〔19〕中华人民共和国专利局

〔51〕Int.Cl.⁴
H01L 21/02

〔12〕发明专利申请公开说明书

〔11〕CN 86 1 05186 A

〔43〕公开日 1987年6月3日

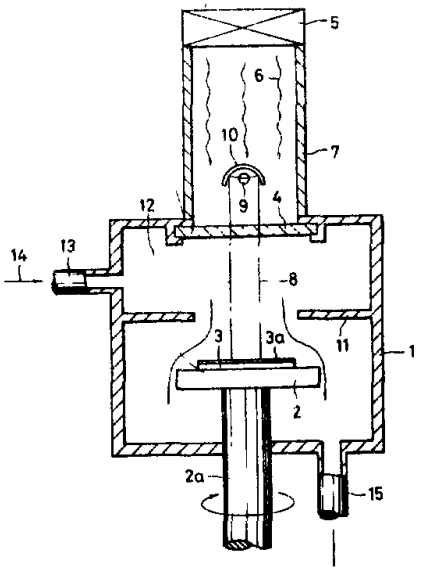
〔21〕申请号 86 1 05186
〔22〕申请日 86 8 22
〔30〕优先权
〔32〕85.8.23 〔33〕日本 〔31〕184146/85
〔71〕申请人 株式会社日立制作所
地址 日本东京都
〔72〕发明人 大坂谷隆义

〔74〕专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部
代理人 李 强

〔54〕发明名称 等离子体处理装置

〔57〕摘要

等离子体处理装置，它通过将加到置于反应容器内的待处理材料上的处理流体转变成等离子体，来促进处理反应。其中提供了光源，以用诸如紫外线或激光束的射线束照射转变成等离子体的处理流体，以产生光致反应。处理流体由微波能量转变成等离子体，并经射线束照射而被激发，从而得到速度加快的处理反应。另外，由于用射线束照射待处理材料表面，故可避免等离子体待处理表面时损坏，这样，可无损地迅速处理材料。



北京市期刊登记证第1405号

权　利　要　求　书

1.等离子体处理装置，它通过将加到置于反应容器内的待处理材料上的处理流体转变成等离子体来促进该处理。其改进在于提供了向所述处理流体和所述待处理材料上照射射线束的光源，以产生光致反应。

2.权利要求1的等离子体处理装置，其中所述处理流体由微波能量转变成等离子体，而所述光源是无电极放电管，它由所述微波激发发射紫外线。

3.如权利要求1的等离子体处理装置，其中所述处理流体和所述待处理材料分别是氧气和硅片，而所述装置是光致抗蚀剂去除装置。

4.如权利要求1的等离子体处理装置，其中所述处理流体和所述待处理材料分别是诸如O_2，CF_4或CCl_4的反应气体和硅片，而所述处理装置是等离子体蚀刻装置。

5.如权利要求1的等离子体处理装置，其中所述处理流体和所述待处理材料分别是CVD反应气体和硅片，而所述处理装置是等离子体CVD装置。

说　　明　　书

等离子体处理装置

本发明涉及等离子体处理技术，特别是适合于除去用氧化法沉积在硅片上的光致抗蚀剂的等离子体蚀刻，及适用于在硅片上制作ＣＶＤ薄膜的等离子ＣＶＤ的技术。

在半导体器件的制作中，可采用下述光致抗蚀剂去除装置，它在硅片受到有选择的蚀刻之后，使掩蔽硅片以使之保持预定图案并由有机物质构成的光致抗蚀剂发生氧化，并气化且除掉这些光致抗蚀剂。

具体地说，硅片被置于在预定处理腔中彼此水平相对设置的平板电极间，处理腔内被抽至一定的真空度，将高频电功率加到这些电极上，并同时把氧气输入处理腔中，从而使这些氧气转变成氧离子，以便利用氧来促进氧化并除掉沉积在硅片表面上的光致抗蚀剂的反应。

然而，借助于具有上述结构的装置，硅片被等离子体加上了电荷，并且被处理的硅片常被损坏。

另一方面，按另一种光致抗蚀剂去除装置，氧气受到紫外线的照射，以促进沉积在硅片上的光致抗蚀剂同氧气的氧化反应，从而除去这些光致抗蚀剂。但是，本发明人发现，采用这种装置，光致抗蚀剂除掉的速度太慢，因而进行处理需要较长的时间。

这种半导体器件的制作技术公布在Kabushiki Kaisha Kogyochosakai于１９８１年１１月１０日出版的“电子学资料”（Electronic Materials）单行本第９５—１０２页上。

本发明的目的是提供能进行快速处理并且不损坏被处理材料的等离子体处理技术。

通过本说明书和附图的描述，本发明的上述其它目的和新颖特征将将变得显而易见。

现在简要地描述说明书中公开的本发明的一个示例。

具体地说，本发明涉及一种等离子体处理装置，它通过把输向反应容器内的待处理材料的一种处理流体转变成等离子体，来促进处理反应，其中提供了一种光源，用于以能产生光致反应的一束射线，如紫外射线或激光束，照射转变成等离子体的处理流体。就是说，处理流体被微波的能量转换成等离子体，并通过受到能产生光致反应的射线束（如紫外射线）的照射而受到激光，从而获得处理反应速度的增加。另外，由于待处理材料的表面受到诸如紫外射线的射线束的照射，故待测材料得以免受等离子体的损坏。因而，待处理材料可得到快速处理，而且不会受到损坏。

图1是剖视图，显示了根据本发明的一实施方案的光致抗蚀剂去除装置的主要部分。

在图1中，接受器2被水平地设置在反应容器1的底部，作为待处理材料的硅片3被可移动地放置在接受器2上。在硅片3的表面上制作有将要除掉的光致抗蚀剂膜3a。接受器2通过轴2a同电动机相连接，该电动机（未显示）是一旋转驱动源，并能够转动。

在反应容器1的上半部分，制作有窗口4，它是由诸如人造石英的材料制造的，并且在较宽的波长范围内是对紫外线透明的。窗口4上连有波导7，它把磁控管5发射出的具有预定频率（2.45×10^9 Hz）的微波导入反应容器1的内部。

波导7配配有无电极放电管9，它依靠磁控管5发射的微波6的能量进行放电，并产生高亮度的紫外线。所产生的紫外线8可直接或通过设置在无电极放电管9上部的反射板10，通过窗口4，进入反

应容器1。无电极放电管9在一玻璃管中包含有水银气体和氩气，并在受到2。45GHz的微波的照射时发射出紫外线。

在反应容器1中水平设置有隔板11，它把反应容器1的内部分为上和下部分。隔板11带有位于其中心部分的开口。在位于反应容器1中的接受器2的上方，形成了等离子体发生腔12。

在反应容器1的上侧表面上，连接有反应气体输送管13，其开口位于等离子体发生腔12中。通过反应气体输送管13，可把氧气（处理流体）以预定流量输入等离子体发生腔12。

与真空泵（未显示）相连的抽流管15连到反应容器1的底部，从而能对反应容器1的内部进行抽吸。

现在描述该实施方案的运行。

首先，在反应容器1中的接受器2上放置上硅片3，其上淀积有将被除掉的光致抗蚀剂。

随后，通过抽流管15对反应容器1抽真空，直至达到预定的真空度。通过反应气体输送管13把氧气14以预定流量输入等离子体发生腔12。

然后，启动磁控管5。磁控管5发射的微波通过波导7被导入反应容器1。进入等离子发生腔12的氧气14因而被微波6的能量转变成等离子体，而波导7中的无电极放电管9发射的紫外线8穿过反应容器1中的等离子体发生腔12照到硅片3的表面上，从而使变成等离子体的氧气受到进一步的激活。因此，同只由氧气14的等离子体来除去光致抗蚀剂的情况相比，淀积在硅片3表面上的光致抗蚀剂很快得到了氧化和气化，并在较短的时间内被除掉了。

另外，由于硅片3的表面受到了无极放电管9发射的紫外线8的照射，故虽然有氧气14的等离子体产生，也不会有电荷聚积在硅片

3的表面上。因此，由于硅片3表面上无电荷累积，硅片3的MOIC栅极绝缘膜不会受到击穿。

到目前为止，诸如栅极氧化膜或栅极绝缘膜经常被聚集在等离子体中的电荷静电击穿。

另外，所谓照射损伤经常发生在特殊波长的射束照射到硅片（或样品）上的时候，这种射束包含在由诸如高频放电等离子发生能量源产生的等离子所发射的光中。

另外，到目前为止，当作为样品的硅片受到电极附近产生并由离子板极加速的离子的轰击时，被蚀刻表面的连接受到了损害。

另外，到目前为止，硅片或样品被反应气体、溅射电极材料产生的多种分子、残余物和同蚀刻反应相竞争的沉积反应的产物所污染。

根据本发明，上述传统技术所固有的缺陷通过在等离子体处理过程中应用产生光致反应的射线束（如紫外线）而被消除。

氧气14由微波6转变成等离子体，而紫外线8照在转变成等离子体的氧气和硅片3的表面上，从而去掉沉积在硅片3上的光致抗蚀剂。这样，比起只用氧气14的等离子体去掉光致抗蚀剂的情况，转变成等离子体的氧气14被进一步激活，光致抗蚀剂被氧化并很快被去掉。另外，不会因产生等离子体而在由紫外线8照射的硅片3的表面上积累电荷。这样，硅片3不会被积累的电荷损坏。

紫外线8是由设置在波导7内并由从磁控管5发射的微波能量驱动的无电极放电管9产生的。这样，就不需要用导线从外部设备提供产生紫外线8的电能，从而可以简化装置的结构。

在预定的时间间隔过去后，停止提供氧气14，停止磁控管5的工作，反应容器1内的压力转为大气压，在不损害硅片的情况下去掉沉积在硅片表面上的光致抗蚀剂，然后从反应容器1中取出硅片3。

通过重复上述操作程序，很快完成从许多硅片3上去掉光致抗蚀剂又不损害硅片3的处理。

本发明的其它合适例子包括等离子体蚀刻装置和等离子体CVD装置。

本发明的作用总结如下。

装置配置有向处理流体和待处理材料上投射紫外线的光源，处理装置通过将加到反应容器中待处理材料上的处理流体为等离子体来促进处理。这样与由处理流体的等离子体单独完成处理的情况相比，处理流体的等离子体进一步由紫外线照射激发以达到高的处理速度。而且，伴随着待处理的材料的表面用紫外线照射，尽管存在等离子体，电荷也不会在待处理表面上积累。这样，被处理材料的表面就不会被电荷损坏，并且材料可得到快速的无损处理。

处理流体被微波能量转变成等离子体，光源包括靠接收微波能量发射紫外线的无电极放电管。这样，不需要导线由外部设备提供电能以发射紫外线，可以简化装置的结构。

因为上面提到的理由，可以通过处理硅片的步骤实现产量的提高。

上文已通过实施方案具体地描述了本发明者实现的本发明。然而，本发明并不仅仅局限于此，而可以以许多其它方法加以改进而不偏离本发明的精神和范围。

根据本发明的另一实施方案，将处理流体转变成等离子体所用的能量源可以用13.56MH，（即1.356×10⁷ H，）的射频（RF）的电功率取代微波。

另外，光源可以用低压汞灯代替无电极放电管。

本发明的另一实施方案可包括等离子体蚀刻装置和等离子体CVD装置。作为本发明的实施方案的等离子体蚀刻装置和等离子体CVD

装置将在此详细描述。

本发明的另一实施方案包括装备有平行平板型干蚀刻部件的等离子体处理装置，上述平行平板型干蚀刻部件，在其中的平行平板电极上加高频电功率，以实现当反应气体引入蚀刻腔时发生的依赖等离子体反应和依赖于通过电场加速的离子的蚀刻，而且其中作为样品的硅片用触发光致反应的射束照射。

本发明的再一个实施方案包括装备有微波型干蚀刻部件的等离子体处理装置，它是蚀刻腔与使用诸如O_2，CF_4，CCl_4等类似气体作为反应气体的放电腔分离的类型，或是它们组合在一起成为单一结构的类型。在分离型的前一装置中，等离子体放电是靠由磁控管振荡产生的2.45GH，的微波电功率在引入石英管的大约0.1 的CF_4 $+O_2$气体里发生的。由等离子体放电产生的原子团引入另一蚀刻腔，所以多硅硅或类似物受同原子团化学反应的蚀刻的支配。因为蚀刻在电场中不受影响，诸如硅衬底的硅片受到的损害很小。然而，因为各向同性发展的侧蚀刻，难于形成精细处理的图形。在单一结构型式的后一装置中，放电腔和蚀刻腔安置成同一结构。所以，当磁场加到放电单元上时，得到高密度等离子体，使在减小侧蚀刻宽度的同时实现在低压（10^{-4} ）下的蚀刻成分可能。

本发明可适用于用等离子体一片一片地处理硅片的分片处理系统，或用等离子体同时处理许多硅片的分批处理系统。

本发明利用在等离子体处理中产生光致反应的射线束，在减小对样品的损害的同时提高等离子体处理的速度。

除紫外线外，可以用激光束作为产生光致反应的射线束。另外，可以用多种紫外射线源取代无电极放电管作为紫外线源。在等离子体处理装置中，产生光致反应的射线束源（如紫外线源）可以安装在等离子体

反应腔内或在微波波导内，或可安装在它们的外面。

下面描述的是产生光致反应的激光束。即，下面描述的是根据本发明的又一实施方案的利用产生光致反应的光束的等离子体处理。用表1所列的ＣＶＤ方法可形成多种的等离子体ＣＶＤ膜。

使用表2所列的光能的等离子体可蚀刻多种材料。

反应可通过选择产生光致反应的预定波长来控制。

甚至作为热源，光也表现出独特的特性。特别是当使用激光束时，能量密度可大大增加。另外，能量分布从空间或时间观点上看表现出很高的分辨率。

在光致ＣＶＤ中，多种光可适当地结合，使所用光波长位于反应气体的光吸收区内。

可在低温下形成光致ＣＶＤ膜而对底层和淀积膜只造成很小的损害。

该光致处理方法通过光能促成化学反应。这样，反应在基本无电场的纯原子团下进行。所以，与等离子体ＣＶＤ法或溅射法比较，可在不损害底层或淀积膜的情况下低温形成ＣＶＤ膜。

本发明的光致ＣＶＤ使得人们能独立地控制形成ＣＶＤ膜过程中的三个基本要素，即气相阶段，表面阶段和衬底　度。

根据该光致ＣＶＤ方法，样品的表面几乎不受到加热。所以，不会损害下面的光致抗蚀剂膜、中间的绝缘膜或半导体元素的ｐｎ结。甚至在膜已淀积以后，硅片可受到多种处理，如平板印刷和类似的处理。

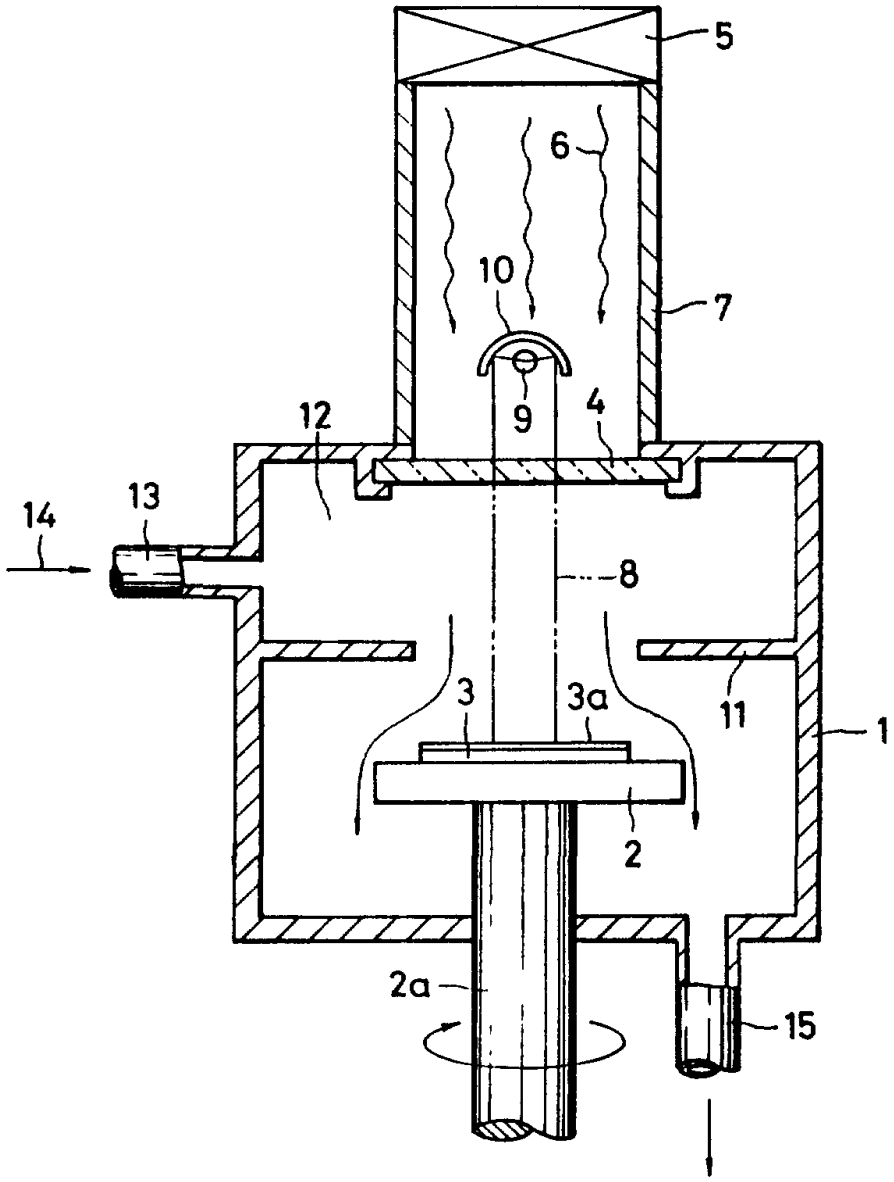
除使用单波长的激光束外，光致反应可依靠热处理和与多个激光束联合的灯来实现。因为在这种情况下是在衬底，反应气体和反应腔中的气氛由高频波和红外线灯加热的条件下实现光致ＣＶＤ，所以形成的ＣＶＤ膜更加理想。

表1

产物	气 体	光 源
Si	Si_2H_4 SiH_4	ArF激光器，汞灯 ArF激光器，KrF激光器
SiO_2	SiH_4+N_2O SiH_4+O_2	ArF激光器，汞灯
Si—N	SiH_4+NH_3 $SiH_4+N_2H_4$	汞灯
Al_2O_3	$Al(CH_3)_3+N_2O$	ArF激光器，KrF激光器
Cr	$Cr(CO)_6$	激发物激光器，铜离子激光器
Fe	$Fe(CO)_5$	激发物激光器，铜离子激光器
MO	$Mo(CO)_6$	激发物激光器，铜离子激光器
W	$W(CO)_6$ WF_6	激发物激光器，铜离子激光器
Al	$Al(CH_3)_3$	Ar 激光器

表2

待蚀刻材料	反应气体	光源
Si	SF_6	ArF激发物激光器
Si	NF_3+H_2	ArF激发物激光器
SiO_2	NF_3+H_2	ArF激发物激光器
多晶硅	$Cl_2+Si(CH_3)_4$	低压汞灯和XeCl激 物激光器
Al	Cl_2	XeCl激发物激光器
GaAs	HCl	rF激发物激光器
GaAs	CCl_4	Ar 激光器


5
6
10
7
9
4
12
13
14
8
3
3a
11
1
2
2a
15