(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102012469 A
(43)申请公布日 2011.04.13

(21)申请号 201010254902.X

(22)申请日 2006.09.05

(30)优先权数据
11/220,934 2005.09.06 US

(62)分案原申请数据
200680032594.8 2006.09.05

(71)申请人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 弗拉迪米尔·克拉兹

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 梁晓广 关兆辉

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)

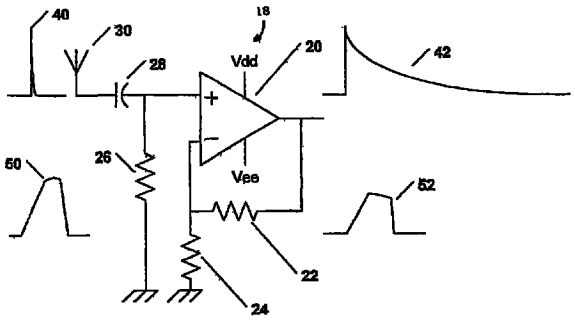
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 20 页

(54)发明名称

静电放电事件和瞬时信号检测与测量装置

(57)摘要

静电放电事件和瞬时信号检测与测量装置。本文描述了静电放电(ESD)事件(40)和瞬时信号检测与测量装置(19)及方法。所述装置(19)和方法能够区分ESD事件(40)和其它非ESD事件(50)。



CN 102012469 A

1. 一种识别 ESD 事件的装置，包括：

接收器，其接收输入信号；

识别器单元，其将接收到的输入信号与预定信号进行比较来确定所述输入信号是否是 ESD 事件信号；以及

输出电路，其用于在识别所述输入信号为 ESD 事件信号时输出识别信号。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述接收到的输入信号具有信号包络，并且所述识别器单元进一步包括包络检测器，用于将所述接收到的输入信号的信号包络与 ESD 事件信号的信号包络进行比较。

3. 一种测量一定距离外的发射信号的装置，包括：

接收器，其接收输入信号；

信号距离测量单元，其用来确定到所述输入信号的距离；以及

信号强度确定单元，其根据所述输入信号和到所述输入信号的距离来确定所述输入信号的强度。

4. 一种静电放电事件发射检测装置，包括：

接收器，其接收输入信号；

信号距离测量单元，其确定到所述输入信号的距离；

信号强度确定单元，其确定所述输入信号的强度；以及

处理器，其确定引起所述输入信号的电压，所述电压是依据到所述输入信号的距离、所述输入信号的强度和所述输入信号的放电类型来确定的。

5. 一种用来确定放电类型的装置，包括：

接收器，其接收输入放电；

脉冲发生器电路，其根据所述输入放电和时钟信号生成一系列脉冲；以及

比较器电路，其将为特定输入放电生成的一系列脉冲和与特定放电类型相关的预定数量的脉冲相比较，以确定放电类型。

静电放电事件和瞬时信号检测与测量装置

[0001] 本申请是申请日为 2006 年 9 月 5 日、申请号为 200680032594.8（国际申请号为 PCT/US2006/034609）、发明名称为“静电放电事件和瞬时信号检测与测量装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明整体涉及检测和测量电磁信号的系统和方法，具体地讲，涉及检测和测量静电放电 (ESD) 事件的系统和方法。

背景技术

[0003] 静电放电 (ESD) 会损坏电子器件，这一点已为人们所熟知。 这类敏感装置的例子有半导体晶片、磁盘驱动器的磁头、集成电路、其它电子元件和电路等。 ESD 还会干扰电子电路的正常工作。 在例如粉末处理等非电学应用中，ESD 能引起火灾。

[0004] 因 ESD 事件、电动机和螺线管等的换向以及其它原因所导致的短暂瞬时尖峰信号也会造成电子器件损坏，并导致电路故障。 此外，连接不当的接地线也会成为传输浪涌电流的导体。

[0005] 目前，用于减少 ESD 所导致的损坏的最常见方法是预防性的：接地手腕束带、导电椅、导电地板涂料和离子发生器等。 所有这些预防措施都旨在减少或消除静电电压的累积，从而避免静电放电。 然而，ESD 预防措施的效果最终体现在静电放电 (ESD) 事件（称为 ESD 事件）的实际发生数量。 ESD 事件数量的检测、量度和为未来分析所记录的数据可以提供宝贵的信息，以评价 ESD 环境，提供 ESD 保护，实时解决 ESD 问题，确定 ESD 最可能导致的缺陷，并对过程进行统计分析。

[0006] 现有 ESD 事件检测装置（如授予 Sanki 和 Lucent T100 的装置（美国专利 4,631,473））可以指示超出预设指标的 ESD 事件。 然而这些装置只能检测已经发生的 ESD 事件，却不能量度 ESD 事件的大小。 对 ESD 事件大小的认知可以提供有关评价由 ESD 事件所导致的潜在破坏和 ESD 预防措施的效果的重要信息。 此外，现有装置针对非经常性 ESD 检查，而不是日常的 ESD 监测。 连续的 ESD 监测能够提供 ESD 问题的实时信息，并为 ESD 预防和纠正措施的实施提供及时反馈。

[0007] ESD 事件的持续时间非常短（通常为几纳秒）。这使得很难以一种经济有效且用户友好的实用方法对 ESD 事件的大小进行量度。 通常使用高速示波器和天线来捕获 ESD 事件的波形，以分析其大小。 这种技术不适合日常使用。 因此，希望提供一种装置，它能够检测 ESD 事件、度量 ESD 事件大小并能将实际的 ESD 事件与其它瞬时信号区分开。因此，希望提供一种 ESD 事件和瞬时信号检测与测量的装置及方法，而本发明正是针对这一目的而设计的。

发明内容

[0008] 本文描述了一种更精确测量 ESD 事件的方法和实施手段。 这种系统和方法使人

们可以区分实际的 ESD 事件信号和其它非 ESD 事件信号。 该系统可以通过滤波和 / 或图形识别来检测 ESD 事件信号。 在一个实施例中，该系统可以是低带宽有源电子电路，它以特定方式对具有 EDS 事件类似特征的信号做出响应，并以不同方式对其它信号做出响应。 在一个优选的实施例中，该低带宽有源电子电路可以是运算放大器或是输出器电路。 所述图形识别功能可通过软件或硬件实现。

[0009] 因此，根据本发明，本文对电磁发射事件的检测装置进行了描述。 所述装置具有用来接收电磁发射的接收器和带宽低于接收到的电磁发射的低带宽有源电子电路。 当收到具有预定上升时间的电磁发射时， 低带宽有源电子电路相应产生缓慢衰减的输出信号，从而可以识别具有预定上升时间的电磁发射事件。

[0010] 根据本发明的另一个方面，提供了一种识别 ESD 事件的装置。 该装置具有用来接收输入信号的接收器和识别器单元，该识别器单元将接收到的输入信号与预定信号进行比较，以确定输入信号是否为 ESD 事件信号。 该装置还可具有输出电路，以便在输入信号被识别为 ESD 事件信号时，输出识别信号。

[0011] 根据本发明的另一个方面，提供了一种识别 ESD 事件的装置。 该装置具有用来接收输入信号的接收器和识别器单元。 所述输入信号具有包络，识别单元会将接收到的输入信号包络与预定信号的包络进行比较，以确定输入信号是否为 ESD 事件信号。 该装置还可以具有一个输出电路，以便在输入信号被确认为 ESD 事件信号时，输出识别信号。

[0012] 根据本发明的另一个方面，提供了一种测量一定距离外的发射信号的装置。 该装置具有用来接收输入信号的接收器和用来确定输入信号距离的信号距离测量单元。 该装置还具有信号强度确定单元，用来根据输入信号和到输入信号的距离确定输入信号强度。 所述距离也可以手动输入装置中。

[0013] 在一个不同的方面，提供了静电放电事件发射检测装置。 所述装置是用来接收输入信号的接收器和用来确定输入信号距离的信号距离测量单元。 该装置还具有用来确定输入信号强度的信号强度确定单元和确定引起输入信号的电压的处理器，电压依据至输入信号的距离、输入信号的强度、以及输入信号的放电模型来确定。

附图说明

[0014] 图 1a 示出静电放电事件的典型波形；

[0015] 图 1b 示出其它瞬时信号的典型波形；

[0016] 图 1c 示出使用运算放大器制作的放大器；

[0017] 图 2 示出图 1 中的放大器在两种不同的输入信号下的操作；

[0018] 图 3 示出根据本发明的静电放电事件测量装置在发生静电放电事件时的情形；

[0019] 图 4 示出图 3 中的装置在发生非静电放电事件时的情形；

[0020] 图 5 示出根据本发明的装置的优选实施例实施的一个例子；

[0021] 图 5a 示出图 5 所示运算放大器 U1A 的一种不同的实施方式；

[0022] 图 5b 示出根据本发明的装置采用附加运算放大器情况下的另一种实施方式；

[0023] 图 6 是一个基于微处理器的电路，其可与图 5 所示的装置连接；

[0024] 图 7a 示出一个丝焊工具信号事件；

[0025] 图 7b 示出多个事件的组合；

[0026] 图 7c 示出另外一些事件的组合；

[0027] 图 8a 示出根据本发明拒绝非 ESD 事件的方法；

[0028] 图 8b 示出图 8a 中的方法如何区分 ESD 事件和非 ESD 事件；

[0029] 图 9a 示出根据本发明的一个实施例的手持装置；

[0030] 图 9b 示出根据本发明的另一个实施例的手持装置；

图 9c 示出根据本发明的另一个实施例的手持装置；

[0031] 图 10 是 ESD 事件的特性曲线图表；

[0032] 图 11a 示出根据本发明进行初始设置的方法；

[0033] 图 11b 示出根据本发明操作装置的方法；

[0034] 图 12a 示出根据本发明的装置的另一个实施例的例子；

[0035] 图 12b 示出图 12a 的装置在设置过程中的屏幕截图；

[0036] 图 12c 示出图 12a 的装置在 HBM 放电模型选择过程中的屏幕截图；

[0037] 图 12d 示出图 12a 的装置显示测量结果时的屏幕截图；

[0038] 图 13a 示出根据本发明的装置的另一个实施例的例子；

[0039] 图 13b 示出根据本发明的测量方法；

[0040] 图 14a-14d 分别示出根据本发明的确定放电类型的电路实施方式和一些放电波形实例；

[0041] 图 15a-15d 分别示出根据本发明的确定放电类型的另一种电路实施方式和一些放电波形实例；

[0042] 图 16a-16c 分别示出根据本发明的使用包络检测器来确定放电类型的另一种电路实施方式和一些放电波形实例；

[0043] 图 17a 和 17b 分别示出确定放电类型的另一种电路实施例和操作方法；

[0044] 图 18a 和 18b 分别示出确定放电类型的又一种电路实施例和操作方法。

具体实施方式

[0045] 本发明尤其适用于测量 EDS 事件的方法和装置，本文将在这一背景下描述本发明。 然而，人们将认识到，由于该装置还可以检测和测量其它电磁信号和瞬时事件，根据本发明的装置和方法还有更大的实用性。

[0046] 图 1a 示出静电放电事件的典型波形 10。 一般来讲，静电放电 (ESD) 事件的检测和测量可以通过接收、处理和分析 ESD 事件所产生的电磁场来实现。 具体地讲，ESD 事件会产生电磁场并在电路中产生具有非常明确的包络特性的电信号，即非常明显或短暂的上升时间（通常在 1 或 2 纳秒内）和非常短的持续时间。 虽然已知的装置能够测量和检测图 1a 所示的信号 10，但是已知装置通常还检测和测量其它非 ESD 事件瞬时信号（如步进电机和继电器等发出的信号），这些信号的频谱和包络特征与 ESD 事件相类似。 图 1b 示出这些其它瞬时信号的典型波形 12。 如图所示，信号 10 和 12 都具有较短的持续时间，其频谱内容也有些相似。 然而，区别不在于信号的持续时间或频谱内容，而在于信号包络的细节之处。 具体地讲，ESD 事件所产生的信号的上升时间极其短暂和突然，且信号衰减具有特定的形状；而其它信号源（以下称为 “EMI 事件”）产生的信号具有更

渐进 / 更长的上升时间（大约几十或几百纳秒），同样也具有更渐进的衰减时间。 由于典型装置检测电路的高带宽也会捕获 EMI 事件，所以它无法彻底 分离这类信号。 因此，人们非常希望能够用一种准确而有效的测量方法将有效 ESD 事件从非 ESD 的 EMI 事件中区分出来。

[0047] 图 1c 示出用运算放大器 20（“op-amp.”）制作的放大器 18。 运算放大器 20（可优选为高速 CMOS 运算放大器）表现出一种具有高度可重复性和可再生性的现象 ：与 ESD 事件具有相似上升时间的快速瞬时信号会在运算放大器的输出中产生一个长得多的电信号。 其它主要以 CMOS 装置为基础的电路也可能表现出这种特性。 例如，音频放大器、前置放大器和视频放大器也会表现出类似特性。 更广泛地讲，表现出这种特性的电路可称之为低带宽有源电子电路。 为便于说明，下文将描述一个本发明的运算放大器实施例，但本发明不仅限于此运算放大器实施例。

[0048] 以高速 CMOS 运算放大器 20 为基础的放大器 18 可进一步由适当选定的电阻器 22、24 和 26 与接收输入信号 40 的电容器 28 构成，输入信号通过天线 30 接收。 在该实施例中，CMOS 运算放大器 20 必须具有足够的带宽（通常至少 40MHz），但仍然显著小于 ESD 事件本身的带宽，并且偏压电阻器 26 优选地应具有较大的电阻（通常为几兆欧）。 那么，如果天线 30 接收到的信号具有 ESD 事件信号 40 那样的特性，则放大器 18 将产生与 ESD 事件信号的大小成比例的长得多的衰减信号 42。 由于上升时间更短会导致输出信号振幅更大，输出信号 42 也会受到输入信号 40 的上升时间的影响。 输出信号的极性将与输入信号的极性相同。 根据本发明，采用运算放大器 20 的电路不一定是放大器，因为该电路可以是一个简单的输出器，其中没有电阻器 24，电阻器 22 将是一个 0 欧姆值的简易跳线。

[0049] 如果电路 18 接收到波形与 ESD 事件信号 40 不同的输入信号 44，那么输入信号 44 的上升时间将不足以产生如上例中一样的输出信号。 此外，由于运算放大器的带宽有限，它也可能不能传输像信号 44 那样的高信号。 因此，电路 18 中输入信号 44 所产生的输出信号 46 不能检测输入信号是否存在。 因此，如图 1c 所示，电路 18 操作的结果是，只有 ESD 事件信号被捕获，而 EMI 事件信号则大部分被忽略。 因此，该电路将作为针对 ESD 事件信号特性的鉴别器 / 滤波器。

[0050] 图 2 示出图 1 中的放大器基于两种不同的输入信号时的工作情况。 由于输出信号的特性，该电路也会滤掉带宽足够低（位于运算放大器的量程内）的非 ESD 输入信号。 例如，虽然输入信号 50 具有显著不同的属性，但其带宽有限，因而会因输入信号的上升和下降时间较长而使电路 18 产生输出信号 52。 然而，如所看到的，ESD 事件信号 40 和非 ESD 信号 50 在运算放大器 20 的输出端所产生的信号如输出信号 42 和 52 所显示的那样具有显著不同。

[0051] 图 3 示出根据本发明的静电放电事件测量装置 19 在发生静电放电事件时的情形。 图 3 中的装置 19 能够区分图 2 所示的两种输出信号。 在装置 19 中，使用了带有运算放大器 20 的电路 18。 如上所述，输入信号 40 会在运算放大器 20 的输出端产生输出信号 60。 装置 19 可以进一步包括位于运算放大器 20 输出端的高通滤波器，该滤波器可由电容器 62 和电阻器 64 构成。 高通滤波器的输出信号 66 具有陡峭的前沿和与信号 60 持续时间无关的非常短暂的持续时间。 装置 19 可以进一步包括峰值检测器，该检测器包括

以图 3 所示方式连接的二极管 68、电容器 70 和电阻器 72。 元件 68、70 和 72 的值应设置为使输出波形 74 能够准确表现输出信号 60 在发生 ESD 事件时的波形。 装置 19 可以进一步包括放大器电路，该电路具有用来缓冲和放大来自峰值检测器的信号的运算放大器 76 以及电阻器 78 和 80。 装置 19 可以具有分压器，它由电阻器 82 和 84 组成，连接在放大器电路的输出端。 位于运算放大器 20 输出端的信号 60 连接到窗口比较器 86 的中间输入端。 窗口比较器 86 的上限输入端与运算放大器 76 的输出端相连，其下限输入端与电阻器 82 和 84 构成的分压器的输出端相连。 窗口比较器是已知电路，当中间输入端的信号的包络位于下限输入端信号和上限输入端信号的包络之间时， 该电路会产生越限输出信号。 因此，如图所示，如果输入信号 40 具有能产生输出信号 60 的 ESD 事件信号波形，那么输出信号 60 的包络将低于窗口比较器上限输入端的信号 88，但高于窗口比较器下限输入端的信号 90。 在这种情况下，窗口比较器将不产生“超限”的信号。 应该指出的是，上述运算可以全部或部分由微处理器和 A/D 转换器完成，二者的运算速度应足以处理上述信号。 然而，在一个优选的实施例中，滤波过程由图 3 所示的硬件完成，这样就可以使用低等级的微处理器和 A/D 转换器，从而降低装置的成本。 与比较两个信号包络的窗口比较器不同，本发明还可以将接收到的信号的频谱与已知的 ESD 事件信号频谱进行比较。 信号的频谱为在一个或多个频率下的预定数量的能量。

[0052] 图 4 示出图 3 所示装置 19 及其在发生 EMI 事件并接收到 EMI 事件信号 50 时的运行情况。在这种情况下，向窗口比较器中间输入端提供的信号 52 与发生 ESD 事件时的信号有很大的不同，但运算放大器 76 输入端的信号 74 仍然保持与发生 ESD 事件时的信号近似的波形。 由于信号 52 与预期 ESD 事件所产生的波形 74 如此截然不同，该信号触发窗口比较器 86，使其产生脉冲 87，说明输入信号与 ESD 事件的信号具有不同的波形，因此所记录的事件是伪事件。

[0053] 图 5 示出根据本发明的装置的优选实施例实施的一个例子。天线 109 接在插孔 J1 上。 从 J1 输出的信号经电容器 C1 发送到运算放大器 U1A 的同相输入端。 电阻器 R1 向运算放大器 U1A 提供 DC 偏差，运算放大器 U1A 由正负电源 VDD 和 VEE 分别供电。 电源的具体构造不是本发明关注的内容，因此没有在此示出。 正如人们所熟知的那样，一套电阻器 R3 和 R49 限定运算放大器 U1A 的增益。 为了能够检测和测量不同大小的 ESD 事件，可以使用模拟开关 U11 和电阻器 R6 来增大运算放大器 U1A 的增益。 开关 U11 通常用微处理器或手动开关来控制。 在本发明范围内，除了所示单步模拟开关外， 也可以使用其它增益控制装置，如可具有多个增益设置值的多步模拟开关或数控电位差计，或者也可以通过电位差计或开关布置方式来手动调节增益。

[0054] 运算放大器 U1A 也可以用略微不同的方式实施。 具体地讲，图 5a 显示的运算放大器 U1A 具有两个背靠背的二极管 D1 和 D2，可以使 U1A 的增益具有伪对数特性，从而在无需切换增益的情况下增大其动态范围。

[0055] 尽管图 3、4 和 5 描述的是以硬件组件为基础的包络检测器，应该指出的是，包络比较器功能也可以全部或部分通过软件实现，该软件以类似方式在处理器上运行。 该软件可以具有查找表或能够得出包络上下限的公式，然后再将输入信号转换成数字信号并与这些数值进行比较。

[0056] 回到图 5，运算放大器 U1A 的输出端与一个反相器相连，反相器由运算放大器

U1B 和电阻器 R2 及 R4 构成。 需要该反相器以确保 ESD 事件的两极测量结果相同。 一组电容器 C19 和 C19 与电阻器 R23 和 R28 组成了高通滤波器，二极管 D2 对来自二者的信号进行汇总，然后与电阻器 R29 和 R58 以及电容器 C21 共同组成峰值检测器。 在峰值检测器的输出端，信号与输入真 ESD 事件信号时运算放大器 U1A 或 U1B 输出端的信号非常相似。 运算放大器 U1C 与电阻器 R5 和 R60 组成放大器，用于放大从峰值检测器输出的信号。 该放大器的输出端与窗口比较器的中间输入端相连，窗口比较器由一组比较器 U2A 和 U2B 与电阻器 R92 组成，其中每个比较器优选使用运算放大器来实现。 运算放大器 U1A 和 U1B 的输出端也与双二极管 D1 的阳极相连，该二极管的阴极通过一组阻断直流的电容器 C22 和 C23 分别与一组分压器 R17/R41 和 R18/R42 相连。 这些分压器为窗口比较器的高输入端和低输入端提供了不同的直流电平（参见运算放大器 U2A 的输入 3 和运算放大器 U2B 的输入 13）。

[0057] 如果装置 19 收到的信号是由 ESD 事件所生成，那么运算放大器 U1C 输出端的信号波形将介于窗口比较器的适当输入端的高低电压之间，并且窗口比较器的输出状态将保持不变。 如果输入信号波形与 ESD 事件波形不同，那么 U1C 输出端的信号要么将高于窗口比较器的高电平输入，要么将低于上述比较器的低电平输入。 上述任何一种情况下，窗口比较器都将产生图 5 所示的脉冲，以表明所记录的事件是伪事件，应予以忽略。 应该指出的是，根据本发明，如果采用了足够快的微处理器和 A/D 转换器，比较器也可以完全用软件来实现。

[0058] 当事件信号超过电阻器 R87 和 R88 设定的阈值时，由运算放大器 U1D 与电阻器 R87 和 R88 所组成的比较器会生成一个脉冲。 该信号可用于指示事件的发生。 运算放大器 U1D 的输出端与电阻器 R92 相连，这样无论何时发生真 ESD 事件，信号 T_EVENT 都将生成正脉冲。 该 T_EVENT 脉冲能够触发视频报警器（由电阻器 R95 和二极管 D9 组成）和 / 或音频报警器（如蜂鸣器 SP1）。 可以采用各种类型的报警器（如继电器触点等），这对于本领域的技术人员来说应当是显而易见的。

[0059] ESD 事件的强度可以在装置 19 的多个点处进行测量。 例如，可以使用第 100 到 108 点（如图 5 圆圈内所示）处的输出测量 ESD 事件的强度。 第 106 和 108 点处的测量结果虽然不是直接信号，但仍然有效，因为对于真实的 ESD 事件，上述 106 和 108 点处的信号较为准确地表示了运算放大器 U1A 输出端的原始信号。 这些输出能为模数转换器或任何其它测量装置（包括条形图指示器、模拟仪表等）提供信号。 如果这类测量或指示装置因测量和指示装置的速度慢而需要较长时间，则由运算放大器 U4C 和 U4D、二极管 D4 和 D5、电阻器 R53、R24、R25、R32 和 R32 与电容器 C20 组成的峰值保持检测器将把脉冲“拉伸”到所需的长度。 如果测量信号时使用了微处理器，则微处理器可在测量成功完成后释放电容器 C20 中的电荷，以 便只要有模数信号捕获发生，所述信号将在电容器 20 上出现。

[0060] 图 5b 示出装置 19 的另一个实施例，在该实施例中，除非另外注明，类似的元件将具有类似的附图标记，并以相同的方式工作。 在该实施例中，可以另外增加比较器 U2C，以使装置能够提供指示 ESD 事件极性正负的信号。 如图 5b 所示，第一运算放大器 U1A 的输出端与构造为作为比较器使用的运算放大器 U2C 的同相输入端相连。 该运算放大器的同相输入端与电压基准源相连，基准源可通过任何已知方式（如电阻性分压

器等）获得。 如果 ESD 事件是正极，运算放大器 U1A 的输出脉冲和比较器 U2C 的输出均为正，指示事件的极性。 如果 ESD 事件是负极，比较器 U2C 的输出将为零。 通过这种方式可以确定 ESD 事件的极性。

[0061] 图 6 是基于微处理器的电路 120，其可以与图 5 所示装置相连。 基于微处理器的该电路能够测量信号并保存和传送数据。 电路 120 可以包括模数（A/D）转换器 150，并具有任何数量的信号输入，如所示出的那样。正如人们所熟知的那样，A/D 转换器将图 5 所示电路的模拟信号转换成数字信号。 A/D 150 的输出端连接到具有相关联的存储器 154 的微处理器 152 上。 在一个优选的实施例中，A/D 150 可嵌入到微处理器本身内。 微处理器 152 进行信号测量并向下列任何一个或所有装置提供数据：可以显示放电大小或次数的带有复位按钮 158 的显示器 156、 LED 160、能使用声音通断开关 162 的音频蜂鸣器 162，或任何其它指示器和显示器。 为了测量信号并根据信号生成数据，存储器 154 可以保存由微处理器执行的固件 / 软件，以便进行信号测量和数据生成操作。 此外，电路 120 还可以包括 D/A 转换器 166（在优选实施例中也嵌入在微处理器 152 中），它可以向任何外部测量装置（如数据采集系统）提供各种格式（如 0...5V(168) 或 4...20mA(170)）的模拟信号。 此外，微处理器 152 能够提供数字格式的输出，如串行 RS232 或 RS485174，TCP/IP 以太网 176，通过拨号接口 180 或无线接口 182 提供数据，甚至带有嵌入式 web 服务器 184。

[0062] 尽管上述装置拒绝波形与 ESD 事件不同的信号，但仍然会有一些事件（如继电器触点换向）会产生类似 ESD 事件的波形，这类波形可能会被上述装置识别为真 ESD 信号。 为了识别这类非 ESD 信号，本发明的另一个实施例还可以采用图形识别方法。 具体地讲， ESD 事件具有随机性，并且所有 ESD 事件都是由积聚的静电电压释放所引起。静电电压由摩擦电荷或两种不同材料的分离所产生。 由于机械运动的性质，典型过程中部件所产生的电荷每次都不相同。 ESD 放电不会以高重复性的固定模式发生。 同时，继电器换向等发出的信号非常有规则，大小往往接近。 因此，本发明的这个实施例可以区分 ESD 事件（具有随机性，每次大小不同）和非 ESD 事件（定期发生且 / 或每次大小相似）。

[0063] 图 7a 示出丝焊工具信号事件。 如图所示，由一系列事件所引发的一系列信号 200 虽然大小不同，但严格根据一定的时间规律定期发生。这种信号图形指示的是非 ESD 事件。 然而，一系列信号 202 仅仅偶然出现，正符合 ESD 事件的特点。 图 7b 示出大量事件 204，这些事件较为集中且大小大致接近，趋于指示这一系列事件不是 ESD 事件。图 7c 示出另外一些大量集中出现的事件，其中图 7c 所示事件 206 随机发生且大小不一，因此可看作 ESD 事件。

[0064] 图 8a 示出一种使用本发明的图形识别拒绝非 ESD 事件的方法。 在步骤 250 中，事件信号被捕获，然后在测量过程中在步骤 252 中被连续保存在存储器中，所述存储器可以构造为 FIFO 或其它可用的构造模式。 根据本发明，在步骤 254 中对保存的事件信号进行连续图形识别，如果在步骤 256 中识别到图形，属于图形部分的事件将在步骤 260 中被废弃，只有不属于图形部分的事件会在步骤 264 中被接受。 在步骤 266 和 268 中，ESD 事件被报告为 ESD 事件。

[0065] 图 8b 示出如何使用图 8a 的方法区分 ESD 事件和非 ESD 事 件。 该图显示了测

量装置的输出，如图 6 的 0...5V 168 输出。 如图所示，由一系列事件所引起的一系列事件信号 270 振幅基本相同，且重复性很高。 这表明这些事件大多数是由机械操作而非静电所引起。 这些事件将被以图 8a 的方法加以拒绝。 然而，一系列事件 276 在时间和大小上具有随机性，这使其符合真 ESD 事件的特点，因此将被这种方法所接受。 这种方法与图 3 描述的方法相结合，能够非常准确地检测和测量 ESD 事件，并拒绝其它信号。

[0066] 图 9a 是根据本发明另一个实施例设计的手持装置 300。 该装置 300 的部件包括天线 302、 LED 指示灯 304、音频指示器 306、电源开关 308、电源 LED 指示灯 310、允许在宽范围内测量 ESD 事件的量程开关 312、对数 / 线性刻度变换开关 314、报警电平调节开关 316 和耳机插孔 318。 显然，没必要为了利用本发明而将示出的所有部件都包括在该装置中。 在这一具体例子中， LED 条形指示器显示了 ESD 事件的相对强度。 报警电平电位差计用来调节电平，当高于该电平时会显示 ESD 事件和 / 或响起报警。 手持装置 300 还包括了图 5 所示装置 19 和图 8a 所示方法，可以对输入信号进行辨别和其它处理。对于本领域的技术人员来说，很显然除了便携式装置外，带有数据采集系统接口的桌面式装置也可以利用本发明进行实施。

[0067] 图 9b 是根据本发明另一实施例的手持装置 300。 在该实施例中，装置 300 增加了两个额外的 LED 320，以在 ESD 事件发生时指示其极性。 图 9c 是另外一个实施例，其中的装置 300 具有 LED 条形指示器 326，单独指示放电的正负极大小。 放电的负极大小可以显示在 LED 条形指示器的左侧，而正极则可以显示在 LED 条形指示器的右侧。

[0068] 用户常常需要知道与放电强度有关的事件严重程度和按一般惯例（如 ESD 协会）定义的放电类型。这一惯例定义了几种类型的放电，如 CDM（带电装置型）、HBM（人体型）和其它几种类型。 放电强 度以导致放电的静电压表示，例如，200V CDM 或 2000V HBM。 为了通过接收来自这种形式的放电的电磁场来测量 ESD 事件，必须根据具体的放电类型和至放电的测量距离设计仪表。 图 9A、9B、9C、12 和 13 所示装置可以用来测量发射 / 输入信号，发射 / 输入信号可以是任何电磁发射、电场或磁场发射，以及任何声音或电离辐射，如 α 、 β 或 γ 射线。

[0069] 图 10 借助用于 CDM 型放电的 ESD 事件监视器示出这种特征数据的例子。 该监视器的输出是 0...5V。 如图 10 的特性图所示，当事件是由符合 CDM 型特点的 100V 静电电压放电所引起时，将监视器天线置于距离事件 13cm(5″) 处，能够产生 3V 的输出信号。 从本质上说，100V CDM 型 ESD 事件会在距离事件 13cm(5″) 远放置的监视器上产生 3V 的输出信号。 同样，200V CDM 型 ESD 事件会在距离事件 15cm(6″) 远放置的监视器上产生 3.7V 的输出信号。 这一特征因具体监视器而异。

[0070] 图 11a 和 b 示出如何将这些特征数据用于直接显示事件参数。 图 11a 示出测量之前必须进行的初始设置。 在步骤 340 中，设置了至预期放电的距离。 在许多情况下，放电的发生地点是已知的，如处理半导体装置的自动化工具。 在步骤 342 中，根据所选距离确定了相关系数、合适的换算公式或查找表。 在步骤 344 中，如果想用 ESD 事件测量装置测量多种放电类型，还应设置放电类型。 在步骤 346 中，根据所选放电类型确定了相关系数、合适的换算公式和查找表。 设置这些参数后，即可对读数进行适当调节。根据装置的构造不同，上述调节可以采用模拟方式（如改变增益），或采用数字方式，如改变计算公式或查找表的参数。

[0071] 图 11b 示出根据本发明的装置在设置完距离和放电类型后的操作方法 350。在步骤 252 中测得输入信号后，在步骤 354 中根据针对特定距离和放电类型的修正系数重新计算信号值。重新计算过程中 还可以考虑该装置的任何特征数据。重新计算完毕后，数据会在步骤 356 中显示，并 / 或在步骤 358 中发送到数据采集系统。

[0072] 图 12a 示出根据使用此方法的本发明的装置 400 的另一个实施例的例子。ESD 事件仪表 400 由天线 402、显示器 404 和控制键 406 构成。图 12b 示出图 12a 中的装置在设置过程中的屏幕截图，其中至放电的距离 410 通过按键 412 进行设置。放电类型 414 使用按键 416 进行设置。该屏幕截图示出的是 CDM 型放电。图 12c 示出图 12a 的装置选择 HBM 型放电时的屏幕截图。图 12d 示出图 12a 的装置在设置完成后显示测量结果时的屏幕截图。在这一特定情况下，上面一行 420 显示了放电强度为 200V(CDM 型)。下面一行 422 显示的是放电次数。对于本领域的技术人员来说，很显然，除了手持仪表外，还可以使用本发明限制范围内的固定或移动监视器来实现基本相同的功能，并且结果还可以通过多种现成方式来放大和 / 或利用输出至数据采集系统的输出来代替。

[0073] 图 13a 示出根据本发明的装置的另一个实施例的例子。在该实施例中，没有采用手动设置距离，而是在装置中集成了自动测量距离的部件。自动距离测量装置 402 如图 13a 所示。装置 402 可采用多种方式测量距离，如使用超声波、光学、机械 (延长杆) 或其它方式进行测量。光学距离测量单元可以是任何使用光能测量距离的单元，如红外线距离测量单元。图 13b 示出根据本发明的测量方法 500。该方法对输入信号和距离进行测量，除非监视器固定且距离不常变化，上述步骤优选同时在步骤 502 和 504 中进行。在步骤 506 中根据测得的距离对测量值进行重新计算，然后在步骤 508 中在显示器上显示结果数据并 / 或在步骤 510 中将其发送至数据采集系统。应该指出的是，不仅 ESD 事件的测量可得益于该方法，其它基于距离的测量 (如静电电压测量) 也可得益于该方法。目前，静电伏特计只能在与被测面距离固定的位置处 (通常为 2.5cm(1″)) 使用。利用这种方法和装置，可以在任何合理距离内进行准确的测量。

[0074] 根据本发明，人们往往希望能够通过一种装置 / 电路来确定所发生的放电事件的类型，这些类型可以包括带电装置型 (CDM)、机器型 (MM) 或人体型 (HBM)。图 14a 示出根据本发明的用于确定放电类型的电路 990 的一个实施例，图 14b、14c 和 14d 分别示出 CDM、MM 和 HBM 放电的典型波形。如图 14b 所示，带电装置型放电是持续时间最短的一种，通常只有几纳秒，而机器型 (MM) 放电通常持续 20 纳秒 (图 14c)，人体型 (HBM) 放电则会持续 100 纳秒或更长时间 (如图 14d 所示)。

[0075] 如图 14a 所示，天线 30 与可选的高频前置放大器 1000 的输入端相连，该放大器用于放大弱信号。前置放大器 1000 的输出端连接至比较器 1002 的第一输入端。比较器的第二输入端连接至电压基准 1004，后者可以通过多种熟知的方式实施。比较器的输出端连接至计数器 1008 的使能输入端，连接方式应使得在比较器无信号输出时，可以有效禁用计数器。当发生放电事件时，比较器 1002 的第一输入端的信号将大于电压基准值 (Vref)，并在比较器输出端产生一个信号。该信号会激活计数器 1008，后者将开始计算来自与其计数 / 时钟输入端相连的振荡器 1010 的脉冲数。当输入信号低于比较器 1002 的阈值时，停止计数。计数器 1008 的输出端可以与数字比较器 1012 的输入端相连，该比较器可以根据发生的脉冲数来确定放电类型，如图 14b-14d 所示，脉冲数与输入信号

脉冲的持续时间相对应，较长的持续时间（图 14d）会产生较多的脉冲数量。 因此，数字比较器会比较输入信号过程中产生的脉冲数，并将该脉冲数与所保存的对应每种放电类型的脉冲数进行比较，据此确定放电类型。 确定放电类型后，计数器将复位（未示出）。在本实施例中，电路 990 通过使用普通元件以较经济的方式实施。 应该指出的是，数字比较器 1012 的功能还可以换用微处理器来实现。

[0076] 图 15a 描述电路 990 的另一个实施例，在该实施例中，除非另 外注明，类似的元件将具有相同的附图标记，并执行相同的功能。 在电路 990 的该实施例中，计数器 1008 可以用移位寄存器 1020 来代替。 在输入信号持续过程中，移位寄存器 1020 将生成一连串的 “1”，这样数字比较器 1012 就能根据寄存器输出的 “1” 的数量来确定放电的类型。 数字比较器的功能也可以用微处理器（未示出）来实现。 图 15b-d 示出基本上类似于图 14b-d 的波形。

[0077] 图 16a 示出图 14a 或 15a 中的电路 990 添加了包络检测器 1030 后的情形。 包络检测器 1030 将复杂的放电波形（如图 16b 所示）转换成如图 16c 所示的易于管理的波形。该包络检测器可以是任何适用的类型，由于包络检测器较为常见，本文不对其具体构造进行深入探讨。

[0078] 图 17a 示出图 14a 或 15a 中的电路 990 添加了包络检测器 1030 后的另一个实施例，其中图 17a 的天线 30 连接至可选的前置放大器 1000，并进一步连接至可选的包络检测器 1030。 包络检测器 1030 的输出端连接至高速模数转换器 1050，模数转换器用于将检测器的信号转换成数字格式，然后再发送至微处理器 1052。

[0079] 图 17b 示出图 17a 所示电路的操作。 在步骤 1100 和 1102 中，首先测量初始读数，然后由微处理器根据其执行的嵌入式软件确定事件是否即将开始。 在步骤 1104 中，一旦确定事件开始（输入信号出现显著的增加），第一个样本的大小就会保存到微处理器附带的存储器（可能是寄存器）或独立的存储装置中。 在步骤 1106 中，在首次测量之后很短时间内即进行第二次测量，并在步骤 1108 中保存测量结果。在步骤 1110 中，如果第二个读数大于或等于第一个读数，则认为该事件是非 ESD 事件，并在步骤 1112 中废弃。如果第二个读数小于第一个读数，则用第二个读数替换存储器中保存的第一个读数，然后在步骤 1114 中继续进行测量，并将测量结果加以保存。 之后，每个连续样本都会与前一个样本进行比较。 如果连续样本大于或等于 前一个样本，说明该事件不是 ESD 事件，在步骤 1118 中被废弃。 如果连续样本振幅一直小于前一个样本，直到输入信号到达零或接近零，则整个事件会在步骤 1120 中被看作是 ESD 事件。 在步骤 1122 中，微处理器的软件对信号的衰减速率进行分析，然后在步骤 1124 中由微处理器确定事件的类型。 如果考虑信号的绝对振幅，还可以提高判断这种确定的准确性。

[0080] 图 18a 示出图 14a 或 15a 中的电路 990 添加了包络检测器 1030 后的又一个实施例，其中图 18a 的天线连接至可选的前置放大器 1000，并进一步连接至可选的包络检测器 1030。在该实施例中，可以用峰值保持检测器 1060 来代替图 17a 中更为昂贵的 A/D 转换器 1050。峰值保持检测器 1060 可采用任何合适的构造，它可以带有时钟信号源 1062，并且可以保持包络检测器 1030 输出的最高信号电平，同时能够根据时钟脉冲复位。 然后，比较器 1064 会将峰值保持检测器的输出与包络检测器的输出信号或来自天线的信号（如不使用前置放大器和包络检测器）进行比较。 比较器 1064 的输出信号被输入微处理

器 1066，该处理器的工作原理和功能与图 17a 所示微处理器相同。

[0081] 图 18b 示出图 18a 所示电路 990 的操作，它与图 17a 的电路的操作相似，只是不需要价格高昂、耗电量大的 A/D 转换器。 与图 17b 中的方法相比，这种方法的不足之处在于无法测量信号的绝对大小。 在步骤 1130 中，峰值保持检测器采集到输入信号的最大信号电平，然后进行“等待”步骤 1132。 在步骤 1134 中，比较器 1064 将输入信号的当前值与峰值保持检测器中保持的信号电平进行比较。 在步骤 1136 中，微处理器的软件根据运算放大器 1064 的输出确定新信号是否低于保存的信号。 在步骤 1138 中，如果新信号大于或等于保存的信号，则说明输入信号不是来自 ESD 事件。 然而，如果新信号低于保存的信号，那么新信号会在步骤 1140 中被保存到峰值保持检测器中。在步骤 1142 中，微处理器的软件会计算信号变为零所需要的周期数，并在步骤 1144 中根据周期计数来确定放电类型。

[0082] 尽管上述内容已经结合了本发明的具体实施例，但本领域的技术人员将会认识到，在不违背本发明原理和精神的前提下，可以对该实施例进行修改，本发明的范围受随附的权利要求书的限制。

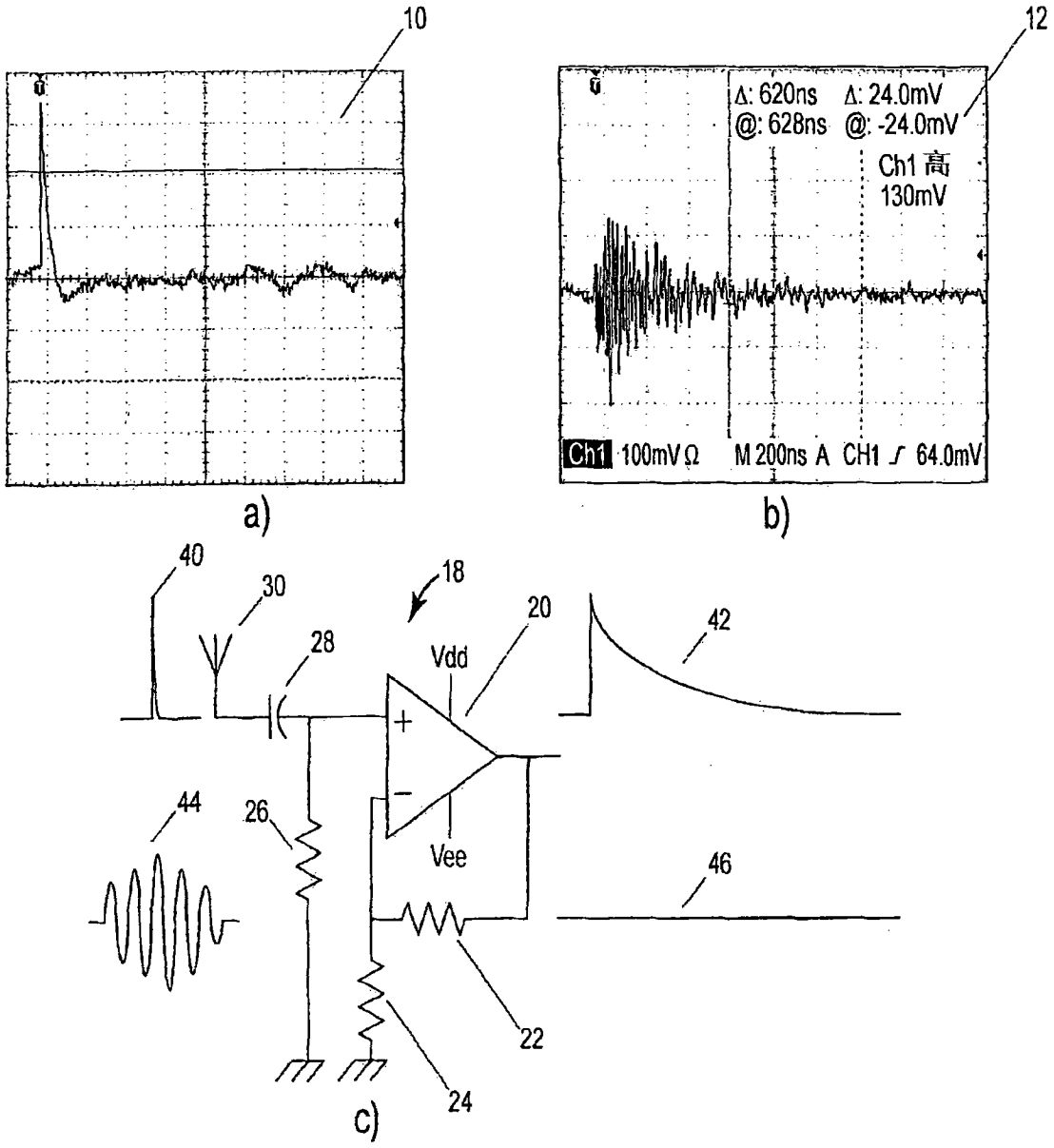

10
12
Δ: 620ns Δ: 24.0mV
@: 628ns @: -24.0mV
Ch1 高
130mV
Ch1 100mV Ω M 200ns A CH1 ∫ 64.0mV
a)
b)
40
30
18
20
42
28
Vdd
+
−
Vee
44
26
46
22
24
c)

图 1

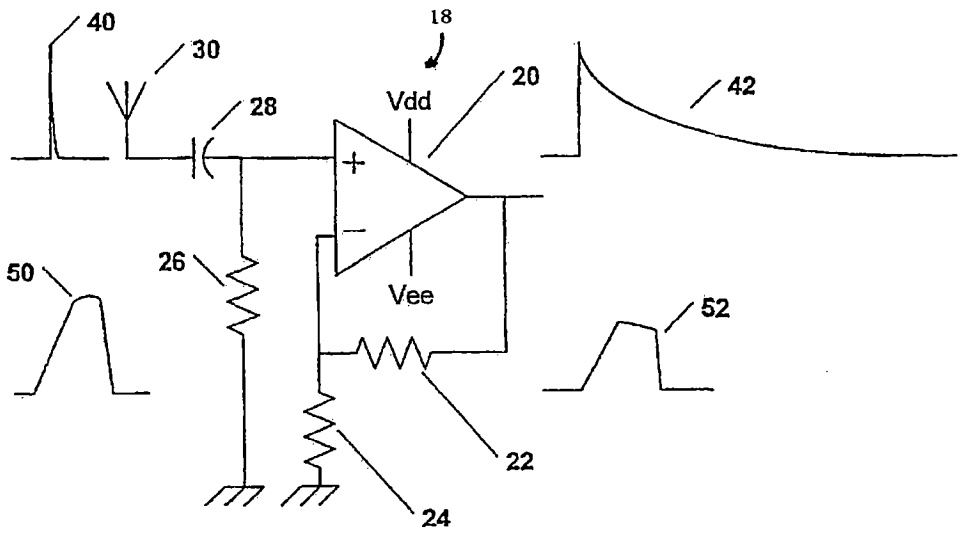


图 2

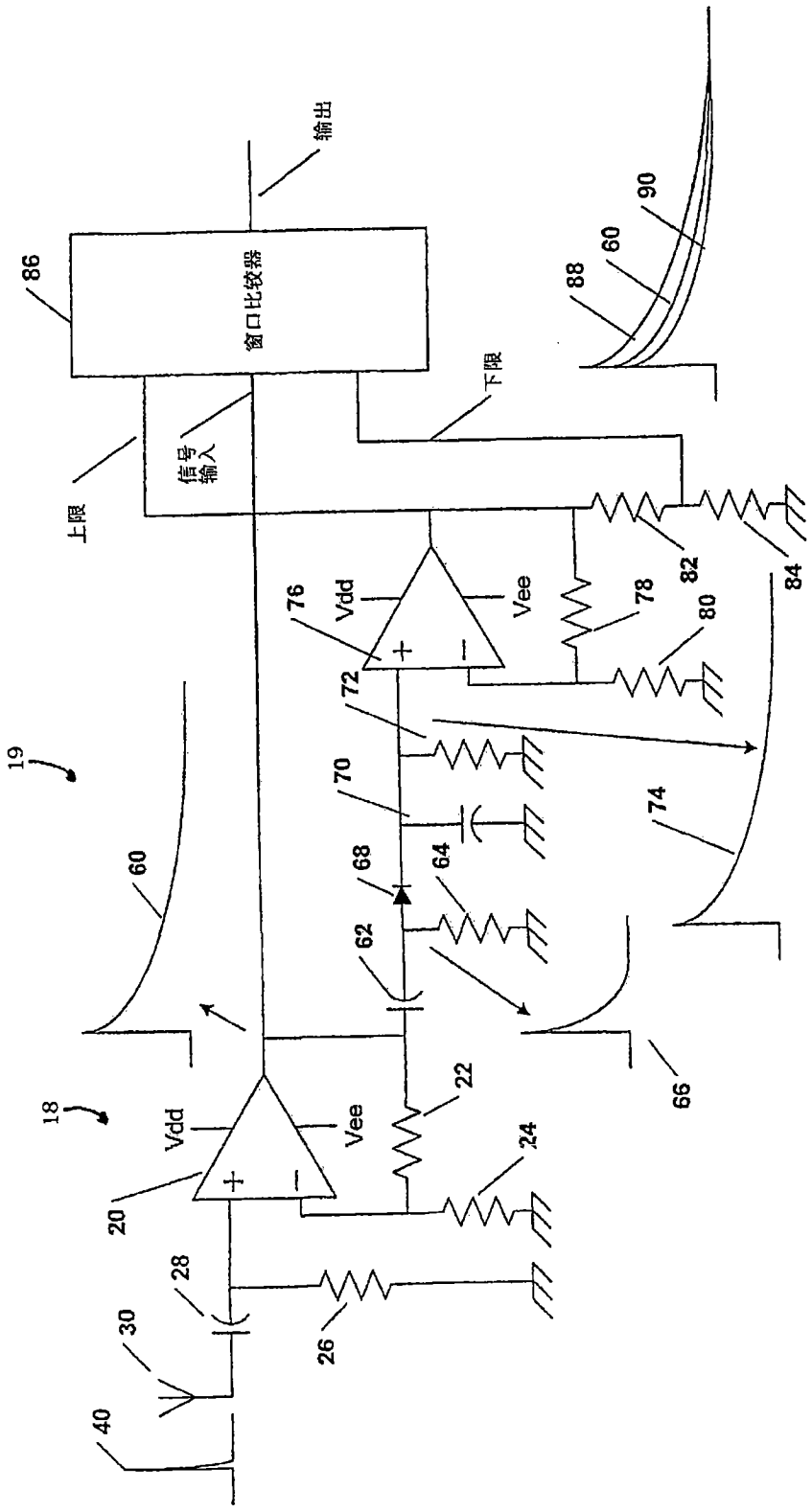

输出
窗口比较器
86
信号输入
上限
下限
88
60
90
76
Vdd
Vee
78
80
82
84
72
70
74
68
64
62
66
19
18
22
24
20
28
26
30
40

图 3

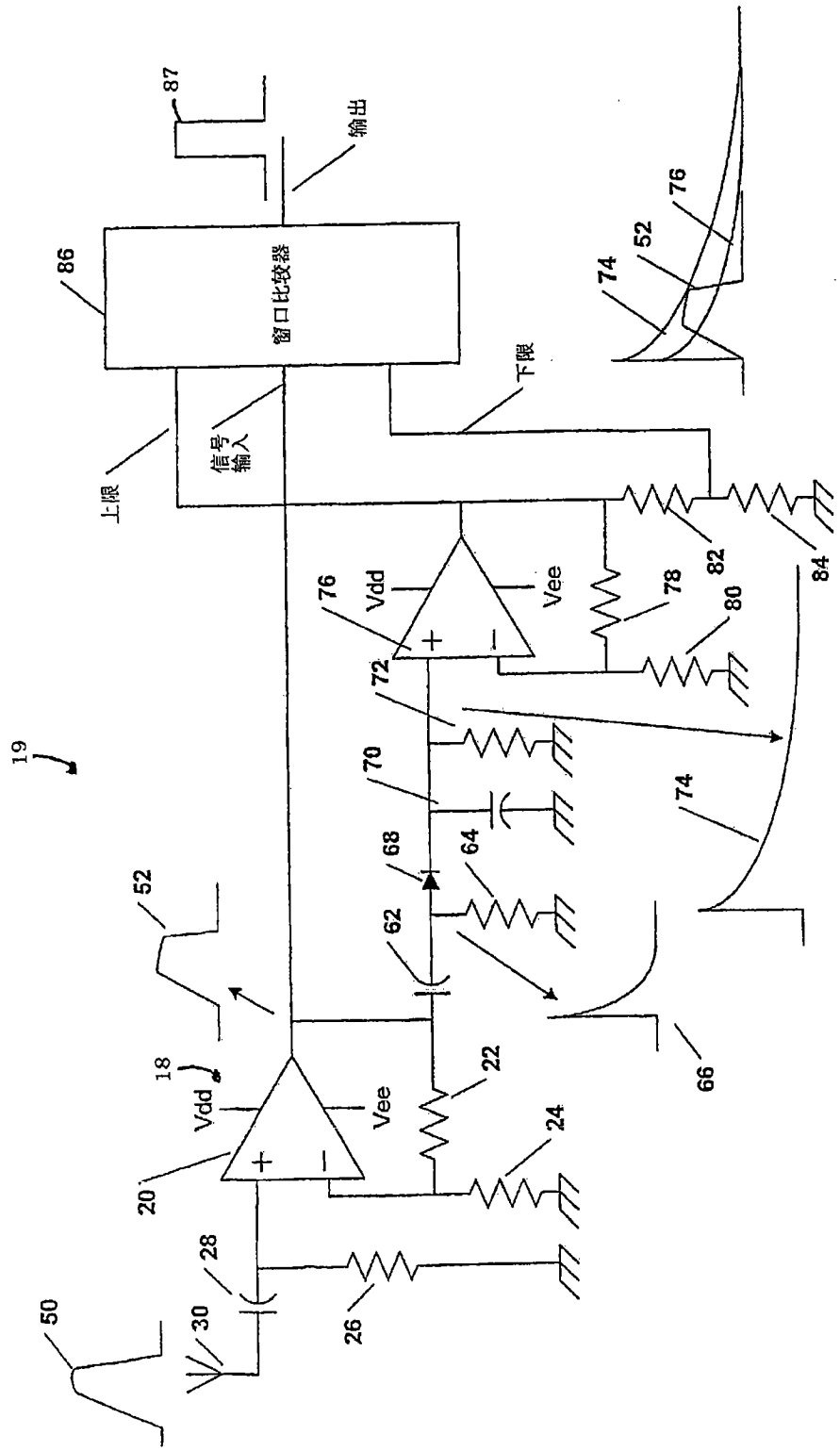

87
输出
86
窗口比较器
下限
上限
信号输入
76
52
74
82
84
78
80
Vdd
Vee
72
70
68
64
62
22
24
26
28
30
50
18
20
19
66

图 4

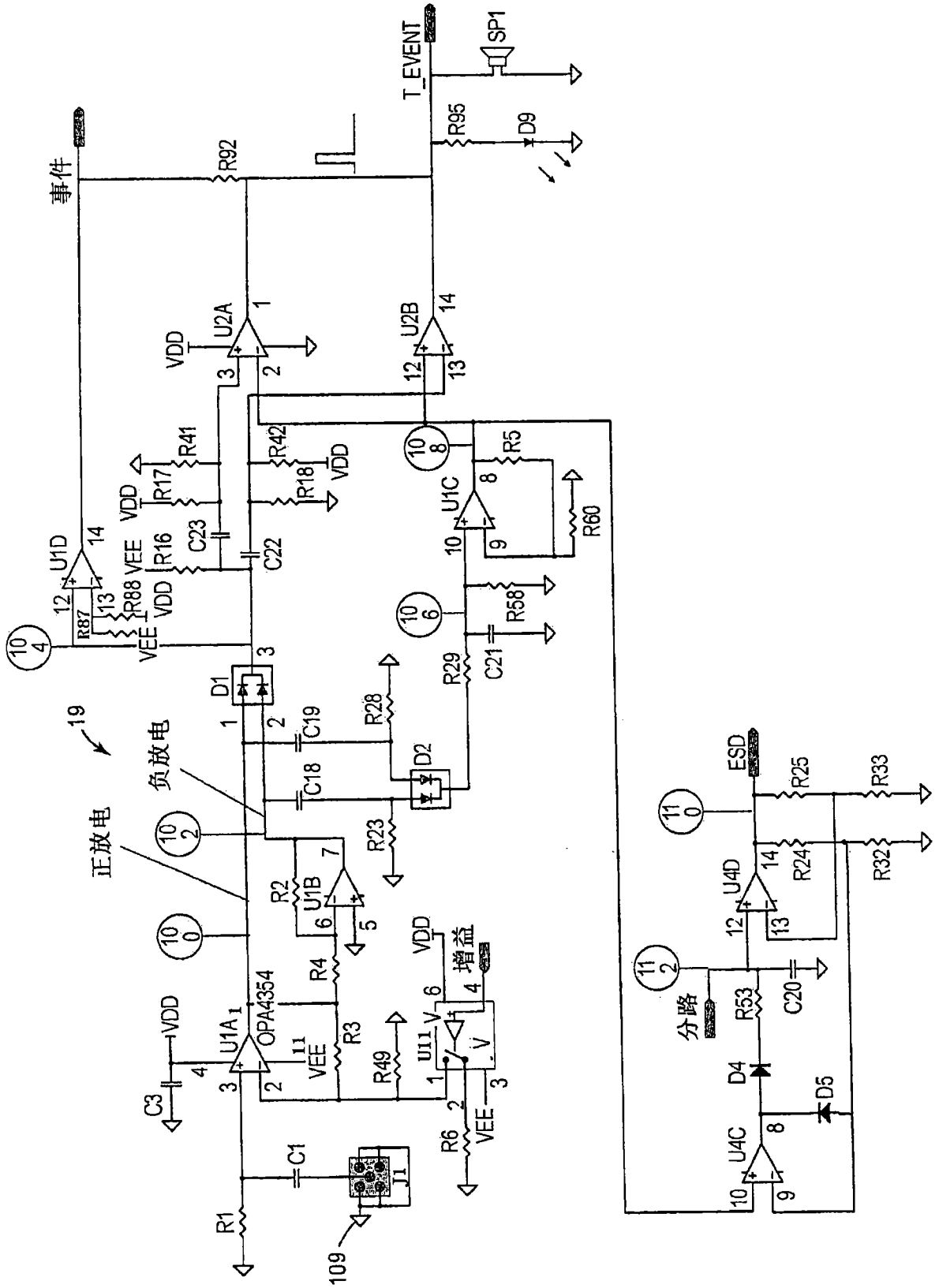

T_EVENT
SP1
D9
R95
事件
R92
U2A
U2B
VDD
R41
R42
R17
R18
R16
C23
C22
R88
R87
U1D
U1C
R5
R60
R58
R29
C21
D1
D2
C19
C18
R28
R23
19
负放电
正放电
R2
U1B
R4
R3
R49
U1A
OPA4354
VEE
C3
C1
J1
109
R1
R6
增益
U11
ESD
R25
R33
R24
R32
U4D
R53
C20
D4
D5
U4C
分路

图 5

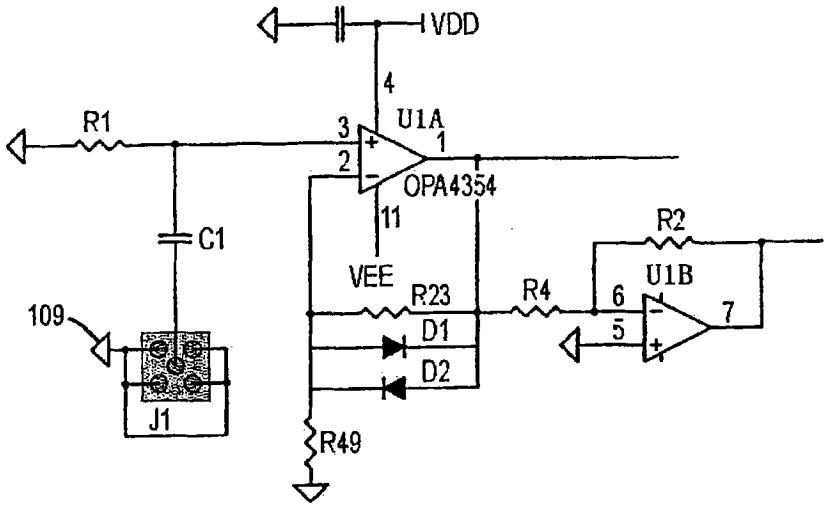

VDD
4
R1
3
U1A
1
2
OPA4354
11
C1
R2
VEE
R23
R4
U1B
6
7
109
D1
5
D2
J1
R49

图 5a

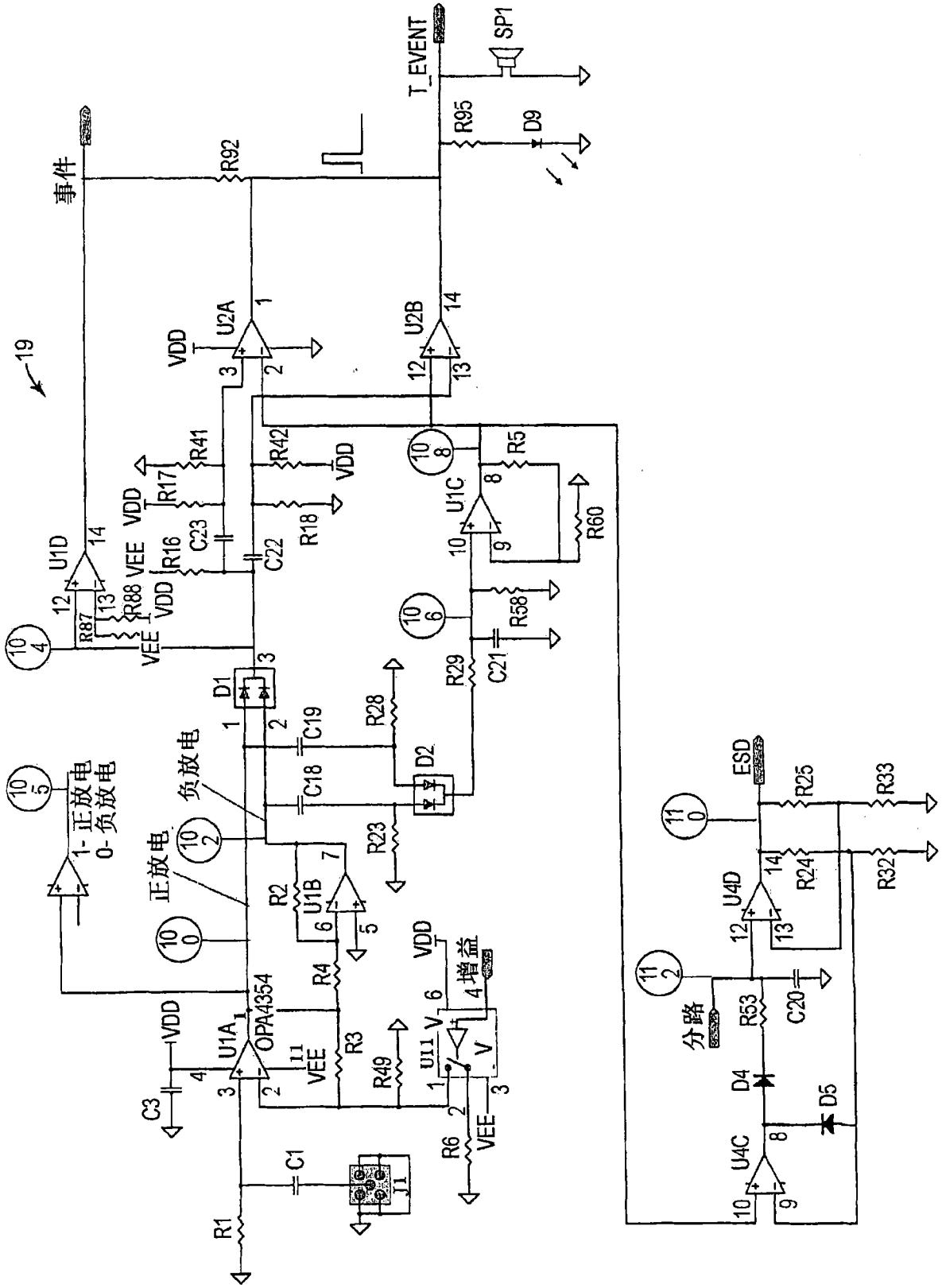

19
事件
R92
T_EVENT
SP1
R95
D9
U2A
U2B
VDD
R41
R42
R17
R18
R16
C23
C22
VEE
U1D
R87
R88
U1C
R5
R60
R58
R29
C21
D1
C19
C18
R28
D2
R23
负放电
正放电
1- 正放电
0- 负放电
R2
U1B
R4
R3
R49
U1A
OPA4354
C3
C1
J1
R1
R6
U11
增益
ESD
R25
R33
R24
R32
U4D
R53
C20
分路
D4
D5
U4C

图 5b

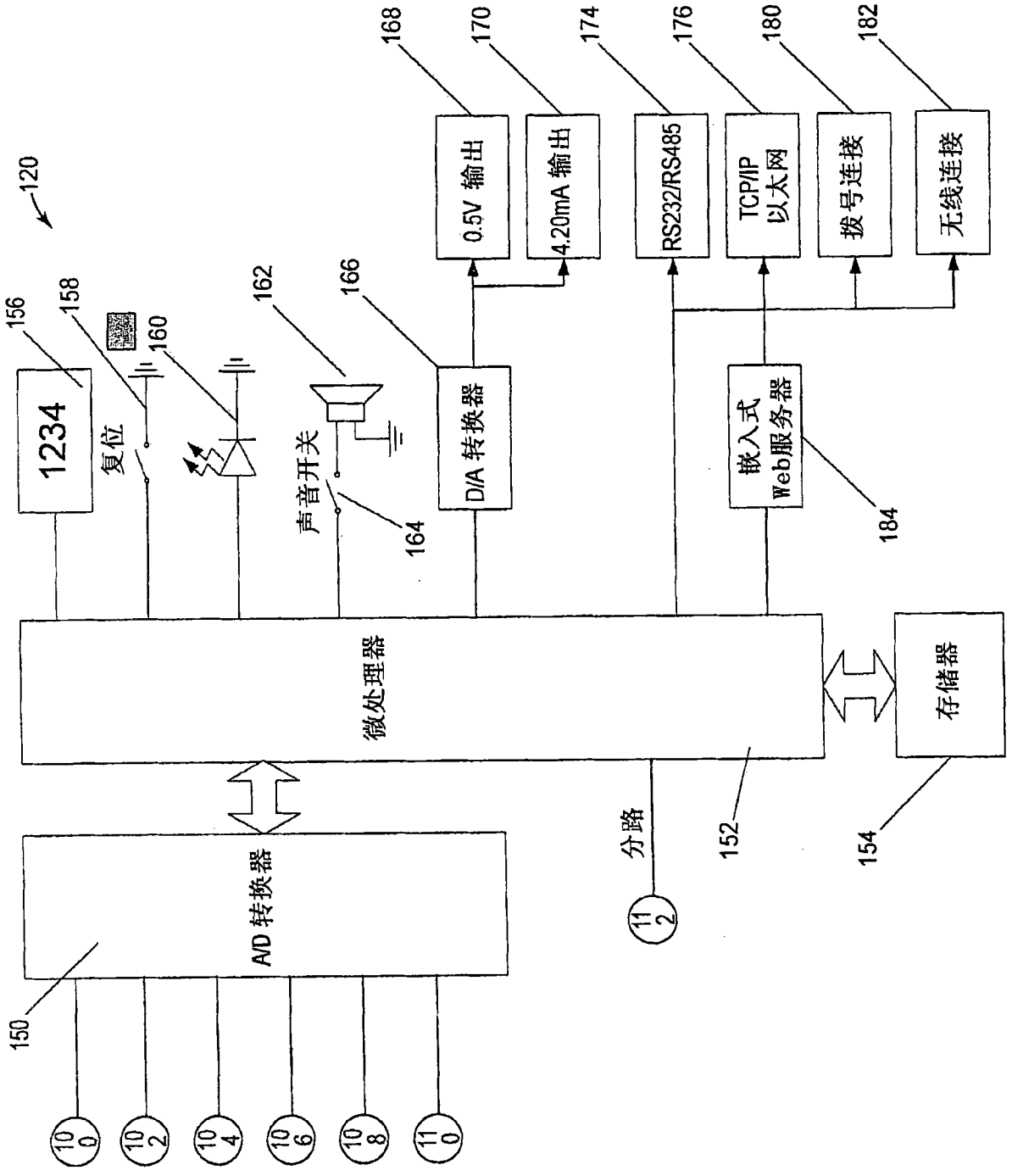

120
1234
156
158
复位
160
162
声音开关
164
166
D/A 转换器
168
0.5V 输出
170
4.20mA 输出
174
RS232/RS485
176
TCP/IP
以太网
180
拨号连接
182
无线连接
嵌入式
Web服务器
184
微处理器
存储器
154
152
分路
112
A/D 转换器
150
100
102
104
106
108
110

图 6

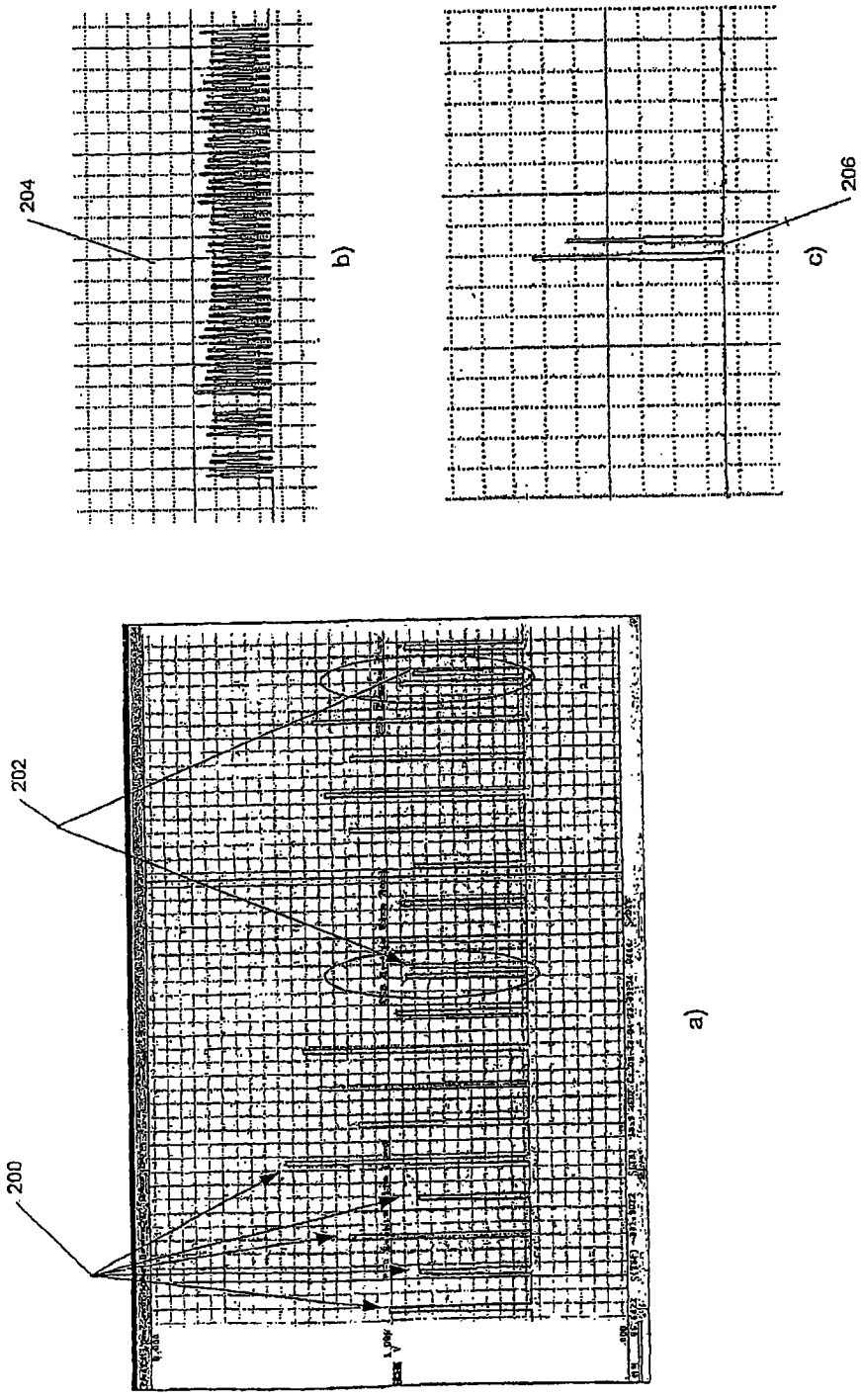


图 7

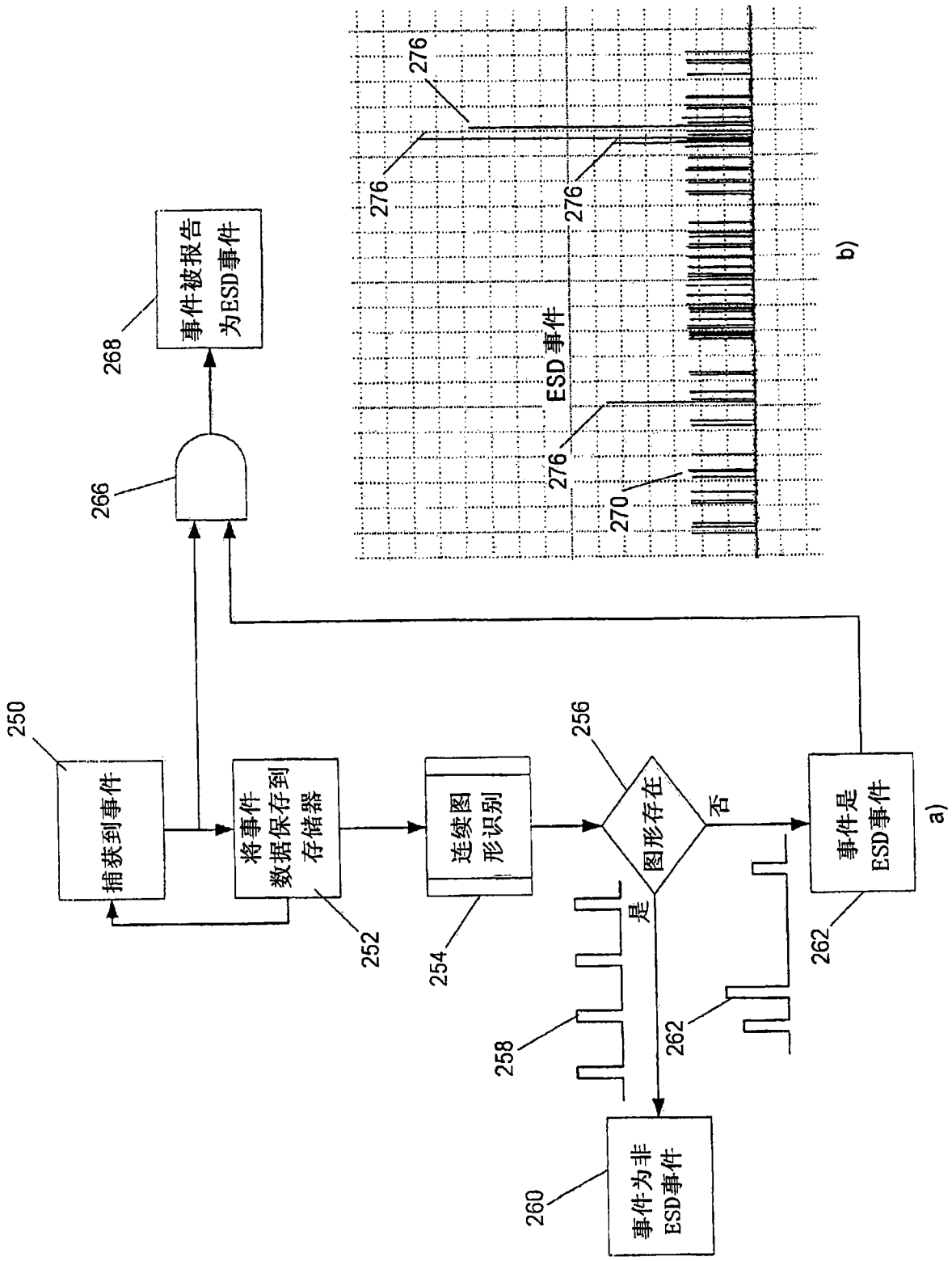

250
捕获到事件
将事件数据保存到存储器
252
连续图形识别
254
256
图形存在
否
是
事件是ESD事件
262
258
262
事件为非ESD事件
260
266
268
事件被报告为ESD事件
276
276
276
276
ESD事件
270
b)
a)

图 8

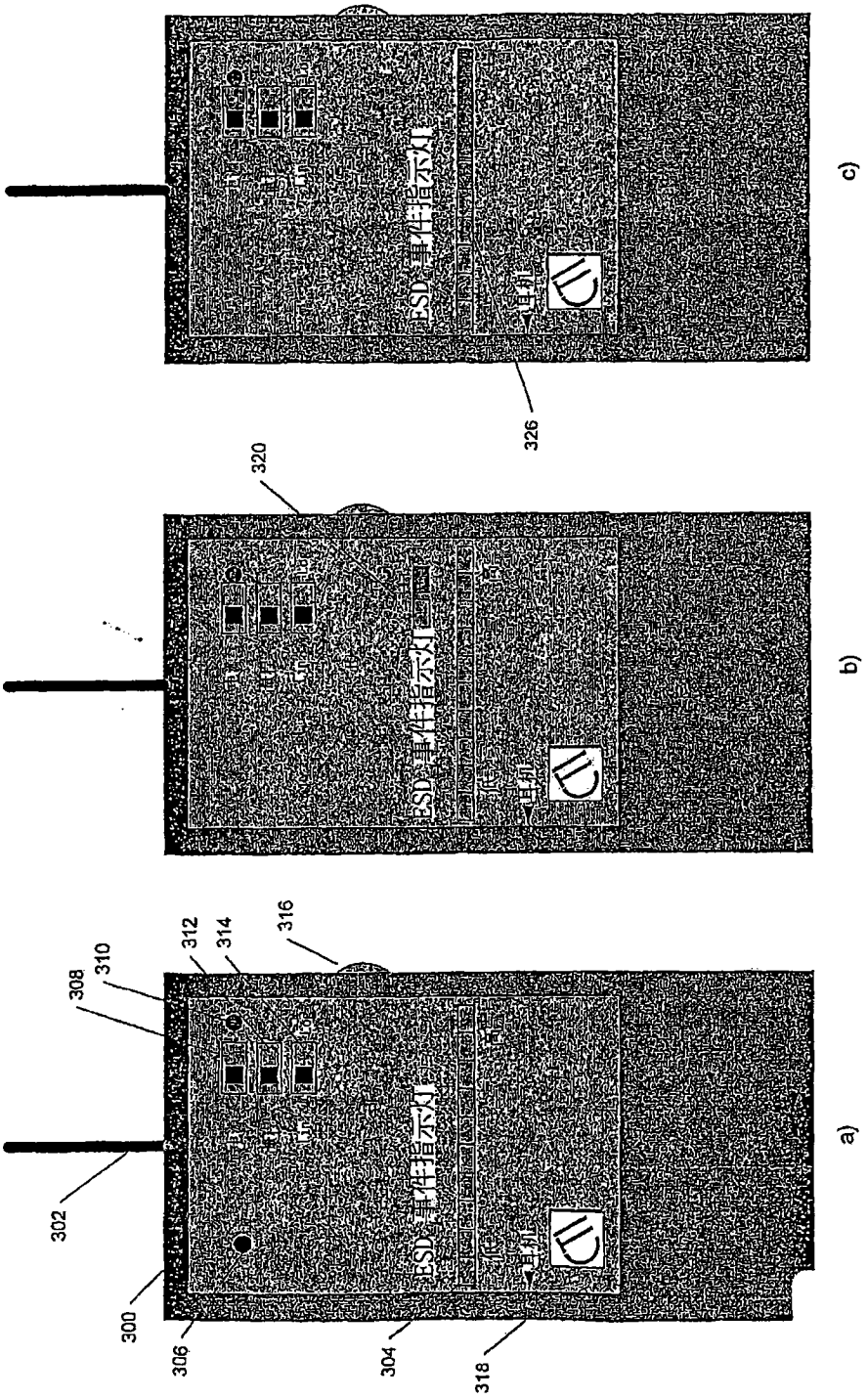


图 9

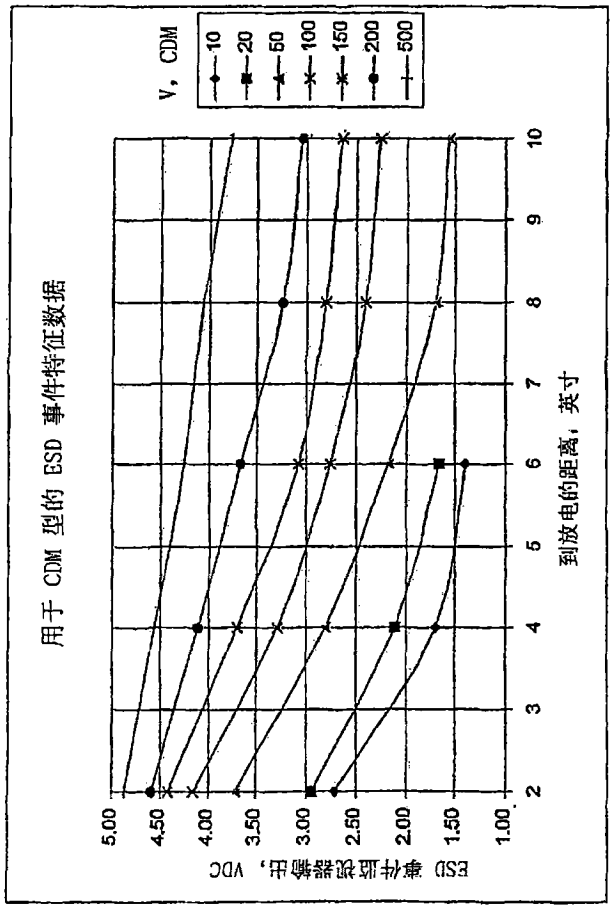
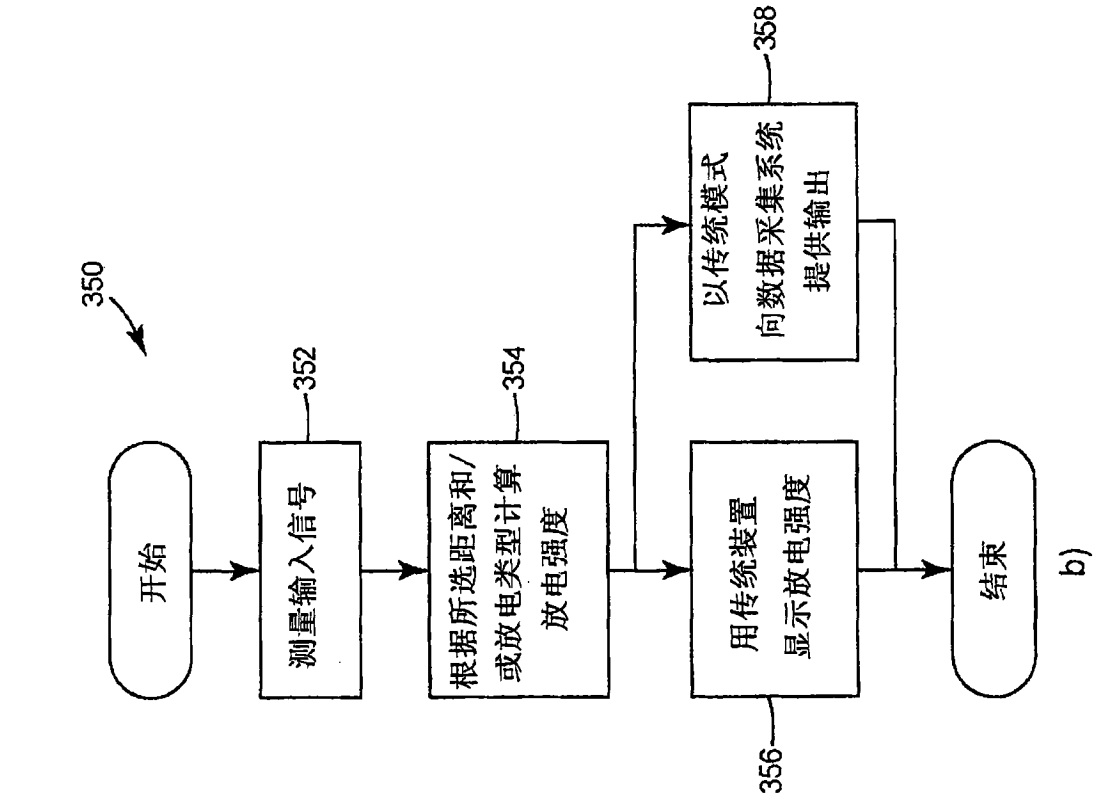

用于 CDM 型的 ESD 事件特征数据
V，CDM
10
20
50
100
150
200
500
ESD 事件监视器输出，VDC
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
到放电的距离，英寸
2
3
4
5
6
7
8
9
10

图 10


350
开始
352
测量输入信号
354
根据所选距离和/或放电类型计算放电强度
356
用传统装置显示放电强度
358
以传统模式向数据采集系统提供输出
结束
b)

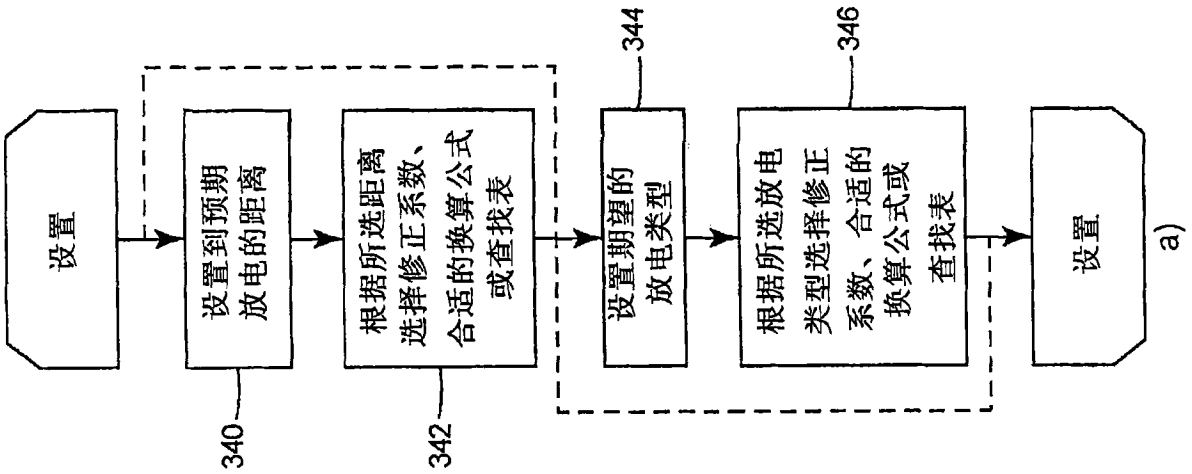

设置
设置到预期放电的距离
340
根据所选距离选择修正系数、合适的换算公式或查找表
342
344
设置期望的放电类型
346
根据所选放电类型选择修正系数、合适的换算公式或查找表
设置
a)

图 11

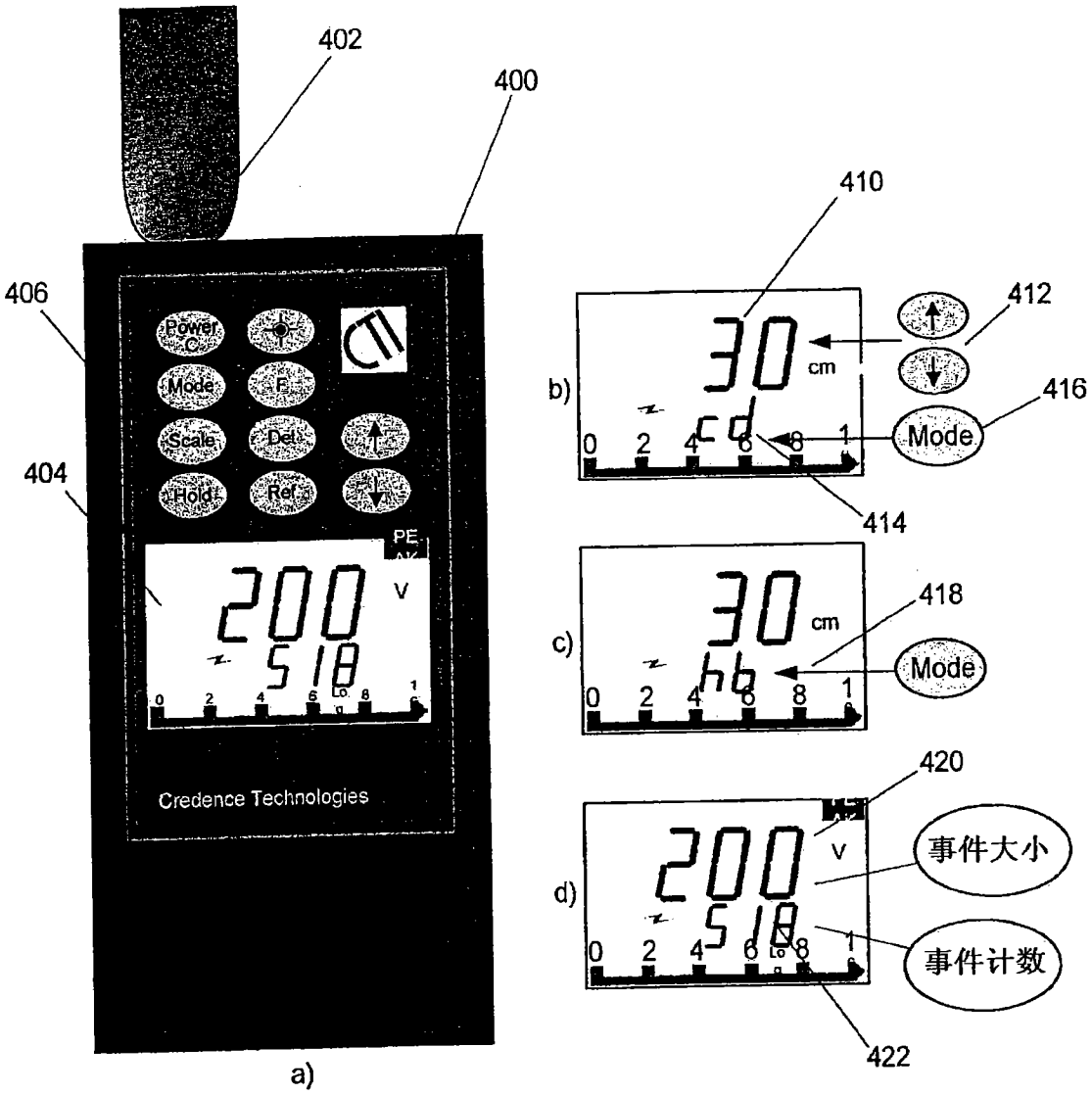

402
400
406
404
Power
Mode
Scale
Hold
Rel
200
V
Credence Technologies
a)
410
412
416
414
b)
30
cm
cd
Mode
418
c)
hb
420
事件大小
d)
事件计数
422

图 12

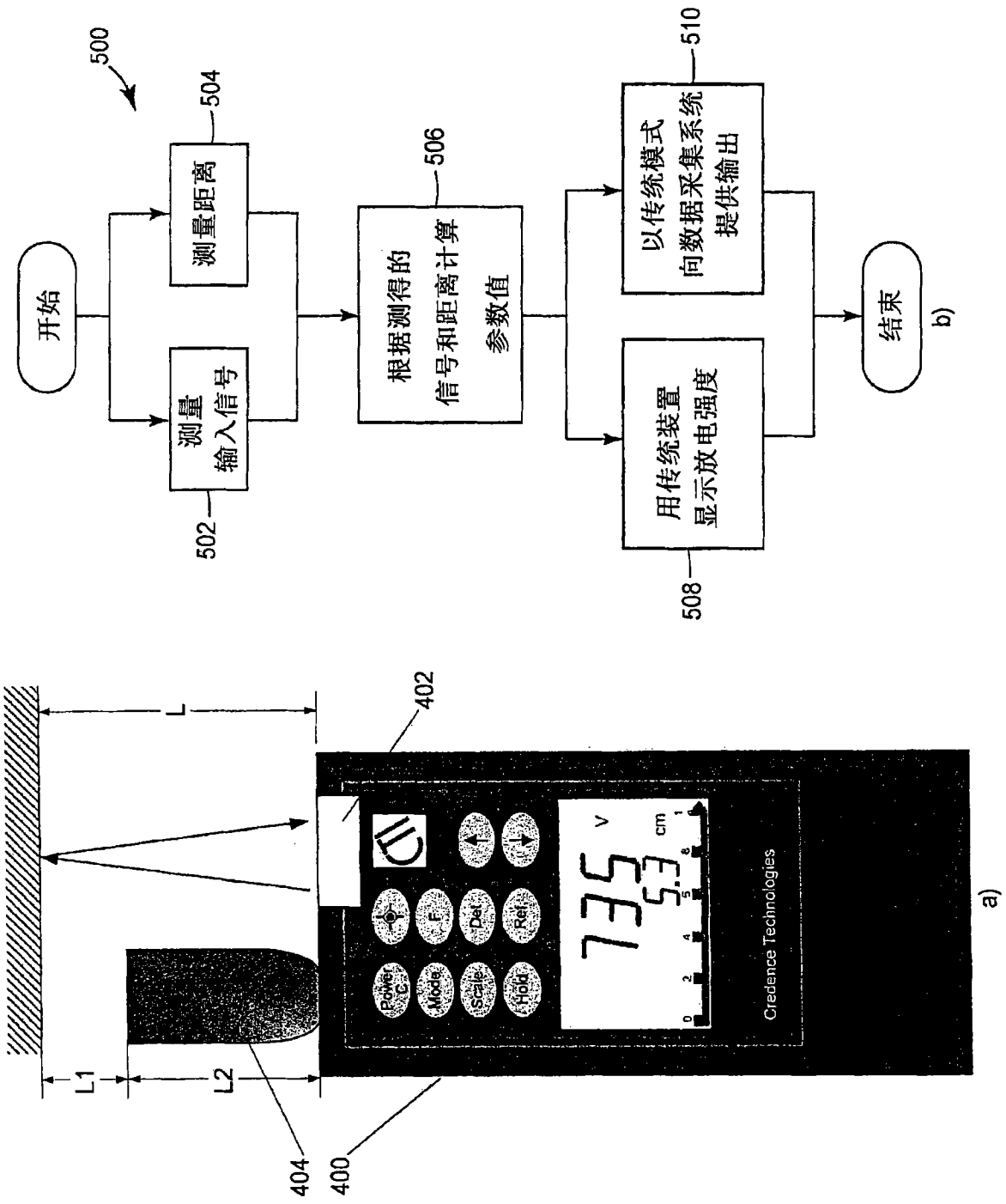

500
开始
测量距离
504
测量
输入信号
502
根据测得的
信号和距离计算
参数值
506
以传统模式
向数据采集系统
提供输出
510
用传统装置
显示放电强度
508
结束
b)
L
L1
L2
402
404
400
Credence Technologies
a)

图 13

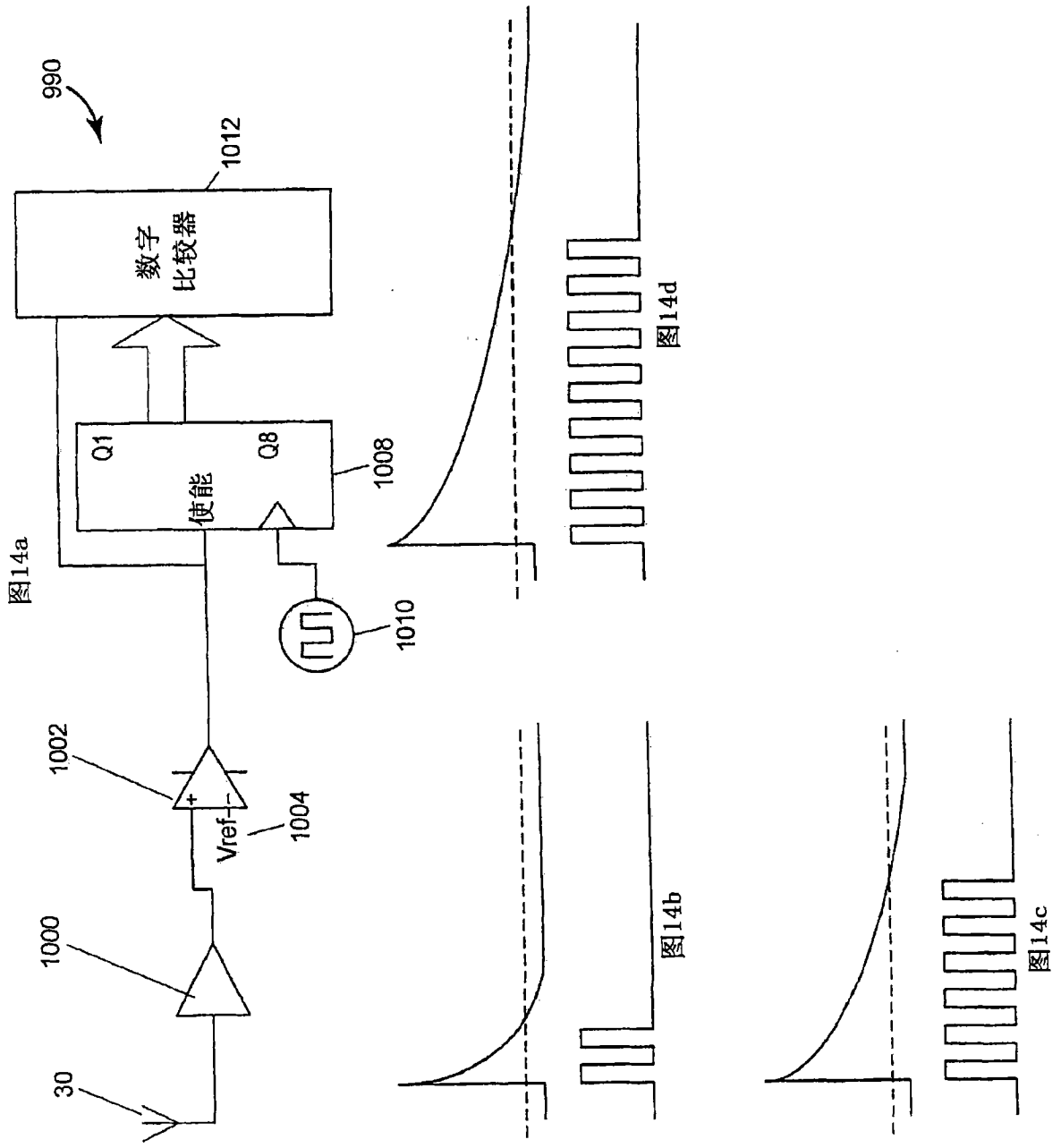

990
1012
数字
比较器
Q1
Q8
使能
1008
1010
1002
1004
Vref
1000
30
图14a
图14b
图14c
图14d

图 14

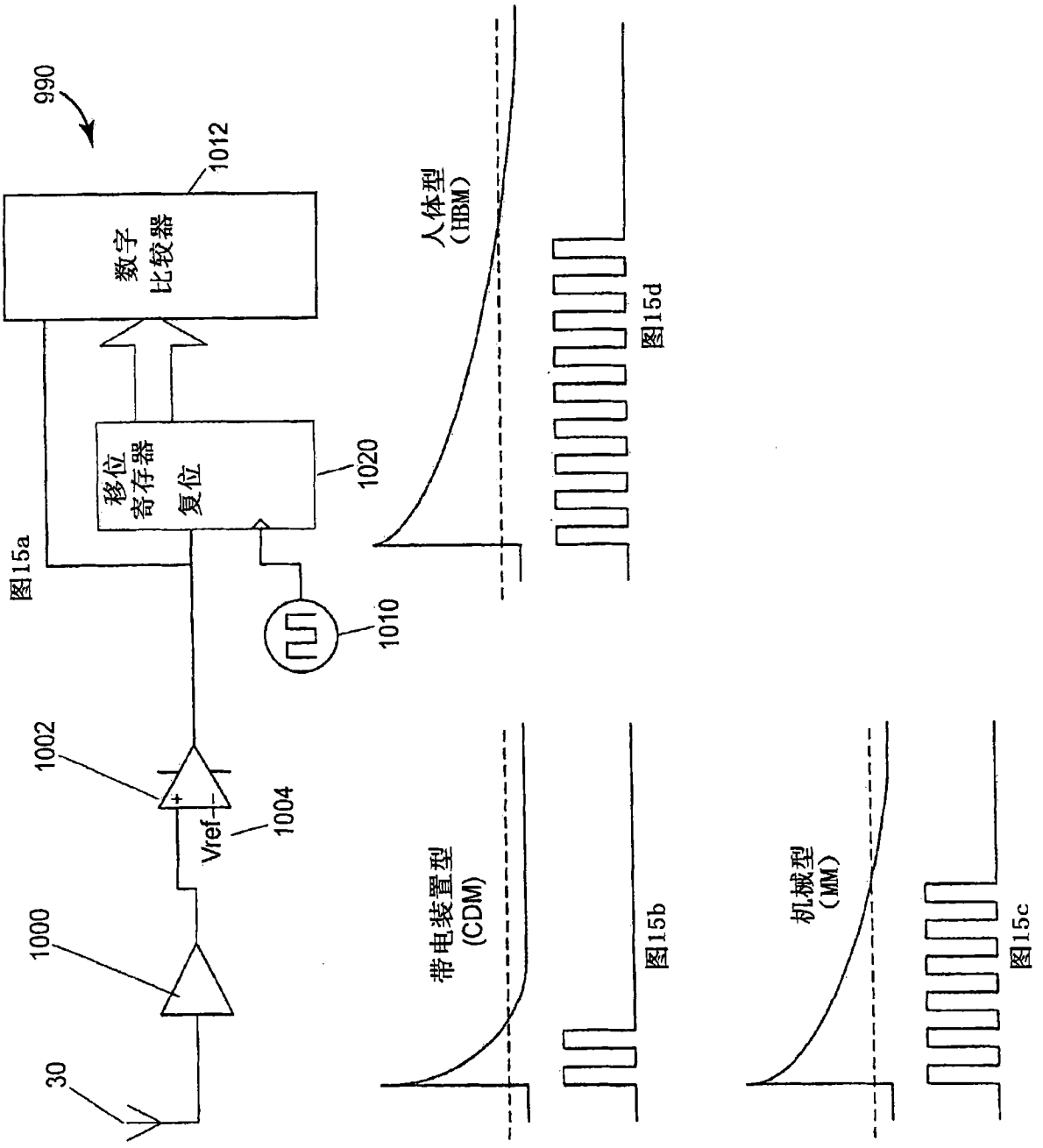

990
1012
数字
比较器
移位
寄存器
复位
1020
1010
1002
1004
Vref
1000
30
图15a
人体型
(HBM)
图15d
带电装置型
(CDM)
图15b
机械型
(MM)
图15c

图 15

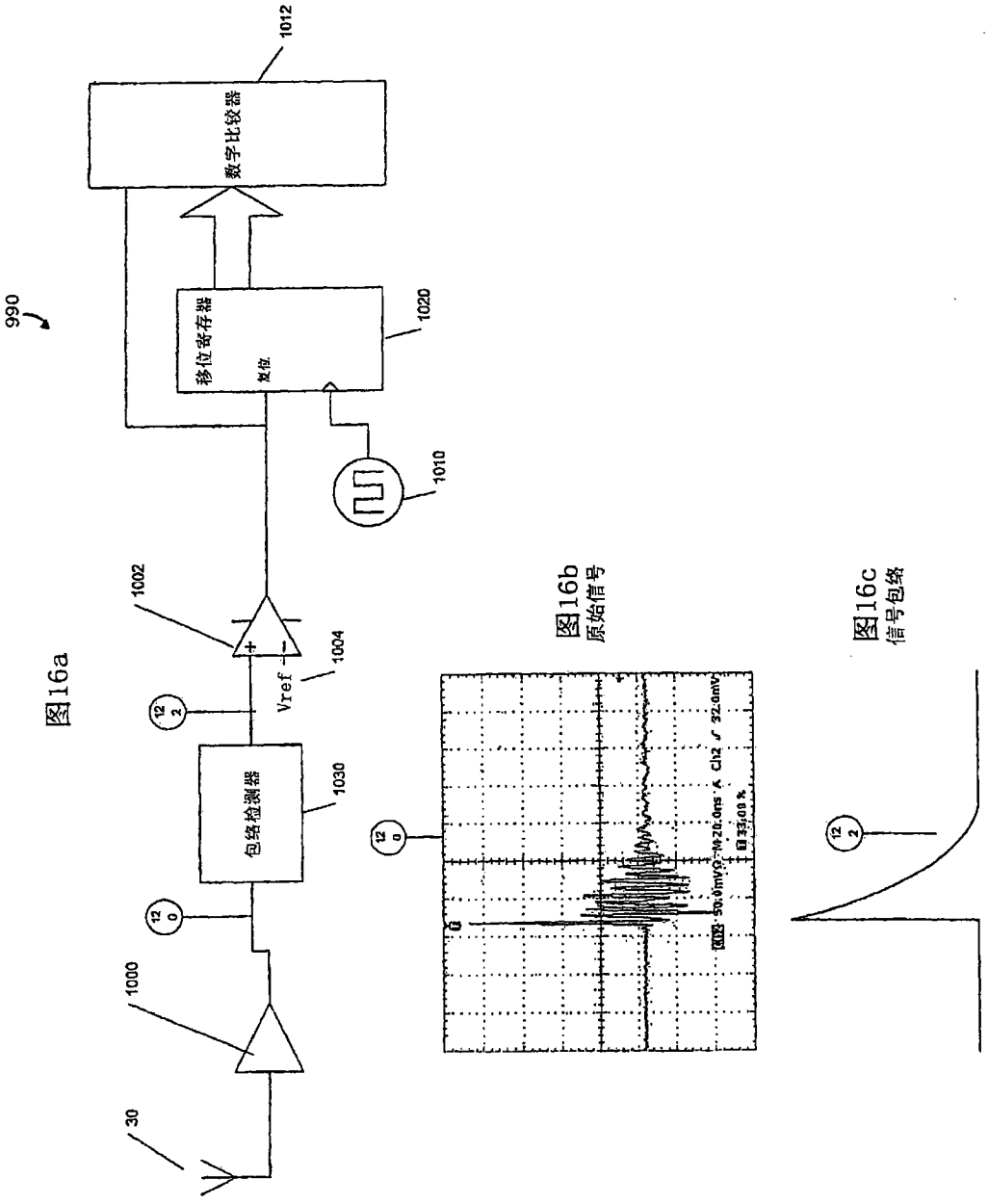

990
1012
数字比较器
移位寄存器
1020
1010
1002
1004
Vref
1030
包络检测器
1000
30
图16a
图16b
原始信号
图16c
信号包络

图 16

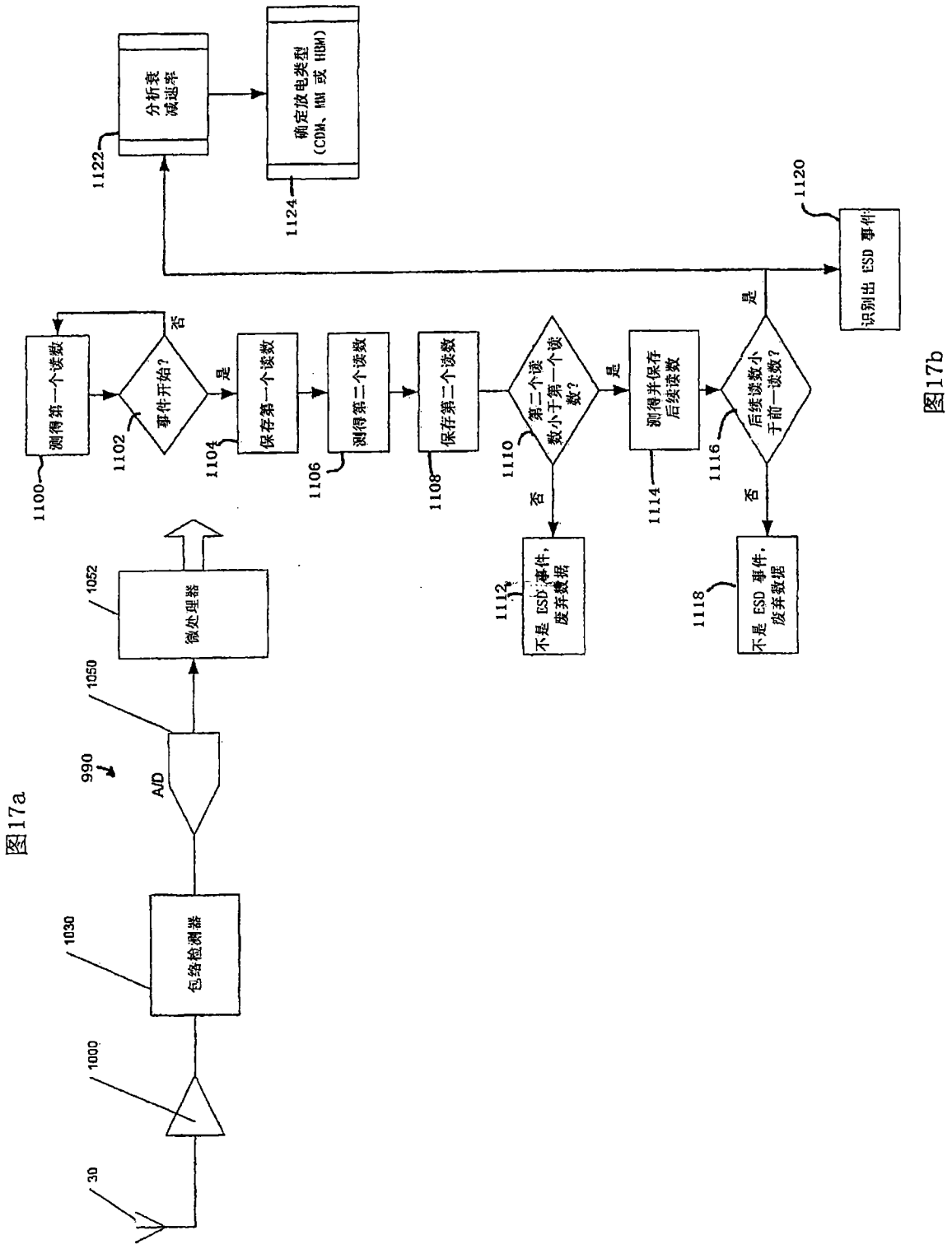


图17a

图17b

图 17

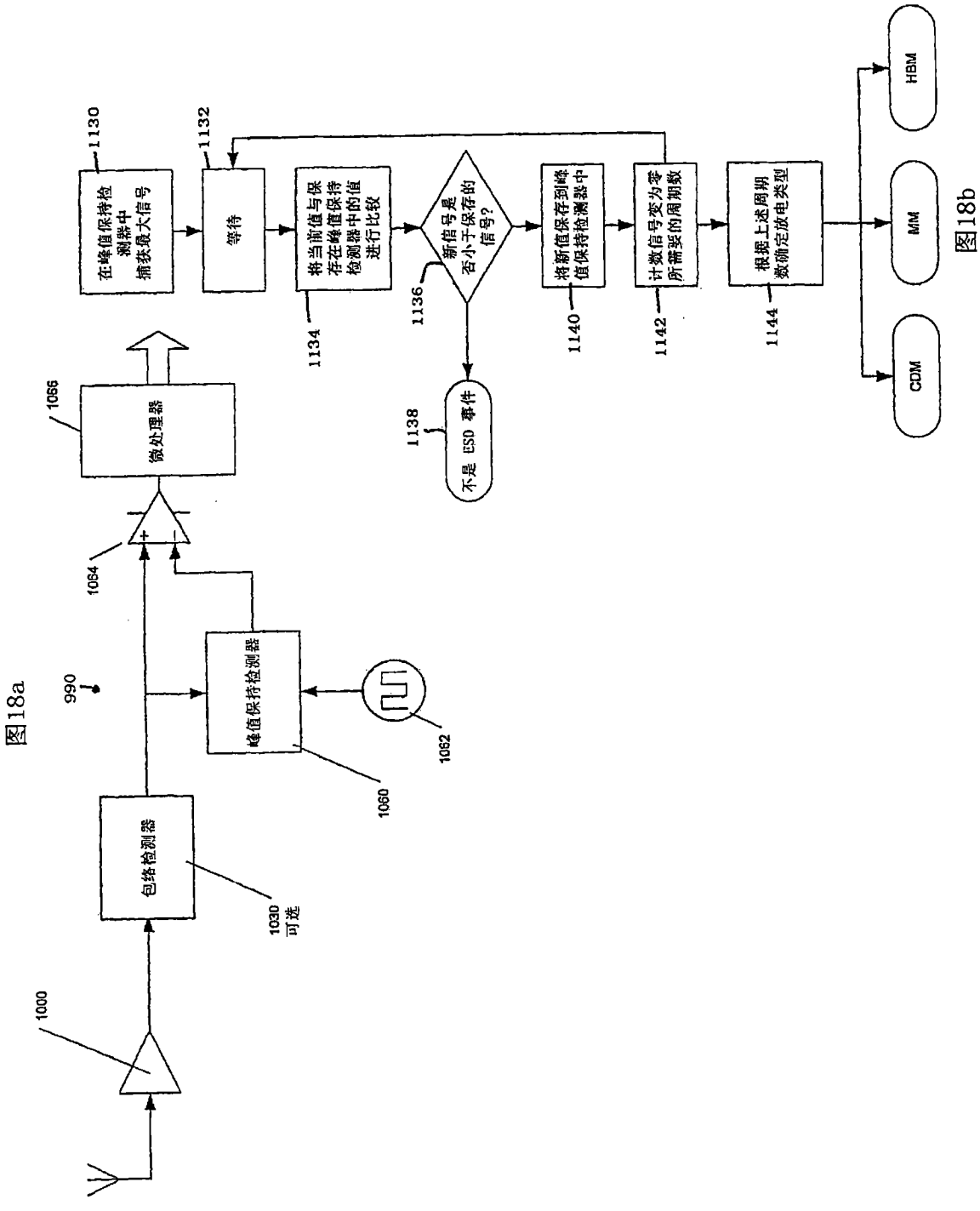

1000
1030
可选
包络检测器
990
1060
峰值保持检测器
1062
1064
1066
微处理器
1130
在峰值保持检测器中捕获最大信号
1132
等待
1134
将当前值与保存在峰值保持检测器中的值进行比较
1136
新信号是否小于保存的信号?
1138
不是 ESD 事件
1140
将新值保存到峰值保持检测器中
1142
计数信号变为零所需要的周期数
1144
根据上述周期数确定放电类型
HBM
MM
CDM
图18a
图18b

图 18