



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103649764 B

(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201280035123.8

(22)申请日 2012.07.10

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103649764 A

(43)申请公布日 2014.03.19

(30)优先权数据  
61/508,578 2011.07.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.01.15

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2012/046100 2012.07.10

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/012616 EN 2013.01.24

(73)专利权人 奥宝科技股份有限公司  
地址 以色列雅尼市81102第215号邮政信箱  
专利权人 烽腾科技有限公司

(72)发明人 A·凯帝谢微奇 O·卡达  
A·格雷勒 R·骆文格  
A·葛罗斯 D·托特

(74)专利代理机构 北京汇智英财专利代理事务所(普通合伙) 11301

代理人 潘光兴

(51)Int.Cl.  
G01R 31/305(2006.01)

(56)对比文件  
US 5032788 A,1991.07.16,说明书第1栏第40-50行、第4栏第40-48行、第5栏第15-22行、第6栏第60行-第7栏第7行,附图1、2A.

US 5032788 A,1991.07.16,说明书第1栏第40-50行、第4栏第40-48行、第5栏第15-22行、第6栏第60行-第7栏第7行,附图1、2A.

US 2006/0279297 A1,2006.12.14,说明书第[0016]-[0018]段,附图1-2.

CN 1333466 A,2002.01.30,全文.

US 2006/0103396 A1,2006.05.18,全文.

CN 1854743 A,2006.11.01,全文.

US 6366100 B1,2002.04.02,全文.

审查员 张丽萍

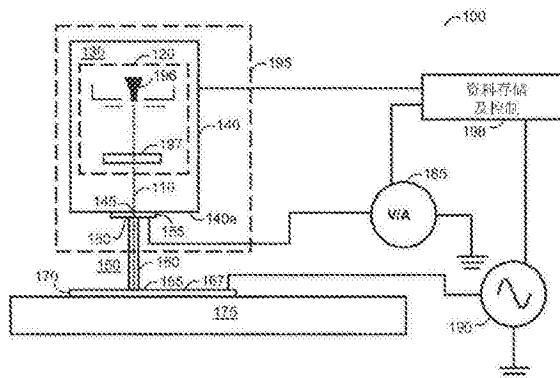
权利要求书4页 说明书14页 附图10页

(54)发明名称

非机械性接触信号测量装置及其信号测量方法

(57)摘要

本发明提供一种非机械性接触信号测量装置,其包括:位于待测结构上的第一导体以及接触所述第一导体的气体。至少一电子束被引导至所述气体中,以在所述至少一电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成等离子体。第二导体电性接触所述等离子体。当所述等离子体被引导于所述第一导体上时,信号源经由所述第一导体、所述等离子体及所述第二导体耦接至电性测量设备。所述电性测量设备可响应于所述信号源。



1. 一种非机械性接触信号测量装置,其特征在于,包括:

第一导体,位于待测结构上;

气体,接触所述第一导体;

至少一电子束,被引导至所述气体中,以在所述电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成等离子体;

第二导体,电性接触所述等离子体;

信号源,当所述等离子体被引导于所述第一导体上时,所述信号源经由所述第一导体、所述等离子体及所述第二导体耦接至电性测量设备,所述电性测量设备响应于所述信号源;

真空壳体,具有至少一孔口,所述待测结构位于所述真空壳体之外;

至少一电子束产生器,位于所述真空壳体中,适以引导所述至少一电子束穿过所述至少一孔口;以及

薄膜,在所述至少一孔口处附加至所述真空壳体,所述至少一电子束穿过所述薄膜,其中所述薄膜适以保持所述真空壳体内的真空状态并穿过所述薄膜传送所述至少一电子束的第一部分;

其中,所述第二导体包括覆盖在所述薄膜上的导电膜,所述至少一电子束穿过所述导电膜,其中所述导电膜适以使所述至少一电子束的第二部分穿过所述导电膜而被传送,且所述气体及所述等离子体耦合至所述导电膜。

2. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,进一步包括:

电路,位于所述待测结构上,其中所述电路耦接至所述第一导体,所述电性测量设备响应于所述电路。

3. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述信号源耦接至所述第一导体,且所述电性测量设备耦接至所述第二导体。

4. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述电性测量设备耦接至所述第一导体,且所述信号源耦接至所述第二导体。

5. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述气体是空气、氮分子、或惰性气体。

6. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,进一步包括:

多个电子束,被引导至所述气体中,以在所述电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成多个等离子体。

7. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述待测结构是薄膜晶体管阵列。

8. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述至少一电子束适以与所述待测结构的位置相应地移动。

9. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,进一步包括:

数据存储单元,耦接至所述电性测量设备并适以存储来自所述电性测量设备的多个数据值;以及

控制单元,耦接至所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源,其中所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源响应于所述控制单元。

10. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,进一步包括:  
壳体,适以减少入射于所述待测结构上的光,其中减少所述光能提高来自所述电性测量设备的数据值的精确性。
11. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述真空壳体包括:真空法兰,所述至少一孔口延伸贯穿所述真空法兰。
12. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述第二导体包括:环绕所述至少一孔口的所述真空壳体的一部分,所述气体及所述等离子体耦合至环绕所述至少一孔口的所述真空壳体的所述部分。
13. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述至少一电子束产生器包括:  
至少一电子源;以及  
至少一电子透镜,适以将所述至少一电子束聚焦至光点大小(spot size)。
14. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述第二导体包括所述薄膜。
15. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述薄膜包括选自由下列组成的群组的材料:氮化硅、碳化硅、氧化铝、类钻石、石墨、二氧化硅、超薄碳、铍、氮化铍及聚酰亚胺。
16. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述薄膜包括覆盖在基板上的沉积层,所述基板是自穿过所述基板的一部分的窗口区域被移除,所述基板适以形成用于支撑所述薄膜的框架,且所述至少一电子束被引导穿过所述框架中的所述窗口区域。
17. 如权利要求13所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,进一步包括:多个电子源。
18. 如权利要求16所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述框架通过粘合剂或夹具而耦接至所述真空壳体,以将所述窗口区域定位成与所述至少一孔口相匹配,进而使所述至少一电子束穿过所述框架中的所述窗口区域而射击所述薄膜。
19. 如权利要求16所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述窗口区域被成型为狭缝,且所述至少一电子束产生器包括:  
至少一电子源;  
至少一电子透镜,用以将所述至少一电子束聚焦至光点大小;以及  
至少一偏转光学元件,适以透过所述狭缝扫描所述至少一电子束。
20. 如权利要求1所述的非机械性接触信号测量装置,其特征在于,所述导电膜包括:覆盖在所述薄膜上的粘合层以及覆盖在所述粘合层上的导电层,所述气体及所述等离子体耦合至所述导电层。
21. 一种用于通过非机械性接触而进行信号测量的方法,其特征在于,包括:  
在待测结构上提供第一导体;  
提供与所述第一导体相接触的气体;  
将至少一电子束引导至所述气体中,以在所述至少一电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成等离子体;

使第二导体与所述等离子体电性耦合；

当所述等离子体被引导于所述第一导体上时，将信号源经由所述第一导体、所述第二导体及所述等离子体而耦合至电性测量设备，以使所述电性测量设备响应于所述信号源；

提供真空壳体，所述真空壳体具有至少一孔口，所述待测结构位于所述真空壳体之外；

由所述真空壳体中的至少一电子束产生器引导所述至少一电子束穿过所述至少一孔口；

通过所述至少一孔口处的薄膜在所述真空壳体内保持真空状态；

经由所述薄膜传送所述至少一电子束的第一部分；

穿过覆盖在所述薄膜上的导电膜而传送所述至少一电子束的第二部分，所述导电膜作为所述第二导体；以及

将所述气体及所述等离子体耦合至所述导电膜。

22. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

将所述待测结构上的电路耦接至所述第一导体，以使所述电性测量设备响应于所述电路。

23. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

将所述信号源耦接至所述第一导体；以及将所述电性测量设备耦接至所述第二导体。

24. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

将所述电性测量设备耦接至所述第一导体；以及将所述信号源耦接至所述第二导体。

25. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，所述气体是空气、氮分子、或惰性气体。

26. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

将多个电子束引导至所述气体中，以在所述电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成多个等离子体。

27. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：测试薄膜晶体管阵列。

28. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：使所述至少一电子束与所述待测结构的位置相应地移动。

29. 如权利要求22所述的方法，其特征在于，进一步包括：

将来自所述电性测量设备的多个数据值存储在数据存储单元中，所述数据值与所述待测结构上的所述电路相关联；以及

由控制单元控制所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源。

30. 如权利要求22所述的方法，其特征在于，进一步包括：

监测所述待测结构上的所述电路中的缺陷；

若检测到所述缺陷，则登记于控制单元中；

若检测到所述缺陷，则将来自所述电性测量设备的多个数据值存储在数据存储单元中，所述数据值与所述待测结构上的所述电路中的所述缺陷相关联；以及

由所述控制单元控制所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源。

31. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

提供真空法兰；以及使所述至少一孔口延伸贯穿所述真空法兰。

32. 如权利要求21所述的方法，其特征在于，进一步包括：

使环绕所述至少一孔口的所述真空壳体的一部分耦合至所述气体及所述等离子体，环

绕所述至少一孔口的所述真空壳体的所述部分作为所述第二导体。

33. 如权利要求21所述的方法,其特征在于,进一步包括:

提供所述至少一电子束;以及

将所述至少一电子束聚焦至光点大小。

34. 如权利要求29所述的方法,其特征在于,所述控制步骤包括:

将所述待测结构上的第一信号线的第一电性特性设定至第一状态;

存储与所述待测结构上的第二信号线的第二电性特性相关联的所述多个数据值中的第一数据值,所述第一数据值与所述第一状态相关联;

将所述第一电性特性设定至第二状态;以及

存储与所述第二电性特性相关联的所述多个数据值中的第二数据值,所述第二数据值与所述第二状态相关联,其中所述第二电性特性通过所述电路而响应于所述第一电性特性。

35. 如权利要求21所述的方法,其特征在于,所述薄膜包括:材料,所述材料选自由下列组成的群组:氮化硅、碳化硅、氧化铝、类钻石、石墨、二氧化硅、超薄碳、铍、氮化铍及聚酰亚胺。

36. 如权利要求21所述的方法,其特征在于,进一步包括:

将所述薄膜沉积作为覆盖在基板上的层;

通过穿过所述基板的一部分自窗口区域移除所述基板而形成用于支撑所述薄膜的框架;以及

引导所述至少一电子束穿过所述框架中的所述窗口区域。

37. 如权利要求33所述的方法,其特征在于,进一步包括:提供多个电子束。

38. 如权利要求36所述的方法,其特征在于,进一步包括:

通过粘合剂或夹具将所述框架耦接至所述真空壳体;

将所述窗口区域定位成与所述至少一孔口相匹配;以及

使所述至少一电子束穿过所述框架中的所述窗口区域而射击所述薄膜。

39. 如权利要求36所述的方法,其特征在于,进一步包括:

将所述窗口区域成型为狭缝;

提供所述至少一电子束;

将所述至少一电子束聚焦至光点大小;以及

透过所述狭缝扫描所述至少一电子束。

40. 如权利要求21所述的方法,其特征在于,进一步包括:

以粘合层覆盖所述薄膜;

以导电层覆盖所述粘合层;以及

将所述气体及所述等离子体耦合至所述导电层。

## 非机械性接触信号测量装置及其信号测量方法

[0001] 相关申请案交叉参考

[0002] 本申请案主张根据35USC119(e)而基于2011年7月15日提出申请且名称为“使用电子束感应电浆探针对电子设备进行电性检测(ELECTRICAL INSPECTION OF ELECTRONIC DEVICES USING ELECTRON-BEAM INDUCED PLASMA PROBES)”的美国临时申请案第61/508,578号的权利,该美国临时申请案的内容以引用方式全文并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明大体而言涉及电子设备的非机械性接触探测,具体而言,涉及在电子设备的电性检测期间对电子信号进行非机械性接触测量。

### 背景技术

[0004] 在无需建立机械性接触的条件下测量图案化结构上的电压及电流以及在图案化结构上施加电压及电流的能力对于半导体设备及平板显示器(例如,液晶显示器及有机发光二极管显示器、背板(backplane)、及印刷电路板)的功能(电性)测试而言至关重要,这是因为非机械性接触探测会使待测设备/面板受损的可能性最小化,且还有助于提高测试通量(throughput)。

[0005] 光子动力学公司(Photon Dynamics, Inc.; PDI)/奥宝(Orbotech)公司的电压成像<sup>®</sup>光学系统(Voltage Imaging<sup>®</sup> optical system; VIOS)采用电光转换器将待测设备上的电场转换成由光学传感器记录的光学信息。其他技术则通过二次电子(secondary electron)来间接测量待测设备上的电压,并要求所述设备被放置在真空中。这些方法大部分专门朝测量电压的方向发展,且仍需要与设备周边上的焊盘(pad)进行机械接触以驱动用于检测的信号。

[0006] 近来出现了单独的一种基于导电等离子体的检测方法。此种方法的主要概念是:使定向等离子体(directional plasma)除包括离子之外还包括可移动的二次电子,进而使定向等离子体可用作非机械性接触探针。在过去,已提出若干此种“等离子体探测(plasma probing)”方法。所述方法可大体上分成两类:一类是基于高强度激光感应电离(laser-induced ionization),在高的电离阈值条件下,其可能会使待测设备受到激光所致的损坏;而另一类则是基于高电压电晕放电(corona discharge),其中电离物质(ionized species)具有较宽范围的散射角,且此类方法同样具有造成损坏(尤其是与起弧相关的损坏)的风险。

[0007] 为在扫描电子显微镜(scanning electron microscope; SEM)或在活体样本上的X射线衍射(diffraction)中显示活体/湿标本的电子束特性,已使用利用薄膜及差动抽吸开孔(differentially pumped aperture)的电子束成像系统将电子束传播至气体环境中。

### 发明内容

[0008] 根据本发明的一实施例,一种非机械性接触信号测量装置包括:第一导体,位于待

测结构上；气体，接触所述第一导体；以及至少一电子束。所述至少一电子束被引导至所述气体中，以在所述至少一电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成等离子体。所述非机械性接触信号测量装置进一步包括：第二导体，电性接触所述等离子体；以及信号源，当所述等离子体被引导于所述第一导体上时，所述信号源经由所述第一导体、所述等离子体及所述第二导体耦接至电性测量设备。所述电性测量设备可响应于所述信号源。

[0009] 根据一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括位于所述待测结构上的电路。所述电路耦接至所述第一导体，所述电性测量设备可响应于所述电路。

[0010] 根据另一实施例，所述信号源耦接至所述第一导体，且所述电性测量设备耦接至所述第二导体。根据另一实施例，所述电性测量设备耦接至所述第一导体，且所述信号源耦接至所述第二导体。

[0011] 根据另一实施例，所述气体是空气、氮分子、或惰性气体。根据另一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括多个电子束，所述电子束被引导至所述气体中，以在所述电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成多个等离子体。

[0012] 根据另一实施例，所述待测结构是薄膜晶体管阵列。根据另一实施例，所述至少一电子束适以与所述待测结构的位置相应地移动。

[0013] 根据另一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括：数据存储单元，耦接至所述电性测量设备并适以存储来自所述电性测量设备的多个数据值；以及控制单元，耦接至所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源。所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源可响应于所述控制单元。

[0014] 根据另一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括壳体，所述壳体适以减少入射于所述待测结构上的光。减少所述光能提高来自所述电性测量设备的数据值的精确性。

[0015] 根据另一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括：真空壳体，具有至少一孔口，所述待测结构位于所述真空壳体之外；以及至少一电子束产生器，位于所述真空壳体中，适以引导所述至少一电子束穿过所述至少一孔口。根据另一实施例，所述非机械性接触信号测量装置进一步包括薄膜，所述薄膜在所述至少一孔口处附加至所述真空壳体，所述至少一电子束穿过所述薄膜。所述薄膜适以保持所述真空壳体内的真空状态并穿过所述薄膜传送所述至少一电子束的第一部分。

[0016] 根据另一实施例，所述真空壳体包括真空法兰 (vacuum flange)，所述至少一孔口延伸贯穿所述真空法兰。根据另一实施例，所述第二导体包括环绕所述至少一孔口的所述真空壳体的一部分，所述气体及所述等离子体耦合至环绕所述至少一孔口的所述真空壳体的所述部分。

[0017] 根据另一实施例，所述至少一电子束产生器包括：至少一电子源；以及至少一电子透镜，适以将所述至少一电子束聚焦至光点大小 (spot size)。根据另一实施例，所述第二导体包括所述薄膜。

[0018] 根据另一实施例，所述薄膜包含选自由下列组成的群组的材料：氮化硅、碳化硅、氧化铝、类钻石 (diamond-like carbon)、石墨、二氧化硅、超薄碳 (ultrathin carbon)、铍、氮化铍及聚酰亚胺。根据另一实施例，所述薄膜包括覆盖在基板上的沉积层。所述基板是自穿过所述基板的一部分的窗口区域被移除。所述基板适以形成用于支撑所述薄膜的框架，

且所述至少一电子束被引导穿过所述框架中的所述窗口区域。

[0019] 根据另一实施例,所述第二导体包括覆盖在所述薄膜上的导电膜,所述至少一电子束穿过所述导电膜。所述导电膜适以使所述至少一电子束的第二部分穿过所述导电膜而被传送,且所述气体及所述等离子体耦合至所述导电膜。根据另一实施例,所述非机械性接触信号测量装置进一步包括多个电子源。

[0020] 根据另一实施例,所述框架通过粘合剂或夹具而耦接至所述真空壳体,以将所述窗口区域定位成与所述至少一孔口相匹配,进而使所述至少一电子束穿过所述框架中的所述窗口区域而射击所述薄膜。根据另一实施例,所述窗口区域被成型为狭缝,且所述至少一电子束产生器包括:至少一电子源;至少一电子透镜,用以将所述至少一电子束聚焦至光点大小;以及至少一偏转光学元件,适以透过所述狭缝扫描所述至少一电子束。根据另一实施例,所述导电膜包括覆盖在所述薄膜上的粘合层以及覆盖在所述粘合层上的导电层,所述气体及所述等离子体耦合至所述导电层。

[0021] 根据本发明的一实施例,一种用于通过非机械性接触而进行信号测量的方法包括:在待测结构上提供第一导体;提供与所述第一导体相接触的气体;以及将至少一电子束引导至所述气体中,以在所述至少一电子束穿过所述气体之处在所述气体中形成等离子体。所述用于通过非机械性接触而进行信号测量的方法进一步包括:使第二导体与所述等离子体电性耦合;以及当所述等离子体被引导于所述第一导体上时,将信号源经由所述第一导体、所述第二导体及所述等离子体而耦合至电性测量设备,以使所述电性测量设备响应于所述信号源。

[0022] 根据一实施例,所述方法进一步包括:将来自所述电性测量设备的多个数据值存储在数据存储单元中,所述数据值与所述待测结构上的所述电路相关联;以及由控制单元控制所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源。

[0023] 根据另一实施例,所述方法的控制步骤包括:将所述待测结构上的第一信号线的第一电性特性设定至第一状态。存储与所述待测结构上的第二信号线的第二电性特性相关联的所述数据值中的第一数据值。所述第一数据值系与所述第一状态相关联。将所述第一电性特性设定至第二状态。存储与所述第二电性特性相关联的所述数据值中的第二数据值。所述第二数据值与所述第二状态相关联。所述第二电性特性可通过所述电路而响应于所述第一电性特性。

[0024] 根据另一实施例,所述方法进一步包括:监测所述待测结构上的所述电路中的缺陷;以及若检测到所述缺陷,则登记于控制单元中。所述方法进一步包括:若检测到所述缺陷,则将来自所述电性测量设备的多个数据值存储在数据存储单元中;以及由所述控制单元控制所述数据存储单元、所述电性测量设备及所述信号源。所述数据值与所述待测结构上的所述电路中的所述缺陷相关联。

[0025] 参照以下详细说明及附图,可更佳地理解本发明各实施例的性质及优点。

## 附图说明

[0026] 图1是根据本发明第一实施例的非机械性接触信号测量装置的剖视示意图;

[0027] 图2是根据本发明第二实施例的非机械性接触信号测量装置的剖视示意图;

[0028] 图3示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束电阻、

有效等离子体束电阻、电子束能量、及等离子体束直径的实例性模拟数据；

[0029] 图4是根据本发明一实施例的薄膜与框架总成的简化剖视图；

[0030] 图5是根据本发明一实施例，附装至真空壳体的一部分的薄膜与框架总成的简化剖视图；

[0031] 图6是根据本发明一实施例，附装至真空壳体的一部分的薄膜与框架总成的简化平面图；

[0032] 图7示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体电流、电子束电流、及取样电压的实例性特征化数据；

[0033] 图8示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束空间响应的实例性表征数据；

[0034] 图9示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束时间响应的实例性表征数据；

[0035] 图10是根据本发明一实施例的双探针非机械性接触信号测量装置的透视示意图；

[0036] 图11A是根据本发明一实施例的具有多个可移动检测头的非机械性接触信号测量系统的俯视方框图；以及

[0037] 图11B是放大插图，其示出根据本发明一实施例的图11A所示装置中的等离子体探针移动的细节。

## 具体实施方式

[0038] 根据本发明的一实施例，一种装置包括：基于电子束感应等离子体探针的检测技术及子系统，以实现非机械性接触信号测量。电子束可使空气或其他气体有效率地电离，并产生使待测设备（在下文中也被称为“待测结构”）受损风险极小的高定向性等离子体柱（plasma column）。电子束还可控制等离子体探针的横向尺寸，此对于在设备上的高密度小型导体上测量电性信号而言是重要优点。

[0039] 图1是根据本发明第一实施例的非机械性接触信号测量装置100的剖视示意图。使用传统方法由电子束产生器120在真空130中产生电子束110。电子束110经由位于真空壳体的一部分140a中的孔口145而离开真空壳体140（在下文中也被称为“真空室”）。电子束的一部分穿过薄膜与框架总成155而行进至真空壳体外的环境气体150（在下文中也被称为环境或气体），薄膜与框架总成155能够保持用于容纳电子束产生器的真空壳体内部的真空状态，但对于电子束是半透明的。作为另一选择，当所述孔口或多个孔口足够小以能够保持真空壳体内部的真空状态时，薄膜与框架总成155可以是可选的。

[0040] 在进入环境气体时，所述部分电子束中的电子与气体原子碰撞并发生偏转或经由电离而损失能量。因此，被引导至气体中的所述部分电子束在电子束穿过气体之处在气体中感应出等离子体160（在下文中还被称为“等离子体探针”）。除缓慢的气体离子之外，这些电子-气体碰撞还形成能够自由导电的低能二次电子。因此，可经由等离子体来测量或施加电压及电流。随后，等离子体可用作非接触性或非机械性接触电性探针或等离子体探针。反向散射电子不用于在等离子体探针中载送电压或电流信号。

[0041] 图1还示出设置在待测结构170上的第一导体165，且气体可接触所述第一导体。所述待测结构可由基座175支撑或实作在基座175上。薄膜与框架总成的背朝真空壳体或位于

真空壳体外的“设备”或“待测结构”侧可涂覆有第二导体180,第二导体180可是导电薄膜,如下所更详细说明。气体150位于第一导体165与第二导体180之间或与二者接触。在替代实施例中,环绕孔口的真空壳体的一部分可由导电材料或涂覆有与第二导体相对应的导电设备侧膜(conductive device-side film)的材料制成。在另一替代实施例中,第二导体可形成为位于薄膜/框架总成155与第一导体之间某处的单独电极或膜,而并非必须直接附装至薄膜,只要第二导体电性耦接至等离子体且不会扰乱位于真空壳体外的电子束部分即可,且第二导体可附接至检测头(inspection head)195。真空壳体、电子束产生器、及第二导体可被称为检测头195,检测头195用于产生等离子体探针。

[0042] 第二导体180可耦接至电性测量设备185或信号源190。数据存储及系统控制块198控制测试例程(routine)并存储所测量的数据,且耦接至检测头195、电性测量设备185、及信号源190。数据存储及系统控制块198中的数据存储单元可耦接至测量设备并适以存储来自测量设备185的多个数据值。数据存储及系统控制块198中的控制单元可耦接至数据存储单元、测量设备185、及信号源190。数据存储单元、测量设备185、及信号源190可响应于控制单元。

[0043] 以下将论述通过此种等离子体探针的实施例所测量的电压及电流的实例。由于第二导体180电性接触或耦接至等离子体160,因此,当等离子体被引导于第一导体165上时,信号源可经由第一导体165、等离子体160、及第二导体180而耦接至电性测量设备。换言之,当等离子体被引导于第一导体165上时,信号源190、第一导体165、等离子体160、第二导体180、及电性测量设备185可形成导电回路,进而使电性测量设备185可响应于信号源190。电性测量设备185可测量电压、电流、交流(AC)信号或直流(DC)信号,抑或可测量随时间变化的任何信号(如通常所实行的)。信号源190可驱动电压、电流、交流信号或直流信号,抑或可提供随时间变化的任何信号(如通常所实行的)。电性测量设备185与信号源190的位置在所述导电回路中可互换。在图1所示实施例中,信号源耦接至第一导体,且电性测量设备耦接至第二导体。

[0044] 非机械性接触信号测量设备的一实施例可进一步包括位于待测结构上的电路167。电路167可耦接至第一导体,且电性测量设备可更响应于所述电路。由于第二导体180电性接触或耦接至等离子体160,故当等离子体被引导于第一导体165上时,信号源可经由第一导体165、电路167、等离子体160、及第二导体180而耦接至电性测量设备。换言之,当等离子体被引导于第一导体165上时,信号源190、第二导体165、电路167、等离子体160、第二导体180、及电性测量设备185可形成导电回路,进而使电性测量设备185可响应于信号源190及电路167二者。因此,测量设备可能够执行待测结构上的电路的表征。

[0045] 待测结构优选地位于真空壳体外并靠近第二导体。优选地,待测设备上的第一导体位于距第二导体一间隙距离处,所述间隙距离足够大以防止与检测头出现机械干扰,但所述间隙距离又足够小以确保足够的信号经由等离子体(例如,足够低的等离子体探针电阻)成功地将电信号耦合于第一导体与第二导体之间。所述间隙距离可由间隙控制机构(图未示出)维持。间隙控制装置适以在待测结构与第二导体之间提供介于30微米至500微米的间隙。若所述间隙小于30微米,则发生机械干扰的可能性增大。若所述间隙大于500微米,则即使在高电子束能量下,等离子体柱直径也可能变得过大。可将所述间隙距离控制在所需间隙距离的公差(例如,+/-5微米)内。

[0046] 增大检测头195的测量侧(或更具体而言,薄膜与框架总成155)与待测结构170之间的间隙距离会使等离子体探针直径变宽,如图8所示及以下所更详细解释。系统的分辨率随着等离子体探针变宽而劣化,由此建议使间隙最小化来提高分辨率。与直觉相反,由于等离子体探针直径变宽,因此等离子体探针电阻会随着间隙距离增大而减小。然而,若检测头由于间隙小而向下发生接触,则会损坏待测结构或检测头。因此,最佳间隙距离是在提高系统分辨率与期望防止由于向下接触而造成损坏之间进行折中。举例而言,对于平板显示器检测应用而言期望50微米的最小距离,然而,对于其他应用而言,最小期望距离可不同。所述距离可优选地不大于500微米,以防止信号因高等离子体电阻而产生过大损失。检测头与待测设备间的距离可通过多种不同的开环及闭环间隙控制方法来维持。一个实例是目前在Orbotech/PDI公司的基于VIOS的Array Checker™系统中用于使电光调制器浮动的3座标空气轴承(3point air-bearing)。其他间隙控制机构可包括致动器(例如,音圈(voice coil)及压电元件(piezo-electric))及间隙(反馈)传感器(例如,光干涉传感器、电容传感器及压力传感器)。

[0047] 图2是根据本发明第二实施例的非机械性接触信号测量装置200的剖视示意图。图2所示实施例对应于图1所示实施例,不同之处在于,在图2所示实施例中,电性测量设备185是耦接至第一导体165,且信号源190是耦接至第二导体180。图2中的其他元件具有与图1中由相同参考编号表示的元件相同的功能,故不再对其予以赘述。

[0048] 为决定电子束感应等离子体探针方法的适宜工作条件,已对过程中所涉及的一次电子及二次电子以及离子的空间及时间分布进行了模拟。图3示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束电阻、有效等离子体束电阻、电子束能量、及等离子体束直径的实例性模拟数据。许多方法可用于实现此目的,例如,选用基于粒子模拟(particle-in-cell;PIC)方法结合蒙特卡罗碰撞(Monte Carlo Collision;MCC)方法的模型,这是因为既往研究表明此模型能够得到精确结果。PIC方法是用于在固定网(mesh)上所决定的自洽电磁场(self-consistent electromagnetic field)中追踪粒子的轨迹。MCC方法是用于模拟带电粒子间的碰撞。假设用于模拟的环境气体是氮分子(N<sub>2</sub>)以代表空气的第一级成分。所述模拟可实现等离子体的充分表征。可模拟各种输出参数,例如,目标或待测设备水准处的等离子体电阻及等离子体直径。等离子体电阻及等离子体直径二者均是二次电子分布相关的量。

[0049] 模拟模型的结果表示,对于给定薄膜与目标(例如,第二导体与第一导体)的距离或间隙,越低的电子束能量会得到越低的等离子体电阻值,当降低至临界电子束能量时,电子束将不再有效地使气体电离,此时若电子束能量进一步降低至临界电子束能量以下,则会使电阻增大。举例而言,对于50微米的薄膜-目标距离,等离子体电阻在5千电子伏(keV)处具有2.7兆欧(MΩ)的最小值,而对于100微米的距离,等离子体电阻的最小值增大至6兆欧(在10千电子伏处)。另一方面,等离子体直径随电子束能量增大而减小,然而,当电子束能量高于某一值时,等离子体直径会趋平(level off)。举例而言,当能量自5千电子伏增大至20千电子伏时,等离子体直径自85微米减小至60微米,但对于更高的能量,等离子体直径则不会有太大变化。这些结果示出可如何选择检测的参数来获得等离子体电阻与直径的适宜组合。然而,可能无法同时使等离子体电阻与直径最小化,这是因为此等参数对于电子束能量具有相反的相关性。通过决定等离子体的与典型设备结构重叠的部分的有效电阻,可

更获得最佳值。举例而言,液晶显示器(liquid crystal display;LCD)阵列中的线可以是5微米至50微米宽。应注意,对于给定的电子束能量,等离子体直径会随工作距离增大而减小,且只要其小于二次电子的横向扩散(lateral diffusion)距离便不会受到电子束光点大小的太大影响。还对其他气体混合物(包括氮气(N<sub>2</sub>)与氧气(O<sub>2</sub>)的混合物,其更精确地代表空气的成分)进行了模拟,结果与上述结论吻合,以下将参照图11对此予以更详细说明。

[0050] 再次参照图1,真空壳体140中的电子束产生器120可包括电子源196及电子光学元件197。电子光学元件197可包括至少一电子透镜及至少一偏转光学元件(未示出)。可使用许多种电子源来产生电子束,以感应出等离子体探针。这些电子源包括热离子源、场发射源、及肖特基(Schottky)源。电子束能量可介于5千电子伏至50千电子伏之间,以在自第一导体至第二导体的路径(约50微米至500微米)上使环境气体有效地电离。低于5千电子伏的电子束能量将由于散射而导致电子束过宽,并可导致薄膜与框架总成过热。高于50千电子伏的电子束能量则将产生无法有效参与电离过程的一次电子,进而导致更高的等离子体电阻。若需控制等离子体探针的横向尺寸(即,等离子体探针技术的空间分辨率),在进入环境的点处的电子束直径或光点大小应优选地小于待测设备上各特征间的最小距离。对于大多数与显示相关的应用,小于或等于500微米的电子束直径或光点大小是可接受的。

[0051] 除用于将电子束聚焦至所需光点大小的电子透镜之外,电子束产生器还可包括可用于偏转、导引、或调制电子束(图未示出)的至少一偏转光学元件。真空壳体中的电子束产生器适以引导电子束穿过孔口145。在另一实施例中,检测头可具有多个源或来自单个源的多个束,以将多个电子束引导至气体中,进而在电子束穿过气体之处在气体中形成多个等离子体。

[0052] 电子束集合中的典型真空水准可介于10<sup>-7</sup>托(Torr)或更低范围内,并可通过多种抽吸方法(包括涡轮泵、离子泵、扩散泵等)实现。环境气体可优选地是无毒的且具有高的电离横截面,包括例如空气、氮分子(N<sub>2</sub>)、氩(Ar)、或其他惰性气体等气体。在一实施例中,所述气体处于大气压力下。在另一实施例中,所述气体是处于大气压力下的空气。

[0053] 图4是根据本发明一实施例的薄膜与框架总成155的简化剖视图。薄膜及框架155可包括薄膜410、覆盖于所述薄膜上的导电膜420、以及支撑所述薄膜的框架430。导电膜420可对应于如图1所示的第二导体180,且薄膜410是经由薄膜与框架总成155而在孔口145处附装至真空壳体140。如参照图4所示,薄膜410具有第一表面440及第二表面450,并适以保持真空壳体内的真空并穿过所述薄膜来传送电子束的第一部分。薄膜的第一表面440朝向真空壳体内,以使来自电子束产生器的电子束穿过框架430中的窗口区域480而撞击在薄膜的第一表面上。薄膜的第二表面450是朝向真空壳体外或朝向待测结构。在替代实施例中,当导电膜未覆盖薄膜(未示出)而沉积时,薄膜的第二表面450是电子束的第一部分(其可能已被薄膜轻微地衰减)自薄膜发出之处。

[0054] 薄膜410是由可能具有低原子数目(例如,小于或等于15)的材料制成,以确保优良的电子透明性(electron transparency)。原子数目高于15的薄膜材料将在薄膜中引起过度的电子束散射。薄膜材料还可足够健壮以承受高压差。此种薄膜材料可包含:氮化硅(Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)、碳化硅(SiC)、氧化铝(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、类钻石(diamond-like carbon)、石墨、二氧化硅、超薄碳(ultrathin carbon)、铍、氮化铍及聚酰亚胺(用于Quantomix™胶囊中)。薄膜材料厚度可介于8纳米与500纳米(包括二者)之间,以实现必要的电子透明性及对真空的健壮性。若

薄膜材料厚度小于8纳米,则薄膜将无法机械地耐受真空壳体中的真空与真空壳体外的气体间的压力差。若薄膜材料厚度大于500纳米,则薄膜将无法传送电子束。薄膜的横向尺寸取决于加热及电子束对齐考虑因素,具有介于0.01毫米至5毫米的尺寸。小于0.01毫米的横向薄膜尺寸会受到如下的限制:i)难以将电子束与框架总成中的窗口区域对齐;以及ii)需要使框架总成中的窗口区域大于电子束宽度。大于5毫米的横向薄膜尺寸则会受到热电阻过大的限制,热电阻过大可导致电子束使薄膜过热。由于薄膜可能具有低的导热系数,因此会在某些电子束电流水平下因与一次电子吸收相关的受热而产生高温。因此,薄膜可与散热源(即,真空壳体的一部分)具有良好的热耦合,此可通过狭窄薄膜窗口区域的选择、薄膜窗口区域网或网格的设计、或通过薄膜上沉积金属网格而实现。

[0055] 某些薄膜材料是不导电的,因此可能需要一或多个附加的导电涂层来实现对欲被耦合至等离子体探针的信号测量或施加。第二导体可包括覆盖在薄膜410的第二表面450上的导电膜420。导电膜420可由于衰减很小而适以传送电子束的第二部分。气体及等离子体可接触导电膜420,进而使信号耦合至等离子体探针。金属涂层非常适于用作导电膜;最佳候选者具有高电导率、与薄膜的良好粘合性、低反应性、以及低密度及低原子数目以使电子散射最小化。导电膜420可包括粘合层460及导电层470,粘合层460是覆盖薄膜的第二表面450而沉积,且导电层470是覆盖所述粘合层而沉积。可组合若干个膜层来满足这些要求。举例而言,粘合层460可包含钛(Ti)或钨化钛(TiW)以提高粘合性,且导电层470可包含金(Au)以实现高电导率及低反应性。在替代实施例中,导电膜420可以是具有低原子数目、低电阻率、及高熔点的单层金属(例如,钛、铍(Be)、钪(Sc)、钒(V)、或铬(Cr))。导电膜420的厚度可优选地介于10纳米至50纳米范围内。导电膜的厚度等于或小于50纳米,以使电子束的衰减及散射保持为低,同时所述厚度等于或大于10纳米,以提供足够的电导率及粘合性。

[0056] 在另一实施例(图未示出)中,当使用电子束产生壳体中的一或多个孔口替代真空密封薄膜来维持真空时,导电电极可作为第二导体位于所述孔口附近并适以电性耦合至电子束感应等离子体,以在等离子体中检测或注入电信号而不干扰电子束射出所述孔口。在另一实施例(图未示出)中,第二导体可包括环绕所述孔口的真空壳体的一部分,气体及等离子体至少在真空壳体的外侧上接触环绕所述孔口的真空壳体的所述部分。

[0057] 可通过以下实施例来制造薄膜与框架总成155。薄膜410可以是覆盖在基板上的沉积层。所述基板可以是半导体(例如,硅)。所述基板自窗口区域480被移除,窗口区域480穿过所述基板的一实质部分、或优选地穿过整个基板,以形成用于支撑所述薄膜的框架430。来自电子束产生器的电子束可在所述薄膜的第一表面440处被引导穿过所述框架中的所述窗口区域。薄膜410可通过覆盖硅(Si)基板的氮化硅( $\text{Si}_x\text{N}_y$ )薄膜沉积(例如,通过低压化学气相沉积)而制成。随后,通过光刻及化学蚀刻来移除所述基板的一或多个小部分(约对应于传送电子束时所穿过的窗口区域或狭缝的所需尺寸)。接着,将基板分成各个单独部分,各所述部分包括具有一或多个氮化硅( $\text{Si}_x\text{N}_y$ )窗口区域或狭缝的硅(Si)框架,进而形成薄膜与框架总成。

[0058] 在一实施例中,若薄膜是由充分导电的材料形成,则第二导体可包括薄膜。举例而言,薄膜可由石墨制成。若使用导电材料来形成薄膜,则可视情况而省略导电膜。在此实施例中,若框架也由导电材料形成,则薄膜与框架总成向真空壳体的安装可包括绝缘间隔层(spacer)。

[0059] 图5是根据本发明一实施例,附装至真空壳体的一部分140a的薄膜与框架总成155的简化剖视图。真空壳体的所述部分140a可包括真空壳体的单独部分,所述部分被称为真空法兰510(在下文中也被称为“法兰”),真空法兰510经由真空密封及螺栓而附装至真空壳体的其余部分。作为另一选择,真空壳体140可由单一总成或多个总成(图未示出)形成。

[0060] 真空法兰510可具有朝向真空壳体内的第一表面520以及朝向真空壳体外的第二表面530。孔口145自真空法兰的第一表面至第二表面延伸贯穿真空法兰。真空壳体适以通过粘合剂或夹具而将框架430在真空壳体的外部耦接至真空壳体,并将薄膜与框架总成155中的窗口区域480定位成与孔口145相匹配或对齐,以使电子束能够穿过孔口145、窗口区域480并随后撞击在薄膜的第一表面。可使用例如超高真空兼容胶或环氧树脂(图未示出)来将框架430粘合或夹紧至具有开口540的真空法兰510上,开口540是与薄膜与框架总成155相匹配或稍大于薄膜与框架总成155。

[0061] 视情况,可在法兰上界定特殊特征,以利于粘合过程并确保最佳的真空兼容性。举例而言,法兰可包括胶槽550,胶槽550被成型为“相框”,所述“相框”围绕法兰中的开口的周边以帮助粘合。可包括用于电子布线或电子引脚的引导通道,以利于使薄膜与框架总成居中于法兰上、并与薄膜上的导电膜建立电性接触,从而经由等离子体探针来测量及施加信号;例如通过使用金接触引脚(gold contact pin)或弹簧片(图未示出)而实现。

[0062] 此外,在一实施例中,薄膜法兰优选地被设计成使来自电子束的影响最小化。孔口145可包括位于真空壳体内侧(朝向电子束产生器的侧)上的第一端部560及位于与真空壳体内侧相对侧上的第二端部570。孔口145的第一端部560可包括比孔口的第二端部570宽的锥形开口580,以使来自电子束的起弧及充电作用最小化。在另一实施例中,环绕孔口的真空壳体部分可适以使可能随时间增强且造成电子束控制问题的磁场最小化。举例而言,用于真空壳体的所述部分140a或真空法兰510的材料可选自能够使磁场最小化的适宜材料(包括SST316)。

[0063] 图6是根据本发明一实施例,附装至真空壳体的所述部分140a或真空法兰510的薄膜与框架总成155的简化平面图。图6所示实施例对应于图5所示实施例,不同之处在于以下新元件。真空法兰510可包括:用于机械界面的一或多个螺纹孔610;用于法拉第杯夹具(faraday cup jig,图未示出)的一或多个通孔620;以及用于电子布线的一或多个引导通道630,以利于与薄膜上的导电膜建立电性接触,进而经由等离子体探针来测量及施加信号。图中显示胶槽在内边缘550a与外边缘550b之间延伸,内边缘550a紧位于薄膜与框架总成155的周边内侧,外边缘550b则恰好延伸超出薄膜与框架总成155的周边之外。图6中的其他元件具有与图5中由相同参考编号表示的元件相同的功能,故不再对其予以赘述。

[0064] 图7示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体电流、电子束电流、及取样电压的实例性表征数据。图7示出当保持于大气条件下的待测结构被穿过薄膜的电子束辐照时,电子束感应等离子体探针的试验验证结果,所述薄膜对电子是半透明的且涂覆有导电膜。换言之,图7示出等离子体探针在不同电子束电流下的I-V特性。当对待测结构施加电压时,可测量在待测结构与薄膜上的导电膜之间流动的电流。所述电流作为所施加电压的函数而增大,此意味着此电流可用于测量施加在样本上的电压。然而,当待测结构被保持在真空中时,抑或当电子束被关闭而无等离子体形成时,在所述两种情形中皆测量不到电流,此证明前述所测量电流信号是相关于电子束与用于形成等离子体探针的

气氛间的相互作用。可通过增大电子束电流 $I_b$ 来放大此电流信号。

[0065] 图8示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束空间响应的实例性表征数据。换言之,图8表示等离子体的横向尺寸的特征并示出等离子体直径测量结果。所述测试是通过以下方式来执行:使电子束步进地经过待测结构上的导电-绝缘界面,并测量所得等离子体电流。对于至少150微米的估计工作距离,使用此种方法所测得的等离子体直径是130微米。此对于所述工作距离而言是恰当的数量级并且对于在大多数TV型薄膜晶体管(thin-film-transistor;TFT)显示器上进行的测量而言为足够的分辨率。可通过调整等离子体参数(例如,电子束能量、间隙距离等)来进一步减小等离子体直径。

[0066] 图9示出与图1及图2所示非机械性接触信号测量装置相关联的等离子体束时间响应的实例性表征数据。通过使用交流电压源、电流放大器、及示波器来验证等离子体探针的时间特性。对于在顶部波形上所显示的施加至待测结构的阶梯函数电压(step function voltage),在底部波形上所显示的等离子体探针信号上升时间小于2微秒。如上所述,等离子体建模表明典型上升时间实际上是100纳秒或更小的数量级,因此假设除等离子体以外的电路组件的带宽是本实验中的限制因素。

[0067] 电子束感应等离子体探针技术的验证及测试应用可包括但不限于以下实例性结构。可通过测量像素电极上的电压而在LCD薄膜晶体管(TFT)阵列中检测电性缺陷(LCD阵列测试器)。可通过直接测量像素电极上的电流而在有机发光二极管(organic light emitting diode;OLED)TFT阵列中检测电性缺陷(OLED阵列测试器)。可在LCD及OLED显示器TFT阵列的驱动线中检测开路及短路(开路/短路测试器)。在进行沉积修复之后可验证LCD及OLED显示器TFT阵列。可提供与上文针对在PCB及半导体设备制造中的使用所述者相似的应用。可提供太阳能面板电压或电流测量。

[0068] 可同时多个等离子体探针引导于待测结构上的不同位置处。图10是根据本发明一实施例的双探针非机械性接触信号测量装置1000的透视示意图。双探针非机械性接触信号测量装置1000包括第一检测头195A及第二检测头195B,第一检测头195A产生第一等离子体探针160A,且第二检测头195B产生第二等离子体探针160B。第一等离子体探针160A及第二等离子体探针160B被分别引导于一对第一导体区域165AA及165BA处,此对第一导体区域165AA及165BA在待测结构1700上间隔开。此对第一导体区域165AA及165BA耦接至线167A的相对二端,线167A是位于待测结构上的简单电路的实例。举例而言,线167A可以是待测TFT阵列上的数据线、门极线、或共用线。信号源190经由位于第二检测头195B上的第二导体180B、第二等离子体探针160B、第一导体区域165BA、线167A、第一导体区域165AA、第一等离子体探针160A、及位于第一检测头195A上的第二导体180A所形成的串联回路而耦接至电性测量设备185。由于线167A是连续的,故电性测量设备以第一电性标记(electrical signature)响应于信号源。

[0069] 举例而言,线167A可以是设置在TFT显示器上的阵列中的*i*条线167A至167*i*其中之一。每条线可具有其各自相应的一对第一导体区域,此对第一导体区域位于每条线的相对二端处。检测头195A及195B可适以沿垂直于所述线的长度尺寸的方向(如方向箭头1200所示)移动第一等离子体探针160A及第二等离子体探针160B。等离子体探针的移动可通过以下方式实现:机械地移动检测头,使用偏转光学元件对产生第一等离子体探针及第二等离子体探针的电子束进行电子扫描,抑或通过机械移动与电子扫描的组合。在此实例中,线

167B包括开路缺陷1100。当第一检测头及第二检测头将第一等离子体探针及第二等离子体探针引导至与线167B的相对二端相耦接的此对第一导体区域165AB与165BB上时,串联回路会由于线167B上的开路缺陷1100而断开。随后,电性测量设备以第二电性标记响应于信号源,所述第二电性标记表示检测到开路缺陷。在此实例中,处于兆赫兹(Mhz)范围内的交流高频信号可有利于克服等离子体电阻的改变,否则假若改用直流信号,则等离子体电阻的改变可能会掩盖所述开路缺陷的电性测试标记。多个等离子体探针可将不同信号注入至待测结构上及/或在待测结构上测量不同信号,以实现复杂电路的功能测试。

[0070] 在一实施例中,多个等离子体探针可将不同信号注入至待测结构上及/或在待测结构上测量不同信号,以实现复杂电路的功能测试而不会造成与机械探测相关联的损坏。举例而言,在开尔文(Kelvin)测试装置中所用的多个等离子体探针可更精确地感测待测电路中的电导率变化。

[0071] 还可设想出许多不同的系统架构。在一实施例中,视通量要求而定,基于电子束等离子体探针的非机械性接触信号测量装置系统可包括一或多个检测头。在另一实施例中,非机械性接触信号测量装置可适以相对于待测结构的位置而机械地移动电子束。在另一实施例中,可通过相对于待测结构的位置对等离子体束进行电子扫描来移动等离子体束。在另一实施例中,可通过电子扫描与机械移动的组合来移动等离子体束。作为另一选择,在另一实施例中,待测结构可相对于等离子体束移动。在另一实施例中,系统可配备有用于旋转待测结构的机构,以实现沿待测结构的主轴线的检测。

[0072] 图11A是根据本发明一实施例的具有多个可移动检测头的非机械性接触信号测量系统2000的俯视方框图。此实例中的待测结构可同样是TFT显示器TV面板或平板。非机械性接触信号测量系统2000包括基座175,基座175可足够大以同时经由多个检测头1951至1954来分别测试多个TFT显示器1701至1704。在本实例中,示出四个TFT显示器及四个检测头。然而,在另一实施例中,可使用多个检测头来测试单一TFT显示器,或可使用一个检测头来测试多个TFT显示器。

[0073] 检测头1951至1954被机械地附装至台架2100,以使各所述检测头可如图所示在Y方向上独立地机械移动。所示X方向及Y方向位于与TFT显示器的表面平行的平面中。至少一探针棒2200可用于经由机械探测技术对TFT显示器施加多个电信号及电源。各所述检测头还可在X方向上对其相应的等离子体探针进行电子扫描。可使用至少一长而狭窄的薄膜狭缝及至少一电子束来实施经电子扫描的等离子体探针,所述至少一偏转光学元件使所述至少一电子束沿所述狭缝的长边偏转。通过将X方向上对等离子体探针进行电子扫描与同时在Y方向上机械地移动检测头相结合,会覆盖各所述TFT显示器上的检测片区(slice area)2400的一部分,并可有利地减少测试时间,如以下所更详细说明。在一实施例中,所述检测头可包括不止一个等离子体探针,以便能够测试检测片区2400的一更大部分或甚至整个检测片区。检测片区2400在X方向的宽度可由每一检测头的电子束数目与各所述电子束所扫描的距离的乘积来决定。在完成对检测片区2400的测试之后,台架2100可在X方向上机械地移动检测头,以测试下一片区或例如卸载TFT显示器。

[0074] 在替代实施例中,台架2100可转而被定位成使其长尺寸位于X方向上,以在Y方向上机械地移动附装至台架2100的所有检测头,而在X方向上对等离子体探针进行电子扫描,且在完成对检测片区的测试之后检测头会在X方向上机械地步进。

[0075] 图11B是根据本发明一实施例的图11A所示装置中的等离子体探针移动细节的放大插图。图11A示出在X方向上对等离子体探针进行电子扫描与同时在Y方向上机械地移动检测头的结合如何使等离子体探针在第一对角线扫描(diagonal scan) 2500中自第一探针位置2510移动至第二探针位置2520。检测头的机械移动以及同时对等离子体探针进行的电子扫描可适以使等离子体探针横贯TFT显示器上的单一像素行Ph的高度,并与沿TFT像素行的长度Ps在X方向上所进行的电子束的电子扫描重合。举例而言,长度Ps对应应在上述每一电子束在X方向上所扫描的距离。检测头的移动在Y方向上可是连续的,这是因为探针可自第一行TFT像素上的第一对角线扫描2500结束时的第二探针位置2520迅速复位至第二行TFT像素上的第二对角线扫描2600开始时的第三探针位置2610,所述第二行TFT像素在Y方向上位于所述第一行TFT像素上方。因此,与等离子体探针仅在TFT显示器表面进行机械移动相比,此能够实现检测片区2400的更快测试覆盖。

[0076] 在一实施例中,除用于OLED及LCD的全面(full-scale)电性测试器之外,使用电子束感应等离子体探针的非机械性接触信号测量装置可与其他基本检测技术(例如,使用Orbotech公司的ArrayChecker™系统的原子光学检测(Automatic Optical Inspection; AOI)或电光测试)相组合来执行按需(on-demand)电性检查。首先,通过不使用等离子体探针的基本检测技术来监测待测结构170上的电路167中的缺陷(如上文在图1中所示)。若所述基本检测技术检测到缺陷,则可将其特性(例如,位置或类型)登记在数据存储及控制块198中的控制单元中。若检测到缺陷,则使用等离子体探针的非机械性接触信号测量装置随后可通过电性测量设备185来获取多个数据值,以更好地且更详细地表征所述缺陷。所述缺陷可例如是显示器的缺陷区域中的一或多个像素。可使用与所述缺陷相关联的更详细的表征数据来确定所述缺陷的起源,并提供用于修复所述缺陷的信息,而不像机械探测一样对显示器造成进一步的损坏。来自电性测量设备185的多个数据值可存储在数据存储及控制块198中的数据存储单元中。数据存储及控制块198中的控制单元使用存储在数据存储单元中的测试例程来协调及控制数据存储单元、电性测量设备185、及信号源190的运作。

[0077] 举例而言,当ArrayChecker™系统检测到LCD面板中的缺陷像素时,可通过以下方式来验证TFT在所述像素中的传输特性:将电子束感应等离子体探针放置在至少一个所述像素电极上,将数据电压Vds设置成其标称值(约5伏至10伏),扫描门极电压Vg并测量所得Ids电流。作为另一选择,可针对Vg的固定值来测量Ids与Vds的关系。在通常具有两个或更多个晶体管的OLED像素中,可执行涉及随时间改变的多个驱动信号的更复杂测量。应注意,此等测量可能需要在被设计成接受机械探针的区域中利用传统机械探测将某些外部信号驱动至待测面板,同时使用至少一个等离子体探针在其中机械探测有可能进一步损坏显示器的区域中利用非机械探测来测量待测结构上的信号或将信号注入至待测结构上。由于机械探测驱动信号与使用例如ArrayChecker™等系统的全面面板测试所使用的信号相同,因此在包含于ArrayChecker™系统而非AOI系统(其尚未具有机械探测能力)中时,就所需的附加系统功能而言,等离子体探针的“按需电性检查”能力所增加的复杂度较低。

[0078] 上述使用等离子体探针的详细电性测量能力的替代实施例可以是独立电性表征系统。通过使用此种系统,可以非破坏性方式对LCD或OLED显示器的主动区域中TFT的效能进行取样,而不必事先知晓缺陷位置。使用等离子体探针的非机械性接触信号测量装置可通过电性测量设备185而获取多个数据值,以详细地表征待测结构上的电路。可将来自电性

测量设备185的所述数据值存储在数据存储及控制块198中的数据存储单元中。数据存储及控制块198中的控制单元使用存储在数据存储单元中的测试例程来协调及控制数据存储单元、电性测量设备185、及信号源190的运作。此能力能够实现对设备效能及均一性的监测，此可尤其有助于在新TFT面板设计的生产的产能提升阶段(ramp-up phase)中辨识工艺问题。

[0079] 在一实施例中，控制单元可协调将待测结构上的第一信号线的第一电性特性设定至第一状态。举例而言，可经由传统机械探测将待测TFT阵列上的门极线上的电压设定至第一电压。随后，控制器可存储所述数据值中与待测结构上的第二信号线的第二电性特性相关联的第一数据值，所述第一数据值与所述第一状态相关联。所述第二信号线可由电子束感应等离子体探测到，且与所述第二信号线相关联的数据值可由电性测量设备测量。举例而言，电子束感应等离子体可用于探测像素电极上的电压，所述像素电极可耦接至位于待测阵列中的TFT的漏极(drain)。由等离子体探针经由电性测量设备所测量的电压值可被存储在数据存储单元中。随后，控制器可将第一电性特性设定至第二状态，即，使门极线上的电压变成第二电压。随后，控制器可存储所述数据值中与第二电性特性相关联的第二数据值，所述第二数据值与所述第二状态相关联。举例而言，由等离子体探针经由电性测量设备再次测量与同一TFT的漏极耦接的像素电极上的电压，且将其存储在数据存储单元中。因此，第一漏极电压数据与第一门极电压相关联，且第二漏极电压数据与第二门极电压相关联。第二电性特性可经由电路而响应于第一电性特性。举例而言，漏极线可经由互连晶体管(即，电路)而响应于门极线。控制器可重复上述序列直至在数据存储单元中获得所需量的数据为止，随后可将所述特性输出以经由图形用户界面或由传统技术所产生的硬拷贝(hard copy)进行查看。

[0080] 等离子体探针技术具有优于现有解决方案(例如，目前在ArrayChecker™系统中用于“按需”电性检查的IV探针)的优点。所述现有解决方案依赖于与待测像素的实体接触(例如，通过使用尖针)。此种方法总是会使得所机械接触的像素受损，且因此通常不用于LCD或OLED面板的主动区域上，而是用于邻近所述面板的测试区域上。因此，现有技术并不容易实现对由其他基本检测技术手段所检测缺陷的电性检查。此外，不同于等离子体探测技术，机械接触探测由于必须在每一所检测像素之间将针抬起及降下而会相当慢，且尤其是在具有小特征的面板上(例如，OLED显示器)具有差的空间选择性。

[0081] 在一实施例中，可通过以下方式将包括“按需电性检查”能力的电性检测系统配置成实现高通量：在工作台(stage)上安装电子束感应等离子体探针检测头，所述工作台容许所述检测头独立且不受干扰地移动，以使无等离子体探针的基本检测与使用等离子体探针的电性检查可并列执行。此可例如通过以下方式实现：在单独台架上、或在上面安装有用于基本检测的检测头的台架的背部上安装电子束感应等离子体探针检测头。作为另一选择，可将等离子体探针电性检查站与用于基本检测的检测头安装在同一物理基座上，如目前的IV探针一样。在此种情形中，无法实现并列检测及按需电性检查，但此在许多情形中、尤其是在工艺开发期间是可接受的。

[0082] 为实现更精确的缺陷检查结果且优选地实现电性表征，可在黑暗中执行使用等离子体探针的电性测试，以防止产生光致载流子(photo-induced carrier)。此种载流子可掩盖能够导致高TFT OFF电流的缺陷(例如，沟道缺陷)。在一实施例中，非机械性接触信号测

量装置被封闭或适以减少入射于待测结构170上的光,使得通过减少光而提高来自电性测量设备185的数据值的精确性。

[0083] 本发明的上述实施例是例示性的而非限制性的。还可实现各种替代及等效实施方式。尽管已通过举例方式参照单一等离子体探针而阐述了本发明,然而应理解,本发明并不受限于等离子体探针的数目。尽管已通过举例方式参照具有圆形形状的等离子体而阐述了本发明,然而应理解,本发明并不受限于等离子体的形状。本发明的各实施例并不受限于形成用于支撑薄膜的框架时所使用的基板材料的类型。本发明的各实施例并不受限于薄膜、框架、或真空壳体的形状。本发明的各实施例并不受限于将薄膜或框架附装至真空壳体的方法。本发明的各实施例并不受限于耦合至等离子体的电性测量设备或信号源的类型或其数目。本发明的各实施例并不受限于等离子体探针相对于待测结构的移动方式。此外,本发明可用于需要非实体接触或非接触探测的测试应用(例如,平板上的其他电路、微电子电路、电路板、太阳能面板、半导体电路等),而不受限于测试薄膜晶体管阵列。在阅读本发明揭露内容之后,其他增减或润饰将显而易见,并仍旨在归属于附属权利要求书的范围内。

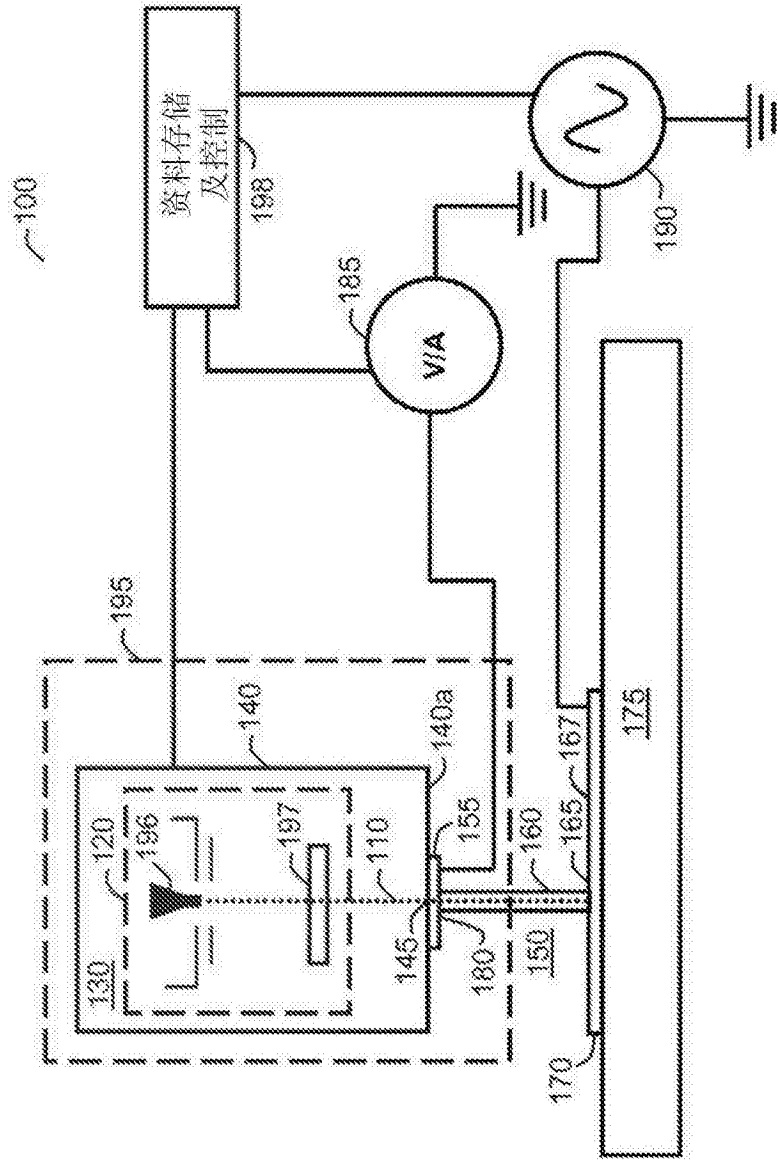


图1

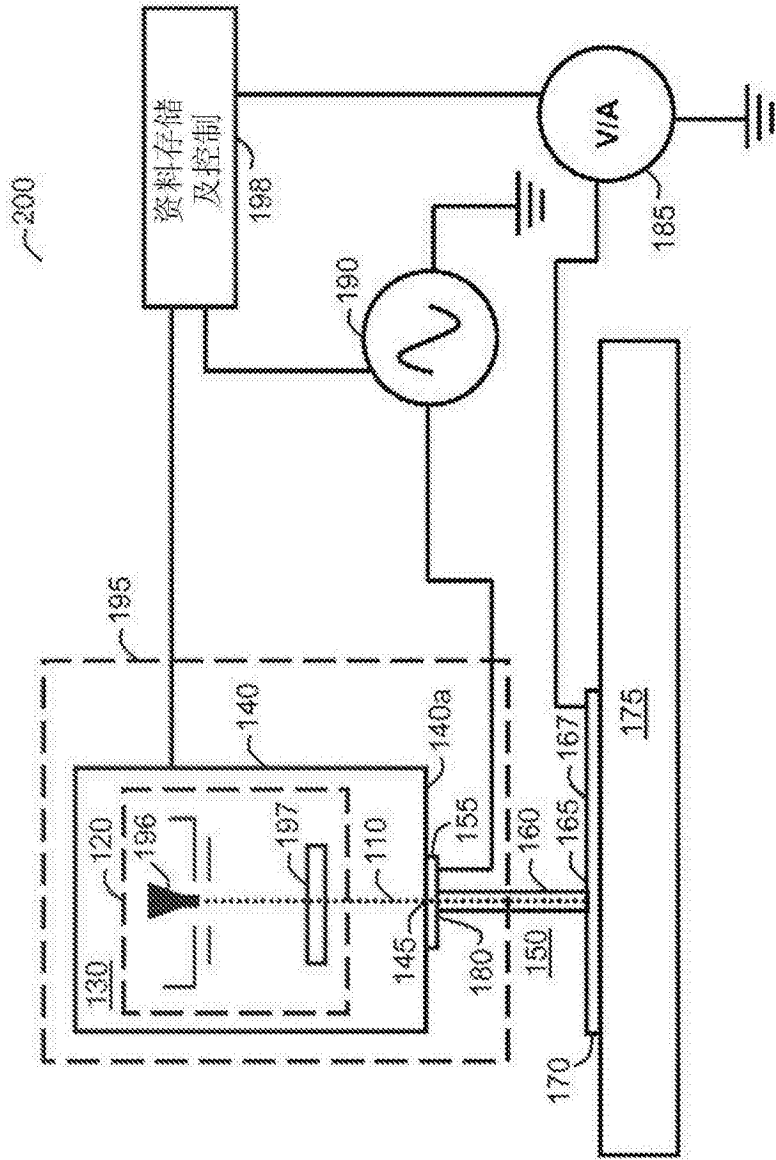


图2

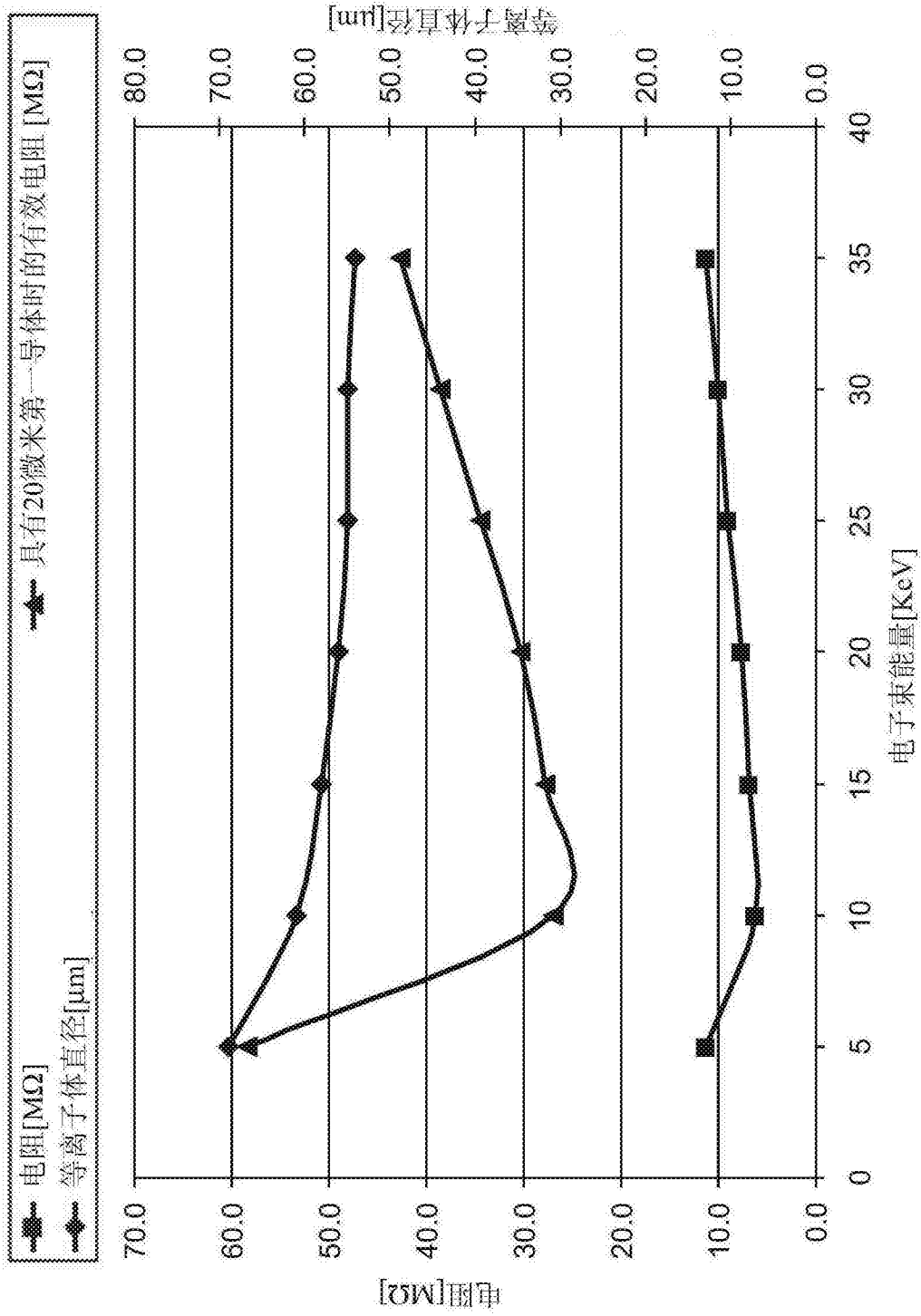


图3

155

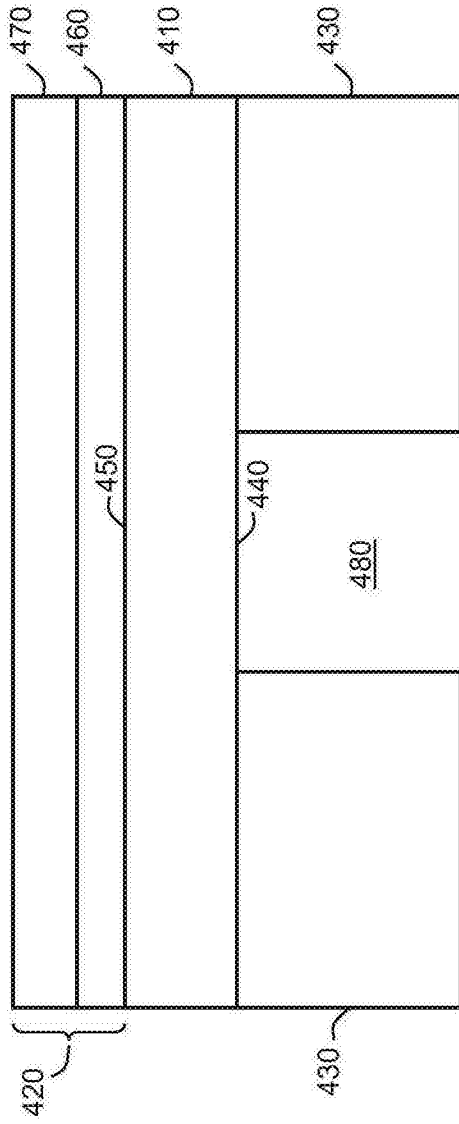


图4

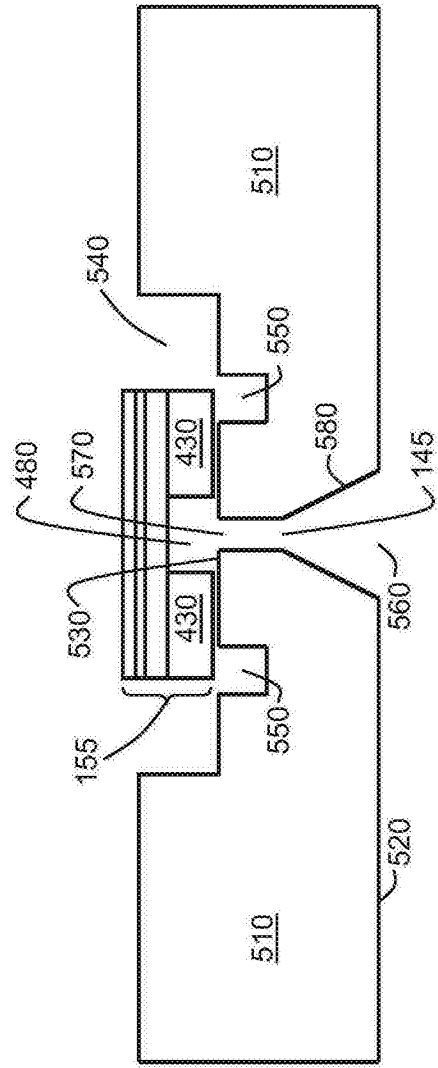


图5

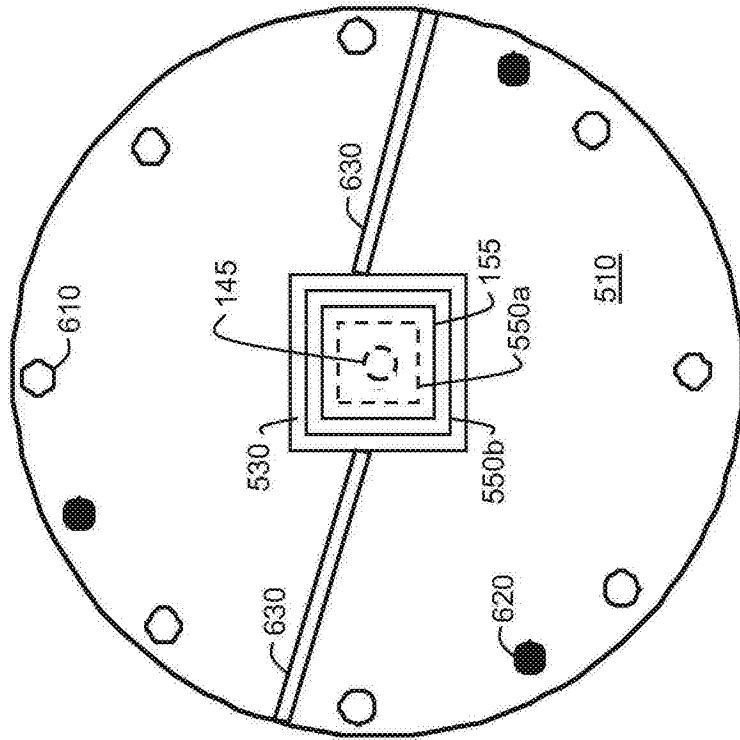


图6

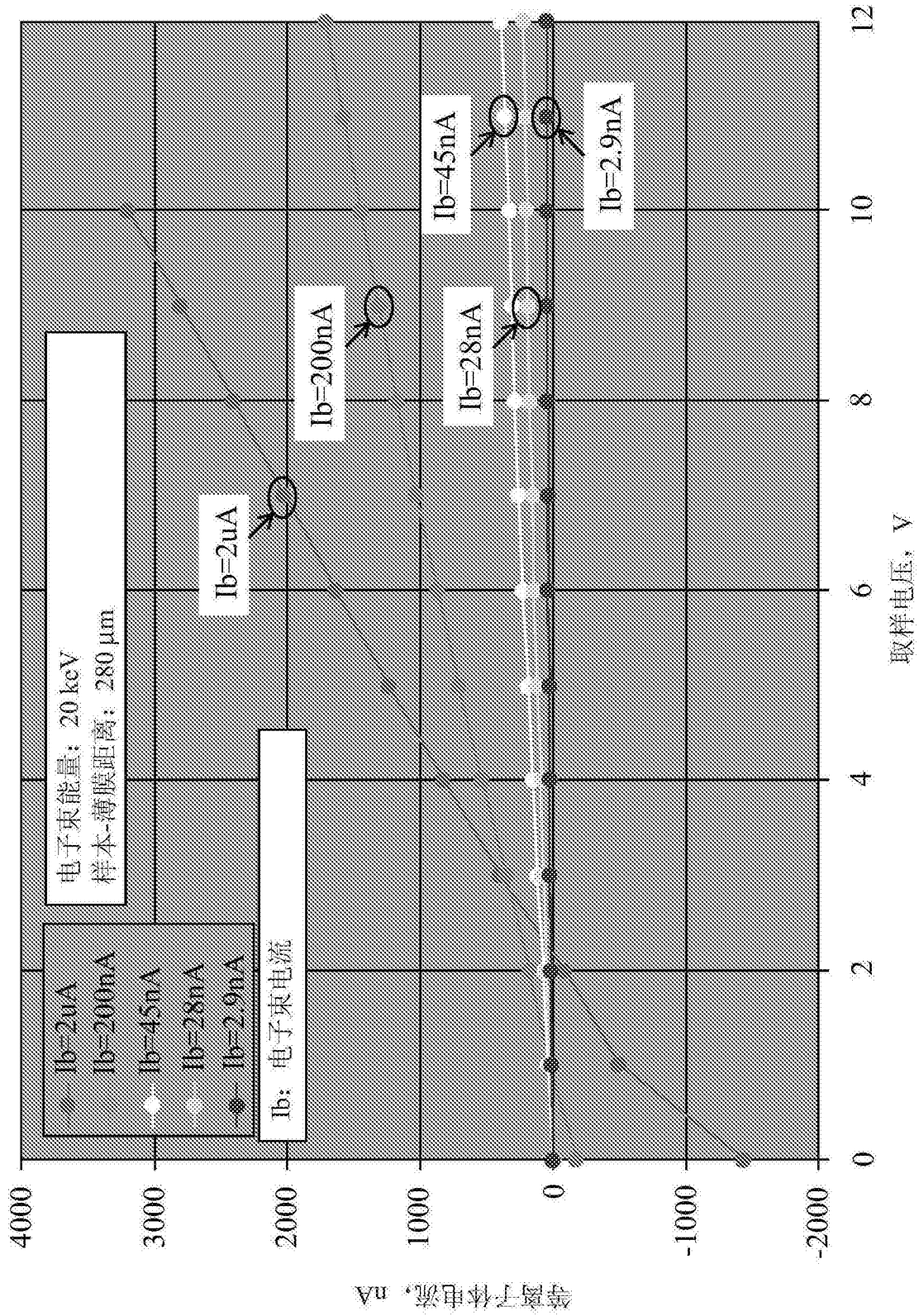


图7

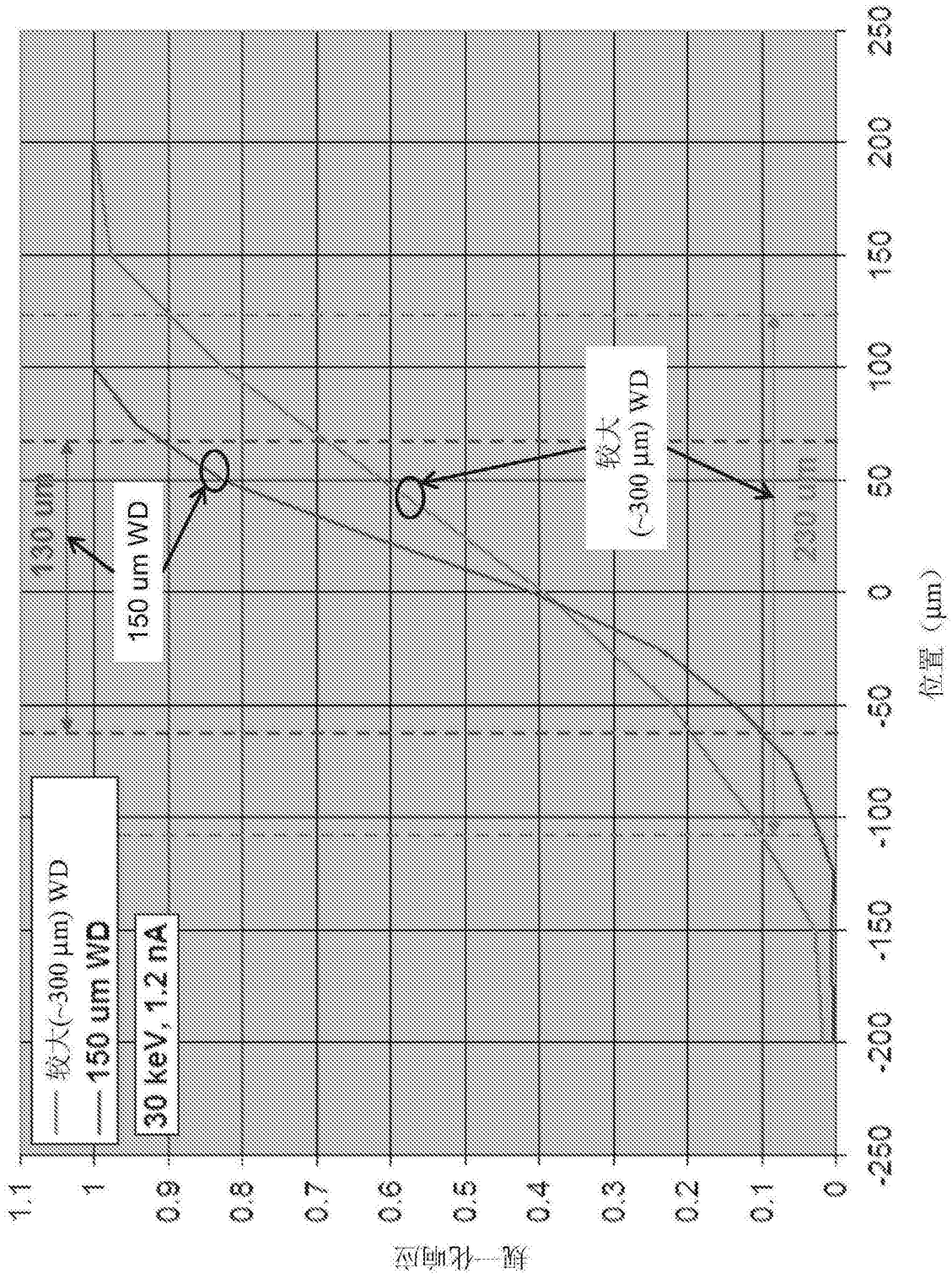


图8

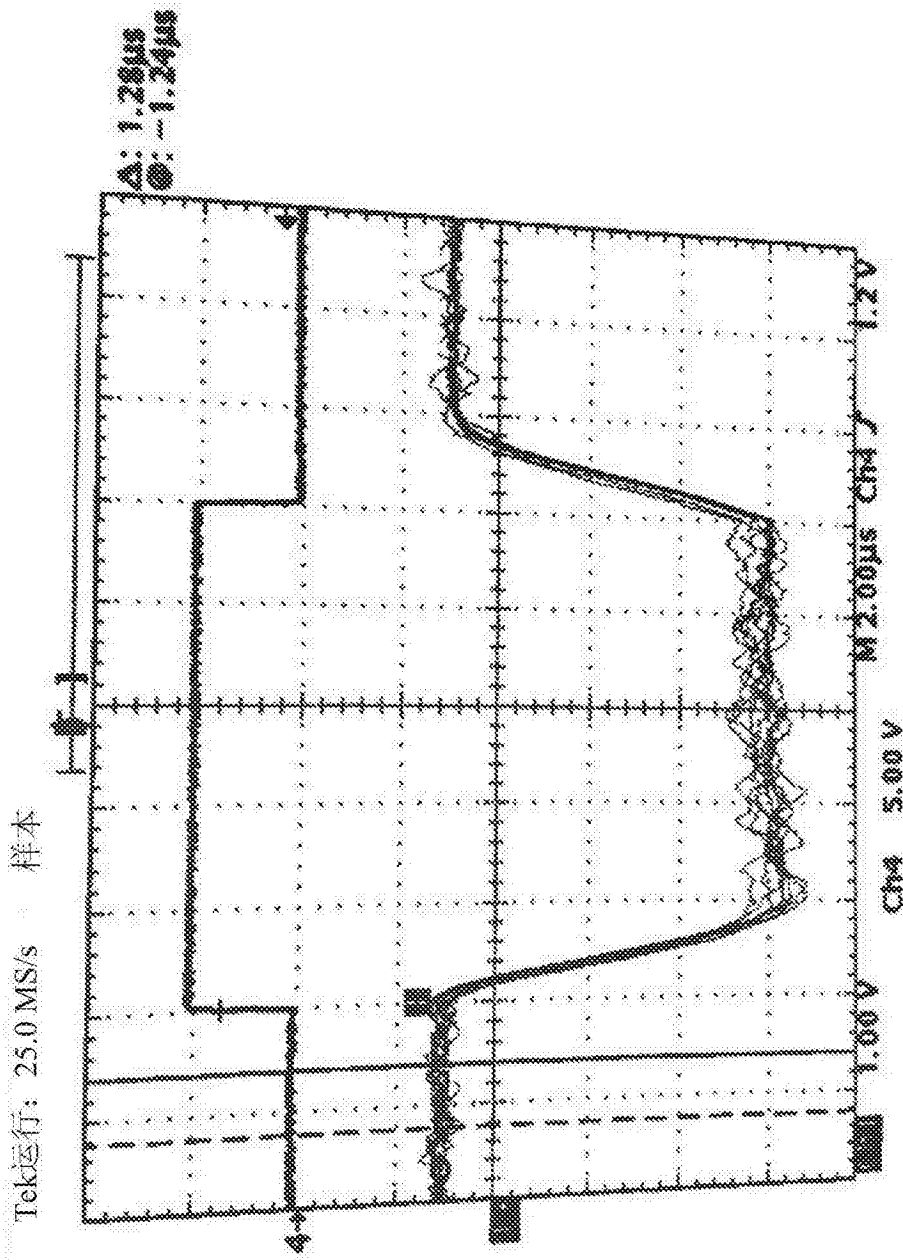


图9

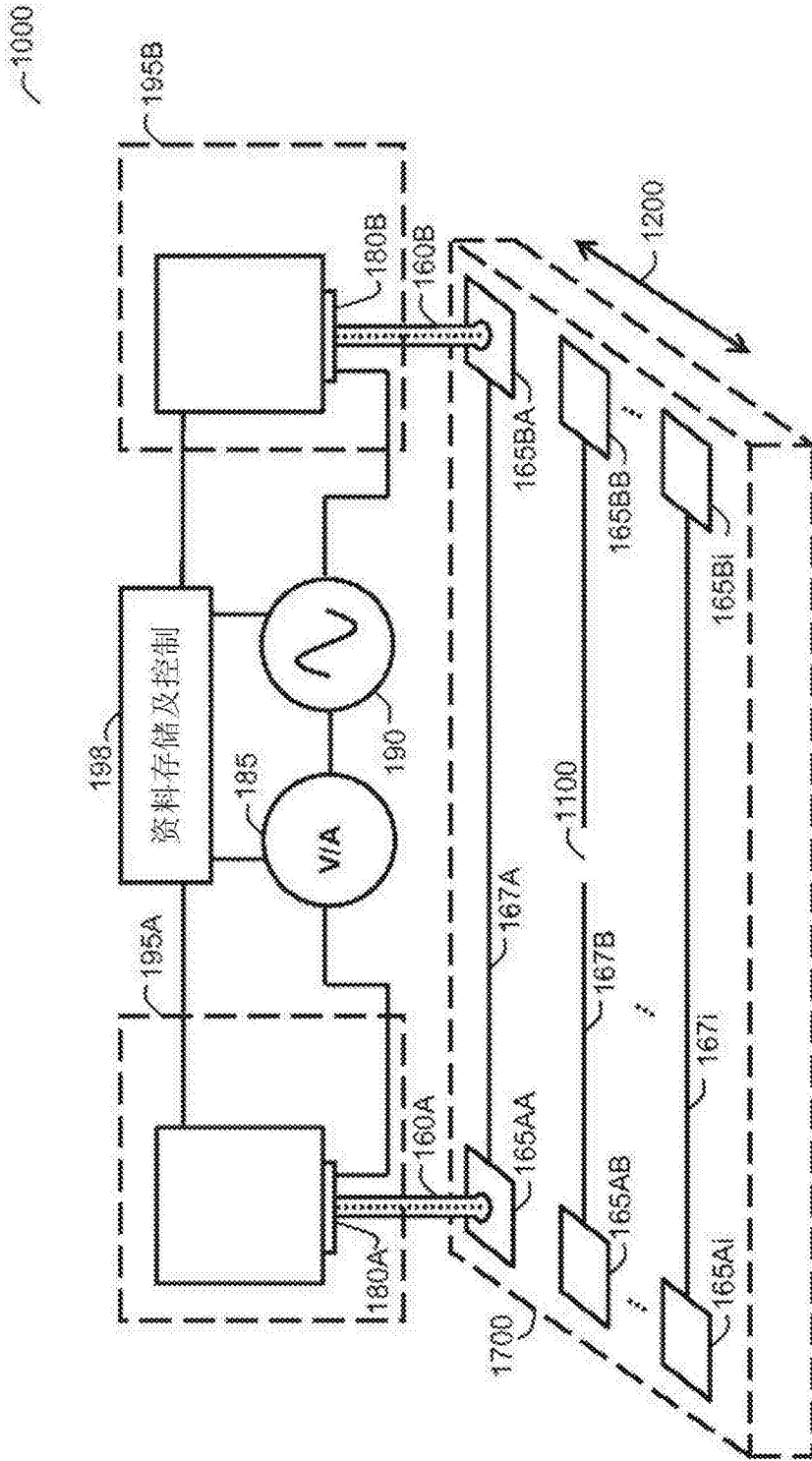


图10

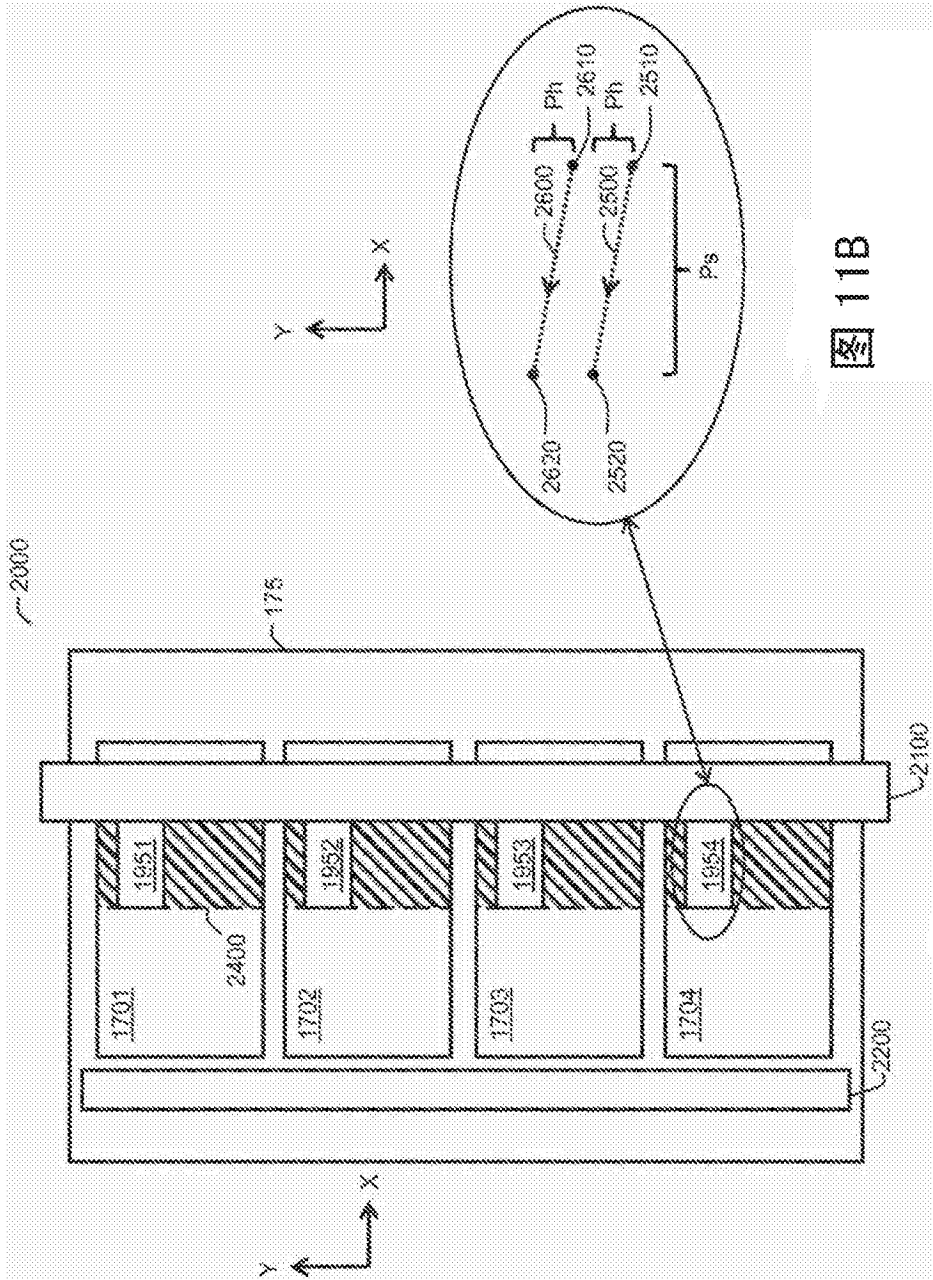


图 11A

图 11B