

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200510115246.4

[51] Int. Cl.

C23C 14/35 (2006.01)

C23C 14/46 (2006.01)

C23C 14/54 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 1 月 17 日

[11] 公开号 CN 1896298A

[22] 申请日 2005.11.11

[21] 申请号 200510115246.4

[30] 优先权

[32] 2005. 7. 13 [33] US [31] 11/182,034

[71] 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 约翰·怀特 细川明广

海民和·H·勒 稻川真

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 柳春雷

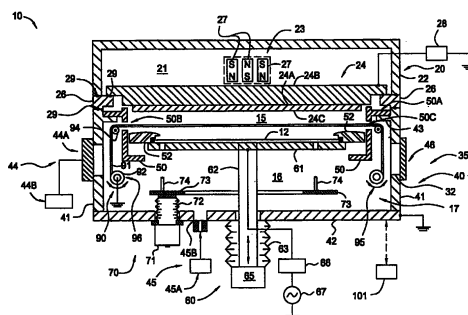
权利要求书 4 页 说明书 21 页 附图 14 页

## [54] 发明名称

用于大面积衬底的改进磁控管溅射系统

## [57] 摘要

本发明一般地提供了一种用于在物理汽相沉积 (PVD) 室中处理衬底表面的装置和方法, 其具有增加的阳极表面积来提高在大面积衬底上的沉积均匀性。一般而言, 本发明的方面可以用于平板显示器处理、半导体处理、太阳能电池处理、或任何其他衬底处理。在一个方面, 处理室包含用于增加并更均匀地分布在处理室的整个处理区域中的阳极表面积的一个或多个可调阳极组件。在一个方面, 一个或多个可调阳极组件适于用新的、未被沉积的阳极表面来更换已沉积的阳极表面而不破坏真空。在另一个方面, 具有接地路径的遮蔽框适于在沉积期间接触衬底表面上的沉积层, 以增加阳极面积并因此提高沉积均匀性。



1. 一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，包括：  
具有处理区域的等离子处理室；  
靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；  
定位在所述等离子处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩的表面与所述处理区域接触；  
定位在所述等离子处理室内并具有衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底的表面与所述处理区域接触；和  
具有定位在所述处理区域内的第一表面和定位在所述处理区域外的第二表面的第二阳极构件，其中通过使用致动器，可以将所述第一表面从所述处理区域移除且可以将所述第二表面定位在所述处理区域内。
2. 如权利要求 1 所述的等离子处理室组件，其中所述衬底的与所述处理区域接触的所述表面的表面积是至少  $19,500\text{mm}^2$ 。
3. 如权利要求 1 所述的等离子处理室组件，还包括：  
定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的送料辊组件；和  
定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的收料辊组件。
4. 如权利要求 1 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件是导线、多股电缆、金属带、片或导线网。
5. 如权利要求 4 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件由从以下群组中选择的金属制成：钛、铝、铂、金、银、铜、镁、锰、不锈钢、哈司特镍合金 C、镍、钨、钽、铌、或钒。
6. 如权利要求 1 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件的截面是卵形、椭圆形、圆形、正方形、矩形、星形或三角形的。
7. 如权利要求 1 所述的等离子处理室组件，还包括大致与所述靶的表面相邻定位的磁控管组件，其中所述磁控管组件适于在所述靶的中心附近比在所述靶的边缘附近具有更强的磁场强度。
8. 一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，包括：

具有处理区域的等离子处理室；

靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；

定位在所述等离子处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩包括：

绕所述处理区域的一个或多个壁；

形成为通过所述一个或多个壁之一的第一槽；和

形成为通过所述一个或多个壁之一的第二槽；

定位在所述等离子处理室内并具有衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底的表面与所述处理区域接触；和

一个或多个可调阳极组件，包括：

延伸通过所述第一槽和所述第二槽并具有与所述处理区域接触的表面的第二阳极构件；

定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的送料辊组件；和

定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的收料辊组件，其中所述送料辊组件和所述收料辊组件适于协同地调整所述第二阳极构件在所述处理区域中的所述表面的位置。

9. 如权利要求 8 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件是导线、多股电缆、金属带、片或导线网。

10. 如权利要求 9 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件由从以下群组中选择的金属制成：钛、铝、铂、金、银、铜、镁、锰、不锈钢、哈司特镍合金 C、镍、钨、钽、铌、或钒。

11. 如权利要求 8 所述的等离子处理室组件，其中所述第二阳极构件的截面是卵形、椭圆形、圆形、正方形、矩形、星形或三角形的。

12. 一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，包括：

具有处理区域的等离子处理室；

靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；

定位在所述等离子处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩的表面与

所述处理区域接触；

具有定位在所述等离子处理室内的衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底与所述处理区域接触；和

具有与所述处理区域接触的表面并具有与所述阳极护罩电连通的导电特征体的遮蔽框，其中所述导电特征体适于接触形成在衬底上的金属层，所述衬底定位在所述衬底接收表面上。

13. 如权利要求 12 所述的等离子处理室组件，还包括具有定位在所述处理区域内的第一表面和定位在所述处理区域外的第二表面的第二阳极构件，其中可以将所述第一表面从所述处理区域移除且可以将所述第二表面定位在所述处理区域内。

14. 如权利要求 12 所述的等离子处理室组件，其中所述衬底的与所述处理区域接触的所述表面的表面积是至少  $19,500\text{mm}^2$ 。

15. 如权利要求 12 所述的等离子处理室组件，还包括具有定位在所述处理区域内的第一表面和定位在所述处理区域外的第二表面的第二阳极构件，其中可以将所述第一表面从所述处理区域移除且可以将所述第二表面定位在所述处理区域内。

16. 一种将薄膜沉积在衬底上的方法，包括：

将衬底放置在安装于处理室的处理区域中的衬底支座上；

将所述衬底定位在等离子处理室的所述处理区域中的第一处理位置上；

将层沉积到定位在所述衬底支座上的所述衬底的表面上；

将所述衬底定位在所述等离子处理室的所述处理区域中的第二处理位置上，其中将所述衬底定位在所述第二处理位置上的步骤包括将沉积在所述衬底的所述表面上的层放置为与遮蔽框电接触，所述遮蔽框与所述等离子处理室中的阳极表面电连通；和

将层沉积到定位在所述衬底支座上的所述衬底的所述表面上。

17. 一种将薄膜沉积在定位于等离子处理室的处理区域中的衬底的表面上的方法，包括：

将层沉积到导电构件的表面和定位在衬底支座上的衬底的表面上；

在所述等离子处理室处于低于大气压的压力下时，将所述导电构件的表面定位在所述处理区域中，其中所述导电构件的所述表面在定位在所述处理区域内之前曾定位在所述处理区域外。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中在执行将层沉积到导电构件的表面的所述步骤时，执行定位所述导电构件的表面的所述步骤。

19. 一种将薄膜沉积在衬底上的方法，包括：

将层沉积到导电构件的第一表面和定位在衬底支座上的第一衬底的表面上，所述衬底支座定位在等离子处理室的处理区域中；

通过使用一个或多个致动器，从所述处理区域移除所述导电构件的所述第一表面并将所述导电构件的第二表面定位在所述处理区域中，其中在所述处理区域处于小于大气压的压力下时，完成移除所述第一表面的所述步骤和定位所述第二表面的所述步骤；

从所述等离子处理室移除所述第一衬底；和

将第二层沉积到所述导电构件的所述第二表面和定位在所述衬底支座上的第二衬底的表面上，所述衬底支座定位在所述等离子处理室的所述处理区域中。

## 用于大面积衬底的改进磁控管溅射系统

### 技术领域

本发明的实施例一般地涉及适于将膜沉积在衬底表面上的衬底等离子处理装置和方法。

### 背景技术

使用磁控管的物理汽相沉积（PVD）是将金属沉积到半导体集成电路上以在集成电路器件中形成电连接和其他结构的一种主要方法。在 PVD 处理期间，将靶电偏压以使得处理区域中产生的离子能以足够的能量轰击靶表面而使原子从靶移出。将靶偏压以产生使离子轰击靶表面并从靶表面移除原子的等离子体的处理通常称作溅射。溅射原子通常朝向正被溅射涂覆的晶片弹道地行进，且溅射原子沉积在晶片上。或者，原子与等离子体中的另一种气体（例如氮气）发生反应以反应性地将化合物沉积在晶片上。反应性溅射通常用于在窄孔的侧部上形成氮化钛或氮化钽的薄的阻挡和成核层。

DC 磁控管溅射是商业上最常用的溅射形式。金属靶被偏压到约-400 至-600 伏 DC 范围的负 DC 偏压以向着靶吸引工作气体（例如氩气）的阳离子以溅射金属原子。通常，溅射反应器的侧部覆盖有护罩来保护室壁免于溅射沉积。护罩通常电接地并因此提供与靶阴极相反的阳极，而将 DC 靶电源电容性地耦合到室及其等离子体中。

具有至少一对相反磁极的磁控管通常布置在靶的背部附近，以产生靠近并平行于靶的前表面的磁场。从该对相反的磁体感应的磁场在电子消失到阳极表面或与等离子体中的气体原子再结合之前捕捉电子并延长电子的寿命。由于延长的寿命以及维持等离子体中电中和的需要，额外的氩离子被吸引到与磁控管相邻的区域中以在该处形成高密度等离子体。从而，提高了溅射速率。

但是，传统的溅射带来了在大面积衬底（例如平板显示器衬底）上形成先进集成电路的挑战。通常对于 TFT 应用，衬底是具有大于约  $2000\text{cm}^2$  的表面积 of 玻璃衬底。通常，TFT 处理装备一般构造为容纳大至约  $1.5 \times 1.8$  米的衬底。但是，在不久的将来可预见到构造为容纳尺寸大至并超过  $2.16 \times 2.46$  米的衬底的处理装备。所提出的一个问题是：制造足够大的室来维持传统溅射处理室中常用的阴极（靶）对阳极表面积的表面积比率是不切实际的。尝试维持表面积比率可能导致由于为实现所期望的面积比率所需的零件的大尺寸带来的制造困难，以及与处理之前需要将这样大的容积泵吸到所期望的基础压力相关的处理问题。相对于较大的靶表面积，减小的阳极表面积通常使得在处理区域（其通常界定为靶以下和衬底以上的区域）中所产生的等离子体密度从靶的中心到靶的边缘变化很大。由于阳极表面通常绕靶的外周分布，所以认为从靶中心到阳极表面的更大距离使得在靶边缘处从靶表面发射电子更为有利，并因此减小了靶中心附近的等离子体密度。在整个靶表面的各个区域中的等离子体密度的减小将减少该局部区域中轰击靶表面的离子数量，并因此改变整个衬底表面上所沉积的膜的均匀性，该衬底与靶表面有一定距离。不充足的阳极面积问题将因此使自身表现为膜厚不均匀，其在衬底的中心附近相对于边缘更小。

为解决不充足的阳极面积问题，一些个案已经安装了位于靶之下的处理区域中的附加阳极结构来提高阳极表面积。所安装的阳极结构通常包括固定阳极结构（例如准直器）或位于靶面之下的扫描阳极结构，该扫描阳极结构随着移动的磁控管结构在沉积过程期间平移时，与磁控管结构对准并随之移动。对处理区域中所保持或安装的阳极结构的一个问题是随着时间推移其在处理期间被连续地沉积，因此使得其结构的尺寸和形状随时间改变。由于 PVD 式处理通常是瞄准线式（line of sight type）沉积处理，所以其结构的尺寸和形状随时间的改变将使得沉积均匀性随时间变化。而且，在结构上沉积靶材料也增加了下述情况的可能性，即沉积在其上的材料在处理期间由于沉积在这些结构上的膜中形成的内在或外在应力而将破裂和剥落。沉积膜的破裂和剥落可以产生微粒，其影响使用此处理形成的器件的成品率。

因此，存在对这样方法和装置的需要，其可以在 PVD 处理室中形成更均匀的等离子体，其将不产生颗粒且可以克服上述的其他缺点。

## 发明内容

本发明一般地提供了一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，其包括：具有处理区域的等离子处理室；靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；定位在所述等离子处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩的表面与所述处理区域接触；定位在所述等离子处理室内并具有衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底的表面与所述处理区域接触；和具有定位在所述处理区域内的第一表面和定位在所述处理区域外的第二表面的第二阳极构件，其中通过使用致动器，可以将所述第一表面从所述处理区域移除且可以将所述第二表面定位在所述处理区域内。

本发明的实施例还可以提供一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，其包括：具有处理区域的等离子处理室；靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；定位在所述等离子处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩包括：绕所述处理区域的一个或多个壁、形成为通过所述一个或多个壁之一的第一槽、和形成为通过所述一个或多个壁之一的第二槽；定位在所述等离子处理室内并具有衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底的表面与所述处理区域接触；和一个或多个可调阳极组件，包括：延伸通过所述第一槽和所述第二槽并具有与所述处理区域接触的表面的第二阳极构件、定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的送料辊组件、和定位在所述处理区域外并连接到所述第二阳极构件的收料辊组件，其中所述送料辊组件和所述收料辊组件适于协同地调整所述第二阳极构件在所述处理区域中的所述表面的位置。

本发明的实施例还可以提供一种用于将层沉积在衬底上的等离子处理室组件，包括：具有处理区域的等离子处理室；靶，所述靶定位在所述等离子处理室上使得所述靶的表面与所述处理区域接触；定位在所述等离子

处理室内的阳极护罩，其中所述阳极护罩的表面与所述处理区域接触；具有定位在所述等离子处理室内的衬底接收表面的衬底支座，其中定位在所述衬底接收表面上的衬底与所述处理区域接触；和具有与所述处理区域接触的表面并具有与所述阳极护罩电连通的导电特征体的遮蔽框，其中所述导电特征体适于接触形成在衬底上的金属层，所述衬底定位在所述衬底接收表面上。

本发明的实施例还可以提供一种将薄膜沉积在衬底上的方法，包括：将衬底放置在安装于处理室的处理区域中的衬底支座上；将所述衬底定位在等离子处理室的所述处理区域中的第一处理位置上；将层沉积到定位在所述衬底支座上的所述衬底的表面上；将所述衬底定位在所述等离子处理室的所述处理区域中的第二处理位置上，其中将所述衬底定位在所述第二处理位置上的步骤使得电接地的遮蔽框被布置为与沉积在所述衬底表面上的层电接触；和将层沉积到定位在所述衬底支座上的所述衬底的所述表面上。

#### 附图说明

为能够详细理解本发明的上述特征，将参考实施例对以上简洁总结的本发明进行更具体描述，其中一些在附图中图示。但是应该注意的是，附图仅图示了此发明的典型实施例，并因此不应被认为是对其范围的限制，因为本发明可以允许其他具有同样效果的实施例。

图 1 是传统物理汽相沉积室的竖直剖视图。

图 2A 是示例性物理汽相沉积室的竖直剖视图。

图 3A 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

图 3B 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

图 3C 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

图 3D 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

图 4A 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的水平剖视图。

图 4B 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的水平剖视图。

图 4C 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的水平剖视图。

图 4D 是图 4A-C 所示的运动组件的水平剖视图，其可用于实现此处公开的本发明的方面。

图 5A 是可以用在示例性物理汽相沉积室中的靶和磁控管组件的竖直剖视图。

图 5B 是示例性物理汽相沉积室的竖直剖视图。

图 6A 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

图 6B 是示例性物理汽相沉积室的竖直剖视图。

图 6C 是示例性物理汽相沉积室的竖直剖视图。

图 6D 是根据本发明的各种实施例用于在衬底上沉积均匀层的方法步骤的流程图。

图 6E 是根据本发明的各种实施例用于在衬底上沉积均匀层的方法步骤的流程图。

图 6F 是示例性物理汽相沉积室的处理区域的等轴测剖视图。

图 6G 是形成在示例性物理汽相沉积室中的处理区域的竖直剖视图。

## 具体实施方式

本发明一般地提供了用于在 PVD 室中处理衬底表面的一种装置和方法，其具有增大的阳极表面积以提高沉积均匀性。一般而言，本发明的方面可以用于平板显示器处理、半导体处理、太阳能电池处理、或任何其他衬底处理。以下参考用于处理大面积衬底的物理汽相沉积系统解释性地描述本发明，例如可从加州圣塔克莱拉的应用材料有限公司的分公司 AKT 得到的 PVD 系统。在一个实施例中，处理室适于处理具有至少约  $2000\text{cm}^2$  面积的衬底。在另一个实施例中，处理室适于处理具有至少约  $19,500\text{cm}^2$ （例如  $1300\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ）面积的衬底。但是，应该理解的是该装置和方法可以用于其他系统构造，包括构造为处理大面积圆衬底的那些系统。

图 1 图示了传统物理汽相沉积（PVD）室 1 的处理区域的剖视图。传统 PVD 室 1 通常包含靶 8、真空室 2、接地护罩 3、遮蔽环 4、靶绝缘体 6、DC 电源 7、处理气体源 9、真空泵吸系统 13 和衬底支座 5。为进行溅

射处理，将诸如氩气之类的处理气体从气体源 9 传送到抽空的传统 PVD 室 1 中，并由于靶 8 和接地护罩 3 之间利用 DC 电源 7 所产生的负偏压而在处理区域 15 中产生等离子体。一般而言，主要通过由于靶偏压而来自靶表面的电子发射和由负（阴极）靶表面的离子轰击引起的二次发射，来产生并维持等离子体。在进行一个或多个 PVD 处理步骤之前，通常通过使用真空泵吸系统 13 而将真空室 2 泵吸到基础压力（例如  $10^{-6}$  至  $10^{-9}$  托）。

图 1 意图通过强调从靶 8 的靶中心附近的表面发射的电子（见  $e^-$ ）（见路径“A”）与从靶的边缘附近的表面发射的电子（见路径“B”）之间的路径区别，来图示在大面积衬底处理室中等离子体不均匀性的原因之一。虽然离开靶中心的电子经过更长的到地路径可以增加电子在其消失到阳极表面或与等离子体中所含离子再结合之前所经历碰撞的次数，但是从靶 8 发射的一批电子将在靶的边缘附近发射，这是因为此路径到地的电阻减小了。靶边缘附近到地的路径的电阻减小是由于通过导电靶 8 的一种或多种材料的低阻抗路径以及电子到地路径的更短路径长度（“B”）。低阻抗路径因此趋于提高靶边缘附近的电流密度和等离子体密度，从而相对靶 8 的中心提高了边缘处所溅射的材料量。

### 增加阳极面积的硬件

图 2A 图示了可以用于实现此处所述本发明各方面的处理室 10 的一个实施例的竖直剖视图。在图 2A 所示的构造中，处理室 10 包含用于在整个处理区域 15 中增加并更均匀地分布阳极表面积的一个或多个可调阳极组件 90。图 2A 图示了位于处理区域 15 中的处理位置上的衬底 12。一般而言，处理室 10 包含盖组件 20 和下室组件 35。盖组件 20 通常包含靶 24、封盖 22、陶瓷绝缘体 26、一个或多个 o 型环密封件 29 和位于靶背侧区域 21 中的一个或多个磁控管组件 23。通常，每个磁控管组件 23 将具有至少一个包括一对相反磁极（即北级（N）和南极（S））的磁体 27，该对磁极产生穿过靶 24 和处理区域 15 的磁场（B-场）（见图 5A 中的元件“B”）。图 2A 图示了具有一个磁控管组件 23 的处理室 10 的一个实施例

的剖视图, 该磁控管组件 23 包含位于靶 24 背侧处的三个磁体 27。应该注意的是, 虽然图 2A 所示的靶 24 具有背板 24B 和靶材料 24A, 但是本发明的其他实施例可以使用固体或单片式的靶, 而不会与本发明的基本范围不同。在 2004 年 6 月 7 日递交的共同转让美国专利申请 10/863,152 [AMAT 8841] (要求享有在 2004 年 1 月 7 日递交的美国临时专利申请 60/534,952 的权利) 中进一步描述了适于使此处描述本发明受益的示例性磁控管组件, 其内容通过不与所要求发明不一致的程度整体引用而被包含于此。

下室组件 35 通常包含衬底支座组件 60、室体组件 40、护罩 50、处理气体输送系统 45 和遮蔽框 52。遮蔽框 52 通常用于遮蔽衬底的边缘, 以防止或最小化处理期间在衬底 12 的边缘和衬底支座 61 上的沉积量 (见图 2A)。室体组件 40 通常包含一个或多个室壁 41 和一个室底 42。一个或多个室壁 41、室底 42 和靶 24 通常形成具有下真空区域 16 和处理区域 15 的真空处理区域 17。在一个方面, 护罩 50 的护罩安装表面 50A 安装在形成于室壁 41 中的接地室护罩支座 43 上或连接到其上, 以将护罩 50 接地。处理气体输送系统 45 通常包含与一个或多个进气口 45B 流动连通的一个或多个气体源 45A, 以运送可以在等离子处理期间使用的处理气体, 其中所述一个或多个进气口 45B 与下真空区域 16 (图 2A 所示) 和/或处理区域 15 直接连通。通常, 在 PVD 式应用中使用的处理气体是例如氩气之类的惰性气体, 但是也可以使用诸如氮气之类的其他气体。

衬底支座组件 60 通常包含衬底支座 61、适于支撑衬底支座 61 的轴 62、以及可密封地连接到轴 62 和室底 42 来形成可移动真空密封件的波纹管 63, 该密封件允许衬底支座 61 通过提升机构 65 而定位在下室组件 35 中。提升机构 65 可以包含适于将衬底支座 61 和衬底 12 定位在处理区域 15 中所期望位置上的传统线性滑块 (未示出)、气动气缸 (未示出) 和/或附装到导引螺栓 (未示出) 的 DC 伺服电机。

参考图 2A, 下室组件 35 通常还将包含衬底提升组件 70、缝隙阀 46 和真空泵吸系统 44。提升组件 70 通常包含三个或更多提升销 74、提升板 73、提升致动器 71 和波纹管 72, 波纹管 72 可密封地连接到提升致动器 71 和室底 42, 以使得提升销 74 可以移除和更换定位在从中央转移室 (未

示出)延伸到下室组件 35 中的自动机械托板(未示出)上的衬底。延伸的自动机械托板通过室壁 41 中的访问端口 32 进入下室组件 35 并定位在位于转移位置(未示出)上的衬底支座 61 之上。真空泵吸系统 44(元件 44A 和 44B)通常可以包括低温泵、涡轮泵、低温涡轮泵、初步泵、和/或罗茨增压泵,以将下真空区域 16 和处理区域 15 抽吸到所期望的基础和/或处理压力。适于将缝隙阀 46 抵靠或远离一个或多个室壁 41 定位的缝隙阀致动器(未示出)可以是本领域所公知的传统气动致动器。

为在沉积处理期间控制各个处理室 10 部件和处理变量,使用了控制器 101。可以通过使用通常为基于微处理器的控制器的控制器 101 来控制处理室的处理变量。控制器 101 构造为从用户和/或等离子处理室中的各个传感器接收输入,并根据各个输入和控制器存储器中保存的软件指令来正确地控制等离子处理室部件。控制器 101 通常包含被控制器用于保存各种程序、处理程序和在执行程序的存储器和 CPU。存储器连接到 CPU,并可以是本地或远程的一种或多种易获取的存储器,例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、软盘、硬盘、或任何其他形式的数字存储设备。软件指令和数据可以被编码并存储在存储器内用于指示 CPU。支持电路也连接到 CPU 用于以传统的方式支持处理器。支持电路可以包括缓存、电源、时钟电路、输入/输出电路系统、子系统和本领域所公知的所有类似电路。控制器 101 可读的程序(或计算机指令)判断哪些任务可在等离子处理室中执行。优选地,程序是控制器 101 可读的软件,并包括指令来基于定义规则和输入数据管理和控制等离子处理。

图 2A 还图示了定位在下室组件 35 中的一个或多个可调阳极组件 90 的一个实施例。一般而言,可调阳极组件 90 具有延伸通过处理区域 15 的导电构件 91,并被接地以使得由于阳极表面相对于靶表面 24C 的全部区域的更均匀分布而使处理区域 15 中产生的等离子体更均匀。在一个方面,导电构件 91 可以由例如钛、铝、铂、铜、镁、铬、锰、不锈钢、哈司特镍合金 C、镍、钨、钽、铌、钇以及合金和/或其组合的导电金属制成的导线、多股电缆、金属带、片或导线网(wire mesh)。通常,导电构件 91 需要制成一定的尺寸并由具有足够导电性(以在靶被偏压时接收所产生电

流的相当大的一部分)的材料制成,同时也由具有足够高熔点和足够强度(以在处理期间将遇到的高温时在沉积金属的重量下不明显变形)的材料制成。高温将可能由辐射型热传输和来自通过导电构件 91 的电流的 IR 加热产生。结合图 3A-D 和图 4A-B 图示了导电构件 91 的一些各种实施例的示例,这将在以下讨论。

为进行 PVD 沉积处理,控制器 101 命令真空泵吸系统 44 将处理室 10 抽吸到预定的压力/真空度,以使得等离子处理室 10 可以从安装到同样在真空环境下的中央转移室(未示出)的系统自动机械(未示出)接收衬底 12。为将衬底 12 转移到处理室 10,将处理室 10 与中央转移室密封开的缝隙阀(元件 46)打开以允许系统自动机械延伸通过室壁 41 中的访问端口 32。接着提升销 74 通过从延伸的自动机械托板(未示出)提升衬底,来从延伸的系统自动机械移除衬底 12。然后系统自动机械从处理室 10 缩回且缝隙阀 46 关闭,以将处理室 10 与中央转移室隔绝。接着衬底支座 61 从提升销 74 提升衬底 12 并将衬底 12 移动到靶 24 之下所期望的处理位置。接着在实现所期望的基础压力后,所期望的处理气体流被喷射到处理区域 15 中,并使用电源 28 向靶 24 施加偏压以在处理区域 15 中产生等离子体。通过电源 28 施加 DC 偏压使得在处理区域 15 中电离的气体轰击靶表面并因此“溅射”金属原子,这些金属原子落在位于衬底支座 61 表面上的衬底表面上。在图 2A 所示的构造中,施加偏压所产生的一定百分比的电流将通过接地导电构件 91,并因此允许所产生的等离子体在整个处理区域更均匀地分布。应该注意的是,术语“接地”通常意图描述在导电构件 91 到位于处理室内的阳极表面之间的直接或间接电连接。在一个方面,通过将阻抗性的、电容性的和/或电感性的部件引入到导电表面 91 和阳极表面之间的电路,可以有意地将导电构件 91 在与阳极表面不同的电势下偏压。图 3A 图示了处理区域 15 和导电构件 91 的竖直剖视图,其意图从概念上图示从靶到接地导电构件 91 的电流路径。此处描述的可调阳极组件 90 实施例的一个优点在于,由于该到地路径的阻抗减小,可调阳极组件 90 趋向于减小为实现所期望的沉积速率所需的靶偏压。

图 3B 图示了处理区域 15 的竖直剖视图,其示出了靶 24 (元件 24A

和 24B)、导电构件 91 和定位在衬底支座 61 上的衬底 12。图 3B 意图图示电离的气体原子（此处为氩原子）轰击靶材料 24A 的靶表面 24C 的效应，在所述靶表面 24C 处靶原子（元件“M”）从该表面以任意方向溅射并在定位于衬底支座 61 上的衬底 12 上形成膜 11A。一般而言，所“溅射”的靶原子（元件“M”）以无方向性的方式（见箭头“A”）离开靶表面，因此所溅射的靶原子（元件 M）将沉积在衬底表面上，从而在其上形成膜 11A 并在导电构件 91 上形成膜 11B。在处理时间和空闲时间期间，导电构件 91 的温度将相当大地改变，因此可能使沉积在导电构件 91 上的膜 11B 改变导电构件 91 的形状或使得沉积材料剥落而在已处理的（多个）衬底上产生可导致器件成品率问题的微粒。在一个方面，为解决此问题，可以通过喷砂、化学刻蚀或其他传统技术粗糙化导电构件 91 的表面来提高沉积膜对导电构件 91 的机械粘附力。在一个方面，可以将铝电弧喷镀、火焰喷镀或等离子喷镀的涂层沉积在导电构件 91 的表面上以提高沉积膜的粘附力。

在另一个方面，可调阳极组件 90 适于用新的或未被沉积的导电构件 91 表面来更换导电构件 91 的已经在处理区域 15 中被沉积的部分。此构造可以帮助最小化或去除沉积不均匀性和由涂覆（多个）阳极表面的沉积材料所引起的微粒问题。重定位导电构件 91 的能力将减少由更换位于处理区域中的阳极表面所带来的室停机时间，这可能是相当费时和费成本的。传统处理室中存在的室停机时间的相当一部分由完成下述任务所造成的：等待处理室部件冷却到其可以被操纵的温度，将室打开而破坏真空，移除已使用的阳极表面，安装新的阳极部件，将室关闭，泵吸并烘焙室，以及接着准备用于处理的处理室。因此，此处描述的实施例不需要每次要更换阳极表面时执行这些任务，这节省了时间和费用。

在一个方面，为进行重定位所曝露的导电构件 91 表面的处理，可调阳极组件 90 可以包含送料辊组件 96、收料辊组件 95、以及连接到送料辊组件 96 和收料辊组件 95 的导电构件 91。通常，从送料辊组件 96 通过形成在护罩 50 中的第一槽 50B，然后通过处理区域 15 和形成在护罩 50 中的第二槽 50C（在该处由收料辊组件 95 收集导电构件）来这样运送导电构件

91。参考图 6A，通常此处使用的术语“槽”（例如元件 50B）意图描述将护罩的一个表面（元件 50E）连接到护罩的另一个表面（50F）的缝隙、窄开口、穿孔、间隙或孔。在另一个方面，如图 2A 所示，两个对准辊 94 定位在送料辊组件 96 与第一槽 50B 之间以及第二槽 50C 与收料辊组件 95 之间，以在导电构件 91 经过处理区域 15 时支撑和定向导电构件 91。当导电构件 91 以此构造在处理期间被沉积时，控制器 101 调整收料辊组件 95 和/或送料辊组件 96 的旋转位置，以使得导电构件 91 上未被沉积的量移动到处理区域 15 中且导电构件 91 上已沉积区域移出处理区域。

在一个方面，送料辊组件 96 和收料辊组件 95 两者通常都包含适于控制（多个）导电构件 91 上的张力和控制在处理区域中移动或定位导电构件 91 的运动的运动控制组件 116（以下讨论的图 4A-C）、主轴 92、密封组件 98（见图 4A-B 中的元件 98A-B 和图 4D 中的元件 98）和旋转组件 97（见图 4A-B 中的元件 97A-B 和图 4D 中的元件 97）。

在一个实施例中，控制器 101 可以适于在处理期间连续地调整导电构件 91 的位置，以降低沉积膜影响衬底 12 上的沉积均匀性或 PVD 处理的微粒性能的可能性。在另一个方面，导电构件 91 在处理期间保持稳定，并在每次衬底沉积处理之后重定位。在另一个方面，在已经在导电构件 91 位于处理区域 15 中的区域上进行多次沉积处理之后重定位导电构件 91。为执行控制导电构件 91 的位置的任务，送料辊构件 96 和收料辊构件 95 每个都包含运动控制组件 116，其可以具有诸如编码器之类的旋转位置跟踪设备，该设备能与控制器 101 结合使用来控制导电构件 91 通过处理区域 15 时的位置、速度和张力。

在一个方面，收料辊组件 95 包含运动控制组件 116，且送料辊组件 96 被弹簧加载（例如扭簧）。以此构造，送料辊组件 96 适于将导电构件 91 保持在一定张力下，但允许收料辊组件 95 控制导电构件 91 在处理区域 15 中的位置和送料速度。

类似于图 3B 的图 3C 意图图示由在处理区域 15 中的（多个）阳极表面（在此情况中为导电构件 91）的位置引起的一个问题。在一种情况下，如果导电构件 91 太靠近衬底 12，那么导电构件 91 可能趋于遮蔽衬底的表

面不接受从靶表面溅射的材料，这样在形成于衬底 12 表面上的膜 11A 中造成凹坑 11C。由于此问题可能在膜 11A 中引起均匀性相关的缺陷，所以可以优化导电构件 91 相对于衬底表面的位置以减少其遮蔽影响。导电构件 91 到衬底 12 表面的优化距离可以根据处理区域 15 中的气体压力、溅射处理功率以及衬底 12 与靶表面 24C 之间的距离而改变。一般而言，导电构件可以放置在靶与衬底之间约半程处。例如，在衬底到靶间距是 200mm 的情况下，可以在距靶约 100mm 的距离处放置导电构件。在一个方面，在距离靶表面 24C 约 70mm 与约 130mm 之间的固定距离处放置导电构件 91。

参考图 3D，在一个方面，可以改变导电构件 91 的形状以减少导电构件 91 对衬底 12 表面的遮蔽影响。图 3D 图示了导电构件 91 的一个实施例，其具有卵形截面以减少导电构件 91 对衬底 12 表面上的沉积膜 11A 的遮蔽影响。由于沉积膜中形成的张应力或压应力，卵形的圆端对于防止沉积在导电构件 91 上的膜 11B 的剥落是有利的。在本发明的其他方面，导电构件 91 的截面可以形成为增加阳极表面的表面积和/或减少导电构件 91 的遮蔽影响。

虽然图 3A-D 图示了圆形和卵形截面的导电构件 91，但是在本发明的其他实施例中，导电构件 91 可以具有正方形、矩形、三角形、星形、或其他有利的几何形状的截面，而不与本发明的基本范围不同。在其中的一个方面，导电构件的截面是圆形的并具有在约 0.5mm 和约 12.0mm 之间的直径。

图 4A 图示了处理室 10 的一个实施例的俯剖视图，其截平面定位于处理区域 15 中，在靶 24 之下但在导电构件 91 之上。图 4A 图示了具有穿过处理区域 15 的三个导电构件 91 的一个实施例。在一个方面，穿过处理区域 15 的导电构件的数量取决于所期望的处理均匀性、成本和所期望的应用所允许的复杂度，可以在约 1 与约 130 之间。优选地，穿过处理区域 15 的导电构件 91 的数量在约 2 与约 10 个导电构件之间。

应该注意的是，用于形成导电构件 91 的截面积和材料可以是很重要的，因为其将影响导电构件承受在处理期间将经历的高温（例如电阻热和

与等离子体的相互作用)的能力。导电构件 91 的数量和其曝露在处理区域 15 中的表面积或可调阳极组件 90 的总表面积也可以很重要,因为其将对处理期间由每个导电构件 91 承载的电流量及因此由每个导电构件 91 得到的最高温度具有影响量。可调阳极组件 90 的总表面积可以由处理区域中导电构件 91 的长度乘以绕导电构件截面的周长,再乘以定位在处理区域中的导电构件的数量来定义。由于导电构件的长度可以随衬底尺寸而改变,所以通常有用的是对每个导电构件描述称为“单位表面积”的参数,其是每个导电构件 91 每单位长度的截面周长。例如,对于 5.0mm 直径的圆形导电构件,单位表面积是约  $15.708\text{mm}^2/\text{mm}$  (例如  $\pi \times D/1\text{mm}$ ),而因此对于单个 2000mm 长的导电构件,表面积将是约  $31,416\text{mm}^2$ 。因此,对于具有三个直径为 5.0mm 且均为 2000mm 长的导电构件的处理室 10,总的导电构件 91 表面积将是约  $94,248\text{mm}^2$ 。在本发明的一个方面,每个导电构件 91 的单位表面积在约  $1.5\text{mm}^2/\text{mm}$  与约  $75\text{mm}^2/\text{mm}$  之间。在一个方面,导电构件 91 的截面面积可以在约  $0.2\text{mm}^2$  与  $125\text{mm}^2$  之间变化。在一个示例中,对于尺寸为  $1800\text{mm} \times 1500\text{mm}$  的衬底,导电构件 91 的表面积可以是约  $6.0\text{m}^2$ 。在一个方面,确定导电构件 91 的截面积大小,以承载从通过靶偏压产生的等离子体传送到导电构件 91 的电流。在一个示例中,由全部导电构件可以承载的总电流是约 1000 安培。

在图 4A 所示的构造中,导电构件 91 绕包含在单个收料辊组件 95 和单个送料辊组件 96 中的主轴 92 缠绕。因此导电构件 91 从送料辊组件 96 通过形成在护罩 50 中的第一槽 50B 被供给,从上方经过定位在衬底支座 61 (未示出)上的衬底 12,并接着通过形成在护罩 50 中的第二槽 50C 离开处理区域 15,并在该处被收料辊组件 95 接收。一般而言,收料辊组件 95 和送料辊组件 96 定位在下真空区域 16 中以防止材料在处理期间沉积在其上,这种沉积可能影响处理室 10 的可靠性和微粒性能。第一槽 50B 和第二槽 50C 通常被制成一定的尺寸来防止等离子体从处理区域 15 泄漏并防止溅射材料沉积在下真空区域 16 中存留的部件上。在本发明的一个方面,形成在护罩 50 中的槽 50B 和 50C 的纵横比(即直径和/或长度)被形成成为一定的尺寸以防止等离子体和沉积材料的泄漏。在另一个方面,槽

50B 和 50C 具有遮蔽特征（未示出），其产生了迂回路径，其中溅射材料必须通过其来脱离出处理区域 15。

图 4B 图示了类似于图 4A 所示视图的处理室 10 的俯剖视图，其包括具有附加的交叉构件 91B 以增加可调阳极组件 90 的表面积的导电构件 91。这样，导电构件 91 可以是导线网，其包含具有期望间距的导电构件 91A 和交叉构件 91B 以增加可调阳极组件 90 的表面积。在此构造中，导电构件 91A 和交叉构件 91B 可以通过形成在护罩 50 中的槽 50D 运送到处理区域 15 或从处理区域 15 运送。在一个方面，具有元件 91A 和 91B 的导电构件 91 绕送料辊组件 96 和收料辊组件 95 中的主轴 92 缠绕。此构造对于降低穿过处理区域 15 的各个分散的导电构件 91 之间的任何电势差是有利的，降低电势差可以提高等离子体密度均匀性从而提高沉积均匀性。

在一个方面，如图 4C 所示，两组可调阳极组件 90（元件 90A 和 90B）被定向为使得在每个可调阳极组件 90 中的导电构件 91 以相对彼此一定的角度关系定向，并且一组导电构件 91 位于距靶表面 24C 的不同距离处以防止在不同可调阳极组件中的导电构件 91 之间的干扰。例如，第一可调阳极组件 90A 中的三个导电构件 91 可以定向在第一方向上并定位在距靶第一距离处，而具有四个导电构件 91 的第二可调阳极组件 90B 定位在与第一方向正交的第二方向上并与靶间隔了大于第一距离的第二距离。在一个方面，两组可调阳极组件 90（元件 90A 和 90B）包括收料辊组件 95（元件 95A-B）、送料辊组件 96（元件 96A-B）和导电构件 91。这样，阳极区域可以更均匀地分布在处理区域 15，这在使用形状为矩形的大面积衬底时可以是重要的。在一个方面，每个可调阳极组件 90（元件 90A 和 90B）的电势差可以通过调整其到地的（多个）路径的电特性（例如阻抗）来改变，这对调整处理均匀性可能是有利的。

图 4D 图示了适于旋转主轴 92 并因此调整导电构件 91 在经过处理区域 15 时的位置、张力和速度的运动控制组件 116 的一个实施例的剖视图。一般而言，运动控制组件 116 包含密封组件 98 和电机组件 97。密封组件 98 通常包含耦合到电机组件 97 和主轴 92 的轴 113、安装板 115 以及至少一个密封件 112。在此构造中，电机组件 97 的旋转运动被传输到主轴

92, 并在其与主轴 92 连接处从室壁 41 外的大气压传递到下真空区域 16 内的真空压力。在一个方面, 如图 4D 所示, 密封件 112 是适于允许轴 113 旋转并防止大气污染物泄漏到处理室中的两个唇式密封件(元件 112A 和 112B)。在一个方面, 可能需要有差别地泵吸(未示出)两个密封件之间的区域来降低横跨单个密封(元件 112A 或 112B)的压降。在本发明的一个方面, 密封件 112 是传统的铁流体密封件(ferrofluidic seal)(例如, 可从乔治亚州的 Canton 的 Schoonover 有限公司购买)或本领域公知的用于将旋转运动传递到真空环境下的部件的磁耦合旋转馈通件(feedthrough)。因此, 通过使用密封件 112 和形成在板 115 与室壁 41 之间的 o 型环密封件 114, 可以防止大气污染物进入下真空区域 16 和处理区域 15。

致动器组件 97 通常包含致动器 117、用于将电机附装到密封组件 98 的安装支架 111、和将致动器 117 附装到轴 113 的电机耦合件 110。在一个方面, 致动器 117 的输出轴通过诸如扭簧(未示出)之类的张力保持设备耦合到轴 113, 使得稳定的力和张力可以施加到夹持在收料辊组件 95 和送料辊组件 96 两者的主轴 92 上的导电构件 91。在一个方面, 诸如滑动环或旋转水银馈通件之类的旋转电馈通件 118 电连接到主轴 92 以允许电流从导电构件 91 通过主轴 92、轴 113、电机轴 117A 和旋转电馈通件 118 流动到接地连接。在一个方面, 致动器 117 可以是本领域所公知的 DC 伺服电机或步进电机。

### 用于处理的磁控管设计

图 5A 图示了本发明的一个实施例, 其示出了靶表面 24C 和多个磁控管组件 23(例如所示的三个)的放大视图。在处理室 10 的此构造中, 具有多个包含一个或多个磁体 27 的磁控管组件 23(元件 23A-B)。通常, 为提高靶材料的利用率并提高沉积均匀性, 经常通过使用磁控管致动器(未示出), 在平行于靶表面 24C 的方向上平移、扫描和/或旋转磁控管组件。一般而言, 在 PVD 沉积处理期间, 由于包围处理区域 15 中存在的电子的磁场(元件“B”), 所以处理区域 15 中所产生的等离子体的很大一

部分形成并保持在磁控管组件 23 之下。因此由于磁控管组件 23 所产生的磁场的强度和方向，磁控管组件 23 对 PVD 沉积层的形状和均匀性有影响。

在处理室 10 的一个实施例中，磁控管设计可以被布置为使得磁控管组件 23 在靶的中心处比在靶的边缘处产生更高的磁场强度，以抵消在靶 24 的边缘处与在靶 24 的中心处到地的优选路径的阻抗差。在另一个方面，通过由磁体相对于靶边缘的实际位置来调整越过靶表面的磁体的平移、扫描或旋转的速度（例如，在中心处更低的速率和在边缘处更高的速率），在靶的中心上维持更高的每单位时间的磁场强度。通过在磁控管的中心附近使用更强的磁体、提高磁控管的中心处比边缘处的磁体密度、在靶的中心之上放置额外的更强的永磁体、或当磁控管平移越过靶的背侧时增加在对靶的中心之上的移动停留时间，可以产生更强的磁场。图 5A 图示了定位在靶 24 的中心处（元件 23A）的和边缘处（元件 23B）的三个磁控管。在 2004 年 6 月 7 日递交的共同转让美国专利申请 10/863,152 [AMAT 8841]（要求享有在 2004 年 1 月 7 日递交的美国临时专利申请 60/534,952 的权利）中进一步描述了适于使此处描述本发明受益的、用于移动磁控管以及磁控管组件中的磁体定向的平移机构，其内容通过不与所要求发明不一致的程度整体引用而被包含于此。应该注意的是，用于处理室 10 的优化磁场轮廓将随着各个衬底的尺寸、阳极（例如接地表面）对阴极（例如靶）的面积比率、靶到衬底间距、处理压力、磁控管越过靶面的运动、沉积速率、和正被沉积的材料类型的改变而改变。

但是，通过调整磁控管形状、磁场密度和越过靶的扫描轮廓，可以在大面积衬底上实现更均匀的沉积轮廓。图 5B 图示了图 2A 所示处理室 10 的一个实施例，其具有包括多个磁控管组件 23（元件 23A-B）以优化越过靶 24 表面产生的磁场密度的磁控管组件。

磁控管 23 对减少中心对边缘的沉积厚度偏差的效果受靶材料的磁导率的影响。因此，在某种情况下可能需要基于（多种）靶 24 材料的类型及其厚度来调整磁控管磁场图案。而且，在一些情况下控制中心到边缘的优化的磁控管磁场的效果受到限制，并因此需要结合使用一个或多个可调

阳极组件 90 和/或与沉积层进行电接触的实施例（将在以下讨论）来实现所期望的处理均匀性。

### 到沉积层的电接触

图 6A-C 图示了处理室 10 的一个实施例，其中已经接地的遮蔽框 52 适于与衬底 12 上的沉积层 11 进行接触，使得沉积层 11 充当阳极表面。因此该构造通过将沉积层 11 用作阳极表面而增加了处理期间的阳极表面积，以提高处理区域中等离子体的均匀性。图 6A 图示了一个实施例，其中当支座 61 和衬底 12 与接地的遮蔽框 52 进行接触时，使用导电特征体 52A 来与衬底 12 上的沉积层 11 进行接触，所述衬底 12 定位在衬底支座 61 上。在一个方面，遮蔽框 52 通过使用导电带或导线（图 6A 中的元件 52D）而直接连接到护罩 50。在一个方面，可调阳极组件 90 以及具有第一槽 50B 和第二槽 50C 的处理护罩 50 已经可选地增加到处理室 10（图 5A 所示），以进一步增加阳极表面积。图 6A-C 所示的处理室 10 类似于图 2A 所示的室，因此为了清楚继续使用相似元件标号。

在一个实施例中，导电特征体 52A 附装到遮蔽框 52 的表面，并通过使用块 52B 夹持在适当位置。在一个方面，块 52B 通过使用多个螺钉或紧固件（未示出）将导电特征体 52A 夹紧到遮蔽框的下侧，使得导电特征体 52A 与遮蔽框 52 电接触。在图 6A-B 中，导电特征体 52A 被示为在其未压缩状态下，该状态在衬底表面未与导电特征体 52A 接触时发生。在图 6C 中导电特征体 52A 图示在其压缩状态下，使得其可以与沉积在衬底 12 表面上的膜 11 进行电接触。一般而言，导电特征体 52A 可以由适于传输从所产生的等离子体传输到导电膜 11（图 6A）的电流的导电材料的薄片、箔或棒制成。在一个方面，导电特征体 52A 对衬底表面上的侵占被物理地最小化，以减小在衬底边缘上浪费的区域量。在一个方面，导电特征体 52A 可以由诸如钛、不锈钢、铜、铂、金、黄铜、哈司特镍合金 C 之类的金属或可以用于形成电接触的其他材料制成。

图 6D 图示了可以用于通过与形成在衬底表面上的导电层 11（图 6A）进行电接触来提高沉积均匀性的一系列方法步骤 200 的一个实施例。沉积

处理通常可以包含以下步骤：将衬底插入到处理室中的步骤 201，将衬底定位在第一处理位置上的步骤 203，沉积第一导电膜的步骤 205，将衬底定位在第二处理位置的步骤 207，和沉积导电膜的步骤 209。在其他实施例中，方法步骤 200 的顺序可以重排、改变，可以去除一个或多个步骤，或者将两个或更多步骤结合为单个步骤，而不与本发明的基本范围不同。

参考图 6B 和 6D，当控制器 101 命令真空泵吸系统 44 将处理室 10 抽吸到预定的压力/真空度，以使得等离子处理室 10 可以从安装到通常也在真空下的中央转移室（未示出）的系统自动机械（未示出）接收衬底 12 时，完成将衬底插入到处理室中的步骤 201。为将衬底 12 转移到处理室，将处理室 10 与中央转移室密封开的缝隙阀（元件 46）打开以允许系统自动机械延伸通过室壁 41 中的访问端口 32。接着提升销 74 通过从已延伸的自动机械托板（未示出）提升衬底来从延伸的系统自动机械移除衬底 12。接着系统自动机械从处理室 10 缩回且缝隙阀 46 关闭以将处理室 10 与中央转移室隔绝。然后衬底支座 61 从提升销 74 提升衬底 12 并将衬底 12 移动到所期望的位置。

在步骤 203，或将衬底定位在第一处理位置上的步骤 203，衬底 12 定位在其上的衬底支座 61 移动到靶 24 之下的所期望的第一处理位置。在此情况中，第一处理位置（见图 6B）是这样的位置，其中衬底放置在接地遮蔽框 52 附近，以遮蔽在下一方法步骤 205 中沉积的膜来避免涂覆衬底的凸出区域（图 6A 中的元件 12B）和背侧（图 6A 中的元件 12C）以及暴露的衬底支座表面 61A。第一处理位置也是接地遮蔽框 52 定位在衬底表面之上而不与之电接触的位置。

沉积第一导电膜的步骤 205 包括将导电层沉积在位于第一处理位置（步骤 203）的衬底表面上的处理步骤。在一个方面，沉积处理要求在衬底表面上溅射导电层，该表面厚到足以在最终沉积步骤（例如步骤 209）形成能将足够电流传输到接地支撑框的连续层，来使得所产生的等离子体更均匀地形成在处理区域 15 中。在一个方面，导电膜可以在约 10 埃（Å）与约 1000 埃（Å）之间。在一个示例中，以约 200kW 的沉积功率和约 2.5 毫托（mT）的处理压力进行钼沉积处理约 10 秒来获得约 383 埃

(Å) 的膜厚。促进均匀等离子体产生所需的第一导电层的厚度可以根据沉积膜的导电性而改变。在此步骤可以沉积的典型膜包括但不限于：铜、铝、铝铜合金、铝钹合金、钽、氮化钽、钨、钴、钨、金、钛、氮化钛、钼及其的其他组合和合金。

在步骤 207，或将衬底定位在第二处理位置的步骤 207，衬底 12 定位在其上的衬底支座 61 移动到靶表面 24C 之下的所期望的第二处理位置（图 6C）。在此情况下第二处理位置是这样的位置，其中衬底支座 61 与接地遮蔽框 52 配合且衬底 12 布置为与接地遮蔽框 52 接触。第二处理位置是在最终沉积步骤（例如步骤 209）期间沉积的膜被均匀地沉积在衬底 12 的表面上时的位置。实际第二处理位置将取决于在沉积处理期间所使用的参数而改变，所述参数通常包括衬底到靶的间距、沉积处理压力、（多个）沉积处理功率设置、以及磁控管类型和处理期间的移动。

最终步骤或沉积第二导电膜层的步骤 209 用于将第二导电层沉积在衬底表面上以获得所需的膜厚度。在一个示例中，以约 200kW 的沉积功率和约 2.5mT 的处理压力进行钼沉积处理约 60 秒来获得约 2,300 埃（Å）的膜厚。第二导电膜层不需要与第一导电膜层精确地一样，并因此可以使用或不使用本领域所公知的反应性溅射处理（例如 TaN、TiN）来形成。在步骤 209 已经完成之后，接着通常将通过接着返回步骤 201 而从处理室移除衬底。

图 6E 图示了可以用于通过与形成在衬底表面上的导电层 11（图 6A）进行电接触来提高沉积均匀性的一系列方法步骤 210 的一个实施例。除了增加了附加的步骤 206 之外，图 6E 所示的沉积处理与图 6D 所示的方法步骤相同。在其他实施例中，方法步骤 210 的顺序可以重排、改变，可以去除一个或多个步骤，或者将两个或更多步骤结合为单个步骤，而不与本发明的基本范围不同。

方法步骤 206 或从衬底去除残余电荷的步骤 206 是这样的步骤，用于将存在于衬底中的残余电荷放电，来防止当衬底被布置为与接地遮蔽框 52 接触时的电弧放电。在等离子体处理或某个其他电荷产生处理期间电悬浮的衬底中可以形成残余电荷。由于衬底表面（或悬浮的衬底支座 61）与在沉

积第一导电膜的步骤 205 或其他在先的处理步骤期间形成的等离子体的相互作用，可以在衬底 12（或悬浮的衬底支座 16）中形成所保留的电荷。被捕获的电荷的快速放电可以引起电弧放电并损害衬底表面上形成的器件。因此，为防止设备损害，去除残余电荷的步骤 206 被增加到图 6D 所述的方法步骤中。一般而言，通过在接地遮蔽框 52 与衬底 12 进行电接触之前降低其间的电势差，即降低遮蔽框 52 与形成在衬底的表面上的膜 11 之间的电势差，来进行去除衬底中的残余电荷的步骤 206。

在一个方面，为降低电势差，接地遮蔽框 52 和衬底支座被设计为这样，即接地遮蔽框 52 与衬底支座 61 在接地遮蔽框 52 电接触形成在衬底 12 上的膜 11 之前进行电接触（图 6G）。通过使得遮蔽框 52 在接触衬底 12 之前接触衬底支座 61，可以耗散衬底支座 61 中的任何残余电荷以防止通过衬底 12 的电弧放电。为执行此任务，接地遮蔽框 52 或衬底支座 61 可以包含导电弹簧 52E（图 6G），以允许在接地遮蔽框 52 与衬底 12 接触之前接地遮蔽框 52 接触衬底支座 61 的曝露衬底支座表面 61A。

在另一个方面，可以通过将遮蔽框 52 与地绝缘并接着使遮蔽框 52 与具有接地表面的衬底支座 61 进行电接触（所述接地表面可以在遮蔽框 52 电接触形成在衬底 12 上的膜 11 之前电接触遮蔽框 52）来执行步骤 206。通过物理地防止两个部件之间的接触，遮蔽框 52 可以与阳极表面（例如护罩 50）绝缘。在一个方面，绝缘体 53（见图 6F）可以用于将遮蔽框 52 与护罩 50 绝缘。通过使遮蔽框 52 在接触衬底 12 之前与衬底支座 61 进行接触，允许衬底支座 61 中的任何残余电荷放电来防止通过衬底 12 的电弧放电。为执行此任务，上述的导电弹簧 52C（图 6G）可以用于执行此任务。

在另一个方面，可以通过将遮蔽框 52 与地绝缘（即其电“悬浮”），并接着在遮蔽框 52 电接触形成在衬底 12 上的膜 11 之前将遮蔽框 52 电耦合到衬底支座 61 和衬底 12，而进行从衬底去除残余电荷的步骤 206。在一个方面，为进行此步骤，在悬浮的遮蔽框 52 接触形成在衬底 12 的表面上的膜 11 之前，衬底支座 61 是 RF 偏置的。在此构造中，衬底支座 61 可以包含可偏置元件（图 6A 中的元件 61B），这些可偏置元件可以

使用 RF 电源 67 和连接到可偏置元件的 RF 匹配器件（图 6A 所示），用于将悬浮的遮蔽框 52 与衬底 12 和衬底支座 61 电容性地耦合。通过使用由衬底支座 61 的 RF 偏置形成的 RF 产生等离子体，悬浮的遮蔽框 52 和衬底 12 可以在其于步骤 207 中彼此进行接触前达到相同的电势。在一个方面，RF 偏置可以以 13.56MHz 的 RF 频率在约 100 瓦到约 6000 瓦之间，且在执行步骤 207 之前和执行步骤 207 期间，将在富氩环境下约 1.0mT 与约 6.0mT 之间的室压力施加到衬底。

图 6F 是将导电特征体 52A 安装到其下侧上的遮蔽框 52 的一个实施例的等轴测剖视图。在此构造中，导电构件 52A 包含形成在导电构件 52 中的多个导电指状部分 52C，以允许可重复并均匀地接触形成在衬底 12 的表面的导电膜 11。在一个方面，导电指状部分 52C 可以是一直围绕衬底 12 进行接触的单个连续片的一部分。在另一个方面，导电特征体 52A 的多个分散部分可以绕遮蔽框 52 的下侧放置，并因此不需要单个整片材料来形成导电特征体 52A。

虽然前文指向本发明的实施例，但是可以设计本发明的其他和进一步的实施例而不偏离其基本范围，且其范围由所附权利要求确定。

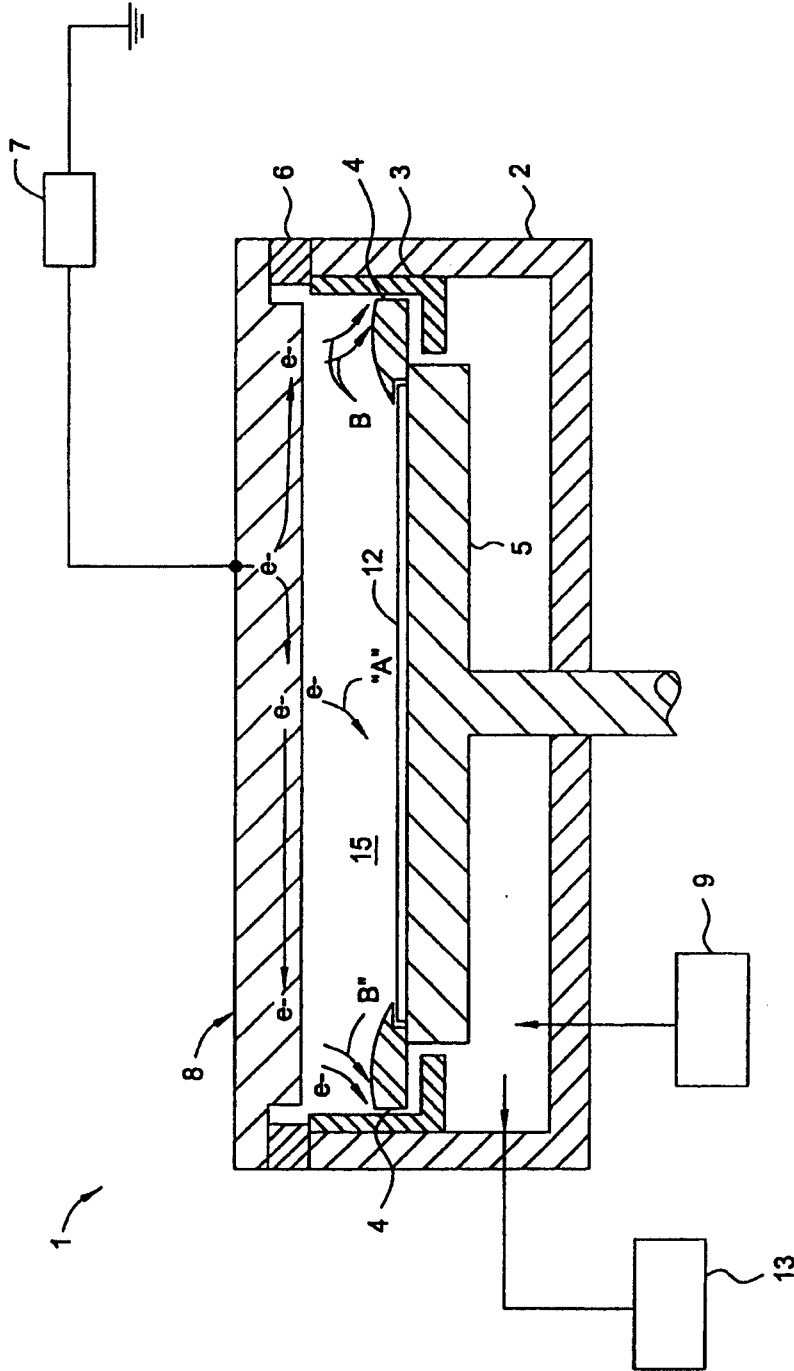


图1

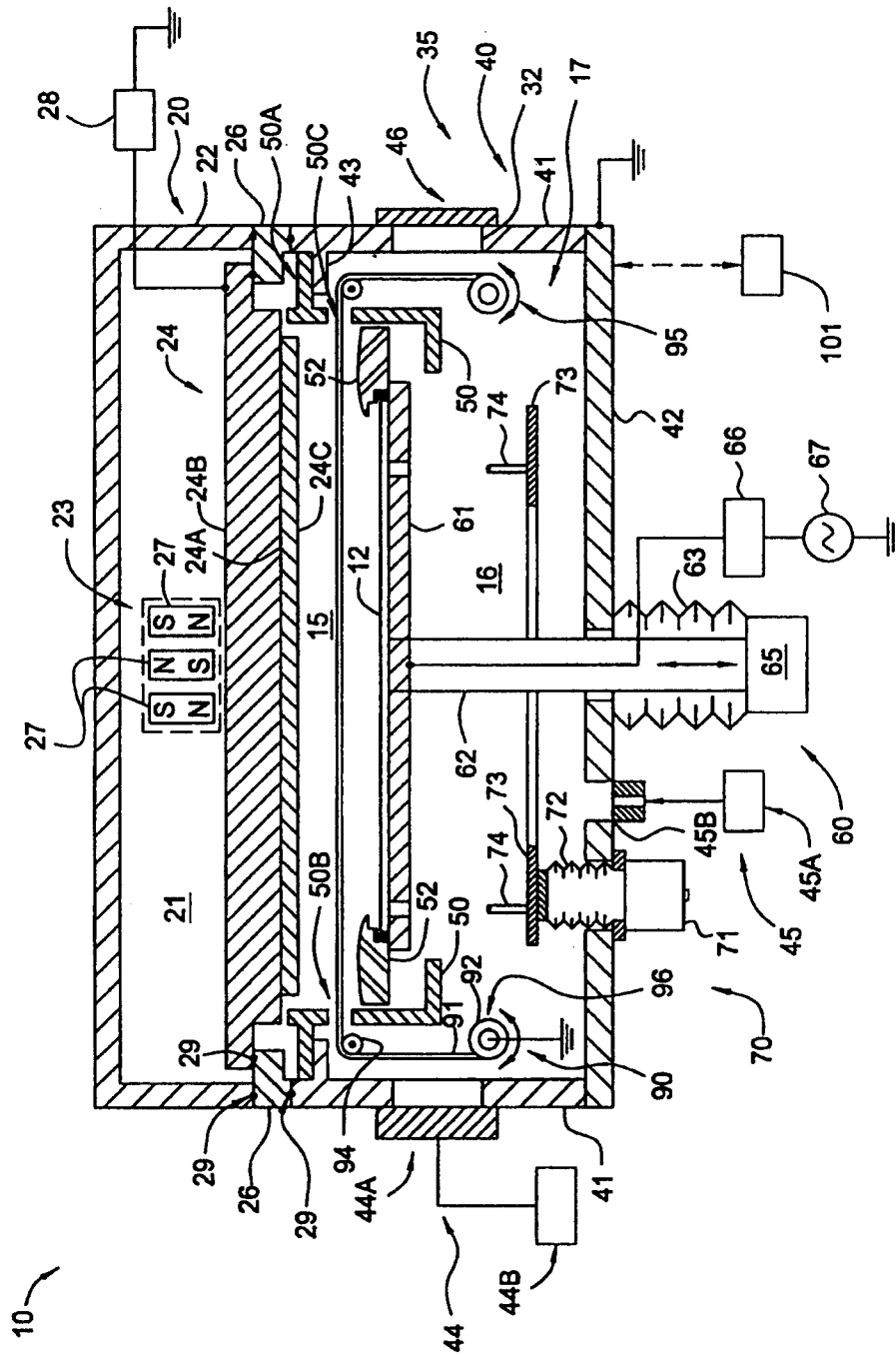


图 2A

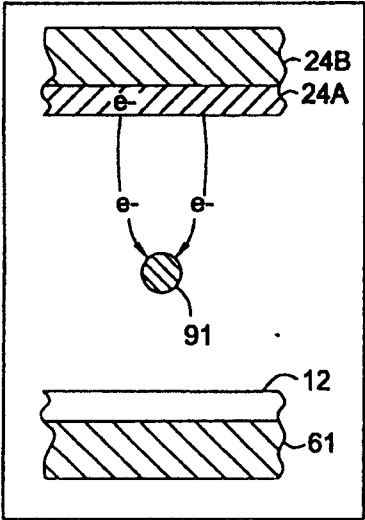


图3A

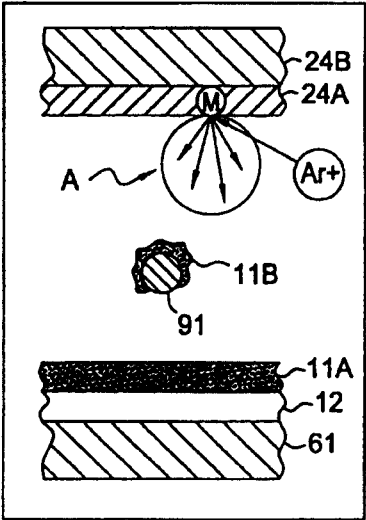


图3B

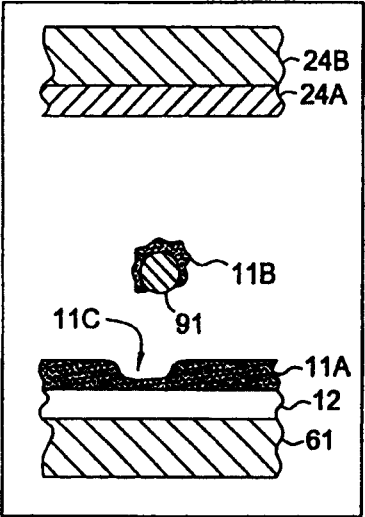


图3C

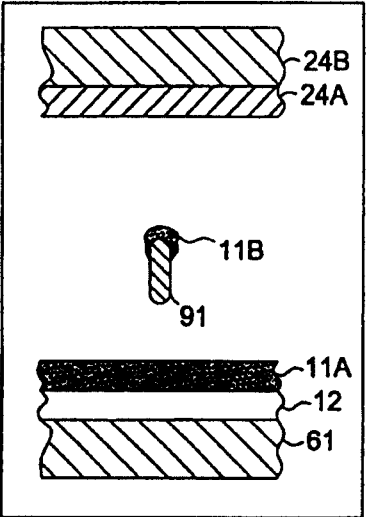


图3D

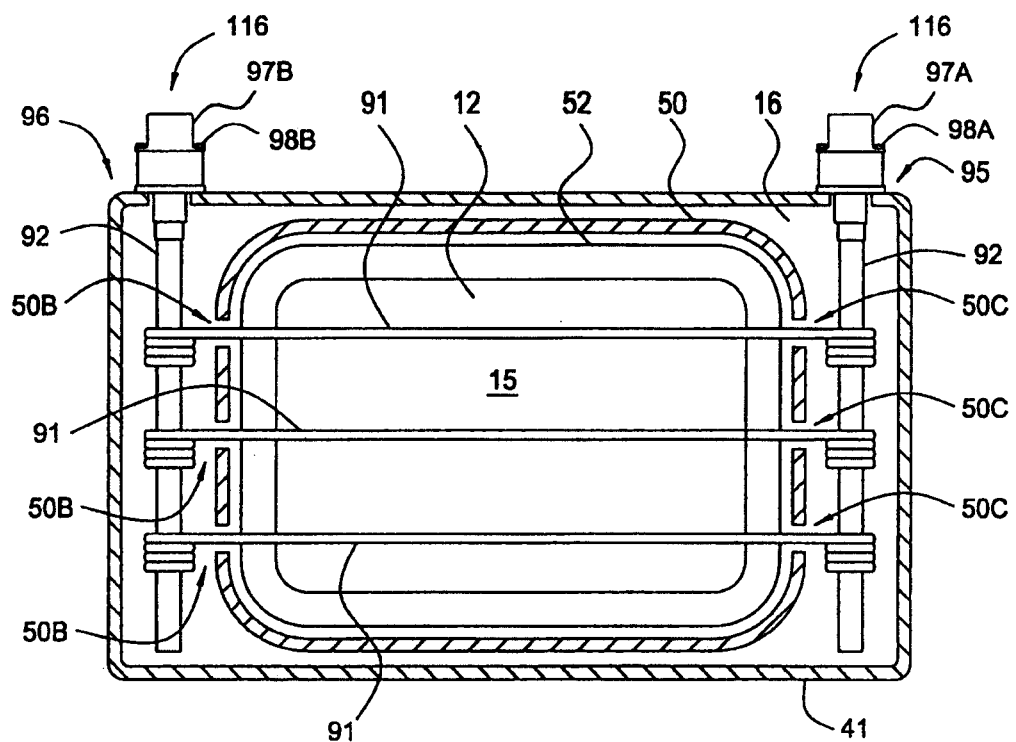


图4A

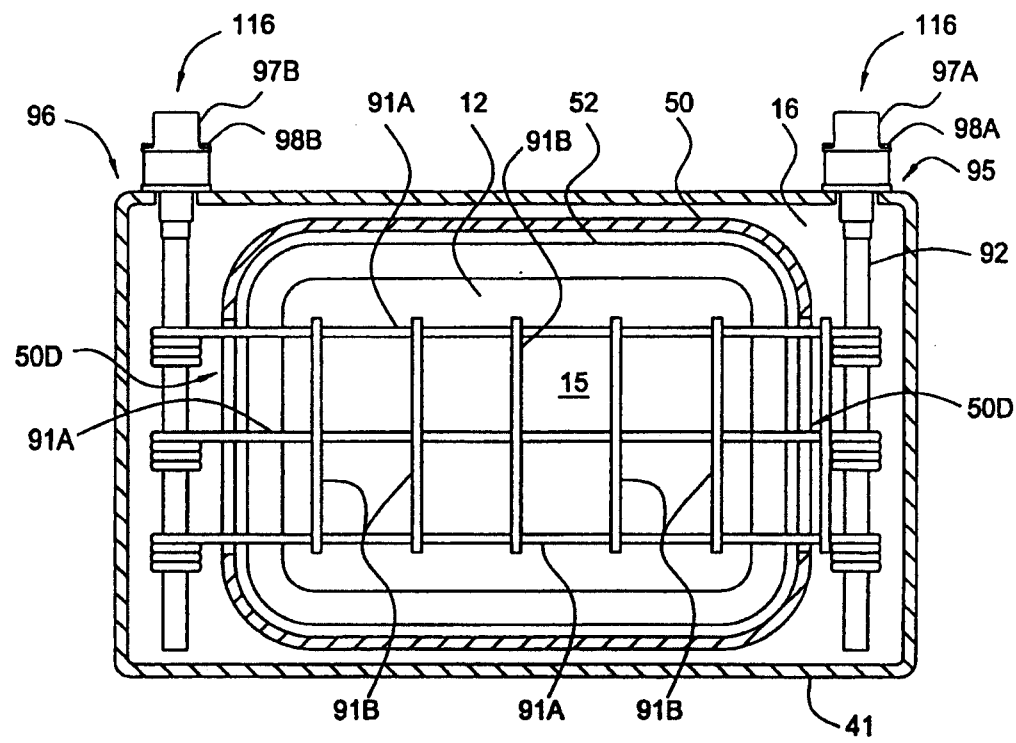


图4B

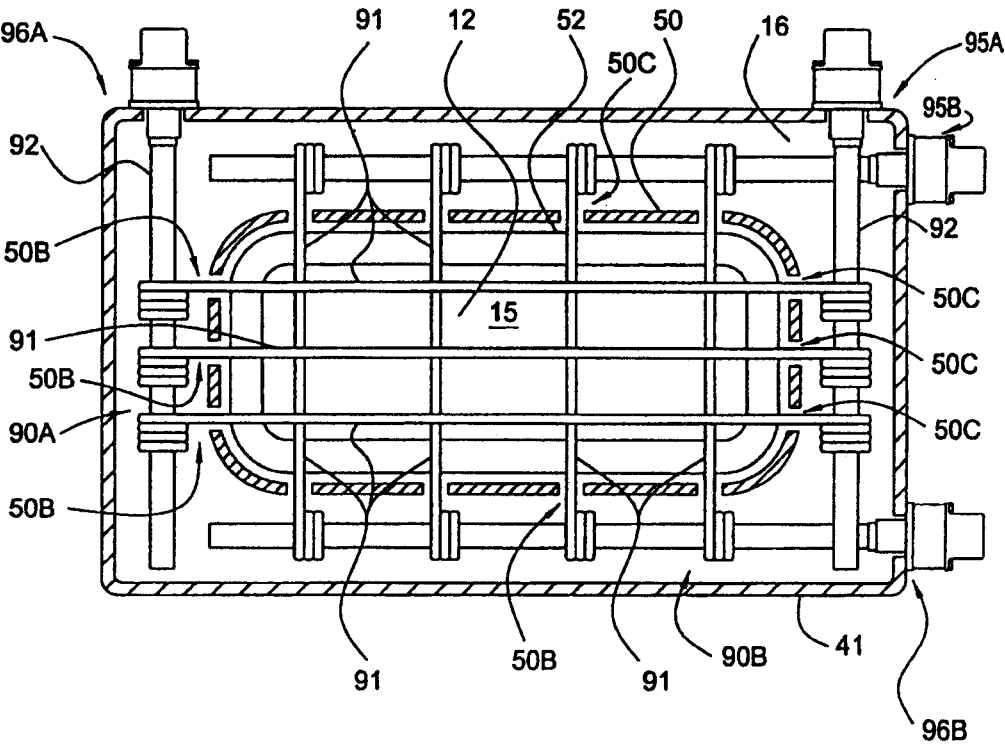


图4C

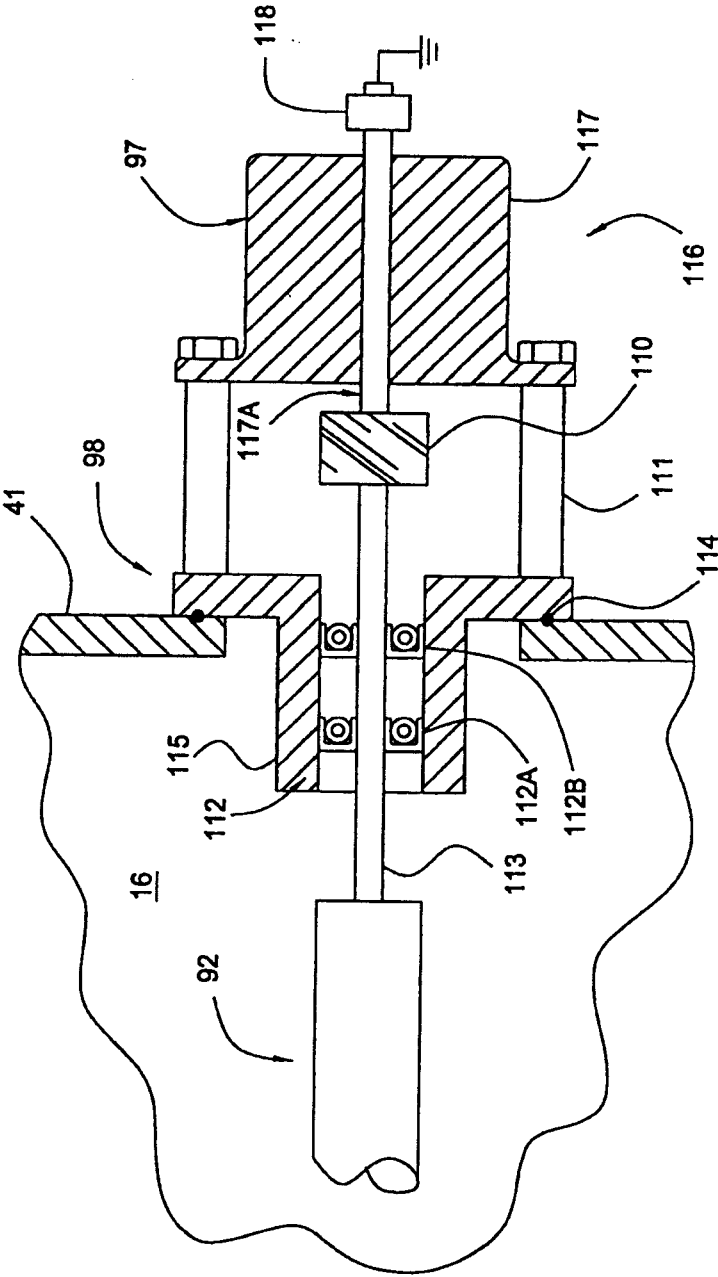


图4D

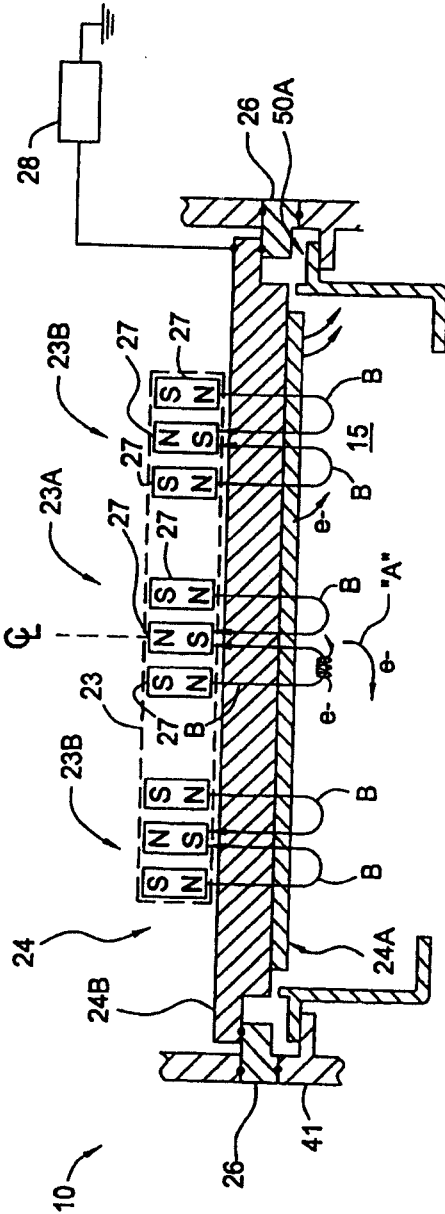


图5A



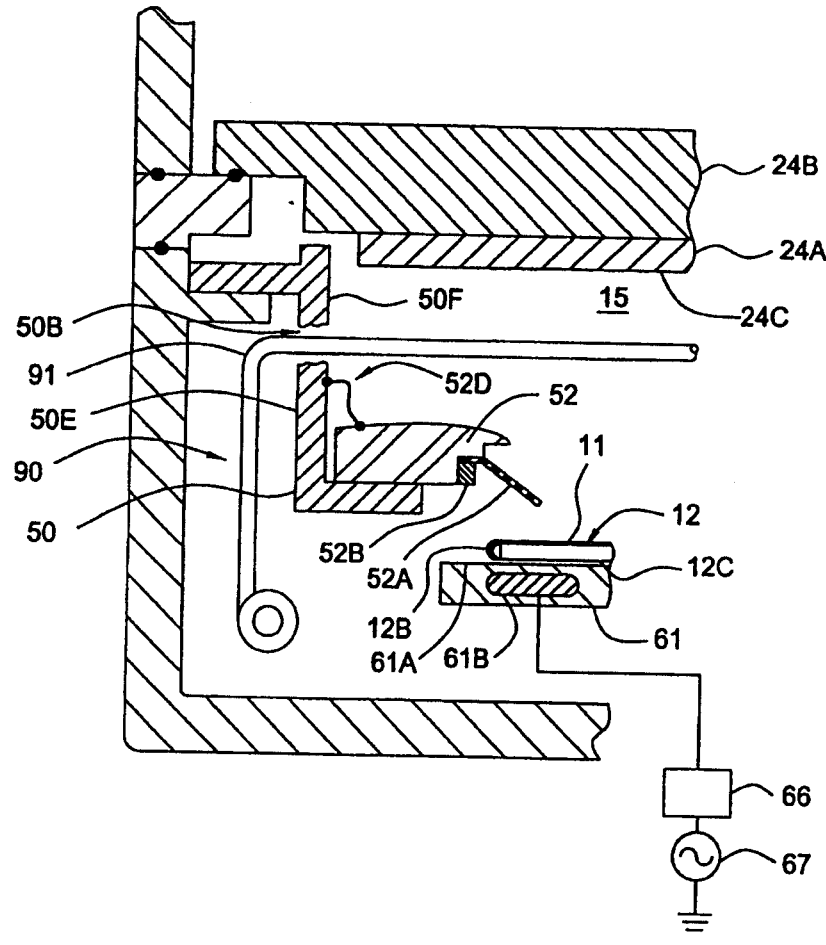
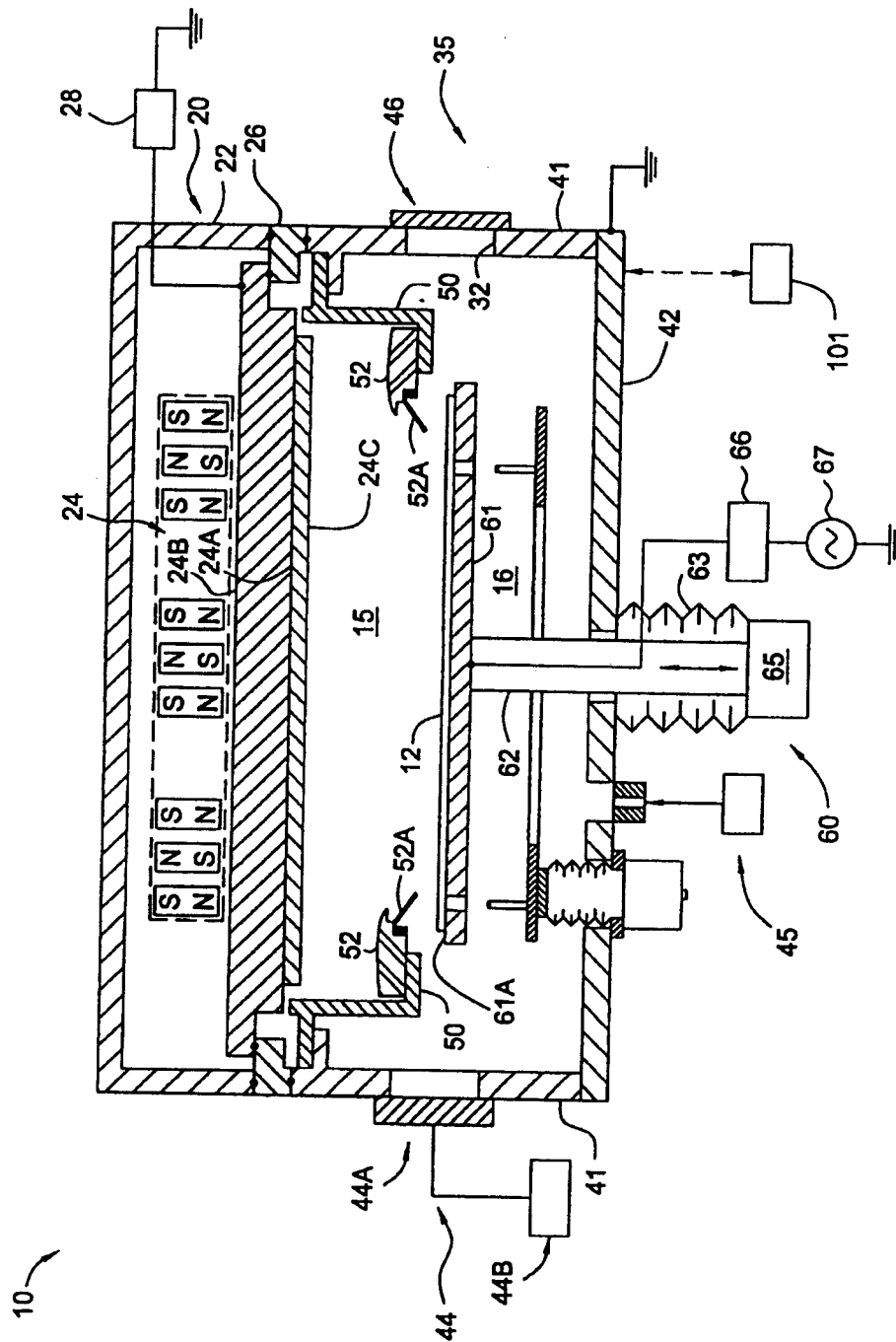


图6A



6B

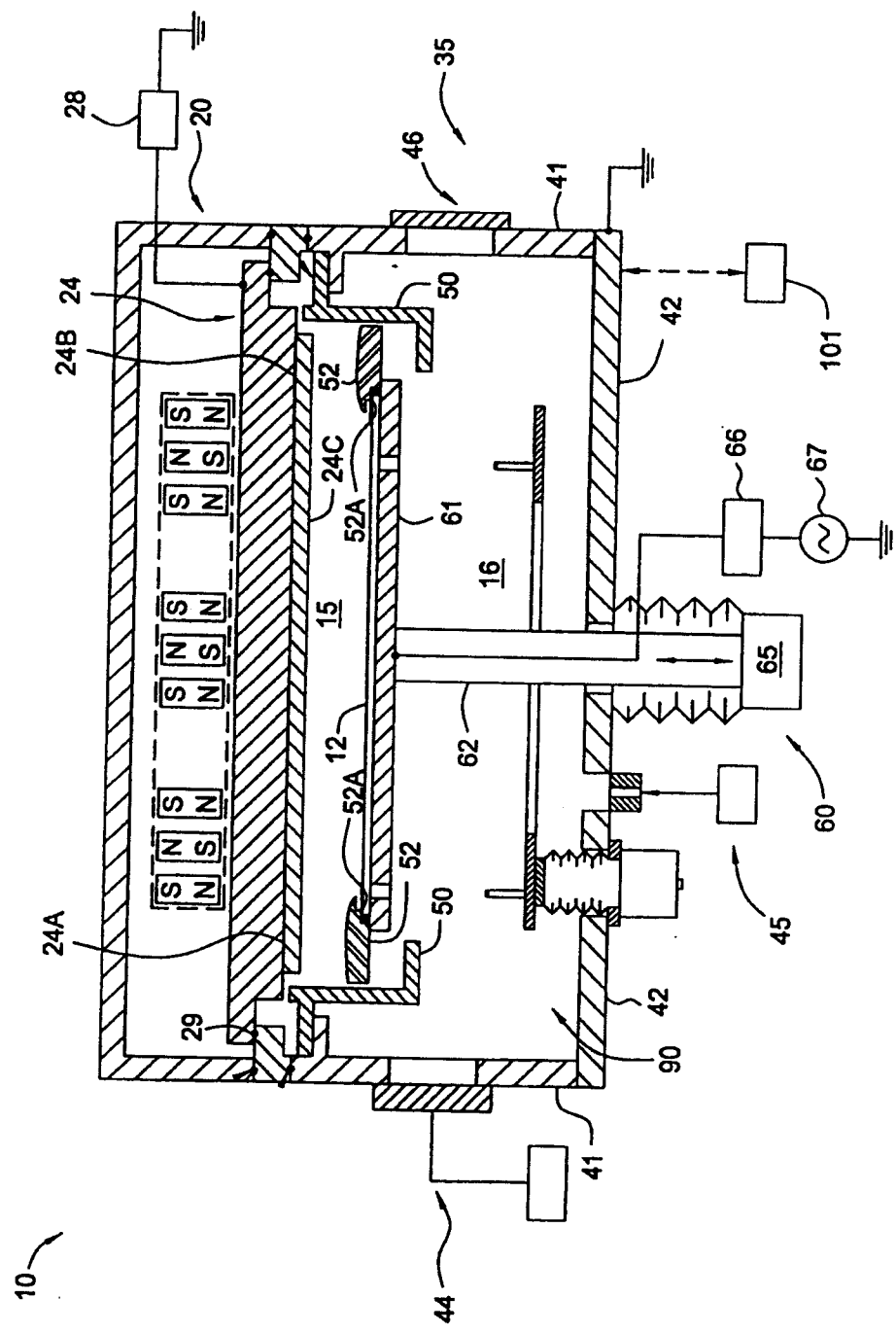


图6C

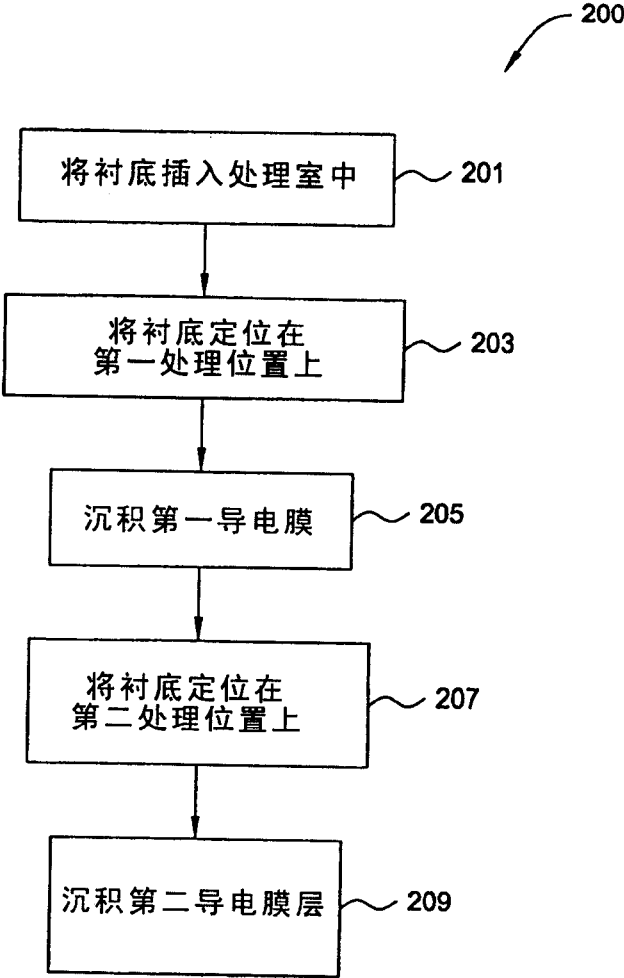


图6D

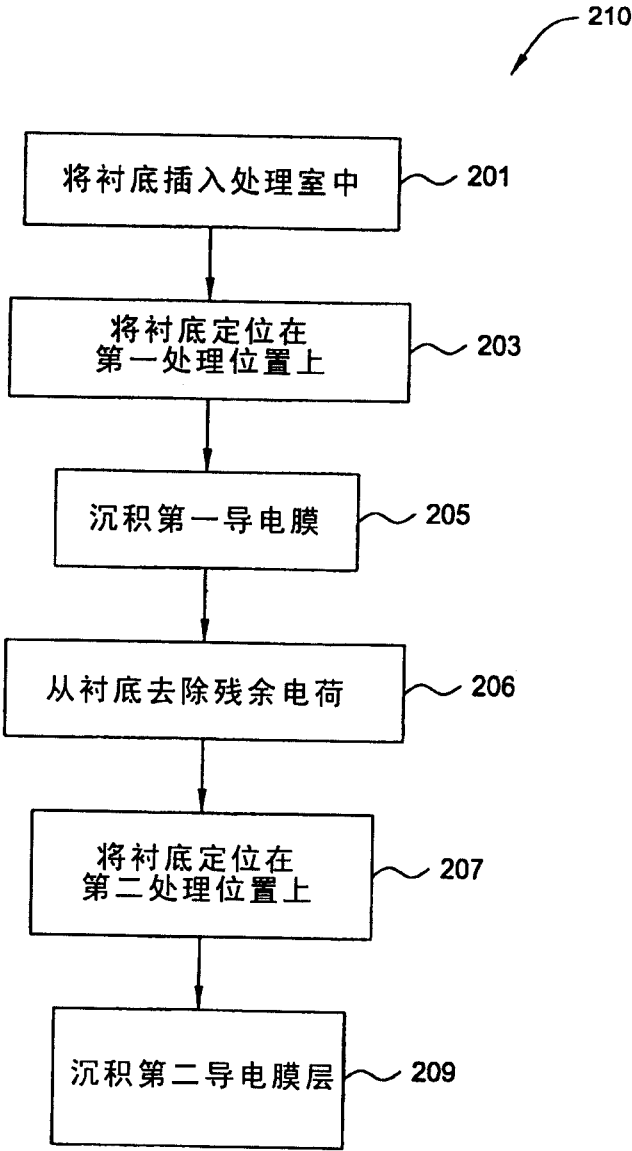


图6E

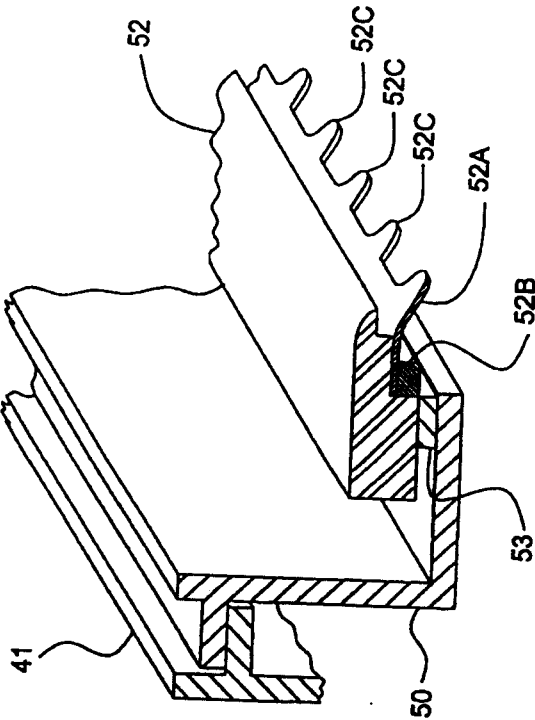


图6F

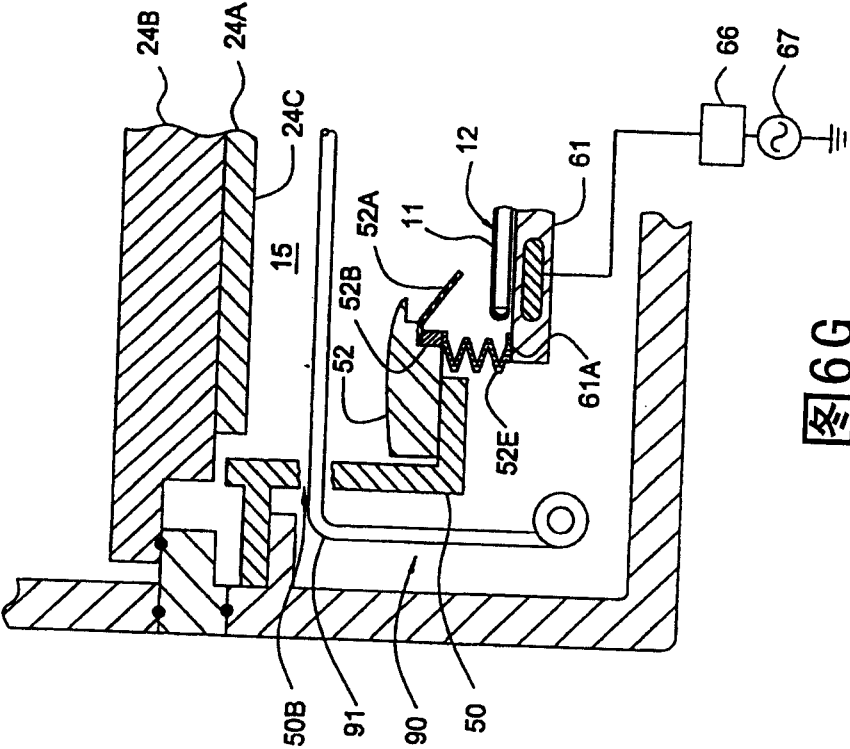


图6G