

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00133388.7

[43]公开日 2002年3月13日

[11]公开号 CN 1339691A

[22]申请日 2000.11.28 [21]申请号 00133388.7

[30]优先权

[32]2000.8.18 [33]CN [31]00122081.0

[71]申请人 刘中华

地址 100081 北京市海淀区白石桥路甲44号湖北大厦1806号

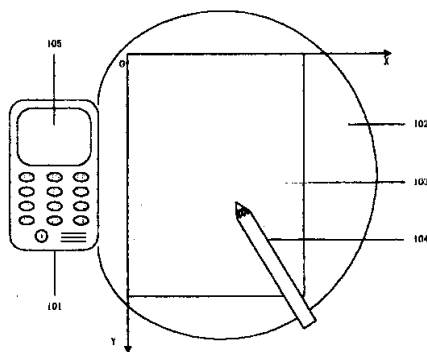
[72]发明人 刘中华

权利要求书2页 说明书11页 附图页数10页

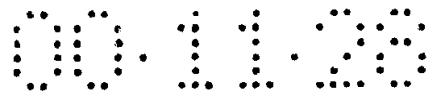
[54]发明名称 手持或便携设备的超声手写输入检测装置

[57]摘要

一种应用在个人手持或便携信息设备上的超声手写输入检测装置,将两个以上超声波换能器,安装在手持设备或便携设备外壳的一个表面或表面的延伸部分,通过检测有线或无线手写笔所发射或反射的超声波,在空气介质内的渡越时间,或者渡越时间的差值,在这些设备外部的空间或屏幕上实现手写笔位置坐标的检测及信息的输入。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

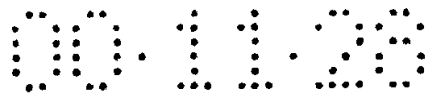
1. 用于手持或便携设备的超声手写输入检测装置，该装置包含有一套能够利用实现超声波手写笔定位的信号和数据处理系统，由以下几个部分构成：

至少两个其位置坐标在某一个指定坐标系内已知的超声波接收传感器；分别与每个接收传感器连接的、由信号放大、滤波、整形电路构成的信号处理电路；一只手写笔，以及安装在手写笔笔尖内的超声波发射换能器；一套与所述超声波发射器连接的、由超声波发生、信号控制、驱动电路构成的超声波发射电路；一套测量超声波在介质中传播的渡越时间；或者渡越时间之间的差值的数据处理系统，以及一个基准时间标定通道；所述数据处理系统的 I/O 接口分别与上述信号处理电路的输出端，以及所述基准时间标定通道的控制端连接；并通过一个端口与所述设备的操作系统交换数据；

其特征在于：

所述的超声波接收传感器安装在手持或便携设备的壳体的一个表面，并且其超声波接收面面向壳体外部。

2. 根据权利要求 1 所述的超声手写输入检测装置，其特征在于：所述的基准时间标定通道；由一只位置坐标在上述指定的坐标系内是已知的超声波接收器，及其配套连接的、与前述两只接收传感器相同的信号处理电路构成，其信号输出端为控制端；这只传感器的接收面，与前述的超声波接收器的接收面面向相同的方向。
3. 根据权利要求 1 所述的超声手写输入检测装置，其特征在于：所述的基准时间标定通道，是一套红外线发射接收系统；其结构如下：在手持笔内安装有一套驱动电路，该电路的输入端耦合连接在所述的信号控制电路的输出端，并驱动安装在手持笔书写端的一只红外线发射管；在所述安装超声波接收传感器的表面，还安装有一只红外线接收管，与该接收管配合，在所述的便携或手持设备内部，还包含有一套光电信号接收处理的电路，其信号输出端为控制端。
4. 根据权利要求 1 所述的超声手写输入检测装置，其特征在于：所述的基准时间标定电路，是一套红外线发射接收系统；其结构如下：在手持笔还安装有一套光电信号接收处理电路，其输入端与一只安装在手持笔书写端的红外线接收管连接，输出端与所述手持笔内的信号控制电路相连接；在所述安装超声波接收传感器的表面，还安装有一只红外线发射管，与该发射管配合，在所述的便携或手持设备内部，还包含有一套光电信号驱动电路，其信号输入端为控制端。
5. 根据权利要求 3、4 所述的传输手写输入检测装置，其特征在于：所述手持笔内的超声波发射器和光电子元件上下层叠安装，位于手持笔书写端壳体内部的空腔中；超



声波发射器的发射面指向笔尖方向，并在其前方的壳体上开有数个超声波扩散孔；光电子元件安装发射器发射面的前方，其发射面或接收面也指向笔尖方向。

6. 根据权利要求 1 所述的超声手写输入检测装置，其特征在于：由超声波发生、信号控制、驱动电路构成的超声波发射电路，嵌入安装在所述设备的内部，安装在手写笔内的超声波发射器，通过一条电缆与该电路的输出端相连接。
7. 用于手持或便携设备的超声手写输入检测装置，该装置包含有一套能够利用实现超声波手写笔定位的信号和数据处理系统，由以下几个部分构成：

一只手写笔；至少两个其位置坐标在某一个指定坐标系内已知的超声波接收传感器；分别与每个接收传感器连接的、由信号放大、滤波、整形电路构成的信号处理电路；一个坐标值在上述坐标系内已知的超声波发射换能器，及其由超声波发生、信号控制、驱动电路构成的超声波发射电路；一套测量超声波在介质中传播的渡越时间的数据处理系统，所述数据处理系统的 I/O 接口与上述信号处理电路的输出端相连接；并通过一个端口与所述设备的操作系统交换数据；

其特征在于：

所述全部的超声波换能器，均安装在手持或便携设备的壳体的一个表面，这些换能器的超声波发射或接收面，均指向壳体外部；在所述手写笔的书写端有一个超声波反射面。

8. 根据权利要求 7 所述的超声笔式输入检测装置，其特征在于：手写笔的书写端还安装有一个红外发射元件，与此配合在手持笔内部有一套红外信号的发生、控制和驱动电路；在所述安装超声波接收传感器的表面，还安装有一只红外线接收管，与该接收管配合，在所述的便携或手持设备内部，还包含有一套光电信号接收处理的电路，该电路的输出端与所述数据处理系统的 I/O 端口相连接。
9. 根据权利要求 3、4 或 7 所述的超声手写输入检测装置，其特征在于：所述安装在手写笔上的光电子元的前方，安装有一个尖端指向元件管芯的光反射锥。
10. 根据权利要求 1、2、3、4、6 或 7 所述的超声笔式输入检测装置，其特征在于：在所述设备的表面，是安装在设备壳体上的折叠臂或抽拉臂的表面，或显示屏所在的表面之中的一个。

手持或便携设备的超声手写输入检测装置

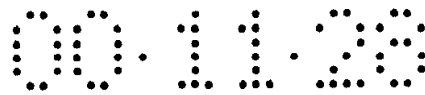
本发明属于超声传感技术领域，主要应用于计算机多媒体技术中多媒体输入领域，尤其应用在使用手写笔实现手持设备或便携设备的手写输入、操作方面，是一种使用超声波技术对手写笔的位置坐标进行检测的装置。

使用手写笔进行文字输入和功能操作，已经被广泛应用在掌上电脑、网络手机、个人数字助理、电子词典等手持设备上。现有的这些设备使用的手写传感媒介，一般均是电阻膜触摸屏。由于手持设备的体积一般都比较小，所以可供手写输入或手写笔操作的面积也很小。即便是全屏的手写输入，其可供输入的面积内也只能一次输入几个文字，难以实现整行的快速输入。手持设备常常是供使用者临时记录、交流的工具，一般情况下还经常遇到需要图形输入或记录，而这样小的书写面积一般连简单的草图都难以完成。因此现有的手持设备，尤其是网络手机、个人数字助理等设备，几乎都没有类似台式电脑或笔记本电脑中常用的“画笔”功能。因此，现有技术使手写输入的功能受到很大限制。再如普通手机，一般都具备短信息功能，但由于显示窗口更小，几乎无法使用手写输入，用数字键盘输入文字又非常麻烦，所以这个功能的使用率极低。即使笔记本电脑，实现“画笔”功能也是依靠鼠标来完成的。尽管许多笔记本电脑都带有一个小触摸板，但面积小，操作复杂，使用手指控制鼠标指针操作计算机很困难。部分笔记本电脑安装有触摸屏，但触摸屏本身的价格很高，导致产品的售价大幅上升。

手持设备的手写屏幕和笔记本电脑触摸屏的另外一个缺点，是操作不方便。手持设备都有一定的厚度，手写触摸屏安装在其显示表面，这就将导致使用者在桌面上书写时，由于手写笔的笔尖与使用者的手腕不在同一平面上，不符合人机工程的要求，书写起来有不快感。笔记本电脑的触摸屏安装在 LCD 显示器上，位置更高，长期使用手臂更容易疲劳。号码为 5,637,839、5,308,936 和 5,280,457 的美国专利申请，以及申请号或专利号为 98101325.2、98101663.4、98242235 和 98247481.2 的中国专利申请，都提供了一种利用声波或超声波技术对写字笔、触摸点的坐标进行传感、检测的技术，这里统称为“超声波手写笔定位系统”，应用于计算机多媒体输入领域。但这些专利申请所公开的，基本上都是针对一般空间定位、触摸屏或手写板的技术方案，或者一种可以用于触摸屏、手写板的传感器安装结构以及信号和数据处理系统的技术方案。针对其它技术，尽管有许多优点，但其技术内容所涉及的应用，无法解决前面手持设备和便携设备所涉及的书写面积和人机工程问题。

本发明的目的，就是针对上述的缺点和问题，突破前述超声波传感技术的应用模式，公开一种适合手持设备和便携设备应用的手写笔定位系统的技术方案，利用这些设备以外的广阔空间，实现符合人机工程要求、提供充分的书写和操作面积的目的，使其适合各种形式的手写输入。

完成这一发明目的的技术方案有四种，它们的共同内容，都是在手持设备或便携设备的内部，集成嵌入一套能够利用实现超声波手写笔定位的信号和数据处理系统，并且



在壳体的一个表面，安装有至少两只坐标位置在某一指定坐标系内是已知的超声波接收传感器，这些接收传感器的超声波接收面面向壳体外部；再配合一只安装在所述壳体上的一个表面，或者安装在手写笔上的超声波发射器，构成一种测量从手写笔发射出的，或者被手写笔所反射的超声波在空气中的渡越时间而实现手写笔定位的安装结构。由于“超声波手写笔定位系统”是现有技术，所以下面着重从包括超声波换能器在内的各种传感或换能器的安装结构方面，简要说明每一种技术方案的具体内容。

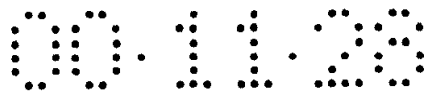
第一种方案：在手持设备或便携设备壳体的一个表面，面向壳体外部，安装有三只坐标位置在某一指定坐标系内已知的超声波接收传感器；在手写笔的书写端安装有一只超声波发射器和一套超声波脉冲发生、控制、驱动电路。超声波接收传感器配合设备内部的超声波接收电路、计时电路，能够测量得到超声波从发射器到三个接收器的渡越时间的差值。由于超声波在空气中的传播速度是已知的，所以再通过设备内的微处理器计算，就可以得到超声波发射器，即手写笔的书写端在某个时刻与三只传感器之间距离的差值，进而通过计算得到其在这一指定坐标系内的坐标值。这里之所以使用三只接收传感器，是因为这三只传感器中的任何一只及其配套连接的信号处理电路，都可能起着基准时间标定通道的作用，其输出端是系统的控制端口，因此其接收到超声波信号的时刻，作为检测其它两只传感器与该传感器之间渡越时间差值检测的基准。

第二种方案：在手持设备或便携设备壳体的一个表面，面向壳体外部，安装有两只坐标位置在某一指定坐标系内已知的超声波接收器；在手写笔的书写端安装有一个超声波发射器和一套超声波脉冲发生和驱动电路；该发射器及其驱动电路，通过包含红外线、无线电波及其发射接收电路，与设备内部的超声波渡越时间计时电路在一个同步信号控制下工作，作为检测超声波渡越时间的基准，起到基准时间标定通道的作用。超声波接收器配合设备内部的接收电路、计时电路，能够测量得到超声波从发射器到接收器的渡越时间。同上所述，再经过设备内的微处理器的计算，就可以得到该发射器，即手写笔书写端在某个时间点上在这一指定坐标系内的坐标值。

第三种方案：在手持设备或便携设备壳体的一个表面，面向壳体外部，安装有三只坐标位置在某一指定坐标系内已知的超声波传感器；这些传感器中有两只是超声波接收器，一只是超声波发射器；在手写笔的书写端安装有一个超声波反射器。超声波发射器、接收器配合设备内部的超声波脉冲发生和驱动电路、超声波接收电路、计时电路，能够测量得到超声波从发射器被发射出，到被反射器反射回到接收器这个过程的渡越时间。同上所述，再经过设备内的微处理器的计算，就可以得到该反射器，即手写笔书写端在某个时间点上在这一指定坐标系内的坐标值。

第四种方案：将第三种方案中的超声波发射器安装到手写笔内，然后用一条电缆将超声波发射器与上述设备内的超声波驱动电路连接起来，构成安装在上述设备壳体表面的超声波接收器直接接收手写笔内超声波发射器发射的超声波的结构，直接测量超声波在空气中的渡越时间。与此对应，所述微处理器内对渡越时间的计算，与第二种方案内的过程相同，但渡越时间的基准在上述设备内部直接设定，手写笔内的超声波发射器直接由电缆驱动。

在上述四种方案中，超声波脉冲的发生、驱动、接收和计时电路部分，以及微处理器的数据处理过程，都是现有的成熟技术，具体细节请参见上述的专利文件，以及



98242237 号中国专利。这里所述的壳体表面，包括壳体的所有侧面，还包括侧面位置的延伸，如安装在壳体侧面、用铰链与壳体连接的折叠臂、与壳体通过滑动卡槽连接的滑动延伸臂，以及显示屏的前方等。

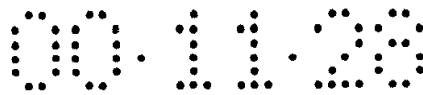
由于本发明的检测传感器安装在设备表面的外壳上，这样就将设备壳体外侧的空间变成手写输入区域；当使用者在桌面上使用该设备时，设备侧面的桌面或其它表面，就成为一块大的手写板。因此本发明克服了现有技术的缺点，具有可用书写面积大、能够实现包括图形在内的各种内容输入和操作、符合人机工程要求等优点。

附图说明：

- 图1 使用本装置的手持或便携设备的输入区域示意图
- 图2 方案一的传感器安装位置示意图
- 图3 方案一使用的手写笔的基本结构示意图
- 图4 方案一对应的电路结构方框图
- 图5 方案二的传感器安装位置示意图
- 图6 方案二使用的手写笔的基本结构示意图
- 图7 方案二对应的电路结构方框图
- 图8 方案一、二使用的手写笔内超声波发射电路结构方框图
- 图9 单脉冲的超声波发射信号波形图
- 图10 多脉冲的超声波发射信号波形图
- 图11 带有控制信息的超声波信号波形图
- 图12 方案三的传感器安装位置示意图
- 图13 方案三使用的手写笔基本结构示意图
- 图14 与方案三对应的电路结构方框图
- 图15 方案三使用的红外信号波形图
- 图16 一种红外发射或接收元件的结构图
- 图17 方案四及其使用的手写笔的基本结构图
- 图18 超声波换能器的一种结构图
- 图19 手写笔书写端内部换能元件的一种安装方式
- 图20 有源手写笔上超声波换能器的另外一种结构和安装示意图
- 图21 一种使用数字电路构成外挂计时器的电路结构
- 图22 与方案一对应的工作程序流程图
- 图23 与方案二、三、四对应的工作程序流程图
- 图24 超声波换能器安装在折叠臂上的结构图
- 图25 超声波接收换能器的另外一种安装位置示意图

下面结合几个实施例来详细说明本发明的几种具体结构方案，以及相关电路、算法和程序部分所涉及的主要技术内容。

图 1 表示出了本发明的基本应用形式。图中，101 表示一种手持设备，在该设备的右边侧面安装有超声波接收器，弧形构成的区域 102 就是这些接收器的有效接收范围。在上述的该范围内，可以根据对手持设备实际操作的需要，设定一个有效操作区域

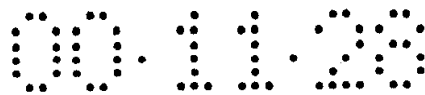


103; 在该区域内, 专用手写笔 104 所在的位置, 能够与手持设备的显示屏幕 105 上的相应点相对应, 或者说 103 是 105 按一定比例的放大。图中的手持设备可以是网络手机、个人数字助理(PDA)或掌上电脑, 以至于笔记本电脑; 有效检测区域的大小由超声波发射和接收器的灵敏度、超声波发射功率的大小等因素决定的, 而有效操作区域的尺寸一般是根据实际使用的需要而设定, 其长宽的比例由显示屏幕的尺寸、纵横向的分辨率等因素决定, 可作为预置数据存储在驱动或应用软件内; 专用笔的结构、形式, 由所采用的超声波发射接收的结构方案所决定, 将在后面介绍不同的结构方案时介绍。

图 2、图 3 是第一种方案具体的机械结构。在图 2 中, 204 表示手持或便携设备的一个侧面。该侧面可以是该设备的任何一个侧面, 但按照一般的使用习惯, 可首选设备右边的侧面。在该选定的侧面上, 安装有 201、202、203 三只超声波接收传感器, 这些传感器的安装位置是已知的, 或者说在一个指定的坐标系内, 这些传感器的坐标值都是已知的。这些传感器的工作面, 即能够有效接收超声波的表面, 指向设备外侧的空间; 三只传感器的有效接收范围的交集, 构成图 1 中的有效检测范围 102。由于我们主要解决的问题是平面内手写笔的坐标测定, 所以这三只传感器最好安装在一条直线上, 并且选择该直线作为上述指定坐标系的一个坐标轴, 这样会大幅度降低数据处理的工作量, 使坐标值的测定更快。图 3 所示的是配合这种方案所使用的手写笔的结构。该手写笔主要由外壳 301、电池 302、安装超声波发射电路的电路板 303、超声波发射换能器 304 构成。超声波换能器安装在手写笔的书写端, 所发射的超声波通过外壳 301 上的扩散孔 305 向其周围的空气中发射超声波。由于笔内安装有超声波发射器, 我们称之为“有源手写笔”。按键开关 306 的作用是为了使手写笔实现鼠标的功能, 根据现有鼠标的各种功能, 按键开关可以有两个以上, 其安装结构可以参考现有手写笔的结构, 如将其常用的、相当于鼠标左键功能的按键安装在手写笔的书写端, 当使用者按下手写笔时, 触动按键, 发出确认信号。当然, 这些按键还可以参照现有部分手写板的结构, 安装在手持设备上, 当手写笔将鼠标指针移动到需要操作的位置时, 按下确认。例如部分笔记本电脑上的触摸板所使用的结构。当相当于鼠标左右键的两个按键安装在手写笔上时, 电路的连接, 即电路板 302 上安装的电路部分的结构方框图见图 8。

图 4 表示的是与超声波接收传感器连接、接收处理超声波信号的电路部分的原理方框图。图中的 401、402、403 即是图 2 中的超声波接收传感器 201、202、203; 404、405、406 是三套超声波信号前置放大电路(P-Amp), 407、408、409 是分别与上述放大连接的三套滤波电路(F); 而 410、411、412 则是三套用于超声波信号放大、整形的电路, 其作用是将已经被初步放大、滤波的超声波信号作最终的放大、整形, 以适合主要由单片机系统(MCS) 413 构成的数据处理系统对其接口输入信号的要求。414、415 是包含在单片机系统 413 内的两个计时器, 称为第一和第二计时器, 为叙述方便, 在本图和后面的附图中都将其单独画出。端口 416 是上述单片机系统与手持或便携设备操作系统进行数据交换的通道。

与前面相似, 图 5、图 6、图 7 给出了第二种方案的机械和电路结构图。在图 5 中, 501、502 分别表示两个安装在所述选定设备的一个侧面上的超声波接收传感器, 相当于图 2 中 201、202、203 之中的任意两个传感器。503 是一只光电子元件, 一般可选用红外发射或接收管, 这里及后文统称为“光电子元件”。这只光电子元件的作用是

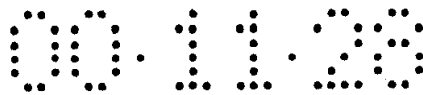


设定一个时标，作为计时器启动计时的信号。图 6 是与图 5 的结构对应的手写笔的结构。该手写笔也是一只有源手写笔，与图 3 所示的手写笔相比较，不同之处在于：在手写笔的书写端，又安装了一个光电子元件 601，该元件的种类与 503 相反：当 503 是光电发射元件如红外发射管时，601 就应该是一只光电接收元件如光敏管；反之则是一只光电发射元件。该手写笔的其它部分均与图 4 所示的手写笔相同。图 7 所示的是与图 5 的结构相对应的电路结构方框图。图中 701 是一个光电子元件，702 是一个光电信号放大、滤波整形电路，或者是一个发光管的驱动电路，根据 503 的性质而确定。703 是一个信号双向传输的标志，信号具体输出方向，是根据 503 和 702 的种类而确定的，这里给出的是一个信号通路的概念。

方案一、方案二的基本工作原理是相同的，不同之处在于结构：方案二用一个光电信号发射接收系统，代替了方案一中的一个超声波发射和接收电路，起到基准时间标定的作用。这种差异表现在图 8 所示的手写笔内部电路的不同和图 4、图 7 所示的信号接收处理电路中的不同，下面针对每个方案分别说明。

对于方案一，图 8 所示的手写笔中的电路由产生超声波信号的超声波振荡器 801、信号控制电路 802、超声波发射驱动电路 805 和超声波发射换能器 806 等几部分构成；安装在信号控制器 802 上的两个开关 803、804 即相当于鼠标的左右控制键。由于这时手写笔发射的超声波信号，即要用于笔尖定位，又要用于控制信号的传输，所以这种超声波信号应当是一种被按照一定方式编码的信号，因此信号控制电路 802 是一个编码电路。对于控制信号而言，以满足实际操作的需求为标准，最简单的编码方式是对超声波脉冲发射周期的编码，如图 11 所示。在鼠标操作中，因为单纯的指针移动不涉及具体操作，只要能够较快地将鼠标指针移动到指定位置即可，所以这时可以使用较低的取样率，即超声波脉冲的发射周期可以较长、频率较低，如图 11 中的脉冲图形 1101 之间的周期 t_1 所示。假设鼠标的左键是开关 803，是最常用的按键，不仅要定位指针，还要响应更快，这时可以使用较高的取样率，即超声波脉冲的发射周期短、频率高，如图 11 中的脉冲图形 1102 之间的周期 t_2 所示。而鼠标的右键，即开关 804 的操作主要是快捷方式，涉及的操作较少，所以脉冲的发射周期或取样率可以取一个中间值，如图形 1103 之间的周期 t_3 所示。因为手写笔工作的大部分时间用于指针的定位，所以这种编码方式既简化了手写笔中的信号控制电路 802 的结构，又能够将各部分的能量消耗降到最小，满足手持或便携设备省电的要求。在这种编码形式下，只要在单片机系统的程序内设置一个脉冲周期监测模块，识别 t_1 、 t_2 和 t_3 ，就能够根据识别结果向设备的操作系统发出相应的操作指令。为了准确判定设备的操作状态， t_1 、 t_2 、 t_3 之间的差别，应当远大于因为手写笔 104 在有效操检测区域 102 内快速大幅度移动时，超声波不同的渡越时间之间的差异。

与图 8 所示的手写笔内部电路结构对应，图 4 中的超声波接收器及其电路就需要有 3 组。这 3 组接收传感器的优先程度相同，都是经过放大、滤波、整形之后直接连接到单片机系统 413 的 I/O 接口上，成为计算机系统 413 的三个硬件中断源。图 22 给出了驱动程序中检测超声波信号并计时、计算笔尖位置等操作的程序模块的流程图。当这部分程序模块通过初始化过程 2201 启动后，经过一个连接环节 2202 开始进入等待状态 2203。当某一个接收传感器接收到超声波信号后，通过所述的 I/O 接口向计算



机发出一个中断请求 2204，单片机系统 413 立即响应这个请求，跳转启动一个第一计时器 2211 开始计时，即相当于标定了检测渡越时间差值的基准时间；同时通过步骤 2212 置一个端口标志，而模块的主程序依然处于等待中断请求的状态。当第二个中断请求 2205 到达后，单片机系统 413 再次立即响应，跳转到 2213，关闭第一计时器，启动第二计时器，并通过步骤 2214 置第二个端口标志，通过步骤 2215 暂存第一计时器的计时结果，模块的主程序依然处于等待中断请求的状态。这里所说的“置端口标志”，也是存储代表端口的数据代码。当第三个中断请求 2206 到来后，单片机系统通过步骤 2216 停止第二计数器。两个计数器都停止后，就完成了对手写笔发出的超声波到不同接收器的渡越时间的差值的测量，为笔尖坐标的测量提供了原始数据。如果我们采用如下假设条件：

- 手写笔尖所在位置 P 的坐标是 (x, y) ，声速为 v ；
- 三个接收传感器的标志和位置坐标分别是 $P_1(x_1, y_1)$ 、 $P_2(x_2, y_2)$ 、 $P_3(x_3, y_3)$ ；
- 三个接收传感器检测到超声波的顺序(端口标志)是 P_2 、 P_1 、 P_3 ；
- 超声波从手写笔传播到三个接收传感器的渡越时间分别是 T_1 、 T_2 、 T_3 ；
- ΔT_{12} 、 ΔT_{32} 分别是第一和第二计时器的计时结果，
- 两个则可得到下面的方程组：

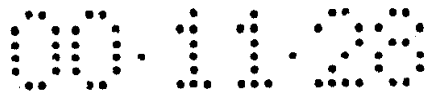
$$\begin{cases} \Delta T_{12} = T_1 - T_2 \\ \Delta T_{32} = T_3 - T_2 \\ (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = (v \cdot T_1)^2 & \dots\dots\dots 1) \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = (v \cdot T_2)^2 \\ (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = (v \cdot T_3)^2 \end{cases}$$

这里有 5 个未知数 T_1 、 T_2 、 T_3 和 x 、 y ，所以方程组有解。图 22 中的步骤 2207 就是读取上述的 ΔT_{12} 、 ΔT_{32} 的值，算法模块 2208 就是方程组 1) 的求解代码模块，得到符合实际情况的解。计算得到 x 、 y 的值后，经步骤 2209 通过数据交换通道 416，输出到手持或便携设备计算机的操作系统，供其驱动鼠标指针到指定位置。其它数据，如按键的操作信息，也经系统识别处理后，经这个通道输出到上述操作系统。

由方程组 1) 可知，无论超声波到达接收传感器的顺序如何，都可以得到 x 、 y 合适的解。

方案二的基本工作原理与方案一相同。当用一个光电信号电路代替了一个超声波接收电路之后，图 8 所示的电路结构中就需要增加相应的光电信号电路和光电元件，即在电路 805 中不仅包含有超声波驱动电路，还包含有与光电信号有关的电路；构成基准时间标定通道；该电路与图中虚线所示的光电元件 807 连接。对于图 7 和图 8，系统有两种结构方案：

第一，电路 702 是一个光电信号接收放大、滤波、整形电路，这时光电元件 701 将是一个光电接收元件，如红外接收管，这时电路 702 的输出端就是基准时间通道的控制端；与此对应图 8 中的光电元件 807 是一个光电信号发射元件，如红外发光管，电路 805 中包含有一套光电信号驱动电路，该电路的输入端耦合连接在信号控制电路 802 的输出端，拾取驱动超声波发射器的电信号，驱动发光管与超声波发射器同步发射光脉



冲，此种情况已经在图 7 中给出。

第二，电路 702 是一个光电信号驱动电路，该电路从单片机系统通过 I/O 端口取得光电发射的指令或信号，因此其输入端就是基准时间通道的控制端，这时光电元件 701 将是一个光电信号发射元件；与此对应图 8 中的光电元件 807 将是一个上述的光电信号接收元件，电路 805 中包含有一套光电信号接收放大、滤波、整形电路，这套电路的信号输出端与信号控制电路 802 相连接，将根据是否接收到从 701 发射出的光信号，通过 802 控制超声波驱动电路是否发射超声波，这种情况未在图 7 中给出。手写笔的其它部分，如开关的数量、安装位置等完全可以与方案一中的手写笔相同。

对于第一种选择，其手写笔内的工作原理如上面所述，不需再次说明；与此对应图 22 中的中断 2204 事实上就是光电信号电路 702 产生的中断。由于光速远大于声速，因此可以忽略光信号的延迟。其它过程与第一种方案的过程相同。

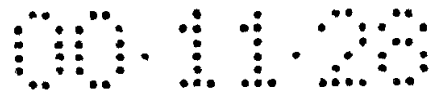
对于第二种选择，一种可行的工作方式如下：电路 702 驱动发光管 701，以设定的周期 t_1 发射光脉冲，同时产生中断请求 2204；在笔中，光电接收元件 807 接收到的光脉冲经放大滤波等处理后，传输到电路 802 中（图中未给出信号方向）。这时电路 802 中可以使用一个分频器，开关 803、804 连接在该分频器的控制端上，控制其分频比：假设当开关 803 按下时，分频比为 1；当开关 804 按下时，分频比为 2；当两个开关都没有按下时，分频比为 3。用这个分频比控制超声波驱动电路，以不同的周期发射超声波脉冲，就可以实现前述的编码方式。与此对应，在图 22 所示的模块主程序中，应当增加一个超声波周期判断模块，通过检测超声脉冲的实际发射周期而确定手写笔上按键的操作状态。

第二种方案依然可以使用方程组 1) 来计算 x 、 y 的值。重复前面的假设，这时 $T_2 = 0$ ， ΔT_{12} 、 ΔT_{32} 分别等于 T_1 、 T_3 ，并令 $x = x_2$ 、 $y = y_2$ ，这样方程组 1) 就变成了一个二元二次方程组，因此可以得到 x 、 y 的解。

图 9、图 10 所示的波形图，是手写笔 104 发射的超声波脉冲的波形。手写笔发射的超声脉冲可以有二种选择，其一是每个周期发射一个超声波脉冲，如图 9 中波形 901，这时图 4 或图 7 中的超声波信号处理电路，所拾取的是超声波信号的上升或下降沿，以得到较高的精度；其二是每一个周期发射一组超声波脉冲，如图 10 中的波形 1001，上述电路则通过检测其上升沿或过零点，记录每组超声波脉冲的数量。详细的电路原理可参见前述专利文件。

方案三是一种利用超声波反射的原理，实现手写笔书写端位置坐标检测的方案。图 12 给出了传感器在手持或便携设备上的安装结构，图 13 给出了手写笔的基本结构图，图 14 给出了装置的电路结构方框图。在图 12 中，1201、1202、1203 分别是三只超声波换能器，其中两只是超声波接收器、一只是发射器。在图 13 中，手写笔 1301 可以是一只只有机械结构的“无源手写笔”，在其书写端有一个超声波反射面 1303。这个反射面可以是一个旋转曲面或柱面的部分或全部；如果是曲面，既可以向笔的轴线方向凹进，又可以反方向凸出，其目的是保证笔身在不同的书写角度时，都能有效的反射超声波到接收器。这种手写笔无法完成鼠标的功能，这时需要在所述设备上安装相应的按键，其功能、安装结构等特性，与笔记本电脑所使用的触摸板上附带的按键一样。

使用这种无源手写笔，可以工作在两种方式之下：其一是单片机系统 413 通过其



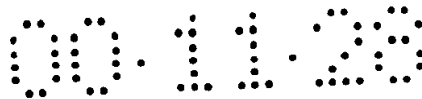
I/O 接口构成的基准时间标定通道，向超声波发射电路 1401 输出超声波脉冲信号或者发射允许指令，同时启动第一计时器开始计时；即相当于图 23 中的第一中断请求步骤 2204；当超声波发射器 1402 所发射的超声波被手写笔的反射面 1303 反射后，分别被两个接收传感器收到，转换为电信号并被放大处理后，通过 I/O 接口送到单片机系统，产生第二、第三中断请求，分别关闭两个计时器。其二是超声波发射电路 1401 自行产生超声波信号，在驱动发射器 1402 发射超声波的同时，通过上述 I/O 接口向单片机系统 413 发出第一个中断请求 2204。与图 22 相比，图 23 所示的程序流程在步骤“等待端口中断”的顺序上有区别，其它与图 22 相同。

图 13 也给出了手写笔的另外一种结构，与方案二所示的手写笔外形相似，不同之处在于笔内没有安装超声波发射器及其电路，仅包含有一套光信号发生电路和如红外发光管等的发光元件 1304，我们称之为“半有源手写笔”。其它按键 1302 及电池等，与方案二使用的手写笔相同。这样的设计可以直接在手写笔上完成各种鼠标操作。

事实上，方案三与前面两个方案的主要不同之处，在于超声波发射器的安装位置。如果采用图 13 所示的半有源手写笔，其电路部分的结构如图 15 的方框图所示，与图 8 的基本形式相同，区别仅在于换能器。图 8 中的换能器主要是超声波换能器，在方案二中又增加了光电子换能器，而图 15 的电路中仅使用光电子元件。这个光电发射器件的作用是传递操作信息，可以仿照前面的控制方式设计电路结构。因此，图中 1501 是一个振荡信号源 (OSC)，1502 是由开关控制的编码电路，1503 是发光元件如红外发光管的驱动电路，1504 是一个发光元件，例如红外发光管。

图 14 给出了这种方案下超声波发射、接收、处理及其使用的单片机系统的结构方框图。这个方案的设计是按照手写笔上安装有操作开关的形式设计的，其工作原理也有两种：第一种与前述使用只有机械结构的反射手写笔的方案相同，光电系统的作用仅仅用于传递类似于图 11 所示的操作信号，单片机系统分别单独处理光电信号和超声波信号；第二种是使用光信号控制系统的超声波信号，其工作原理如下：手写笔发射的光脉冲被图 14 中的光电接收元件 1404 接收到，经光电信号放大、滤波、整形电路 1403 处理后，通过 I/O 接口被传送到单片机系统，指示单片机系统发出发射超声波的指令，或由系统的 I/O 接口输出超声波信号，并产生第一个中断申请；超声波发射驱动电路 1401 从单片机系统 413 得到发射超声波的指令或信号后，按照指令产生一定宽度、数量的超声波脉冲，或者直接放大单片机系统产生的超声波脉冲信号，驱动超声波换能器 1402 向其周围的空气中发射超声波脉冲；当所述的超声波脉冲遇到手写笔后，其中一部分超声波被反射，分别被两个超声波接收传感器接收。被接收的超声波信号经放大、滤波、整形等电路的处理之后，被送到单片机系统的 I/O 接口，产生前面方案所述的硬件中断而控制计时器工作。将计时器输出的结果送到算法模块中，就能够计算得到手写笔上反射器的位置坐标；如前所述，再检测手写笔所发射的光脉冲的周期或频率，就能够确定手写笔的操作状态，传送到所述设备的操作系统而执行操作。

这个方案的算法模块与前面的基本相似。这里假设超声波从发射器 1402 传播到手写笔的反射面 1303、并从 1303 被反射后再传播到两个超声波接收传感器的渡越时间分别为 T_1 和 T_3 ；超声波发射器到反射面的距离为 D ，反射面到两个接收器的距离分别为 D_1 、 D_3 ；超声波发射器的位置坐标为 x_2 、 y_2 ，其它重复前面方案一的假设条件，可得到以下方程组：



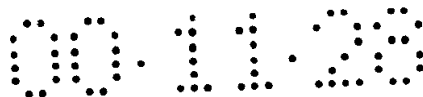
$$\begin{cases} v \cdot T_1 = D_1 + D \\ v \cdot T_3 = D_3 + D \\ (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = D_1^2 \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = D^2 \\ (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = D_3^2 \end{cases}$$

在这个五元二次方程组之中，有D、D1、D3 和 x、y 共五个未知数，所以与前面的方程组一样，这个方程有实数根。

方案四是一种有线手写笔的结构，基本结构是把方案三中的超声波发射器安装到手写笔内，然后使用电缆或导线将超声波发射器与其驱动电路相连接。当然，在手写笔上还可以安装前述的操作按键，同样用电缆或导线与上述的设备连接，以便在手写笔上实现鼠标功能。这种方案的优点在于能够最大限度地减小手写笔的尺寸。尤其在手机上应用，一般手机都配置有线耳机和话筒，所以可以利用连接耳机的电缆连接手写笔，至多是增加电缆内的芯线数量。图 16 是这种结构方案在手机上应用的实施例，给出了超声波接收器的安装示意图，以及手写笔内部的基本结构。图中 1601 是连接耳机的电缆 1602 与手机的插接头，电缆在笔尾端分支出另外一条电缆 1604 与耳机和话筒连接（图中虚线表示），1603 是手写笔内部连接超声波换能器和操作按键的连接导线。这种方案的算法模块与方案二的相同。实现检测的程序流程见图 23，与方案三相同。

为了保证在上述各种结构方案下有效接收范围足够大，即对手写笔的检测死角尽可能小，要求超声波换能器以及光电子器件的有效工作角（发射或接收角）足够大。由于通用的超声波换能器的工作角不是都有限，超声波频率越高越是如此，因此达到这个要求一般有两种办法：第一是特殊设计各种换能器，如使用圆筒结构的超声波换能器（可参考前面提及号码为 98101325.2 的中国专利），或特别设计声透镜扩展工作角，光电发射或接收元件使用广角透镜等方法；第二是使用通用成品元器件，通过图 17、18 所给出的结构扩展其在工作面（与手写笔的书写底板基本平行的平面）内的工作角。这两幅图都是通过反射锥来扩展通用元件的工作角。在图 17 中，1701 光电发射管或接收管，或者他们的管芯，1702 是光反射锥。在图 18 中，1801 是通用平面振动模式的超声波换能器的振子，1802 是声反射锥，1803 是换能器的引线，其细节可参考 992075 52.1 号中国专利。上述两种结构既可以用在笔上，又可以用在所述的设备上。

由于本发明所适用的设备需要的检测面积不是很大，对超声波换能器的效率、灵敏度等的要求不是很严格，因此手写笔可采用图 19 或图 20 所示的结构。在图 19 中，超声波发射器与光电子元件上下叠装在笔尖 1901 内，从发射振子 1902 发射的超声波通过笔尖的孔 305 衍射到周围的空间；光电子元件 1903 安装在反射锥的上方，红外线或其它光线则被反射锥 1905 反射后射入或射出，笔尖部分，至少是呈锥形的部分 1904 是用可透过选定波长光线的材料制作的。图中 1906、1907 分别是超声波换能器和光电子元件的引线兼支架。图 20 给出了前述圆筒形超声波换能器在笔上的安装结构。在图 20 中，圆筒形超声波换能器 2002 安装在笔尖 2001 上，笔尖内的空腔 2003 可以仿照图 19 所示的结构用于安装光电子器件及反射锥、换能器的连接线等。为



了保护换能器，在其外部还可以安装上带有前述扩散孔的保护套 2004。

在图 22、23 中，算法模块被包含在了单片机系统之内，或者说被固化在该系统的程序存储器内。但由于一般单片机的计算能力有限，所以这个模块还可以安装在使用本发明的手持或便携设备之内，充分利用这些设备内的 CPU 的强大计算能力，减轻单片机系统的工作量。如果使用这种方案，则图 22、23 中就可以去掉这个模块，直接通过步骤 2209 输出计时结果及其端口标志数据，或者将这些数据简单处理后输出。当然，对于这种嵌入式应用，上述完成数据处理任务的数据处理系统，也可以直接由所述手持或便携设备内的 CPU 为核心构成。

在前面实施例所说明的四种结构方案中，电路部分均使用包含两个计时器的数据处理系统来实现。这里，既可以是某些单片机内部的计时器或计数器，也可以是使用外挂的数字电路构成的计时器。图 21 给出了一种使用数字电路构成计时器的系统电路结构。图中，2101、2102、2103 是三套连接在单片机系统 413 的 I/O 接口上的信号处理电路。这三套电路中至少有两套是超声波信号的接收、放大、滤波、整形电路，第三套则如前所述，根据所选取的结构方案而选定，因此在图中 2103 与单片机相同之间，用双向箭头 2108 表示信号流向。这三套电路的输出端在与单片机连接的同时，还连接在一个或门 2104 的三个输入端连接，该或门的输出端与一个脉冲分配器 2105 的脉冲输入端(CP)连接。该脉冲分配器的复位端(R)被单片机系统控制，其输出端与第一计时器 2106 和第二计时器 2107 的计时允许端(EN)连接；同时，这两个计时器与单片机系统的 I/O 接口连接，向单片机系统输出计时结果并接收其控制；脉冲分配器的控制端也与单片机系统相连接，接受其控制。这个电路的工作原理如下：传感信号处理电路输出的信号脉冲，被单片机系统接收并被做端口标志的同时，通过或门 2104 传输到脉冲分配器 2105，按照脉冲到来的顺序依次启动和关闭第一、第二计时器。这里脉冲分配器的工作原理、脉冲时序图等细节可以参见通用 CMOS 数字集成电路 4017 的资料。

本发明所使用的模拟和数字电路，可以定做专用的集成电路来实现。但对于这种嵌入式应用，通常的做法是把超声波手写定位系统的各个部分，集成在设备内同类(模拟或数字)的专用芯片内，以减小设备的体积。

图 2、图 5、图 12 和图 16 所给出的传感器安装方案，均是将超声波换能器安装在手持或便携设备的一个侧面的表面上。但这些安装形式不是全部的方案。图 25 就是安装在显示屏幕所在的表面(即前述设备的正面)，如图 25 所给出在手机上的实施例。在手机壳体 2504 的正面、显示屏幕 2502 的上部有一个小的凸起台阶 2505，两个超声波接收器安装在图中台阶的上升面上孔缝 2501 的后面(可以参照图 18 的原理安装)。如果采用方案一、二、三的结构，在该上升面还要安装其它传感或换能器。图中 2503 是手机的按键。采用这种安装方式，可以实现在屏幕表面的输入操作；如果再配合上述例举的传感器安装位置，就能通过软硬件实现“屏幕上/屏幕外”操作的切换，方便使用者在没有可用的书写平面时，实现手写输入或操作。这种形式在手机等设备上安装了两套传感器，但可以共用一套电路，通过软件或硬件开关实现传感器及必须的软件(如软件中预设的坐标系和各种数据)切换。由于本发明使用的传感器成本低廉，多安装一套传感器所增加的成本非常有限，所以具有非常广泛的实用性。图 25 中还给出了一种在手机的翻盖(图中的虚线和阴影位置) 2506 上安装超声波接收传感器 2507 的示例，其



方法和效果与安装在凸起的台阶上相同，只是这个翻盖要有足够的厚度容纳传感器。

由于显示屏幕的尺寸都不是很大，在选择合适的安装位置(如屏幕的角部外侧，让超声波接收器的接收面指向屏幕的对角线)的条件下，就不要求超声波接收器的接收角很大，所以一般不使用图 18 所示的带有反射锥的结构，也能达到实用的要求。

这些传感器还可以安装在上述侧面的延伸部分上，其结构设计的原则，是能够利用设备外部的广阔空间作为手写笔输入的区域。图 24 就给出了另外一个换能器安装的结构实例。在图 24 中，在所述设备的一个侧面有一个凹槽 2404，折叠臂 2401 通过铰链 2402 (不可见，虚线表示)与设备相连接，铰链 2402 安装在所述凹槽的一端，与折叠臂的一个端部结合，能够让折叠臂自由地伸展或收回；全部或者部分超声波换能器或光电发射接收元件 2403 被安装在折叠臂上。当折叠臂收回时，这些换能器被收藏在设备壳体侧面的凹槽和折叠臂之间，同时起到了保护换能器的作用。如果在折叠臂上附加一块底板，如图中 2405 所示虚线围成的区域，还可以标定特别的操作区域。

如果把上面的折叠臂象手机天线一样隐藏在所述设备的内部，就构成了抽拉臂，同样可以安装各种传感器和换能器，由于结构简单易于理解，因而没有给出示意图。

本发明的第二种、第三种方案中使用到了光电元件，比较好的方案是使用红外光电元件，因为使用红外元件具有结构简单、抗干扰能力强、对其它设备干扰小的优点。这里光电元件的基本作用是基准时间标定和传递操作信息，因此如果仅考虑同步功能，其它能够实现同步的方案都可以使用，如使用无线电波的发射、接收模块代替本文中的光电子元件及其配套电路等。在这种情况下，起“基准时间标定”的传感器就是无线模块的天线，隐藏在机壳之内，机壳上只需要如图 25 所示，安装两个超声波接收器。

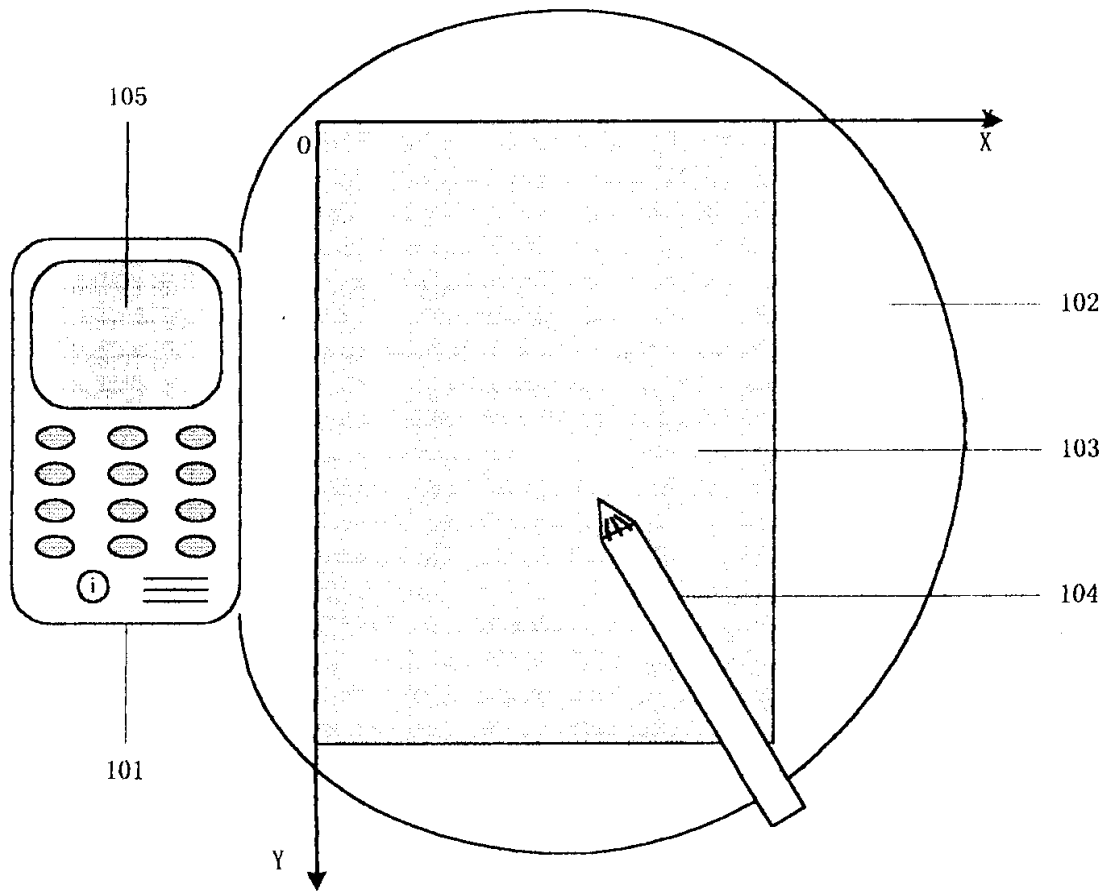


图 1

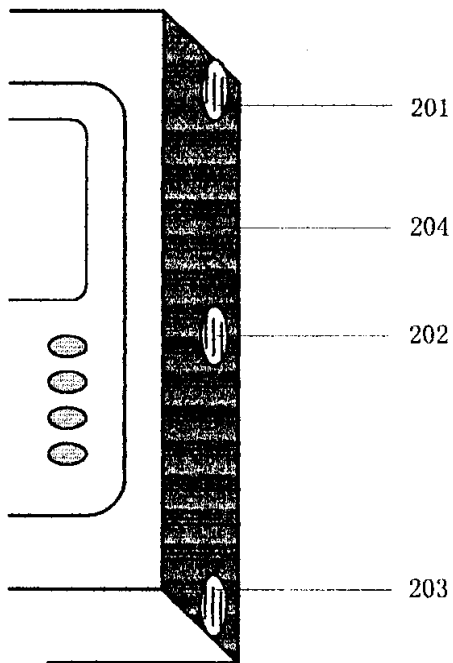


图 2

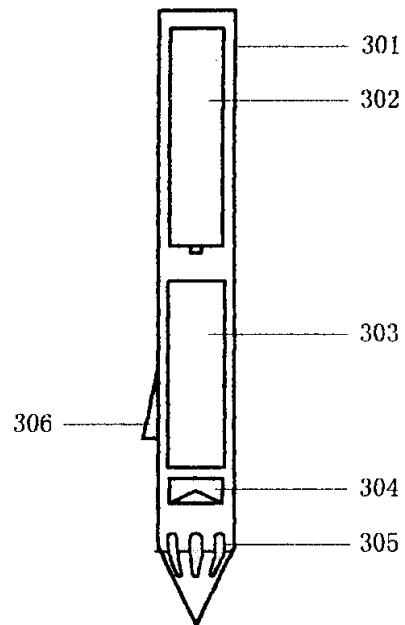


图 3

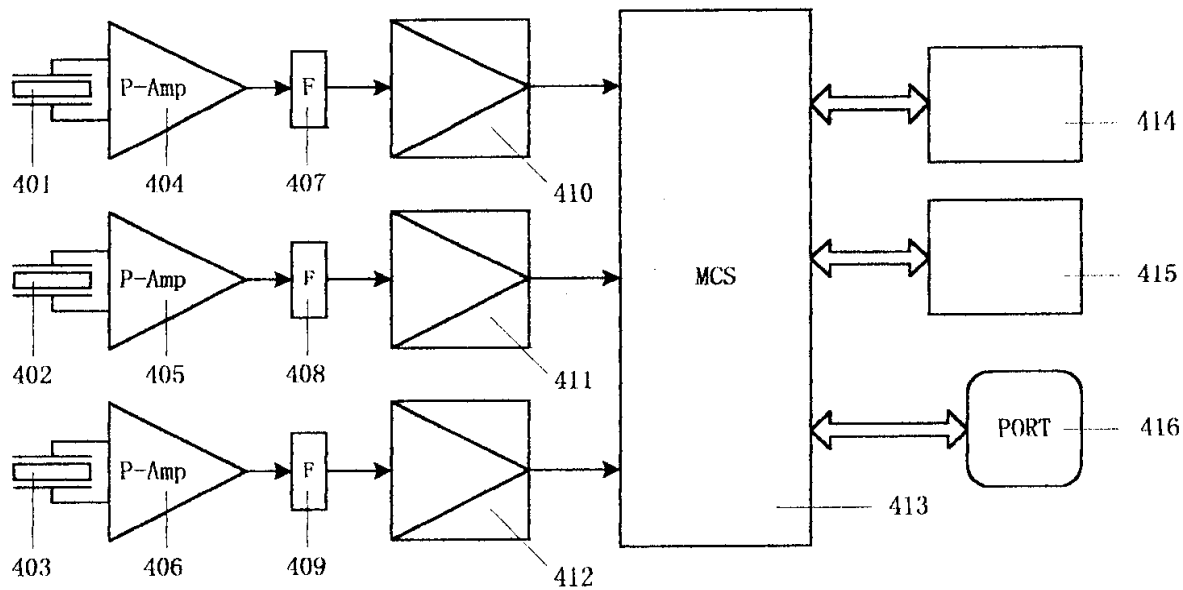


图 4

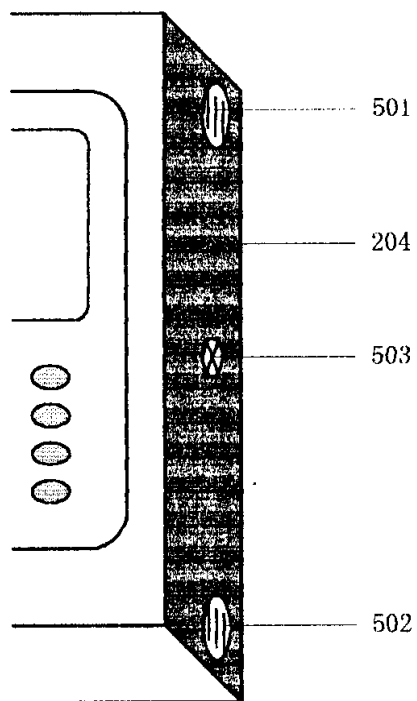


图 5

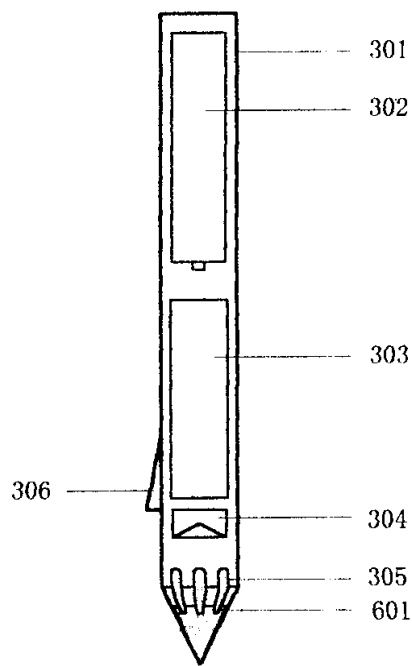


图 6

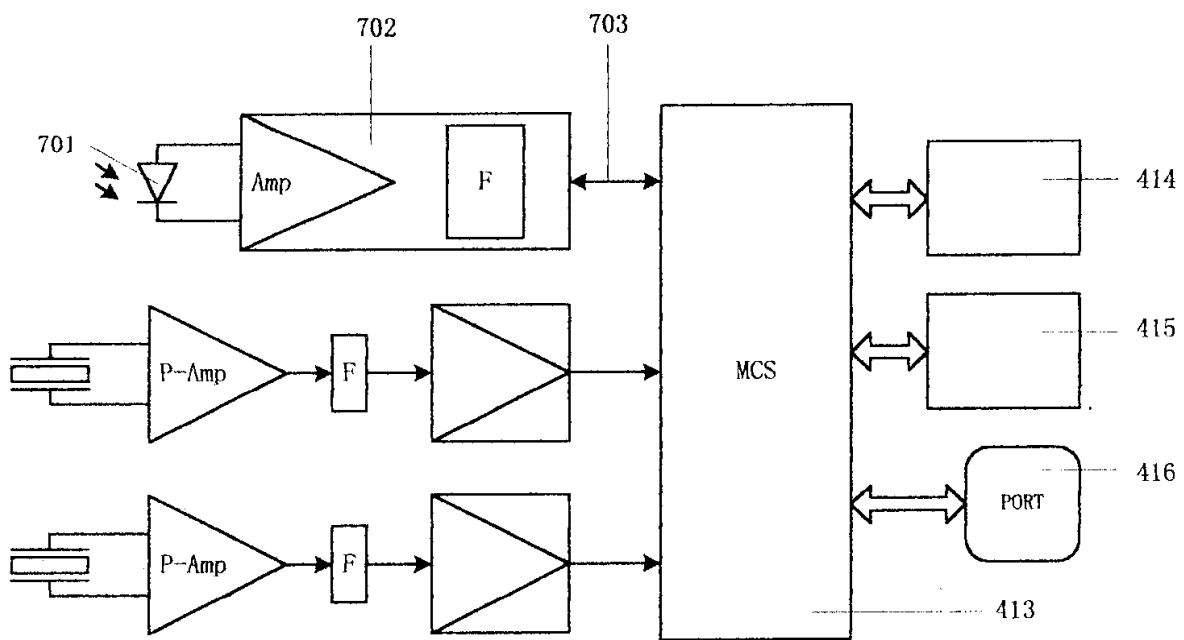


图 7

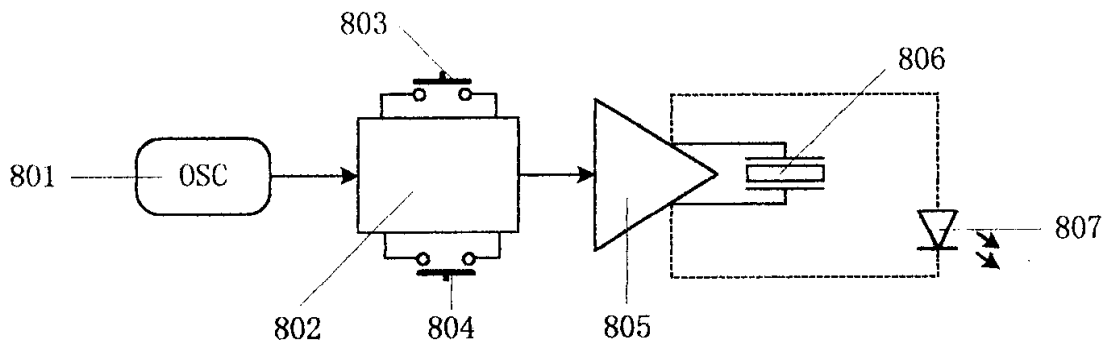


图 8

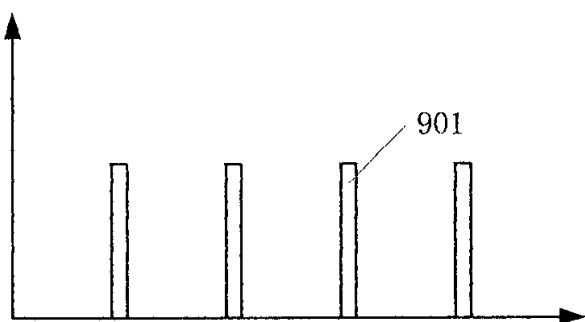


图 9

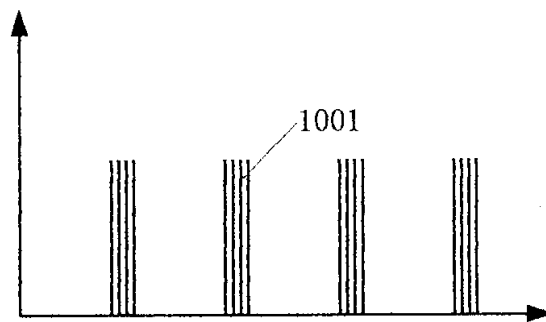


图 10

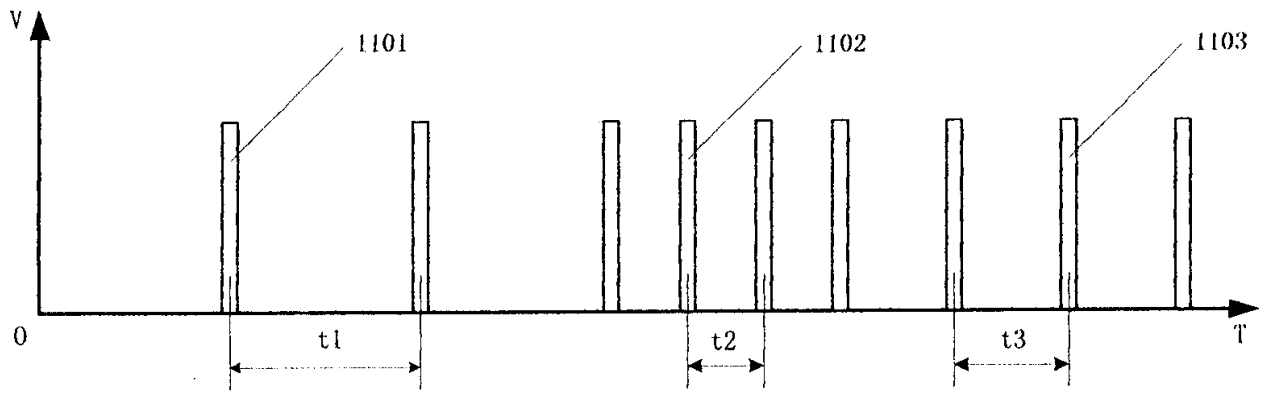


图 11

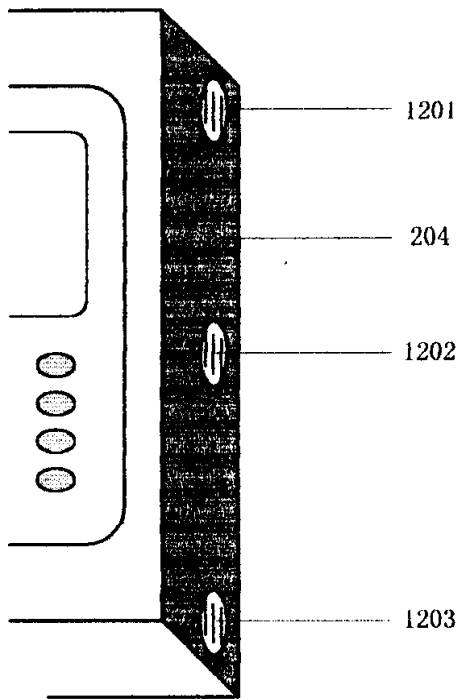


图 12

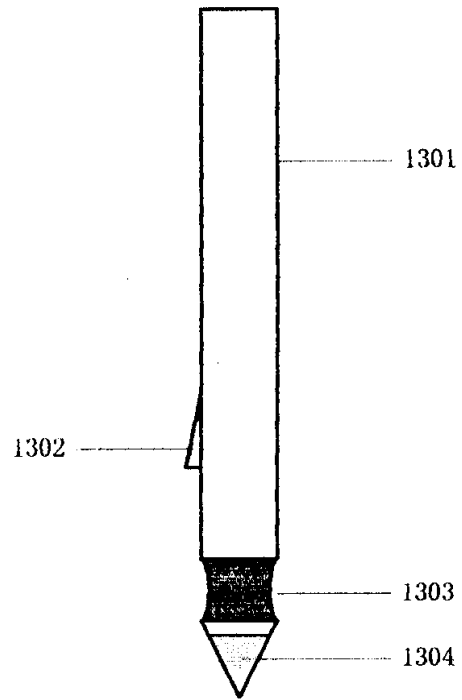


图 13

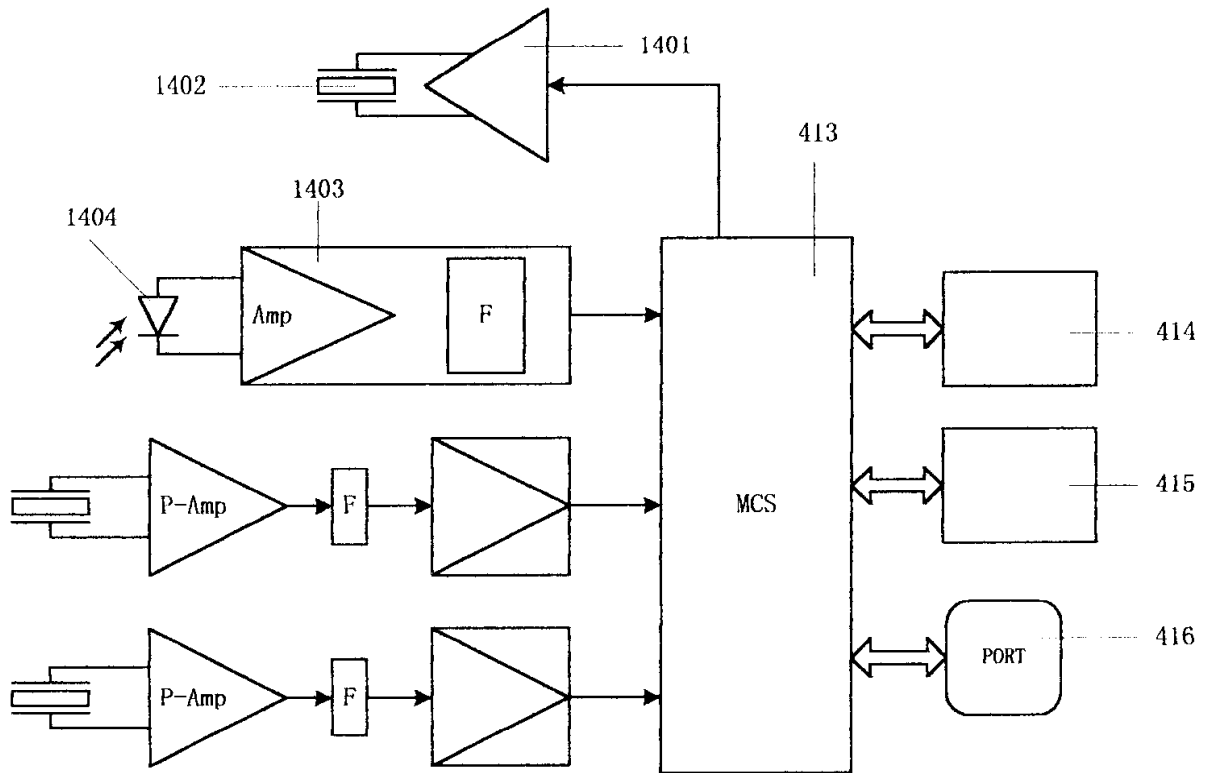


图 14

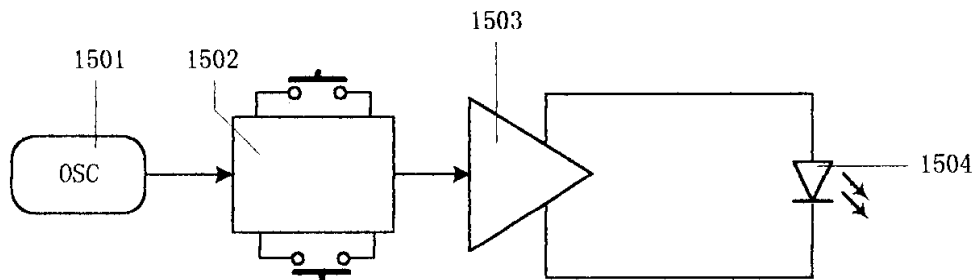


图 15

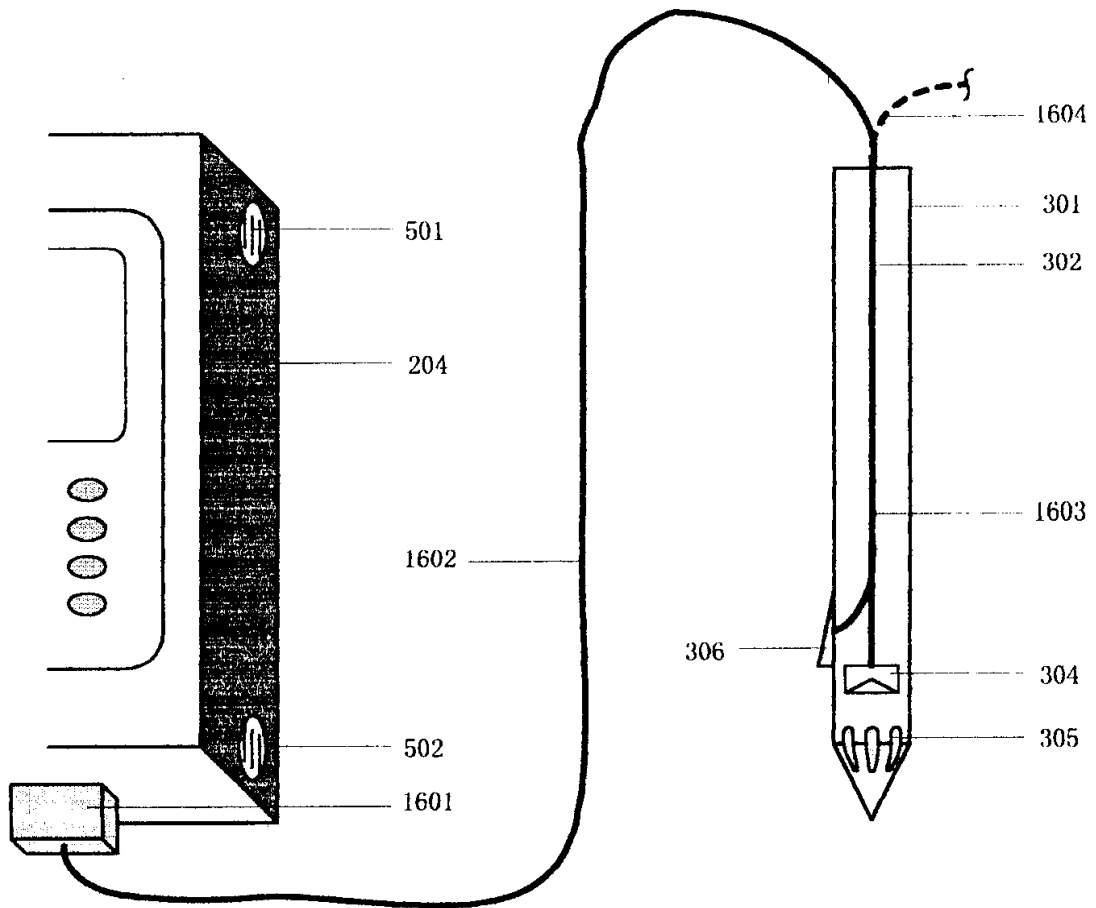


图 16

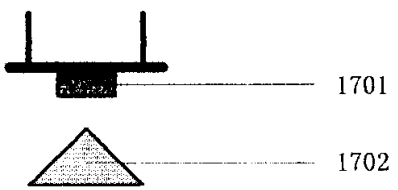


图 17

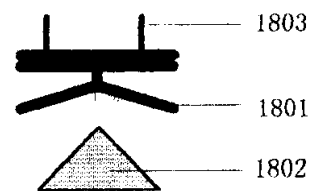


图 18

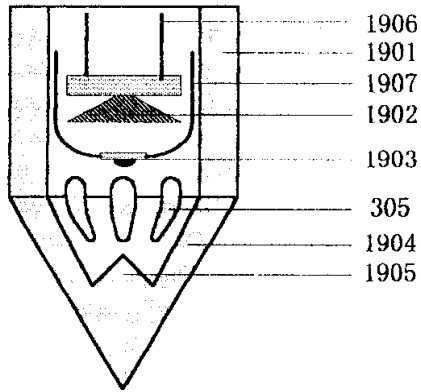


图 19

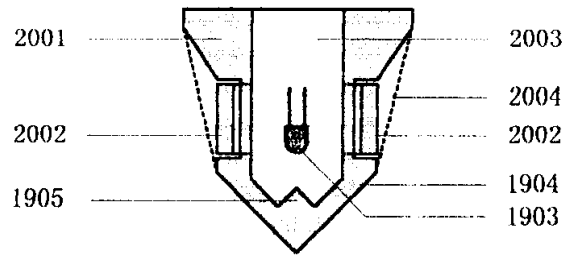


图 20

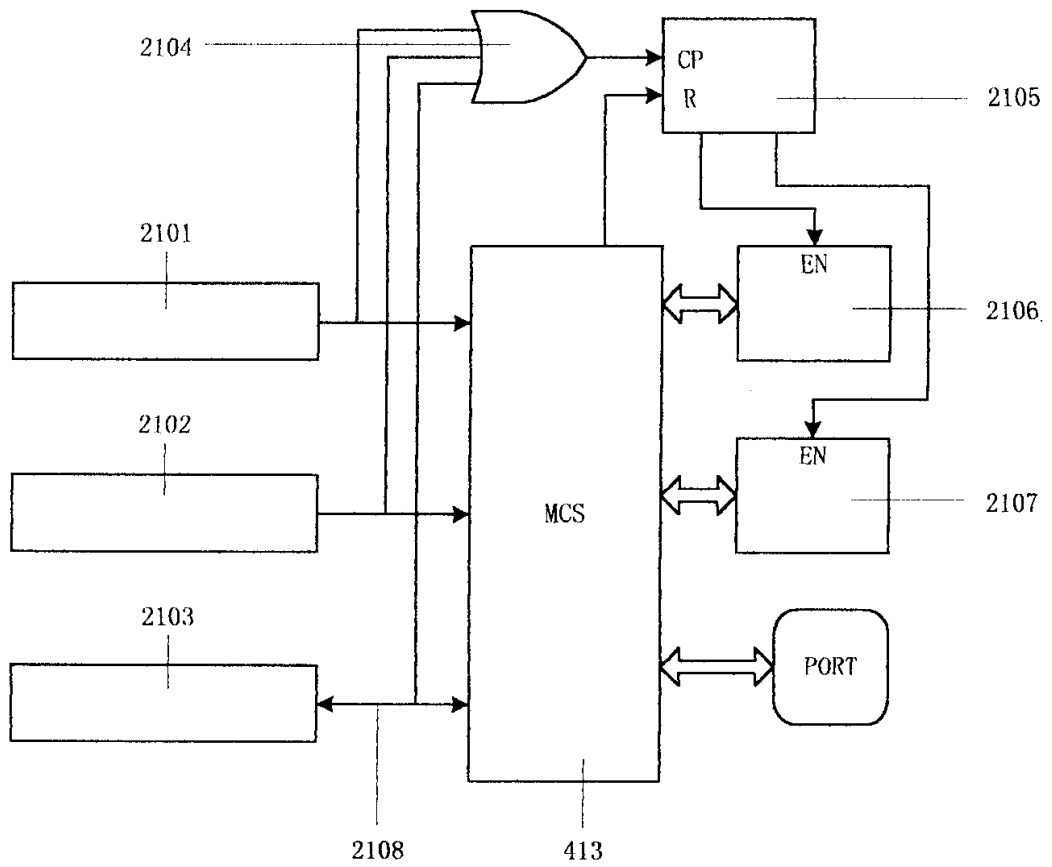


图 21

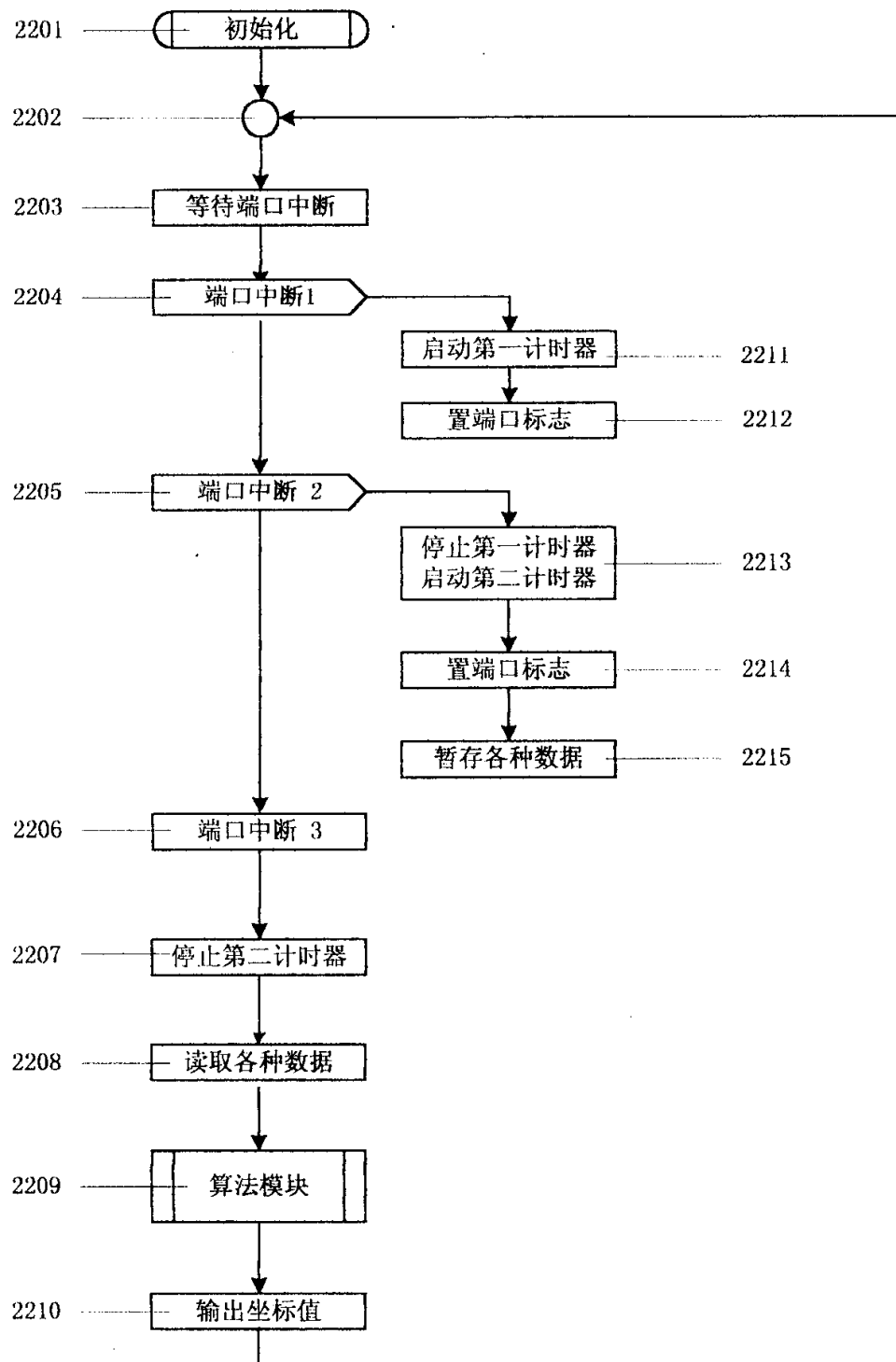


图 22

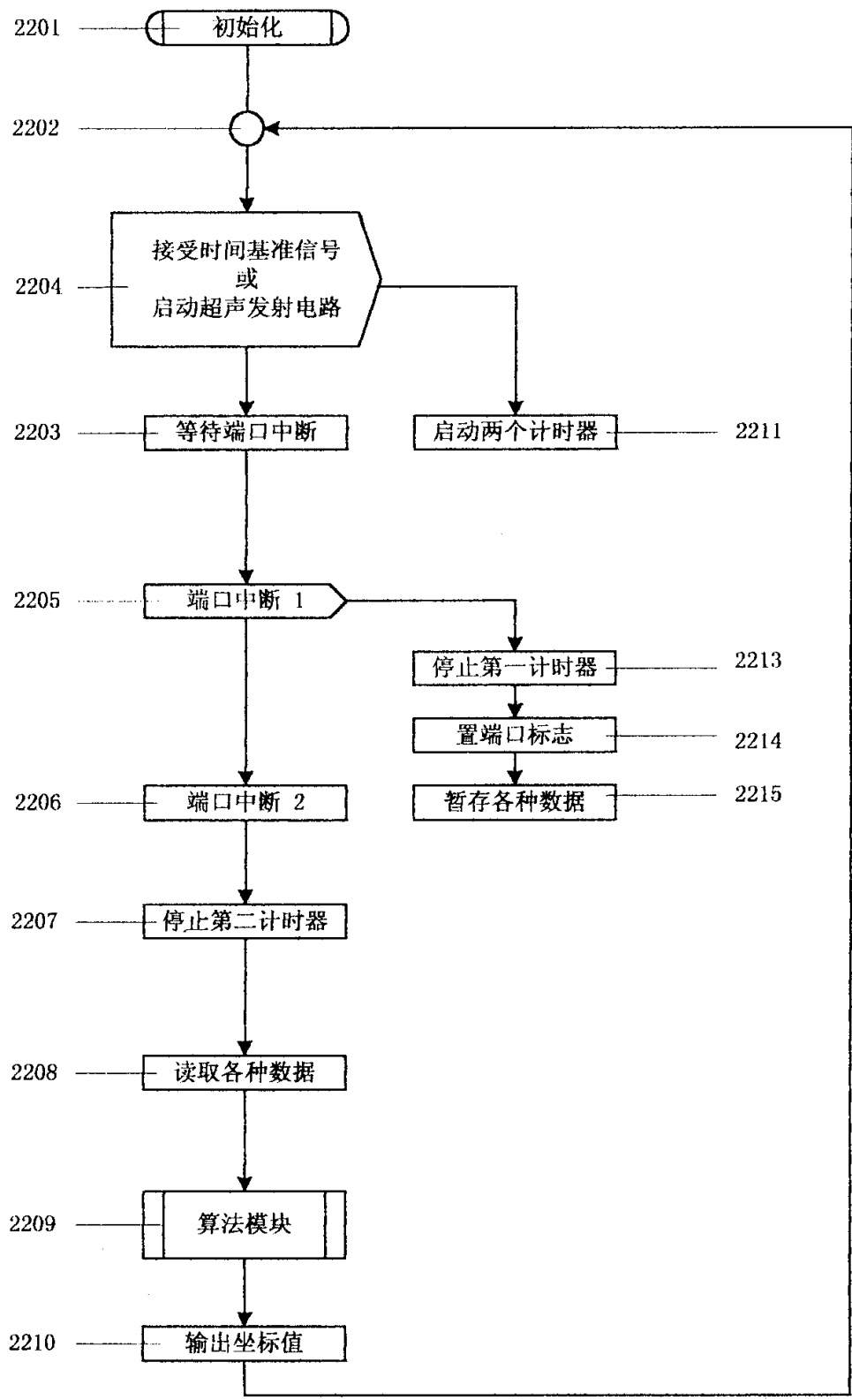


图 23

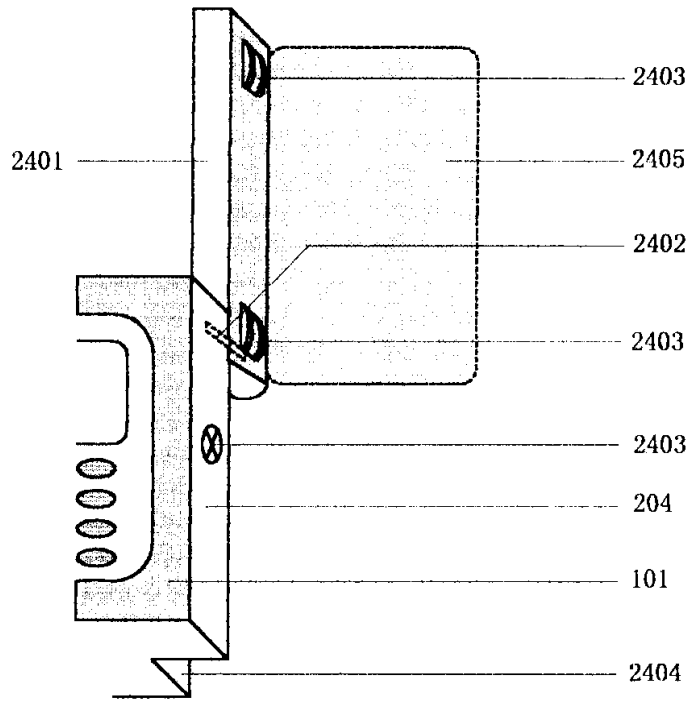
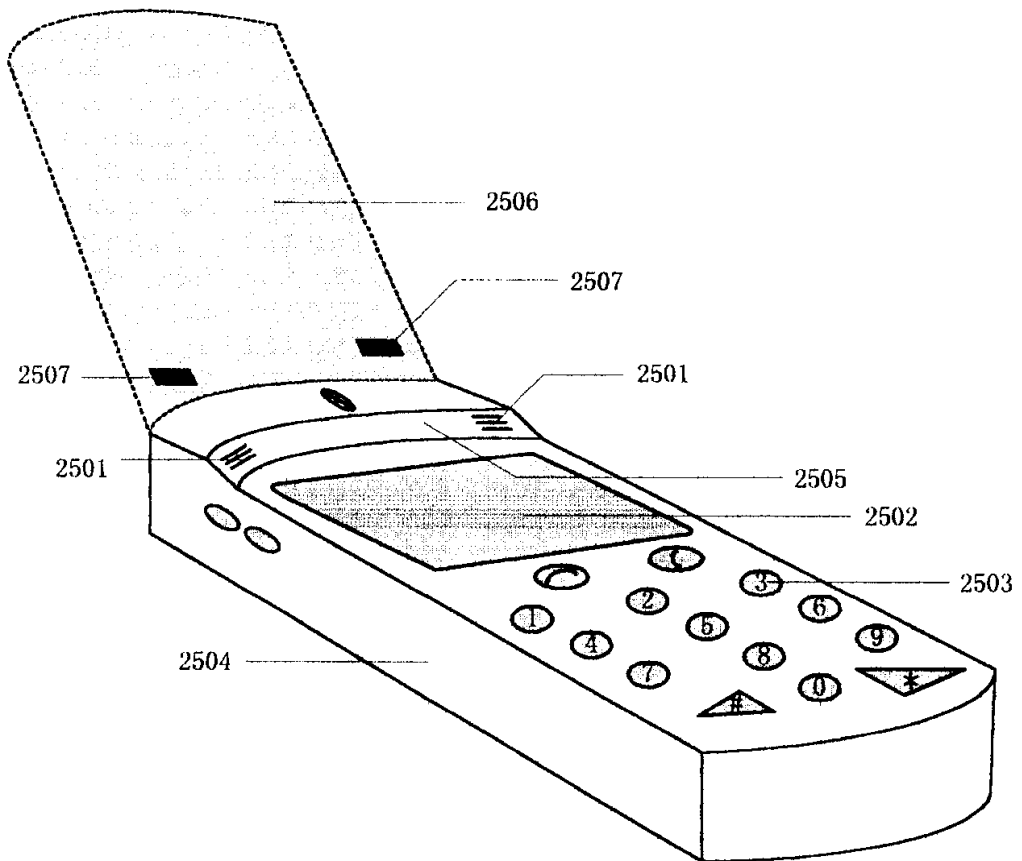


图 24



2505

图 25