

[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 200810003145.1

[51] Int. Cl.

H01J 37/00 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

H01J 9/00 (2006.01)

H05H 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008年8月13日

[11] 公开号 CN 101241829A

[22] 申请日 2001.6.8

[21] 申请号 200810003145.1

分案原申请号 01814889.1

[30] 优先权

[32] 2000.6.30 [33] US [31] 09/607599

[71] 申请人 兰姆研究有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 R·A·戈特肖 R·J·斯特格

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 杨松龄

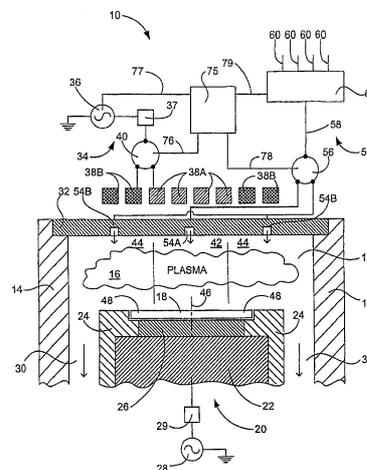
权利要求书4页 说明书21页 附图6页

## [54] 发明名称

转换的均匀性控制

## [57] 摘要

一种用来在加工室内部分配分量的分量供给机构。此分量被用来对加工室中的工件进行加工。此分量供给机构包括多个用来将分量输出到加工室的所希望区域的分量输出。此分量供给机构还包括耦合到多个分量输出的空间分配开关。此空间分配开关被设置成将分量引导到多个分量输出中的至少一个。此分量供给机构还包括耦合到空间分配开关的单一分量源。此单一分量源被设置成将分量供应到空间分配开关。



1. 一种用工艺方法的等离子体形成分量对工件进行加工的方法，包括：

提供加工室，工件在该加工室中被加工，并且加工室包括至少第一加工区和第二加工区，各个加工区代表被加工的工件的一部分；

将等离子体形成分量输出到加工室的第一加工区中而不用将等离子体形成分量输出到加工室的第二加工区中，该等离子体形成分量是从加工室的周围部位被输出到第二加工室中；

在将等离子体形成分量输出到第一加工区的步骤和将等离子体形成分量输出到第二加工区的步骤之间连续进行转换，以便在加工室的内部的第一和第二加工区中连续产生或保持单一等离子体的时候影响在第一和第二加工区之间的等离子体形成分量的浓度。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的数值，使得在第一加工区等离子体形成分量的数值与在第二加工区等离子体形成分量的数值不同。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括设定转换步骤的定时，使得在第一加工区的输出定时与在第二加工区的输出定时不同。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的组成，使得在第一加工区的等离子体形成分量的组成与在第二加工区的等加工区的等离子体形成分量的组成不同。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的组成比率，使得在第一加工区的等离子体形成分量的组成比率与在第二加工区的加工区的等离子体形成分量的组成比率不同。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括：

改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的数值，使得在第一加工区等离子体形成分量的数值与在第二加工区等离子体形成分量的数值不同；

设定转换步骤的定时，使得在第一加工区的输出定时与在第二加工区的输出定时不同；

改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的组成,使得在第一加工区的等离子体形成分量的组成与在第二加工区的等加工区的等离子体形成分量的组成不同;

改变在各个加工区之间的等离子体形成分量的组成比率,使得在第一加工区的等离子体形成分量的组成比率与在第二加工区的加工区的等离子体形成分量的组成比率不同。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,第一加工区对应于工件的中心部分,而第二加工区对应于工件的外围部分。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括从单一分量源供应等离子体形成分量。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,等离子体分量是用于点燃或保持等离子体的能量。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,输出等离子体形成分量的步骤包括在加工室内产生电场。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,电场是通过设置在加工室外部的电极感应耦合到加工室内的。

12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,等离子体形成分量是气体。

13. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,输出等离子体形成分量的步骤包括在加工室内释放气态源材料。

14. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,等离子体形成分量是连续地输出到加工室内的。

15. 一种用来加工半导体衬底的方法,所述方法包括:

将等离子体形成分量连续输送到加工室内,以便连续地形成用于在相同的时间加工半导体衬底的顶面的中心和边缘的等离子体,该加工区包含用于形成等离子体的至少由加工室的顶面和侧面限定的空的空空间;

通过时分多路复用,选择性地在第一输送条件和第二输送条件之间往复转换等离子体形成分量的输送,在第一输送条件时等离子体形成分量只输送到加工室的内加工区,而在第二输送条件时等离子体形成分量只输送到加工室的外加工区,以便影响在加工室的内加工区和外加工区之间的等离子体形成分量的浓度,该第一输送条件允许等离

子体形成分量被输送到加工室的内加工区，而在同时防止该相同的等离子体形成分量被输送到加工室的外加工区内，该第二输送条件允许等离子体形成分量被输送到加工室的外加工区内，而在同时防止该相同的等离子体形成分量被输送到加工室的内加工区；

其中，等离子体形成分量从周围输出到加工室内；

其中，加工室的内加工区与半导体衬底的中心相联系，而加工室的外加工区与半导体衬底的边缘相联系。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，等离子体形成分量是气体。

17. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，等离子体形成分量是能量。

18. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，等离子体形成分量当被输出到第一加工区和第二加工区时，该等离子体形成分量被输出到距工件相同的距离。

19. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，还包括：

将第二等离子体形成分量连续输送到加工室；

通过同与等离子体形成分量相联系的该时分多路复用操作分开的第二时分多路复用操作，选择性地在第一输送条件和第二输送条件之间往复转换第二等离子体形成分量的输送，在第一输送条件时第二等离子体形成分量只输送到加工室的内加工区，而在第二输送条件时第二等离子体形成分量只输送到加工室的外加工区，以便影响在加工室的内加工区和外加工区之间的第二等离子体形成分量的浓度，该第一输送条件允许第二等离子体形成分量被输送到加工室的内加工区，而在同时防止该相同的第二等离子体形成分量被输送到加工室的外加工区内，该第二输送条件允许第二等离子体形成分量被输送到加工室的外加工区内，而在同时防止该相同的第二等离子体形成分量被输送到加工室的内加工区；

其中，等离子体形成分量对应于能量，而第二等离子体形成分量对应于气体。

20. 一种用于形成与蚀刻半导体衬底相联系的等离子体的方法，所述方法包括：

从单一电源连续供应电能；

在电能被供应时从单一气源连续供应气体;

通过时分多路复用,用供应的电能在加工室内交替地产生第一和第二电场,该第一电场在加工区的第一区产生,该第二电场在加工区的第二区产生,第一和第二电场按照被分成多个时间段的电源时间顺序来产生;

控制与在各时间段的第一和第二电场相联系的参数,以便影响在加工区的第一和第二区内的离子的量;

通过时分多路复用,将供应的气体交替地释放到加工室内的位于加工区的第一区和第二区,气体按照被分成多个时间段的气体时间顺序来释放;

控制与各时间段的释放的气体相联系的参数,以便影响在加工区的第一和第二区内的中子的量。

21. 根据权利要求 20 所述的方法,其特征在于,其中用以发生第一和第二电场的电能的量是不同的,或者其中,用以发生第一和第二电场的的时间段是不同的,以便影响加工区的第一和第二区内的离子的量。

22. 根据权利要求 20 所述的方法,其特征在于,输送到第一区和第二区的流率是不同的,或者,与释放到第一区的气体相联系的时间段同与释放到第二区的气体相联系的时间段是不同的,以便影响加工区的第一和第二区内的中子的量。

23. 根据权利要求 20 所述的方法,其特征在于,与第一和第二电场相联系的参数被控制,使得在外加工区的离子的量与在内加工区的离子的量不同,以便改进加工均匀性。

## 转换的均匀性控制

### 技术领域

本发明涉及到用来加工诸如用于 IC 制造的半导体衬底或用于平板显示器的玻璃平板之类的衬底的设备和方法。更确切地说，本发明涉及到改进了的加工系统，此加工系统能够在衬底表面上以高的加工均匀性对衬底进行加工。

### 背景技术

在以半导体为基础的产品，例如平板显示器或集成电路的制造过程中，可以在衬底表面上进行多个淀积和/或腐蚀步骤，以便形成诸如晶体管、电容器、电阻器、互连之类的器件。在淀积过程中，各种材料层被相继淀积在衬底的表面上以形成叠层。例如，可以在衬底表面上形成绝缘层、导电层、半导体层。相反，可以进行腐蚀，以便从衬底，更确切地说是从叠层的预定区域选择性地清除各种材料。例如，可以在衬底的各个层中形成诸如通孔、接触、或沟槽之类的被腐蚀的特征图形。

腐蚀和淀积工艺及其相关的反应器已经存在有些时候了。例如，包括化学气相淀积(CVD)、热 CVD、等离子体增强化学气相淀积(PECVD)、诸如溅射之类的物理气相淀积(PVD)的淀积工艺，以及包括用于干法腐蚀、等离子体腐蚀、反应离子刻蚀(RIE)、磁增强反应离子刻蚀(MERIE)、电子回旋共振(ECR)的腐蚀工艺，已经被不同程度地引入并用来加工半导体衬底和显示平板。

在加工衬底的过程中，工程人员试图努力改进的一个最重要的参数是加工的均匀性。例如，在腐蚀环境中，腐蚀均匀性是均匀的器件性能和器件成品率的一个重要的决定因素，亦即，高的腐蚀均匀性有利于提高无缺陷加工衬底的百分比，这就会降低制造成本。如此处所用的术语，腐蚀均匀性指的是跨越衬底表面的整个腐蚀过程的均匀性，包括腐蚀速率、微负载、掩模选择性、下层选择性、临界尺寸控制、以及像侧壁角度和粗糙性这样的分布特性。例如，若腐蚀是高度均匀的，则可望衬底上不同点处的腐蚀速率倾向于基本上相等。在此情况下，衬底的一个区域不适当地被过度腐蚀而其它区域仍然未被恰当地

腐蚀，是不太可能的。虽然没有具体地描述，但应该理解的是，在作为均匀的器件性能和器件成品率的一个重要的决定因素方面，淀积均匀性也相似于腐蚀均匀性那样。

此外，在许多应用中，在衬底加工的不同阶段中，这些严格的工艺要求可以是相互矛盾的。这常常是由于存在着必须以极为不同的加工要求来加工的多个层。例如，当对单个衬底进行加工以达到所希望的加工性能时，可能需要大幅度地改变包括功率、温度、压力、气体化学、以及气流的腐蚀方法。而且，由于工艺的本性，材料可能积累在周围的表面上，亦即加工室的壁上，其结果是工艺可能偏离。

除了均匀性之外，还存在着关系到半导体工业的其它问题。在对制造厂家来说重要的问题中，有加工工具的拥有成本，这包括例如获取和维护系统的成本、保持可接受的加工性能所需的加工室清洗频度、系统元件的寿命等。于是，所希望的工艺常常是一种在不同的拥有成本与工艺参数之间找到正确的平衡以用比较低的成本来获得质量比较高的加工的工艺。而且，随着衬底上的特征变得更小且工艺变得要求更多（例如更小的临界尺寸、更高的形状比、更快的产出等），工艺工程师正在不断地寻找新的方法和设备来以更低的成本达到质量更高的加工结果。

考虑到上述情况，希望有改进了的技术以便在衬底表面上产生均匀的加工。

### 发明内容

在一个实施方案中，本发明涉及到一种用来在加工室内部分配分量的分量供给机构。分量被用来对加工室中的工件进行加工。此分量供给机构包括多个用来将分量输出到所希望的加工室区域的分量输出。此分量供给机构还包括耦合到多个分量输出的空间分配开关。空间分配开关被设置成将分量引导到多个分量输出中的至少一个。此分量供给机构还包括耦合到空间分配开关的单一分量源。单一分量源被设置成将分量馈送到空间分配开关。

在另一个实施方案中，本发明涉及到一种用加工方法的分量对工件进行加工的方法。此方法包括提供加工室，工件在此加工室中被加工，且加工室包括至少第一加工区和第二加工区。各个区域代表被加工的工件的一部分。此方法还包括将分量输出到加工室的第一加工区

中。此方法还包括从第一加工区转换到第二加工区。此方法还包括将分量输出到加工室的第二加工区中。

在另一个实施方案中，本发明涉及到一种用来加工衬底的空间受控等离子体反应器。此反应器包括其中点燃并保持等离子体以便进行加工的加工室。此反应器还包括功率供给机构，此功率供给机构具有单一功率源以及通过功率分配开关耦合到功率源的电极。单一功率源被用来产生强度足以点燃并保持等离子体的能量。电极包括第一线圈和第二线圈。第一线圈被设置成产生加工室第一功率区中的电场，而第二线圈被设置成产生加工室第二功率区中的电场。

而且，功率分配开关被设置成在内线圈和外线圈之间引导功率源的能量。反应器还包括气体供给机构，它具有单一的气体源、第一气体注入口、第二气体注入口、以及气体分配开关。

单一气体源被用来产生部分地用来形成等离子体并用来加工衬底的加工气体。第一气体注入口通过气体分配开关被耦合到气体源，并被设置成将加工气体释放到加工室的第一气体区中。第二气体注入口也通过气体分配开关被耦合到气体源，并被设置成将加工气体释放到加工室的第二气体区中。而且，气体分配开关被设置成在内气体注入口与外气体注入口之间引导气体源的加工气体。

在另一个实施方案中，本发明涉及到一种分量供给机构，用来在加工室中分配分量。此分量被用来对加工室中的工件进行加工。此分量供给机构包括用来提供分量的单一分量源。此分量供给机构还包括空间分配开关，它具有用来从单一分量源接收分量的一个分量入口和用来分配分量的多个分量输出。空间分配开关被设置成在多个分量输出的一个或更多个之间引导接收到的分量。

#### 附图说明

在附图中，用举例的方法而不是限制的方法，说明了本发明，在附图中，相似的附图标记表示相似的元件，其中：

图 1 是根据本发明一个实施方案的等离子体反应器。

图 2A 和 B 是根据本发明一个实施方案的空间分配开关图。

图 2C 是时间对方向的示意图，示出了根据本发明一个实施方案的开关随时间的操作。

图 3 是根据本发明一个实施方案的与图 2 的分量供给机构的开关

有关的操作的流程图。

图 4 是一个表格，示出了根据本发明一个实施方案的部分方法的设定。

图 5 是根据本发明一个实施方案的功率供给机构图。

图 6 是根据本发明一个实施方案的功率供给机构图。

图 7 是根据本发明一个实施方案的气体供给结构图。

图 8 是根据本发明一个实施方案可以用于图 7 的气体供给结构的气体分配板。

### 具体实施方式

本发明涉及到一种用来对衬底进行均匀加工的改进了的方法和设备。本发明借助于对用来形成在加工室中加工衬底的反应物的分量的分配增强控制而获得加工均匀性。这些分量通常是工艺方法的一部分，并可以包括功率、气流、温度等。本发明在离子和中性粒子（例如反应物）都被用来加工衬底的等离子体加工系统中特别有用。本发明的一种情况涉及到将分量的分配在加工室内空间分离成多个独立的区域。本发明的另一种情况涉及到在各个独立的区域之间转换（或空间调制）馈自单一源的分量的分配。本发明的另一种情况涉及到在各个空间区域之间改变分量的幅度和/或分量构成。本发明的还一种情况涉及到改变分量在各个独立区域中停留的时间。

在一个实施方案中，本发明涉及到一种用来在加工室内分配分量的分量供给机构。此系统能够被应用于各种各样的分量，包括功率、气流、温度等。正如应该理解的那样，各个分量可以被用来形成加工衬底的反应物，或可以被用来控制加工条件以增强工艺。在一种装置中，分量供给机构被设置成改变加工室各个区域中形成的反应物的量。由于加工室内反应物的量的改变而能够获得加工均匀性。

分量供给机构通常包括多个独立的分量输出、单一的分量源、空间分配开关、以及控制器。独立的分量输出被构造成将分量输出到加工室的所希望的区域。例如，独立的分量输出可以被构造成将分量输出到加工室的内区和外区。如应该理解的那样，内区和外区可以分别对应于衬底的中心和边沿。单一的分量源被设置成将分量馈送到独立的分量输出。单一的分量源意味着分量源具有用来输出分量的单一的出口。分量本身可以不是单个的，而可以由许多部分组成。例如，

在气体供给机构的情况下，分量可以由单个气体供应源预先混合并输出的多种气体组成。空间分配开关被排列在单一源与独立的分量输出之间，并适合于具有多个位置来将分量引导到多个独立的分量输出之一。例如，开关的第一位置可以将分量引导到第一分量输出，而开关的第二位置可以将分量引导到第二分量输出。

而且，控制器与空间开关和单一分量源二者连通。控制器的一种情况被构造成用来选择性地移动空间开关到其多个位置中的每一个。

“选择性地”意味着控制器被设置成在加工的某个时间移动开关，并在预定的时间内将开关保持在独立的分量输出之一处。例如，在气流的情况下，气流可以在时间 T1 被允许流到第一出口而在时间 T2 流到第二出口和/或与第二出口相比流到第一出口的时间更长或更短。控制器的另一种情况被构型成改变分量的幅度、分量的构成、以及分量各个构成部分的比率。例如，在气流的情况下，能够在各个受控开关之间调节释放的气体的流速、以及气体和总气流的各个组成部分的流速比。

根据本发明的一种情况，借助于改变分量的方向和/或上述参数中的一个或更多个以提高/降低加工过程中靠近衬底边沿的反应物或通量相对于衬底中心的量，提高了加工的均匀性。根据本发明的另一种情况，借助于改变分量的方向和/或上述参数中的一个或更多个以提高/降低加工过程中靠近衬底中心的反应物相对于衬底边沿的量，提高了加工的均匀性。下面将更详细地描述这些实施方案。

在一个实施方案中，公开了一种等离子体加工系统，它包括具有多个分量供给机构的空间供给系统。此空间供给系统被设置成提供开关均匀性控制。通常，借助于将加工气体输入到加工室中，然后产生电场，对存在于加工室内的少量电子进行加速，引起它们与加工气体的气体分子碰撞，从而产生等离子体。这些碰撞导致离子化和开始放电或等离子体。如本技术领域众所周知的那样，加工气体的中性气体分子在承受这一强电场时失去了电子，并留下带正电的离子。结果，带正电的离子、带负电的电子、以及中性气体分子被包含在加工室内。相应地，离子向着衬底被加速，在衬底处与中性粒子结合，对衬底进行加工。作为变通，由电子附着造成的负离子也能够被用来加工衬底。例如，加工可以包括腐蚀、淀积等。

衬底加工系统中的一个众所周知的问题是，例如由于在反应物注入点与（跨越衬底到）泵口之间反应物的耗尽，或由于对衬底边沿比对中心影响更大的反应物和产物在加工室表面上的吸附和解吸附，难以获得空间均匀的加工。借助于在空间上改变加工室中的加工条件，此处公开的空间供给系统试图修正这些固有的不均匀效应。常规的技术包括诸如多功率和气体注入区之类的方法。这些设计采用很靠近的多个源（发生器和气体释放系统）。此处公开的方法采用单一源的简单方法，但采用时间复用来产生馈送到反应器中多个供应区的时间段。

空间供给系统被设置成对加工室中的离子源和中性粒子源进行空间分离。对于离子，利用加工室中在多个独立的功率区中产生电场的功率供给机构，能够完成空间分离。在一个实施方案中，功率供给机构包括单一功率源、第一线圈、第二线圈、以及功率分配开关。功率分配开关被设置成在第一与第二线圈之间选择性地引导单一功率源的能量。以这种方式，借助于在二个线圈之间进行转换，能够将离子的产生控制在加工室的所希望的区域。在一个实施方案中，二个线圈与加工室的内区和外区有关，更确切地说是与衬底的中心和边沿有关。此外，能够控制诸如被开关的功率的幅度和时间长度之类的参数来进一步影响二个区域中的离子的产生。通常，随着更多的功率被施加到给定量的气体，得到更大的离子化。当给定量的功率在更长的时间内被施加到给定量的气体时，通常也得到更大的离子化。

对于中性粒子，利用将加工气体注入在多个独立的气体注入区的气体供给结构，能够完成空间分离。在一个实施方案中，气体供给结构包括单一气体源、第一气体注入口或第一组注入口、第二气体注入口或第二组注入口、以及气体分配开关。气体分配开关被设置成在第一和第二气体注入口之间选择性地引导气体源的气流。以这种方式，借助于按时间在二个注入口之间进行转换（时间复用），能够控制加工室的所希望区域中的中性粒子的数量。在一个实施方案中，二个注入口与加工室的内区和外区有关，更确切地说是与衬底的中心和边沿有关。

与上述相似，能够改变诸如开关幅度（例如流速）和停留时间之类的参数，以便进一步影响二个区域中的气体量。通常，在流速被提高和/或气流延长一定时间量（时间段）的区域中，能够发现更大的中

性粒子数量。而且，在气体的情况下，在各个空间区域或时间段之间能够修正气体化学组成，以便进一步影响加工条件。例如，由 1/2 气体 A 和 1/2 气体 B 组成的加工气体能够被改变成由 1/3 气体 A、1/3 气体 B、和 1/3 气体 C 组成的气体，或它们的各个比率能够被改变成由 3/4 气体 A 和 1/4 气体 B 组成的气体。如本技术领域熟练人员应该理解的那样，不同的化学组成产生不同的加工结果。亦即，可以改变化学组成来进一步提高/降低加工室中的活性反应物。

下面参照图 1-8 来讨论本发明的各个实施方案。但本技术领域的熟练人员可以容易地理解此处相对于这些附图给出的详细描述是为了解释的目的，本发明超出了这些有限的实施方案。

图 1 是根据本发明一个实施方案的等离子体反应器 10 的示意图。等离子体反应器 10 包括加工室 12，其一部分被加工室壁确定，并在其中点燃和保持等离子体用来加工衬底 18。衬底 18 代表待要加工的工件，它可以代表例如待要腐蚀或加工的半导体衬底或待要加工成平板显示器的玻璃平板。在所示实施方案中，加工室 12 被安排成基本上为圆柱形状，而加工室壁被安排成基本上垂直。但应该理解的是，本发明不局限于此，而是可以采用各种构造的加工室，包括加工室壁。

在大多数实施方案中，衬底 18 被引入到加工室 12 中，并被置于衬底托 20 上，衬底托 20 被构型成在加工过程中支持和夹持衬底 18。衬底托 20 通常包括底部电极 22、边沿环 24、以及吸盘 26。在一个实施方案中，底部电极 22 经由匹配网络 29 被 RF 电源 28 偏置。RF 电源 28 被构型成将 RF 能量提供给底部电极 22。在大多数情况下，电极/电源装置被构型成产生强度足以通过吸盘 26、边沿环 24、和衬底 18 来耦合能量的电场。举例来说，由底部电极 22 产生的能量可以被安排成在衬底 18 的表面与等离子体 16 之间形成表面电位，亦即用来向着衬底 18 加速等离子体中的离子。而且，虽然示出了电极并描述为耦合到 RF 电源，但应该理解的是，也可以采用其它的构型成适应不同的加工室或适应为了耦合能量而必须的其它外部因素。例如，在有些单一频率的等离子体反应器中，衬底托可以被耦合到地。

关于边沿环 24，边沿环 24 被设置成改善靠近衬底边沿处的电学性质和机械性质以及将底部电极 22 和吸盘 26 屏蔽于反应物（亦即离子轰击）。为此，边沿环被安排成环绕衬底 18 的边沿，并被排列在底部

电极 22 上方和环绕吸盘 26。在大多数情况下，边沿环 24 被构造成在过度磨损之后被替换的消耗件。边沿环 24 可以由诸如硅、二氧化硅、氮化硅、碳化硅、石英（例如二氧化硅形式）、陶瓷（例如  $Al_2O_3$ ）之类的适当介质材料组成。

关于吸盘 26，吸盘 26 被耦合到底部电极 22 的上表面，并在衬底 18 被置于衬底托 20 上以便加工时，通常被构型成接收衬底 18 的背面。在所示的实施方案中，吸盘 26 代表一种 ESC（静电）吸盘，它利用静电力将衬底 18 固紧到吸盘表面。但应该理解的是，也可以采用机械式吸盘。在有些实施方案中，也可以将氦冷却气体释放到衬底的背面和/或边沿环的背面以协助控制加工过程中衬底和边沿环的温度，从而确保均匀而可重复的加工结果。

此外，衬底托 20 被安排成基本上为圆柱形状并与加工室轴向对准，使加工室与衬底托圆柱对称。但应该指出的是，这不是一种限制，衬底托的放置可以根据各个等离子体加工系统的特定设计而改变。衬底托也可以被构造成在用来装卸衬底 18 的第一位置（未示出）与用来加工衬底 18 的第二位置（已示出）之间移动。或者，可以用图钉来将衬底 18 从用于装卸衬底 18 的第一位置移动到用来加工衬底 18 的第二位置。这些类型的传输系统在本技术领域是众所周知的，为简洁起见，不再赘述。

而且，排气口 30 被排列在加工室壁 14 与衬底托 20 之间。排气口 30 被构型成抽出加工过程中形成的气体，且通常被耦合到位于加工室 12 外面的涡轮分子泵（未示出）。在大多数实施方案中，涡轮分子泵被设置成保持加工室 12 中的适当的压力。而且，虽然排气口被示为排列在加工室壁与衬底托之间，但排气口的实际位置可以根据各个等离子体加工系统的具体设计而改变。例如，从建立在加工室壁内的排气口也可以完成气体的排出。

在加工室 12 外面，更确切地说是在介质窗口 32 的外面，排列有功率供给机构 34，用来分配强度足以在加工室 12 内部点燃和保持等离子体 16 的能量。功率供给机构 34 包括单一 RF 电源 36、感应电极 38、以及功率分配开关 40。RF 电源 36 被构型成通过匹配网络 37 将 RF 能量提供给感应电极 38，而感应电极 38 被构型成在加工室 12 中产生电场。根据一个实施方案，感应电极 38 被分成多个单独的空间分开的线

圈。在所示的实施方案中,感应电极 38 被分成内线圈 38A 和外线圈 38B。内线圈 38A 被设置成在加工室 12 的内加工区 42 中产生电场,而外线圈 38B 被设置成在加工室 12 的外加工区 44 中产生电场。如应该理解的那样,内加工区 42 通常对应于衬底 18 的内区 46 (即中心),而外加工区 44 通常对应于衬底 18 的外区 48 (即外边沿)。因此,内线圈 38A 通常控制离子和反应中性粒子在衬底 18 的内区 46 上的形成,而外线圈 38B 通常控制离子和反应中性粒子在衬底 18 的外区 48 上的形成。

各个线圈 38A 和 38B 通过功率分配开关 40 被分别地耦合到 RF 电源 36 和匹配网络 37。功率分配开关 40 被设置成在内线圈 38A 与外线圈 38B 之间从 RF 电源 36 引导能量。亦即,功率分配开关 40 被构造有用来将能量引导到内线圈 38A 的第一位置以及用来将能量引导到外线圈 38B 的第二位置。于是,根据功率分配开关 40 的位置,内线圈 38A 或外线圈 38B 被耦合到 RF 电源 36。功率分配开关 40 还经由信号连接 76 与控制器 75 连通。在一个实施方案中,控制器 75 被设置成告知功率分配开关 40 何时从第一位置移动到第二位置(反之亦然)和/或移动到另一位置之前在该位置停留多长时间。控制器 75 还被设置成控制有关功率馈送的各种操作,包括但不局限于控制 RF 电源 36 的幅度(例如瓦)。如所示,控制器 75 经由信号连接 77 被耦合到电源 36。在图 2 和 3 中将更详细地描述空间分配开关。

等离子体反应器 10 还包括用来将加工气体分配到加工室 12 中的气体注入机构 50。气体注入机构 50 通常包括单一气体箱 52、气体注入口 54、以及气体分配开关 56。气体箱 52 被设置成将气态源材料供给到气体注入口 54 (经由气管 58),而气体注入口 54 被构型成将气态源材料释放到加工室 12 中,更确切地说是释放到介质窗口 32 与衬底 18 之间的 RF 感应等离子体区域中。如所示,气体注入口 54 沿加工室 12 的内边沿排列,更确切地说是通过介质窗口 32 (即气体分配板)。或者,可以从建立在加工室本身的壁中的注入口或通过安置在介质窗口中的喷淋头来释放气态源材料。而且,气体箱 52 通常包括气流控制系统(图 1 中未示出),气流控制系统被设置成控制流速、待要使用的气态源材料的类型、以及各个气态源材料的比率。气体箱 52 通常被耦合到多个气瓶(未示出),这些气瓶被用来经由多个外部气管 60 而提供各种气态源材料。气态源材料在本技术领域是众所周知的,不

再赘述。

根据一个实施方案，气体注入口 54 被分成多个单独的空间分离的注入口。在所示的实施方案中，气体注入口 54 由内注入口 54A 和外注入口 54B 组成。内注入口 54A 被设置成将气态源材料释放到加工室 12 的内加工区 42 中，而外注入口 54B 被设置成将气态源材料释放到加工室 12 的外加工区 44 中。如所示，内加工区 42 通常对应于衬底 18 的内区 46，而外加工区 44 通常对应于衬底 18 的外区 48。于是，内注入口 54A 通常控制衬底 18 内区 46 上方的中性粒子的数量，而外注入口 54B 通常控制衬底 18 外区 48 上方的中性粒子的数量。

各个注入口 54A 和 54B 通过气体分配开关 56 被分别耦合到气体箱 52。气体分配开关 56 被设置成在内注入口 54A 与外注入口 54B 之间引导来自气体箱 52 的气态源材料。亦即，气体分配开关 56 被构造成具有用来将气态源材料引导到内注入口 54A 的第一位置以及用来将气态源材料引导到外注入口 54B 的第二位置。于是，根据气体分配开关 56 的位置，内注入口 54A 或外注入口 54B 被耦合到气体箱 52。气体分配开关 56 还经由信号连接 78 与控制器 75 连通。在一个实施方案中，控制器 75 被设置成告知气体分配开关 56 何时从第一位置移动到第二位置（反之亦然）和/或移动到另一位置之前在该位置停留多长时间。控制器 75 还经由信号连接 79 被耦合到气体箱 52。控制器 75 被设置成控制有关气体箱 52 的各种操作，包括但不限于控制气态源材料混合物中各种气体的流速和气流比率。在图 2 和 3 中将更详细地描述空间分配开关。

简而言之，为了产生等离子体 16，加工气体（例如单一气态源材料或各种气态源材料的混合物）通常通过至少一个气体注入口 54 被输入到加工室 12 中。然后用 RF 电源 36 将功率馈送到至少一个电极 38，从而在加工室 12 内产生强电场。此电场对存在于加工室 12 中的少量电子进行加速，引起它们与加工气体的气体分子发生碰撞。这些碰撞导致离子化并产生等离子体 16。如本技术领域众所周知的那样，加工气体的中性气体分子在经受这些强电场时失去电子并留下带正电的离子。结果，带正电的离子、带负电的离子、以及中性气体分子被包含在加工室 12 内。

当形成等离子体 16 时，加工室 12 内的中性气体分子也倾向于送

向衬底的表面。举例来说，有助于在衬底处出现中性气体分子的一种机制可能是扩散（亦即分子在加工室内的随机运动）。这样，沿衬底 18 的表面通常可以发现中性粒子（例如中性气体分子）层。相应地，当底部电极 22 被加电时，离子倾向于向着衬底 18 加速，它们在此处与中性粒子结合，激活了衬底加工，亦即腐蚀或淀积。

如应该理解的那样，图 1 所示的功率供给机构和气体供给结构二者都能够被用来增强加工均匀性。举例来说，功率供给机构借助于在内线圈与外线圈之间进行转换，能够被用来在空间上改变加工室内的离子密度，而气体供给结构借助于在内气体注入口与外气体注入口之间进行转换，能够被用来在空间上改变加工室内的中性粒子密度。此外，还能够在时间段之间改变幅度、转换时间长度、组成、以及组成部分的比率，以便进一步改变离子和中性粒子的密度。因此，现在来讨论与增强沿衬底表面的加工均匀性相关的几个例子。

根据本发明的一种情况，靠近衬底边沿的离子密度被提高或降低，以便改善衬底中心和边沿之间的加工均匀性。可以用各种采用本发明特点的方式来实现这一点。举例来说，一种提高靠近衬底边沿的离子的方法是相对于功率分配在内区的时间量而延长功率分配在外区的时间量。相反，可以缩短时间量以降低靠近衬底边沿的离子。但应该指出的是，由于形成在内区的离子可能向外区扩散，故在外区所需的时间可能少于在内区所需的时间。另一种提高靠近衬底边沿的离子的方法是相对于分配在内区的功率而提高分配在外区的功率。相反，可以降低功率以降低靠近衬底边沿的离子。

根据本发明的一种情况，靠近衬底中心的离子密度被提高或降低，以便改善衬底中心和边沿之间的加工均匀性。也可以用各种采用本发明特点的方式来实现这一点。举例来说，一种提高靠近衬底中心的离子的方法是相对于功率分配在外区的时间量而延长功率分配在内区的时间量。相反，可以缩短时间量以降低靠近衬底中心的离子。但应该指出的是，由于形成在内区的离子可能向外区扩散，故在外区所需的时间可能少于在内区所需的时间。另一种提高靠近衬底中心的离子的方法是相对于分配在外区的功率而提高分配在内区的功率。相反，可以降低功率以降低靠近衬底中心的离子。

根据本发明的另一种情况，靠近衬底边沿的中性粒子密度被提高

或降低，以便改善衬底中心和边沿之间的加工均匀性。可以用各种采用本发明特点的方式来实现这一点。举例来说，一种提高靠近衬底边沿的中性粒子的方法是相对于气体分配在内区的时间量而延长气体分配在外区的时间量。相反，可以缩短时间量以降低靠近衬底边沿的中性粒子。但应该指出的是，由于形成在内区的中性粒子可能向外区扩散，故在外区所需的时间可能少于在内区所需的时间。另一种提高靠近衬底边沿的中性粒子的方法是相对于分配在内区的气体的流速而提高分配在外区的气体的流速。相反，可以降低流速以降低靠近衬底边沿的中性粒子。另一种提高靠近衬底边沿的中性粒子的方法是在外区采用化学结构不同于分配在内区的气体的化学结构的气体。借助于改变各个组分气体的气体比率或借助于增加/减少组分气体，可以实现这一点。

根据本发明的另一种情况，靠近衬底中心的中性粒子密度被提高或降低，以便改善加工均匀性。也可以用各种采用本发明特点的方式来实现这一点。举例来说，一种提高靠近衬底中心的中性粒子的方法是相对于气体分配在外区的时间量而延长气体分配在内区的时间量。相反，可以缩短时间量以降低靠近衬底中心的中性粒子。另一种提高靠近衬底中心的中性粒子的方法可以是相对于分配在外区的气体的流速而提高分配在内区的气体的流速。相反，可以降低流速以降低靠近衬底中心的中性粒子。另一种提高靠近衬底中心的中性粒子的方法是在内区采用化学结构不同于分配在外区的气体的化学结构的气体。借助于改变各个组分气体的气体比率或借助于增加/减少组分气体，可以实现这一点。

虽然用几个例子已经描述了本发明，但应该指出的是，在本发明的范围内存在着各种变通、变更、和等效物。例如，虽然上述各个例子被解释为单个参数改变，但应该指出的是，为了进一步影响加工均匀性，也可以同时或不同时地改变多个参数。举例来说，可以同时改变分量的幅度和停留时间。而且，应该指出的是，为了进一步影响加工均匀性，也可以同时或不同时地进行分量重叠。例如，在气体步骤中，可以开始功率步骤，或者相反，在功率步骤中，可以开始气体步骤。也可以同时开始功率步骤和气体步骤。

图 2 是能够用于功率供给机构 34 或气体供给结构 50 的空间分配

开关 80 的图。举例来说，空间分配开关 80 可以是图 1 的功率分配开关 40 或气体分配开关 56。通常，空间分配开关 80 具有用来接收馈分量源（未示出）的分量 83 的入口 82 以及用来释放分配的分量 83' 的第一出口 84 和第二出口 86。如图 2 所示，空间分配开关 80 具有将馈送的分量 83 分配到第一出口 84 或第二出口 86 的能力。第一出口 84 可以被耦合到用来输出分量到加工室第一区的分量输出，而第二出口 86 可以被耦合到用来输出分量到加工室第二区的分量输出。

简而言之，馈送的分量 83 可以由单个组成部分或多个组成部分组成。例如，在馈送是气体的情况下，馈送的气体可以由单个气体或多个混合气体组成。馈送的分量 83 也可以具有与分量相关的变化的性质。例如，在馈送的能量的情况下，馈送的能量可以具有增大的功率或降低的功率。在馈送的气体的情况下，馈送的气体可以具有提高的或降低的气流、混合气体的不同的比率、或不同的气体混合物。被馈送的分量 83 最好经由设置成调节整个加工过程中与馈送的分量相关的性质和组分的单一源（未示出）来供给。或者，多个源可以被用来将分量馈送到开关 80 的入口 82。例如，第一源可以被用来将第一分量馈送到开关，而第二源可以被用来将第二分量馈送到开关。但应该指出的是，多个源的成本是非常高的，故通常单一源是可取的。

更详细地说，空间分配开关 80 主要是一种 Y 形开关，按定义是一种具有一个输入和二输出的开关。分量的方向依赖于空间分配开关 80 的状态。当空间分配开关 80 从第一状态（如图 2A 所示）改变到第二状态条件（如图 2B 所示）时，分量的方向从第一出口 84 改变到第二出口 86。在设计时这种装置正确地产生将过渡状态减为最小的分量稳定分配，首先在一段时间内沿一个方向（决定于开关处于状态 A 多长时间）；然后在一段时间内沿相反的方向（决定于开关处于状态 B 多长时间）。而且，开关 80 在整个单一工艺中在这些状态之间连续地调制，以便均匀地加工衬底。

在一种装置中，空间分配开关 80 由一对具有一个输入和一个输出的阀门或开关组成。在此特定的实施方案中，第一阀门被耦合在单一源与第一区之间，而第二阀门被耦合在单一源与第二区之间。借助于关闭一个阀门同时开通另一个阀门，分量被分配到所希望的位置。例如，为了将分量分配到第一区，第一阀门被开通而第二阀门被关闭。

相反，为了将分量分配到第二区，第一阀门被关闭而第二阀门被开通。

虽然开关已被描述为具有一个输入和二输出，但应该理解的是，这不是一个限制，开关也可以被设置成处置更多的输出（或更多的输入）。例如，具有一个输入和3个输出的开关能够被用来在加工室的3个区段之间分配分量。此时，可以用3个阀门来将分量分配到适当的区段。

而且，虽然关于功率和气体供给结构已经描述了开关，但应该知道的是此概念也可以被应用于其它的分量。例如，此开关可以被用于采用诸如温度、偏置功率、磁力之类的分量的分量供给机构。如应该理解的那样，各个分量供给系统提供了增加了的方法控制。

更详细地说，图2示出了示例性时间对方向图100，示出了根据本发明一个实施方案的开关随时间的操作。如所示，图100包括时间轴T和方向轴D。方向轴D被分成二个不同的方向102和104。举例来说，方向102和104可以分别对应于图2A和2B的第一出口84和第二出口86。而且，时间轴T被分成开始于各个时间 $t_0-t_5$ 的多个不同的时间序列106A-F。如应该理解的那样，分量不仅在方向102与104之间被空间上调制，而且还在时间 $t_0-t_5$ 之间被时间调制。亦即，此开关在加工过程中的特定时间改变方向。时间序列106可以相等或不相等。例如，如图2C所示，时间序列106A、106B、106E、106F被执行相同的时间，而时间序列106C和106D被执行不同的时间。更具体地说，时间序列106C被执行更短的时间，而时间序列106D被执行更长的时间。于是在整个工艺中能够调节方向（例如102，104）、时刻（例如 $t_0-t_5$ ）、以及时间（例如106）来提高加工均匀性。

图3是根据本发明一个实施方案的开关80的操作流程图。为便于讨论，图3的流程图将被描述为一对相连的开关。但应该理解的是，这不是一种限制，在单一工艺中可以有多多个开关。开关操作200通常开始于步骤202。在步骤202中，开关80的方向被控制器设定为步骤1加工。亦即，在步骤202中，开关从图2A的第一状态被改变到图2B的第二状态（或反之亦然），从而将分量的分配从第一输出区引导到第二输出区（或反之亦然）。在步骤202中设定方向之后，工艺流程进行到步骤204，其中执行步骤1加工。步骤1加工通常包括用于分量供给机构遵循的预定方法（或指令）。例如，关于功率，被分配的功

率大小和分配时间可以被设定到预定数值。关于气流，流速、分配时间、气体化学性质、以及气体比率可以被设定到预定数值。这些预定的数值可以低于、高于、或等于其它区域中的预定数值。在一个例子中，可以在实验过程中通过逐次逼近来确定此预定数值，以便产生稳定而均匀的加工。

步骤 1 加工之后，工艺流程进行到步骤 206，其中开关 80 的方向被控制器设定为步骤 2 加工。在步骤 206 中，开关 80 从图 2B 的第二状态被改变到图 2A 的第一状态（或反之亦然），从而将分量的分配从第二输出区引导到第一输出区（或反之亦然）。在步骤 206 中设定方向之后，工艺流程进行到步骤 208，其中执行步骤 2 加工。相似于步骤 1 加工，步骤 2 加工通常包括用于分量供给机构遵循的预定方法（或指令）。步骤 2 加工之后，工艺流程进行到步骤 210，其中作出继续加工（是）或结束加工（否）的判定。若决定继续加工，则工艺流程返回到步骤 202。若决定结束加工，则工艺流程进行到步骤 212，表示工艺完成了。

更详细地说，现在参照图 4 来描述本发明的示例性应用。图 4 是一个表格，示出了根据本发明一个实施方案的铝金属化腐蚀工艺的部分配方设定值 400。举例来说，此配方可以被用于相似于上述图 1 的等离子体反应器的等离子体反应器。此部分配方设定值通常包括多个步骤 402 以及在整个工艺过程中，更确切地说是在各个步骤 402 中可能被调整，以便产生从衬底中心到边沿的均匀腐蚀结果的多个参数 404。此例子中的这些参数包括但不局限于时间 406、电极功率 408、线圈位置 412、第一气体流速 414、第二气体流速 416、第三气体流速 418、以及气流入口位置 420。

时间 406 与步骤 402 中的一个步骤发生的时间相关，从而控制了各个步骤的时间长度。电极功率 408 与供给到顶部电极无论内线圈还是外线圈的功率（例如 W）相关。线圈位置 412 与供给的功率的方向亦即内线圈或外线圈相关。第一气体流速 414 与作为主加工气体一部分的第一气体的流速（例如 sccm）相关。第二气体流速 416 与作为主加工气体一部分的第二气体的流速相关。第三气体流速 418 与作为主加工气体一部分的第三气体的流速相关。举例来说，第一气体可以是  $\text{CHF}_3$ ，第二气体可以是  $\text{BCl}_3$ ，而第三气体可以是  $\text{Cl}_2$ 。气流入口位置 420

与被分配气体的方向亦即内气体注入口或外气体注入口相关。

工艺开始于步骤 1，其中主加工气体被输入到加工室中。如所示，主加工气体具有 5/20/80 的气流比率，并被分配到内气体注入口。步骤 1 加工继续 5 秒钟（例如时间=0 开始，时间=5 结束）。步骤 1 之后，工艺进行到步骤 2，其中顶部电极的内线圈被加电到 700W，且具有相同的气体比率 5/20/80 的主加工气体继续流到内气体注入口。步骤 2 加工继续 10 秒钟（例如时间=5 开始，时间=15 结束）。

在完成步骤 2 之后，工艺进行到步骤 3，其中 700W 功率继续被施加到顶部电极的内线圈，且新气体比率为 10/20/0 的主加工气体改变方向，并开始被供给到外气体注入口。步骤 3 加工继续 5 秒钟（例如时间=15 开始，时间=20 结束）。步骤 3 之后，工艺进行到步骤 4，其中，新功率设定值为 500W 的分配功率改变方向，并开始被施加到顶部电极的外线圈。此外，新气体比率为 5/20/80 的主加工气体改变方向，并开始被供给到内气体注入口。步骤 4 加工继续 5 秒钟（例如时间=20 开始，时间=25 结束）。完成步骤 4 之后，工艺进行到步骤 5，其中，新功率设定值为 700W 的分配功率改变方向，并开始被施加到顶部电极的内线圈。此外，新气体比率为 10/20/0 的主加工气体改变方向，并开始被供给到外气体注入口。

虽然此例子的目的在于 A1 的腐蚀工艺，但应该理解的是，此配方能够被改变成包括介质的其它材料的腐蚀工艺。因此，主加工气体可以由其它类型的气体和/或其它气体流速和比率组成，且功率可以被调整为不同的功率电平。此外，虽然在上述工艺过程中改变了功率和气体的方向，但应该指出的是，这些分量之一可以保持不变，而其它分量改变。还应该指出的是，各个工艺的时间可以改变，5 秒钟或 10 秒钟不是一种限制。而且，功率和气流二者都可以遵循不同的时间标准，使之在工艺过程的不同时刻改变。此外，应该指出的是，部分配方 400 中的“部分”意味着此配方仅仅是整个配方的一部分。同样，应该指出的是，5 个工艺步骤不是一种限制，也可以进行更多或更少步骤来加工衬底。

图 5 是根据本发明一个实施方案的功率供给机构 500 的图。举例来说，功率供给机构 500 可以分别对应于图 1 所示的功率供给系统 34。功率供给机构 500 通常包括 RF 电源（即发生器）502、电极 504、匹配

网络 506、以及大功率 RF 开关 508。电极 504 包括二个线圈，更确切地说是经由大功率 RF 开关 508 耦合到 RF 电源 502 的内线圈 510 和外线圈 512。虽然这些线圈被示为二个同心线圈，但应该指出的是，这不是一种限制。各个线圈可以按加工过程中的时间而被转换到 RF 电源 502，从而在空间上改变 RF 功率的耦合地点。在一种装置中，大功率 RF 开关被构造成比通常约为毫秒的等离子体建立的时间更快。借助于快速转换，衬底倾向于经受被供给功率的某种复合平均值。转换速率依赖于设计的特性，但 0.1Hz-100Hz 的速率是普通的。功率分配开关也可以被设置成工作于 kHz 时间标准。而且，匹配网络 506 通常被排列在大功率 RF 开关 508 与 RF 电源 502 之间。匹配网络 506 被设置成匹配 RF 电源 502 的输出与等离子体负载之间的阻抗。

在大多数情况下，当系统转换线圈时，系统的阻抗改变。亦即，内线圈产生的阻抗通常不同于外线圈产生的阻抗。因此，匹配网络 506 必须能够快速调节，即系统必须被设计成完全不必调节。

在一个实施方案中，匹配网络 506 是一种固定的匹配网络。亦即，匹配网络被设计成具有设定的电源与等离子体之间的阻抗。在一种装置中，固定的匹配网络被设置成匹配电源与由内线圈产生的等离子体负载之间的阻抗。在此装置中，供给外线圈的功率被提高，以便补偿外线圈处阻抗失配产生的反射功率。在另一种装置中，固定的匹配网络被设置成匹配电源与由外线圈产生的等离子体负载之间的阻抗。在此装置中，供给内线圈的功率被提高，以便补偿内线圈处阻抗失配产生的反射功率。

在另一种装置中，固定的匹配网络被安排成具有二种状态。一种状态匹配电源与由内线圈产生的等离子体负载之间的阻抗，而另一种状态匹配电源与由外线圈产生的等离子体负载之间的阻抗。在此装置中，匹配网络被设置成在阻抗之间进行转换，以便匹配各个不同线圈产生的阻抗。在再一种装置中，内线圈和外线圈被安排成具有相似的阻抗，使匹配网络被设置成匹配内线圈和外线圈之间的阻抗。

在另一个实施方案中，匹配网络 506 是一种可调的匹配网络，它被构型成匹配变化范围很大的负载阻抗条件下的阻抗。例如，可调的匹配网络能够匹配包括但不局限于功率方向、功率幅度、加电时间、气流速率、加工室压力、加工室温度等的对于各种变化参数的阻抗。

可调的匹配网络通常包括设置成确定正向功率和反射功率的功率表（未示出）。如本技术领域众所周知的那样，反射功率证明在发生器输出阻抗与等离子体负载之间存在着失配。因此，功率表被设置成确定系统的阻抗是否已经改变了。当确定已经发生改变时，可调的匹配网络能够调节以匹配改变了的阻抗。

图 6 是根据本发明一个实施方案的功率供给机构 600 的图。举例来说，功率供给机构 600 可以分别对应于图 1 所示的功率供给机构 34。若等离子体和线圈的阻抗明显地不同，则通常采用功率供给机构 600。此功率供给机构 600 通常包括 RF 电源（即发生器）602、电极 604、第一匹配网络 606、第二匹配网络 608、以及大功率 RF 开关 610。电极 604 包括二个线圈，更确切地说是经由大功率 RF 开关 610 耦合到 RF 电源 602 的内线圈 612 和外线圈 614。虽然这些线圈被示为二个同心线圈，但应该指出的是，这不是一种限制。各个线圈可以按加工过程中的时间而被转换到 RF 电源 602，从而在空间上改变 RF 功率的耦合地点。在一种装置中，大功率 RF 开关被构造成比等离子体建立的时间更快。借助于快速转换，衬底倾向于经受被供给功率的某种复合平均值。而且，第一匹配网络 606 通常被排列在外线圈 614 与大功率 RF 开关 610 之间，而第二匹配网络 608 通常被排列在内线圈 612 与大功率 RF 开关 610 之间。关于第一匹配网络 606，第一匹配网络 606 被设置成匹配 RF 电源 602 的输出与外线圈 614 产生的等离子体负载之间的阻抗。关于第二匹配网络 608，第二匹配网络 608 被设置成匹配 RF 电源 602 的输出与内线圈 612 产生的等离子体负载之间的阻抗。在一个实施方案中，第一和第二匹配网络是可调的匹配网络（如上所述）。在另一个实施方案中，第一和第二匹配网络是固定的匹配网络（也如上所述）。

图 7 是根据本发明一个实施方案的气体供给机构 700 的图。举例来说，气体供给机构 700 可以分别对应于图 1 所示的气体供给机构 50。此气体供给机构 700 通常包括气体源 702（即气体箱）、气体分配板 704、以及气体分配开关 706。气体分配板 704 包括二个气体注入口，更确切地说是经由气体分配开关 706 耦合到气体箱 702 的内气体注入口 708 和外气体注入口 710。气体源 702 通过第一气管将气体馈送到气体分配开关 706，并根据开关状态，此开关将气体馈送到第二气管 714 或第三气管 716。如所示，第二气管 714 将气体供给到内气体注入口

708, 而第三气管 716 将气体供给到外气体注入口 710。各个注入口可以按加工的时间被转换到气体源 702, 从而在空间上改变气体分配的地点。而且, 虽然在图 7 中未示出, 但二个气体注入口都可以包括多个用来释放被馈送的气体的孔。通常, 各个注入口的孔被互相连接, 使每个注入口仅仅需要一个气管。在本技术领域中, 气体分配板是常规的, 且一般是众所周知的。但为了便于本发明的讨论, 在图 8 中将更详细地描述气体分配板。

关于气体箱 702, 气体箱 702 通常包括具有多个连接到各个气体源 (未示出) 的进气管 716 的高压气体管道。举例来说, 气体源可以是气瓶或气体钢瓶。虽然示出了 4 个进气管, 但应该理解的是, 这不是一种限制, 也可以使用更多或更少的进气管。气体的标准数量因而也是进气管的标准数量通常约为 8。进气管 716 通常被耦合到质量流量控制器 718, 质量流量控制器 718 被设置成控制和调整有关分配气体的参数, 包括但不局限于气流速率、气体混合、气体比率和压力。各个气体具有其自身的质量流量控制器。此质量流量控制器 718 通常包括阀门 (未示出) 和流量计 (未示出)。流量计被用来控制气体流过的速度因而也就是压力, 而阀门被用来将低压气体输出到低压管道 720。如所示, 低压管道 720 包括气体混合管。如应该理解的那样, 借助于控制各个质量流量控制器, 能够调节混合气体的气体化学性质、气体比率以及流速。然后, 气体混合物被馈送到阀门 722, 以便经由第一气管 712 将混合气体释放到气体分配开关 706。

当到达开关 706 时, 气体混合物通过二种开关状态之一种被引导到二个气体注入口 708 或 710 中的一个。若开关 706 处于第一状态, 则气体混合物经由第二气管 714 流到内气体注入口 708。若开关 706 处于第二状态, 则气体混合物经由第三气管 716 流到外气体注入口 710。

在某些情况下, 开关的过渡可能由于上述状态之间的转换而相冲突。亦即, 此转换可能引起气体注入口释放不稳定的或脉冲的气体。这些开关过渡可能对等离子体的形成即放电有不利的作用, 并可能导致等离子气体倒流进入气管或在气管中形成颗粒。有许多方法来解决这些效应。例如, 一种方法可以是降低气流通过气管的流导。借助于降低流导, 有可能在气体排出气管之前进行转换, 从而可以可以达到

气流的伪稳态。举例来说，降低气管流导的一种方法可以是增加其长度。

图 8 示出了一种示例性气体分配板 800。举例来说，气体分配板 800 可以分别对应于图 1 所示的气体分配板 32。气体分配板 800 通常包括内部 802 和外部 804。内部 802 通常包括多个内孔 806，用来将气体释放到加工室的内区中。各个内孔 806 通过气体分配板 800 中的通道被相互连接并耦合到内气体注入口（未示出）。同样，外部 804 通常包括多个外孔 808，用来将气体释放到加工室的外区中。各个外孔 808 通过气体分配板 800 中的通道被相互连接并耦合到外气体注入口（未示出）。虽然示出了孔 806 和 808 的某些构造，但应该指出的是，也可以采用其它的构造。例如，可以在内部和外部中采用单个孔。在本技术领域，气体分配板是众所周知的，为了简洁起见，不再赘述。

如从上面可见，本发明提供了大量超越现有技术的优点。不同的实施方案或装置具有下列优点中的一个或更多个。本发明的一个优点是增强了加工控制。举例来说，本发明能够被用来控制等离子体加工室中不同位置处的离子和中性粒子的浓度。为了达到对加工的更强的空间控制，本发明提供了在可编程时间内对加工室中不同位置之间的分量的分配进行的空间调制。由于增强了控制，故能够获得比现有技术更程度的均匀加工。本发明的另一优点是降低了系统的成本和复杂性。借助于提供分配开关，仅仅需要一个分量源，因而降低了设计成本。

虽然已经用几个优选实施方案描述了本发明，但在本发明的范围内存在着各种变更、改变、以及等效物。还应该指出的是，存在着许多变通的方法来实现本发明的方法和设备。例如，虽然用加工半导体衬底的等离子体反应器来描述了分量供给机构，但应该指出的是，其它系统也能够应用此分量供给机构的技术和方法。例如，估计此分量供给机构能够被用于大多数半导体加工系统，包括化学气相淀积（CVD）、热 CVD、等离子体增强化学气相淀积（PECVD）、诸如溅射之类的物理气相淀积（PVD）、以及干法腐蚀、等离子体刻蚀、反应离子刻蚀（RIE）、磁增强反应离子刻蚀（MERIE）、电子回旋共振（ECR）等。而且，估计此分量供给机构还能够被应用于半导体加工之外的系统。例如磁存储盘或光存储盘的制造。

---

因此，所附权利要求书意在包括本发明构思与范围内的所有变更、改变、以及等效物。

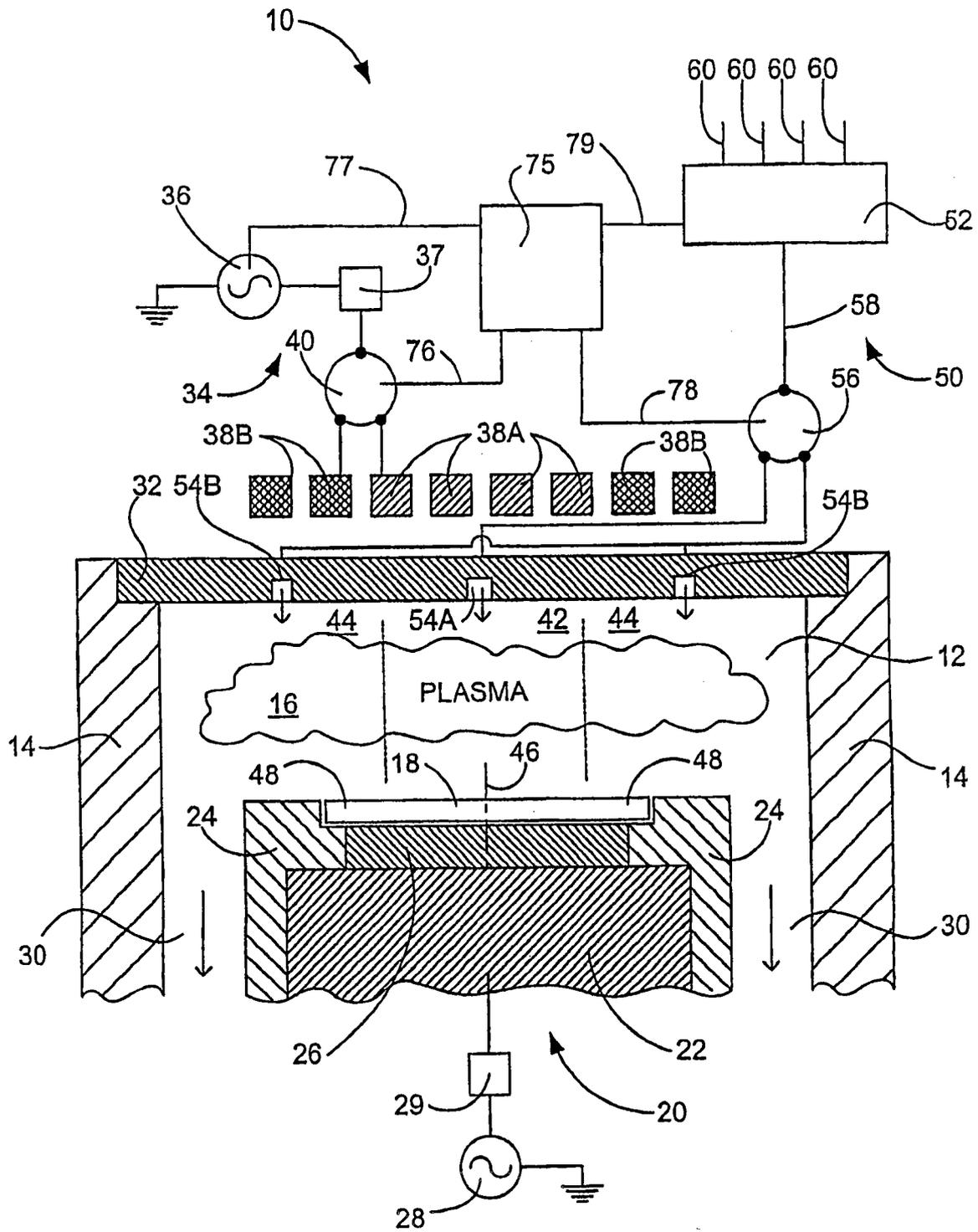


图 1

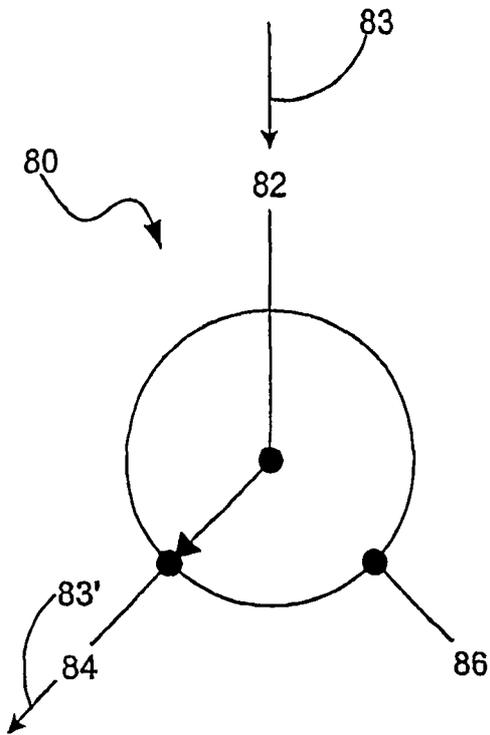


图 2A

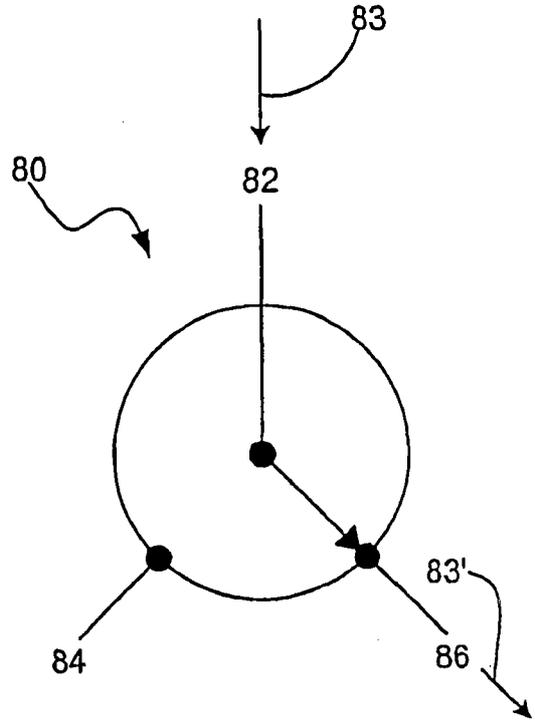


图 2B

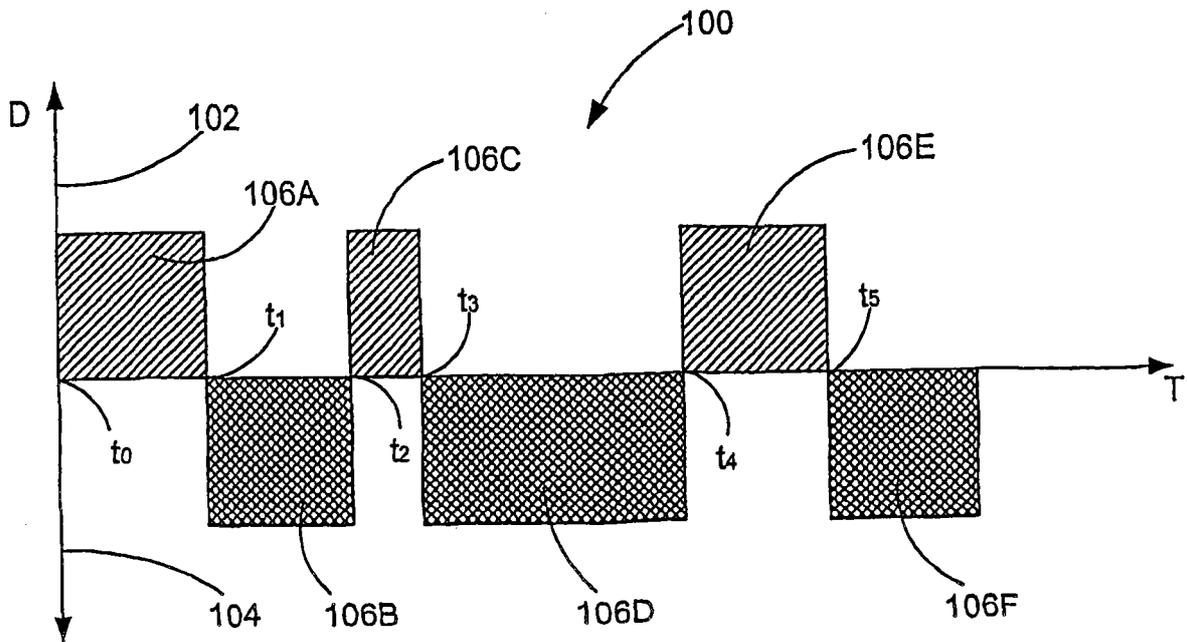


图 2C

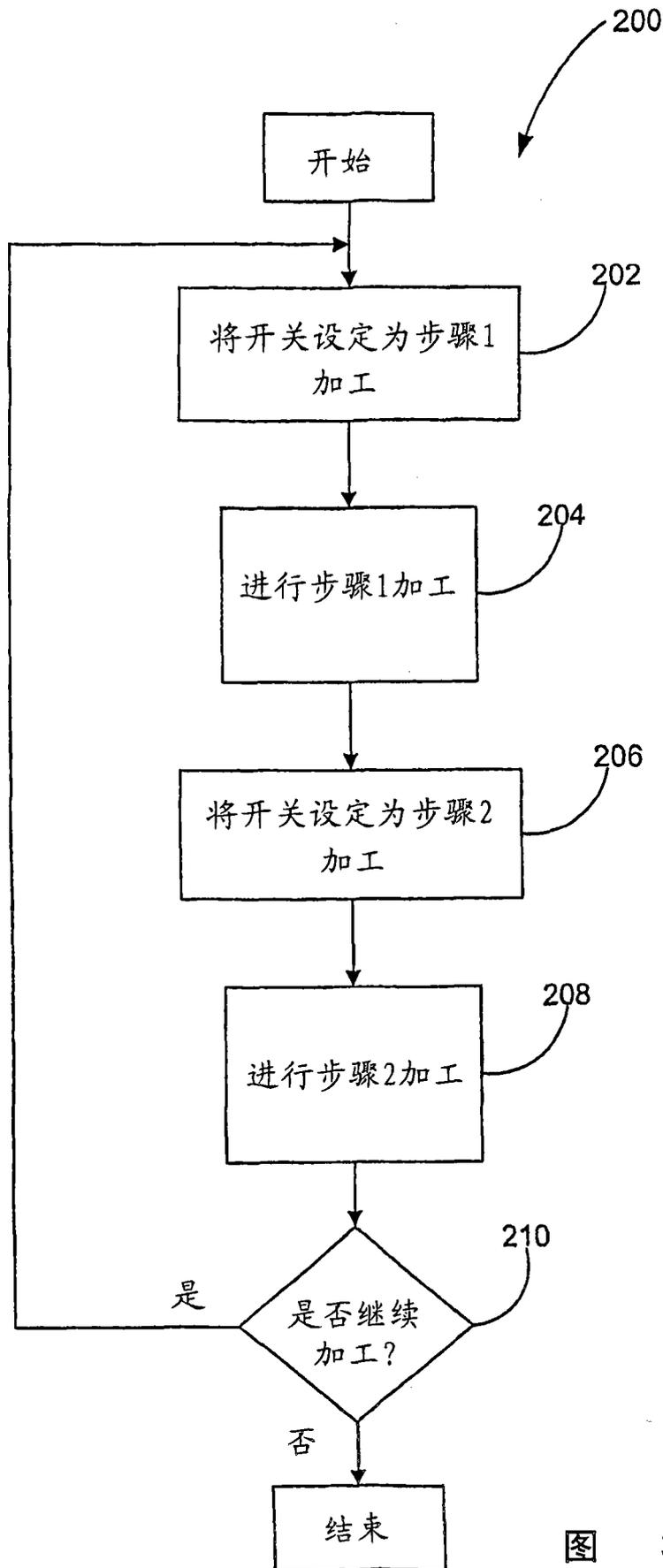


图 3

400 →

402 步骤	406 时间	408 功率	412 线圈	414 第一气体	416 第二气体	418 第三气体	420 注入口
1	0	0	内	5	20	80	内
2	5	700	内	5	20	80	内
3	15	700	内	10	20	0	外
4	20	500	外	5	20	80	内
5	25	700	内	10	20	0	外

404

图 4

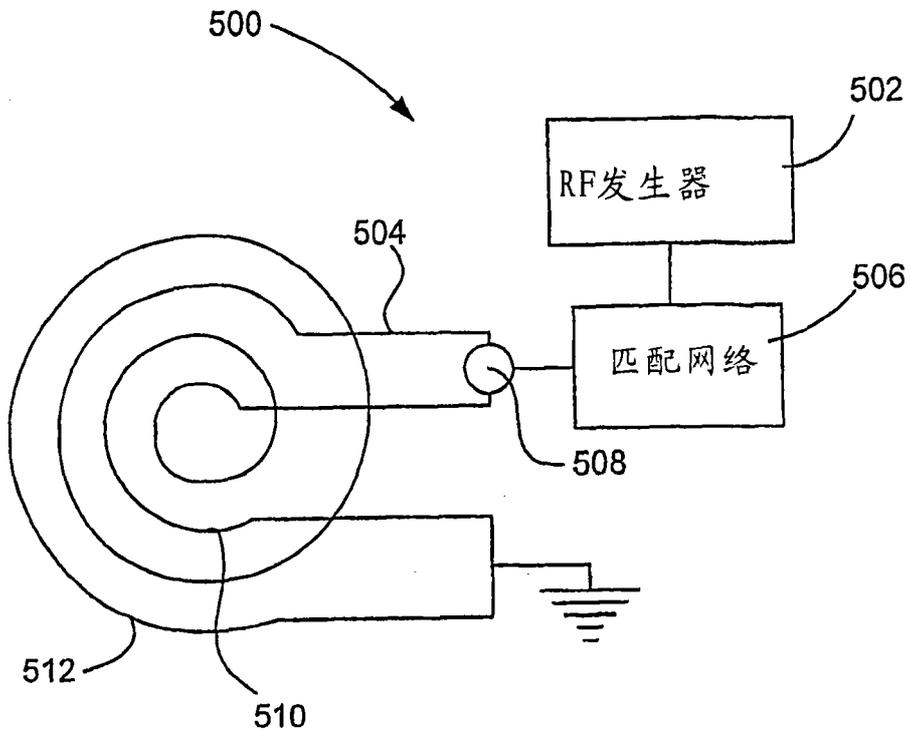


图 5

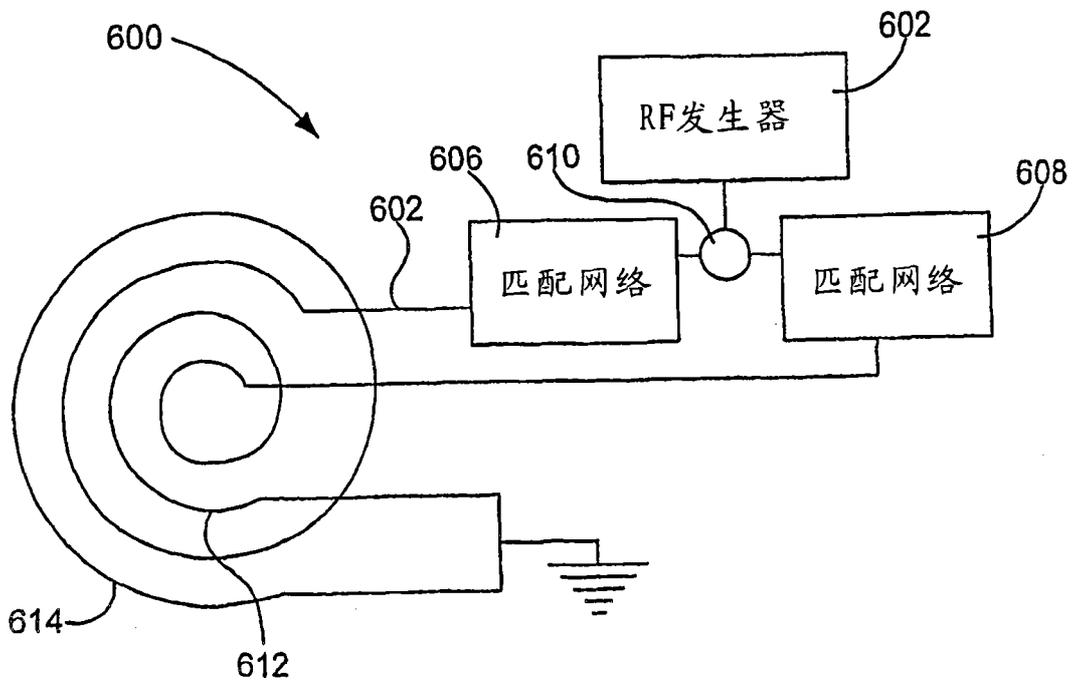


图 6

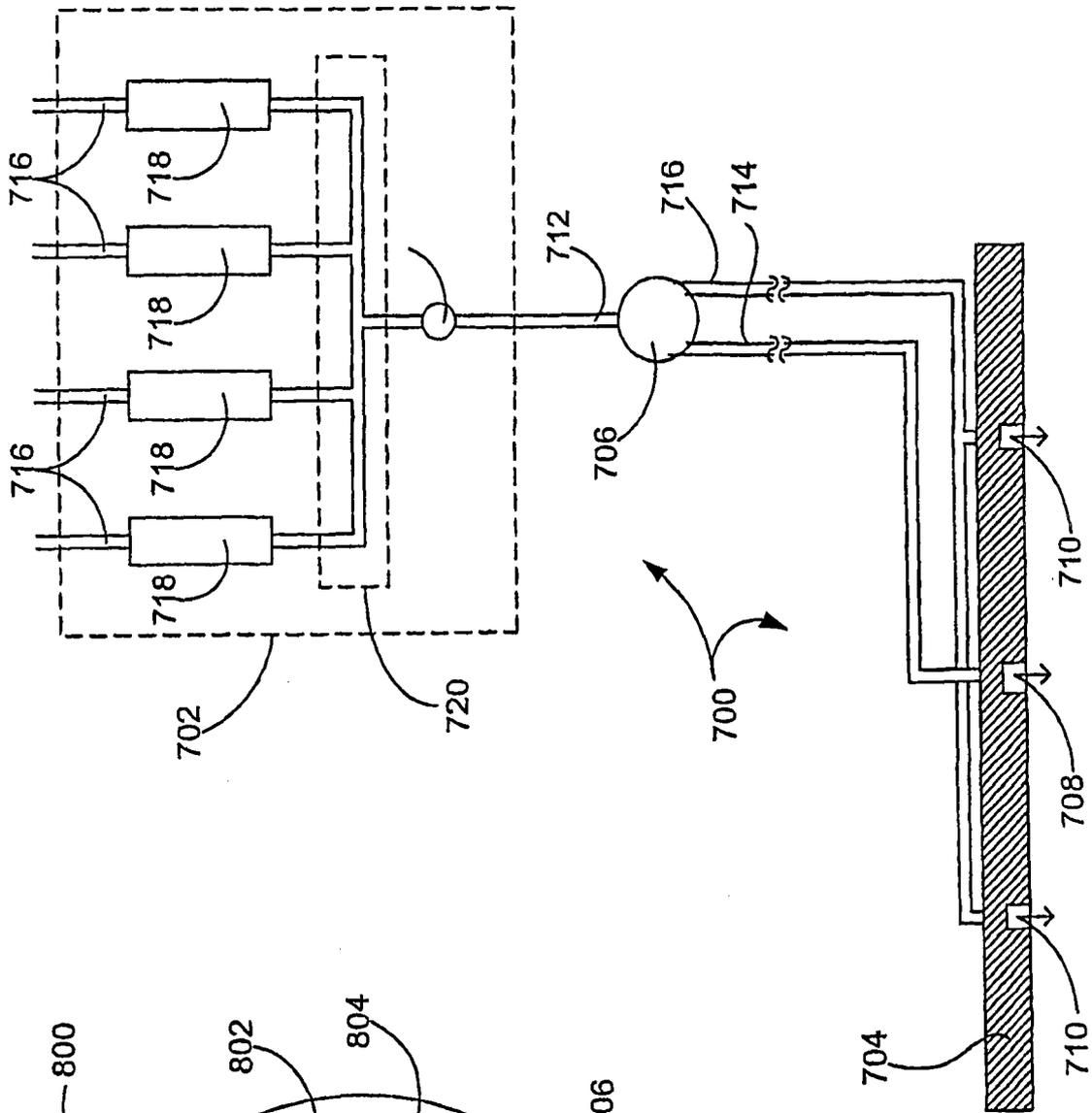


图 7

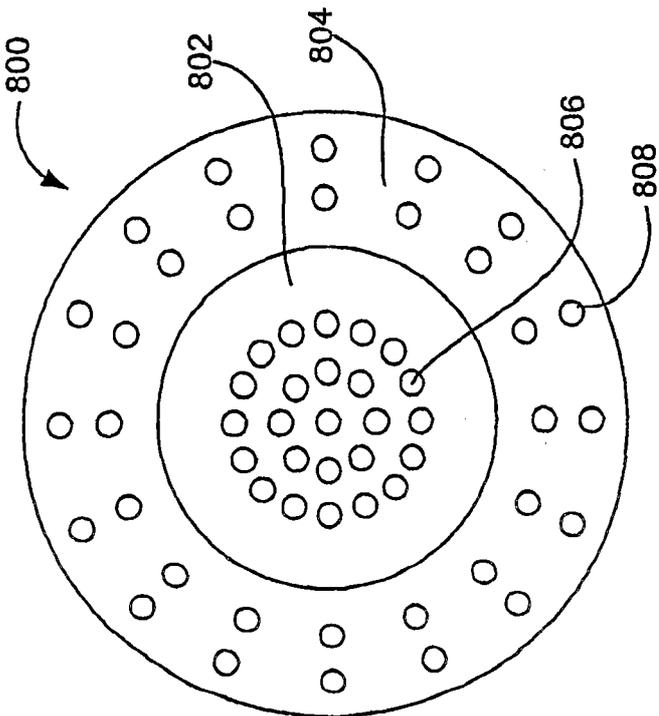


图 8