



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112144020 A

(43) 申请公布日 2020. 12. 29

(21) 申请号 202010587965.0

(22) 申请日 2020.06.24

(30) 优先权数据

2019-118676 2019.06.26 JP

(71) 申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 北见尚久 酒见俊之 山本哲也

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 任玉敏

(51) Int. Cl.

G23C 14/32 (2006.01)

G23C 14/54 (2006.01)

G23C 14/58 (2006.01)

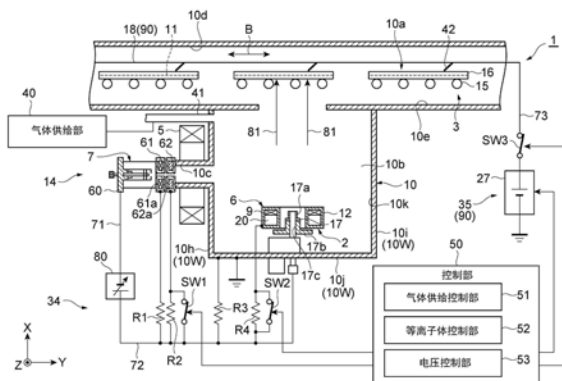
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

负离子照射装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够容易进行退火处理的负离子照射装置。控制部(50)控制电压施加部(90)在等离子体(P)生成期间开始向基板(11)施加偏置电压,并在等离子体(P)停止之后也持续向基板(11)施加偏置电压。如此,若在等离子体(P)生成期间开始向基板(11)施加偏置电压,则存在于真空腔室(10)中的电子因施加的电压的影响而照射于基板(11)。由此,电子照射于基板(11)的表面,由此基板(11)的表面通过电子冲击而被加热。在等离子体(P)停止之后也持续向基板(11)施加电压,因此生成的负离子照射于基板(11)的表面,并注入于该基板(11)。



1. 一种负离子照射装置,其向对象物照射负离子,具备:  
腔室,在内部生成所述负离子;  
气体供给部,供给成为所述负离子的原料的气体;  
等离子体生成部,在所述腔室内生成等离子体;  
电压施加部,向所述对象物施加电压;及  
控制部,进行所述气体供给部、所述等离子体生成部及所述电压施加部的控制,  
所述控制部控制所述气体供给部向所述腔室内供给所述气体,  
所述控制部控制所述等离子体生成部在所述腔室内生成所述等离子体,且通过停止生成所述等离子体来生成所述负离子,  
所述控制部控制所述电压施加部在所述等离子体生成期间开始向所述对象物施加电压,并在所述等离子体停止之后也持续向所述对象物施加所述电压。
2. 根据权利要求1所述的负离子照射装置,其中,  
所述控制部控制所述电压施加部在从开始生成所述等离子体起经过规定时间之后开始向所述对象物施加电压。

## 负离子照射装置

### 技术领域

[0001] 本申请主张基于2019年06月26日申请的日本专利申请第2019-118676号的优先权。该日本申请的全部内容通过参考而援用于本说明书中。

[0002] 本发明涉及一种负离子照射装置。

### 背景技术

[0003] 以往,作为负离子照射装置,已知专利文献1中记载的装置。该负离子照射装置具备向腔室内供给成为负离子的原料的气体的气体供给部和在腔室内生成等离子体的等离子体生成部。等离子体生成部通过在腔室内间歇地生成等离子体来生成负离子,并照射于对象物。

[0004] 专利文献1:日本特开2017-025407号公报

[0005] 在此,在如上所述的负离子照射装置中,有时会在向对象物注入离子之后加热该对象物来进行退火处理。然而,退火处理在不同于负离子照射装置的另一装置中进行。因此,存在退火处理需要花费劳力、成本及时间这一问题。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的在于,提供一种能够容易进行退火处理的负离子照射装置。

[0007] 为了解决上述问题,本发明所涉及的负离子照射装置向对象物照射负离子,其具备:腔室,在内部生成负离子;气体供给部,供给成为负离子的原料的气体;等离子体生成部,在腔室内生成等离子体;电压施加部,向对象物施加电压;及控制部,进行气体供给部、等离子体生成部及电压施加部的控制,控制部控制气体供给部向腔室内供给气体,控制部控制等离子体生成部在腔室内生成等离子体,且通过停止生成等离子体来生成所述负离子,控制部控制电压施加部在等离子体生成期间开始向对象物施加电压,在等离子体停止之后也持续向对象物施加电压。

[0008] 在本发明所涉及的负离子照射装置中,控制部控制气体供给部向腔室内供给气体。并且,控制部控制等离子体生成部在腔室内生成等离子体,且通过停止生成等离子体而由电子和气体生成负离子,并向对象物照射该负离子。在此,控制部控制电压施加部在等离子体生成期间开始向对象物施加电压,在等离子体停止之后也持续向对象物施加电压。如此,若在等离子体生成期间开始向对象物施加电压,则存在于腔室中的电子因施加的电压的影响而照射于对象物。由此,电子照射于对象物的表面,由此对象物的表面通过电子冲击而被加热。在等离子体停止之后也持续向对象物施加电压,因此生成的负离子照射于对象物的表面,并注入于该对象物。此时,对象物的表面被预先加热,因此注入的负离子通过热扩散而以浓度梯度的方式进入对象物内部。如此,通过使用电子进行对象物的加热,能够省去照射负离子之后的由另一装置进行的退火处理。综上所述,能够容易进行退火处理。

[0009] 控制部也可以控制电压施加部在从开始生成等离子体起经过规定时间之后开始向对象物施加电压。由此,能够避免不少在刚生成等离子体之后产生的电涌的影响。

[0010] 发明效果

[0011] 根据本发明,能够提供一种能够容易进行退火处理的负离子照射装置。

### 附图说明

[0012] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的负离子照射装置的结构概略剖视图,是表示等离子体生成时的动作状态的图。

[0013] 图2是表示图1的负离子照射装置的结构概略剖视图,是表示等离子体停止时的动作状态的图。

[0014] 图3是表示本实施方式所涉及的负离子照射装置的控制方法的流程图。

[0015] 图4(a)是表示等离子体的ON/OFF的定时和正离子及负离子向对象物的飞行状况的图表,图4(b)表示偏置电压的ON/OFF的状态。

[0016] 图5(a)是表示等离子体的ON/OFF的定时和正离子及负离子向对象物的飞行状况的图表,图5(b)表示偏置电压的ON/OFF的状态,图5(c)表示偏置电压与电流之间的关系。

[0017] 图6(a)是表示等离子体的ON/OFF的定时和正离子及负离子向对象物的飞行状况的图表,图6(b)表示偏置电压的ON/OFF的状态,图6(c)表示偏置电压与电流之间的关系。

[0018] 图中:1-负离子照射装置,3-输送机构(配置部),7-等离子体枪,10-真空腔室(腔室),11-基板(对象物),14-等离子体生成部,40-气体供给部,50-控制部,90-电压施加部,P-等离子体。

### 具体实施方式

[0019] 以下,参考附图并对本发明的一实施方式所涉及的负离子照射装置进行说明。应予说明,在附图说明中,对相同要件标注相同符号,并省略重复说明。

[0020] 首先,参考图1及图2对本发明的实施方式所涉及的负离子照射装置的结构进行说明。图1及图2是表示本实施方式所涉及的负离子照射装置的结构概略剖视图。图1中示出了等离子体生成时的动作状态,图2中示出了等离子体停止时的动作状态。

[0021] 如图1及图2所示,本实施方式的负离子照射装置1为将用于所谓的离子镀法的成膜技术应用用于负离子照射中的装置。除负离子照射模式以外,负离子照射装置1还能够通过切换模式而在对基板11进行成膜的成膜模式下动作。应予说明,为了便于说明,图1及图2中示出XYZ坐标系。Y轴方向为输送后述的基板的方向。X轴方向为基板的厚度方向。Z轴方向为与Y轴方向及X轴方向正交的方向。

[0022] 负离子照射装置1可以为如下所谓的卧式负离子照射装置:以基板11(对象物)的板厚方向成为大致铅垂方向的方式将基板11配置于真空腔室10(腔室)内并输送。在该情况下,Z轴及Y轴方向为水平方向,X轴方向成为铅垂方向且成为板厚方向。应予说明,负离子照射装置1也可以为如下所谓的立式负离子照射装置:以基板11的板厚方向成为水平方向(在图1及图2中为X轴方向)的方式使基板11直立或使其从直立的状态倾斜的状态下,将基板11配置于真空腔室10内并输送。在该情况下,X轴方向为水平方向且为基板11的板厚方向,Y轴方向为水平方向,Z轴方向成为铅垂方向。关于本发明的一实施方式所涉及的负离子照射装置,以下,以卧式负离子照射装置为例进行说明。

[0023] 负离子照射装置1具备:真空腔室10、输送机构3(配置部)、等离子体生成部14、气

体供给部40、电路部34、电压施加部90及控制部50。

[0024] 真空腔室10为用以容纳基板11并进行成膜处理的部件。真空腔室10具有：用以输送基板11的输送室10a、用以生成负离子的生成室10b及接收从等离子体枪7以束状照射的等离子体P至真空腔室10的等离子体口10c。输送室10a、生成室10b及等离子体口10c彼此连通。输送室10a沿规定的输送方向(图中的箭头A)(沿Y轴)设定。并且,真空腔室10由导电性材料制成且与接地电位连接。输送室10a中设置有用以加热基板11的加热部30。加热部30设置于输送室10a中比与生成室10b的连通部更靠输送方向上的上游侧。因此,来自生成室10b的负离子照射于被加热的状态的基板11。

[0025] 作为壁部10W,生成室10b具有:沿着输送方向(箭头A)的一对侧壁、沿着与输送方向(箭头A)交叉的方向(Z轴方向)的一对侧壁10h、10i及与X轴方向交叉配置的底面壁10j。

[0026] 输送机构3向输送方向(箭头A)输送在与生成室10b对置的状态下保持基板11的基板保持部件16。输送机构3发挥配置基板11的配置部的功能。例如,基板保持部件16为保持基板11的外周缘的框体。输送机构3由设置于输送室10a内的多个输送辊15构成。输送辊15沿输送方向(箭头A)等间隔配置,在支承基板保持部件16的同时沿输送方向(箭头A)输送该基板保持部件16。作为成为负离子照射的对象基板11,例如可采用在基材的表面上形成有ITO、IW0、ZnO、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、GaN、SiON等膜的基板。应予说明,在成膜模式的情况下,作为基板11,例如可采用玻璃基板或塑料基板等板状部件。在这种基板11上形成如上所述的膜。

[0027] 接着,对等离子体生成部14的结构进行详细说明。等离子体生成部14在真空腔室10内生成等离子体及电子。等离子体生成部14具有:等离子体枪7、转向线圈5及炉缸机构2。

[0028] 等离子体枪7例如为压力梯度式等离子体枪,其主体部分经由设置于生成室10b的侧壁的等离子体口10c与生成室10b连接。等离子体枪7在真空腔室10内生成等离子体P。在等离子体枪7中生成的等离子体P从等离子体口10c向生成室10b内以束状射出。由此,在生成室10b内生成等离子体P。

[0029] 等离子体枪7的一端被阴极60封闭。在阴极60与等离子体口10c之间同心地配置有第1中间电极61(栅极)及第2中间电极62(栅极)。在第1中间电极61内内置有用以收敛等离子体P的环状永久磁铁61a。在第2中间电极62内也内置有用以收敛等离子体P的电磁铁线圈62a。

[0030] 等离子体枪7在生成负离子时在生成室10b内间歇地生成等离子体P。具体而言,等离子体枪7被后述的控制部50控制成在生成室10b内间歇地生成等离子体P。在控制部50的说明中对该控制进行详细说明。

[0031] 转向线圈5设置于安装有等离子体枪的等离子体口10c的周围。转向线圈5将等离子体P引导至生成室10b内。转向线圈5由转向线圈用电源(未图示)励磁。

[0032] 炉缸机构2为将来自等离子体枪的等离子体P引导至所期望的位置的机构。炉缸机构2具有主炉缸17及环炉缸6。在使用负离子照射装置1进行成膜的情况下,主炉缸17发挥保持成膜材料的阳极的功能。主炉缸17如下进行成膜:通过将等离子体引导至成膜材料或成膜材料的周围而使成膜材料蒸发并使其附着于基板11。但是,在生成负离子时,为了使等离子体P不被引导至成膜材料,向环炉缸6诱导等离子体。因此,在负离子照射装置1不进行成膜而仅进行负离子照射的情况下,成膜材料也可以不被主炉缸17保持。

[0033] 环炉缸6为具有用以诱导等离子体P的电磁铁的阳极。环炉缸6配置于主炉缸17的

填充部17a的周围。环炉缸6具有：环状的线圈9、环状的永久磁铁部20及环状的容器12，线圈9及永久磁铁部20容纳于容器12中。在本实施方式中，在从输送机构3观察时，沿X轴负方向以线圈9、永久磁铁部20的顺序设置，但也可以沿X轴负方向以永久磁铁部20、线圈9的顺序设置。

[0034] 气体供给部40配置于真空腔室10的外部。气体供给部40通过设置于生成室10b的侧壁(例如侧壁10h)的气体供给口41，向真空腔室10内供给气体。气体供给部40供给成为负离子的原料的气体。作为气体，例如可采用 $O^-$ 等成为负离子的原料的 $O_2$ 、 $NH^-$ 等成为氮化物的负离子的原料的 $NH_2$ 、 $NH_4$ 、以及 $C^-$ 或 $Si^-$ 等成为负离子的原料的 $C_2H_6$ 、 $SiH_4$ 等。应予说明，气体包括Ar等稀有气体。

[0035] 气体供给口41的位置优选为生成室10b与输送室10a的边界附近的位置。在该情况下，能够将来自气体供给部40的气体供给到生成室10b与输送室10a的边界附近，因此在该边界附近生成后述的负离子。因此，能够使生成的负离子适当地注入于输送室10a内的基板11。应予说明，气体供给口41的位置并不限于生成室10b与输送室10a的边界附近。

[0036] 电路部34具有：可变电源80、第1配线71、第2配线72、电阻器R1~R4及短路开关SW1、SW2。

[0037] 可变电源80隔着位于接地电位的真空腔室10向等离子体枪7的阴极60施加负电压，且向炉缸机构2的主炉缸17施加正电压。由此，可变电源80在等离子体枪7的阴极60与炉缸机构2的主炉缸17之间产生电位差。

[0038] 第1配线71电连接等离子体枪7的阴极60与可变电源80的负电位侧。第2配线72电连接炉缸机构2的主炉缸17(阳极)与可变电源80的正电位侧。

[0039] 电阻器R1的一端与等离子体枪7的第1中间电极61电连接，并且另一端经由第2配线72与可变电源80电连接。即，电阻器R1在第1中间电极61与可变电源80之间串联。

[0040] 电阻器R2的一端与等离子体枪7的第2中间电极62电连接，并且另一端经由第2配线72与可变电源80电连接。即，电阻器R2在第2中间电极62与可变电源80之间串联。

[0041] 电阻器R3的一端与生成室10b的壁部10W电连接，并且另一端经由第2配线72与可变电源80电连接。即，电阻器R3在生成室10b的壁部10W与可变电源80之间串联。

[0042] 电阻器R4的一端与环炉缸6电连接，并且另一端经由第2配线72与可变电源80电连接。即，电阻器R4在环炉缸6与可变电源80之间串联。

[0043] 短路开关SW1、SW2分别为通过接收来自控制部50的指示信号来切换到ON/OFF状态的切换部。

[0044] 短路开关SW1与电阻器R2并联。短路开关SW1在生成等离子体P时成为OFF状态。由此，第2中间电极62与可变电源80经由电阻器R2彼此电连接，因此电流难以在第2中间电极62与可变电源80之间流动。其结果，来自等离子体枪7的等离子体P射出到真空腔室10内。应予说明，在将来自等离子体枪7的等离子体P射出到真空腔室10内的情况下，也可以使电流难以流向第1中间电极61来代替使电流难以流向第2中间电极62。在该情况下，短路开关SW1与第1中间电极61侧连接来代替与第2中间电极62侧连接。

[0045] 另一方面，短路开关SW1在停止等离子体P时成为ON状态。由此，第2中间电极62与可变电源80之间的电连接短路，因此电流在第2中间电极62与可变电源80之间流动。即，短路电流流向等离子体枪7。其结果，来自等离子体枪7的等离子体P不被射出到真空腔室10

内。

[0046] 在生成负离子时,由控制部50以规定间隔切换短路开关SW1的ON/OFF状态,由此在真空腔室10内间歇地生成来自等离子体枪7的等离子体P。即,短路开关SW1为切换向真空腔室10内的等离子体P的供给和隔断的切换部。

[0047] 短路开关SW2与电阻器R4并联。短路开关SW2根据是将等离子体P引导至主炉缸17侧还是引导至环炉缸6侧而通过控制部50切换ON/OFF状态。若短路开关SW2成为ON状态,则环炉缸6与可变电源80之间的电连接短路,因此与主炉缸17相比,电流更容易流向环炉缸6。由此,等离子体P容易被引导至环炉缸6。另一方面,若短路开关SW2成为OFF状态,则环炉缸6与可变电源80经由电阻器R4电连接,因此与环炉缸6相比,电流更容易流向主炉缸17,等离子体P容易被引导至主炉缸17侧。应予说明,在生成负离子时,短路开关SW2保持在ON状态。在成膜时,短路开关SW2保持在OFF状态。

[0048] 电压施加部90能够向成膜后的基板11(对象物)施加正电压。电压施加部90具备偏置电路35和滑接线18。

[0049] 偏置电路35为用以向成膜后的基板11施加正偏置电压的电路。偏置电路35具有:向基板11施加正偏置电压(以下,简称为“偏置电压”)的偏置电源27、电连接偏置电源27与滑接线18的第3配线73及设置于第3配线73的短路开关SW3。偏置电源27施加周期性地增加或减少的矩形波即电压信号(周期性电信号)作为偏置电压。偏置电源27构成为能够通过控制部50的控制来变更施加的偏置电压的频率。第3配线73的一端与偏置电源27的正电位侧连接,并且另一端与滑接线18连接。由此,第3配线73电连接滑接线18与偏置电源27。

[0050] 短路开关SW3通过第3配线73在滑接线18与偏置电源27的正电位侧之间串联。短路开关SW3为切换是否向滑接线18施加偏置电压的切换部。短路开关SW3由控制部50切换其ON/OFF状态。短路开关SW3在生成负离子时在规定的定时成为ON状态。若短路开关SW3成为ON状态,则滑接线18与偏置电源27的正电位侧彼此电连接,滑接线18被施加偏置电压。

[0051] 另一方面,短路开关SW3在生成负离子时的规定的定时成为OFF状态。若短路开关SW3成为OFF状态,则滑接线18与偏置电源27彼此电断开,滑接线18不被施加偏置电压。

[0052] 滑接线18为向基板保持部件16供电的架线。滑接线18以沿输送方向(箭头A)延伸的方式设置于输送室10a内。滑接线18通过与设置于基板保持部件16的供电刷42接触而通过供电刷42向基板保持部件16供电。滑接线18例如由不锈钢制金属线等构成。

[0053] 控制部50为控制整个负离子照射装置1的装置,具备统一管理整个装置的ECU[Electronic Control Unit,电子控制单元]。ECU为具有CPU[Central Processing Unit,中央处理单元]、ROM[Read Only Memory,只读存储器]、RAM[Random Access Memory,随机存取存储器]、CAN[Controller Area Network,控制器局域网]通信电路等的电子控制单元。在ECU中,例如,将存储于ROM中的程序加载到RAM中,并由CPU执行加载到RAM中的程序,由此实现各种功能。ECU也可以由多个电子单元构成。

[0054] 控制部50配置于真空腔室10的外部。并且,控制部50具备:控制基于气体供给部40的气体供给的气体供给控制部51、控制基于等离子体生成部14的等离子体P的生成的等离子体控制部52及控制基于电压施加部90的偏置电压的施加的电压控制部53。

[0055] 气体供给控制部51控制气体供给部40向生成室10b内供给气体。接着,控制部50的等离子体控制部52将等离子体生成部14控制在生成室10b内间歇地生成来自等离子体枪

7的等离子体P。例如,由控制部50以规定间隔切换短路开关SW1的ON/OFF状态,由此在生成室10b内间歇地生成来自等离子体枪7的等离子体P。

[0056] 在短路开关SW1成为OFF状态时(图1的状态),来自等离子体枪7的等离子体P射出至生成室10b内,因此在生成室10b内生成等离子体P。等离子体P以中性粒子、正离子、负离子(存在氧气等负性气体的情况)及电子为构成物质。因此,在生成室10b内生成电子。在短路开关SW1成为ON状态时(图2的状态),来自等离子体枪7的等离子体P不会射出至生成室10b内,因此生成室10b内的等离子体P的电子温度会急剧下降。因此,电子容易附着于供给至生成室10b内的气体的粒子。由此,在生成室10b内有效地生成负离子。

[0057] 图4(a)是表示等离子体P的ON/OFF的定时和正离子及负离子向对象物的飞行状况的图表。图中,记载为“ON”的区域表示等离子体P的生成状态,记载为“OFF”的区域表示等离子体P的停止状态。等离子体P在时间 $t_1$ 的定时停止。在等离子体P生成期间,生成大量的正离子。此时,在真空腔室10中还生成大量的电子。并且,若等离子体P停止,则正离子急剧减少。此时,电子也减少。负离子从在等离子体P停止之后经过规定时间之后的时间 $t_2$ 开始急剧增加,并在时间 $t_3$ 达到峰值。应予说明,正离子及电子在等离子体P停止之后开始减少,并在时间 $t_3$ 附近,正离子的量变得与负离子的量相同,电子则几乎消失。因此,若在时间 $t_3$ 之后向对象物施加正偏压,则照射时负离子将占据支配地位。

[0058] 控制部50控制基于电压施加部90的偏置电压的施加。控制部50在规定定时施加基于电压施加部90的偏置电压。应予说明,开始基于电压施加部90的偏置电压的施加的定时由控制部50预先设定。通过由电压施加部90向基板11赋予正偏置电压,真空腔室10内的负离子被引导至基板11。由此,负离子照射于基板11。并且,在真空腔室10内存在电子的情况下,电子也被引导至基板11。

[0059] 在此,参考图4对开始基于电压施加部90的偏置电压的施加的定时进行说明。图4(b)表示偏置电压的ON/OFF的状态。应予说明,图4(b)中示出了照射于基板11的粒子的种类,在记载为“电子”的区域中电子照射于基板11,在记载为“负离子”的区域中负离子照射于基板11。并且,关于记载为“电子”的区域与记载为“负离子”的区域之间的区域,电子及负离子照射于基板11。

[0060] 控制部50控制电压施加部90在等离子体P生成期间开始向基板11施加偏置电压。即,控制部50在比等离子体P停止的时间 $t_1$ 更靠前的阶段开始施加偏置电压。控制部50控制电压施加部90在从开始生成等离子体P起经过规定时间之后开始向基板11施加偏置电压。在图4(b)中,在“时间=0”的定时开始生成等离子体P,然后,在时间 $t_4$ ( $<$ 时间 $t_1$ )开始施加偏置电压。基板11开始施加偏置电压的定时只要至少在开始生成等离子体P的时间(=0)之后,则可以任意设定,例如只要能够避免刚生成等离子体P之后的电涌即可,可以设定在从开始生成等离子体P起 $20\mu\text{s}\sim 2\text{ms}$ 之间。

[0061] 并且,控制部50在等离子体P停止之后(时间 $t_1$ 之后)也持续向基板11施加偏置电压。控制部50在作为下一个开始生成等离子体P的定时的时间 $t_5$ 停止施加偏置电压。但是,停止施加偏置电压的定时并无特别限定,只要在真空腔室10中的负离子消失的定时停止即可。

[0062] 接着,对照射于基板11的粒子的种类进行说明。如图4(b)所示,通过在时间 $t_4$ 开始施加偏置电压,生成室10b中的电子照射于基板11。由此,基板11的表面被加热。电子的照射

在时间t1停止生成等离子体P之后也持续。然后,在时间t2之后,生成室10b内生成负离子,因此电子及负离子照射于基板11。在时间t3之后,电子减少,因此负离子照射于基板11。

[0063] 接着,参考图5及图6对偏置电压与电流之间的关系进行说明。图5是对偏置电源27为大容量时的偏置电压与电流之间的关系进行说明的图。图6是对偏置电源27为低容量时的偏置电压与电流之间的关系进行说明的图。图5(a)及图6(a)是表示等离子体P的ON/OFF的定时和正离子及负离子向对象物的飞行状况的图表。图5(b)及图6(b)表示偏置电压的ON/OFF的状态。图5(c)及图6(c)表示偏置电压与电流之间的关系。应予说明,图5(c)及图6(c)所示的偏置电压及电流的测量位置为在图2中负离子81照射于基板11的位置。应予说明,在图5及图6中,为了示出各状况下的偏置电压及电流的状态,偏置电压设为始终为ON。

[0064] 如图5(c)所示,若在时间0开始生成等离子体P,则在生成室10b内生成电子,该电子因偏置电压的影响而照射于基板11。若照射于基板11的电子增加,则流经被施加偏置电压的电路结构中的电流也增加。因此,在时间0之后,随着照射于基板11的电子增加,电流增加。此时,偏置电源27的容量较大,因此即使电力急剧增加,也不会发生问题,因此偏置电压保持恒定。若到时间t1,则随着存在于生成室10b内的电子的量减少,电子的照射量减少且电流减小。

[0065] 如图6(c)所示,在时间0之后,随着照射于基板11的电子增加,电流增加。在此,偏置电源27为低容量,因此若电流增加至规定的大小,则偏置电压从额定值减小,以使电力不会过于增加。若到时间t2,则随着存在于生成室10b内的电子的量减少,电子的照射量减少且电力减小,因此偏置电压增加对应量。然后,在时间t1附近,电子的照射量减少,因此电压返回到额定值,此后电流减小。

[0066] 接着,参考图3对负离子照射装置1的控制方法进行说明。图3是表示本实施方式所涉及的负离子照射装置1的控制方法的流程图。应予说明,在此,以照射 $O^-$ 负离子的情况为例进行说明。

[0067] 如图3所示,负离子照射装置1的控制方法包括气体供给工序S10、等离子体生成工序S20及电压施加工序S30。各工序由控制部50执行。

[0068] 首先,控制部50的气体供给控制部51控制气体供给部40向真空腔室10内供给气体(气体供给工序S10)。由此,真空腔室10的生成室10b内成为存在 $O_2$ 气体的状态。然后,执行等离子体生成工序S20。

[0069] 控制部50的等离子体控制部52控制等离子体生成部14在真空腔室10内生成等离子体P及电子,且通过停止生成等离子体P而由电子和气体生成负离子(等离子体生成工序S20)。应予说明,严格而言,在等离子体生成期间也生成负离子。若在真空腔室10的生成室10b内生成等离子体P及电子,则由等离子体P引起“ $O_2+e^- \rightarrow 2O+e^-$ ”这一反应。然后,若停止生成等离子体P,则在生成室10b内,因电子温度急剧降低而引起“ $O+e^- \rightarrow O^-$ ”这一反应。在执行等离子体生成工序S20之后,在规定的定时执行电压施加工序S30。

[0070] 控制部50的电压控制部53控制电压施加部90向基板11施加偏置电压(电压施加工序S30)。控制部50在等离子体P生成期间向基板11施加偏置电压。由此,生成室10b中的电子照射于基板11的表面,对该表面附近进行加热。控制部50在等离子体P停止之后也持续向基板11施加偏置电压。由此,生成室10b内的 $O^-$ 负离子81朝向基板11侧,并照射于该基板11(参考图2)。在刚停止等离子体P之后,还存在电子,因此电子和负离子均照射于基板11。然后,

电子的照射量减少,几乎仅负离子照射于基板11。

[0071] 接着,对本实施方式所涉及的负离子照射装置1的作用/效果进行说明。

[0072] 在本实施方式所涉及的负离子照射装置1中,控制部50控制气体供给部40向真空腔室10内供给气体。并且,控制部50控制等离子体生成部14在真空腔室10内生成等离子体P,且通过停止生成等离子体P而由电子和气体生成负离子,并向基板11照射该负离子。在此,控制部50控制电压施加部90在等离子体P生成期间开始向基板11施加偏置电压,并在等离子体P停止之后也持续向基板11施加偏置电压。如此,若在等离子体P生成期间开始向基板11施加偏置电压,则存在于真空腔室10中的电子因施加的电压的影响而照射于基板11。由此,电子照射于基板11的表面,由此基板11的表面通过电子冲击而被加热。在等离子体P停止之后也持续向基板11施加电压,因此生成的负离子照射于基板11的表面,并注入于该基板11。此时,基板11的表面被预先加热,因此注入的负离子通过热扩散而以浓度梯度的方式进入基板11内部。如此,通过使用电子进行基板11的加热,能够省去照射负离子之后的由另一装置进行的退火处理。综上所述,能够容易进行退火处理。

[0073] 并且,作为比较例,可举出在用加热器等对整个基板11进行加热的基础上进行负离子照射的方法。然而,这种方法无法在基板11为树脂基板或具有非晶层的基板等不耐热基板的情况下采用。相对于此,本实施方式的负离子照射装置1能够通过照射电子来仅对基板11的表面进行加热,而不对整个基板11进行加热,因此即使针对如上所述的不耐热基板11,也能够有效地注入负离子。

[0074] 控制部50也可以控制电压施加部90在从开始生成等离子体P起经过规定时间之后开始向基板11施加电压。由此,能够避免不少在刚生成等离子体之后产生的电涌的影响。

[0075] 以上,对本发明的一实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式,也可以在不变更各技术方案中记载的宗旨的范围内进行修改或应用于其他实施方式中。

[0076] 并且,在上述实施方式中,对还具备作为离子镀式成膜装置的功能的负离子照射装置进行了说明,但负离子照射装置也可以不具有成膜装置的功能。因此,等离子体P例如也可以被引导至与等离子体枪对置的壁部的电极等。

[0077] 例如,在上述实施方式中,将等离子体枪7设为压力梯度式等离子体枪,但等离子体枪7只要能够在真空腔室10内生成等离子体即可,而并不限于压力梯度式等离子体枪。

[0078] 并且,在上述实施方式中,在真空腔室10内仅设置了一组等离子体枪7和引导等离子体P的位置(炉缸机构2)的组,但也可设置多组。并且,也可以从多个等离子体枪7对一个位置供给等离子体P。





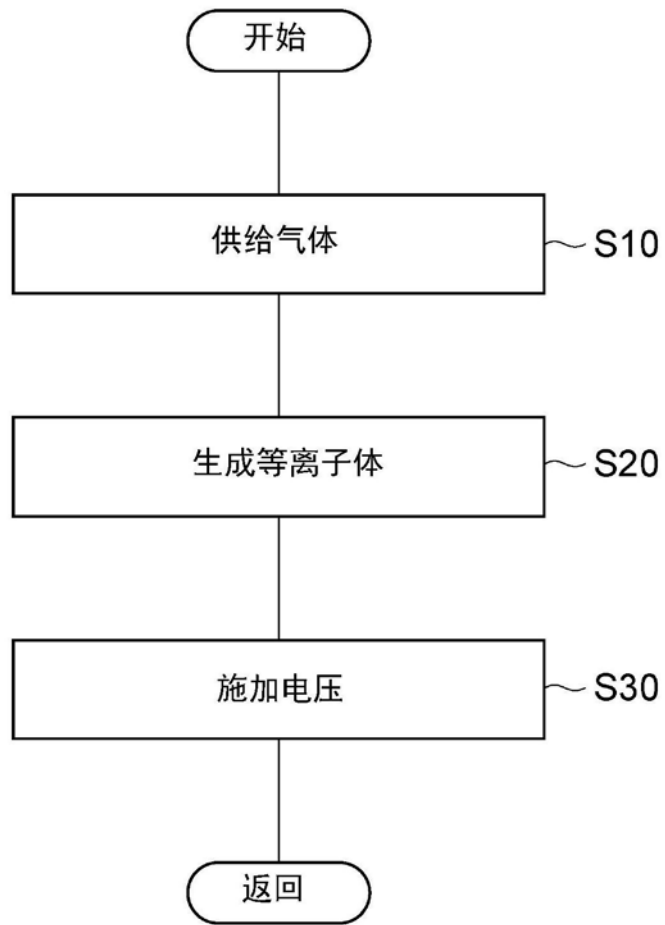


图3

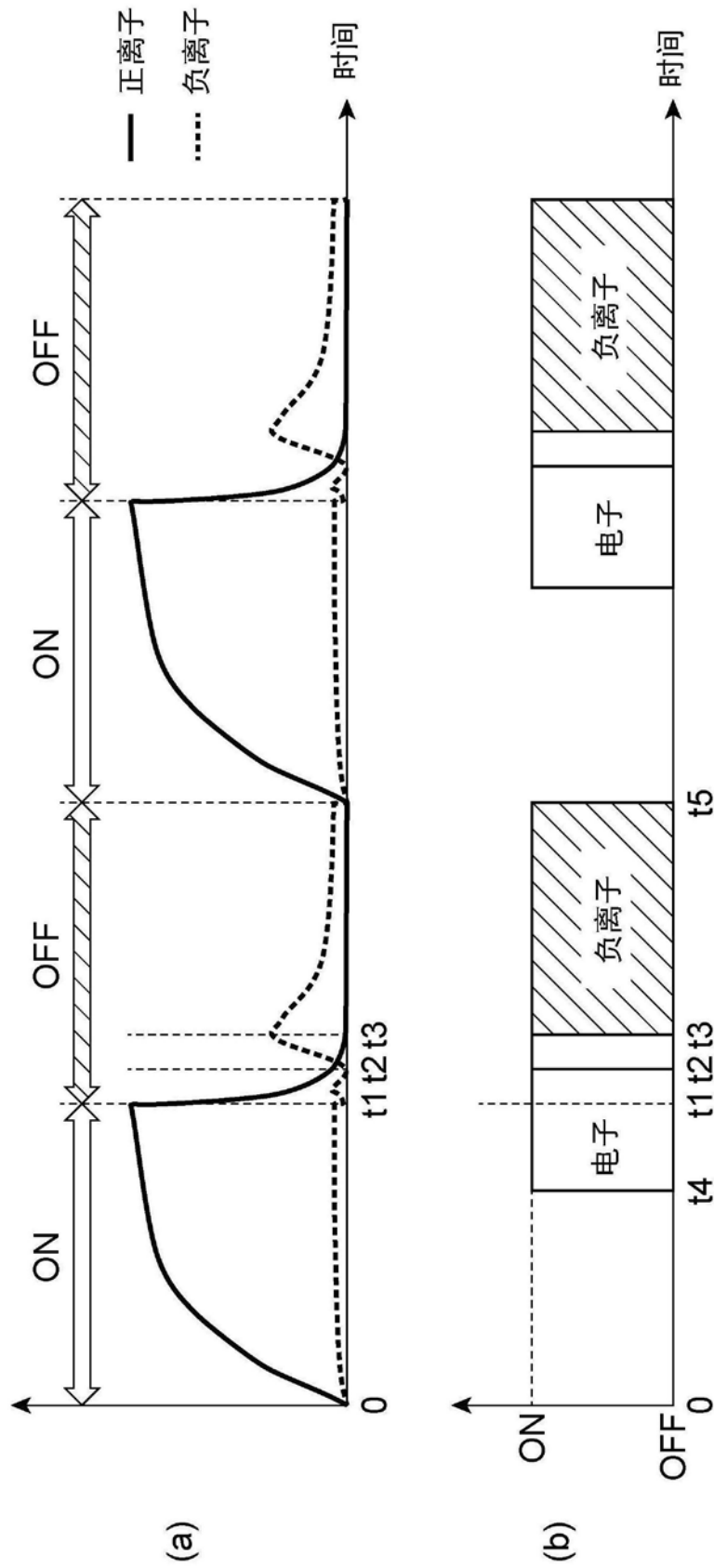


图4

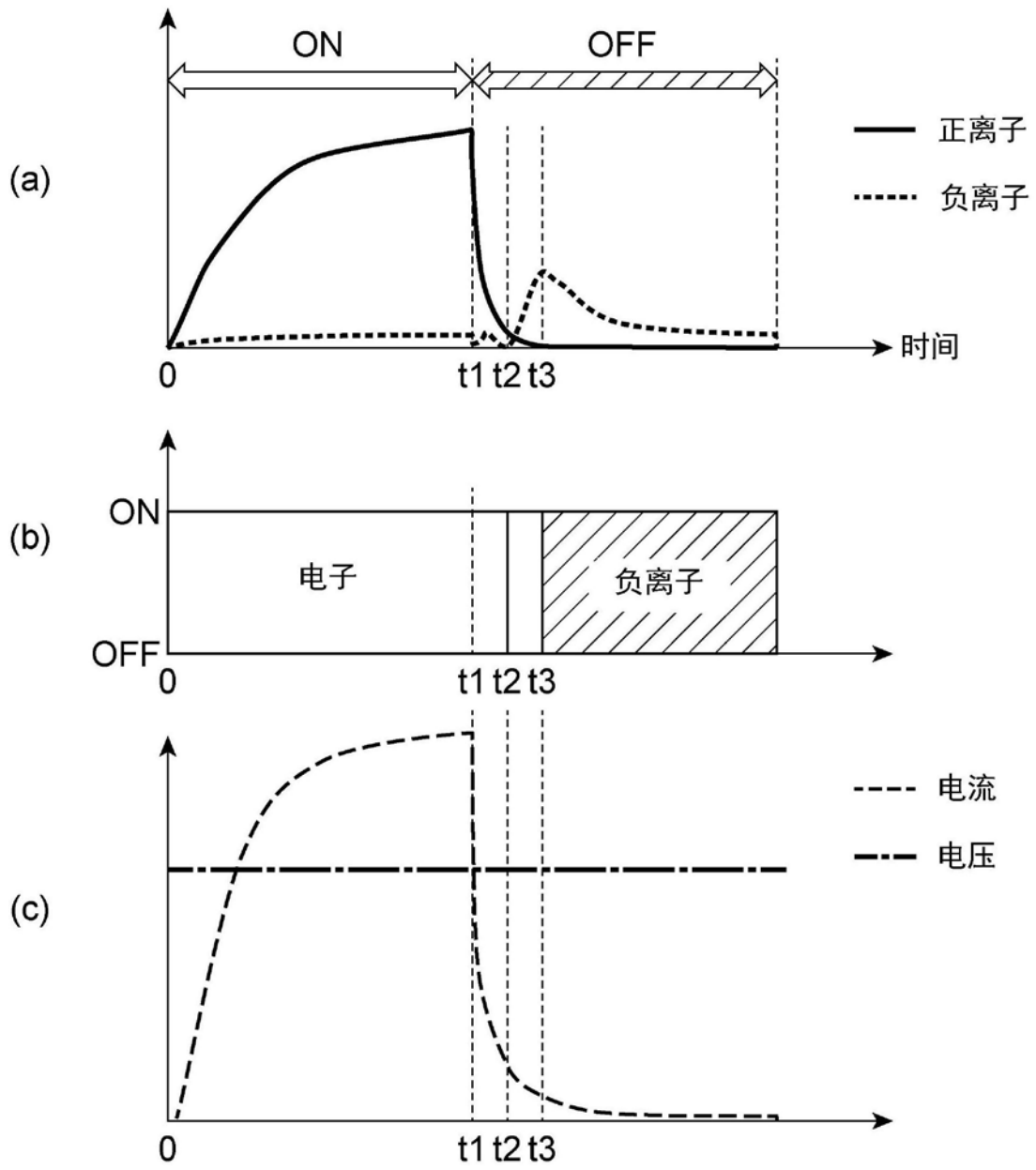


图5

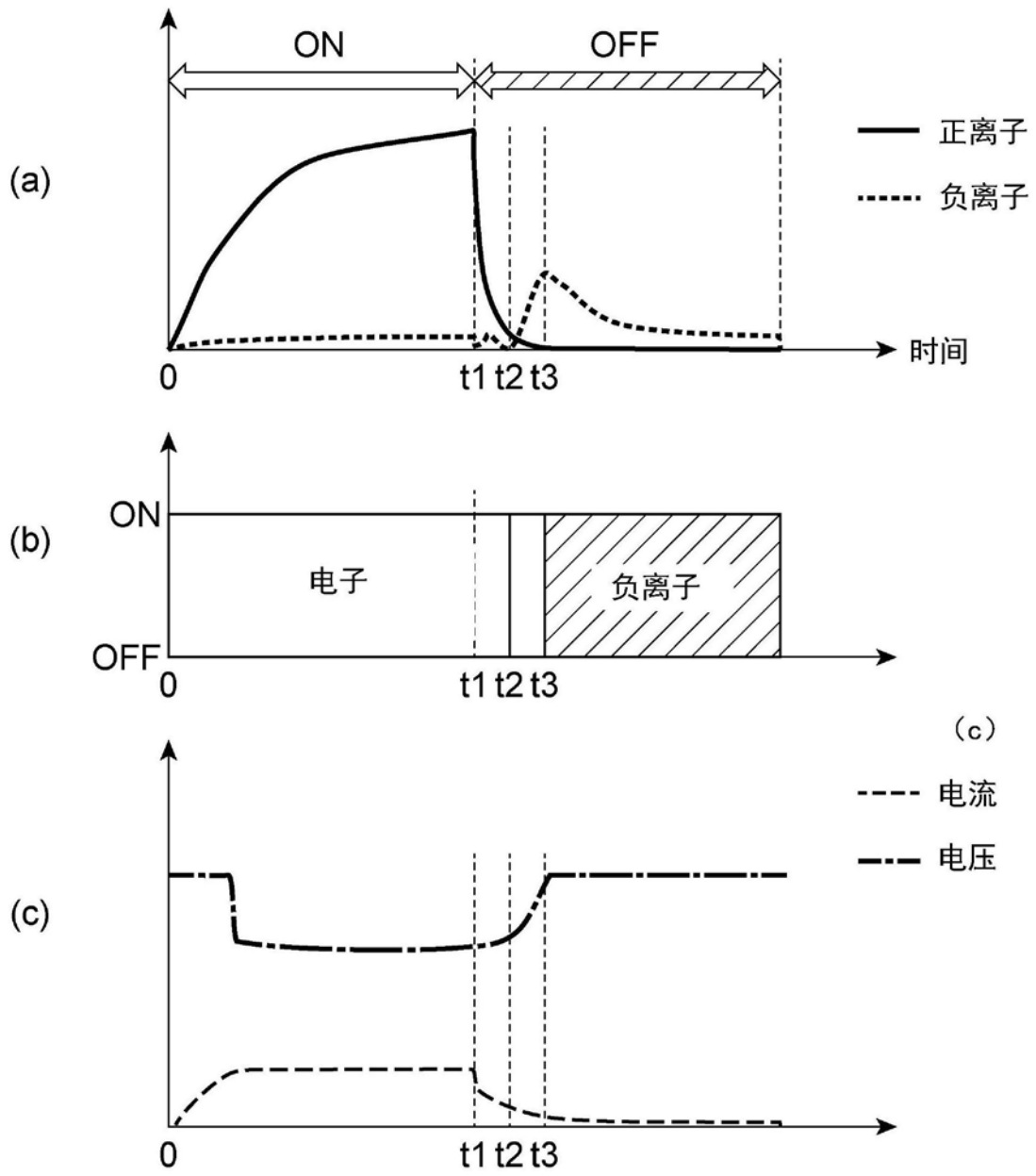


图6