

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680029095.3

[51] Int. Cl.

G01N 29/11 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

G01N 29/27 (2006.01)

G07D 7/08 (2006.01)

G01N 33/34 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 8 月 6 日

[11] 公开号 CN 101238365 A

[22] 申请日 2006.8.8

[21] 申请号 200680029095.3

[30] 优先权

[32] 2005.8.10 [33] US [31] 60/706,753

[86] 国际申请 PCT/GB2006/002947 2006.8.8

[87] 国际公布 WO2007/017663 英 2007.2.15

[85] 进入国家阶段日期 2008.2.4

[71] 申请人 德拉鲁国际有限公司

地址 英国汉普郡

[72] 发明人 C·比勒顿 R·B·布莱尔

J·爱德华兹 J·摩斯尔

[74] 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

代理人 谢 静 杨 勇

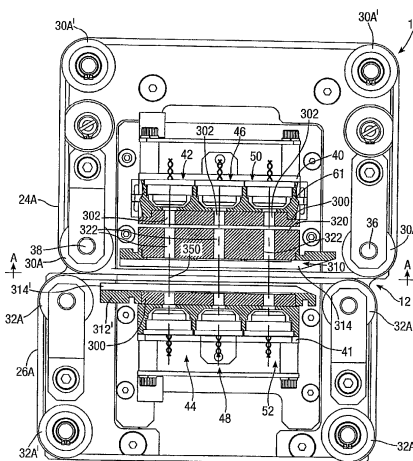
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 16 页

[54] 发明名称

超声文件检查系统

[57] 摘要

文件检查系统，包括用于沿传输路径(12)将文件传输穿过检查站的传输系统，至少一个位于检查站的超声检查装置，该装置包括布置在传输路径相对侧上的超声发送和接收换能器(42, 44)，以及用于监控由接收换能器接收的超声信号的处理系统。超声吸收材料(300)被设置在换能器周围并面向传输路径，用于吸收文件反射的超声；文件导向装置(312, 314)，具有比吸收材料低的摩擦系数，它部分地在吸收材料(300)上方延伸，以便在使用中防止文件接触吸收材料，并使吸收材料暴露于传输路径，至少靠近换能器。



1. 文件检查系统，包括用于沿传输路径将文件传输穿过检查站的传输系统；至少一个位于该检查站的超声检查装置，该装置包括布置在传输路径相对侧上的超声发送换能器和接收换能器，以及用于监控由该接收换能器接收的超声信号的处理系统，其特征在于：设置在该换能器周围并面向传输路径的超声吸收材料，用于吸收文件反射的超声；文件导向装置，具有比该吸收材料低的摩擦系数，它部分地在吸收材料的上方延伸，以便在使用中防止文件接触吸收材料，并使吸收材料暴露于传输路径，至少靠近该换能器。

2. 根据权利要求1的系统，其中该换能器之间的视线基本垂直于该传输路径延伸。

3. 根据权利要求1或权利要求2的系统，其中文件导向装置包括文件导轨，该文件导轨包含一个或多个轨道。

4. 根据权利要求3的系统，其中该轨道或每个轨道平行于传输路径延伸。

5. 根据权利要求3的系统，其中该轨道或每个轨道以与传输路径成非垂直角度延伸。

6. 根据权利要求3至5中任一项的系统，其中该轨道或每个轨道不遮挡换能器对之间的视线。

7. 根据前述任一权利要求的系统，其中文件导向装置包括文件导轨，该文件导轨包括板，该板具有与该换能器或每个换能器相关的相应孔，以使超声能够从该板穿过。

8. 根据权利要求7的系统，当其从属于权利要求3至6中任一项时，其中板和轨道由单个金属基片加工成。

9. 根据权利要求3至8中任一项的系统，其中文件导向装置包括一对位于传输路径每一侧上的所述文件导轨，其中一个导轨与发送换能器相关联，另一个导轨与接收换能器相关联。

10. 根据前述任一权利要求的系统，其中文件导向装置由诸如铝的金属制成。

11. 根据前述任一权利要求的系统，其中吸收材料由低密度聚氨酯泡沫体制成。

12. 文件检查系统, 包括用于沿传输路径将文件传输穿过检查站的传输系统; 至少一个位于该检查站的超声检查装置, 该装置包括布置在该传输路径相对侧上的超声发送换能器和接收换能器, 以及用于监控由该接收换能器接收的超声信号的处理系统, 其特征在于: 该对换能器限定了它们之间的视线, 该视线 i) 在垂直于传输路径的平面内延伸, 以及 ii) 以与传输路径成非垂直的角度延伸, 选取该角度使被传输路径上的文件反射的超声被反射到其中超声将消散的壳内, 而不被换能器接收。

13. 根据权利要求 12 的系统, 其中视线以与传输路径基本成 30 度延伸。

14. 根据权利要求 12 的系统, 其中视线以与传输路径基本成 45 度延伸。

15. 根据前述任一权利要求的系统, 包括多个以线性阵列布置的所述超声检查装置, 该线横跨传输路径延伸, 优选为垂直于传输路径延伸。

16. 根据权利要求 15 的系统, 包括一个以上所述线性阵列, 这些阵列沿传输路径方向并排布置。

17. 根据权利要求 16 的系统, 其中一个阵列的换能器在该阵列方向上相对于相邻阵列的换能器偏置。

18. 根据前述任一权利要求的系统, 其中传输系统包括至少一对对置的限定了其间部分传输路径的 O 型环。

19. 根据前述任一权利要求的系统, 其中处理系统适于监控由该接收换能器或每个接收换能器接收的超声信号的强度。

20. 根据权利要求 19 的系统, 其中处理系统适于将所接收的超声信号的强度和预定阈值进行比较, 以确定文件上或文件内存在诸如孔洞或撕裂的缺陷。

21. 根据权利要求 20 的系统, 其中处理系统适于提供合适的输出信号, 指示缺陷的存在或不存在。

22. 文件处理装置, 包括文件输入端、文件输出端、在文件输入端和文件输出端之间延伸的传输路径, 以及沿着文件传输路径布置的根据前述任一权利要求的文件检查系统。

23. 根据权利要求 22 的文件处理装置, 当其引用权利要求 21 时, 文件处理装置包括一个以上文件输出端和用于响应所述输出信号将文件导向到合适的输出端的换向器。

超声文件检查系统

本发明涉及一种文件检查系统，它包括一个用于沿传输路径将文件传输穿过检查站的传输系统；至少一个位于检查站的超声检查装置，该装置包括布置在传输路径相对侧上的超声发送换能器和接收换能器，以及一个用于监控由接收换能器接收的超声信号的处理系统。

为了提供厚度指示（如，在两面检测中），这种装置被广泛地用于监控诸如钞票之类的保密文件。它还可以用于狭带检测（即检测被用来修复钞票中的撕裂的胶带）、水印检测和检查（即检测水印及其图案的存在或缺失）、撕裂检测（其中撕裂没有延伸到边缘的闭合撕裂和其中撕裂延伸到边缘的开口撕裂）、角部折痕检测和保密线检测。这些系统的工作原理是检测穿过钞票或从钞票反射的超声的强度，从该强度可以推断出与钞票有关的某些信息。

为了实现对钞票的精确覆盖，通常提供一对以上的超声换能器和接收器，该换能器对并排布置，一般横跨钞票传输路径。在这些情形中，尤其是在文件以高达 10m/s（等价于 1800 张钞票/分钟）的高速传输处，出现的问题是，所有不希望的超声反射都来不及消散掉，使得将噪音引入到所接收的信号中。

US-B-6407964 描述了一种解决该问题的尝试，它是通过在文件移动方向上使换能器对之间的视线成角度，从而导向任何反射的超声偏离接收换能器上。该布置存在的问题是，在实践中，通常在传输方向的上游和/或下游提供还一换能器对，并且存在反射的超声干扰那些换能器对的风险。

根据本发明的第一方面，所描述的这种文件检查系统的特征在于：设置在换能器周围并面向传输路径的超声吸收材料，用于吸收文件反射的超声；文件导向装置，具有比吸收材料低的摩擦系数，它部分地在吸收材料的上方延伸，以便在使用中防止文件接触吸收材料，并使吸收材料暴露于传输路径，至少靠近换能器。

在本发明的该方面，我们在换能器周围引进超声吸收材料，以便任何反射的超声都被该材料吸收，而不是被反射。然而，我们认识到，

一般的超声吸收材料会显著地阻碍文件沿传输路径通过，因为对于换能器并且因此对于超声吸收材料来说，靠近传输路径是重要的。如果沿传输路径通过的文件没有被保持为非常平坦，那么会有部分文件将与一般具有相对较高的摩擦系数的超声吸收材料接触的风险，发生堵塞或至少使文件移动延迟。因此，我们提出提供一个附加的文件导向装置，它部分地延伸在吸收材料的上方，以便在使用中防止文件接触吸收材料。当然，尽管文件导向装置必须允许换能器对之间有清晰的视线，但是在有些情况下，视线部分模糊也是可能的。例如，如果超声具有足够的强度，这也许是可接受的。

在本发明的该方面，优选地，换能器之间的视线基本垂直于传输路径延伸。视线可以处于一非垂直角度，但是优选为垂直，以使超声沿传输路径被反射的可能性最小化。

在一个实施例中，文件导向装置包括具有一个或一个以上轨道的文件导轨。这些轨道可以彼此平行以及平行于传输路径或与传输路径成非垂直角度延伸。替代地，文件导向装置可以包括文件导轨，该文件导轨包括板，该板具有与该换能器或每个换能器相关的孔，以使超声能从该板穿过。和轨道情形相比，这降低了文件和超声吸收材料接触的风险。

然而，优选地，文件导向装置包括既具有板又具有一个或一个以上的轨道的文件导轨。可以从单个金属基片加工出该组合，以使成本最小化和便于组装。

一般地，文件导向装置包括一对位于传输路径每一侧上的所述文件导轨，其中一个导轨和发送换能器相关联，另一个导轨和接收换能器相关联。

吸收材料可以由聚氨酯泡沫体制成，一般为低密度。

如上所解释的，该发明的第一方面提供了一种利用超声吸收材料而不阻止文件移动并允许有高速运行的方式。

该方法的可能缺陷是需要超声吸收材料。因此，根据本发明的第二方面，我们提供一种所述的文件检查系统，其特征在于，该对换能器限定了它们之间的视线，该视线 i) 在垂直于传输路径的平面内延伸，以及 ii) 以与传输路径成非垂直的角度延伸，选取该角度使被传

输路径上的文件反射的超声被反射到其中超声将消散的壳内，而不被换能器接收。

在该方面，首先，换能器对之间的视线在垂直于传输路径的平面内以与传输路径成非垂直的角度延伸，以便超声被反射到传输路径的任一侧；第二，该布置使反射的超声被反射到其中超声将消散的壳内。这将要求根据壳的结构仔细放置换能器对，以使从文件处经历了第一反射的超声被导入该壳的主体内，在该壳的主体内超声可以经历进一步的反射并消散，而不被接收换能器接收。一般地，视线在与传输路径成 30° 或 45° 上延伸。

在这两方面，该系统还可以包括多个以线性阵列布置的所述超声检查装置，该线横跨传输路径延伸，优选为垂直于传输路径延伸。因此，该布置便于检查文件横向于传输方向的整个宽度。

为了增加从文件获取信息的速度，优选地，该系统还包括一个以上的所述线性阵列，这些阵列以沿传输路径的方向并排布置。

由于一个阵列内每个换能器物理尺寸上的原因，在相邻换能器之间将存在某些与文件未被监控区域相应的区域。为了克服该问题，一个阵列的换能器优选地在该阵列方向上相对于相邻阵列的换能器偏置。

现将参考附图描述根据该系统的文件检查系统的一些实施例，其中：

图 1 是检测器的第一实施例的侧视图，部分是截面图；

图 2 是图 1 中的线 A-A 上的视图；

图 3 是图 1 所示的传感器阵列之一的分解图；

图 4 示意性地图解了换能器和电路板的布置；

图 5 是发送器信号产生器电路的电路图；

图 6 图解了图 5 所示电路的时序图；

图 7A 和 7B 是接收换能器处理电路的方框电路图；

图 8 和 9 分别图形图解了没有吸音泡沫 (acoustic foam) 下当不存在和存在文件时的单通道的超声信号发送和接收；

图 10 是单通道的示意图，图解了一些关键的参数；

图 11-20 图解了从沿各种提供有带和孔以及没有带或孔的钞票

的一样件序列处获取的、进行处理的所接收信号的幅度;

图 21-24 分别图解了在 918 微秒、233 微秒、123 微秒和 109 微秒的不同突发速率 (burst rate) 下检查相同钞票时所接收到的信号;

图 25 图解了来自于具有带和闭合撕裂的 DRE 100 钞票的输出信号, 其中换能器处于 30° 的传感器角度, 间距为 20 mm, 来自每个换能器的钞票为 10mm, 以及突发速率为 918 毫秒;

图 26 类似于图 25, 但传感器角度减小为 0° ;

图 27 类似于图 26, 但突发速率减小为 223 微秒;

图 28 类似于图 26, 但来自于发送器之一的钞票仅 4mm;

图 29 示出了图 7 的接收器电路的带通滤波器的频率响应;

图 30 是根据本发明的系统的第二实施例示意图;

图 31 示意性地图解了合并到文件换向系统中的根据本发明的系统。

图 1-4 所示的文件检查系统被标识在 10 处, 并位于钞票分类器 (下面结合图 31 更详细地描述) 的钞票传输路径 12 的相邻部分, 在该钞票传输路径中, 钞票从图中的右边向左边穿过。

与检测器 10 相邻的传输路径 12 部分由传输带 14、16 的上部、下部对来限定, 每一对的上部带 14 和 16 在图 2 中可见。当带 14 和 16 被传输时, 它们基本沿钞票的中心延伸。每个上部带 14、16 绕辊 18A、18B 被输送, 该辊通过轴 36 和 38 安装在底座 20 上, 而下部带 16 也绕类似的辊被输送, 该辊也通过另一相应的轴安装在底座 20 上。

为了使钞票被传送穿过检测器 10, 提供一组薄的横向间隔放置的 O 型环的 4 个上部和下部校直对 24A-24D; 26A-26D (26B-26D 没有示出), 它们延伸穿过检测器 10 并绕相应的辊 30A-30D; 32A-32D 被输送。每组 30A、30B、30C、30D 的两下部辊分别不转动地安装在轴 36 和 38 上, 辊 18 也安装在轴 36 和 38 上, 轴转动地轴颈安装在底座 20 中。O 型环还绕相应的辊 30A'-30D'; 32A'-32D' 延伸。该 O 型环被带 14 驱动, 通过固定在轴 36 上的辊 18A 而导致轴 36 转动。

一对传感器安装板 40 和 41 被固定在辊安装板或底座 20 上, 以及三对上部和下部传感器阵列 42、44; 46、48; 和 50、52 分别安装在安装板 40 和 41 上。

每个传感器阵列 42 - 52 具有一个类似的结构,但是这些传感器的放置略有不同,以下将详细描述阵列 42 和 44。

如从图 3 可以看出的,传感器阵列 42 具有六个位于壳构件 61 内的成一直线彼此相邻布置的传感器位置 60。如从图 1 可以看出的,壳构件 61 还提供了用于其他换能器阵列 46 和 50 的位置。每个位置中安装有相应的超声换能器 62,该换能器被通过螺丝 66 固定的后盖 64 保持在适当位置。

每个换能器 62 是一种高频超声换能器,例如是由 Murata Manufacturing Co. Ltd 制备的 MA200D 型。以下表 1 给出了换能器 62 的主要特性。

表格 1

项目	规格	注意
额定频率	$220 \pm 20\text{kHz}$	-
总敏感度	1.0 到 2.5Vp-p	驱动信号: 以 10Vp-p 突发
		驱动波数目: 5 周期
		驱动周期: 220Hz
		放大率: 1000 倍
		传感器和铝反射板之间的距离: 150mm
		周围条件: 开放空间
		测量点: Vp-p
方向性	20deg. max	在 -6dB
电容	$2300\text{pF} \pm 20\%$	在 1kHz
Max. 连续	12Vp-p	矩形波
驱动电压运行温度范围	-20 到 70℃	-
存储温度范围	-30 到 70℃	-
绝缘电阻范围	100Mohm min	在 100Vdc 处

在优选实施例中,换能器发射的波长为约 1.5mm,对应于频率为约 220kHz。然而,也可以使用较高的频率,潜在地为高达 10 MHz。

在该实施例中，阵列 42、46 和 50 的换能器 62 发送超声信号，而阵列 44、48 和 52 中的换能器接收源自相应发送换能器的超声。然而，在其他实施例中，为了降低干扰的风险，可以颠倒阵列 46、48 的换能器，以便超声沿相反方向被发送到其他两个阵列组。

而且，在一些情况中，在检测器 10 中可以使用单通道，即单个发送换能器和单个相应的接收换能器，而不是使用几个阵列。然而，为了实现对文件的更好覆盖，以及探测到小的撕裂和开口，使用传感器阵列是有益的，否则这些小的撕裂和开口可能被单通道错过。

粘到壳构件 61 上的是一层具有孔 302 的吸音泡沫 300，这些孔和每个阵列的每个发送换能器 42、46 和 50 的中心对直。

提供一个分离的发送换能器挡板 310，该挡板是用铝加工而来，限定了导向板部分 312 和一组平行的轨道 314，该轨道平行于传输方向延伸。板部分 312 具有一组和孔 302 对直的孔 316，而轨道 314 在换能器发送部分的最敏感部分 318 的任一侧上延伸。以这种方式，由换能器发送的超声不会显著地被轨道 314 或板 312 阻止。

另一层吸音泡沫 320 粘在板 312 的上表面，并具有和孔 302 对直的孔 322。

安装三个阵列的接收换能器 44、48 和 52 的方式和图 3 所示的方式相似，类似于发送换能器情形提供导向板 312'、轨道 314'和吸音泡沫 300。然而，该情况下，不一定要提供和泡沫 320 对应的附加的泡沫层。

如从图 1 可以看到的，视线在每个换能器对 42、44；46、48 等之间延伸，如 350 处所示。该视线在如图 1 所示的传输方向延伸的平面内以及垂直于该传输方向的平面内，垂直于传输路径传播。

这意味着，在使用中，尽管任何被检测器 10 内的钞票反射的超声将垂直反射回到换能器，但是由于钞票的移动，该方向将略微地偏离垂直方向。结果，一些反射的超声可能被吸音泡沫吸收。替代地，换能器阵列可以被布置成和钞票传输成一角度，例如 30° 。在该情况中，多数反射的能量将被吸音泡沫吸收。

轨道 314 和板部分 312 阻止钞票和吸音泡沫接触。

如从图 2 可以看到的，三个换能器阵列在横跨传输方向上彼此错

开,使得钞票的所有区域都可以被检查到。

图4示出了用于产生、发送、接收和处理超声信号的电路。该发送换能器62通过80被连接到发送板70,该板还容纳用于使被处理完的数字数据被传送以进行进一步处理的连接器78.该发送电路70通过部件72、74、76和86、88、90被连接到接收电路84,其中接收换能器元件82也被连接到该接收电路。连接器72-76,86-90之间的电缆用来发送以下信号:

- . 电力供应
- . 用于积分的时令信号
- . 用于取样-和-保持电路的时令信号
- . 来自数字变换的、过滤的、取样-和-保持电路的信号

在图1至4所示的实施例中,换能器以密集的方式布置,如从图2可更清晰地看出的。如已经提及的,可以使用单个换能器对(一个通道)或替代地可以使用如例如阵列42、44所限定的单个通道线。利用单个通道线的问题是,在MA200D换能器情况中,检测狭条、撕裂或切口的被覆盖区域直径只有约6mm。因此在垂直于传输方向上,我们在每个换能器之间具有一个约12mm的盲区,在该区我们不检测线、撕裂等。通过图2所示的这种使几个相对彼此横向放置的换能器阵列在传输方向上交错排列的布置,可以获取对所观察页面的完全覆盖。

为了使传感器的整体性能更佳,只对其间放置钞票(钞票跟踪)的发送换能器列进行供电。

发送换能器信号发生器

在用于每个发送换能器62的PCB 70上提供发送信号产生电路100(图5)。该电路包括数字脉冲信号发生器102,它产生一个所需频率(220kHz)的5伏特的方波,该方波被提供给滤波器和放大器104、106,该滤波器和放大器产生一个20伏特的正弦波输出信号。图6更详细示出了电路104、106的时令操作(上面部分)。

接收换能器处理电路

阵列44、48和52中的每个接收换能器62与位于电路板84上的

自身处理电路连接。该电路显示在图 7A。来自接收换能器 62 的具有微分(differential)输出形式的信号被输入到一个高增益放大器 110, 在该实施例中, 该高增益放大器是一个来自 Burr Brown 的在 $G = 1000$ 处具有 100kHz 高带宽和低噪音的 INA103。来自放大器的微分输出被输入到带通滤波器 112, 该带通滤波器具有以下特征:

- . 贝塞耳带通滤波器
- . 4 电极
- . 中心频率: 215 KHz
- . 3dB 带宽: 50 KHz
- . 增益 28 dB
- . 实施: 2 阶多路反馈 (MFB) 二级带通
- . Op Amp: OP162

滤波器 112 的频率响应显示在图 29 中。

滤波的信号然后被放大器 114 进一步放大, 并被输入到整流器 116。

整流器的输出被输入到积分器 118, 并且该被积分的信号被取样和保持电路 120 取样 (积分器电路与取样和保持电路的运行被来自可编程逻辑电路 (没有示出) 的相应信号控制)。最终的被取样的样本然后穿过一个低通滤波器 122。图 6 图解了积分器 118 与取样和保持电路 120 的时令操作的实施例。

每个被取样的信号然后被数字化 123, 并连同来自其他传感器的数字化信号一起被输入到预处理单元 124, 该预处理单元的输出被输入到 CPU 125。

图 7B 示出了一个较简单的电路, 其中部件 116 - 122 被高速的数模转换器和具有更强功能的 FPGA 和 CPU 代替。图 7B 的该电路使用了相同的初始放大和带通滤波器级 110、112 和 114, 但接着使用高速但低分辨率的模数转换器 115, 以将模拟信号转换到数字信号。图 7A 的整流器 116、积分器 118、取样和保持电路 120 和低通滤波器 122 然后在预处理 FPGA 124B 或 CPU 125B 中执行。这是有利的, 因为省略了高成本的模拟电路, 相同的模拟“前端”电子设计可以用于其他不同的传感器, 将模拟固定(fixed)有线电子设备用数字结构逻辑来代替可以

取得灵活性。这些优点可以胜于那个需要成本更高的模数转换器的缺点。在图 7B 的改进设计中,在高频率段获取数据,因而可以使主动回声取消。而且,一个可能造成附加回声和干扰的次可选低成本机械结构可以通过成熟的电子信号处理来改进。

当使用单通道来获取有关单个取样点的信息时,图 7 所示的接收电路的运行图解在图 8 和 9 中。在该实施例中,为了说明反射效应,没有使用吸音泡沫。

图 8 图解了其中在发送和接收换能器 62 之间没有文件的情形,而图 9,以更大的比例图解了有文件时的信号处理。

在该实施例中,来自发送换能器的超声的连续突发的开端之间的时间约为 900 微秒。

如从图 8 中可以看到,在点 130、132 发送超声突发。继该突发 130 发送之后,有 60 μ m 的短暂等待时间,随后产生积分器使能信号 134,以使能积分器 118。当使能积分器时,从发送换能器直接传播到接收换能器的超声被接收换能器接收,整流器信号显示在 136 处,随后积分器使能信号 134 被终止,以便使随后因反射而被接收换能器接收的超声不被处理。来自积分器 118 的输出显示在 138 处。在图 8 中注意到,所有反射消失都有很长的延迟时间,下一个突发 132 只有在所有反射都衰减后才发生。

图 9 图解了当在换能器之间有文件时获得和生成的信号。轨迹 130、134 与以前相同,并且应注意,整流器输出 136 相对于没有文件时的输出明显衰减。这是由于文件的吸收。轨迹 138 图解了在积分器窗频(window)期间对所接收的信号进行积分的效果。

通道运行

现将参考单通道的结构配置和运行描述本发明的背景理论。

图 10 图解了单通道的配置和那些影响传感器性能(带宽、灵敏度、信噪比)的参数。传输路径 12 与文件 200 一起示出。尽管在本发明第一方面中,传感器角度是零,但是在该图中,示出了非零的传感器角度。

影响传感器性能的主要参数是:

- ． 传感器距离
- ． 传输位置
- ． 发射、反射、吸收和发送的波
- ． 传输间隙
- ． 传感器角度
- ． 突发总数 (burst count)

传感器距离

声突发的传播时间依赖于换能器 62 之间的距离。突发速率与该距离成反比。小距离将使得有更大的时间分辨率。

第一引入突发和随后的反射突发之间的时间和该距离直接成正比。更多的时间使得所需和非所需信号（回声）之间有更好的分离。

传输位置

两个换能器 62 之间的传输位置对将会对干扰第一突发的反射的到达时间有影响。当传输路径 12 位于两个换能器 62 的中间时，该回声可以更容易地分离。

发射波

该波长是约 1.5mm。发送换能器 62 的有效发射表面尺寸是约 8mm。因为它比波长大几倍，所以我们有效地工作在平面波下。平面波没有任何几何衰减。这意味着随着换能器距离增加，所接收的能量是恒定的。

反射波

约有 95 % 的发射波被钞票和/或换能器反射。反射波在两个换能器和被扫描文件 200 之间来回传播。它们缓慢地衰减。该循环 (ringing) 持续一特定时间，并且不允许产生另一测量突发，因为相长干扰或相消干扰将会加入到信号中。该效应降低传感器的信噪比信号。通过使用上述吸音泡沫可以避免它。

吸收波

吸音与文件 200 的质量密度（单位面积或体积的重量）有关。该文件密度越大，所发送的能量穿过该文件越少。该特性用于带检测。

传输间隙

传输间隙应尽可能地小，以增加灵敏度。

突发总数

发射波中更多的突发增加被接收的能量（更灵敏）。另一方面，该系统不得不处理更多的反射，这些反射可能降低灵敏度。

实施例

为了估计换能器对 62 在检测具有孔洞、刀切口、带和手撕裂形式的钞票损坏时的效能，采取了一些测量。这些撕裂和切口是“闭合的”，即它们被做成在沿垂直于钞票表面的线观察时，看不到开口。该测量在以 1.85mm/s 的速度传输钞票下进行。传感器设置如下：

- 突发总数：2
- 突发频率：218.75 kHz
- 突发幅度 20Vp-p
- RX 增益：72 dB
- 角度 30°
- 传感器距离 20 mm
- 传输间隙：~ 2 - 3 mm
- 突发速率：918 微秒 (usec)
- 积分器开始：66 usec
- 积分持续：43.5 usec

将注意到，传感器角度被设置为 30°，但是在具有之前所述的利用吸音泡沫箱位的方案中，该结果和 0° 传感器角度情况相类似。

在图 11-16 的第一组实施例中，考察粘在不同文件上的不同类型的狭带的效应。

图 11 图解了在传输方向沿钞票长度的取样点序列进行积分、取样

和保持之后从单个接收换能器输出的输出信号。在这种情况下，由于钞票上没有带或其它物理缺陷，所以所接收的信号基本上是平的。缩写“DRE”指代测试钞票。

在图 12 中，一条“匹配 (Mate)”狭条被粘在横跨同一钞票上，沿垂直于传输方向延伸。从图 12 中可以看出，超声信号在狭条区域进一步衰减，如 210 处所示。

图 13 是和图 12 相类似的视图，但图解了不同类型狭条“晶体狭条”的效应。再次地，在狭条区域发生进一步衰减，尽管这比图 12 实施例中的情况要略小一点。

图 14 图解了在检查提供有狭条以及微穿孔的 CHF20 钞票时获取的信号。如之前的实施例，在狭条区域发生衰减 210，而在微穿孔区域，因为没有衰减，所以所接收的信号幅度有基本的增加，如 220 处所示。

图 15 图解了从没有任何狭条的 5 欧元钞票处获取的信号，而图 16 图解了相同的钞票，但在钞票的线上粘有狭条。此时在与狭条相应的 210 处可看到小衰减。

还关于切口、撕裂和孔洞测试了通道性能。图 17 图解了在检查具有 1cm 刀切口的 DRE 100 钞票时所接收的信号，可以看出在与刀切口相应的 230 处所接收信号的幅度明显增加。

图 18 图解了在检测长为 1cm 的闭合撕裂时所接收的信号，如 240 处所示。

图 19 图解了在检测与通道中心对直的针孔时所接收的信号，该针孔形成在 DRE 100 钞票中，与针孔相关的信号显示在 250 处。

图 20 图解了和图 19 相似的情形，但是针孔被布置在通道中心的一侧上。

为了说明改变突发速率对信号质量的影响，我们利用不同的突发速率在相同文件（具有狭条和闭合撕裂的 DRE 100）上进行了许多次实验。这些结果显示在图 21-24 中。在每个情况中，换能器被布置成 30° 传感器角度，并且换能器之间的距离为 2cm。可以看出对于较短的突发速率，噪音上有显著的增加，并且由于不能排除反射和干扰，因此灵敏度降低。

我们还检查了改变包括传感器角度和传输位置的其他参数的影响,结果显示在图 25-28。再次地,可以看出减少传感器角度(图 26 和 27)和将钞票放置在相对于换能器之间的间距的偏置位置显著地增加了噪音。然而,当如图 1-3 使用了吸音泡沫时,避免了该问题,并且可以使用零传感器角度。

信号分析

在运行中,来自每个通道的取样信号被存储在一个存储器中,以产生在被检测器 10 覆盖的整个文件区域上延伸的信号阵列。来自每个通道的信号将被适当地处理,以便每个样本相对于其他样本的位置被准确地确定。当钞票被第一行传感器检测到时,第二和第三换能器线被逐线激活,并且在钞票的后缘被检测到穿过第一行换能器时被关闭。换能器以传输系统所确定的速度对输出进行采样,并且这依赖于传输中的钞票的速度和为探测特定尺寸的狭条所需的分辨率。

所得的被存储信号有效地产生一个二维阵列,然后可以使用常规的模式识别或阈值技术来分析该二维阵列,以识别撕裂、狭条、孔洞等的存在。该检测结果然后可以被反馈到其中利用检测器的分类或其他机器,以便该机器在决定如何处理钞票(例如接收或拒绝)时可以利用该信息。

FPGA124,124B 控制换能器激活电路的时令,控制模数转换器和处理与 CPU 125,125B 的双向通信。而且,它的任务是将换能器阵列的输出和钞票传输速度同步(即,将来自于“看到”钞票比看到随后沿钞票路径的阵列早的换能器阵列的数据延迟)。

在上述实施例中,利用吸音泡沫来吸收超声反射。图 30 图解了第二实施方案,其中以不同的方式消除了该问题。在该情况中,两个超声通道被示为包括发送换能器 400、412 盒相应的接收换能器 402、412。各视线 404 和 414 在换能器对之间延伸,并横跨在使用中运送诸如钞票 420 的文件的文件路径上。在该实施例中,如箭头 430 所指示的,传输方向垂直于图。

布置换能器,使它们各自的视线 404、414 以与文件路径成一角度,但在垂直于文件路径和传输方向的平面内延伸。这意味着任何被文件

反射的超声，如例如以线 432 和 434 所指示的，被横向于传输方向反射，并且进入壳部分中（未显示），该壳部分不将超声反射回到文件路径。在优选的实施例中，视线 404、414 位于与文件路径的法线方向成 30 和 45° 之间。

以上所述的文件检查系统可以被合并到很多种文件处理装置中，图 31 图解了文件分类器的简单实施例。如从图 31 可以看到的，通过传送器 14 和 14' 将文件提供给文件检查站 10，然后由 O 型环 24A - 24D，26A - 26D 携带该文件穿过文件检查站 10 到达下游的传送器 16，16'。这些传送器将文件传递给换向器 (diverter) 450。该换向器 450 受控制系统 460 的控制，该控制系统从文件检查站 10 接收输出。该控制系统 460 以上面所描述的方式确定文件上是否存在诸如狭条等的缺陷，然后控制换向器 450 要么将文件传递到用于可接受文件的第一位置，要么传递到用于不可接受文件的第二位置。

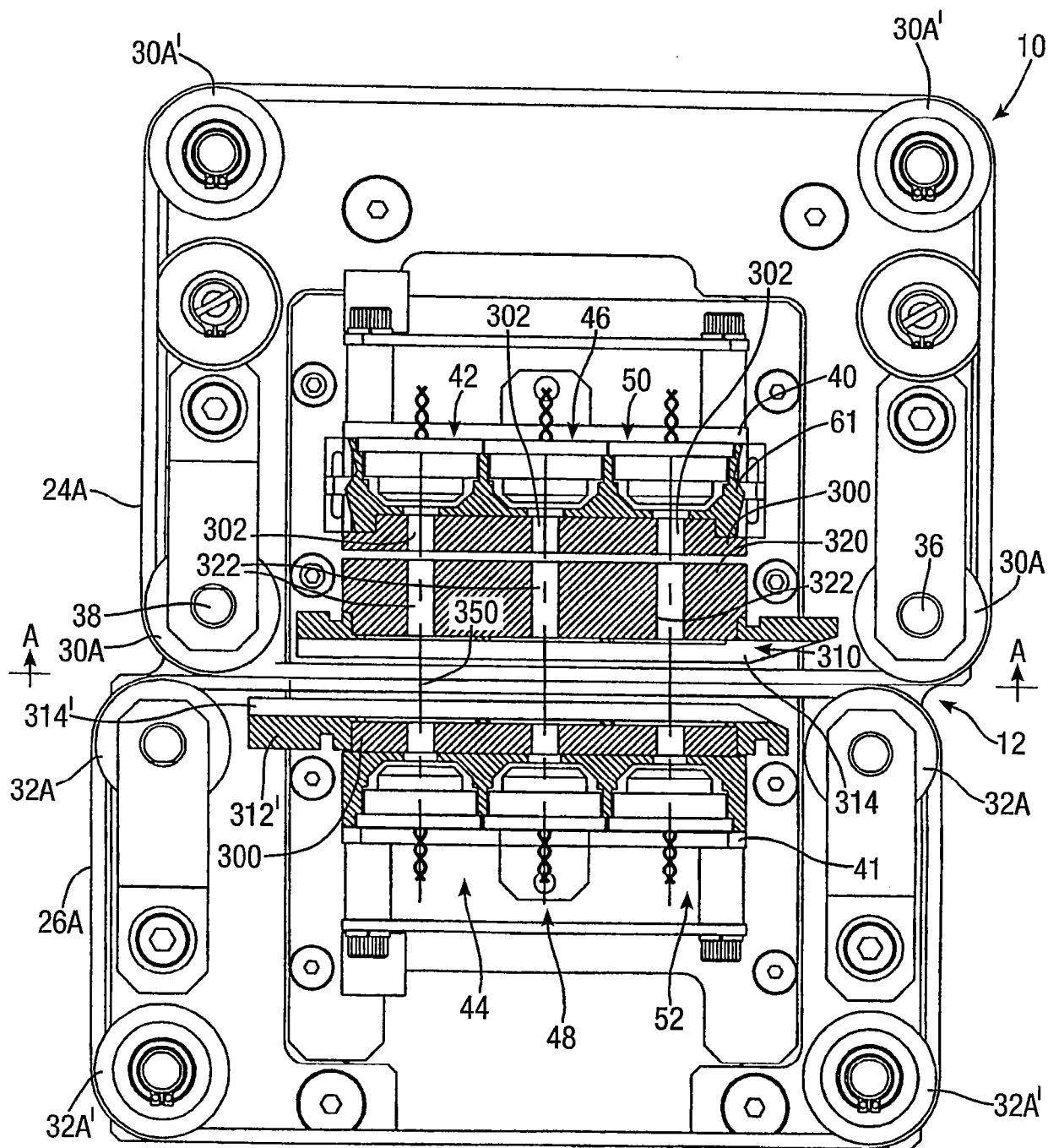


图 1

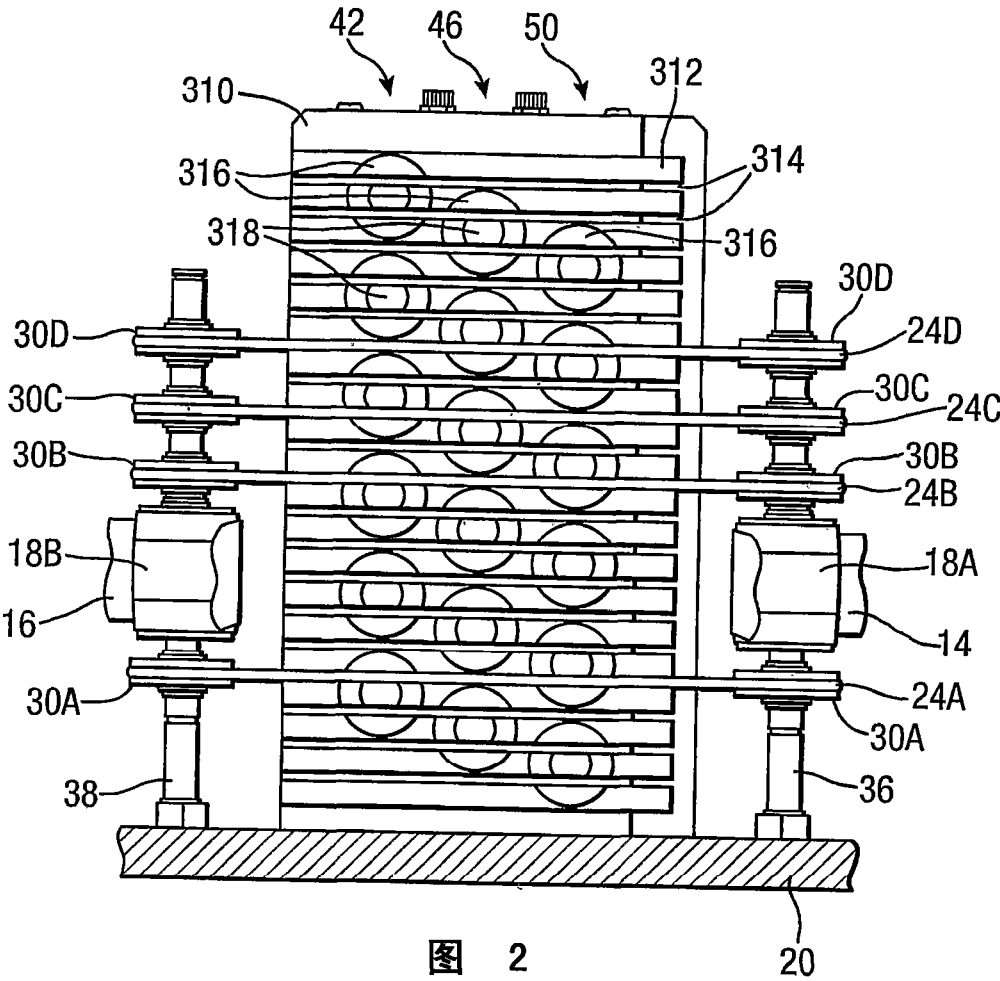


图 2

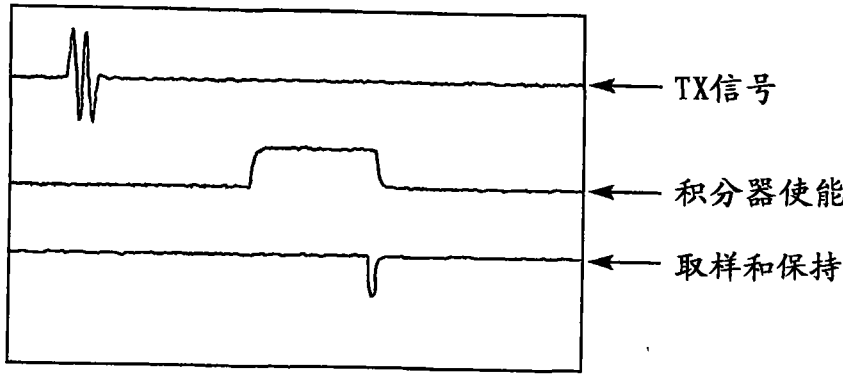


图 6

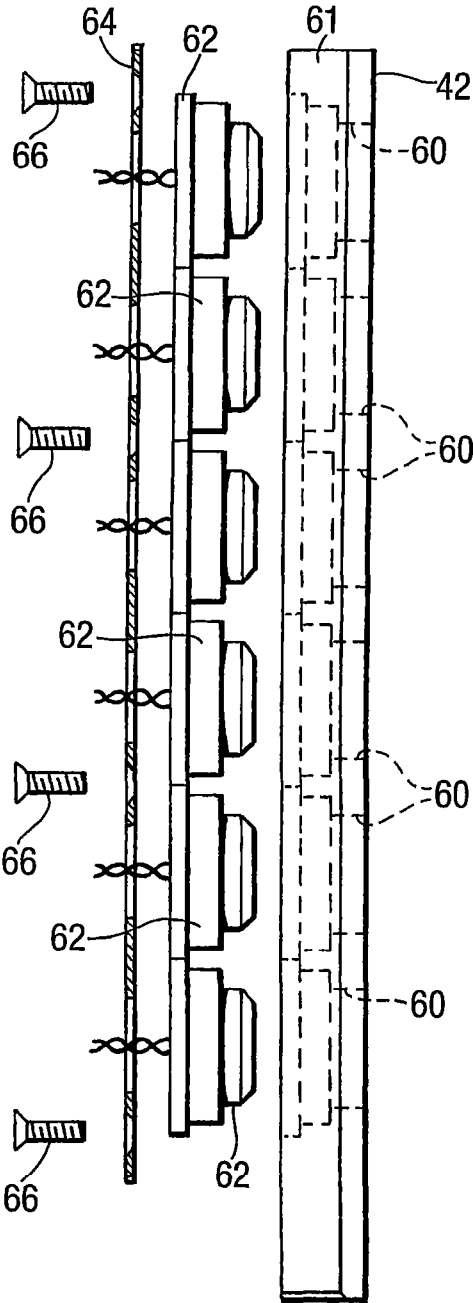
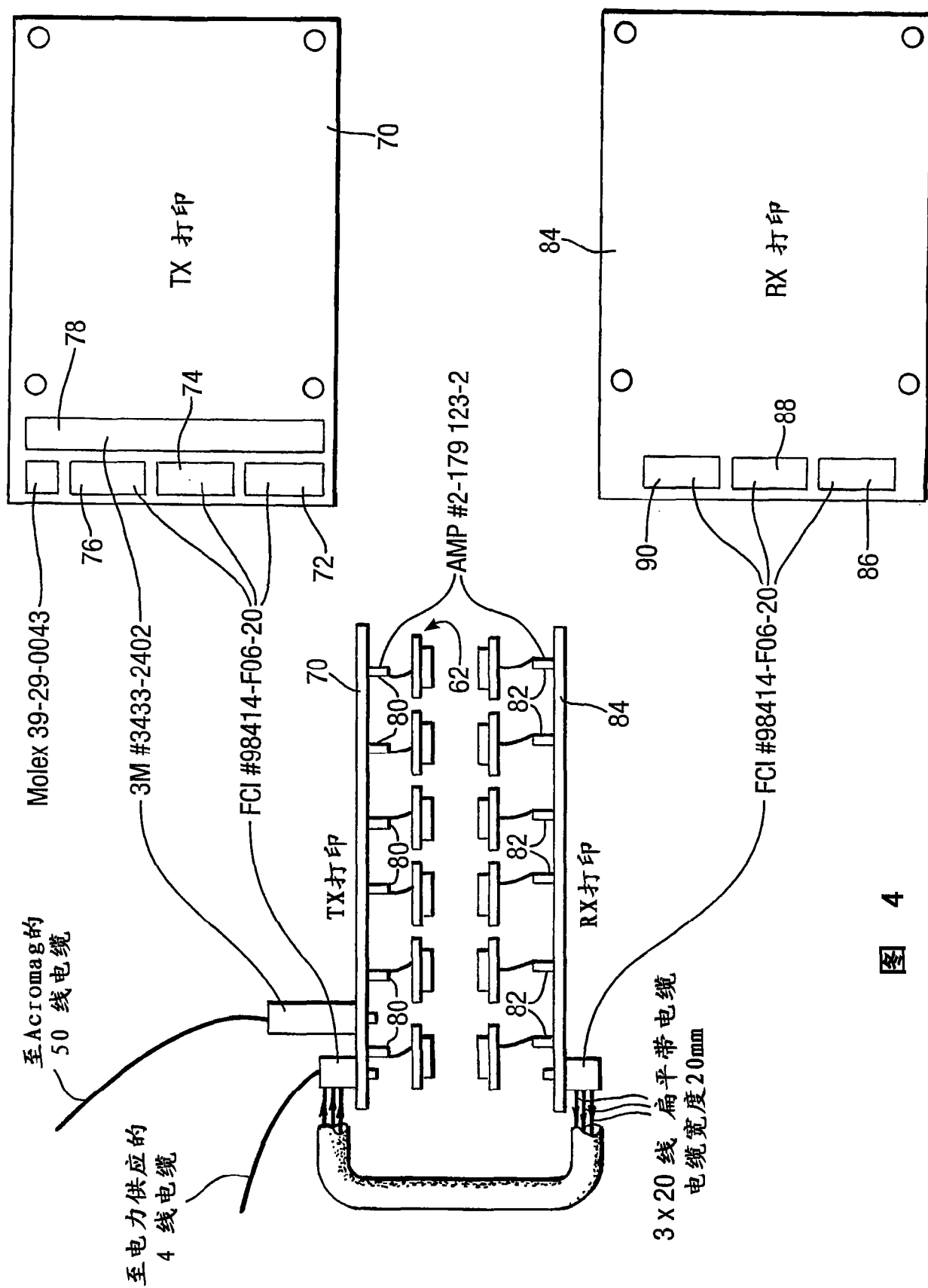


图 3

4

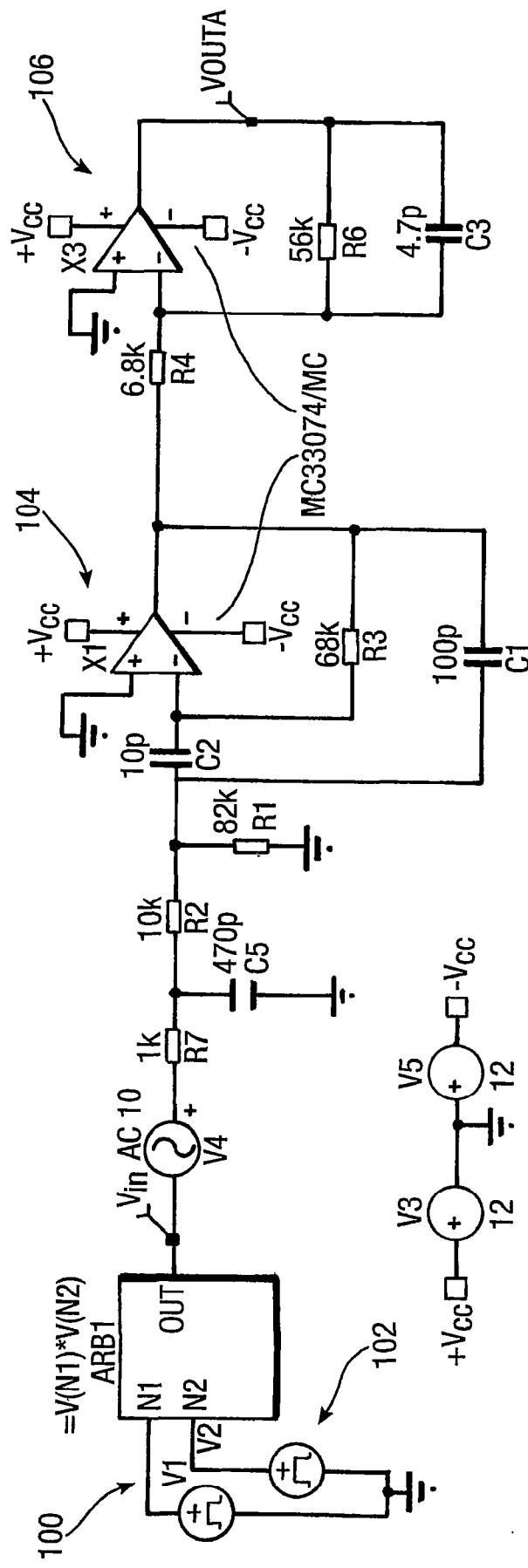



图 5

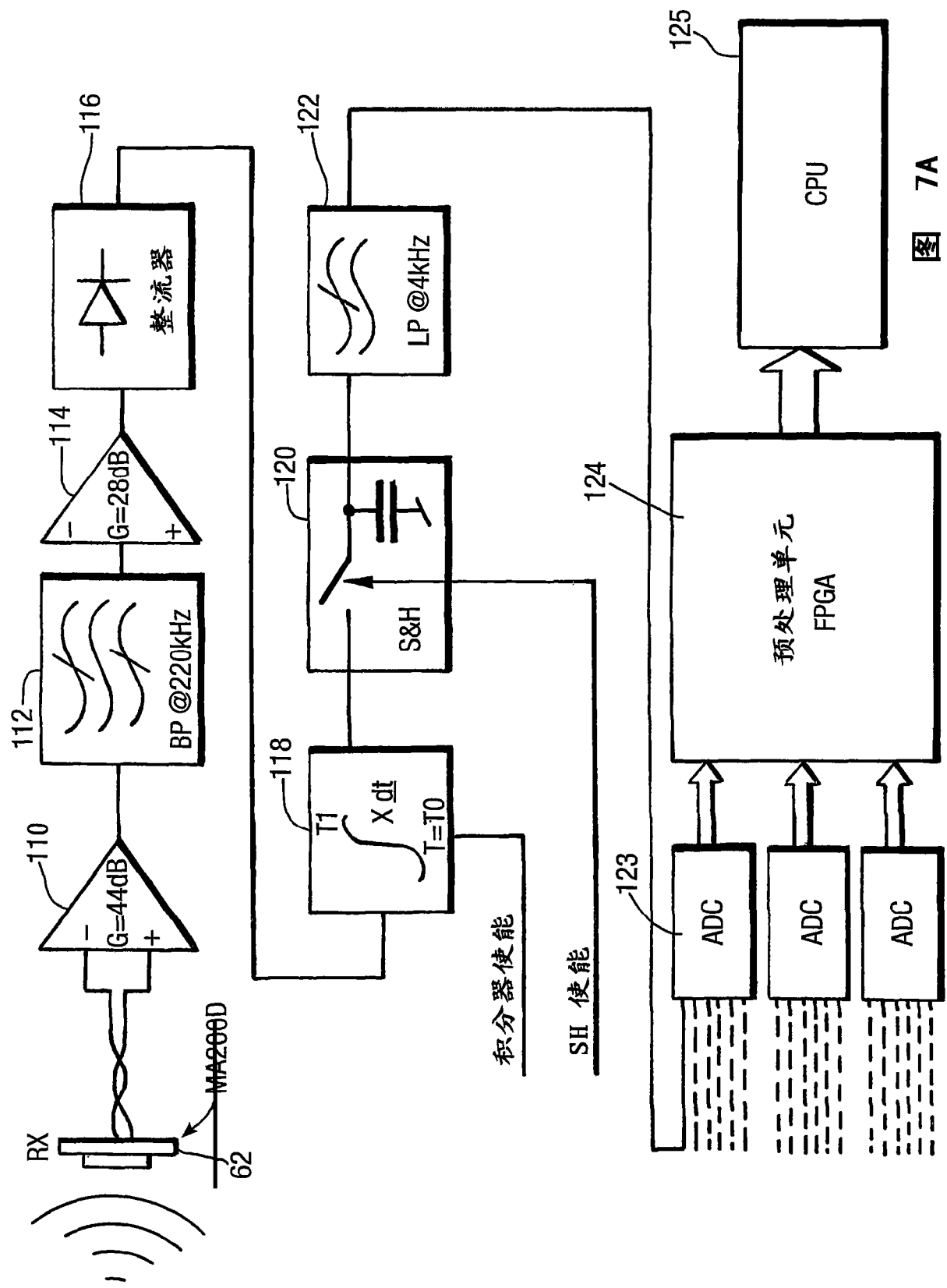


图 7A

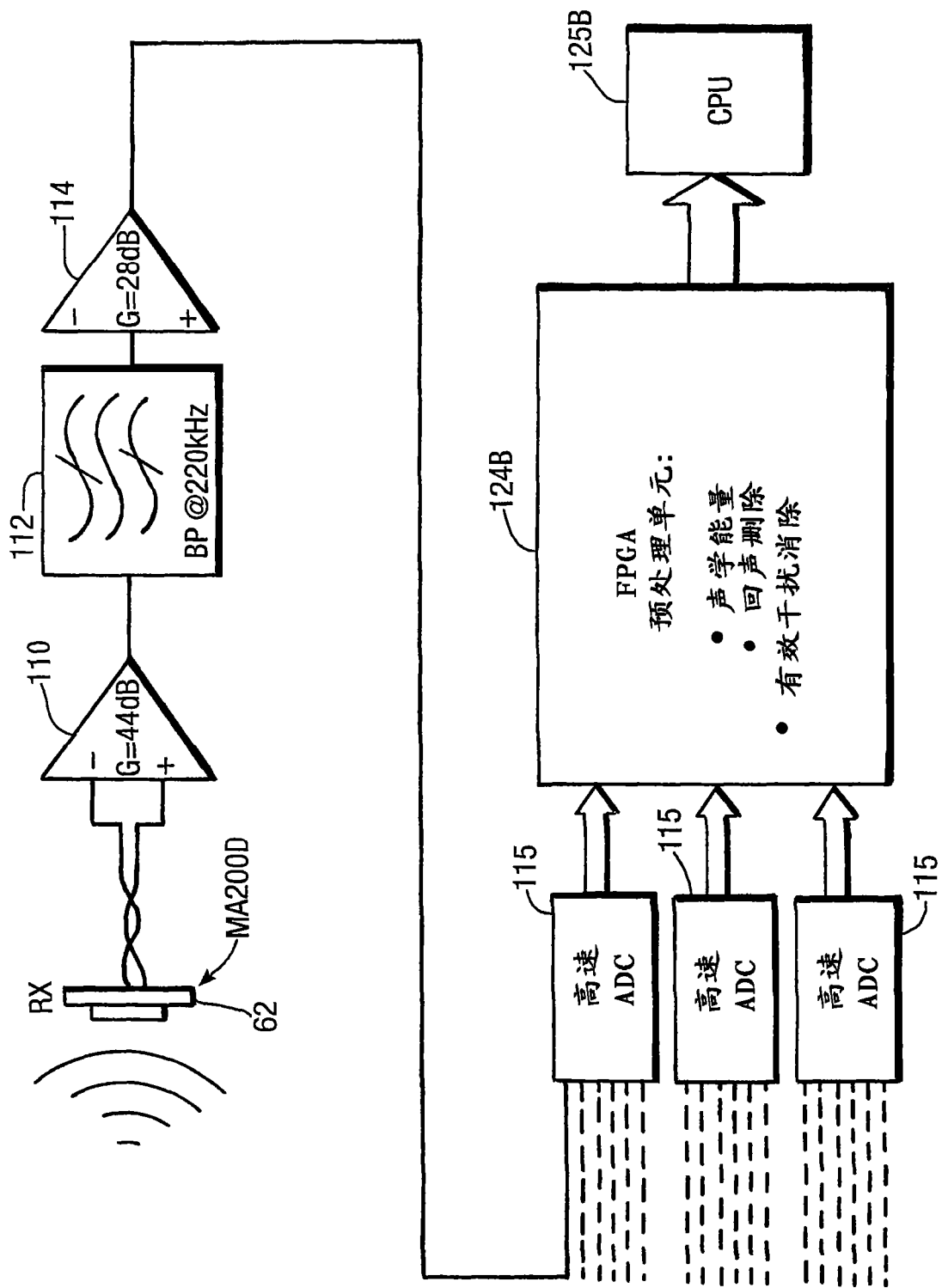


图 7B

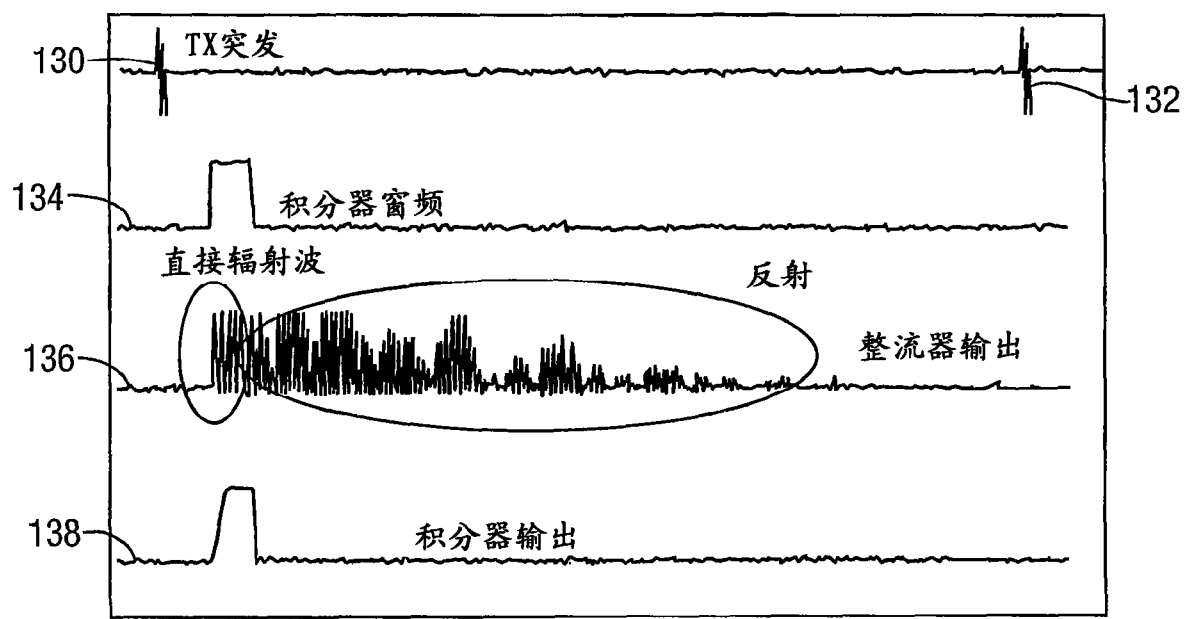


图 8

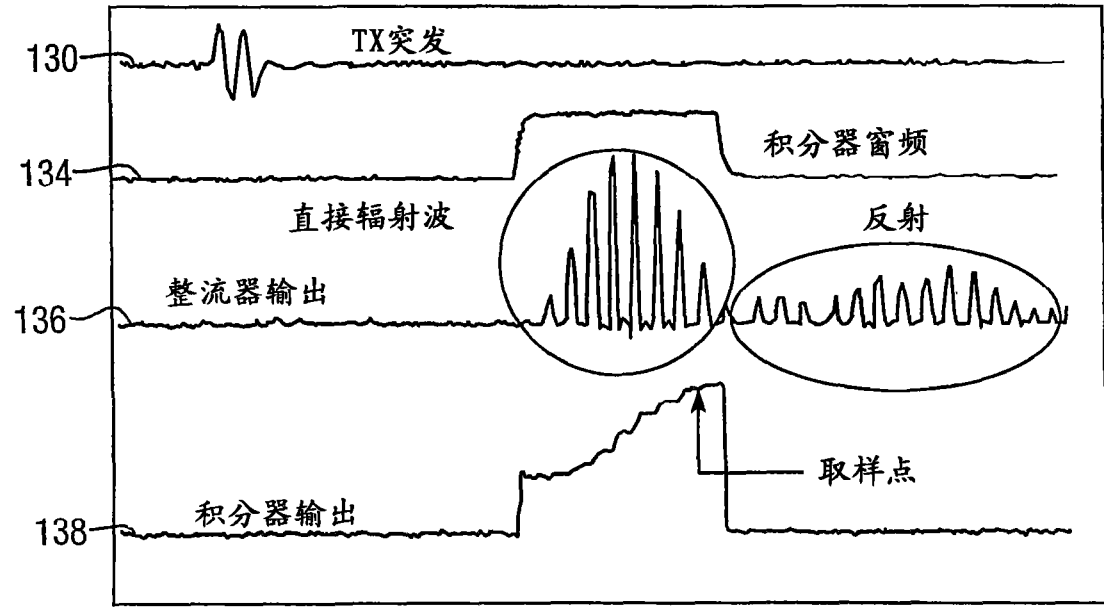


图 9

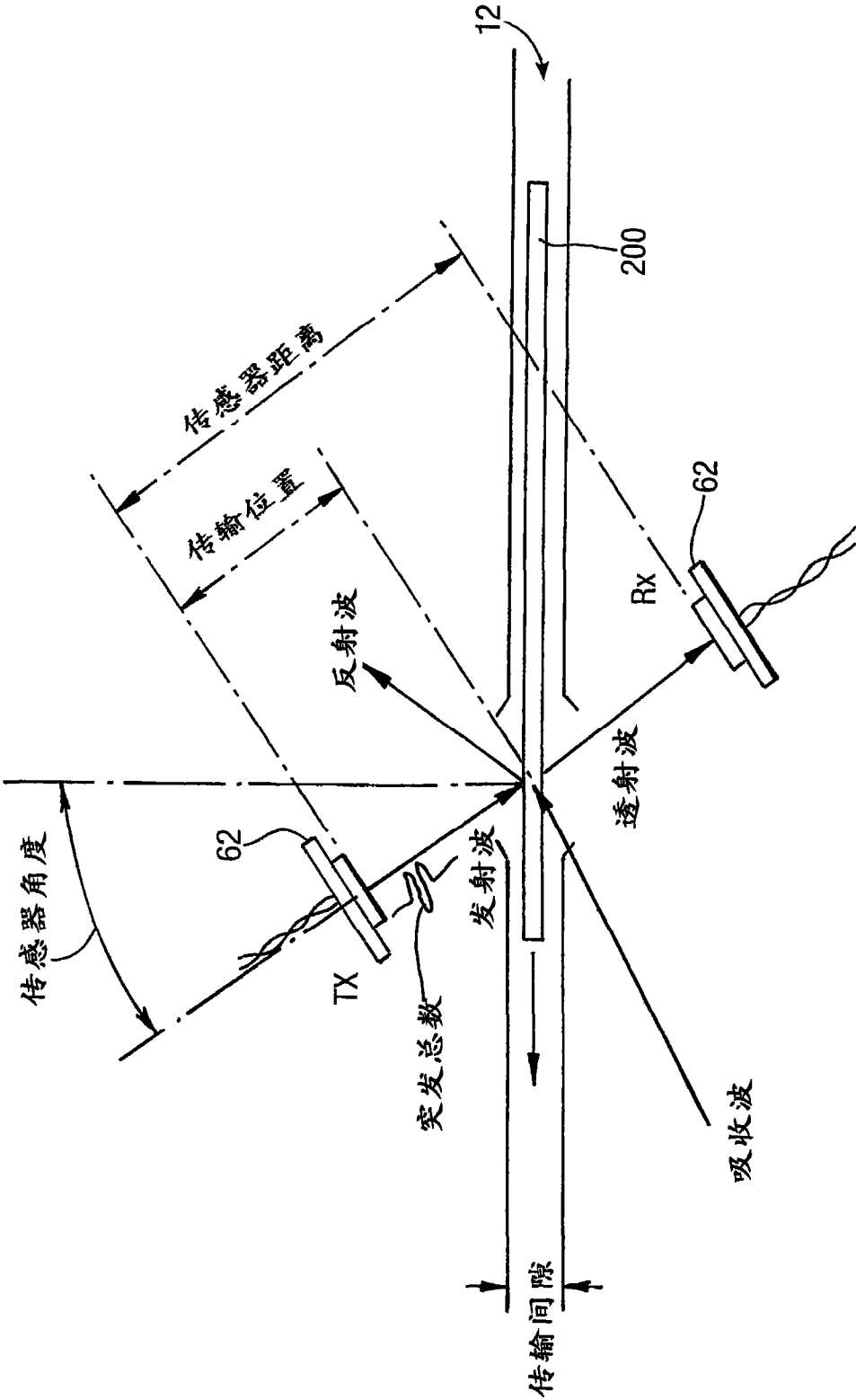


图 10

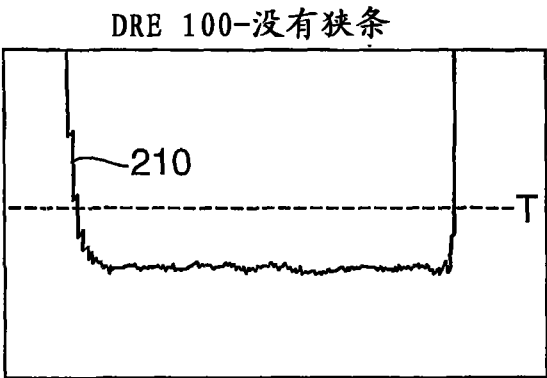


图 11

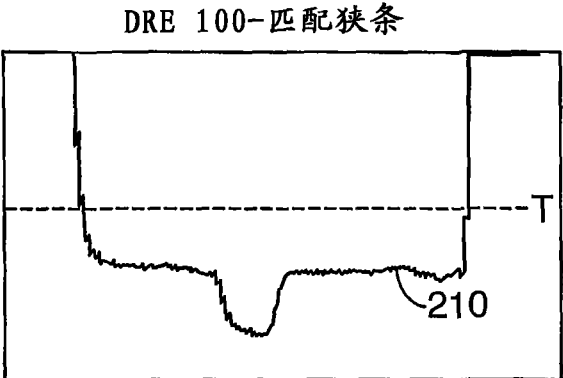


图 12

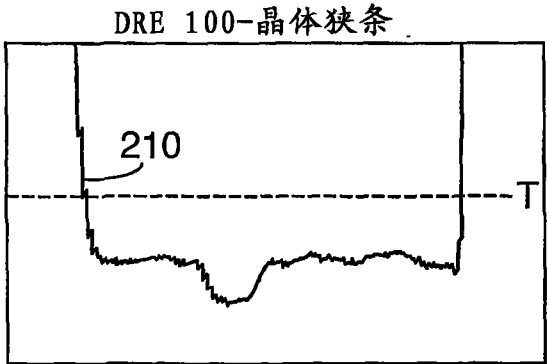


图 13

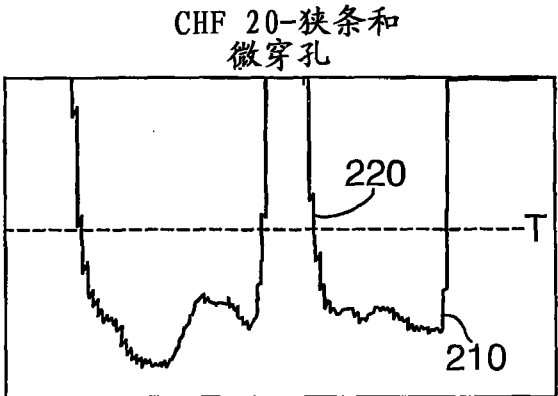


图 14

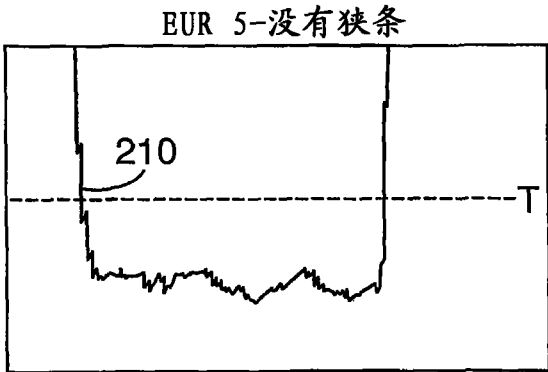


图 15

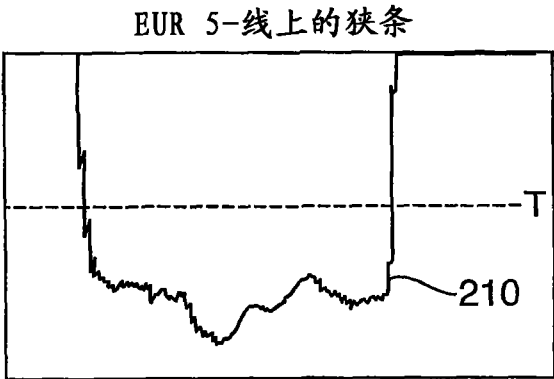


图 16

DRE 100-1cm刀切口

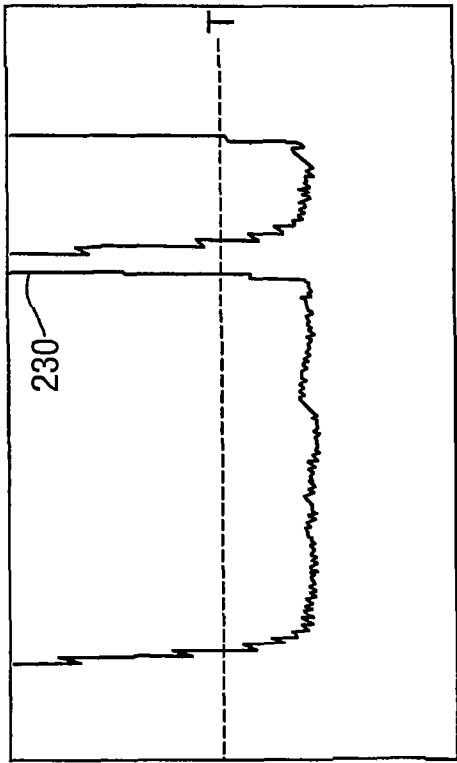


图 17

DRE 100-1cm闭合的撕裂

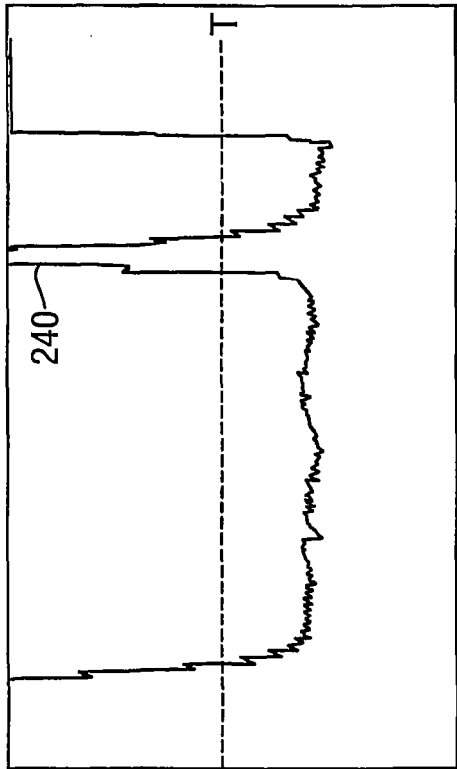


图 18

DRE 100-位于传感器中心的针孔

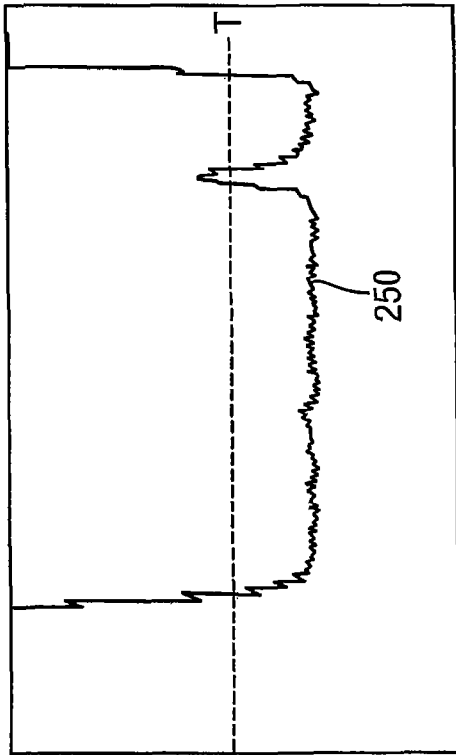


图 19

DRE 100-位于传感器侧的针孔

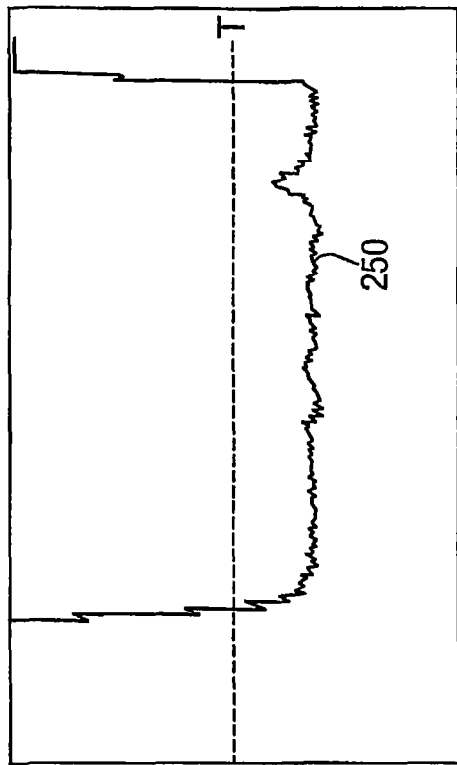


图 20

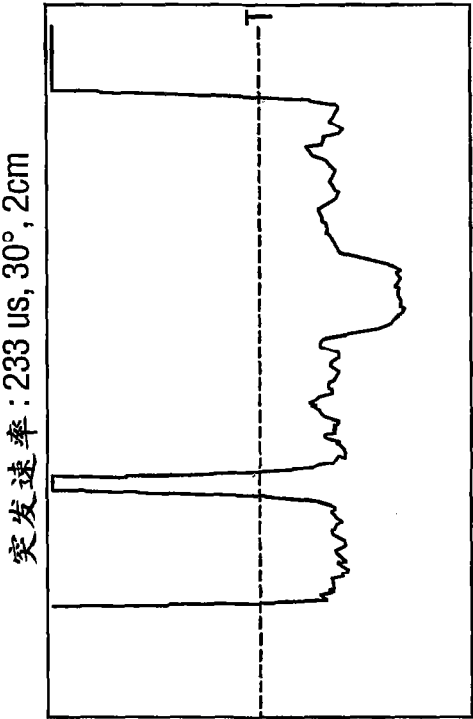


图 22

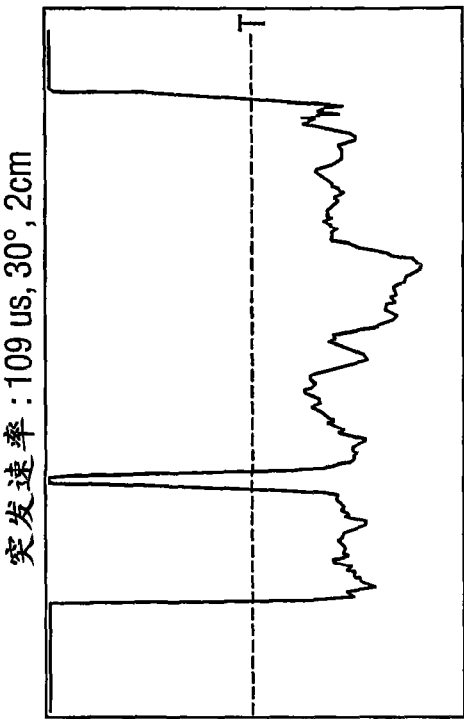


图 24

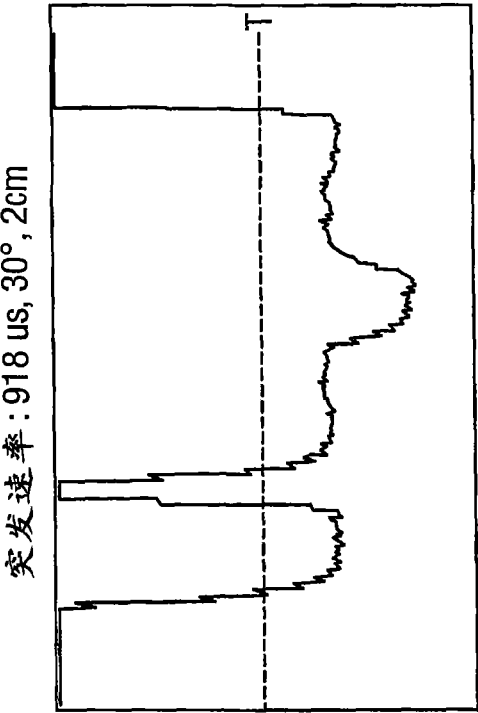


图 21

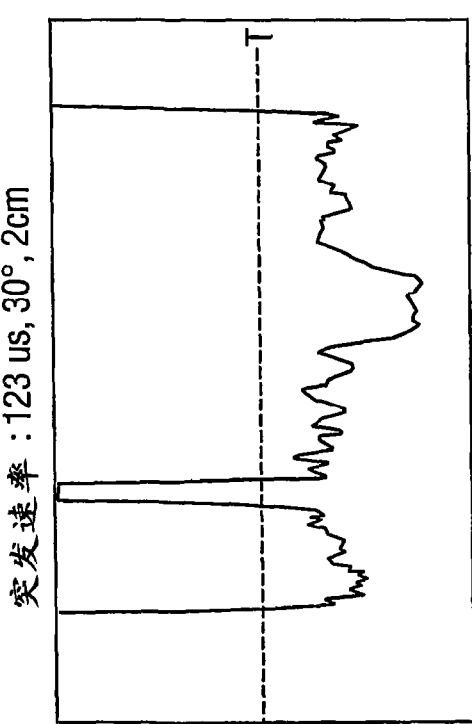


图 23

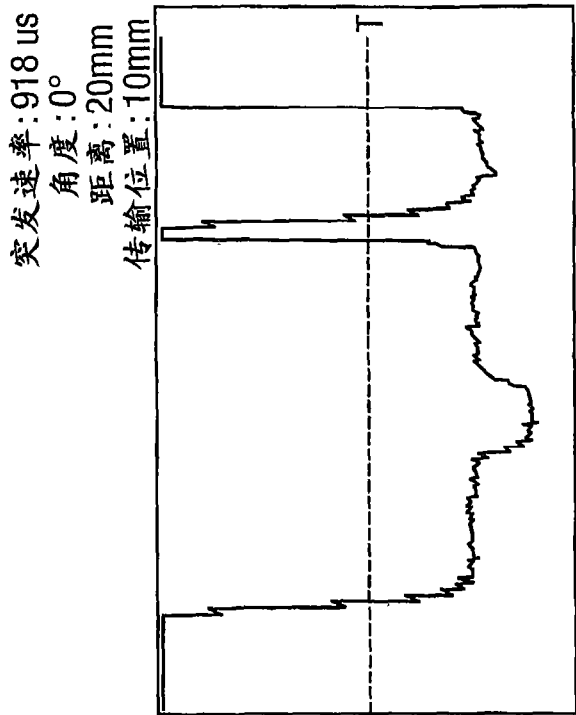


图 26

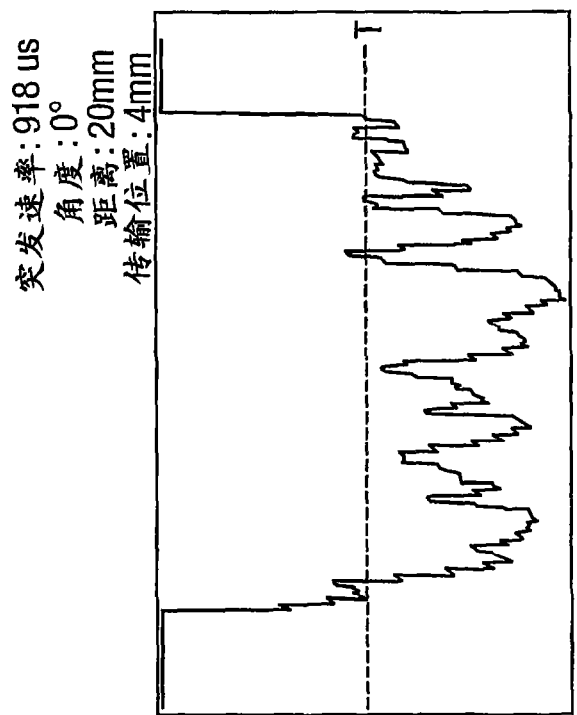


图 28

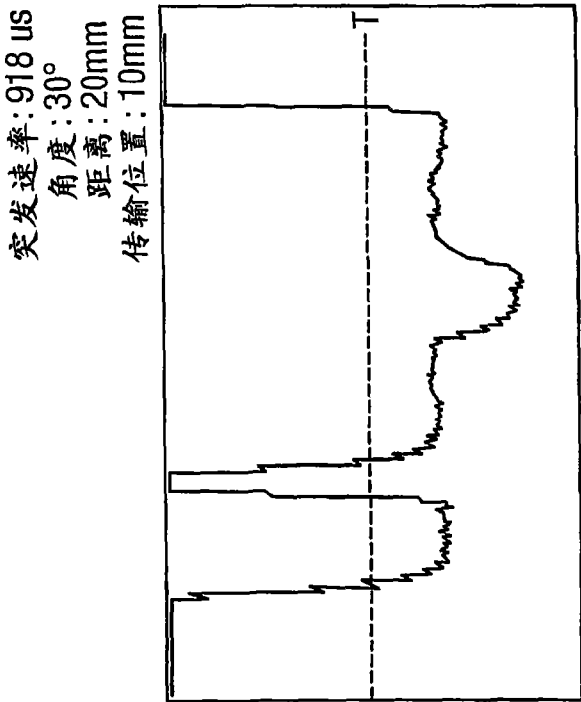


图 25

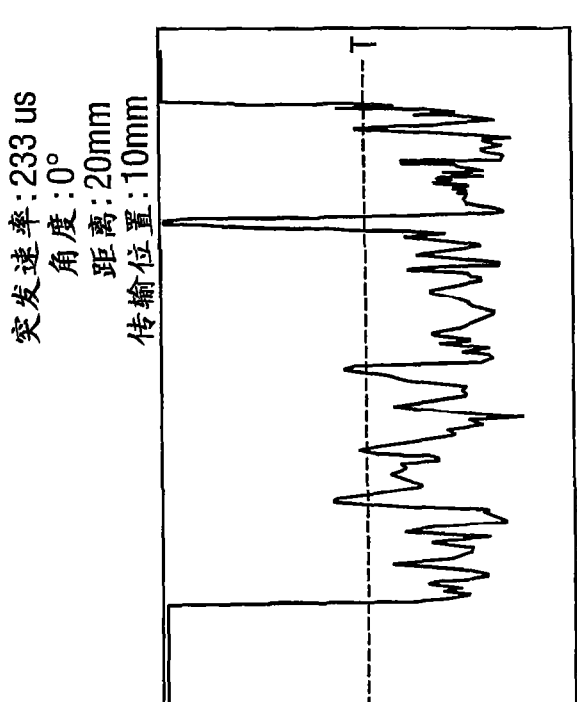


图 27

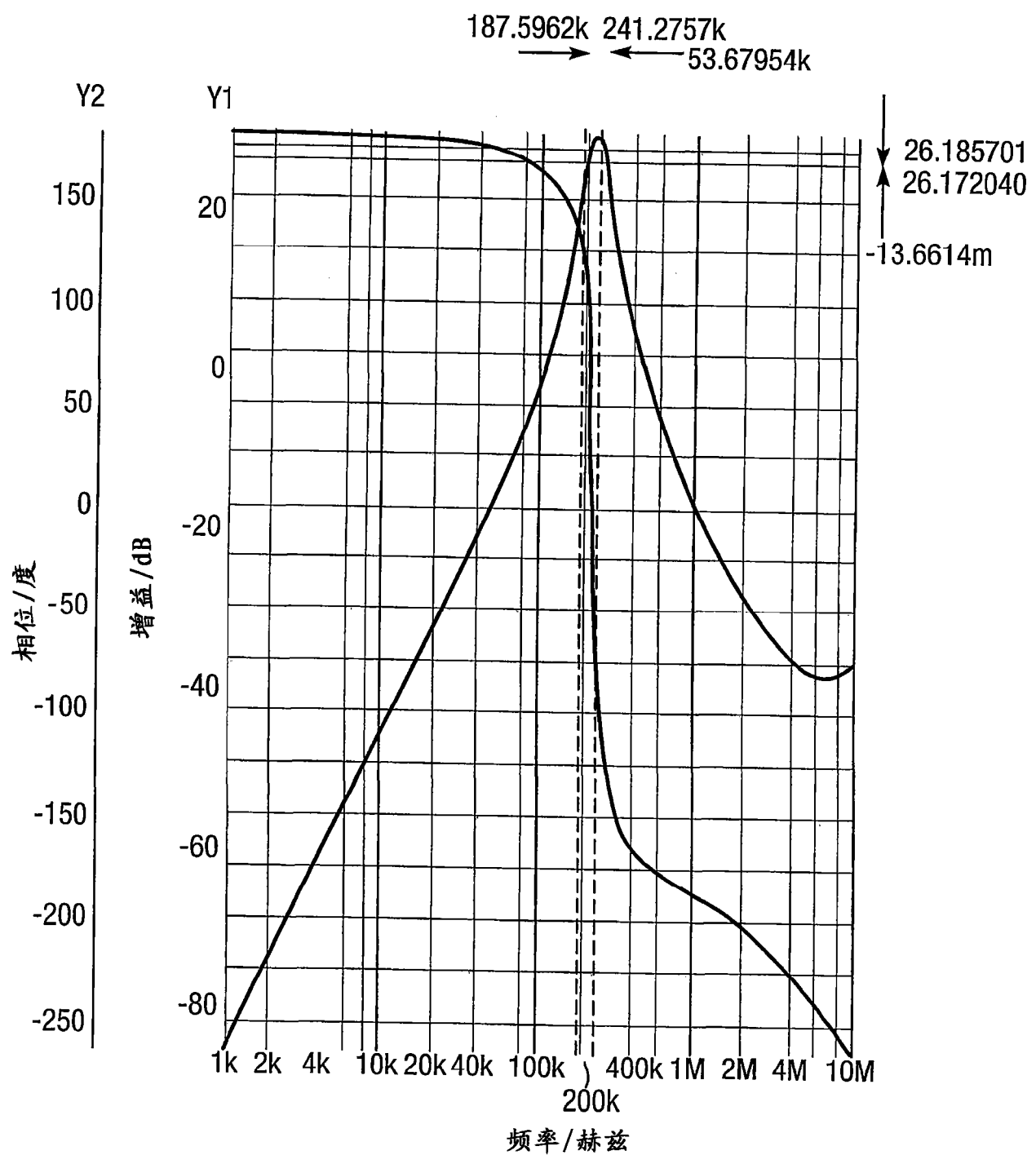


图 29

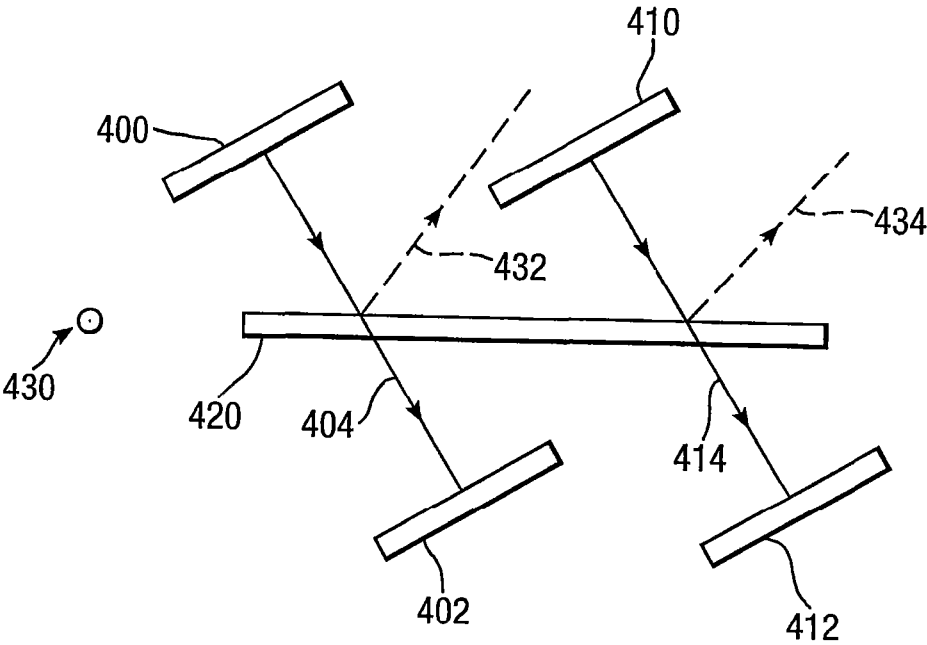
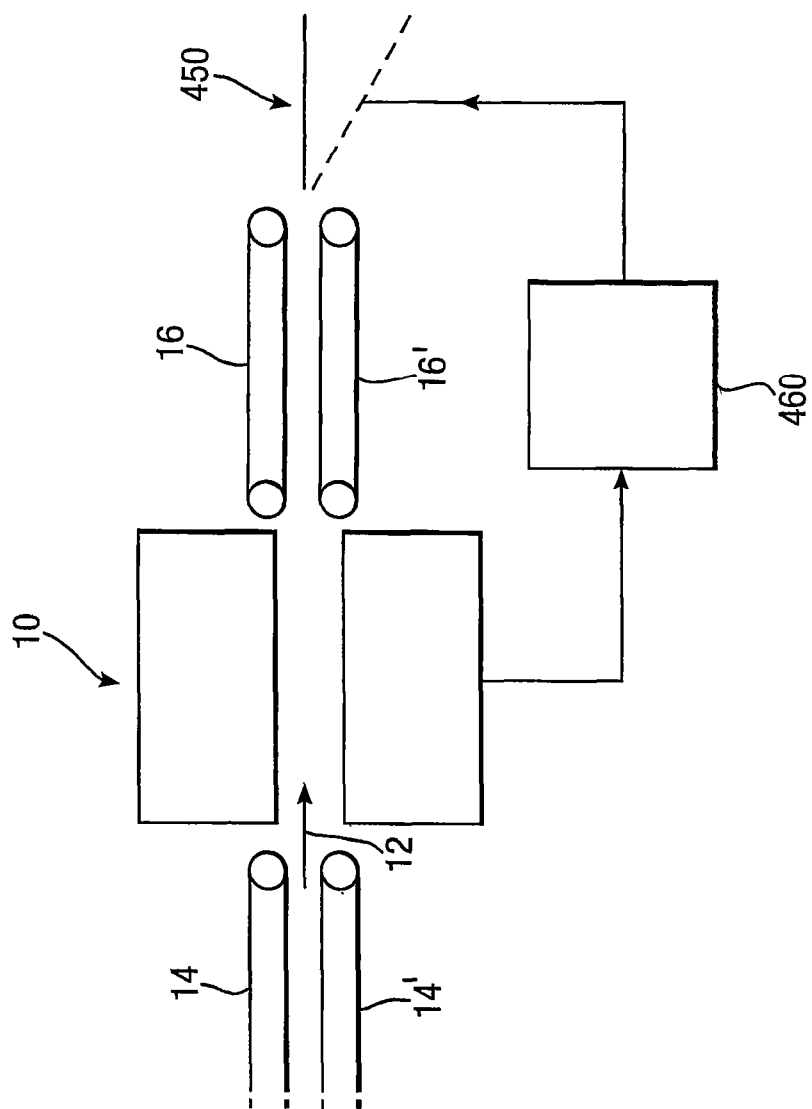


图 30



31