



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102902391 A

(43) 申请公布日 2013.01.30

(21) 申请号 201110213676.5

(22) 申请日 2011.07.28

(71) 申请人 国民技术股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术
产业园区深圳软件园 3 栋 301、302

(72) 发明人 梁洁 律博 苏建华 王莹莹
韩路 栾昌海

(74) 专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 杨立

(51) Int. Cl.

G06F 3/041 (2006.01)

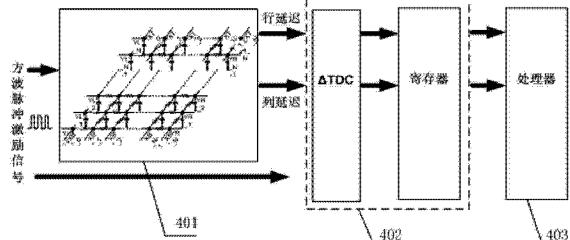
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种单触点感应定位方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种单触点感应定位方法及装置。本发明的单触点感应定位方法应用于单层无跳线 ITO 触摸屏等触摸识别装置。单触点感应定位方法包括：在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号；在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号；根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置。本发明的单触点感应定位方法及装置适用于单层无跳线 ITO 触摸屏等触摸识别装置，精度高，抗干扰性强、功耗低。



1. 一种单触点感应定位方法,其特征在于,该方法包括:

在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号;

在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号;

根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置。

2. 根据权利要求 1 所述的单触点感应定位方法,其特征在于:

所述根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置具体为:

计算所述触摸识别装置被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及所述触摸识别装置被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值;

计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和;

从所有行中找出时间差值之和最大的行,从所有列中找出时间差值之和最大的列,时间差值之和最大的行的行数为所述触点的横坐标,时间差值之和最大的列的列数为所述触点的纵坐标。

3. 根据权利要求 1 所述的单触点感应定位方法,其特征在于:

所述在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号具体为:

在触摸识别装置的输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号。

4. 根据权利要求 1 所述的单触点感应定位方法,其特征在于:

所述脉冲激励信号为方波脉冲激励信号、三角波脉冲激励信号、锯齿波脉冲激励信号或正弦波脉冲激励信号。

5. 一种单触点感应定位装置,其特征在于,该装置包括:

脉冲信号加载模块,用于在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号;

时延检测模块,用于在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号;

处理模块,用于根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置。

6. 根据权利要求 5 所述的单触点感应定位装置,其特征在于:

所述处理模块包括:

第一计算单元,用于计算触摸识别装置被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及触摸识别装置被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值;

第二计算单元,用于计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和;

触点位置判定单元,用于从所有行中找出时间差值之和最大的行,从所有列中找出时间差值之和最大的列,时间差值之和最大的行的行数为所述触点的横坐标,时间差值之和最大的列的列数为所述触点的纵坐标。

7. 根据权利要求 5 所述的单触点感应定位装置,其特征在于:

所述脉冲信号加载模块包括:

第一加载单元,用于在触摸识别装置的输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号。

8. 根据权利要求 5 所述的单触点感应定位装置,其特征在于:

所述脉冲激励信号为方波脉冲激励信号、三角波脉冲激励信号、锯齿波脉冲激励信号或正弦波脉冲激励信号。

9. 根据权利要求 5 所述的单触点感应定位装置，其特征在于：
所述触摸识别装置为单层 ITO 触摸屏。

一种单触点感应定位方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及触摸定位技术，尤其涉及一种单触点感应定位方法及装置。

背景技术

[0002] 目前的触摸感应应用中，单点检测一般采用双层自电容屏结构，例如，Cypress 公司的 CSD(CapSense Delta-Sigma)、CSA(CapSense Approximating)、CSR(CapSense Relaxation Oscillator)，Atmel 公司的 Qtouch 技术等，这些技术具有成熟、可靠的优点，但是，这些技术都只应用于双层自电容屏，不适用于单层无跳线 ITO 触摸屏，并且这些技术中由于采用 ADC(Analog-to-Digital Converter，模拟 / 数字转换器)，导致功耗普遍偏高。目前还没有较好的针对单层无跳线 ITO 触摸屏的单触点感应定位技术的解决方案，针对单层无跳线 ITO 触摸屏的单触点感应定位技术的解决方案是当前触摸定位技术领域一个重要的研究方向。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种单触点感应定位方法及装置，适用于单层无跳线 ITO 触摸屏，抗干扰性强、功耗低。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明提出了一种单触点感应定位方法，该方法包括：

[0005] 在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号；

[0006] 在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号；

[0007] 根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置。

[0008] 进一步地，上述方法还可具有以下特点，所述根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置具体为：

[0009] 计算触摸识别装置被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及触摸识别装置被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值；

[0010] 计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和；

[0011] 从所有行中找出时间差值之和最大的行，从所有列中找出时间差值之和最大的列，时间差值之和最大的行的行数为所述触点的横坐标，时间差值之和最大的列的列数为所述触点的纵坐标。

[0012] 进一步地，上述方法还可具有以下特点，所述在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号具体为：

[0013] 在触摸识别装置的输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号。

[0014] 进一步地，上述方法还可具有以下特点，所述脉冲激励信号为方波脉冲激励信号、三角波脉冲激励信号、锯齿波脉冲激励信号或正弦波脉冲激励信号。

[0015] 为解决上述技术问题，本发明提出了一种单触点感应定位装置，该装置包括：

[0016] 脉冲信号加载模块，用于在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号；

- [0017] 时延检测模块,用于在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号;
- [0018] 处理模块,用于根据所述行延迟信号和所述列延迟信号确定触点的位置。
- [0019] 进一步地,上述装置还可具有以下特点,所述处理模块包括:
- [0020] 第一计算单元,用于计算触摸识别装置被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及触摸识别装置被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值;
- [0021] 第二计算单元,用于计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和;
- [0022] 触点位置判定单元,用于从所有行中找出时间差值之和最大的行,从所有列中找出时间差值之和最大的列,时间差值之和最大的行的行数为所述触点的横坐标,时间差值之和最大的列的列数为所述触点的纵坐标。
- [0023] 进一步地,上述装置还可具有以下特点,所述脉冲信号加载模块包括:
- [0024] 第一加载单元,用于在触摸识别装置的输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号。
- [0025] 进一步地,上述装置还可具有以下特点,所述脉冲激励信号为方波脉冲激励信号、三角波脉冲激励信号、锯齿波脉冲激励信号或正弦波脉冲激励信号。
- [0026] 进一步地,上述装置还可具有以下特点,所述触摸识别装置为单层 ITO 触摸屏。
- [0027] 本发明的单触点感应定位方法及装置适用于单层无跳线 ITO 触摸屏等触摸识别装置,采用时差法单触点定位技术 SPLDC,精度高,分辨率大于 1ps,且与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,本发明采用 Δ TDC 检测相对坐标的时间变化量,具有自动校准的功能,不受外界环境及噪声的影响,抗干扰性强;以及与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,具有功耗低、面积小的优点。

附图说明

- [0028] 图 1A 为单层无跳线 ITO 触摸屏的一种等效电路中基本组成单元的结构图;
- [0029] 图 1B 为以图 1A 所示基本组成单元为基本结构的单层无跳线 ITO 触摸屏的整体等效电路结构图;
- [0030] 图 2 为方波脉冲激励信号的波形图;
- [0031] 图 3A 为全扫描的输入端口示意图;
- [0032] 图 3B 为全扫描的输出端口示意图;
- [0033] 图 4 为单层无跳线 ITO 触摸屏的单触点感应定位处理系统的结构框图;
- [0034] 附图中,各标号所代表的部件列表如下:
- [0035] 图 5 为本发明实施例中单触点感应定位装置的结构图;
- [0036] 图 6 为图 5 中处理模块 53 的一种结构图。

具体实施方式

- [0037] 本发明提出了一种应用于单层无跳线 ITO 触摸屏等触摸识别装置的单触点感应定位方法,该方法包括:在触摸识别装置的各输入端施加脉冲激励信号;在各输出端分别检测触摸识别装置未被触摸时的行延迟信号和列延迟信号、触摸识别装置被触摸时的行延迟信号和列延迟信号;根据行延迟信号和列延迟信号确定触点的位置。

[0038] 其中,根据行延迟信号和列延迟信号确定触点的位置可以具体为:

[0039] 计算触摸识别装置被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及触摸识别装置被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值

[0040] 计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和;

[0041] 从所有行中找出时间差值之和最大的行,从所有列中找出时间差值之和最大的列,时间差值之和最大的行的行数为触点的横坐标,时间差值之和最大的列的列数为触点的纵坐标。

[0042] 以下结合附图和实例对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0043] 本实施例中,以单层 ITO 触摸屏这一具体的触摸识别装置为例,阐述本发明单触点感应定位方法的原理。本领域的技术人员应当理解,本发明的单触点感应定位方法还可以用于其他的触摸识别装置。

[0044] 图 1A 为单层无跳线 ITO 触摸屏的一种等效电路中基本组成单元的结构图,图 1B 为以图 1A 所示基本组成单元为基本结构的单层无跳线 ITO 触摸屏的整体等效电路结构图。如图 1A 所示,该单层无跳线 ITO 触摸屏的等效电路的基本组成单元为四边形网络单元。如图 1B 所示,该单层无跳线 ITO 触摸屏的等效电路是由四边形网络单元构成的 RC 网络,其中,XT_0-XT_N 和 XB_0-XB_N 为该 RC 网络的行输入端,YL_0-YL_N 和 YR_0-YR_N 为该 RC 网络的行输入端。图 1B 中,引出端 101 是指从 RC 网络中引出的可以用于信号输入或输出的节点。图 1B 中,四边形网络单元的基本组成要素是电阻 102、电容 103 和地 104。

[0045] 这里需要说明的是,在单层无跳线 ITO 触摸屏的等效电路为其他多边形(例如三角形、六边形等)网络结构时,本发明的感应定位方法也是适用的,本发明的感应定位方法并不局限于等效电路为四边形网络结构的这一种单层无跳线 ITO 触摸屏。而且,本发明的感应定位方法适用范围也不仅仅局限于触摸屏,只要是能够等效为图 1B 所示 RC 网络的触摸识别装置(例如触摸面板、电子皮肤等),都可以应用本发明单触点感应定位方法实现单触点定位。

[0046] 图 4 为单层无跳线 ITO 触摸屏的单触点感应定位处理系统的结构框图。图 4 所示处理系统实现单层无跳线 ITO(Indium Tin Oxide, 锡氧化铟)触摸屏的单触点定位,具体地,在单层无跳线 ITO 四边形 RC 网络 401 上加入一定频率的方波脉冲激励信号,进行全扫描,利用 RC 的延时特性,将输出端针对脉冲激励信号在有手指触摸(即单层无跳线 ITO 触摸屏被触摸时,下同)和无手指触摸(即单层无跳线 ITO 触摸屏未被触摸时,下同)时产生的行延迟信号和列延迟信号,经过前处理系统 402(包括时间差值数字转换器和寄存器)的前处理,计算出有手指触摸和无手指触摸时行延迟(行输出端延迟的简称)信号和列延迟(列输出端延迟的简称)信号的时间差值 ΔT ,该计算处理过程由时间差值数字转换器 ΔTDC (Delta-Time-to DigitalConverter) 完成,然后将该时间差值 ΔT 转换成数字信号,存储在寄存器中,再经过后处理系统 403(包括处理器)的后处理,将单触点的位置转换成数字信号,从而完成单触点定位。

[0047] 针对图 1B 所示网络,采用时差法单触点定位,具体做法如下:

[0048] 步骤一,根据 RC 的延时特性,在输入端(指图 1B 的 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N、YL_0-YL_N、YR_0-YR_N)施加方波脉冲激励信号,采用全扫描方式,将 RC 网络所有引出端既

做输入端也作为输出端,即输入端与输出端为同一端口,在输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号,检测所有输出端的延迟变化;

[0049] 其中,方波脉冲激励信号的波形如图 2 所示,优选地,方波脉冲激励信号的频率可以为 200KHz-2MHz。全扫描的输入端口和输出端口的示意图分别如图 3A 和图 3B 所示。

[0050] 当然,除了方波,也可以采用其他波形的脉冲激励信号,例如三角波脉冲激励信号、锯齿波脉冲激励信号或正弦波脉冲激励信号等。

[0051] 采用全扫描方式,将 RC 网络所有引出端既做输入端也作为输出端,在输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号,检测所有输出端的延迟变化的具体操作如下:

[0052] (a) 对 XT_0 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0053] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0054] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N\YR_0-YR_1 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0055] (b) 对 XT_1 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0056] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0057] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0058] (c) 由此类推,对 XT_N 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0059] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0060] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0061] (d) 同理,对 YL_0 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0062] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0063] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0064] (e) 对 YL_1 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0065] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0066] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0067] (f) 由此类推,对 YL_N 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

[0068] 无手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中;

[0069] 有手指触摸时:行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。

[0070] (g) 对 XB_0 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测;

- [0071] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0072] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0073] (h) 对 XB_1 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测 ;
- [0074] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0075] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0076] (i) 由此类推,对 XB_N 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测 ;
- [0077] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0078] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0079] (j) 同理,对 YR_0 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测 ;
- [0080] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0081] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0082] (k) 对 YR_1 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测 ;
- [0083] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0084] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0085] (l) 由此类推,对 YR_N 端施加一定频率的方波脉冲激励信号,进行 Δ TDC 检测 ;
- [0086] 无手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中 ;
- [0087] 有手指触摸时 : 行输出端 XT_0-XT_N、XB_0-XB_N 和列输出端 YL_0-YL_N、YR_0-YR_N 的延迟,转换成数字信号存储在寄存器中。
- [0088] 检测所得数据如表 1 ~ 表 4 所示 :
- [0089] 表 1 无手指触摸时行输出端延迟的数据表
- [0090]

输入激励端	行输出端延迟 (未被触摸) (N 为自然数)							
	XT_0	XT_1	.....	XT_N	XB_0	XB_1	.....	XB_N
XT_0	TXTT0_0	TXTT0_1	.....	TXTTN_N	TXTBN_0	TXTBN_1	.....	TXTBN_N
XT_1	TXTT1_0	TXTT1_1	.....	TXTTN_N	TXTBN_0	TXTBN_1	.....	TXTBN_N
.....
XT_N	TXTTN_0	TXTTN_1	.....	TXTTN_N	TXTBN_0	TXTBN_1	.....	TXTBN_N
YL_0	TXLTN_0	TXLTN_1	.....	TXLTN_N	TXLB0_0	TXLB0_1	.....	TXLB0_N
YL_1	TXLTN_0	TXLTN_1	.....	TXLTN_N	TXLB1_0	TXLB1_1	.....	TXLB1_N
.....
YL_N	TXLTN_0	TXLTN_1	.....	TXLTN_N	TXLBN_0	TXLBN_1	.....	TXLBN_N
XB_0	TXET0_0	TXET0_1	.....	TXETN_N	TXEB0_0	TXEB0_1	.....	TXEB0_N
XB_1	TXET1_0	TXET1_1	.....	TXETN_N	TXEB1_0	TXEB1_1	.....	TXEB1_N
.....
XB_N	TXETN_0	TXETN_1	.....	TXETN_N	TXEBN_0	TXEBN_1	.....	TXEBN_N
YR_0	TXRT0_0	TXRT0_1	.....	TXRTN_N	TXRN0_0	TXRN0_1	.....	TXRN0_N
YR_1	TXRT1_0	TXRT1_1	.....	TXRTN_N	TXRN1_0	TXRN1_1	.....	TXRN1_N
.....
YR_N	TXRTN_0	TXRTN_1	.....	TXRTN_N	TXRN1_0	TXRN1_1	.....	TXRN_N

[0091]

[0092] 表 2 无手指触摸时列输出端延迟的数据表

[0093]

输入激励端	列输出端延迟（未被触摸）(N为自然数)							
	YL_0	YL_1	.....	YL_N	YR_0	YR_1	.....	YR_N
XT_0	TYTLO_0	TYTLO_1	.....	TYTLO_N	TYTRO_0	TYTRO_1	.....	TYTRO_N
XT_1	TYTLE_0	TYTLE_1	.....	TYTLE_N	TYTRE_0	TYTRE_1	.....	TYTRE_N
.....
XT_N	TYTLN_0	TYTLN_1	.....	TYTLN_N	TYTRN_0	TYTRN_1	.....	TYTRN_N
YL_0	TYLLO_0	TYLLO_1	.....	TYLLO_N	TYLRO_0	TYLRO_1	.....	TYLRO_N
YL_1	TYLL_0	TYLL_1	.....	TYLL_N	TYLL_0	TYLL_1	.....	TYLL_N
.....
YL_N	TYLLN_0	TYLLN_1	.....	TYLLN_N	TYLLN_0	TYLLN_1	.....	TYLLN_N
XB_0	TYBLO_0	TYBLO_1	.....	TYBLO_N	TYBRO_0	TYBRO_1	.....	TYBRO_N
XB_1	TYBL_0	TYBL_1	.....	TYBL_N	TYBL_0	TYBL_1	.....	TYBL_N
.....
XB_N	TYBLN_0	TYBLN_1	.....	TYBLN_N	TYBLN_0	TYBLN_1	.....	TYBLN_N
YR_0	TYRL_0	TYRL_1	.....	TYRL_N	TYRRO_0	TYRRO_1	.....	TYRRO_N
YR_1	TYRL_0	TYRL_1	.....	TYRL_N	TYRRO_0	TYRRO_1	.....	TYRRO_N
.....
YR_N	TYRPN_0	TYRPN_1	.....	TYRPN_N	TYRPN_0	TYRPN_1	.....	TYRPN_N

[0094] 表 3 有手指触摸时行输出端延迟的数据表

[0095]

输入激励端	行输出端延迟（被触摸）(N为自然数)							
	XT_0	XT_1	.....	XT_N	XB_0	XB_1	.....	XB_N
XT_0	TYTTO_0f	TYTTO_1f	.....	TYTTO_Nf	TYTRO_0f	TYTRO_1f	.....	TYTRO_Nf
XT_1	TYTTL_0f	TYTTL_1f	.....	TYTTL_Nf	TYTRE_0f	TYTRE_1f	.....	TYTRE_Nf
.....

[0096]

XT_N	TXTTN_of	TXTTN_if	.....	TXTTN_Nf	TXTTN_of	TXTTN_if	.....	TXTTN_Nf
YL_0	TYL0_if	TYL0_if	.....	TYL0_Nf	TYL0_if	TYL0_if	.....	TYL0_Nf
YL_1	TYL1_if	TYL1_if	.....	TYL1_Nf	TYL1_if	TYL1_if	.....	TYL1_Nf
.....
YL_N	TYLN_if	TYLN_if	.....	TYLN_Nf	TYLN_if	TYLN_if	.....	TYLN_Nf
XB_0	TXB0_if	TXB0_if	.....	TXB0_Nf	TXB0_if	TXB0_if	.....	TXB0_Nf
XB_1	TXB1_if	TXB1_if	.....	TXB1_Nf	TXB1_if	TXB1_if	.....	TXB1_Nf
.....
XB_N	TXB_N_if	TXB_N_if	.....	TXB_N_Nf	TXB_N_if	TXB_N_if	.....	TXB_N_Nf
YR_0	TYR0_if	TYR0_if	.....	TYR0_Nf	TYR0_if	TYR0_if	.....	TYR0_Nf
YR_1	TYR1_if	TYR1_if	.....	TYR1_Nf	TYR1_if	TYR1_if	.....	TYR1_Nf
.....
YR_N	TYRN_if	TYRN_if	.....	TYRN_Nf	TYRN_if	TYRN_if	.....	TYRN_Nf

[0097] 表 4 有手指触摸时列输出端延迟的数据表

[0098]

输入激励端	列输出端延迟 (被触摸) (N 为自然数)							
	YL_0	YL_1	.....	YL_N	YR_0	YR_1	.....	YR_N
XT_0	TYT0_if	TYT0_if	.....	TYT0_Nf	TYT0_if	TYT0_if	.....	TYT0_Nf
XT_1	TYT1_if	TYT1_if	.....	TYT1_Nf	TYT1_if	TYT1_if	.....	TYT1_Nf
.....
XT_N	TYTN_if	TYTN_if	.....	TYTN_Nf	TYTN_if	TYTN_if	.....	TYTN_Nf
YL_0	TYL0_if	TYL0_if	.....	TYL0_Nf	TYL0_if	TYL0_if	.....	TYL0_Nf
YL_1	TYL1_if	TYL1_if	.....	TYL1_Nf	TYL1_if	TYL1_if	.....	TYL1_Nf
.....
YL_N	TYLN_if	TYLN_if	.....	TYLN_Nf	TYLN_if	TYLN_if	.....	TYLN_Nf
XB_0	TXB0_if	TXB0_if	.....	TXB0_Nf	TXB0_if	TXB0_if	.....	TXB0_Nf
XB_1	TXB1_if	TXB1_if	.....	TXB1_Nf	TXB1_if	TXB1_if	.....	TXB1_Nf
.....
XB_N	TXB_N_if	TXB_N_if	.....	TXB_N_Nf	TXB_N_if	TXB_N_if	.....	TXB_N_Nf
YR_0	TYR0_if	TYR0_if	.....	TYR0_Nf	TYR0_if	TYR0_if	.....	TYR0_Nf
YR_1	TYR1_if	TYR1_if	.....	TYR1_Nf	TYR1_if	TYR1_if	.....	TYR1_Nf

[0099]

.....
YR_N	T _{YRN} _sf	T _{YRN} _rf	.....	T _{YRN} _Nf	T _{YRN} _sf	T _{YRN} _rf	.....	T _{YRN} _Nf

[0100] 步骤二,计算有手指触摸和无手指触摸时延迟的时间差值,计算公式如下:

[0101] 行输出端延迟的时间差值(ΔT)=行输出端延迟(被触摸)【表3】-行输出端延迟(未被触摸)【表1】[0102] 列输出端延迟的时间差值(ΔT)=列输出端延迟(被触摸)【表4】-列输出端延迟(未被触摸)【表2】

[0103] 时间差值的计算结果如表5和表6所示。

[0104] 表5 行输出端延迟的时间差值数据表

[0105]

输入激励端	行输出端(ΔT)(N为自然数)							
	XT_0	XT_1	.....	XT_N	XB_0	XB_1	.....	XB_N
XT_0	ΔT_{XTT0} _0	ΔT_{XTT0} _1	.....	ΔT_{XTT0} _N	ΔT_{XTB0} _0	ΔT_{XTB0} _1	.....	ΔT_{XTB0} _N
XT_1	ΔT_{XTT1} _0	ΔT_{XTT1} _1	.....	ΔT_{XTT1} _N	ΔT_{XTB1} _0	ΔT_{XTB1} _1	.....	ΔT_{XTB1} _N
.....
XT_N	ΔT_{XTTN} _0	ΔT_{XTTN} _1	.....	ΔT_{XTTN} _N	ΔT_{XTBN} _0	ΔT_{XTBN} _1	.....	ΔT_{XTBN} _N
YL_0	ΔT_{XLT0} _0	ΔT_{XLT0} _1	.....	ΔT_{XLT0} _N	ΔT_{XLB0} _0	ΔT_{XLB0} _1	.....	ΔT_{XLB0} _N
YL_1	ΔT_{XLT1} _0	ΔT_{XLT1} _1	.....	ΔT_{XLT1} _N	ΔT_{XLB1} _0	ΔT_{XLB1} _1	.....	ΔT_{XLB1} _N
.....
YL_N	ΔT_{XLTN} _0	ΔT_{XLTN} _1	.....	ΔT_{XLTN} _N	ΔT_{XLBN} _0	ΔT_{XLBN} _1	.....	ΔT_{XLBN} _N
XB_0	ΔT_{XBT0} _0	ΔT_{XBT0} _1	.....	ΔT_{XBT0} _N	ΔT_{XBB0} _0	ΔT_{XBB0} _1	.....	ΔT_{XBB0} _N
XB_1	ΔT_{XBT1} _0	ΔT_{XBT1} _1	.....	ΔT_{XBT1} _N	ΔT_{XBB1} _0	ΔT_{XBB1} _1	.....	ΔT_{XBB1} _N
.....
XB_N	ΔT_{XBTN} _0	ΔT_{XBTN} _1	.....	ΔT_{XBTN} _N	ΔT_{XBBN} _0	ΔT_{XBBN} _1	.....	ΔT_{XBBN} _N
YR_0	ΔT_{XRT0} _0	ΔT_{XRT0} _1	.....	ΔT_{XRT0} _N	ΔT_{XRB0} _0	ΔT_{XRB0} _1	.....	ΔT_{XRB0} _N
YR_1	ΔT_{XRT1} _0	ΔT_{XRT1} _1	.....	ΔT_{XRT1} _N	ΔT_{XRB1} _0	ΔT_{XRB1} _1	.....	ΔT_{XRB1} _N
.....
YR_N	ΔT_{XRTN} _0	ΔT_{XRTN} _1	.....	ΔT_{XRTN} _N	ΔT_{XREN} _0	ΔT_{XREN} _1	.....	ΔT_{XREN} _N

[0106] 表6 列输出端延迟的时间差值数据表

[0107]

输入激励端	列输出端(ΔT) (N 为自然数)							
	YL_0	YL_1	.....	YL_N	YR_0	YR_1	.....	YR_N
XT_0	$\Delta T_{XT0,0}$	$\Delta T_{XT0,1}$	.....	$\Delta T_{XT0,N}$	$\Delta T_{YR0,0}$	$\Delta T_{YR0,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
XT_1	$\Delta T_{YT1,0}$	$\Delta T_{YT1,1}$	.....	$\Delta T_{YT1,N}$	$\Delta T_{YR1,0}$	$\Delta T_{YR1,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
.....
XT_N	$\Delta T_{YTLN,0}$	$\Delta T_{YTLN,1}$	.....	$\Delta T_{YTLN,N}$	$\Delta T_{YRNL,0}$	$\Delta T_{YRNL,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
YL_0	$\Delta T_{YRL0,0}$	$\Delta T_{YRL0,1}$	.....	$\Delta T_{YRL0,N}$	$\Delta T_{YRL1,0}$	$\Delta T_{YRL1,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
YL_1	$\Delta T_{YRL1,0}$	$\Delta T_{YRL1,1}$	.....	$\Delta T_{YRL1,N}$	$\Delta T_{YRL2,0}$	$\Delta T_{YRL2,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
.....
YL_N	$\Delta T_{YRLN,0}$	$\Delta T_{YRLN,1}$	.....	$\Delta T_{YRLN,N}$	$\Delta T_{YRN,0}$	$\Delta T_{YRN,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
XB_0	$\Delta T_{YB0,0}$	$\Delta T_{YB0,1}$	.....	$\Delta T_{YB0,N}$	$\Delta T_{YB1,0}$	$\Delta T_{YB1,1}$	.....	$\Delta T_{YBN,N}$
XB_1	$\Delta T_{YB1,0}$	$\Delta T_{YB1,1}$	.....	$\Delta T_{YB1,N}$	$\Delta T_{YB2,0}$	$\Delta T_{YB2,1}$	.....	$\Delta T_{YBN,N}$
.....
XB_N	$\Delta T_{YBPN,0}$	$\Delta T_{YBPN,1}$	.....	$\Delta T_{YBPN,N}$	$\Delta T_{YBR0,0}$	$\Delta T_{YBR0,1}$	.....	$\Delta T_{YBRN,N}$
YR_0	$\Delta T_{YR0,0}$	$\Delta T_{YR0,1}$	.....	$\Delta T_{YR0,N}$	$\Delta T_{YR1,0}$	$\Delta T_{YR1,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
YR_1	$\Delta T_{YR1,0}$	$\Delta T_{YR1,1}$	.....	$\Delta T_{YR1,N}$	$\Delta T_{YR2,0}$	$\Delta T_{YR2,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$
.....
YR_N	$\Delta T_{YRNL,0}$	$\Delta T_{YRNL,1}$	.....	$\Delta T_{YRNL,N}$	$\Delta T_{YRRN,0}$	$\Delta T_{YRRN,1}$	.....	$\Delta T_{YRN,N}$

[0108] 经过图 4 中前处理系统 402 的 Δ TDC 的处理后所得的行延迟信号和列延迟信号的时间差值 (如表 5 和表 6 所示), 被转换成数字信号, 存储在寄存器中, 等待后处理系统 403 的进一步处理。

[0109] 步骤三, 将存储在寄存器中的行延迟信号的时间差值和列延迟信号的时间差值转换生成的数字信号做进一步运算;

[0110] (1) 各行各列时间差值 ΔT 求和, 即求每一行的时间差值之和以及每一列的时间差值之和;

[0111]

$$\Delta T_{XB,0} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTB0,0} + \Delta T_{XTB0,1} + \dots + \Delta T_{XTB0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLB0,0} + \Delta T_{XLB0,1} + \dots$$

[0112]

$$+ \Delta T_{XLB0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBB0,0} + \Delta T_{XBB0,1} + \dots + \Delta T_{XBB0,N}$$

[0113]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRB0,0} + \Delta T_{XRB0,1} + \dots + \Delta T_{XRB0,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0114]

$$\Delta T_{XLB_1} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTB_1,0} + \Delta T_{XTB_1,1} + \cdots + \Delta T_{XTB_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLB_1,0} + \Delta T_{XLB_1,1} + \cdots$$

[0115]

$$+ \Delta T_{XLB_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBB_1,0} + \Delta T_{XBB_1,1} + \cdots + \Delta T_{XBB_1,N}$$

[0116]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRB_1,0} + \Delta T_{XRB_1,1} + \cdots + \Delta T_{XRB_1,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0117]

[0118]

$$\Delta T_{XBN} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTBN,0} + \Delta T_{XTBN,1} + \cdots + \Delta T_{XTBN,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLBN,0} + \Delta T_{XLBN,1} + \cdots$$

[0119]

$$+ \Delta T_{XLBN,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBBN,0} + \Delta T_{XBBN,1} + \cdots + \Delta T_{XBBN,N}$$

[0120]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRBN,0} + \Delta T_{XRBN,1} + \cdots + \Delta T_{XRBN,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0121]

$$\Delta T_{XT_0} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTT_0,0} + \Delta T_{XTT_0,1} + \cdots + \Delta T_{XTT_0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLT_0,0} + \Delta T_{XLT_0,1} + \cdots$$

[0122]

$$+ \Delta T_{XLT_0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBT_0,0} + \Delta T_{XBT_0,1} + \cdots + \Delta T_{XBT_0,N}$$

[0123]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRT_0,0} + \Delta T_{XRT_0,1} + \cdots + \Delta T_{XRT_0,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0124]

$$\Delta T_{XT_1} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTT_1,0} + \Delta T_{XTT_1,1} + \cdots + \Delta T_{XTT_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLT_1,0} + \Delta T_{XLT_1,1} + \cdots$$

[0125]

$$+ \Delta T_{XLT_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBT_1,0} + \Delta T_{XBT_1,1} + \cdots + \Delta T_{XBT_1,N}$$

[0126]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRT_1,0} + \Delta T_{XRT_1,1} + \cdots + \Delta T_{XRT_1,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0127]

[0128]

$$\Delta T_{XT_N} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{XTTN_0} + \Delta T_{XTTN_1} + \cdots + \Delta T_{XTTN_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XLTN_0} + \Delta T_{XLTN_1} + \cdots$$

[0129]

$$+ \Delta T_{XLTN_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{XBTN_0} + \Delta T_{XBTN_1} + \cdots + \Delta T_{XBTN_N}$$

[0130]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{XRTN_0} + \Delta T_{XRTN_1} + \cdots + \Delta T_{XRTN_N} (N \text{ 为自然数})$$

[0131]

$$\Delta T_{YR_0} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTRO_0} + \Delta T_{YTRO_1} + \cdots + \Delta T_{YTRO_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YLRO_0} + \Delta T_{YLRO_1} + \cdots$$

[0132]

$$+ \Delta T_{YLRO_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBRO_0} + \Delta T_{YBRO_1} + \cdots + \Delta T_{YBRO_N}$$

[0133]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBRO_0} + \Delta T_{YBRO_1} + \cdots + \Delta T_{YBRO_N} (N \text{ 为自然数})$$

[0134]

$$\Delta T_{YR_1} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTRO_0} + \Delta T_{YTRO_1} + \cdots + \Delta T_{YTRO_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YLRO_0} + \Delta T_{YLRO_1} + \cdots$$

[0135]

$$+ \Delta T_{YLRO_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBRO_0} + \Delta T_{YBRO_1} + \cdots + \Delta T_{YBRO_N}$$

[0136]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBRO_0} + \Delta T_{YBRO_1} + \cdots + \Delta T_{YBRO_N} (N \text{ 为自然数})$$

[0137]

[0138]

$$\Delta T_{YR_N} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTBN_0} + \Delta T_{YTBN_1} + \cdots + \Delta T_{YTBN_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YLBN_0} + \Delta T_{YLBN_1} + \cdots$$

[0139]

$$+ \Delta T_{YLBN_N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBPN_0} + \Delta T_{YBPN_1} + \cdots + \Delta T_{YBPN_N}$$

[0140]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBPN_0} + \Delta T_{YBPN_1} + \cdots + \Delta T_{YBPN_N} (N \text{ 为自然数})$$

[0141]

$$\Delta T_{YLL_0} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTL_0,0} + \Delta T_{YTL_0,1} + \cdots + \Delta T_{YTL_0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBL_0,0} + \Delta T_{YBL_0,1} + \cdots$$

[0142]

$$+ \Delta T_{YBL_0,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_0,0} + \Delta T_{YRL_0,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_0,N}$$

[0143]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_0,0} + \Delta T_{YRL_0,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_0,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0144]

$$\Delta T_{YR_0} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTL_1,0} + \Delta T_{YTL_1,1} + \cdots + \Delta T_{YTL_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBL_1,0} + \Delta T_{YBL_1,1} + \cdots$$

[0145]

$$+ \Delta T_{YBL_1,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_1,0} + \Delta T_{YRL_1,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_1,N}$$

[0146]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_1,0} + \Delta T_{YRL_1,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_1,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0147]

[0148]

$$\Delta T_{YL_N} = \sum_{N=0}^N \Delta T_{YTL_N,0} + \Delta T_{YTL_N,1} + \cdots + \Delta T_{YTL_N,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YBL_N,0} + \Delta T_{YBL_N,1} + \cdots$$

[0149]

$$+ \Delta T_{YBL_N,N} + \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_N,0} + \Delta T_{YRL_N,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_N,N}$$

[0150]

$$+ \sum_{N=0}^N \Delta T_{YRL_N,0} + \Delta T_{YRL_N,1} + \cdots + \Delta T_{YRL_N,N} (N \text{ 为自然数})$$

[0151] (2) 加权后, 分别求行延迟信号的时间差值之和和列延迟信号的时间差值之和的最大值, 即从所有行中找出时间差值之和最大的行, 从所有列中找出时间差值之和最大的列;

[0152] $T_{(X_i)} = \text{MAX}(\Delta T_{XB_0}, \Delta T_{XB_1}, \dots, \Delta T_{XB_N}, \Delta T_{XT_0}, \Delta T_{XT_1}, \dots, \Delta T_{XT_N})$

[0153] $T_{(Y_i)} = \text{MAX}(\Delta T_{YR_0}, \Delta T_{YR_1}, \dots, \Delta T_{YR_N}, \Delta T_{YL_0}, \Delta T_{YL_1}, \dots, \Delta T_{YL_N})$

[0154] (3) 确定触点坐标为 (X_i, Y_i) , 即时间差值之和最大的行的行数为触点的横坐标, 时间差值之和最大的列的列数为触点的纵坐标。

[0155] 本发明的单触点感应定位方法与现有技术相比, 具有如下优点:(1) 采用时差法单触点定位技术 SPLDC, 精度高, 分辨率大于 1ps ;(2) 采用时差法单触点定位技术 SPLDC, 与传统触摸检测中应用的 ADC 相比, ADC 主要检测电压和电荷变化, 受噪声影响较大, 而本发

明的单触点感应定位方法采用 TDC 检测相对坐标的时间变化量,具有自动校准的功能,不受外界环境及噪声的影响,抗干扰性强;(3)采用时差法单触点定位技术 SPLDC,与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,功耗低;(4)采用时差法单触点定位技术 SPLDC,与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,面积小。

[0156] 本发明还提出了一种应用于单层无跳线 ITO 触摸屏的单触点感应定位装置,用以实施上述的单触点感应定位方法。

[0157] 图 5 为本发明实施例中单触点感应定位装置的结构图。如图 5 所示,本实施例中,单触点感应定位装置 50 可以包括脉冲信号加载模块 51、时延检测模块 52 和处理模块 53,其中,脉冲信号加载模块 51 用于在单层无跳线 ITO 触摸屏的各输入端施加脉冲激励信号;时延检测模块 52 用于在各输出端分别检测单层无跳线 ITO 触摸屏未被未被触摸时各行的行延迟信号和各列的列延迟信号、单层无跳线 ITO 触摸屏备被触摸时各行的行延迟信号和各列的列延迟信号;处理模块 53 用于根据行延迟信号和列延迟信号确定触点的位置。其中,输入端与输出端可以为同一端口。

[0158] 图 6 为图 5 中处理模块 53 的一种结构图。如图 6 所示,本实施例中,处理模块 53 可以包括第一计算单元 531、第二计算单元 532 和触点位置判定单元 533,其中,第一计算单元 531 用于计算各行被触摸时的行延迟信号与未被触摸时的行延迟信号的时间差值、及各列被触摸时的列延迟信号与未被触摸时的列延迟信号的时间差值;第二计算单元 532 用于计算各行的时间差值之和及各列的时间差值之和;触点位置判定单元 533 用于从所有行中找出时间差值之和最大的行,从所有列中找出时间差值之和最大的列,时间差值之和最大的行的行数为触点的横坐标,时间差值之和最大的列的列数为触点的纵坐标。

[0159] 其中,脉冲信号加载模块中可以包括第一加载单元,第一加载单元用于在单层无跳线 ITO 触摸屏的输入端逐行逐列顺序施加脉冲激励信号。其中,脉冲激励信号可以为方波脉冲激励信号,方波脉冲激励信号的频率可以为 200KHz~2MHz。

[0160] 本发明的单触点感应定位装置能够实施上述的单触点感应定位方法,与现有技术相比,本发明的单触点感应定位装置具有如下优点:(1)精度高,分辨率大于 1ps;(2)与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,ADC 主要检测电压和电荷变化,受噪声影响较大,而本发明的单触点感应定位装置采用 TDC 检测相对坐标的时间变化量,具有自动校准的功能,不受外界环境及噪声的影响,抗干扰性强;(3)与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,功耗低;(4)与传统触摸检测中应用的 ADC 相比,面积小。

[0161] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

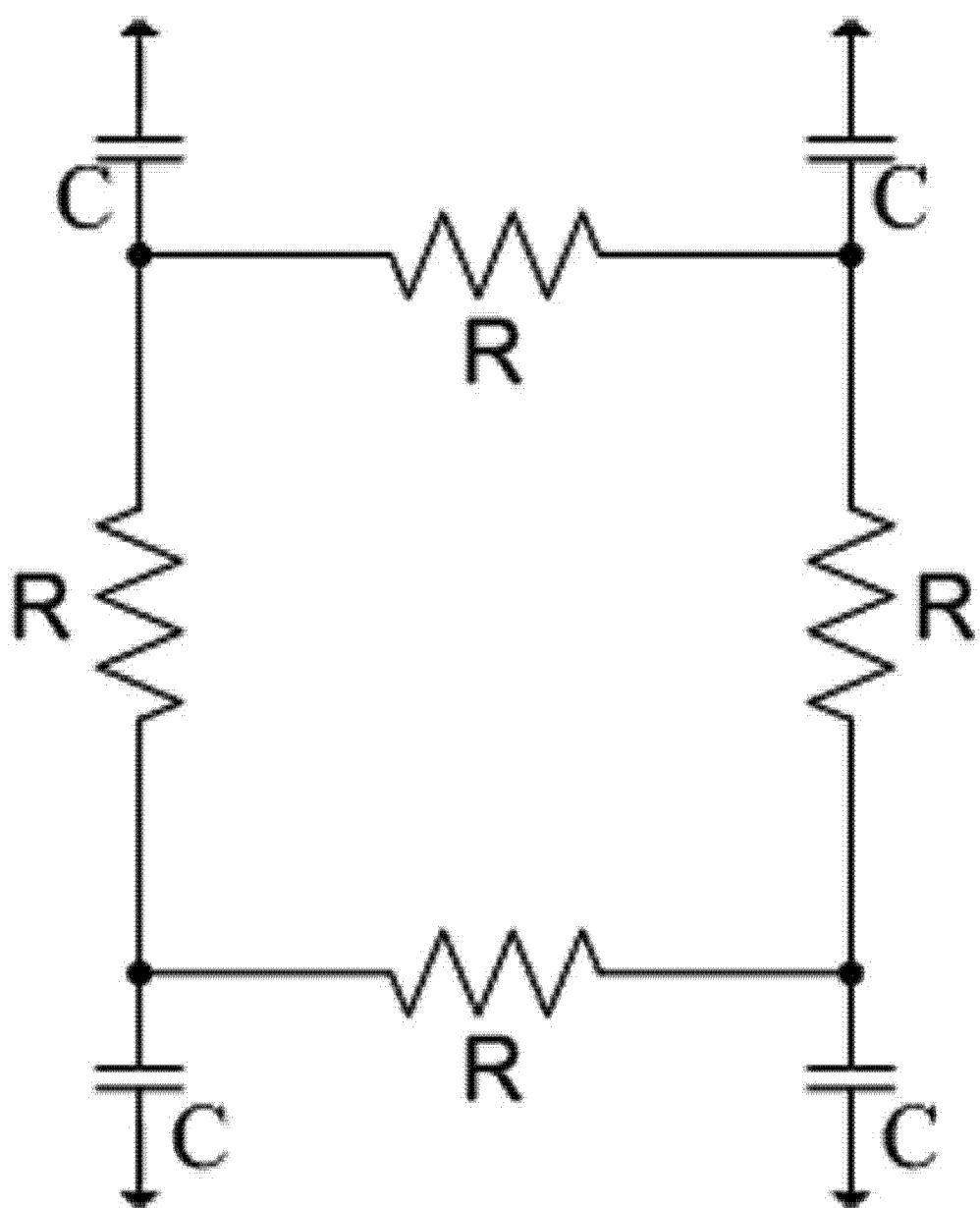


图 1A

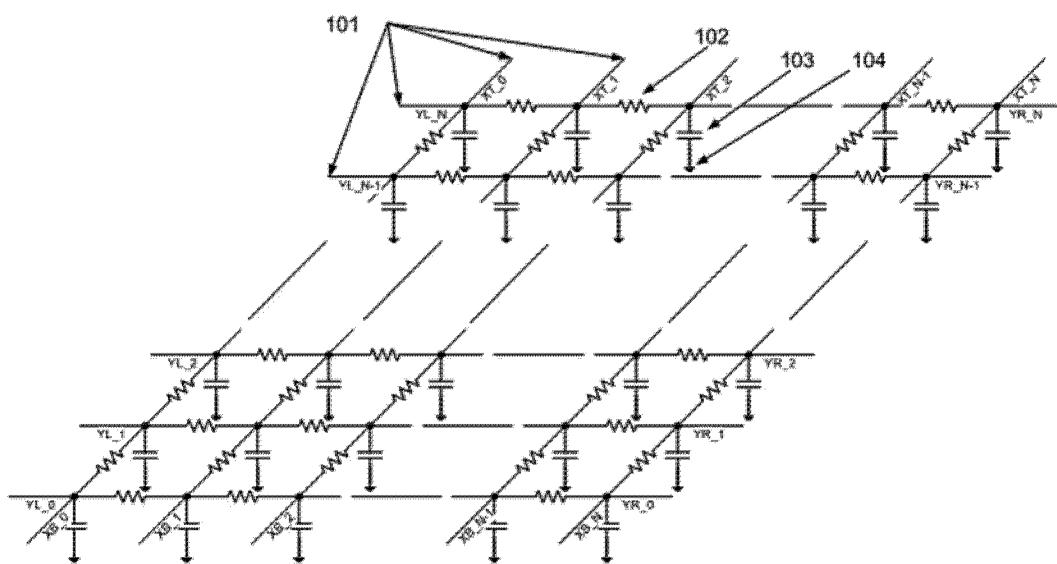


图 1B

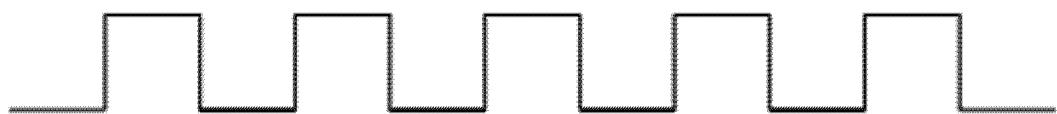


图 2

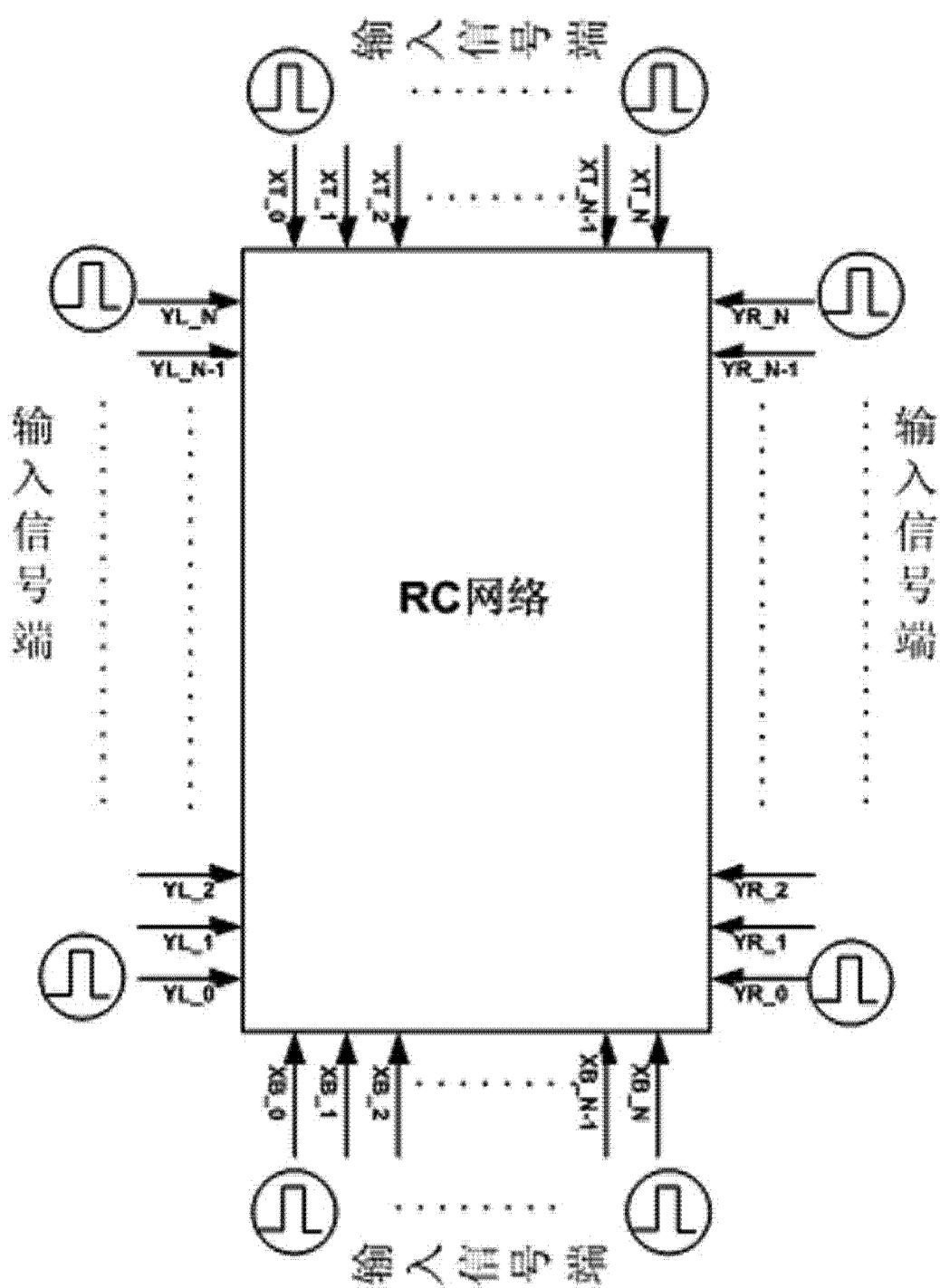


图 3A

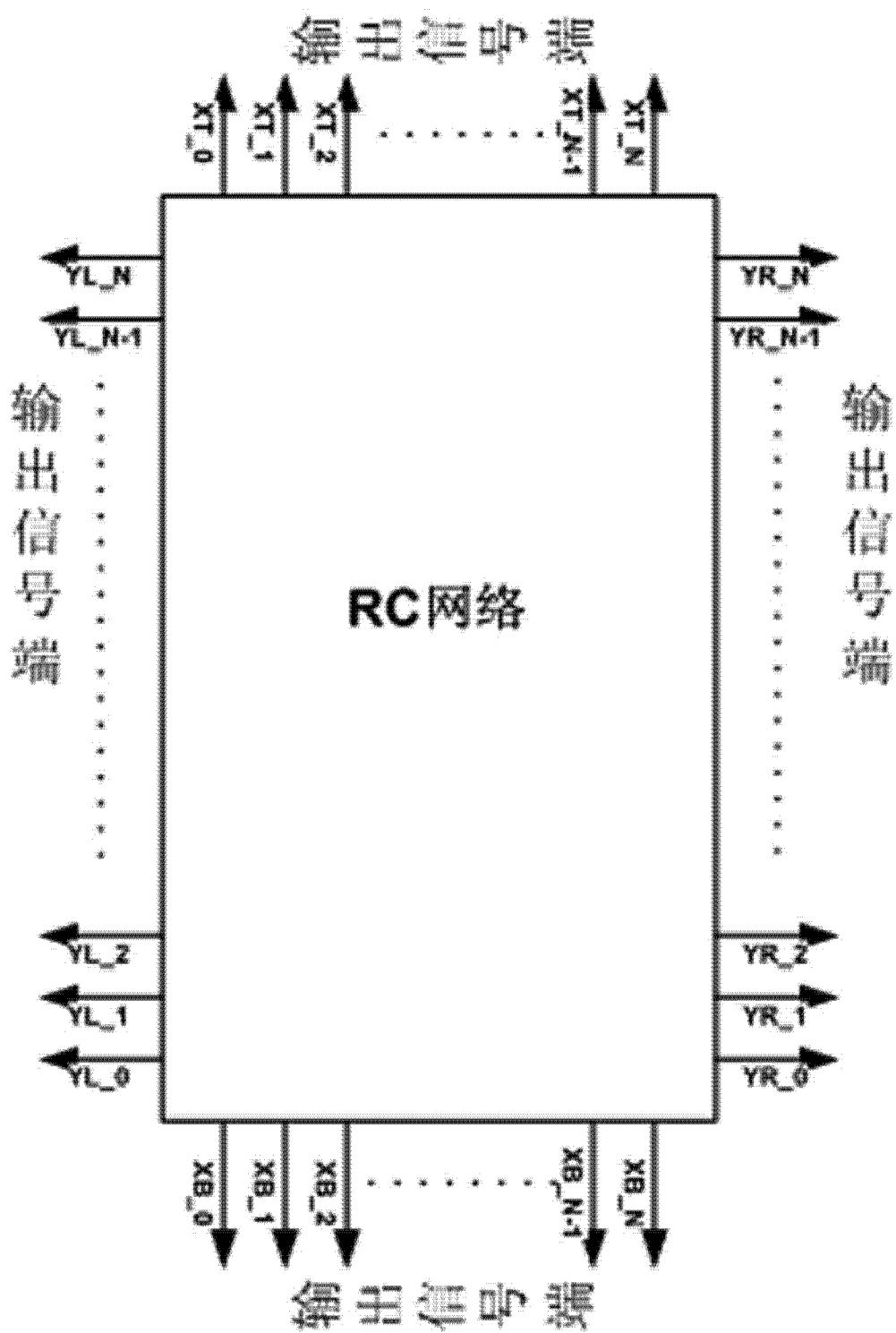


图 3B

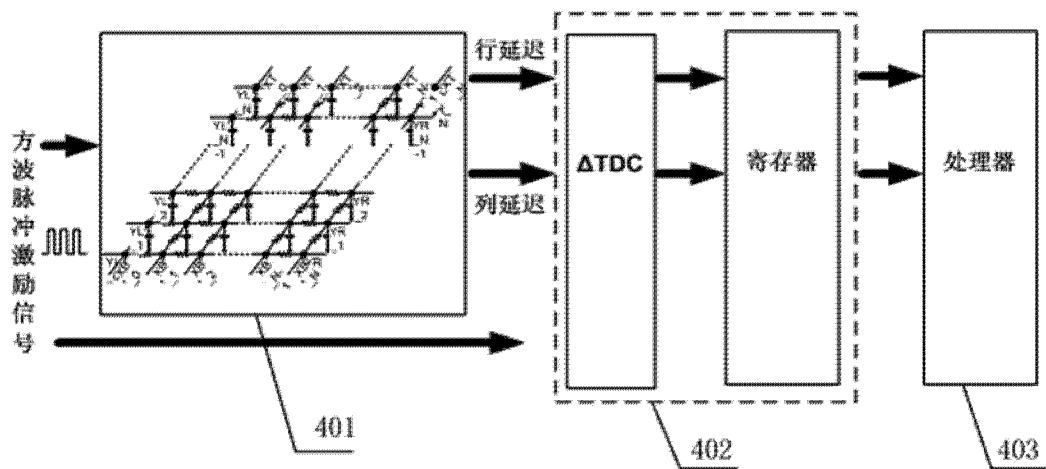


图 4

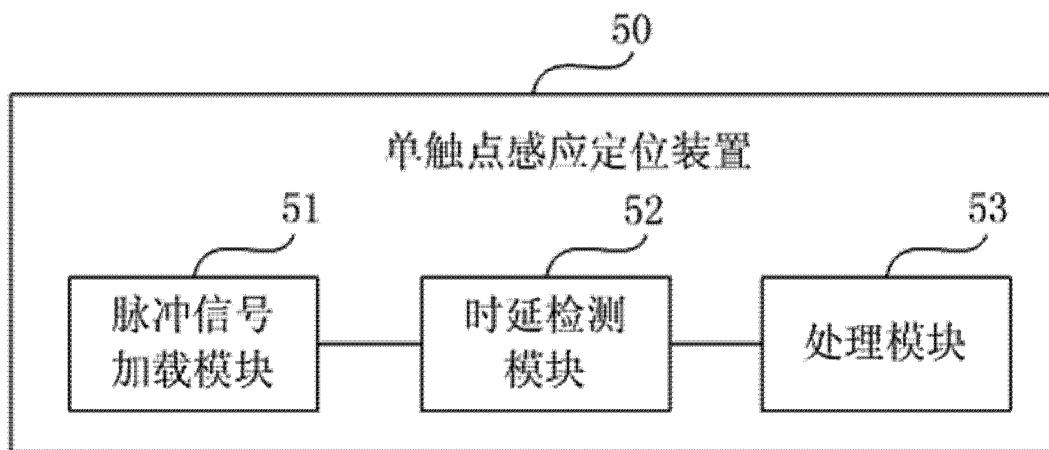


图 5

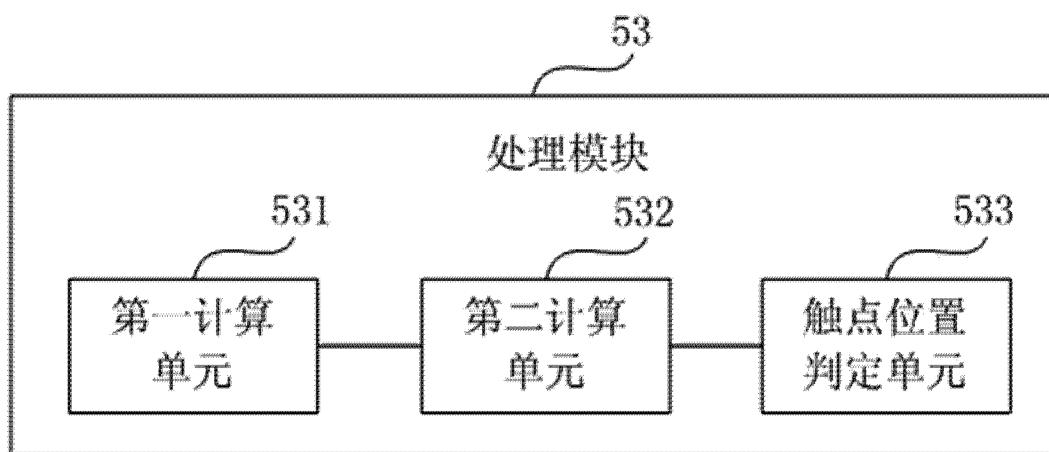


图 6