

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5054874号
(P5054874)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(51) Int.Cl.

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

F 1

H01L 21/302 104C
H01L 21/302 101B
C23C 16/509

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-542603 (P2001-542603)
 (86) (22) 出願日 平成12年11月21日 (2000.11.21)
 (65) 公表番号 特表2003-515960 (P2003-515960A)
 (43) 公表日 平成15年5月7日 (2003.5.7)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/031987
 (87) 國際公開番号 WO2001/040540
 (87) 國際公開日 平成13年6月7日 (2001.6.7)
 審査請求日 平成19年11月21日 (2007.11.21)
 (31) 優先権主張番号 09/453,842
 (32) 優先日 平成11年12月2日 (1999.12.2)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500226409
 ティーガル コーポレイション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 952 ベタルーマ セカンド ストリー
 ト 140 スイート 318
 (74) 代理人 100059959
 弁理士 中村 稔
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 複男
 (74) 代理人 100065189
 弁理士 宍戸 嘉一
 (74) 代理人 100096194
 弁理士 竹内 英人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リアクタ内でプラチナエッチングを行う方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リアクタチャンバ、上部電極、該上部電極を加熱するヒータ、並びにガス入口およびガス出口を含むリアクタを動作させる方法であって：

前記リアクタを動作させる方法が、プラチナエッチング方法であり、酸素と塩素が前記リアクタ内に存在しており、

プラチナ及び前記酸素及び塩素のいずれか一方または双方が前記上部電極上に堆積されており、

さらに前記方法が、

前記ヒータを用いて、該電極上に堆積したプラチナを主とする材料の層を残すように、酸素及び塩素の堆積物を前記上部電極から除去する温度に、前記上部電極を加熱する段階と、

前記ヒータを用いて前記上部電極を400 ~ 500 の範囲の最大温度に加熱する段階と、を備えており、

前記上部電極上に形成された材料の層が、前記ヒータで前記上部電極を酸素及び塩素の堆積物を該上部電極上から除去させるのに不十分な温度に加熱した場合において形成される材料の層よりも安定していることを特徴とする方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記リアクタが少なくとも1つの側部電極と前記少なくとも1つの側部電極に設けられ、前記少なくとも1つの側部電極を加熱する第2ヒータ

10

20

及びガス入口をガス出口とを備えており、

前記方法がさらに、

前記少なくとも1つの側部電極を前記第2ヒータで加熱し、前記少なくとも1つの側部電極の表面に堆積した反応物から生じる材料に材料の安定した層を形成させる段階と、を備えたことを特徴とする方法。

【請求項3】

リアクタチャンバ、上部電極、該上部電極を加熱するヒータ、及びガス入口及びガス出口をそなえたリアクタ内でプラチナエッティングを行う方法であって、

該方法が

前記リアクタチャンバ内にプロセスガスを導入する段階と、

10

前記ヒータを用いて前記上部電極を400～500の範囲の最大温度に加熱する段階と、

前記ヒータを用いて前記上部電極を、ハロゲン要素を前記上部電極から除去させる温度に加熱して、主としてプラチナからなる堆積物の材料の層を形成させる段階とを有しており、

前記上部電極上に形成された材料の層が、前記上部電極を前記ヒータを用いて前記上部電極の表面上に主としてプラチナからなる堆積物を生成させるのに不十分な温度に加熱した場合において形成される材料の層よりも安定していることを特徴とする方法。

【請求項4】

請求項3に記載の方法であって、前記リアクタが少なくとも1つの側部電極と前記少なくとも1つの側部電極に設けられ、前記少なくとも1つの側部電極を加熱する第2ヒータ及びガス入口をガス出口とを備えており、

20

前記方法がさらに、

前記少なくとも1つの側部電極を前記第2ヒータで加熱し、前記少なくとも1つの側部電極の表面に堆積した反応物から生じる材料に材料の安定した層を形成させる段階と、を備えたことを特徴とする方法。

【請求項5】

請求項3に記載の方法であって、前記加熱する段階が、前記上部電極の表面上に収集されたプラチナの揮発性化合物が前記上部電極の表面から脱着するまで、前記ヒータを用いて前記上部電極の表面を加熱することを特徴とする方法。

30

【請求項6】

請求項4に記載の方法であって、前記プラチナの揮発性化合物がプラチナと塩素または酸素との化合物であることを特徴とする方法。

【請求項7】

請求項3に記載の方法であって、前記加熱する段階が、前記上部電極の表面に収集されたプラチナの揮発性化合物が該上部電極の表面から蒸発するまで、前記上部電極の表面を加熱することを特徴とする方法。

【請求項8】

請求項7に記載の方法であって、前記プラチナの揮発性化合物がプラチナと塩素または酸素との化合物であることを特徴とする方法。

【請求項9】

リアクタチャンバ、上部電極、該上部電極を加熱するヒータ、並びにガス入口およびガス出口を含むリアクタを動作させる方法であって：

40

該方法が

前記リアクタチャンバ内に酸素または塩素を含むプロセスガスを導入する段階と、

前記リアクタチャンバ内でプラチナエッティングプロセスを実行する段階と、

前記ヒータを用いて塩化プラチナ及び二酸化プラチナを分解する温度に前記上部電極を加熱して、前記プラチナエッティングプロセスの実行中に前記上部電極上に形成される材料の層が主としてプラチナからなるようにする段階と、

前記ヒータを用いて前記上部電極を400～500の範囲の最大温度に加熱する段階と、を備え、

50

前記上部電極上に形成された材料の層が、前記上部電極を前記ヒータを用いて前記塩化プラチナ及び二酸化プラチナを分解するのに不十分な温度に加熱した場合において形成される材料の層よりも安定していることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【相互参照】

1997年11月19日に出願された「半導体ウエハー上の特徴構造の臨界寸法成長を最小化するための方法」と題する係属中の米国特許第08/974,089号、および1997年12月5日に出願された「堆積シールドを備えたプラズマリアクタ」と題する係属中の米国特許出願第08/985,730号、および1998年12月1日に出願された「堆積シールドを備えたプラズマリアクタ」と題する係属中の米国特許出願第09/204,020号が相互参照され、また本明細書の一部をなすものとして本願に援用される。 10

【0002】

【発明の分野】

本発明はリアクタに関し、特に、対象物を半導体ウエハーのような膜で加工するためのリアクタに関する。

【0003】

【発明の背景】

半導体チップの製造の際に、ウエハーは、半導体チップの機能の定義に関連した種々の工程を達成できるリアクタの中で処理される。このようなリアクタは、例えば、種々のガスを使用することにより、製造プロセスの一部である堆積およびエッティングを行うことができる。エッティングプロセスの際には、例えば、ガス状の入力物質並びに基板からエッティングされた材料およびそれらの組合せが、リアクタ自身の中に存在する内部表面上に堆積する可能性がある。このような表面には、リアクタ壁、リアクタ電極、リアクタチャック等が含まれる。各処理ツールは、処理の実行に応じて規則的な計画時間を有しており、その間にリアクタの内部表面が洗浄され、また電極等の部品の修理および／または取換えが行われる。 20

【0004】

リアクタ内に存在する種々の表面に形成される堆積物は、リアクタ内での半導体ウエハー製品の製造に有害な影響を有することが知られている。単なる例としてだけであるが、リアクタ表面のこのような堆積物および層は厚くなることがあり、またリアクタ表面への接着性が低い。加えて、これら堆積物または層はそれほど丈夫な訳ではない。これら全ての因子によって、この堆積物または層が一部リアクタの表面から剥がれ落ちる可能性が導かれる。このような剥離または剥落(spaulding)は、ウエハーの表面の均一な加工を妨害する可能性がある。例えば、リアクタの表面から剥離または剥落する材料は、処理されているウエハーの表面に再堆積して、ウエハー上で製造されている機能性を損なう可能性がある。 30

【0005】

【発明の概要】

本発明は、従来のリアクタに関連した問題を克服することに向けられている。本発明は、リアクタの内部表面に堆積される如何なる材料も、従来技術のリアクタで堆積されたものよりも薄く且つより丈夫であること、並びにこのような堆積物が、リアクタの内部表面により容易に接着することを保証するための装置および方法を含んでいる。 40

【0006】

従って、本発明の目的は、リアクタの内部表面上の如何なる層または堆積物も、薄く且つ丈夫で、しかもリアクタの表面に充分に接着し、この堆積物が剥離または剥落しないようにすることを保証して、ウエハー上で製造されている種々の層を定義するプロセスを妨害しないようにする装置および方法を提供することである。

【0007】

本発明の実施例は、半導体チップの構築および製造、並びに他の如何なる製品の構築およ 50

び製造にも使用できることが理解されるべきである。このような他の製品はディスクドライブのための薄膜読み取り／書き込みヘッドを含むことができ、これは基板上での回路の製造または層の加工を必要とする。一般に、サブミクロン寸法の構造を持った層を有する如何なる構造も、本発明による利益を受けることができる。

【0008】

従って、本発明のもう一つの目的は、リアクタの種々の表面に堆積される如何なる材料でも該表面に充分に接着することを保証するために、該表面が、リアクタ内で通常は生じる温度を越える温度に加熱されるリアクタを提供することである。

【0009】

本発明の更なる目的は、電極表面上の堆積物および材料が該電極に充分に接着することを保証するために、ヒータを備えたリアクタの一以上の電極、特に頂部電極を提供することである。

10

【0010】

本発明の更なる目的は、リアクタチャンバーを備え、またこのような材料が剥離または剥落してウエハーの処理を妨害しないように、その上に堆積した材料の接着を助長するための、テクスチャーが付与された表面をもったリアクタを提供することである。

【0011】

特に、本発明の目的は、その上に堆積された如何なる材料でもリアクタに接着することを保証するために、テクスチャーが付与された表面をもったリアクタの電極、主に頂部電極を提供することである。

20

【0012】

本発明の更なる目的は、その上に堆積した如何なる材料も該表面に接着して、基板の処理を妨害し得るような剥離または剥落を生じないことを保証するための堆積シールドを提供することであり、これは加熱および／またはテクスチャー付与されたもののうちの一つであり得る。

【0013】

本発明の更なる側面は、リアクタの内部表面を接着促進剤でコートすることであり、該接着促進剤は剥離または剥落し難く、従ってワークピスの処理を妨害し難い丈夫な堆積物の形成を促進する。

30

【0014】

本発明の更なる側面および目的は、発明の詳細な記述、図面、および特許請求の範囲の検討から得ることができる。

【0015】

【好ましい実施例の詳細な記述】

<加熱される上部、下部および側部の電極、並びに他の加熱される表面を備えた実施例>：

本発明のリアクタの実施例は、加熱される電極、堆積シールドおよび／または他の表面を含むことができる。単に例としてのみ説明すれば、図1および図2は、リアクタ（特にエッティングリアクタ）のための上部電極20を示す平断面図および横断面図を表している。この上部電極はその中に設けられた内腔を有しており、該内腔には加熱素子24を収容することができる。この特定の実施例において、二つの加熱素子24は、好ましくは内部熱電対を備えたカートリッジヒータである。第三の素子26は、温度を検知するための熱電対として用いられるカートリッジヒータである。熱電対を使用するこれらのカートリッジヒータ24およびカートリッジヒータ26は、コントロールボックス28に接続されており、該コントロールボックスは前記検知された温度を使用して、カートリッジヒータにより発生される熱レベル、従って上部電極の温度を維持する。この好ましい実施例において、ヒータは電気抵抗タイプのヒータである。他のヒータを使用することもできるが、これも本発明の精神および範囲内であることが理解されるべきである。同じ技術を使用して、電極シールド、並びにリアクタの他の表面および壁を加熱できることが理解されるべきである。

40

【0016】

50

電極がアルミニウム製である好ましい実施例において、上部電極（および／または該電極の対向電極、または処理すべきウエハーを保持するチャック）は、好ましくは約300～約350 の最高温度に加熱される。上部電極がグラファイトまたはシリコン製であれば、最高温度は、好ましくは約400～約500 である。

【0017】

そのように加熱されなければ、典型的にはエッティングリアクタにおいては、上部電極は約100 の最高温度でフローティングするであろう。

【0018】

典型的なリアクタでは、半導体ウエハーのような基板の処理の際に、反応ガス、ウエハーからの材料およびそれらの組合せが、リアクタおよびチャンバーの種々の内部表面、例えば電極上に堆積する可能性がある。上記実施例の加熱される電極の場合、堆積物は、このような反応材料が非加熱表面に堆積する場合よりも薄く、より接着性であり、且つより丈夫である。さらに詳細に言えば、リアクタ（特にエッティングリアクタ）がプラチナを含む基板を処理するときは、電極および他の表面に堆積される層は殆どがプラチナである可能性が高く、プラチナと塩素および酸素のような他のガスとの組合せである可能性は小さい。このような他のガスは当該表面から脱離または留去されて、より薄く、丈夫で且つ接着性のあるプラチナ層が残される。従って、この層はより良好に電極の表面に付着し、容易には剥離または剥落しない。従って、電極上に堆積した如何なる材料も、電極から剥離して処理されている基板を台無しになる可能性は少ない。

【0019】

加熱された上部電極を使用することにより、上部排出装置上の材料の堆積厚さは7倍以上減少し得ることが分かった。また、当該表面と堆積物の間はより強くインターフェースされた。

【0020】

図6のグラフは、表面温度が高くなるに伴って、堆積厚さが、堆積材料中のハロゲン含量（ハロゲンガス系について）と共に大きく減少することを示している。ハロゲン化合物（例えば $PtCl_x$ ）が減少すると共に、堆積した材料はより薄く且つより接着性になり、プラチナのような単純な材料になる傾向にある。

【0021】

上記実施例では加熱された上部電極について述べたが、表面に関する同じ利益を達成するために、リアクタチャンバー内に存在する他の表面を加熱してもよいことが理解されるべきである。更に、電極および他の部品を保護するためにシールドを使用することができ、該シールドは消耗性であり、また加熱されることにより本発明の利益を得ることができる。

【0022】

また、本発明は、プラチナ（Pt）、イリジウム（Ir）、チタン酸バリウムストロンチウム（BST）、チタン酸鉛ジルコニウム（PZT）、タンタル酸ビスマスストロンチウム（SBT）、酸化イリジウム（IrO₂）、窒化チタン（TiN）および他の不揮発性材料のような、非揮発性材料をエッティングするために最も有用であることが理解されるべきである。

【0023】

本発明の利益を享有するためには、ランプを使用して電極および表面を加熱するような、他の加熱技術を用いることができる。

【0024】

<テクスチャーを付与した上部、下部および側部の電極、並びにテクスチャーを付与した他の表面を備えた実施例>：

本発明のもう一つ的好ましい実施例においては、上部電極、更に反応チャンバーの内部にある他の表面に対してテクスチャーを付与することにより、その上に堆積される層が剥離または剥落して当該反応を汚染するする可能性を小さくすることができる。このような構造は、上記で述べた不揮発性材料をエッティングするために特に有用である。このような表面のテクスチャーは、該表面に対する堆積物の接着を促進する。テクスチャーの付与は、

10

20

30

40

50

容量結合性リアクタについて有効であり得る。更に、誘導結合性リアクタもまた、テクスチャ付与技術の利益を得ることができる。

【0025】

テクスチャーの付与は、規則的および不規則的な種々の形状および形態を取ることができます。図3、図4および図5は、テクスチャー付与のための幾つかの異なる代表的な実施例を示している。第一の実施例（図3a、図3bおよび図3c）は、貝殻状の表面30, 32, 34を示している。この貝殻形状は、リアクタチャンバーに向かって凸状である。別の貝殻形状はまた、図5に示すように、リアクタチャンバーに向かって凹状であり得る。このような表面は、電極、電極のためのシールド、およびリアクタチャンバーの内部にある種々の表面に設けることができる。

10

【0026】

加えて、図4および図5に示した実施例は、一連のピーク40, 50を有するテクスチャーを含んでいる。幾つかの例におけるこのテクスチャー付与の効果は、ピーク間の谷の深さに対するピーク間幅のアスペクト比によって測定することができる。従って、アスペクト比は、

W / D

で表されるであろう。

【0027】

アスペクト比が比較的低くければ、即ち、幅が深さよりもかなり小さければ、このようなテクスチャーを付与された表面は、ピーク間幅が深さよりも遙かに大きいテクスチャーよりも、堆積した何れの材料をもより良好に捕捉できることが期待される。加えて、テクスチャー付与された表面はまた、その上に材料を堆積させ且つ収集し得る表面積を増大させる。

20

【0028】

テクスチャーを付与した表面を備えたこの実施例は、上記で述べた加熱される電極を備えた実施例と同様に、全てがウエハー製造プロセスを妨害し得る剥離、剥落、脱落、亀裂および塵埃の集積を防止する。

【0029】

<前コーティングした表面を備えた実施例> :

このような不揮発性膜と共に使用するための本発明のもう一つの実施例（図7）は、化学的接着を促進するために、反応チャンバーの種々の表面55の前コーティングを含んでいる。このような前コーティング60は、チタン（Ti）または窒化チタン（TiN）を用いて行うことができる。リアクタチャンバー内に存在する表面は、エッティングされる不揮発性膜と同じ材料、またはこれと適合可能な材料で前コーティングすることができる。また、このような材料は、プラチナ（Pt）、イリジウム（Ir）、酸化イリジウム（IrO₂）、チタン酸バリウムストロンチウム（BST）、チタン酸ストロンチウム（STO）、ルテニウム（Ru）、酸化ルテニウム（RuO₂）、およびチタン酸鉛ジルコニア（PZT）を含むことができる。

30

【0030】

加えて、リアクタの側壁、特にリアクタライナーの側壁には、良好な化学的接着を促進するマット仕上げを施すことができる。マット仕上げは、種々の材料の接着を促進するための、表面の一般的テクスチャーとして定義される。このマットは、堆積された膜の落下を最小限にしながら、貫通される表面積を最大にするような方法で構築される。

40

【0031】

加熱された電極を備えた実施例、およびテクスチャーを付与した電極を備えた実施例と同様に、リアクタチャンバーの内部表面をコーティングまたは予め調整することは、該表面に堆積された如何なる材料の剥落、剥離および脱落をも防止して、半導体ウエハーまたは他の基板の処理を有利に行うことができる。

【0032】

図8は、上部電極80に隣接して位置するシールド70を示している。このシールドには、加熱、テクスチャー付与、前コーティング、またはこれらの組合せの何れかを施すことができる。

50

き、これは本発明の精神および範囲内にある。テクスチャーは、溝、チャンネル、穿孔および／または網状表面を含むことができる。

【0033】

【産業上の利用可能性】

本発明は、リアクタチャンバー内にある加熱および／またはテクスチャー付与および／または前コートされた表面を、その上に堆積された材料が剥離、剥落、脱落して当該プロセスを汚染しないことを保証するために有利に使用する。

【0034】

本発明の他の有利な目的および側面は、図面および特許請求の範囲の検討から得ることができる。

10

【0035】

本発明の精神および特許請求の範囲内において、本発明の他の実施例が開発され得ることが理解されるべきである。また、半導体処理に関して説明した上記実施例は全て、他の技術のために利用でき、また非ワークピース表面上に堆積した材料が脱落して、当該プロセスを汚染しないように接着することを必要とするような他のリアクタにおいても利用することができる事が理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、ヒータを備えた電極の平断面図である。

【図2】 図2は、図1の電極の断面図である。

【図3a】 図3aは、本発明の実施例におけるテクスチャーを付した表面を示す断面図である。

20

【図3b】 図3bは、本発明の実施例におけるテクスチャーを付した表面を示す断面図である。

【図3c】 図3cは、本発明の実施例におけるテクスチャーを付した表面を示す断面図である。

【図4】 図4は、本発明の一実施例における、もう一つのテクスチャーを付した表面の断面図である。

【図5】 図5は、本発明の一実施例における、更なるテクスチャーを付した表面を示す断面図である。

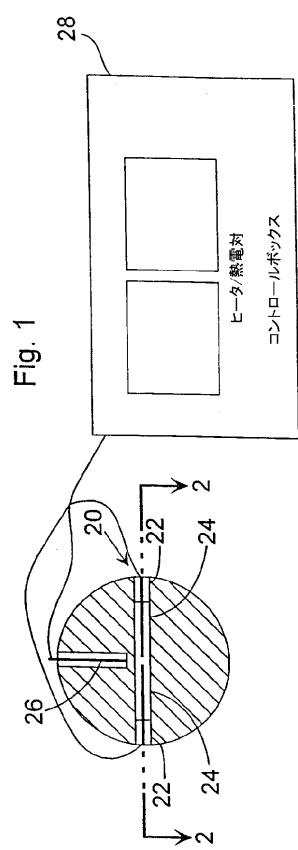
【図6】 図6は、電極温度が高くなるに伴って、堆積物の厚さおよびハロゲン含量が減少することを示すグラフである。

30

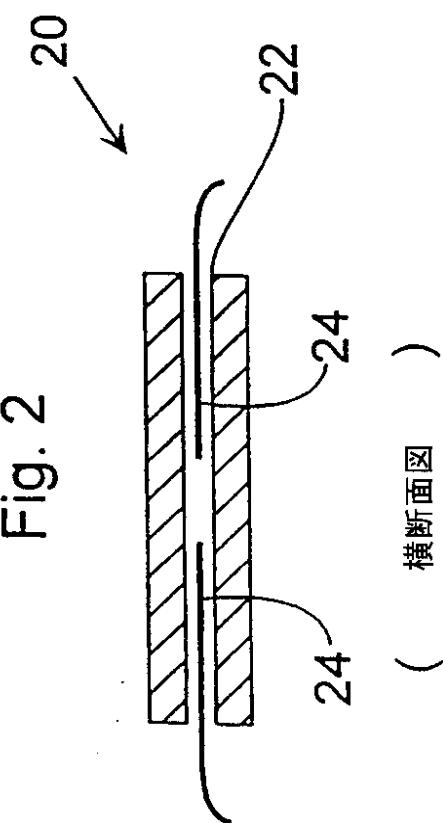
【図7】 図7は、前コーティングされたリアクタ表面を示す側断面図である。

【図8】 図8は、電極のようなリアクタ表面を保護するシールドを備えたリアクタを示す側面図である。

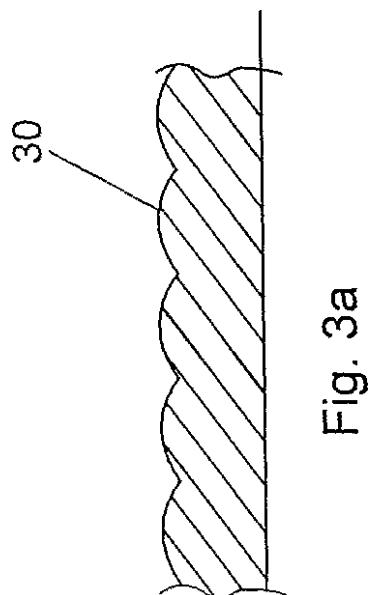
【図1】



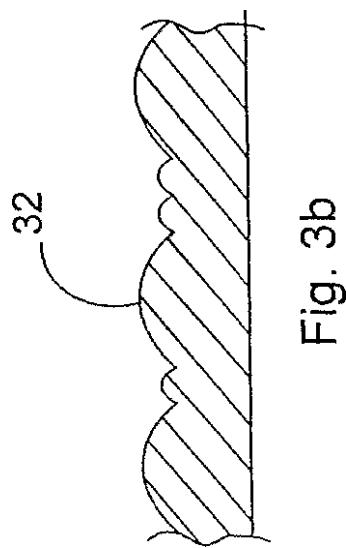
【図2】



【図3a】



【図3b】



【図 3 c】

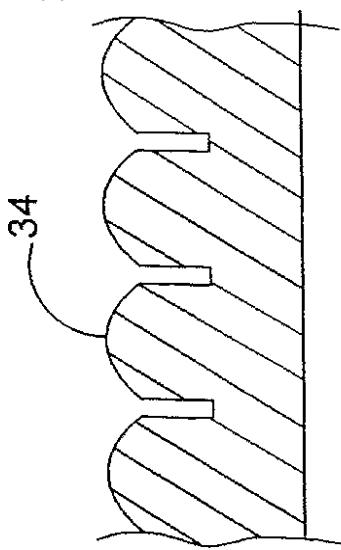


Fig. 3c

【図 4】

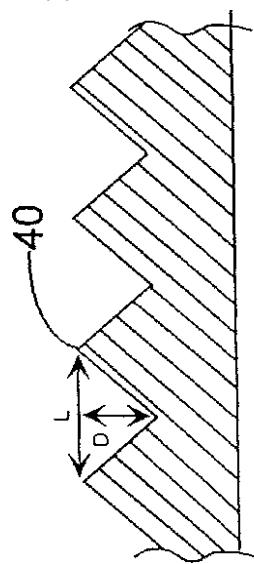


Fig. 4

【図 5】

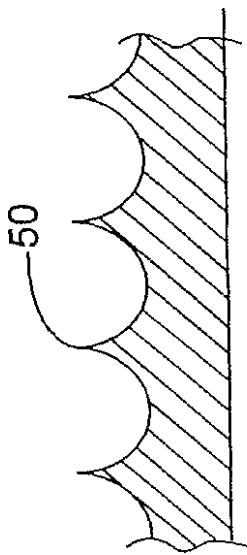


Fig. 5

【図 6】

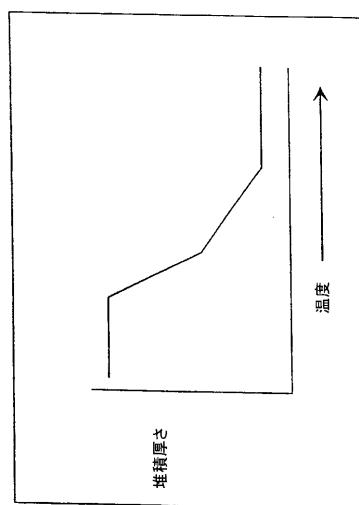
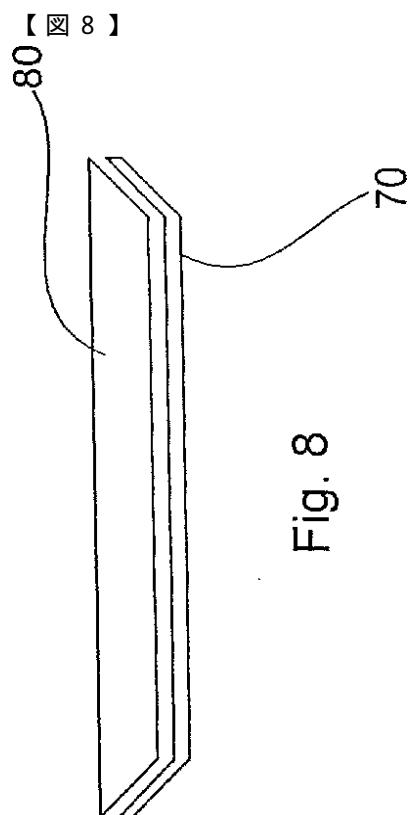
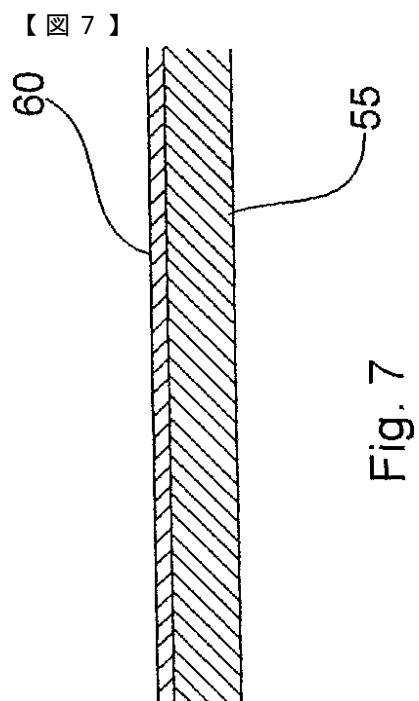


Fig. 6



フロントページの続き

(74)代理人 100074228
弁理士 今城 俊夫
(74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
(74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
(74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
(72)発明者 デオーネラス スティーブン ピー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95404 サンタ ローザ トレイルウッド ドライヴ
5750
(72)発明者 ジャード レスリー ジー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94949 ノヴァト カリブ アイル 16
(72)発明者 オルソン カート エイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95472 セバストポル ベイカー レーン 7363

審査官 関根 崇

(56)参考文献 特開平09-162170(JP,A)
特開平02-267289(JP,A)
特開平04-316327(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
H01L 21/205
C23C 16/509