



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104752256 B

(45)授权公告日 2018.10.16

(21)申请号 201310728956.9

(22)申请日 2013.12.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104752256 A

(43)申请公布日 2015.07.01

(73)专利权人 中微半导体设备(上海)有限公司
地址 201201 上海市浦东新区金桥出口加工区(南区)泰华路188号

(72)发明人 杨平 梁洁 万磊

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51)Int.Cl.

H01L 21/67(2006.01)

H01J 37/32(2006.01)

(56)对比文件

- US 2012/0052689 A1, 2012.03.01,
- US 2002/0025681 A1, 2002.02.28,
- CN 102983099 A, 2013.03.20,
- CN 101689498 A, 2010.03.31,
- CN 101800161 A, 2010.08.11,
- US 2007/0193975 A1, 2007.08.23,
- CN 102800551 A, 2012.11.28,

审查员 詹斯琦

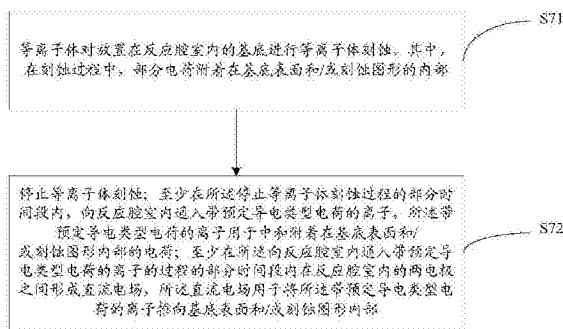
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种等离子体刻蚀方法和系统

(57)摘要

本发明提供了一种等离子体刻蚀方法和系统,所述刻蚀方法包括若干个刻蚀周期,每个刻蚀周期包括等离子刻蚀阶段和中和电荷阶段,在刻蚀过程中,部分电荷附着在基底表面和/或刻蚀图形的内部;在中和电荷阶段,停止等离子体刻蚀,至少在所述停止等离子体刻蚀过程的部分时间段内,向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,所述带预定导电类型电荷的离子用于中和附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷;通过电荷中和消除了由于沉积电荷产生的内建电场对等离子体的影响,保证了等离子体刻蚀的准确性,保证了刻蚀图形的准直。



1. 一种等离子体刻蚀系统,其特征在于,至少包括,射频源、离子发生器、直流电源和反应腔室,所述反应腔室内设置有相对放置的第一电极和第二电极,在所述第一电极上放置有待刻蚀的基底,所述射频源连接在所述第一电极上,所述离子发生器与所述反应腔室连接,所述离子发生器用于产生预定导电类型电荷的离子,所述预定导电类型电荷的离子用于中和等离子体刻蚀过程中附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷,所述直流电源连接在所述第二电极上,用于在第二电极和第一电极之间形成直流电场,形成的所述直流电场用于将预定导电类型电荷的离子推向基底表面和/或刻蚀图形的内部。

2. 根据权利要求1所述的刻蚀系统,其特征在于,还包括,脉冲信号发生器和反相器,其中,所述脉冲信号发生器分别与所述射频源和所述反相器相连接,所述反相器位于所述脉冲信号发生器和所述离子发生器之间,所述脉冲信号发生器用于控制所述反相器和所述射频源,所述反相器用于控制所述离子发生器。

3. 根据权利要求2所述的刻蚀系统,其特征在于,所述反相器还与所述直流电源连接,所述反相器用于同时控制所述离子发生器和所述直流电源。

4. 根据权利要求1所述的刻蚀系统,其特征在于,还包括脉冲信号发生器和反相器,其中,所述脉冲信号发生器分别与所述离子发生器和所述反相器连接,所述反相器位于所述脉冲信号发生器和所述射频源之间,所述脉冲信号发生器用于控制所述反相器和所述离子发生器,所述反相器用于控制所述射频源。

5. 根据权利要求1所述的刻蚀系统,其特征在于,还包括,脉冲信号源,所述脉冲信号源分别与所述射频源和所述离子发生器相连,所述脉冲信号源能够输出两个具有相反相位的脉冲信号,其中,一个相位的脉冲信号用于控制射频源,另外一个相位的脉冲信号用于控制所述离子发生器。

6. 根据权利要求5所述的刻蚀系统,其特征在于,所述脉冲信号源还与所述直流电源连接,所述另外一个相位的脉冲信号用于控制所述直流电源。

一种等离子体刻蚀方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造工艺领域,尤其涉及一种等离子体刻蚀方法和系统。

背景技术

[0002] 在半导体制造中有两种基本的刻蚀工艺:干法刻蚀和湿法腐蚀。其中,干法刻蚀是把硅片表面暴露于气态中产生的等离子体,等离子体通过光刻胶中开出的窗口,与硅片发生物理或化学反应,从而去掉暴露的表面材料。因此,干法刻蚀,也可称为等离子体刻蚀。

[0003] 在等离子体刻蚀过程中会有电荷附着在待刻蚀的基底表面或被刻蚀图形的内部,如图1所示。这些附着积累的电荷会在被刻蚀图形的内部或基底表面形成内建电场,这些内建电场会影响等离子体的运动轨迹,从而造成刻蚀图形的翘曲(twisting)和弯曲(bowing),尤其对于一些高纵深比图形的刻蚀,电荷积累效应会变得更加严重。这种电荷积累导致刻蚀图形不准直,影响了半导体器件的性能。因此,在等离子体刻蚀过程中,应该去除这些附着在基底表面或刻蚀图形内部的电荷。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种等离子体刻蚀方法和系统,以去除等离子体刻蚀过程中,附着在基底表面或被刻蚀图形的内部的电荷。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用了如下技术方案:

[0006] 一种等离子体刻蚀方法,所述刻蚀方法包括若干个刻蚀周期,每个刻蚀周期包括以下步骤:

[0007] 等离子体对放置在反应腔室内的基底进行等离子体刻蚀,其中,在刻蚀过程中,部分电荷附着在基底表面和/或刻蚀图形的内部;

[0008] 停止等离子体刻蚀;至少在所述停止等离子体刻蚀过程的部分时间段内,向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,所述带预定导电类型电荷的离子用于中和附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷;

[0009] 至少在所述向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子的过程的部分时间段内在反应腔室内的两电极之间形成直流电场,所述直流电场用于将所述带预定导电类型电荷的离子推向基底表面和/或刻蚀图形内部。

[0010] 优选的,在所述停止等离子体刻蚀的整个过程中,均向反应腔内通入带预定导电类型电荷的离子。

[0011] 优选的,在所述向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子的同时,在反应腔室内的两电极之间形成直流电场。

[0012] 优选的,所述刻蚀方法为原位等离子体刻蚀方法。

[0013] 优选的,所述刻蚀方法为远程等离子体刻蚀方法。

[0014] 一种等离子体刻蚀系统,至少包括,射频源、离子发生器、直流电源和反应腔室,所述反应腔室内设置有相对放置的第一电极和第二电极,在所述第一电极上放置有待刻蚀的

基底,所述射频源连接在所述第一电极上,所述离子发生器与所述反应腔室连接,所述离子发生器用于产生预定导电类型电荷的离子,所述预定导电类型电荷的离子用于中和等离子体刻蚀过程中附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷,所述直流电源连接在所述第二电极上,用于在第二电极和第一电极之间形成直流电场,形成的所述直流电场用于将预定导电类型电荷的离子推向基底表面和/或刻蚀图形的内部。

[0015] 优选的,还包括,脉冲信号发生器和反相器,其中,所述脉冲信号发生器分别与所述射频源和所述反相器相连接,所述反相器位于所述脉冲信号发生器和所述离子发生器之间,所述脉冲信号发生器用于控制所述反相器和所述射频源,所述反相器用于控制所述离子发生器。

[0016] 优选的,所述反相器还与所述直流电源连接,所述反相器用于同时控制所述离子发生器和所述直流电源。

[0017] 优选的,还包括脉冲信号发生器和反相器,其中,所述脉冲信号发生器分别与所述离子发生器和所述反相器连接,所述反相器位于所述脉冲信号发生器和所述射频源之间,所述脉冲信号发生器用于控制所述反相器和所述离子发生器,所述反相器用于控制所述射频源。

[0018] 优选的,还包括,脉冲信号源,所述脉冲信号源分别与所述射频源和所述离子发生器相连,所述脉冲信号源能够输出两个具有相反相位的脉冲信号,其中,一个相位的脉冲信号用于控制射频源,另外一个相位的脉冲信号用于控制所述离子发生器。

[0019] 优选的,所述脉冲信号源还与所述直流电源连接,所述另外一个相位的脉冲信号用于控制所述直流电源。

[0020] 本发明提供的等离子体刻蚀方法,为间歇式刻蚀过程,其包括若干个刻蚀周期,每个刻蚀周期包括刻蚀过程和停止刻蚀过程。在对基底进行等离子体刻蚀过程中,会有一定量的电荷附着在基底表面和/或刻蚀图形的内部。为了消除该电荷,在刻蚀一段时间后,停止刻蚀,至少在停止刻蚀的部分时间段内,向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,该带预定导电类型电荷的离子用于中和附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷,通过该中和作用能够减少或消除基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷。因而通过该等离子体刻蚀方法,在一个刻蚀周期内,附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷基本上被带预定导电类型电荷的离子所中和而消除,因而在基底表面和/或刻蚀图形的内部不会形成内建电场,因而也就不会对等离子体的运动方向造成影响,因而能够保证刻蚀图形的准直,有利于提高半导体芯片的生产良率。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1是在等离子体刻蚀过程中电荷的分布示意图;

[0023] 图2是本发明实施例的等离子体刻蚀系统的一种结构示意图;

[0024] 图3是本发明实施例的等离子体刻蚀系统的另一种结构示意图;

- [0025] 图4是本发明实施例的等离子体刻蚀系统的另一种结构示意图；
- [0026] 图5是本发明实施例的等离子体刻蚀系统的又一种结构示意图；
- [0027] 图6是本发明实施例的等离子体刻蚀系统的又一种结构示意图；
- [0028] 图7是本发明实施例的等离子体刻蚀方法流程示意图。

具体实施方式

[0029] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0030] 在等离子体刻蚀过程中，将待刻蚀的基底放置在反应腔室的下电极的上方，然后开启射频源，利用射频电磁场在反应腔室内产生并维持一定浓度的等离子体，由于整体的正离子和负电子数量相同，而且两者的质量差距巨大，所以会在基底表面和/或刻蚀图形的内部积累大量负电荷并形成鞘层，该鞘层能够阻止更多电子到达基底表面同时能够加速带正电荷的离子向下入射。如果要中和刻蚀图形侧壁的正电荷需要入射负离子或者电子，但是带负电的粒子被上方存在鞘层阻挡住了，所以只要鞘层仍存在就很难将刻蚀图形侧壁积累的电荷清除掉。

[0031] 尤其是在高纵深比的刻蚀图形上，电荷附着积累现象更加突出。这些附着的电荷会产生内建电场，由于内建电场的作用，会对等离子体的运动轨迹造成影响，进而导致刻蚀图形弯曲或翘曲，造成刻蚀效果不理想，为了消除内建电场对等离子体的影响，必须去除附着在基底表面或刻蚀图形侧壁上的电荷。

[0032] 为了消除附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的尤其是侧壁上的电荷，本发明提供了一种等离子体刻蚀系统。

[0033] 结合图2对本发明实施例提供的等离子体刻蚀系统进行详细描述。如图2所示，该等离子体刻蚀系统包括射频源21、离子发生器22、反应腔室23和直流电源24，在反应腔室23内设置有相对放置的第一电极100和第二电极200。

[0034] 其中，射频源21与第一电极100相连，用于为产生和维持等离子体提供能量。在等离子体刻蚀过程中，通常将待刻蚀的基底放置在第一电极100的上方。

[0035] 离子发生器22与所述反应腔室23相连，其用于产生预定导电类型电荷的离子。至少在停止等离子体刻蚀过程的部分时间段内，由离子发生器22产生的带预定导电类型电荷的离子输送到反应腔室23内，用于中和等离子体刻蚀过程中附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷。

[0036] 需要说明的是，向反应腔室23内通入带预定导电类型电荷的离子的时间段可以为停止等离子体刻蚀过程的整个时间段，也可以为停止等离子体刻蚀的部分时间段。即向反应腔室23内通入带预定导电类型电荷的离子的时间段不大于停止等离子体刻蚀的整个时间段。而且仅在停止等离子体刻蚀以后再向反应腔室23内通入带预定导电类型电荷的离子，在等离子体刻蚀过程中，不向反应腔室23内通入带预定导电类型电荷的离子。

[0037] 直流电源24与反应腔室23内的第二电极200相连，该第二电极可以为高电极。直流电源24用于至少在向反应腔室23内通入带预定导电类型电荷的离子的过程的部分时间段

内在反应腔室内的第一电极100和第二电极200之间形成直流电场,该形成的直流电场能够将通入的带预定导电类型电荷的离子推向基底表面和/或刻蚀图形的内部,因而能够使带预定导电类型电荷的离子定向运动,能够更有效率地中和附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷。由于附着在基底和/或刻蚀图形内部的电荷被中和,因而由附着沉积的电荷形成的鞘层也被消除,进而消除了鞘层对等离子体的运动方向的影响,保证了刻蚀图形的准直,提高了半导体芯片的生产良率。

[0038] 需要说明的是,离子发生器22产生的能够中和沉积在基底表面或刻蚀图形侧壁上的电荷的带预定导电类型电荷的离子。该带预定导电类型电荷的离子的导电类型与沉积在基底表面或刻蚀图形侧壁上的电荷的导电类型相反。具体地说,当基底或者侧壁上的电荷为正电荷时,离子发生器22需要产生的离子为负离子,当基底或者侧壁上的电荷为负电荷时,离子发生器22需要产生的离子为正离子。需要说明的是,本发明实施例可以通过测量基底表面或刻蚀图形的侧壁上的表面电势来获知沉积在基底表面或刻蚀图形的侧壁上的电荷的导电类型。当测试的表面电势为负电势时,沉积的电荷为负电荷,当测试的表面电势为正电势时,沉积的电荷为正电荷。

[0039] 采用本发明提供的等离子体刻蚀系统进行等离子刻蚀的过程为间歇式刻蚀过程,该刻蚀方法包括若干个刻蚀周期,每个刻蚀周期包括两个阶段,刻蚀阶段和中和电荷阶段。

[0040] 具体地,在刻蚀阶段内,开启射频源,在反应腔室23内形成等离子体,对放置在反应腔室23内的基底进行等离子体刻蚀;需要说明的是,在等离子体刻蚀过程中,在待刻蚀的基底表面和/或刻蚀图形的侧壁上沉积电荷。

[0041] 在中和电荷阶段,停止等离子体刻蚀,开启离子发生器22产生带预定导电类型电荷的离子,将该预定导电类型电荷的离子通入到反应腔室23内,所述预定导电类型的离子用于中和沉积在基底表面和/或刻蚀图形的侧壁上的电荷,从而减少或消除沉积在基底表面或刻蚀图形侧壁上的电荷,进一步减弱或消除内建电场对等离子体的影响。从而消除了内建电场对刻蚀过程中等离子体的运动方向的影响,保证了刻蚀图形的准直。由于本发明采用的是具有单一电荷的离子作为中和用的带电粒子源,比如只有带正电荷的离子被离子发生器喷射入反应腔,所以只会有针对性的中和积累的残余电荷。不会像现有技术那样由于同时在等离子体中产生正负电荷的粒子,在基底表面产生鞘层,阻止了要中和用的带负电的粒子向下入射。

[0042] 进一步地,为了更好地控制刻蚀阶段和中和电荷阶段的时间段,可以采用脉冲射频源。也可以采用脉冲信号控制器用于控制普通的射频源。

[0043] 当采用脉冲射频源时,产生的等离子体也是脉冲的,具有周期性。具体地,一个周期内,在前1/2个周期内产生等离子体,在后1/2个周期内不产生等离子体。在产生等离子体的1/2个周期内进行等离子体刻蚀,在后1/2个周期内不产生等离子体,停止刻蚀,此时触发离子发生器,使其产生带预定导电类型电荷的离子,用于中和在刻蚀过程中沉积的电荷。

[0044] 当采用脉冲信号控制器来控制射频源周期性工作时,如图3所示,等离子体刻蚀系统除了包括图2所示的装置以外,还可以包括脉冲信号发生器25。该脉冲信号发生器25可以产生方波脉冲信号,该方波脉冲信号的高频频率和低频频率可以分别为60MHz和2MHz。采用该脉冲信号发生器25来控制射频源的开启和关闭,从而控制等离子体刻蚀过程的间歇式进行。当脉冲信号发生器25产生高频信号时,射频源开启,产生等离子体进行等离子体刻蚀;

当脉冲信号发生器25产生低频信号时,射频源关闭,等离子体刻蚀过程停止。当射频源21关闭时,即当等离子体刻蚀过程停止时,离子发生器22产生带预定导电类型电荷的离子,用于中和等离子体刻蚀过程中沉积在基底表面和/或刻蚀图形侧壁上的电荷。

[0045] 进一步地,为了在刻蚀过程停止后,立即产生中和电荷的离子中和沉积的电荷、提高刻蚀效率。射频源21和离子发生器22可以由同一脉冲信号发生器25控制,并且为了实现射频源21和离子发生器22分别在不同的时间段内工作(即射频源21工作时,离子发生器22停止工作,当射频源21停止工作时,离子发生器22工作),可以在脉冲信号发生器25与离子发生器22之间设置一个反相器26,如图4所示。反相器26能够将其接收的高频信号转化成低频信号,将高频信号转化成低频信号。这样就构成了一个由脉冲信号发生器25来共同控制射频源、反相器的电路结构。为了方便描述,将反相器26所在的支路为第一支路,射频源21所在的支路为第二支路。其中,在第一支路上,还包括与反相器26串联的离子发生器22,射频源21形成与第一支路并联的第二支路,脉冲信号发生器25位于总路上,用来控制第一支路和第二支路。采用该系统,在一个脉冲周期内,当脉冲信号发生器25产生高频信号,触发射频源21工作,同时,反相器26接收到由脉冲信号发生器25产生的高频信号后,将高频信号转化成低频信号,该低频信号不能触发离子发生器开启,所以当脉冲信号发生器25产生高频信号时,只有射频源开启,在反应腔室23内进行等离子体刻蚀。当脉冲信号发生器25产生低频信号时,不能触发射频源21开启,不能进行等离子体刻蚀,反相器26接收到由脉冲信号发生器25产生的低频信号后,将该低频信号转化成高频信号,该高频信号能够触发离子发生器22开启工作,产生预定导电类型的离子,将该预定导电类型的离子输送至反应腔室,以中和沉积在基底表面和刻蚀图形侧壁上的电荷。

[0046] 为了在离子发生器22产生带预定导电类型电荷的离子的同时,即可在两电极之间产生直流电场,需要同步触发离子发生器22和直流电源24。在上述实施例的基础上,可以由反相器26同时控制直流电源24和离子发生器22。也就是说,上述所述的反相器26所在的第一支路上又分为两个分支路,一个分支路是离子发生器22所在的分支路,另一个分支路是直流电源24所在的分支路。这两个分支路并联连接,由反相器26控制触发。由于直流电源24和离子发生器22并联,所以反相器26能够同步触发直流电源24和离子发生器22,也就是说,离子发生器22产生预定导电类型电荷的离子的同时,直流电源24在反应腔室内形成直流电场。

[0047] 需要说明的是,作为本发明的另一实施例,上述所述的反相器26也可以设置在脉冲信号发生器25和射频源21之间,如图5所示。此时,脉冲信号发生器控制三个支路:第一支路是离子发生器22所在的支路,第二支路是直流电源所在的支路,第三支路是反相器和射频源所在的支路。在第三支路上,反相器26和射频源21串联。由于反相器26能够将高频信号转换成低频信号,将低频信号转换成高频信号,所以由射频源接收的信号与离子发生器22、直流电源24接收的信号相反,能够使射频源24与离子发生器22、直流电源不同时工作,并且,离子发生器22和直流电源24同步工作。因此,本发明提供的等离子体刻蚀系统也能够实现间歇式等离子体刻蚀。在半个脉冲周期内进行等离子体刻蚀,在另外半个脉冲周期内进行电荷中和以去除沉积在基底表面或刻蚀图形侧壁的电荷。

[0048] 作为本发明等离子体刻蚀系统的又一实施例,在图2所示的等离子体刻蚀系统的基础上,还可以增设一脉冲信号源27,如图6所示,该脉冲信号源27分别与射频源21和离子

发生器22连接,并且该脉冲信号源27能够输出两个具有相反相位的脉冲信号,其中,一个相位的脉冲信号用于控制射频源21,另外一个具有相反相位的脉冲信号用于控制离子发生器22。由于射频源21和离子发生器22同时接收具有相反相位的脉冲信号,因此,当脉冲信号触发射频源21工作时,离子发生器22停止工作,当射频源21停止工作时,离子发生器工作。因此,该脉冲信号源27能够保证射频源21和离子发生器不同时工作,进而能够保证刻蚀过程和中和电荷过程的不同步,确保了刻蚀图形的准直。

[0049] 基于上述等离子体刻蚀系统,本发明实施例还提供了一种等离子体刻蚀方法。结合图7,对本发明提供的等离子体刻蚀方法进行描述。

[0050] 如上所述,该等离子体刻蚀方法为间歇式刻蚀方法,包括若干个刻蚀周期,每个刻蚀周期包括以下步骤:

[0051] S71、等离子体对放置在反应腔室内的基底进行等离子体刻蚀,其中,在刻蚀过程中,部分电荷附着在基底表面和/或刻蚀图形的内部:

[0052] 需要说明的是,进行等离子体刻蚀的等离子体可以是在反应腔室内原位形成的,也可以不是在反应腔室内形成的,而是从反应腔室外部产生,输送至反应腔室内的。也就是说,本发明实施例所述的等离子体刻蚀方法可以为原位等离子刻蚀方法,也可以为远程等离子体刻蚀方法。本发明实施例定义进行等离子体刻蚀的时间段为 t_1 。该阶段为等离子体刻蚀阶段。

[0053] S72、停止等离子体刻蚀;至少在所述停止等离子体刻蚀过程的部分时间段内,向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,所述带预定导电类型电荷的离子用于中和附着在基底表面和/或刻蚀图形内部的电荷;至少在所述向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子的过程的部分时间段内在反应腔室内的两电极之间形成直流电场,所述直流电场用于将所述带预定导电类型电荷的离子推向基底表面和/或刻蚀图形内部:

[0054] 关闭射频源,使其停止工作,在反应腔室内没有等离子体产生,等离子体刻蚀过程停止。停止等离子体刻蚀的时间段为 t_2 。

[0055] 在等离子体刻蚀过程停止以后,触发离子发生器产生带预定导电类型电荷的离子,所述带预定导电类型电荷的离子用于中和沉积在基底表面的电荷。设定此步骤的时间段为 t_3 。需要说明的是,可以在停止等离子体刻蚀的同时立即向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,即 $t_2=t_3$ 。也可以在停止等离子体刻蚀的部分时间段内,向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子,即 $t_3<t_2$ 。

[0056] 通过上述所述的等离子体刻蚀方法,通过产生的带预定导电类型电荷的离子能够将等离子体刻蚀过程中沉积在基底表面和/或刻蚀图形的侧壁上的电荷中和掉,从而消除了由于沉积电荷产生的内建电场对等离子体的影响,保证了等离子体刻蚀的准确性,保证了刻蚀图形的准直。

[0057] 此外,为了使得产生的离子能够定向地移动到基底表面和/或刻蚀图形的内部,还可以在向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子的部分时间段内,在反应腔室内的两电极之间形成直流电场,该直流电场能够将离子推向基底表面和/或刻蚀图形的内部。提高中和电荷的效率。

[0058] 为了进一步提高中和电荷的效率,可以向反应腔室内通入带预定导电类型电荷的离子的同时,即在反应腔室内的两电极之间形成直流电场。

[0059] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

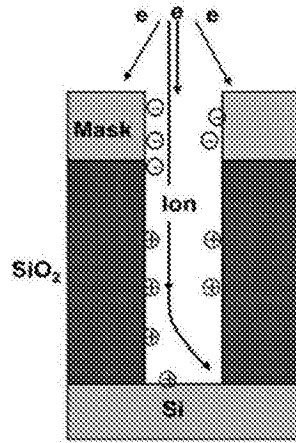


图1

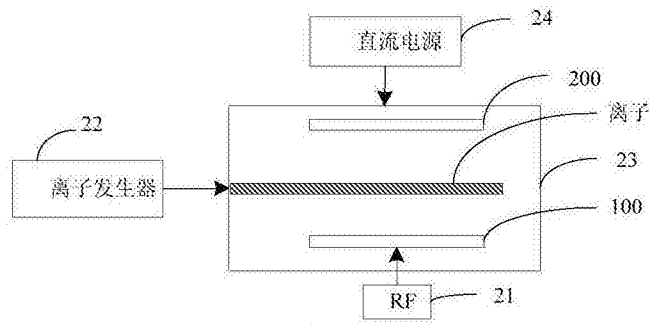


图2

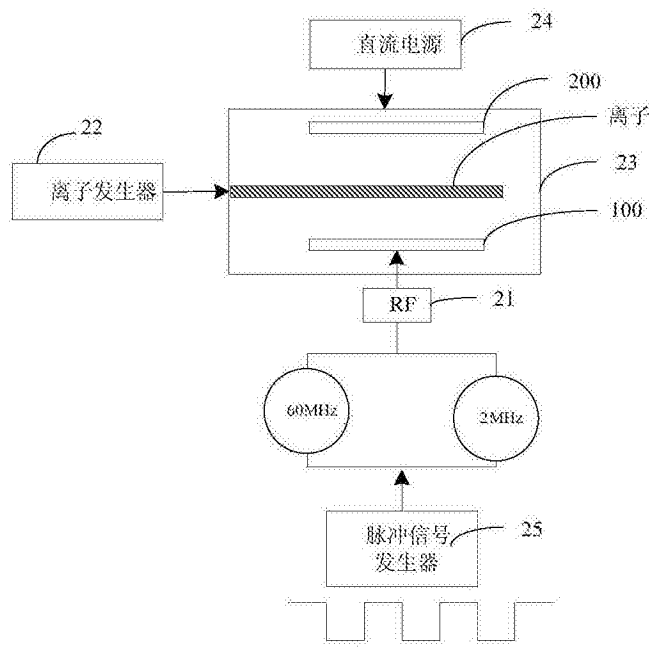


图3

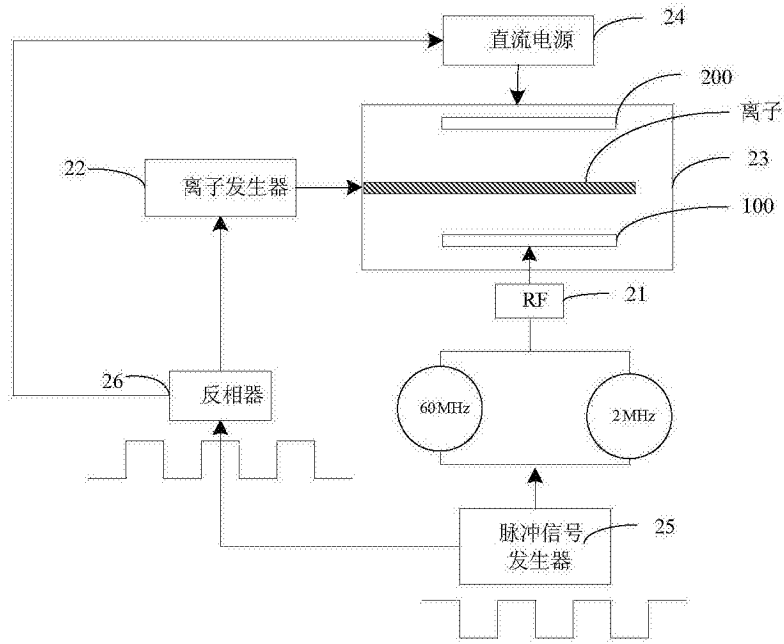


图4

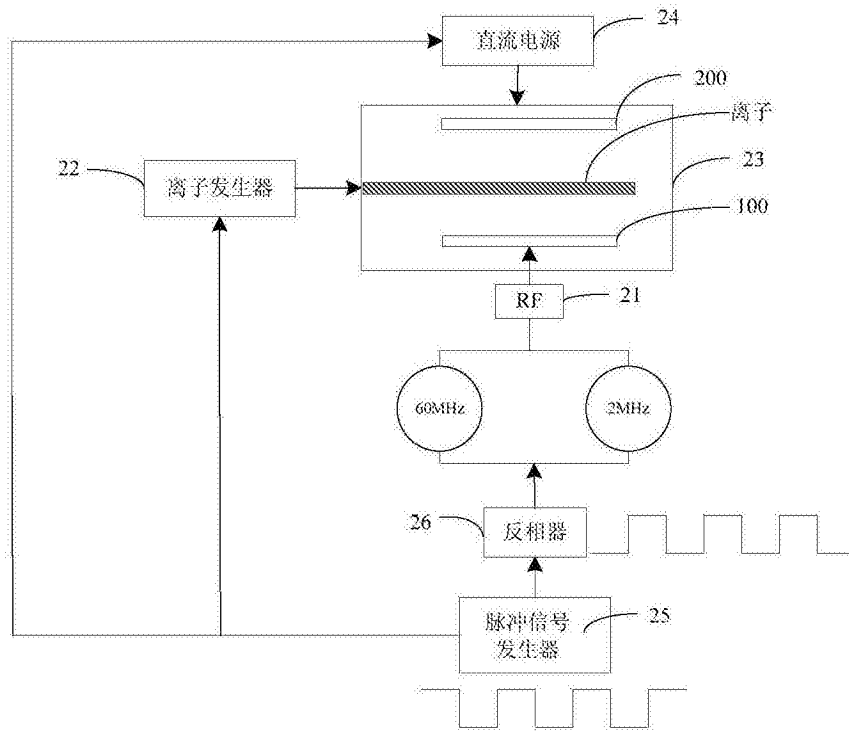


图5

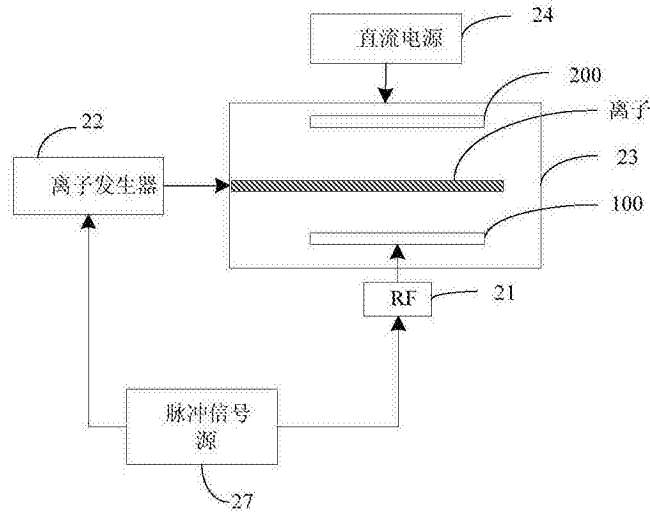


图6

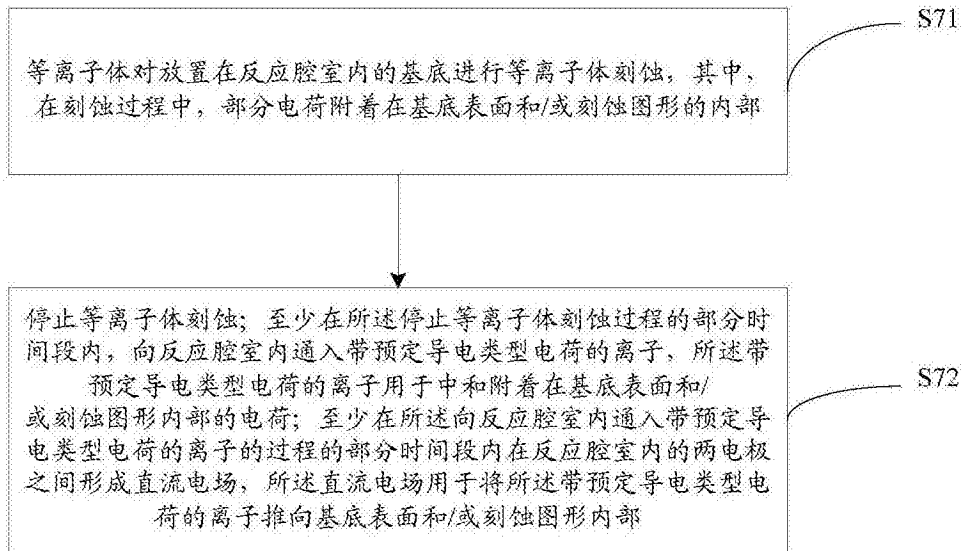


图7