

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3662101号
(P3662101)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月1日(2005.4.1)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/3065

H O 1 L 21/302 I O 1 D

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/205

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-294666	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成9年10月27日(1997.10.27)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開平11-135480		東京都港区赤坂五丁目3番6号
(43) 公開日	平成11年5月21日(1999.5.21)	(74) 代理人	100078868
審査請求日	平成15年8月27日(2003.8.27)		弁理士 河野 登夫
		(72) 発明者	金谷 雅夫
			大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
			住友金属工業株式会社内
		(72) 発明者	露口 潤弥
			大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
			住友金属工業株式会社内
		審査官	今井 拓也
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

反応容器内でプラズマを生成し、生成されたプラズマによって試料を処理するプラズマ装置において、

前記反応容器内を、試料が載置される反応室と該反応室の周囲に位置する周囲室とに分割すべく、前記反応容器の内側に設けられた仕切り部材と、

該仕切り部材に取り付けられたヒータと、

反応室内の気体を排気すべく、前記反応容器の前記反応室に表出した側壁部分に開口してある排気口と、

前記反応室と前記周囲室とを連通すべく、前記仕切り部材の前記排気口の近傍部分に設けてある孔と

を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

反応室内へ反応ガスを導入すべく、前記反応容器の前記反応室に表出した側壁部分に開口してある導入口を備えることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】

前記仕切り部材は、前記反応容器の側壁の下部を前記側壁部分として前記反応室に表出させる形状にしてあることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】

前記プラズマは、前記反応容器内へ導入されるマイクロ波によって生成されることを特

10

20

徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記仕切り部材は、取り外し可能に前記反応容器に取り付けてあることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記仕切り部材及び前記反応容器は、導電性を有しており、互いに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記仕切り部材は、筒状の側壁部と、該側壁部の一端から前記反応室側へ所定長さ延設された延設部と、前記側壁部の他端から前記反応容器の側壁へ延び前記側壁部と前記反応容器とを接続する接続部とを有することを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

10

【請求項 8】

前記反応容器は一部が封止部材で封止してあり、前記仕切り部材の一部は前記封止部材に接していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記仕切り部材は中空になしてあり、この中空部分へ冷却媒体を供給する手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマを用いてエッチング、アッシング、CVD等の処理を行うプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

プラズマ処理装置は、LSI、LCD等の装置の製造において広く用いられており、反応性ガスをプラズマ化してエッチング、アッシング、CVD等の処理を行うものである。中でもプラズマを用いたドライエッチング技術は、LSI、LCD等の装置の製造において不可欠の基本技術となっている。

30

【0003】

近年、LSIに用いられるシリコンウエハ、及びLCDに用いられるガラス基板は大型化する傾向にあり、これに伴って大面積に均一なプラズマを発生させることが一層求められている。また、ドライエッチング技術、及び薄膜形成における埋め込み技術においては、プラズマの発生とプラズマ中のイオンのエネルギーとを独立して制御することが重要である。

【0004】

そこで本出願人は、大面積に均一なプラズマを発生させ、しかもイオンのエネルギーを制御することが可能なプラズマ処理装置を提案している（特開平5-144773号公報）。この装置では、反応容器の天井部がマイクロ波透過性の誘電体板（以下、マイクロ波導入板という）で気密に封止されており、このマイクロ波導入板の上方にマイクロ波が伝搬する誘電体層が設けられており、さらに試料台に高周波が印加されるようになしてある。

40

【0005】

このように構成された装置では、マイクロ波が誘電体層に平面的に伝搬されるため、誘電体層とマイクロ波導入板の面積を大きくした場合でも、反応容器内の広い面積に均一なプラズマを容易に発生させることができる。また反応容器内の試料台に高周波を印加することにより、試料台と接地部材（側壁など）との間でプラズマを介して電気回路が形成され、試料表面にバイアス電圧を発生させることができる。従って、マイクロ波によって発生したプラズマ中のイオンのエネルギーを、このバイアス電圧によって制御することができる。以上より、プラズマの発生と、プラズマ中のイオンのエネルギーとを独立に制御すること

50

が可能である。

【0006】

しかしながらこの装置を使用した場合、プラズマ処理条件によっては、試料台に載置された試料の表面に発生したバイアス電圧が不安定になることがあり、イオンのエネルギー制御が困難な場合がある。例えば酸化膜 (SiO_2 膜) のエッチング時に再現性良くエッチングすることができなかつたり、エッチングが進行せずに逆に薄膜が形成されたりする場合がある。

【0007】

この対策として、本出願人はイオンのエネルギーをさらに安定して制御することが可能な装置を開平6-104098号公報にて提案している。図4は、このプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。この装置では、マイクロ波導入板14の反応室2側に電氣的に接地された対向電極21が試料台15に対向させて設けられている。対向電極21はアルミニウム(Al)等の金属板からなり、マイクロ波を反応室2内へ導入するためのマイクロ波供給孔21aを有する。

10

【0008】

図5は、同装置の反応容器11の側壁部分であるB部の拡大図である。対向電極21は反応容器11の側壁部分を介して電氣的に接地されている。また反応容器11の側壁の上部及び内面にヒータ31、27が内設されており、対向電極21及び側壁を所定の温度に加熱するようになしてある。

【0009】

この装置では対向電極21が設けられていることにより、試料台15に高周波を印加した際のプラズマポテンシャルが安定化し、試料Sの表面に安定したバイアス電圧を生じさせることができる。その結果、プラズマ中のイオンのエネルギー制御が可能になり、エネルギーが適当であるイオンを試料Sの表面に照射することができる。

20

【0010】

また、種々のプラズマ処理において、反応容器11の側壁を所定の温度に保持するよう制御することは非常に重要な技術である。例えば上述した SiO_2 膜のエッチングでは、プロセスガスとしてフルオロカーボン系 (C_xF_y) ガスを用いるが、レジスト (マスク) のエッチングが抑制されるように、プラズマ中におけるプロセスガスの分解によって生成された成膜種を試料Sのレジスト (マスク) 表面に集める必要がある。このため試料台15を冷却して試料Sを冷却する。一方、反応容器11の側壁は、パーティクルの原因となる反応生成物の付着、堆積を抑制するために、150~200℃程度に加熱する温度制御が行われる。

30

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

この側壁の温度制御においては、反応室2に面する反応容器11の側壁内面、特にマイクロ波導入板14に近い部分に反応生成物の堆積を抑えるために、この部分を高温に維持することが重要である。しかしながら、図4、5に示す装置においては、反応容器11に内設されたヒータ27、31による熱が反応容器11の側壁全体に拡散し、側壁外面から放熱されるため、非常に熱効率が悪く、以下のような問題を有する。即ち、側壁の外面から熱が放出されて加熱が不十分となることがある、側壁内面を所定の温度に維持するには、反応容器11の全体を所定温度まで上昇させる必要があり、消費エネルギーが大きい、側壁の外面が高温になることは、周辺装置のメンテナンスの点で支障を来し易い、等である。

40

さらに反応容器11と、チャンバ台等の他の部材との接触面積が大きく、また反応容器11及び上部電極 (対向電極21) の熱容量が大きいことも、消費電力を増大させ、熱制御を困難にしている。

【0012】

本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、ヒータを反応容器から熱的に略浮かせて取り付ける構成とすることにより、反応室側壁の温度制御が低消費電力で効率良く、容易に行えるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

50

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、反応容器内でプラズマを生成し、生成されたプラズマによって試料を処理するプラズマ装置において、前記反応容器内を、試料が載置される反応室と該反応室の周囲に位置する周囲室とに分割すべく、前記反応容器の内側に設けられた仕切り部材と、該仕切り部材に取り付けられたヒータと、反応室内の気体を排気すべく、前記反応容器の前記反応室に表出した側壁部分に開口してある排気口と、前記反応室と前記周囲室とを連通すべく、前記仕切り部材の前記排気口の近傍部分に設けてある孔とを備えることを特徴とする。

また、本発明は、反応室内へ反応ガスを導入すべく、前記反応容器の前記反応室に表出した側壁部分に開口してある導入口を備えることを特徴とする。

さらに、本発明は、前記仕切り部材は、前記反応容器の側壁の下部を前記側壁部分として前記反応室に表出させる形状にしてあることを特徴とする。

さらにまた、本発明は、前記プラズマは、前記反応容器内へ導入されるマイクロ波によって生成されることを特徴とする。

また、本発明は、前記仕切り部材は、取り外し可能に前記反応容器に取り付けてあることを特徴とする。

【0014】

反応室に対向する側壁の熱容量を小さくすることができるので、効率良く、容易に温度制御を行うことができ、また消費エネルギーが低減される。温度制御を容易に行うには周囲室を真空にすることが望ましい。

【0015】

本発明は、前記仕切り部材及び前記反応容器は、導電性を有しており、互いに電氣的に接続されていることを特徴とする。

また、本発明は、前記仕切り部材は、筒状の側壁部と、該側壁部の一端から前記反応室側へ所定長さ延設された延設部と、前記側壁部の他端から前記反応容器の側壁へ延び前記側壁部と前記反応容器とを接続する接続部とを有することを特徴とする。

【0016】

プラズマ処理時に延設部を接地することにより、試料台に高周波を印加して処理する場合の上部電極として、延設部が機能するので、上部電極を別途設ける必要がない。また通常、上部電極は、反応室の側壁同様、所定温度に維持する必要があるが、仕切り部材と連設されていることにより、仕切り部材と同時的にヒータによって温度制御される。

【0017】

本発明は、前記反応容器は一部が封止部材で封止してあり、前記仕切り部材の一部は前記封止部材に接していることを特徴とする。

【0018】

仕切り部材の一部（上部）と封止部材とが接しているので、反応室内で発生したプラズマ及び反応室内へ供給されるガスの周囲室内への流入を抑えることができる。従って周囲室内をクリーンに保つことができるとともに、周囲室のプラズマによる損傷を防ぐことができる。

【0019】

本発明は、前記仕切り部材は中空になしてあり、この中空部分へ冷却媒体を供給する手段を備えることを特徴とする。

【0020】

連続プラズマ処理により過熱した場合は、仕切り部材内へ冷媒を供給し、吸熱することにより、仕切り部材を所定温度に維持することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づき具体的に説明する。

実施の形態1.

10

20

30

40

50

図1は、本発明に係るプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。図中11は、アルミニウム又はステンレス鋼等の金属からなる、平面視円形の反応容器であり、天井部はマイクロ波導入板14（封止部材）によって気密に封止されている。マイクロ波導入板14は、耐熱性及びマイクロ波透過性に優れ、しかも誘電損失が小さい石英ガラス（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）等の誘電体で形成されている。反応容器11の側壁下部には、反応ガスの導入口19及び排気口20が開口されている。

【0022】

反応容器11の上側には、一側面を除いて金属板37で覆われた表面波電界漏洩室35を備え、この一側面には、例えば2.45GHzのマイクロ波を発振するマイクロ波発振器39に接続されたマイクロ波導波管38が連結されている。表面波電界漏洩室35の上壁内側にはマイクロ波導波管38の途中にわたって、誘電損失が小さい、例えばフッ素樹脂、ポリエチレン、ポリスチレン等の材料からなる誘電体線路36が配設されている。

10

【0023】

反応容器11内は、厚み10～100mmの、アルミニウム、アルミニウム合金、又はステンレス鋼等の導電材からなる仕切り41によって、反応室12と周囲室42とに仕切られている。仕切り41は、筒状の側壁部41aと、側壁部41aの上端から反応室12側へ略水平に所定長さ延設された上部電極部（延設部）41bと、側壁部41aの下端から反応容器11の側壁へ延び、これらを接続するための接続部41cとを有する。側壁部41aの、周囲室42側の面にはヒータ43が取り付けられている。仕切り41は、上部電極部41bの上面がマイクロ波導入板14に接するように取り付けられている。また周囲室42を真空にするための排気口44が、反応容器11の側壁に設けられている。

20

【0024】

反応室12内には、マイクロ波導入板14と対向するように試料台15が配設されており、その上に試料Sを載置するようになしてある。試料台15は、試料Sを固定保持するための静電チャック等の吸着機構、及び試料Sを恒温保持するための恒温保持機構（例えば冷媒を循環させる機構）を備える。また試料台15には高周波電源40が接続されており、例えば400kHz、2MHz、又は13.56MHz等の高周波が印加されるようになしてある。

【0025】

以上の如く構成されたプラズマ処理装置において、試料Sに対してプラズマ処理を施す方法について説明する。

30

▲1▼予め、試料Sを載置した試料台15を所定温度に維持し、周囲室42に残留する気体を排気口44から排気し、ヒータ43にて仕切り41及び周囲室42を所定温度に加熱しておく。

▲2▼反応室12に残留する気体を排気口20から排気した後、導入口19から反応室12へプロセスガスを導入する。

【0026】

▲3▼マイクロ波発振器39でマイクロ波を発振させ、導波管38を介して誘電体層36にマイクロ波を導入する。誘電体層36から表面波電界漏洩室35へ表面波電界が漏洩され、その電界がマイクロ波導入板14を透過して、反応室12にプラズマを発生させる。

▲4▼プラズマ発生と略同時に、高周波電源40によって試料台15に高周波を印加し、試料S表面にバイアス電圧を発生させる。このバイアス電圧によってプラズマ中のイオンのエネルギーを制御しつつ、試料Sの表面にイオンを照射させて、試料Sにプラズマ処理を施す。

40

【0027】

本発明装置では、反応室12の側壁である仕切り41、及び従来の上部電極21に相当する上部電極部41bの熱容量が、従来装置における対応部分のそれよりも非常に小さいために、昇温のための消費エネルギーが大幅に低減され、昇温に要する時間も短縮される。また周囲室42が真空であり、仕切り41と他部材との接触面積が小さいために、熱伝導が抑制され、保温性に優れ、これにより熱制御が容易に行える。

【0028】

ヒータ43から反応容器11の側壁への主な熱経路は、仕切り41との小面積の接触部分、及び

50

真空の周囲室42との対向部分であるので、反応容器11の側壁が従来ほど高温になることがない。従って反応容器11の外面の温度も従来ほど高温にならないので、周辺装置のメンテナンスの点からも好適である。

また、反応室12と周囲室42とは、仕切り41とマイクロ波導入板14とによって仕切られており連通していないので、反応室12内で発生したプラズマ及びプロセスガスが周囲室42内へ流入しない。また周囲室42内でのプラズマの異常放電も起こらない。従って反応生成物の周囲室42への付着、堆積、及びプラズマによる周囲室42の損傷を完全に防ぐことができる。

【0029】

なお、仕切り41の接続部41c の、排気口20近傍に孔（排気孔）を設け、反応室12と周囲室42とを連通させてもよい。この場合は、反応室12の真空引きの際に同時的に周囲室42を真空にすることができ、装置構造が簡略化され、製造コストを抑えることができる。

また反応室12と周囲室42の連通部が排気口20の近傍のみなので、反応室12内で発生したプラズマ及びプロセスガスは周囲室42内へほとんど流入しない。従って周囲室42内での反応生成物の付着、堆積、周囲室42のプラズマによる損傷、周囲室42内での異常放電の発生を防ぐことができる。

【0030】

反応室12に面する側壁（側壁部41a）、及び上部電極部41b はプラズマによってダメージを受け易い。この場合、従来装置では反応容器11の側壁を修復するなどの処置を要するのに対し、本発明装置では上記の理由により周囲室42内は全く、あるいはほとんどダメージを受けず、ダメージを受けるのは仕切り41だけであるので、この仕切り41を交換するのみでよい。

【0031】

図1に示す仕切り41の上部電極部41b は必ずしも必要ではなく、これを備えない場合は、接地電極としての機能を側壁部41a が果たす。上部電極部41b を備えない場合は、側壁部41a の上端部をマイクロ波導入板14に接するように仕切り41を取り付ける。上部電極部41b を備えない構成は、試料台15に高周波を印加しない、他のプラズマ処理装置に適用することが可能である。

【0032】

実施の形態2.

図2は、実施の形態2に係るプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図であり、図3は、仕切りの要部を示す分解斜視図である。この仕切りの筒状の側壁部51a は、2枚の曲板511、512 を張り合わせた構造をなしており、一方の曲板511 の一面には、ジグザグ状の流路を形成するための、多数の凸部513 が形成されている。仕切り51は、側壁部51a の上端に上部電極部51b を備え、側壁部51a の下端に接続部51c を有する。

【0033】

曲板511 の縦長凸部513 を有する面に、凸部を有さない曲板512 を張り合わせることで側壁部51a が構成されている。側壁部51a 内の流路には、冷媒供給管52及び冷媒排出管53が連通されており、冷媒供給管52へは、装置外に設置されており、流量調節機能を備えた冷媒タンク54から所定流量の冷媒が供給されるようになしてある。

その他の構成は、実施の形態1と同様であり、同符号を付して説明を省略する。

【0034】

実施の形態2に示す装置では、処理の開始時には、実施の形態1と同様に仕切り51をヒータ43で加熱することにより、反応室12の側壁の温度を短時間で所定温度まで昇温し、連続プラズマ処理により装置が過熱した場合は、側壁部51a 内の流路へ冷媒（例えばN₂ ガス等）を供給して吸熱し、反応室12の側壁温度を所定温度に維持する。これにより処理の前半と後半における処理状況が均一化され、良好な再現性が得られる。

【0035】

【発明の効果】

以上のように本発明に係るプラズマ処理装置は、反応室の側壁温度を制御するためのヒータ

10

20

30

40

50

タを反応容器から熱的に略浮かせて取り付ける構成とすることにより、反応室に対向する側壁の熱容量を小さくして、反応室側壁の温度制御が低消費電力で効率良く、容易に行える等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 に係るプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図 2】 実施の形態 2 に係るプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図 3】 図 2 に示す仕切りの要部を示す分解斜視図である。

【図 4】 従来のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図 5】 図 4 に示すプラズマ処理装置の側壁の拡大断面図である。

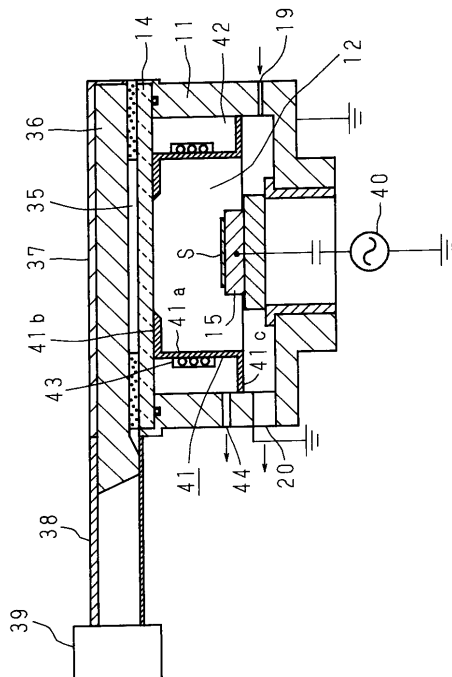
【符号の説明】

- 12 反応室
- 41、51 仕切り
- 41a、51a 側壁部
- 41b、51b 上部電極部
- 42 周囲室
- 43 ヒータ
- 52 冷媒供給管
- 53 冷媒排出管
- 54 冷媒タンク
- S 試料

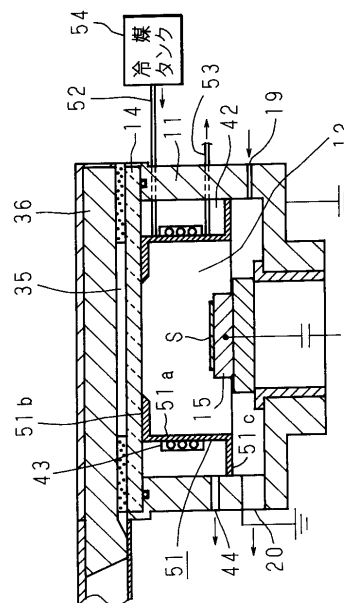
10

20

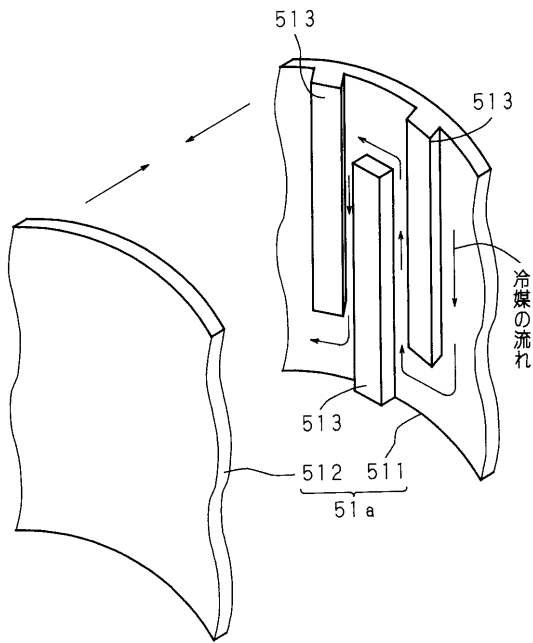
【図 1】



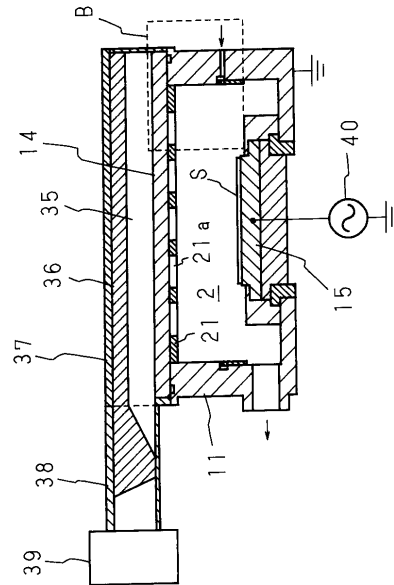
【図 2】



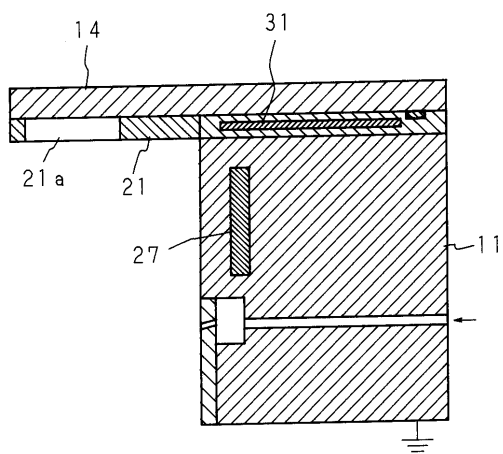
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-104098 (JP, A)
特開昭63-253629 (JP, A)
特開平07-335393 (JP, A)
特開平05-206071 (JP, A)
特開平09-266095 (JP, A)
特開平05-144773 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205