



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105845538 A

(43) 申请公布日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201610073270. 4

(22) 申请日 2016. 02. 02

(30) 优先权数据

14/613, 168 2015. 02. 03 US

(71) 申请人 萨默费尼根有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 V·V·科威同

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 姬利永

(51) Int. Cl.

H01J 49/00(2006. 01)

H01J 49/06(2006. 01)

H01J 49/42(2006. 01)

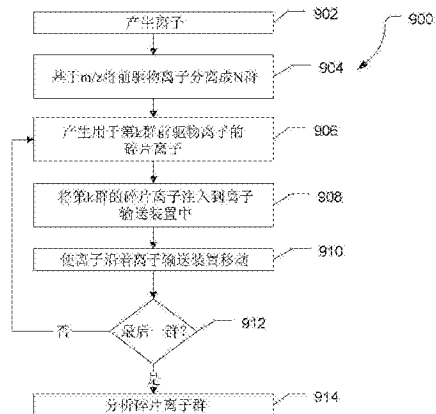
权利要求书3页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

离子转移方法和装置

(57) 摘要

一种离子输送装置可以包括多个平行布置的极杆对,以及控制器。所述控制器可以经配置以将重复电压模式的电压施加到所述极杆对,由此建立能够俘获离子的多个电位井,且使所述重复电压模式沿着所述极杆对移动以使所俘获离子沿着所述离子输送装置移动。所述离子输送装置可以并入到质谱仪中。



1. 一种用于质谱仪的离子输送装置,其包含:

多个平行布置的极杆对,所述极杆对界定多个离子输送单元,每一离子输送单元唯一地对应于一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对;

用于将离子供应到所述离子输送装置的分段单元,其中所述离子输送装置经定位和定向以从在平行于所述极杆的主轴的方向上行进的所述分段单元接收离子;以及

控制器,其经配置以

将重复电压模式的电压施加到所述极杆对,由此建立能够俘获离子的多个电位井,其中每一离子输送单元接收相同模式的电压;

使所述重复电压模式沿着所述极杆对移动以使所俘获离子沿着所述离子输送装置在所述多个离子输送单元内和其间移动;以及

将至少一个射出电压施加到一或多个电极以使得离子在平行于所述极杆的方向上从所述离子输送装置射出。

2. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中所述离子在垂直于所述极杆的所述主轴的方向上沿着所述离子输送装置输送。

3. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中所述控制器经配置以将至少一个射出电压施加到一或多个电极以产生使得离子从所述离子输送装置射出的DC电位梯度。

4. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中每一极杆对包括具有RF+极性的极杆和具有RF-极杆极性的极杆。

5. 根据权利要求4所述的离子输送装置,其中邻近极杆对具有相反的RF极杆极性。

6. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中极杆对的极杆之间的间隔大于极杆对之间的间隔。

7. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中极杆对之间的所述间隔沿着所述离子输送装置的长度实质上相等。

8. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中极杆对的极杆之间的所述间隔介于极杆对之间的所述间隔的两倍与四倍之间。

9. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中所述重复电压模式为阶梯式电压模式。

10. 根据权利要求9所述的离子输送装置,其中所述阶梯式电压模式为跨越三个极杆对施加的高-低-高模式。

11. 根据权利要求9所述的离子输送装置,其中所述阶梯式电压模式为跨越四个极杆对施加的高-低-低-高模式。

12. 根据权利要求9所述的离子输送装置,其中所述阶梯式电压模式为跨越五个极杆对施加的高-低-低-低-高模式。

13. 根据权利要求1所述的离子输送装置,其中所述重复电压模式为电压电平持续改变模式。

14. 根据权利要求13所述的离子输送装置,其中所述电压电平持续改变模式是跨越三个极杆对而施加,并且是由下式界定: $V_1(t) = +V \cdot \cos(\text{Pi}/4 - \omega * t)$ 、 $V_2(t) = -V \cdot \cos(\text{Pi}/4 - \omega * t)$ 、 $V_3(t) = +V \cdot \cos(\text{Pi}/4 - \omega * t)$ 。

15. 根据权利要求13所述的离子输送装置,其中所述电压电平持续改变模式是跨越四个极杆对而施加,并且是由下式界定: $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega * t - \text{Pi}/4)$ 、 $V_2(t) = V \cdot \sin(\omega * t - \text{Pi}/4)$ 。

4)、 $V3(t) = -V \cos(\omega * t - \pi/4)$ 、 $V4(t) = -V \sin(\omega * t - \pi/4)$ 。

16. 根据权利要求13所述的离子输送装置,其中所述电压电平持续改变模式是跨越五个极杆对而施加,并且是由下式界定: $V1(t) = V \cos(\omega * t - \pi/5)$ 、 $V2(t) = -V \cos(\omega * t + (2/5) * \pi)$ 、 $V3(t) = -V \cos(\omega * t)$ 、 $V4(t) = -V \cos(\omega * t - (2/5) * \pi)$ 、 $V5(t) = V \cos(\omega * t + \pi/5)$ 。

17. 一种质谱仪,其包含:

离子源;

离子输送装置,其包括多个平行布置的极杆对,所述极杆对界定多个离子输送单元,每一离子输送单元唯一地对应于一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对;

用于将离子供应到所述离子输送装置的分段单元,其中所述离子输送装置经定位和定向以从在平行于所述极杆的主轴的方向上行进的所述分段单元接收离子;

一个或多个质量分析器;以及

控制器,其经配置以

将重复电压模式的电压施加到所述极杆对,由此建立能够俘获离子的多个电位井,其中每一离子输送单元接收相同模式的电压;以及

使所述重复电压模式沿着所述极杆对移动以使所俘获离子沿着所述离子输送装置在所述多个离子输送单元内和其间移动。

18. 根据权利要求17所述的质谱仪,其中所述离子在垂直于所述极杆的方向上沿着所述离子输送装置输送。

19. 根据权利要求17所述的质谱仪,其中所述控制器经配置以将至少一个射出电压施加到一或多个电极以使得离子在平行于所述极杆的方向上从所述离子输送装置射出。

20. 根据权利要求19所述的质谱仪,其中所述极杆划分成多个区段,并且所述控制器经配置以跨越所述分段式杆施加DC电位梯度以使所述离子从所述离子输送装置射出。

21. 根据权利要求17所述的质谱仪,其中极杆对的极杆之间的间隔大于极杆对之间的间隔。

22. 根据权利要求17所述的质谱仪,其中极杆对的极杆之间的所述间隔在离子输送装置的离子射出点附近减小。

23. 根据权利要求22所述的质谱仪,其中所述RF电压在离子输送装置的所述离子射出点附近减小。

24. 根据权利要求17所述的质谱仪,其中极杆对之间的所述间隔沿着所述离子输送装置的长度实质上相等。

25. 一种沿着离子输送装置输送离子的方法,所述离子输送装置包括多个平行布置的离子输送单元,所述离子输送单元包括平行布置的一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对,所述多个离子输送单元包括第一离子输送单元及第二离子输送单元,所述方法包含:

将初始电压模式施加到所述离子输送单元的所述极杆对以在所述离子输送单元内建立多个电位井,其中每一离子输送单元接收相同模式的电压;

将第一多个离子注入到在平行于所述极杆的主轴的方向上行进的所述第一离子输送

单元,并且将所述第一多个离子俘获在所述第一离子输送单元的所述电位井中;

更改施加到所述离子输送单元的所述极杆的所述电压模式以使所述电位井和所述第一多个离子移动到所述第二离子输送单元;以及

当所述更改所述电压模式的第一循环完成时,将第二多个离子注入到在平行于所述极杆的所述主轴的方向上行进的所述第一离子输送单元,并且将所述第二多个离子俘获在所述第一离子输送单元的所述电位井中。

26.根据权利要求25所述的方法,其中所述离子在垂直于所述极杆的方向上沿着所述离子输送装置输送。

27.根据权利要求25所述的方法,其中每一极杆对包括具有RF+极性的极杆和具有RF-极杆极性的极杆。

28.根据权利要求25所述的方法,其中邻近极杆对具有相反的RF极杆极性。

离子转移方法和装置

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及质谱领域,包括用于转移离子的系统和方法。

背景技术

[0002] 称为MS/MS的串接质谱是一种风行并且广泛使用的分析技术,借以使从样品导出的前驱物离子在受控条件下经受分段产生产物离子。产物离子频谱含有可用于结构阐明并且识别具有高特异性的样品组分的信息。在典型MS/MS实验中,选择相对少量的前驱物离子物质用于分段,例如具有最大含量的那些离子物质或质荷比(m/z)匹配包括列表中的值的那些离子物质。使用“全质量式(all-mass)”MS/MS的兴趣正变得越来越浓,其中对所有前驱物离子或前驱物离子的实质性子集进行片段。全质量式MS/MS产生信息丰富的频谱,并且不需要在质量分析之前选择并且隔离特定离子物质。为了简化通过全质量式MS/MS产生的产物离子频谱的解释,作为对前驱物离子的不同子集或群执行的一系列分段/频谱获取循环而进行分析,其中每一子集或群表示前驱物离子 m/z 的不同范围。举例来说,如果前驱物离子具有在200Th到2000Th范围内的 m/z ,那么可以对 m/z 在200Th与210Th之间的第一群离子执行第一分段/频谱获取循环,可以对 m/z 在210Th与220Th之间的第二群离子执行第二分段/获取循环,以此类推。揭示内容以引用的方式并入的颁予马卡洛夫(Makarov)等人的第7,157,698号美国专利教导一种用于实施全质量式MS/MS的质谱仪架构,其根据前驱物离子的 m/z 将前驱物离子分离成若干群。在Makarov设备中,使用正交射出二维离子阱来将依据 m/z 分群的前驱物离子射出到碰撞室(collision cell)中,在所述碰撞室处,离子经历分段。所得产物离子输送到飞行时间(TOF)质量分析器的入口以用于获取质谱。TOF质量分析器归因于其宽质量范围和相对较短的分析时间而非常适合于全质量式MS/MS实验。

[0003] 在TOF和其它质量分析器中,离子的初始动能的大变化可能会显著损害测量性能,尤其是分辨率和质量准确度。由此,在将离子递送到质量分析器的入口之前减小射出离子和从其导出的产物离子的动能散度是重要的。可以通过引导离子穿过冷却区域来实现冷却离子以减小动能和动能散度,在冷却区域中,离子经由与惰性气体分子碰撞而失去能量。冷却时间可能实质上大于从阱射出离子群(以及对离子群的质量分析)所需的时间,这意味着必须延迟将后续离子群从阱射出到分段/冷却区域,直到完成第一离子群的冷却。换句话说,冷却周期限制了可以进行全离子MS/MS分析的速率,并且减少了在层析溶离峰值期间可以执行的分析的总数目。当然,可以通过使用较短冷却周期来增大速率,但这样做对于分辨率和/或质量准确度具有不利影响。

[0004] 第6,693,276号美国专利揭示一种由一系列穿孔隔膜组成的离子输送装置,所述穿孔隔膜经受交替相位的RF电压和多相低频行进场电压。离子包沿着穿孔隔膜的轴线注入,并且通过行进场沿着离子输送装置的长度推动。

[0005] 第6,794,641号美国专利揭示一种行进波离子导引件。此处再次,离子沿着离子导引件的轴线注入。所述离子导引件由多个区段组成,其中每个区段维持在大体上类似的DC电位处。具有类似质荷比的离子可包在一起,并且通过逐渐地施加到电极的暂时性DC电压

推动。

[0006] 第7,405,401号美国专利揭示一种由多个平行RF板组成的离子提取装置,所述RF板沿着提取装置的轴线堆叠。在通过RF板建立的有效电位内可截留沿着提取装置的轴线注入的离子,从而允许选择性地射出具有预定质荷比或离子迁移率的离子。

[0007] 第6,812,453号美国专利揭示离子导引件的另一实施例,其中离子沿着离子导引件的轴线注入。行进DC波沿着装置的各区段传递,以均一地使离子加速,以使得所有离子以类似速度(等于行进波的速度)从离子导引件射出。

[0008] 第7,718,959号美国专利揭示一种离子存储库,其包括被配置成RF多极杆系统的若干存储单元。离子通过极杆建立的伪电位而含于每一存储单元内,并且可以通过施加DC或AC脉冲而从一个伪电位井移位到下一伪电位井。每两个邻近的单元共享一对极杆。

[0009] 在行进波装置中,离子在移动DC梯度波的顶部“做波浪运动”。移动DC梯度波对于DC梯度波离子可以向前移动多远并无约束,并且可以基于 m/z 比率或离子迁移率使离子包扩散。由于所述过程依赖于使离子加速到行进波的速度,并且加速度受离子质量的影响,因此可能需要针对以不同分离步长出射的离子调整波的速度。

[0010] 使碰撞室、冷却与质量分析彼此去耦同时将一个分段循环的产物离子保持在一起但与来自其它分段循环的产物离子分离可以改善分析的处理量。从前述内容将了解,存在对于用于转移含有多种质荷比的离子包,如从碰撞区域转移到检测器,的改善型系统和方法的需要。

发明内容

[0011] 在第一方面中,一种用于质谱仪的离子输送装置可以包括多个平行布置的极杆对以及控制器。所述极杆对可以界定多个离子输送单元,并且每一离子输送单元唯一地对应于一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对。所述控制器可经配置以将重复电压模式的电压施加到所述极杆对,由此建立能够俘获离子的多个电位井。每一离子输送单元可以接收相同模式的电压。所述控制器可以进一步经配置以使所述重复电压模式沿着所述极杆对移动以使所俘获离子沿着所述离子输送装置在所述多个离子输送单元内和其间移动,并且将至少一个射出电压施加到一或多个电极以使得离子在平行于所述极杆的方向上从所述离子输送装置射出。

[0012] 在第一方面的各种实施例中,电位井中所俘获的离子可以包括具有不同质荷比(m/z)的离子,并且所俘获离子可以同时沿着所述离子输送装置输送。

[0013] 在第一方面的各种实施例中,所述离子可以在垂直于所述极杆的方向上沿着所述离子输送装置输送。

[0014] 在第一方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上注入到所述离子输送装置中。

[0015] 在第一方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上从所述离子输送装置射出。

[0016] 在第一方面的各种实施例中,所述极杆可以划分成多个区段。

[0017] 在第一方面的各种实施例中,所述离子是使用DC电位梯度而从所述离子输送装置射出。

[0018] 在第一方面的各种实施例中,每一极杆对可以包括具有RF+极性的极杆和具有RF-极杆极性的极杆。

[0019] 在第一方面的各种实施例中,邻近极杆对可以具有相反的RF极杆极性。

[0020] 在第一方面的各种实施例中,极杆对的极杆之间的间隔可以大于极杆对之间的间隔。在示例性实施例中,极杆对的极杆之间的间隔可以介于极杆对之间的间隔的两倍与四倍之间。在示例性实施例中,极杆对之间的所述间隔可以沿着所述离子输送装置的长度实质上相等。

[0021] 在第一方面的各种实施例中,极杆对的极杆之间的间隔可以在离子输送装置的离子射出点附近减小。

[0022] 在第一方面的各种实施例中,所述重复电压模式可以是阶梯式电压模式。在各种实例中,所述阶梯式电压模式可以是跨越三个极杆对施加的高-低-高模式,所述阶梯式电压模式可以是跨越四个极杆对施加的高-低-低-高模式,或所述阶梯式电压模式可以是跨越五个极杆对施加的高-低-低-低-高模式。可以使用各种阶梯式电压模式来在注入到移动锁存器中期间调整离子批次的宽度。较宽离子束可能在极杆上需要具有较低状态的模式。

[0023] 在第一方面的各种实施例中,所述重复电压模式可以是电压电平持续改变模式。在第一实例中,所述电压电平持续改变模式可以跨越三个极杆对而施加,并且可以由下式界定: $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 、 $V_2(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 、 $V_3(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 。在另一实例中,所述电压电平持续改变模式可以跨越四个极杆对而施加,并且可以由下式界定: $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 、 $V_2(t) = V \cdot \sin(\omega \cdot t - \pi/4)$ 、 $V_3(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 、 $V_4(t) = -V \cdot \sin(\omega \cdot t - \pi/4)$ 。在又一实例中,所述电压电平持续改变模式可以跨越五个极杆对而施加,并且可以由下式界定: $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/5)$ 、 $V_2(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t + (2/5) \cdot \pi)$ 、 $V_3(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t)$ 、 $V_4(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t - (2/5) \cdot \pi)$ 、 $V_5(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t + \pi/5)$ 。

[0024] 在第二方面中,一种质谱仪可以包括离子源、包括多个平行布置的极杆对的离子输送装置、分段单元、一个或多个质量分析器,以及控制器。所述极杆对可以界定多个离子输送单元,并且每一离子输送单元可以唯一地对应于一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对。所述分段单元可以将离子供应到所述离子输送装置。所述离子输送装置可以经定位和定向以从在平行于所述极杆的主轴的方向上行进的所述分段单元接收离子。所述控制器可经配置以将重复电压模式的电压施加到所述极杆对,由此建立能够俘获离子的多个电位井。每一离子输送单元可以接收相同模式的电压。所述控制器可以进一步经配置以使所述重复电压模式沿着所述极杆对移动以使所俘获离子沿着所述离子输送装置在所述多个离子输送单元内和其间移动。

[0025] 在第二方面的各种实施例中,电位井中所俘获的离子可以包括具有不同质荷比(m/z)的离子,并且所俘获离子同时沿着所述离子输送装置输送。

[0026] 在第二方面的各种实施例中,所述离子可以在垂直于所述极杆的方向上沿着所述离子输送装置输送。

[0027] 在第二方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上注入到所述离子输送装置中。

[0028] 在第二方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上从所述离

子输送装置射出。

[0029] 在第二方面的各种实施例中,所述极杆可以划分成多个区段。在各种实施例中,可以跨越分段式杆施加DC电位梯度。

[0030] 在第二方面的各种实施例中,每一极杆对可以包括具有RF+极性的极杆和具有RF-极杆极性的极杆。

[0031] 在第二方面的各种实施例中,邻近极杆对可以具有相反的RF极杆极性。

[0032] 在第二方面的各种实施例中,极杆对的极杆之间的间隔可以大于极杆对之间的间隔。在示例性实施例中,极杆对之间的所述间隔沿着所述离子输送装置的长度实质上相等。

[0033] 在第二方面的各种实施例中,极杆对的极杆之间的间隔可以在离子输送装置的离子射出点附近减小。

[0034] 在第二方面的各种实施例中,所述RF电压可以在离子输送装置的所述离子射出点附近减小。

[0035] 在第三方面中,一种离子输送装置可以包括多个平行布置的离子输送单元。所述离子输送单元可以包括平行布置的一群连续的固定数目个极杆对,使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对。所述多个离子输送单元可以包括第一离子输送单元和第二离子输送单元。一种沿着离子输送装置输送离子的方法可以包括将初始电压模式施加到所述离子输送单元的所述极杆对在所述离子输送单元内建立多个电位井。每一离子输送单元可以接收相同模式的电压。所述方法可以进一步包括:将第一多个离子注入到在平行于所述极杆的主轴的方向上行进的所述第一离子输送单元,并且将所述第一多个离子俘获在所述第一离子输送单元的所述电位井中;更改施加到所述离子输送单元的所述极杆的所述电压模式以使所述电位井和所述第一多个离子移动到所述第二离子输送单元;以及当所述更改所述电压模式的第一循环完成时,将第二多个离子注入到在平行于所述极杆的所述主轴的方向上行进的所述第一离子输送单元,并且将所述第二多个离子俘获在所述第一离子输送单元的所述电位井中。

[0036] 在第三方面的各种实施例中,所述第一多个离子可以包括具有不同质荷比(m/z)的离子。

[0037] 在第三方面的各种实施例中,所述离子可以在垂直于所述极杆的方向上沿着所述离子输送装置输送。

[0038] 在第三方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上注入到所述离子输送装置中。

[0039] 在第三方面的各种实施例中,所述离子可以在平行于所述极杆的方向上从所述离子输送装置射出。

[0040] 在第三方面的各种实施例中,每一极杆对可以包括具有RF+极性的极杆和具有RF-极杆极性的极杆。

[0041] 在第三方面的各种实施例中,邻近极杆对可以具有相反的RF极杆极性。

附图说明

[0042] 为了更完整地理解本文所公开的原理和其优点,现在参考下文结合附图进行的描述,其中:

- [0043] 图1是图示根据各种实施例的用于输送离子的示例性系统的框图。
- [0044] 图2是根据各种实施例的供用于离子输送系统中的示例性极杆的图。
- [0045] 图3和图4是展示根据各种实施例的分段式极杆对的图。
- [0046] 图5和图6是展示根据各种实施例的阶梯式电压模式以及离子经由离子输送系统的移动的图。
- [0047] 图7和图8是展示根据各种实施例的持续改变的电压模式以及离子经由离子输送系统的移动的图。
- [0048] 图9是图示根据各种实施例的在并有离子输送系统的质量分析器中分析离子的质量的方法的流程图。
- [0049] 图10是图示根据各种实施例的示例性质谱平台的框图。
- [0050] 图11是图示根据各种实施例的示例性计算机系统的框图。
- [0051] 应理解,图式不一定按比例绘制,图式中的物件也不一定关于彼此按比例绘制。图式是意图引入本文中所示的设备、系统和方法的各种实施例的清晰性和对其的理解的描绘。只要可能,在图式中相同的参考标号将始终用于指代相同或相似的部件。此外,应了解,附图并不打算以任何方式限制本发明教导的范围。

具体实施方式

- [0052] 在本文中描述用于输送离子的系统和方法的实施例。
- [0053] 本文所用的章节标题仅用于组织目的并且不应理解为以任何方式限制所描述的主题。
- [0054] 在各种实施例的此详细描述中,出于解释的目的,阐述许多特定细节以提供所揭示的实施例的透彻理解。然而,所属领域的技术人员将了解,这些各种实施例可以在具有或不具有这些特定细节的情况下实践。在其它情况下,结构和装置以框图形式示出。此外,所属领域的技术人员可以容易地了解,用以呈现和执行方法的具体顺序为说明性的,且预期顺序可以改变且仍保持在本文中所示的各种实施例的精神和范围内。
- [0055] 本申请中引用的所有文献和类似材料(包括(但不限于)专利、专利申请、文章、书籍、论文和因特网网页)出于任何目的明确以全文引用的方式并入。除非另外描述,否则本文所用的所有技术和科学术语具有与本文所描述的各种实施例所属的领域的一般技术人员通常所了解相同的含义。
- [0056] 应了解,在本发明教导中论述的温度、浓度、时间等之前存在暗示的“约”,使得微小并且非实质的偏差在本发明教导的范围内。在本申请案中,除非另外明确陈述,否则单数的使用包含复数。此外,“包含(comprise/comprises/comprising)”、“含有(contain/contains/containing)”以及“包括(include/includes/including)”的使用并不打算限制性的。应理解,以上大体描述和以下详细描述均仅是示例性和说明性的且并不限制本发明教导。
- [0057] 如本文所用,“一(a/an)”也可指“至少一”或“一或多”。此外,“或”的使用是包括性的,使得当“A”真实、“B”真实,或“A”和“B”都真实时,短语“A或B”真实。此外,除非上下文另外需要,否则单数术语应包括复数并且复数术语应包括单数。
- [0058] 阐述一组组分的“系统”(真实或抽象)包含一个整体,其中每一组分与整体内的至

少一个其它组分相互作用或与其相关。

[0059] 离子输送装置

[0060] 图1是图示用于执行串接质谱的系统100的框图。系统100可以包括离子源102、离子光学器件104和线性离子阱106。离子源102可以包括(但不限于)基质辅助激光解吸附/电离(MALDI)源、电喷雾电离(ESI)源、电感耦合等离子体(ICP)源、电子电离源、光致电离源、辉光放电电离源、热喷雾电离源,等等。离子光学器件104可以将通过离子源102产生的离子导引到线性离子阱106。在各种实施例中,离子阱106可以俘获离子源102产生的离子,并且基于其质荷比(m/z)而释放所述离子。举例来说,离子阱106可以在随时间而变的一定 m/z 范围内射出离子。

[0061] 系统100可以进一步包括离子分段装置108和移动锁存器离子输送装置110。所述离子分段装置可以使得从离子阱106射出的前驱物离子分段为对应于前驱物分子的各部分的较小离子。在各种实施例中,离子分段装置106可以通过包括(但不限于)碰撞诱发离解(CID)、表面诱发离解(SID)、光致离解等等的方法来使粒子分段。在使前驱物离子分段之后,碎片离子可以转移到移动锁存器离子输送装置110。

[0062] 移动锁存器离子输送装置110可以包括多个沿着移动锁存器离子输送装置110的长度(x轴)彼此平行布置的极杆对112。在各种实施例中,每一极杆对112可以由在正交于图1的平面的方向上分离的2个极杆组成。另外,移动锁存器可以包括保护电极114和116。

[0063] 在各种实施例中,移动锁存器离子输送装置110可以认为含有多个由一群连续的固定数目个极杆对定义的离子输送单元。所述离子输送单元可以经布置而使得没有两个离子输送单元共享共同极杆对。举例来说,离子输送单元可以由3个极杆对、4个极杆对或甚至5个或更多个极杆对组成。DC或AC电压模式可以施加到单元的极杆对,并且相同模式可以施加到移动锁存器离子输送装置的每一单元。在各种实施例中,所述模式可以包括施加到沿着离子输送装置的长度重现的连续极杆对的空间电压序列或进展,使得每一离子输送单元接收相同模式的电压。所述模式可以沿着移动锁存器离子输送装置移动,如通过使模式的开头沿着多个极杆对步进。举例来说,在 t_0 ,模式的第一电压可以施加到杆对 r_0 ,并且模式的其余部分可以施加到连续杆 r_1 到 r_{n-1} ,并且模式可以在 r_n 再次重新开始。在 t_1 处,模式的第一电压可以施加到 r_1 ,并且模式的其余部分可以施加到连续杆 r_2 到 r_n ,其中所述模式在 r_{n+1} 处再次重新开始,同时第 n 电压可以施加到 r_0 。在 t_{n-1} 处,电压模式可以 r_{n-1} 开始,而在 t_n 处,电压模式可以再次以 r_0 开始,其中在 r_n 处开始第一重复。在特定实施例中,可以通过电压模式建立电位井,并且随着改变模式的电压使电位井沿着单元移位并且移位到下一单元,截留在井中的离子可以沿着移动锁存器离子输送装置的长度逐单元传递。

[0064] 在各种实施例中,碎片离子可以通过将碎片离子注入到移动锁存器离子输送装置110而平行于极杆对的主要(纵向)轴线(在z方向上)从分段装置108转移到移动锁存器离子输送装置110。通过操纵极杆的电位,离子可以接着沿着移动锁存器离子输送装置110的长度(x方向,垂直于极杆的主轴)依序在离子输送单元内以及其间转移。在各种实施例中,离子可以截留在由杆形成的电位井内。随着电位井沿着移动锁存器离子输送装置110移动,具有各种 m/z 和离子迁移率的碎片离子可以保持在一起,而非沿着移动锁存器离子输送装置110的长度分散,如同使用电位波来驱动离子的情况。

[0065] 在各种实施例中,移动锁存器离子输送装置110可以充满衰减或冷却气体。衰减气

体可以包括He、N₂、Ar、空气,等等。在各种实施例中,气体可以处在约0.1毫托到约100毫托的范围内,如在约1毫托到约30毫托的范围内的压力下。

[0066] 高电位可以置于保护电极114和116上以将离子限定在z维度中,直到从移动锁存器离子输送装置110移除离子所需的时间。在各种实施例中,可以通过将高电位置于保护电极116上而将低电位置于保护电极114上并且将离子在z方向(平行于极杆的长度)上驱动到移动锁存器离子输送装置110之外来将离子从移动锁存器离子输送装置110射出。或者,可以通过使用施加梯度电位以将离子驱动到移动锁存器离子输送装置110之外的分段式杆来将离子从移动锁存器离子输送装置110射出,如下文更详细地描述。

[0067] 在各种实施例中,移动锁存器离子输送装置110可以将离子转移到质量分析器或可以将离子馈送到质量分析器的其它结构。

[0068] 在各种实施例中,极杆可以是分段式的,如图2中所示。极杆200可以包括区段202、204和206。在其它实施例中,极杆可以包括较多或较少区段。在各种实施例中,将高电位置于区段202和206上而将低电位置于区段204上可以将离子截留于沿着z轴并且在区段204处居中的井中。另外,当将离子从移动锁存器离子输送装置110射出时,将区段202的电位降低到低于区段204上的电位同时保持区段206的电位为高而使得区段204上的电位介于区段202与区段206上的电位之间可以沿着z轴在区段202的方向上将离子驱出。在各种实施例中,使用分段式杆可以消除对于保护电极,如图1中的保护电极114和116,的需要。

[0069] 图3展示在一个末端上具有限制的七区段极杆对300。极杆对300由两个极杆302A和302B组成。在各种实施例中,极杆对300可用于图1的移动锁存器离子输送装置110中,并且极杆302A与302B可以在图1的y方向上分离。返回到图3,极杆302A可以包括区段304A、306A、308A、310A、312A、314A和316A,并且极杆302B可以包括区段304B、306B、308B、310B、312B、314B和316B。区段308A与308B之间的杆内距离(H1)跨越区段对310A和310B、312A和312B、314A和314B以及316A和316B可以是恒定的。然而,杆内距离可以沿着区段306A和306B以及区段304A和304B减小到杆内距离(H2),使得 $H2 < H1$ 。在各种实施例中,可以通过在区段304A、304B、306A、306B、314A、314B、316A和316B上使用较高电位而在区段308A、308B、310A、310B、312A和312B上使用较低电位来用离子化室318限制离子。为从离子化室射出离子,可以将梯度电位施加到区段,如将低电位施加于区段304A和304B上,而随着距区段304A和304B的距离增大将增大的电位施加于每个区段对中,最高电位施加到区段316A和316B。随着区段的杆内距离变窄,沿着方向320射出的离子可以聚焦到更窄的离子化室中。或者,为沿着方向322射出离子,可以施加梯度电位,其中区段316A和316B处的电位最低,并且区段304A和304B处的电位最高。沿着方向322射出的离子可能不会聚焦到更窄的离子化室中,因为区段316A与316B之间的杆内距离与中心区段相同。

[0070] 在各种实施例中,施加到区段304A、304B、306A和306B的RF电压相对于施加到308A、308B、310A、310B、312A、312B、314A、314B、316A和316B的RF电压可以减小。杆区段到中心的较接近度增大由这些杆区段产生的RF场的效果。因此,为在离子上维持均一的RF伪电场效应,施加到窄化的杆区段304A、304B、306A和306B的RF电压可以沿着杆302A和302B的长度而减小。

[0071] 图4展示在两个末端皆具有限制的七区段极杆对400。极杆对400由两个极杆402A和402B组成。在各种实施例中,极杆对400可用于图1的移动锁存器离子输送装置110中,并

且极杆402A与402B可以在图1的y方向上分离。返回到图4,极杆402A可以包括区段404A、406A、408A、410A、412A、414A和416A,并且极杆402B可以包括区段404B、406B、408B、410B、412B、414B和416B。区段408A与408B之间的杆内距离(H1)跨越区段对410A和410B以及412A和412B可以是恒定的。然而,杆内距离可以沿着区段406A和406B以及区段404A和404B减小到杆内距离(H2),使得 $H2 < H1$ 。类似地,杆内距离可以沿着区段414A和414B以及区段416A和416B减小到杆内距离H2,使得 $H2 < H1$ 。

[0072] 在各种实施例中,可以通过在区段404A、404B、406A、406B、414A、414B、416A和416B上使用较高电位而在区段408A、408B、410A、410B、412A和412B上使用较低电位来用离子化室418限制离子。为从离子化室射出离子,可以将梯度电位施加到区段,如将低电位施加于区段404A和404B上,随着距区段404A和404B的距离增大而在每个区段对中施加增大的电位,其中最高电位施加到区段416A和416B。随着区段的杆内距离变窄,沿着方向420射出的离子可以聚焦到更窄的离子化室中。类似地,为沿着方向422射出离子,可以施加梯度电位,其中在区段416A和416B处的电位最低,并且在区段404A和404B处的电位最高。沿着方向422射出的离子可以聚焦到更窄的离子化室中,因为区段416A与416B之间的杆内距离小于中心区段的杆内距离。

[0073] 在各种实施例中,施加到区段404A、404B、406A、406B、414A、414B、416A和416B的RF电压可以相对于施加到408A、408B、410A、410B、412A和412B的RF电压减小。如先前所提及,杆区段到中心的较接近度增大由这些杆区段产生的RF场的效果,并且施加到窄化的杆区段404A、404B、406A、406B、414A、414B、416A和416B的RF电压可以依序减小以沿着极杆轴线产生较均一的RF场,以更紧密地匹配区段410A、410B、412A和412B中的RF场。

[0074] 图5是展示4杆阶梯式电压模式500和离子经由移动锁存器离子输送装置(如移动锁存器离子输送装置110)的移转的图。在初始时间,电压模式504可以施加到移动锁存器离子输送装置的极杆506。在各种实施例中并且为说明所述过程,注意力可以集中到一小组杆508A、508B、510A、510B、512A、512B、514A、514B、516A和516B。高电位(或替代地,正电位)可以施加到极杆508A、508B、514A、514B、516A和516B,而低电位(或替代地,负电位)可以施加到极杆510A、510B、512A和512B。极杆508A、508B、510A、510B、512A、512B、514A和514B可以形成离子输送单元,并且第二离子输送单元可以开始于极杆516A和516B处。所施加的电位可以产生居于极杆510A、510B、512A和512B之间的电位井,从而截留离子518。在各种实施例中,所述电位模式可以称为高-低-低-高模式,参考施加到界定电位井的四个极杆对的对的电位。

[0075] 在初始时间过去四分之一循环之后的时间,电压模式520可以逐一极杆对而移位,使得高(或正)电位可以施加到极杆508A、508B、510A、510B、516A和516B,并且低(或负)电位可以施加到极杆512A、512B、514A和514B。随着所施加电位的改变,电位井可以移位到位于极杆512A、512B、514A和514B之间,并且离子518可以沿着所述电位井移动。

[0076] 图6是展示5杆阶梯式电压模式600和离子经由移动锁存器离子输送装置(如移动锁存器离子输送装置110)的移转的图。在初始时间,电压模式602可以施加到移动锁存器离子输送装置的极杆604。在各种实施例中并且为说明所述过程,注意力可以集中到一小组杆606A、606B、608A、608B、610A、610B、612A、612B、614A、614B、616A和616B。高电位(或替代地,正电位)可以施加到极杆606A、606B、614A、614B、616A和616B,而低电位(或替代地,负电位)

可以施加到极杆608A、608B、610A、610B、612A和612B。所施加电位可以产生在610A和610B周围居于极杆处的电位井,从而截留离子618。在各种实施例中,所述电位模式可以称为高-低-低-低-高模式,参考施加到界定电位井的五个极杆对上的电位。

[0077] 在初始时间过去五分之一循环之后的时间,电压模式620可以逐一极杆对而移位,使得高(或正)电位可以施加到极杆606A、606B、608A、608B、614A、614B、616A和616B,并且低(或负)电位可以施加到极杆610A、610B、612A、612B、614A和614B。随着所施加电位的改变,电位井可以移位到在极杆612A和612B处居中,并且离子618可以沿着所述电位井移动。

[0078] 在各种实施例中,可以使用其它配置,如高-低-高3杆阶梯式电压模式或大于5杆的阶梯式电压模式。所属领域的一般技术人员将理解,可以基于阶梯式杆模式和杆数目的变化导出各种实施例,并且这些实施例涵盖在本发明中。

[0079] 图7是展示4杆改变电压模式700和离子经由移动锁存器离子输送装置(如移动锁存器离子输送装置110)的移转的图。在初始时间,正弦波电压模式704可以施加到移动锁存器离子输送装置的极杆706。在各种实施例中并且为说明所述过程,注意力可以集中到一小组杆708A、708B、710A、710B、712A、712B、714A、714B、716A和716B。施加到第一杆对(708A和708B)的电压由 $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 界定。施加到第二杆对(和710B)的电压可以由 $V_2(t) = V \cdot \sin(\omega \cdot t - \pi/4)$ 界定。施加到第三杆对(712A和712B)的电压可以由 $V_3(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/4)$ 界定。施加到第四杆对(714A和714B)的电压可以由 $V_4(t) = -V \cdot \sin(\omega \cdot t - \pi/4)$ 界定。施加到716A和716B的电压可以是 $V_1(t)$,因为716A和716B包含下一4杆对群的第一杆对。

[0080] 在初始时间 $t=0$, $V_1(t)$ 和 $V_4(t)$ 两者皆为正并且为约 $0.707 \cdot V$,而 $V_2(t)$ 和 $V_3(t)$ 两者皆为负并且为约 $-0.707 \cdot V$ 。电位井可以形成于杆710A、710B、712A和712B之间,从而将离子718截留于杆710A、710B、712A和712B之间。在中间时间 $t=1/8$ 循环或约45度之后(未展示), $V_1(t)$ 可以是约 $1.0 \cdot V$, $V_2(t)$ 和 $V_4(t)$ 可以是约0,并且 $V_3(t)$ 可以是约 $-1.0 \cdot V$ 。电位井移位到在杆对712A和712B处居中,从而使离子718沿其移动。在稍后时间 $t=1/4$ 循环或约90度之后(正弦波720), $V_1(t)$ 和 $V_2(t)$ 可以是约 $0.707 \cdot V$,并且 $V_3(t)$ 和 $V_4(t)$ 可以是约 $-0.707 \cdot V$ 。电位井进一步移位到杆712A、712B、714A和714B之间,从而使离子718随位于杆712A、712B、714A和714B之间的井一起移动。

[0081] 图8是展示5杆改变电压模式800和离子经由移动锁存器离子输送装置(如移动锁存器离子输送装置110)的移转的图。在初始时间,正弦波电压模式802可以施加到移动锁存器离子输送装置的极杆804。在各种实施例中并且为说明所述过程,注意力可以集中到一小组杆806A、806B、808A、808B、810A、810B、812A、812B、814A、814B、816A和816B。施加到第一杆对(806A和806B)的电压由 $V_1(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t - \pi/5)$ 界定。施加到第二杆对(808A和808B)的电压可以由 $V_2(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t + (2/5) \cdot \pi)$ 界定。施加到第三杆对(810A和810B)的电压可以由 $V_3(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t)$ 界定。施加到第四杆对(812A和812B)的电压可以由 $V_4(t) = -V \cdot \cos(\omega \cdot t - (2/5) \cdot \pi)$ 界定。施加到第五杆对(814A和814B)的电压可以由 $V_5(t) = V \cdot \cos(\omega \cdot t + \pi/5)$ 界定。施加到816A和816B的电压可以是 $V_1(t)$,因为816A和816B是下一5杆对群的第一杆对。

[0082] 在初始时间 $t=0$, $V_1(t)$ 和 $V_5(t)$ 两者皆为正并且为约 $0.8 \cdot V$, $V_2(t)$ 和 $V_4(t)$ 两者皆为负并且为约 $-0.3 \cdot V$,并且 $V_3(t)$ 为负并且为约 $-1.0 \cdot V$ 。电位井可以形成于杆810A和810B之

间的中心处,从而将离子818截留于电位井中。在中间时间 $t=1/10$ 循环或约36度之后(未展示), $V_1(t)$ 可以是约 $1.0*V$, $V_2(t)$ 和 $V_5(t)$ 可以是约 $0.3*V$,并且 $V_3(t)$ 和 $V_4(t)$ 可以是约 $-0.8*V$ 。电位井移位到杆810A、810B、812A和812B之间,从而使离子818随位于杆810A、810B、812A和812B之间的电位井一起移动。在稍后时间 $t=1/5$ 循环或约72度之后(正弦波820), $V_1(t)$ 和 $V_2(t)$ 可以是约 $0.8*V$, $V_3(t)$ 和 $V_5(t)$ 可以是约 $-0.3*V$,并且 $V_4(t)$ 可以是约 $-1.0*V$ 。电位井进一步移位到杆812A和812B之间的中心处,从而使离子818随居于杆812A和812B之间的电位井一起移动。

[0083] 在各种实施例中,可以使用其它配置,如3杆改变电压模式或大于5杆的改变电压模式。3杆改变电压模式的实施例可以由 $V_1(t)=V*\cos(\omega*t-\text{Pi}/4)$ 、 $V_2(t)=-V*\cos(\omega*t-\text{Pi}/4)$ 、 $V_3(t)=V*\cos(\omega*t-\text{Pi}/4)$ 界定。所属领域的一般技术人员将理解,可以基于改变电压杆模式和杆数目的变化导出各种实施例,并且这些实施例涵盖在本发明中。

[0084] 图9是图示根据各种实施例的用于分析离子的处理器的流程图。在902处,可以产生离子。取决于样品,可以通过多种方式产生离子,包括(但不限于)电喷雾电离(ESI)、基质辅助激光解吸附/电离(MALDI)、电感耦合等离子体电离,或各种其它电离技术。在各种实施例中,可以如在离子阱中截留并且冷却离子。在904处,可以基于质荷比(m/z)分离前驱物离子,如通过使用线性离子阱等等。在各种实施例中,可以基于离子的 m/z 将离子分群为N群。在906处,可以对前驱物离子进行分段以产生碎片离子。在各种实施例中,具有特定 m/z 或 m/z 范围的特定群的前驱物离子可以分段在一起。

[0085] 在908处,可以将碎片离子注入到离子输送装置的第一单元中。在各种实施例中,可以平行于极杆并且垂直于离子在移动锁存器离子输送装置内的移动方向而注入离子。在910处,可以使碎片离子沿着离子输送装置移动。举例来说,电压可以经历完整循环,从而使碎片离子从移动锁存器离子输送装置的第一单元移动到第二单元。

[0086] 在912处,可以作出是否已将最后一群离子分段并且注入到离子输送装置中的确定。如果存在额外前驱物离子,那么可以对其进行分段,如906处所图示。所述循环可以继续,直到对每一群前驱物离子进行分段并且注入到离子输送装置中,即,可以对于从1到N的每一群k重复所述循环。

[0087] 在各种实施例中,可以扫描在线性离子阱之外的前驱物离子,并且可以对小范围的离子进行分段。来自每一范围的碎片离子可以作为单独批次注入到移动锁存器离子输送装置中。移动锁存器离子输送装置可以将每一批次的碎片离子保持在一起,同时保持其与由具有不同 m/z 范围的前驱物离子产生的其它批次的碎片离子分离。

[0088] 在其它实施例中,可以通过四极质量过滤器选择特定 m/z 范围的离子并且对其进行分段。碎片离子可以注入到移动锁存器离子输送装置中,并且在第一群离子移动到另一单元之后,额外 m/z 范围可以经选择、分段并且注入到移动锁存器离子输送装置中。

[0089] 当不存在待分段的额外前驱物离子时,可以分析移动锁存器离子输送装置中的碎片离子群,如914处所图示。移动锁存器离子输送装置可以操作以保持碎片离子群彼此分离,同时将来自每一群的碎片离子保持在一起,而不管 m/z 或离子迁移率如何。碎片离子群可以单独地进行分析,并且相关回到前驱物离子的 m/z 范围。在各种实施例中,可以分析每一碎片离子群,或替代地,可以分析所选碎片离子群。

[0090] 在各种实施例中,可以在平行于极杆并且垂直于离子在离子输送装置内的移动方

向的方向上使碎片离子从移动锁存器离子输送装置射出。碎片离子可以直接射出到质量分析器中,或射出到离子导引件或离子输送装置中,随后前进到质量分析器。

[0091] 在各种实施例中,在完成离子输送之后并且在射出之前,电压持续改变模式可以切换到静态DC电压模式,从而使多个离子在个别离子输送单元中的瞬时位置固定。在实施例中,多个离子从多个离子输送单元的射出可以逐单元地并行布置到对应存储单元中。或者,多个离子的射出可以按连续方式布置到单个存储单元中(将或不将重复电压模式切换到静态DC电压模式)。

[0092] 质谱平台

[0093] 质谱平台1000的各种实施例可以包括如在图10的框图中显示的组件。在各种实施例中,图1的元件可以并入到质谱平台1000中。根据各种实施例,质谱仪1000可以包括离子源1002、质量分析器1004、离子检测器1006和控制器1008。

[0094] 在各种实施例中,离子源1002从样品产生多个离子。所述离子源可以包括(但不限于)基质辅助激光解吸附/电离(MALDI)源、电喷雾电离(ESI)源、电感耦合等离子体(ICP)源、电子电离源、光致电离源、辉光放电电离源、热喷雾电离源,等等。

[0095] 在各种实施例中,质量分析器1004可以基于离子的质荷比而分离离子。举例来说,质量分析器1004可以包括四极质量过滤器分析器、飞行时间(TOF)分析器、四极离子阱分析器、静电阱(例如,轨道阱)质量分析器,等等。在各种实施例中,质量分析器1004还可以经配置以对离子进行分段,并且进一步基于质荷比分离经分段的离子。

[0096] 在各种实施例中,离子检测器1006可以检测离子。举例来说,离子检测器1006可以包括电子倍增器(electron multiplier)、法拉弟杯,等等。离开质量分析器的离子可以通过离子检测器加以检测。在各种实施例中,离子检测器可以定量,使得可以确定离子的准确计数。

[0097] 在各种实施例中,控制器1008可以与离子源1002、质量分析器1004和离子检测器1006通信。举例来说,控制器1008可以配置离子源或启用/停用离子源。另外,控制器1008可以配置质量分析器1004以选择特定质量范围来加以检测。另外,控制器1008可以调整离子检测器1006的灵敏度,如通过调整增益。另外,控制器1008可以基于正检测的离子的极性而调整离子检测器1006的极性。举例来说,离子检测器1006可以经配置以检测正离子或经配置以检测负离子。

[0098] 计算机实施系统

[0099] 图11是图示计算机系统1100的框图,本发明教示的实施例可实施于所述计算机系统上,因为其可形成图10中所描绘的质谱平台1000的控制器1008的全部或部分。在各种实施例中,计算机系统1100可以包括总线1102或其它传达信息的通信机构,和与总线1102耦合用于处理信息的处理器1104。在各种实施例中,计算机系统1100也可以包括存储器1106,其可以是随机存取存储器(RAM)或其它动态存储装置,耦合到总线1102以确定基础呼叫,和被处理器1104执行的指令。存储器1106也可用于在执行被处理器1104执行的指令期间存储暂时变量或其它中间信息。在各种实施例中,计算机系统1100可以进一步包括耦合到总线1102以存储用于处理器1104的静态信息和指令的只读存储器(ROM)1108或其它静态存储装置。存储装置1110(如磁盘或光盘)可以被提供并且耦合到总线1102以存储信息和指令。

[0100] 在各种实施例中,处理器1104可以包括多个逻辑门。逻辑门可以包括“与”门

(ANDgate)、“或”门(OR gate)、“非”门(NOT gate)、“与非”门(NAND gate)、“或非”门(NOR gate)、“异或”门(EXOR gate)、“异非”门(EXNOR gate)或其任何组合。“与”门仅当所有输入较高时才产生高输出。如果输入中的一个或多个高,那么“或”门产生高输出。“非”门可以产生输入与输出的倒版,如当输入低时输出高值。“与非”门(NAND/NOT-AND gate)可以产生逆与输出,使得输出将在任何输入低时高。“或非”(NOR/NOT-OR)门可以产生逆或输出,使得“或非”门输出在任何输入高时低。“异或”(EXOR/Exclusive-OR)门可以在任一输入,但并非两个输入高时产生高输出。“异非”(EXNOR/Exclusive-NOR)门可以产生逆异或输出,使得输出在任一输入,但并非两个输入高时低。

[0101] 表1:逻辑门真值表

[0102]

输入		输出						
A	B	非 A	“与”	“与非”	“或”	“或非”	“异或”	“异非”
0	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	0	1

[0103] 所属领域的技术人员将了解,逻辑门可以各种组合使用以进行比较、运算、操作等。另外,所属领域的技术人员将了解如何对使用逻辑门的各种组合排序以进行复杂方法,如本文所描述的方法。

[0104] 在一个实例中,可以使用“同或”门(XNOR gate)进行1位二进制比较,因为结果仅在两个输入相同时高。两个多位值的比较可以通过使用多个“同或”门比较每对位,且组合“同或”门使用和“与”门的输出,使得结果仅在每对位具有相同值时真实来进行。如果任何对的位不具有相同值,那么对应“同或”门的结果可能低,并且接收低输入的“与”门的输出可能低。

[0105] 在另一个实例中,1位加法器可以使用“与”门和“异或”门的组合建构。确切地说,1位加法器可以接收三个输入,两个待相加的位(A和B)和进位位(Cin),和两个输出,总和(S)和进位输出位(Cout)。Cin位可以对于两个一位值的相加设定为0,或可用于将多个1位加法器耦合在一起以通过从较低阶加法器接收Cout将两个多位值相加。在示例性实施例中,S可以通过将A和B输入应用到“异或”门,并且随后将结果和Cin应用到另一“异或”门建构。Cout可以通过将A和B输入应用到“与”门,将来自总和的A-B XOR的结果和Cin应用到另一个AND,并且将“与”门的输入应用到“异或”门。

[0106] 表2:1位加法器真值表

[0107]

输入			输出	
A	B	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
1	0	1	1	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1

[0108] 在各种实施例中,计算机系统1100可以经由总线1102耦合到显示器1112,如阴极射线管(CRT)或液晶显示器(LCD)以将信息显示到计算机用户。包括字母数字键和其它键的输入装置1114可以耦合到总线1102以传达信息和命令选择到处理器1104。另一类型的用户输入装置是光标控制器1116,如鼠标、跟踪球或光标方向键,其用于传达方向信息和命令选择到处理器1104和控制显示器1112上的光标移动。这一输入装置通常具有在两个轴线(第一轴线(例如,x)和第二轴线(例如,y))上的两个自由度,其允许所述装置指定一个平面中的位置。

[0109] 计算机系统1100可以执行本发明教导。与本发明教导的某些实施方案一致,结果可以响应于处理器1104执行存储器1106中含有的一个或多个指令的一个或多个序列而由计算机系统1100提供。这类指令可以从另一个计算机可读媒体,如存储装置1110读取到存储器1106中。执行存储器1106中含有的指令序列可以使得处理器1104进行本文所描述的方法。在各种实施例中,存储器中的指令可以对处理器内可用的逻辑门的各种组合的使用排序以进行本文描述的方法。或者,可以使用硬连线电路代替或结合软件指令以实施本发明教导。在各种实施例中,硬连线电路可以包括所需逻辑门,其以所需顺序操作以进行本文所描述的方法。因此,本发明教导的实施方案不限于硬件电路和软件的任何特定组合。

[0110] 如本文所用的术语“计算机可读媒体”是指参与将指令提供到处理器1104以供执行的任何媒体。此类媒体可以呈许多形式,包括(但不限于)非易失性媒体、易失性媒体和传输媒体。非易失性媒体的实例可以包括(但不限于)光盘或磁盘,如存储装置1110。易失性媒体的实例可以包括(但不限于)动态存储器,如存储器1106。传输媒体的实例可以包括(但不限于)同轴电缆、铜线以及光纤,包括包含总线1102的导线。

[0111] 非暂时性计算机可读媒体的常见形式包括(例如)软盘、软磁盘、硬盘、磁带、或任何其它磁性媒体、CD-ROM、任何其它光学媒体、穿孔卡片、纸带、具有孔洞图案的任何其它物理媒体、RAM、PROM和EPROM、闪存EEPROM、任何其它存储器芯片或盒带或计算机可以读取的任何其它有形媒体。

[0112] 根据各种实施例,经配置以被处理器执行以进行方法的指令存储在计算机可读媒体上。计算机可读媒体可以是存储数字信息的装置。举例来说,计算机可读媒体包括用于存储软件的如所属领域中已知的只读光盘(CD-ROM)。计算机可读媒体被适合于执行经配置以被执行的指令的处理器访问。

[0113] 在各种实施例中,本发明教导的方法可以在以如C、C++、G等的常规编程语言编写的软件程序和应用中实施。

[0114] 虽然结合各种实施例来描述本发明传授内容,但是并不打算将本发明传授内容限制于这类实施例。相反地,如所属领域的技术人员应了解,本传授内容涵盖各种替代方案、修改和等效物。

[0115] 另外,在描述各种实施例中,说明书可能将方法和/或过程呈现为特定顺序的步骤。然而,在方法或过程不依赖于本文阐述的步骤的特定顺序的程度上,方法或过程不应限于所描述的步骤的特定顺序。如所属领域的技术人员将了解,步骤的其它顺序可以是可能的。因此,在说明书中阐述的步骤的特定次序不应理解为对权利要求书的限制。另外,针对方法和/或过程的权利要求书不应限于以书写的次序进行其步骤,并且所属领域的技术人员可以易于了解的是顺序可以变化并且仍保持在各种实施例的精神和范围内。

[0116] 本文所述的实施例可以用包括以下的其它计算机系统配置实践:手持式装置、微处理器系统、基于微处理器或可编程消费型电子装置、微型计算机、大型主机计算机等。实施例也可以在其中任务通过经网络连接的远程处理装置执行的分布式计算环境中实践。

[0117] 还应了解,本文所描述的实施例可以采用涉及存储在计算机系统的数据的各种计算机实施操作。这些操作为需要物理量的物理操纵的操作。通常(尽管未必),这些量呈能够被存储、转移、组合、比较以及以其它方式操纵的电或磁信号的形式。另外,进行的操控通常以如产生、鉴别、确定或比较的术语提及。

[0118] 形成本文所描述的实施例的一部分的操作中的任一个是适用的机器操作。本文所述的实施例也涉及进行这些操作的装置或设备。本文中所描述的系统和方法可以出于所需目的专门构造或其可以通过存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或配置的通用计算机。具体地说,各种通用机器可以与根据本文中的教示编写的计算机程序一起使用,或可能更方便的是构造更专门设备以执行所需操作。

[0119] 某些实施例还可以实施为计算机可读媒体上的计算机可读代码。计算机可读媒体是可以存储此后可以通过计算机系统读取的数据的任何数据存储装置。计算机可读媒体的实例包括硬盘驱动器、网络连接存储(NAS)、只读存储器、随机存取存储器、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁带以及其它光学和非光学数据存储装置。计算机可读媒体也可以分布在网路耦合的计算机系统上,以使得计算机可读代码以分布方式存储和执行。

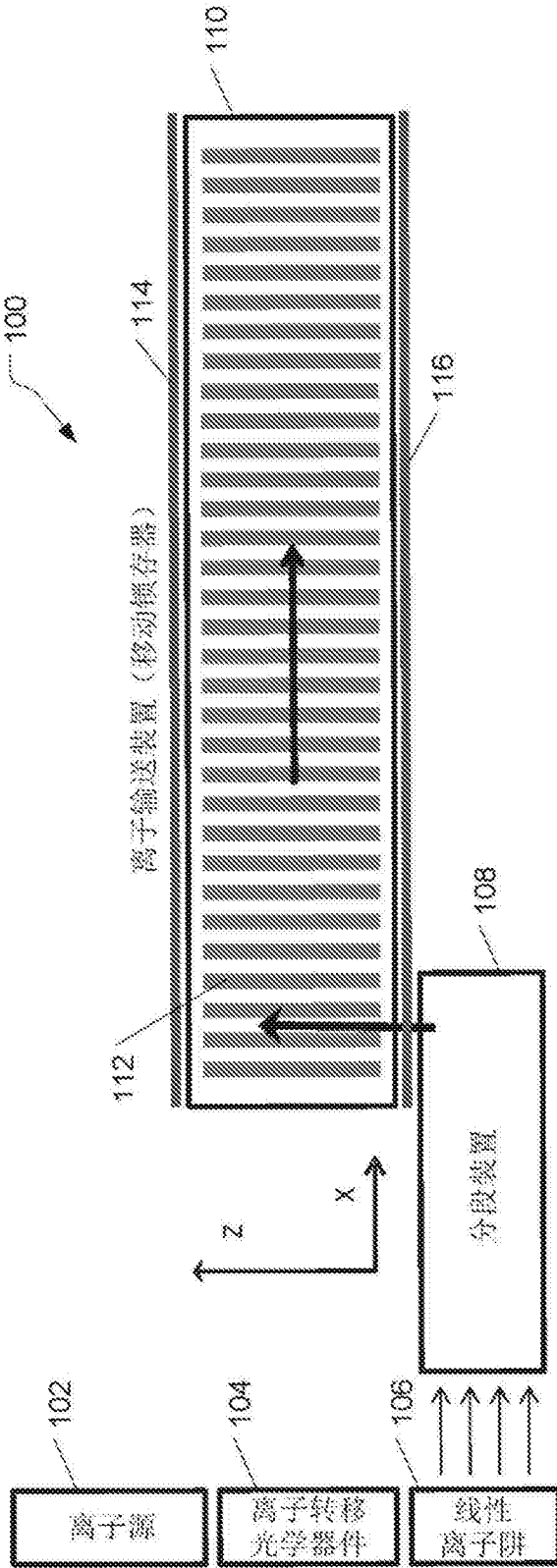


图1

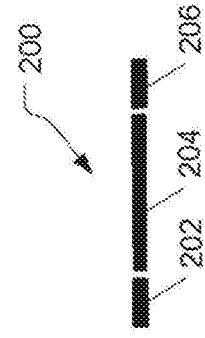


图2

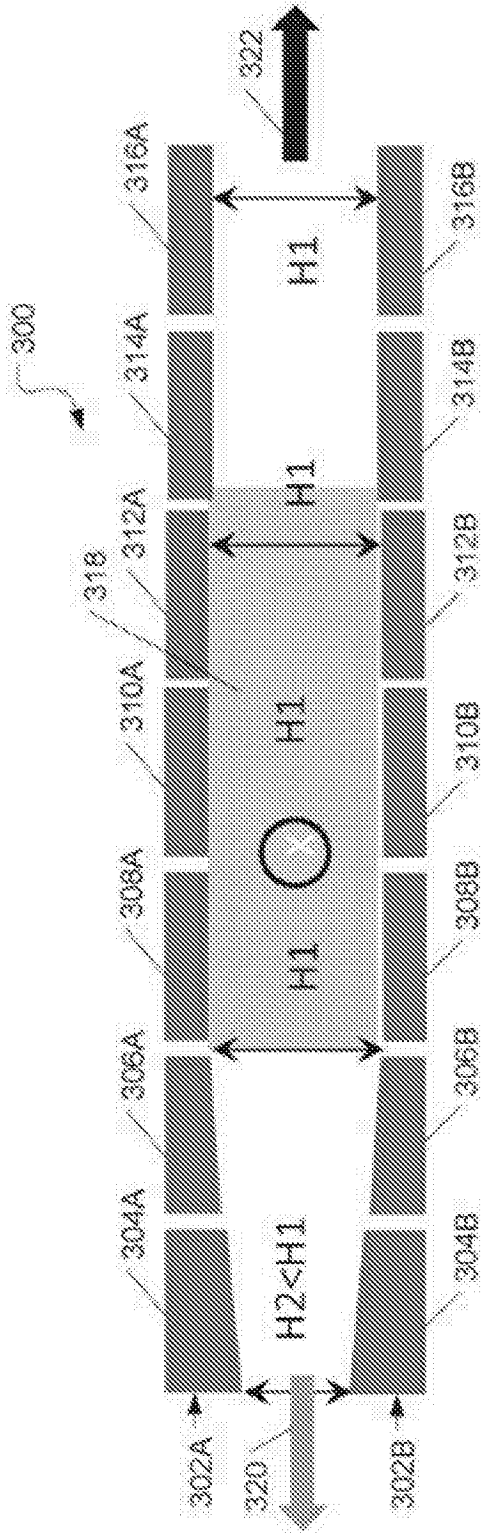


图3

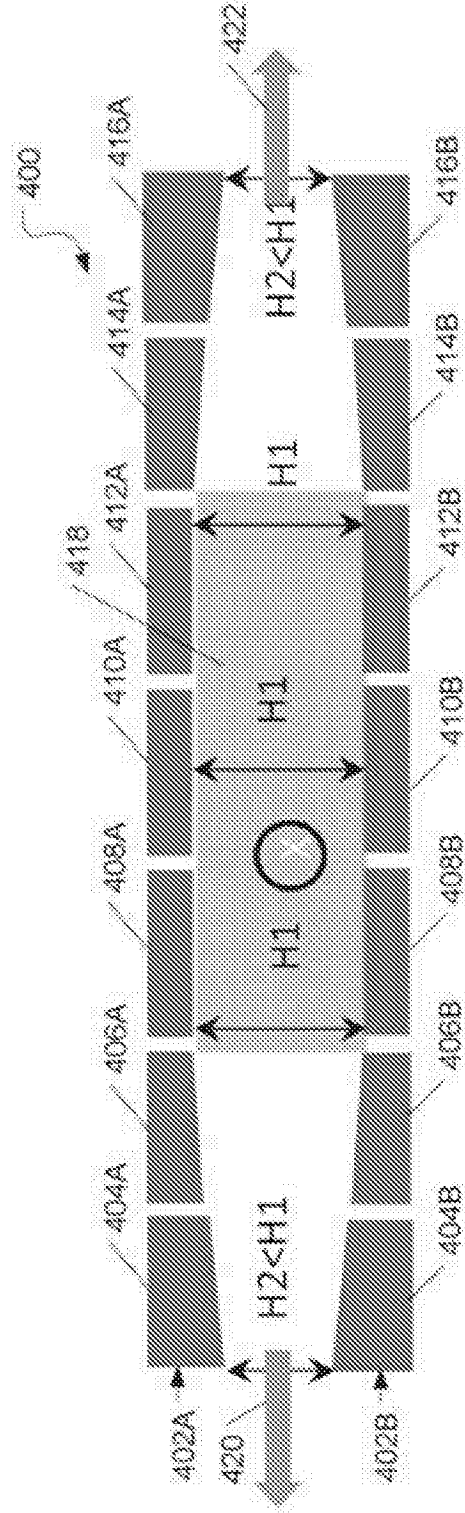


图4

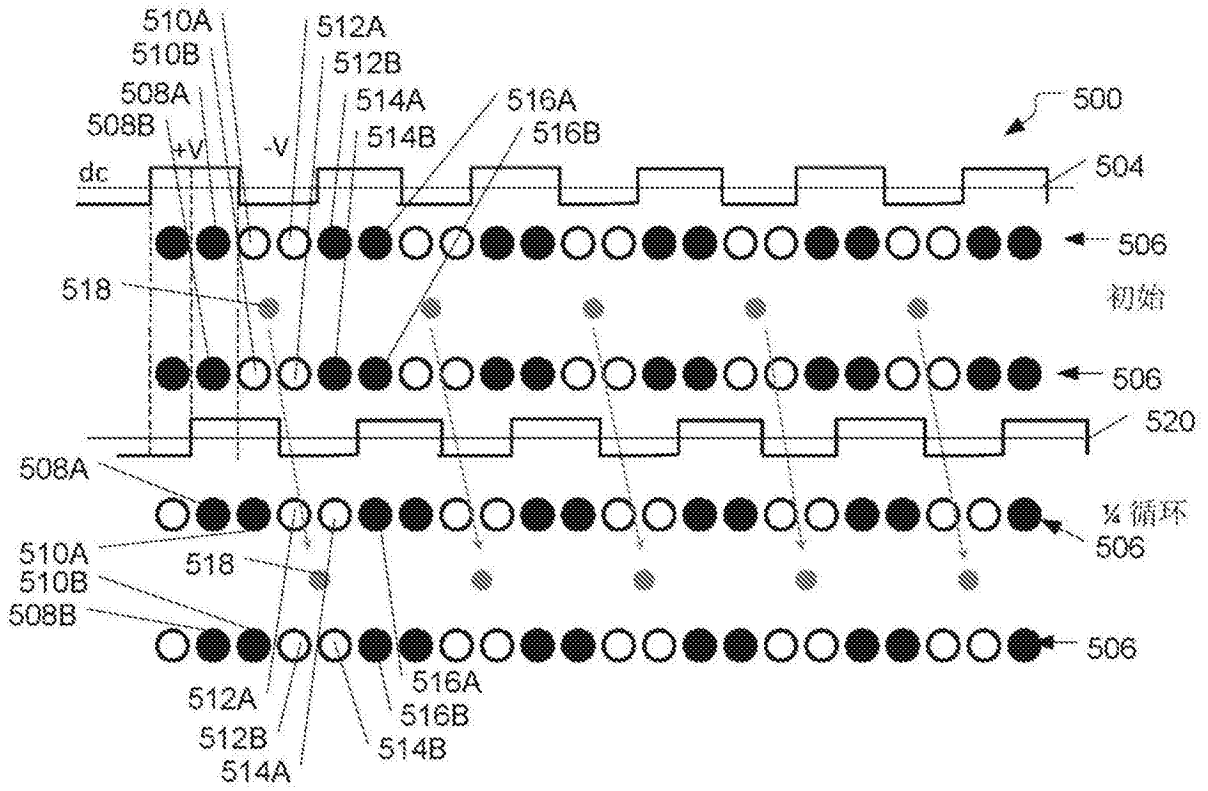


图5

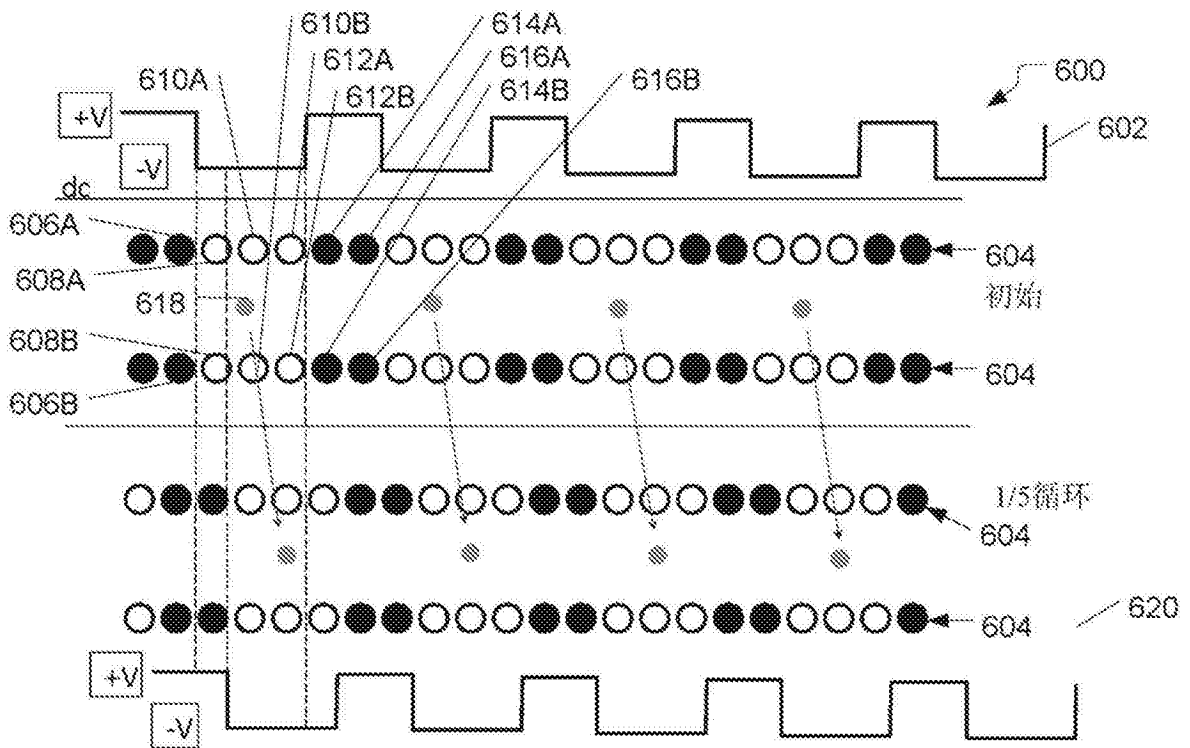


图6

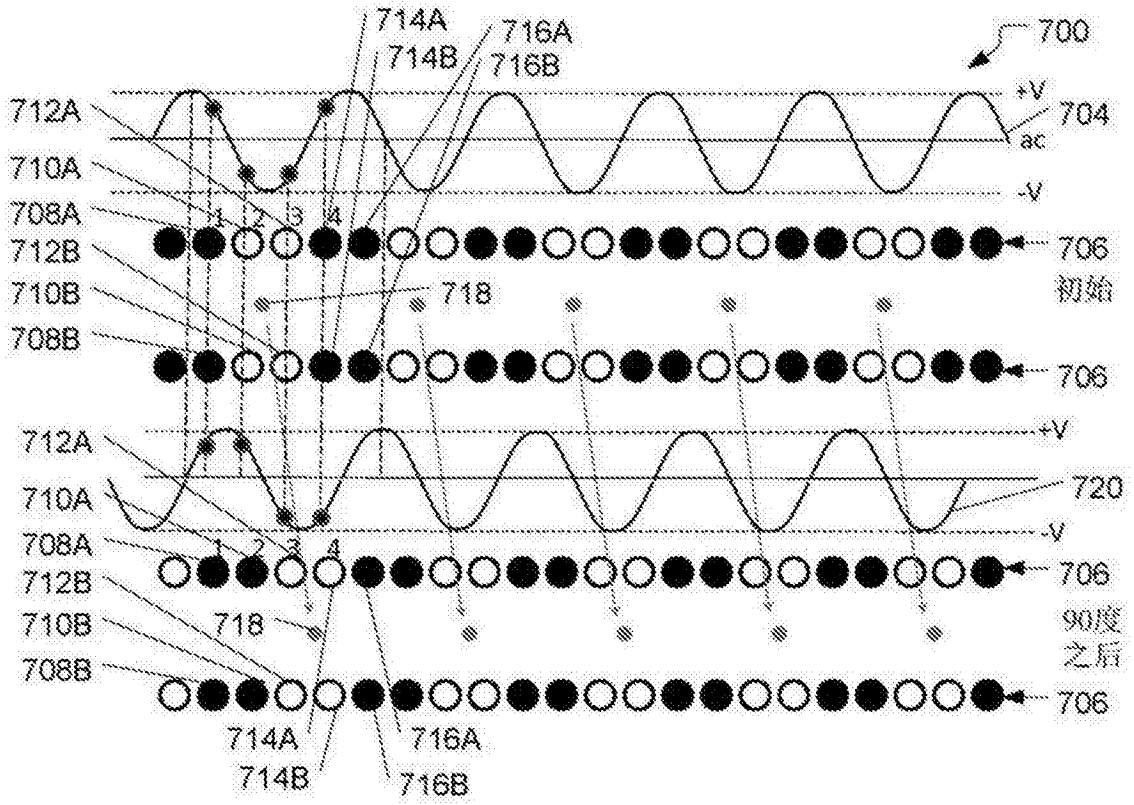


图7

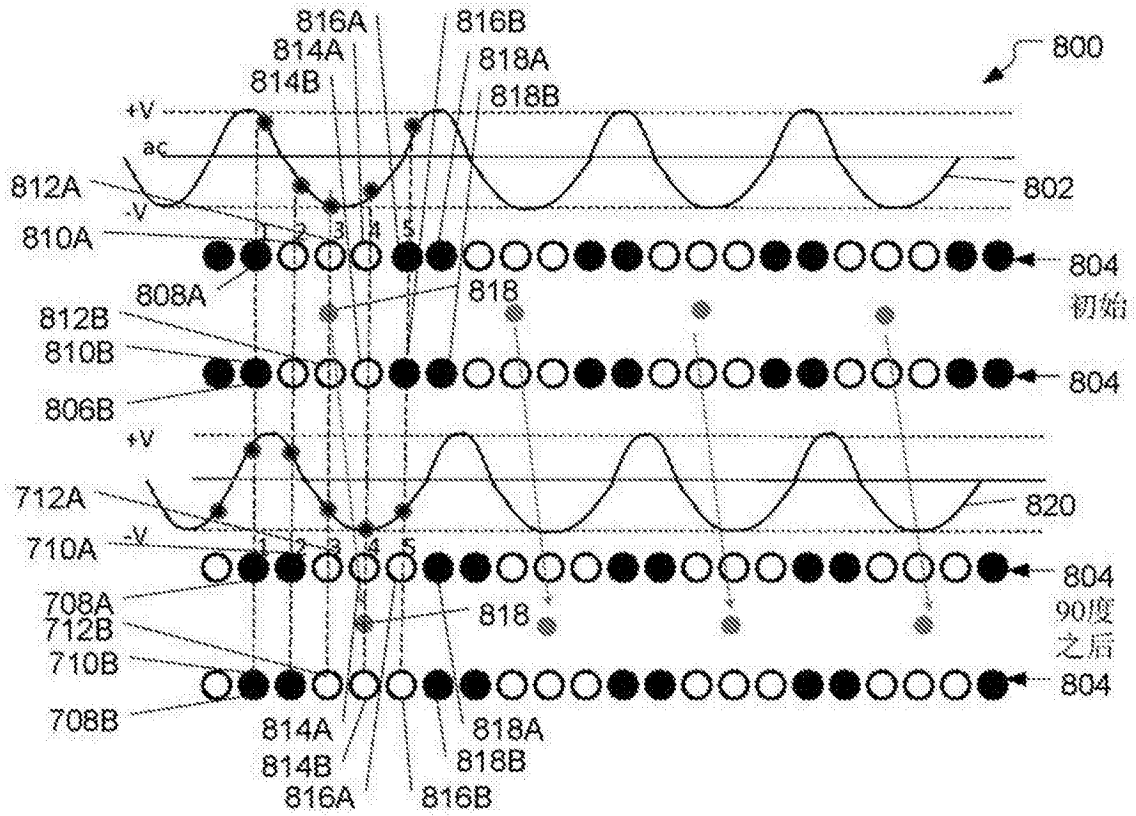


图8

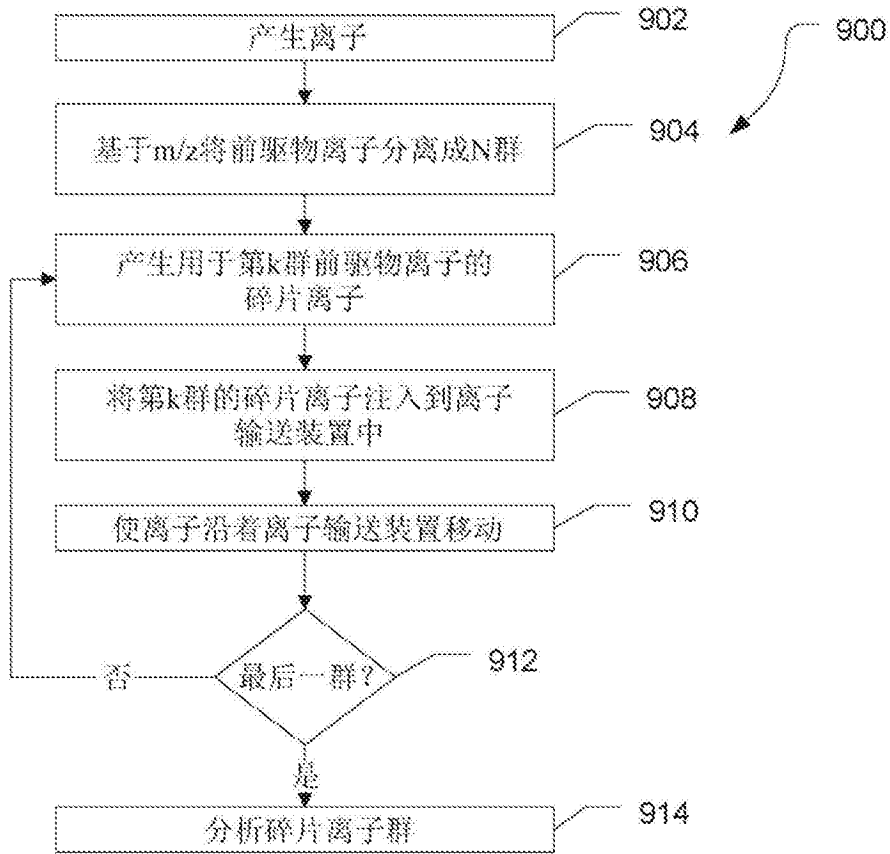


图9

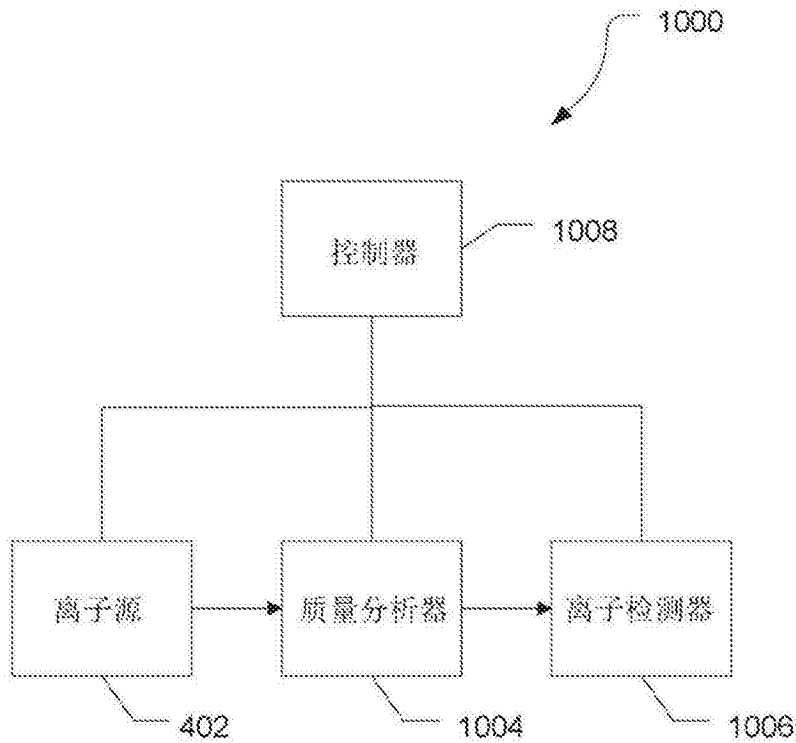


图10

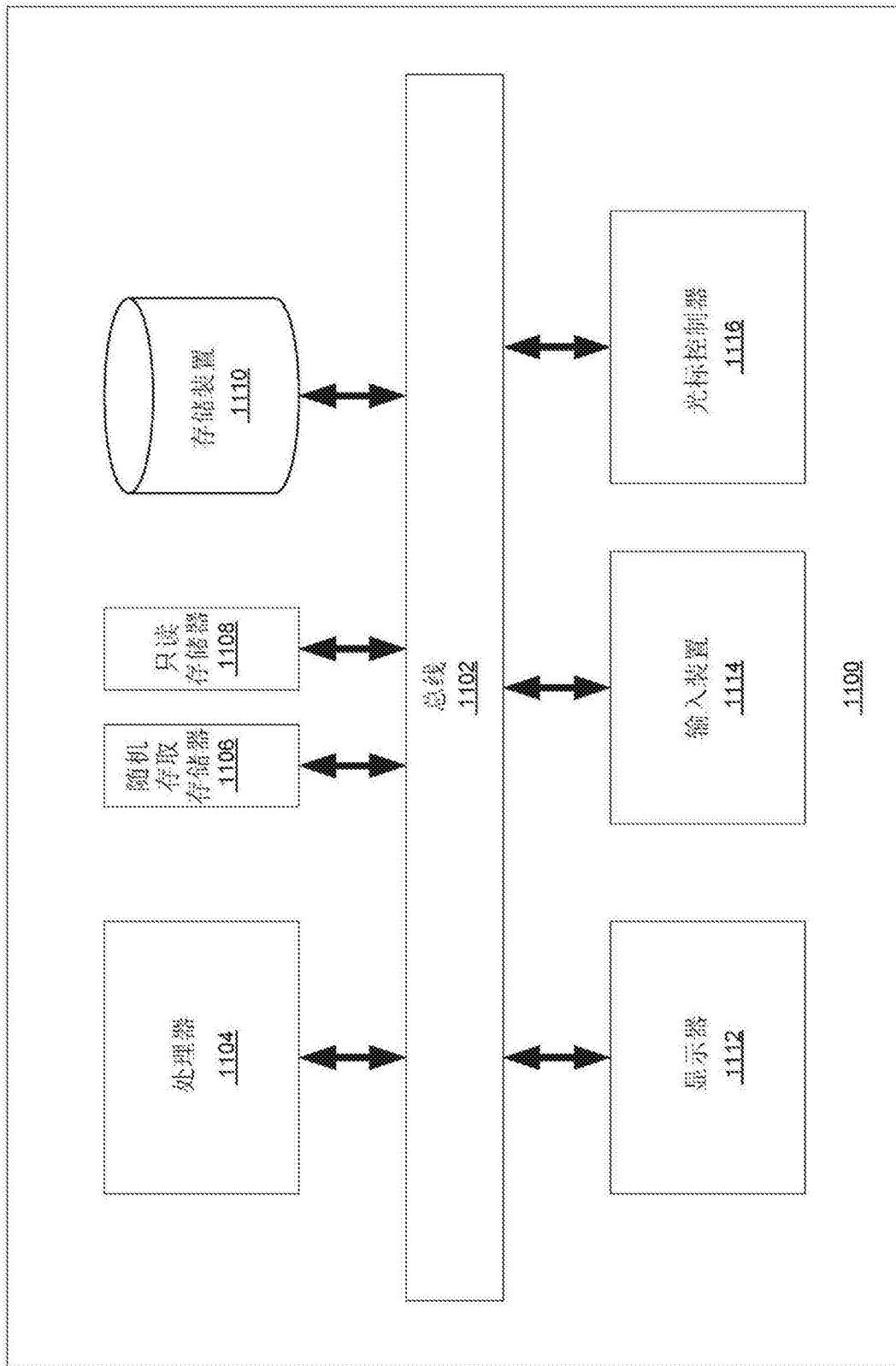


图11