[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 3/033 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03825183.3

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100367167C

[22] 申请日 2003.9.16 [21] 申请号 03825183.3

[30] 优先权

[32] 2002. 9.17 [33] US [31] 10/246,059

[86] 国际申请 PCT/US2003/029072 2003.9.16

[87] 国际公布 WO2004/027593 英 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.16

[73] 专利权人 伊罗接触系统公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 J·C·肯特 J·L·阿罗延

[56] 参考文献

US4797514A 1989.1.10

US4661655A 1987.4.28

US4678869A 1987.7.7

审查员 吴 敏

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 王 勇

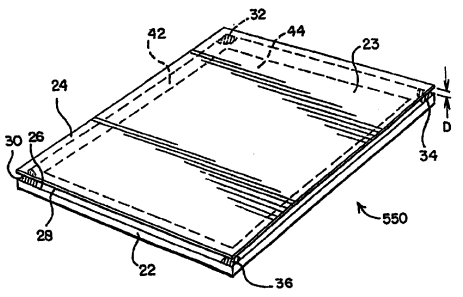
权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 10 页

[54] 发明名称

非线性触摸屏的动态校正

[57] 摘要

本发明提供在触摸屏中测量和跟踪非线性校正的方法。 可自动确定某些或全部有关的非线性校正。 生产场地试验设备可做电子测量、计算参数和在控制器电子设备的非易失性存储器中装入参数。作为选择，控制器电子设备能做电子测量和确定非线性参数。 本发明后面的实施例允许实地确定非线性参数、动态跟踪随着时间的推移或由于环境条件而发生的装机触摸屏的非线性特性的变化。



1.一种用于产生触摸坐标的触摸屏系统，包括:

触摸屏，其产生触摸信息以响应触摸,并产生在所述触摸屏中指示特定电特性的可测量信息，所述触摸屏包括基片，所述基片具有（a）四个角和在各角的角触点，和（b）二维电阻网络;

用于将电压或电流施加于所述角中每一个的部件;

用于测量所述电阻网络上的电压或电流的部件;

用于根据测量的电压或电流来确定触摸的部件;

用于将电压或电流施加于至少一个触点并测量至少一个不同触点的电压或电流从而确定指示所述网络的坐标校准参数的值的部件;

其特征在于，所述系统还包括:

与所述触摸屏通讯的校正参数电路，其中所述校正参数电路接收所述可测量信息并产生非线性校正参数; 和

接收所述触摸信息和所述非线性校正参数并在所述触摸屏中校正非线性的校正应用电路。

2.如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中所述触摸屏是 5－线触摸屏、9－线触摸屏或电容触摸屏中的一个。

3.如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中所述基片进一步包括有第一电阻率 ρ_A 的内区和有第二电阻率 ρ_B 的外区，其中第一和第二电阻率 ρ_A、ρ_B 不相等。

4.如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中所述基片进一步包括内区和外区，其中所述内区以所述外区为边并且所述外区包围所述内区。

5.如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中第一涂层包括基片，所述基片包括第一材料制成的多个条带，其中所述基片进一步包括在各对条带之间的间隙。

6.如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中所述校正应用电路周

期性地接收所述触摸信息和所述非线性校正参数，以及在所述触摸屏中周期性地校正非线性。

7. 如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中所述电特性是电阻、电容、电压或电流中的一个。

8. 如权利要求 1 所述的触摸屏系统，其中在一个角触点测量第一电压，同时给至少一个余下的角触点施加第二电压时。

9. 如权利要求 8 所述的触摸屏系统，其中当给一个余下的角触点施加第三电压时，给两个余下的角触点施加第二电压。

10. 如权利要求 1 所述的触摸屏系统，进一步包括与所述基片隔开的薄板，其中所述薄板包括第二涂层，所述基片包括第一涂层，且其中第二涂层面对第一涂层。

11. 如权利要求 1 所述的触摸屏系统，进一步包括与所述触摸屏和所述校正参数电路通讯的数字化电路，所述校正应用电路从所述数字化电路接收触摸信息并从所述校正参数电路接收所述非线性校正参数，并在所述触摸屏中校正非线性。

12. 如权利要求 11 所述的触摸屏系统，其中所述校正参数电路基于所述可测量信息确定电阻率的比，并且所述校正应用电路基于所述电阻率的比在所述触摸屏系统中校正非线性。

13. 一种在触摸屏中用于校正非线性的方法，所述方法包括：

测量所述触摸屏的电特性，其中所述电特性有值；和

借助控制器电子设备使用所述电特性的值在所述触摸屏系统中校正非线性。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述电特性是电压、电流、电阻或电容中的一个。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中重复所述触摸屏的电子特性的测量。

非线性触摸屏的动态校正

背景技术

本发明涉及一种用于在 2－维系统中确定位置的坐标的装置和方法，例如用于产生涉及触摸部位的输出信号的触摸敏感屏。本发明特别是涉及一种用于产生代表触摸部位的信号的装置和方法，其中应用了非线性校正。

对于正在增长的各种应用，触摸屏正在变成为备选的计算机输入装置。触摸屏是透明的输入装置，其能够检测到手指或其他电子无源触针相对于触摸屏的触摸部位。典型地，触摸屏放置于显示装置例如阴极射线管显示器和液晶显示器之上。触摸屏输入常常更多地应用于例如餐厅订单输入系统、工业过程控制应用、交互式博物馆展览、公共信息亭、膝上型计算机和其他这样的应用。

对于触摸屏的制作已经提出了许多方案，其中一些方案已经获得商业接收。触摸屏性能的一个重要方面是，在有效触摸区域内所有位置上实际的和测量的触摸部位之间的准确对应。有许多类型的触摸屏可用，包括 5－线电阻触摸屏、4－线电阻触摸屏、电容触摸屏、超声波触摸屏和红外线触摸屏。所有这些类型的触摸屏企图以有竞争力的成本价提供性能的高水平。

5－线电阻触摸屏已经为许多触摸屏应用广泛接收，例如来自加利福尼亚弗里蒙特 Elo Touchstems 有限公司的 AccuTouch®触摸屏产品线的 5－线电阻触摸屏。在 5－线电阻触摸屏中，来自手指或触针的机械压力引起弹性板（例如塑性盖板）弯曲并与下面的刚性基片（例如玻璃基片）物理接触。给刚性基片涂电阻涂层，在其上产生电压梯度。通过电连接到刚性基片的四个角，关联的电子设备从而能在 X 和 Y 方向顺序地产生电压梯度。弹性板的下面有在电阻涂层

与导电涂层之间的触摸位置提供电连接的导电涂层。应当注意在这种类型的触摸屏系统中，在触摸屏与控制器电子设备之间有总共五个电连接，也就是“5－线”。关于 5－线电阻触摸屏进一步的详细情况可在下面的美国专利中找到：给予吉布森（Gibson）的美国专利 4220815、给予吉布森（Gibson）等人的美国专利 4661655 和 4731508、给予泰尔梅迪（Talmadge）等人的美国专利 4822957、给予邓桑（Dunthorn）的美国专利 5045644 和给予肯特（Kent）的美国专利 5220136，通过引用将其详细描述结合在此。

由于 4－线电阻触摸屏制造成本一般低于 5－线电阻触摸屏制造成本，4－线电阻触摸屏统治着低端触摸屏市场。然而，应用中面对大量的使用需要可靠的性能，5－线电阻技术已经证实一般是较好的。为测量 X 和 Y 两者的坐标，4－线电阻触摸屏交替在基片电阻涂层上产生电压梯度和在弹性板导电涂层上产生相互垂直的电压梯度。作为弹性板机械可挠性的结果，随着导电涂层均匀电阻率的丧失，4－线电阻触摸屏的性能会降低。对 5－线触摸屏这不是问题，那里在刚性基片的电阻涂层上产生 X 和 Y 两者的电压梯度，弹性板上的导电涂层只需要提供电连续性。然而，在 5－线触摸屏中，需要某种复杂的外围电极模式使能够在同样的电阻涂层上连续地产生 X 和 Y 两个电压梯度。区分 5－线触摸屏与 4－线触摸屏的关键设计特征是，在 5－线触摸屏基片上四个角连接点的存在，在其上给外围电极模式施加电压。

如上所述的电压梯度的产生一样，控制器电子设备通过电流注入从 5－线电阻触摸屏能获得触摸信息。为了通过电流注入获得触摸信息，通过弹性板电流源注入电流，并然后测量到达每一个四角连接点的电流。从这些角电流的总合和比，重建触摸部位。电流入射与电压梯度之间的选择是电子设备设计选择，且很大程度上不依赖于触摸屏设计。用于有电压产生电子设备的触摸屏系统的外围电极模式设计，同样可应用于使用电流注入的触摸屏系统。

在电容触摸屏中，弹性板被薄透明电介质涂层代替，透明电介质涂层然后形成在涂有 ITO 或 ATO 的基片之上的外层。在一种电子读出的方法中，给四个角连接点施加振荡电压。手指触摸提供对地的 AC 分流，并因此在触摸位置起到 AC 电流源的作用。测量在四角连接点之间这种 AC 电流的分配，并将其用于确定触摸坐标。利用电流注入电子设备的 AC 变量。电容触摸屏通常需要外围电极模式，其起到如在 5－线电阻触摸屏中相同的基本功能。例如，3M 触摸系统有限公司供应的有外围电极模式的电容触摸屏(CLearTek™)和 5－线电阻触摸屏(TouchTek™)，类似于给予佩珀(Pepper)的美国专利 4371746 的图 1b 中所示的那些，通过引用将其详细说明结合在此。广为人知的是在 5－线电阻和电容系统两者之中都能使用外围电极模式。

在电子设备与每一个四角连接点之间既有驱动线也有检测线连接有时是有利的。在电子设备中有适当的反馈回路，驱动和检测线的组合给予控制器电子设备对施加给角连接点的电压的更好的控制。这导致“五－线”触摸屏的变量，其包括在电子设备与触摸屏之间的九线连接，或者称为九－线触摸屏。外围电极模式的设计很大程度上不受在五－线与九－线连接方案间选择的影响。两个都包括给外围电极模式施加电压的基片上的四角连接点。

分离的驱动和检测线的使用也导致 4－线触摸屏的变量，即“8－线”电阻触摸屏，例如由德克萨斯奥斯丁和 3M 触摸系统甘兹美国有限公司出售的那些。例如，如果给在电阻涂层上激发电压梯度的一对驱动线施加 0 和 5 伏，驱动线上的电压降可导致越过电阻涂层的总电压降的减少，比如说从 0.2 到 4.8 伏。而且，如果驱动线电压降随着老化或环境条件而变化，触摸部位与测量的电压间的关系也将变化。然而，通过监控检测线上的电压，能跟踪并通过对原始测量的触摸坐标的线性校正解决这种变化。

不是按照严格的标准来制造触摸屏而是对触摸屏数据应用校正，以补偿制造变化和非理想的材料性能。能使用两种类型的校正：线

性的和非线形性的。电阻和电容触摸屏通常被设计为“线性的”，在其中 X 和 Y 电压梯度被交替运用于公共的电阻涂层。那就是，在水平或 X 方向测量电压时，在电阻涂层上的等位线基本上是直的、竖直的、并是均匀间隔的。在竖直或 Y 方向测量电压梯度时，等位线实际上也是直的并是均匀间隔的，但是水平的。无论在 X 方向还是 Y 方向，如果等位线不是直的和均匀间隔的，那么认为触摸屏是非线性的。不管制造的变化，线性触摸屏的设计与制造包括良好近似这些线性条件。虽然线性触摸屏将控制器电子设备计算的负荷减到最小，然而重大的制约在于线性触摸屏的设计与制造上。

有非线性触摸屏是可能的，可是有线性触摸屏系统。在这种情况下，控制器电子设备或在主机算计上的驱动器软件必须给粗略的触摸屏测量应用非线性校正。随着电子设备和信息处理软件成本的连续下跌，将线性系统水平性能的负荷更多地移向电子设备和软件变得有吸引力。

非线性触摸屏系统的关键问题是非线性参数的确定。在已知的部位通过机械地触摸适当的点格，能校准非线性触摸屏。然而，对于触摸屏制造过程或触摸屏系统安装过程这是重要的附加物，其不可避免地增加成本。作为选择，能使用固定的非线性校正参数集并保证制造的各触摸屏有相同的非线性失真。然而，这导致和在线性触摸屏的制造过程中相似的容差要求，并因此不可避免地增加成本。从而，有必要改进用于触摸屏系统的确定非线性校正参数的方法。

在先前的系统里非线性校正通常是固定不变的。因而，随时间或环境条件的变化而变化的非线性失真是有问题的，并限制对触摸屏制造过程和材料的选择。因而，需要便利的和自动的手段来更新非线性参数，并跟踪随时间和环境条件的变化而出现的非线性失真的变化。

发明内容

本发明提供在触摸屏中测量和跟踪非线性校正的方法。使用各

种类型电路的可以确定某些或全部有关的非线性校正。生产场地试验设备（production floor test equipment）可做电子测量、计算参数和在控制器电子设备的非易失性存储器中装入参数。作为选择，控制器电子设备能做电子测量和确定非线性参数。本发明后面的实施例允许实地确定非线性参数、动态跟踪随着时间的推移或由于环境条件而发生的装机触摸屏的非线性特性的变化。

按照本发明的第一方面，提供用于产生触摸坐标的触摸屏系统。该触摸屏系统包括触摸屏、校正参数电路和校正应用电路。触摸屏产生触摸信息以响应触摸，并产生指示触摸屏特定电特性的可测量信息。校正参数电路与触摸屏通讯，其中校正参数电路接收可测量信息并产生非线性校正参数。校正应用电路接收触摸信息和非线性校正参数并校正触摸屏中的非线性。

按照本发明的另一方面，提供用于产生代表触摸部位的信号的触摸屏系统。该触摸屏系统包括有四个角并在各角有角触点的基片，以及与各角触点通讯的数字化电路。数字化电路测量一个触点的电特性并产生可测量信息以响应。触摸屏系统还包括与数字化电路通讯的校正参数电路。校正参数电路产生非线性校正参数。

按照本发明的另一方面，提供在触摸屏中用于校正非线性的方法。触摸屏包括与第二点隔开的第一点。该方法包括当给第二点施加电压或电流中的一个时，测量第一点的电特性并产生可测量信息以响应。该方法还包括使用可测量信息在触摸屏中校正非线性。

按照本发明的另一方面，提供用于产生代表触摸部位的信号的触摸屏系统。该触摸屏系统包括基片，基片包括与第二触点隔开的第一触点和覆于基片上并与第一和第二触点通讯的第一涂层。该触摸屏系统还包括与基片隔开的薄板，其中薄板包括面对第一涂层的第二涂层，其中从第一部位（在那里第二涂层与第一涂层不相接触）到第二部位（在那里第二涂层与第一涂层相接触）薄板是可移动的。该触摸屏系统还包括与第一和第二触点两者通讯的数字化电路，其

中数字化电路接收第一模拟可测量信息并产生数字可测量信息以响应，其中，当薄板在第一部位时数字化电路接收模拟可测量信息。该触摸屏系统还包括校正参数电路和校正应用电路。校正参数电路与数字化电路通讯，其中校正参数电路接收数字可测量信息并产生校正参数以响应。校正应用电路接收校正参数并使用校正参数在触摸屏系统中校正非线性。

按照本发明的另一方面，提供在触摸屏中校正非线性的方法。该触摸屏包括基片和与基片隔开的薄板。基片包括与第二触点隔开的第一触点和覆于基片上并与第一和第二触点通讯的第一涂层。薄板包括面对第一涂层的第二涂层，其中从第一部位（在那里第二涂层与第一涂层不相接触）到第二部位（在那里第二涂层与第一涂层相接触）薄板是可移动的。该方法包括当给第二点施加电压或电流中的一个时，测量第一触点的电特性，当薄板在第一部位时，产生可测量的信息以响应测量，并使用可测量信息在触摸屏系统中校正非线性。

按照本发明的另一方面，提供用于产生代表触摸部位的信号的触摸屏系统。该触摸屏系统包括触摸屏和与触摸屏通讯的数字化电路，其中数字化电路接收模拟可测量信息并产生数字可测量信息以响应。该触摸屏系统还包括与数字化电路通讯的校正参数电路，其中校正参数电路使用数字可测量信息在触摸屏中校正非线性。

按照本发明的另一方面，提供在触摸屏中校正非线性的方法。该方法包括测量触摸屏的电特性，其中电特性有值，并使用该电特性的值在触摸屏中校正非线性。

附图说明

图 1 是按照本发明的实施例，说明触摸屏系统运行的流程图。

图 2 是按照本发明的实施例，具有初始等位线的触摸屏的平面图。

图 3 是按照本发明的实施例，具有初始和失真等位线的图 2 的

触摸屏的平面图。

图 4 是按照本发明的实施例，具有失真等位线的图 2 的触摸屏的平面图。

图 5 是按照本发明的实施例，产生可测量信息的数字化电路的一个例子。

图 6 是按照本发明的实施例，触摸屏的透视图。

图 7 是图 6 的触摸屏的基片的透视图。

图 8 是按照本发明的实施例，触摸屏的基片的平面图。

图 9 是按照本发明的实施例，图 8 的基片的放大平面图。

图 10 是按照本发明的实施例，触摸屏的基片的平面图。

图 11 是按照本发明的实施例，触摸屏的基片的平面图。

图 12 是按照本发明的实施例，触摸屏的基片的平面图。

图 13 是图 12 中所示的沿基片的 13－13 线的剖面图。

图 14 是按照本发明的实施例，触摸屏系统的部分的示意图。

图 15 是按照本发明的实施例，说明触摸屏系统运行的流程图。

图 16 是按照本发明的实施例，说明触摸屏系统运行的流程图。

图 17 是按照本发明的实施例，触摸屏系统的示意图。

图 18 是按照本发明的实施例，触摸屏系统的示意图。

应该意识到，为了说明的简单和清楚，图中所示的单元没有必要按比绘制。例如，为了清楚夸大了某些单元相对的相互之间的尺寸。而且，其中考虑适当，在附图中重复附图标记以指示相应的单元。

具体实施方式

图 1 是按照发明的方法的说明的流程图。将会明白，在装置（系统）中或通过计算机程序指令能实现流程图的某些块以及流程图中块的组合。可给计算机或其他可编程数据处理装置装入这些计算机程序指令以产生一种设备，这样以使得在计算机或其他可编程数据处理装置上执行的指令产生用于实现在流程图的块中指定的功能的

单元。这些计算机程序指令也可被存储在计算机可读存储器中，其能指挥计算机或其他可编程数据处理装置以特定的方式运行，这样以使得存储在计算机可读存储器中的指令生产一件产品，例如，实现在流程图的块中指定的功能的指令单元。也可给计算机或其他可编程数据处理装置装入计算机程序指令，以引起在计算机或其他可编程数据处理仪器中执行的工作步骤系列以产生计算机实现的过程，这样以使得在计算机或其他可编程装置中执行的指令提供用于实现流程图的块中详指定的功能的步骤。

因此，流程图说明的块支持用于执行指定功能的单元的组合、用于执行指定功能的步骤的组合和用于执行指定功能的程序指令单元。还将了解，通过执行指定功能或步骤的专用的基于硬件的计算机系统或专用硬件和计算机指令的组合，能实现流程图说明的各块和流程图说明的块的组合

见图 1 和 2，触摸屏 50 产生触摸信息 100 以响应触摸，并且根据监控特定的电学特性产生可测量信息 102。触摸屏 50 可以是许多类型触摸屏中的任何一个，例如，5－线电阻触摸屏、9－线电阻触摸屏或电容触摸屏。最初，如图 2 所示，触摸屏 50 几乎是线性的。在触摸屏 50 上产生的电压梯度有初始垂直的等位线 120 和初始水平的等位线 122。初始等位线 120、122 是穿过触摸屏 50 的触摸区域 21 的，其中在初始等位线 120、122 上的各点按时间在某些点处于相同的电位（at some point in time）。于是，例如如果寻找触摸部位的水平坐标，那么给触摸屏 50 的角触点 32 和 34 施加电压 V_0，且角触点 30 和 36 接地，导致初始垂直的等位线 120。另外，如果寻找触摸部位的垂直坐标，那么给触摸屏 50 的触点 30 和 32 施加电压 V_0，产生初始水平的等位线 122。例如图 3 和 4 所示，如果向触摸屏 50 引入非线性失真，触摸屏 50 产生有失真的垂直等位线 128 和失真的水平等位线 130 的电压梯度。由于向触摸屏 50 引入非线性失真，如图 3 所示，失真的等位线 128、130 的曲率可不同于初始等位线 120、

122 的曲率。通过设计向触摸屏 50 引入非线性失真，或者通过许多事件（例如，触摸屏 50 制造中的不规则或环境条件的变化）中的一个可引起。

触摸屏 50 产生触摸信息 100 以响应在部位 A 的触摸。在一个实施例中，触摸信息 100 是模拟信号，如下面所讨论的，随后被转换为数字信号，称为数字触摸信息 106。触摸信息 100 代表例如触摸的测量部位 M，并包含信息，例如在触摸部位 A 的实际的垂直和水平等位线的电压。作为选择，通过在触摸部位 A 向基片 22 注入电流和在角触点 30、32、34 和 36 测量作为结果的电流，可读出测量的触摸部位 M。在这种情况，等位线 120 被认为是右边触点 32 和 34 的电流的总合对所有角触点 30、32、34 和 36 的电流的总合的等比的线，且同样地等位线 122 被认为是通过上角触点 30 和 32 注入的电流的分数。最初，对触摸屏系统 20 等位线 120、122 呈线性，因此，如图 2 所示，测量部位 M 和实际部位 A 是在同一点。如图 3 所示，如果向触摸屏引入非线性失真和改变原始等位线 120、122 的曲率，测量部位 M 的值会偏离触摸的实际部位 A 的值。如果由于向触摸屏 50 引入非线性失真，测量部位 M 偏离实际部位 A，则为了补偿这种非线性失真和确定触摸的实际部位，如下所述，可以将非线性校正应用于数字触摸信息 106。为了补偿引入到触摸屏 50 的任何非线性失真，对数字触摸信息 106 执行非线性校正 112，以使校正的测量部位 118 精确地代表实际部位 A。

根据监控未触摸触摸屏的基片的特定电学特性，触摸屏 50 也产生可测量信息 102，其中可测量信息 102 代表监控的电学特性的值或多个监控的电学特性。电学特性可以是各种各样的电学状态，例如电阻、电容、电压或电流。优选的是，当给剩余的角触点（例如角触点 32、34 和 36）施加至少一个电压或电流时，测量一个角触点（例如角触点 30）的电学特性。例如，当给角触点 32、34 和 36 施加电压时，根据监控角触点（例如角触点 30）的电压，触摸屏 50 可产生

可测量的信息 102。作为另一个例子，当给角触点 32 施加电压 V_0 以及角触点 30 和 34 接地时，可监控然后测量角触点 36 的电压。另外，当给角触点 32 施加第二电流且不给角触点 30 和 34 施加电流时，可监控和测量角触点 36 的第一电流。在一个实施例中，如下所讨论的，可测量信息 102 是模拟信号，它随后被转换为数字信号（称为数字可测量信息 104）。数字可测量信息 104 用于确定校正参数 108，校正参数 108 随后被用于数字触摸信息 106 的非线性校正。

参考图 1，触摸信息 100 和可测量信息 102 最好是模拟信号，然后在块 110 和 114 其被转换为数字信号，且分别作为数字触摸信息 106 和数字可测量信息 104 从块 110 和 114 输出。最低限度，块 110 和 114 包含模数转换器。任选地，块 110 和 114 可包含另外的模拟电路，以对随后被数字化的触摸信息 100 和可测量信息 102 的模拟信号进行缓冲、放大、滤波、或另外进行调整。

数字触摸信息 106 进入块 112，为了补偿引入触摸屏 50 的非线性失真，于是，给数字触摸信息 106 应用非线性校正，以使校正后的测量部位 118 的值更接近或与实际部位 A 的值一致。数字可测量信息 104 进入块 116，然后，用于确定非线性校正参数或随后被应用于数字触摸信息 106 的参数 108。如上所述，为了校正引入触摸屏 50 的非线性失真，校正参数 108 然后进入块 112 并被用于给数字触摸信息 112 应用非线性校正。

根据对触摸屏 50 中发现的非线性失真的校正，如块 112 所示，然后获得触摸坐标 118。与代表测量部位 M 的触摸信息 100 相比，触摸坐标 118 更精确地代表实际部位 A。然后，电子装置可使用触摸坐标 118 以确定触摸的实际部位。电子装置是可使用触摸屏 50 的任何装置，例如个人数字助理、现金出纳机、个人计算机、全球定位系统（GPS）单元、自动导航系统、飞机售票亭、表、便携式音频播放机机或电话。

图 6 和 7 说明触摸屏 550，它是触摸屏 50 的一个首选的实施例。

如图 6 所示，触摸屏 550 包括在薄板 24 下面的基片 22，在基片 22 上的第一涂层 26，以及面向第一涂层在薄板 24 上的第二涂层 28。优选的是，基片 22 通常是长方形并包括第一、第二、第三和第四触点 30、32、34 和 36，在基片 22 的各角定位一个触点。优选的是，基片 22 通常包括刚性材料，例如玻璃或硬塑料。优选的是，第一涂层涂敷基片 22 的一侧且是电阻涂层，例如氧化锡、氧化铟锡或导电聚合物。如图 6 所示，薄板 24 与基片 22 隔开距离 D。优选的是，薄板 24 包括通常弹性材料，例如塑料、玻璃微片（microsheet）或包含玻璃和聚合物材料的迭片。如图 6 所示，薄板 24 包括在薄板 24 面对第一涂层 26 的一侧上的第二涂层 28 和在薄板 24 的相对侧的触摸表面 23。从第一部位（在那第二涂层 28 与第一涂层 26 不接触）到第二部位（在那第二涂层 28 与第一涂层 26 在触摸部位接触）薄板 24 是可移动的。当给薄板 24 施加作为触摸结果的压力时，从第一部位向第二部位移动薄板 24，且薄板 24 弯曲，因此引起第一涂层 26 与第二涂层 28 接触。优选的是，第二涂层 28 是电阻涂层。

如图 7 所示，第一涂层 26 包括有电阻率的内区 44 和外区 42。内区 44 以外区 42 为边，并且外区 42 包围内区 44。在一个实施例中，如图 6 和 7 所示，外区 42 包括角触点 30、32、34、36。与期望更好地成形在内区 44 内的等位线时，外区 42 可包含任何各种各样的结构。可能的范围成形结构包括但不限于以下教导的那些：给予赫斯特（Hurst）、瑞奇（ Ritchie）、布丁（ Bouldin）和华麦克（ Warmack）的 PCT 申请 WO/98/19283 A1 ，给予吉布森（Gibson）的美国专利 4220815，给予吉布森（Gibson）等人的美国专利 4661655 和 4731508，给予泰尔梅治（Talmadge）等人的美国专利 4822957，给予 邓桑（Dunthorn）的美国专利 5045644，以及给予佩珀（ Pepper）的美国专利 4371746，通过引用将其详述结合在此。优选的是，角触点 30、32、34、36 位于或接近外区 42 的角，并提供向触摸屏外电路的电连接。

如上所述，虽然本发明适用于宽范围的触摸屏 50，下面的例子提供本发明的概念的定量说明。参照图 8 和 9，显示有用户触摸的触摸区 21 的基片 22 的触摸屏 150。基片 22 包括基本透明的电阻第一涂层 146。基片 22 可包括例如玻璃，且第一涂层 146 可包括例如氧化锡。如图 8 和 9 所示，第一涂层 146 不是均匀地覆盖基片 22，而是以紧密地隔开的条带图案构成。优选的是，第一涂层 146 包括由第一材料（例如氧化锡）构成的多个条带 27，且其中基片 22 进一步包括在每一对条带 27 之间的间隙 25，其中间隙 25 不包括第一材料。优选的是，间隙 25 包括第二材料，它是绝缘材料，例如空气。阴暗区域表示第一涂层 146 的条带 27，而之间的间隙 25 表示没有涂敷第一涂层 146 的区域。如于此所使用的，W_2 是条带 27 的宽度。例如，在一个实施例中，W_2 在 0.50 和 2mm 之间。条带 27 之间的间隙 25 表示绝缘区域，其中要么从基片 22 去除了第一涂层 146 要么从未向基片 22 涂敷第一涂层 146。如于此所使用的，g 是这些间隙 25 的宽度，例如，它可以是在 0.05 和 0.2mm 之间。如于此所使用的，ρ_0 是第一涂层 146 的电阻率(Ohms/square: 欧姆/平方)。如图 8 和 9 所示，在 Y 方向，平均电阻率变为 $\rho_0' = (1+g/W_2) * \rho_0$

如图 8 所示，大张带条带电阻涂层的这种基片材料可被切割成高度 H 和宽度 W_1 的触摸屏大小的片。四个暗的正方形表示四个触点 30、32、34、36。顶部触点 30、32 连接到总电阻 R 的第一线性电阻器 60 的端点。底部触点 34、36 类似地连接到总电阻 R 的第二线性电阻器 62。第一和第二线性电阻器 60、62 可以例如包括导电的复合聚合物墨印刷条。触点 30、32、34、36 和两个线性电阻器 60、62 与电阻涂层 146 的各条带 27 的端点电接触。

如图 8 和 9 所示，上述触摸屏设计将提供在水平或 X 方向是线性的触摸屏 150。一旦给触摸屏 150 的触点 30、32、34、36 施加适当的电压，在顶部和底部线性电阻器 60、62 上将产生线性电压梯度。例如，给左边两个触点 30、36 中的每一个可施加 0 伏，且给右边两

个触点 32、34 中的每一个可施加 5 伏。在触摸区域 21 的 X 方向，这为线性电压梯度提供校正边界条件。各条带 27 将处于恒定的电位，且各条带 27 以基本相同的电压差不同于邻近的条带 27。用电流注入读出，也提供 X 方向的线性度。

因为电流流经线性电阻器 60、62，上述的触摸屏设计在 Y 方向的电压梯度将是非线性的。在 Y 方向量化电压梯度的非线性的关键校正参数 β 可定义为:

[1] $\beta \equiv (R/2)/(\rho_0' * H/W_1)$

其中 β 是 X 方向触摸屏 150 的总电阻对 Y 方向触摸屏 150 的触摸区域的总电阻的比。触摸屏 150 的水平电阻是顶部和底部线性电阻器 60、62 的组合的并联电阻，也就是 R/2。如果两个左边的触点 30、36 相互连接且两个右边的触点 32、34 也相互连接，这将是通过欧姆计测量的电阻。触摸屏 150 的触摸区域的垂直电阻是 $\rho_0' * H/W_2$，其中 ρ_0' 是第一涂层 146 的每平方的欧姆，ρ_0，由于在间隙 25 除去的涂层而做了电阻轻微增加的校正。

能定义坐标系，在其上触摸屏 150 的中心作为原点 (x, y) = (0, 0) 和“地”或 0 电压。对 Y 方向电压梯度的产生，在 $(x, y) = (\pm W_1/2, H/2)$ 的顶部触点 30、32 供有电压+V，以及在 $(x, y) = (\pm W_1/2, -H/2)$ 的底部触点 34、36 供有电压 − V。能数学地表示在 Y 方向产生的作为结果的非线性电压梯度由下述方程给出。

[2] $V_y(x, y) = V * (2y/H) * [\cosh(\beta^{1/2}(2x/W_1))/\cosh(\beta^{1/2})]$

在非线性校正参数 β 趋近 0 的数学极限处，该方程趋近简单线性电压梯度 $V_y(x, y) = V * (2y/H)$。在与 W_1 相比 W_2 十分小的极限处，触摸屏 150 的水平电阻简单是顶部和底部线性电阻器 60、62 的组合的并联电阻。在触摸屏 150 的顶部（底部）中心，在 $(x, y) = (0, \pm H/2)$，Y 方向的失真达到它的最大值，达到一阶 β、(β/4) *H。从而，如果第一与第二线性电阻器 60、62 的电阻 R 相对于第一涂层 146 的电阻率做的十分小，触摸屏 150 有效地变成线性。例如，如果

$\beta < 1/25$，触摸屏 150 将变成好于±1%的线性。虽然这避免了对非线性校正的需要，第一和第二线性电阻器 60、62 的电阻 R 的十分低的值是不好的，因为它将增加触摸屏 150 的电源需求和/或增加触摸屏 150 对电子噪音的敏感度。在系统级，考虑非线性校正参数 β 的更大的值是有利的。

例如，对 $\beta = 1$ 的值，在 Y 方向电压梯度的产生显著地失真。又最大失真是在 $(x, y) = (0, \pm H/2)$，由于非线性失真 V_y $(0, H/2)$ 从 V 下降到 0.648*V，也就是下降 35%。在沿 Y 方向触摸部位的测量中对应的误差相当于触摸屏 150 的高度 H 的约 18%。在触摸屏系统中，该误差水平是不可接收的，因此，非线性校正是需要的。假定已知非线性校正参数 β，通过将下面关系到真实触摸部位 (x, y) 的联立方程组转换到未应用非线性校正的原始测量坐标 (x', y')，能确定这些非线性校正。

[3] $x' = x$

[4] $y' = H*Vy(x, y)/2V = y * [\cosh(\beta^{1/2}(2x/W_1))/\cosh(\beta^{1/2})]$

转换后的方程如下：

[5] $x = x'$

[6] $y = y'*\cosh(\beta^{1/2})/\cosh(\beta^{1/2}(2x'/W_1))$

对于算法化，通过多项式展开、查表、线性外推法等的适当使用，有避免超越双曲余弦函数的选择。

从可测量的 R_x 和 R_Y 能确定参数 β。如于此使用的，R_x 是在 X 方向测量的触摸屏 150 的电阻。为确定 R_x，我们要使两个左触点 30、36 相互电连接且使两个右触点 32、34 同样地相互电连接，以及左和右触点 30、32、34、36 全部连接到欧姆计或等效功能的电路。电阻 R_x 于是简单是顶部和底部线性电阻器 60、62 的并联电阻。

[7] $Rx = R/2$

如于此使用的，R_y 是在 Y 方向测量的触摸屏 150 的电阻。为确定

R_Y，我们使两个上部触点 30、32 相互电连接，且使两个底部触点 34、36 同样地相互电连接，以及上部和下部触点 30、32、34、36 全部连接到欧姆计或等效功能的电路。为计算的简单，让我们假定在上部触点 30、32 欧姆计施加电压+V，且电压－V 施加在底部触点 34、36 上。使用对 V_y (x, y)的上述公式，我们能计算进入（比如说上部左电极）的电流。

[8] $$I = -\partial V_y / \partial X(-W_1/2, H/2)/(R/W_1) = V * 2\beta^{1/2} \tanh(\beta^{1/2})/R$$

因为角是成对的，对施加的电压 2V,欧姆计电流是 2I,所以 Y 方向的电阻如下:

[9] $$R_Y = (2V)/(2I) = R/(2\beta^{1/2} \tanh(\beta^{1/2}))$$

注意，在极限 $\beta \to 0$，线性电阻器 R 变成导电母线，且如所期望的 $R_Y \to \rho_0' * H/W_1$。

现在考虑 X 和 Y 电阻的比:

[10] $$R_x/R_Y = \beta^{1/2}\tanh(\beta^{1/2}) = \beta - \beta^2/3 \pm \ldots$$

能容易地使用方程[10]去构造作为测量的比 R_x/R_Y 的函数的 ß 的对照表。因而用 R_x 和 R_Y 的欧姆计测量，能确定非线性校正参数 ß，因此，可对触摸屏 150 适当地应用非线性校正。

注意非线性校正参数 $\beta \equiv (R/2)/(\rho_0' * H/W_1)$ 取决于第一和第二线性电阻器 60、62 的电阻 R、第一涂层 146 的电阻率 ρ_0、及间隙 25 的宽度 g(回想 $\rho_0' = (1+g/w) * \rho_0$)。所有这些因素服从制造变化。例如，如果线性电阻器 60、62 由丝网印刷导电墨形成，由于印刷高度、印刷宽度和墨电阻率的变化，电阻 R 可变化。由于涂层厚度和第一涂层 146 所用材料的电性能的变化，第一涂层 146 的电阻率 ρ_0 可变化。间隙 25 的宽度 g 也可服从制造变化。在许多情况下，在单一触摸屏 150 内这些制造参数可趋于十分一致，但是，制造过程中的漂移可导致各部件的这些制造参数的变化。在这种情况下，ß 的值可服从有效的制造变化(significant manufacturing variations)，但是保持唯一有效的非线性校正参数(only significant non-linear correction

parameter)。

参考图 1，触摸屏 50 可包括有电阻涂层 26 和多个角触点 30、32、34 和 36 的基片 22。另外，如下所述，触摸屏 50 可以是另一设计。虽然描述了四个角触点 30、32、34、36，触摸屏 50 可包括任何数量的基片触点。

在一个实施例中，如图 17 所示，在触摸屏系统 520 的控制器电子设备 525 中图 1 的块被具体化为硬件电路。在本实施例中，触摸屏系统 520 包括触摸屏 50 和控制器电子设备 525。控制器电子设备 525 连接到触摸屏 50，并且对触摸屏 50 的运转是必需的。优选的是，控制器电子设备 525 固定地连接到触摸屏 50，以使当触摸屏 50 在生产场地外实际使用时它们与触摸屏 50 保持在一起。控制器电子设备 525 是用来永久连接到触摸屏 50。控制器电子设备 525 的使用允许实际确定校正参数 108、动态跟踪随时间的推移或由于环境条件而发生的已装机触摸屏 50 的非线性特性的变化。

控制器电子设备 525 包括数字化电路 510 和 514、校正参数电路 516 和校正应用电路 512，其全部在功能上分别地对应于块 110、114、116 和 112。在本实施例，触摸屏系统 520 如下确定非线性校正参数 508。数字化电路 514 与触摸屏 50 通讯，且通过施加电压或注入电流或通过其他电子手段，测量触摸屏 50 的电子特性。优选的是，当不接触触摸屏 50 时，完成这样的测量。以这种方式，给数字化电路 514 传输关于触摸屏 50 的电子特性的模拟可测量信息 502。

如于此所定义的，相互“通讯”的装置或电路是其中使用各种各样的不同传输技术从一个装置向第二个传输信息的装置或电路，上述各种各样的不同传输技术例如但不限于：无线传输，通过电缆的电子传输，通过光缆的光传输，无线的、电子的和光的传输的结合，或允许装置相互之间通讯或传输信息的任何其他传输技术。另外，用来相互“通讯”的装置或电路不必要在一个方向传输信息。在装置之间可以是双向地传输信息。

数字化电路 514 然后将模拟可测量信息 502 转换为数字可测量信息 504，并向校正参数电路 516 传输数字可测量信息 504。使用数字可测量信息 504，校正参数电路 516 又产生非线性校正参数 508，并向校正应用电路 512 传输非线性校正参数 508，校正应用电路 512 对数字触摸信息 506 应用非线性校正以确定线性触摸坐标 518。

如图 17 所示，触摸屏系统 520 如下确定线性触摸坐标 518。数字化电路 510 与触摸屏 50 通讯。如果触摸屏 50 是电阻触摸屏，数字化电路 510 也将优选地是与触摸屏 50 的薄板 24 通讯。当触摸触摸屏 50 时，通过施加电压或通过注入电流或通过其他电子手段，数字化电路 510 探查触摸屏 50 的触摸状况。以这种方式，向数字化电路 510 传输关于触摸位置的模拟触摸信息 500。数字化电路 510 将模拟触摸信息 500 转换为数字触摸信息 506，并向校正应用电路 512 传输数字触摸信息 506。数字化电路 510 包括用于将模拟触摸信息 500 转换为数字触摸信息 506 的模数转换器。数字化电路 510 然后向校正应用电路 512 传输数字触摸信息 506。校正应用电路 512 使用从校正参数电路 516 接收的非线性校正参数 508 将非线性校正应用于数字触摸信息 506。以这种方式，即使触摸屏 50 是非线性的，触摸屏系统 520 总体上能充当线性触摸屏系统。

在这里，所使用的术语“电路”是泛指。例如电路，如电路 512 和 516，可以是专用定制设计的电子电路，但是也可采取由个人计算机操作系统使用的触摸屏驱动器软件的形式。例如，Windows™ 操作系统可认为触摸屏驱动器是一种鼠标驱动器。参考图 18，在某些实施例中，所提供的触摸屏系统 620 包括功能分别相当于块 114 和 116 的数字化电路 614 和校正参数电路 616。使用数字化电路 614 和校正参数电路 616 以确定非线性校正参数 608，其中数字化电路 614 和校正参数电路 616 只是暂时地与触摸屏 50 通讯。在本实施例中，触摸屏系统 620 也包括触摸屏 50、数字化电路 610 和功能分别相当于块 110 和 112 的校正应用电路 612。在本实施例中，触摸屏系统 620 如下确

定非线性校正参数 608。数字化电路 614 与触摸屏 50 通讯，并通过施加电压或通过注入电流或通过其他电子手段，测量触摸屏 50 的电子特性。优选的是，当不接触触摸屏 50 时完成这种测量。以这种方式，向数字化电路 614 传输关于触摸屏 50 的电子特性的模拟可测量信息 602。数字化电路 614 然后将模拟可测量信息 602 转换为数字可测量信息 604，并向校正参数电路 616 传输数字可测量信息 604。最低限度，数字化电路 614 包括将模拟可测量信息 602 转换为数字信号（也就是数字可测量信息 604）的模数转换器。使用数字可测量信息 604，校正参数电路 616 又产生非线性校正参数 608，并向校正应用电路 612 传输非线性校正参数 608，为了确定线性触摸坐标 618，校正应用电路 612 给数字触摸信息 606 应用非线性校正。向数字化电路 610 传输关于触摸位置的模拟触摸信息 600。数字化电路 610 将模拟触摸信息 600 转换为数字触摸信息 606，并向校正应用电路 612 传输数字触摸信息 606。使用从校正参数电路 616 接收的非线性校正参数 608，校正应用电路 612 给触摸信息 606 应用非线性校正。以这种方式，即使触摸屏 50 不是线性的，触摸屏系统 620 总体上能充当线性触摸屏系统。

由于数字化电路 614 和校正参数电路 616 只是暂时与触摸屏 50 通讯，可以用各种各样的不同方式实现它们。例如，如图 18 所示，数字化电路 614 和校正参数电路 616 可安置在生产场地测试设备上。如上所讨论的，生产场地测试设备 630 于是要么手工地要么自动地采集可测量信息 602，如 R_x 和 R_Y。使用可测量信息 602，生产场地测试设备 630 于是能确定适当的非线性校正参数，然后非线性校正参数可随后被装入校正应用电路 612，例如包括校正应用电路 612 的触摸屏控制器产品的非易失性存储器，或者如驱动器软件可得到的数据文件，驱动器软件包括由校正参数电路 616 产生的应用非线性校正 608 的代码。生产场地测试设备 630 能并入能与触摸屏 50 电连接的现有的生产线测试设备。

对非线性校正参数（例如β）通过使其制造公差更宽，如上所述，本发明能极大地放宽制造公差和有效地增加设计、材料和制造工艺的选择。最后，在触摸屏系统和触摸屏 50 的制造和生成时，本发明能使成本有效降低。

如上所述，虽然使用生产场地测试设备 630 有优点，然而将电路 614 和 616 从生产场地测试设备 630 移到装机触摸屏系统 520 也有大的优点。在这种情况，电路 514 和 516 能周期性地测量并跟踪非线性校正参数，因此，提供动态非线性校正，如上讨论的。例如，如图 8 所示，当遭受温度和/或湿度的环境变化时如果第一涂层 146 的电阻率和线性电阻器 60、62 的电阻 R 变化，非线性校正参数β将不稳定并将从它在生产场地的值向它离开生产场地且在实际运行中的值漂移。各种各样的老化影响也可引起非线性校正参数改变。动态非线性校正提供适应这种漂移的手段，通过准许允许非线性校正参数漂移的材料、制造工艺和设计的使用，允许进一步增加成本降低的选择。

参考图 17，数字化电路 510 可以是例如标准 5－线控制器产品，如 Elo TouchSystem 的 2210 系列控制器。在这种情况，模拟触摸信息 500 采取的是由薄板 24 产生的电压的形式，其对应于基片 22 的 X 和 Y 激励。假设触摸屏相当于触摸屏 150，如上所述，数字化电路 510 产生数字触摸信息 506，其通过简单误差和放大与方程式[3]和[4]的 x'和 y'相联系。数字触摸信息 106（即（x'，y'））包括非线性失真。在校正应用电路 512 中校正这些失真。例如，校正应用电路 512 可以是运行包括基于方程式[5]和[6]的校正算法的触摸屏驱动器软件的主计算机。以这种方式，校正应用电路 512 将原始的非线性部位测量（x'，y'）转换成（x，y），即想得到的触摸坐标 518。

另外，非线性校正参数 508 可如下确定。起到欧姆计的作用，如方程[7]和[9]给出的，数字化电路 514 可测量触摸屏 150 的 R_X 和 R_Y。例如，如果给触摸屏 150 的角触点 30、32、34 和 36 施加预先

确定的电压，然后通过触摸屏 50 和数字化电路 514 之间的作为结果的电流可产生可测量信息 502。在这种情况下，数字可测量信息 504 是数字形式的电阻 R_X 和 R_Y。校正参数电路 516 然后使用方程[10]，例如以查表的形式（该表包括电阻比 R_X/R_Y 的不同的值和非线性校正参数 508 的相应值）将数字可测量信息 504 转换成非线性校正参数 108，例如 ß。这个例子（图 8）的公式定量说明图 1 和 17 所示概念的一个具体实施例。

参考图 10，显示了触摸屏 250，其中第一涂层 26 包括具有第一电阻率 ρ_A 的内区 44 和具有第二电阻率 ρ_B 的外区 42，其中第一和第二电阻率 ρ_A、ρ_B 不相等。内区 44 以外区 42 为边，并且外区 42 包围内区 44。优选的是，如图 10 所示，外区 42 是有四个边四边形。包括有内区 44 和外区 42 的第一涂层 26 的触摸屏 250 在这里也将被认为是画框触摸屏。用许多方法中的一种能产生内区 44 和外区 142。例如，在基片 22 上涂敷第一涂层 26 的过程中，可在基片 22 上放置掩膜以遮盖并阻止在基片 22 的表面的子集上第一涂层 26 的沉积。内区 44 和外区 42 的产生，使得能制造具有对应于两个不同电阻率 ρ_A、ρ_B 的两个区的基片 22。如图 10 所示，外区 142 作为基片 22 的边界。触点 30、32、34、36 位于基片 22 上的外区 42 内。

如果 ρ_A/ρ_B 趋近于∞，也就是如果与外区 46 的第二电阻率 ρ_B 相比内区 44 的第一电阻率 ρ_A 变得十分大，触摸屏 250 将变成线性的。如果触摸屏 250 变成线性的，非线性校正参数将趋近于 0，然而，触摸屏 250 将遭受到电源需求的增加和对电子噪音敏感性的增加。因此，优选的是设计非线性的触摸屏 250 大体上仍然有线性触摸屏的优点，在其上可十分精确地确定触摸部位。

在 1998 年 5 月 7 日公开的 PCT 申请 WO/98/19283 A1 和通过引用将其具体内容结合在此的给予赫斯特（Hurst）、瑞奇（ Ritchie）、布丁（ Bouldin）和华麦克（ Warmack）的相应的欧洲专利申请 EP01010156 中，可找到有内区 44 和外区 42 的非线性触摸屏 250 的

例子，以及在这种触摸屏 250 中遇到的失真。从一般的数学拟合到使用各种物理原理以限制要拟合的无约束参数的数量，PCT 申请 WO/98/19283 A1 也描述了在触摸屏中非线性校正方法的宽度。另外，通过引用将其具体内容结合在此的给予威尔逊（Wilson） 和 贝布（Babb）的美国专利 5940065 ，描述了可应用于在此描述了的触摸屏 250 和触摸屏系统 20 的非线性校正参数。

在上述触摸屏 250 中，比 ρ_A/ρ_B 的变化很可能是非线性校正参数变化的主要根源。如在先前的例子中，能容易地测量 X 方向的电阻 R_X 和 Y 方向的电阻 R_Y。然而，R_X 和 R_Y 两者可主要依赖于外电阻率 ρ_A 且对内部电阻率 ρ_B 相当不敏感，因而比 R_X/R_Y 对主要确定非线性失真的大小的比 ρ_A/ρ_B 会相当不敏感。因此，对内部电阻率 ρ_B 敏感的另外的测量也许是重要的。图 5 显示用于做对 ρ_B 敏感的这种测量的方法。

参考图 5，运算放大器 56 的高阻抗负极输入端 64 不接收电流，因此，在触摸屏基片的角 36 注入来自电流源的电流 I_{in} 的固定量的全部。而且，运算放大器 56 的正极输入端 66 接地，以使在输入端 64 和角 36 负反馈环导致虚地。通过基片的接地角 30 和 34，在角 30 和 36 之间没有净电压降，在角 34 和 36 之间也没有，因此，阻拦电流 I_{in} 沿基片外部到角 30 和 34。反而，电流趋向于穿过有电阻率 ρ_B 的内基片区从角 36 流向对角 32。因此，由运算放大器 56 产生的在角 32 的反馈电压 V_{out} 主要由内电阻率 ρ_B 决定。组合这种 ρ_B 敏感测量与 ρ_A 敏感测量，例如 R_X 或 R_Y，能精确测量比 ρ_A/ρ_B 和精确地确定非线性校正参数。在自动化的生产场地设备中能包括有这种类型测量能力的电路，或者在形成装机触摸屏系统的部件的触摸屏控制器产品内。

参考图 11，如触摸屏 350 一样说明上述触摸屏 250 的变化。在通过引用将其详细内容结合在此的给予泰尔梅治(Talmadge) 和 吉布森（Gibson）（以下称为 “Talmadge 专利”）的美国专利 4797514 中，

更详细地说明和描述了触摸屏 350。如通过虚线说明一样，触摸屏 350 对应于上述的非线性图框触摸屏 250，外加在第一涂层 26 中的删除线 74。如图 11 所示，接近触点 30、32、34、36 的每一个以“L”形图案排列删除线 74，且位于内区 44 内。删除线 74 线性化触摸屏 350。

图 11 的触摸屏是图 1 的触摸屏 50 的一种选择。加上测量电路 114、非线性校正参数电路 116 以及非线性校正应用电路 112，实现触摸屏 350 的成本减少的变化，在其中边框电阻率和触摸区电阻率的比随温度和湿度可变化。例如，内区 44 可包括 ITO 涂层，然而外区 242 可以是用导电复合聚合物墨印刷的屏幕。这种不同材料的电阻率对运行温度和湿度的变化特有地不同反应。名义上这种设计的结果是线性触摸屏，那就是，通过设计非线性校正参数的标称值是 0。然而，因为在内区 44 和外区 242 内材料的电阻率随环境状况漂移，非线性校正变为非零。然而，如上所述，如果提供动态非线性校正，这变为次要的问题，因此能选择制造过程所用的材料以最小化制造成本。

也能将上述发明应用于带离散电阻器单元（以下称为“离散电极模式”）的有边沿电极模式的触摸屏，如在通过引用将其详细内容结合于此的给予 邓桑（Dunthorn）（以下称为“ Dunthorn”专利）的美国专利 5045644 中说明和描述的。如果在外区 42 中与离散电极模式联系在一起的电阻随关于内区 44 的电阻率而变化，那么触摸屏变为非线性。制造或环境因素可引起这种非线性。在任何情况下，有离散电极模式的触摸屏也是图 1 的触摸屏 50 的另一种选择。

参考图 12 和 13，显示有内区 78 和围绕内区 78 的外区 79 的基片 81 的电容触摸屏 450。电容触摸屏 450 还包括全部位于外区 79 的第一触点 90、第二触点 92、第三触点 94 和第四触点 96。基片 81 包括刚性基片，例如玻璃或硬化塑料。如图 13 的剖面所示，第一涂层 84 在基片 81 上。第一涂层 84 可包括电阻涂层，例如氧化锡、氧化铟锡或氧化锑锡。电介质层 82 在第一涂层 84 上，其中电介质层 82

形成电容性地连接到涂层 84 的触摸区，并且在第一涂层 84 和第二涂层 86 之间提供 DC 隔离以及在第一涂层 84 和第二涂层 86 之间的 AC 耦合。通过电介质层 82 的高度、宽度、介电常数和工作频率控制电介质层 82 的单位长度阻抗。电介质层 82 包括电介质例如但不限于玻璃、硅涂层或聚合物薄膜。第二涂层 86 在电介质层 82 上。第二涂层 86 可包括电阻涂层，例如，氧化锡、导电聚合体复合物或烧制的陶瓷电阻材料。

在平面图中，如图 12 所示，电容触摸屏 450 类似于触摸屏 250，如图 10 所示。当接地的导电物体（如人的手指）触摸或按压电介质层 82 的上表面 85 时，有到地的 AC 电流，其由在触点 90、92、94、96 供给的 AC 电流依次来供给。电路测量提供给触点 90、92、94、96 的四个 AC 电流的值，并从这四个 AC 电流的比，然后确定在触摸屏 450 上的触摸部位。这种触摸屏可以是非线性的，且在触摸屏 450 中非线性失真度依赖于第二涂层 86 的宽度 W_3 和电介质层 82 的厚度 T、以及工作频率。

在一个实施例中，为了避开周围电磁背景的频率尖峰，包括触摸屏 450 的触摸系统有能力在一定量内调节触摸屏 450 的工作频率，例如加或减 10%。如下确定第二涂层 86 和第一涂层 84 之间的 AC 耦合的单位长度的阻抗。

[11] $$Im\ (Z) = T/(2\pi f*\varepsilon*W_3)$$

在这里 T 是电介质层 82 的厚度，ε 是电介质层 82 的介电常数，且 W_3 是第二涂层的宽度。注意这个每单位长度的阻抗随工作频率 f 而变化。因此，工作频率的变化将导致非线性参数的变化。结合触摸屏 450 的触摸系统可包括非线性校正参数如何随频率变化的第一原理预测（first-principle prediction）。或者，如上所述，本发明的动态非线性校正方法可用于跟踪频率变化时触摸屏 450 的非线性校正参数的变化。优选的是，使用两种方法的结合。

触摸屏系统 20 的电子电路可以是许多类型接线系统中的任何一

个，例如，电容 4－线，电阻 5－线和电阻 9－线接线系统。只是为了说明性的目的，如图 14 所示，有 5－线接线系统的触摸屏系统 20 是将要描述的电阻触摸屏。如图 14 所示，5－线接线系统包括第一线 52、第二线 53、第三线 55、第四线 57 和第五线 59。触点 30、32、34、36 分别连接到第一线 52、第二线 53、第三线 55 和第四线 57。第二涂层 28 连接到第五线 59。线 52、53、55、57 和 59 也连接到多路转接器 200。多路转接器 200 有四个通道 202、204、206、208、210，它们分别连接到第一线 52、第二线 53、第三线 55 和第四线 57。另外，多路转接器 200 有连接到第五线 59 的第五通道 206。

依据多路转接器 200 的状态，通道 202、204、206、208、210 全部与接地电路 31、电压源 35 或数字化电路 39 连接。因此，依据多路转接器 200 的状态，多路转接器 200 允许触点 30、32、34、36 和第二涂层 28 与接地电路 37、电压源 35 或数字化电路 39 连接。优选的是，如图 14 所示，数字化电路 39 包括与放大器 56 连接的模数转换器（以下称为“ADC”）电路 54。从模拟信号到数字信号，ADC 电路 54 转换放大器 56 的输出。

如下所示，在表 A 中列举了多路转接器 200 可处的状态的一些不同类型，以及通过多路转接器 200 触点 30、32、34、36 与接地电路 37、电压源 35 或数字化电路 39 能被连接的组合。如表 A 所列举的，条目“V_0”代表给触点施加的电压，该触点对应列出条目“V_0”的栏。另外，条目“0”代表给触点施加零电压，该触点对应列出条目“0”的栏。此外，条目“检测”指示数字化电路 39 正在监控在第二涂层或触点对应列出“检测”的栏的电特性，。例如，在第一状态，表 A 的第一行所示，给所有触点 30、32、34、36 施加电压“V_0”，且数字化电路正在检测的在第二涂层电特性，因此，触摸屏系统 20 是在“探测”模式，等待在触摸屏 50 上发生触摸。当在触摸屏 50 上发生触摸时，触摸屏系统 20 正在检测触摸位置，通过使用表 A 第 2 行的状态测量 X 方向的坐标。类似地，通过使用表 A 第 3 行的状态触摸屏系

统 20 检测 Y 方向的触摸位置。在第四到第六状态和第九到第十三状态，表 A 的 4－6 行和 9－13 行所示，数字化电路 39 数字化例如对上面讨论的比 ρ_A/ρ_B 敏感的电压。例如，在第四状态，当触点 32 和 36 接地且触点 34 处在电压 V_0 时，数字化电路 39 正在监控触点 30 的电压。在第七和第八状态，表 A 的 7 和 8 行所示，通过将第一、第二和第三触点 30、32、34 设定为零电压或 "V_0"电压并测量在第四触点 36 作为结果的电压，触摸屏系统 20 在实施 ADC 尺度校准。

表 A

状态	第一触点	第二触点	第三触点	第四触点	薄板上的第二涂层	功能
1	V_0	V_0	V_0	V_0	检测	探测
2	0	0	V_0	V_0	检测	X 方向触摸的位置
3	0	V_0	V_0	0	检测	Y 方向触摸的位置
4	检测	0	V_0	0		电阻比
5	V_0	检测	V_0	0		电阻比
6	V_0	0	V_0	检测		电阻比
7	V_0	V_0	V_0	检测		ADC 尺度校准 (V_0)
8	0	0	0	检测		ADC 尺度校准（地）
9	0	检测	0	V_0		电阻比
10	V_0	0	检测	0		电阻比
11	0	V_0	0	检测		电阻比
12	0	V_0	检测	V_0		电阻比
13	V_0	0	V_0	检测		电阻比
14	检测	V_0	0	V_0		电阻比

首先的三个状态，如表 A 的 1－3 行所示，支持标准 5－线触摸屏运行。当不使用时，触摸屏 50 在"探测"模式且不汲取电流。从电源管理的观点，这可称为"睡眠模式"。然而，一旦在薄板 24 的

第二涂层 28 出现电压 V_0，触摸屏 50 转换到 X/Y 测量模式，如第二和第三状态所示。在 X/Y 测量模式，当触摸触摸屏 50 的时候，数字化电路 39 将在测量 X 和 Y 电压梯度之间交替，于是能够做 2－D 坐标测量。

给触摸屏 50 加电后，且优选的是其后在周期时间间隔，数字化电路 39 将等待片刻，

在这期间没有触摸触摸屏 50，然后，将如下继续确定非线性校正参数。使用第四状态，如表 A 的第四行所示，第二触点和第四触点接地，给第三触点提供电压 V_0，在第一触点测量作为结果的电压。在第一触点因此测量的电压是电阻率比的函数。在电阻率比趋向零的极限，能完全忽略触摸区域的电导率且第一触点将处于零伏。在电阻率比趋向无穷大的极限处，有效地消除外区 42 上的电导率，简单地留下四个角触点 30、32、34、36。

例如，如果触摸屏 50 是图 10 所示的触摸屏 250 类型，且有 3:4 的高宽比，当电阻率比 ρ_A/ρ_B 趋向零，在第一触点 30 的电压等于提供给第三触点 34 的电压 V_0 的约 28％。在这些极限之间，在第一触点 30 测量的电压随电阻率比的值增加而单调减少。通过计算机模拟，能确定在第一触点 30 测量的电压和电阻率比之间的详细的映射。以这种方式，使用第四状态，数字化电路 39 能测量和跟踪电阻率比的变化。

如果温度和湿度的变化导致电阻率比的变化，数字化电路 39 容易跟踪这些变化且触摸屏系统 20 的线性保持稳定。这种系统水平的坚固性，允许为了稳定性的原因也许别的方式认为是不可接收的低成本材料和工艺的使用。类似地，从非常宽的电阻率比的容差生产线受益。

象第四状态、第五和第六状态，表 A 的 5 和 6 行所示，分别提供电阻率比的等效的测量。有电阻率比的冗余测量是受关注的。如果触摸屏 50 确实如设计的顶/底和左/右是对称的，那么冗余测量不

提供新信息。然而，如果在触摸屏 50 中制造缺陷破坏了对称性，第四状态、第五和第六状态也许不再提供电阻率比的一致的测定，且数字化电路 39 将知道触摸屏 50 是非对称的。这种自我诊断的能力是这个例子的触摸屏系统 20 的特征。

列举在表 A 的 7 和 8 行的第七和第八状态提供手段确定两个参数，例如偏移和增益，用于数字化 ADC 计数和相应的检测电压之间的线性映射的，因此，允许更完全地自校准触摸屏系统 20。

虽然在图 14 中显示的多路转接器 200 有五个通道，然而对许多应用四个通道是足够的。注意对表 A 中首先的七个状态，第三个触点 34 一直是在电压 V_0。如果首先的七个状态是足够的，那么能免去多路转接器的通道 208 且角 34 永久地连接电压源 35。提供第五通道 208 只是允许另外的测量，例如第九到第十四状态，表 A 的 9－14 行所示。使用只有四个多路转接器通道的选择有商业利益，如许多打算供 4－线触摸屏使用的现行嵌入式电阻控制器包括类似于图 14 的电路但只有四个多路转接器通道。

参考图 14 和 17，注意图 14 中所示电路，例如多路转接器 200 和数字化电路 39，不但用于数字化触摸信息 500 而且用于数字化触摸屏 50 的电特性 502。在这种情况，数字化电路 510 和 514 的硬件是一个且相同。然而，该硬件的功能将随时间变化。当触摸触摸屏 50 时，图 14 的电路数字化模拟触摸信息 500 并因此起到图 17 的数字化电路 510 的作用。当没有触摸触摸屏 50 时，且触摸屏系统 20 选择更新非线性校正参数 508，那么，图 14 的电路探查触摸屏 50 的电特性，并因此起到图 17 的数字化电路 514 的作用。在手持式计算机(如 PDA)所用的芯片集中，一般可找到图 14 所示的类型的电路。这种电路起初打算是与 4－线电阻触摸屏接口连接，但是通过对软件代码的适当改变能适应本发明的用途。利用在这种手持式计算机中呈现的数字处理能力，电路 512 和 516 可便利地采取在通用微处理器中运行的软件算法的形式。在手持式计算机中以稍微增加的成本可提供图 17 中

给出的所有单元。

图 15 和 16 是按照本发明的方法的流程图说明。将了解，通过计算机程序指令能实现流程图的各块和流程图中块的组合。这些计算机程序指令可装入计算机或其他可编程数据处理装置以制造机器，以便在计算机或其他可编程数据处理装置中执行的指令产生用于实现在流程图的块中详指定的功能的单元。这些计算机程序指令也可存储在计算机可读存储器中，其指挥计算机或其他可编程数据处理装置以特定方式运行，以便存储在计算机可读存储器中的指令生产一件产品，例如，实现在流程图的块中指定的功能的指令单元。计算机程序指令也可装入计算机或其他可编程数据处理装置，以引起在计算机或其他可编程数据处理装置执行的工作步骤系列以生产计算机执行的步骤，以使在计算机或其他可编程装置上执行的指令提供用于实施在流程图的块中指定的功能。

因此，流程图的块支持用于执行指定的功能的单元的组合、用于执行指定的功能的步骤的组合、以及用于执行指定的功能的程序指令单元。也将明白，通过执行指定的功能或步骤的专用的基于硬件的计算机系统，或者专用的硬件和计算机指令，能实施流程图的各块和流程图中块的组合。

如图 15 所示，显示触摸屏的操作 300。在触摸屏系统 20 上执行触摸屏的操作 300。在块 301 开始触摸屏的操作 300，其中通过给触摸屏系统 20 供电打开触摸屏系统 20。一旦打开触摸屏系统 20，如块 302 所示，那么，触摸屏的操作 300 在触摸屏系统 20 中设置或编程非线性校正参数。最初，在触摸屏系统 20 中设置或编程缺省的校正参数，然而，如下所述，在缺省的校正参数编入程序后在触摸屏系统 20 中还可以设置或编程更新的校正参数。在块 304 中触摸屏操作 300 然后探测是否触摸触摸屏 50。如果探测到触摸，触摸屏操作 300 移动到块 304，然而，如果没有探测到触摸，触摸屏操作移动到块 314。在块 314，触摸屏操作测量基片的特性，且因此产生数字可测量信息

104。一产生数字可测量信息，在块 316，触摸屏操作 300 然后就使用数字可测量信息 104 以决定且然后更新中的非线性校正参数。一旦确定了更新的校正参数，触摸屏操作 300 然后移动到块 302 并在触摸屏系统 20 中设置或编程更新的校正参数。

在块 310，触摸屏操作 300 在触摸屏 50 上测量触摸部位。更明确地，通过测量电特性（例如电压），触摸屏操作测量在 X 和 Y 方向在触摸屏 50 的触摸区域 21 上发起的触摸的位置。通过在 X 和 Y 两个方向上测量触摸位置，触摸屏操作 300 能查明在触摸屏 50 的触摸区域 21 上的触摸位置。如于此使用的，当压力施加到触摸区域 21 时，发起触摸。如果没有压力施加到触摸区域 21，那么探测不到触摸，且触摸屏操作 300 移动到块 314 而不是块 310。一测量触摸部位，触摸屏操作 300 然后就产生代表触摸部位的数字触摸信息 106。一产生数字触摸信息 106，触摸屏操作 300 然后就移动到块 312，其中，为了产生校正触摸坐标 118，触摸屏操作给数字触摸信息 106 应用非线性校正。如块 318 所示，然后给使用触摸部位信息的电子装置传输触摸坐标 118，例如，在显示装置上呈现的选项中选择菜单条目。一传输触摸坐标，触摸操作 300 然后就移回块 304，并进行触摸屏 50 是否被触摸的探测。

如图 16 所示，在块 401 发动校正操作 400，其中测量电路与触摸屏 50 通讯。测量电路包括数字化电路 614 和校正参数电路 616。一连接测量电路到触摸屏，如块 414 所示，然后就测量触摸屏 50 的基片 22 的特性。一测量基片 22 的特性，就产生数字可测量信息 104。如块 416 所示，使用可测量信息计算或确定非线性校正参数 108。一旦确定非线性校正参数 108，在块 408 中它们被装入或编程到触摸屏系统 20，且更明确地它们被装入或编程到在触摸屏系统 20 内的非线性校正电路，且随后用来把非线性校正用在触摸信息 100，如下所述。

在块 403 中起动操作电源，其中通过给触摸屏 50 供电打开触摸屏 50。一给触摸屏 500 供电，在块 404 中，校正操作 400 然后就探

测是否触摸触摸屏 50。如果探测到触摸，校正操作 400 移到块 410，然而，如果没有探测到触摸，如图 16 所示，触摸屏操作留在块 404。在块 410，校正操作 400 测量触摸屏 50 上的触摸部位。更明确地，通过测量电特性（例如电压），校正操作 400 测量 X 和 Y 方向触摸屏 50 的触摸区域 21 上发动的触摸位置。通过在 X 和 Y 两个方向上测量触摸位置，校正操作 400 能查明在触摸屏 50 的触摸区域 21 上的触摸位置。如在此所用的，当压力施加到触摸区域 21 上时发动了触摸。如果没有压力施加到触摸区域 21，那么探测不到触摸，且校正操作 400 留在块 404 而不是移向块 410。一测量触摸部位，校正操作 400 然后就产生代表触摸部位的数字触摸信息 106。一产生数字触摸信息 106，校正操作 400 然后移向块 412，其中，为了产生校正触摸坐标 118，触摸屏操作给数字触摸信息 106 应用非线性校正。如块 418 所示，然后向电子装置传输触摸坐标 118，该电子装置使用校正触摸部位信息例如选择菜单条目。一传输的触摸坐标，校正操作 400 然后就移回块 404 且进行探测是否触摸触摸屏 50。

因此，已经有了按照本发明做的公开，上面提出的是用于产生代表触摸部位的信号的、在其中应用了充分地提供了优点的非线性校正装置和方法。虽然通过参考其中详细的说明性的实施例，已经描述和举例说明了该发明，但它并不是打算将该发明限制于那些说明性的实施例。本领域的那些技术人员将会认识到，能做不背离该发明精神的变化和修改。因此，落入所附权利要求及其等同物范围之内的所有这种变化和修改，包括在本发明之内。

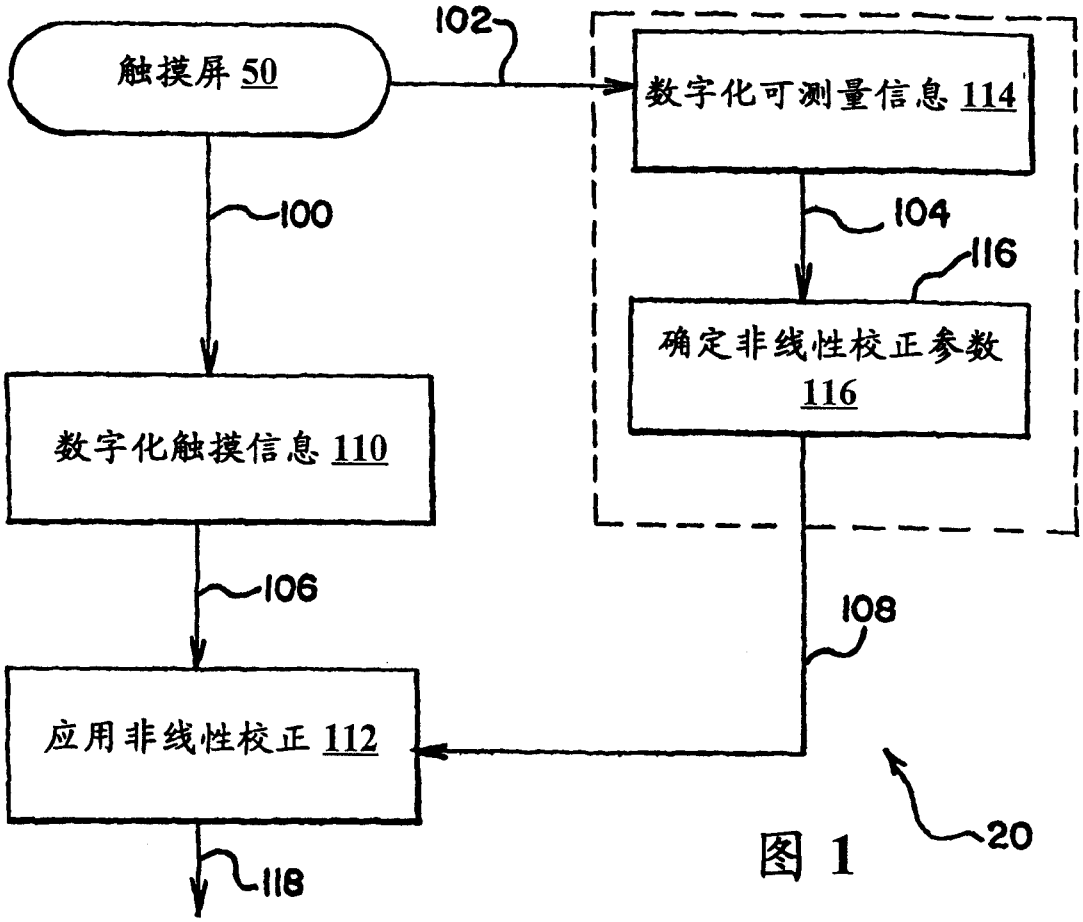

触摸屏 50
102
数字化可测量信息 114
100
104
116
确定非线性校正参数 116
数字化触摸信息 110
106
108
应用非线性校正 112
118
20

图 1

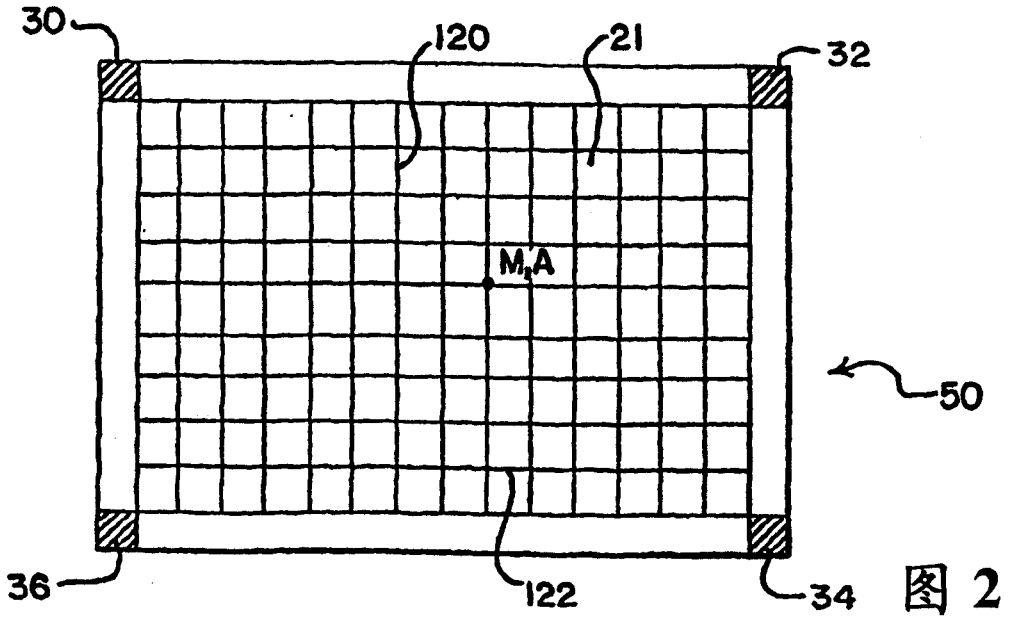
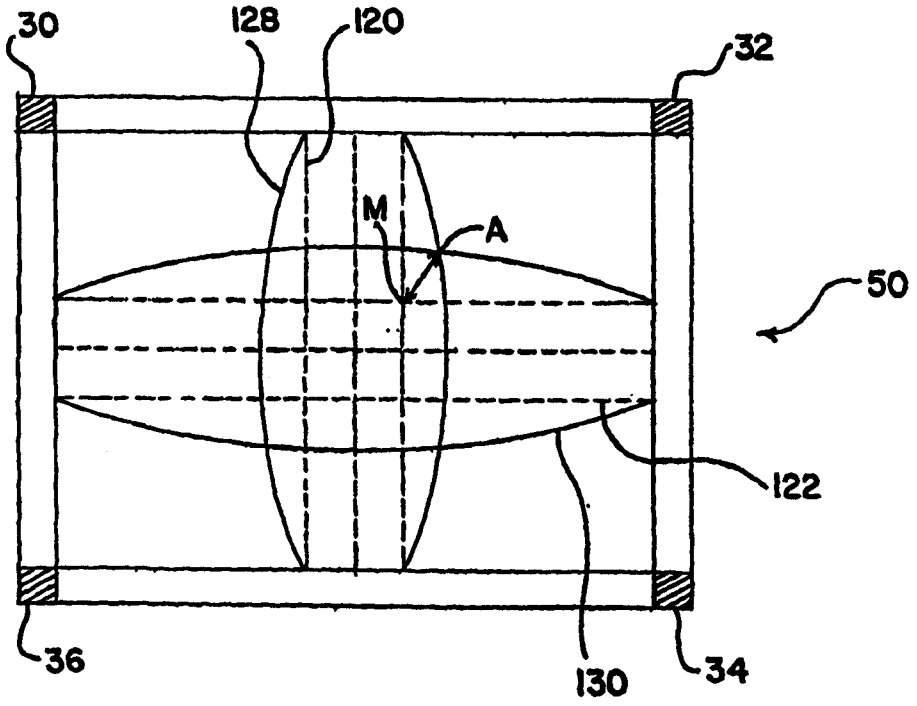

30
120
21
32
M,A
50
36
122
34

图 2

图 3


30
128
120
32
M
A
50
122
36
130
34

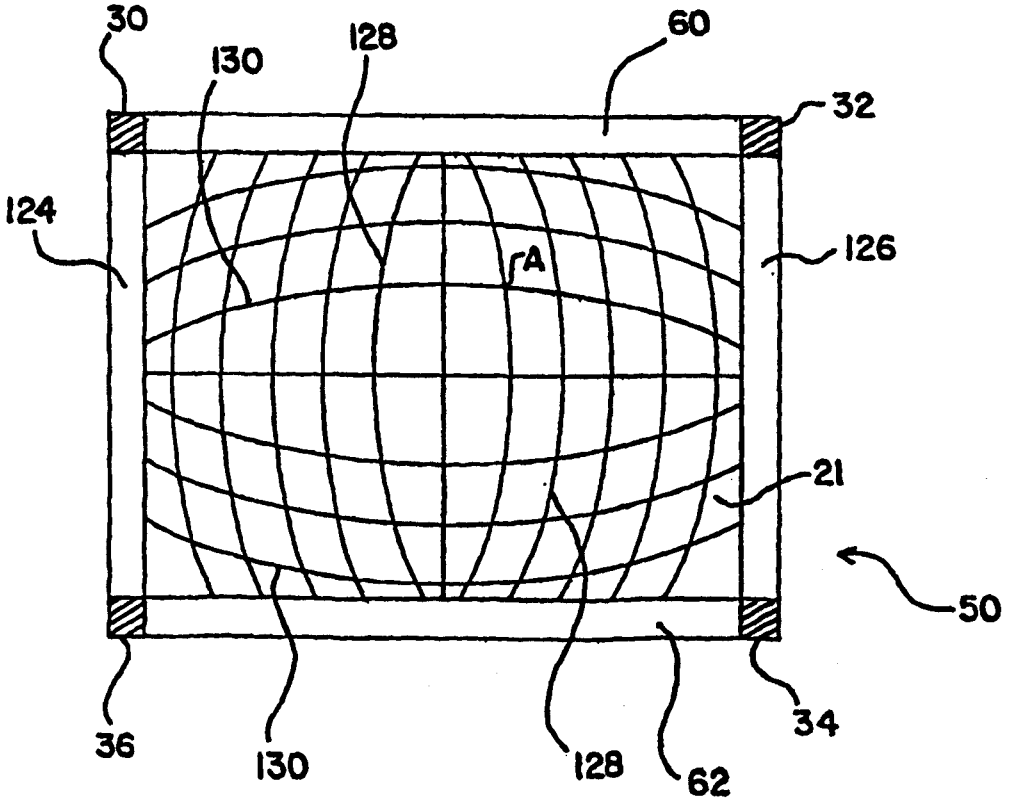

30
130
128
60
32
124
A
126
21
50
36
130
128
62
34

图 4

图 5

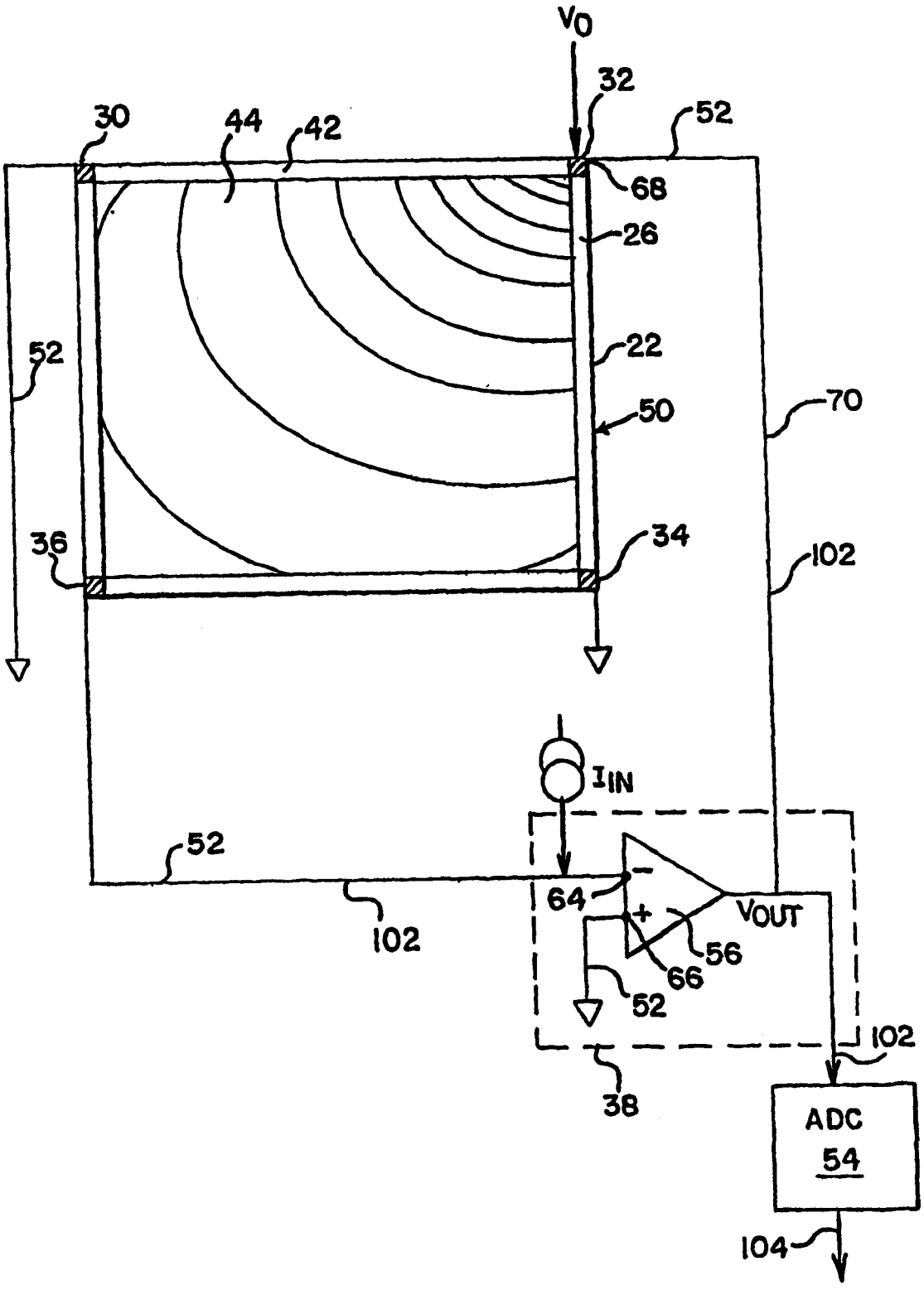
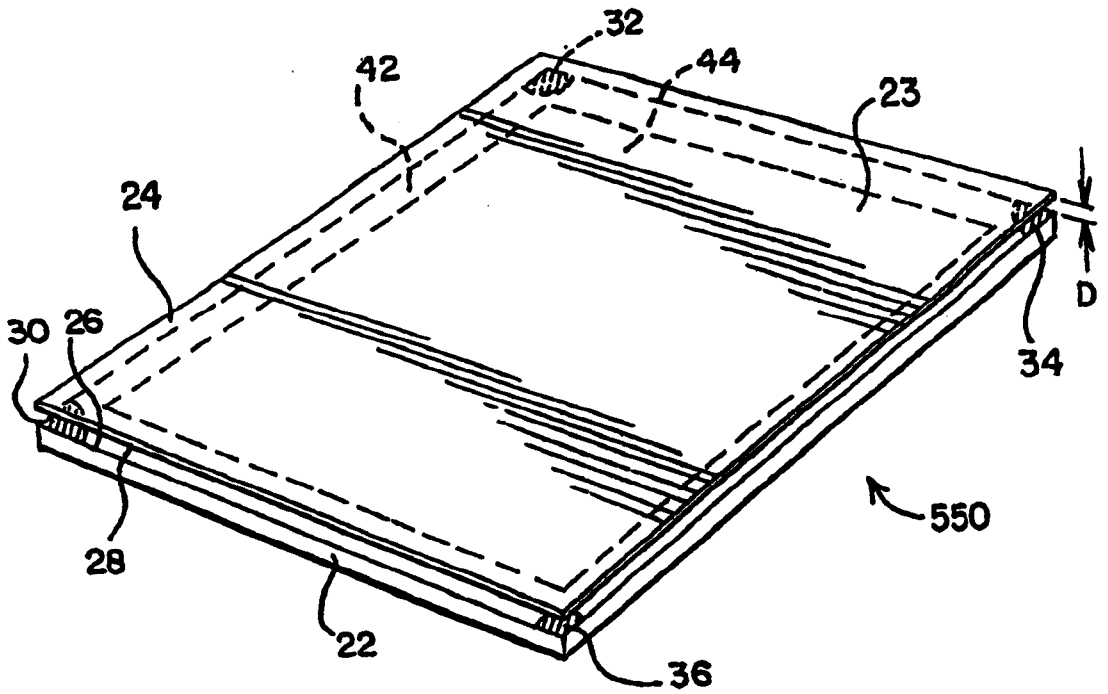

V0
32
30
44
42
52
68
26
52
22
50
70
36
34
102
IIN
52
64
VOUT
102
56
66
52
102
38
ADC
54
104

图 6



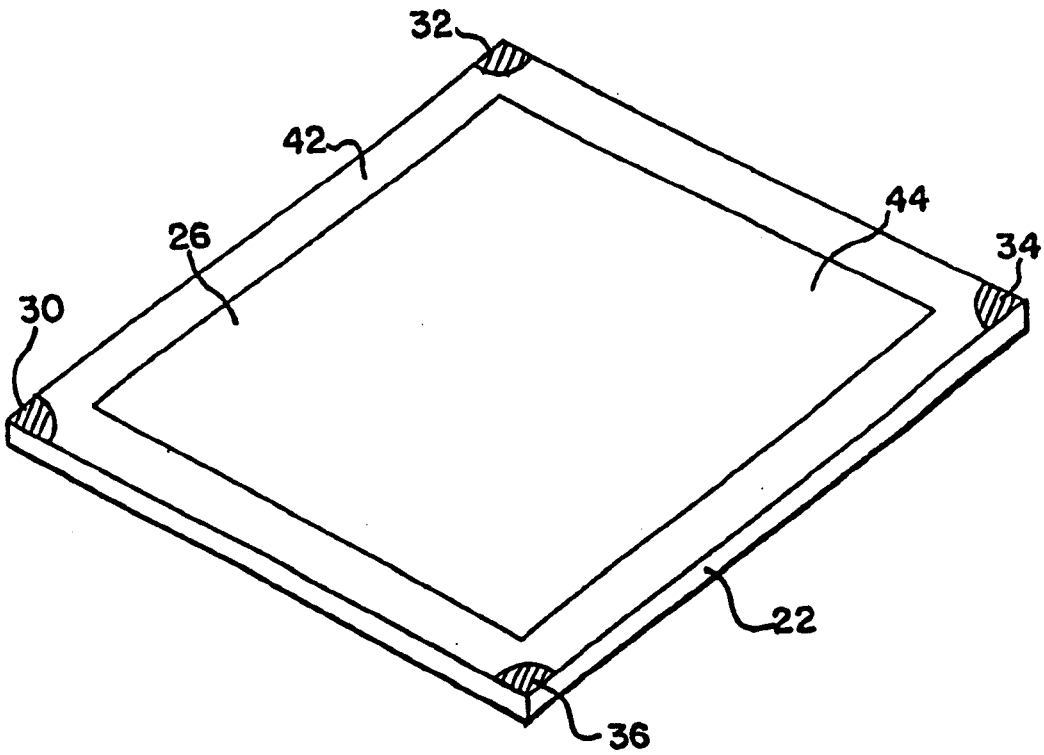


图 7

图 8

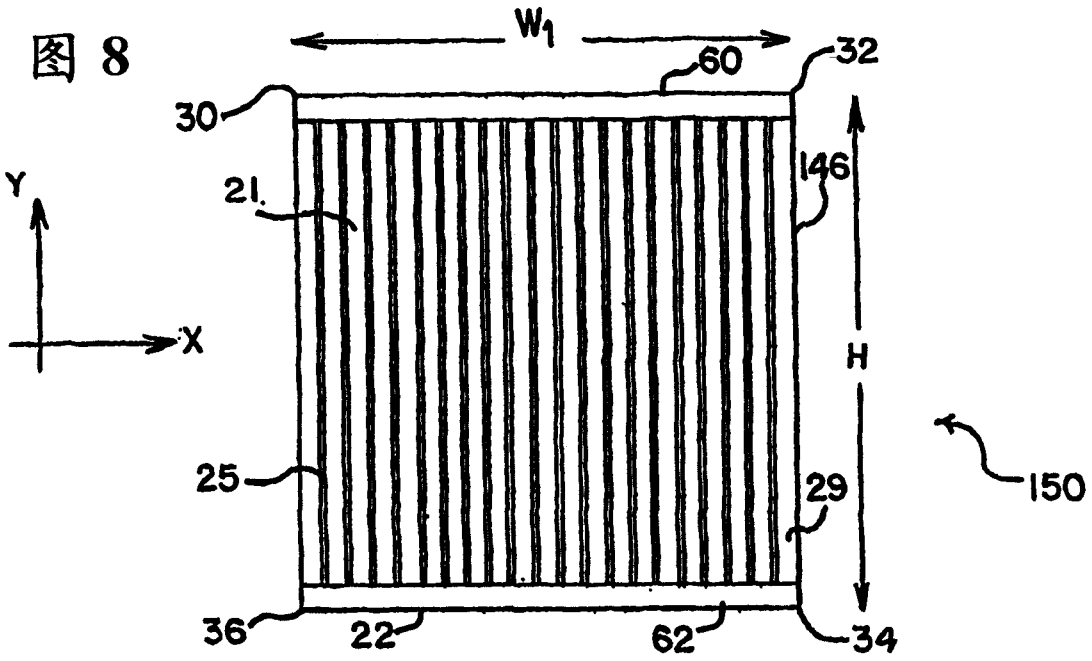

W1
60
32
30
146
21
Y
X
H
25
29
150
36
22
62
34

图 9

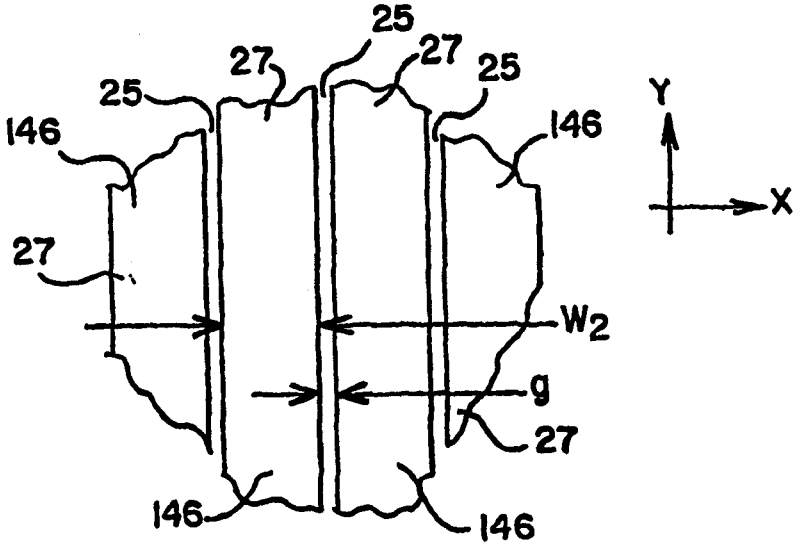

25
27
27
25
25
146
146
Y
X
27
W2
g
27
146
146

图 10

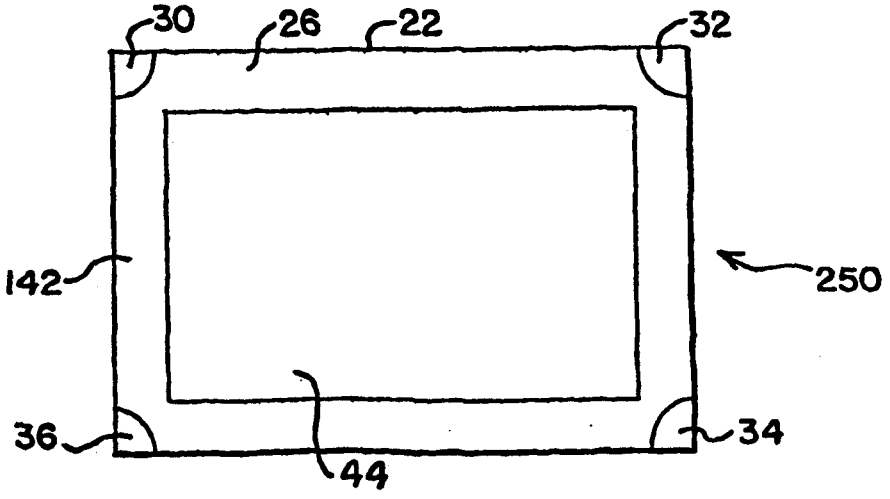

30
26
22
32
142
250
36
34
44

图 11

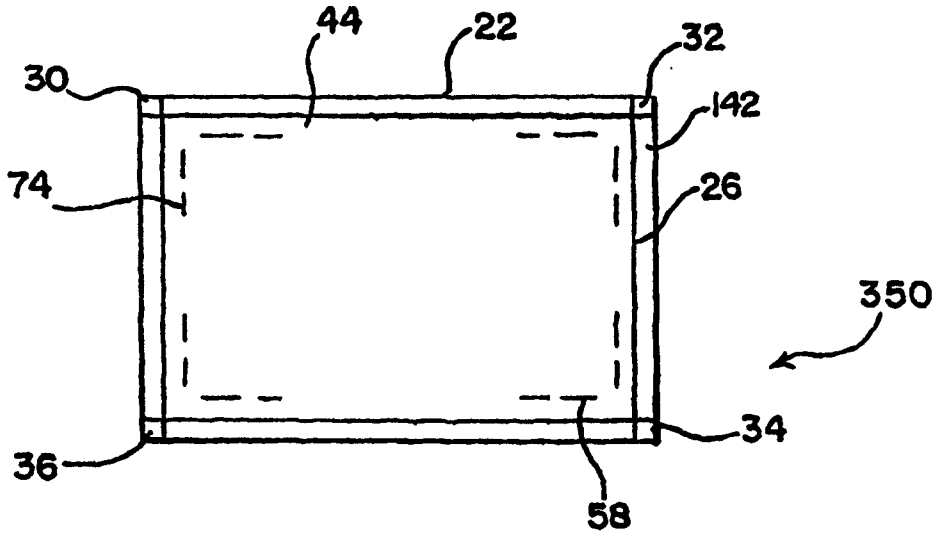
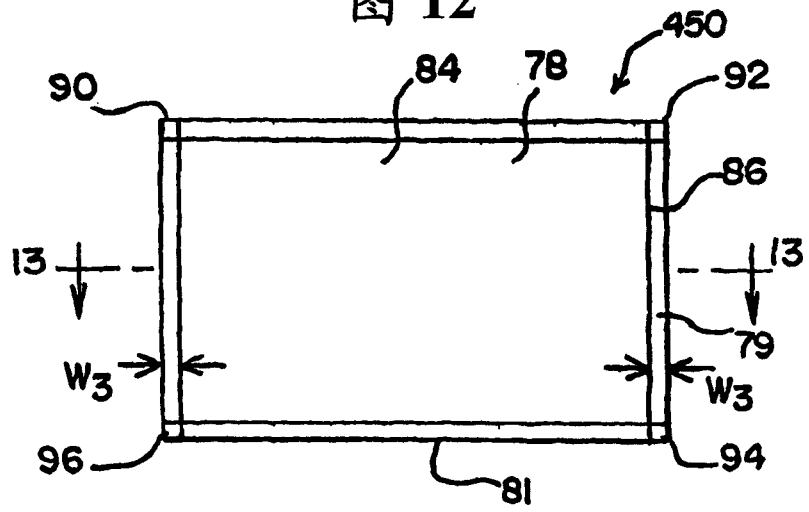

44
22
32
30
142
74
26
350
34
36
58

图 12


450
84
78
90
92
86
13
13
79
W3
W3
96
94
81

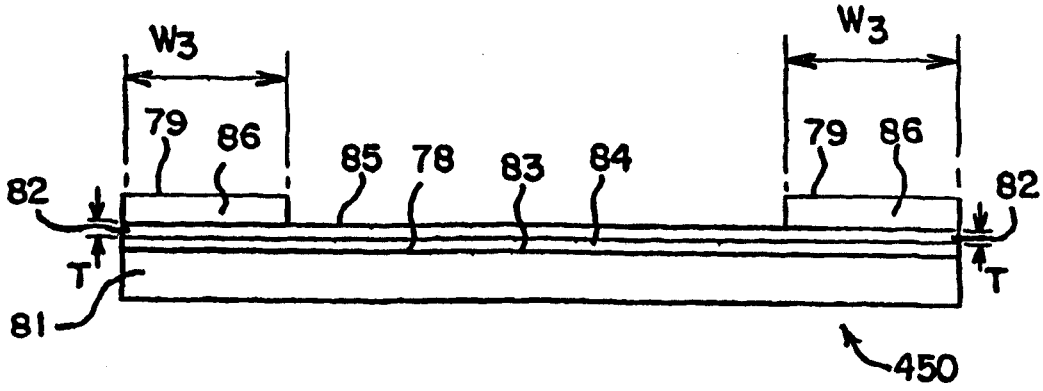

W3
W3
79
86
79
86
85
78
83
84
82
82
T
T
81
450

图 13

图 14

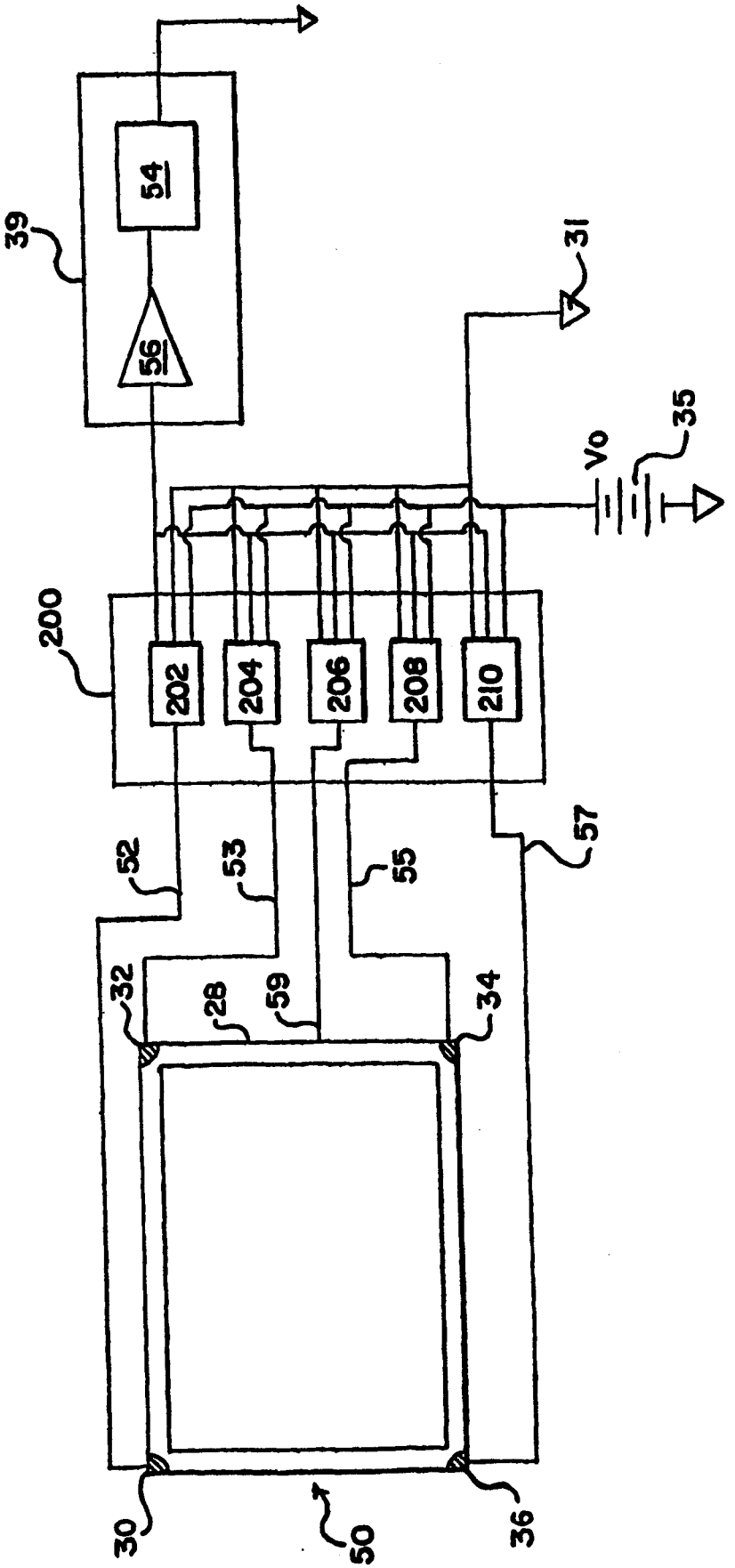

54
39
56
31
35
Vo
200
202
204
206
208
210
52
53
55
57
32
28
59
34
30
50
36

图 15

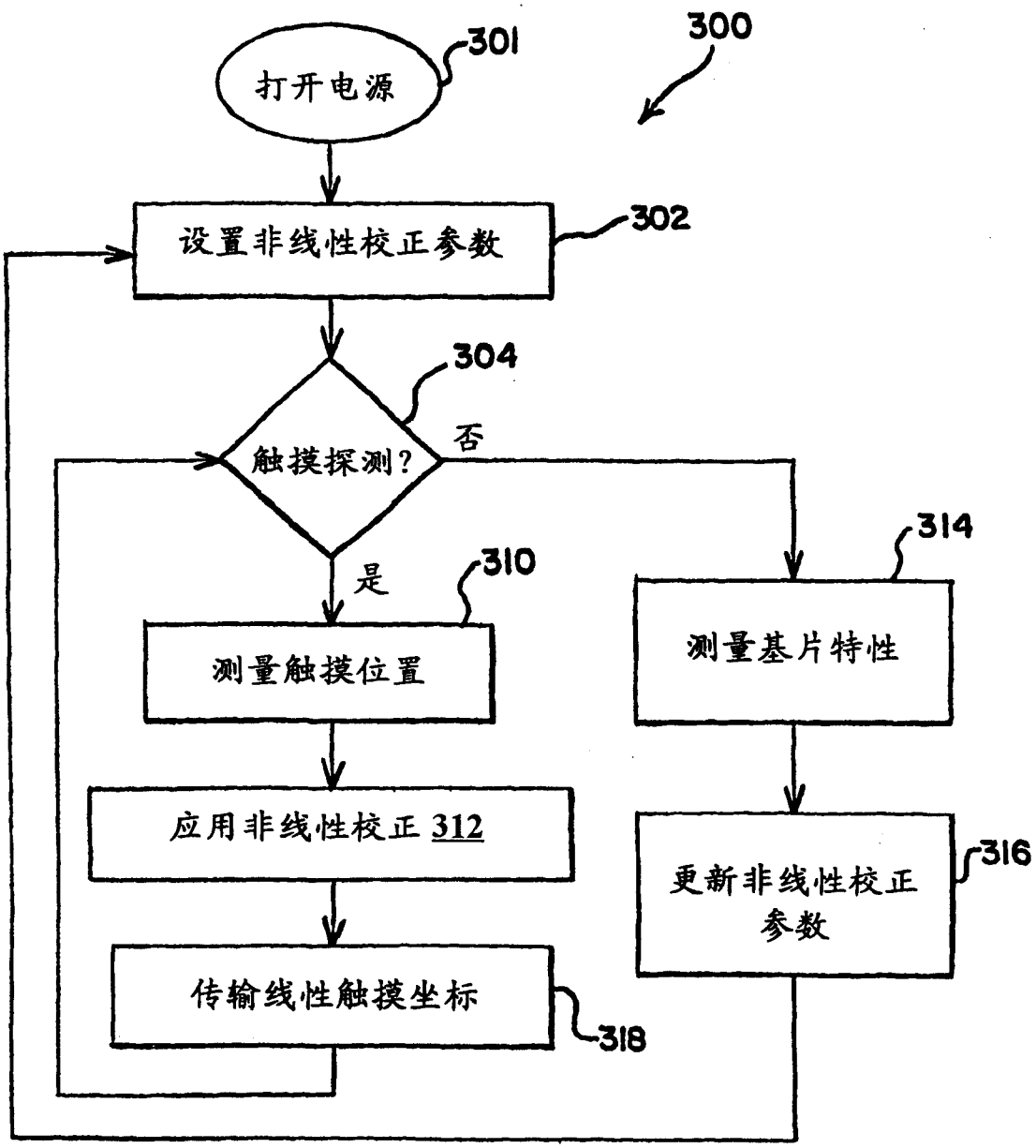

300
301
打开电源
302
设置非线性校正参数
304
触摸探测?
否
是
310
测量触摸位置
312
应用非线性校正
传输线性触摸坐标
318
314
测量基片特性
316
更新非线性校正参数

图 16

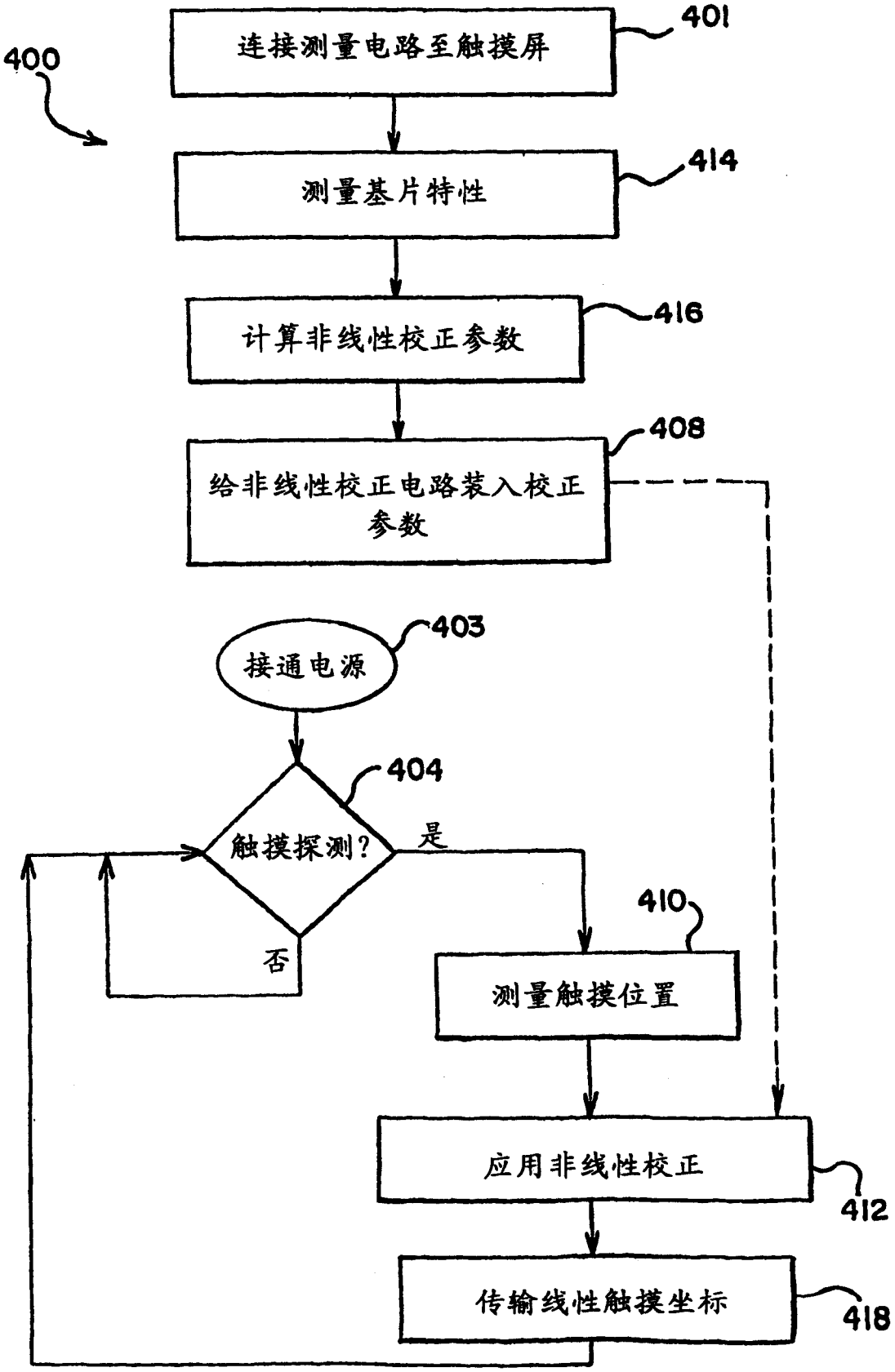

400
连接测量电路至触摸屏
401
测量基片特性
414
计算非线性校正参数
416
给非线性校正电路装入校正参数
408
接通电源
403
触摸探测?
404
是
否
测量触摸位置
410
应用非线性校正
412
传输线性触摸坐标
418

图 17

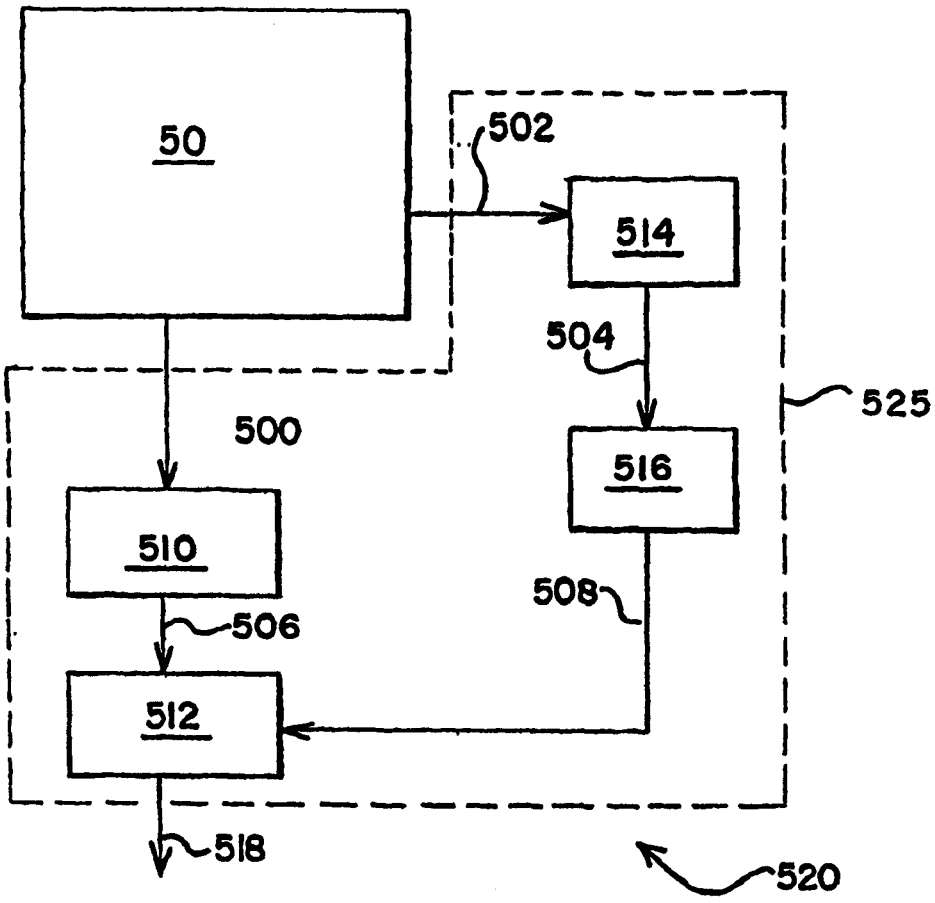
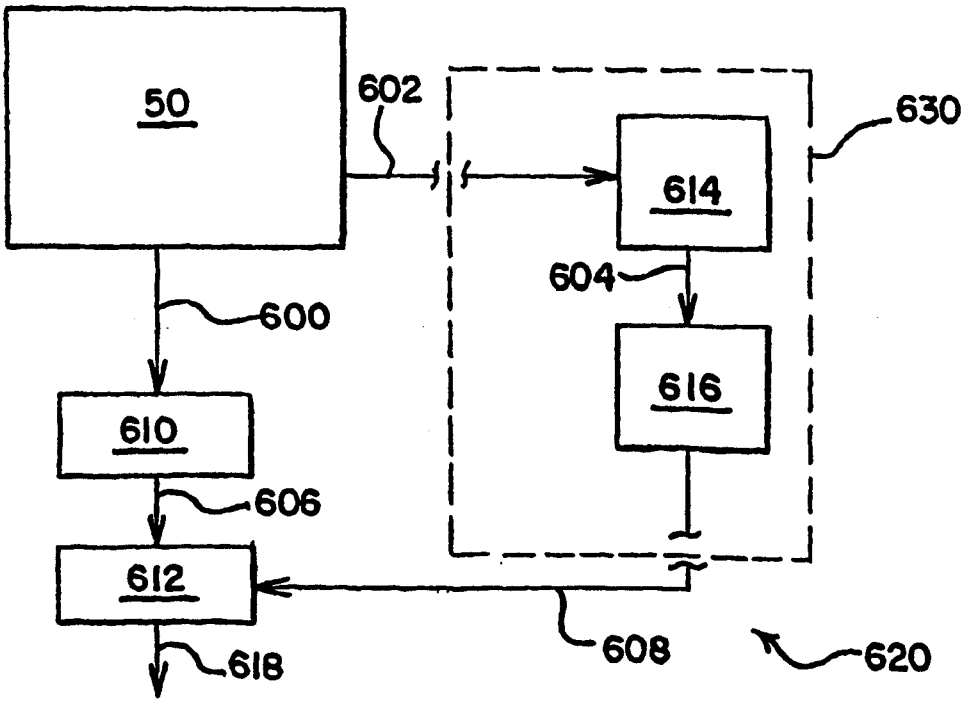

50
502
514
504
525
500
516
510
508
506
512
518
520

图 18


50
602
630
614
604
600
616
610
606
612
608
618
620