



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101960332 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 200980107702. 7

(22) 申请日 2009. 03. 04

(30) 优先权数据

61/034, 420 2008. 03. 06 US

12/397, 241 2009. 03. 03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 08. 31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/035944 2009. 03. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/111518 EN 2009. 09. 11

(73) 专利权人 泽肯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 C·E·赫格 R·哈利迪

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 李玲 袁逸

(51) Int. Cl.

G01V 3/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

GB 1509380 , 1978. 05. 04, 说明书第 2 页右
栏第 1 行到第 4 页左栏第 60 行、附图 1-5.

WO 2004/095076 A1, 2004. 11. 04, 全文.

US 2005/0194959 A1, 2005. 09. 08, 全文.

CN 101539637 A, 2009. 09. 23, 全文.

审查员 潘聪

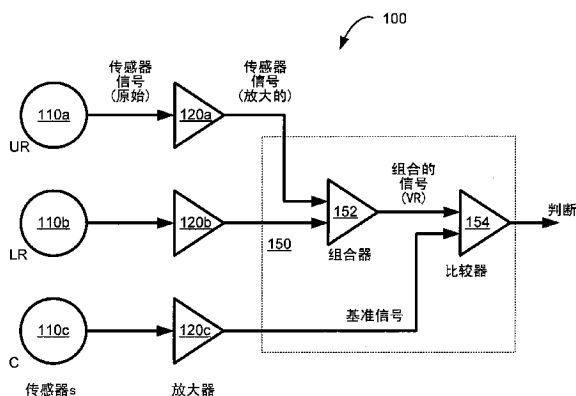
权利要求书3页 说明书10页 附图16页

(54) 发明名称

比例计量的 AC 电线跟踪器

(57) 摘要

提供检测例如隐藏在例如墙壁的表面后的电线的装置和方法的实现。该装置和方法使用多个传感器信号, 这些传感器信号可测量电介质中的电场或变化。将成对的信号组合并与感测出的基准信号比较。多个传感器帮助确定电线的方向或倾斜度。在将组合信号与基准信号比较前对感测信号组合和求平均有助于使电线的检测较少地依赖于传感器与电线之间的相对取向。



CN 101960332 B

1. 一种感测电线的手持装置,所述装置包括:
 - 多个传感器电极;
 - 多个放大器,所述每个放大器具有耦合于所述多个传感器电极中单独的一个电极的输入端口并具有输出端口;
 - 组合器,所述组合器包括加法器并具有耦合于所述多个放大器的输出端口中的第一个输出端口的第一输入端口、耦合于所述多个放大器的输出端口中的第二个输出端口的第二输入端口、以及输出端口;
 - 比较器,所述比较器具有耦合于所述组合器的输出端口的第一输入、耦合于所述多个放大器的输出端口中的第三个输出端口的第二输入、以及输出端口;
 - 指示器,所述指示器响应于所述比较器的输出端口处的信号。
2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述多个传感器电极包括多个电场传感器。
3. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述多个传感器电极包括多个电容性传感器。
4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括:
 - 相应的多个模-数转换器,每个所述模-数转换器具有耦合于所述多个放大器的输出端口中的单独一个输出端口的输入端口;
 - 处理器,所述处理器具有耦合于所述模-数转换器的输入端口,其中所述处理器包括所述组合器和所述比较器。
5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述组合器被配置从来自所述多个传感器电极中的第一电极的第一信号与来自所述多个传感器电极中的第二电极的第二信号的组合产生第一组合信号;以及所述比较器被配置将来自所述多个传感器电极的第三电极的第三信号与所述第一组合信号比较。
6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述组合器还包括求平均单元。
7. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述多个放大器各自提供一相同的增益。
8. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述多个传感器电极中的一个基准电极,并且所述基准电极提供基准信号。
9. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述多个放大器中耦合于所述基准电极的一个放大器提供第一增益,而其余多个放大器中的每一个提供第二增益。
10. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述多个传感器电极中的每一个包括独立的电路板。
11. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括含所述多个传感器电极的电路板。
12. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括:
 - 第二组合器,所述第二组合器具有:耦合于所述多个放大器的输出端口中的第二输出端口的第一输入端口;耦合于所述多个放大器的输出端口中的第四输出端口的第二输入端口;以及输出端口;
 - 其中所述第二组合器的所述输出端口耦合于所述比较器的第三输入端口。
13. 如权利要求 12 所述的装置,其特征在于,还包括:
 - 第三组合器,所述第三组合器具有:耦合于所述多个放大器的输出端口中的第四输出端口的第一输入端口;耦合于所述多个放大器的输出端口中的第五输出端口的第二输入端

口；以及输出端口；

其中所述第三组合器的所述输出端口耦合于所述比较器的第四输入端口。

14. 如权利要求 13 所述的装置，其特征在于，还包括：

第四组合器，所述第四组合器具有：耦合于所述多个放大器的输出端口中的第五输出端口的第一输入端口；耦合于所述多个放大器的输出端口中的第一输出端口的第二输入端口；以及输出端口；

其中所述第四组合器的输出端口耦合于所述比较器的第五输入端口。

15. 一种感测电线的手持装置，所述装置包括：

多个传感器电极，所述多个传感器电极包括至少三个传感器电极；

多个放大器，每个所述放大器具有耦合于所述多个传感器电极中的单独一个电极的输入端口并进一步具有输出端口；

模-数转换器，所述模-数转换器具有多个输入端口且具有输出端口，每个所述输入端口耦合于所述多个放大器的输出端口中相应的一个；

处理器，所述处理器耦合所述模-数转换器以从所述模-数转换器接收数据，

其中所述处理器被配置通过加法来组合来自所述多个传感器电极中的各对传感器电极的数据以产生组合数据，以及

将相应的基准信号数据与来自所述各对传感器电极的每个组合数据进行比较。

16. 如权利要求 15 所述的装置，其特征在于，所述至少三个传感器电极包括至少四个传感器电极。

17. 一种感测电线的方法，所述方法包括：

a. 感测来自多个传感器电极的输入信号；

b. 放大每个所感测到的信号；

c. 组合第一对经放大信号以产生第一组合信号；

d. 将基准信号与所述第一组合信号比较以产生第一比较结果；

e. 通过加法来组合第二对经放大信号以产生第二组合信号；

f. 将基准信号与所述第二组合信号比较以产生第二比较结果；

g. 基于所述第一比较结果和第二比较结果判断所述电线的存在；以及

h. 指示所述电线存在。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，还包括：

i. 组合第三对经放大信号以产生第三组合信号；以及

j. 将基准信号与所述第三组合信号比较以产生第三比较结果；

其中所述步骤 g 进一步基于所述第三比较结果。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，还包括：

k. 组合第四对经放大信号以产生第四组合信号；以及

l. 将基准信号与所述第四组合信号比较以产生第四比较结果，

其中所述步骤 g 进一步基于所述第四比较结果。

20. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述步骤 c 包括对所述第一对经放大信号求平均以产生第一组合信号。

21. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于：

所述步骤 d 包括判断所述基准信号是否大于所述第一组合信号；
所述步骤 f 包括判断所述基准信号是否大于所述第二组合信号；以及
所述步骤 g 包括在两次比较中判断所述基准信号较大。

22. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,产生所述第一比较结果的所述基准信号等于产生所述第二比较结果的所述基准信号。

23. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,产生所述第一比较结果的所述基准信号不同于产生所述第二比较结果的所述基准信号。

24. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述步骤 d 包括判断所述基准信号是否比高于所述第一组合信号的门限更大。

25. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括指示所述电线的方向。

比例计量的 AC 电线跟踪器

[0001] 关联申请的交叉引用

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119(e) 要求 2008 年 3 月 6 日提交的题为“RATIOMETRIC AC WIRE TRACER(比例计量的 AC 电线跟踪器)”的美国临时专利的优先权(案号 ZIR006PV)。

[0003] 发明背景

1. 发明领域

[0004] 本发明涉及用于跟踪电线并寻找隐藏电子元件的电测试设备。

2. 发明背景

[0005] 电气工程经常需要识别墙壁或其它障碍物后面的电路元件或跟踪墙壁或其它障碍物后面的电路。例如,电工可能希望识别是否存在任何电气布线或寻找附连于特定墙上插座的电气布线以进行维修。通过识别隐藏的电气布线,电技师能在使布线暴露并执行维修前断开电路。例如,电工可能希望跟踪沿墙壁的隐藏电线以确定适宜地点来添加另一插座。

[0006] 用于定位和识别电气电路的一些装置使用发射器和接收器。发射器在所讨论电路上诱生电流信号。接收器检测所诱生的信号。对于使用发射器-接收器对的电路探测器的进一步描述,参见 Miller 等人在 2005 年 8 月 23 日提交的题为“Electrical circuit tracing and identifying apparatus and method(电路跟踪和识别装置以及方法)”的美国专利 6,933,712,该专利的内容通过援引包含于此。

[0007] 其它用于定位和识别电路和加电 AC 布线的检测装置仅使用手持接收器并依赖于电容或接收的电场的变化。这类装置依赖于环境。这些因素包括用来构筑墙壁的材料类型和尺寸以及传感器和布线之间的距离。这些传感器通过确定一门限而工作,该门限定义目标存在和目标不存在之间的界限。该门限是可变的并且易受墙壁的结构、厚度变化以及温度和湿度的微小变化的影响。甚至用于工作人员鞋子的材料的介电特性以及工作人员如何握持装置也对业已确定的门限产生影响。如果工作人员在工作中移动至不同的地板材料或墙壁结构不同,确定的门限值将变得无效并且传感器可能无法按照意图工作。

[0008] 总地来说,环境导致需要仔细校正的不可预测性和不确定性。对具有足够灵敏度并有工作在各种环境下的灵活性的传感器来说,必须针对该特定环境校正传感器。如果传感器未被正确地校正,则传感器可能不那么灵敏(例如如果门限过高)或给出假的肯定读数(例如如果门限过低)。

[0009] 上述传统传感器需要辅助发射器或门限校正步骤。因此,需要减少或消除导致不准确的传感器指示的环境变量,由此为手持检测装置的工作人员提供搜寻隐藏电线而不依赖辅助发射器或减少对最初门限校正步骤的强调的能力。

[0010] 概述

[0011] 本发明的一些实施例提供一种用于感测电线的手持装置,该装置包括:多个传感器电极;多个放大器,每个放大器具有耦合于多个传感器电极中单独的一个电极的输入端

口,并具有输出端口;组合器,该组合器具有耦合于多个放大器的输出端口中的第一个输出端口的第一输入端口,以及耦合于多个放大器的输出端口中的第二个输出端口的第二输入端口,以及输出端口;比较器,该比较器具有耦合于组合器的输出端口的第一输入,耦合于多个放大器的输出端口中的第三个输出端口的第二输入,以及输出端口;指示器,该指示器响应比较器输出端口处的信号。

[0012] 本发明的一些实施例提供手持装置以感测电线,该装置包括:包含至少三个传感器电极的多个传感器电极;多个放大器,每个放大器具有耦合于多个传感器电极中单独一个电极的输入端口,并进一步具有输出端口;模-数转换器,该模-数转换器具有多个输入端口,每个端口耦合于多个放大器的输出端口中相应的一个,并具有输出端口;处理器,该处理器耦合以从模-数转换器接收数据并执行指令;以及耦合于处理器的存储器,其中该存储器包含指令以使处理器组合来自多个传感器电极中的各对传感器电极的数据,并将各基准信号数据与来自各对传感器电极的每个组合数据进行比较。

[0013] 本发明的一些实施例提供感测电线的方法,该方法包括:感测来自多个传感器电极的输入信号;放大每个感测到的信号;组合第一对经放大信号以产生第一组合信号;将基准信号与第一组合信号比较以产生第一比较结果;组合第二对经放大信号以产生第二组合信号;将基准信号与第二组合信号比较以产生第二比较结果;基于第一比较结果和第二比较结果判断电线的存在;以及指示电线的存在。

[0014] 本发明的这些和其它方面、特征和优势将从下文描述的实施例中变得明显。

[0015] 附图简述

[0016] 仅作为示例通过参照附图对本发明的实施例进行说明。

[0017] 图 1 示出隐藏在例如墙壁 20 后面的电线 10、以及传感器 30 的侧视图。

[0018] 图 2A 示出电线 10、墙壁 20 和传感器 30 的前视图。

[0019] 图 2B 示出在电线 10 和传感器 30 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0020] 图 3A-3D 示出根据本发明的相对于电线 10 和三电极传感器装置 100 的装置布置。

[0021] 图 4 示出根据本发明的在图 3A-3D 的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0022] 图 5A 和 5B 示出根据本发明的相对于电线 10 和三电极传感器装置 100 的装置布置的第二取向。

[0023] 图 6 示出根据本发明的在图 5A 和 5B 的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0024] 图 7 示出根据本发明的在五电极装置 100 中的多个传感器的布置。

[0025] 图 8A-8D 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。

[0026] 图 9 示出根据本发明的在图 8A-8D 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0027] 图 10A-10D 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。

[0028] 图 11 示出根据本发明的在图 10A-10D 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0029] 图 12A-12C 示出根据本发明的虚拟传感器的布置和使用。

[0030] 图 13A 和 13B 是根据本发明的图 7 中的装置 100 的电路的示意图。

[0031] 图 14A 示出根据本发明的虚拟传感器以及图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。

[0032] 图 14B 示出根据本发明的在图 14A 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0033] 图 15A 示出根据本发明的虚拟传感器以及图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。

[0034] 图 15B 示出根据本发明的在图 15A 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。

[0035] 图 16 是根据本发明的图 7 中的装置 100 的电路的示意图。

[0036] 图 17 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 的软件流程。

[0037] 图 18A 和 18B 示出根据本发明的另一实施例。

[0038] 图 19A-19D 示出根据本发明的又一替代实施例。

[0039] 发明详细说明

[0040] 在下面的说明中,参照示出本发明若干实施例的附图。要理解也可利用其它实施例并作出机械、组成、结构、电气和操作上的改变,而不背离本公开的精神和范围。下面的详细描述不认为是限定意义。此外,下面的详细说明的一些部分是按照程序、步骤、逻辑框图、处理来表示的,并且对于数据位的操作的其它符号表示可实现在电路或计算机存储器上。程序、计算机执行的步骤、逻辑块、进程等在这里被认为是导致要求结果的前后一致的步骤或指令序列。这些步骤是利用物理量的物理操作。这些量可采用能被存储、转移、组合、比较或以其它方式在电子电路或计算机系统中工作的电、磁或无线电信号的形式。这些信号有时被称为位、值、元、码元、字符、项、数字等。每个步骤可通过硬件、软件、固件或其组合来完成。在硬件实现中,例如处理单元可实现在一个或多个专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理器件(DSP)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、电子器件、设计成执行本文所述功能的其它装置单元和/或其组合。

[0041] 在本说明书中,对“一个例子”、“一个特征”、“例子”或“特征”的引用表示与该特征和/或例子关联描述的具体特征、结构或特征包含在所要求保护的主题的至少一个特征和/或实例中。因此,本说明书中各处出现的词语“在一个例子中”、“一例子”、“在一个特征中”或“特征”不一定全部指同一特征和/或实例。此外,可在一个或多个实例和/或特征中组合具体的特征、结构或特征。

[0042] 本文所述的“指令”涉及给出一个或多个逻辑操作的表达。例如,指令可以是“机器可读的”,它可由对一个或多个数据对象执行一项或多项操作的机器解释。然而,这仅仅是指令的一个实例并且所要求保护的主体不局限于这个方面。在另一方面,本文所指的指令可关联于编码的命令,它们由具有含已编码命令的命令集的处理电路执行。该指令可以处理电路所理解的机器语言的形式编码。另外,这些仅仅是指令例子并且所要求保护的主体不局限于这个方面。

[0043] 除非具体另有说明,如从下面讨论更为明显的那样,整篇说明书篇幅中利用的术语,例如“处理”、“运算”、“计算”、“选择”、“形成”、“启用”、“定位”、“终止”、“识别”、“发起”、“检测”、“获得”、“主存”、“维持”、“代表”、“估计”、“接收”、“发射”、“判断”和/或类似物指

可由例如计算机或类似电子计算设备的计算平台执行的动作和 / 或进程, 所述计算平台在计算平台的处理器、存储器、寄存器和 / 或其它信息存储、传输、接收和 / 或显示设备中操纵和 / 或转换表示为物理电子量和 / 或磁量和 / 或其它物理量的数据。这些动作和 / 或进程可在例如存储在存储介质中的机器可读指令的控制下由计算平台执行。这些机器可读指令可包括例如存储在作为计算平台一部分的存储介质中的软件或固件 (例如包括作为处理电路的一部分或处于该处理电路的外部)。此外, 除非专门另有声明, 本文结合流程图或以其它方式描述的进程可通过该计算平台完整或部分地执行和 / 或控制。

[0044] 本发明的实施例在减少误读发生的同时提供识别加电的交流电 (AC) 布线的的能力。本发明的一些实施例使用一族感测电极, 其中的一个用作基准电极由此消除共模感测误差。对于具有基准电极的共模感测和多电极 AC 感测装置的进一步说明参见 1998 年 6 月 30 日授权的由 Tavernetti 发明的题为 “Three electrode AC detection (三电极 AC 检测)” 的美国专利 5, 773, 971, 其内容通过援引包含于此。

[0045] 图 1 示出隐藏在例如墙壁 20 的材料后的电线 10 以及用来感测该电线的手持装置 30 的侧视图。电线 10 当加电时产生围绕该电线的电场, 该电场透过壁并被装置 30 感测。装置 30 包括感测电极 40、放大器 50、门限检测器 60 和显示器 80。在电极 40 接收的电场对感测电极 40 周围的介电材料很敏感。感测电极 40 可简单地金属垫或也可包含有源电路。由感测电极 40 上感应出的电场产生的信号从电极 40 传至放大器 50, 放大器 50 产生供门限检测器 60 比较的电信号。门限检测器 60 将放大的信号与预定基准信号 70 比较。如果放大的信号大于基准信号, 则可作出装置 30 下面存在电线的判断。显示装置 80 可用来指示工作人员已检测到电线。磁滞可用来减小当放大的信号大约等于门限值时的闪烁效应。

[0046] 图 2A 示出图 1 的电线 10、墙壁 20 和手持装置 30 的前视图。随着装置 (沿 X 轴) 从左向右移动, 经放大的信号的强度逐渐变化, 如图 2B 的不按比例图中所示那样。图 2B 示出在电线 10 和手持装置 30 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值 72。感测测量值 72 可表示经放大信号的最大电压, 该信号典型为与经过电线 10 的交流 (AC) 频率对应的循环信号。尽管传感器电极 40 感测出代表正弦信号的一系列振幅, 但为了简明起见, 假设所感测到的信号 72 是跨循环的检测信号的最大值, 并将非最大值的正弦信号丢弃。

[0047] 感测测量值 72 的最大值点 71 代表沿墙壁 20 表面的一个点 (或线), 在该处装置 30 和传感器电极 40 最靠近电线 10。感测测量值 72 随着电线 10 和装置 30 之间的距离增加而逐渐减小。比较器 60 将预定门限 70 与感测测量值 72 比较。当感测测量值 72 大于预定门限 70 时, 比较器 60 输出指示装置 30 在电线 10 之上的判断信号。当感测测量值 72 小于预定门限 70 时 (例如在离中心位置 “0” 3 个单位的位置 “A” 处), 比较器 60 输出指示装置 30 不在任何电线之上的判断信号。判断信号可由显示器 80 使用以通知工作人员电线 10 存在。

[0048] 图 3A-3D 示出根据本发明的相对于电线 10 和三电极传感器装置 100 的装置布置。传感器装置 100 包括多个传感器电极。图示装置 100 包括左 “L” 电极、中央 “C” 电极和右 “R” 电极。在图 3A 所示的第一位置 “A”, 装置 100 与电线 10 离开一定的距离。在图 3B 所示的第二位置 “B”, 右 “R” 电极位于电线 10 上方。在图 3C 所示的第三位置 “C”, 中央 “C” 电极位于电线 10 上方。在图 3D 所示的第四位置 “D”, 左 “L” 电极位于电线 10 上方。

[0049] 图 4 示出根据本发明的在图 3A-3D 的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙

壁 20 的感测测量值。在图 4 中,图 2B 的曲线 72 在 73、74 和 75 处重复;对装置 100 中的每个传感器电极都重复一次。在位置“A”,右“R”传感器电极如预料的那样在三个感测测量值中具有最大的最大振幅。当比较这些振幅以寻找较大的振幅时,信号的符号可忽略而仅比较振幅。当传感器电极“R”在电线上方居中时,感测测量值 73 处于其最大值。同样,当传感器电极“C”和“L”在电线上方居中时,感测测量值 74、75 分别处于其最大值。通过比较来自中央“C”电极的感测测量值 74 与来自另外两个电极的测量值,可作出装置 100 在电线 10 上方居中的判断。例如,当感测测量值 74 大于感测测量值 73 和 75 两者时,装置 100 可指示其在电线 10 上方居中。或者,当感测测量值 74 大于高于感测测量值 73、75 的预定门限时,装置 100 可指示其在电线 10 上方居中。作为另一种选择,当感测测量值 74 的缩放形式(例如放大 10%的版本)大于感测测量值 73、75 两者时,装置 100 可指示其在电线 10 上方居中。

[0050] 图 5A 和 5B 示出根据本发明的相对于电线 10 和三电极传感器装置 100 的装置布置的第二取向。装置 100 和电线 10 之间的相对取向转过 90°。上方的电极被称为上“U”电极,中间的电极被称为中央“C”电极,而下方的电极被称为下“D”电极。在图 5A 所示的第一位置“A”,装置 100 与电线 10 具有一侧向距离。在图 5B 中,装置 100 直接位于电线 10 上方。

[0051] 图 6 示出根据本发明的在图 5A 和 5B 的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。当传感器电极(U、C、D)与电线 10 成一直线时,这些传感器电极各自提供如同一直线 76 所示的相同感测测量值。由于三个传感器电极产生相同的信号,可能不使用通过比较传感器结果识别电线 10 中心的方法(前面结合图 4 描述过)。替代地,必须利用使用门限的方法(前面结合图 2B 描述过)。为了克服该限制,多电极传感器可包括跨表面散布而不是散布在一条直线上的电极,如下文所述那样。

[0052] 图 7 示出根据本发明的在五电极装置 100 中的多个传感器的布置。手持装置 100 包括五个传感器电极:如图所示,第一个位于右上方“UR”,第二个位于右下方“LR”,第三个位于中央“C”,第四个位于左下方“LL”而第五个位于左上方“UL”。中央电极“C”可如下文进一步说明的那样用作基准电极。包括基准电极的每个电极具有相同面积,以使感测到的信号被均等地放大并相对比较。环绕电极(UR, LR, LL&UL)限定一平面并提供与基准中央电极相比较的信号。

[0053] 图 8A-8D 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。在图 8A 所示的第一位置“A”,装置 100 与电线 10 隔开一定距离。在图 8B 所示的第二位置“B”,装置 100 的 UR 和 LR 电极在电线 10 上方居中。在图 8C 所示的第三位置“C”,装置 100 的 UR 和 LR 电极和中央电极 C 跨在电线 10 上。在图 8D 所示的第四位置“D”,装置 10 的中央电极“C”跨在电线 10 上。

[0054] 图 9 示出根据本发明的在图 8A-8D 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。在电线相对于装置 100 的垂直取向下,电极 UR 和 LR 产生如曲线 73 所示的传感器测量值,电极 C 产生如曲线 74 所示的传感器测量值,而电极 UL 和 LL 产生如曲线 75 所示的传感器测量值。如参照图 4 所述那样,通过检查相对测量信号可确定电线 10 的中心。例如,当来自电极 C 的传感器测量值大于或大于其它传感器测量值之上的门限时,可认为装置 100 位于电线 10 上方。

[0055] 与前面描述的具有三个共线传感器电极的三电极配置不同,当电线 10 位于中央电极附近时,如图所示的五电极配置导致中央电极大于至少两个其它电极。换句话说,通过跨平面地添加电极,可通过比较中央电极周围的电极的选定集或子集来识别电线 10 的中心。在图 9 中,第一曲线 73 代表来自 UR 和 LR 电极的传感器测量值,第二曲线 74 代表来自中央 C 电极的传感器测量值,而第三曲线 75 代表来自 UL 和 LL 电极的传感器测量值。

[0056] 图 10A-10D 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。装置 100 和电线 10 之间的相对角度例如转过 45° 以给出所得的传感器测量值。在图 10A 中,在第一位置“A”,电线 10 远离所有的传感器电极。在图 10B 中,在第二位置“B”,电线 10 在传感器电极 UR 上方居中。在图 10C 中,在第三位置“C”,电线 10 在传感器电极 UL、C、LR 以及传感器电极 UR 上方居中。在图 10D 的第四位置“D”,电线 10 在传感器电极 UL、C 和 LR 上方居中。

[0057] 图 11 示出根据本发明的在图 10A-10D 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。所得的曲线 73、74 和 75 示出来自中央电极 C 的测量值如果不大于所有其它传感器测量值也将至少一样大。在这种情形下,曲线 73 示出来自电极 UR 的传感器测量值,曲线 74 示出来自电极 C、UL 和 LR 的传感器测量值,而曲线 75 示出来自电极 LL 的传感器测量值。当电线 10 位于中央电极 C 附近或者其上方时,传感器测量值大于至少两个其它的传感器信号(即 LL 和 UR)。

[0058] 图 12A-12C 示出根据本发明的虚拟传感器的布置和使用。图 7 的五电极配置被补充如图 12A 所示的四个虚拟电极(VR、VD、VL 和 VU)。右虚拟电极“VR”通过组合来自 UR 和 LR(右面的两个电极)的测量信号而形成并在概念上直接位于 UR 和 LR 之间。同样,下虚拟电极“VD”通过组合来自 LR 和 LL(下面的两个电极)的测量信号而形成。左虚拟电极“VL”通过组合来自 LL 和 UL(左边的两个电极)的测量信号而形成。上虚拟电极“VU”通过组合来自 UL 和 UR(上面的两个电极)的测量信号而形成。

[0059] 组合可通过简单求和或例如求平均的比例求和来形成。例如,如果将求平均用于组合,并且如果 UR 和 LR 分别提供 8 和 12 伏的值,VR 将会是 10 伏(8 和 12 的平均值)。如果在组合时使用求和,则 $UR = 8$ 和 $LR = 12$ 的值将得出 $VR = 20$ 。在这种情形下,关联于中央电极 C 的放大器(例如下面图 13A 中的 120c)可具有两倍于与其它放大器(例如下面图 13A 中的 120a)关联的增益值的增益。

[0060] 电线可视为具有 X 轴分量和 Y 轴分量。例如, 45° 角的电线(例如图 10C 中的位置 C)可视为具有沿 Y 轴的垂直分量以及沿 X 轴的水平分量。每个分量构成由对角电线 10 提供的总信号的一部分。如此,沿 X 轴的电极可用来确定相对于 X 轴的梯度或方向。例如,从中央电极沿 X 轴(直接向右或向左)定位的虚拟电极可用来确定电线 10 的 X 轴分布的相对距离或方向。同样,从中央电极垂直偏移的虚拟电极可用来确定相对于 Y 轴的梯度或方向。

[0061] 在图 12B 中,虚拟电极 VR 被计算作为 UR 和 LR 的平均并从概念上位于 UR 和 LR 之间。VR 的位置使其就位于中央电极 C 沿 X 轴的右侧。可相对于 C 和 VR 确定电线 10 的垂直分量的位置。例如,当 C 和 VR 相等且高于最小门限时,垂直分量直接在 C 和 VR 之间。同样,图 12C 示出虚拟电极 VU,它被计算作为 UL 和 UR 的平均值并从概念上位于 UL 和 UR 之间。UV 的位置使其就位于中央电极 C 沿 Y 轴的上方。可相对于 C 和 VU 确定电线 10 的水平

分量的位置。例如,当 C 和 VU 相等且高于最小值门限时,水平分量直接位于 C 和 VU 之间。

[0062] 图 13A 和 13B 是根据本发明的图 7 中的装置 100 的电路的示意图。第一传感器电极 110a(UR) 将原始传感器信号提供给第一放大器 120a。第一放大器放大该信号以生成第一经放大的传感器信号。第二电极 110b(LR) 将原始传感器信号提供给第二放大器 120b。第二放大器放大该信号以产生第二经放大的传感器信号。第一和第二经放大的信号被用作组合器 152 的输入值。组合器 152 可对输入值求和。或者,组合器可对输入值求平均。所得到的组合信号可视为来自虚拟电极 (VR) 的信号。第三传感器电极 110c(C) 将原始传感器信号提供给第三放大器 120c。第三放大器放大该信号以产生第三经放大的传感器信号。该第三经放大的传感器信号被用作基准信号,它作为第一输入提供给比较器 154。经组合的信号 (VR) 作为比较器 154 的第二输入信号。比较器提供判断作为输出信号。例如,当基准信号大于 VR 信号时,判断可以是电线 10 位于虚拟电极 VR 的左侧。图 13A 的电路可重复以形成附加的虚拟电极,由此给予硬件在电线 10 上变窄所需的电路。

[0063] 可在工厂校正期间设定放大器 120 的增益以减小传感器电极周围紧邻的介电材料的差异效果。通过补偿电极周围介电特性的差异,可更为可靠地比较来自每个传感器电极的测量。

[0064] 在图 13B 中,五个传感器电极 110a-110e 分别形成 UR、LR、C、LL 和 UL。每个传感器电极与相应的放大器 120a-120e 配对。每个放大器具有耦合于传感器电极的单独一个电极的输入端口以及输出端口。传感器电极信号对通过组合器 152a-152d 组合。组合器 152a 组合信号 UR 和 LR。组合器 152b 组合信号 LR 和 LL。组合器 152c 组合信号 LL 和 UL。组合器 152d 组合信号 UL 和 UR。如图所示,来自放大器 120c 的输出信号是基准信号并且不与另一传感器电极信号组合。

[0065] 比较器 154 具有连接于每个组合器 152a-152d 的输出端口以及从放大器 120c 接收基准信号的输入端口。比较器 154 可由单个比较器、比较器与附加普通逻辑元或诸如微控制器的处理器中的指令的配置提供。来自比较器 154 的输出信号提供判断信号,该判断信号可由后继处理、显示或一些其它指示器使用。

[0066] 在一些实施例中,当基准信号大于全部组合信号时,比较器 154 提供判断信号以指示电线 10 存在。在其它实施例中,当基准信号大于至少两个组合的信号时,比较器 154 提供判断信号以指示电线 10 存在。比较器可内建有磁滞以使判断信号在瞬变状态下不波动。

[0067] 图 14A 示出根据本发明的虚拟传感器以及图 7 中的装置 100 相对于电线 10 的相对布置。装置 100 相对于电线 10 呈 45° 角地设置。在第一位置 A,电线在传感器电极 UR 下方。在第二位置 B,电线 10 在虚拟电极 VU 和 VR 下方。在第三位置 C,电线 10 在传感器电极 LR、C 和 UL 下方。

[0068] 图 14B 示出根据本发明的在图 14A 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。曲线 74 代表来自中央电极的测量信号。曲线 78 代表分别由传感器电极信号组合 UR 和 LR 以及 UL 和 UR 形成的虚拟信号 VR 和 VU。曲线 79 代表分别由传感器电极信号组合 LL 和 UL 以及 LR 和 LL 形成的虚拟信号 VL 和 VD。根据传感器电极的尺寸和面积以及传感器电极的相对布置,虚拟曲线可具有一个最大值(如图所示的单峰)或具有两个最大值(双峰)。为简明起见,虚拟曲线被表示为单峰并用虚线表示。

[0069] 当装置 100 处于位置 A 时,曲线 78 是最大的。当装置 100 处于位置 B 时,曲线 78 处于最大值。当装置 100 处于位置 C 时,曲线 74 处于最大值。注意每个虚拟曲线(如虚线所示)具有小于曲线 74 最大值的最大值,它代表来自中央电极的基准信号。当基准信号大于全部虚拟信号时,比较器 154 可设定判断指示器。或者,可缩放基准信号(或等同地缩放虚拟信号)以使缩放的基准信号大于虚拟信号的范围更大或更小以拓宽或收窄认为电线 10 存在的窗口。

[0070] 图 15A 示出根据本发明的虚拟传感器以及图 7 中装置 100 相对于电线 10 的相对布置。装置 100 相对于电线 10 成 90° 角定位。在第一位置 A,电线位于传感器电极 UR 和 LR 下方以及虚拟电极 VR 下方。在第二位置 B,电线 10 位于中央电极 C 和传感器电极 UR、LR 之间。在第三位置 C,电线 10 位于传感器电极 C 下方以及虚拟电极 VD 和 VU 下方。

[0071] 图 15B 示出根据本发明的在图 15A 所示的电线 10 和装置 100 之间的各个距离上沿墙壁 20 的感测测量值。曲线 74 代表来自中央电极的测量信号。曲线 78 代表虚拟信号 VR。曲线 79A 代表虚拟信号 VL。曲线 79B 代表虚拟信号 VU 和 VD。

[0072] 当装置 100 处于位置 A 时,曲线 78 大于任何一个其它曲线。当装置 100 处于位置 B 时,曲线 78 处于其最大值但曲线 74 被示为具有较大值。当装置 100 处于位置 C 时,曲线 74 处于最大值。比较器 154 可如上所述地设定判断指示器(例如当基准信号 C 大于全部虚拟信号时)。

[0073] 图 16 是根据本发明的图 7 中的装置 100 的电路的示意图。装置 100 具有分别由 UR、LR、C、LL 和 UL 构成的五个传感器电极 110a-110e。每个传感器电极与相应的放大器 120a-120e 配对。每个放大器具有耦合于单独一个传感器电极的输入端口以及耦合于处理器 150 的输出端口。处理器具有连接于放大器 120a-120e 的每个输出的模-数转换器。处理器包括将经放大的传感器电极信号数字化并组合多对信号以形成虚拟信号、将虚拟信号与基准信号比较并将判断信号提供给指示器装置 140 的指令,该指示器装置 140 提供电线 10 存在的听觉和/或视觉指示。

[0074] 图 17 示出根据本发明的图 7 中的装置 100 的软件流程。在步骤 200,处理器 150 初始化硬件和软件。例如,处理器 150 执行指令以设置模数转换器以供接下来的数据捕获。

[0075] 在步骤 210,处理器 150 对传感器电极信号采样。采样可以循环方式进行或在一段时间内进行。处理器可继续对模拟信号采样以形成数字数据。处理器 150 可分析数字数据以寻找局部最大值(一个或多个循环中的最大值点),该局部最大值可由组合器使用。

[0076] 在步骤 220,通过对相邻的传感器电极对求平均而实现组合功能。即,组合来自 UR 和 LR 的测量值以形成 VR,组合来自 LR 和 LL 的测量值以形成 VD,组合来自 LR 和 UL 的测量值以形成 VL,以及组合来自 UL 和 UR 的测量值以形成 VU。假设放大器全部提供同一放大比,则组合的信号代表各信号的平均值。

[0077] 在步骤 230,将来自中央传感器电极的基准值与虚拟信号 VR、VD、VL 和 VU 比较以确定基准信号是否大于虚拟信号。比较过程可能要求基准信号大于来自每个虚拟信号的某一正(或负)门限。比较过程可包括迟滞过程以最小化不想要的波动。所得出的判断可能只是该装置在电线 10 上方居中的指示。所得出的判断也可能是电线 10 方向的指示。如果没有发现变化(例如装置之前没有处在电线 10 上方并且仍然尚未处于电线 10 上方),则过程返回以在步骤 210 采集下一个传感器采样。

[0078] 在步骤 240,可向装置 100 的工作人员指示来自步骤 230 的判断的任意变化或更新。指示器可以是声音指示器,例如蜂鸣器或扬声器。另外,指示器可以是虚拟指示器,例如 LED、串联的 LED 和 / 或显示器。一旦指示器已更新,过程返回到在步骤 210 采集下一传感器采样而重复。

[0079] 图 18A 示出根据本发明的另一实施例。所示的四电极配置包括四个传感器电极:上电极 (U)、右下电极 (LR)、左下电极 (LL) 以及中央电极 (C)。另外示出三个虚拟电极:虚拟右电极 (VR)、虚拟下电极 (VD) 和虚拟左电极 (VL)。如上所述,虚拟电极是通过组合两个相邻电极而形成的。VR 是 U 和 LR 的组合,VD 是 LR 和 LL 的组合,而 VL 是 LL 和 U 的组合。平衡虚拟电极和基准电极以使其振幅相等。例如,组合可以是求平均并且不调整中央测量。或者,组合可以是求和并将中央测量放大 2 倍。

[0080] 图 18B 示出根据本发明的沿图 15A 的电线 10 (未示出) 和装置 100 之间各个距离上的壁 20 的感测测量值。第一曲线 (C) 代表来自中央电极的基准测量值。曲线 VR 代表虚拟信号 VR。曲线 VL 代表虚拟信号 VL。曲线 VD 代表虚拟信号 VU 和 VD。当装置 100 在电线 10 上方时,第一曲线 (C) 大于虚拟曲线。当 $C = \max(C, CR, CD, CL)$ 并且 C 高于最小值门限时,接收虚拟测量和基准测量的比较器可指示电线 10 存在。最小值门限可用来指示装置敏感或在电线 10 的范围内。

[0081] 可使用虚拟传感器确定方向。例如,通过虚拟传感器相对于基准电极 (C) 的结果可得出位置加权平均值。在图 18A 的情形下,可计算出 VR、VD 和 VL 的位置平均值。电线 10 的方向可以是位置平均值相对于基准电极 (C) 的位置的方向。或者,可从传感器电极测量本身 (即在组合前) 确定方向。例如,可通过哪个传感器电极给出最大测量值来指示方向。

[0082] 图 19A-19D 示出根据本发明的又一替代实施例。装置 100 包括三个传感器电极:上电极 (U)、右下电极 (LR) 和左下电极 (LL)。各对传感器电极可如上所述地组合以形成虚拟电极:U 和 LR 形成虚拟右电极 (VR);LR 和 LL 形成虚拟下侧或下电极 (VD);而 LL 和 U 形成虚拟左电极 (VL)。在所示实施例中,不存在专门的基准电极。当彼此面向的一对传感器电极已被组合以形成虚拟电极时,一传感器电极充当基准电极。如下文中更详细描述的那样,每个电极轮流充当基准电极。

[0083] 图 19B 示出将来自虚拟传感器 VL 的计算数据与来自传感器电极 LR 的测量数据作比较的操作的第一阶段。图 19C 示出将来自虚拟传感器 VR 的计算数据与来自传感器电极 LL 的测量数据作比较的操作的第二阶段。图 19D 示出将来自虚拟传感器 VD 的计算数据与来自传感器电极 U 的测量数据作比较的操作的第三阶段。

[0084] 在每个阶段期间,比较数据指示感测出的电线 10 的方向。例如在阶段一,如果 VL 大于 LR,则电线 10 更靠近 VL (或总地来说更靠近一对传感器电极 LL 和 U)。在这种情形下,可确定开始于 LR 并沿 VL 方向的方向矢量。在阶段二,如果 VR 小于 LL,则电线 10 更靠近 LL。可确定开始于 VR 并沿 LL 方向的方向矢量。在阶段三,如果 VD 小于 U,则电线 10 更靠近 U。可确定开始于 VD 并沿 U 方向的方向矢量。

[0085] 随着电线 10 靠近并经过装置 100,一个或多个确定的方向矢量应改变方向。例如,在后继的阶段一,VL 可能变得小于 LR。这种方向变化是电线 10 位于装置 100 附近的指示,因此,装置 100 可向工作人员指示电线 10 在附近。

[0086] 另外,使用原始和 / 或虚拟传感器电极测量值中的最大值来指示电线 10 的一般方

向。此外,可计算位置加权的平均点以确定相对电线 10 的梯度。

[0087] 因此,要理解本发明可用落在所附权利要求书的精神和范围内的修改和替代来实现。说明书不旨在穷举或将本发明限制于所公开的准确形式。要理解本发明可用修正和替代来实现。

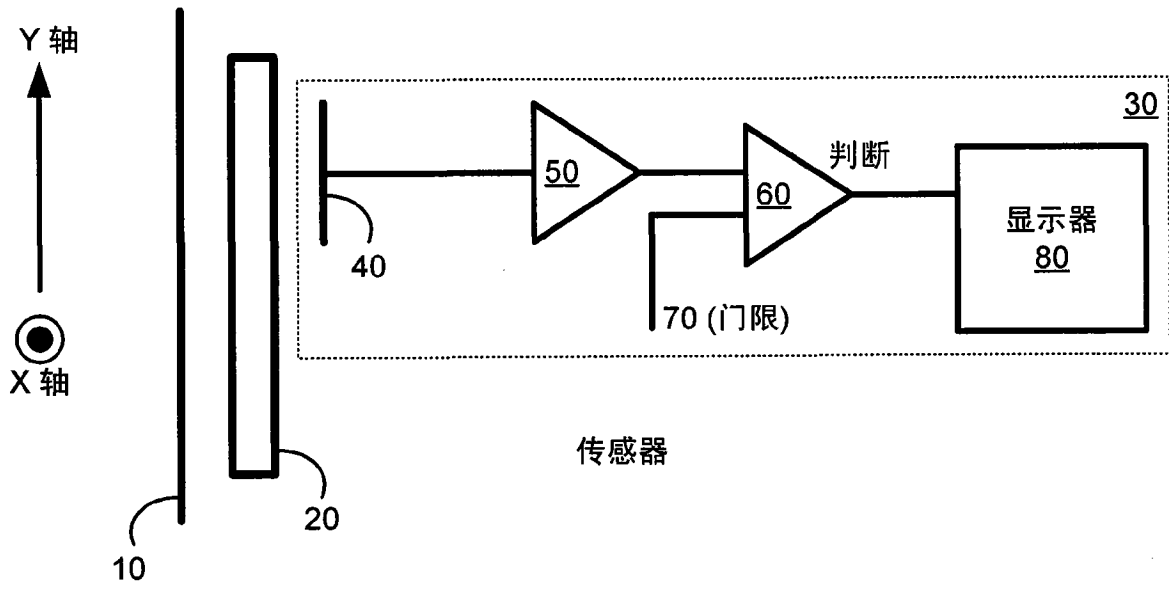


图 1

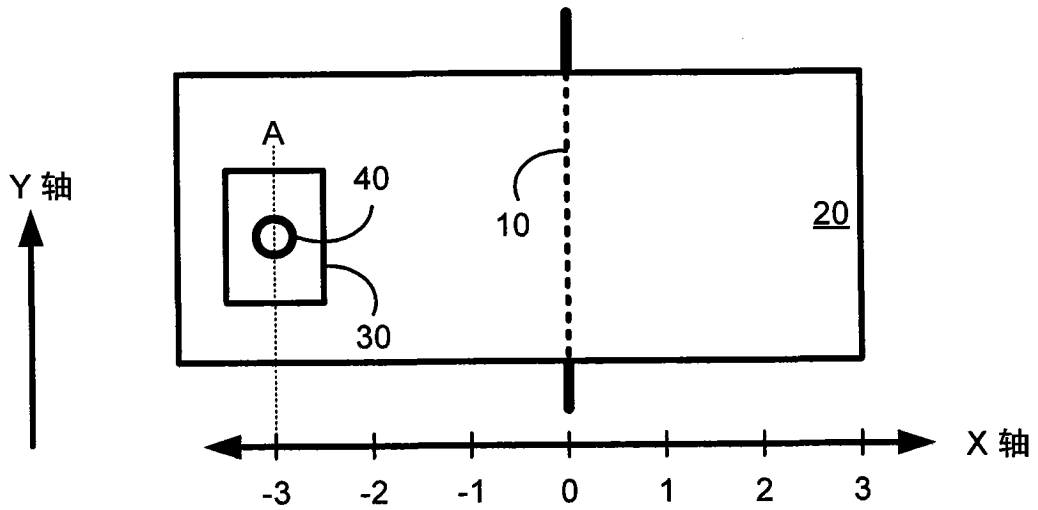


图 2A

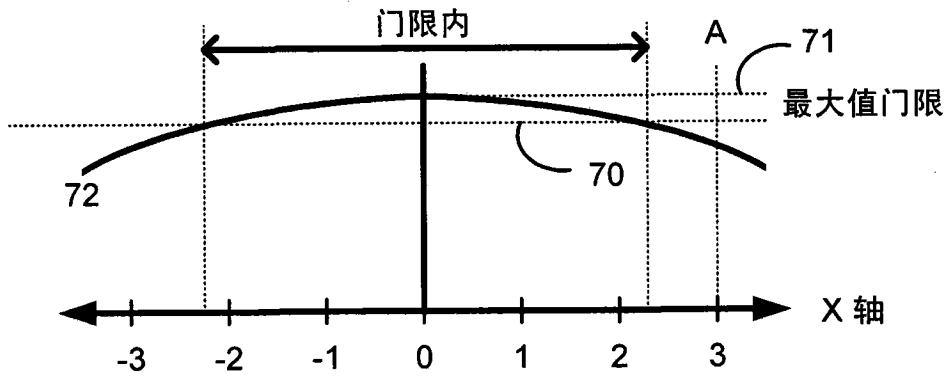


图 2B

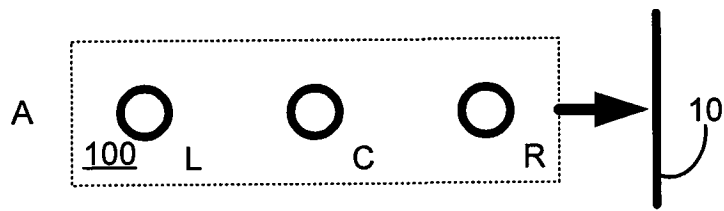


图 3A

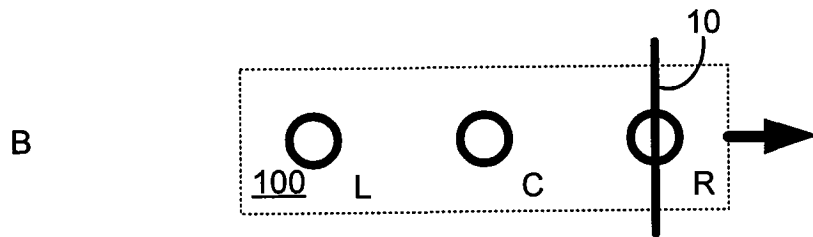


图 3B

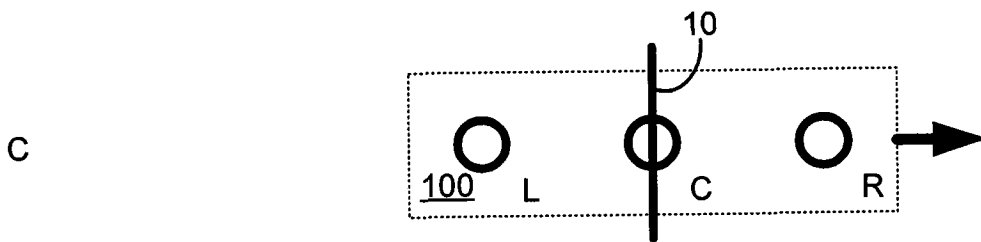


图 3C

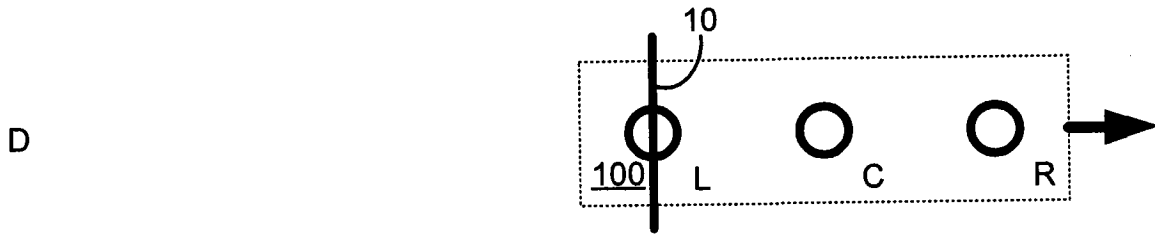


图 3D

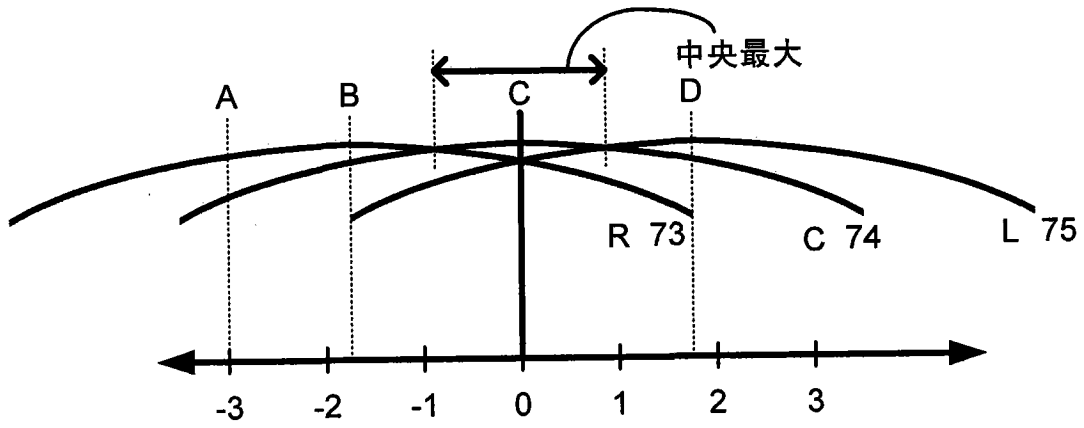


图 4

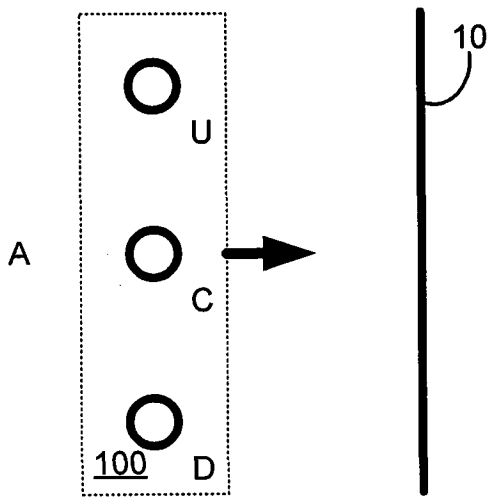


图 5A

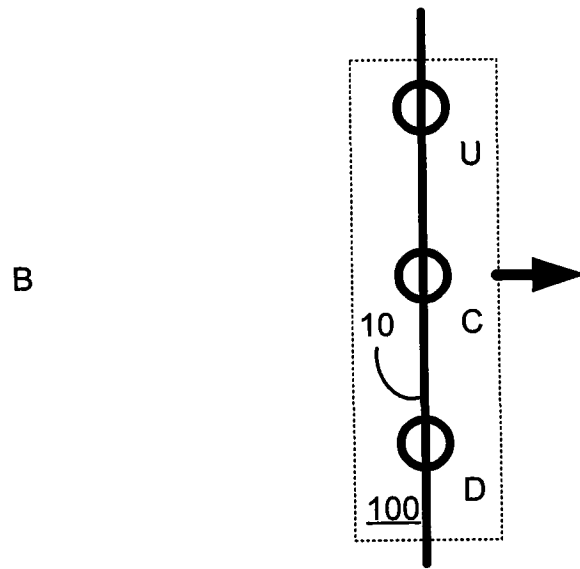


图 5B

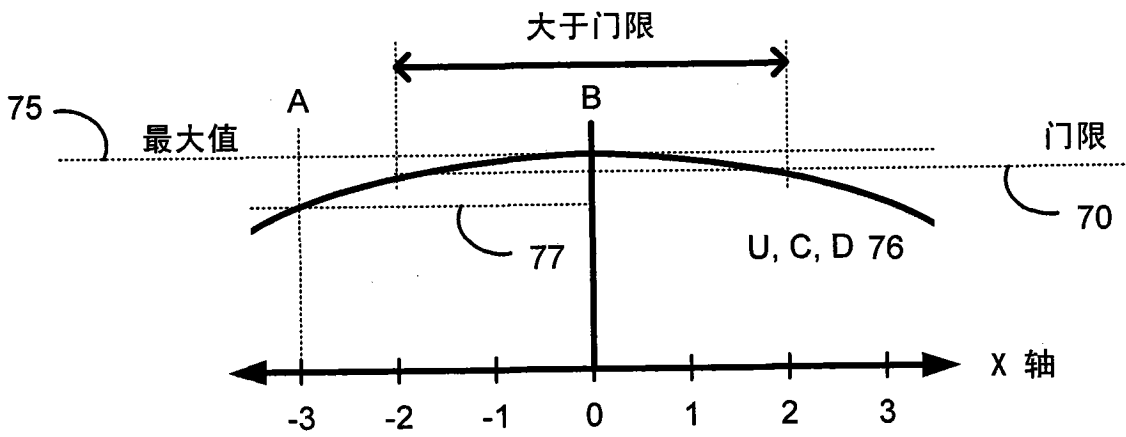


图 6

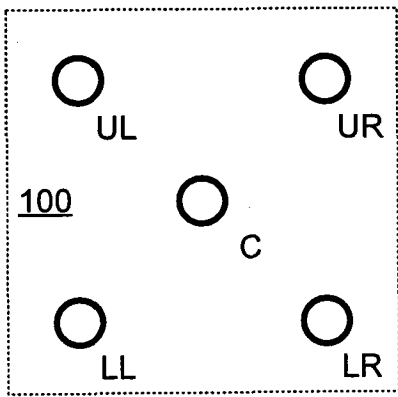


图 7

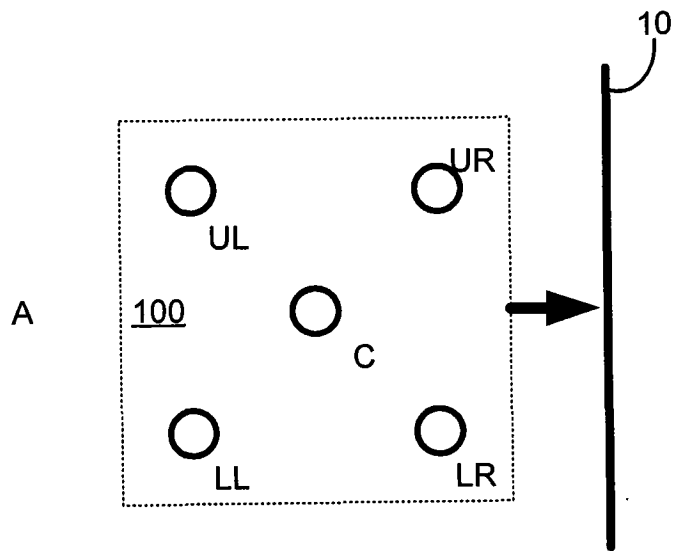


图 8A

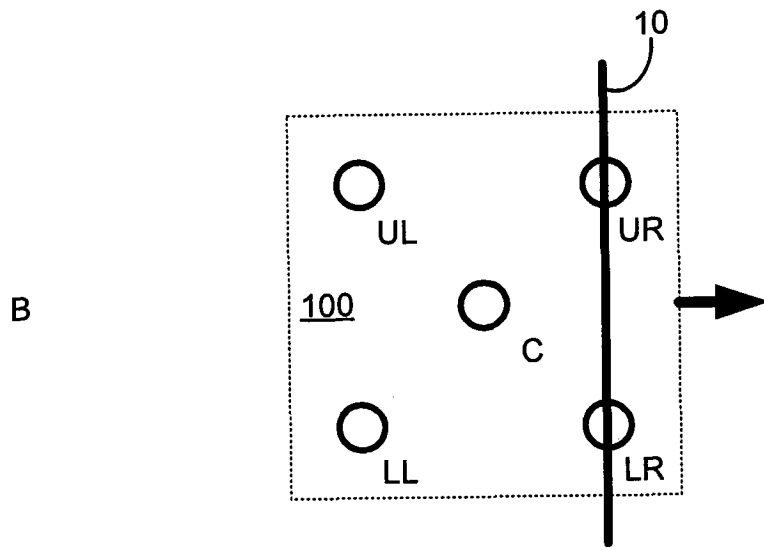


图 8B

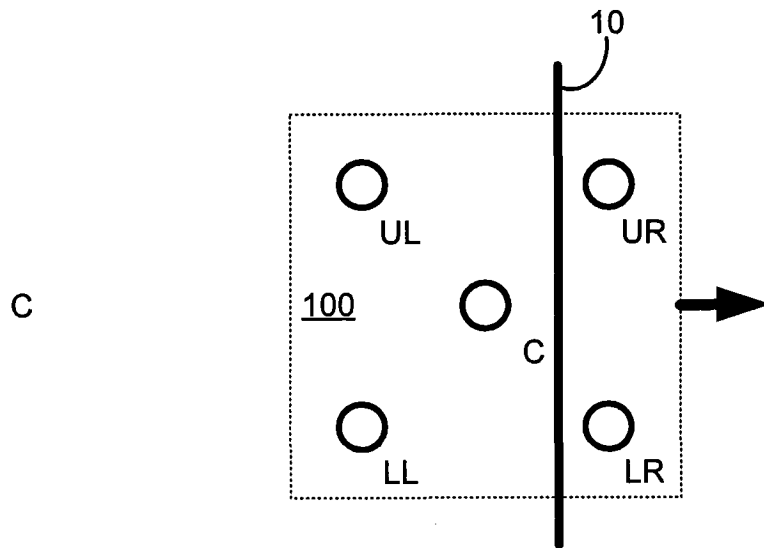


图 8C

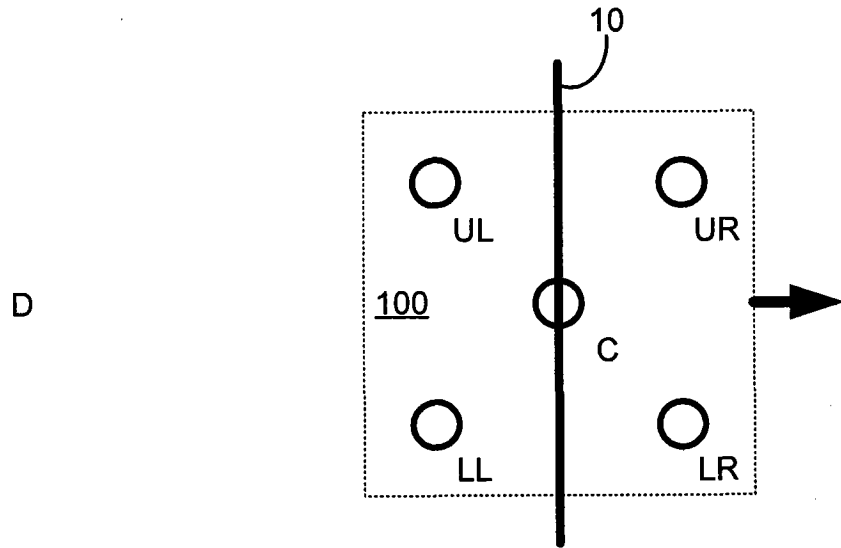


图 8D

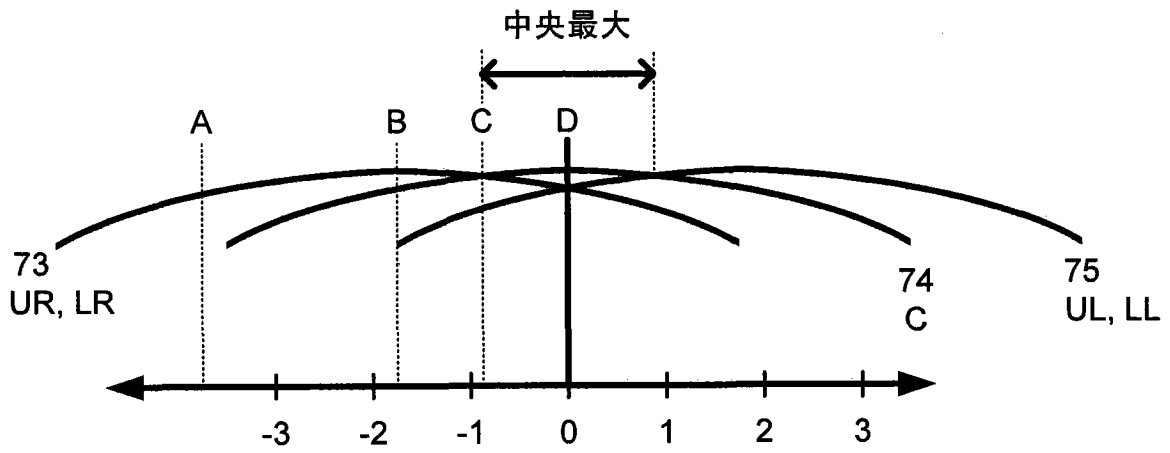


图 9

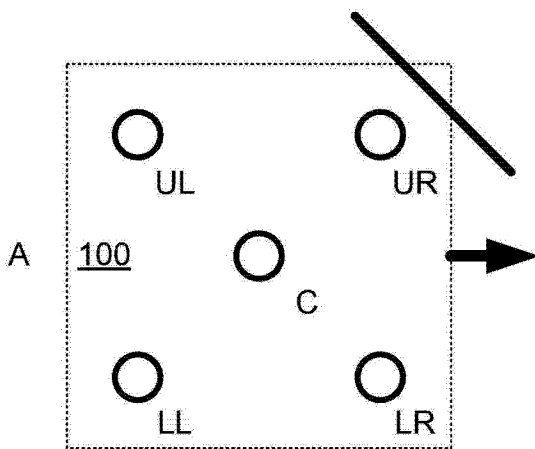


图 10A

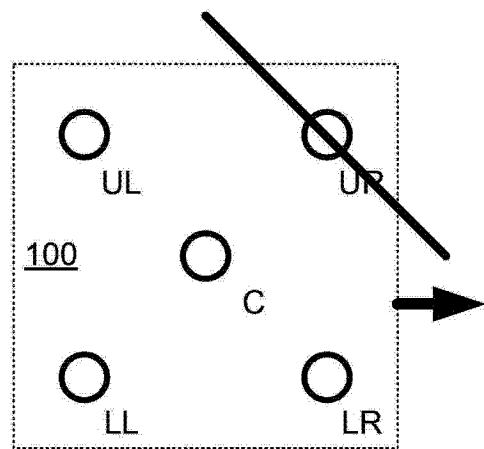


图 10B

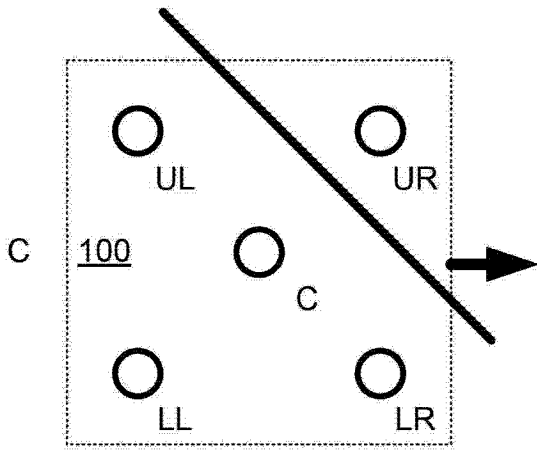


图 10C

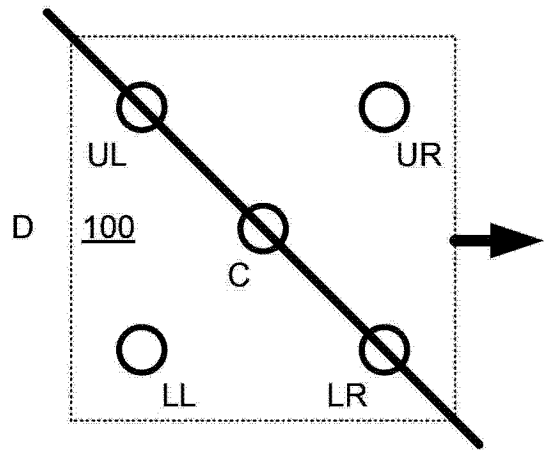


图 10D

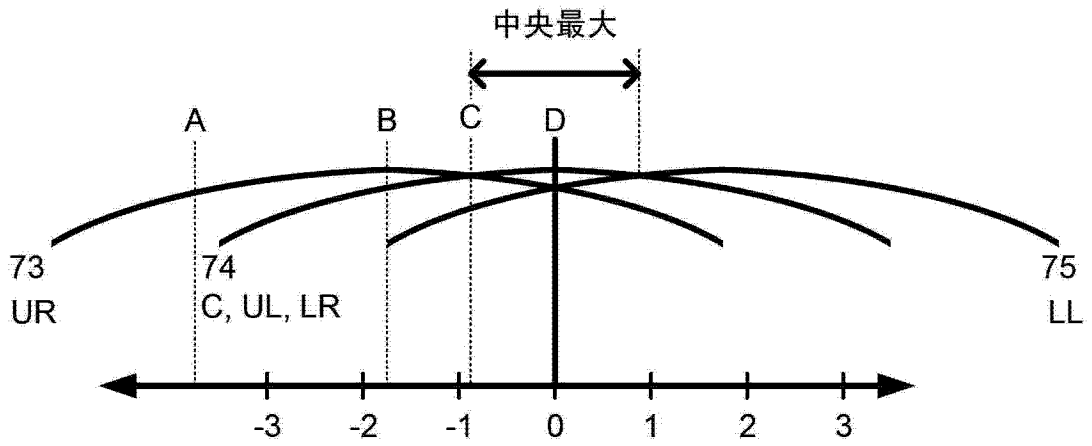


图 11

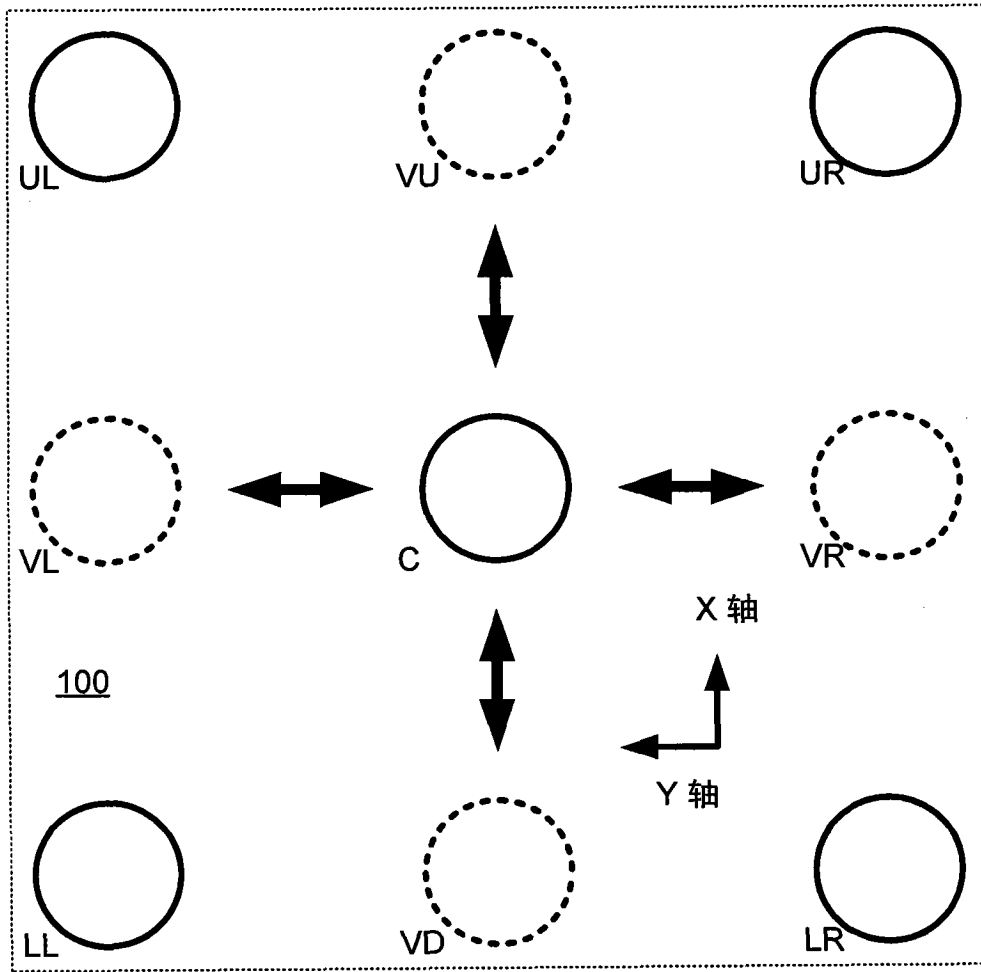


图 12A

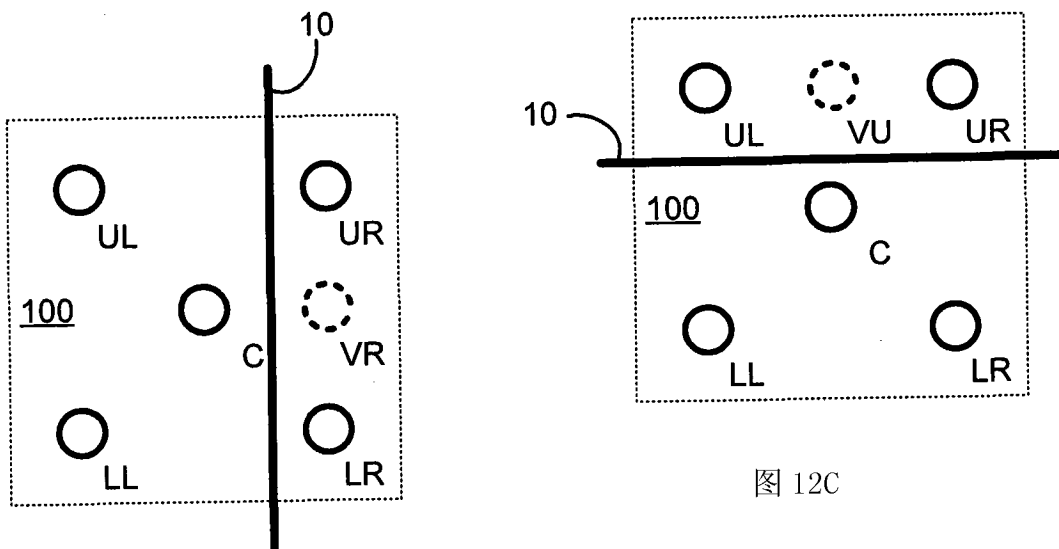


图 12B

图 12C

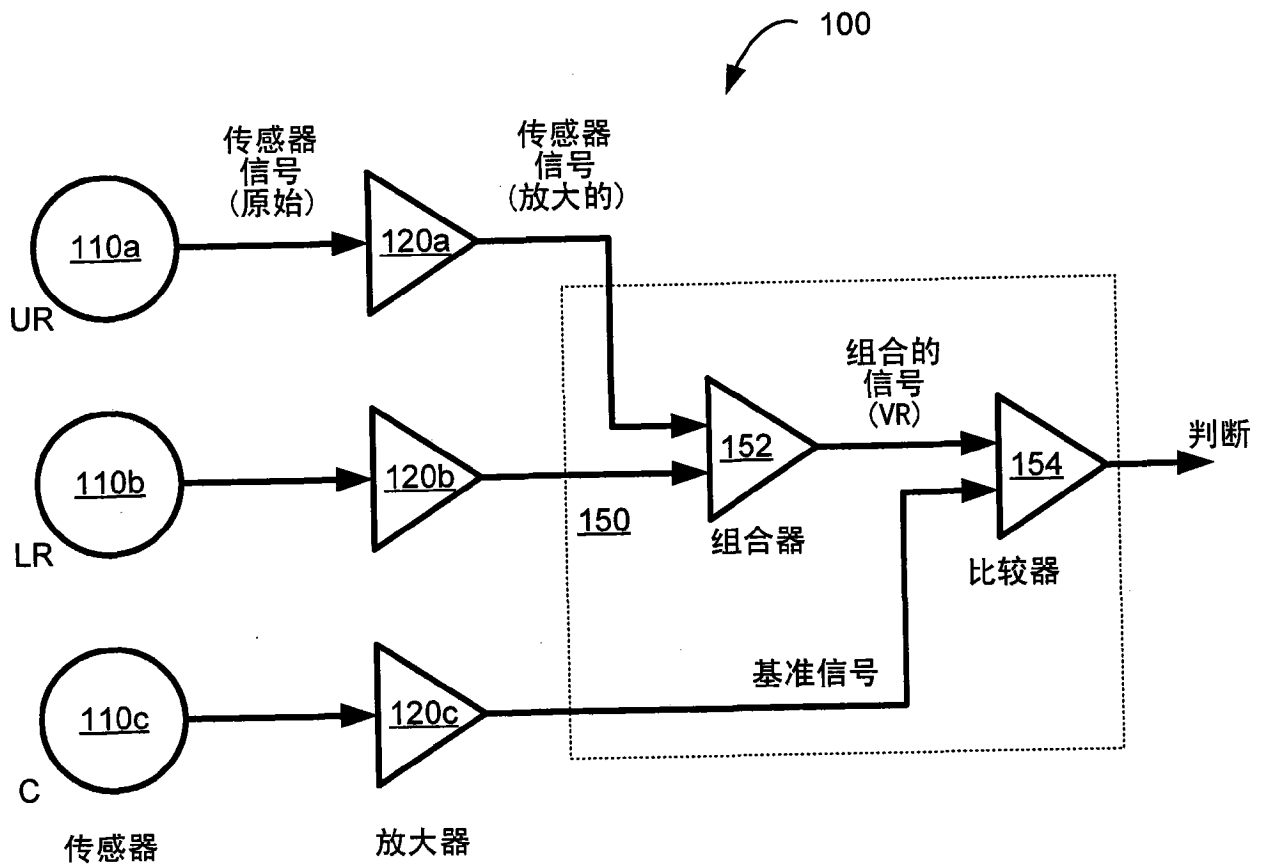


图 13A

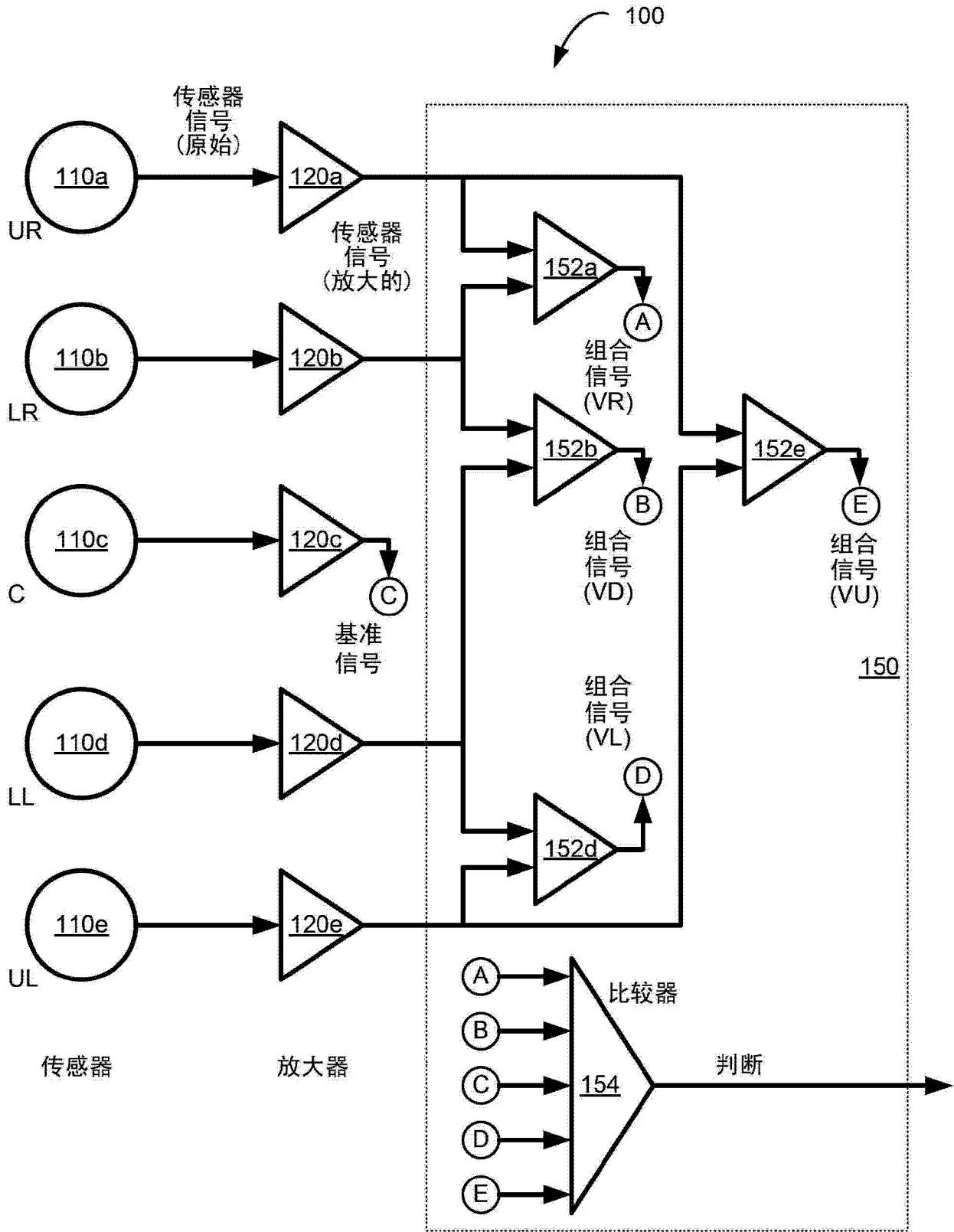


图 13B

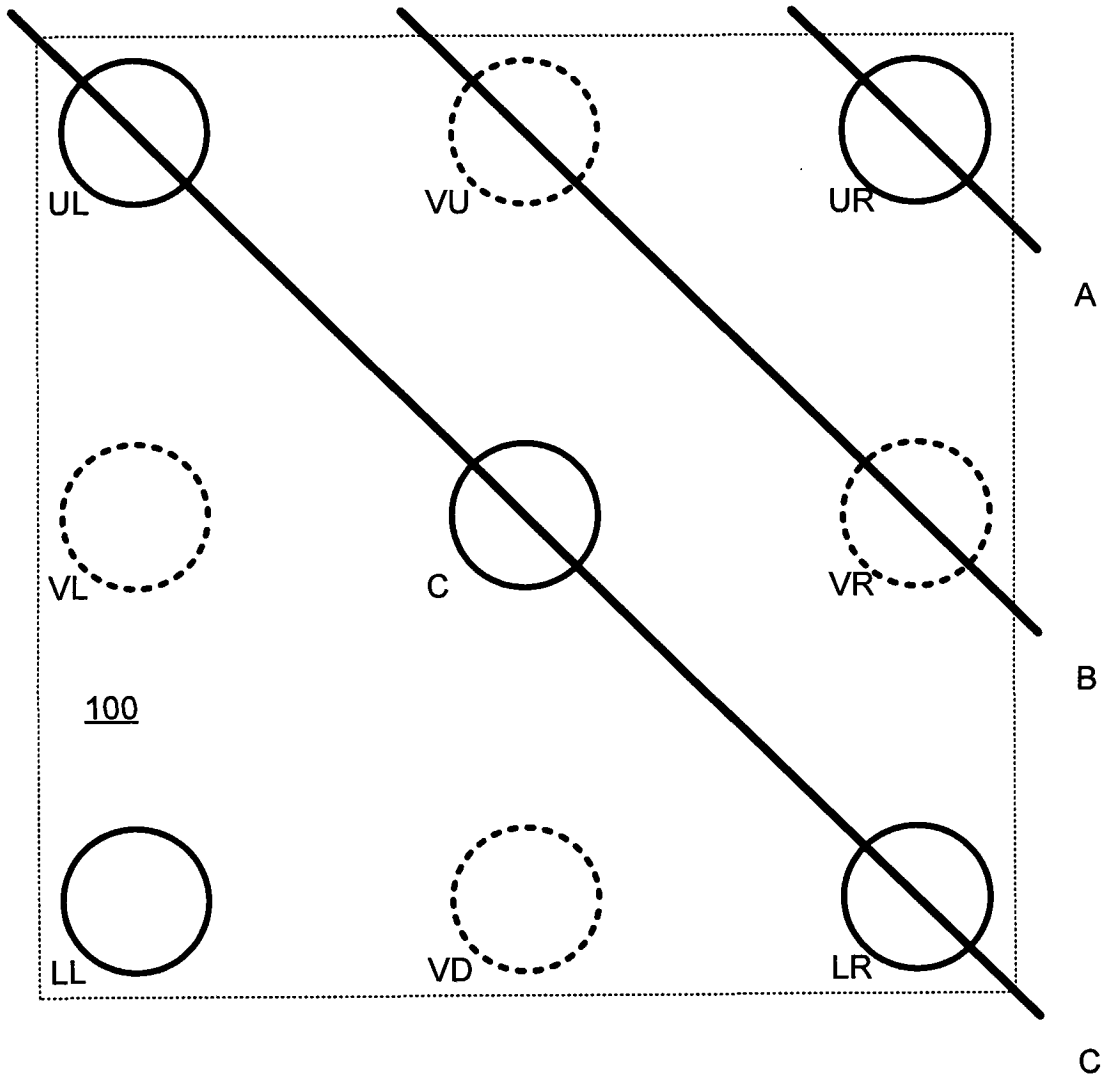


图 14A

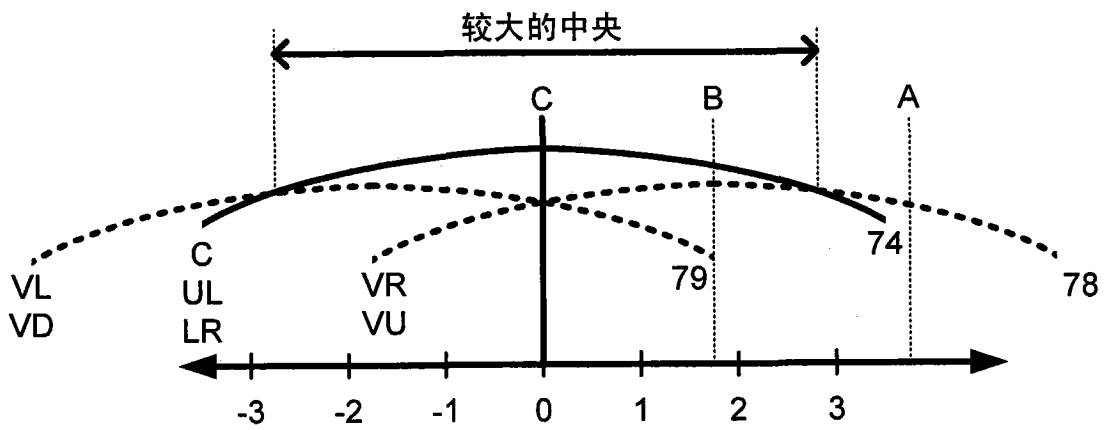


图 14B

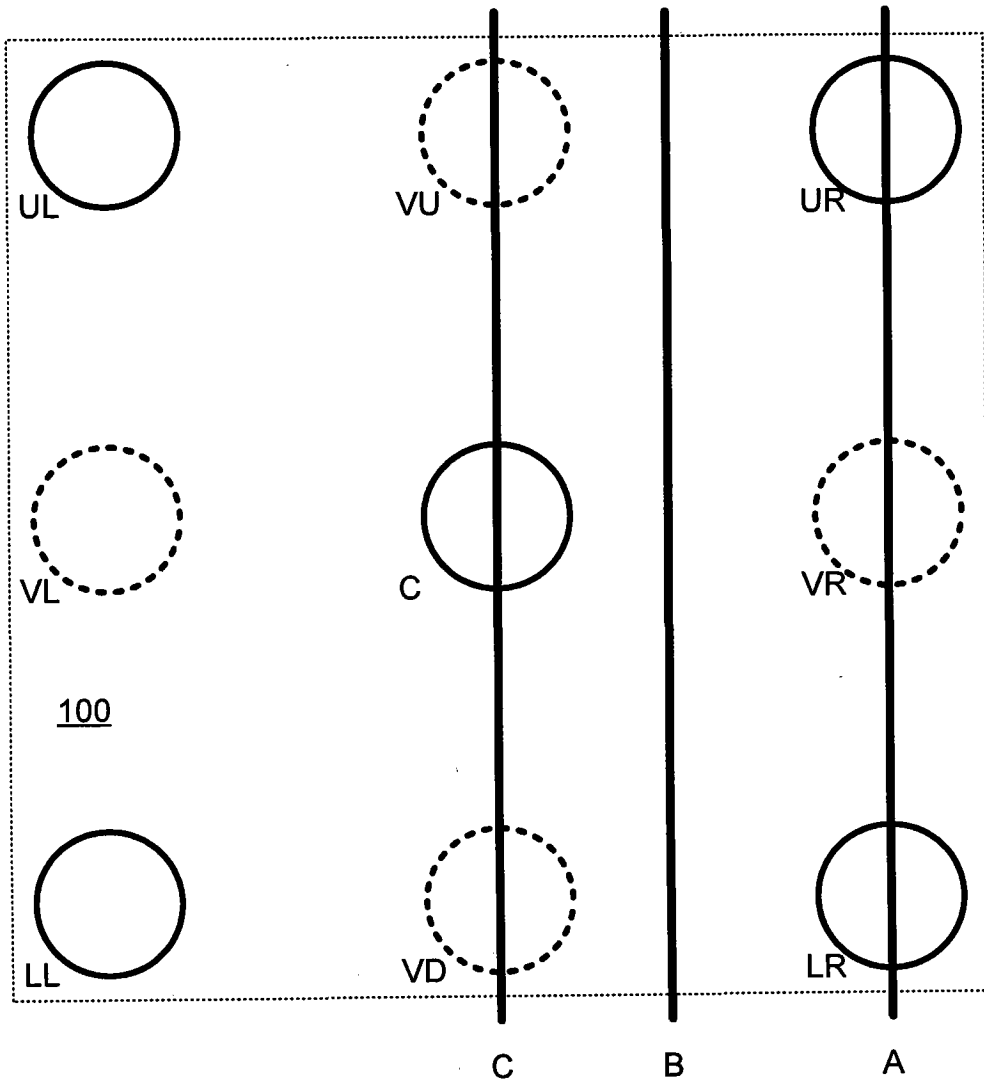


图 15A

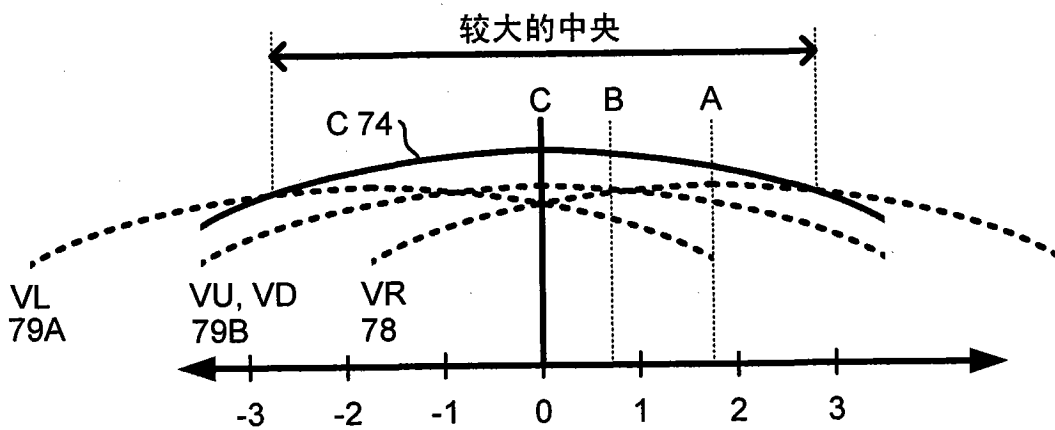


图 15B

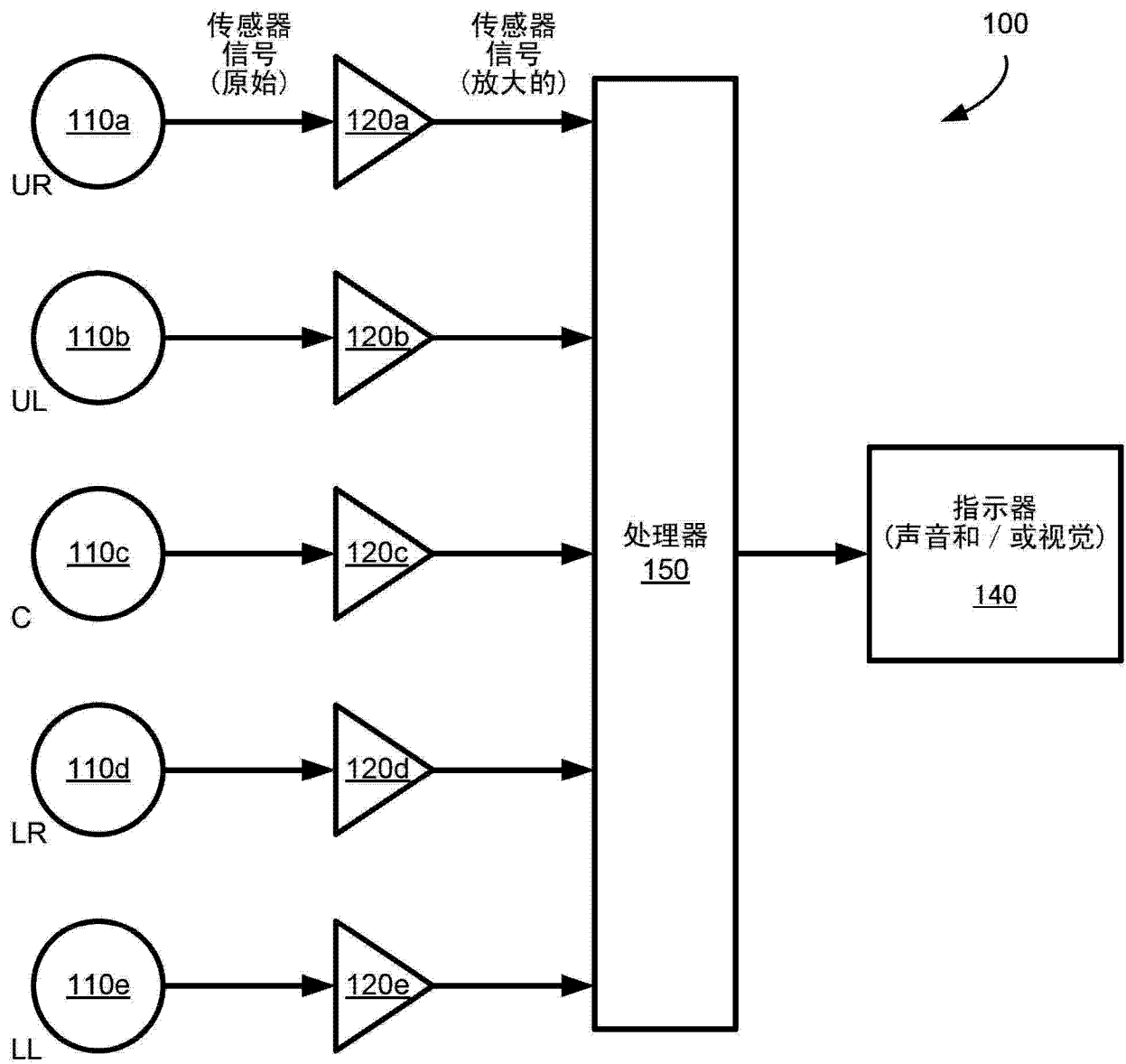


图 16

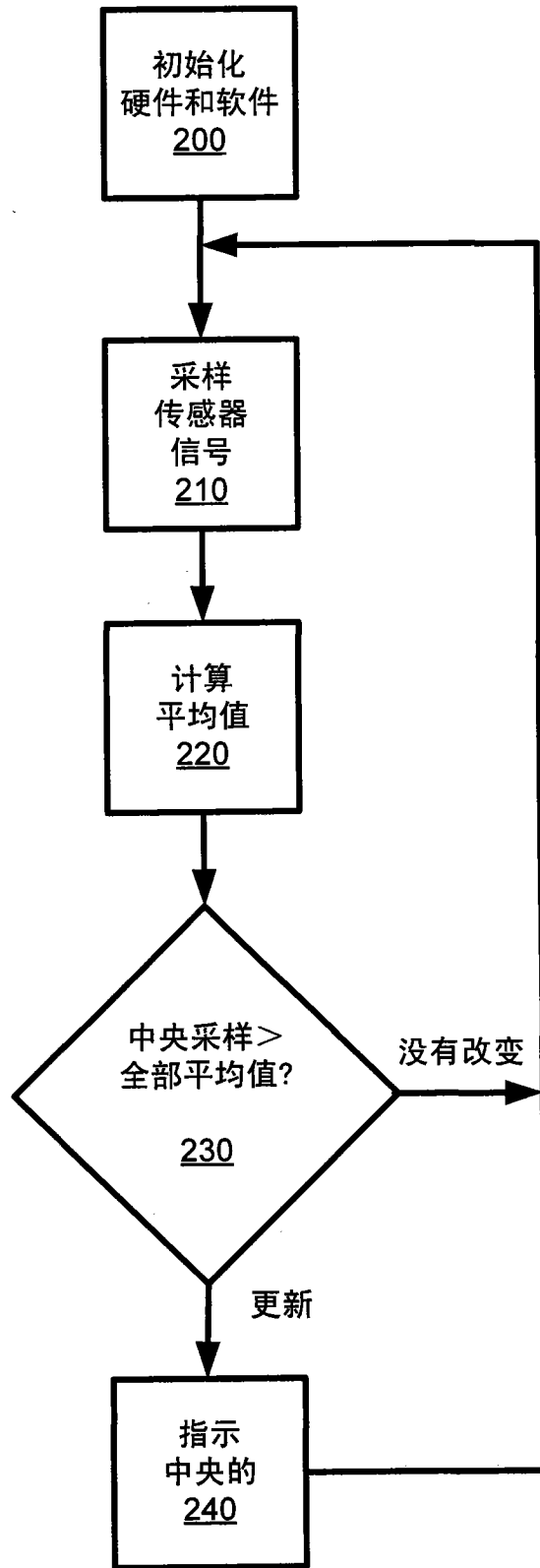


图 17

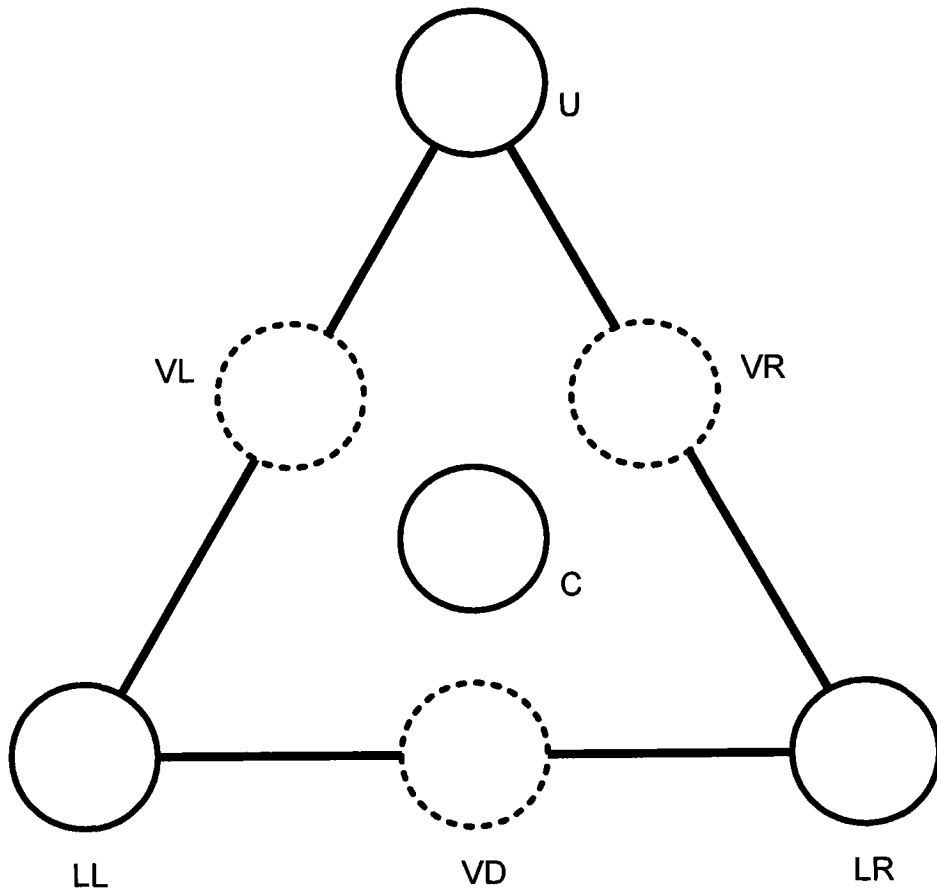


图 18A

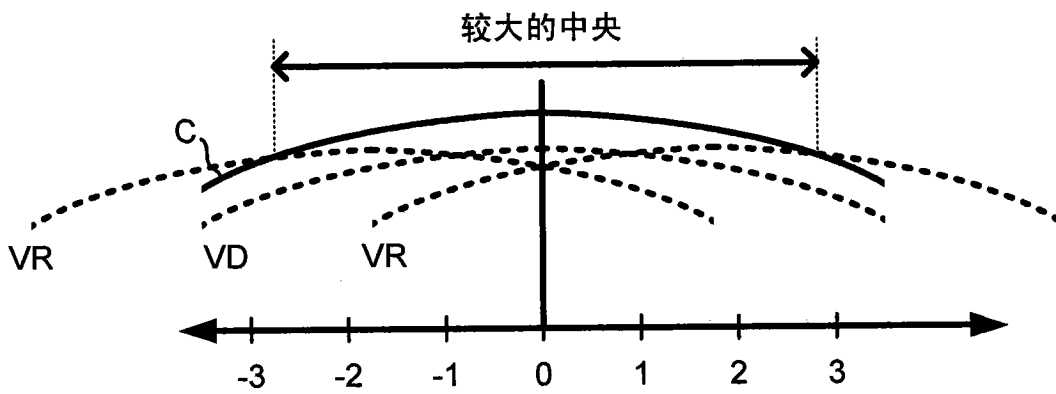


图 18B

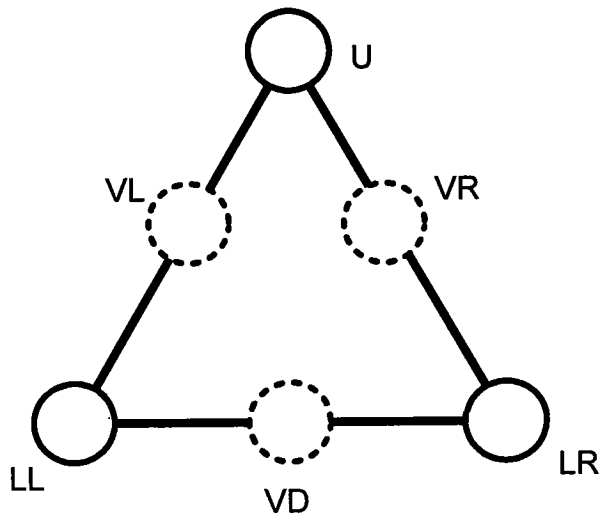


图 19A

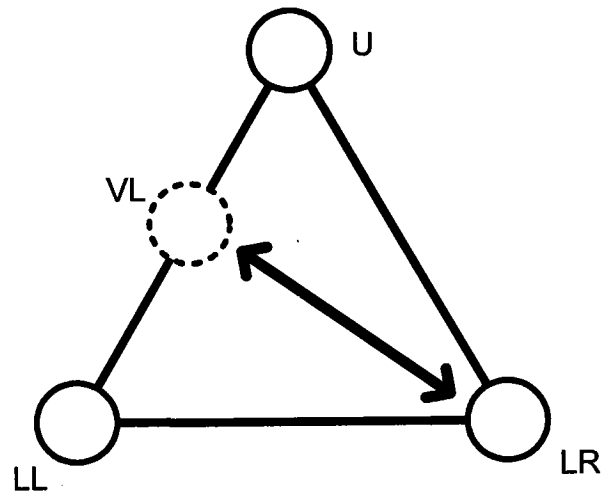


图 19B

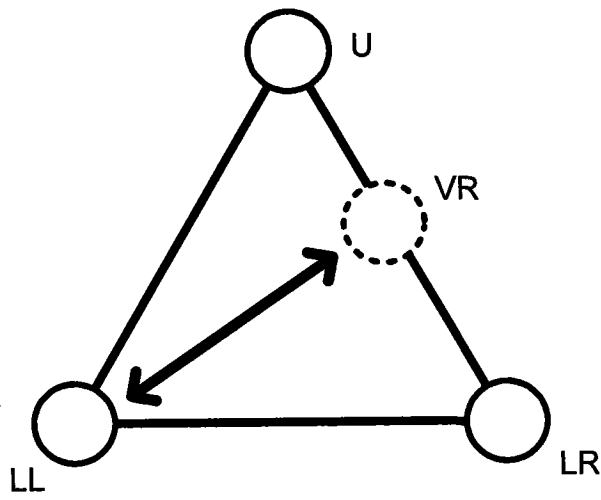


图 19C

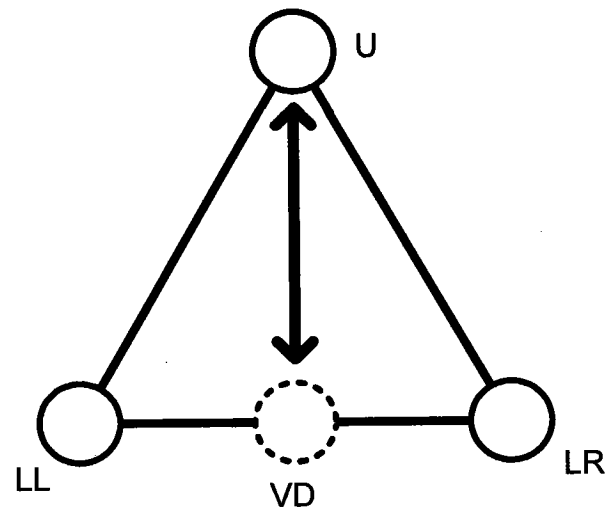


图 19D