



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 89102699.1

[51]Int.Cl⁶

C23C 16 / 48

[45]授权公告日 1996 年 2 月 21 日

[24]颁证日 95.10.29

[21]申请号 89102699.1

[22]申请日 89.3.28

[30]优先权

[32]88.3.29 [33]US[31]174,659

[73]专利权人 能量转换装置公司

地址 美国密执安

共同专利权人 佳能株式会社

[72]发明人 乔奇姆·道利尔

H01J 37 / 32

杰弗尔·M·克雷斯克

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

标事务所

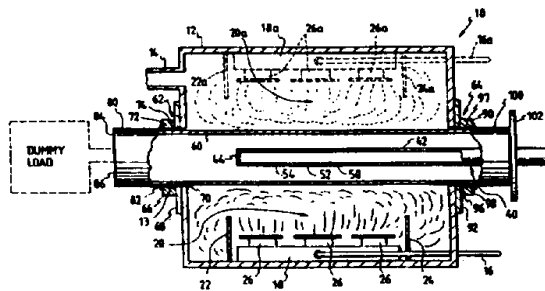
代理人 王 申

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 大区域微波等离子装置

[57]摘要

适宜在较大区域上维持一个基本均匀的等离子区的微波能量装置。本发明最主要的结构是绕微波施加器设置有一隔离窗，所述隔离窗是由一种微波能通过它从施加器发射到等离子反应容器中的材料构成，该隔离窗的形状能最佳地承受压力，这种方式能使隔离窗的厚度最小，以便快速冷却，从而可达到高功率而不破坏隔离窗。



权 利 要 求 书

1. 一种微波等离子装置,它包括:

一个真空容器(12);

将处理气体引入所述容器内的装置(16);

将微波从微波源传播到容器内以产生等离子区的微波施加装置(40);

在容器(12)内支承基质的装置(26);

将施加装置与等离子区域隔离同时又可使微波穿透的装置(60);

其特征在于所述的施加装置包括一细长的波导器,该波导器的纵向壁上有一孔口,以及通过调节孔口的大小控制从孔口辐射出的微波能量的装置,从而可控制等离子区的密度。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征是所述微波施加装置的截面为矩形。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征是所述的施加装置仅有一个孔口。

4. 如权利要求 3 所述的装置,其特征是所述的控制装置包括一活门,该活门至少可部分地遮掩所述的孔口且离开孔口一定间距。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征是活门平面与孔口之间的间距沿活门的长度是变化的。

6. 如权利要求 1、2、4、5 中任意一项所述的装置,其特征是隔离施加装置与等离子区域的装置基本上为圆筒形或半圆筒形。

7. 如权利要求 1、2、4、5 中任意一项所述的装置,其特征是还包括一装置(14),它用于在隔离装置的内部和等离子区域之间维持一压力差。

8. 如权利要求 1 所述的装置,其特征是还包括使基质件如同一连续的板件那样穿过所述容器的装置。

大区域微波等离子装置

本发明通常涉及在相对大的区域上维持一个基本均匀的等离子区的微波能量装置，更特别的是涉及一种在大区域上产生均匀的微波来激发辉光放电等离子区的新型微波能量装置。该微波能量装置包括有一维持等离子区的真空容器，一个生产气体来源，以及微波施加器，该施加器或是适宜于发射微波能，或是适宜于通过损耗波将微波能导入所述真空容器内部。该微波能量装置还包括有一将微波施加器与真空容器中产生的等离子区域分隔开的隔离窗。该微波能量装置适宜在配置于微波施加器的近场距离内的基质上产生一个基本均匀的等离子体反应。

由于近来厨房微波炉的激增，“微波”已确实成了家庭用语。由于大量生产这种微波炉所获得的经验的结果，每千瓦有效微波能源的费用急剧下降，为商业和工业装置上的新应用开创了宽广的局面。一种应用是使用微波能来在等离子体处理过程、半导体蚀刻、薄膜沉积过程和其它过程中有效地激发和维持等离子区。

传统的微波炉设计成通过使用机械装置来匀和微波能的非均匀性，这样足以均匀加热食品，同时利用了被加热食品的相对长的热张弛时间，但由于气体的张弛时间短，这样的技术是不能用来均匀激发气体，以产生等离子区的。微波炉技术中采用的风扇和其它机械式“微波弥散器”，无论其实际能转得多么快，都不能保证在与等离子体激发相应的时间范围内均匀弥散微波能。为了使等离子区的微波能均匀弥散，必须采用其它手段。微波等离子体沉积技术的在先实例说明了该领域

的状态，并强调了在增加能量均匀性方面遇到的问题，突出了本发明新型等离子体产生结构所产生的优点。

奥夫辛斯基 (Ovshinsky) 等人的 4517223 号和 4504518 号美国专利，两篇的名称都为“制造非晶半导体合金的方法及应用微波能的装置”，其公开的内容在这里作为参考，这两篇文献描述了在低压微波辉光放电等离子区中将薄膜沉积在小面积基质上。在这两篇专利中特别注意到，在所公开的低压状态下操作不仅在等离子区中消除了粉尘和聚合形成物，而且还提供了等离子体沉积的最为经济的模式。同时这些专利描述了一种使用微波能沉积的，真正值得注意的低压及高能密度状态，即基本在 paschen 曲线的最低点，而在大面积上沉积的均匀性问题仍无答案。

现在将目光转向大面积基质的微波施加器上。弗尼尔 (Fournier) 等人的名称为“制造电子照相装置的方法和设备”的 4729341 号美国专利，其公开内容作为参考，描述了一种以高功率方式使用一对放射的波导施加器来在大面积的筒形基质上沉积光敏半导体薄膜的低压微波激发等离子体方法。然而，其中所描述的大面积沉积原理是限制在筒形的基质上，例如电子照相的光感受器，它给出的教导不能直接移植到一般大面积的平面基质上。

本领域的许多工作者已公开了用高功率微波维持等离子区来处理薄膜的方法。然而，微波等离子区还不完全适应大的表面区域和/或低压沉积，这是由于能量的不均匀性的结果，引起表面处理的不均匀性。为产生更高的均匀性，人们试图使用慢波微波结构。然而，慢波结构中一个固有的问题是作为等离子区至微波施放器间距离的函数，微波很快的衰减。在已有技术中，用改变慢波结构至被处理基质间的

间隔的各种结构已解决了这个问题。以这种方式，基质表面上的能量密度沿基质运动的方向上是不变的。例如，Weissfloch等人的名称为“产生等离子区和用电磁辐射处理材料的装置和方法”的

3 8 1 4 9 8 3号美国专利，以及kieser等人的名称为“产生处理基质的微波等离子区的装置，特别是放射性监测器上的等离子体聚合的装置”的4 5 2 1 7 1 7号美国专利，都提出了微波施加器和被处理基质之间的各种空间关系来解决这个问题。

例如在Weissfloch等人的名称为“产生等离子区并用电磁辐射处理材料的装置和方法”的3 8 1 4 9 8 3号美国专利中和在kieser等人的名称为“产生处理基质的微波等离子区的装置，特别是放射性监测器上的等离子体聚合的装置”的4 5 2 1 7 1 7号美国专利中都描述了慢波结构。更特别的是Weissfloch等人的专利揭示了在获得均匀的场强密度中碰到的问题。Weissfloch等人揭示出为了得到沿慢波波导结构的整个长度上均匀功率密度的等离子区所需的均匀电场强度，需要将波导结构相对于基质倾斜一个角度。慢波波导结构相对于基质倾斜来达到均匀性要求会导致藕合送入等离子区的微波效率低下。

由于认识到慢波结构的这种缺陷，kieser等人提出在一个反平行的装置上使用两个波导结构。以这种方式，两个结构的能量输入相互重叠。更特别的是，Mieser等人描述了如果两个慢波施加器相互间成一角度设置，使得垂直于施加器中线的平面与平行于要处理的基质表面延伸的直线相交，并与基质的运动方向成直角的话，能进一步改善两种能量输入的叠加所引起的状态，即进一步改善两个微波施加器的状态。kieser等人还建议为了避免两个施加器的波场分布相消

干扰，施加器应垂直于基质运动方向相互移位，移到两施加器的距离等于波导横臂间的间隔的一半。Kieser等人揭示了以这种方式，微波场分布基本上消除了干扰。

J. Asmussen 和他的同事们研究了等离子区均匀性问题，并更特别地研究了能量均匀性问题，例如在 T. Roppel 等人的文章“使用微波等离子盘形源来低温氧化硅”，真空科技杂志 (J. Vac. Sci. Tech.) B-4 (1986年1—2月) 295—298页中，以及 M. Dahimene 和 J. Asmussen 的文章“放入多尖点静态磁场中的微波离子源的性能”，真空科技杂志 (J. Vac. Sci. Tech.) B-4 (1986年1—2月) 126—130页中，都讨论了上述问题。在这些论文及其它论文中，Asmussen 和他的同事们描述了一种他们称之为微波等离子盘形源 (“MPDS”) 的微波感应器，所报告的等离子区是盘形或片剂形的，其直径是微波频率的函数。Asmussen 和他的同事们声称的关键性优点是等离子盘形源是随着频率可量测的，也就是在普通的 2.45 千兆赫的微波频率下，等离子区盘形直径是 10 厘米，其厚度是 1.5 厘米，但盘形直径能随微波频率的降低而增加。Asmussen 和他的同事们揭示出以这种方式，等离子区的几何形状可形成较大直径，能在较大表面区域上大致产生均匀的等离子区密度。然而，Asmussen 仅描述出了一种在 2.45 千兆赫下操作的微波等离子盘形源，等离子区限制在直径为 10 厘米，等离子区的体积限制在 118 立方厘米的范围。这离较大的表面区域还相差很远。然而，Asmussen 和他的同事们建议了一种在 915 兆赫的低频下操作的系统，并说这种低频源将会产生等离子区直径接近 40 厘米，等离子区体积为 2000 立方厘米。

Asmussen 和他的同事们还描述了微波等离子盘形源可作为一种宽束离子源使用或作为一种处理材料的等离子源使用，并且在甚低频，例如 400 兆赫频率下操作，能使其输出的直径超过 1 米。原则上 Asmussen 和他的同事们所提供的相对大的表面区域的微波等离子盘形源需要将频率这样调整，然而这种接近于改变等离子处理机的尺寸会存在严重的经济后果。仅有 2.45 千兆赫的磁控管已被开发，其花费少而且具有大功率能力，而其它固定频率的高功率微波源仍是昂贵的，变频高功率微波源则极其昂贵。

进一步说，材料的沉积质量和沉积率依赖于激发频率，为增加等离子区尺寸而变化频率可能带来材料质量和薄膜沉积率上的变化。另外，Asmussen 揭示的系统中使用的磁铁必须制成大尺寸，并要随激发频率的改变而有不同的场强。因此，作为改变等离子区尺寸的手段，Asmussen 的方法的缺点是使其它重要的沉积参数固定了，因而降低了操作的灵活性。

如 Suzuki 等人在 4481229 号美国专利中所描述的那样，日立公司 (Hitachi) 的工作人员描述了使用电子回旋共振来在有限表面区域上得到具有相对高度均匀性的高功率等离子区。然而，日立公司的专利并没有教导甚至没有建议出一种可达到均匀的大面积等离子区的方法。而且，使用电子回旋共振将不得不在微波装置中附加高均匀性的磁场结构，并可能将操作仅限制在相当低压的状态下，在该状态下，电子碰撞时间很长，以足以达到回旋共振状态。

上面所提到的 4517223 号和 4729341 号美国专利描述了需要在很高微波功率密度的等离子区内使用很低压力。需要使用低压是为了获得高沉积率和高气体利用率，4517223 号和

4 7 2 9 3 4 1号美国专利强调了为了经济地进行等离子处理过程，关键是采用低等离子压力。然而，高沉积率、高气体利用率、高功率密度和低压之间的关系进一步限制了慢波结构和电子回旋共振方法的使用。根据下面所描述的方法和装置，消除了对慢波结构和电子回旋共振方法的限制，并达到了前述 4 5 1 7 2 2 3号及 4 7 2 9 3 4 1号美国专利所提出的沉积率和低压状态。

这里公开的是在比较大的区域上维持基本均匀的等离子区的微波能装置。更具体的是该装置包括有激发、维持并容纳等离子区的真空容器，即在其等离子区内，相对于等离子区处于操作上的并列位置来支承基质的设置在所述容器内的装置，使该容器基本维持在所需的低于大气压的压力下的装置，将处理气体引入到该容器内的装置，至少部分伸入该容器内部并适宜将发射出的微波能从一个微波源送入该容器内部的施加装置，以及使微波辐射施加装置与等离子区隔离开的装置。该隔离装置是由一种微波能量能通过的能将微波能从施加装置辐射入容器中的材料所构成，并且隔离装置的形状是要能经受住它可能遇到的压力差的基本适当的形状。以这种方式，隔离装置的厚度可减至最小，并可沿着设置在所述容器内的基质装置的纵向表面进行基本均匀的等离子操作。

隔离装置最好是筒形的或半筒形的，以便密封至少部分伸入容器中的施加装置，尽管一般也可同样成功地采用其它平滑曲线表面。在筒形隔离装置和容器壁之间设置有真空密封，以使筒形隔离装置的内部和外部之间维持压力差，从而提供了压力（真空）维持装置来使设置在所述筒形隔离装置外部的所述容器的压力（真空）维持在接近靠近修正的 paschen 曲线最小值下操作所需的压力上。隔离装置的环

形壁的厚度设计成能承受住该隔离装置外部和内部之间存在的压力差。

该真空容器可以进行不同的等离子操作。在第一个实施例中，至少将一种沉积原始气体，如含有半导体元素的气体引到真空容器中，来在基质装置上沉积一种材料，如一种金属、一种半导体合金材料、一种超导材料或一种绝缘材料（包括有机聚合材料）。在另一最佳实施例中，提供了一些原始气体，以便在基质上分解或沉积一种绝缘膜。在又一最佳实施例中，将至少一种含蚀刻剂的原始气体引入到所述容器中，从而使所述装置适合于蚀刻一沉积表面或一基质装置的表面。

施加装置最好采用长的波导的形式，该波导包括至少一个孔口或漏隙，以基本均匀地将微波能射入真空容器的内部。应理解到孔口的尺寸可以是调谐的或非调谐的，其尺寸可等于或小于微波能的一个波长。在另一实施例中，沿波导的纵向长度间隔开设有许多孔口。如上所述的那样，这些孔口的尺寸和间隔可以是调谐的，或者是非调谐的。

该微波能装置还可以包括有长的基质，该基质可以是一单独的长件，或是沿波导的纵向长度间隔排列的许多基件，或是一适合于通过波导的纵向长度连续运动的长板件。基质可以是基本平面的，也可以是稍弯曲的。无论哪种场合，基质最好是设置在所述施加装置的近场距离之内。均匀发射装置适合于从波导基本均匀地发射大于发射的微波的一个波长范围的微波能，最好是基本均匀发射装置适合于从波导基本均匀地发射大于 1 2 英寸范围的微波能。发射装置可进一步包括有活门装置，以保证沿其整个纵向长度上从孔口装置发射出基本均匀密度的微波能。

该微波能装置最好还包括有施加器冷却装置，冷却装置可以是一种适宜绕隔离装置内部流动的空气流束。在另一最佳实施例中，冷却

装置可包括一个在所述隔离装置内部形成的并与隔离装置同样形状的同轴壳体，以在所述隔离装置和所述同轴壳体之间限定出一通道，在这通道中适合于流动冷却液，如水、油或氟利昂。

应特别注意的是在一替代实施例中，本专利申请的筒形隔离装置应用了一种传统的慢波微波施加器，该慢波结构适宜通过一损耗波藕合微波能送入容器。换句话说，利用薄隔离装置的能力保证所述隔离装置能冷却到足够低的温度，在没有使所述隔离装置破裂的热的作用下能将比较高功率的微波能引入到真空容器中，并能激发出高电子密度的等离子区。

通过下面的详细说明、附图及权利要求，本发明的这些目的及优点以及其它目的和优点会更清晰。

图 1 是真空容器的剖面图，说明了设置在真空容器中的结构元件，这些元件通过长的大面积距离产生均匀的微波等离子区；

图 2 是说明本发明发射微波的施加器的第一实施例的部分透视图，通过施加器的一个面上分隔设置有不相连的孔口；

图 3 是说明本发明发射微波的施加器的第二实施例的局部透视图，在施加器的一个面上形成有一个单独的长孔口，并且活门装置设置在其上方；

图 4 是尺寸缩小了的图 1 中描绘的那种类型的真空容器局剖透视图，说明了相对于发射微波的施加器有效地设置的一个单独长形基质，以便在基质上表面上进行等离子操作；

图 5 是缩小尺寸的图 1 描绘的那种类型的真空容器局剖透视图，说明了相对于发射微波的施加器有效设置的一延长的板件基质材料，以便在其上表面上进行等离子操作；

图 6 是缩小尺寸的图 1 描绘的那种类型的真空容器局剖透视图，说明了相对于发射微波的施加器有效设置的许多分隔开的基片，以便在它们上表面上进行等离子操作。

本发明是在一真空容器内维持基本均匀的等离子区的一种微波能量装置，将容器维持在低于大气压的压力下，使得等离子区在接近于靠近修正 paschen 曲线最小值所需的操作压力下操作成为可能。低压还使激发物质的等离子体有更长的平均自由运动路径，从而有助于整个等离子区的均匀。以这种方式，使微波能量装置能在设置于微波源的近场距离内的基质上维持一个均匀的等离子反应区。

图 1 是说明了在一较大区域上维持基本均匀的微波等离子区的微波能量装置 10 的剖视图。“大区域”意味着一个至少具有大于一个微波波长尺寸的物体，最好是大于 12 英寸的物体。除去别的以外，微波能量装置 10 包括有一个真空容器 12，其壁体最好由经久耐用的耐腐蚀材料构成，例如不锈钢。真空容器 12 还包括有一个适合与真空泵适当连接的抽气孔 14，真空泵是用来将真空容器 12 内部维持在一适宜的低于大气压的压力（真空），以保持真空容器中的等离子处理过程。真空泵还适宜从所述容器 12 内部排出反应产物。

容器 12 还包括有至少一个与处理气体输入总管 18 连接的处理气体输入管路 16，输入总管 18 有效地设置，以将处理气体均匀散布在所述反应容器 12 内，特别是均匀散布在其等离子区域 20 内。处理气体输入总管 18 有效地设置在至少两个处理气体容器 22 和 24 之间。处理气体容器 22、24 包含有由总管 18 引到真空容器 12 的等离子区域 20 内的处理气体。在等离子区域 20 内还有支承基质 26 的装置。虽然图中未表明，真空容器 12 还可包括有将基质维持

在理想温度的装置，如加热装置或冷却装置。

如下面将要详细讨论的那样，基质可以但不限于由一单个的长件、或许多小基片或一连续的长板材料组成。然而应特别注意到，当等离子区域 20 是设置在真空容器 12 底部时，由于微波能量装置 10 维持的等离子区相当均匀的特性，事实上可探测出等离子区域 20 在真空容器 12 的顶部、底部或边部。的确如图 1 局部剖视图中说明的那样，等离子区域 20a 可以设置在容器 12 内的任何地方，基质可以设置在离微波等离子源任何距离的地方，虽然在一个最佳实施例中，它是设置在距所述等离子源不超过微波等离子源的近场距离的距离内，这是考虑到使气体利用率达到较高水平的缘故。

微波能量装置还包括有一个微波施加装置 40，该施加装置 40 至少部分伸入所述真空容器 12 的内部。微波施加装置 40 适宜从其微波源将微波能发射入所述真空容器 12 的内部，以便激发并维持由处理气体总管 18 引进所述容器 12 内的处理气体的等离子区。如图 1 所表明的，微波施加装置 40 包括一个大致为矩形的波导装置 42，在施加装置伸入容器 12 的终端部分上波导装置 42 具有一开口端部 44，该开口端部适宜避免驻波。应理解到在施加装置 40 的终端可交替地密封。波导装置 42 包括在其一个面上形成的许多孔口，这些孔口是多维的并分隔开的，使波导能均匀地辐射微波能。图 2 是用来更详细说明的微波施加装置 40 的局部透视图，微波施加装置 40 包括具有终端部分 44 的矩形波导 42，在该波导 42 的一个面上形成有许多分开设置的孔口 46、48、50、52 和 54。如图 2 所进一步表明的，孔口 46 和 48 被有效地堵住，例如用波导材料，以阻止微波能自这些孔口发射出来。应理解到，简单地堵住和打开所述波

导装置 4 2 上形成的孔口，可以一种理想的可控制的方式来散布微波施加装置 4 0 辐射出的微波能密度。

本发明的发明者已发现孔口的尺寸是相当重要的，任一孔口的泄放率极依赖于该孔口的尺寸。虽然孔口尺寸可以大于或小于微波能的波长，但在图 2 的实施例中孔口尺寸最好等于或小于微波能的一个波长。另外，发明者还发现，如图 2 表明的那样部分打开孔口，微波能装置 1 0 能维持基本均匀的等离子区。

如图 3 表明的，另一种微波施加装置 1 4 0 可以包括有一个微波波导装置 1 4 2，该波导装置 1 4 2 具有打开的端部 1 4 4，并有一个单个长的矩形孔口 1 4 6，该孔口 1 4 6 大于微波能的一个波长，并是基本在所述矩形微波波导装置 1 4 2 的一个面的整个长度和宽度上形成的。虽然封闭的端部可应用在特定用途上，但打开的端部适合于避免驻波问题。虽然没有多个孔口，这样成形的施加装置 1 4 0 使微波能从整个孔口 1 4 6 发射出去，在最靠近微波能源的孔口端，微波能的集聚是最大的。然而应用至少一块长的或是直的或是稍弯曲的金属微波活门 1 5 0，可调节微波能的集聚度，因而也调节了等离子区的密度，该金属微波活门 1 5 0 用一单个的连接件 1 5 2 可动地固定在所述微波波导装置 1 4 2 的最靠近微波能源的一边，连接件 1 5 2 由例如穿过一通槽 1 5 5 的销子 1 5 3 组成。在所述长的孔口 1 4 6 的另一端及沿该孔口边缘设置的是由例如玻璃或特氟隆制成的绝缘隔离装置 1 5 4，该绝缘隔离装置 1 5 4 适宜在波导装置 1 4 2 和微波活门 1 5 0 之间形成一隔离绝缘层。由于微波活门 1 5 0 仅可在连接件 1 5 2 处落在波导装置 1 4 2 上，这样做是需要的，在活门 1 5 0 和波导 1 4 2 之间其它处接触将会引起所谓的“嗤嗤声”接地，即电

弧接触。

图 2 和图 3 中详细表明并讨论了的施加装置是一类通常称为“有漏隙”的微波结构，其中微波能可以许多孔口漏出或发射出来。虽然这里没有说明，但微波施加装置可以是一种慢波微波结构。慢波结构利用损耗波来输送微波能的显著部分。这种类型的慢波结构在上面已参考 Weissfloch 等人和 Kieser 等人的专利讨论了，本发明的微波能量装置 10 消除了慢波结构中的固有缺陷，即作为沿微波结构的横向距离的函数藕入等离子区的能量迅速降低的缺陷。使用将微波施加器与等离子区域隔开的装置，除去基本消除了这个缺陷以外，还使施加器能维持更为均匀的等离子区。

现在回到图 1，微波能装置 10 还包括有在真空容器 12 内将微波施加装置 40 与等离子区域 20 隔开的隔离装置 60，该隔离装置 60 最好由一种微波能量能基本透过的绝缘材料构成。构成所述隔离装置 60 的最佳材料是石英，尽管应理解到同样可以成功地应用许多其它的材料。隔离装置 60 还应设计成具有抵抗由于存在压力差而产生的力的形状。以这种方式，可将隔离装置的厚度减至最小，以达到有效的冷却，从而在对隔离装置不产生有害影响情况下，能采用高微波功率密度。为达到此目的，所述隔离装置的最佳形状是筒形或半圆筒形，这种形状适合于至少将施加装置 40 伸入真空容器 12 的那部分密封起来。

圆筒形或半圆筒形比起例如平面的形状来更好，这是由于圆筒的固有强度的缘故，圆筒形比平面形能制得更薄。因此，薄的圆筒能够承受那种需更厚的平板才能承受的压力。另外，厚板不能在均匀的较低温度下保持住，而薄的圆筒能够。因而，平板在微波等离子装置中，

特别是高功率水平下会遭受热退化。相反，薄圆筒形隔离装置 60 可以均匀冷却，并不遭受热退化，因而对施加的功率值并不加以限制。

此外，施加装置 40 应有效地设置在隔离装置 60 之内，并与隔离装置的壁面分开一段距离。这样设置使施加装置 40 可以部分伸入真空容器 12 内，而不会暴露于真空容器中包含的等离子区域 20。

图 1 的这样成形的筒形隔离装置 60 使得在真空容器 12 的至少一维空间内同时扩张，并通过所述真空容器 12 的至少第一和第二壁面部分突出来。利用两个环状接头 62 和 64 将通过真空容器 12 壁面的筒形隔离装置 60 固定起来。环状接头 62 和 64 象反应容器 12 那样最好由适当的耐腐蚀材料制成，例如用不锈钢，环状接头 62 和 64 最好可拆卸地与容器 12 连接在一起。环状接头 62 包括有一个从一连接法兰 68 延伸出来的开口端 66。连接法兰 68 直接固定在真空容器 12 的侧壁上，并包括有一个沿筒形隔离装置 60 的周边扩展的开口，该开口适合于装入筒形隔离装置 60。开口端部 66 从所述连接法兰 68 延伸，并适合于装入至少两个 O 形圈 72、74，该 O 形圈 72、74 适合于在所述真空容器 12 和外部环境状态之间产生真空并防水。在 O 形圈 72、74 之间设置有冷却通道 73，冷却介质，例如水可通过该通道循环，使 O 形圈维持均匀的低温状态。O 形圈 72、74 最好适合于在大致升高的温度，即超过 100℃ 的温度下保持真空及水封状态。

圆筒形隔离装置 60 穿过开口 70、连接法兰 68 和开口端部 66。以这种方式，使 O 形圈 72、74 紧靠在所述圆筒形隔离装置 60 的外周边，O 形圈 72、74 对圆筒形隔离装置 60 的压力形成了不漏气、不漏水的密封。重要的是要注意到 O 形圈 72、74 的位置正好

是在微波能装置 10 的等离子区 20 的外边。这是由于使 O 形圈不介入等离子区 20，就使它们不碰到与微波等离子区相关连的过高的温度，即超过 500°C 的温度。如果象前述的 4729341 号美国专利表明的那样，O 形密封圈设置在等离子区之内，就需要有特殊的（并且是昂贵的）耐高温密封，这极大地增加了装置 10 的复杂性和成本。

圆筒形隔离装置 60 可以延伸超过所述开口端部 66 的外端缘，因此圆筒形隔离装置 60 的这个部分必须装备有微波约束装置 80。该微波约束装置 80 一般是由套住圆筒形隔离装置 60 外周边的金属微波约束筒构成，并由接地指状物 82 与所述开口端部 66 保持电接触。这样构成微波约束筒是使它与超出开口端部 66 的那部分圆筒形隔离装置 60 一起延伸。此外，微波约束装置 80 还包括有一开口端 84，在该开口端 84 上设置了一个适合将散逸的微波约束在其内的金属微波屏蔽网 86，该屏蔽网 86 也适宜作通过圆筒形隔离装置 60 的冷却空气流束的通道。此外，如图 1 虚线表明的那样，微波约束筒 80 的开口端 84 可以连有一个适合吸收多余微波辐射的虚荷载。本实施例在高功率水平时特别有用，因多余的反射微波能量会引起反射波型，能降低微波等离子区的均匀性。

真空容器 12 还适宜通过至少其第二个壁面来装入圆筒形隔离装置 60，最好是通过与环状接头 62 安装的那个壁面相对的壁面。环状接头 64 设置在所述的相对的壁面上，最好与环状接头 62 成一行。环状接头 64 包括一个从连接法兰 92 延伸出去的开口端部 90，连接法兰 92 直接固定在相对的壁面上，并包括有一个与圆筒形隔离装置 68 的周边同样延展的开口 94，该开口适合于装入隔离装置 60。

开口端部 9 0 从连接法兰 9 2 延伸出去, 并适宜装入至少两个 O 形圈 9 6、9 8, 该 O 形圈适合于在真空容器 1 2 内的等离子区和周围环境状态之间形成真空和水的防护层。在 O 形圈 9 6、9 8 之间设置有冷却通道 9 7, 例如水的冷却介质通过该通道循环, 以使 O 形圈维持在均匀的低温状态。O 形圈 9 6、9 8 象 O 形圈 7 2、7 4 那样, 适合于承受高温。圆筒形隔离装置 6 0 穿过开口 9 4、连接法兰 9 2 和开口端部 9 0, 从而 O 形圈 9 6、9 8 受压紧靠所述圆筒形隔离装置 6 0 的外周边上。所述 O 形圈的压力是机械作用的, 从而形成了不漏气、不漏水的密封。O 形圈 9 6、9 8 也象 O 形圈 7 2、7 4 那样, 正好在等离子区 2 0 外边, 因而不易损坏。

在圆筒形隔离装置 6 0 的外周边形成不漏气、不漏水的密封, 能够使等离子区 2 0 保持在大致低于大气压的压力下, 同时使圆筒形隔离装置 6 0 内部保持在大气压下, 并直接面临环境状态。实际上, 在运行装置 1 0 时这是个优点。使真空容器保持在低于大气压的压力下, 能够使装置 1 0 在接近靠近修正 paschen 曲线最小值的操作所需的压力下运行。此外, 低压使等离子物质的平均自由运动路径更长, 使整个等离子区更均匀。由于圆筒形隔离装置 6 0 的内部面临环境状态, 通过隔离装置 6 0 可以维持冷却空气流束, 因而防止可能与微波等离子区相关连的过热现象。另外, 可以在圆筒内部循环微波能透射的冷却介质, 例如硅油, 以维持均匀的冷却温度。延伸到开口端部 9 0 外边的圆筒形隔离装置 6 0 必须套在上面所述的那种类型的金属微波屏蔽装置 1 0 0 之内。微波屏蔽装置 1 0 0 邻近于连接板 1 0 2 安装, 连接板 1 0 2 是在微波施加装置 4 0 和微波能源之间形成连接。

如上所述并如图 1 说明的那样, 微波能量装置 1 0 限定了一个等

离子区 20，等离子区 20 内设置有基质 28，该基质 28 设置在不超过由微波施加装置 40 的近场距离所限定的距离内。在如图 4 所说明的第一实施例中，象参考标记涉及的结构，设置在所述等离子区 20 内的基质 28 可以是单个的长平板件或稍弯曲的基件，所述的平板基件设置在处理气体屏蔽装置 22、24 之间，并且是在施加装置 40 的近场距离之内。

在图 5 说明的另一实施例中，基件 28 可以是一个纵长的大体上连续移动的基质材料 30。在基质连续移动的情况下，微波能量装置 10 需改动，以使基质材料在通过它时能连续处理。所需改进的包括适合使基件能进、出真空容器 12 的闸门装置 32，同时要维持真空以及屏蔽处理气体和微波等离子体。一种将反应气体和微波等离子体屏蔽在真空容器 12 内的优选闸门装置 32 已在 Cannella 等人的 4 438 723 号美国专利中公开了，其公开内容在此引作参考。在图 6 所说明的又一实施例中，基质包括许多单个的工件 34，它们由基质支承装置 26 支承在等离子区 20 中，并设置得能在它们的上表面上进行等离子操作。

如上面所讨论的，虽然每个实施例都表明基件 28 是设置在施加装置 40 的下面，但由于等离子区的基本均匀的性质，等离子区可位于施加装置 40 的近场距离内的任何地方。输入气体总管 18 可以给等离子区 20 内基质上提供一种处理材料，如金属材料、半导体材料及绝缘材料。在另一实施例中，引进等离子区的原始气体在基质上分离并沉积一层纯净坚硬的膜。在另一实施例中，可以给等离子区 20 送进至少一种蚀刻原始气体，从而使装置 10 适合于蚀刻设于其内的基质表面。下面是一个沉积的实例。

实例：

上面所述的微波沉积装置 10 用来在许多单个的玻璃基质上形成一层坚硬纯净的硅基复层，用上述装置 10 来形成这种复层及沉积的确切步骤将在下面详述。

用本领域技术人员熟知的普通清洗剂来清洗由玻璃构成的许多基质，该玻璃基质放在上述装置 10 的等离子区 20 内。在等离子区 20 内放入玻璃基质后，将装置 10 关闭并密封，使容器内部和周围环境状态间形成不漏气的密封。然后将容器内部压力抽空到约 20 至 25 毫米的压力，之后在约半个小时的时间内，用氩气对所述真空室内部进行净化，净化约半小时后，将真空室抽空到约 3 至 4 毫米的背压。此后，根据下面的处方将优选的原料气体通过输气总管 18 送入所述真空室内部：

<u>气体</u>	<u>流 量</u>
SiH_4	110 标准立方厘米
SiF_4	31 标准立方厘米
N_2	475 标准立方厘米
CO_2	875 标准立方厘米
C_2H_2	14 标准立方厘米

在这些原料气体开始流入真空容器内部之后，在 2.45 千兆赫的频率及约 5 千瓦的功率下激发出微波等离子区，并使该微波等离子区维持适合沉积出一复层的时间间隔。在微波等离子区工作期间，通过圆筒形隔离装置 60 导引冷却空气流束，以维持均匀的低温。此后，关灭微波等离子区，并停止向真空容器 12 供给处理气体。

在关灭等离子区和停止向真空容器 12 送入处理气体之后，反应

容器内部用氩气净化，并使反应容器通风到环境状态。之后打开反应容器并取出基质来检查它是否有一均匀的纯净坚硬的硅基复层。

虽然已结合最佳实施例和优选过程描述了本发明，但应理解到这并不是将本发明限制在所述实施例和过程内，相反，由下面的权利要求所限定的本发明的精神和范围内的所有其它方式、改进和等效物都属于本发明的范围。

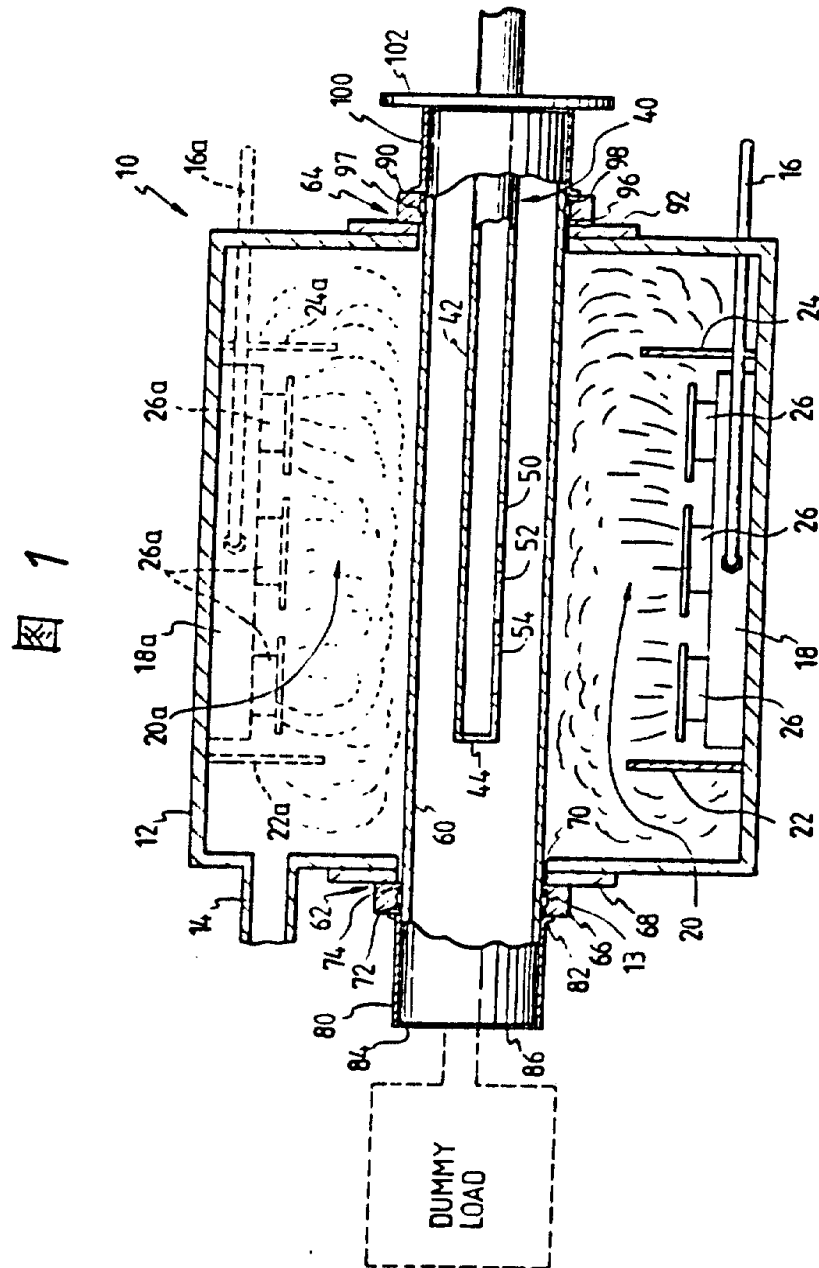


图 2

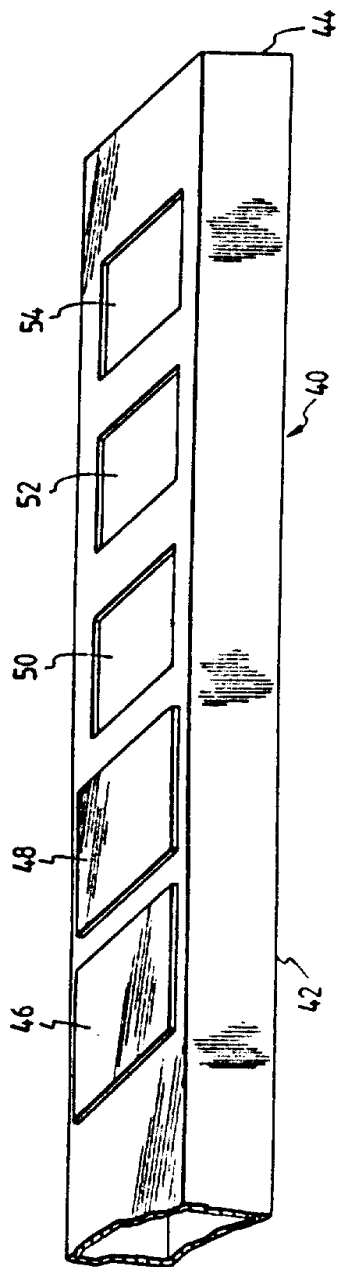


图 3

