



(21)申请号 201310045137.4

(22)申请日 2013.02.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103811249 A

(43)申请公布日 2014.05.21

(30)优先权数据

2012-250789 2012.11.15 JP

(73)专利权人 株式会社日立高新技术

地址 日本东京都

(72)发明人 安藤阳二 小野哲郎 臼井建人

(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 11038

代理人 许海兰

(51)Int.Cl.

H01J 37/244(2006.01)

H01J 37/32(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2002-270574 A,2002.09.20,说明书第12-21,26段,说明书附图1.

JP 特开2002-270574 A,2002.09.20,说明书第12-21,26段,说明书附图1.

JP 特开2005-217448 A,2005.08.11,说明书第29,42段,说明书附图1.

US 2005/0034811 A1,2005.02.17,全文.

US 5308650 A,1994.05.03,全文.

JP 特开平6-216080 A,1994.08.05,全文.

审查员 吴朦朦

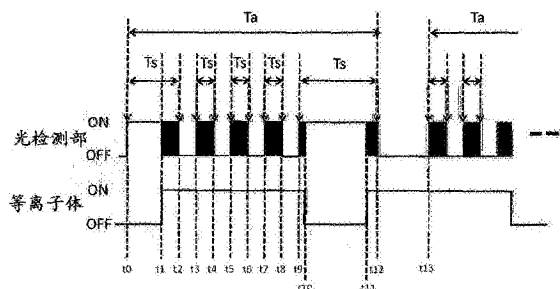
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

等离子体处理装置以及等离子体处理方法

(57)摘要

本发明提供一种具备高灵敏度化了的等离子体发光检测单元的等离子体处理装置以及使用了高灵敏度化了的等离子体发光检测单元的等离子体处理方法。本发明提供一种等离子体处理装置,具备:处理室,进行等离子体处理;气体供给单元,对所述处理室供给工艺气体;高频电源,供给用于对供给到所述处理室内的工艺气体进行等离子体化的高频电力;以及光检测器,检测在所述处理室内生成的等离子体的发光,所述等离子体处理装置的特征在于:所述光检测器具备:检测部,在规定的曝光时间的期间,检测通过脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光;以及控制部,进行控制以使在各所述曝光时间内检测的所述等离子体的发光的量成为恒定。



1. 一种等离子体处理装置, 具备:

处理室, 进行等离子体处理;

高频电源, 对所述处理室内供给用于生成等离子体的高频电力; 以及

光检测器, 在规定的曝光时间的期间, 检测所述等离子体的发光,

所述等离子体处理装置的特征在于,

还具备控制部, 在由所述光检测器检测通过被脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光的情况下, 所述控制部控制各所述曝光时间, 以使各所述曝光时间内的所述等离子体的ON时间成为恒定。

2. 一种等离子体处理装置, 具备:

处理室, 进行等离子体处理;

高频电源, 对所述处理室内供给用于生成等离子体的高频电力; 以及

光检测器, 在规定的曝光时间的期间, 检测所述等离子体的发光,

所述等离子体处理装置的特征在于,

还具备控制部, 在由所述光检测器检测通过被脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光的情况下, 所述控制部控制各所述曝光时间, 以使在各所述曝光时间内检测的所述脉冲调制用的脉冲的数量成为恒定。

3. 一种等离子体处理装置, 具备:

处理室, 进行等离子体处理;

高频电源, 对所述处理室内供给用于生成等离子体的高频电力; 以及

光检测器, 在规定的曝光时间的期间, 检测所述等离子体的发光,

所述等离子体处理装置的特征在于,

还具备控制部, 在由所述光检测器检测通过被脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光的情况下, 所述控制部根据所述脉冲调制用的脉冲的周期与所述曝光时间的大小关系, 切换第一控制和第二控制, 其中, 所述第一控制是控制各所述曝光时间以使各所述曝光时间内的所述等离子体的ON时间成为恒定的控制, 所述第二控制是控制各所述曝光时间以使在各所述曝光时间内检测的所述脉冲调制用的脉冲的数量成为恒定的控制。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的等离子体处理装置, 其特征在于,

所述控制部使所述脉冲调制用的脉冲与所述曝光时间同步。

5. 根据权利要求4所述的等离子体处理装置, 其特征在于,

所述光检测器的各采样的等离子体发光数据是在各所述曝光时间检测出的等离子体发光数据的规定个数的平均值。

6. 一种等离子体处理方法, 在光检测器的规定的曝光时间的期间, 通过所述光检测器检测被脉冲调制了的等离子体的发光, 使用检测并被脉冲调制了的所述等离子体的发光数据来进行等离子体处理, 所述等离子体处理方法的特征在于,

控制各所述曝光时间以使各所述曝光时间内的所述等离子体的ON时间成为恒定, 同时检测被脉冲调制了的所述等离子体的发光。

7. 一种等离子体处理方法, 在光检测器的规定的曝光时间的期间, 通过所述光检测器检测被脉冲调制了的等离子体的发光, 使用检测并被脉冲调制了的所述等离子体的发光数据来进行等离子体处理, 所述等离子体处理方法的特征在于,

控制各所述曝光时间以使在各所述曝光时间内检测的所述脉冲调制用的脉冲的数量成为恒定,同时检测被脉冲调制了的所述等离子体的发光。

8.一种等离子体处理方法,在光检测器的规定的曝光时间的期间,通过所述光检测器检测被脉冲调制了的等离子体的发光,使用检测并被脉冲调制了的所述等离子体的发光数据来进行等离子体处理,所述等离子体处理方法的特征在于,

根据所述脉冲调制用的脉冲的周期与所述曝光时间的大小关系来选择:控制各所述曝光时间以使各所述曝光时间内的所述等离子体的ON时间成为恒定,同时检测被脉冲调制了的所述等离子体的发光的方法;或者控制各所述曝光时间以使在各所述曝光时间内检测的所述脉冲调制用的脉冲的数量成为恒定,同时检测被脉冲调制了的所述等离子体的发光的方法。

9.根据权利要求6~8中的任一项所述的等离子体处理方法,其特征在于,使所述脉冲调制用的脉冲与所述曝光时间同步。

10.根据权利要求9所述的等离子体处理方法,其特征在于,

所述光检测器的各采样的等离子体发光数据是在各所述曝光时间检测出的等离子体发光数据的规定个数的平均值。

等离子体处理装置以及等离子体处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体元件的等离子体处理装置以及等离子体处理方法,特别涉及稳定地取得等离子体的发光强度来进行等离子体处理的等离子体处理装置以及等离子体处理方法。

背景技术

[0002] 关于对等离子体进行脉冲调制测量来自等离子体的发光的方法,有以下的现有技术。在专利文献1中,记载有对发生等离子体的高频电源进行脉冲调制并与该脉冲的频率同步地测量来自等离子体的发光的方法。在专利文献2中,叙述了使偏置电位周期性地变化而与该偏置同步地观察发光的手段。

[0003] 这些现有技术的目的在于以高灵敏度检测等离子体中的反应生成物的发光。通过对等离子体进行脉冲调制并与其频率同步地检测发光强度,去除外部噪音等不同步的频率分量的信号,从而实现了高灵敏度化。

[0004] 另外,在专利文献3中,记载有使来自等离子体的发光分光并且高速取入的方法。此处,记载了使CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合器件;以下,称为CCD)的积蓄时间变化,来调整增益的方法。另外,还有为了提高SN比(signal-noise ratio,信噪比;以下,称为SN比),通过增加检测器的采样次数,积蓄多次信号并平均来去除噪声分量的记载。

[0005] 另一方面,已知在等离子体蚀刻中,区别于发光测定的高灵敏度化,以不同的被蚀刻材料间的选择比提高或者蚀刻形状的垂直化为目的、对等离子体进行脉冲调制的技术,在市面销售的等离子体蚀刻装置中也存在具有脉冲调制功能的装置。

[0006] 【专利文献1】日本特开2002-270574号公报

[0007] 【专利文献2】日本特开2001-168086号公报

[0008] 【专利文献3】日本特开2005-217448号公报

发明内容

[0009] 在专利文献3记载的通过对发光进行多次采样并取平均来降低背景区域的噪声而提高SN比的方法中,在对放电进行了脉冲化时,产生在1次采样时间内发生的脉冲的数量不同的情况。

[0010] 在该情况下,在各采样时间内取入的发光强度不同,而妨碍等离子体发光检测的高灵敏度化。进而,根据脉冲放电的周期,各采样时间中包含的等离子体的ON时间(等离子体着火的时间)不同,在该情况下也妨碍等离子体发光检测的高灵敏度化。

[0011] 本发明是鉴于上述课题而完成的,其目的在于提供一种具备高灵敏度化了的等离子体发光检测单元的等离子体处理装置以及使用了高灵敏度化了的等离子体发光检测单元的等离子体处理方法。

[0012] 本发明提供一种等离子体处理装置,具备:处理室,进行等离子体处理;气体供给单元,对所述处理室供给工艺气体;高频电源,供给用于对供给到所述处理室内的工艺气体

进行等离子体化的高频电力;以及光检测器,检测在所述处理室内生成的等离子体的发光,所述离子体处理装置的特征在于:所述光检测器具备:检测部,在规定的曝光时间的期间,检测通过脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光;以及控制部,进行控制以使在各所述曝光时间内检测的所述等离子体的发光的量成为恒定。

[0013] 另外,本发明提供一种使用了等离子体处理装置的等离子体处理方法,该等离子体处理装置具备:处理室,进行等离子体处理;气体供给单元,对所述处理室供给工艺气体;高频电源,供给用于对供给到所述处理室内的工艺气体进行等离子体化的高频电力;以及光检测器,检测在所述处理室内生成的等离子体的发光,所述等离子体处理方法的特征在于:所述光检测器在规定的曝光时间的期间检测根据脉冲调制了的高频电力生成的等离子体的发光,进行控制以使在各所述曝光时间内检测的所述等离子体的发光的量成为恒定,基于由所述光检测器检测出的等离子体发光数据,进行等离子体处理。

[0014] 根据本发明,能够高灵敏度地检测通过脉冲放电得到的等离子体发光。

附图说明

[0015] 图1是示出本发明的等离子体蚀刻装置的一个例子的概略剖面图。

[0016] 图2是示出实施例1的特征的图。

[0017] 图3是示出实施例2的特征的图。

[0018] (符号说明)

[0019] 101:腔;102:晶片;103:试样台;104:微波透射窗;105:波导管;106:磁控管;107:螺线管线圈;108:静电吸附电源;109:高频电源;110:晶片搬入口;111:气体导入口;112:等离子体;113:光纤;114:分光器;115:光检测部;116:控制部;117:计数器;118:脉冲发生器;119:曝光时间信号部;120:外部PC。

具体实施方式

[0020] 参照附图,说明本发明的各实施方式。

[0021] 最初,参照图1,说明用于实施本发明的等离子体蚀刻装置的一个例子。图1是在等离子体生成单元中利用了微波和磁场的ECR(Electron Cyclotron Resonance,电子回旋共振)型等离子体蚀刻装置的概略图。

[0022] ECR型等离子体蚀刻装置包括能够对内部进行真空排气的腔101、载置作为被处理体的晶片102的试样台103、在腔101的上表面设置的石英等的微波透射窗104、在其上方设置的波导管105、磁控管106、在腔101的周围设置的螺线管线圈107、与试样台101连接的静电吸附电源108、以及对试样台103供给高频电力的高频电源109。

[0023] 晶片102在从晶片搬入口110被搬入到腔101内之后,通过静电吸附电源108被静电吸附到试样台103。接下来,工艺气体从气体导入口111被导入到腔101。腔101内被真空泵(图示省略)减压排气,调整为规定的压力(例如,0.1Pa~50Pa)。

[0024] 接下来,从磁控管106振荡频率2.45GHz的微波,经由波导管105而在腔101内传播。通过微波与由螺线管线圈107发生的磁场的作用,处理气体被激励,在晶片102上部的空间中形成等离子体112。

[0025] 另一方面,对试样台103,通过高频电源109施加偏置,等离子体112中的离子被垂

直地加速而入射到晶片102上。另外,高频电源109能够对试样台103施加连续性的高频电力或者时间调制了的间歇的高频电力。通过来自等离子体112的自由基与离子的作用,晶片102被各向异性地蚀刻。

[0026] 针对来自等离子体112的发光,通过光纤113取入,通过分光器114分光,利用包括CCD(Charge Coupled Device)的光检测部115将其变换为电信号。通过从脉冲发生器118发生的脉冲信号,对从磁控管106发生的微波进行脉冲调制,相伴与此等离子体112在反复ON和OFF的同时发光。

[0027] 另一方面,将脉冲发生器118的信号经由计数器117,与来自曝光时间信号部119的信号一起输入到控制部116。控制部116控制光检测部115以便从该2个信号针对以下叙述那样的每一定的脉冲数进行光检测、或者针对每一定的放电时间进行光检测。

[0028] 根据该结构,通过以使在各曝光时间内发生的脉冲的数量成为恒定的方式控制光检测部115的曝光时间,能够使各曝光时间内的发光强度恒定。另外,在本发明中,将具备光检测部115、控制部116、计数器117、以及曝光时间信号部119的单元作为光检测器。进而,该检测单元还具有针对由分光器114分光的各波长的每一个的光强度依次进行积算加法的功能。

[0029] 【实施例1】

[0030] 最初,使用图1和图2,说明对光检测器的曝光时间(T_s)内的 等离子体的ON时间的积算量进行计数,控制曝光时间的单元以使各曝光时间的积算出的时间成为恒定。

[0031] 预先在等离子体处理的开始前设定在各曝光时间(T_s)内检测的等离子体的ON时间,并将该时间设为 T_{pon} 。控制部116在从脉冲发生器118接收脉冲的ON信号之前,使光检测部115中的等离子体的曝光开始。

[0032] 在图2中,在时刻 t_0 ,光检测部115成为可检测的状态。将可检测的状态记载为ON。磁控管106如果从脉冲发生器118接收到ON信号,则输出微波而生成等离子体。在图2中,在时刻 t_1 ,等离子体成为ON状态。

[0033] 在时刻 t_0 至 t_1 的期间,无等离子体发光,但在光检测部115中,曝光继续。如果在 t_1 磁控管106成为ON而等离子体的发光开始,则通过光检测部115开始等离子体发光的积蓄。另外,同时通过计数器117开始等离子体的ON时间的积算值(以下,称为 T_{pon})的积算。图2的光检测部115的脉冲被涂黑的部位是等离子体的ON时间被积算了的部位。

[0034] 如果等离子体的ON时间的积算值达到事先设定的 T_{pon} ,则等离子体发光,光检测部115的曝光结束(t_2)。在时刻 t_2 至 t_3 的期间,将由光检测部115积蓄的曝光数据传送到外部PC120等,实施积蓄数据的复位。该时间是由光检测器决定的固定值,曝光结束至接下来的曝光开始的时间恒定。

[0035] 接下来,在时刻 t_3 使曝光再次开始,直至时刻 t_4 积蓄发光数据。在达到事先设定的 $T_{pon}(t_4)$ 之后,进行曝光数据的传送以及复位。反复这些一连串的动作,逐步取得发光数据。在时刻 t_3 至 t_8 ,在曝光时间(T_s)的期间,等离子体一直是ON状态,所以 T_s 和 T_{pon} 相等。另外,在脉冲的最终步骤中也同样,即使在时刻 t_9 放电成为OFF,曝光仍继续,在放电再次开始之后,直至 T_{pon} 的时间达到设定值,继续曝光。

[0036] 将以上的各曝光时间中的发光数据取得反复N次,将N次平均值例如在PC画面上显示为发光强度的时间变化曲线。图2是针对曝光时间计算了5次量的平均值的例子,将计算

该平均值的采样时间记载为 T_a 。在本实施例中, T_s 是几毫秒至几十毫秒的等级,计算平均值的次数 N 成为几十至几百。另外,采样时间的 T_a 成为0.1s至1s的范围的值。

[0037] 这样,通过控制等离子体发光的曝光时间(T_s),能够使各曝光时间(T_s)内的等离子体的ON时间成为恒定,即能够使采样时间内的发光量成为恒定。另外,在以上叙述的本实施方式中,未特别取得等离子体的脉冲与光探测器的曝光开始时间的同步,但也可以取得同步。

[0038] 在以上叙述的实施例中,通过控制部116控制光检测部115的曝光时间而设置了曝光的OFF时间,但也可以无需特别设置曝光的OFF时间,而设置充分的数量的例如保存来自光检测部115的输出信号的寄存器,在传送信号的时间中也继续曝光,将该信号保存到寄存器而依次传送到外部PC120等。

[0039] 在本实施例中,是等离子体的ON时间大于曝光时间(T_s)的情况,但存在等离子体的ON时间小于曝光时间(T_s)的情况。即使在曝光时间(T_s)大于等离子体的ON时间的情况下,如本实施例那样对各曝光时间(T_s)内的等离子体的ON时间的积算进行计数的方式也可,但作为其他方式,使用图1和图3,说明对脉冲数进行计数,以使其计数数针对各曝光时间的每一个成为恒定的方式,控制光检测部115的曝光时间(T_s)的方法。

[0040] **【实施例2】**

[0041] 通过根据来自脉冲发生器118的ON/OFF信号脉冲调制了的、从磁控管106振荡出的微波,等离子体周期性地反复ON和OFF。

[0042] 为了使等离子体发光曝光,从脉冲发生器118将脉冲的ON信号送到控制部116,与该脉冲的ON信号同步地通过光检测部115开始曝光(时间 t_0),并且针对从脉冲发生器118发生的脉冲的脉冲数通过计数器117进行计数。

[0043] 如果计数器117中的计数数达到预先设定的脉冲数,则控制部116将用于使光检测部115的曝光结束的信号送到光检测部115,结束光检测部115中的曝光(时间 t_1)。从 t_0 时间至 t_1 积蓄的发光数据被传送到外部PC120,对所积蓄的发光数据进行复位。将这样的发光数据的积蓄反复 N 次,并对 N 次平均值以预定的采样间隔进行采样而得到的发光强度的时间变化被显示于例如外部PC120的画面上。在图3中,示出针对曝光时间计算了5次量的平均值的例子,将上述采样花费的时间记载为 T_a 。

[0044] 这样,通过以使各曝光时间内的脉冲数成为恒定的方式控制各曝光时间,能够稳定地检测在各采样时间内检测的等离子体发光。

[0045] 另外,还能够进行并非将各曝光时间内的脉冲数控制为恒定,而与脉冲数成比例地对输出值乘以校正系数而使运算值成为恒定这样的控制。例如,在曝光时间(T_s)中由于某种原因产生变动,某曝光时间内的脉冲计数数成为比预先设定的标准值 N_s 少一个的“ $N_s - 1$ ”个的情况下,只要进行对来自光检测部115的输出信号乘以将 N_s 除以 $N_s - 1$ 而得到的值这样的运算,即使各曝光时间内的脉冲数不同,也能够使来自光检测部115的信号输出成为恒定。

[0046] 另外,为了使在各曝光时间内探测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定,也可以并非对脉冲进行计数,而根据脉冲发生器118的频率设定值计算。对等离子体进行脉冲调制时的频率通常被设定为规定等离子体蚀刻的处理条件的配方,所以通过根据在配方中设定的频率的倒数计算周期 T_p ,并将探测等离子体发光的曝光时间设定为 T_p 的整数倍,能够

使在各曝光时间内探测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定。

[0047] 通常,对于等离子体的调制脉冲的周期 T_p ,由蚀刻形状等特性决定最佳值,并且,对于光检测部115的曝光时间(T_s),由等离子体的发光强度决定最佳值。因此, T_p 与 T_s 的大小关系由蚀刻特性、等离子体的发光强度等决定。因此,以下,说明根据等离子体调制脉冲的周期 T_p 与光检测部115的曝光时间(T_s)的大小关系,切换以使在各曝光时间内探测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定的方式控制各曝光时间的控制、和以使在各曝光时间内探测的等离子体的ON时间的积算量 T_{pon} 成为恒定的方式控制各曝光时间的控制的手段。

[0048] 【实施例3】

[0049] 在制作等离子体处理条件时,决定光检测部115的曝光时间(T_s)和等离子体的调制脉冲的周期 T_p 的时间。在光检测部115的曝光时间(T_s)大于等离子体的调制脉冲的周期 T_p 的情况下($T_s > \alpha T_p$),如实施例2那样,控制各曝光时间以使在各曝光时间内探测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定,同时探测等离子体发光。此处, α 是10以上。

[0050] 接下来,在光检测部115的曝光时间(T_s)小于等离子体的调制脉冲的周期 T_p ($T_s < \alpha T_p$)的情况下,如实施例1那样,控制各曝光时间以使在各曝光时间内探测的等离子体的ON时间的积算量 T_{pon} 成为恒定,同时探测等离子体发光。此处, α 是10以上。

[0051] 这样,通过控制部116进行根据等离子体调制脉冲的周期 T_p 与光检测部115的曝光时间(T_s)的大小关系,切换以使在各曝光时间内探测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定的方式控制各曝光时间的控制、和以使在各曝光时间内探测的等离子体的ON时间的积算量 T_{pon} 成为恒定的方式控制各曝光时间的控制,能够自动地选择最佳的控制方法,能够不依赖于等离子体调制脉冲的周期 T_p 与光检测部115的曝光时间(T_s)的大小关系,而稳定地探测等离子体发光。

[0052] 以上,在各实施例中,说明了使用了微波的ECR(Electron Cyclotron Resonance)方式的微波等离子体蚀刻装置中的应用例,但本发明不限于此,也可以应用于使用了电容耦合型、感应耦合型的等离子体生成单元的等离子体蚀刻装置。

[0053] 另外,在实施例1中如上所述,在本发明中,以使在各曝光时间内检测的等离子体的ON时间的积算量成为恒定的方式,控制各曝光时间。另外,在实施例2中如上所述,在本发明中,以使在各曝光时间内检测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定的方式,控制各曝光时间。

[0054] 进而,在实施例3中如上所述,在本发明中,根据等离子体调制脉冲的周期 T_p 与光检测部115的曝光时间(T_s)的大小关系,切换以使在各曝光时间内检测的等离子体的调制脉冲的数量成为恒定的方式控制各曝光时间的控制、和以使在各曝光时间内检测的等离子体的ON时间的积算量 T_{pon} 成为恒定的方式控制各曝光时间的控制。

[0055] 即,在本发明中,进行控制以使光检测部115的在各曝光时间内检测的脉冲调制了的等离子体的发光量成为恒定。因此,通过使脉冲调制等离子体的脉冲和光检测部115的曝光时间同步,而控制为在各曝光时间内检测的等离子体的发光量成为恒定也是本发明。此处,使脉冲调制等离子体的脉冲和光检测部115的曝光时间同步是指:例如,使脉冲的ON期间的开始时间和曝光开始时间符合。

[0056] 通过实施以上那样的本发明,能够使在各曝光时间内检测的等离子体的发光量成为恒定,所以能够高灵敏度地检测通过脉冲放电得到的等离子体发光。

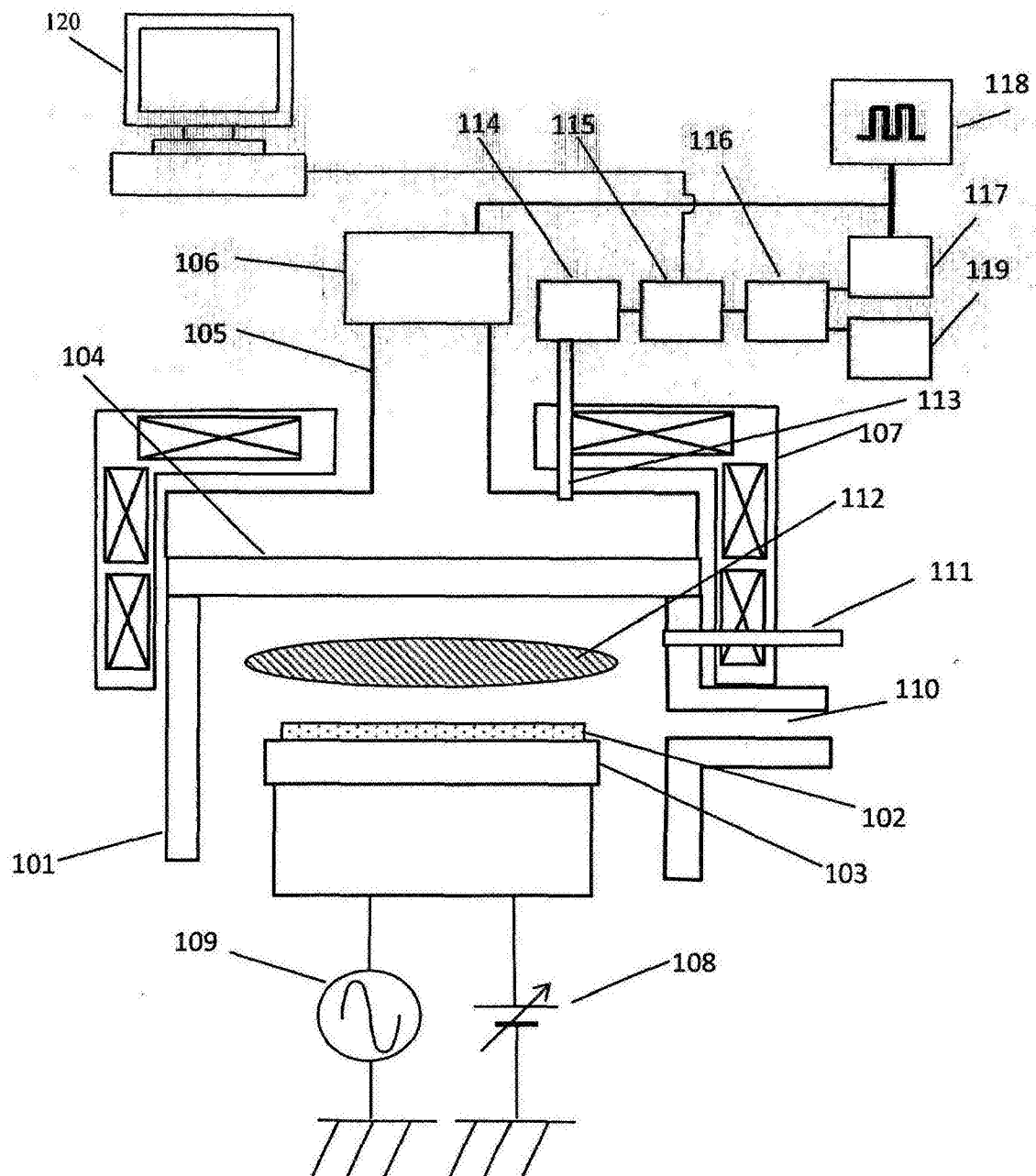


图1

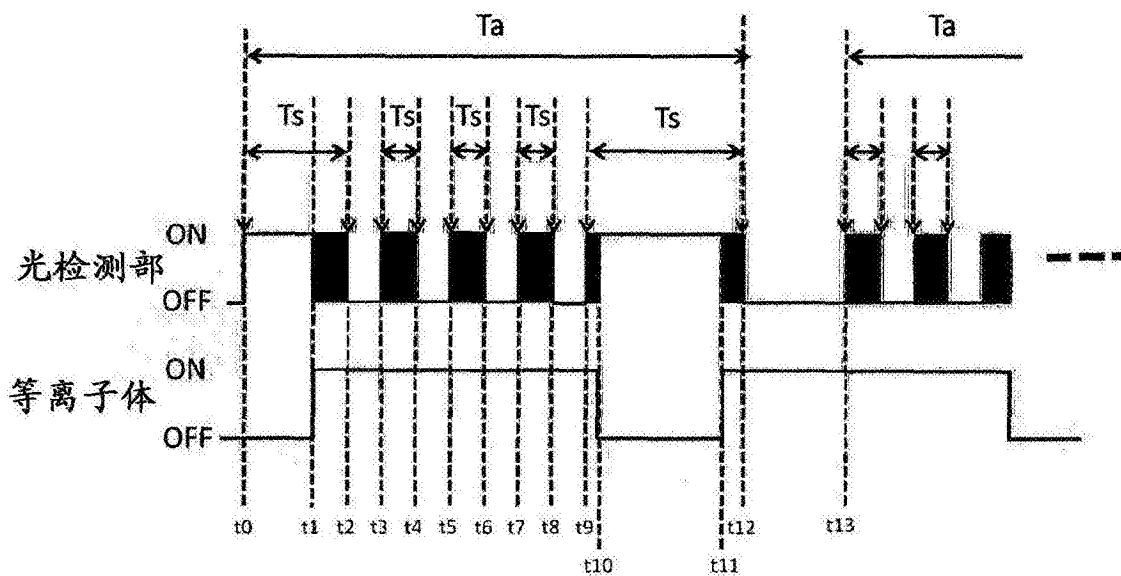


图2

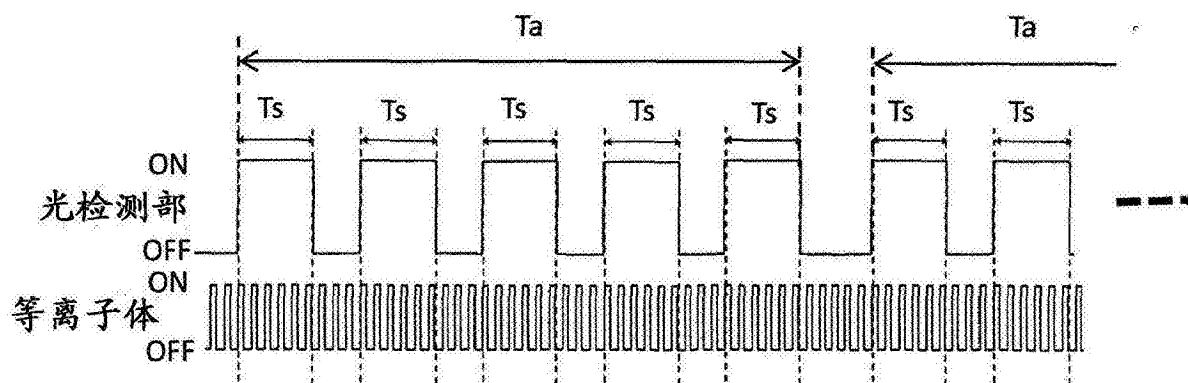


图3