



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109797371 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 201711145639.9

C23C 14/34 (2006.01)

(22) 申请日 2017.11.17

C23C 14/54 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109797371 A

(56) 对比文件

CN 103374707 A, 2013.10.30

CN 101147227 A, 2008.03.19

(43) 申请公布日 2019.05.24

CN 107275178 A, 2017.10.20

(73) 专利权人 北京北方华创微电子装备有限公司

JP 2013165242 A, 2013.08.22

CN 107227446 A, 2017.10.03

地址 100176 北京市北京经济技术开发区文昌大道8号

CN 102453881 A, 2012.05.16

US 2016064191 A1, 2016.03.03

(72) 发明人 张超

JP 2006161088 A, 2006.06.22

US 5487922 A, 1996.01.30

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

US 2009211896 A1, 2009.08.27

代理人 彭瑞欣 张天舒

审查员 王子瑜

(51) Int. Cl.

C23C 14/50 (2006.01)

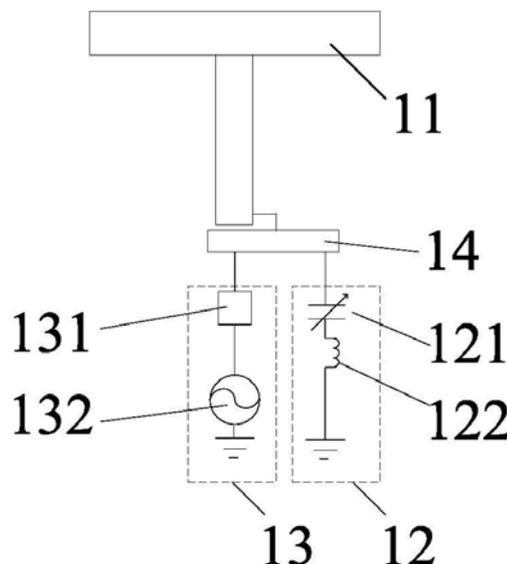
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法

(57) 摘要

本发明提供一种基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法,该装置包括正偏压调节单元、负偏压调节单元和转换开关,其中,正偏压调节单元的第一端接地,第二端与基座连接,用于使基座产生正偏压,并能够调节正偏压的大小;负偏压调节单元的第一端接地,第二端与基座连接,用于使基座产生负偏压,并能够调节负偏压的大小;转换开关用于选择性将正偏压调节单元或者负偏压调节单元与基座接通。本发明提供的基座偏压调节装置,可以满足不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求,从而扩大了工艺窗口。



1. 一种基座偏压调节装置,其特征在于,包括正偏压调节单元、负偏压调节单元和转换开关,其中,

所述正偏压调节单元的第一端接地,第二端能通过所述转换开关与基座连接,用于使所述基座产生正偏压,所述正偏压调节单元包括阻抗可变元件,通过调节所述阻抗可变元件的阻抗大小,来调节所述正偏压的大小;同时,所述阻抗可变元件的阻抗大小满足避免所述基座产生谐振;

所述负偏压调节单元的第一端接地,第二端能通过所述转换开关与所述基座连接,用于使所述基座产生负偏压,所述负偏压调节单元包括匹配器和射频电源;通过调节所述射频电源的功率大小,来调节所述负偏压的大小;

所述转换开关用于选择性将所述正偏压调节单元或者所述负偏压调节单元与所述基座接通。

2. 根据权利要求1所述的基座偏压调节装置,其特征在于,所述阻抗可变元件包括相互串联的可变电容器和固定电感,通过调节所述可变电容器的大小,来调节所述正偏压;同时,所述可变电容器的大小满足避免基座产生谐振。

3. 根据权利要求1所述的基座偏压调节装置,其特征在于,所述阻抗可变元件包括相互串联的可变电容器组和固定电感组,其中,

所述可变电容器组包括相互并联的多个可变电容器;

所述固定电感组包括相互串联的多个固定电感;

通过调节所述可变电容器组的总电容的大小,来调节所述正偏压;同时,所述可变电容器组的总电容的大小满足避免基座产生谐振。

4. 根据权利要求1所述的基座偏压调节装置,其特征在于,所述阻抗可变元件包括相互并联的可变电容器和固定电感,通过调节所述可变电容器的大小,来调节所述正偏压;或者,

所述阻抗可变元件包括一个可变电容器或者相互并联的复数个可变电容器,通过调节所述可变电容器的大小,来调节所述正偏压;

或者,所述阻抗可变元件包括一个可变电感或者相互串联的复数个可变电感;通过调节所述可变电感的大小,来调节所述正偏压。

5. 根据权利要求1-4任意一项所述的基座偏压调节装置,其特征在于,所述正偏压调节单元的第二端与所述基座的第一接入端相对设置;所述负偏压调节单元的第二端与所述基座的第二接入端相对设置;

所述转换开关包括连接件和驱动机构,在所述驱动机构的驱动下,所述连接件移动至同时与所述正偏压调节单元的第二端与所述基座的第一接入端电接触的第一位置处;或者移动至同时与所述负偏压调节单元的第二端与所述基座的第二接入端电接触的第二位置处。

6. 根据权利要求5所述的基座偏压调节装置,其特征在于,所述驱动机构包括固定件、弹簧和电磁铁;

所述弹簧的两端分别与所述固定件和所述连接件连接;

在所述电磁铁通电时,所述电磁铁克服所述弹簧的弹力吸引所述连接件移动至所述第二位置;在所述电磁铁未通电时,所述连接件在所述弹簧的弹力作用下,返回至所述第一位置。

7. 根据权利要求5所述的基座偏压调节装置,其特征在于,在所述连接件的外表面覆盖有保护层,所述保护层包括朝向远离所述连接件的外表面方向依次设置的银层和金层;

在所述连接件的分别与所述正偏压调节单元的第二端和所述基座的第一接入端电接触的接触点上设置有铍铜簧片。

8. 一种半导体加工设备,包括反应腔室,在所述反应腔室内设置有基座,且在所述反应腔室的顶部设置有靶材,其特征在于,在所述反应腔室内还设置有权利要求1-7任意一项所述的基座偏压调节装置。

9. 一种薄膜制作方法,其特征在于,采用权利要求8所述的半导体加工设备制作薄膜,包括通过转换开关使基座在与正偏压调节单元接通的状态和与负偏压调节单元接通的状态之间转换的步骤。

10. 根据权利要求9所述的薄膜制作方法,其特征在于,包括:

第一阶段,通过所述转换开关将所述正偏压调节单元与所述基座接通,溅射沉积第一薄膜层;

第二阶段,通过所述转换开关将所述负偏压调节单元与所述基座接通,在所述第一薄膜层上继续溅射沉积第二薄膜层。

11. 根据权利要求10所述的薄膜制作方法,其特征在于,所述第一阶段沉积获得的所述第一薄膜层的厚度占薄膜目标总厚度的20%;通过所述第二阶段沉积获得的第二薄膜层使第一薄膜层和第二薄膜层的厚度和达到所述薄膜目标总厚度。

基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,具体地,涉及一种基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法。

背景技术

[0002] 在集成电路制造工艺中,物理气相沉积(Physical Vapor Deposition,以下简称PVD)方法由于具有薄膜一致性、均匀性更优,工艺窗口更宽,能够实现深宽比较高的通孔填充等优势,被广泛用于沉积多种不同的金属层、硬掩膜等相关材料层。而基座偏压是调节薄膜应力和密度的重大窗口之一。

[0003] 图1为现有的一种PVD设备的结构图。请参阅图1,PVD设备包括反应腔室1,在反应腔室1的顶部设置有靶材2,该靶材2与射频电源和直流电源(二者未示出)电连接,并且在工艺腔室1内,且位于靶材2的下方设置有用于承载晶片4的基座3。基座3通过匹配器6与射频电源5电连接,射频电源5用于向基座3加载负偏压,以增大等离子体中的金属原子轰击晶片4的能量,从而可以提高沉积速率。

[0004] 但是,由于上述射频电源5只能向基座3加载负偏压,在某些工艺中可能会损伤晶片,从而导致晶片VF值过高,造成工艺结果不合格,因此,该PVD设备的工艺窗口较小,无法满足不同工艺的需求。

发明内容

[0005] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一,提出了一种基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法,其可以满足不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求,从而扩大了工艺窗口。

[0006] 为实现本发明的目的而提供一种基座偏压调节装置,包括正偏压调节单元、负偏压调节单元和转换开关,其中,

[0007] 所述正偏压调节单元的第一端接地,第二端能通过所述转换开关与基座连接,用于使所述基座产生正偏压,并能够调节正偏压的大小;

[0008] 所述负偏压调节单元的第一端接地,第二端能通过所述转换开关与所述基座连接,用于使所述基座产生负偏压,并能够调节负偏压的大小;

[0009] 所述转换开关用于选择性将所述正偏压调节单元或者所述负偏压调节单元与所述基座接通。

[0010] 优选的,所述正偏压调节单元包括阻抗可变元件,通过调节所述阻抗可变元件的阻抗大小,来调节所述正偏压;同时,所述阻抗可变元件的阻抗大小满足避免所述基座产生谐振。

[0011] 优选的,所述阻抗可变元件包括相互串联的可变电容和固定电感,通过调节所述可变电容的大小,来调节所述正偏压;同时,所述可变电容的大小满足避免基座产生谐振。

[0012] 优选的,所述阻抗可变元件包括相互串联的可变电容组和固定电感组,其中,

- [0013] 所述可变电容器组包括相互并联的多个可变电容器；
- [0014] 所述固定电感组包括相互串联的多个固定电感；
- [0015] 通过调节所述可变电容器组的总电容的大小，来调节所述正偏压；同时，所述可变电容器组的总电容的大小满足避免基座产生谐振。
- [0016] 优选的，所述阻抗可变元件包括相互并联的可变电容器和固定电感，通过调节所述可变电容器的大小，来调节所述正偏压；或者，
- [0017] 所述阻抗可变元件包括一个可变电容器或者相互并联的复数个可变电容器，通过调节所述可变电容器的大小，来调节所述正偏压；
- [0018] 或者，所述阻抗可变元件包括一个可变电感或者相互串联的复数个可变电感；通过调节所述可变电感的大小，来调节所述正偏压。
- [0019] 优选的，所述正偏压调节单元的第二端与所述基座的第一接入端相对设置；所述负偏压调节单元的第二端与所述基座的第二接入端相对设置；
- [0020] 所述转换开关包括连接件和驱动机构，在所述驱动机构的驱动下，所述连接件移动至同时与所述正偏压调节单元的第二端与所述基座的第一接入端电接触的第一位置处；或者移动至同时与所述负偏压调节单元的第二端与所述基座的第二接入端电接触的第二位置处。
- [0021] 优选的，所述驱动机构包括固定件、弹簧和电磁铁；
- [0022] 所述弹簧的两端分别与所述固定件和所述连接件连接；
- [0023] 在所述电磁铁通电时，所述电磁铁克服所述弹簧的弹力吸引所述连接件移动至所述第二位置；在所述电磁铁未通电时，所述连接件在所述弹簧的弹力作用下，返回至所述第一位置。
- [0024] 优选的，在所述连接件的外表面覆盖有保护层，所述保护层包括朝向远离所述连接件的外表面方向依次设置的银层和金层；
- [0025] 在所述连接件的分别与所述正偏压调节单元的第二端和所述基座的第一接入端电接触的接触点上设置有铍铜簧片。
- [0026] 作为另一个技术方案，本发明还提供一种半导体加工设备，包括反应腔室，在所述反应腔室内设置有基座，且在所述反应腔室的顶部设置有靶材，在所述反应腔室内还设置有本发明提供的上述基座偏压调节装置。
- [0027] 作为另一个技术方案，本发明还提供一种
- [0028] 薄膜制作方法，采用本发明提供的上述半导体加工设备制作薄膜，包括通过转换开关使基座在与正偏压调节单元接通的状态和与负偏压调节单元接通的状态之间转换的步骤。
- [0029] 优选的，包括：
- [0030] 第一阶段，通过所述转换开关将所述正偏压调节单元与所述基座接通，溅射沉积第一薄膜层；
- [0031] 第二阶段，通过所述转换开关将所述负偏压调节单元与所述基座接通，在所述第一薄膜层上继续溅射沉积第二薄膜层。
- [0032] 优选的，所述第一阶段沉积获得的所述第一薄膜层的厚度占薄膜目标总厚度的20%；通过所述第二阶段沉积获得的第二薄膜层使第一薄膜层和第二薄膜层的厚度和达

到所述薄膜目标总厚度。

[0033] 本发明具有以下有益效果：

[0034] 本发明提供的基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法的技术方案中，借助正偏压调节单元，可以使基座产生正偏压，并能够调节正偏压的大小；借助负偏压调节单元，可以使基座产生负偏压，并能够调节负偏压的大小；借助转换开关，可以选择性地将正偏压调节单元或者负偏压调节单元与基座接通。这样，可以根据不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求，选择使基座产生负偏压或者正偏压，从而扩大了工艺窗口。

附图说明

[0035] 图1为现有的一种PVD设备的结构图；

[0036] 图2为本发明第一实施例提供的基座偏压调节装置的结构图；

[0037] 图3为电流和偏压随可变电容变化的曲线图；

[0038] 图4A为本发明第一实施例采用的转换开关在第一状态时的结构图；

[0039] 图4B为本发明第一实施例采用的转换开关在第二状态时的结构图；

[0040] 图5为本发明第二实施例提供的基座偏压调节装置的结构图；

[0041] 图6为本发明第三实施例提供的基座偏压调节装置的结构图；

[0042] 图7为本发明实施例提供的半导体加工设备的结构图。

具体实施方式

[0043] 为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图来对本发明提供的基座偏压调节装置、半导体加工设备及薄膜制作方法进行详细描述。

[0044] 请参阅图2，本发明第一实施例提供的基座偏压调节装置，其包括正偏压调节单元12、负偏压调节单元13和转换开关14，其中，正偏压调节单元的第一端接地，第二端能通过转换开关14与基座11连接，用于使基座11产生正偏压，并能够调节正偏压的大小；负偏压调节单元13的第一端接地，第二端能通过转换开关14与基座11连接，用于使基座11产生负偏压，并能够调节负偏压的大小。转换开关14用于选择性地将正偏压调节单元12或者负偏压调节单元13与基座11接通。

[0045] 通过调节基座11上的偏压，可以在沉积薄膜时，改变晶片表面的粒子能量和等离子体鞘层厚度，从而可以改善薄膜的应力和密度。同时，在基座11上产生负偏压时，等离子体中的金属原子轰击晶片的能量较大，从而沉积速率较快，但是在某些工艺中可能会损伤晶片，从而导致晶片VF值过高。在基座11上产生正偏压时，等离子体中的金属原子轰击晶片的能量较小，但是沉积速率较慢。由此，通过设置正偏压调节单元12和负偏压调节单元13，并借助转换开关14选择性地将正偏压调节单元12或者负偏压调节单元13与基座11接通，可以根据不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求，选择使基座11产生负偏压或者正偏压，从而可以避免仅有正偏压和负偏压而产生的上述问题，进而扩大了工艺窗口。

[0046] 在本实施例中，正偏压调节单元12包括阻抗可变元件，通过调节该阻抗可变元件的阻抗大小，来调节正偏压；同时，阻抗可变元件的阻抗大小满足避免基座11产生谐振。

[0047] 具体地，在一个示例性实施例中，阻抗可变元件可以包括相互串联的可变电容

121和固定电感122,通过调节可变电容121的大小,可以调节基座11上的正偏压。同时,该可变电容121的大小应满足避免基座产生谐振。在某些工艺条件下,基座11会产生寄生电容和对地电容,这使得基座11在一定频率下会产生谐振,产生偏压突变的现象,从而造成基座11出现打火现象,影响工艺稳定性。为此,上述正偏压调节单元12包括相互串联的可变电容121和固定电感122,二者会产生串联谐振,这可以起到调节基座11的谐振频率的作用,使之不会接近系统的谐振频率,从而可以避免产生谐振。

[0048] 为了找到可变电容121的能够避开谐振点的电容值,可以预先进行实验,即,在可变电容121自零值至最大值的变化过程中,监测偏压和电流的变化,获得如图3所示的偏压的曲线B和电流的曲线A。由图3可知,偏压的曲线B在与电流的曲线A的位置C对应的位置处发生突变,与该位置的偏压大小对应的可变电容121的容值即为产生谐振的谐振点。在设定可变电容121的容值时,应该避开该容值。

[0049] 负偏压调节单元13包括匹配器131和射频电源132;通过调节射频电源132的功率大小,可以调节负偏压。射频电源132的频率可以是13MHz或者2MHz。

[0050] 在本实施例中,如图4A和图4B所示,正偏压调节单元12的第一端12a接地,第二端12b与基座11的第一接入端11a相对设置;负偏压调节单元13的第一端13a接地,第二端13b与基座11的第二接入端11b相对设置。在此基础上,转换开关14包括连接件141和驱动机构,在该驱动机构的驱动下,连接件141移动至同时与正偏压调节单元12的第二端12b与基座11的第一接入端11a电接触的第一位置处,即如图4A中连接件141所在位置;或者连接件141移动至同时与负偏压调节单元13的第二端13b与基座11的第二接入端11b电接触的第二位置处,如图4B中连接件141所在位置。当连接件141在上述第一位置时,正偏压调节单元12与基座11接通,以在基座11上产生正偏压。当连接件141在上述第二位置时,负偏压调节单元13与基座11接通,以在基座11上产生负偏压。

[0051] 上述驱动机构的具体结构可以为:包括固定件142、弹簧143和电磁铁144。其中,弹簧143的两端分别与固定件142和连接件141连接。在电磁铁144通电时,电磁铁144克服弹簧143的弹力吸引连接件141移动至上述第二位置,如图4B所示,连接件141同时与负偏压调节单元13的第二端13b与基座11的第二接入端11b电接触。在电磁铁144未通电时,连接件141在弹簧143的弹力作用下,返回至上述第一位置,如图4A所示,连接件141同时与正偏压调节单元12的第二端12b与基座11的第一接入端11a电接触。容易理解,连接件141是沿第一接入端11a和第二接入端11b之间的连线所在方向移动,即,图4A和图4B中的竖直方向。而且,连接件141的长度应不小于正偏压调节单元12的第二端12b与基座11的第一接入端11a之间的间距长度,以及负偏压调节单元13的第二端13b与基座11的第二接入端11b之间的间距长度。

[0052] 优选的,在连接件141的外表面覆盖有保护层,用于提高连接件141的导电性能,以及防止连接件141被氧化。进一步的,为了增强保护层的作用,保护层由内而外依次设置有至少两层,例如可以包括朝向远离连接件141的外表面方向依次设置的银层和金层,即保护层为两层,且内层为银,外层为金。

[0053] 进一步地,在连接件141的分别与正偏压调节单元12的第二端12a和基座11的第一接入端11a电接触的接触点上设置有铍铜簧片,以提高接触的稳定性。

[0054] 需要说明的是,本发明并不局限于采用上述实施例中的转换开关14的结构,在实

际应用中,转换开关14还可以采用其他任意结构,只要能够选择性将正偏压调节单元12或者负偏压调节单元13与基座 11接通即可。

[0055] 请参阅图5,本发明第二实施例提供的基座偏压调节装置,其与上述第一实施例相比,其区别仅在于阻抗可变元件的结构不同。

[0056] 具体地,阻抗可变元件可以包括相互串联的可变电容器和固定电感组,其中,可变电容器组包括相互并联的多个可变电容器121;固定电感组包括相互串联的多个固定电感122;通过调节可变电容器组的总电容的大小,来调节正偏压;同时,可变电容器组的总电容的大小满足避免基座产生谐振。通过设置可变电容器组和固定电感组,可以对可变电容器组中的至少一个可变电容器的大小进行调节,以及可以设定不同或相同大小的电感,从而提高了调节的灵活性。

[0057] 请参阅图6,本发明第三实施例提供的基座偏压调节装置,其与上述第一、第二实施例相比,其区别仅在于阻抗可变元件的结构不同。

[0058] 具体地,阻抗可变元件可以包括相互并联的可变电容器121和固定电感122,通过调节可变电容器121的大小,来调节正偏压。

[0059] 需要说明的是,本发明并不局限于此,在实际应用中,阻抗可变元件还可以仅包括可变电容器。具体地,包括一个可变电容器或者相互并联的多个可变电容器,通过调节可变电容器的大小,来调节正偏压;或者,阻抗可变元件还可以仅包括可变电感器,具体地,包括一个可变电感器或者相互串联的多个可变电感器;通过调节可变电感器的大小,来调节正偏压。

[0060] 作为另一个技术方案,如图7所示,本发明实施例还提供一种半导体加工设备,包括反应腔室100,在该反应腔室100内设置有基座102,且在反应腔室100的顶部设置有靶材101。并且,在反应腔室内100还设置有基座偏压调节装置103。该基座偏压调节装置103采用了本发明上述各个实施例提供的基座偏压调节装置。

[0061] 本发明实施例提供的半导体加工设备,通过采用本发明上述各个实施例提供的基座偏压调节装置,可以根据不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求,选择使基座产生负偏压或者正偏压,从而扩大了工艺窗口。

[0062] 作为另一个技术方案,本发明实施例还提供一种薄膜制作方法,采用本发明实施例提供的上述半导体加工设备制作薄膜,包括:

[0063] 通过转换开关14使基座11在与正偏压调节单元12接通的状态和与负偏压调节单元13接通的状态之间转换的步骤。

[0064] 该半导体加工设备可以是物理气相沉积设备,进行溅射工艺在晶片上沉积薄膜,例如ITO薄膜、TiN薄膜或者金属薄膜等等。

[0065] 具体地,请参阅图2,本发明实施例提供的薄膜制作方法,包括:

[0066] 第一阶段,通过转换开关14将正偏压调节单元12与基座11接通,溅射沉积第一薄膜层;

[0067] 第二阶段,通过转换开关14将负偏压调节单元13与基座11接通,在第一薄膜层上继续溅射沉积第二薄膜层。

[0068] 对于某些工艺,需要先沉积一层薄膜,以防止晶片表面损伤。在这种情况下,可以采用上述薄膜制作方法,在第一阶段先沉积第一薄膜层。通过转换开关14将正偏压调节单元12与基座11接通,基座11上产生正偏压,这样等离子体中的离子对晶片的轰击能力较

弱，可以有效减小晶片表面损伤。然后，在第二阶段继续沉积第二薄膜层，以使全部薄膜的厚度达到目标厚度。此时通过转换开关14将负偏压调节单元13与基座11接通，基座11上产生负偏压，这样可以增强晶片表面吸引离子的能力，从而可以加快沉积速率，同时提高薄膜密度和应力，进而可以提高产能和薄膜质量。

[0069] 例如，在制作ITO薄膜时，第一阶段沉积获得的第一薄膜层的厚度占薄膜目标总厚度的20%；通过第二阶段沉积获得的第二薄膜层使第一薄膜层和第二薄膜层的厚度和达到该薄膜目标总厚度。在第二阶段，射频电源132的功率的取值范围在50~500W；腔室压强的取值范围在1~10mT。

[0070] 本发明实施例提供的薄膜制作方法，其通过采用本发明实施例提供的上述半导体加工设备制作薄膜，可以根据不同工艺的需求或者同一工艺中不同阶段的需求，选择使基座产生负偏压或者正偏压，从而扩大了工艺窗口。

[0071] 可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

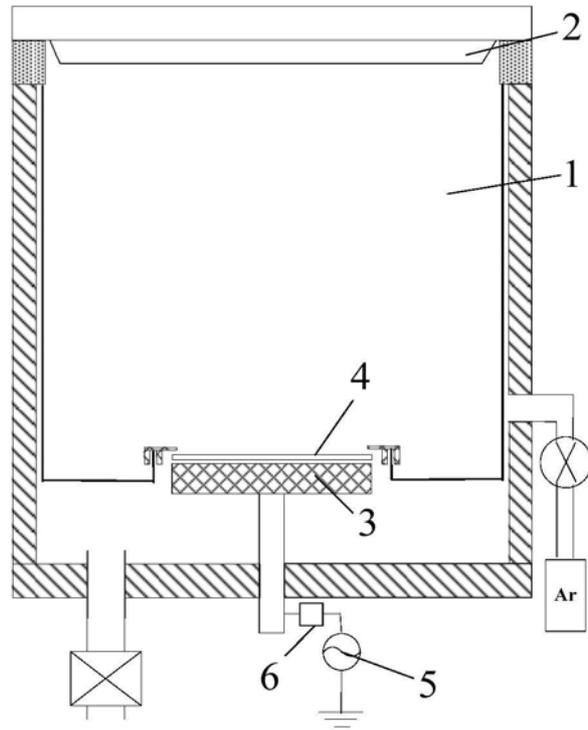


图1

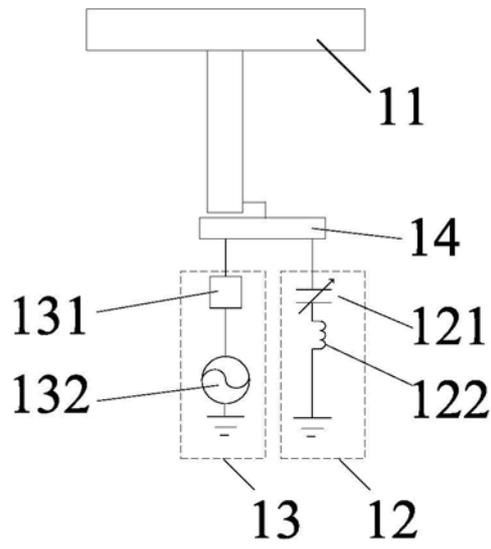


图2

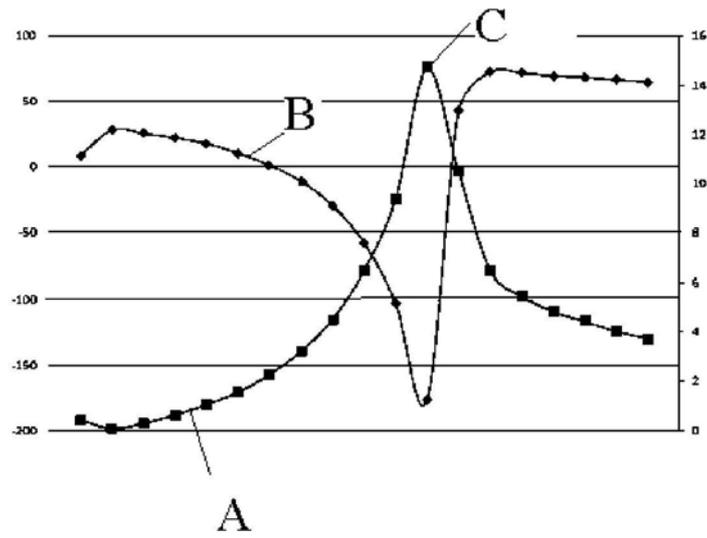


图3

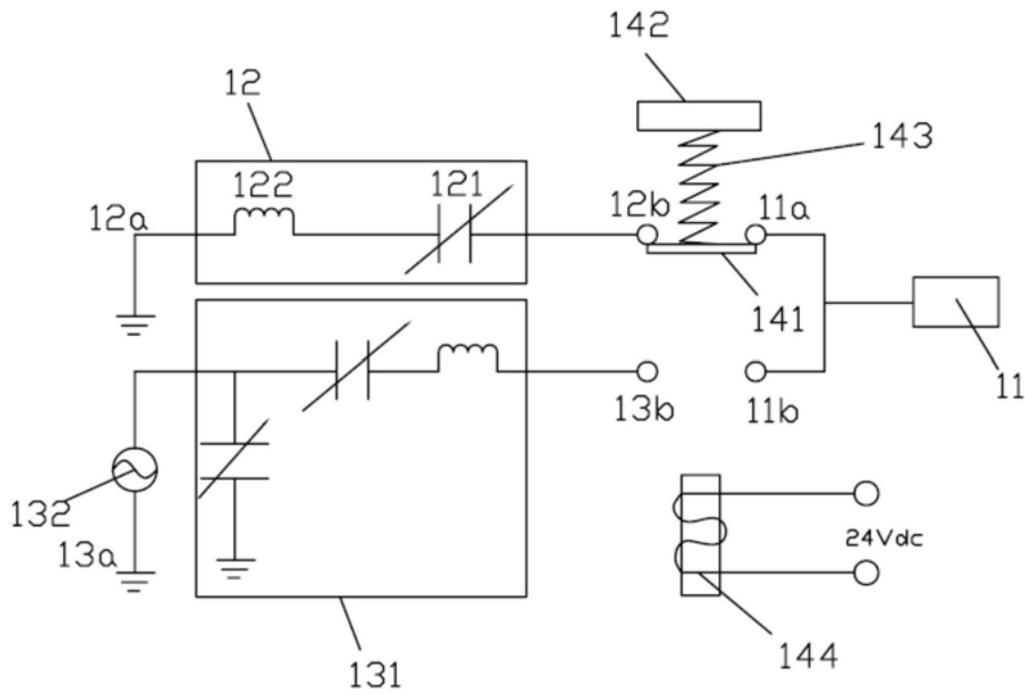


图4A

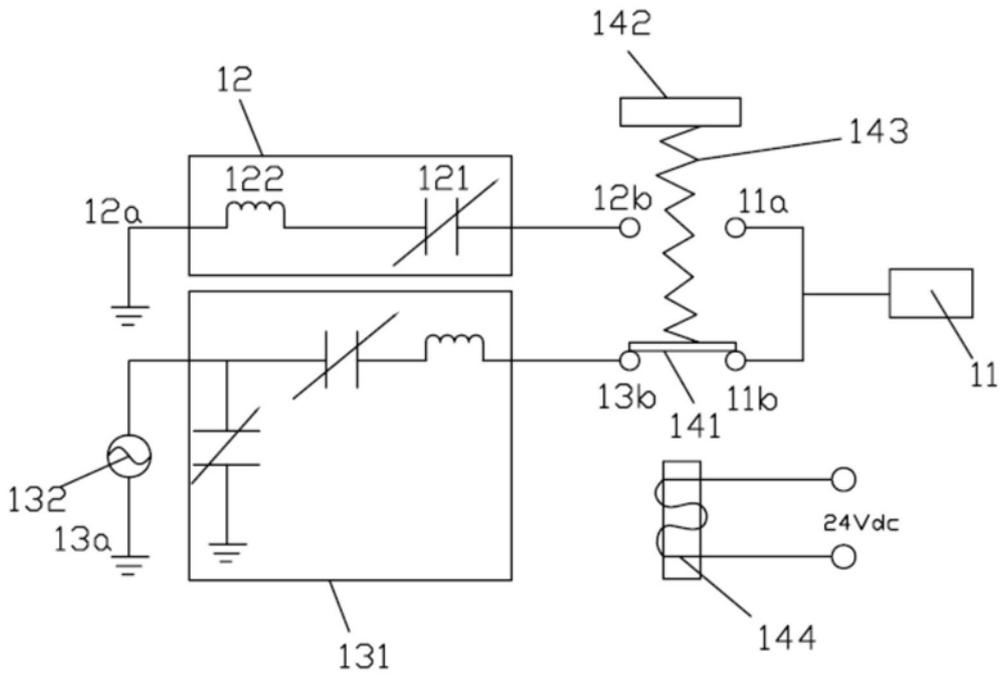


图4B

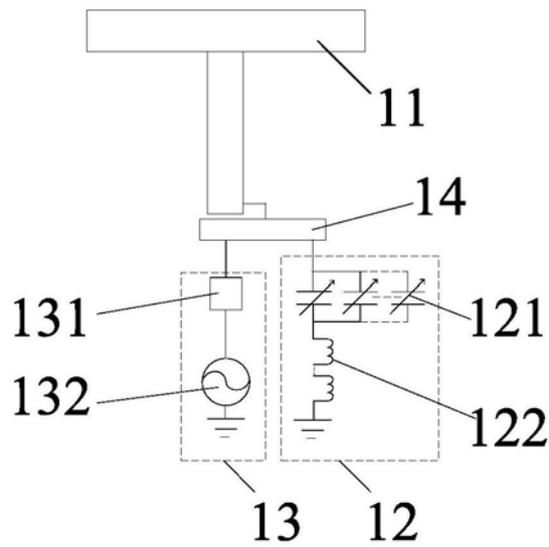


图5

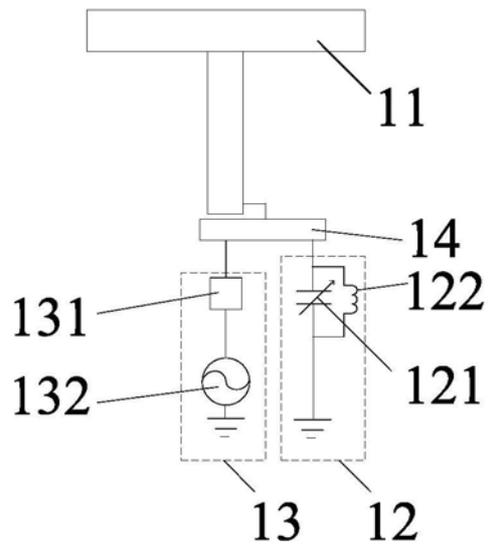


图6

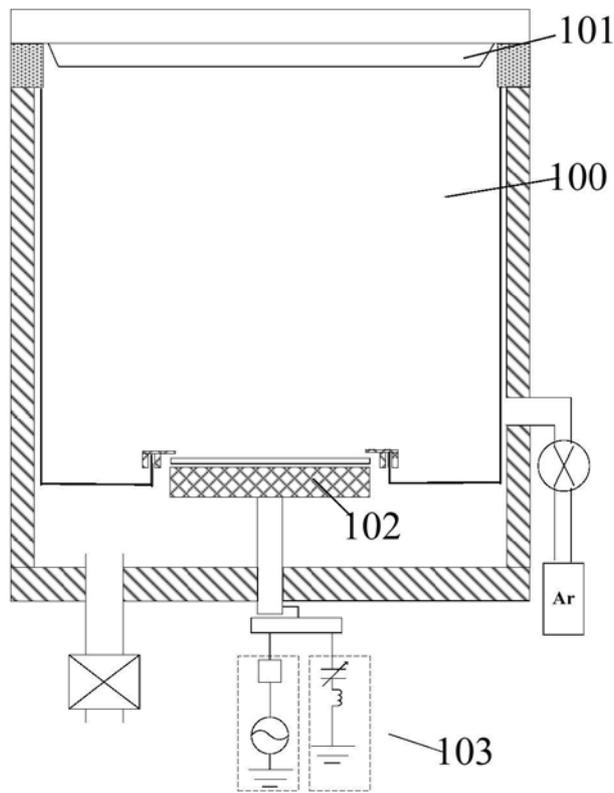


图7