



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101207964 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 200710302217. 8

(22) 申请日 2007. 12. 20

(30) 优先权数据

2006-343067 2006. 12. 20 JP

(73) 专利权人 株式会社其恩斯

地址 日本大阪府

(72) 发明人 藤田司

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

H05F 3/04 (2006. 01)

H01T 19/04 (2006. 01)

H01T 23/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4901194 A, 1990. 02. 13,

CN 1592535 A, 2005. 03. 09,

CN 1578582 A, 2005. 02. 09,

CN 101031178 A, 2007. 09. 05,

JP 9245987 A, 1997. 09. 19,

CN 1649467 A, 2005. 08. 03,

审查员 曲新兴

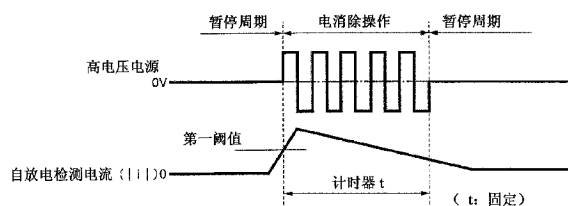
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 18 页

(54) 发明名称

电消除装置

(57) 摘要

本发明提供一种电消除装置,用于抑制电极针的磨损和腐蚀并且有效地消除带电主体所带的电。提供了在电极针上加载高电压以产生离子的电消除模式和电极针被暂停运行的暂停模式,并且电消除模式和暂停模式可以根据用户的选择而交替地被选择。暂停模式包括暂停周期,在暂停周期内在电极针上基本上没有加载高电压。当在暂停模式中由于靠近带电主体而发生自放电并且流经电阻的电流的绝对值大于第一阈值时,电消除操作被启动,其中在电消除操作中高电压被加载在电极针上以产生离子。随后,例如,在经过一个预定的时间段以后,电消除操作被终止而暂停周期重新开始。



1. 一种电消除装置,所述电消除装置通过产生离子来中和带电主体,所述电消除装置包括:

电极,用来产生离子;

电压电路,其连接至所述电极,用来产生正电压和负电压来为所述电极提供电能;

自放电检测电路,用于检测所述电极的自放电;以及

控制单元,用于控制由所述电压电路所产生的正电压和负电压,使其处于所述电极不主动产生离子的第一状态和所述电极主动产生离子的第二状态中的一个;用于当所述自放电检测电路检测到自放电时,将对应于第一状态的电极电压转换成对应于第二状态的电极电压;以及用于在满足终止的条件时,将对应于第二状态的电极电压转换成对应于第一状态的电极电压。

2. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

所述自放电检测电路包括用于对流经布置在所述电极和所述电压电路之间的电阻的电流的值进行检测的电路。

3. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

所述自放电检测电路包括用于对流经布置在所述电极和地之间的电阻的电流的值进行检测的电路。

4. 如权利要求 2 所述的电消除装置,其中

所述自放电检测电路包括用于检测流经电阻的电流绝对值的部分,当所述绝对值超过第一阈值时则认为检测到自放电。

5. 如权利要求 2 所述的电消除装置,其中

所述控制单元确定流经电阻的电流的绝对值,当所述绝对值低于第二阈值时则认为满足终止条件。

6. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

控制单元把在从对应于第一状态的电极电压切换至对应于第二状态的电极电压之后经过预定时间段确定为满足终止条件。

7. 如权利要求 2 所述的电消除装置,还包括:

峰值检测单元,其对流经所述电阻的电流的峰值进行检测,其中

所述控制单元把在从对应于第一状态的电极电压切换至对应于第二状态的电极电压之后经过预定时间段确定为满足终止条件;并且

根据由所述峰值检测单元检测到的峰值的绝对值大小来调节预定的时间段,于是,当所述绝对值较大时相比较于所述绝对值较小时的情况而言延长预定的时间段,并且当所述绝对值较小时相比较于所述绝对值较大时的情况而言缩短预定的时间段。

8. 如权利要求 2 所述的电消除装置,还包括:

峰值检测单元,其对流经所述电阻的电流的峰值进行检测,以及

电流减小速度检测单元,其用于当流经所述电阻的电流峰值的绝对值逐渐变小时,对绝对值减小的速度进行检测,其中

所述控制单元把在从对应于第一状态的电极电压切换至对应于第二状态的电极电压之后经过预定时间段确定为满足终止条件;并且

根据由所述电流减小速度检测单元在峰值的绝对值减小时检测到的减小速度来调节

预定的时间段,于是,当所述减小速度较小时相比较于所述减小速度较大时的情况而言所述预定的时间段被延长,并且当所述减小速度较大时相比较于所述减小速度较小时的情况而言所述预定的时间段被缩短。

9. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

对应于第一状态的电极电压是处于电压电路未对电极提供任何电压的状态下的电极电压。

10. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

对应于第一状态的电极电压是处于电压电路在电极上加载不产生离子的电压的状态下的电极电压。

11. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

当满足终止条件时,控制单元逐渐将对应于第二状态的电极电压降低至对应于第一状态的电极电压。

12. 如权利要求 1 所述的电消除装置,其中

当自放电检测电路检测到自放电时,控制单元将对应于第一状态的电极电压逐渐增加至对应于第二状态的电极电压。

13. 如权利要求 1 所述的电消除装置,还包括

模式选择器,用于从包括第一模式和第二模式的组中进行手动选择,其中在所述第一模式中,即使在满足终止条件时控制单元仍将维持对应于第二状态的电极电压,而在第二模式中,当满足终止条件时,控制单元将对应于第二状态的电极电压切换至对应于第一状态的电极电压。

14. 如权利要求 1 所述的电消除装置,还包括

第一输出单元,其用于在自放电检测电路检测到自放电时产生第一信号并且将第一信号输出至外部器件。

15. 如权利要求 1 所述的电消除装置,还包括

第二输出单元,其用于在满足终止条件时产生第二信号并且将第二信号输出至外部器件。

16. 如权利要求 1 所述的电消除装置,还包括

离子平衡控制器,其用于调节与第二状态相对应的电极电压以控制离子平衡;

存储器,其用于存储被离子平衡控制器调节后的对应于第二状态的电极电压;以及

确定单元,其用于根据存储在存储器中的对应于第二状态的电极电压来确定将要为电极提供的正电压和负电压;

其中,当自放电检测电路检测到自放电时,电压电路受控来将确定单元所确定的正电压和负电压提供给电极。

## 电消除装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电消除装置,其用于消除被正电荷或负电荷所充电的主体所带的电。

### 背景技术

[0002] 已知一种通过产生正离子或负离子来消除带电主体所带的电的电消除装置(日本未审查专利公开 No. 2000-58290 以及日本未审查专利公开 No. 2003-86393)。该电消除装置通过在电极针上加载高电压以形成电晕放电而产生离子,于是该电消除装置会具有这样的问题,即离子产生能力由于电极针的磨损和腐蚀而随时间退化。

[0003] 为了解决上述问题,日本未审查专利公开 No. 2003-86393 公开了一种基于电消除装置的技术,该电消除装置用于通过将具有不同极性的高电压交替地加载在公共电极针上来交替地产生正离子和负离子,并且在正电压加载以后负电压加载之前提供没有电压加载的时间段,例如,还对将要加载到电极针的电压进行调整从而使得离子平衡在该时间段到来之前迅速变为中性。根据发明 2003-86393 的公开,通过提供一个介于加载具有不同极性的电压之间的时间段,降低了电极针的实际工作时间长度,因此抑制了电极针的磨损和腐蚀并适当地保持了离子平衡。

### 发明内容

[0004] 本发明的目标是提供能有效地消除带电主体所带的电的同时抑制电极针的磨损和腐蚀的电消除装置。

[0005] 根据本发明,上述技术问题可通过提供一种电消除装置来解决,所述电消除装置能通过电极针上加载高电压来产生离子,所述电消除装置包括:用来产生离子的电极;连接至电极电压电路,用来产生正电压和负电压电源来为所述电极提供电能;自放电检测电路,当所述电极针上没有加载高电压时所述自放电检测电路对所述电极针的自放电进行检测;以及控制单元,用于控制由所述电压电路所产生的正电压和负电压,使其处于所述电极不主动产生离子的第一状态和所述电极主动产生离子的第二状态中的一个。其中当所述自放电检测电路在所述电极针被暂停运行(halt)的暂停期间内检测到所述电极针的自放电时,用于将高电压加载在所述电极针上以产生离子的电消除操作被启动,其中所述暂停周期被包括在暂停模式中,并且当所述带电主体所带的电被消除了以后所述电消除操作被终止且所述暂停周期重新开始。

[0006] 根据本发明,当电极针被暂停运行时,带电主体的出现使得在所述电极针的尖端感应出了与所述带电主体的极性相反的电荷,并且这使得自放电很容易的产生了。此外,通过利用在所述装置中布置的所述自放电检测电路来检测所述自放电的产生,不仅可以检测带电主体的出现而且可以启动所述电消除操作。于是,可以利用所述电消除装置自身自动地检测带电主体的出现并且利用所述电消除装置消除电,而无需依靠外部传感器。于是,电极针通常地处于准备状态而不会被加载高电压,因此抑制了所述电极针的磨损和腐蚀并且

有效地消除了所述带电主体所带的电。

[0007] 所述自放电检测电路可以是用于对流经布置在所述电极针和高电压产生电路之间的电阻的电流的值进行检测的电路,或者是用于对流经布置在所述电极针和地之间的电阻的电流的值进行检测的电路。根据流经所述电阻的电流的绝对值,不仅可以检测自放电,而且可以获悉电消除的效果,因为当带电主体所带的电荷总数减少的时候流经所述电阻的电流的值(绝对值)也变小了。因此,通过在流经所述电阻的电流的值(绝对值)超过第一阈值的时候认为检测到自放电,并启动所述电消除操作,以及在流经所述电阻的电流的绝对值低于第二阈值的时候认为满足终止条件,并终止所述电消除操作,可以在暂停模式下按照对应于带电主体的出现的方式控制电消除操作。应该理解的是,可以使用计时器来终止所述电消除操作,于是所述电消除操作在所述电消除操作启动后的一个预定的时间段以后被终止从而所述暂停周期重新开始。

[0008] 根据本发明的优选实施例,暂停模式通常处于暂停状态并且电消除操作根据带电主体的出现而被执行,除了上述暂停模式以外还提供了电消除模式,其中在所述电消除模式中高电压被加载在电极针上以产生离子,而所述电消除模式和所述暂停模式可以根据用户通过对模式选择器的操作进行选择而随意设置。于是,用户可以根据电消除装置所放置的地点的环境相应地选择对电消除装置的操作。

[0009] 在暂停模式中,所述暂停周期和离子产生周期交替地被设置,其中在离子产生周期中电极针被加载了高电压。根据这种设置,可以利用在离子产生周期中产生的离子来消除轻微带电的带电主体所带的电。虽然所述暂停周期和所述离子产生周期的时间长度被固定,但是应该理解的是所述暂停周期和所述离子产生周期的时间长度优选地是可以被用户所任意地设置的。

[0010] 在暂停模式中,优选地提供了在所述暂停周期和所述离子产生周期或电消除操作之间的过渡周期。具体地说,通过在从电消除操作或所述离子产生周期到所述暂停周期的过渡期内逐渐减小加载在所述电极针的电压,可以根据在所述离子产生周期或电消除操作期间最后被加载的高电压的极性而在所述暂停周期内抑制所述电极针周围的空气中的未平衡离子。另一方面,通过在从所述暂停周期到所述离子产生周期或电消除操作的过渡期内逐渐增大加载在所述电极针的电压,可以抑制这样的问题发生:所述带电主体由于要被进行电消除的主体暴露在离子中而发生感应,所述离子是紧接着所述离子产生周期或电消除操作之后在所述电极针附近突然产生的。

[0011] 所述电消除装置还可以包括峰值检测单元来对流经所述电阻的电流的峰值进行检测。其中控制单元把在从对应于第一状态的电极电压切换至对应于第二状态的电极电压之后经过预定时间段确定为满足终止条件。根据由所述峰值检测单元检测到的峰值的绝对值大小来调节该预定时间段,于是,当所述绝对值较大时相比较于所述绝对值较小时的情况而言延长预定的时间段,并且当所述绝对值较小时相比较于所述绝对值较大时的情况而言缩短预定的时间段。

[0012] 根据本发明的优选实施例,所述电消除装置除包括峰值检测单元外还可包括电流减小速度检测单元,其用于当流经所述电阻的电流的峰值绝对值逐渐变小时,对绝对值减小的速度进行检测。其中控制单元把在从对应于第一状态的电极电压切换至对应于第二状态的电极电压之后经过预定时间段确定为满足终止条件。根据由所述电流减小速度检测单

元在峰值的绝对值减小时检测到的减小速度来调节该预定时间段,于是,当所述减小速度较小时相比较于所述减小速度较大时的情况而言所述预定的时间段被延长,并且当所述减小速度较大时相比较于所述减小速度较小时的情况而言所述预定的时间段被缩短。

[0013] 根据本发明的电消除装置,对应于第一状态的电压可以是处于电压电路未对电极提供任何电压的状态下的电极电压,也可以是处于在电极周围未产生离子的状态下的电极电压。当满足终止条件时,控制单元逐渐将对应于第二状态的电压降低至对应于第一状态的电压。

[0014] 反之,当自放电检测电路检测到自放电时,控制单元将对应于第一状态的电压逐渐增加至对应于第二状态的电压。

[0015] 另外,根据本发明的优选实施例,所述电消除装置还可以包括用于控制离子平衡的离子平衡控制器、存储电极电压的存储器、和用来确定要为电极提供的正电压和负电压的确定单元。当自放电检测电路检测到自放电时,电压电路受控来将确定单元所确定的正电压和负电压提供给电极。

## 附图说明

[0016] 图 1 示出了根据一个实施例的电消除装置的电路图;

[0017] 图 2 示出了根据该实施例的电消除装置修改后的电路图的一个示例;

[0018] 图 3 示出了用于在电消除装置中在电消除模式时加载高电压的方法的示例的示意图,其中电消除模式和暂停模式可被选择性地设置;

[0019] 图 4 示出了用于在电消除装置中在电消除模式时加载高电压的方法的另一个示例的示意图,其中电消除模式和暂停模式可被选择性地设置;

[0020] 图 5 示出了用于在电消除装置中在电消除模式时加载高电压的方法的又一个示例的示意图,其中电消除模式和暂停模式可被选择性地设置;

[0021] 图 6A 和 6B 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中暂停模式包括暂停周期和离子产生周期;图 6A 示出了在暂停模式的暂停周期内在电极针上加载了不产生离子的低电平电压的示例;图 6B 示出了在暂停模式的暂停周期内没有对电极针加载电压的示例;

[0022] 图 7A 和 7B 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中暂停模式仅仅包括暂停周期而不包括离子产生周期;图 7A 示出了在暂停模式(暂停周期)内在电极针上加载了不产生离子的低电平电压的示例;图 7B 示出了在暂停模式(暂停周期)内没有对电极针加载电压的示例;

[0023] 图 8 示出了当带电主体被处于暂停模式的电消除装置的内部电路以与处于电消除模式时相同的方式所检测到的时候,控制通过加载高电压至电极针上来执行电消除操作的示例,并且示出了利用阈值来启动和终止电消除操作的示例;

[0024] 图 9 示出了当在暂停模式的暂停周期内出现带电主体时执行电消除操作的另一个示例,并且示出了利用计时器来启动和终止电消除操作的示例;

[0025] 图 10 示出了当在暂停模式的暂停周期内出现带电主体时执行电消除操作的又一个示例,并且示出了用来终止电消除操作的计时器被可变地控制的示例;

[0026] 图 11 示出了当在暂停模式的暂停周期内出现带电主体时执行电消除操作的另一个示例,并且示出了用来终止电消除操作的计时器被可变地控制的另一个示例;

[0027] 图 12 示出了在出现带电主体时执行电消除操作的控制中,在暂停周期内在电极针上持续加载不产生离子的低电平电压的示例;

[0028] 图 13A 和 13B 示出了处于离子产生周期终止之后或电消除操作终止之后暂停周期之前的第一阶段过渡期内加载在电极针上的电压逐渐减小的示例;图 13A 示出了在暂停周期内电极针上没有加载电压的示例;图 13B 示出了在暂停周期内在电极针上加载了不产生离子的低电压的示例;

[0029] 图 14A 和 14B 示出了处于暂停周期之后离子产生周期之前或电消除操作之前的第二阶段过渡期内加载在电极针上的电压逐渐增大的示例;图 14A 示出了在暂停周期内电极针上没有加载电压的示例;图 14B 示出了在暂停周期内在电极针上加载了不产生离子的低电压的示例;

[0030] 图 15A 和 15B 示出了处于离子产生周期终止之后或电消除操作终止之后暂停周期之前的第一阶段过渡期以及处于暂停周期之后离子产生周期之前或电消除操作之前的第二阶段过渡期的示例;图 15A 示出了在暂停周期内电极针上没有加载电压的示例;图 15B 示出了在暂停周期内在电极针上加载了不产生离子的低电压的示例;

[0031] 图 16 示出了实施例中的电消除装置,其配置有位于用来供应压缩气体的外部管道之间的开关阀门或开口调节阀门,该电消除装置通过为开关阀门或开口调节阀门提供一个由用于控制电消除装置的内部信号所产生的外部信号来对提供至电消除装置的压缩气体进行控制;

[0032] 图 17 示出了用于说明一个示例的图示,在该示例中,为了在暂停周期中当带电主体出现时启动或者终止电消除操作,在电消除装置内部与启动和终止同步地产生内部信号;

[0033] 图 18 示出了在图 8 中所示的控制示例的流程图,其中在暂停模式的暂停周期中,当电消除装置的内部电路检测到带电主体时,执行电消除操作,并且电消除操作利用一个阈值而启动或终止;

[0034] 图 19 示出了在图 9 中所示的控制示例的流程图,其中在暂停模式的暂停周期中,当电消除装置的内部电路检测到带电主体时,执行电消除操作,并且电消除操作利用一个阈值而启动并利用一个计时器而终止;

[0035] 图 20 示出了在图 10 中所示的控制示例的流程图,其中在暂停模式的暂停周期中,当电消除装置的内部电路检测到带电主体时,执行电消除操作,并且电消除操作利用一个阈值而启动并利用一个计时器而终止并且计时器时间被调节;

[0036] 图 21 示出了在图 11 中所示的控制示例的流程图,其中在暂停模式的暂停周期中,当电消除装置的内部电路检测到带电主体时,执行电消除操作,并且电消除操作利用一个阈值而启动并利用一个计时器而终止并且计时器时间被调节;

[0037] 图 22A 和 22B 示出了用于说明一个特定方法的图示,该方法用于控制实施例中的电消除装置内的离子平衡;图 22A 示出了当离子平衡偏向正侧时的控制示例,图 22B 示出了当离子平衡偏向负侧时的控制示例;

[0038] 图 23 示出了说明一种用于控制实施例中的电消除装置内的离子平衡的特定方法的图示,以及通过对应于离子平衡偏移的数值来改变正或负高电压的平均值的控制示例;

[0039] 图 24 示出了一个流程图,该流程图示出了一种控制示例,其中,在电消除装置执

行包括离子产生周期和暂停周期的暂停模式的暂停周期内,停止对加载在电极针上的电压值的采样;和

[0040] 图 25 示出了一幅图示,其中说明了当在图 24 中的离子产生周期内采样的数据被存储至存储器时,在暂停周期内传递至存储器的传输可被数字处理取消。

### 具体实施方式

[0041] 以下参考附图描述了根据本发明的优选实施例。

[0042] 图 1 是根据一个实施例的电消除装置的电路图。在图 1 中,数字 1 代表了直流电源,其由诸如蓄电池的外部直流电源所构成。数字 2a 和数字 2b 分别代表了布置在直流电源 1 输出侧的第一开关和第二开关。第一开关 2a 和第二开关 2b 的打开和闭合是由来自控制单元 3 的控制信号 Sa 和 Sb 所控制。当然,诸如晶体管的电子开关可以用作第一开关 2a 和第二开关 2b。

[0043] 直流电源 1 的正极通过第一开关 2a 与具有正极性的第一高电压产生电路 5 相连接,其中第一高电压产生电路 5 包括变压器 5a 和倍压整流器电路 5b。另一方面,直流电源 1 的负极通过第二开关 2b 与具有负极性的第二高电压产生电路 6 相连接,其中第二高电压产生电路 6 包括变压器 6a 和倍压整流器电路 6b。

[0044] 高电压产生电路 5 和 6 通过两个电阻 R1 和 R1 分别连接到电极针 4,其中两个电阻 R1 和 R1 的阻值相等并且都作为限流阻抗。随后,电极针 4 通过第二电阻 R2 接地。

[0045] 通过利用从控制单元 3 输出的控制信号 Sa 和 Sb 来交替地打开和闭合第一开关 2a 和第二开关 2b,脉冲形式的负或正高电压从第一高电压产生电路 5 和第二高电压产生电路 6 以预定的频率交替地加载到电极针 4 上。于是,正或负离子在电极针 4 上被交替地产生出来。

[0046] 对电消除装置的控制包括电消除模式和暂停模式。在电消除模式中,通过在电极针 4 上加载高电压以产生离子,即在电极针 4 上加载能电离电极针 4 周围的空气的电压,以使带电主体所带的电被完全地消除。在暂停模式中,通过暂停在电极针 4 上加载高电压从而不再产生离子,即,通过在电极针 4 上不加载电压或者加载一个不能独自电离电极针 4 周围的空气的电压使电极针 4 大致进入暂停状态。电消除模式和暂停模式可以通过用户可操作的一个模式选择开关 11(图 1)而选择性地被设置。

[0047] 与此同时,在暂停模式中运行时,当与能够自放电的电极针 4 具有电势差的带电主体出现在电极针 4 前时,具有与带电主体相反极性的电荷在电极针 4 的尖端被感应出来。于是发生自放电现象。通过在电消除装置的内部电路中产生的信号可以知道自放电现象的发生。具体地说,存在这样的一种方法,为了直接或间接检测自放电时流经电极针 4 的电流,在电极针 4 与地之间或者在高电压产生电路 5 和 6 与电极针 4 之间布置一个电阻,并且检测流经电阻的电流的值,如果电流的值等于或者大于一个阈值那么就可以确定自放电发生了。具体地说,示例包括 (1) 为了检测流经高电压电源和地之间的自放电检测电流,插入了一个电阻,并且检测流经电阻的电流值从而间接地对自放电进行检测;(2) 为了检测流经相反电极 (opposite electrode) 和地之间的自放电检测电流,插入了一个电阻,并且检测流经电阻的电流值从而直接地对自放电进行检测;(3) 结合 (1) 和 (2),即,为了检测流经高电压电源和地之间的自放电检测电流,插入了一个电阻,而为了检测流经相反电极和地



之间的自放电检测电流,插入了电阻 R2,并由此检测自放电(图 1);以及(4)电阻 R2 被布置在电极针和高电压电源之间,并且检测流经电阻的自放电检测电流值从而直接地检测自放电(图 2)。

[0048] 当采用了上述自放电检测单元(1)到(3)中的一个,即,检测流经地的电流的自放电检测电路时,那么同样可以利用这个电路至少在电消除模式中作为用于在电消除中检测离子平衡的检测单元。具体地说,对于流经每个电阻的电流的值,以及在该周期中流经这些电阻的总电流的值,如果基于当前设置的负和正之间的占空比的电消除是合适的,那么可以认为该占空比是合适的并且在下一个周期中采用类似的占空比。另一方面,如果基于当前设置的负和正之间的占空比的电消除是不合适的,则该周期中流经电阻的总电流的值偏向正或负,那么在下一个周期中基于这个数值采用了一个通过校正当前占空比而获得的占空比来更恰当地执行电消除。因此,电消除装置被控制以使得图 1 中所示的电路根据来自模式选择开关 3 的信号而在电消除模式和暂停模式中使用由电阻 R2 提供的电流值的数据。当然,在暂停模式中,当出于电消除的目的而把高电压加载到电极针 4 上时可以利用流经电阻 R2 的电流值进行离子平衡控制。

[0049] 如图 1 和图 2 所示,流经与自放电相关的电路的自放电检测电流通过放大器 8、低通滤波器(LPF)9、和模数转换器(A/D)被提供到控制单元 3。

[0050] 如图 3 所示,在电消除模式中,具有不同极性的脉冲形式的高电压被交替地并不断地加载至电极针 4 上。图 4 和图 5 示出了在电消除模式中运行的修改的示例。如图 4 所示,可以在高电压的正侧与接下来的负侧之间以及负侧与接下来的正侧之间插入不加载高电压的时间段,这样便延长了电极针 4 的使用寿命。也可以做出另一种修改,如图 5 所示,其中通过在正侧加载高电压而产生正离子,随后,负侧的高电压被加载至电极针 4 上并持续一小段时间,随后,在一段时间以后,通过以同样的方式在负侧加载高电压而产生负离子,随后,相反极性(正侧)的高电压被加载至电极针 4 上并持续一小段时间,随后,经过一段时间以后,通过在正侧加载高电压而产生了正离子。根据图 5 所示的在另一个修改的示例中加载高电压的方法,可以通过产生正离子并随后加载具有反向极性的电压至电极针 4 并持续一小段时间来中和残存在通向电极针 4 的高电压加载路径中的正电压。此外,还可以通过在电极针 4 上加载用于中和的电压来降低对于电极针 4 的腐蚀程度。

[0051] 当然,为了控制由于在电极针 4 上加载高电压而产生的正离子和负离子之间的平衡,例如,当离子平衡在负侧时,通过执行占空控制来相应地增加正的高电压的脉冲宽度,从而可以保持电极针 4 周围空气的离子平衡。例如,日本未审查专利公开 No. 2003-86393 详细地描述了离子平衡控制,并且所述公开的内容并入本文。在这个实施例中,在电消除模式中,基于在前面所执行过的一个或者多个占空比而确定占空比,其中在电极针 4 上按照占空比来加载具有正极性的高电压和具有负极性的高电压。

[0052] 在暂停模式中,电极针 4 上完全没有加载电压。随后,当根据流经电消除装置内部电路的第二电阻 R2 的电流值检测到未加载电压的暂停周期内所发生的自放电时,启动电消除操作。随后,在经过时间段以后或者对带电主体所进行的电消除完成以后,操作进入暂停周期。即,在暂停模式中电极针 4 上的电压加载基本被暂停,并且只有当检测到带电主体出现在电消除区域内的时候,电消除操作才被执行。随后,带电主体进入电消除区域被电消除装置的内部电路所检测。

[0053] 以下详细地描述了电消除模式。图 6 和图 7 示出了暂停模式中的控制的示例。图 6A 示出了作为第一示例的暂停模式 (1)，而图 6B 示出了作为第二示例的暂停模式 (2)，图 7A 示出了作为第三示例的暂停模式 (3)，图 7B 示出了作为第四示例的暂停模式 (4)。

[0054] 除了并不产生离子且为一预定的周期的暂停周期之外，图 6A 和图 6B 所示的暂停模式 (1) 和 (2) 中的控制模式还包括处于暂停周期之前和之后预定的周期，以及通过在电极针 4 上加载高电压而产生离子的离子产生周期。作为一种用于设定与暂停周期有关的那些预定周期的方法，可以设置针对电消除装置的一些周期，或者用户可以根据多个脉冲或时间而随意地进行设置。作为一种用于对与离子产生周期有关的预定周期进行设定的方法，可以设置针对于电消除装置的一些周期，或者用户可以根据多个脉冲或时间而随意地进行设置。

[0055] 图 7A 和图 7B 所示的暂停模式 (3) 和 (4) 中的控制模式仅仅包括暂停周期。因此，在暂停模式 (3) 和 (4) 中的控制模式中的暂停周期不包括那些预定的周期，并且暂停周期一直持续，直到由于检测到被充电至超过一个预定数值的带电主体而启动电消除操作。此外，参见图 6 和图 7，在暂停周期中，只要被充电至超过一个预定数值的带电主体在电消除区域内出现，就可以在电极针 4 上加载不产生离子的电压（图 6A 中的暂停模式 (1)，以及图 7A 中的暂停模式 (3)），或者在电极针 4 上不加载任何电压（暂停加载电压）（图 6B 中的暂停模式 (2)，以及图 7B 中的暂停模式 (4)）。

[0056] 当采用了图 6A 和图 7A 所示的暂停模式 (1) 和 (3) 时，在暂停周期内，在电极 4 上加载一个低于放电开始时电压的电压会降低电极针 4 和带电主体之间的电势差，因此改进了对轻微带电的带电主体的灵敏度。

[0057] 在如图 6B 和图 7B 所示的暂停模式 (2) 和 (4) 中在暂停周期内暂停在电极针 4 上加载电压的时候，例如，假设能够通过电极针 4 上加载高电压而使得电极针 4 周围的空气电离的电压值为 3kV，那么在电极针 4 和带电主体之间的电势差超过阈值（例如 3kV）的时候在暂停周期内在电极针 4 上发生自放电，并且自放电被电消除装置内的电路检测到（流经第二电阻的电流值），于是启动电消除操作。例如，在这个电消除操作中加载在电极针 4 上的电压值是 5.3kV。

[0058] 在如图 6A 和图 7A 所示的暂停模式 (1) 和 (3) 中在暂停周期内暂停在电极针 4 上加载一个相对低（例如 2kV）的电压的时候，那么在暂停周期内在电极针 4 和带电主体之间的电势差超过阈值（例如 1kV）的时候在电极针 4 上发生自放电，并且通过流经第二电阻 R2 的电流值而检测到自放电，从而将一个能电离电极针 4 周围空气的高电压（例如 5.3KV）加载在电极针 4 上（启动电消除操作）。该电消除操作与在电消除模式中所描述的操作完全一样。按照这个方式，在暂停周期内加载一个相对较低的高电压有助于增加对带电主体进行检测的灵敏度。于是，不需要外部传感器来检测带电主体是否进入电消除区域（带电主体的出现），电消除操作可以仅仅在带电主体出现的时候利用电消除装置内部电路来执行。换言之，由于当带电主体不出现的时候可以保持禁止利用电极针 4 产生离子的状态，这样抑制了电极 4 的磨损以及对其的附带腐蚀。

[0059] 显然，上述基于图 6 和图 7 的控制中的“阈值”并不是一个存储在存储器中的“阈值”或者类似的预先知道的值，而是在根据图 6 和图 7 所示的暂停模式中的暂停周期内加载在电极针 4 上的电压或没有电压加载的状态中地与电极针 4 之间的电势差而确定的，也可

以是根据能电离电极针 4 周围的空气的电势差而确定的。然而,在暂停模式中的暂停周期内没有电压加载在电极针 4 上时,阈值可以等于或者大于 3KV,并且不一定必须是 3KV。类似地,在暂停模式中的暂停周期内,当加载了一个相对低的高电压时,如果即将加载至电极针 4 上的电压值为 2KV,那么阈值可等于或大于 1KV,不一定必须是 1KV。于是,根据上述逻辑,所述“阈值”对于电消除装置而言在暂停模式中可以是固定值,或者通过自动地设置一个最小值作为“阈值”并将最大值作为要在电消除模式中加载的电压值,用户可以设置任何一个其认为合适的处于最小值和最大值之间的数值作为“阈值”。

[0060] 如上所述,在暂停模式中可以根据“阈值”来进行切换以终止暂停周期并启动电消除操作,也可以根据流经第二电阻 R2(图 1 和图 2)的电流  $i$  的值(被放大器 7 放大的绝对值)来执行切换以终止电消除操作并重新开始暂停周期。图 8 示出了控制的示例,其中在暂停模式的暂停周期内,检测带电主体而执行电消除操作,以及终止电消除操作而重新开始暂停周期。参见图 8,当自放电检测电流的绝对值  $|i|$  超过第一阈值(例如对应于 3KV 的电流值)时,暂停周期被终止而电消除操作开始。随后,当带电主体的电消除继续进行而自放电检测电流的绝对值  $|i|$  低于第二阈值(例如对应于低于 1KV 的电流值)时,电消除操作被终止而暂停周期重新开始。换言之,图 8 所示的控制的示例是这样一个示例,其中在暂停模式中电消除操作的启动和终止都是利用阈值完成的。

[0061] 作为在暂停模式中执行的一种特定的电消除控制,其可以采用与参考图 3 到图 5 进行特殊说明的在电消除模式中进行的各种电压加载方法中的一个相同的电压加载方法。当然,不同于在电消除模式中采用的电压加载方法的电压加载方法也可以在暂停模式中的电消除操作中予以采用。

[0062] 在暂停模式中,在利用所述“阈值”使得暂停周期终止而电消除操作启动以后,可以利用计时器来终止电消除操作。图 9 至图 11 示出了这种计时器的一个特定示例。图 9 示出了计时器的时间  $t$  是固定值的示例,并且所述时间  $t$  可以是出厂时设置的也可以是由用户任意设置的。

[0063] 图 10 示出的示例中,计时器时间  $t$  可以根据自放电检测电流的绝对值的峰值而调整。图 11 示出的示例中,计时器时间  $t$  可以根据曲线的斜率而作调整,其中该斜率代表了自放电检测电流数值的减小。

[0064] 在如图 10 所示的根据“峰值”来对计时器时间  $t$  进行的调整中,优选地,当“峰值”大时,即,当带电主体所带的电荷量大时,将计时器时间  $t$  设置得较长;而当“峰值”小时,即,当带电主体所带的电荷量小时,将计时器时间  $t$  设置得较短。

[0065] 在如图 11 所示的根据“斜率”来对计时器时间  $t$  进行的调整中,优选地,当“斜率”小时,即,当带电主体所带的电荷量缓慢减小时,将计时器时间  $t$  设置得较长;而当“斜率”大时,即,当带电主体所带的电荷量迅速减少时,将计时器时间  $t$  设置得较短。

[0066] 在图 8 到图 11 中,作为暂停模式示出了这样的示例,其中电极针 4 上没有加载任何电压(图 7 中的暂停模式(4))。然而,应该理解的是,同样可以采用适合于暂停模式(1)、暂停模式(3)、以及随后将予以描述的其它暂停模式的控制模式。图 12 示出了这样的示例,其中“阈值”在控制中被用于通过在图 6A 所示的暂停模式(1)或图 7A 所示的暂停模式(3)(在这两个模式中,在暂停周期内一个相对低的电压被加载至电极针 4 上)中检测带电体来启动电消除操作以及终止电消除操作。然而,应该理解的是,类似于图 9 到图 11 所示的示

例,同样可以采用计时器来控制电消除操作的终止。

[0067] 如上所述,当在暂停周期中由电消除装置的内部电路检测到带电主体时执行电消除操作,其中在电消除操作中电极针 4 上加载了高电压从而产生离子。此外,如图 6A 和图 7A 所示,通过在暂停模式中包含离子产生周期(其间高电压被间歇性地并周期性地加载在电极针 4 上),可以确保对轻微带电的带电主体进行的电消除。在此,在图 6A 和图 7A 所示的暂停模式(1)和(3)中的控制模式中,离子产生周期的长度和暂停周期的长度可以被任意地设置。此外,由离子产生周期和随后的暂停周期组成的单个周期的时间长度以及单个周期中离子产生周期和暂停周期的比例也可以被任意地设置。以单个周期的时间长度为例,例如,如果为承载工件(所带的电将被消除的主体)的传输装置(transfer conveyer)提供电消除装置,那么它可以设置成符合工件传输节拍(transfer tact)的时间长度。

[0068] 当暂停模式中布置了离子产生周期时或者在暂停模式中执行电消除操作时,优选地在离子产生周期(其间电极针 4 上加载了高电压)或电消除操作结束后与暂停周期之间增加一个过渡期。具体来说,当刚从离子产生周期(或电消除操作)切换至暂停周期时,在紧邻暂停周期到来之前也就是离子产生周期的最后时刻,加载在电极针 4 上的高电压的极性在电消除区域内影响了暂停周期内早期的离子平衡,于是使得离子平衡变得不平衡。此外,在离子产生周期(或电消除操作)内在电路中积累的残留电荷在暂停周期加载至电极针 4 上,于是在暂停周期内离子产生可能还在继续。为了解决这个问题,如图 13 所示,优选地在从离子产生周期(或电消除操作)到暂停周期的切换之前插入第一过渡周期进而在第一过渡周期内将一个绝对值逐渐减小的电压加载在电极针 4 上。图 13A 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内电极针 4 上完全没有电压加载。图 13B 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内在电极针 4 上加载了一个低电平电压。

[0069] 类似的,优选地在从暂停周期到离子产生周期或电消除操作的变换之间增加一个过渡周期。具体来说,当刚从暂停周期切换至离子产生周期(或电消除操作)时,需要消除电荷的主体突然暴露在离子中,使得需要消除电荷的主体被充电。结果就是,例如,如果需要消除电荷的主体是一个半导体,则会对需要消除电荷的主体造成不期望的损坏,于是对主体的迅速充电将导致存储器中内容被删除。为了解决这个问题,如图 14 所示,需要在从暂停周期到离子产生周期(或电消除操作)的切换之前插入第二过渡周期,并且将一个绝对值逐渐增大的电压加载在电极针 4 上。图 14A 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内电极针 4 上完全没有电压加载。图 14B 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内电极针 4 上加载了一个低电平电压。

[0070] 图 15 示出了当在暂停模式中提供离子产生周期时的优选控制示例,其中在紧邻从离子产生周期(或电消除操作)到暂停周期的切换之前插入第一过渡周期,而在紧邻从暂停周期到离子产生周期(或电消除操作)的切换之前插入第二过渡周期。图 15A 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内电极针 4 上完全没有电压加载。图 15B 示出了暂停模式中的控制模式的示例,其中在暂停周期内电极针 4 上加载了一个低电平电压。

[0071] 为了有效地将通过在电极针 4 上加载高电压而产生的离子传送到需要消除电荷的主体(带电主体),实践上一般把离子吹至电消除装置。图 16 示出了一种电消除装置 100。电消除装置 100 具有多个包含上述电极针 4 的电极单元 12,电极单元 12 以一定间距

排列,并且过滤压缩气体以及诸如氮的惰性气体通过外部管道 13 而被提供给电消除装置 100。进入电消除装置 100 的过滤压缩气体以及惰性气体通过各个电极单元 12 放电。

[0072] 外部管道 13 具有在其间插入的电磁开关阀门或者电气开口调节阀门 14,并且开关阀门或者开口调节阀门 14 被来自电消除装置 100 的输出信号 Sc 所控制。对开关阀门或者开口调节阀门 14 的控制的示例可以通过参考图 17 予以解释。在图 17 所示的示例中,在附图中可以清楚的看出,在暂停周期停止在电极针 4 上加载电压。当自放电检测电流  $i$  的绝对值变得大于第一阈值时,操作被切换至电消除操作并且加载在电极针 4 上的高电压被启动。在自放电检测电流  $i$  的绝对值变得大于第一阈值的同时,电消除装置 100 输出输出信号 Sc 以打开电磁开关阀门 14。于是,在切换至电消除操作的同时,启动了对电消除装置 100 进行的压缩气体或惰性气体的供应。另一方面,当自放电检测电流  $i$  的绝对值变得小于第二阈值的时候,电消除操作终止而暂停周期重新开始,并且同时闭合电磁开关阀门 14 以终止对电消除装置 100 进行的压缩气体或惰性气体的供应。

[0073] 如上所述,通过根据自放电检测电流  $i$  的绝对值或者一个根据触发信号的控制信号来输出一个用于离子产生周期或电消除操作与暂停周期之间的切换进行控制的触发信号,例如,根据输出信号 Sc 来控制提供到电消除装置 100 的气体流量,可以使得压缩气体或惰性气体的消耗变得合理。如果在暂停周期内电极针 4 上加载了一个低电平电压,那么在过渡至暂停周期的同时,优选地通过输出信号 Sc 而使得开口调节阀门 14 的开口更小因而供应到电消除装置 100 的压缩气体或惰性气体的总量减低。

[0074] 此外,如图 6 所示在暂停模式包括离子产生周期和暂停周期的情况下,为了从离子产生周期切换至暂停周期,以及从暂停周期切换至离子产生周期,在电消除装置 100 内产生的信号或者根据该信号得到的控制信号可作为输出信号 Sc 从电消除装置 100 提供到开关阀门或者开口调节阀门 14。在这个情况下,如图 6B 和图 7B 所示,当暂停周期内电极针 4 上完全没有电压加载时,优选地闭合开关阀门 14 从而终止对电消除装置 100 供应压缩气体或惰性气体。如图 6A 所示,当暂停周期内电极针 4 上加载了一个低电平电压时,优选地从电消除装置 100 处提供一个使得开关阀门 14 的开口变得更小的信号。来自电消除装置 100 的输出信号 Sc 可被用于显示电消除装置 100 的当前操作状态。具体地说,当由配置在电消除装置 100 上或其附近的一个指示器(未示出)指示电消除装置 100 当前正在执行离子产生周期或者暂停周期或者其处于电消除模式的操作中的时候,指示器的开灯和熄灯可以由基于控制电消除装置 100 的内部信号而得到的输出信号 Sc 所控制。

[0075] 通过参考图 18 到图 21 的流程图对一些特殊的控制的示例进行了描述。图 18 是关于在暂停模式中根据图 8 中的“阈值”对电消除操作进行控制的流程图。根据图 18 所示的流程图,在步骤 S1 中,确定暂停模式是否被设置,并且如果回答是肯定的(暂停模式被设置),则操作进入步骤 S2 从而对自放电检测电流  $i$  进行测量。随后,确定测量到的自放电检测电流  $i$  的绝对值是否超过第一阈值(步骤 S3)。如果回答是肯定的,操作进入步骤 S4 从而启动电消除操作。接下来,在步骤 S5 中对自放电检测电流  $i$  进行检测,并且电消除操作一直持续到自放电检测电流  $i$  的绝对值小于第二阈值。当自放电检测电流  $i$  的绝对值变得小于第二阈值时,电消除操作在步骤 S6 终止。于是,电消除装置重新进入暂停模式的暂停周期,并对带电主体的出现即自放电的发生继续进行监控,而电消除操作在暂停状态中处于准备状态。

[0076] 图 19 中的流程图对应于图 9 所示的控制,其中通过使用计时器来终止电消除操作。根据图 19 所示的流程图,在步骤 S10 中,确定暂停模式是否被设置,并且如果回答是肯定的(暂停模式被设置),则在步骤 S11 测量自放电检测电流  $i$ ;并确定测量到的自放电检测电流  $i$  的绝对值是否超过第一阈值(步骤 S12)。如果回答是肯定的,则操作进入步骤 S13 从而启动电消除操作。接下来,在步骤 S14 中计时器被启动,并且当计时器的时间  $t$  到达预定时间  $t_0$  时,操作进入步骤 S15 来终止电消除操作。于是,电消除装置返回至暂停模式的暂停周期。于是,电消除装置重新进入暂停模式的暂停周期,并对带电主体的出现即自放电的发生继续进行监控。

[0077] 图 20 中的流程图对应于图 10 所示的控制,其中计时器时间是可变的。根据图 20 所示的流程图,在步骤 S20 中,确定暂停模式是否被设置,并且如果回答是肯定的(暂停模式被设置),则在步骤 S21 测量自放电检测电流  $i$ ;并确定测量到的自放电检测电流  $i$  的绝对值是否超过第一阈值(步骤 S22)。如果回答是肯定的,操作进入步骤 S23 从而启动电消除操作。随后,在步骤 24 对自放电检测电流  $i$  进行测量,根据自放电检测电流  $i$  测量出接地电流的峰值(步骤 25),并且从一个数据表格中获得对应于峰值的计时器时间  $t_0$ (步骤 26)。接下来,计时器时间被设置成时间  $t_0$  并且计时器被启动(步骤 27),并且当计时器的时间  $t$  到达被设置的预定时间  $t_0$ (步骤 28)时,电消除操作被终止(步骤 29)。于是,电消除装置返回至暂停模式的暂停周期。于是,电消除装置重新进入暂停模式的暂停周期,并对带电主体的出现即自放电的发生继续进行监控。

[0078] 图 21 中的流程图对应于图 11 所示的控制。根据图 21 所示的流程图,在步骤 S30 中,确定暂停模式是否被设置,并且如果回答是肯定的(暂停模式被设置),则在步骤 S31 测量自放电检测电流  $i$ ;并确定测量到的自放电检测电流  $i$  的绝对值是否超过第一阈值(步骤 S32)。如果回答是肯定的,操作进入步骤 S33 从而启动电消除操作。随后,在步骤 34 对自放电检测电流  $i$  进行测量,根据自放电检测电流  $i$  测量出接地电流的峰值(步骤 35)。在检测了峰值以后,操作进入步骤 S36 以测量自放电检测电流  $i$ ,并且从自放电检测电流  $i$  的导数值中获得一个斜率(步骤 37)。随后,从一个数据表格中获得对应于所得斜率的计时器时间  $t_0$ (步骤 38)。接下来,计时器时间被设置成时间  $t_0$  并且计时器被启动(步骤 39),并且当计时器的时间  $t$  到达被设置的预定时间  $t_0$ (步骤 40)时,电消除操作被终止(步骤 41)。于是,电消除装置返回至暂停模式的暂停周期。于是,电消除装置重新进入暂停模式的暂停周期,并对带电主体的出现即自放电的发生继续进行监控。

[0079] 在上述电消除装置 100 中,当电消除区域内的离子平衡在暂停模式的操作期间发生偏移时,优选地,可以适当地执行诸如图 22 和图 23 所示的控制以保持离子平衡。图 22 所示的离子平衡控制是改变了加载在电极针 4 上的脉冲状高电压的脉冲宽度的控制(占空比控制)。图 22A 示出了当电极针 4 附近的离子平衡偏向正侧时的控制的示例。在这个情况下,进行控制使得加载正的高电压的脉冲宽度较小。图 22B 示出了当电极针 4 附近的离子平衡偏向负侧时的控制的示例。在这个情况下,进行控制使得加载正的高电压的脉冲宽度较大。

[0080] 图 22 所示的控制的示例是通过改变高电压的脉冲宽度来适当地保持离子平衡的示例,但是加载在电极针 4 上的正的或负的高电压的值也可以被改变。此外,如图 23 所示,电压可以被控制来使得正的或负的高电压的平均值对应于离子平衡偏移的程度。当然,该

值可被数字化地平均。在暂停模式中执行这样的离子平衡控制时,需要对加载在电极针 4 上的正的或负的高电压进行合适的采样。此外,优选地利用一个合适的平均技术来恰当地执行离子平衡控制。

[0081] 现就这点予以详细的解释。离子平衡控制是要控制加载在电极针 4 上的正侧高电压和负侧高电压从而使得电极针 4 周围的正离子和负离子的平衡可以恰当地中和带电主体所带的电。在这个离子平衡控制中,在利用正电压和负电压之间的占空比来执行离子平衡控制的情况下,例如当带了正电的主体进入了电消除区域的时候,该电荷状态被检测并且一个被调节成增加了负侧的占空比的高电压被加载到电极针 4 上。为了恰当地执行控制,至少当前被用于执行控制的占空比和作为当前控制结果的电消除区域内离子平衡的状态优选地转用 (reflect) 在下一控制中加载在电极针 4 上的高电压的占空比的确定中。

[0082] 如上所述,暂停模式包括暂停周期,在暂停周期内电极针 4 周围并不产生离子。在从暂停周期转换至离子产生周期时,或者从暂停周期转换至电消除操作时,当前被用来执行控制的占空比基本不是现有的。于是,紧接在转换至离子产生周期或电消除操作之后而把暂停周期内占空比转用到离子平衡控制上可能很容易成为导致紧接在转换至离子产生周期或电消除操作之后离子平衡不恰当的一个原因。

[0083] 此外,当采用了这样的方法,其中在暂停模式中的暂停周期内电极针 4 上没有加载用于电离的高电压,这时为了优化包括暂停周期在内的用于离子平衡控制的数据,比较合适的就是将在之前存储起来的一个或多个块的旧数据平均。然而,对包括暂停周期内的数据在内的数据进行平均很容易成为导致在转换至离子产生周期或电消除操作时离子平衡不恰当的一个原因。具体地说,一般对于电消除装置,加载在电极针 4 上的正极性高电压和负极性高电压之间的占空比是根据紧挨着此次之前使用过的一个或多个占空比确定的。然而,当使用在包括暂停周期的暂停模式中时,想要设置一个合适的占空比并不太可能。为了避免这种问题,如图 24 中的流程图所示,优选地停止暂停周期中的采样,并且采用前面的离子产生周期或前面的电消除操作中的最后一个数据对电极针 4 上电压的加载进行控制。此外,为了优化高电压加载中的离子平衡控制,优选地将前面的数据平均。

[0084] 图 24 是根据图 6A 和 6B 所示的包括暂停周期和离子产生周期的暂停模式 (1) 和暂停模式 (2) 的执行流程。首先,在步骤 S50 中高电压电源被打开,随后,在步骤 S51 确定是否是离子产生周期。如果回答是肯定的,即,通过在电极针 4 上加载高电压产生了离子,则操作进入步骤 S52。对加载在电极针 4 上的例如正侧和负侧的高电压的占空比进行采样,并如图 25 所示存储在存储器中。随后,在步骤 S53,根据预定数目的采样数据块计算出一个平均值,而且将平均值存储在存储器中并且根据平均值来执行离子平衡控制。

[0085] 当从离子产生周期切换至暂停周期时,操作从步骤 S51 进入步骤 S54 以关闭高电压电源。随后,在步骤 S55,根据存储器中所存储的数值确定下一次执行中使用的加载在电极针 4 上的电压的数值或者其占空比,并且将所确定的数据存储在存储器中。当暂停周期结束以后,依照在暂停周期中所确定的数值或占空比的高电压从高电压电源加载至电极针 4 上。具体地说,例如在暂停周期中,对占空比的采样并没有被执行。图 25 示出了数字处理的示例,并且在暂停周期内禁止数据传输至存储器。

[0086] 为了在紧接着从暂停周期转换至离子产生周期之后对离子平衡控制进行优化,对暂停周期内电消除区域的离子平衡进行检测并将其存储在存储器中,并且这些将在暂停周

期内不断更新,并且在暂停周期末期添加电消除区域内的离子平衡的数据,并且对上述在暂停周期所确定的高电压的数据或者占空比进行校正,因此可对随后的高电压加载进行控制。

[0087] 于是,可以确定紧接着从暂停周期转换至离子产生周期之后适合于离子平衡控制的占空比或高电压电平。在不包括离子产生周期的暂停模式中(图 7A 和图 7B),优选地,在电消除操作中对作为离子平衡控制的结果的最近的占空比或最近的高电压值进行连续采样以进行存储,并且就在开始电消除操作之前,对在最近的电消除操作中存储的数据进行平均以确定将要加载在电极针 4 上的电压的值或其占空比。于是,可以避免在加载零电压的暂停周期内进行平均化。此外,可以检测暂停周期内电消除区域的离子平衡并将其存储在存储器中,并且这些将在暂停周期内不断更新,根据紧挨着转换至电消除操作之前得到的数据,被确定的数据可被校正成即将执行的加载在上述电极针 4 上的高电压的值或其占空比。

[0088] 离子产生周期内的离子平衡控制可以是这样的,例如在转换至离子产生周期之后的早期阶段,首先,根据在暂停周期中确定的高电压的值或其占空比来将一个正的或负的电压作为估计控制加载在电极针 4 上,并且在随后的离子平衡控制中,可以执行与电消除模式中相同的离子平衡控制,即,通过流经内部电路的电流来确定加载在电极针 4 上的正或负高电压的值或其占空比以进行反馈控制并进而基于反馈控制所执行的离子平衡控制。具体地说,在离子产生周期的早期阶段,根据在暂停周期中确定的数据而执行作为估计控制的离子平衡控制,并且在随后的离子平衡控制中离子平衡控制切换至反馈控制。此外,作为一个修改的示例,优选地,在离子产生周期的早期阶段,根据在暂停周期中确定的数据而执行作为估计控制的离子平衡控制,并且随后,根据流经内部电路的电流而执行离子平衡控制并且同时根据在暂停周期中确定的数据对数据进行校正。

[0089] 在不包括离子产生周期的暂停模式中(图 7A 和图 7B),优选地,把与暂停周期的电消除操作中的电离平衡相关的流经内部电路的电流的值和电流方向的离子平衡数据存储在存储器中,例如,利用在上一个电消除操作中在电极针 4 上加载高电压所获得的离子平衡数据来执行早期阶段的离子平衡控制,执行下一个电消除操作,并且离子平衡控制可被切换至如上的反馈控制,依此进行。同样优选地,利用在电消除操作中存储的数据,在下一个电消除操作早期阶段执行作为估计控制的离子平衡控制,并且随后根据流经内部电路的电流进行校正从而执行离子平衡控制(例如占空比控制)。

[0090] 如上所述,利用在公共电极针 4 上加载极性相反的电压来交替地产生正负离子的示例对实施例进行了说明。然而,应该理解的是,本发明还可以应用到如下电消除装置中,其中一对电极针分别被加载了正高电压和负高电压从而如在日本未审查专利公开 No. 2000-58290 的图 16 和图 17 所示的实施例中所描述地产生正离子和负离子。具体地说,自放电检测电路可分别被布置在正负电极针和地之间,并且当任何一个电极针上检测到自放电时,与在电消除模式中同样的高电压可被加载在电极针上以执行电消除操作。此外,应该理解的是,在暂停模式的暂停周期中,可以在电极针上加载一个不产生离子的电压,即,能提高对带电主体进行检测的灵敏度的电压(例如 2kV)。



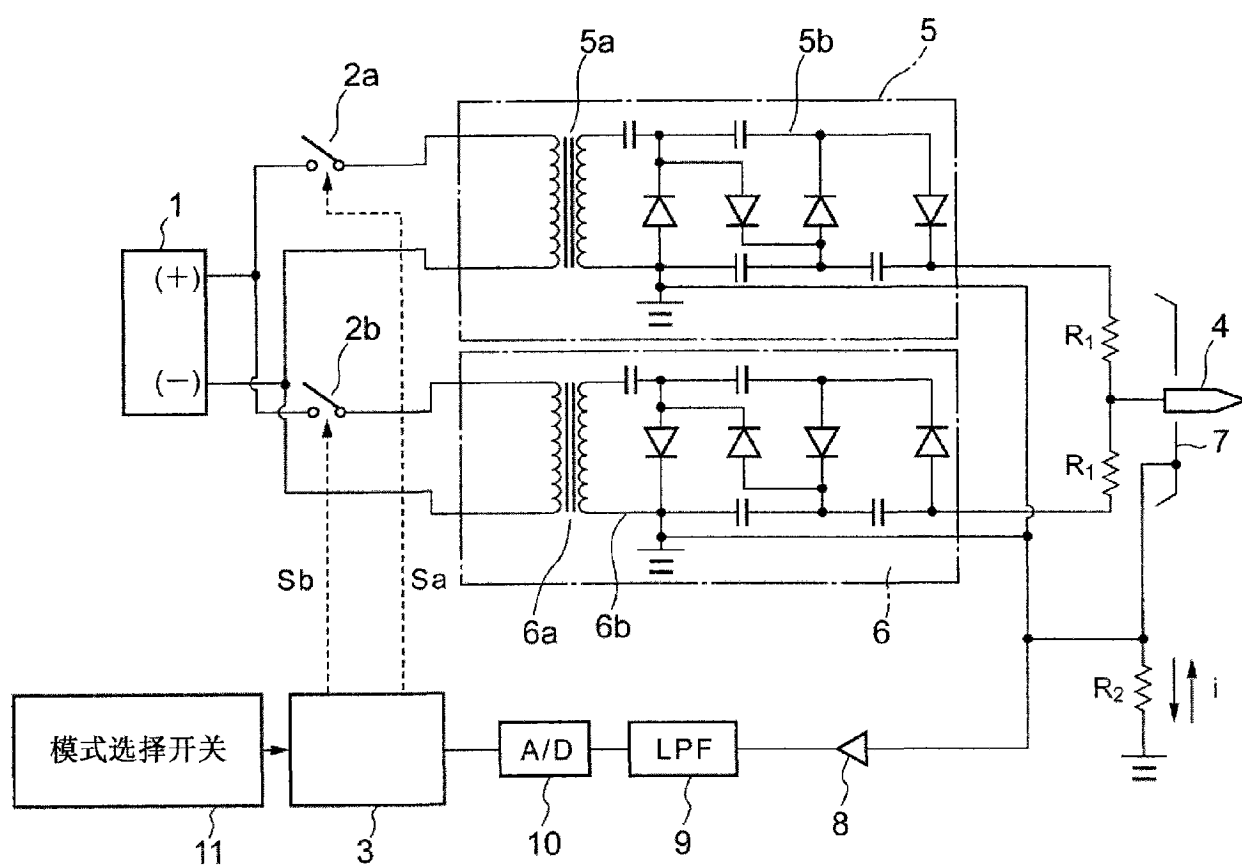


图 1

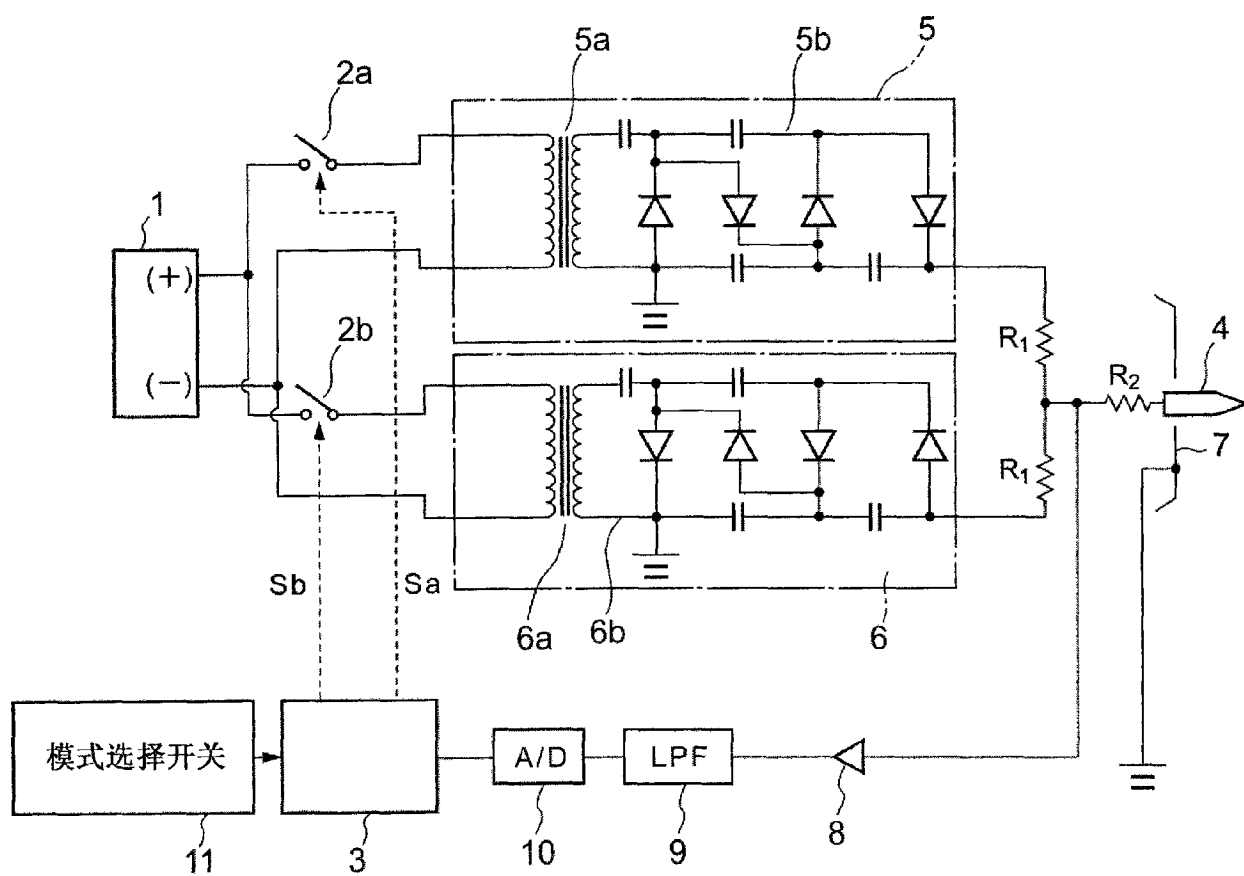


图 2

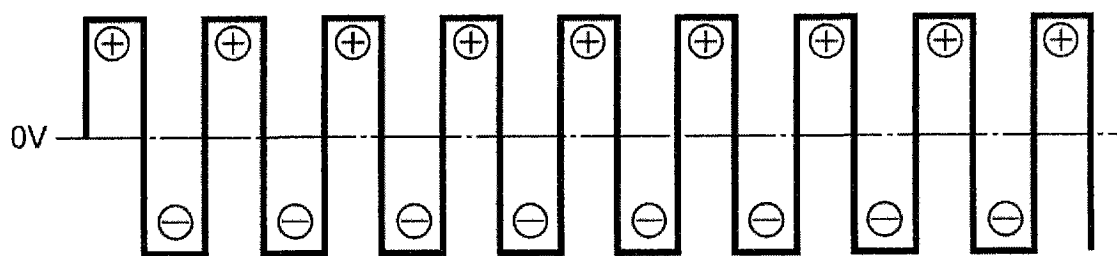


图 3

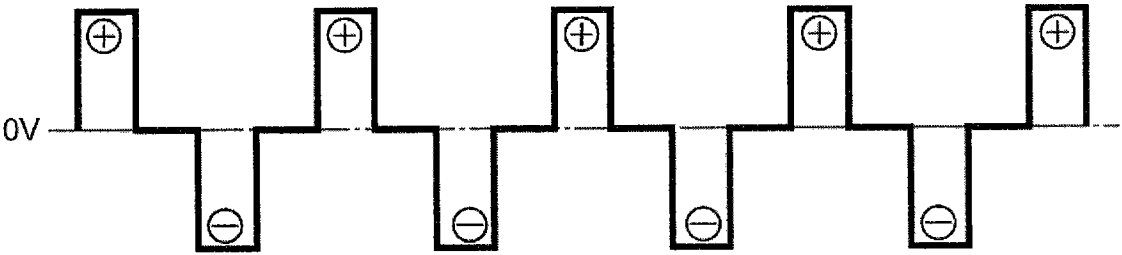


图 4

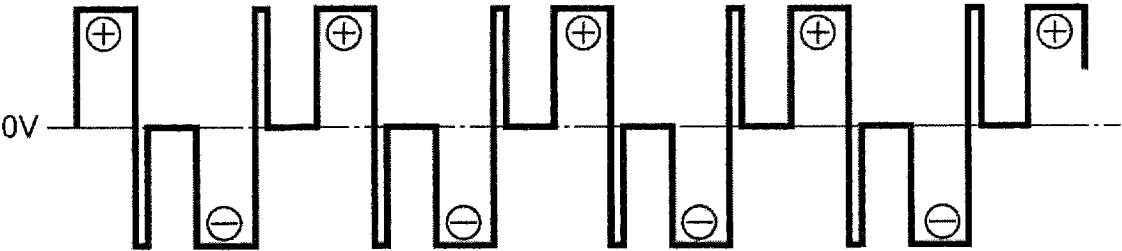


图 5

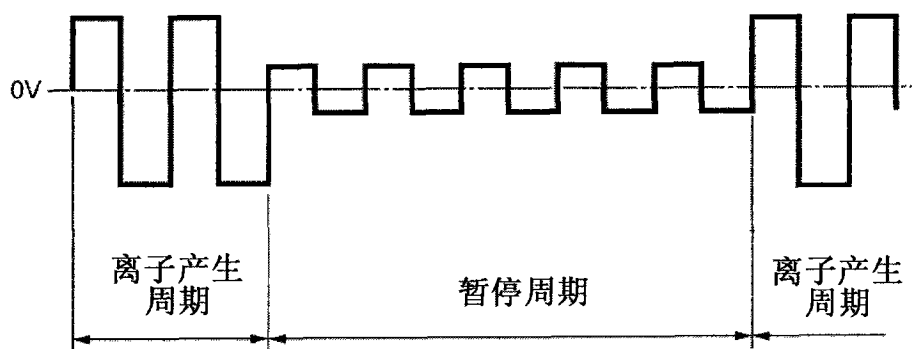


图 6A

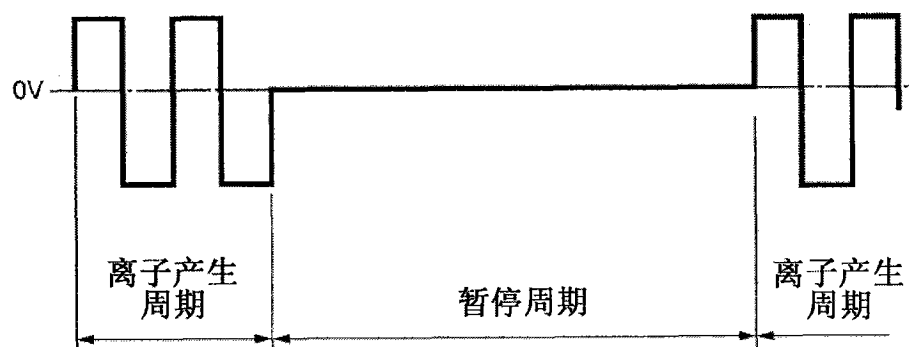


图 6B

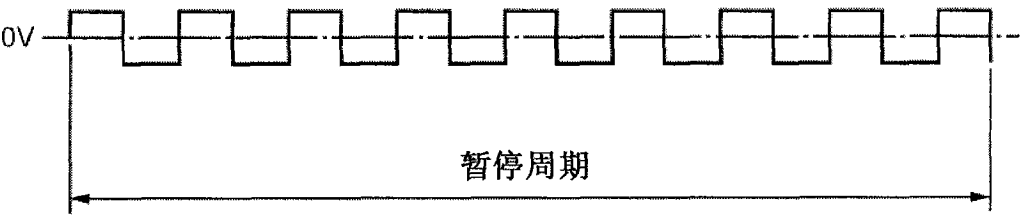


图 7A

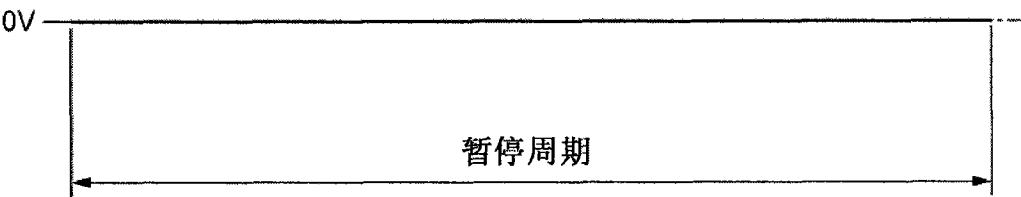


图 7B

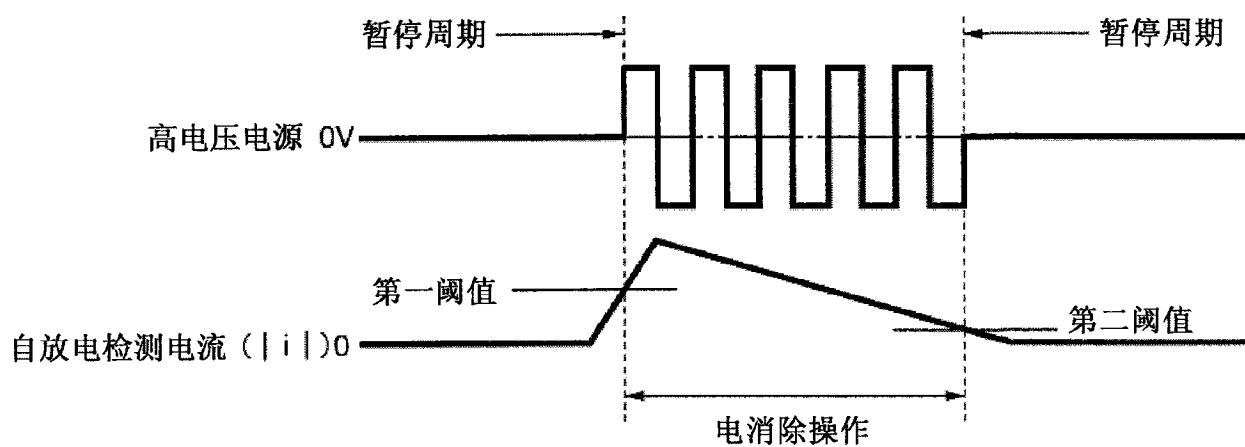


图 8

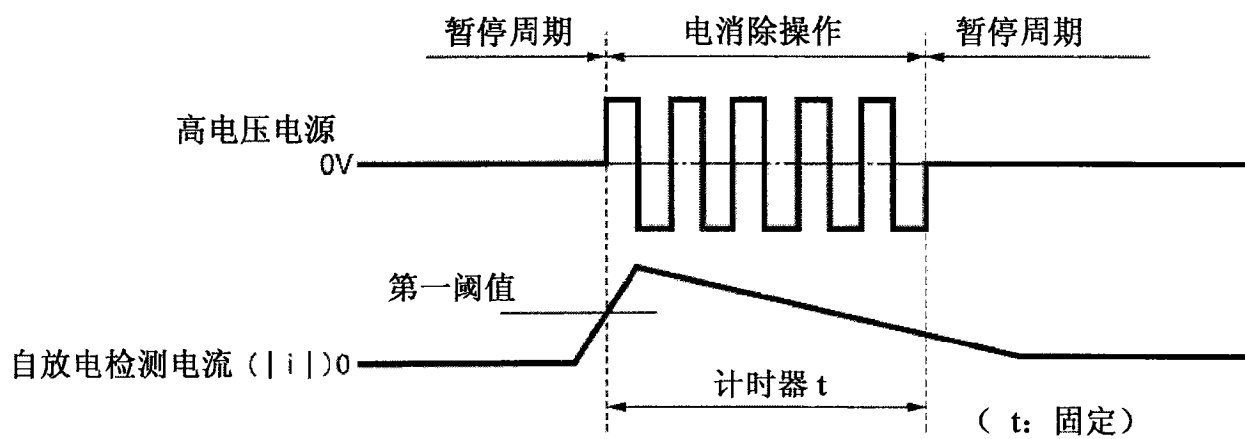


图 9

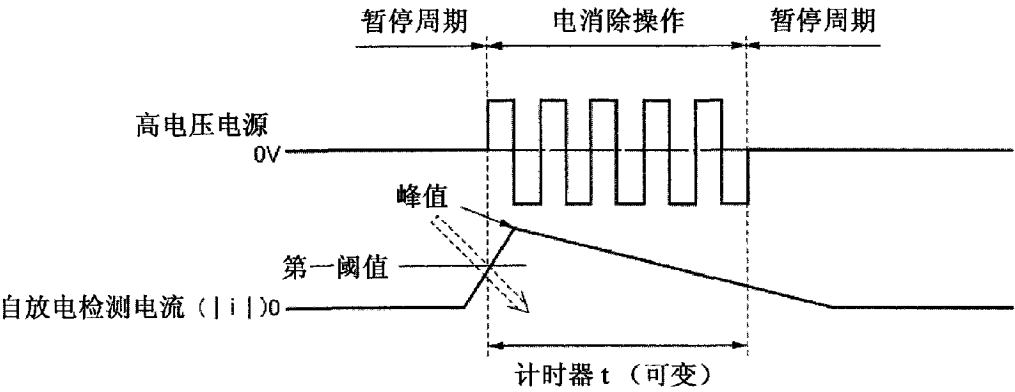


图 10

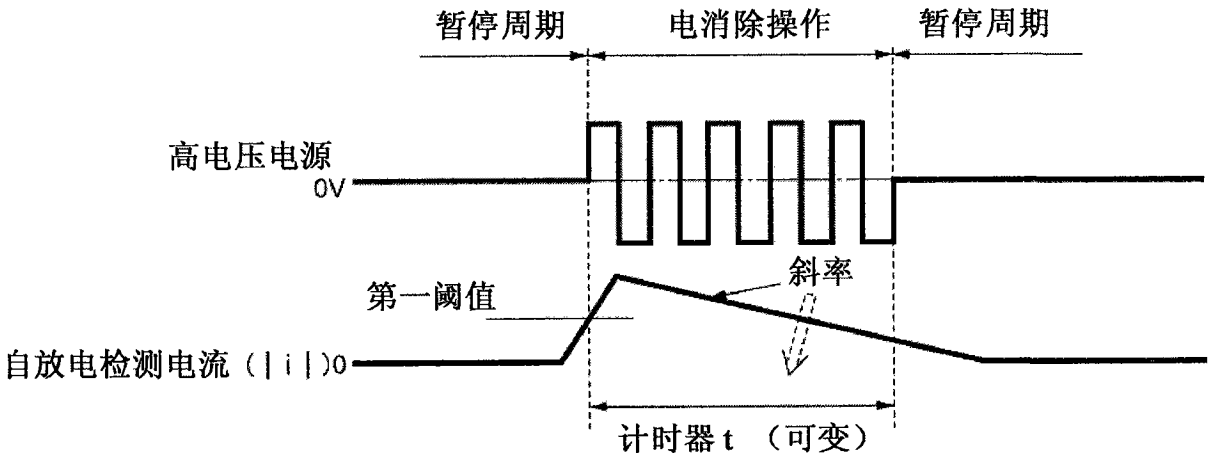


图 11

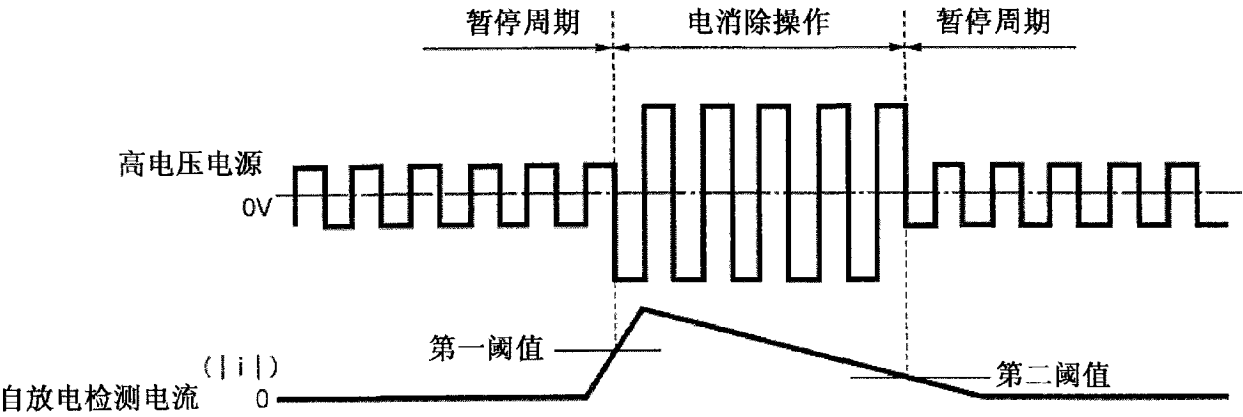


图 12



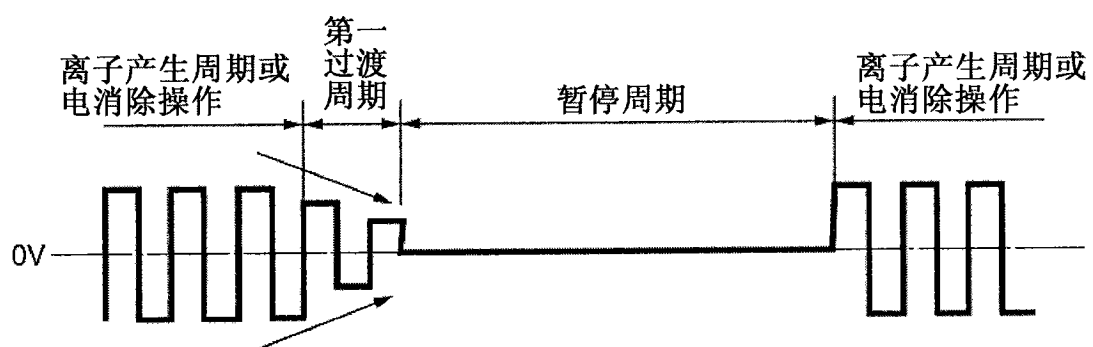


图 13A

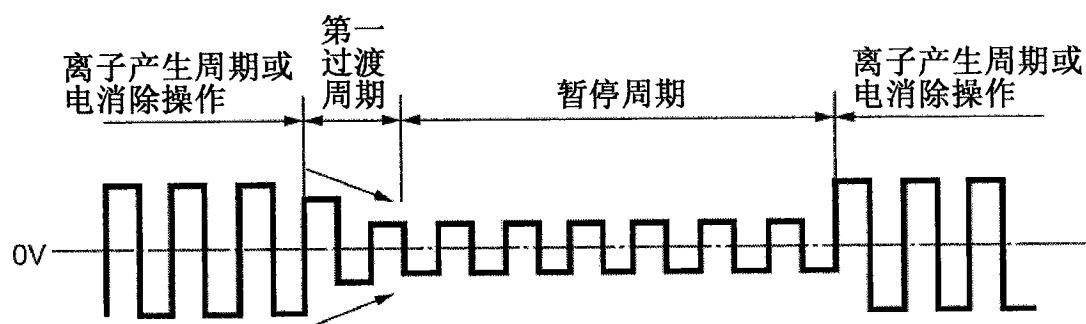


图 13B

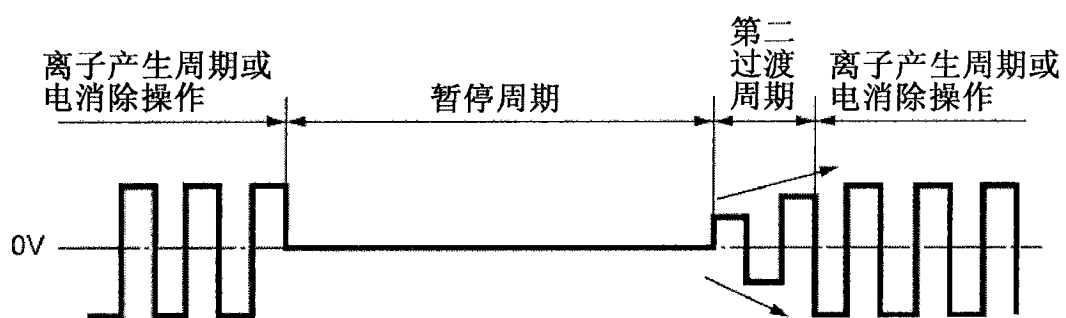


图 14A

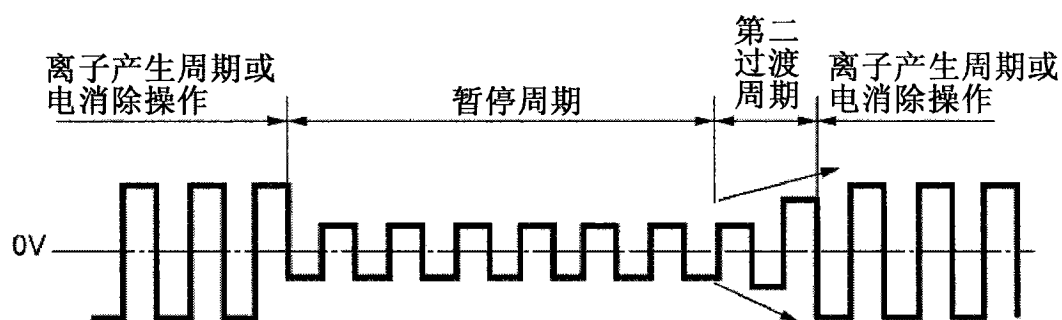


图 14B

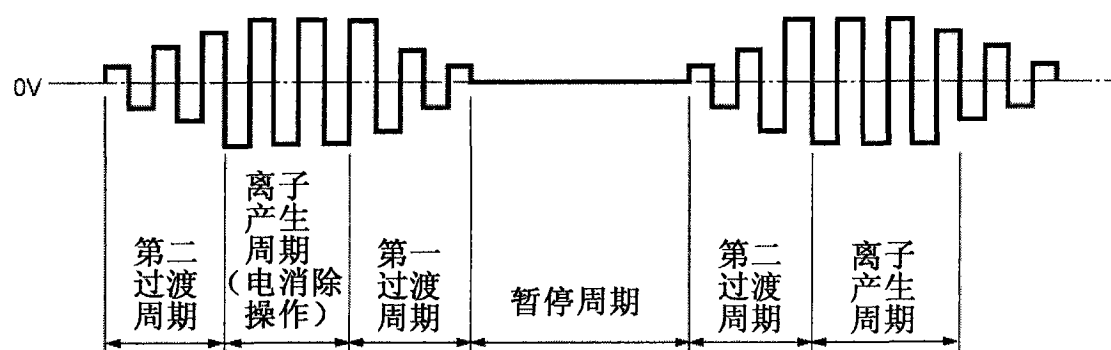


图 15A

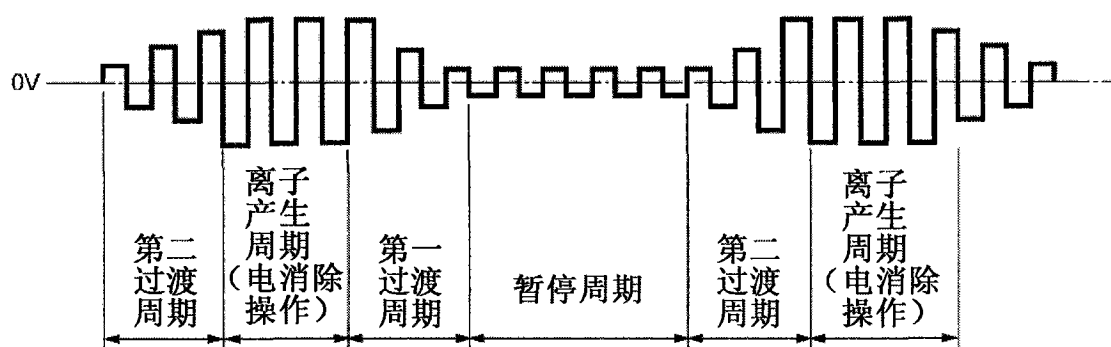


图 15B

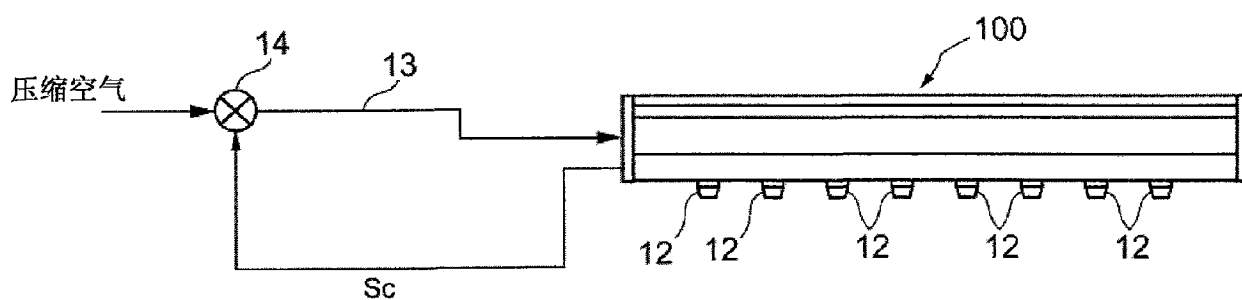


图 16

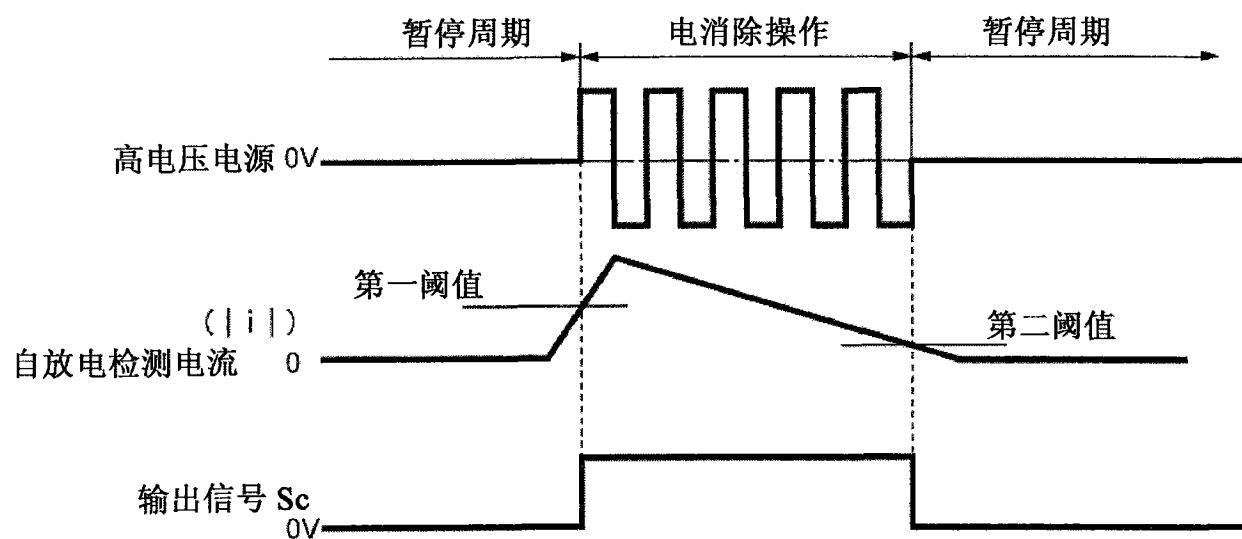


图 17

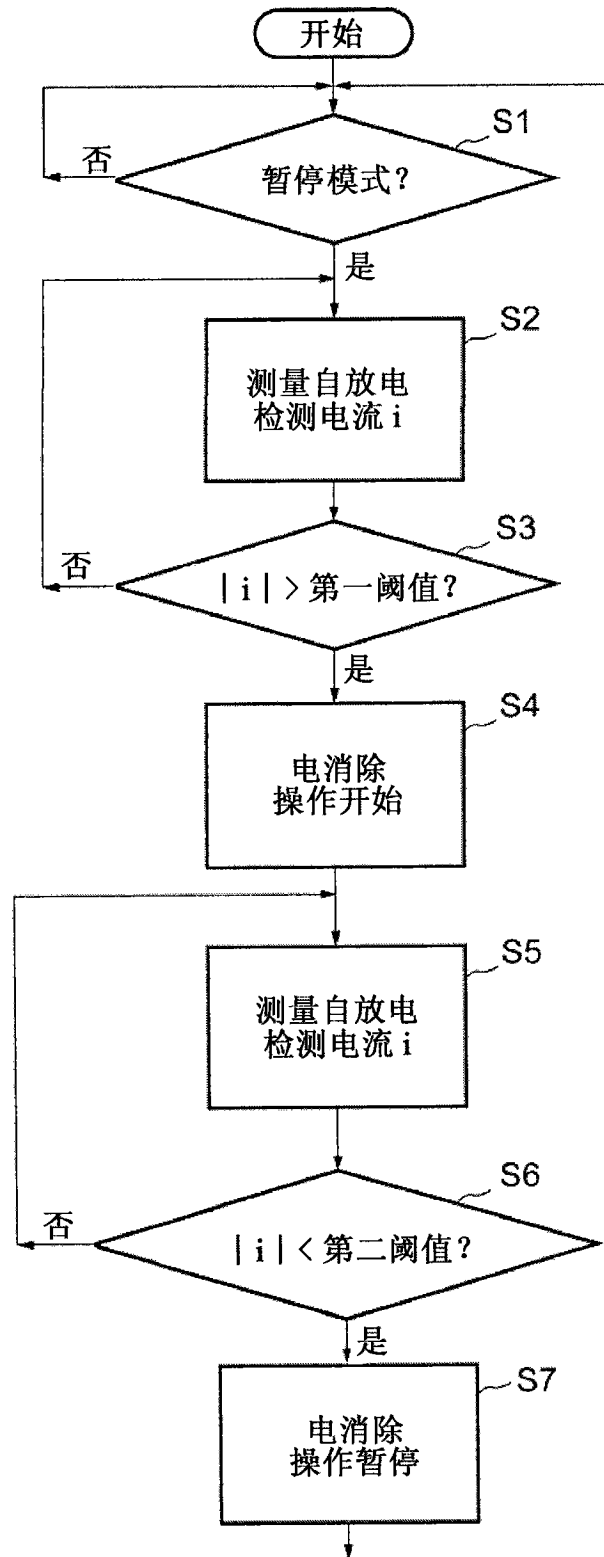


图 18

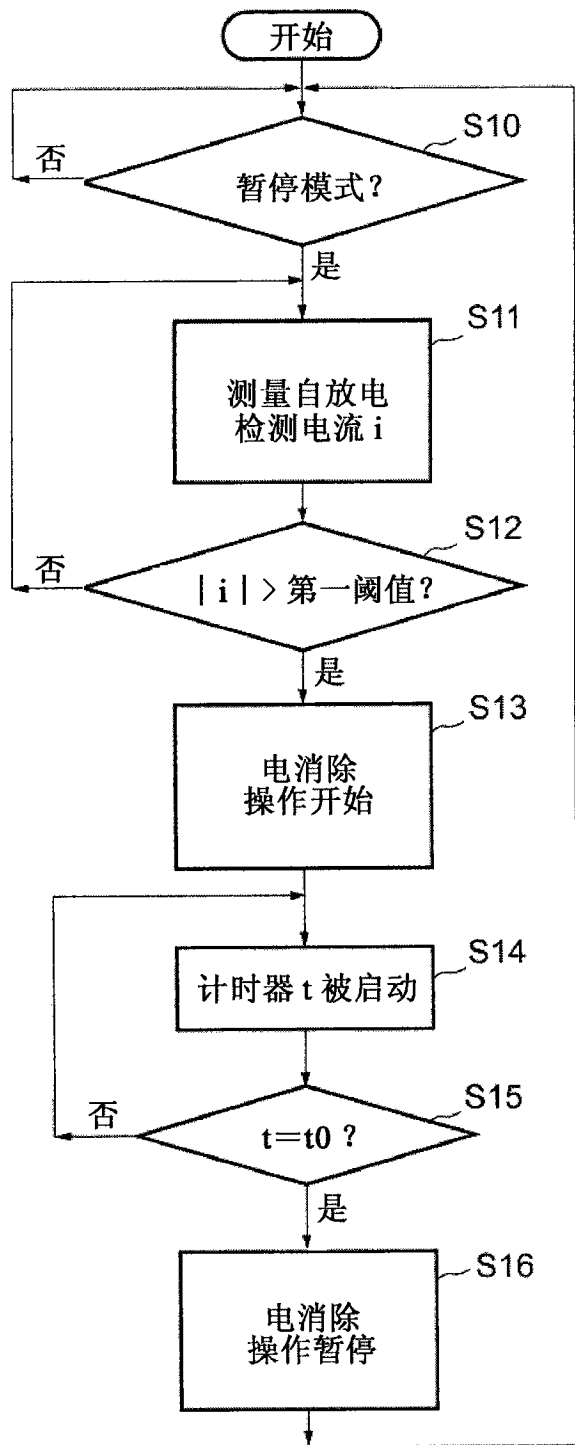


图 19

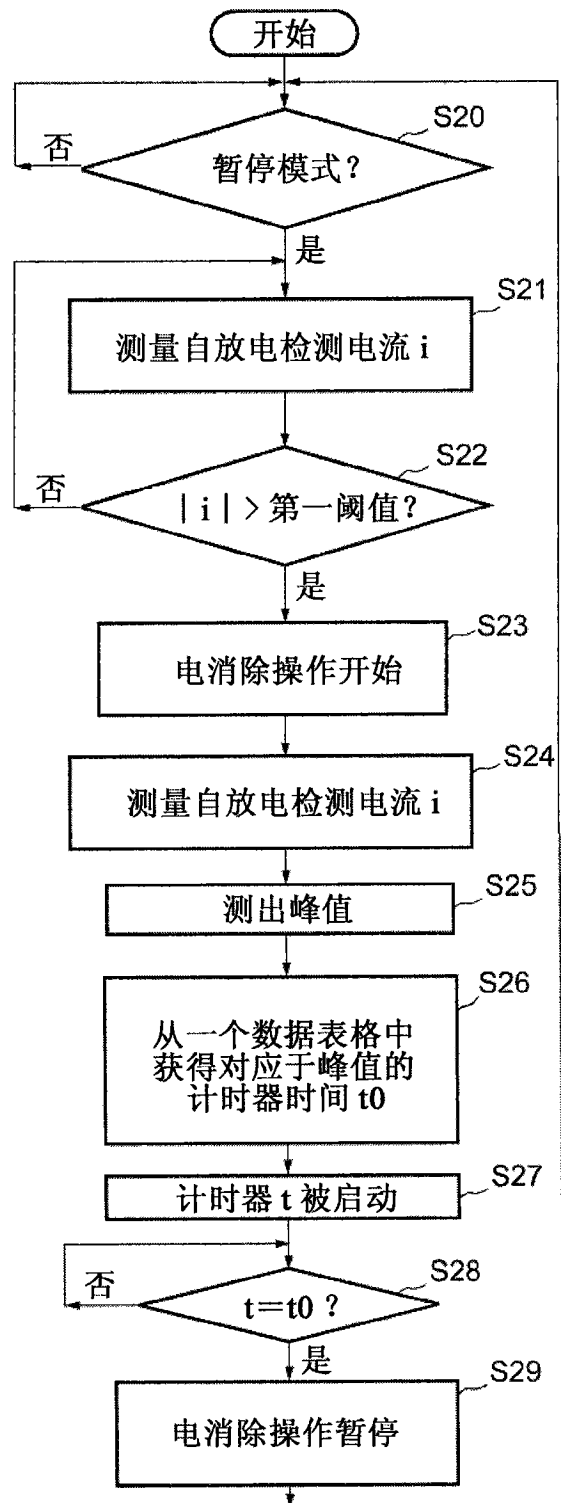


图 20

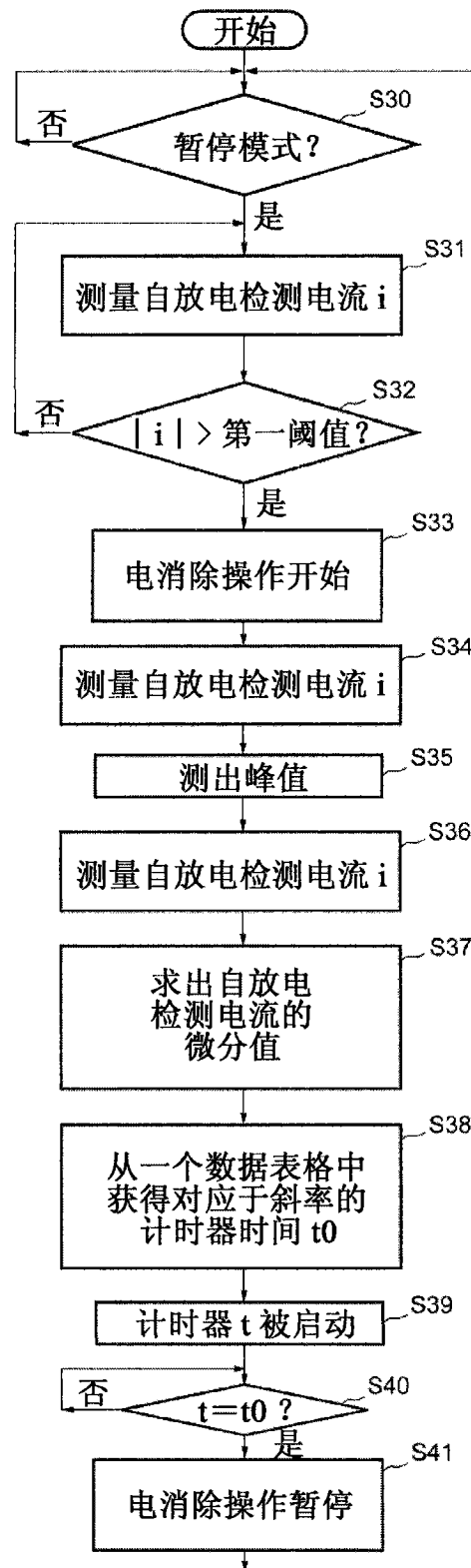


图 21

图 22A

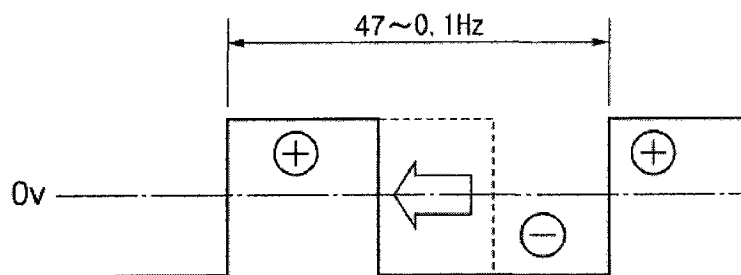


图 22B

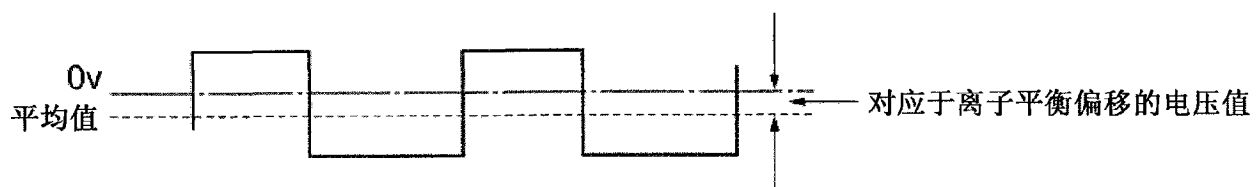
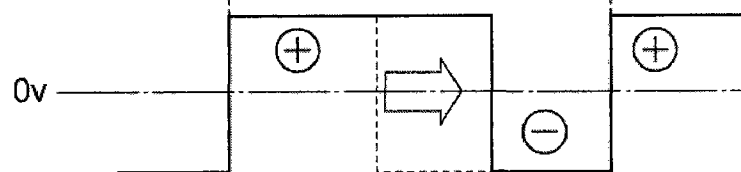


图 23



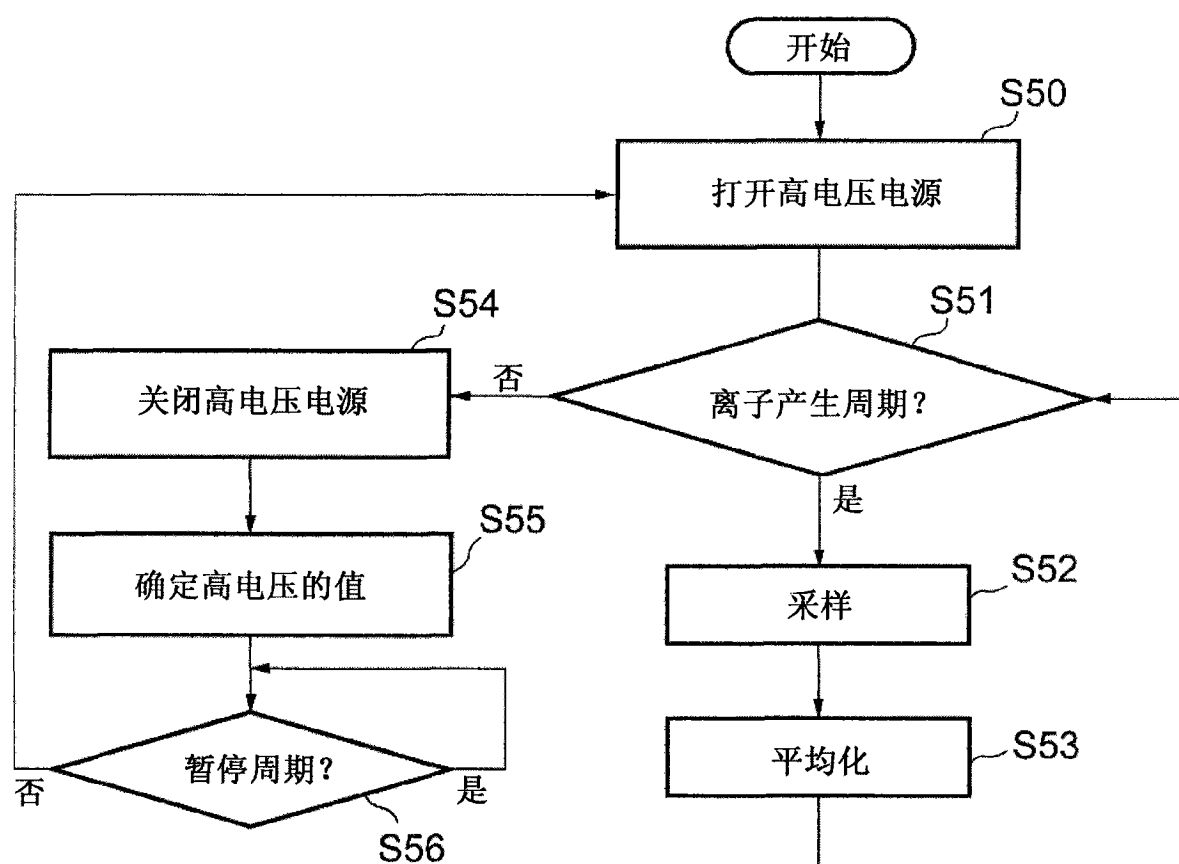


图 24

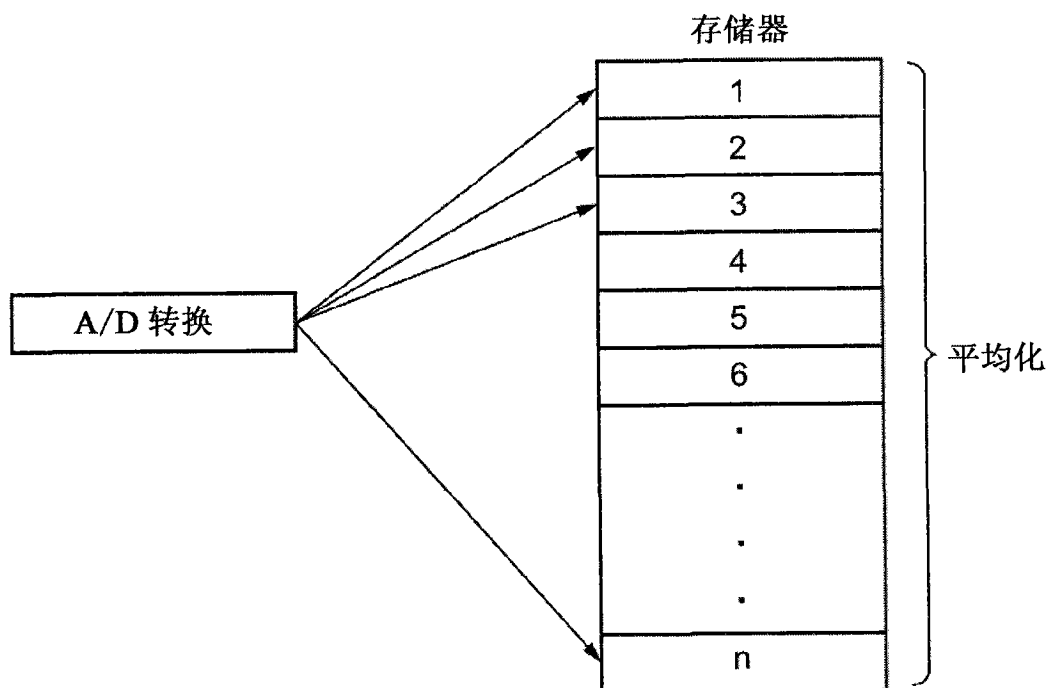


图 25