

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 3/043 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580033490.4

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100555199C

[22] 申请日 2005.8.29

[21] 申请号 200580033490.4

[30] 优先权

[32] 2004.10.1 [33] US [31] 10/957,234

[86] 国际申请 PCT/US2005/030867 2005.8.29

[87] 国际公布 WO2006/039031 英 2006.4.13

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.2

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 达利斯·M·沙利文

[56] 参考文献

US2003/0217873A1 2003.11.27

CN1502090A 2004.6.2

EP0656603A1 1995.6.7

US2003/0164820A1 2003.9.4

审查员 王 洵

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 陈 源 张天舒

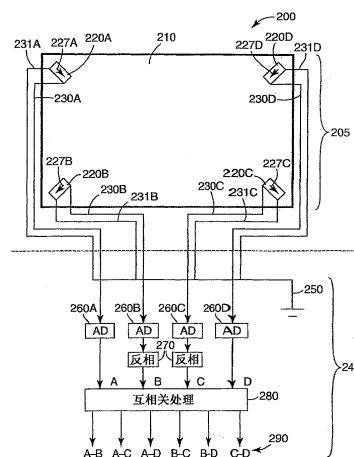
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

将振动信号与振动感测触摸输入装置中的干扰区分开

[57] 摘要

本发明公开了与振动感测触摸输入装置一起使用的系统和方法，所述振动感测触摸输入装置把源自由于触摸输入而在触板上引起的振动的信号与源自电磁干扰的信号区分开。在本发明中，由于电磁干扰引起的信号的相位响应能相对于由于在至少一信号传输通道中的振动引起的信号的相位响应而被反转，使得各种信号通道的成对互相关性显露了由于电磁干扰引起的信号。一旦识别到电磁干扰，则可以忽略它，或者能由该系统适当地处理。



1. 一种触摸输入装置，其包括：

多个振动传感器，其机械连接到触板，并且被构造以响应于由于触摸输入引起的触板中传播的振动来产生振动信号，并通过相关联的信号传输通道将所述振动信号传递给控制器电子装置，

其中，所述振动传感器和信号传输通道被定向，使得对在所述信号传输通道上接收的信号进行互相关以把振动信号与由电磁干扰引起的信号区分开。

2. 根据权利要求1所述的触摸输入装置，其中，所述控制器电子装置被构造来从所述振动信号确定触摸输入位置。

3. 根据权利要求1所述的触摸输入装置，其中所述振动传感器是压电传感器。

4. 根据权利要求1所述的触摸输入装置，其中，每一振动传感器具有定位方向，并且一个或多个所述振动传感器关于所述触板的外形特点并且相对于其他振动传感器的定位方向被定位成相反的定位方向。

5. 根据权利要求4所述的触摸输入装置，其中，与以相反定位方向定位的所述一个或多个振动传感器相关联的所述信号传输通道包括信号反相器。

6. 根据权利要求1所述的触摸输入装置，其中，关于与其相关联的振动传感器的连接并且相对于其他信号传输线的方向，一个或多个信号传输线被反相。

7. 根据权利要求6所述的触摸输入装置，其中所述反相信号传

输线还包括信号反相器。

8. 根据权利要求 1 所述的触摸输入装置，其中所述振动传感器为具有指向平行于所述触板平面的定位方向的四个矩形压电传感器，所述触板是矩形的，每个压电传感器位于所述触板的不同角，所述压电传感器中的两个具有指向所述触板中心的定位方向，而其他两个压电传感器具有指离所述触板中心的定位方向。

9. 根据权利要求 1 所述的触摸输入装置，其中所述振动传感器为具有指向垂直于所述触板方向的定位方向的压电传感器，所述压电传感器中至少之一具有指向所述触板的定位方向，而其他压电传感器具有指离所述触板的定位方向。

10. 根据权利要求 1 所述的触摸输入装置，其中所述振动传感器为定位成具有相对于所述触板外形特点的相同方向的压电传感器，所述压电传感器中至少之一连接到所述触板的一侧，而其他压电传感器连接到所述触板的另一侧。

11. 一种用于确定与系统中触摸输入有关的信息的方法，该系统包括连接到触板的多个振动传感器，所述振动传感器用于检测由于所述触摸输入引起所述触板中的振动，并且用于产生相应的振动信号，所述振动信号通过与所述振动传感器相关联的信号传输通道被传递到控制器电子装置，该方法包括步骤：

相对于由于部分传输通道中的电磁干扰所引起的信号，把对振动信号的相位响应进行反相；并且

对所述信号传输通道上接收的信号进行互相关来把振动信号与电磁干扰区分开。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中对相位响应进行反相的步骤包括：相比较其他振动传感器，对部分振动传感器进行定向来具

有对振动的反相响应,并且通过与定向来具有反相响应的所述振动传感器相关联的信号传输通道,对传递给控制器电子装置的信号进行反相。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,其中对相位响应进行反相的步骤包括:相对于其他信号传输通道,在其相关联的振动传感器处,对所述信号传输通道的一部分的连接进行反相,并且通过所述反相信号传输通道,对传递给所述控制器电子装置的信号进行反相。

14. 一种制造振动感测触摸输入装置的方法,其包括步骤:

把多个振动传感器耦接到触板;

对所述振动传感器定向,使得相对于其他振动传感器,所述振动传感器的一部分关于所述触板的外形特点而被反向;

通过与每个振动传感器相关联的传输通道,所述振动传感器电连接到控制器电子装置,所述控制器电子装置被构造来对每个传输通道上接收的信号进行互相关;以及

通过与所述反向振动传感器相关联的所述传输通道,提供传递给所述控制器的反相信号。

将振动信号与振动感测触摸输入装置中的 干扰区分开

技术领域

本发明涉及一种触摸输入装置，其利用触板中传播的振动来确定与触摸输入有关的信息。

背景技术

触摸输入装置能提供便捷而直观的方式来和包括计算机、移动装置、自动售货机和公共信息亭、娱乐游戏机等电子系统进行交互。已开发出各种触摸输入装置技术，包括电容式、电阻式、电感式、投射电容式、表面声波式、红外式、力学式等技术。还可以从提供有振动传感器的触板来形成触摸输入装置，该振动传感器检测由于触摸输入引起触板中传播的振动并且从所检测到的振动来确定触摸位置。

发明内容

本发明提供一种触摸输入装置，其包括：多个振动传感器，所述多个振动传感器机械连接到触板，并且被构造为响应于由于触摸输入引起的触板中传播的振动来产生振动信号，并通过相关联的信号传输通道将所述振动信号传递给控制器电子装置。所述振动传感器和传输通道被定向，使得在所述传输通道上接收的互相关信号把振动信号与由电磁干扰引起的信号中区分开。在一些实施例中，振动传感器的一部分相对于其他振动传感器能被反向。在一些实施例中，一部分传输通道与其相关联的振动传感器的连接相对于其他传输通道连接能被反向。

本发明还提供一种用于确定与系统中触摸输入有关的信息的方法，该系统包括连接到触板的多个振动传感器，该振动传感器用于检测由于所述触摸输入引起所述触板中的振动，并且用于产生相应的振

动信号,该振动信号通过与所述振动传感器相关联的信号传输通道被传递到控制器电子装置。该方法包括步骤:相对于由于部分传输通道中的电磁干扰所引起的信号,将对振动信号的相位响应进行反相;并且对所述传输通道上接收的信号进行互相关来把振动信号与电磁干扰区分开。

本发明还提供一种制造振动感测触摸输入制造的方法,其包括步骤:把多个振动传感器耦接到触板;使所述振动传感器定向,使得相对于其他振动传感器,所述振动传感器的一部分关于所述触板的外形特点而被反向;通过与每个振动传感器相关联的传输通道,把所述振动传感器电连接到控制器电子装置,所述控制器电子装置被构造来对每个传输通道上接收的信号进行互相关;以及通过与所述反向振动传感器相关联的所述传输通道,提供传递给所述控制器的反相信号。

附图说明

结合附图考虑本发明各种实施例的以下详细描述可以更完整地理解本发明,其中:

图 1 示意性地示出了振动感测触摸输入装置;

图 2 示意性地示出了根据本发明的振动感测触摸输入装置的实施例;

图 3(a)和(b)示意性地示出了针对本发明中使用不同的压电传感器的方向轴的确定;

图 4 示意性地示出了根据本发明的振动感测触摸输入装置的实施例;

图 5 示出了从本发明的振动感测触摸输入装置中的信号的相关性得到相关函数的曲线图;以及

图 6 示出了从本发明的振动感测触摸输入装置中的信号的相关性得到相关函数的曲线图。

尽管本发明可以进行各种修改和替代形式,但是本发明的说明书已经在附图中以示例方式示出并将加以详述。

具体实施方式

本发明涉及振动感测触摸输入装置，其利用振动传感器（如压电传感器）来检测触板中传播的振动，从而产生能用来确定与触摸输入有关的信息（诸如触板上的触摸位置）的信号。本发明提供一种对振动传感器和信号传输通道进行定向的方法，使得可把触板的机械干扰中生成的信号与有害的电磁干扰区分开，该电磁干扰可能另外被错误解释为机械干扰。当用来处理信号的控制器电子装置对来自多对振动传感器（或其他多个振动传感器）的信号进行互相关并查看相应相关函数中峰值的位置来确定触摸位置时，可适当地应用所述方法。

本发明克服了使用均匀相位响应的信号传输通道不容易辨别电磁干扰源和机械干扰源的问题。通过调整系统的响应，本发明减小了振动感测触摸输入装置误把板上电磁干扰源当作机械干扰源的可能性，使得电磁干扰能与机械干扰区分开。这使得系统忽视或者适当地处理任何干扰信号。

靠近振动感测触摸输入装置而定位的电磁干扰源能使得有害的噪声作用于两个或多个通道。电噪声会通过把传感器连接到控制器电路板的传输线进入测量系统。这类噪声具有很强的相关性，这意味着会对相关函数产生系统影响，该相关函数可被期望用来对来自多对振动传感器的信号进行相关。因此由于干扰引起的信号非常容易被错误认为是来自机械干扰源（诸如由触摸输入引起的触板振动）的有效信号。

有几个潜在电磁干扰源。一个是辐射噪声，诸如由开关式直流-直流转换器产生的周期信号。这可能发生在相关显示装置内部或者外部。在 LCD 显示器内部，直流-直流转换器通常用于升高用于给背景灯供电的电压。同样可以有其他类似开关转换器来改变使显示器工作的电子装置中的电压电平。在显示器外部，类似转换器可用于置于附近的其他电子装置，其中外壳噪声可从其他电子装置中辐射并被信号传输通道拾取。流出直流电压的电子装置（包括显示器）通常由包含开关电路的交流到直流电压转换器来供电以高效率提供所需电压电平，这会造成干扰。

来自处理或通信及控制的数字信号通常涉及电压电平之间的快速切换。这些数字信号会辐射能被拾取的噪声。这种噪声可源自显示器的内部电子装置、显示器内部或外部的视频信号、触摸屏控制器上的数字处理、外部 PC 或其他数字装备等。CRT 使用磁线圈来控制电子束。到这些线圈，特别是到水平扫描线圈的信号会迅速变化。这种线圈具有所施加的锯齿波，来逐渐地扫描经过监视器正面的电子束，并随后使得电子束快速地回到扫描的起始。这产生了急剧变化的电流，将辐射出能被拾取到的噪声。等离子体屏幕中产生的等离子体通常辐射能被拾取到的电磁噪声。

传导噪声是在本发明的触摸输入装置中引起干扰而能被拾取的另一类噪声。除了上述噪声源以外，传导噪声可能出现在触摸屏控制器接地或电源连接中。这种噪声可能被传导到附接到传感器导电尾部下面的信号通道，直接传导给与振动传感器相关的放大器电路，或者进一步传导到信号通道下面（例如，控制器中）。例如通过对电源进行平滑或调整能试图使这种噪声最小化。然而，这种传导噪声仍然有可能并且可以根据本发明进行区分。

金属框上的静电放电（ESD）同样会产生被拾取的噪声。在放电的情况下，则将存在传导和辐射噪声。在 ESD 情况下通过接地连接而耦合的传导噪声占主导地位，但是这会取决于电路的精确配置。即使在没有实际放电的情况，这种任意高电压产生事件也会引起辐射噪声拾取。

通过在触板上这样来布置振动传感器，使得针对其他传感器的振动而调整至少一个振动传感器的振动的相位响应，但是所有传输通道的相位响应对于电磁干扰都一样，这样，能实现源自可能是由于触摸引起的机械干扰的信号与源自相关电磁干扰的信号之间的区分。或者，所有振动传感器可以对测得的振动具有相同的相位响应，但是至少一个信号传输通道对电磁干扰具有不同的相位响应。一般来说，振动传感器的机械响应与对应传输通道的电响应之间的相位差在所有通道上是不均匀的，这些通道把信号传递给控制器来互相关。

诸如压电传感器之类的振动传感器通常具有特殊轴线，该轴线

是传感器输出的相位特性。对于触板的一些几何特性（例如，角、边或面），该轴线的指向确定了由传感器测量的力学量与传感器输出之间的相位关系。例如，传感器轴线的反向产生传感器输出的相应反向。在一实施例中，两个或多个振动传感器被安装在具有至少一个传感器的板上，该传感器具有不同于其他传感器的轴线指向。在另一实施例中，两个或多个振动传感器被安装在具有与板的某些几何特性相同指向的轴线的板上，并且与至少一个振动传感器的电连接结构不同于其他传感器的电连接结构，使得对应信号传输通道对振动具有不同的相位响应。

所述结构能产生信号使得控制器把有害的电磁干扰源与可能指示触摸输入的机械干扰源区分开。因此，无需消除电磁干扰信号影响，本发明使得处理器电子装置识别出由于电磁干扰引起的信号，并且相应地处理这些信号。在一些实施例中，可忽略由于电磁干扰而引起识别的信号。

使用图 1 示意性示出的振动感测触摸输入装置 100 可实现本发明。振动感测触摸输入装置 100 包括耦接到触板 110 的振动传感器 120A-120D、和适用于通过信号线 130A-130D 从振动传感器接收信号的控制电子装置 140。振动传感器 120A-120D 适用于检测在触板中传播的振动，该振动可能是由于触板上触摸工具的接触或摩擦运动所造成的机械干扰而引起的。感测到的振动被转换成能被数字化并且互相关的信号，使得控制器能使用它们来确定触摸输入的位置，例如 WO 01/48684 和 WO 03/005292 中所述，两个公开整个并入本文。

为了说明的目的，尽管可使用更少或更多的振动传感器并以不同的排列放置，但是图 1 示出的是四个振动传感器，矩形触板的每个角各一个。当试图在显示器上使用触板而使得显示器通过触板可见时，可以期望在视线范围外放置振动传感器，例如，触板的角或边沿附近。因为所检测的振动通常包括大量振动（并不限于触板表面），所以既可以把振动传感器安装在触板的顶（触摸）面，又可以把振动传感器安装在触板的背面。

振动传感器可以是能检测触板中传播的振动的任何传感器。压

电材料可以提供示例性振动传感器。只要得到的机械连接足以在触板中传播的振动能被振动传感器检测到，振动传感器 120A-120D 就能以任何适当方法结合到触板 110，例如使用粘合剂、焊料或其他适当材料。在共同转让的美国专利申请 USSN 10/440,650 和 USSN 10/739,471 中公开了示例性振动传感器和振动传感器排列。

触板 110 可以是能支撑要被感测的振动的任何材料。优选地，触板 110 是硬质板，并且可以是诸如玻璃、塑料（聚丙烯酸脂、聚碳酸脂等）、木材、纸板、金属等任意适合材料。触板可透过可见光，或者不由该申请而定。当意欲通过触摸传感器浏览显示图像时，理想的是至少透过某种程度的可见光。触板同样可以结合静止图形（永久的或可移除的，层叠的或者附带的，或者紧密靠近地保持，并且位于触板上或者下面），而不管是否触摸传感器用于通过触板与可视的显示器相关联。触板同样可以被构造成使得图像投射到其上。触板同样可以并入粗糙正面，当使用者在表面上拖动手指或其他触摸工具时，该粗糙正面能帮助产生可检测的振动。粗糙面同样能提供减弱的强光。

根据本发明，可构造振动感测触摸输入装置，使得对源自触板振动的信号的响应能与对源自电磁干扰的信号响应相区分。图 2 示意性地示出了一实施例。触摸输入系统 200 包括振动感测触摸传感器 205 和控制器 240。触摸传感器 205 包括触板 210 和四个振动传感器 220A-220D。每一振动传感器均连接到信号线 230A-230D 和连接到控制器 240 中内部接地 250 的接地线 231A-231D。信号线和接地线可以是电线或者印刷走线，可以连接到（例如，通过尾部附接到触板，未示出）把信号传递给控制器的电缆（未示出）。来自每个传感器的信号可以由位于板附近的电路（未示出）进行放大。每个信号线 230A-230D 被连接到控制器 240 中相应的模数转换器（ADC）260A-260D。随后数字化信号用作互相关处理器 280 的输入，其输出为各个相关函数 290，该各个相关函数 290 表示数字化信号的各种成对组合中的相关性，表示为 A-B、A-C、A-D、B-C、B-D 和 C-D。

在触摸系统 200 中，示出每个传感器 220A-220D 都具有方向轴线 227A-227D。每个传感器的方向轴线确定所测量的板振动的检测相位。如图所示，所有传感器的轴线都与相交于触板 210 的各个角的两边成 45° 方向。对于两个传感器 220A 和 220D，轴线 227A 和 227D 指向触板 210 的主体。对于另外两个传感器 220B 和 220C，轴线 227B 和 227C 指离触板 210 的主体。因此传感器 220A 和 220D 中对振动的相位响应相对于传感器 220B 和 220C 是反相的。把一个传感器的相位响应相对于另一个传感器进行反相的其他方法包括把一个传感器安装在触板的顶面而另一个安装在触板的底面，以及图 3 (a) 和 3 (b) 所示和以下所述的那些方式。在控制器 240 内部，使用反相器 270（其可通过硬件或固件来实现）把与传感器 220B 和 220C 相关的传输通道进行反相，使得所有传输通道对振动的响应再次变得均匀，而对电磁干扰的响应变得不均匀。应该注意，在所述排列中，与传感器 220B 和 220C 相关的传输通道或者与传感器 220A 和 220D 相关的传输通道都可以被反相。

当一个传感器相对于其他传感器方向相反时，在其信号传输通道中使用反相器来把相反方向的效果进行反转，使得从相关函数峰值中确定触摸位置的方法保持不变。然而，电磁干扰对传感器方向并不敏感，所以使得电磁干扰的相位在所有传输通道是相同的。因此，反相器使得电磁信号相对于非反相传输通道反相，同时将由传感器方向所施加的反相振动信号的进行反相。同样地，触板上检测到的机械信号被处理为好象并未改变，然而任何拾取到的电磁干扰改变成相反符号。在相关函数中，所有机械信号将如此给出正峰值（由于信号具有给予了与反向极化相结合的反相器的相同符号），然而在源自电磁干扰的应得信号的相关函数中的峰值将产生不同的情况。当把反相通道与非反相通道相比较时，得到的结果是负峰值。当有四个通道时，其中两个被反相，这产生将引起负峰值的四个互相关。因此通过观察这四个结合中的一个或多个，正峰值表示振动信号而负峰值表示可被忽视的干扰。

由传感器中压电材料的极化方向和传感器上电极的排列来限定

诸如压电传感器之类的振动传感器的特征相位响应的轴线。在一示例性实施例中，传感器具有如图 3 (a) 示意性示出并且如上面共同转让的美国专利申请 USSN 10/739,471 所述的连续极化设置，由此振动传感器 320A 包括压电材料 321A，该压电材料具有第一区域和第二相邻区域，该第一区域展示了从底到顶指向的第一极化方向 325A，该第二相邻区域展示了从底到顶指向的第二极化方向 326A。第一接触电极 322A 连接到底面上的第一区域，第二接触电极 324A 连接到底面上的第二区域，而共同电极 323A 在顶面与第一和第二区域连接在一起。相位响应轴线 327A 由施压到传感器时的电压响应的方向而确定，在此情况下在图 3 (a) 中从左指向右。对于这类振动传感器，当把它安装在触板的角落时，相位响应轴线优选地是平行于触板的平面而定位并且与相交于角的每个触板边成 45° 。该轴线随后可被导向而指向基板的主体，或者指向基板的角，例如针对图 2 的振动传感器 220A-220D 所示。

在另一实施例中，可使用更多诸如所谓“单压电晶片”装置之类的传统压电传感器。图 3 (b) 示意性地示出这样一种装置 320B，其包括以单一方向 325B 均匀连接的压电材料 321B。第一接触电极 322B 置于该装置 320B 的尾部，而第二接触电极 324B 置于该装置的顶部。相位响应轴线 327B 指向与均匀极化方向 325B 相同的方向。优选地是，安装这类传感器使得相位响应轴线垂直于触板的平面。可定位该传感器使得轴线指向触板或者指离触板。例如，图 2 中，可对振动传感器 220A 和 220D 定向，使其相位响应轴线远离触板指向上，而可对振动传感器 220B 和 220C 定向，使其相位响应轴线朝向触板指向下。

图 4 示意性地示出振动感测触摸输入系统 400 的另一实施例，其中对源自触板振动的信号的响应能与对源自电磁干扰的信号响应相区分。触摸输入系统 400 包括振动感测触摸传感器 405 和控制器 440。触摸传感器 405 包括触板 410 和四个振动传感器 420A-420D。每个振动传感器连接到信号线 430A-430D 和连接到控制器 440 中内部接地 450 的接地线 431A-431D。在控制器中每个信号线 430A-430D 被

连接到相应的 ADC 460A-460D。随后数字化信号被用作互相关处理器 480 的输入，该互相关处理器的输出为很多个相关函数 490，其表示数字化处理信号的多个成对结合中的互相关性，表示为 A-B、A-C、A-D、B-C、B-D 和 C-D。

在触摸系统 400 中，示出每个传感器 420A-420D 具有定向轴线 427A-427D。如图所示，所有传感器的轴线被定向为与相交于触板 410 的各角的两个边成 45° ，并且都指向触板 410 的主体。信号线 430B 和 430C 相对于信号线 430A 和 430D 被反相。因此，在控制器 440 内部，从传感器 420B 和 420C 接收的信号具有对振动的相位响应，该相位响应与从传感器 420A 和 420D 接收的信号的相位响应相反。在控制器 440 内部，使用反相器 470 把与传感器 420B 和 420C 相关的传输通道进行反相，使得所有传输通道在对振动的响应中再次变得均匀，而对电磁干扰的响应中变得不均匀。结果是以这样的方式相对于由于源自触板中机械振动的信号所引起的互相关相位响应，对电磁干扰的互相关相位响应进行反相，该方式类似于如图 2 所示系统 200 中提供的改进型响应。应该注意在所述排列中，与传感器 420B 和 420C 相关的传输通道，或者与传感器 420A 和 420D 相关的传输通道都能被反相。

在图 2 和 4 所示排列中，电磁干扰源可以像电容性耦合到信号线的电压源一样运作。期待噪声源对数字化处理信号的影响在所有四个通道上为均匀相位。从四个传感器，例如图 2 中的 220A、220B、220C 和 220D 中，可以计算六个互相关函数（A-B、A-C、A-D、B-C、B-D 和 C-D）。在图 2 中，这些相关函数中的四个源自相反方向的传感器对，即 A-B、A-C、B-D 和 C-D，而剩下的两个相关函数源自相同方向的传感器对，即 A-D 和 B-C。在图 4 中，A-B、A-C、B-D 和 C-D 相关函数源自由于通道 B 和 C 中的信号反相而引起的相反方向的信号线对，而 A-D 和 B-C 相关函数源自相同方向的信号线对。在正常运行中，处理器检查针对正峰值的相关函数。这些峰值的位置可以显示机械振动源的位置。

互相关峰值从数据集产生，并由模数转换器（图 2 中的 260A-260D 和图 4 中的 460A-460D）采集，数据集在必要时被反相（如

图 2 和 4 中所示)。针对与振动传感器相关联的每个通道,对任意通道 X 表示为 w_x , 同时采集 N 个连续数据样本阵列并且在必要时进行反转。在图 2 和 4 所示的系统中,对与 B 和 C 通道(表示为 w_b 和 w_c)相关联的数据施加反转。随后通过以下步骤可以得到传统的互相关函数 G_{xy} 。

1) 对两个数据阵列 w_x 和 w_y 进行傅里叶变换,得到如下式所示的 $\hat{w}_x$ 和 $\hat{w}_y$ 。可以首先对数据“填充”0 以避免回绕(wrap-around)效应(参见 Press 等人著,剑桥大学出版社出版的 1997 年第二版,名为“*Numerical Recipes in C*”的第 13.1 章节)。

$$\hat{w}_x(j) = \sum_{k=0}^{N-1} w_x(k) \exp\left(\frac{2\pi i j k}{N}\right)$$

$$\hat{w}_y(j) = \sum_{k=0}^{N-1} w_y(k) \exp\left(\frac{2\pi i j k}{N}\right)$$

2) 使两个傅里叶变换后的数据集相结合:

$$\hat{G}_{xy}(j) = \hat{w}_x(j) \hat{w}_y(j)$$

3) 对结果进行反傅里叶变换得到互相关函数:

$$G_{xy}(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \hat{G}_{xy}(k) \exp\left(-\frac{2\pi i j k}{N}\right)$$

在步骤 3 之前,可以选择性地对 $\hat{G}_{xy}$ 施加离差修正,该离差修正把数据从“频域”转换到“波矢量域”,如国际公开 W0 03/005292 中所公开。

图 5 示出了源自像图 2 或 4 中所示的触摸系统中产生的信号的相关函数 500 的曲线图的示例,该触摸系统包括相反定位的传感器和/或反相信号通道。可以针对弯曲波信号的分散传播的影响来修正该相关函数,例如国际公开 W0 03/005292 所述。在存在电磁干扰源时,信号产生如曲线图 500 中所示展示很大的中心负峰值 510 的相关函数。机械振动源将登记像图 2 中系统 200 或图 4 中系统 400 一样的触摸系统中的正峰值。同样地,峰值 510 表示信号是由于电磁干扰引起的,并不是触摸输入,可以忽略该数据。

在图 5 中围绕中心的负峰值的是两个正峰值。优选地是,控制器不把这些正峰值认为是机械振动源。因此,可以对控制器进行编程

来忽略其幅度小于相关函数的中心值幅度的任意正峰值。二者择一地或者另外附加地，可以针对板上单个假设位置的一致性，来分析三个或多个相关函数中的正峰值位置。通常，由于干扰引起的正峰值的位置不会与单一假设位置一致。图 6 示出了源自触摸系统中产生的信号的相关函数 600 的曲线图，该触摸系统包括相同方向的传感器和无反相传输通道。曲线图 600 示出了很大的中心正峰值 610。在存在电磁干扰源时，相关函数将示出很大的正峰值，并且机械振动源同样在该系统中登记正峰值。因此，从相关函数中不明显的是，是否存在由于干扰或机械振动引起的峰值。

在本发明的系统中，可对控制器进行编程来通过识别相关函数中的较大负值推断电磁干扰的存在。可对控制器进行编程随后来应用信号处理方法减小电磁干扰的影响。这些方法可包括自适应噪声消除、输入信号的有限脉冲响应（FIR）或无限脉冲响应（IIR）数字滤波（FIR 和 IIR 是数字信号处理技术中公知的，并且在上面参考的文章 “*Numerical Recipes in C*” 进行了描述）、以及傅里叶域中数据幅度的归一化。

本发明不应被认为限制于上述特定示例，而应理解为覆盖如所附权利要求清楚描述的本发明的各个方面。本发明可适用的各种修改、等效的处理以及各种结构对本领域技术人员来说是显而易见的，对本领域技术人员而言阅览本说明书时可直接得到本发明。

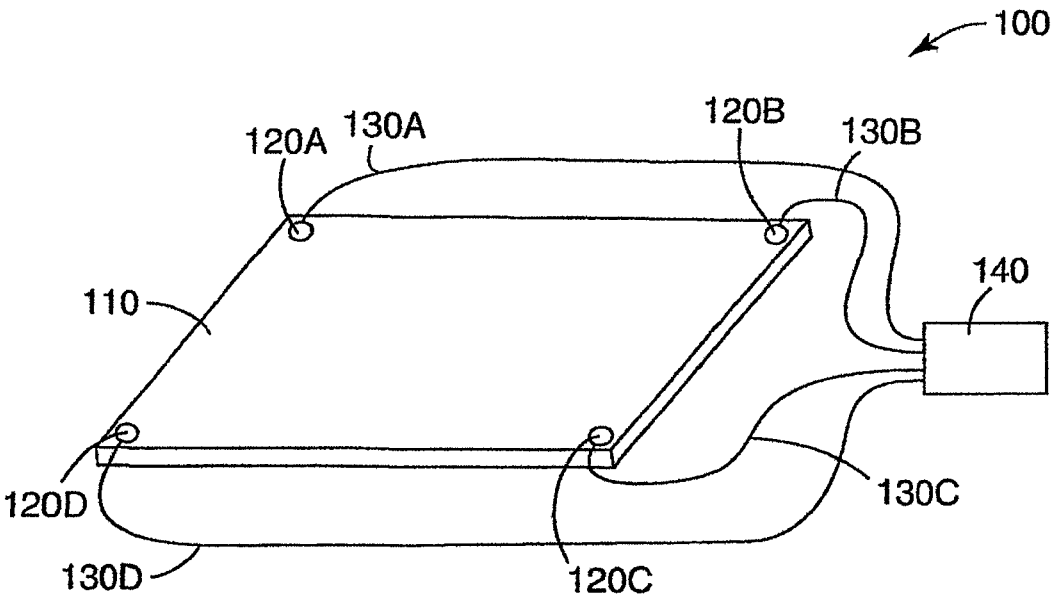


图 1

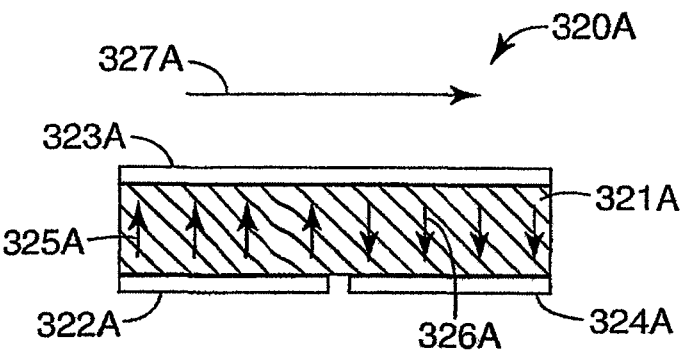


图 3a

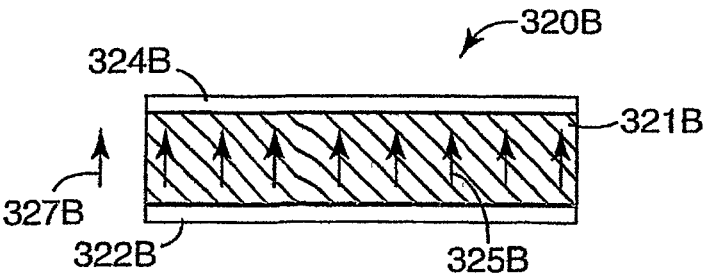


图 3b

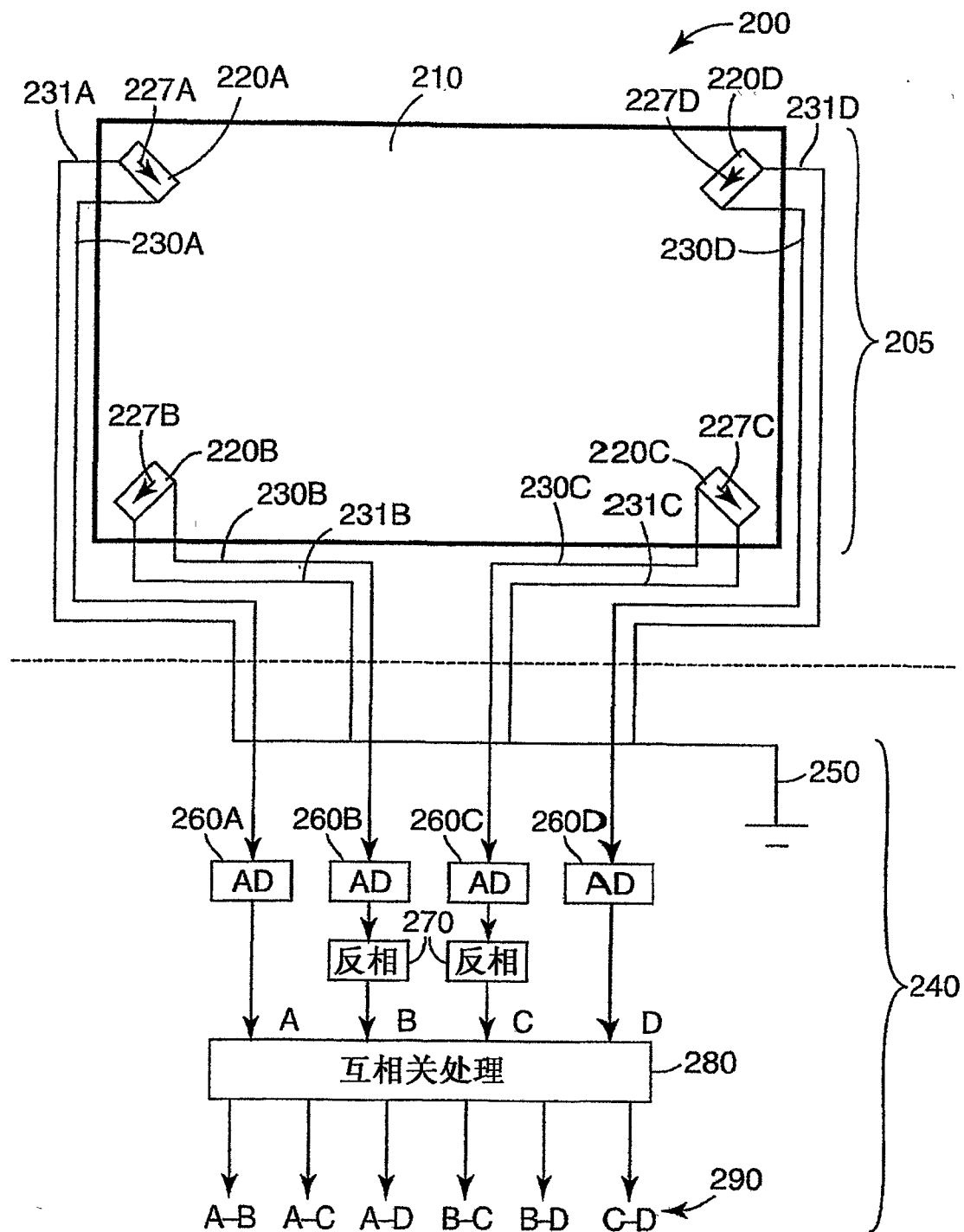


图 2

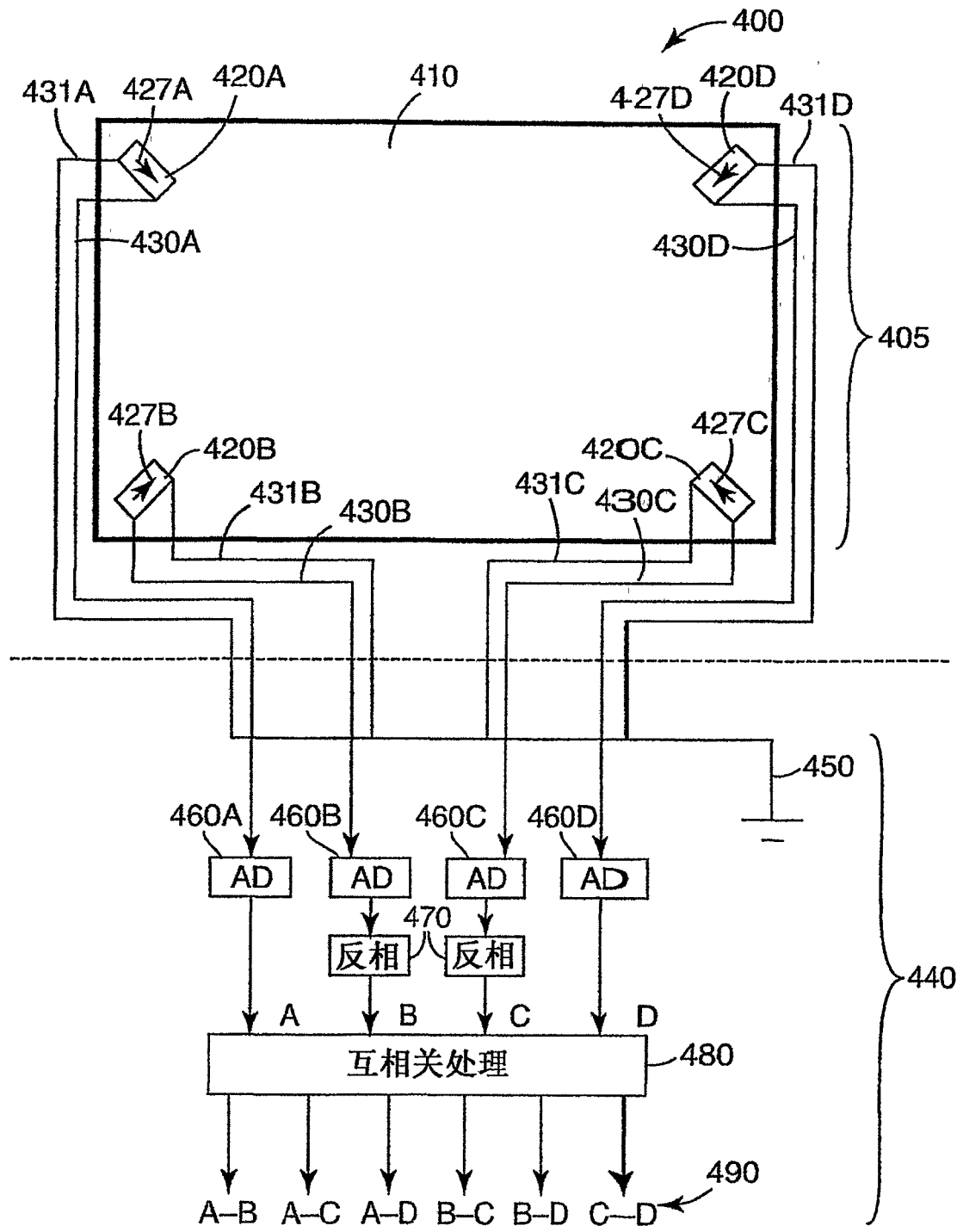


图 4

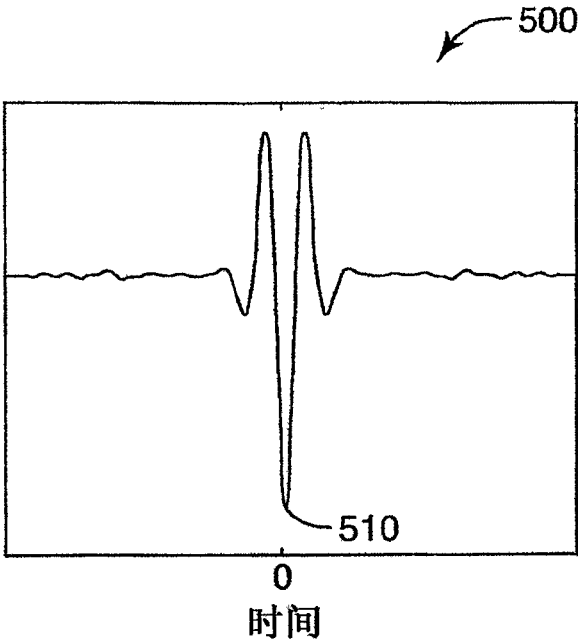


图 5

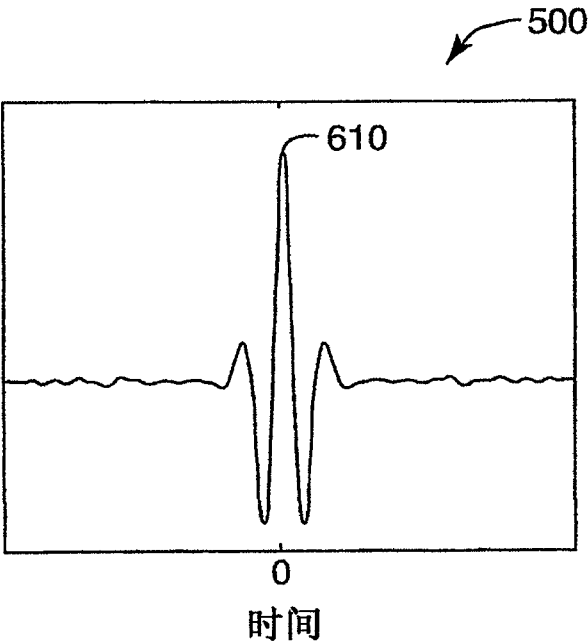


图 6