圧環境がある。

10

【 0 0 1 6 】

図 5 は、気体の熱伝導率 () 対圧力 (P) の典型的なグラフである。このように、約 2 0 トルよりも下の圧力では熱伝導率が急に下降して、非常に低くなってしまうために、結果として、温度差の原因である熱抵抗が非常に高い値になる。

【 0 0 1 7 】

図 2 を参照して、本発明によるプローブヘッド 1 0 の簡略図を示す。プローブヘッドは金属製であり、平らな接触面 1 2 を有する。プローブヘッドは、また、図 1 に関して説明した方法、あるいはその他適切な熱的接触を行う何らかの方法によって内部に埋め込んだ、熱電対等の温度センサ 1 4 を有する。しかし、図 1 の従来技術の実施形態と異なり、図 2 のプローブヘッドは、接触面 1 2 とこの面と反対側の面 1 8 との間を連通する流体搬送通路 1 6 を有する。

20

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、流体搬送通路 1 6 には気体が供給されていて、プローブ表面とウエハとの間の領域に、約 2 0 トルを超えるわずかな過圧を作り出している。これによって、この領域における熱伝導率が、温度勾配をほぼ除去するのに十分なだけ上昇し、その結果、温度測定がより正確になる。

【 0 0 1 9 】

図 2 においては、流体搬送通路は接触面の反対側の面に達しているが、プローブヘッドのどこか他の表面に達してそこから気体を供給されていてもよい。これを図 3 に示す。図 3 において、液体搬送通路 2 2 は、プローブヘッド 2 4 の側面に連通している。実際の実施形態においては、流体搬送通路が非常に狭く、かつゲージ番号 2 6 の皮下注射針の開口部の大きさに過ぎない場合がある。

30

【 0 0 2 0 】

図 4 を参照して、流体搬送通路 3 2 を有するプローブヘッド 3 0 を示す。プローブヘッドは、接触面 3 8 の上方に過圧を作り出す気体源と連通する流体搬送通路 3 6 を含んでいる支持体 3 4 上にある。本明細書において用いる「支持体」という用語は、プローブヘッドの支持をその機能の 1 つとして有するものすべての部材を意味する。

【 0 0 2 1 】

図 6 は、半導体ウエハ処理室 4 0 を示す。処理室は、処理気体入口 4 2、気体分配プレート 4 4、および気体排出用の出口 4 6 を含む。気体は、例えば、一般的に、1 . 5 トルで行われるフォトレジストおよび残留物の除去の例においては、酸素や、酸素とフッ化気体と水素と窒素との混合物であってもよい。

40

【 0 0 2 2 】

処理室の底部 4 7 は透明であり、処理室 4 0 の底部の下方には加熱ランプ 4 8 が配置されていて、処理室内に配置された半導体ウエハ 5 0 に放射エネルギーを向ける。ウエハ 5 0 は、3 つの支持体によって処理室の底部の上方に支持されている。2 つの支持体 5 3、5 4 は、底部 4 7 から延びているガラスまたは石英のペグ(pegs)であり、3 番目の支持体は、図 4 に簡略的に示す、本発明の温度プローブである。

50

【 0 0 2 3 】

一般的に、このような用途では、室内の処理は、圧力が５トルよりも低く、ウエハは３０よりも低い。こういった状態での伝熱は、主に伝導および放射によって行われる。

【 0 0 2 4 】

プローブヘッドの温度は、ウエハとプローブヘッドとの間の熱接触抵抗(thermal contact resistance)によって、そして大部分はプローブヘッドと周囲のすべてとの間の熱抵抗によって決まる。プローブヘッドとウエハとの間の熱接触抵抗は、両者の間の間隙を満たしている気体の熱伝導率に強く依存する。この熱抵抗は、間隙の圧力が１０トルよりも低い場合には高く、２０トルよりも高い場合には低い。熱抵抗が低いと、熱接触抵抗が良好になり、プローブ温度がウエハ温度に近づく。

10

【 0 0 2 5 】

温度プローブ用の支持体内の流体搬送通路には、処理室の外側に配置された気体源５２から気体が生供給される。気体源５２は、単に処理室の外側の雰囲気であってもよい、すなわち、通路は単に雰囲気に通気されていてもよい。または、気体源５２は、ヘリウム等熱伝導率の高い気体であってもよい。どちらの場合においても、室の外側から内側への圧力差によって、流れが強制的に生じる。この気流が、プローブとウエハとの間の間隙を満たし、ついには間隙の圧力は、ウエハがプローブに及ぼす機械的圧力と等しくなる。プローブとウエハとの間の圧力が増加するのは、プローブ表面の全面にわたってウエハ重量がかかる結果として起こる。しかし、気体の流れは、処理に影響を及ぼさないよう十分低くなるようにすべきである。

20

【 0 0 2 6 】

図７を参照して、本発明に従う温度プローブ６０の具体的な一実施形態を示す。プローブは、プローブヘッド６２および支持体６４／６５から構成される。プローブヘッドは、平らな接触面６６、およびその内部に埋め込んだ熱電対６７を有し、かつ接触面６６から、この面とは反対側にある面６９に伸びている流体搬送通路６８も含んでいる。

【 0 0 2 7 】

支持体は、ステンレス鋼で作ることもできる、硬い中空の内部管６４から成る。この管の内部は、支持体内の、そしてプローブヘッドの少なくとも一部における流体搬送通路を含んでいる。この内部管６４は、プローブヘッドの開口部の一部または全部に挿入されるからである。従って、処理室の外側にある気体源５２と接続できるのは、内部管６４の他方の端部７０である。

30

【 0 0 2 8 】

熱電対６７は、リード線７１、７２を有する。これらのリード線は、プローブヘッドを出て、外部管６５を通じて処理室の外側の監視装置に供給される。外部管６５は、石英でできていてもよく、ある程度の断熱および絶縁を行う。従ってリード線は、このようにしていなければリード線を劣化させる可能性のある処理気体から、ほぼ保護されており、この石英製の管によって、線がある程度断熱されており、温度読み取りの誤差が起こらないようになっている。

【 0 0 2 9 】

温度プローブの設計においては、半導体ウエハとプローブヘッドとの間の熱抵抗が、プローブヘッドと支持体との間の熱抵抗よりもかなり低いことが望ましい。図７に示す実施形態においては、これはある程度、プローブヘッド、支持体、および周囲と外部管６５との間に間隙７４を設けることによって行われる。いかなる実際のプローブの設計も、本発明の精神および範囲から逸脱することなく作ることができる、図７に示すプローブの変更及び変形例を含むことが可能である。例えば、プローブヘッドを、外部管６５の縁７５に接触してそこを支点にして軸回転するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

図８および図９において、本発明による温度プローブの更なる実施形態を示す。図８を参照して、セラミックまたはセメントのインサート８２を有する金属製のプローブヘッド８０を示す。インサート８２は、公知の微細機械加工技術によってプローブヘッド８０内に

50

配置される。インサートをプローブヘッド内に配置する前に、熱電対 8 4 がプローブヘッド内に埋め込まれる。インサート 8 2 は鋳型で形成されてもよく、熱電対は、セラミックまたはセメントが乾く前に埋め込むこともできる。

【 0 0 3 1 】

プローブヘッド 8 0 は、そこを通過して熱電対 8 4 のリード線 8 5、8 6 が伸びているチャンネル 8 3 A、8 3 B を有する。プローブヘッド 8 0 は、また、接触面 8 1 から反対側の面 9 0 に連通する気体搬送通路 8 8 を有する。面 9 0 は内部に凹部 9 1 を有し、この凹部 9 1 は、球面の座の形であってもよい。

【 0 0 3 2 】

図 9 を参照して、プローブヘッドの支持体 / 組み合わせを示す。支持体 9 2 は、凹部 9 1 とかみ合うような形の端部 9 3 を有しており、プローブヘッドが、半導体ウエハの重量がかかった支持体を支点にして自由に軸回転することができるようになっている。支持体 9 2 は、気体搬送チャンネル 9 6 および熱電対リード線チャンネル 9 4、9 5 を有する。処理室の外側からの気体は、気体搬送チャンネル 9 6 を通じて供給されて、プローブヘッドとウエハとの間の圧力を上昇させる。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 は、本発明によって得られる改良した結果をグラフで示す。図 7 に示すものと同様の温度プローブを用い、半導体ウエハ上で行われる処理には、1 トルの圧力の窒素気体を使用した。本発明を用いて、プローブヘッドの上方に、2 0 トルを越える気体のクッションが作り出された。

【 0 0 3 4 】

図 1 0 を理解するのに、最大電力が加熱ランプに印加される時の、その間に加熱ランプへの電力がオンになり、その間にウエハ温度が急に上昇する傾斜段階があり、ランプが低電力で動作し従ってウエハ温度がほぼ一定である定常状態段階がある、ということが理解されるべきである。

【 0 0 3 5 】

図 1 0 において、破線の曲線は、従来技術の温度プローブを用いた場合、すなわち空気が「オフ」である場合を示す。わかるように、傾斜段階が作り出す過渡現象の間、実際の温度と測定温度との間には約 3 5 の温度差がある。他方、本発明の温度プローブを使用した場合、すなわち空気が「オン」である場合には、上側の実線が示すように、この温度差が約 1 5 に低下する。空気よりも温度伝導率が高いヘリウムを用いると、下側の実線が示すように、温度差は約 5 に低下する。

【 0 0 3 6 】

傾斜段階の間、空気が「オフ」であり、定常状態の間、空気が「オン」である状態を、点線で示している。傾斜段階の間、高い比較誤差が見られるが、定常状態段階の間で現れる比較誤差ははるかに低い。

【 0 0 3 7 】

以上の説明により、低圧処理において温度測定を大いに改善する有利な方法および装置を開示したことがわかるであろう。本発明を好適なかつ例示的な実施形態に従って本明細書を記載したが、当業者であれば、変形例を容易に導くことができ、さらに、本発明の範囲は、上述した特許請求の範囲によって規定されるものであることが理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来技術の温度プローブを示す図である。

【図 2】本発明によるプローブヘッドの簡略図である。

【図 3】本発明による更なるプローブヘッドの簡略図である。

【図 4】本発明による温度プローブの簡略図である。

【図 5】典型的な気体の熱伝導率対圧力のグラフである。

【図 6】本発明の温度プローブを組み込んだ処理室を示す図である。

【図 7】本発明の 1 実施形態による温度プローブの断面図である。

【図 8】本発明の更なる一実施形態によるプローブヘッドの断面図である。

【図 9】図 7 のプローブヘッドを利用する本発明の一実施形態による温度プローブの断面図である。

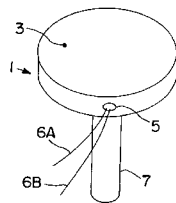
【図 10】本発明によって得られる改良した結果を示す、温度誤差対時間のグラフである。

【符号の説明】

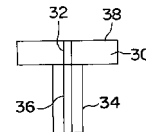
1、10、24、30、62、80	プローブヘッド
3、12、38、66、81	接触面
14、67、84	温度センサ
16、22、32、36、68、88	流体搬送通路
18、69、90	接触面の反対側の面
7、34、64、92	支持体
40	処理室
42	処理気体入口
48	加熱ランプ
50	半導体ウエハ
52	気体源
71、72、85、86	リード線

10

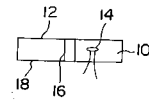
【図 1】



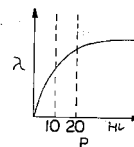
【図 4】



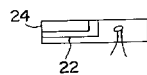
【図 2】



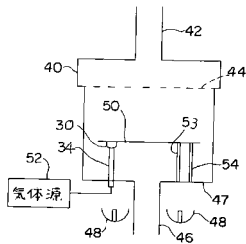
【図 5】



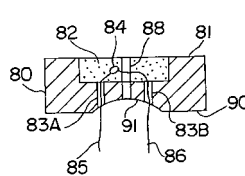
【図 3】



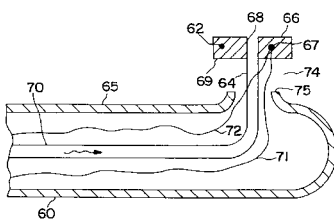
【図 6】



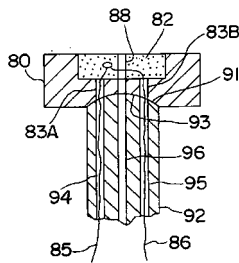
【図 8】



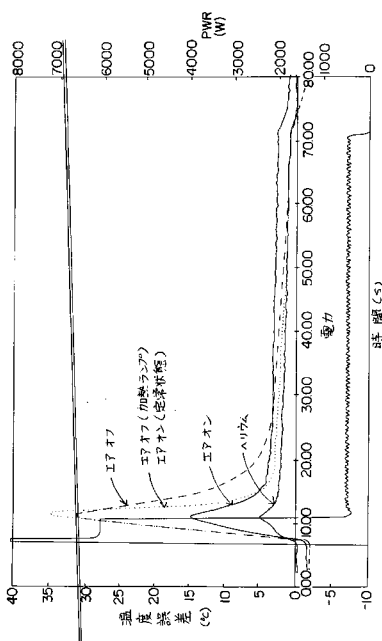
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドレ ギル カードソ
アメリカ合衆国 メリーランド 20723 ローレルステッピング ウエイ 9190

審査官 井上 猛

(56)参考文献 特開昭59-215718(JP,A)
特開平09-127006(JP,A)
特表平11-507473(JP,A)
特開平10-098084(JP,A)
特開平10-239165(JP,A)
特開平11-154669(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66
G01K 1/08
G01K 7/00
H01L 21/205
H01L 21/302