



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111033511 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201880051363.4

(22)申请日 2018.08.07

(30)优先权数据

62/543278 2017.08.09 US

62/543280 2017.08.09 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.07

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/045614 2018.08.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/032587 EN 2019.02.14

(71)申请人 利兰斯坦福初级大学董事会

地址 美国加利福尼亚州

申请人 欧奇德声音科技有限责任公司

(72)发明人 布托斯·T·古力-亚古柏

摩坦·费雪·拉斯本森

吉拉德·道马

约翰·N·伊旺三世

(74)专利代理机构 青岛联智专利商标事务所有
限公司 37101

代理人 迟珊 匡丽娟

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书49页 附图92页

(54)发明名称

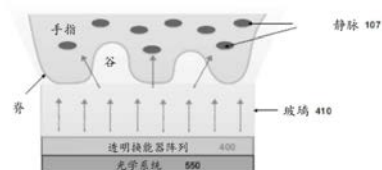
与光学相结合的超声生物识别传感装置

(57)摘要

本公开的各方面涉及一种生物识别传感装置,其包括传感装置和用于认证而集成的光学系统。例如,传感装置可以是产生指纹图像的超声传感装置,并且光学系统可以通过超声扫描装置将光传输到手指。在一些情况下,声学生物识别传感装置可以基于光的反射生成与手指相关联的活性参数。

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料

发射具有λ1波长的光



1. 一种具有超声指纹传感的生物识别传感装置,该生物识别传感装置包括:
被配置为接收手指的表面;
超声指纹传感器,包括被配置为将超声信号发送到表面的超声换能器,超声指纹传感器被配置为生成指示表面上的手指的至少一部分的图像的数据;和
与超声指纹传感器集成的光学系统,该光学系统被配置为通过超声指纹传感器将光传输到表面。
2. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中所述超声换能器包括相对于由所述光学系统发射的光透明的换能器材料。
3. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中所述超声指纹传感器包括用于寻址所述超声换能器的电极,并且其中所述电极相对于由所述光学系统发射的光是透明的。
4. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中所述超声指纹传感器包括用于寻址所述超声换能器的电极,并且其中所述电极相对于由所述光学系统发射的光是不透明的。
5. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中所述超声换能器位于所述表面下方,并且其中所述光学系统位于所述超声换能器下方。
6. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中,所述超声信号的频率在50兆赫兹至500兆赫兹的范围内。
7. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中,所述光学系统包括反射式血氧计。
8. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其中所述光学系统被配置成发射具有至少两个不同波长的光。
9. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,其进一步包括处理器,所述处理器被配置成基于由所述光学系统接收的所述手指反射的光来产生至少一个活性参数。
10. 根据权利要求1所述的生物识别传感装置,还包括位于指纹传感器和表面之间的透明材料层。
11. 一种生物识别认证方法,该方法包括:
通过包括压电层的指纹传感器向手指发送超声信号;
基于来自手指的超声信号的反射产生手指的至少一部分的图像;
通过指纹传感器的压电层将光传输到手指;
基于来自手指的光的反射产生活性参数;和
基于图像和活性参数验证人。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中,发送超声信号包括通过玻璃将超声信号发送到手指。
13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述方法由移动电话执行,所述移动电话包括所述指纹传感器和配置成传输所述光的光学系统。
14. 根据权利要求11所述的方法,其中使用包括指纹传感器的智能卡执行所述方法。
15. 一种具有超声换能器的生物识别传感装置,该生物识别传感装置包括:
超声换能器,被配置为将超声信号发送到对象;
与超声换能器集成的光学系统,该光学系统被配置为将光传输到对象并接收从对象反射的光;和
一个或多个处理器,被配置为基于来自对象的超声信号的反射生成对象的至少一部分

的图像,并基于接收从对象反射的光生成活性参数。

16.根据权利要求15所述的生物识别传感装置,其中所述光学系统被配置为将所述光通过所述超声换能器的换能器材料传输到所述对象。

17.根据权利要求15所述的生物识别传感装置,还包括用于寻址所述超声换能器的电极,其中所述电极相对于由所述光学系统发射的光是透明的。

18.根据权利要求15所述的生物识别传感装置,其中所述超声换能器布置为阵列,并且其中所述光学系统包括集成在所述阵列内的光源和光学传感器。

19.根据权利要求15所述的生物识别传感装置,其中,所述超声信号的频率范围为50兆赫兹至500兆赫兹。

20.根据权利要求15所述的生物识别传感装置,还包括:表面,被配置为接收所述对象;以及玻璃层,位于所述超声换能器和所述表面之间。

与光学相结合的超声生物识别传感装置

优先权申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2017年8月9日提交的名称为“与光学相结合的生物识别触摸扫描仪 (BIOMETRIC TOUCH SCANNER INTEGRATED WITH OPTICS)”的美国临时专利申请No.62/543,280和2017年8月9日提交的名称为“交互式生物识别触摸扫描仪 (INTERACTIVE BIOMETRIC TOUCH SCANNER)”的美国临时专利申请No.62/543,278的优先权。上述每个申请的内容在此通过整体引用并入本文并用于所有目的。

背景技术

技术领域

[0002] 所公开的技术涉及生物识别扫描,包括用于指纹识别和实时手指检测。

相关技术的描述

[0003] 指纹已经与各种各样的应用和用途相关联,包括犯罪识别、银行业务、个人装置的ID识别、官方表格等。自动光学指纹扫描仪已被用于获取指纹图像。基于超声波的指纹扫描仪和电容式指纹扫描仪是其他指纹检测技术。需要具有鲁棒认证 (robust authentication) 的稳定 (robust) 且成本有效的指纹扫描系统。

某些发明方面的概要

[0004] 权利要求中描述的创新各自具有若干方面,其中没有一个方面单独负责其期望的属性。在不限制权利要求的范围的情况下,现在将简要描述本公开的一些突出特征。

[0005] 所公开技术的一个方面是生物识别传感装置。该装置包括被配置为接收手指的表面。该装置还包括超声指纹传感器,该超声指纹传感器包括超声换能器,其配置成将超声信号传输到表面。超声指纹传感器被配置为生成指示手指表面的指纹的至少一部分的图像的数据。该装置还包括与指纹传感器集成的光学系统。光学系统被配置为通过超声指纹传感器将光传输到接收表面。

[0006] 在一个实施例中,超声换能器相对于由光学系统发射的光是透明的。在一个实施例中,超声指纹传感器包括用于寻址超声换能器的电极,其中电极相对于由光学系统发射的光是透明的。

[0007] 在一个实施例中,超声换能器位于接收表面下方,并且光学系统位于超声换能器下方。

[0008] 在一个实施例中,超声换能器位于接收表面下方,并且光学系统包括相对于超声换能器横向定位的光源和光学传感器。

[0009] 在一个实施例中,超声换能器位于接收表面和光学系统之间。

[0010] 在一个实施例中,超声信号的频率在50兆赫兹至500兆赫兹的范围内。在一个实施例中,光学系统包括反射脉冲血氧计。在一个实施例中,光学系统被配置为发射两种或更多种不同波长的光。

[0011] 在一个实施例中,该装置还包括处理器。在一个实施例中,处理器被配置为基于手

指反射的两个或更多个不同波长的光的比较来生成活力参数。在一个实施例中,处理器被配置为基于由光学系统接收的手指反射的光生成活性参数。在一个实施例中,活性参数指示心率,血氧水平或温度中的至少一个。在一个实施例中,处理器被配置为输出手指是否是活的指示。

[0012] 在一个实施例中,该装置还包括一层透明材料,例如玻璃或塑料层,位于指纹传感器和被配置为接收手指的表面之间。在一个实施例中,被配置为接收手指的表面是透明材料层的表面。

[0013] 另一方面是生物识别传感装置。该装置包括超声换能器,其配置成将超声信号发送到对象(object)。该装置还包括与超声换能器集成的光学系统。光学系统被配置为将光传输到对象并接收从对象反射的光。该装置还包括一个或多个处理器。一个或多个处理器被配置为基于来自对象的超声信号的反射来生成对象的至少一部分的图像。一个或多个处理器还被配置为基于从对象反射的接收光生成活性参数。

[0014] 在一个实施例中,光学系统被配置为将光通过超声换能器传输到对象。

[0015] 在一个实施例中,该装置还包括用于寻址超声换能器的电极,并且电极相对于由光学系统发射的光是透明的。在一个实施例中,电极和超声换能器相对于光学系统发射的光都是透明的。

[0016] 在一个实施例中,该装置还包括用于寻址超声换能器的电极。在一个实施例中,电极相对于光学系统发射的光是不透明的。

[0017] 在一个实施例中,超声换能器位于接收表面下方,并且光学系统位于超声换能器下方。在一个实施例中,超声换能器位于接收表面下方,并且光学系统包括相对于超声换能器横向定位的光源和光学传感器。

[0018] 在一个实施例中,超声换能器相对于光学系统发射的光是透明的。在一个实施例中,超声换能器被布置为阵列。在一个实施例中,光学系统包括集成在阵列内的光源和光学传感器。

[0019] 在一个实施例中,超声信号的频率在50兆赫兹至500兆赫兹的范围内。在一个实施例中,该装置还包括配置成接收对象的表面和位于超声换能器和该表面之间的玻璃层。

[0020] 另一方面是生物识别传感装置。该装置包括传感器,该传感器被配置为生成指示对象的至少一部分的图像的数据。该装置还包括与传感器集成的光学系统,该光学系统配置成通过传感器将光传输到对象。在某些实施例中,对象包括手指、手掌、脚底、脚趾等。

[0021] 另一方面是生物识别传感装置。该装置包括超声换能器,其配置成将超声信号发送到对象。该装置还包括与超声换能器集成的光学系统。光学系统被配置为将光传输到对象并接收从对象反射的光。该装置还包括一个或多个处理器。所述一个或多个处理器被配置为基于来自所述对象的超声信号的反射生成所述对象的至少一部分的图像,并基于所接收的光生成活性参数。在一个实施例中,对象包括手指。

[0022] 另一方面是生物识别认证方法。该方法包括通过包括压电薄膜的指纹传感器将超声信号发送到手指。该方法还包括基于来自手指的超声信号的反射来生成手指的至少一部分的图像。该方法还包括将光通过指纹传感器的压电薄膜传输到手指。该方法还包括基于来自手指的光的反射生成活性参数。该方法还包括基于图像和活性参数来认证用户。

[0023] 在一个实施例中,信号是超声信号,并且接收的信号是来自手指的超声信号的反

射。在一个实施例中,信号是光信号,并且接收的信号是来自手指的光信号的反射。超声波信号可以通过玻璃传输。该方法可以由包括指纹传感器和配置成发射光的光学系统的移动电话执行。可以使用包括指纹传感器的智能卡来执行该方法。

[0024] 另一方面是交互式生物识别传感系统。该系统包括传感器,该传感器被配置为生成与对象相关联的生物识别图像。该系统还包括致动器,该致动器配置成将能量输送到对象。该系统还包括处理器,该处理器被配置为基于生物识别图像和对致动器传递的能量的响应来认证对象。

[0025] 在一个实施例中,传感器配置为实现致动器。在一个实施例中,致动器被配置为检测响应并向处理器提供响应的指示。

[0026] 在一个实施例中,致动器是包括指纹传感器的计算装置的一部分。例如,致动器可以包括移动电话的MEMS装置,其包括交互式生物识别系统。在该示例中,MEMS装置也可以布置成使移动电话振动。

[0027] 在一个实施例中,交互式生物识别传感系统被配置为检测对传递给对象的能量的实时响应。

[0028] 在一个实施例中,对象是手指。在一个实施例中,生物识别图像是指纹的图像。

[0029] 在一个实施例中,该系统还包括被配置为接收对象的表面。在一个实施例中,致动器配置成该对象在该表面上时将能量传递到对象。

[0030] 在一个实施例中,该系统还包括被配置为接收对象的表面,并且对传递给对象的能量的响应与位于接收表面上的对象相关联。

[0031] 在一个实施例中,响应是非自发的。在一个实施例中,响应是自发的。

[0032] 在一个实施例中,致动器配置成引起对象温度的变化,并且响应是对象温度的变化。在一个实施例中,致动器配置为向对象施加压力。

[0033] 在一个实施例中,传感器包括超声换能器。在一个实施例中,致动器包括超声换能器。

[0034] 在一个实施例中,超声换能器被配置为向对象施加压力,并且响应是施加到对象的压力。

[0035] 在一个实施例中,超声换能器被配置为引起对象的温度变化,并且使用超声换能器检测响应。

[0036] 在一个实施例中,致动器包括配置成将光传输到对象的光源。

[0037] 在一个实施例中,致动器包括温度传感器,该温度传感器被配置为引起对象温度的变化。在一个实施例中,传感器包括电容传感器。在一个实施例中,传感器包括光学系统。

[0038] 本公开的另一面是一种交互式生物识别认证系统,包括:传感器和处理器。传感器配置为生成与对象相关联的生物识别图像数据。传感器还被配置为向对象传递能量。处理器与传感器通信。处理器被配置为基于生物识别图像数据和对传感器传递给对象的能量的响应的指示来认证对象。

[0039] 传感器可包括超声换能器。超声换能器可以被配置为向对象施加压力,并且响应是施加到对象的压力。超声换能器可以配置成引起温度变化。可以使用超声换能器检测响应。

[0040] 传感器可以配置为检测响应并向处理器提供响应的指示。传感器可以被配置为以

表现出统计随机性的方式作为驱动将能量传递给对象。

[0041] 交互式生物识别认证系统可以被配置为检测对传递给对象的能量的实时响应。处理器可以配置为在能量被传递到对象之后以毫秒时间刻度验证对象。

[0042] 交互式生物识别认证系统可以进一步包括被配置为接收对象的表面,其中传感器被配置为当对象定位为在表面上时向对象输送能量。交互式生物识别认证系统可以进一步包括设置在传感器和表面之间的工程玻璃,其中传感器配置成通过工程玻璃将能量传递到对象。

[0043] 响应可能是非自发的。或者,响应可以是自发的。

[0044] 交互式生物识别认证系统还可以包括被配置为接收响应的用户界面。

[0045] 本公开的另一方面是交互式地认证人的方法。该方法包括:通过指纹传感器将信号发送到位于表面上的人的手指;基于与发送到手指的信号相关联的接收信号生成手指的至少一部分的图像;当手指放在表面上时,将能量传递给手指;检测对传递给手指的能量的响应;并根据图像和检测来验证人。

[0046] 指纹传感器可以包括超声换能器,并且使用超声换能器执行递送。检测可以包括通过用户界面检测响应。该方法可以由移动电话执行。

[0047] 本公开的另一方面是具有交互式生物识别认证的移动电话。移动电话包括:天线,被配置为发送无线通信信号;被配置为接收手指的表面;传感器,被配置为生成与手指定位在表面上相关联的生物识别图像数据,该传感器还被配置为向位于表面上的手指传递能量;以及与传感器通信的处理器,处理器被配置为基于生物识别图像数据认证手指以及对传感器传递给手指的能量的响应的指示。

[0048] 传感器可包括超声换能器。移动电话还可以包括设置在传感器和该表面之间的工程玻璃。

[0049] 另一方面是交互式生物识别传感装置。该装置包括被配置为接收对象的表面。该装置还包括传感器,该传感器被配置为生成与对象相关联的生物识别信息,在对象在表面上时向对象传递能量,并检测对传递的能量的响应。

[0050] 另一方面是一种认证用户的方法。该方法包括通过指纹传感器将信号发送到接收表面。该方法还包括基于与发送到手指的信号相关联的接收信号,在接收表面上生成手指的至少一部分的图像。该方法还包括向手指输送能量。该方法还包括基于检测到的对传递到手指的能量的响应来生成活性参数。该方法还包括基于图像和活性参数来认证用户。

[0051] 出于概述本公开的目的,本文已经描述了本发明的某些方面,优点和新颖特征。应该理解,根据任何特定实施例,不一定能够实现所有这些优点。因此,可以以实现或优化如本文所教导的一个优点或一组优点的方式体现或实施创新,而不一定实现本文可能教导或建议的其他优点。

附图的简要说明

[0052] 图1示出了声学指纹扫描,其中超声换能器发射超声波,该超声波可以强烈反射并且如图所示周期性(weekly)地在表面-手指界面处以及从手指内部发射。

[0053] 图2示出了采用行列寻址二维(2D)阵列聚焦声波的装置。每次只有一个发射焦线可以是激活的。一个或多个接收焦线可以同时激活。发射和接收焦线彼此垂直,并在具有紧凑焦点尺寸的测量点处相交。

- [0054] 图3示出了换能器元件的二维行列寻址阵列,其由行电极的垂直阵列和列电极的水平阵列、垂直和水平阵列彼此正交并在阵列的不同侧上寻址。
- [0055] 图4示出了安装在基板上的示例超声换能器阵列的透视图。
- [0056] 图5示出了安装在基板上的超声换能器阵列的一部分的透视图。
- [0057] 图6示出了通过在玻璃基板的顶部沉积底部电极来制造超声换能器阵列的中间步骤。
- [0058] 图7示出了通过在底电极上沉积压电薄膜来制造超声换能器阵列的中间步骤。
- [0059] 图8示出了通过在薄膜顶侧的两个方向上蚀刻沟槽或凹槽来制造超声换能器阵列的中间步骤,以减少元件之间的串扰。
- [0060] 图9示出了通过相对于顶部电极在垂直方向上沉积顶电极来制造超声换能器阵列的中间步骤。
- [0061] 图10示出了包括声学换能器阵列、发射电子器件和接收电子器件的示例性声学生物识别触摸扫描仪。
- [0062] 图11示出了具有单个活动行和单个活动列的交集的多路复用单通道行列寻址换能器阵列。
- [0063] 图12示出了具有三行和两列交叉点的多路复用单通道行列寻址换能器阵列。
- [0064] 图13示出了使用OP-AMPS来检测超声信号中的峰值的峰值检测电路。
- [0065] 图14示出与超声换能器阵列通信中的接收电路中的信号相关的频域图。
- [0066] 图15示出了与超声换能器阵列通信的接收电路中的直接同相和正交(IQ)采样的功能框图。
- [0067] 图16示出了欠采样时的原始高频信号及其频谱别名,以及欠采样后的基带别名。
- [0068] 图17示出,当手指被推到接收表面上的力增加时,指纹脊变宽,并且与接收表面接触的总手指表面增加。
- [0069] 图18示出了声波通过介质的速度可以随着介质中温度的变化而变化。
- [0070] 图19示出了从激发到反射波前被记录的飞行时间可以随温度而变化。
- [0071] 图20是根据所公开技术的一个实施例生成生物识别信息的方法的流程图。
- [0072] 图21是根据所公开技术的实施例生成生物识别图像的方法的流程图。
- [0073] 图22是根据所公开技术的实施例制造声学生物识别触摸扫描仪的方法的流程图。
- [0074] 图23是根据所公开技术的实施例检测手指温度的方法的流程图。
- [0075] 图24是根据所公开技术的实施例估计手指接触表面的力的方法的流程图。
- [0076] 图25是根据所公开技术的一个实施例的估计力测量的时间序列的周期的方法的流程图,该周期对应于脉冲速率估计。
- [0077] 图26-34示出了用于超声指纹扫描的采样和包络检测方法的仿真电路和结果。
- [0078] 图26示出了单向插入损耗的模拟。
- [0079] 图27示出了将RF信号进行IQ解调成I和Q信道的电路。
- [0080] 图28示出了模拟解调的同相和正交信号的例子。
- [0081] 图29示出了用于图27的过程的用于IQ解调的低通滤波器的响应。
- [0082] 图30示出了由图27的电路解调的信号的IQ解调包络。
- [0083] 图31示出了图30的IQ解调包络的100MHz采样。

[0084] 图32示出了用于IQ解调信号的IQ采样的电路。

[0085] 图33示出了IQ解调信号的采样同相和正交信号。

[0086] 图34示出了用于200MHz、150MHz、100MHz和50MHz的IQ采样率的IQ解调信号的包络图。

[0087] 图35-45示出了具有透明金属电极的超声换能器阵列下方的光学系统的示例性实施例。超声换能器阵列位于玻璃下方,用于接收手指或其他待检查对象的表面。

[0088] 图35示出具有透明顶部和底部金属电极的超声换能器阵列。

[0089] 图36示出了图35的超声换能器阵列在光学系统上方和玻璃下面的分解视图,其中包括玻璃、超声换能器阵列和光学系统。

[0090] 图37示出了图36的光学系统、超声换能器阵列和玻璃的集成。与图36不同的是,这些组件在彼此接近的情况下被示出。它们可以邻接而不在空间上分离。

[0091] 图38示出了在从光学系统的光发射器通过透明的换能器阵列和玻璃到该玻璃的接收表面上的手指的第一波长的光传输期间图37的集成的光学和超声系统的截面图。

[0092] 图39示出了在通过玻璃和透明换能器阵列从手指接收到的第一波长处的反射光到光学系统中的光学传感器期间图37的集成的光学和超声系统的横截面图。

[0093] 图40示出了在从光学系统的光发射器通过透明的换能器阵列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第二波长的光传输期间图37的集成的光学和超声系统的截面图。

[0094] 图41示出了在通过玻璃和透明换能器阵列的手指的第二波长的反射光接收到光学系统中的光学传感器期间图37的集成的光学和超声系统的截面图。

[0095] 图42示出了在第一和第二波长处的光传输和接收,如图38-41所示。在不同波长的接收光中的比较可以用于,例如,在接收表面上采用反射脉搏血氧饱和度测量法或任何其他合适的手指读数。

[0096] 图43是示例性实施例的透视图,其中光学系统在传输阶段中,在没有接收表面上的手指的情况下,位于具有透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0097] 图44是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上的手指的发送阶段期间,光学系统位于具有透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0098] 图45是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上的手指的接收阶段期间,光学系统位于具有透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0099] 图46-55示出了具有在不透明金属电极的超声换能器阵列下方的光学系统的示例性实施例。超声换能器位于玻璃和用于手指或其他待检查对象的接收表面的下方。

[0100] 图46示出了具有不透明顶部和底部的金属电极的超声换能器阵列。

[0101] 图47示出了图46的超声换能器阵列在光学系统上方和玻璃下面的分解视图,其中包括玻璃、超声换能器阵列和光学系统。如图48-55所示,玻璃、超声换能器阵列和光学系统可以彼此接近。它们可以邻接而不在空间上分离。

[0102] 图48示出了在从光学系统的光发射器通过透明的换能器阵列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第一波长的光传输期间图47的集成的光学和超声系统的截面图。图48示出透明的换能器阵列在不透明金属电极之间是透明的。

[0103] 图49示出了在接收通过玻璃和透明换能器阵列到光学系统中的光学传感器的手指的第一波长处的反射光期间图48的集成的光学和超声系统的截面图。透明的换能器阵列

在不透明金属电极之间是透明的。

[0104] 图50示出了在从光学系统的光发射器通过透明的换能器阵列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第二波长的光传输期间图47的集成的光学和超声系统的截面图。图48示出透明的换能器阵列在不透明金属电极之间是透明的。

[0105] 图51示出了在通过玻璃和透明换能器阵列的手指的第二波长的反射光接收到光学系统中的光学传感器期间图48的集成光学和超声系统的截面图。透明的换能器阵列在不透明金属电极之间是透明的。

[0106] 图52示出了在第一和第二波长处的光传输和接收,如图48-51所示。在不同波长的接收光中的比较可以用于,例如,在接收表面上的手指的反射脉搏血氧饱和度读数。

[0107] 图53是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上没有手指的传输阶段中,光学系统位于具有不透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0108] 图54是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上具有手指的发送阶段期间,光学系统位于不透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0109] 图55是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上具有手指的接收阶段期间,光学系统位于不透明金属电极的超声换能器阵列下方。

[0110] 图56-65示出了一个示例性实施例,其中具有集成在超声换能器阵列内的光学系统。

[0111] 图56示出了具有集成的光源和光学传感器的具有不透明顶部和底部金属电极的超声换能器阵列。

[0112] 图57示出了超声换能器阵列的分解图,其具有集成在玻璃下面的图56的光源和光学传感器,具有玻璃和具有集成光源和传感器的超声换能器阵列。如图58-66所示,具有集成光源和传感器的玻璃和超声换能器阵列可以彼此接近。它们可以是邻接的,而不是空间上分开的。

[0113] 图58示出了图57的集成的光学和超声系统在从光发射器通过玻璃传输到玻璃的接收表面上的第一波长的光的横截面图。

[0114] 图59示出了图48的集成的光学和超声系统在接收通过玻璃到光学传感器的手指的第一波长的反射光时的截面图。

[0115] 图60示出了图57的集成的光学和超声系统在从光发射器通过玻璃传输到玻璃的接收表面上的第二波长的光的横截面图。

[0116] 图61示出了图48的集成的光学和超声系统在接收通过玻璃到光学传感器的手指的第一波长的反射光时的截面图。

[0117] 图62示出了在第一和第二波长处的光传输和接收,如图58-61所示。在不同波长的接收光中的比较可以用于,例如,在接收表面上的手指的反射脉搏血氧饱和度读数。

[0118] 图63是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上没有手指的发送阶段中,在具有不透明金属电极的超声换能器阵列内部集成有光学系统。

[0119] 图64是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上具有手指的发送阶段中,在具有不透明金属电极的超声换能器阵列内部集成有光学系统。

[0120] 图65是示例性实施例的透视图,其中在接收表面上具有手指的接收阶段中,在具有不透明金属电极的超声换能器阵列内部集成有光学系统。

[0121] 图66示出了具有光学系统的示例实施例,该光学系统紧邻/邻接具有不透明金属电极的超声换能器阵列。图66示出了该实施例的发送阶段。

[0122] 图67示出了示例性声学生物识别触摸扫描仪,包括超声系统和光学系统。超声系统包括超声换能器阵列、发射电子器件和接收电子器件。光学系统包括光源、光学传感器和支持电子装置。

[0123] 图68示出了示例性生物识别触摸扫描仪,包括超声系统和光学系统。超声系统和光学系统共享控制处理器和控制电路。

[0124] 图69示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例,包括在超声换能器阵列下方的光源致动器。

[0125] 图70示出了图69的实施例,其中光源致动器将光通过超声换能器阵列和玻璃照射到玻璃接收表面上的手指,使得光源递增地加热手指。

[0126] 图71示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例,包括点聚焦超声加热器,其将来自超声换能器阵列的超声通过玻璃聚焦到玻璃的接收表面上的手指的点(小区域)。

[0127] 图72示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例,包括线聚焦超声加热器,其将来自超声换能器阵列的超声波通过玻璃聚焦到玻璃接收表面上的手指的线(线段)。

[0128] 图73示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例,包括能够通过超声换能器阵列的电极(顶部和底部金属电极)发送电流的电阻加热器。

[0129] 图74示出了图73的示例实施例,具有双向通信的生物识别触摸扫描仪,包括电阻加热器,其能够通过超声换能器阵列的电极(顶部和底部金属电极)发送电流,从超声换能器阵列通过玻璃向玻璃的接收表面上的手指发出热量。

[0130] 图75示出了图73和图74的示例实施例的操作,具有双向通信的生物识别触摸扫描仪,包括能够通过超声换能器阵列的电极(顶部和底部金属电极)发送电流的电阻加热器。

[0131] 图76-81示出了双向通信场景的代表性步骤。第一种情况在图76-79中示出。第二种情况在图76,77,80和81中示出。

[0132] 图76示出了代表性便携式通信装置的用户界面,其包括声学生物识别触摸扫描仪和用于测量或指示心率、脉搏氧化水平、血流量、温度、双向认证和指纹检测的显示器。

[0133] 图77示出了图76-81的双向通信场景的中间步骤,其中扫描用户的指纹并获取生物识别信息。

[0134] 图78示出了图76-79的双向通信场景的中间步骤。在扫描生物识别措施(biometric measures)之后,该装置利用致动器在用户的指尖产生感觉。然后提示用户输入感觉到的感觉。在图78中,在用户的指尖上绘制对应于形状A的感觉。

[0135] 图79示出了图76-79的双向通信场景的中间步骤。提示用户输入在指尖感测到的形状的字母。如果用户输入绘制的形状,则对用户进行身份验证。

[0136] 图80示出了图76,77,80和81的双向通信场景的中间步骤。在扫描生物识别措施之后,装置在用户的指尖产生感觉。然后提示用户输入感觉到的感觉。在图80中,对应于三个脉冲的感觉被施加到用户的指尖。

[0137] 图81示出了图76,77,80和81的双向通信场景的中间步骤。提示用户输入用户在指

尖感受到的脉冲数。如果用户输入正确数量的脉冲,则对用户进行认证。

[0138] 图82示出了双向通信场景,以确定手指是否显示附着到活的人的属性。

[0139] 图83示出了具有被配置为接收手指、指纹传感器和光学系统的表面的生物识别传感装置。

[0140] 图84示出了具有被配置为接收手指、超声换能器、光学系统和处理器的表面的生物识别传感装置。

[0141] 图85是对用户进行认证的方法的流程图。

[0142] 图86示出了具有传感器、致动器和处理器的示例交互式生物识别传感系统。

[0143] 图87示出了一种示例性交互式生物识别传感装置,其表面被配置为接收对象,以及传感器,该传感器也被配置为致动器。

[0144] 图88是对用户进行认证的方法的流程图。

[0145] 图89示出了布置在光源和光学透明光检测器之间的透明超声换能器阵列的示例性实施例的截面图。

[0146] 图90示出了具有光学系统的示例性实施例的截面图,该光学系统包括位于光学透明超声换能器阵列下方的光源和光检测器。

[0147] 图91示出了具有声学透明光学系统的示例实施例的截面图,该光学系统包括设置在超声换能器阵列上方的光源和光检测器。

[0148] 图92示出了包括光源和光检测器的光学系统的示例性实施例的截面图,该光检测器设置在超声换能器阵列的一侧。

[0149] 图93示出了具有光学系统的示例性实施例的截面图,该光学系统包括设置在超声换能器阵列的一侧的光源,并且采用布置在单独装置中的光检测器。

[0150] 图94示出了具有光学系统的示例性实施例的截面图,该光学系统包括设置在超声换能器阵列的一侧的光源,并且采用设置在单独装置中的光检测器。

[0151] 图95示出了具有透明超声换能器阵列的智能卡装置,该超声换能器阵列被配置为指纹扫描仪,并且具有布置在透明换能器阵列下方的光学系统。

[0152] 图96示出智能卡装置,其具有配置为指纹扫描仪的超声换能器阵列和布置在超声换能器阵列上方的一个或多个光源。

[0153] 图97示出了移动装置,其具有配置为指纹扫描仪的透明超声换能器阵列,并且具有布置在透明换能器阵列下方的光学系统。

[0154] 图98示出了可以在多装置认证过程中使用的用户装置和确认装置。

具体实施方式

[0155] 某些实施例的以下详细描述呈现了特定实施例的各种描述。然而,这里描述的创新可以以多种不同的方式实现,例如,如权利要求所限定和覆盖的。在本说明书中,参考附图,其中相同的附图标记可以表示相同或功能相似的元件。应当理解,图中所示的元件不一定按比例绘制。此外,应当理解,某些实施例可以包括比图中所示的元件更多的元件和/或图中所示的元件的子集。此外,一些实施例可以结合来自两个或更多个附图的特征的任何合适组合。这里提供的名称是为了方便,并不一定影响权利要求的范围或含义。

[0156] 本公开提供了声学生物识别触摸扫描仪和方法。公开了超声指纹传感装置。这样

的装置可以包括超声换能器阵列,其被配置为发送频率在50MHz至500MHz范围内的超声信号。超声换能器包括压电薄膜和被配置为接收手指的接收表面。指纹传感装置可以执行发送聚焦。处理器可以基于来自手指的超声信号的反射来生成手指的指纹的至少一部分的图像。超声换能器还可以生成可用于验证手指的活性参数。活性参数可以基于手指接触表面的力和/或与反射的声速相关联的温度。在某些情况下,与活性参数相关联的模式可用于认证。本文公开的超声指纹传感器的任何合适的原理和优点可以与涉及本文公开的集成光学系统和/或交互式生物识别传感的任何合适的特征组合实施。

[0157] 本文描述了与光学系统集成的超声生物识别传感装置。超声生物识别传感装置可以是至少部分透明的,使得光学系统可以通过超声生物识别传感装置发射和/或接收光。例如,超声生物识别传感装置可以定位在光学系统和被配置为接收手指的表面之间。光可以从光学系统的光源通过超声换能器和/或电极传输到手指。反射光可以从手指通过超声换能器和/或电极传播到光学系统的光检测器。光学系统可用于生成可用于验证手指的一个或多个活性参数。在某些情况下,可以跟踪活性参数一段时间,这可以用于验证手指。由光学系统与超声生物识别传感装置一起产生的信息可用于提供鲁棒认证(robust authentication)。可以使用一个或多个处理器基于来自光学系统和超声生物识别传感装置的输出来验证手指。

[0158] 本文公开了交互式生物认证。可以在认证装置和被认证的对象,例如手指,之间建立双向通信。本文公开的生物识别传感装置可以检测指纹并且还用作可以向手指输送能量的致动器。双向通信可以涉及实时交互式认证过程。这可以启用多因素身份验证并提供鲁棒认证。在验证期间用手指进行交互以进行身份验证可以防止诈骗者或其他不良行为者使用先前数据进行身份验证。在一些情况下,可以使用与光学系统集成的超声生物识别传感装置来执行交互式生物认证。

生物识别触摸扫描仪

[0159] 基于超声波的指纹扫描仪不仅可以显示指纹的表皮(表面)层,还可以显示内部(真皮)层,这使得它们在处理湿手、油、油脂或污垢时更加稳定。这提供了额外的安全级别,并且使得它们更难以被欺骗,这对于各种应用来说是可期待的。基于超声的指纹扫描仪系统可以获取表皮层的2D图和/或手指真皮层的3D体积图像。扫描方法包括阻抗,声学显微镜,回波和多普勒成像。这里讨论的指纹传感系统可以实现500像素/英寸(PPI)的扫描分辨率以满足联邦调查局(FBI)和/或其他标准。这样的分辨率可以在焦深处转换为50微米的横向分辨率,其通常取决于中心频率、声学孔径尺寸和焦距。

[0160] 其他指纹传感技术可能遇到对于基于超声波的指纹扫描仪不存在的挑战。例如,光学指纹扫描仪可能遇到如何解决指纹污染的挑战。作为另一个例子,电容式指纹扫描仪可以通过假指纹模具相对容易地伪造。

[0161] 另一种类型的传感器基于阻抗概念,其中指纹表面接触换能器元件并根据表面是组织(脊)还是空气(谷)来改变它们的声阻抗。尽管该技术比较方便,因为它不涉及产生和处理超声脉冲和回声,但是它仅限于获取指纹表面的图像。此外,在一些先前方法中压电陶瓷超声换能器的阻抗可能对频率高度敏感。例如,由指纹谷加载的元件的阻抗在19.8MHz的频率下可以是大约800欧姆,在20.2MHz的频率下可以是大约80,000欧姆。类似地,由指纹脊加载的元件的阻抗在19.8MHz的频率下可以是大约2,000欧姆,在20.2MHz的频率下可以是

大约20,000欧姆。这可能涉及在不同频率下的多个阻抗测量以获得可靠的测量,这可能影响帧采集时间。这种方法的另一个不便之处是手指和换能器之间的接触会污染或甚至永久地损坏换能器表面并且可能影响其性能。

[0162] 一些其他方法涉及具有声波导的超声换能器,声波导由具有类似于人体组织的声阻抗的材料制成,以将来自换能器阵列的超声波耦合到手指,并使用波束成形技术来实现所需的分辨率。尽管使用波导放宽了频率约束,但是波导的制造通常涉及额外的光刻步骤,这增加了换能器设计的复杂性和成本。这些方法已经实现了在某些应用中不希望的结果。在某些情况下,这些方法遇到相对较高的插入损耗,即使在实现波束成形时也会影响该设计的能力并且增加了电子器件的复杂性。不适合用于消费电子产品的相对高的电压偏置和脉冲也已用于这些方法中。

[0163] 所公开的技术包括声学生物识别触摸装置,当被裸露的皮肤接触时,扫描外皮肤(表皮)和下面的组织(真皮和皮下组织)。这种传感器可用于识别人。扫描的常用区域是手指,但可以扫描身体的任何其他区域,例如脚底、脚趾或手掌。为简洁起见,此后将手指称为要扫描的感兴趣区域。如本文所用,术语“手指”包括拇指。本文讨论的任何合适的原理和优点可以应用于扫描人或其他动物的任何合适的感兴趣区域。

[0164] 这里讨论的生物识别传感系统包括薄膜压电装置,其配置成传输频率在50MHz至500MHz范围内的声信号。利用该频率,即使在使用诸如玻璃的声学耦合层(其中声速相对较高(例如,5760m/s))时,也可以生成具有期望分辨率(例如50微米)的图像。可以使用溅射工艺制造薄膜换能器阵列。换能器的压电材料可以是例如氧化锌,氮化铝或锆钛酸铅。对具有16微米厚度,0.2mm²面积,50欧姆源和接收器阻抗以及1nH电感调谐的ZnO换能器装置的模拟提供小于3dB的插入损耗。这可以根据数组中用于传输和接收的元素数量而改变。生物识别传感装置可以获得指纹层的3D超声图像。生物识别传感装置可以实现行列寻址和波束成形,以提高图像质量和/或降低集成和电子设计的复杂性。

[0165] 结合对指纹成像,本文讨论了若干其他特征,例如(1)通过测量脊宽和指纹表面面积的手指触摸力检测,以及(2)产生手指的温度并通过测量与温度有关的声速变化检测环境温度。本文讨论了测量生物识别传感装置的血流量、心跳/速率和其他结构特征。

[0166] 所公开的装置具有通过手指和扫描仪之间的中介介质扫描的能力。介质可以例如是玻璃、金属、塑料或允许超声波在感兴趣的频率范围内传播的任何合适的材料。例如,这可以用于将手机前玻璃的任何部分或整个部分制成指纹扫描仪。

[0167] 由于超声波也进入手指并穿过皮肤层,因此可以对手指表面以及内部手指组织进行三维(3D)扫描。除此之外,可以扫描血管和/或动脉并且可以估计它们的血流量。血流的测量可以是心率周期性的。因此,传感器还可以测量接触玻璃的个体的心率。

[0168] 这里讨论的指纹扫描仪可以检测与对象(例如手指)相关联的一个或多个活性参数,该对象与指纹扫描仪的表面接触。可以使用基于超声的感测装置来检测一个或多个活性参数,该感测装置还生成指纹的至少一部分的图像。图像的准确度可达500PPI。基于活性参数,指纹扫描仪可以基于活性参数提供手指是否是活人的一部分的指示。这可以用于防止模具,假手指或其他对象被识别为匹配与特定手指相关联的指纹。可以基于由指纹扫描仪的一个或多个换能器发送的声波的反射来确定活性参数。例如,活性参数可以是温度和/或组织硬度。

[0169] 如果手指处于体温并且传感器处于室温,则一旦触摸,玻璃或其他中间层的温度通常应该变暖。这通常可以降低玻璃中的声速。在一些情况下,可以将装置加热到高于体温的温度(例如,通过阳光),并且热量可以从装置转移到手指以冷却装置。因此,本公开的另一个目的是确定手指的温度。可以这样做以确定它是活的手指而不是接触玻璃的假手指。当手指未接触玻璃时,环境温度可由装置确定。

[0170] 当手指用力推动玻璃时,手指和表面之间的接触区域,例如玻璃,应该从脊的加宽和/或手指表面的扁平化增加。这可以用来检测手指接收表面的力。因此,该应用的另一个目的是通过与表面的接触密度的计算来测量施加的压力和/或力。

[0171] 当心肌收缩和动脉压增加时,手指在玻璃上的压力应随着每次心跳而增加。在收缩之间,心脏充满血液,压力减少。指尖力测量的时间序列可以遵循周期性节奏模式,其频率对应于人的脉搏率。因此,除了测量温度之外,所公开的声学扫描仪可以估计脉搏率并且使用它来确认指尖不是假肢,并且属于被测量脉搏的活人。

[0172] 此外,所公开的装置允许通过将上述压力估计与直接力或压力测量值进行比较而估计组织刚度。这可以增加接触传感器的对象是真手指而不是假肢的确定性。

[0173] 所公开的装置还可以使用机器学习技术来识别用户和/或确保被扫描的手指或其他身体部位的活性。作为示例,装置可以监视特定用户在认证会话期间如何与装置交互和/或响应装置的个体特征,以便提高认证的准确性。特别地,装置可以检查用户与装置的交互和/或对装置的响应以及响应提供的任何刺激的一致模式,并且当这样的交互模式一致时,能够进一步认证用户。作为一个特定示例,装置可以监视用户的脉搏并且可以基于其脉搏中的模式(诸如静息脉搏率或其他脉搏属性)至少部分地验证用户。

[0174] 所公开的装置可用于识别或认证个人,以用于应用程序,包括登录到通信或计算装置、登录到软件应用程序、打开门或防盗装置、授权电子支付或解锁安全装置等。

[0175] 图1示出了声学指纹扫描装置100,其中超声换能器130(XDC)发射超声波135,该超声波135在表面-手指接口125处以及也从手指105内反射。换能器130可以发送具有频率范围从50兆赫兹到500兆赫兹的超声波信号。声学指纹扫描仪扫描手指105和它接触的介质120之间的界面。介质120可以是刚性的。在手指105的脊110接收表面125的情况下,声波140的一部分将进入手指105并且将通过反射150反射较少的能量。在手指105的谷115处的位置处,相对较多(例如,实际上所有的)声能作为反射155被反射回超声换能器130。该装置可以使用与脊110和谷115相关的反射系数的这种对比来扫描手指105的表面。例如,可以实施医学超声成像技术以扫描手指105的表面。

[0176] 由于超声波通过脊110进入手指105,扫描仪还可以对手指105的内部特征进行成像。这可以用于通过脉搏识别和/或其他生物特征,如组织结构、韧带、静脉和动脉进行识别。作为一个例子,声学扫描装置可以检测手指和/或手掌中的血管图案,并基于血管的模式识别人。手指105的三维扫描可以用来产生手指105的两个和/或三个维度的图像。可以使用图像处理和模式识别技术处理两个和/或三维图像。

[0177] 为了识别指纹,指纹识别装置可以以高于50 μm 的分辨率来解析手指中的脊。超声方法可以测量板(例如,玻璃板)和可以代表脊的组织与板和空气之间的阻抗不匹配,其可以代表脊之间的谷。

[0178] 在玻璃板中使用波导的一些超声扫描仪可以以比从换能器130(即低于50MHz)的

超声信号的频率更低的频率来引导超声信号,以允许测量手指和玻璃板之间的阻抗失配。一些超声传感器可以包括比 $50\mu\text{m}$ 窄的压电材料的柱,并且这种扫描仪可以测量由于每个柱和手指之间的表面接触引起的阻抗变化。在具有波导和/或压电材料窄柱的超声扫描仪中,可以使用相对复杂的结构以在波长大于 $50\mu\text{m}$ 的超声波信号的情况下以 $50\mu\text{m}$ 的尺度进行测量。这样的复杂组件可以会相对昂贵并且使得超声指纹扫描系统的构建困难。这样的例子的其他缺点可以包括在某些金属和/或玻璃表面中包含波导的接收表面的不透明度和困难工程。

[0179] 一些超声扫描仪可以产生具有超过1GHz (例如,大约5GHz) 的频率的超声信号,以避免与衍射相关的问题。然而,在这样的频率下,超声信号可能不能穿透组织。此外,在这样的频率下具有超声信号的扫描仪可以由允许这样的频率的信号传播而不显著衰减的材料构成。此外, $50\mu\text{m}$ 换能器元件的二维 (2D) 阵列对于寻址可能是极其复杂的,并且在超过1GHz的频率下工作时,由于电串扰而进一步复杂化。

[0180] 所公开的技术,如图2中的装置所示,可以克服上述缺陷,尤其是在较低和较高频率下工作的超声扫描仪。

[0181] 图2示出了用超声换能器的行列寻址二维阵列来聚焦声波的装置200。装置200包括压电薄膜210、玻璃板220、X方向的光栅230和Y方向的光栅240。如图2所示,装置200可以操作为在X方向上有一条焦线250、在Y方向上有一条焦线260以及X方向的焦线250与Y方向的焦线260相交的测量点270。每次只有一个发射焦线可以是激活的。一个或多个接收焦线可以同时激活。发射和接收焦线彼此垂直,并在具有紧凑焦点尺寸的测量点处相交。

[0182] 装置200使用足够高的频率 (例如,在50MHz到500MHz的范围内,例如约150MHz) 的超声成像,以实现使用波束成形的 $50\mu\text{m}$ 分辨率。因此,装置200可以实现没有波导的期望的 $50\mu\text{m}$ 分辨率。因此,相对于包括波导的超声扫描仪装置,装置200可以具有更简单的结构。此外,对触摸材料类型和/或材料厚度可以有较少的约束。

[0183] 压电薄膜210可以产生频率在50MHz至500MHz范围内的声信号。可以有效地实现设置成传输这种声信号的换能器阵列并且在换能器和装置200的接收表面之间在没有波导的情况下实现期望的图像分辨率,其中接收表面被配置为接收手指并与手指物理接触。在一些应用中,压电薄膜210可以产生频率在125MHz至250MHz范围内的声信号。根据某些实施例,压电薄膜210可以产生频率在50MHz至100MHz范围内的声信号。例如,50MHz至100MHz范围内的声学信号可以用于在信用卡中实现的装置。

[0184] 压电薄膜210可包括任何合适的压电材料。例如,压电薄膜210可以是氧化锌层,氮化铝层,铌酸锂层,钽酸锂层,铋锗氧化物,锆钛酸铅,或者甚至是聚合物压电体,例如聚二氟乙烯层。压电薄膜210的厚度可以适合于产生频率在50MHz至500MHz范围内的声信号。压电薄膜的厚度可以为3微米至75微米。在一些应用中,氧化锌压电薄膜的厚度可以为约10至20微米。氧化锌压电薄膜是可以溅射到诸如玻璃基板的基板上的压电薄膜的示例。根据某些应用,铌酸锂压电薄膜的厚度可以为约5至10微米。这种铌酸锂压电薄膜可以通过环氧树脂粘合到诸如玻璃基板的基板上。

[0185] 如图所示,装置200包括玻璃板220。玻璃板220是其上可以设置压电薄膜的示例基板。本文讨论的任何声学传感装置可以包括其他合适的基底。例如,在某些应用中,金属层或塑料衬底可以是合适的衬底。

[0186] 在一个实施例中,玻璃板220可以是约500 μm 厚。该厚度可以是基于所使用的压电材料,超声频率和应用的任何合适的厚度。对于便携式通信和计算装置,这样的厚度可以是标称的。在其他情况下,玻璃板220可以更薄并且附接到任何合适材料的较厚板上。因此,指纹装置可以位于电话的金属外壳或任何这样的系统上。该设置可以是任何合适的尺寸。因此,装置200可以覆盖整个板的大部分或全部,以同时进行触摸屏和指纹识别。

[0187] 在操作中,装置200可以测量焦点位置处的反射系数,即在焦线250和260的x和y方向上的交点处的测量点270处。测量点270的尺寸可以通过器件的衍射分辨率来确定。例如,对于在玻璃中提供150MHz声信号的超声换能器,该点尺寸270可以是约40微米。取决于指纹装置中使用的玻璃类型,玻璃指界面处的反射系数的变化将是1或约0.85。通过在玻璃上,玻璃和手指之间添加匹配层,可以增强与组织的耦合,最终反射系数的对比度约为1到0。匹配层的厚度可以是选择为匹配层材料中超声信号波长的四分之一。作为示例,匹配层可以包括厚度为约5 μm 的环氧树脂,用于发送大约150MHz的声信号的装置200。

[0188] 装置200可包括用于线性阵列成像的电子器件。这种线性成像可以类似于医学超声成像系统中的线性成像。在这种操作中,阵列中的多个元件被分组在一起并用不同的相位信号激励,使得板-指接口的到达时间同时从所有阵列元件发生。接收器阵列元件在数量上类似于发射阵列元件,然后将接收反射信号,并且电子相位延迟被添加到每个元件,以使它们的到达时间对于组织的动态主动聚焦是相同的。一旦在一个点处进行测量,接收阵列元件可以移位一个元件以便能够测量下一个相邻的分辨率点。可以通过扫描接收阵列来重复该过程以对整行进行成像。接下来,发送阵列可以移动一个元素,并且可以重复该过程以在另一条线上接收。总的来说,可以重复该过程以对整个区域或手指的任何期望部分成像。

[0189] 在以上描述中,成像在板指接口125的平面处完成。然而,在手指与板接触的位置处,超声能量可以穿透到手指中并且将从手指内的组织发生反射。因此,可以从手指内收集信息,例如关于手指中毛细血管中的血流的信息。根据这些信息,装置200可以导出诸如心率的信息,以指示受试者存活,或甚至可以根据血管中的脉搏波速度测量一些毛细血管的健康状况。

[0190] 指纹扫描仪可以扫描表面和可能的手指体积。装置200可以用二维(2D)超声换能器阵列和无运动部件进行这种成像。由于相对大量的互连,快速寻址整个2D换能器阵列可能是一个挑战。

[0191] 完全寻址的替代方案是行列寻址,其中一次寻址整行元素或整列元素。这可以通过使同一行中的元件共享顶部(或底部)电极并且同一列中的元件共享底部(或顶部)电极来实现。因此,发射和接收电极可以在阵列的不同侧(顶部或底部),并且发射和接收孔可以在两个不同的方向(行或列)。这可以减少从换能器阵列扇出的互连的数量。图3示出了换能器元件340的二维 $N \times N$ 行-列寻址阵列300,其由行电极310的水平阵列和列电极320的垂直阵列寻址,水平和垂直阵列310和320分别彼此正交。虽然图3示出了正方形 $N \times N$ 阵列,但是可替代地采用具有M行和N列的任何合适的 $M \times N$ 矩形阵列,其中N和M是不同的正整数。图3包括在 $N \times 1$ 行阵列的每个水平阵列310的末端处的连接330以及 $1 \times N$ 列阵列的每个垂直阵列320。

[0192] 已经参考图2讨论了使用行列寻址阵列300的一种方式。每个发送-接收事件生成一个接收焦点。在发射和接收孔径中使用13个有源元件的 512×512 2D阵列可以使用大约

$500 \times 500 = 250,000$ 个发送-接收事件来进行一次扫描。当耦合介质是玻璃,声速为 5760m/s ,厚度为 0.5mm 时,完成一次扫描大约需要 43ms 。如果扩展接收电子装置以并行记录所有接收元件,则可以在 500 个发送-接收事件中完成扫描。对于完整扫描,这将花费大约 $87\mu\text{s}$ 。

[0193] 为了进一步提高扫描速度,还可以在发送级中引入并行化,使得一次发射多个发送波。为了并行化用于行列寻址阵列的发射波束,发射波束可以在频域中分离,然后由不同的滤波器接收以将它们分开。然后,不同的滤波器可以将数据传递给接收波束形成器。可以使用发送和接收并行化的任何组合。超声波束也可以是角度转向而不是平移有效孔径,或者可以使用两者的组合。还可以通过使用合成发射聚焦,合成接收聚焦或两者来合成聚焦扫描。

[0194] 可以有效地利用2D换能器阵列作为彼此正交的两个1D换能器阵列。当一个阵列用于传输而另一个阵列用于接收时,则可以实现全3D成像。每行和每列可以使用一个互连和波束形成器通道。

[0195] 作为示例,完全寻址的 256×256 元素阵列可以涉及 65536 个互连,而如果是行列寻址,则可以实现 512 个互连 330 。

[0196] 在操作中,一组电极,例如x轴电极,可用于传输线聚焦的超声波束。焦点可以在表面-手指界面的位置处。一旦脉冲由x轴对准的电极传输,y轴对准的电极可用于检测x方向上的线焦点,如图2中示意性所示。系统的总响应是两条焦线的交点并产生与衍射极限分辨率相称的分辨率点。

[0197] 发射波束成形可以用于完全寻址阵列和行列寻址阵列,以将发射的超声波束聚焦在介质中选定的焦深处。这最大化了感兴趣区域的声压,这改善了该焦点区域的SNR和图像质量。还可以改变脉冲特性,例如长度、幅度水平和中心频率,以获得所需的成像性能。

[0198] 图4示出了玻璃410上的示例性超声换能器阵列400的示意图的透视图。超声换能器阵列400包括在玻璃基板410顶部上的底部电极430。底部电极430在水平方向上形成垂直线阵列。诸如氧化锌的压电薄膜420位于底部电极430和玻璃基板410的顶部。压电薄膜420的形状可以是正方形或矩形。压电薄膜420与底部电极阵列重叠,但是每个底部电极430的端部不与压电薄膜420重叠,如图所示,以允许产生金属接触。压电薄膜420在垂直和水平方向上用沟槽或凹槽蚀刻,例如V形蚀刻460,以减少在换能器元件450的阵列中接收和传输的串扰。V形蚀刻460是一个示例沟槽或凹槽。其他实施例可包括非V形并具有其他合适形状的沟槽或凹槽。在某些实施例中,任何其他合适的透明层,例如透明的塑料层,可以代替透明的玻璃层410。

[0199] 如图所示,每个换能器元件450的顶部基本上是方形的。在一些其他情况下,一个或多个换能器元件450的顶部可以具有不同的形状,例如矩形形状。顶部电极440在垂直方向上形成水平线阵列。顶部电极440与底部电极430正交。顶部电极440与换能器元件450的形状一致,包括由V形蚀刻460形成的换能器元件450的顶部和侧面。每个底部电极430和顶部电极440的宽度基本上对应于换能器元件450的相应边缘的长度。例如,底部电极430每个都具有与顶部电极440的宽度基本相同的宽度,其长度基本上等于二维超声换能器阵列400的每个换能器元件450的方形顶部的每一侧的长度。

[0200] 超声换能器阵列400可以使用压电薄膜420来制造,该压电薄膜420通过多种薄膜沉积技术中的一种沉积在表面上,例如并且不限于:蒸发、DC或AC溅射、溶胶-凝胶沉积、化

学气相沉积等。任何合适的沉积法可以提供适当取向的薄膜,这将提供一个合理的机电耦合系数,以实现超声信号的激发和检测。为了达到在50MHz以上和500MHz以下的中高频范围内的频率,可以使用溅射技术或用相对薄的压电板(例如铌酸锂或钽酸锂)制造压电换能器(例如,基于氧化锌的换能器)。假设 36° 旋转Y形切割铌酸锂压电薄膜的声速,板可以具有从大约7.4微米到74微米的范围内的厚度。用铌酸锂或钽酸锂压电薄膜,可以在压电体和衬底之间包含薄的粘结层。

[0201] 超声传感器装置的操作频率可取决于传感器板或基板材料,以产生具有所需分辨率的图像。如果传感器板由蓝宝石制成,则蓝宝石中的声速相对较高,为11,100米/秒。所以50微米的波长(分辨率)涉及222MHz的工作频率。并且,因为蓝宝石具有比大多数压电材料更高的机械阻抗,所以压电器将以所谓的四分之一波长模式操作,因此涉及更薄的压电薄膜。例如,如果使用氧化锌(ZnO),则厚度可为约 $7.1\mu\text{m}$ 。类似的实践表明,对于在声速为6,320米/秒的石英中操作,通过在126.4MHz的操作下获得 $50\mu\text{m}$ 的波长,以及具有约 $25\mu\text{m}$ 厚的ZnO膜。对于在声速为2,740米/秒的聚丙烯中操作,通过在55MHz的操作下获得 $50\mu\text{m}$ 的波长,并且ZnO膜厚度为约 $57\mu\text{m}$ 。在特定压电薄膜的厚度对于简单沉积而言太大的情况下,可以使用其他替代制造方法,例如环氧树脂粘合。

[0202] 板中的波长可以大致等于指纹识别的分辨率,为 $50\mu\text{m}$ 。因此,一旦选择了材料,操作频率由 $f = \text{声速} / 50\mu\text{m}$ 给出。对于板的阻抗低于压电材料的情况,压电的厚度约为波长的一半。因此,压电的厚度由 $t = \text{声速} / \text{操作频率}$ 的两倍给出。

[0203] 在一个实施例中,压电薄膜是ZnO薄膜,厚度为约 $16\mu\text{m}$,换能器的单个子元件尺寸为 $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$,线间距(切口)为 $10\text{--}20\mu\text{m}$,线宽 $10\text{--}20\mu\text{m}$,间距 $40\text{--}50\mu\text{m}$ 。当压电薄膜包括不同的材料时,线宽、线间距、间距或其任何组合可以在这些范围内。

[0204] 可以通过首先沿着玻璃基板在一个方向上沉积线图案来制造器件400。例如,线和间隔可以是 $25\mu\text{m}$ 的量级,然后可以沉积厚度约为 $15\mu\text{m}$ 的压电薄膜。另一组线和间隔可以沿着与前一行的正交方向和线之间的间隔形成。与其他超声指纹解决方案相比,制造这种装置可以相对简单。线和间隔的光刻完全在当前半导体制造能力的范围内,并且压电薄膜($15\mu\text{m}$)的沉积可以通过物理气相沉积(溅射)或溶胶-凝胶制造方法来完成。无论哪种方式,都可以选择多种压电材料用于此目的。这三个制造步骤可用于制造该装置。接下来,x和y电极可以连接到电子电路,用于指纹识别的操作。

[0205] 图5示出了在基板上的超声换能器阵列的一部分的透视图。图5示出了图4的声学生物识别触摸扫描仪的一部分,包括压电薄膜420、顶部电极440、换能器元件450和V形蚀刻460。图5示出了在水平方向和垂直方向上的换能器元件450之间的V形蚀刻460。顶部电极440在顶部电极440的方向上与V形蚀刻460一致,但是在垂直于顶部电极440的方向上不覆盖或与V形蚀刻460不一致。如上所述,一个实施例可以包括不是V形的蚀刻的沟槽或凹槽。

[0206] 图6示出了制造超声换能器阵列的中间步骤600,例如图4和5的扫描仪,是通过在玻璃基板的顶部沉积底部电极。图6包括沉积在玻璃基板410上的底部金属电极430的水平和垂直方向视图。底部电极430形成垂直的水平元件阵列。

[0207] 图7示出了制造超声换能器阵列的中间步骤700,例如图4和图5的阵列,是通过在底部电极430上沉积诸如氧化锌的压电薄膜420。压电薄膜420在底部电极430存在的区域中与底部电极430相邻,并且在底部电极不存在的区域中,例如在底部电极430之间与玻璃基板

410相邻。压电薄膜420可以通过磁控溅射沉积。底部电极430的一部分在两侧的边缘处未被覆盖,以允许在后续步骤中产生触点。

[0208] 图8示出了制造超声换能器阵列的中间步骤,例如图4和图5的阵列,是通过在膜420的顶侧上在水平和垂直方向上蚀刻V形蚀刻460以减少元件450之间的串扰。虽然示出了V形蚀刻460,但是任何其他适当形状的蚀刻可以实现。V形蚀刻460在水平和垂直方向上形成换能器元件450的二维阵列的顶部边界。在图8的示例中,换能器元件450的顶部基本上是方形的。V形蚀刻460可以减少阵列的不同换能器元件450之间的串扰。

[0209] 图9示出了制造超声换能器阵列的中间步骤,例如图4和5的阵列,是通过相对于底部电极430在垂直方向上沉积顶部电极440。在边缘470处,顶部电极440从两侧下降到与底部电极430相同的平面,以允许接触。

[0210] 在一个实施例(未示出)中,吸收层,例如负载钨或碳化硅颗粒或任何此类材料的橡胶或环氧树脂,被放置在板的边缘,以减少来自板的边缘的反射,这些反射可能会干扰感兴趣的信号。这样的边缘反射还可以具有降低手指被询问的重复率及其图像帧速率的效果。

[0211] 图10示出了示例声学生物识别触摸扫描仪1000,其包括如上参照图2-9所述的超声换能器阵列400。声学生物识别触摸扫描仪100包括接收表面125以接收人的触摸。图示的超声换能器阵列400与控制其操作的电子装置连接。这些电子装置包括发送和接收电路。

[0212] 发射电路激励超声换能器阵列400以朝向感兴趣的成像区域发射超声波束。可以通过在换能器阵列内的一组换能器元件的电极上施加电压脉冲来产生激励。当脉冲施加到顶部电极时,底部电极可以接地,并且当脉冲施加到底部电极时,顶部电极可以接地。发射孔径的大小和形状可以根据感兴趣的成像区域而变化。所示的发射电子器件包括发射开关网络1005、电压脉冲发生器1010、发射波束成形电路1015和发射控制电路1020。

[0213] 超声换能器阵列包括多个发射通道,每个发射通道与至少一个电极和超声换能器元件相关联。每个发送通道可以包括至少一个产生脉冲的电压脉冲发生器1010,以及一个发送控制电路1020,用于在触发脉冲时使用提供信道间相位延迟。每个发射电极可以连接到专用发射通道,或者多个电极可以组合在一起并分配给一个发射通道。在某些实现中省略了发送波束成形。

[0214] 发送交换网络1005可以是多路复用器,其通过将脉冲指向所需的有源元件来减少发送信道的数量。在行列寻址操作期间,当电极的一侧可以在发送或接收模式下操作时,另一侧接地。这可以通过使用将电极连接到接地/发送通道的开关来实现,或者使用提供相对低阻抗的路径来连接到地的电阻器来实现。

[0215] 发射波束成形电路1015可以实现波束成形以将发射的超声波束聚焦在介质中选定的声学焦深处。这可以产生最小点尺寸(衍射极限分辨率)和焦线处的最大声压,从而在该聚焦区域提供最佳性能。为了聚焦于特定焦点区域,波束形成电路1015可以包括延迟元件以相对于彼此延迟信道。例如,超声换能器阵列400可以一次在多个底部电极上传输,例如14个电极。超声换能器阵列400可以在例如20个电极的孔上传输,然后通过一个或多个电极移位,并再次传输。通过一次传输,例如,一次传输20个电极是比一次传输一个电极所产生的信号具有更好的信噪比的更强信号。波束成形电路1015可以调整电极之间的延迟。电压脉冲发生器1010(脉冲发生器)可以产生具有形状,长度,电平,频率和带宽的脉冲,以获

得期望的成像性能。

[0216] 如上所述,发射孔径的大小和形状可以根据感兴趣的成像区域而变化。例如,图11示出了多路复用的单通道行列寻址阵列1100,其具有单个活动行和单个活动列的交叉点1150。阵列1100包括换能器元件1180的行1110和列1120以及触点1190。切换网络1160选择活动列1140,并且切换网络1170选择活动行1130。活动列1140和活动行1130在交叉点1150处相交。有效孔径是线元件的全长。如图11所示,有两个有效孔,一个用于发送,一个用于接收。该阵列可以聚焦于一个点-两个线焦点的交点。在图11中可能根本没有聚焦。相反,聚焦可以作为合成孔径聚焦的后处理步骤来执行。

[0217] 在图12中,该装置可以包括使用硬件波束成形器而不实现合成孔径聚焦的后处理步骤。阵列1105包括换能器元件1185的行1115和列1125以及触点1195。交换网络1165选择两个活动列1145,交换网络1175选择三个活动行1135。活动列1145和活动行1135在交叉点1155相交。可以控制一个或多个行和换能器阵列的一个或多个列的任何合适的组合,以便同时激活。

[0218] 参考图10,接收电路可以响应于接收来自介质的超声回波信号来处理由换能器产生的电射频(RF)信号。接收电路然后可以对信号进行采样,并且可以将数字数据提供给处理器1065,处理器被配置为生成超声图像。

[0219] 所示的接收电路包括接收切换网络1025,低噪声放大器1030、模拟滤波器1035、时间增益补偿电路1040、模数转换器1045、接收波束形成电路1050、包络检测电路1055和接收控制电路1060。

[0220] 接收交换网络1025可以是多路复用器,其通过切换到所需的接收电极来减少接收信道的数量。在行列寻址操作期间,当电极的一侧可以在发送或接收模式下操作时,另一侧可以接地。这可以使用将电极连接到地/传输通道或接收通道/地的开关来实现。

[0221] 接收的超声信号可以对噪声特别敏感并且功率低。低噪声放大器1030可以放大所接收的超声信号。该第一级可以影响信号中的噪声水平,该噪声水平应该足够低以允许扫描达到所需的信噪比水平。后续阶段的功能可以根据实现而变化。这些功能包括采样和接收波束成形。应当注意,后续阶段是超声图像重建处理器,并且接收电路可以向处理器提供表示所接收的超声回波的采样数据。

[0222] 模拟滤波器1035可以去除不需要的频率分量(例如,模拟滤波器1035可以是带通滤波器,以除去通带之外的多余的频率分量)。在其他一些情况下,模拟滤波器1035可以耦合在时间增益补偿电路1040和模数转换器1045之间,和/或可以在时间增益补偿电路1040和模数转换器1045之间包括附加滤波器。时间增益补偿电路1040可以补偿较长距离的超声波信号的衰减。例如,来自手指内的更远结构的反射将比来自手指的表面结构的反射衰减更多。时间增益补偿电路1040可以通过增加来自较远结构的反射的增益相对于来自近结构的反射的增益来补偿,行进的时间更短。

[0223] 在时间增益补偿之后,可以通过模数转换器(ADC)1045将得到的信号数字化,以用于随后的信号数字处理。在一个实施例中,模数转换可以在处理的不同阶段发生。例如,在具有模拟域中的波束成形的实施例中,可以推迟至模数转换直到接收波束成形之后。

[0224] 接收波束成形电路1050可以组合来自多个接收电极的接收信号,这些接收电极分别被低噪声放大器103、模拟滤波器1035和时间增益补偿电路1040放大、滤波和补偿。接收

波束形成电路1050可以是模拟波束形成器或数字波束形成器,可以使用延迟来施加延迟以组合由有源接收电极接收的反射,使用延迟进行聚焦。

[0225] 接收控制电路1060可以关闭ADC1045或使其处于待机模式,使得接收侧电路不活动,以便在等待连续测量之间的反射消退时使ADC1045空闲。从功耗的观点来看,这可以使声学生物识别触摸扫描仪1000更有效。

[0226] 接收控制电路1060还可以控制接收波束成形电路1050的定时和操作。例如,接收控制电路1020可以在需要接收不同电极的脉冲反射时提供信道间相位延迟。在模拟域中,可以通过使用模拟延迟线和模拟求和电路来实现波束成形。模拟延迟线可以在通道之间提供所需的相对相位延迟,并且模拟求和电路将对所有模拟信号求和以产生波束形成的信号。然后可以对该单个波束成形信号进行采样、数字化,并将其发送到处理单元以重建超声图像。

[0227] 在一些情况下,可以在模拟域中检测单个波束形成的信号,以降低采样率要求。检测到包络,然后可以对单个波束成形信号进行采样、数字化并发送到处理器1065以重建超声图像。

[0228] 可选地或另外地,可以在数字域中实现波束成形,其中在延迟和求和之前对接收信道的各个信号进行采样和数字化。使用数字延迟电路可以相对延迟数字数据,并使用数字求和电路求和。另一种方法是仅在玻璃-手指界面处获取和存储样本,而不是沿轴向收集时间样本。这可以降低硬件的复杂性,并且可以使用与模拟波束成形实现类似的电路来完成,但不是使用采样电路以全速采样所有信号,而是可以使用峰值检测和单采样电路仅在接口处检测信号电平,然后使用来自不同有效孔径位置的数字数据来生成全扫描的图像。

[0229] 包络检测电路1055可以检测波束形成信号的包络以降低所需的采样率,然后对波束形成的信号进行采样。

[0230] 如何实现包络检测有多种选择,包括使用运算放大器进行峰值检测。一个选项如图13所示,其示出了使用运算放大器来检测超声信号中的峰值的峰值检测电路1300。与其他一些选项相比,该模拟硬件峰值检测器可以降低硬件复杂性和成本。峰值检测器是包络检测器的相对便宜的版本,因此得到的信号类似于基带信号,其可以以降低的采样频率进行采样。

[0231] 第二种选择如图14所示,其中使用IQ解调器将RF信号向下混频到基带,在基带中可以用较低的采样频率对RF信号进行采样。图14示出了用于信号的同相和正交解调的频域图和信号混合。图1410示出了以150MHz为中心的频域中的信号,带宽为20MHz,以320MHz采样。方框图1420示出了混合器以向下混合图1410的信号。图1430示出了频域中的下混合信号,其中基带信号以0Hz为中心并且图像处于较高(负)频率。在图1440中,1430的下混信号被低通滤波,留下基带信号。图1450示出了现在可以以降低的频率对基带信号进行采样。

[0232] 第三种选择如图15所示,其示出了用于直接同相和正交(IQ)子采样的功能框图1500。如果接收信号是窄带,则该方法可能是有用的。IQ子采样电路结合了解调器的功能,然后是采样电路。信号越窄,采样率越低,同时保持图像质量。正交信号对于单个频率仅在90°相移,因此对于窄带信号而言比对于宽带信号更好。

[0233] 降低数据速率但仍保持信号信息的第四种选择是带限信号的欠采样。当对连续时

间信号进行采样时,其频率内容由离散时间傅里叶变换确定,其具有采样频率 f_s 的倍数的原始信号的图像。图16示出了原始高频信号及其欠采样时的频谱别名,以及欠采样后的信号的基带别名。

[0234] 第五种选择是以两倍于信号中最高频率内容的频率对射频信号进行采样。此选项涉及相对较高的采样率。

[0235] 返回参考图10,声学生物识别触摸扫描仪1000包括处理器1065和存储器1070。处理器1065根据被反射的超声信号重建图像,如上所述所述反射的超声信号被放大、滤波、补偿、数字化、波束成形、采样和包络检测。由处理器1065重建的图像可以是三维图像,或者是二维的。可以在不同时间或以时间序列重建图像,以实现手指在二维或三维中的变化检测或视频处理。

[0236] 处理器1065可以将图像处理技术应用于重建的图像,以例如减少散斑、突出血管、测量脉搏率、估计温度。存储器1070存储重建图像、处理结果、发送和接收控制指令,波束成形参数和软件指令。存储器1070还可以存储生物识别式触摸扫描仪1000用来确定扫描图像是否匹配的图像,例如指纹图像。

[0237] 因此,处理器1065可以基于从接收表面125上的手指反射的超声换能器阵列400的超声信号的反射来产生指纹的至少一部分的图像。反射可以由超声换能器阵列400接收并由接收电路处理。处理器1065还可以基于来自超声换能器阵列400的超声信号的反射而生成附加信息。这样的附加信息可以包括一个或多个活性参数,例如与手指相关的温度和/或手指与装置接触的力。基于一个或多个活性参数,处理器1065可以提供检测到的图像是否与活手指相关联的指示。活性参数连同指纹图像可用于任何合适的识别和/或认证应用。处理器1065可以使该指示以任何合适的视觉、听觉或其他方式输出。

[0238] 图17示出,当手指向扫描仪推动的力增加时,指纹脊变宽,与扫描仪接触的总手指表面增加。在较低的力1700处,脊和与接收表面接触的谷的宽度分别为 R_1 和 V_1 。在较高的力下,与接收表面接触的脊和谷的宽度分别为 R_2 和 V_2 。脊的宽度可以依赖于手指向扫描仪推动的力。在较高的力下,脊宽($R_2 > R_1$)和谷窄($V_2 < V_1$)。例如,在较低的力下的谷的宽度和与扫描仪接触的总表面增加。在图17的例子中,随着力的增加,与接收表面接触的脊的表面积增加。该总面积,或接触密度,可以测量,并由此通过假定组织刚度估计所施加的力。组织越硬,它在压力下变形就越小。

[0239] 组织刚度本身也可以通过测量来自手指的施加力并将其与基于假定的组织硬度的估计力进行比较来估计。估计的组织硬度 α 是使得以下等式成立的值:

$$F_{\text{meas}} = F_{\text{est}}(\alpha)$$

[0240] 其中 F_{meas} 是测量的力, F_{est} 是估计的力。

[0241] 本文讨论的任何生物识别传感装置都可以实施力检测。具有力检测的生物识别传感装置可包括处理器和换能器,其配置成通过接收表面将声信号发送到手指。处理器可以基于来自手指的声信号的反射生成手指的指纹的至少一部分的图像,基于反射检测与接收表面接触的手指的脊的表面区域,以及估计手指基于检测到的表面区域接触接收表面的力。处理器可以基于估计的力生成手指是否是活人的一部分的指示。指纹的至少一部分的图像可以具有每英寸500像素或更大的分辨率。

[0242] 虽然介质的声速会随温度而变化。在某些材料中,声速会随着温度的增加而增加。

对于各种材料(例如,诸如玻璃,蓝宝石,金属等的固体),我们期望声速随温度降低。因此,基于温度的材料中声速的依赖性可用于根据传播通过材料的声速的测量来评估温度。

[0243] 图18示出了声波通过介质的速度可以随着温度的升高而降低。声音传播通过材料的速度通常取决于材料温度。固体中的声速通常随着温度的升高而降低。在生物识别传感装置的正常工作温度范围内,温度与声速之间存在近似的线性关系:

$$c(T) \propto T \times \Phi,$$

[0244] 其中 $c(T)$ 是通过材料的温度相关声速, T 是温度, Φ 是基于材料的声速斜率。 Φ 的符号可以是负的或正的,但在本文讨论的介质的各种材料(例如,玻璃,蓝宝石和金属)中是负的。

[0245] 超声换能器与声学反射对象之间的距离,如智能手机上的相对玻璃-空气界面,也可以随着热膨胀而随温度升高。然而,导致声速下降的弹性常数变化通常比热膨胀系数大大约一个数量级,并且应该主导增加脉冲延迟的效果。声音的速度可以通过超声波信号从换能器传播到声学反射对象所需要的时间来估计。时间越短,声音的速度越快,材料越暖。在图18的例子中,波阵面之间的间距对应于波长。在高温1800和低温1810下反射超声束的波长分别为 λ_1 和 λ_2 ,其中 λ_2 大于 λ_1 。从声音的速度,可以基于上述方程,分析和/或数值确定材料温度。材料温度可以是与手指相关联的温度,该温度可用于指示手指是否是活的人类的一部分。

[0246] 本文讨论的任何生物识别传感装置都可以实现温度检测。具有温度检测的生物识别传感装置可以包括处理器和换能器,其被配置为通过接收表面将声信号发送到手指。处理器可以基于与声学信号相关联的声速来检测手指的温度,并且基于来自手指的声学信号的反射来生成手指的指纹的至少一部分的图像。处理器可以基于检测到的温度生成手指是否是活人的一部分的指示。当手指未与接收表面接触时,处理器可以基于与声学信号相关联的第二声速来检测环境温度。处理器可以基于在手指与接收表面接触时和接收表面未被手指接触之间与声学信号相关联的声速的差异来检测手指的温度。

[0247] 图19示出了对于较高温度,从激发到反射波前的飞行时间较短。特别地,图19示出了从激发到记录反射波前的飞行时间在34°C时比在20°C时更短,因为声波的速度随着温度的增加而增加。由于手指处于体温并且传感器处于室温,一旦触摸,玻璃或其他中间层的温度将变热并且通常会增加玻璃中的声速。因此,这里讨论的生物测定装置可以基于声速确定手指的温度。这可以确定它不是接触玻璃的假手指。当手指未接触玻璃时,环境温度可由装置确定。

[0248] 图19对在34°C的较高温度下超声波的行进时间与在20°C的较低温度下的超声波的行进时间进行比较。如图所示,在较低温度下声速为4020m/s,并且在更高的温度下声速为4000m/s。时间间隔未按比例绘制,以强调行进时间的差异。

[0249] 在时间 $t=0$ 时,在图形1910中,在较低温度下,脉冲由换能器朝向空气/玻璃界面传输。在时间 $t=1$ 时,在图形1920中,脉冲接近空气/玻璃界面。在时间 $t=2$ 时,在图形1930中,脉冲的反射到达换能器。在图形1940中,在时间 $t=4$ 处没有活动,因为反射脉冲先前到达换能器。因此,从激励到记录反射波前的飞行时间大约是两个时间间隔,如图形1950所示,在较高温度下。

[0250] 在时间 $t=0$,在图形1960中,在较高温度下,脉冲由换能器朝向空气/玻璃界面传

输。在时间 $t=1$ ，在图形1970中，脉冲接近空气/玻璃界面，但尚未靠近它。在时间 $t=2$ ，在图形1970中，脉冲的反射接近但尚未到达换能器。在时间 $t=3$ ，在图形1970中，反射已到达换能器。对于较高的温度，从激发到记录反射波前的飞行时间大约是三个时间间隔，如图表1950所示。因此，在较低温度下飞行时间较短。随着飞行时间随温度变化，飞行时间可用于估计相对温度，一旦校准，可用于估算绝对温度。

[0251] 图20是根据所公开技术的实施例的生成生物识别信息的方法2000的流程图。在框2010中，方法2000发送具有50MHz至500MHz范围内的频率的超声信号。在框2020中，方法2000基于超声系统的反射生成生物识别信息。

[0252] 图21是生成生物识别图像的方法2100的流程图。在框2110中，方法2000使用一个或多个超声换能器发射频率在50MHz至500MHz范围内的超声信号。在框2120中，方法2100接收超声信号的反射。在框2130中，方法2000基于反射生成生物识别图像。

[0253] 图22是根据本公开技术的实施例的制造声学生物识别触摸扫描仪的方法2200的流程图。在框2210中，方法2200在第一方向和底平面上在玻璃基板的顶部上图案化底部金属电极。在框2220中，方法2200在除了底部金属电极的顶侧的左边缘部分和右边缘部分之外的所有部分上沉积压电薄膜。在框2230中，方法2200在第一方向和与第一方向正交的第二方向上沉积的压电薄膜中蚀刻沟槽或凹槽。在框2240中，方法2200在第二方向上沉积顶部金属电极，其与蚀刻的压电薄膜的顶部一致，顶部金属电极与膜的左边缘部分和右边缘部分一致并且接触底部金属电极。

[0254] 图23是根据所公开技术的实施例的检测手指温度的方法2300的流程图。在框2310中，方法2300使用一个或多个超声换能器，通过介质向手指发送频率在50MHz至500MHz范围内的超声信号。在框2320中，方法2300接收超声信号的反射。在框2330中，方法2300响应于发送和反射信号的行进时间来检测手指的温度。

[0255] 图24是根据所公开技术的实施例的估计手指接收表面的力的方法2400的流程图。在框2410中，方法2400将声学信号发送到手指。在框2420中，方法2400基于来自手指的声学信号的反射来生成手指的指纹的至少一部分的图像。在框2430中，方法2400基于反射检测手指与表面接触的区域。在框2440中，方法2400基于检测到的与表面接触的手指区域来估计手指接收表面的力。

[0256] 图25是根据所公开技术的实施例的估计力测量的时间序列的时段的方法2500的流程图，该时段对应于脉冲率估计。在框2510中，方法2500将多个声信号通过接收表面发送到手指。在框2520中，方法2500以第一采样率生成图像的时间序列，基于来自手指的声学信号的反射，手指的指纹的至少一部分的每个图像。在框2520中，方法2500基于图像的时间序列的每个图像的反射来检测与接收表面接触的手指的脊的表面区域。在框2530中，方法2500基于图像时间序列的每个图像的检测到的表面区域估计手指接触接收表面的力的时间序列。在框2540中，方法2500估计力的时间序列的时段，该时段对应于脉搏率估计。

[0257] 图26-34示出了用于超声指纹扫描的包络检测方法的模拟的电路和结果。模拟假设元件宽度为 $20\mu\text{m}$ ，线间距（切口）为 $20\mu\text{m}$ ，元件高度为10mm，超声波带宽为43:8%。激励是150MHz时的5周期正弦曲线。使用14个有效元件，有效 $f\# = 0.893$ ，其中 $f\#$ 是 f 数或数值孔径，并且定义为焦距除以有效孔径的直径。

[0258] 图26示出了单向插入损耗的模拟。

- [0259] 图27示出了用于将RF信号IQ解调为I和Q信道的电路。
- [0260] 图28示出了模拟的解调同相和正交信号的示例。
- [0261] 图29示出了用于图27的过程的IQ解调的低通滤波器的响应。
- [0262] 图30示出了由图27的电路解调的信号的IQ解调包络。
- [0263] 图31示出了从图30的IQ解调包络获取的100MHz样本。
- [0264] 图32示出了用于IQ解调信号的IQ采样的电路。
- [0265] 图33示出了IQ解调信号的采样同相和正交信号。
- [0266] 图34示出了用于200MHz、150MHz、100MHz和50MHz的IQ采样率的IQ解调信号的包络的曲线图。

生物识别扫描仪与光学系统集成

[0267] 本公开的各方面涉及具有集成的光学系统的生物识别扫描仪。生物识别扫描仪可以至少部分透明,使得光学系统可以通过生物识别扫描仪将光发射到对象,例如手指。生物识别扫描仪和光学系统可以一起用于认证。生物识别扫描仪可以是指纹扫描仪。光学系统可以检测与指纹扫描仪扫描的指纹相关联的活性参数。处理器可以基于由指纹扫描仪生成的手指的图像和由光学系统生成的活性参数来验证手指。

[0268] 集成的光学系统可以有利地测量由指纹扫描仪(例如超声指纹传感器)不那么容易和/或可靠地测量的属性。例如,光学系统可以测量氧气水平(例如, SbO_2)和/或呼吸。此外,在由光学系统传输的光的某些频率下,可以比各种超声系统更深地进行手指测量和/或显示手指的不同属性。

[0269] 指纹扫描仪,例如超声指纹扫描仪,可以是光学透明的,以使用光学系统实现多模态感测。例如,光学系统,例如光体积描记装置,可以通过光学透明指纹扫描仪发送和接收光。作为示例,根据本文讨论的任何原理和优点的超声扫描仪可以包括透明压电薄膜,例如氧化锌薄膜、氮化铝薄膜、聚二氟乙烯薄膜等。在一些情况下,这种超声传感器可包括透明的金属电极,例如氧化铟锡电极等。在某些实施例中,生物识别传感装置包括具有柔性压电薄膜的超声指纹传感器和布置成传输和/或接收通过超声指纹传感器传播的光的光学系统。

[0270] 生物识别扫描系统包括至少部分透明的指纹扫描仪,该指纹扫描仪与配置成通过指纹扫描仪发送和接收光的光学系统集成,可以通过检测指纹和与手指相关联的另一生物特性来增强认证强度来验证手指。这种系统可以实现多模态传感器(或致动器)。作为示例,光学系统可以生成活性参数,例如心率或血氧水平,以帮助认证的稳定性。使用指纹扫描仪和集成光学系统的多级认证提供了强大的方法,可以在没有现场手指的情况下进行认证。此外,根据这里讨论的原理和优点的指纹扫描仪和光学设备的集成可以用相对紧凑的装置提供鲁棒认证。

[0271] 包括与光学系统至少部分透明的指纹扫描仪的生物识别扫描系统可以在使用生物识别认证的任何装置和/或系统中实现,例如指纹认证系统、掌纹认证系统等。

[0272] 虽然下面讨论的示例实施例可以包括与光学系统集成的超声指纹扫描仪,但是至少部分透明的其他合适的指纹扫描仪可以根据本文讨论的原理和优点与光学系统集成。例如,光学系统可以与各种指纹扫描仪集成,例如电容式指纹扫描仪。此外,指纹扫描仪对于可用于检测活性参数的任何合适的能量形态都是透明的。

[0273] 图35-45示出了生物识别传感装置的示例实施例,其具有在具有透明电极430'和440'的超声换能器阵列400下方的光学系统550。超声换能器阵列400位于玻璃410下方,并且用作手指或其他待检查对象的接收表面。在某些情况下,例如在移动电话中,玻璃410可以是工程玻璃。工程玻璃可能会损坏并且耐刮擦。工程玻璃的一个例子是CORNING®GORILLA®玻璃。虽然参考这些示例实施例描述了玻璃410,但是任何其他合适的透明材料,例如透明塑料,可以替代地或另外地用于某些应用中。电极430'和440'可以是用于寻址超声换能器阵列的换能器的金属电极。可替代地,可以实现用于超声换能器阵列400的超声换能器的其他合适的金属电极。

[0274] 本文公开的光学系统550和任何其他光学系统可包括任何合适数量和/或类型的光源和/或任何合适的光检测器。例如,光学系统550可包括反射式血氧计,其包括红色LED和红外LED以及感光器。作为另一示例,光学系统550可包括三个或更多个LED。可选地或另外地,光学系统550可包括一个或多个多光谱传感器,例如掩埋四结光电探测器。在某些实施例中,光学系统550可包括一个或多个激光光源。根据一些实施例,光学系统550可包括LED和激光光源。

[0275] 图35示出了具有透明顶部和底部金属电极的超声换能器阵列400。超声换能器阵列400可以根据以上关于图2-10描述的任何合适的原理和优点来实现。超声换能器阵列400可以对光透明。例如,超声换能器阵列400可包括透明的压电薄膜,例如氧化锌、氮化铝或聚二氟乙烯。在图35-45的实施例中,顶部电极440和底部电极430'至少部分透明。透明度使得光能够穿过底部金属电极430'、换能器材料420和顶部金属电极440'的超声换能器阵列400组件。底部金属电极430'和顶部金属电极440'可以由任何合适的透明金属实现。例如,这些金属电极可以由氧化铟锡实现。

[0276] 图36示出了图35的透明超声换能器阵列在光学系统550上方和玻璃410下方的分解视图。玻璃410对光也是透明的。因此,从光学系统550发射的光通过超声换能器阵列400和玻璃410传输,其具有顶部接收表面,在该顶部接收表面上可以放置待检测或扫描的对象。从被检测或扫描的对象反射的光然后可以通过玻璃410和超声换能器阵列400和光学系统550。

[0277] 光学系统550包括光源560,光学传感器570和支持电子装置580。光学系统550可以在某些应用中包括在照相机和/或摄像机中。在这样的应用中,超声换能器阵列400可以设置在被配置为接收手指的表面和相机和/或摄像机之间。光源560以一个或多个波长或频带发射光。在一些情况下,光源560布置成发射可见光。光源560可以在某些应用中传输红外光。在一些应用中,光源560可以发射激光。支持电子装置580可以控制由光源560发射的光的波长,持续时间和定时。来自光源560的发射光通过透明超声换能器阵列400传输。光学传感器570接收由光源560发射的光。传感器接收的光可以对应于光源560发射的光的反射。

[0278] 用于光学系统550的支持电子装置580利用光源驱动器、光源控制单元和控制电路支持光源560的发射。支持电子器件580用光学传感器570支持跨阻放大器、第二级放大器、抗混叠滤波器、模数转换器和控制电路。这些支持电子装置580组件在图67中示出,并且在下面图67的描述中描述。

[0279] 在图36中描述了玻璃410、超声换能器阵列400和光学系统550,它们在空间上分离,使得各个部件可见。这些组件在生物识别传感装置中彼此集成。

[0280] 图37示出了图36的光学系统550、超声换能器阵列400和玻璃410的集成。与图36不同,组件彼此非常接近地示出。这些组件被示为邻接的并且在空间上不相互分离。

[0281] 图38示出了图37的集成光学和超声系统在第一波长 λ_1 的光从光学系统550的光源560通过透明换能器阵列400和玻璃410到传输到玻璃410的接收表面上的手指期间的截面图。手指具有脊和谷以及诸如静脉107的内部结构。第一波长 λ_1 的透射光可以到达玻璃的接收表面,进入手指,并且被传输到手指的相对靠近手指表面的内部结构,例如静脉107。光可以从例如手指的内部结构(例如静脉107)和手指脊的表面反射。

[0282] 图39示出了图37的集成光学和超声系统在接收手指的第一波长 λ_1 的反射光,通过玻璃410和透明换能器阵列400返回到光学系统550中的光学传感器期间的横截面图。基于接收光的波长或自光源发射光以来的持续时间或其任何合适的组合,感测的反射光可与最近发射的光相关联。可以基于组织中反射或吸收的光的量来评估所接收的光。

[0283] 图40示出了图37的集成光学和超声系统在从光学系统550的光源通过透明换能器阵列400和玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第二波长 λ_2 的光传输期间的截面图。第二波长 λ_2 的透射光可以到达玻璃的接收表面,进入手指,并且传递到手指的内部结构,例如相对靠近手指表面的静脉107。光可以从例如手指的内部结构(例如静脉107)和手指脊的表面反射。

[0284] 图41示出了图37的集成光学和超声系统在接收手指的第二波长 λ_2 的反射光,通过玻璃410和透明换能器阵列400返回到光学系统550中的光学传感器期间的横截面图。所感测的反射光可以基于所接收的光的波长、自光源发射光以来的持续时间、所发射然后接收的反射光所经过的路径的距离、或其任何合适的组合与最近发射的光相关联。

[0285] 图42分别示出了在第一和第二波长处的光发射和接收,如图38-41所示。可以使用不同波长的接收光的比较来例如对接收表面上的手指进行反射脉搏血氧测定读数。这种比较可以由与光学系统550通信的任何合适的处理器执行。亮红色氧合血液在红外波长处比在红色波长处吸收更多的光。相比之下,较暗的脱氧血液在红色波长下比红外波长吸收更多的光。反射式血氧计可以通过测量红色(例如,660nm)和红外(例如,940nm)波长的吸收,并将红光测量值与红外光测量值的比率转换为外周氧饱和度(SpO₂)的估计值来量化这种吸收差异。反射式血氧计可以执行脉搏血氧计的功能。在一些情况下,脉冲血氧计可以与集成的指纹传感器相关联地实施,例如集成的超声指纹传感器。图42的实施例捕获两个不同波长的测量值,例如脉搏血氧饱和度读数。该实施例的其他应用可以以多于两个频率(或频率范围)发送和接收光,以表征这些频率处的吸收光谱的差异。

[0286] 图43是图37的示例性实施例的透视图,其中光学系统550位于具有透明金属电极的超声换能器阵列400下方,在发射阶段,在接收表面上没有手指。光从光学系统550的光源通过透明换能器阵列400和玻璃410发出。在玻璃410的接收表面上没有示出手指。

[0287] 图44是图37的示例性实施例的透视图,其中光学系统550在具有透明金属电极的超声换能器阵列400下方,在发射阶段,手指在接收表面上。光从光学系统550的光源通过透明换能器阵列400和玻璃410发射到玻璃410的接收表面上的手指。透射的光可以到达玻璃140的接收表面,进入手指,并且被传递到手指的内部结构,例如相对靠近手指表面的静脉。光可以从例如手指的内部结构(例如静脉)和手指脊的表面反射。

[0288] 图45是图37的示例性实施例的透视图,其中光学系统550在具有透明金属电极的

超声换能器阵列400下方,在接收阶段,手指在接收表面上。光可以从手指反射回来,通过玻璃410和透明换能器阵列400返回到光学系统550中的光学传感器。感测的反射光可以基于接收光的波长、自光源传输光以来的持续时间、传输然后接收的反射光所经过的路径的距离,或其任何合适的组合与最近透射的光相关联。

[0289] 图46-55示出了具有在不透明金属电极的超声换能器阵列下方的光学系统的示例实施例。超声换能器阵列在玻璃以及用于手指或其他待检查对象的接收表面下方。即使底部金属电极430和顶部金属电极440是不透明的,透明性也使光能够穿过换能器材料420。

[0290] 图46示出了分别具有不透明的顶部和底部金属电极440和430的超声换能器阵列。超声换能器阵列400可以根据以上关于图2-10描述的任何合适的原理和优点来实现。在图35-45的实施例中,顶部金属电极440和底部金属电极430是不透明的。透明度使得光能够穿过换能器材料420,但是光不会穿过不透明的底部金属电极430或顶部金属电极440。

[0291] 图47示出了图46的超声换能器阵列400在光学系统550上方和玻璃410下方的分解图,具有玻璃410、超声换能器阵列400和光学系统550。如图48-55所示,玻璃410、超声换能器阵列400和光学系统550可以彼此靠近。这些组分可以相邻并且不在空间上彼此分开。玻璃410对光也是透明的,使得从光学系统550传输的光透过超声换能器阵列400和玻璃410,玻璃410具有顶部接收表面,在该顶部接收表面上可以放置待检测或扫描的对象。然后,从待检测或扫描的对象反射的光可以穿过玻璃410和超声换能器阵列400,但是光不会穿过不透明的底部金属电极430或顶部金属电极440到达光学系统550。

[0292] 光学系统550包括光源560、光学传感器570和支持电子装置580。光源560可以以一个或多个波长或频带传输光。支持电子装置580可以使光源560调整透射光的波长、持续时间或定时中的一个或多个。从光源560传输的光透过换能器阵列400的透明部分,在不透明底部金属电极430和顶部金属电极440之间的矩形(或正方形)部分中。光学传感器570布置成接收之前曾被传播过的光。由光学传感器570接收的光可以对应于由光源560透射的光的反射。

[0293] 用于光学系统550的支撑电子装置580利用光源驱动器、光源控制单元和控制电路支持光源560的传输。支持电子装置580可以通过跨阻抗放大器、第二级放大器、抗混叠滤波器、模数转换器和控制电路来支撑光学传感器570。这些支持电子装置580组件在图67中示出,并且在下面的图67的描述中描述。

[0294] 玻璃410、超声换能器阵列400和光学系统550在图47中描绘为空间分离的,使得各个组件是可见的。

[0295] 图48示出了图47的集成的光学和超声系统在第一波长 λ_1 的光从光学系统550的光源560通过换能器阵列400的透明部分、不透明的底部金属电极430和顶部金属电极440之间的部分、以及玻璃410,传输到玻璃410的接收表面上的手指期间的截面图。第一波长 λ_1 的发射光可以到达玻璃的接收表面,进入手指,并且被传递到手指的内部结构,例如静脉107,其相对靠近手指的表面。光可以从例如手指的内部结构和手指脊的表面反射。

[0296] 图49示出了图48的集成的光学和超声系统在接收穿过玻璃410并通过换能器阵列400的透明部分传回光学系统中的光学传感器570的接收手指的第一波长 λ_1 的反射光时的截面图。感测到的反射光可以基于接收光的波长、光源发射光的持续时间、发射然后接收的

反射光所采取的路径的距离或其任何合适的组合与最近发射的光相关联。

[0297] 图50示出了图47的集成的光学和超声系统在第二波长 λ_2 从光学系统550的光源通过透明的换能器阵列400的部分、不透明的底部金属电极430和顶部金属电极440之间的部分、以及玻璃410以传输到玻璃410的接收表面上的手指105的过程中的截面图。第二波长 λ_2 的透射光可以到达玻璃的接收表面,进入手指,并且被传递到手指的内部结构,例如相对靠近手指表面的静脉107。光可以从例如手指的内部结构和手指脊的表面反射。

[0298] 图51示出了图48的集成的光学和超声系统在接收通过玻璃410和换能器阵列400的透明部分传回光学系统550的光学传感器的第二波长 λ_2 的反射光期间的截面图。所感测的反射光可以基于接收光的波长、光被光源传输的持续时间和/或传输然后接收的反射光所采用的路径的距离或其任何合适的组合与最近发射的光相关联。

[0299] 图52示出了第一和第二波长的光发射和接收,如图48-51所示。在不同波长的接收光中的比较可以用于例如在接收表面上的手指的反射脉搏血氧测定读数,如上面参考图42所述。

[0300] 图53是图47的示例性实施例的透视图,其中光学系统550位于具有不透明金属电极的超声换能器阵列400下方,在发射阶段,接收表面上没有手指。光从光学系统550的光源通过透明的换能器阵列400的部分和玻璃410发出。图53中的玻璃410的接收表面上没有手指。

[0301] 图54是图47的示例性实施例的透视图,其中光学系统550在具有不透明金属电极的超声换能器阵列400下方,在发射阶段,手指在接收表面上。光从光学系统550的光源通过换能器阵列400的透明部分和玻璃410发射到玻璃410的接收表面上的手指105。透射光可以到达玻璃的接收表面410,进入手指,并被传送到手指的内部结构,例如静脉107,其相对靠近手指的表面。光可以从例如手指的内部结构和从手指脊的表面反射到具有不透明金属电极的超声换能器阵列下方的光学系统。

[0302] 图55是图47的示例性实施例的透视图,其中光学系统550在具有不透明金属电极的超声换能器阵列400下方,在接收阶段,在接收经玻璃410和换能器阵列400的透明部分传回到光学系统550的光学传感器的手指反射光的期间,在接收表面上具有手指。感测的反射光可以基于例如接收光的波长、由光源发出光的持续时间、以及传输然后接收的反射光所采用的路径的距离与最近发射的光相关联。

[0303] 图56-65示出了具有嵌入具有不透明金属电极的超声换能器阵列内的光学系统的示例实施例。具有嵌入式光学系统以及用作手指或其他待检查对象的接收表面的超声换能器阵列400位于玻璃下方。如图所示,底部金属电极430和顶部金属电极440是不透明的。在一些其他实施例中,底部金属电极430和/或顶部金属电极440是透明的或至少部分透明的。嵌入式光学系统550包括嵌入式光源560和光学传感器570。支持电子器件580(未示出)可嵌入超声换能器阵列内、超声换能器阵列400侧、和/或超声换能器阵列400下方。

[0304] 图56示出了具有不透明顶部金属电极430的超声换能器阵列400和具有嵌入式光源560和光学传感器570的底部金属电极440。超声换能器阵列400可以根据上面关于图2-10描述的任何合适的原理和优点来实现。光源560和传感器570嵌入在超声换能器阵列内,例如,在不透明底部金属电极430和顶部金属电极440之间的矩形(或方形)部分内。来自光源560和光到传感器570的光不再需要穿过整个超声换能器阵列400,因为包括光源560和传感

器570的光学系统550被嵌入超声换能器阵列400内。在光源560和/或光学传感器570位于换能器材料420的顶部表面和顶部金属电极440之间的实施例中,光不需要穿过换能器材料420、底部金属电极430或顶部金属电极440。

[0305] 图57示出了具有嵌入光源560和光学传感器570的超声换能器阵列400和图56的玻璃410的分解视图。如图58-66所示,玻璃410和嵌入有光源560和传感器570的超声换能器阵列400彼此集成。

[0306] 图58示出了在从光源560通过玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第一波长 λ_1 的光传输期间图57的集成的光学和超声系统的截面图。第一波长 λ_1 的透射光可以到达玻璃410的接收表面,进入手指,并且传递到手指的相对靠近手指的表面的内部结构,例如静脉107。光可以从例如手指的内部结构和从手指脊的表面反射到光学传感器570。

[0307] 图59示出了在接收手指的第一波长 λ_1 的反射光,通过玻璃410返回光学系统中的光学传感器570期间图57的集成的光学和超声系统的横截面图。所感测的反射光可以基于例如所接收的光的波长,自光源发射光以来的持续时间,以及所发射然后接收的反射光所采用的路径的距离与最近发射的光相关联。

[0308] 图60示出了在从光源560通过玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第二波长 λ_2 的光传输期间图57的集成的光学和超声系统的截面图。

[0309] 图61示出了在接收手指的第二波长 λ_2 的反射光,通过玻璃410返回光学系统中的光学传感器570期间图57的集成的光学和超声系统的横截面图。所感测的反射光可以基于例如所接收的光的波长、自光源发射光以来的持续时间、以及所发射然后接收的反射光所采用的路径的距离与最近发射的光相关联。

[0310] 图62示出了在第一和第二波长处的光传输和接收,如图58-61所示。在不同波长的接收光中的比较可用于例如接收表面上的手指的反射脉搏血氧饱和度读数,如上文关于图42所述。

[0311] 图63是图57的示例性实施例的透视图,其中光学系统嵌入具有不透明金属电极的超声换能器阵列400内,在发射阶段,在接收表面上没有手指。光从光学系统550的光源560通过玻璃410发出。在玻璃410的接收表面125上没有手指。

[0312] 图64是图57的示例性实施例的透视图,其中光学系统嵌入具有不透明金属电极的超声换能器阵列400内,在发射阶段,手指在接收表面上。光从光学系统550的光源560通过玻璃410发出。

[0313] 图65是图47的示例性实施例的透视图,其中光学系统550嵌入具有不透明金属电极的超声换能器阵列400内,在接收阶段,手指在接收表面上。

[0314] 图66示出了示例实施例的截面图,其中光源560和光学传感器570垂直于并邻接超声换能器阵列400。在图66的实施例中,光源560可以在基本平行于该接收面的方向上发光。由光源560发射的光通过透明换能器材料420传输到超声换能器阵列400中的凹槽460,通过玻璃410到达玻璃410的具有手指的接收表面125。凹槽460可以将光源560发出的光朝向接收表面转动。透射光可以到达玻璃410的接收表面,进入手指105,并且传输到手指的内部结构,例如静脉107,其相对靠近手指的表面。光可以从例如手指的内部结构和手指脊的表面反射。这样的反射光可以穿过玻璃410到达上部金属电极之间的凹槽460,并且到达垂直于超声换能器阵列400并且邻接超声换能器阵列400的光学传感器570。凹槽460可以将反射光

转向光学传感器570。

[0315] 除了垂直于和邻接超声换能器阵列400的光源560和光学传感器570之外,光学系统550还包括支持电子装置580(未示出),其位于具有光源560和光学传感器570的超声换能器阵列400的侧面和/或超声换能器阵列400下方。

[0316] 图67示出了示例声学生物识别触摸扫描仪,包括超声系统和光学系统550。超声系统包括超声换能器阵列400、发射电子器件和接收电子器件。光学系统550包括光源560、光学传感器570和支持电子器件580。

[0317] 所示的发射电子器件包括发射开关网络1005、电压脉冲发生器1010、发射波束成形电路1015、发射控制电路1020。所示的接收电子器件包括接收开关网络1025、低噪声放大器1030、模拟滤波器1035、时间增益补偿电路1040、模数转换器1045、接收波束形成电路1050、包络检测电路1055、接收控制电路1060、处理器1065和存储器107。接收电子器件和/或发送电子器件可以根据以上关于图10描述的任何合适的原理和优点来实现。

[0318] 图示的光学系统550包括光源560、光学传感器570和支持电子器件580。图示的支持电子器件580用光源驱动器581、光源电流控制单元582和控制电路583支持光源560。所示的支持电子器件580支持具有控制电路583、跨阻抗放大器584、第二级放大器585、抗混叠滤波器586和模数转换器587的光学传感器570。在一个实施例中,光学系统550对应于反射光脉搏血氧计,并具有相应的组件。

[0319] 控制电路583控制所示光学系统550中光源的定时、持续时间、波长(波长范围)和功率的发射功率。控制电路583还可以控制感测入射光的定时,该入射光可以是先前透射光的反射。控制电路583被示为图67中的单个框。然而,控制电路583可以控制发送和接收,或者可以与处理器1065、接收控制电路1060和或发送超声系统的控制电路1020相结合。在一个实施例中,控制电路583与处理器1065、发射控制电路1020和接收控制电路1060协调,以协调和控制超声换能器阵列400传输和光源560光发射的相对定时。例如,在一个实施例中,可以控制超声和光源发射不重叠。在另一个实施例中,超声和光源发射可以被控制为至少部分重叠。

[0320] 光源560可包括任何合适的光源。示例光源包括发光二极管、有机发光二极管、激光器等。例如,光源560可以包括一个或多个发光二极管,其被配置为在一定频率范围内发光,并且具有持续时间和功率水平以获得生物识别测量。示例性生物识别测量包括脉搏血氧测量读数、血流测量、脉搏读数、温度、葡萄糖检测、血糖水平、脱水水平、血液酒精水平和血压。例如,在光谱的可见光和红外部分发出光的LED可用于获得生物识别测量。光源560可以在某些应用中发射各种不同的波长,并且不限于这种应用中的特定波长。例如,中红外激光脉冲可用于葡萄糖检测。

[0321] 光源560可以包括以线、行和列、六边形镶嵌或其他合适布置排列的多个光源。在光学系统550中可以包括单个光源560或多个光源。在一个实施例中,单个光源560可以在超声换能器阵列400的下方,如图37和图47所示。在一个实施例中,单个光源可以嵌入在超声换能器阵列400中,例如在顶部金属电极430和底部金属电极440之间的部分中,如图56所示。在一个实施例中,例如,光源可以是超声换能器阵列400的侧面,如图66所示。在一个实施例中,光纤或其他合适的光转向特征可以向内引导光。

[0322] 光源电流控制单元582控制光源560发出的光的脉冲的开始时间,结束时间,波长

和功率。光源驱动器581将脉冲发送到光源560。

[0323] 发射的脉冲由光源560发射,其可以被反射回光学传感器570。

[0324] 光学传感器570可包括任何合适的光学传感元件。例如,光学传感器570可以包括一个或多个光电二极管,其被配置为在一定频率范围内接收光,并且具有持续时间和功率水平以获得生物识别测量,例如脉搏血氧测量读数和/或血流测量。例如,在光谱的可见和红外部分接收光的光电二极管可用于获得生物识别测量。光学传感器570可以在某些应用中感测各种不同的波长,并且不限于这种应用中的特定波长。在一个实施例中,光学传感器570可以包括能够感测多个频带的光的多光谱成像器。在一个实施例中,光学传感器570可以包括在摄像机中,该摄像机能够测量源自血流的皮肤中的颜色的细微变化以检测脉搏。

[0325] 光学传感器570可以包括以线、行和列、六边形镶嵌或其他合适布置排列的多个光学传感器。在光学系统550中可以包括单个光学传感器570或多个光学传感器。在一个实施例中,单个光学传感器570可以在超声换能器阵列400的下方,例如,如图37和图47所示。在一个实施例中,例如,如图56所示单个光学传感器570可以嵌入在超声换能器阵列400中,例如在顶部金属电极430和底部金属电极440之间的部分中。在一个实施例中,例如,如图66所示光学传感器570可以在超声换能器阵列400的侧面。

[0326] 在某些实施例中,光学传感器570包括将入射光子转换成电流的一个或多个光电二极管。所得到的电流由跨阻抗放大器584转换为电压,并由第二级放大器585放大。抗混叠滤波器586通过滤波来自第二级放大器的放大电压以减少混叠。抗混叠滤波器的输出用模数转换器587数字化。用于光学系统550的模数转换器587可以在比超声系统模数转换器1045更低的频率下操作。例如,光学系统550模数转换器1045可以在例如2kHz范围内操作,具有大约22位数字化精度。可以针对特定应用实现其他合适的频率范围和/或精度。模数转换器587可以数字化抗混叠滤波器586的模拟输出,以便随后对信号进行数字处理。在一个实施例中,模数转换可以发生在接收处理链的不同阶段。

[0327] 图68示出了示例生物识别触摸扫描仪,包括超声系统和光学系统。超声系统包括超声换能器阵列、发射电子器件和接收电子器件。光学系统包括光源、光学传感器和支持电子装置。图68的组件可以如上面参考图10和图67所描述的那样实现。图67的生物识别扫描装置包括用于超声系统和光学系统的单独组件。相反,图68的生物识别扫描装置包括用于超声系统和光学系统的共享处理单元。图68的处理器1065可以用作超声系统的处理器和光学系统的控制电路。

[0328] 所公开的技术的一个方面是生物识别指纹传感装置。该装置包括光学发射器,其被配置为发射具有在400nm至1000nm范围内的频率的光。该装置还包括超声换能器阵列,其配置为发射具有从50兆赫(MHz)到500MHz的范围内的频率的超声信号。超声换能器包括压电薄膜。该装置还包括第一金属电极。该装置还包括与第一金属电极正交的第二金属电极。第一金属电极和第二金属电极能够寻址阵列的超声换能器。该装置还包括被配置为接收手指的表面。该装置还包括处理器,该处理器被配置为基于来自手指的可见光和/或超声信号的反射来产生手指指纹的至少一部分的图像。该装置还包括致动器,该致动器被配置为改变与接收表面接触的手指的温度和/或压力。

[0329] 在一个实施例中,光学发射器通过超声换能器、第一金属电极和第二金属电极传输光。在一个实施例中,超声换能器在一个实施例中至少部分透明,第一和第二金属电极至

少部分透明。

[0330] 在一个实施例中,超声换能器阵列位于光学发射器和接收表面之间,并且超声换能器、第一金属电极和第二金属电极对透射光至少部分透明。

[0331] 在一个实施例中,超声换能器通过光发射器发射超声信号。

[0332] 在一个实施例中,光学发射器包括在平面上的方形的光学发射器阵列,每个方形由第一金属电极和第二金属电极的凸起限定在平面上。

[0333] 在一个实施例中,光学发射器邻接超声换能器。

交互式生物识别扫描仪

[0334] 本公开的实施例涉及一种扫描仪,例如指纹扫描仪,其能够作为致动器。致动器可以将能量输送到对象,例如手指。这可以在扫描仪和用户之间建立双向通信。这种双向通信可以涉及实时交互认证过程。对于本文公开的任何合适的交互式生物识别扫描仪,可以在毫秒的时间尺度上执行具有双向通信的认证。例如,本文公开的具有超声波感测和/或致动的任何合适的超声波交互式生物识别扫描仪可以在毫秒时间尺度上执行双向认证。本文公开的一些其他双向通信技术可以在几秒内执行。双向通信可以提供强大的鲁棒认证。双向通信可以称为交互性。

[0335] 双向通信可以实现多因素认证,其提供旨在打击可能秘密地和/或非法复制或其他方式获得表示用户的来自认证的指纹扫描和/或其他生物识别信息(例如,来自先前认证会话的脉搏和/或温度)的数据的诈骗者的实时交互。在认证期间用于认证的手指或其他对象的交互是预先不可预测的(例如,随机的)应该能够防止诈骗者用先前数据进行认证。作为一个示例,在扫描指纹和脉搏的同时,可以在保持手指在扫描仪上的同时提示被认证的用户站立。然后,扫描仪可以检测与站立相关的脉搏变化,并且脉搏的变化可以用于验证用户。作为另一个例子,用户可以感觉到触觉能量并且可以提示用户采取行动,例如从扫描仪移除手指或者改变手指施加到扫描仪的力。这种动作可以通过传感器(例如超声传感器)通过各种方法检测,例如通过检测脊的加宽(例如,力检测)和/或手指的毛细管。

[0336] 指纹扫描仪,例如超声波指纹扫描仪,可以作为传感器以及致动器。作为致动器,扫描仪可以以用户可感觉到的形式例如超声波输送能量。这可以在扫描仪和用户之间建立双向通信。扫描仪可以检测对传递的能量的响应以用于认证。作为示例,超声能量可以通过焦点突发传递,该焦点突发可以被手指检测为热脉冲、推动、诸如手指刺痛感的神经调节等,或其任何合适的组合。可替代地或另外地,可以使用其他能量模态来传递可以由手指感测的信号。因此,将扫描仪转换成双向通信装置的想法可以应用于各种形式的扫描仪。在传感器还用作致动器的一些情况下,传感器可以检测对传递的能量的响应。例如,超声指纹传感器还可以检测各种活性参数(例如,组织硬度和/或温度)如何响应于超声指纹传感器所传递的能量而改变。

[0337] 传感器和致动器可以设在被配置为接收手指以进行认证的表面下方。传感器和致动器可以定位在一层或多层玻璃和/或工程玻璃下方。当手指位于正在验证手指的装置的表面上时,可以执行交互式生物认证。

[0338] 某些致动器可以传递被认证的人可察觉的能量。作为一个示例,超声指纹传感器可以向手指提供触觉能量,人可以感知该触觉能够促使来自人的响应(例如,站立)。一些其他致动器可以输送被识别的人不易察觉的能量。例如,超声指纹传感器可以产生热量到人

不感知的程度,但是可以将其检测为用于认证手指的响应。

[0339] 双向通信可以由一个集成装置实现,该集成装置具有与正在扫描手指的超声传感器相同的位置的不同活性测量。

[0340] 可以使用不同的活性测量来实现双向通信,并且可以在指纹和相同位置的同时执行交互。这可以确保不同的活性参数与同一用户相关联。

[0341] 可以使用不同的装置来实现双向通信以认证人。例如,被认证的人可以被一个装置提示与不同的装置交互。在两个装置是电话和平板电脑的实施例,可以通过电话提示人将他的手指按压在平板电脑上。

[0342] 通过双向通信,可以提高扫描仪的安全性和/或安保性。通过交互式认证会话或过程,可以防止使用过去签到的诈骗者进行虚假认证。在认证期间由扫描仪发送的信号可以导致用户响应多因素认证的进一步动作。该信号可以在不容易预先预测的时间发送。致动器可以提示各种响应。有些反应可能是无意的。例如,手指可以响应于施加到致动器的能量而被加热。某些反应可以涉及自愿的用户行动。例如,响应可以是事先约定的另一个手指扫描、输入一组数字、或者任何其他可能的动作或在系统建立时较早同意的许多动作。其他类型的激励可以在手指下创建盲文字符,该字符可以是一种代码,该代码引起用户的编码响应。这些认证提示可以在没有事先约定的情况下随机生成,并且可以由处理器、存储器和相关软件来识别和记录。这样的处理器、存储器或相关软件也可以体现此处公开的技术的一个或多个合适的特征。检测任何这些类型的响应可以创建相对于仅检测指纹的更安全的认证方法。

[0343] 指纹通常不会改变。因此,如果指纹被欺骗,则不能像密码那样容易地改变。通过双向通信,活动手指或现场用户的各方面可以用作提供鲁棒认证的优点。某些致动可以产生无意识的生物反应,其可以被检测并用于难以欺骗的多因素认证中。在一些情况下,对致动的响应可以吸引用户的大脑,使得用户执行可以在多因素认证中检测和使用的特定动作。这种反应对欺骗特别具有挑战性。

[0344] 此处讨论的双向通信的原理和优点可以在任何合适的装置、系统或方法中实现,其中认证用于访问安全数据或信息。示例应用包括电子装置、枪支和汽车或家庭中的门钥匙的安全认证。一些其他应用包括智能卡(例如,包括集成芯片的信用卡)。这里讨论的任何适当的原理和优点都可以在智能卡中实现。智能卡可以包括包括指纹扫描仪的芯片,例如超声波指纹传感器。在某些情况下,智能卡可以在卡的大部分或全部主表面上包括用于超声生物识别传感的压电薄膜(例如,氧化锌薄膜)。一些附加的应用包括汽车的方向盘,其检查驾驶员的生物识别信息(如心率),以确定驾驶员是否表现出愤怒、焦虑、醉酒等,或其任何合适的组合。

[0345] 因此,由所公开的技术实现的“活性”测量允许交互性。这允许用于鲁棒认证的实时交互,旨在消除获得用户的指纹扫描或视网膜扫描、脉搏、温度、心电图或其他标识符的数字表示的诈骗者获得未经授权访问的尝试。例如,这种安全系统可用于控制对网站数据库的访问,建立或使用武器。如果在身份验证过程中需要随机交互,则较早的身份验证会话的副本将不足以获得访问权限。

[0346] 所公开的技术包括可以使用以下三种类型的认证因素中的一种更多的系统:知识因素、占有因素和内在因素。知识因素包括(或应该)仅为个人用户所知的密码和个人识别

码(PIN)。占有因素包括密钥、密钥卡、智能手机或YubiKey等物理加密密钥。内在因素或生物特征包括指纹、虹膜或面部扫描、步态、心跳或其他生物识别指标。仅依赖于这三种因素中的一种的系统可能比使用这些因素中的两种或更多种的系统更脆弱。例如,密码可能被盜、可以克隆密码、以及数字化模拟生物识别。

[0347] 双因素身份验证可以涉及来自三种类型的身份验证因素中的两种的身份验证。例如,双因素认证系统可以涉及基于用户输入知识因素(例如密码)和具有占有因素的认证,例如手机、Yubikey或Duo app。在此示例中,如果具有用户密码的攻击者没有用户的手机或密钥卡,则可以将其击败。同样,使用用户手机但没有密码的攻击者将无法进行身份验证。

[0348] 三因素认证可以涉及来自所有三个因素的认证:知识、拥有和内在。表面上的指纹已经使用了几十年来识别犯罪嫌疑人。这样的指纹可以从表面上举出来,如《不可能的任务》和詹姆斯·邦德电影中所描述的,或者将数字复制到傻瓜认证系统。捕获内部结构特征和指纹表面的三维指纹不容易从表面或数字复制中提取出来。通过使用响应于刺激而改变的内在或生物特征来引入额外的安全级别,因为攻击者不一定预先知道在验证过程中将应用哪些刺激。

[0349] 引入指纹或虹膜扫描认证的一个问题是,例如,战区中的攻击者可能会移除身体部位以击败身份验证系统。这种可怕的可能性强调了测试扫描的手指是否完整并附着到现场用户的重要性,而不是截肢的手指、死者的手指、假手指或手指的数字表示。

[0350] 所公开的技术包括用致动器测量活性的方法,所述致动器通过辐射、压力或热量激活神经元,引起内在特征或生物特征的变化。所公开的技术还包括通过提示用户采取动作来测量活性的方法。这种与用户大脑的交互有助于确定手指是附着在用户身上的活动手指,因为与用户的大脑存在神经连接,以帮助验证内在因素。

[0351] 例如,通过所公开技术的实施例扫描的用户可以在指纹被认证时扫描她的脉搏,并且对于双因素认证,可以要求用户在握住扫描仪的同时站立。该装置将测量心跳和/或另一个会改变站立结果的参数的变化。用户可以感觉到触觉能量,并且提示用户采取动作,例如移开她的手指,向下按压扫描仪,这将被注册为手指施加到扫描仪的力,或者在屏幕上键入字母或单词。触觉能量可以由MEMS装置致动并且由诸如ASIC的控制器控制。可以通过指纹传感器检测响应于触觉能量的无意或自愿的手指移动。

[0352] 在某些应用中,通过所公开技术的实施例扫描的用户可以在被提示进行几次深呼吸之后获得她的血氧水平,进行几次深呼吸应该会增加她的血氧水平。或者,可以提示她屏住呼吸,这应该降低她的血氧水平。可以基于提示之前和之后的血氧读数的比较来确定血氧水平的变化。在一个实施例中,被扫描的用户的呼吸模式可以与心率相关,例如瞬时心率。在一个实施例中,响应于提示分析被扫描用户的呼吸模式的变化,并且与提示之前和之后的瞬时心率相关。

[0353] “活”的和授权的用户的先前会话的数字表示,包括她的指纹、视网膜扫描、脉搏或其他测量,可用于在某些情况下在可预测的认证会话中获得访问。通过随机或以其他方式不可预测地变化,例如,触觉能量模式和从会话到会话的定时,先前会话的数字表示不足以获得未经授权的访问。

[0354] 一些用户不愿意使用他们的指纹来解锁便携式计算装置,例如智能电话,因为与密码不同的是,指纹不容易改变。被盜密码很容易被替换,但是一旦有人窃取了指纹的数字

相似性,指纹就不容易改变。所公开的技术通过添加“活性”测量以及随机或不可预测的认证操作来减轻其他人复制指纹的问题的方法从而将指纹的唯一性从否定(对于那些担心他们的“相似性”可能被盗的人)到肯定,其涉及用户的唯一指纹或手指的其他特征。

[0355] 验证用户是用户的一种解决方案,而不是向银行发送代表用户密码或高级生物特征表示的0和1的诈骗者,是添加第二因素认证(2FA)以验证用户。一些当前的2FA使用密码和第二个因素进行身份验证。第二因素的示例包括例如发送给用户的移动电话的号码,通过电子邮件发送给用户的代码,或者对用户先前提出的问题的正确答案。某些第二因素授权使用第二个装置。

[0356] 但是,现有的2FA方法可以被黑客攻击,包括在输入密码后由用户输入的随机数字发送到第二个装置。此外,现有的2FA或多因素认证方法对于用户来说可能花费时间或者是困难的,或者需要第二装置,导致多因素认证方法的用户使用率低。

[0357] 所公开的技术包括交互式方法,其中装置可以影响指纹,类似于在正被扫描的瞳孔中引起无意识的肌肉收缩的明亮光或者在认证命令闭眼之后识别眼睛闭合的面部识别系统。所公开的技术包括与用户交互的致动器,从而引起可检测的响应。相互作用可以包括加热、冷却、振动、发光、发出声音或影响用户的任何其他合适的刺激。致动器可以由指纹传感器实现。在一些情况下,致动器可以包括计算装置的硬件,例如移动电话,其与指纹传感器分离并且为计算装置执行其他功能(例如,振动装置)。回应可以是非自愿的或自愿的。对于用户来说,非自愿的响应,例如心跳或脉搏率的变化可能甚至不明显。其他非自愿反应可能与指纹脊或内部指纹结构的变化有关。自愿响应包括定向手指移动、手指压力或通过触摸,打字或语音将信息输入用户界面。

[0358] 由于刺激可能是不可预测的(例如,随机和/或表现出统计随机性),可以是多个步骤,并且可以引发可预测的自愿或非自愿响应,所公开的技术能够实现鲁棒认证。刺激或方法序列可以通过例如随机算法和/或使用随机数发生器随机选择。例如,触觉刺激可以相对于振动之间的间隔、振动的数量、振动的持续时间、刺激的位置或刺激的模式而不可预测地变化。类似地,不同的加热刺激是可能的。还可以提示用户在另一只手的手掌上快速摩擦他的手指,然后将其放回指纹传感器上。然后可以测量更高的温度。这种类型的相互作用很难预测。可以提示用户重新定向装置,沿特定方向移动或挤压手指。这些动作中的每一个都产生可预测的结果,其可以被感测和分析,例如,通过量化手指脊间距或手指上的点在手指的所获取的一组超声图像的帧与帧之间的移动。

[0359] 在一个实施例中,用户可以使用两个并置装置(例如银行分支中的计算机和用户的移动电话)进行认证,这两个装置都包括根据本文所公开的任何原理和优点的生物识别触摸扫描仪。然后,通过确认装置正在读取对应的用户的指纹(例如用户的温度、脉搏率和/或脉搏血氧饱和度读数)来验证用户,从而验证用户的身份。

[0360] 该方法可以扩展到同一地点的两个用户,类似于需要高于某个美元阈值的共同签名线的银行。双方都可以使用申请签名,表明一个是帐户持有人,另一个是共同签名者。双方都将他们的指纹验证为他们自己的指纹以及他们的一个或多个生物识别参数,例如他们的脉搏、温度和氧气水平中的一个或多个。当银行或其他在线站点提示时,各方切换装置,并且在切换之后为每个用户检测指纹和一个或多个生物参数。如果指纹和生物识别级别匹配,则对用户进行身份验证。

[0361] 通过引入数字水印和加密,可以增加安全级别,其中生物特征数据和交互被组合以形成数字水印并在数据流内加密。例如,可以在图67和/或图68的系统的流中引入这样的数字水印和加密。水印和加密可以通过帮助人们注意到中断或暂停或中断数据流来检测剪切和粘贴动作。例如,如果银行引起触觉能量脉冲提示以使用户识别出他们应该移除他们的手指,那么诈骗者将不得不几乎立即发送相当于移除手指的0s和1s,然后还发送将改变脉搏的响应于站立的提示的必要的0s和1s或者表示用户的指纹被按下的0s和1s进行认证。水印和加密将被设计为能够检测数据流中的拼接或中断,因为诈骗者试图跟上交互式提示。

[0362] 所公开的技术的实施例涉及用于认证的改进的装置,系统和方法,包括用于确定活性的认证。这样的实施例涉及确定传感装置的接收表面上的指尖是否是实际的活动手指而不是假体装置、非活动手指或试图代替活动手指进行认证的其他对象。

[0363] 所公开的技术可以解决与骗子欺骗远程装置有关所谓“重放”攻击的问题。例如,骗子可以尝试通过新的生物识别扫描中重放认证会话期间使用的数字签名来欺骗认证方法。此外,某些生物识别扫描可能无法阻止使用特洛伊木马的骗子添加假模板(即,在认证时与指纹或脸部算法匹配的模板)以规避认证过程。通过扫描仪和用户之间的双向通信,用数字签名或假模板或其他试图欺骗扫描仪的尝试来欺骗扫描仪将是非常困难的。

[0364] 在传输期间,诈骗者还可以攻击电话和银行之间的传输并篡改存储在银行或云站点的模板。除了指纹扫描之外还包括生物度量扫描的计算装置,例如面部识别或虹膜扫描,仍然可以被假模板或重放攻击所欺骗。

[0365] 因此,需要易于执行的交互系统,在认证会话期间发生多次扫描,作为克服这些认证问题的方式。所公开的技术将生物识别测量和与不同生物识别装置之间的相互作用的元素相结合以进行认证

[0366] 就像《不可能的任务》和詹姆斯·邦德复制指纹来欺骗认证者一样,有可能破解缺乏与重放攻击的交互性的现有系统,所公开的技术引入了双向通信,包括感知和影响,用于随机、不可预测的交互式会话以进行认证。例如,所公开的技术可以利用指纹装置和另一个单独的生物识别装置来测量诸如脉搏的共同因素。每个脉冲在其主要认证过程中测量脉搏,其与例如指纹识别、虹膜识别、面部识别或视网膜识别相结合。

[0367] 示例性实施例包括指纹传感器、致动器和处理器,该处理器被配置为基于指纹传感器产生的手指的图像和由致动器所传递的能量的检测响应来认证手指。指纹传感器可以在某些实施例中实现致动器。现在将参照附图来描述各种实施例。

[0368] 图69示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例性实施例,包括在超声换能器阵列400下方的光源560致动器,它们位于具有可放置手指的接收表面的玻璃410下方。在一个实施例中,如上面关于图68所描述的光源560是光学系统550的一个部件。

[0369] 图70示出了图69的实施例,其中光源560致动器将光通过超声换能器阵列400和玻璃410传输到玻璃410的接收表面上的指状物105。光源560发射足以将接收表面上的指状物105的至少一部分从温度T加热到温度 $T + \Delta T$ 的具有一定波长,持续时间,和功率水平的光,其中T可以接近室温和/或手指温度,并且 ΔT 足以被生物识别源扫描仪检测到。温度的变化 ΔT 可以由人辨别,但不能大到烧伤人的手指。例如, ΔT 可以在华氏度等级上从十度到几度变化。在某些应用中,超声换能器阵列400可以检测温度变化 ΔT 。在某些情况下,温度变化

ΔT 可以由包括光源560的光学系统的光学传感器检测。

[0370] 根据温度差 ΔT , 可以检测手指105的组织的比热。温度或比热的变化对于活动手指和可以用于代替活动手指的其他物体 (例如假手指或非活动手指) 是不同的。处理器可以基于温度差 ΔT 是否与与活组织相关联的预期温度差一致来验证手指105。处理器还可以使用超声换能器阵列400生成的手指105的图像来验证手指105。

[0371] 超声换能器阵列可以用作致动器和传感器。图71和72示出了超声换能器阵列用作传感器和致动器的实施例。在这些实施例中, 超声换能器阵列可将能量传递到对象并且还检测对传递到对象的能量的响应。虽然超声换能器阵列可以响应于图71和72中的超声加热来检测温度变化, 但是超声换能器阵列可以检测对所施加的超声能量的各种其他响应, 例如对压力的响应。而且, 图71和72的超声换能器阵列也可用于验证指纹。

[0372] 图71示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例, 包括点聚焦超声加热器710, 其将来自超声换能器阵列400的超声通过玻璃410聚焦到玻璃410的接收表面上的手指的点 (例如, 相对小的区域, 点或像素), 使得点聚焦的超声能量逐渐加热手指。点聚焦超声加热器710可以将激励输入到 180° 异相的相对电极, 并在每组电极上传输聚焦的超声能量。可以使用超声换能器阵列400检测手指在被加热区域中的温度变化, 以用于验证手指。

[0373] 图72示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例, 包括线聚焦超声加热器720, 其将来自换能器阵列400的超声波通过玻璃410聚焦到玻璃410的接收表面上的手指的线 (线性区域), 使得线聚焦的超声能量逐渐加热手指。线聚焦超声加热器720在阵列的一侧输入激励。可以使用超声换能器阵列400来检测被加热的线性区域中的手指的温度变化, 以用于验证手指。

[0374] 其他致动器可以与指纹传感器集成, 例如超声波指纹传感器。例如, 基于电阻的温度传感器可以对手指施加基于电阻的加热并感测温度的变化。图73至图75示出了具有指纹传感器并与致动器集成的交互式生物识别触摸扫描仪的示例实施例。

[0375] 图73示出了具有双向通信的生物识别触摸扫描仪的示例实施例, 包括电阻加热器730, 其能够通过玻璃410将电流通过超声换能器阵列400的电极 (顶部和底部金属电极) 发送到玻璃的接收表面上的手指, 以在用户的指尖产生加热感。

[0376] 图74示出了利用图73的生物识别触摸扫描仪加热手指105。电阻加热器730可以加热手指730以将手指105的部分或全部的温度从温度 T 升高到温度 $T + \Delta T$ 。在某些情况下, T 可能相对接近室温, 并且 ΔT 足以被人辨别, 但不能大到烧伤人的手指。可选地或另外地, 可以使用与换能器装置电极分开的电极来实现电阻。

[0377] 图75示出了图73和74的实施例的操作。在图75的左侧部分中, 没有电流流动并且接收表面上的手指处于温度 T 。温度传感器可以检测到处于这种状态的温度 T 。在图75的右侧部分中, 电流流过电极, 产生基于电阻的加热, 通过玻璃将热量传递到玻璃上的手指, 并将接收表面上手指的热量升高到 $T + \Delta T$ 。温度传感器可以在该状态下检测温度 $T + \Delta T$ 。处理器可以使用这种温度变化来对手指105进行验证。处理器还可以使用在验证中使用换能器阵列400产生的手指105的图像。

[0378] 可以在诸如移动电话的无线通信装置中执行交互式生物认证。无线通信装置包括一个或多个天线以无线发送和/或接收信号。移动电话通常包括显示器, 例如液晶显示器

(LCD) 或有机发光二极管 (OLED) 显示器。这里公开的指纹传感器可以位于移动电话的显示器下方。移动电话还可以包括工程玻璃, 该工程玻璃具有被配置为接收手指和/或被配置为接收手指的表面下方的表面。本文公开的指纹传感器可以定位在移动电话中的工程玻璃下方。图76-81中所示的移动电话每个包括一个或多个天线、显示器和指纹传感器。根据本文公开的任何合适的原理和优点, 这些移动电话中的任何一个都可以包括与光学系统集成的指纹传感器。

[0379] 图76-81示出了响应于由致动器传递的能量而与自愿用户响应相关联的双向通信场景的代表性操作。在某些情况下, 涉及自愿行动的认证可以吸引用户的大脑并提供鲁棒认证, 这在某些应用中比非自愿响应更难以欺骗。第一示例场景在图76-79中示出。在图76, 77, 80和81中示出了第二示例场景。

[0380] 图76示出了示例便携式通信装置的用户界面, 该便携式通信装置包括生物识别触摸扫描仪和用于测量或指示心率、脉搏氧化水平、血流量、温度、双向认证和指纹检测的显示器。在图76-81的双向通信场景的第一操作中, 装置提示用户扫描手指。

[0381] 图77示出了图76-81的双向通信场景的中间操作, 其中用户扫描手指。生物识别触摸扫描仪提取生物识别信息并显示生物识别信息。例如, 在图77中, 生物识别信息包括指纹、100bpm的心率、98%的脉冲氧化测量值、5cm/s的血流量估计值、37°C的温度。可以向用户呈现任何合适的生物识别信息, 诸如所示生物识别信息和/或其他合适生物识别信息的任何组合。如果指尖正确地放置在传感器上并且获取生物识别信息, 则诸如绿色椭圆形的放置指示符提供反馈。可以在绿色椭圆内显示扫描指纹的模板图像。该模板图像向用户发信号通知她的手指被正确放置并且获取了指纹, 而不必显示指纹本身。

[0382] 图78示出了图76-79的双向通信场景的中间操作。在扫描生物识别信息之后, 该装置利用致动器, 通过加热、辐射、压力、神经刺激或任何其他合适的技术在用户的指尖处产生感觉。然后提示用户提供与感觉到的感觉相对应的输入。感觉可以对应于脉冲计数、产生感觉的位置、感觉方向、提供给手指的感觉的形状等, 或其任何合适的组合。在图78中, 在用户的指尖上绘制对应于形状A的感觉。显示器提示用户输入与用户感觉相对应的形状, 作为双向认证的交互形式。可以确定致动, 使得双向认证条目不可预先预测。

[0383] 图79示出了图76-79的双向通信场景的另一操作。响应于图78的提示, 用户输入在指尖处感测到的形状, 在该示例中为A。如果用户输入与应用于手指的致动形状匹配的形状, 则对用户进行认证。

[0384] 图80示出了图76, 77, 80和图81的双向通信场景的中间操作。在扫描生物识别措施之后, 该装置通过加热、辐射、压力、神经刺激或任何其他合适的技术在致动器上产生使用者的指尖感觉。然后提示用户输入感觉到什么感觉。感觉可以对应于脉冲计数、产生感觉的位置或角、超声波束的方向 (如从上到下) 或手指上画出的形状。在图80中, 对应于三个脉冲的感觉被施加到用户的指尖。显示器提示用户输入感测脉冲的数目。可以确定驱动, 使得双向认证条目不能预先预测。

[0385] 图81示出了图76, 77, 80和图81的双向通信场景的操作。响应于图80的提示, 用户在用户的指尖上输入由用户感觉到的脉冲数的指示。如果用户输入正确的脉冲数 (即, 在本例中为三), 则对用户进行认证。

[0386] 这两种方案代表了双向、三路或更高级别的多路认证。通过组合识别用户的生物

特征方面、指纹和检测到的致动响应,比使用不使用生物识别措施的系统的认证更可能进行更有力的认证。

[0387] 图82示出了用于确定手指是否表现出附着于活人的属性的双向通信场景。活体手指可以提供生物测量,例如心率、血流量、温度、外周血氧含量等。可以使用一定数量的这些生物测量来验证手指。例如,假手指不可能具有模仿活手指的至少三个上述生物测量。尽管可以使用人工手指,数字模拟或非活动手指来模拟这些测量中的一个或多个,但是使用用于认证的措施的组合可以显著增加错误识别的机会。

[0388] 图82示出了系统确定手指是否活着的能力。实时手指显示器7650包括心率、脉搏血氧饱和度(SpO₂)、血流量和温度的生物测量值,所有这些都在正常范围内。实时手指显示器7650还包括触摸压力和用户的指纹。相比之下,假手指显示器7660不记录生物特征。尝试使用非活动手指欺骗系统将不会成功,因为即使指纹看起来准确,心率和生物特征不太可能在正常范围内。包括预期温度和有效出现指纹的人工手指可能或可能不能模拟所有生物特征。此外,如图76-81的场景中所述,它们可能特别难以响应关于例如感测到的形状或脉冲数的提示。响应以表现出统计随机性的方式生成的提示对于人工手指来说可能特别困难。这种提示可以由算法随机生成。

[0389] 图83示出了具有被配置为接收手指的表面8305、指纹传感器8310和光学系统550的生物识别传感装置8300。指纹传感器8310生成指示手指与表面接触的指纹的至少一部分的图像的数据。与指纹传感器8310集成的光学系统550被配置为通过指纹传感器将光传输到表面。生物识别传感装置8300可以实现本文所讨论的集成光学系统的生物识别传感器的任何适当组合。生物识别传感装置8300可以实现本文讨论的交互式生物识别扫描仪的一个或多个特征。

[0390] 图84示出了示例性生物识别传感装置8400,其表面8305被配置为接收手指、超声换能器405、光学系统550和一个或多个处理器8410。超声换能器405被配置为将超声信号发送到表面。光学系统550与超声换能器405集成。光学系统550被配置为将光传输到表面并接收与表面接触的从手指反射的光。一个或多个处理器8410被配置为基于来自手指的超声信号的反射来生成指纹的至少一部分的图像。一个或多个处理器8410被配置为基于接收的光生成活性参数。生物识别传感装置8400可以实现超声换能器的特征与本文所讨论的集成光学系统的任何适当组合。生物识别传感装置8400可以实现本文讨论的交互式生物识别扫描仪的一个或多个特征。

[0391] 图85是认证用户的方法8500的流程图。在框8510中,方法8500通过指纹传感器将信号发送到手指。在框8520中,方法8500基于与发送到手指的信号相关联的接收信号来生成手指的至少一部分的图像。在框8530中,方法8500通过指纹传感器将光传输到手指。在框8540中,方法8500基于来自手指的光的反射生成活性参数。在框8550中,方法8500基于图像和活性参数对用户进行认证。可以使用具有本文讨论的集成光学系统的生物识别传感器的一个或多个特征的系统来执行方法8500。此外,可以使用方法8500执行本文讨论的交互式双向通信的任何适当特征。

[0392] 图86示出了具有传感器8610、致动器8620和处理器8630的示例性交互式生物识别传感系统8600。传感器8610被配置为生成与对象相关联的生物识别图像。生物识别图像可以是手指的至少一部分的图像。这样的图像可以是手指的表面或手指的内部结构。或者,生

物识别图像可以是脸部或虹膜的至少一部分。致动器8620被配置成向对象传递能量。处理器8630被配置为基于生物识别图像和由致动器传递的能量的响应来验证对象。

[0393] 图87示出了具有被配置为接收对象的表面8305和传感器8710的示例性交互式生物识别传感装置8700。表面8305被配置成接收对象。传感器8710被配置为在对象在表面上时产生与对象相关的生物识别信息,向对象传递能量,并检测对所传递的能量的响应。因此,传感器8710既充当传感器又充当致动器。

[0394] 图88是认证用户的方法8800的流程图。在框8810中,方法8800通过指纹传感器将信号发送到被配置为接收手指的表面。在框8820中,方法8800基于与发送到手指的信号相关联的接收信号来生成手指的至少一部分的图像。在框8830中,方法8800将能量传递到手指。在框8840中,方法8800基于检测到的响应到手指的能量而生成活性参数。在框8850中,方法8800基于图像和活性参数对用户进行认证。本文中讨论的交互式双向通信的任何合适的特征可以用方法8800来执行。

[0395] 图89和图90示出了具有至少部分透明的指纹传感器的示例实施例,并将光传递给光学系统。指纹传感器可以包括至少部分透明的超声换能器阵列。超声换能器阵列可以配置为光学透明指纹传感器。超声换能器阵列可以完全地、基本上完全地或仅部分地由透明材料形成。

[0396] 光学系统和超声指纹扫描仪一起设置的布置(例如,如图81-91的布置中)可以有益地防止认证过程的欺骗。特别地,这样的布置可以相对地从高质量的虚拟指纹中免疫,如虚拟指纹不会根据光学系统的读数而被登记为活手指,这可能与手指或被成像对象的更大深度相关。在这样的实施例中,即使欺诈者将活手指放置在装置上的其他点上,系统也能够识别欺骗企图。

[0397] 图89示出了生物识别传感装置8900的示例实施例,其中用于光学系统(诸如光学系统550)的光源560设置在超声换能器阵列400下方,而用于光学系统的光学传感器570设置在超声换能器阵列400上方。光源560可以是红外和/或可见光源,例如LED或OLED。光源560可以布置成透射两种或更多种不同波长的光。超声换能器阵列400可以被配置为指纹传感器并且可以对来自光源560的光至少部分透明。光学传感器570可以是对红外和/或可见光敏感的光检测器,并且还可以至少是部分声学透明(例如,以便能够操作指纹传感器400)并且至少部分地光学透明(例如,以使得来自光源560的光能够在从光源560到达光源560的途中穿过传感器570至手指105)。光电检测器570可以包括用于在装置8900中接收手指105的表面。

[0398] 如图所示,图89的器件8900可以包括在光检测器570和超声换能器阵列400之间的透明衬底8910。衬底8910可以由玻璃410或任何其他合适的透明材料(例如,能使超声换能器阵列400和包括光源560的光学系统工作的具有合适的光学和声学特性的任何材料)形成。

[0399] 图90示出了生物识别传感装置9000的示例实施例,其中包括光源560和光学传感器570的光学系统550设置在超声换能器阵列400下方。如图90所示,光学系统550不需要声学透明。

[0400] 图91示出了生物识别传感装置9100的示例实施例,其中光学系统550与超声换能器阵列400集成并设置在超声换能器阵列400上方。如图90所示,光学系统550可以至少部分

地在声学上透明,以使超声换能器阵列400能够通过光学系统550对手指105进行成像或扫描。如图91所示,超声换能器阵列400不需要是光学透明的。

[0401] 图92示出了包括超声换能器阵列400和光学系统550a和550b的生物识别传感装置9200的示例实施例。一个光学系统550b从换能器阵列400横向设置在装置基板410内。换能器阵列400设置在另一个光学系统550a和生物识别传感装置9200的表面之间,该表面被配置为接收手指。远离指纹传感器设置的图92中的光学系统550b可以扫描手指105并检测手指105内的静脉和/或一个或多个其他生物识别参数。静脉图案可用于验证和/或识别用户。光学系统550b可以包括诸如红外(IR)光源,LED和一个或多个光感受器的组件。

[0402] 图93和94示出了包括超声换能器阵列400和光学系统550a和550b并且包括位于外部装置上的至少一些组件的示例实施例。诸如图93和94中所示的那些实施例可以提供额外的或替代的认证或活性验证手段,而无需共享用户的指纹并且用户不必将其指纹暴露给另一个可能不可信的装置。作为示例,外部装置可以使用机器学习来导出识别参数或使用用户的手指或其他身体部位中的静脉或动脉模式以识别用户和/或确认活性。另外,装置9200和外部装置590(如图93)或595(如图94中)上的组件可以一起工作以对手指105内的静脉图案成像,作为验证手指105和相关用户的一部分。

[0403] 在图93的示例中,光学系统550b包括光源560,并且外部装置包括光学传感器590。光学传感器590可以使用由光源560发射的可见光和/或红外光对手指105进行成像或扫描。

[0404] 在图94的示例中,光学系统550b可以包括光源560并且还可以包括光学传感器570。外部装置可以包括外部光学系统595,外部光学系统595包括光源和/或光学传感器。利用图94的布置,手指105可以由光学传感器570和光源560单独扫描,由外部光学系统595单独扫描,或者使用这些系统的组合扫描。作为第一示例,外部光学系统595可以发射由光学传感器570接收的光以对手指105成像。作为第二示例,光源560可以发射由外部光学系统595接收的光以对手指105进行成像。

[0405] 图93和94的示例可包括吸收脉冲血氧计或反射血氧计。特别地,外部装置可以利用传感器590接收由光源560发射的可见光和/或IR光,并且可以测量一个或多个生物识别参数,例如手指105的脉搏率和/或血氧含量(例如, SbO_2)。在一些其他实施例中,外部装置可以发射可见光和/或IR光,并且所公开的装置中的光学传感器570可以接收光。在其他实施例中,外部装置和/或所公开的装置可以独立地作为反射血氧计操作。

智能卡

[0406] 如图95所示,可以提供智能卡9500,其包括光学透明的超声波指纹扫描仪(例如本文所述的超声波换能器阵列400)和设置在指纹扫描仪下方的集成光学系统(例如本文公开的光学系统550)。智能卡9500可以自身和/或与外部装置(例如,读卡器)组合地实现本文公开的交互式生物认证的任何合适的特征。

[0407] 智能卡9500可以是任何合适的卡,例如用于支付目的和/或用于其他目的的卡。例如,智能卡9500可以是信用卡、借记卡、会员卡、奖励卡、身份证、安全卡、清仓卡、安全卡、门禁卡、医疗卡、保险卡等。智能卡9500包括卡体9502。卡体9502可具有适合放入钱包中的尺寸。智能卡9500可具有400 μ m至1000 μ m的厚度。例如,智能卡9500可具有约760 μ m的厚度。智能卡9500可以是大约85.60mm乘53.98mm。在某些情况下,智能卡9500可以具有圆角。包括超声指纹传感器的智能卡的其他细节和示例也在PCT专利申请No. PCT/US2018/029309中描

述,该专利申请通过引用整体并入本文。

[0408] 智能卡9500中的超声指纹扫描仪可用于验证呈现智能卡9500的用户以进行认证。指纹扫描仪400可以使得未经授权的人可以使用卡的可能性较小。作为示例,用户可能希望使用智能卡9500购买商品,并且支付系统可以被配置为仅在使用指纹扫描仪400同时检测到用户的指纹时授权购买。

[0409] 在一些实施例中,光学系统550还可以用于验证呈现智能卡9500以进行认证的用户。如本文进一步详细描述,诸如光学系统550的光学系统可以用于独立地或与诸如超声换能器阵列400的指纹传感器协作来确认身份和/或活性。光学系统550可以感测手指105内的脉搏(从而确认活性)、可以感测手指105中的血液氧水平(例如,使用类似于反射血氧计的原理,并且能确认活性)、可以对手指105中的静脉图案进行成像(从而确认身份和/或防止至少某些形式的潜在欺骗)等。这些仅仅是说明性示例以及本文描述的光学系统如何与超声系统一起工作以验证用户并防止欺诈的其他示例也可以应用于智能卡中的应用,例如图95的例子。

[0410] 在某些实施例中,智能卡9500可以包括电路9510。电路9510可以执行以下功能中的一个或多个:协助检测用户的指纹、帮助使用光学系统550检测认证和/或活性参数、与光学系统550一起使用(以安全的方式)来存储用户的指纹和/或认证或活性通知、或协助智能卡9500和/或指纹扫描仪、光学系统550等的操作或其任何合适的组合。电路9510可以包括诸如光伏电池、电池、电容器、RF收集器电路等的电源,在某些情况下,电路9510可以包括智能卡芯片、处理器、存储器、功率调节电路等中的一个或多个。

[0411] 在各种实施例中,智能卡9500可以包括一个或多个触点9512,其通过一个或多个电气路径9514与外部装置9516连接。例如,当智能卡9500插入或以其他方式与读卡器9516通信时,触点9512可以与读卡器9516接合。在这样的实施例中,信号可以在读卡器9516和指纹扫描仪400和/或电路9510之间传输。这些信号可以包括用于给指纹扫描仪400和/或电路9510供电的功率信号,并且可以包括指纹扫描(例如,用户的指纹被远程存储的地方)、验证结果(例如,用户的指纹被本地存储在智能卡9500上)等,或其任何合适的组合。在一些实施例中,指纹扫描仪400的一些或全部传输和读出电路可以从卡9500中省略,并提供在读卡器9516的外部电路内。这可以降低智能卡9500的成本和复杂性。

[0412] 在一些其他实施例中,智能卡9500可以包括电路9510中的无线通信电路(包括天线),并且可以将与用户的指纹和/或指纹验证结果的扫描相关联的数据无线地传送到诸如读卡器9516的外部电路。作为示例,电路9510可以使用近场频率或其他射频信号来发送信号。

[0413] 如图95所示,超声扫描仪400和光学系统550可以嵌入在智能卡9500的卡体9502内。在一些实施例中,如图95所示,超声扫描仪400和光学系统550可以嵌入与接收用户手指105的表面齐平。在一些其他实施例中,超声扫描仪400和光学系统550可以与接收用户的手指105的表面相对的表面齐平,并且超声波9506可以通过扫描仪400通过卡体9502传送。在其他各种实施例中,超声扫描仪400和光学系统550可以嵌入在智能卡9500的体积内(例如,不与智能卡9500的任何表面齐平),并且可以完全或几乎完全被形成卡体9502的材料包围。如果需要,光学系统550也可以与超声扫描仪400分开,例如图92-95的例子。在其他实施例中,超声指纹扫描仪400和/或光学系统550的部分或全部可以设置在智能卡9500的表面上

(例如,在与用户的手指105的侧面相对的一侧或同一侧)。

[0414] 超声换能器阵列400可以由压电材料如压电聚合物聚偏氟乙烯(PVDF)、氧化锌(ZnO)薄膜或其他所需材料形成。智能卡9500的超声换能器阵列400可以至少部分光学透明,使得来自光学系统的光可以通过换能器阵列传播到手指105,并且从手指105反射的光可以通过超声换能器阵列400传播到光学系统。ZnO薄膜和/或相关的金属电极可以是光学透明的。PVDF压电薄膜可以是光学透明的。例如,足够薄(例如,小于9微米厚)的PVDF层可以是光学透明的。在一些实施例中,卡体9502可以是柔性的。在一些其他实施例中,卡体9502可以是刚性的。超声换能器阵列400可以是柔性的。例如,基于PVDF的超声换能器阵列400可以是柔性的。

[0415] 因此,至少部分光学透明的柔性超声指纹扫描仪具有集成光学器件。在这种情况下,可以使超声指纹扫描仪对来自光源的光充分透明,以便通过其传播,并使反射光传播到感光器。这种集成光学的指纹扫描仪可以包含在智能卡中。

[0416] 如图96所示,智能卡9600可以具有一个或多个光源,例如布置在超声指纹扫描仪400上方的LEDs 9602。这样的布置可以有助于将相对大量的光发射到手指105中,因为来自LEDs 9602的光不需要穿过超声换能器阵列400。所示的超声换能器阵列400可以是透明的或仅仅是部分光学透明的,因此可以吸收至少一些通过它的光。当检测手指105中的静脉图案和/或测量手指105中的脉搏或血氧水平时,这样大量的光可能是有益的。

[0417] 在另一个实施例中,可以实现与所示的智能卡9600类似的卡,而不需要配置在超声指纹扫描仪400下方的图示光学系统550。在这样的实施例中,超声指纹扫描仪400可以是非光学透明的或光学透明的。

移动设备

[0418] 如图97所示,可以提供移动设备9700,其包括光学透明的超声波指纹扫描仪(例如本文所述的超声换能器阵列400)和设置在指纹扫描仪下方光学系统(例如本文公开的光学系统550)。移动设备9700可以是移动电话、诸如智能电话、平板设备、便携式设备、手持设备等。移动设备9700还可以包括显示器9702,其可以是触摸屏显示器,以及一个或多个天线,例如天线9704。天线9704可以发射和/或接收射频信号。移动设备9704可以实现本文公开的交互式生物认证的任何合适的特征。

[0419] 图97示出了超声换能器阵列400和光学系统550可以设置在移动设备9700的前侧。阵列400和光学系统550可以替代地或附加地设置在移动设备9700的后侧或侧面上。虽然图97将阵列400和光学系统550示出为在显示器9702下方,但这仅仅是说明性的。通常,阵列400和光学系统550可以设置在显示器9702的任何一侧,或者可以设置在显示器9702内(例如,在显示器9702后面)。光学系统550被示出为小于图97中的阵列400,仅用于说明目的。通常,光学系统550可以比超声换能器阵列400更小,更大或相同。

多设备认证

[0420] 图98示出了使用用户设备9800和确认设备9810的多个设备认证。用户设备9800和确认设备9810可以例如是移动电话。用户设备9800包括集成的指纹和光学扫描仪9802和光学扫描仪9804。集成的指纹和光学扫描仪9802可以包括根据这里公开的任何合适的原理和优点的超声指纹传感器和光学扫描仪。例如,超声指纹传感器可以至少部分透明,并且光学扫描仪可以通过超声指纹传感器发送和接收光。光学扫描仪9804可以检测一个或多个生物

识别参数,例如PPG波形、心率、呼吸速率、静脉图案等,或它们的任何组合。光学扫描仪9804可以包括反射式血氧计。确认装置9810包括集成的指纹和光学扫描仪9812和光学扫描仪9814。

[0421] 在一些情况下,反射脉冲血氧计的读数可能受到传感器上的组织的环境光和/或压力的差异的不利影响。因此,配置用户设备9800的光学扫描仪9804并配置确认设备9810的光学扫描仪9814以减少和/或最小化扫描期间环境光的差异和/或减少和/或最小化扫描组织和传感器之间的压力差异是有益的。作为示例,光学扫描仪9804和9814可以在它们各自的设备上位于相似的位置和/或具有相似的取向,使得持有设备的用户通常用相同的手指在相似的压力水平下具有相似的取向等,或其任何组合将扫描的手指按压到每个光学扫描仪9804和9814上。这可以减少和/或最小化由两个光学扫描仪获得的扫描的差异。

[0422] 可以使用集成指纹和光学扫描仪9802的指纹传感器使用他或她的指纹来验证用户。可以发送匹配的确认以指示用户的指纹已被认证。此确认可以发送给银行或其他相关方。用户与指纹传感器位于同一位置,读取和分析PPG波形。可以将诸如与PPG波形相关联的模式和/或一个或多个其他生物识别参数的数据发送给感兴趣方。使用第二手指在确认装置(例如另一个电话或计算机)上的用户可以使用光学扫描仪9814感测生物识别参数。光学扫描仪9814可以具有基本相同或类似的设备和软件以确定生物识别参数(例如,获取PPG波形读数)。将关联数据发送给感兴趣方(例如,银行)以确认与来自用户电话的数据的匹配。

[0423] 通过我们设备的软件和机器学习技术,感兴趣的一方可以检测与过去交互时用户对应的年龄和健康状态相关的特征。例如,PPG波形读数的部分可能不同,因为每小时都有变化。这种可变性有助于防止重放攻击。由于用户在两个设备上都有两个手指,因此PPG波中的任何时间到小时的差异在两个设备上都显示为相同。

[0424] 因此,生物识别参数或模式(例如,PPG扫描)可用于识别和/或认证目的。在认证中可以使用两个不同设备上基本相同或相似的设备和软件。超声指纹扫描可以仅在其中一个设备上与另一个设备上的光扫描同时和位置进行。另一台设备未检测到指纹,因此用户的指纹不会暴露给其他设备或被复制。

[0425] 机器学习可用于开发算法以添加可用于第二步认证的识别特征。这些特征可以显示在两个电话上,并且可以存储在认证设备外部,例如在银行或云网站上进行确认。特征可以涉及例如心脏状况或年龄或心率的更具体的读数而不仅仅是概括的脉搏数。诈骗者使用他或她自己的手指进行PPG扫描同时通过他们正在攻击的用户的记录超声指纹认证进行重放攻击,假设他们可能闯入手机以获得超声指纹算法,则必须具有类似的特征(例如,与年龄和心脏状况和呼吸状况大致相同)作为使用该技术进行认证的真实用户。

[0426] 另一种算法可以捕获一些小时到小时的可变相关PPG波,因此还会有一个认证元素可以获取各种PPG读数,这样每次可变性都会使读数略有不同,对于用户设备9800上的用户手指和确认设备9810上的用户手指,可变性将被记录为相同。

[0427] 使用第二设备进行认证允许由第二设备进行第二步认证,而不将用户指纹暴露给第二设备。这对于信用卡公司或商家认证翻译是有用的。骑乘服务或酒店管理者的驾驶员可能已经具有已知的位置,并且他们的设备可以用于在不读取用户指纹的情况下对用户进行认证。通过这种技术,认证方,例如银行,可以知道用户已经从帕洛阿尔托旅行到圣地亚哥,他们的位置已经被全球定位系统(GPS)在Uber司机或在圣地亚哥酒店前台的人的智能

手机上验证过。来自反射式血氧计的相同的生命体征出现在用户的电话上,在那里他或她的指纹在生命标志被读取的同时被认证。这可以提供鲁棒认证。

动态生物识别与机器学习

[0428] 虽然参照活性参数讨论了一些实施例,但是本文中公开的任何合适的生物识别传感装置可用于检测动态生物特征。动态生物特征可以代表一个或多个生物识别参数随时间变化的模式。检测动态生物特征可以涉及一个或多个成像、测量或分析活体组织对外部和/或内部刺激的实时生理反应。通过使用动态生物特征,生物识别认证系统能够更有效地抵抗演示攻击。此外,动态生物测定可以比静态读数更明显,例如平均脉搏或血氧水平。事实上,动态生物特征可以充分区分以结合指纹来验证人。一个或多个处理器(例如,处理器1065,8410或8630中的一个或多个)可以跟踪一个或多个生物识别参数,这些生物识别参数随着时间的推移而使用本文中公开的任何合适的生物识别传感装置来生成。作为一个例子,与反射式血氧计相关的生物节律可以用于认证。

[0429] 动态生物特征可以在指纹认证处理器中进行检测。一个或多个处理器可以应用机器学习来识别响应于来自本文中公开的任何合适的交互式生物识别传感装置的致动器的提示的人的特征。任何合适的交互设备或交互系统,能够在这里执行(例如,施加触觉能量),可以测量个人特性,以了解在认证会话期间,人如何响应我们的设备。当一个人对提示作出响应时,处理器可以检测模式,例如在由超声传感器和正在产生光体积描记图(PPG)的光学系统进行认证的情况下被提示站立。

[0430] 动态生物特征可以用来产生改进的、个性化的生物特征读数。机器学习可用于在各种生物识别参数例如PPG扫描、呼吸速率、心率等,或它们的任何组合中寻找模式。这种模式可以用于生物识别认证。例如,PPG波可以根据一个人的活动而一小时一小时地变化。如果PPG读数检测到机器学习和/或人工智能所期望的不匹配,则这会导致认证失败或导致认证系统采用额外的读数来认证人。

[0431] 机器学习和/或其他技术可以在认证期间(例如,在生成手指的至少一部分的图像的同时)从一个或多个生物识别参数(例如,PPG)捕获人的合理的独特签名。可以使用两个不同的传感设备例如不同移动电话上的传感设备来验证完全不同的签名。作为示例,第一移动电话可以使用超声指纹传感器下方的光学系统的反射血氧计来读取生物参数。在第二设备上,该人可以使用第二设备的反射血氧计来匹配生物识别参数,而不会冒暴露敏感数据(例如指纹)的风险。具有基本相同的反射血氧计,基本相同的频率和基本相同的软件可以帮助验证生物识别参数以进行鲁棒认证。

[0432] 生物特征模式不是永久性的,可以根据一个人的活动每小时改变一次,但仍然提供可以日常出现的独特方面。因此,可以同时两个设备上实现复制某些生活模式的方法,该方式不是唯一的但仍然合理地区别(例如,大约数千分之1)。由于读数应略有不同,因此用户在进行额外的认证测量时不会泄露他或她的独特指纹或面部识别。

附加实施例

[0433] 所公开技术的实施例可以根据本文讨论的任何合适的原理和优点使用超声换能器阵列作为与用户的交互的一部分,同时所述用户通过指纹扫描仪和/或配备有面部识别和运动感测软件的相机扫描仪进行认证。由用户触发并随后由两个设备检测到一些动作可以提供增强的安全性。将两种不同的交互式工作与两种生物识别设备相结合,创造了多种

可能性,使得诈骗者很难伪造和/或预期“重放”攻击。所公开的技术可以在对用户进行认证的这种交互中采用两种或更多种模态,当它们也注册时,响应于一个认证设备的触发而采取行动。

[0434] 例如,如果用户被超声换能器阵列400触发以进行特定运动,例如向上倾斜他或她的脸,响应于施加到手指尖端的触觉能量,或者可选地将脸朝下倾斜,响应于施加到指纹底部的触觉能量,这种运动可以由配备有三维运动传感器的便携式计算设备检测,该三维运动传感器例如组合相机和相关联的红外光束,同时完成面部身份验证。

[0435] 在这种情况下,其指纹由超声系统认证的用户手指可以从指纹设备检测触觉能量的信号以提示用户做出反应。接下来,检测到由诸如电话照相机的单独设备认证的用户的面部已经移动。例如,部分认证方案可以提示用户闭上眼睛或眨眼。然后将面部认证和面部移动信息都传递到系统以注册并确认作为认证过程的一部分的动作。在这种情况下,人们可以在两个不同的生物识别设备之间创建串扰和完成、协调和确认工作。

[0436] 通过用户的面部而不是他的手臂来记录移动的优点具有以下优势:可以确认用户的面部来自与确认的指纹相同的人。

[0437] 在一个实施例中,顺序可以颠倒:相机/闪光灯/发光器也可以启动动作,例如小红灯,提示用户临时移除其正从屏幕验证的指纹。同时,红灯也可能表示用户短暂地从一侧移动到另一侧。在这种情况下,相机/闪光灯/照明器可以触发两个设备作为响应读取的动作。相机/闪光灯/照明器记录头部移动,指纹读取器记录手指的移除。

[0438] 通过交互性,可以在身份验证会话期间同时进行多次扫描。在这样的扫描中,可以组合几种不同的生物识别测量,其具有共同的测量/因子以及不同生物识别设备之间的相互作用。系统可以包括不同的生物识别传感器和配备有多模式生物识别扫描的指纹传感器/设备。

[0439] 交互式生物识别系统可以使用指纹设备和另一个单独的生物识别设备测量共同因素,例如脉冲,每个生物识别设备在其主要验证过程中测量相同的公共因子,同时它们各自测量两个其他因素,例如指纹和面部。

[0440] 所公开的技术使得能够确认来自同一电话、计算机或其他设备上的另一生物识别扫描设备的指尖或其他附肢的活性。检测活性参数的示例包括使用类似的反射血氧计原理扫描来自面部的微小颜色变化的脉冲,来自血液经心脏脉冲的移动,来自电话的相机以及来自我们的指纹设备的脉冲。当手机的相机确认用户的面部识别并且指纹扫描仪正在确认用户的指纹时,可以发生这两种脉冲扫描。这可以创建由其自身共享和确认的测量的公分母,并且相机验证面部或虹膜。

[0441] 如果相机和我们的指纹扫描仪都在测量脉冲,那么如果用户站起来,脉冲将增加,这将由相机和指纹扫描仪测量,所以这样的交互动作将由两个不同的生物传感器在电话上测量。此外,具有3D运动传感器的相机设备可以检测到用户站立时的这种运动变化,同时照相机也读取脉冲的变化。

[0442] 为了确认指纹扫描仪的心跳与相机的面部识别扫描仪的测量相似,可以比较心率或节拍之间的时间以确定它们是相同的,即使由于与心脏的距离不同,在不同时间出现在手指和在脸上的节拍不同。

[0443] 将两个或多个不同的生物识别扫描设备与多个变量或测量值(例如,通过不同传

传感器模态测量的心率)组合在一起,同时两个多模式生物识别扫描设备验证用户是具有识别的面部和指纹的同一个人,诈骗者更难以欺骗两个传感器,因为假脸必须注册与假指纹相同的脉冲。

[0444] 可以包括其他传感器模态,例如通过相机测量呼吸率,这可以类似于使用光学系统550进行反射血氧测定。例如,可以使用图像处理和模式识别技术来分析由光学系统捕获的体积描记图,以确定呼吸率的变化。

[0445] 在一些实施例中,可以在一个集成的超声/反射脉冲血氧计设备上执行多因素认证,并且可以由更大的设备(诸如智能电话)提示一些多因素认证。例如,智能手机可以振动作为提示。

[0446] 诸如移动电话之类的设备可以在认证中涉及活性读取的阶段和/或在实现交互式认证会话的阶段编程。用户可以希望他们的移动电话可靠且快速地打开,因此基本的超声波指纹扫描可以解锁手机。这种测量可以减少错误拒绝的可能性。用户可以在手机的设置或手机上安装的应用程序中进行配置,以便身份验证还可以包含其他生物识别读数(例如,脉冲,温度和/或SP02读数),以便访问某些文件和/或用户可以使用来自电话计算单元或专用集成电路的随机提示来添加交互式认证。用户或想要对用户进行身份验证的第三方可以对电话进行编程,以确定设备何时将采用交互式身份验证来为外部连接添加安全访问和身份保护,例如远程登录办公室或云端或用于购物或银行网站。因此,生物认证系统可以在具有不同认证级别的不同模式下操作。这样的系统可以是可配置的,使得访问设备的某些文件和/或某些功能可以涉及更高级别的认证,例如本文讨论的交互式生物识别传感的任何合适的特征。

[0447] 为了根据这里讨论的原理和优点实现交互式认证,移动电话或计算机上的应用程序可以接受来自第三方的输入以启动提示用户的致动器。因此,第三方可以指导随机和/或不可预测的交互式生物识别提示和/或生物识别测量。

[0448] 交互式生物识别传感系统可包括:传感器,被配置为生成与对象相关联的生物识别图像;提示设备,被配置为提示与对象相关联的动作;以及处理器,被配置为基于生物识别图像和响应提示检测到的生物特征来认证对象。例如,传感器可以是指纹传感器。提示设备可以提示用户采取行动,例如通过提供文本和/或音频来提示用户采取应该导致检测生物特征响应的动作(例如,站起来,跳跃等)。然后,可以检测生物特征响应,并且处理器可以使用生物识别图像和检测到的响应来认证所使用的生物特征响应。

[0449] 所公开的技术的一个方面是声学指纹传感装置。该装置包括超声换能器阵列,其配置为发射具有从50兆赫(MHz)到500MHz范围内的频率的超声信号。超声换能器包括压电薄膜。该装置还包括第一金属电极。该装置还包括可与第一金属电极正交的第二金属电极。第一金属电极和第二金属电极能够寻址阵列的超声换能器。该装置还包括被配置为接收手指的表面。该装置还包括处理器,该处理器被配置为基于来自手指的超声信号的反射来产生手指与表面接触的指纹的至少一部分的图像。该装置还包括致动器,该致动器被配置为改变与表面接触的手指的温度和/或压力。

[0450] 在一个实施例中,致动器包括超声换能器。

[0451] 在一个实施例中,致动器在聚焦在接收表面的可配置区域上的一系列脉冲中改变压力。在一个实施例中,致动器将热量聚焦在接收表面的可配置区域上,以使该区域的温度

增加至少0.1℃。

[0452] 在一个实施例中,超声信号的频率在125MHz到250MHz范围内。在一个实施例中,超声信号的频率在50MHz到100MHz范围内。在一个实施例中,压电薄膜具有从3微米(μm)到75 μm 的范围内的厚度。在一个实施例中,压电薄膜具有从10微米(μm)到20 μm 的范围内的厚度。

[0453] 在一个实施例中,该装置还包括接收器电路,其被配置为响应于反射来处理由超声波换能器阵列产生的电子接收信号,以向处理器提供处理后的信号。

[0454] 在一个实施例中,图像的分辨率为每英寸至少500个像素。

[0455] 在一个实施例中,第一金属电极与包括表面的板物理接触。

[0456] 在一个实施例中,压电薄膜包括氧化锌、氮化铝或钛酸铅中的至少一种。在一个实施例中,该表面是包括玻璃和匹配层的板的表面,并且匹配层具有对应于匹配层材料中的超声信号的波长的四分之一的厚度。

[0457] 在一个实施例中,处理器被配置为基于手指与接收表面接触的区域来估计手指接触接收表面的力。在一个实施例中,处理器被配置为基于与反射相关联的声速来检测手指的温度。在一个实施例中,处理器被配置成基于反射来检测与手指的活性相关联的参数,并且提供基于活性参数的手指是否是活的人类的一部分的指示。

[0458] 另一个方面是认证指纹的方法。该方法包括:使用第一金属电极和第二金属电极,对超声换能器阵列的超声换能器进行寻址,第二金属电极与第一金属电极正交。该方法还包括通过超声换能器阵列朝向接收表面发送从50兆赫(MHz)到500MHz的频率范围内的第一超声信号。该方法还包括使用一个或多个超声换能器接收第一超声信号的反射。该方法还包括基于第一超声信号的反射,在接收表面上产生手指的至少一部分的第一图像。该方法还包括通过致动器改变手指的温度和/或与接收表面接触的压力。该方法还包括通过超声换能器阵列发送具有在50兆赫(MHz)至500MHz范围内的频率的第二超声信号。该方法还包括基于第二超声信号的反射产生手指的指纹的至少第二部分的第二图像。该方法还包括响应于第一图像和第二图像的比较来验证指纹,该比较对应于与接收表面接触的温度和/或手指上的压力的变化。

[0459] 在一个实施例中,该方法还包括通过致动器改变聚焦在接收表面的可配置区域上的一系列脉冲中的压力。在实施例中,该方法还包括由致动器加热接收表面的可配置区域,以提高该区域的温度。在某些情况下,温度可以提高至少0.1℃。

[0460] 在一个实施例中,该方法还包括响应于第一超声信号的反射来处理由超声换能器阵列产生的电子接收信号。

[0461] 在一个实施例中,第一金属电极与包括接收表面的板物理接触。

[0462] 在一个实施例中,该方法还包括基于手指与接收表面接触的面积来估计手指接触接收表面的力。在一个实施例中,该方法还包括基于与反射相关联的声速检测手指的温度。在一个实施例中,该方法还包括基于反射检测与手指的活性相关联的参数。在一个实施例中,该方法还包括基于活性参数提供手指是否是活的人类的一部分的指示。

[0463] 另一个方面是用于指纹识别的生物识别传感和致动装置。该装置包括超声换能器阵列,其配置为发射具有从50兆赫(MHz)到500MHz范围内的频率的超声信号。该装置还包括第一金属电极。该装置还包括可与第一金属电极正交的第二金属电极。第一金属电极和第二金属电极能够寻址阵列的超声换能器。该装置还包括被配置为接收手指的表面。该装置

还包括处理器,该处理器被配置为基于来自手指的超声信号的反射产生手指的指纹的至少一部分的图像。该装置还包括致动器,该致动器改变手指的温度和/或与接收表面接触的压力。在一个实施例中,致动器包括超声换能器。在一个实施例中,致动器在聚焦在接收表面区域上的一系列脉冲中改变压力。在一个实施例中,致动器将热量聚焦在接收表面的区域上。这可以使该区域的温度增加一个可检测的量,例如至少0.1℃。

[0464] 另一个方面是使用生物识别传感和致动装置来验证指纹的方法。该方法包括使用第一金属电极和第二金属电极、与第一金属电极正交的第二金属电极来寻址超声换能器阵列的超声换能器。该方法还包括通过超声换能器阵列发送具有在50兆赫(MHz)至500MHz范围内的频率的第一超声信号。该方法还包括基于第一超声信号的反射产生第一手指的第一指纹的至少一部分的第一图像。该方法还包括加热接收表面的区域以使区域的温度增加至少0.1℃。该方法还包括通过超声换能器阵列发射具有50兆赫(MHz)至500MHz范围内的频率的第二超声信号。该方法还包括基于第二超声信号的反射来检测温度的升高。该方法还包括基于第一图像和检测到的温度升高验证第一指纹。

[0465] 另一个方面是使用生物识别传感和致动装置来验证指纹的方法。该方法包括使用第一金属电极和第二金属电极、与第一金属电极正交的第二金属电极来寻址超声换能器阵列的超声换能器。该方法还包括通过超声换能器阵列发送具有在50兆赫(MHz)至500MHz范围内的频率的第一超声信号。该方法还包括基于第一超声信号的反射产生第一手指的第一指纹的至少一部分的第一图像。该方法还包括改变与接收表面接触的手指上的接收区域的区域,其压力为xx N/m²(或yy psi)。该方法还包括通过超声换能器阵列发送具有在50兆赫(MHz)至500MHz范围内的频率的第二超声信号。该方法还包括基于第二超声信号的反射产生第二手指的第二指纹的至少第二部分的第二图像。该方法还包括响应于第一图像和第二图像的比较来验证第一指纹,该比较与接收表面区域的压力变化相对应。可识别的压力变化可以由换能器中的机械噪声地板、换能器灵敏度、电子设备的噪声系数或它们的任何组合来设定。

[0466] 另一个方面是使用光学和超声波信号进行指纹识别的生物识别传感装置。该装置包括被配置为发射光的光源。例如,光可以具有从400纳米到1000纳米的范围内的频率。该装置包括超声换能器阵列,其配置为发射具有从50兆赫(MHz)到500MHz的范围内的频率的超声信号。该装置还包括第一金属电极。该装置还包括可与第一金属电极正交的第二金属电极。第一金属电极和第二金属电极能够寻址阵列的超声换能器。该装置还包括被配置为接收手指的表面。该设备还包括处理器,该处理器被配置为基于来自手指的光和/或超声图像的反射来对手指进行认证。

[0467] 在一个实施例中,光源通过超声换能器、第一金属电极和第二金属电极传输光,其中超声换能器至少部分透明,其中第一金属电极至少部分透明,并且其中第二金属电极至少部分透明。在该实施例中,超声换能器阵列位于光学发射器和接收表面之间,并且超声换能器、第一金属电极和第二金属电极至少部分地透射光。

[0468] 在一个实施例中,超声换能器通过光源发送超声信号。在本实施例中,超声信号通过光源。该实施例可以包括在平面上的正方形的光源阵列,每个正方形由平面内的第一金属电极和第二金属电极的凸起限定。

[0469] 在一个实施例中,光源邻接超声换能器。在本实施例中,光源和超声换能器并排,

但彼此接近。

应用与结论

[0470] 上面描述的一些实施例提供了与基于超声的指纹传感器相关的示例。然而，实施例的原理和优点可以用于任何其他合适的设备、系统、设备和/或方法，这些原则和优点可以从这些原理和优点中受益。虽然在上下文中用指纹描述，本文中描述的一个或多个特征也可用于检测人或动物的任何其他合适的部分。

[0471] 这里描述的各种特征和过程可以彼此独立地实现，或者可以以各种方式组合。所有可能的组合和子组合旨在落入本公开的范围。另外，在一些实现中可以省略某些方法或过程框。本文公开的方法和过程也不限于任何特定序列，并且与其相关的框或状态可以以适当的任何其他序列来执行。例如，所描述的框或状态可以以不同于具体公开的顺序执行，或者多个框或状态可以在单个块或状态中组合。示例性框或状态可以适当地以串行，并行或以某种其他方式执行。可以在适当的情况下将框或状态添加到所公开的示例实施例或从所公开这里描述的示例系统和组件可以与所描述的不同地配置。例如，与所公开的示例实施例相比，可以添加、移除或重新布置元件。各种实施例可以应用不同的技术来制造不同类型的电子设备。

[0472] 本公开的各方面可以在各种设备中实现。例如，这里讨论的声学生物识别传感装置可以在诸如智能电话、平板电脑、方向盘、枪、门、门把手、墙壁、电梯或任何其他移动电话中实现，它们可以受益于本文讨论的任何原理和优点。

[0473] 虽然已经描述了某些实施例，但是这些实施例仅作为示例呈现，并且不旨在限制本公开的范围。实际上，这里描述的新颖设备、系统、装置、方法和系统可以以各种其他形式体现；此外，在不脱离本公开的精神的情况下，可以对这里描述的方法和系统的形式进行各种省略，替换和改变。例如，虽然以给定布置呈现框，但是替代实施例可以执行具有不同组件和/或电路拓扑的类似功能，并且可以删除、移动、添加、细分、组合和/或修改一些框。这些框中的每一个可以以各种不同的方式实现。可以组合上述各种实施例的元件和动作的任何合适组合以提供进一步的实施例。

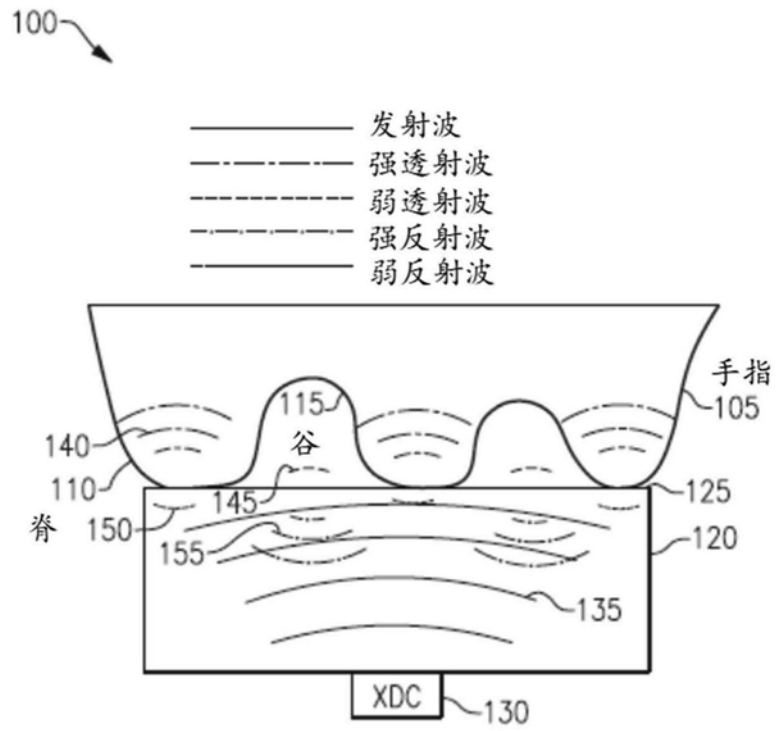


图1

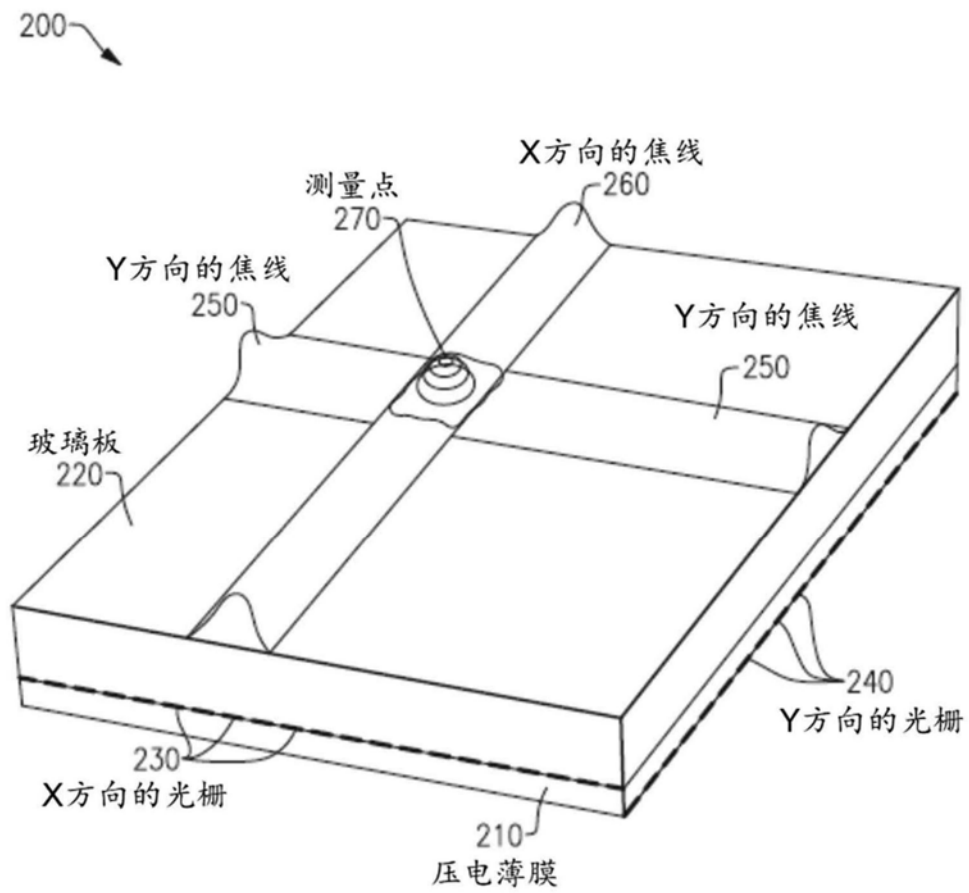


图2

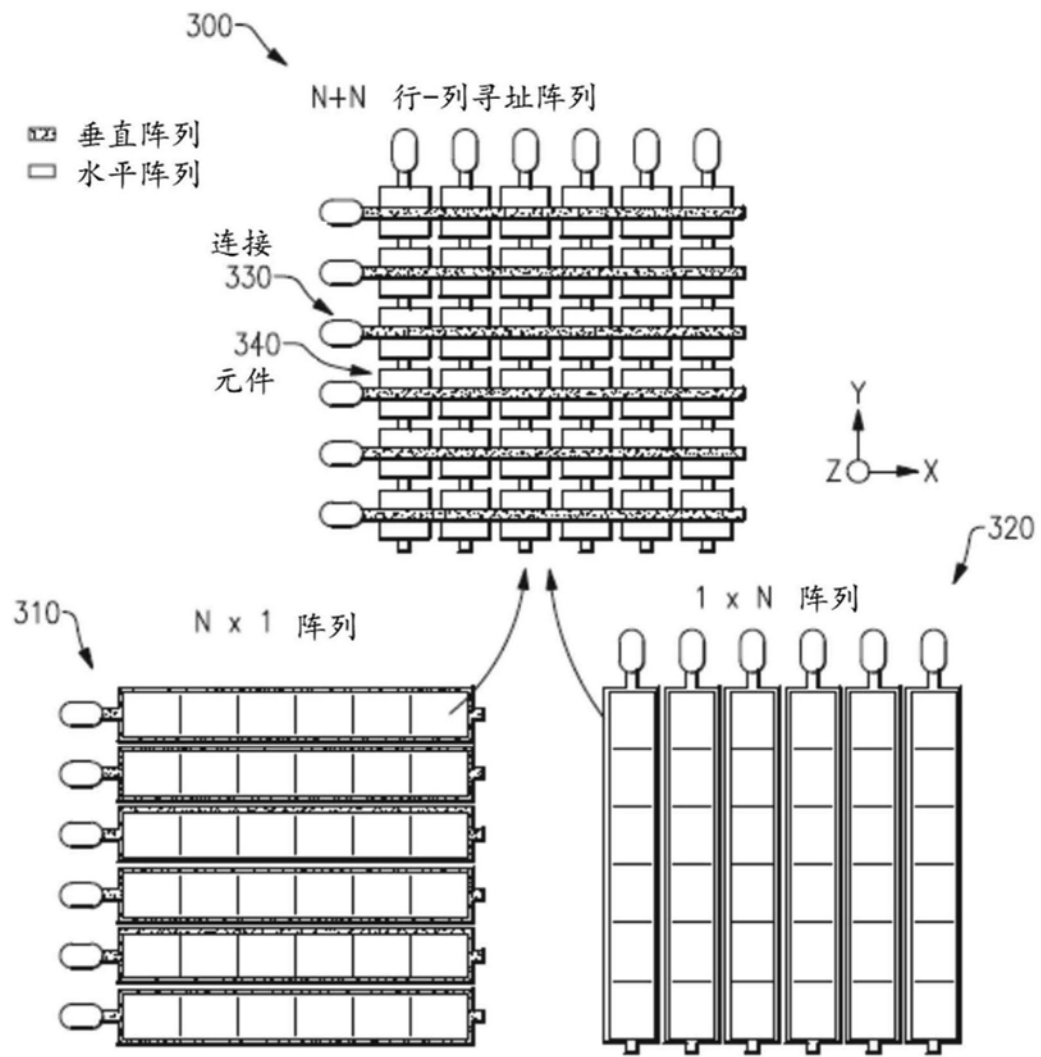


图3

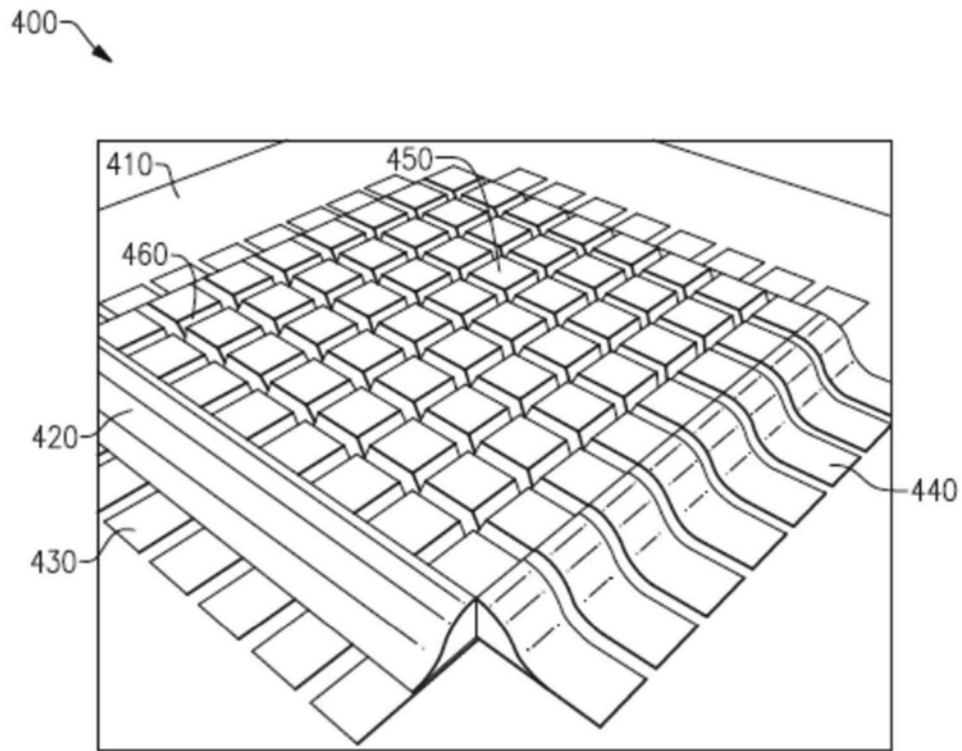


图4

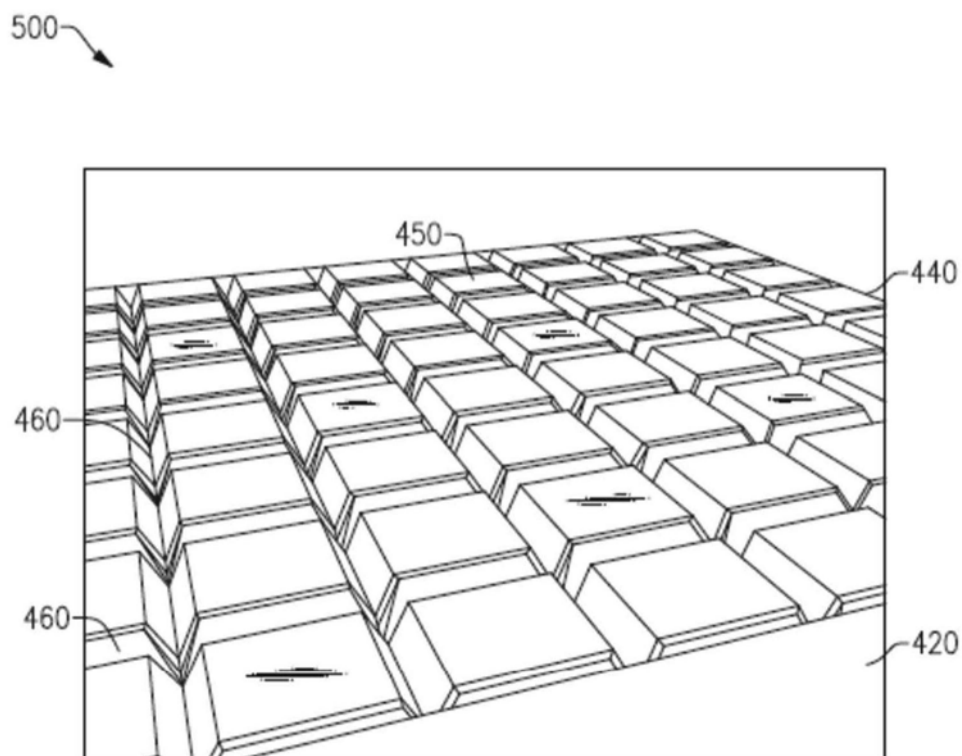


图5

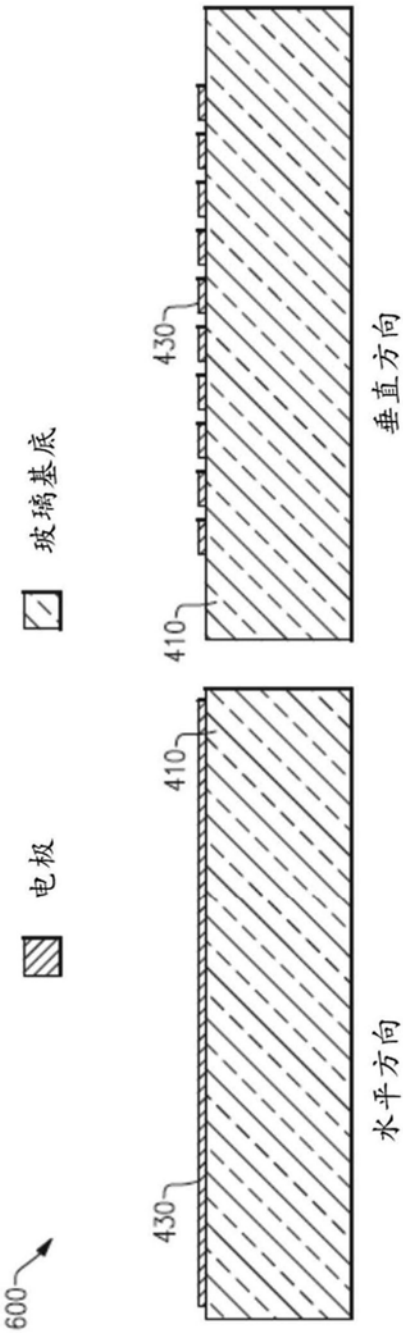


图6

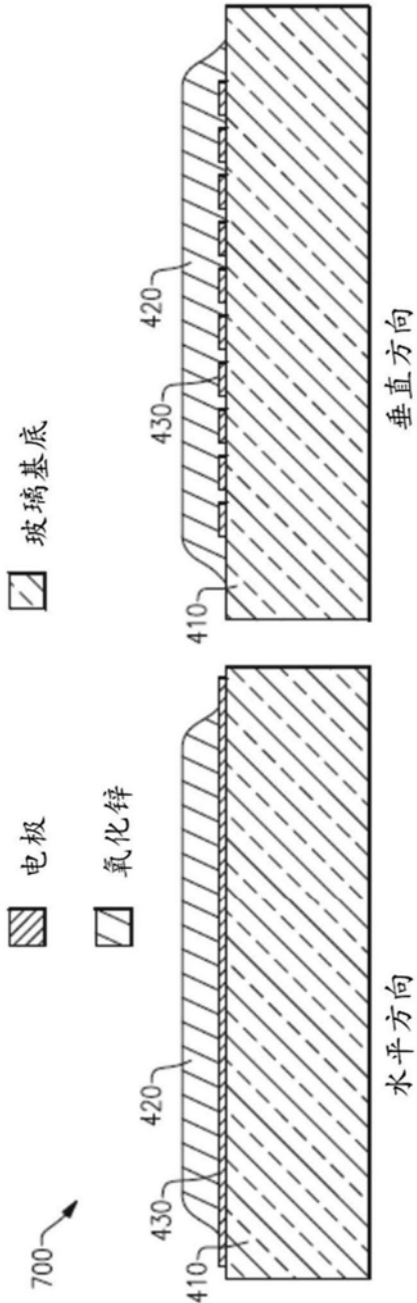


图7

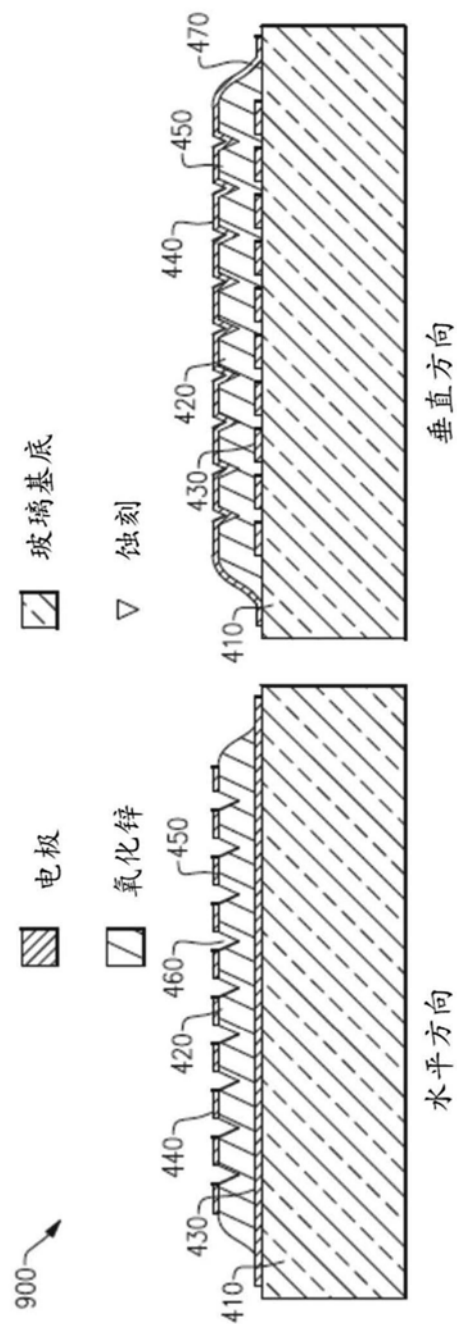


图9

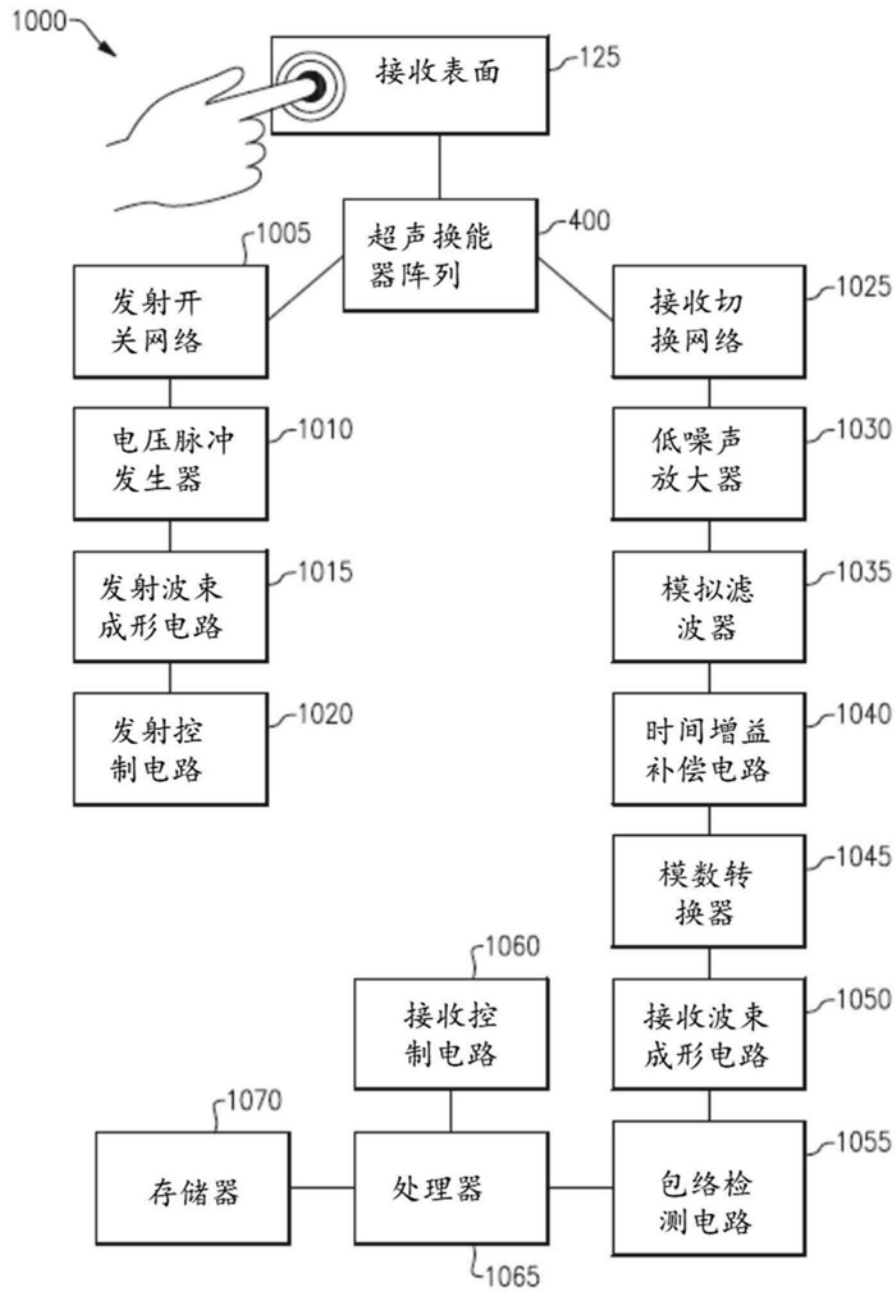


图10

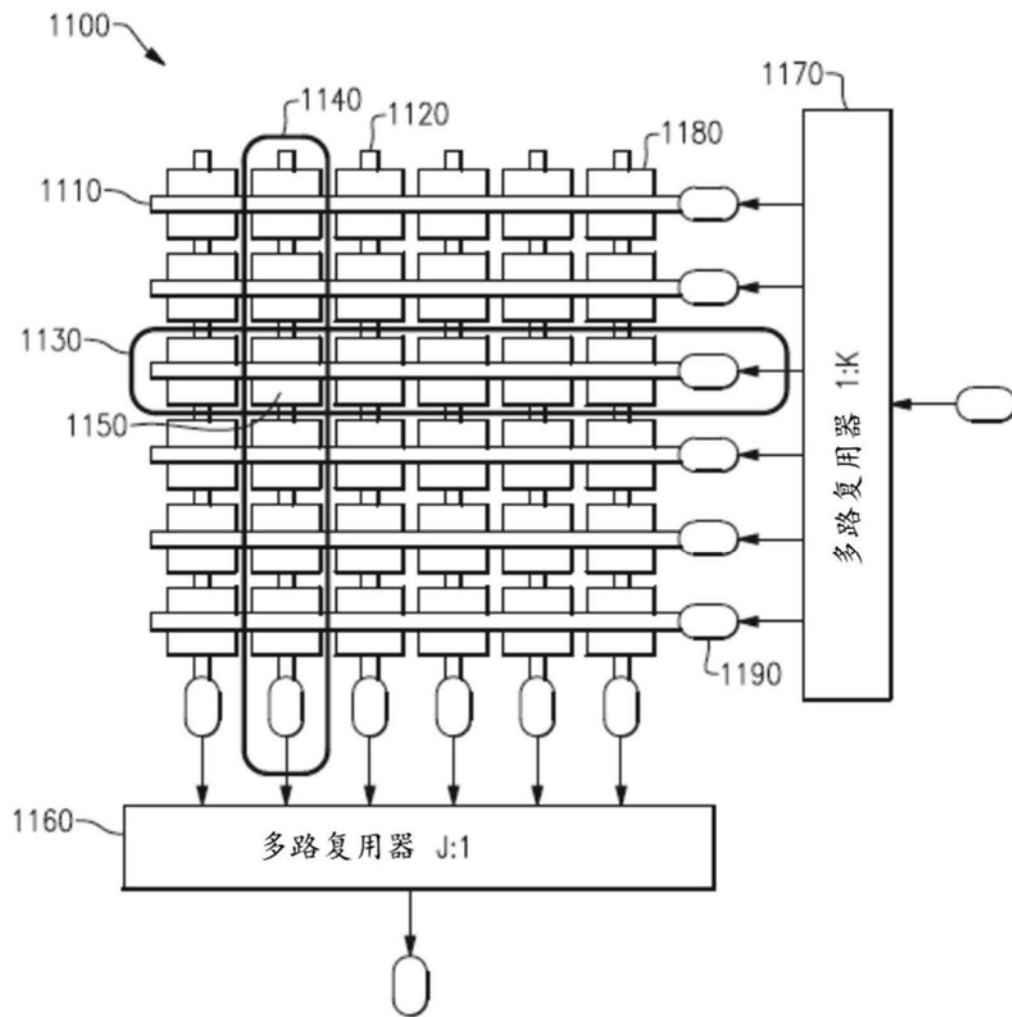


图11

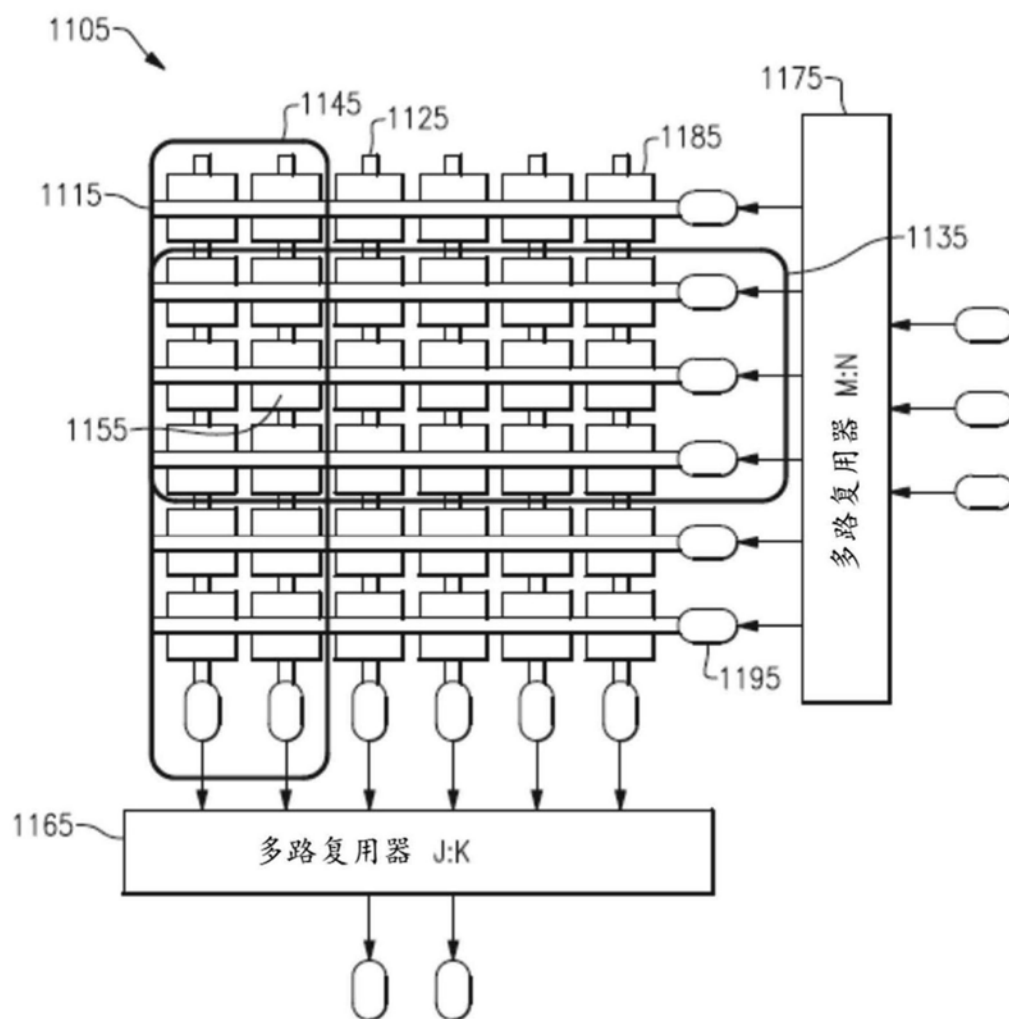


图12

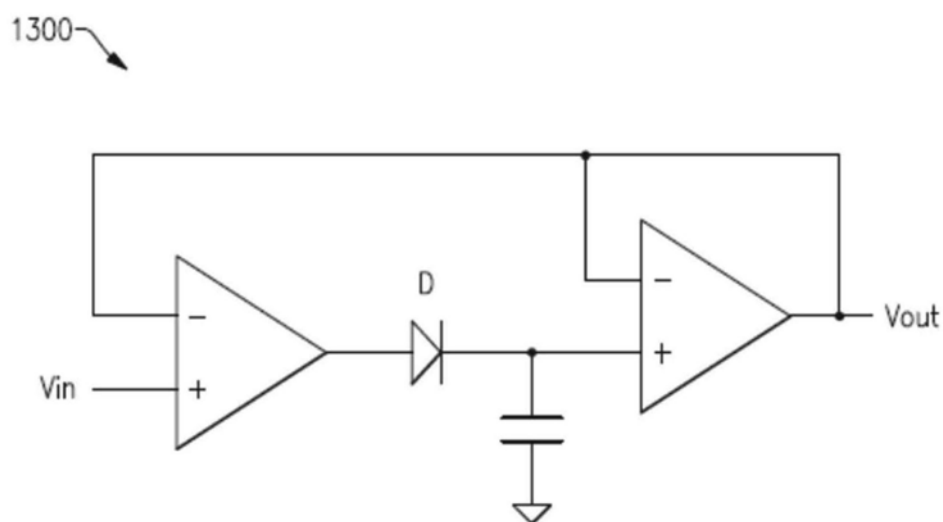


图13

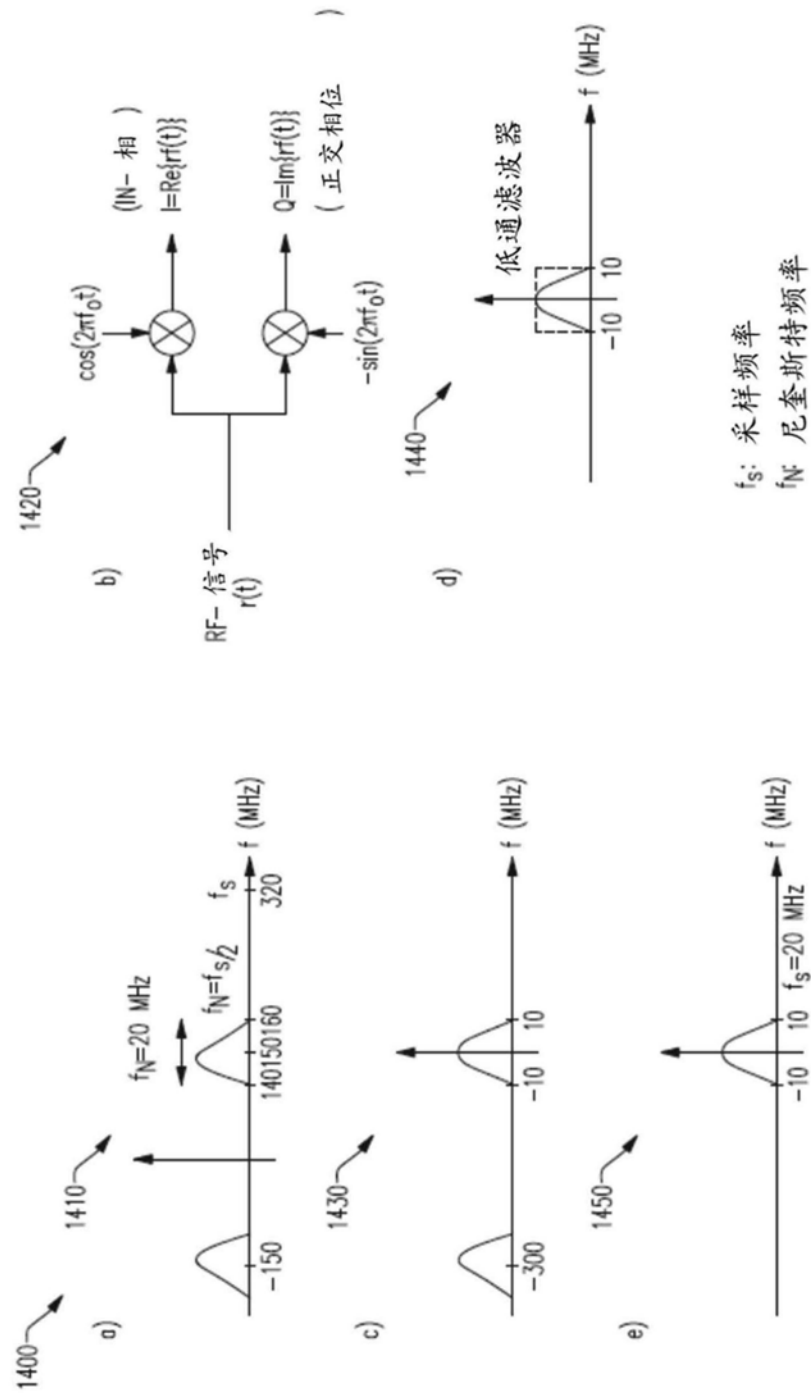


图14

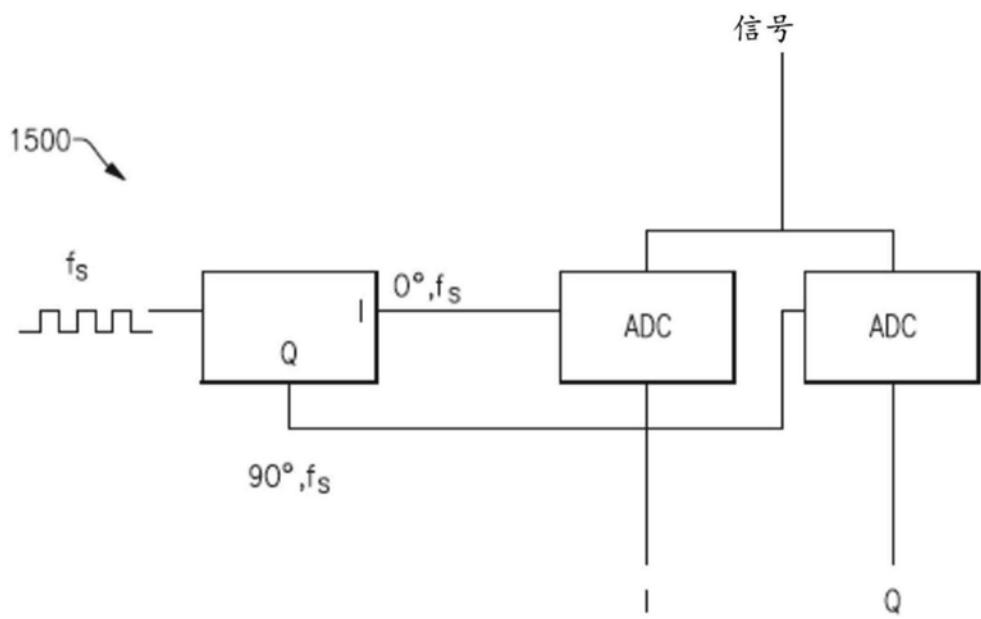


图15

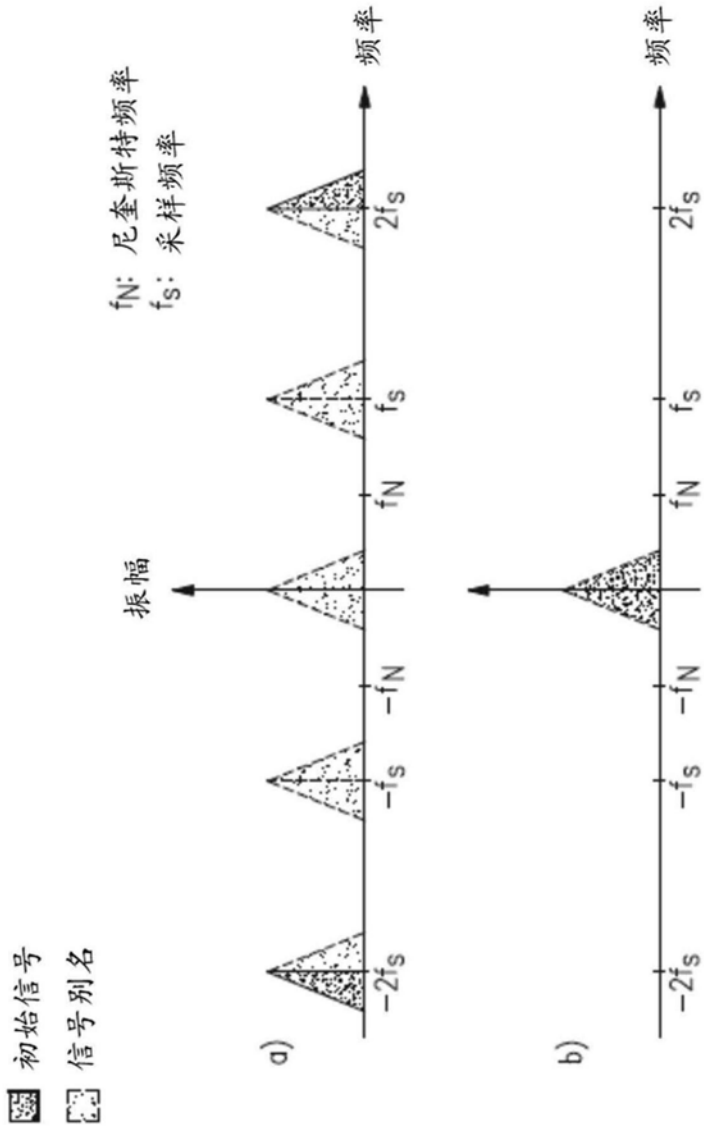


图16

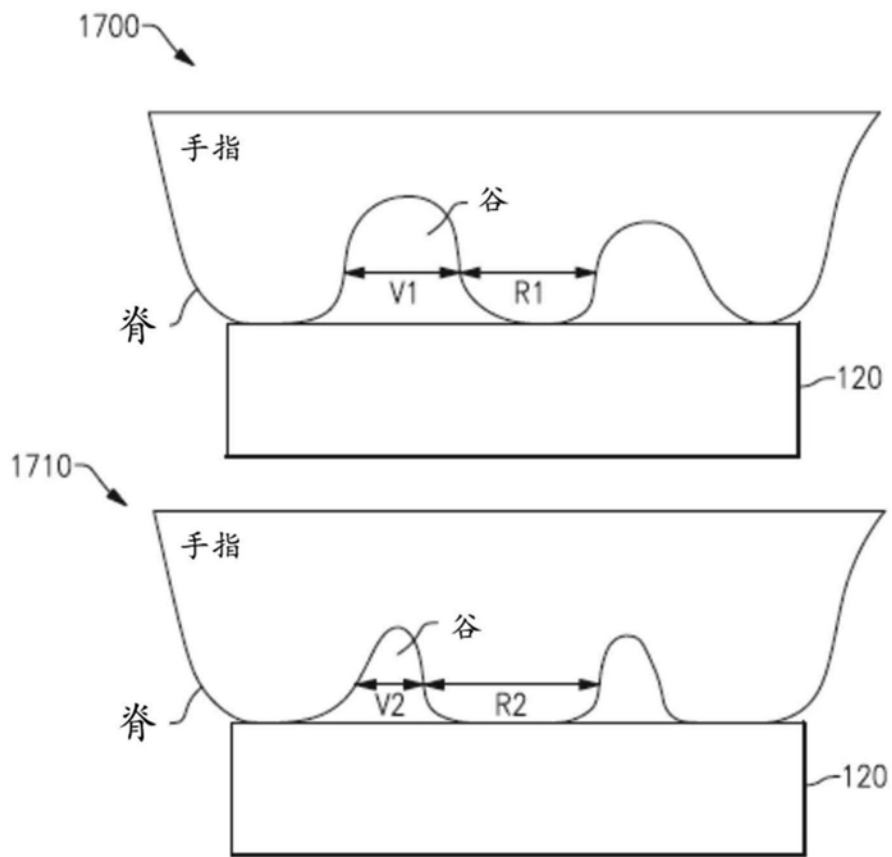


图17

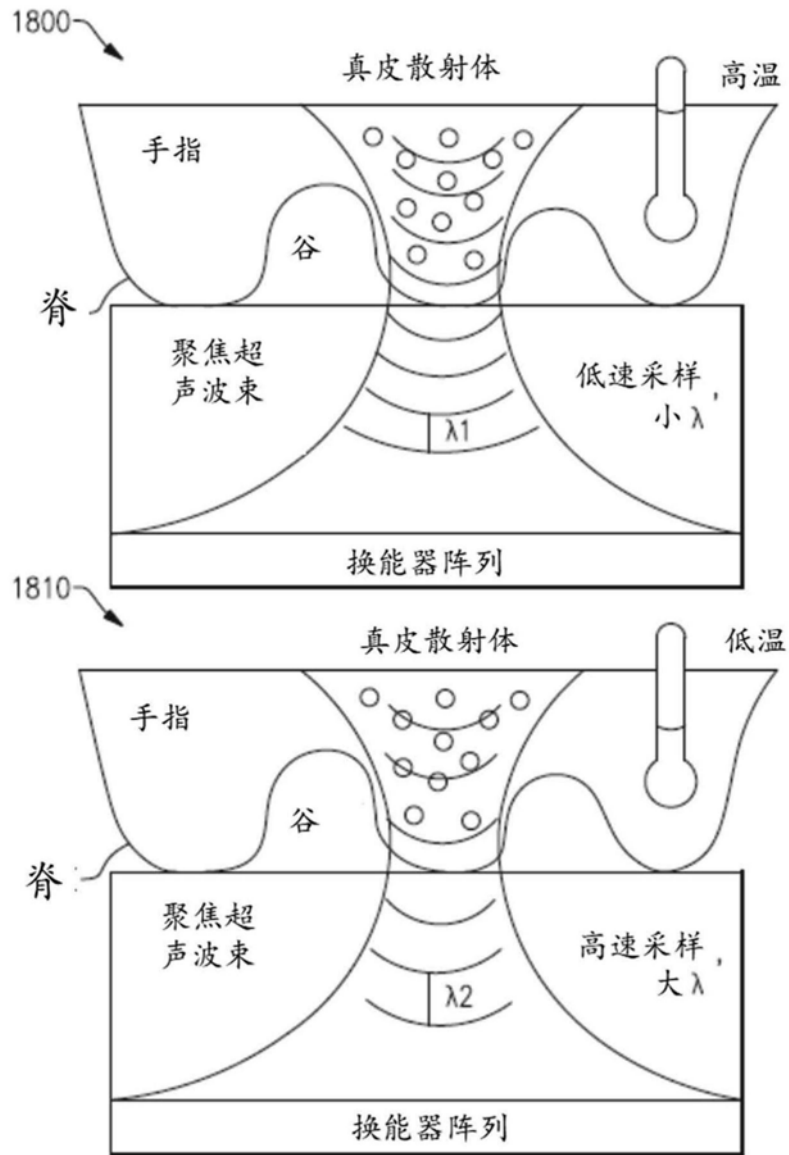


图18

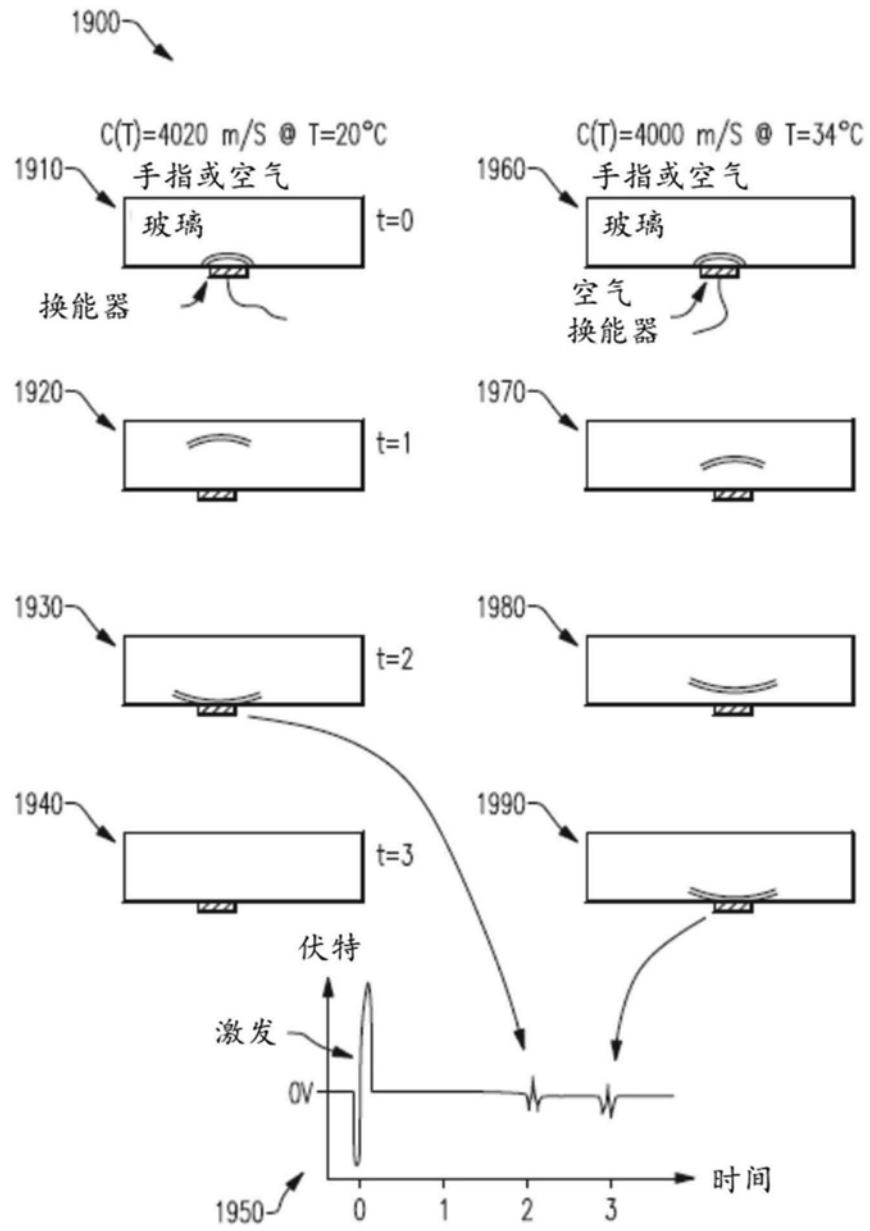


图19

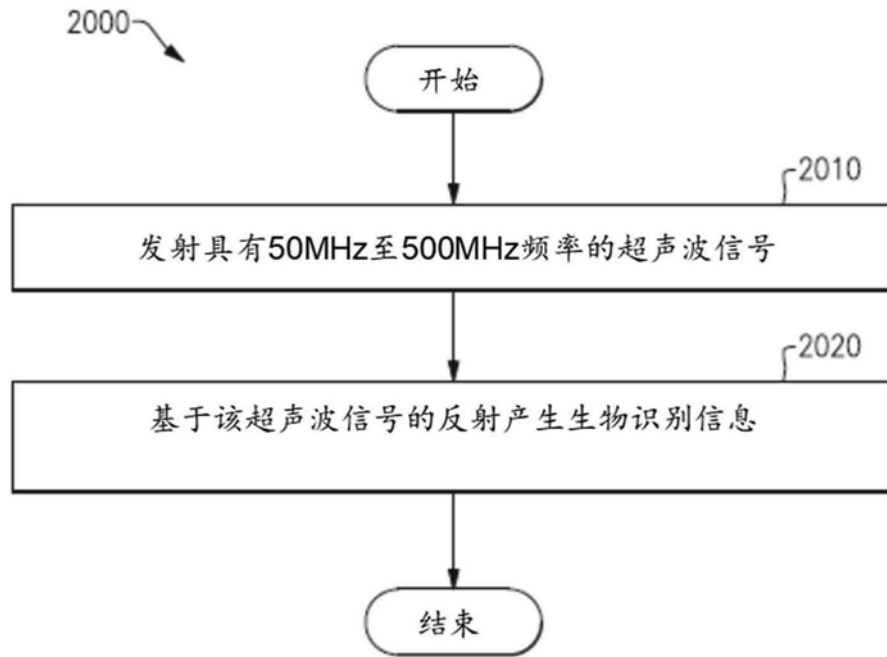


图20

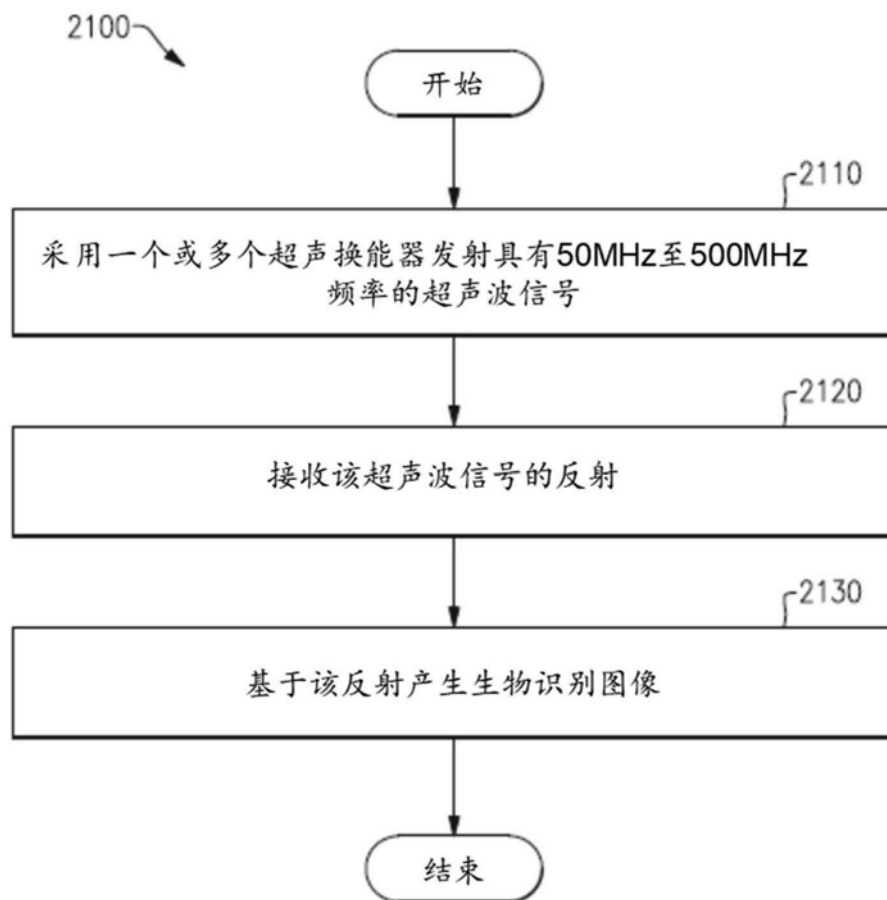


图21

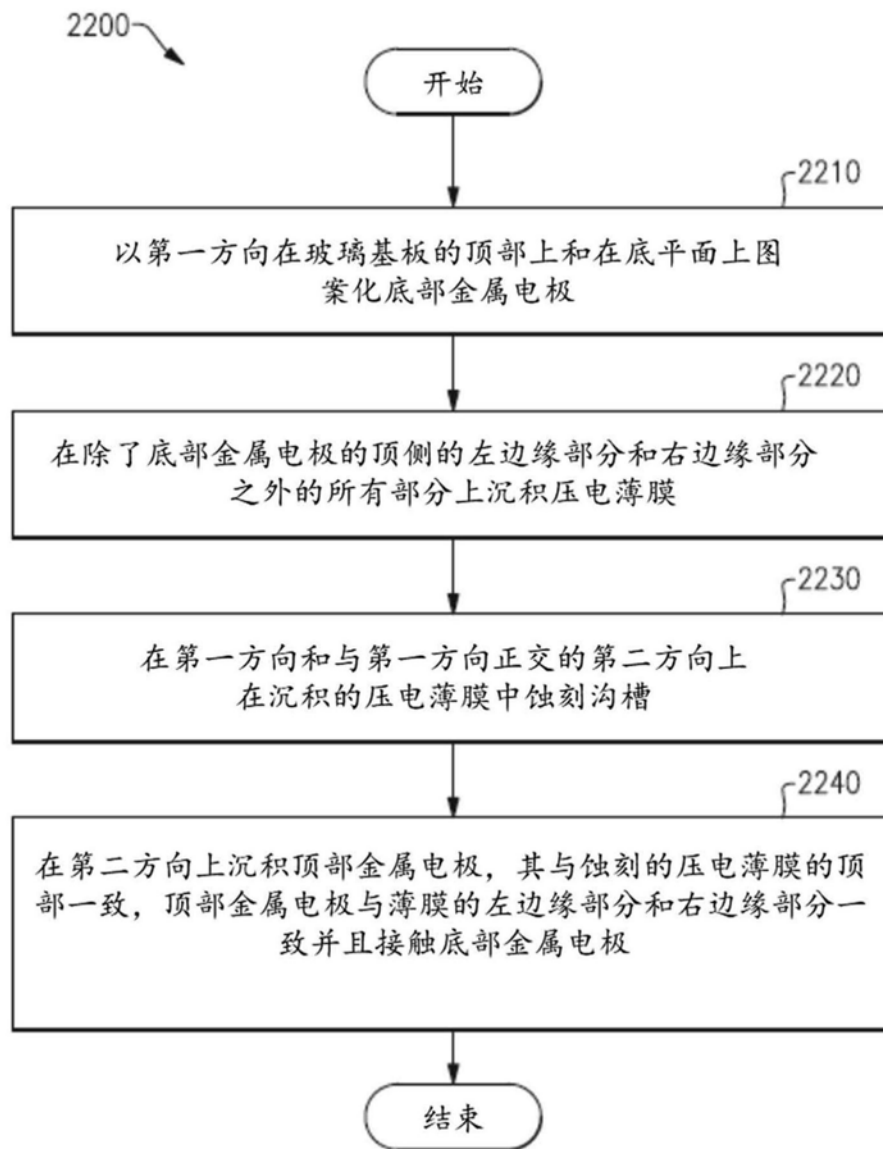


图22

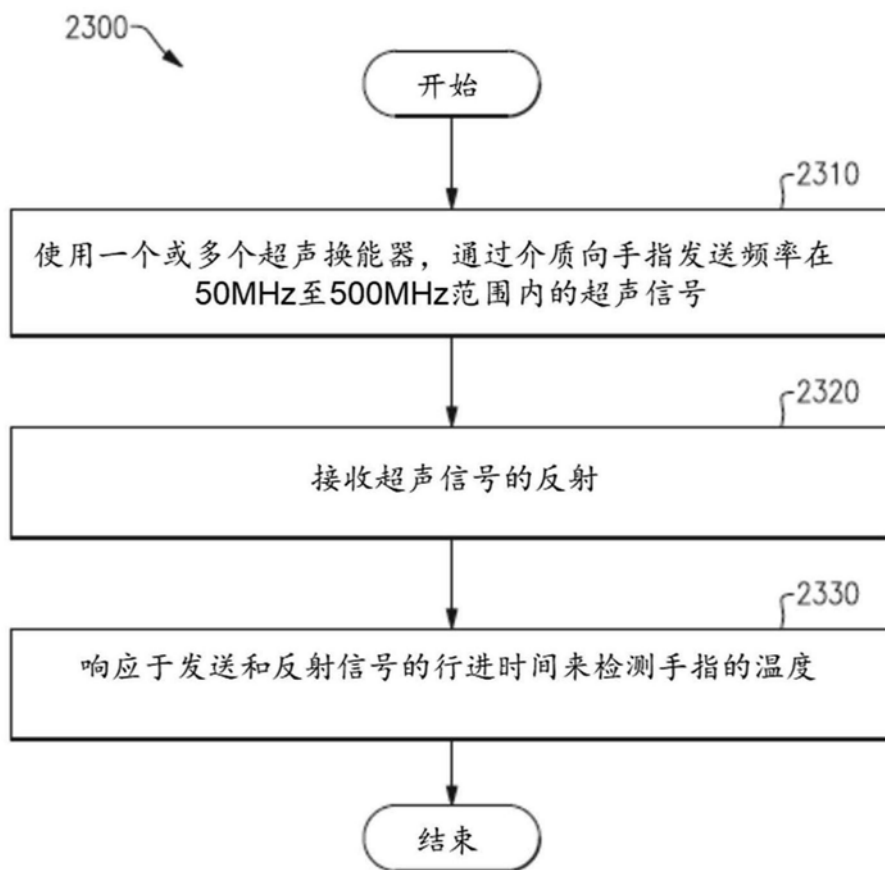


图23

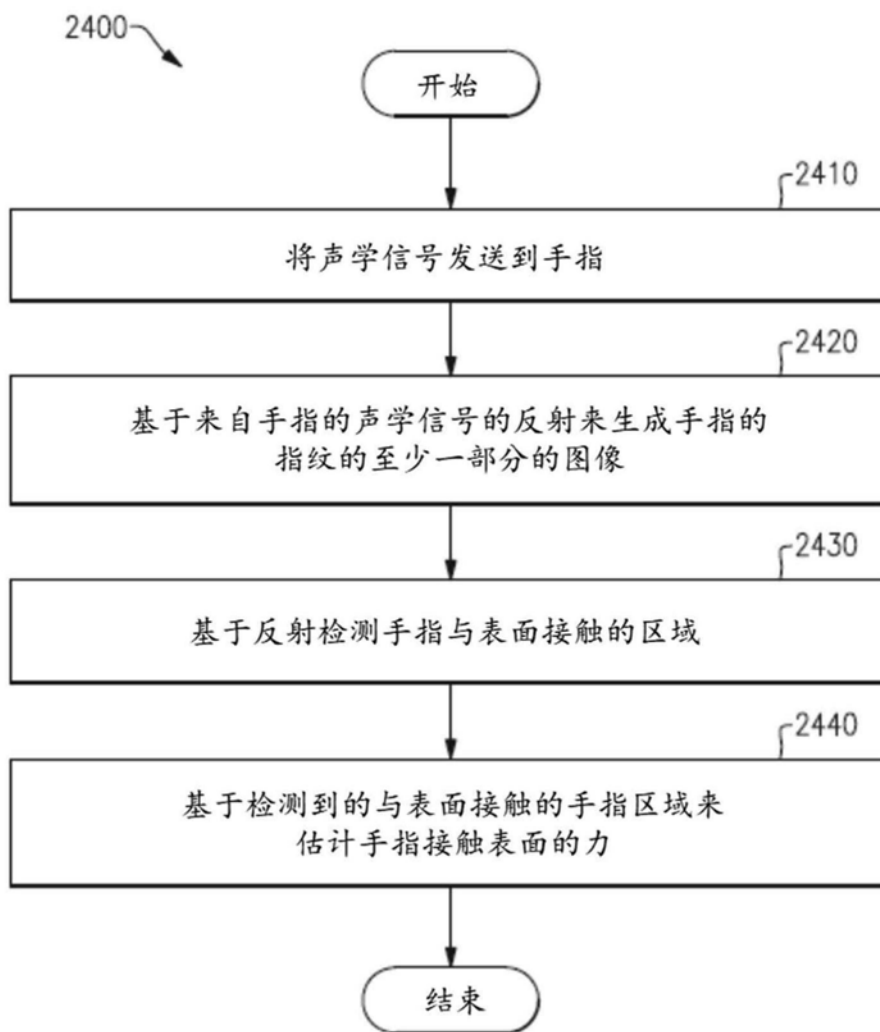


图24

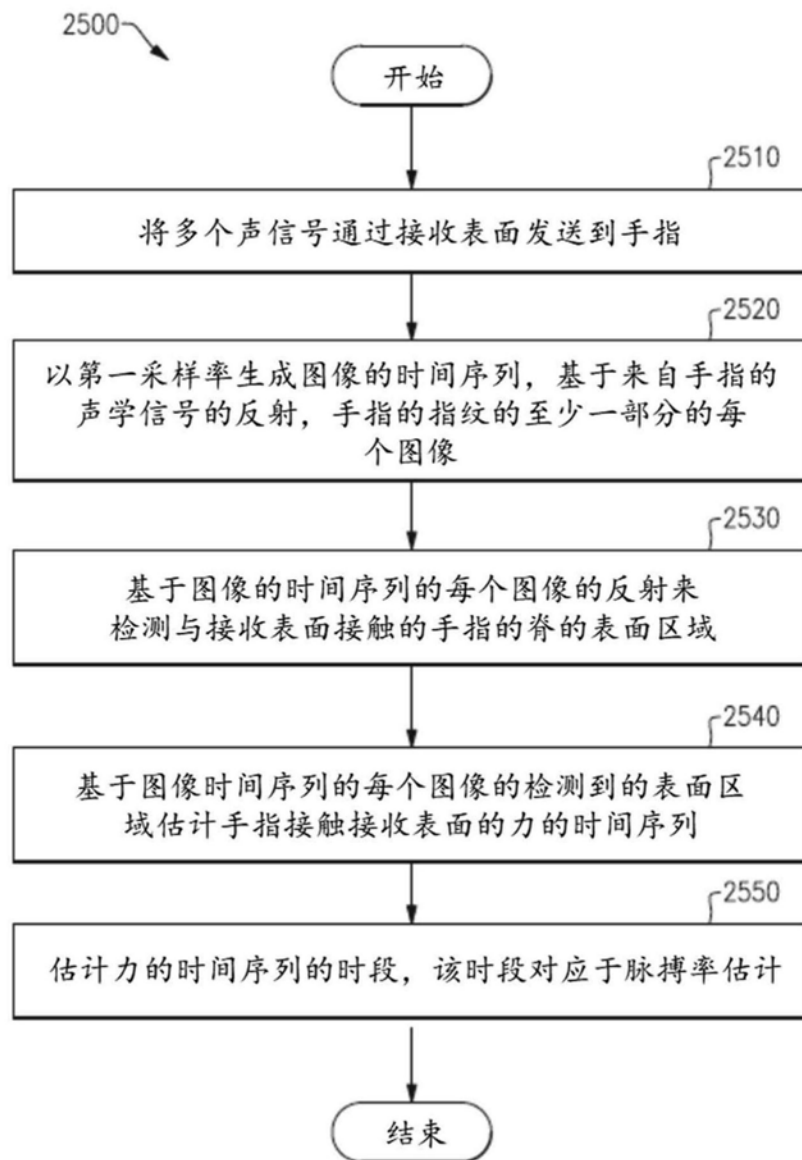


图25

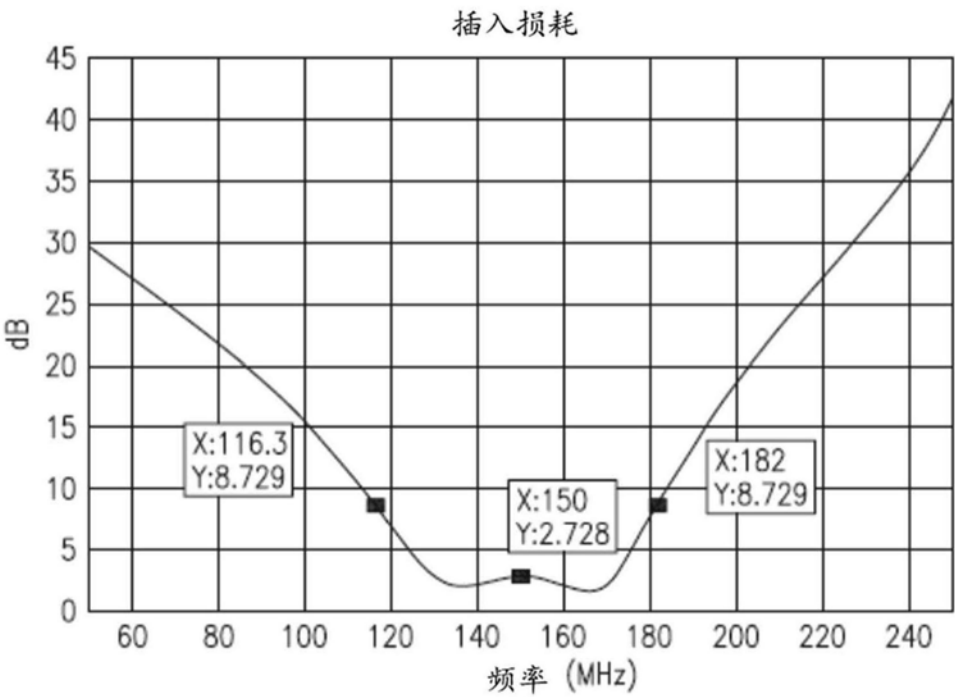


图26

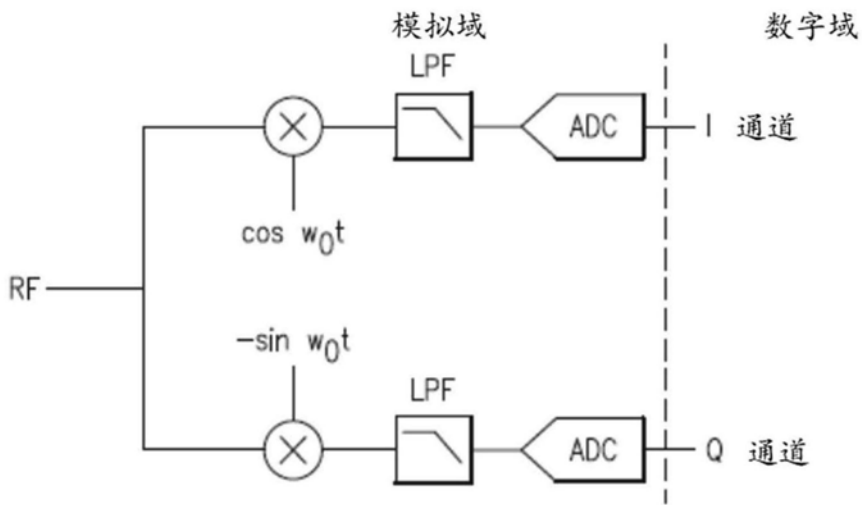


图27

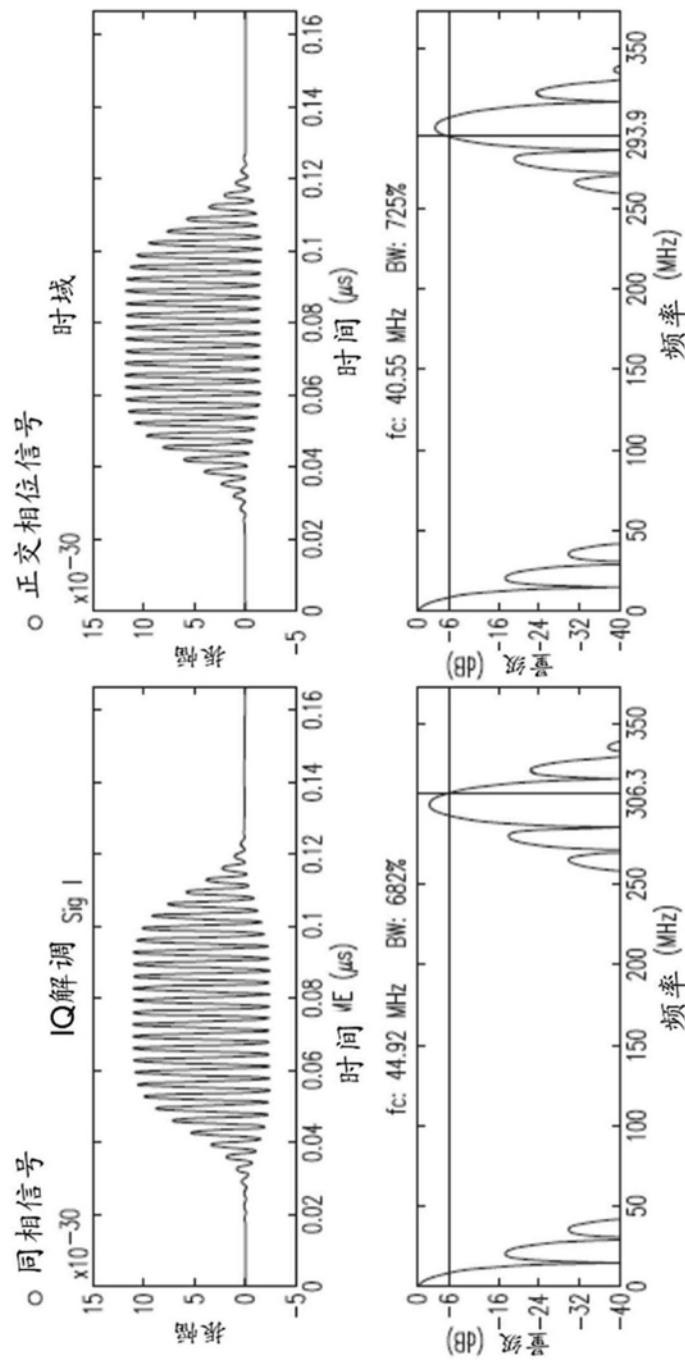


图28

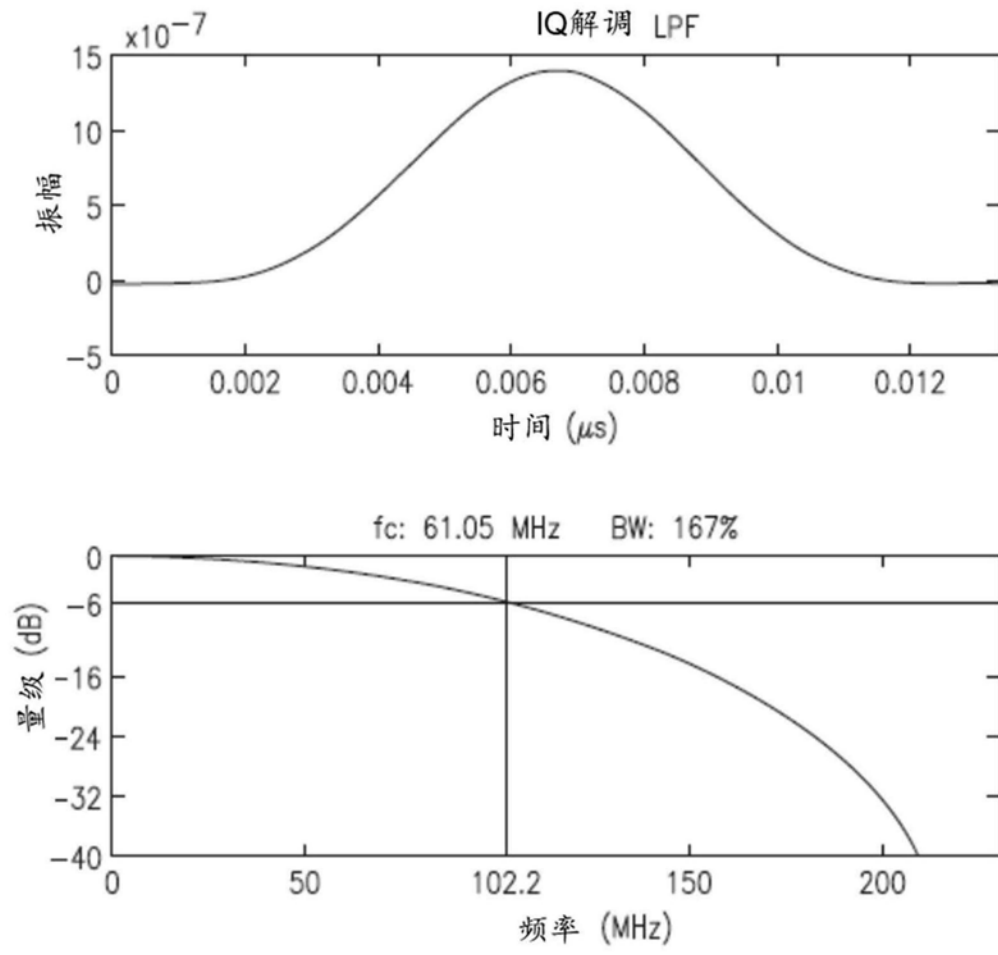


图29

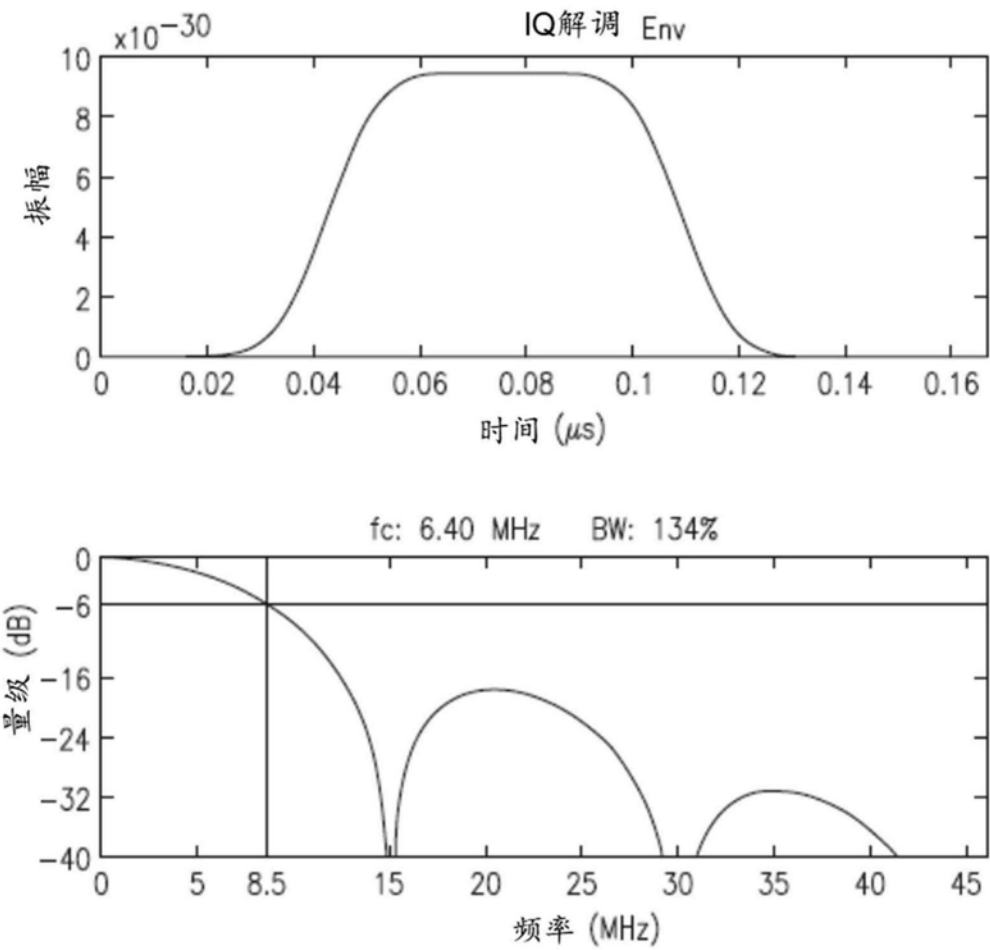


图30

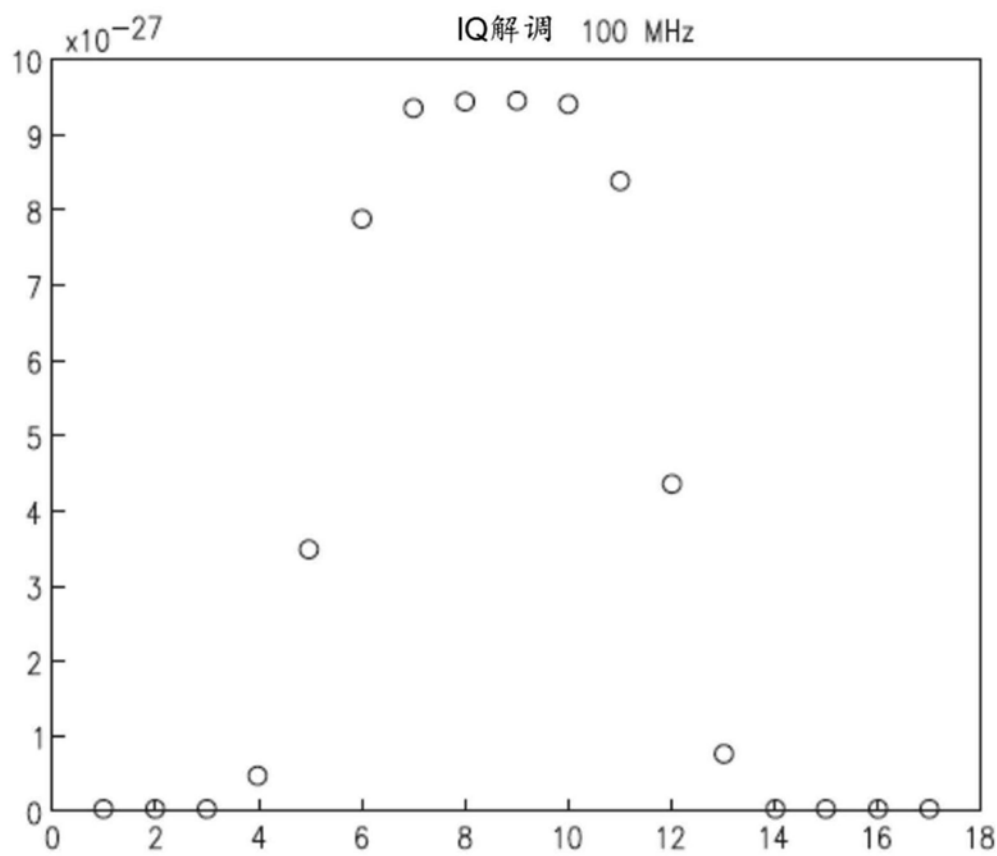


图31

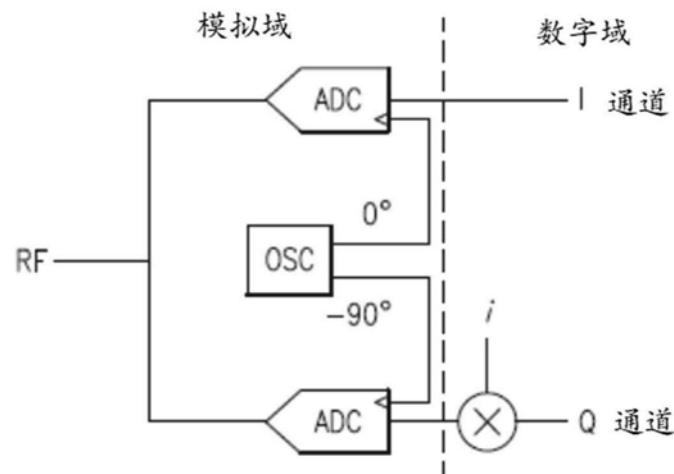


图32

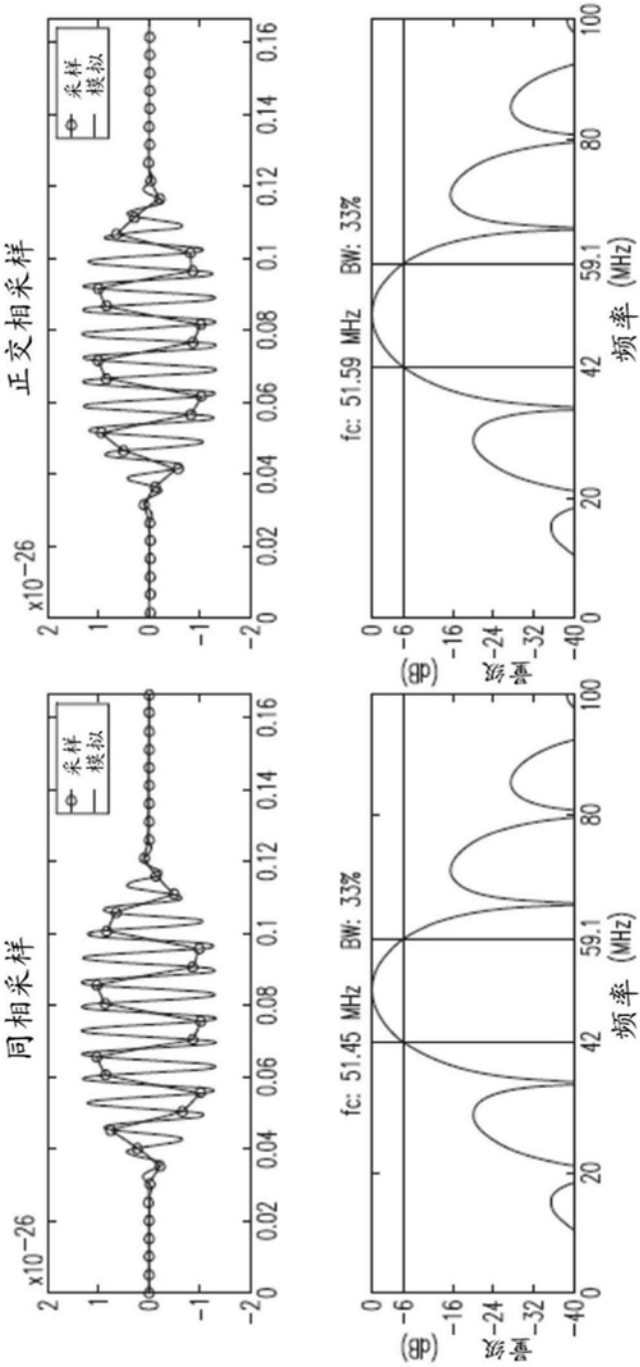


图33

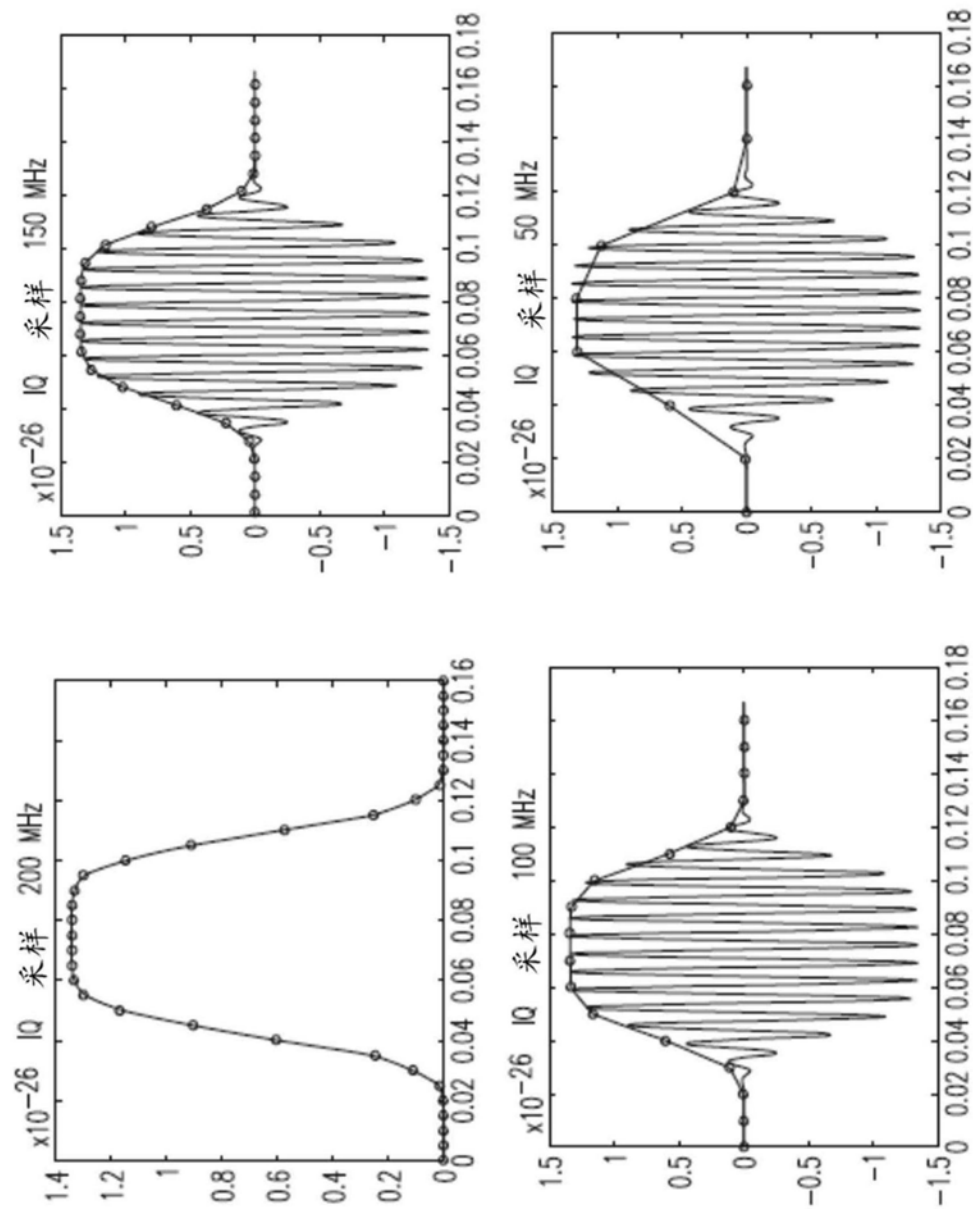


图34

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料

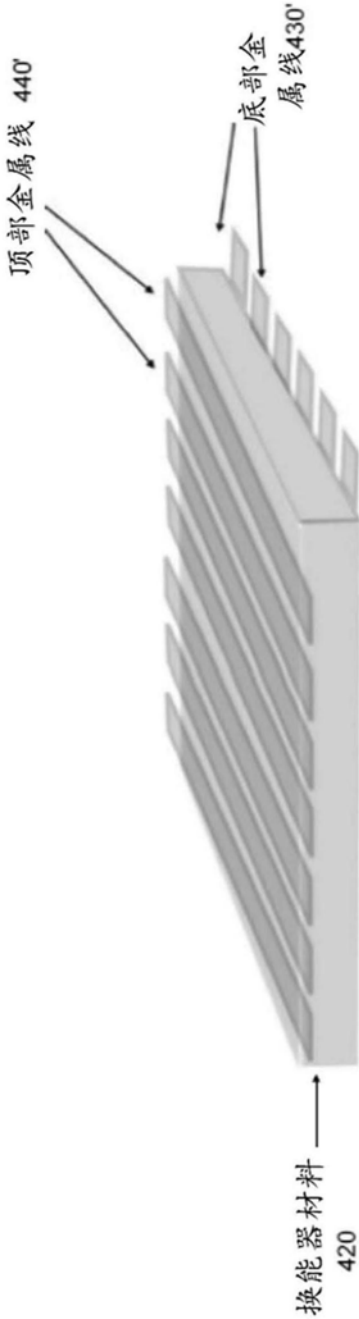


图35

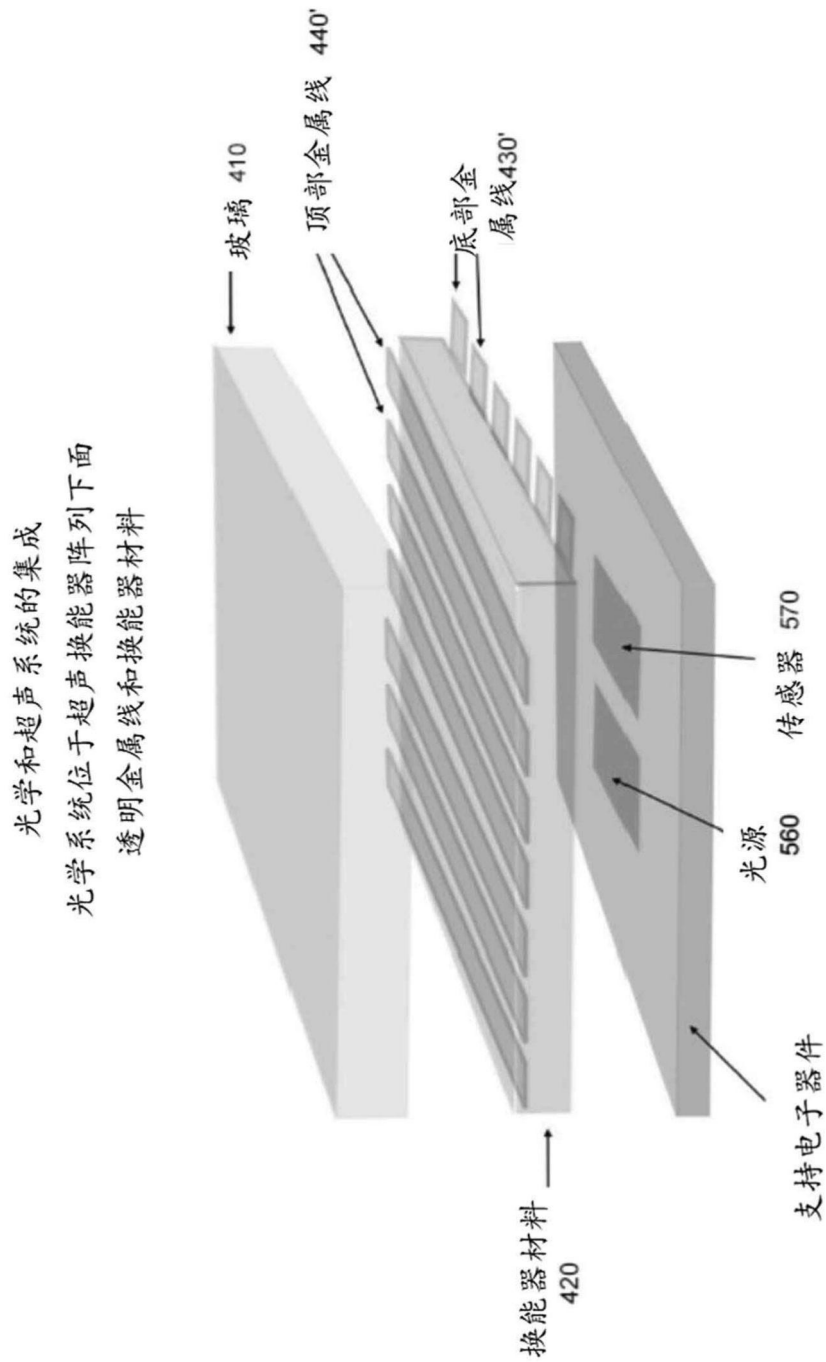


图36

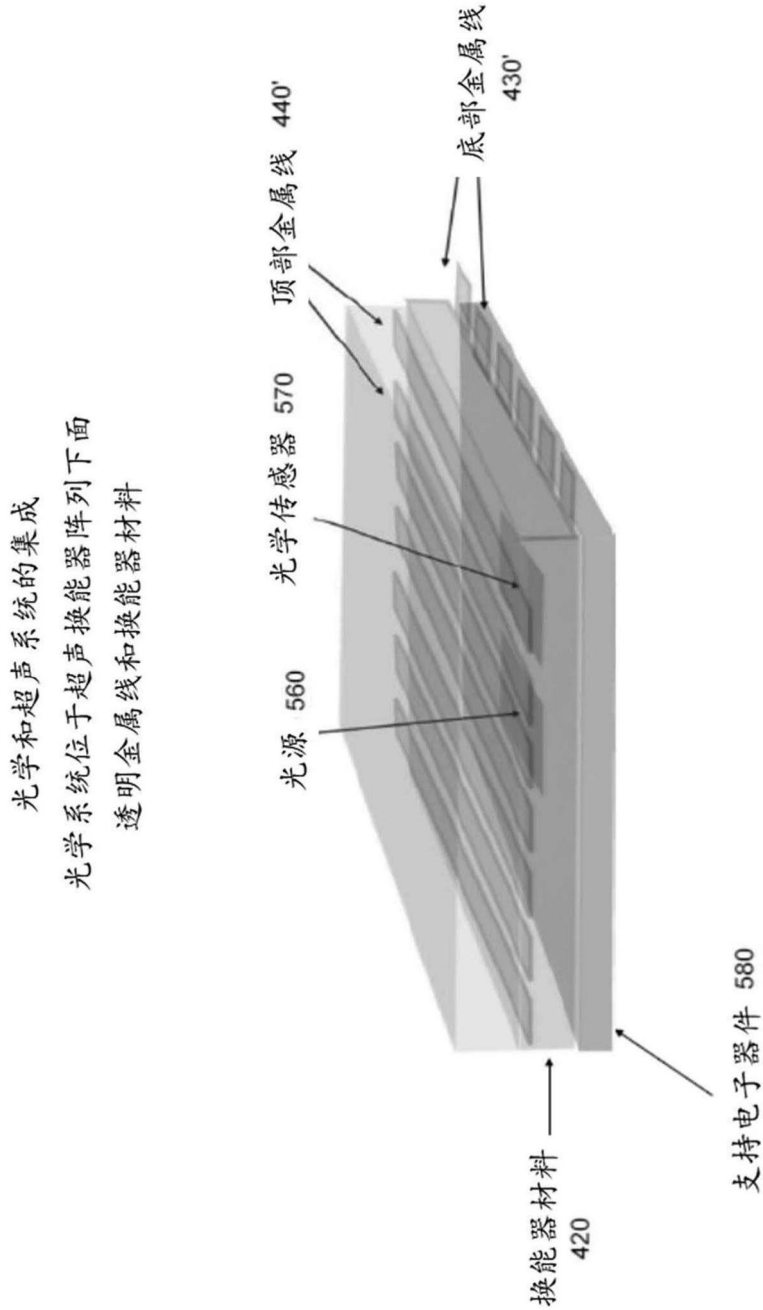
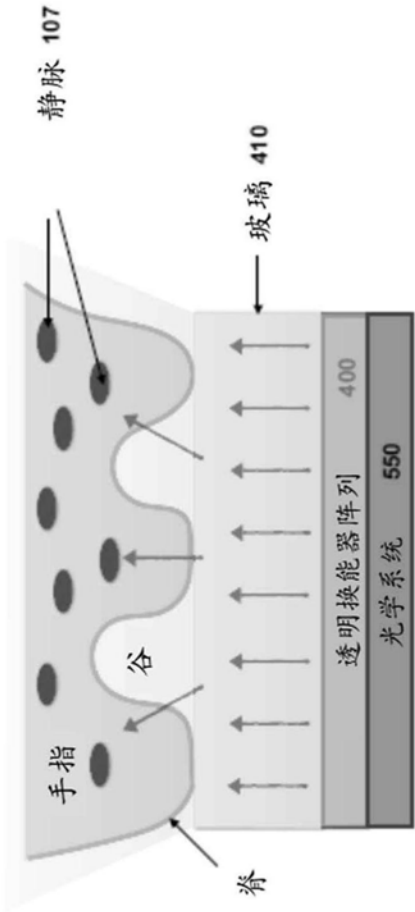


图37

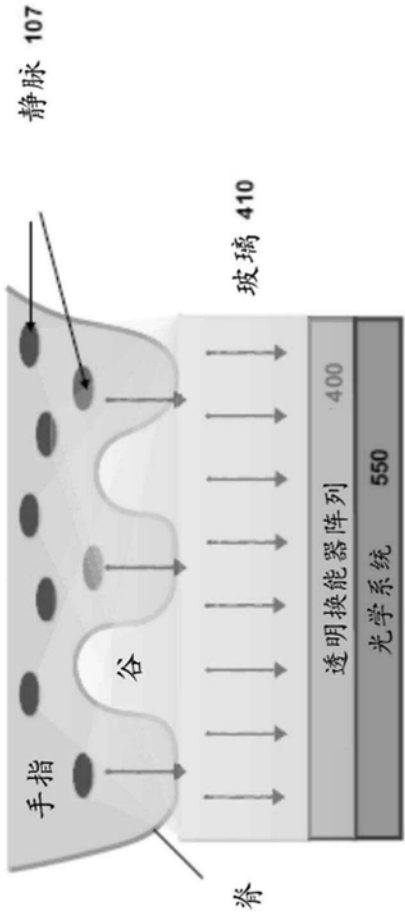
光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料



发射具有 λ_1 波长的光

图38

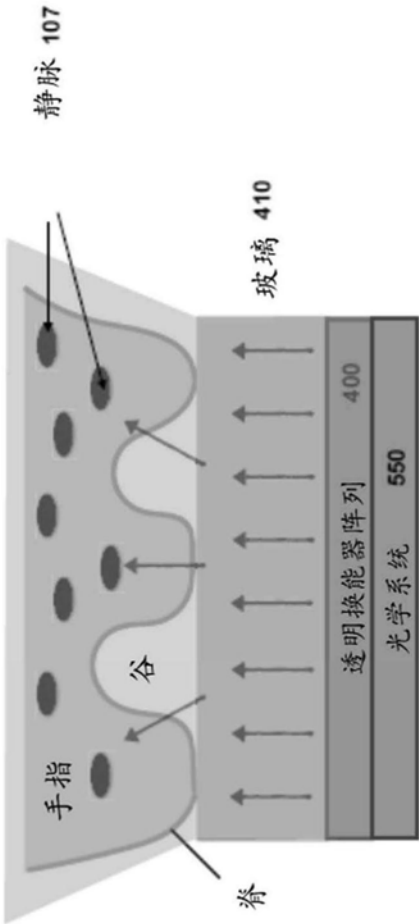
光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料



接收具有 λ_1 波长的光

图39

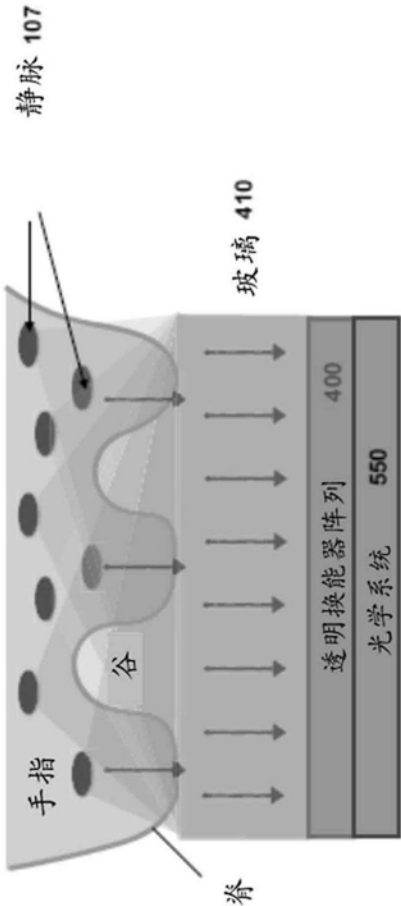
光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料



发射具有 $\lambda/2$ 波长的光

图40

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料



发射具有 $\lambda/2$ 波长的光

图41

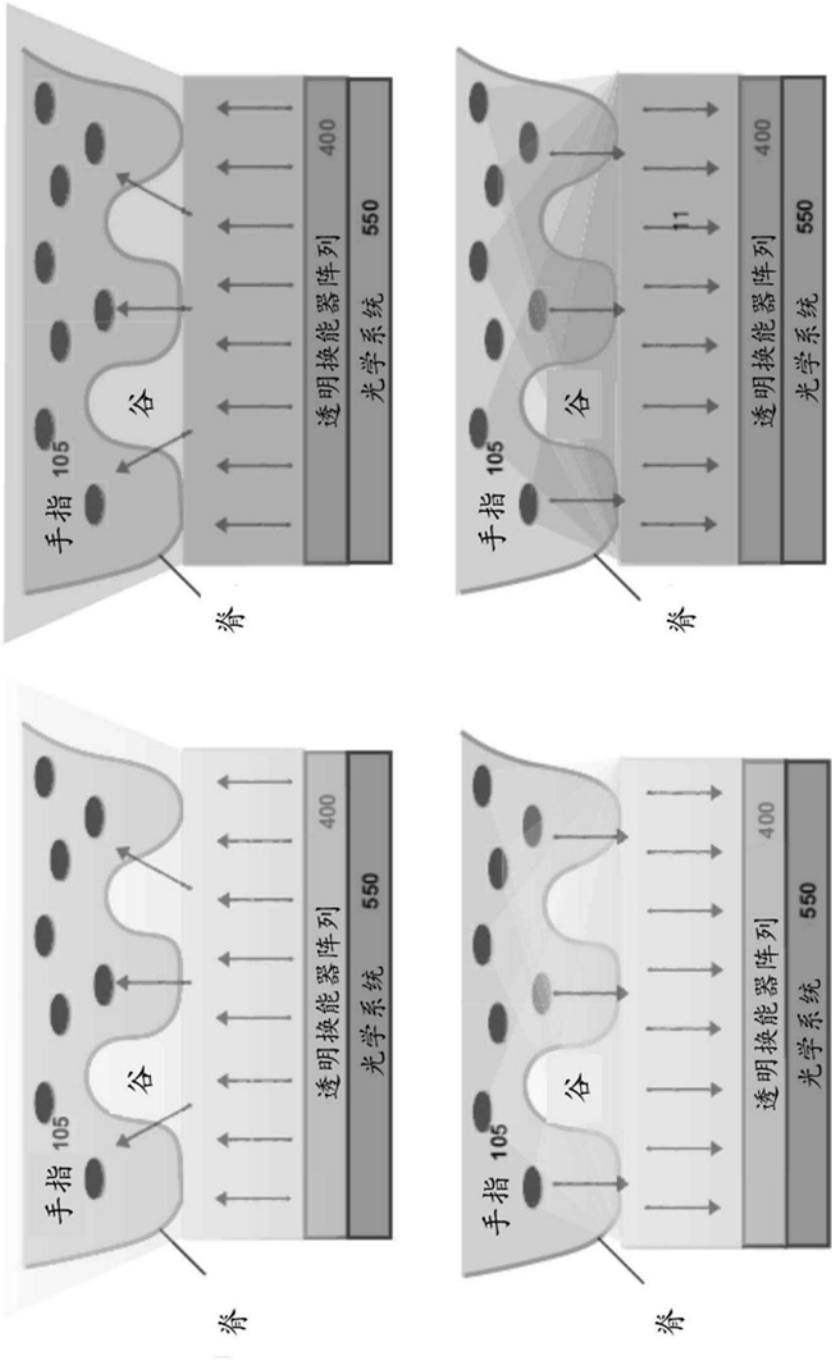


图42

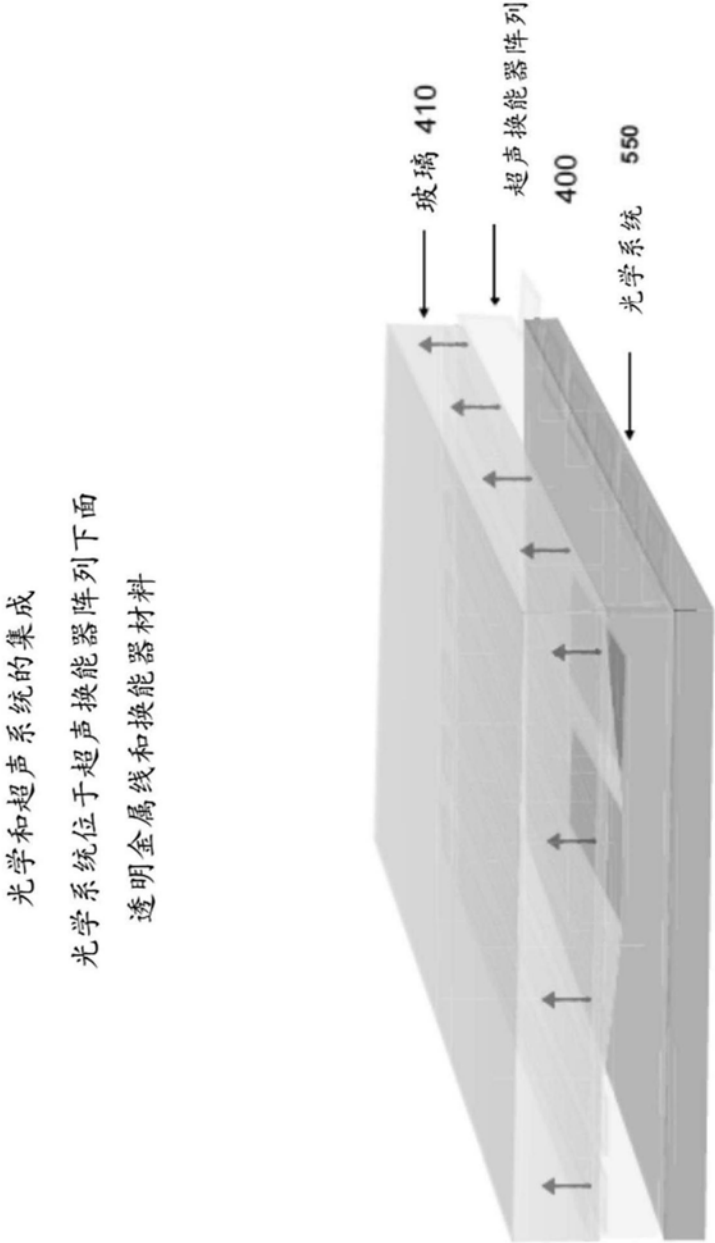


图43

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料

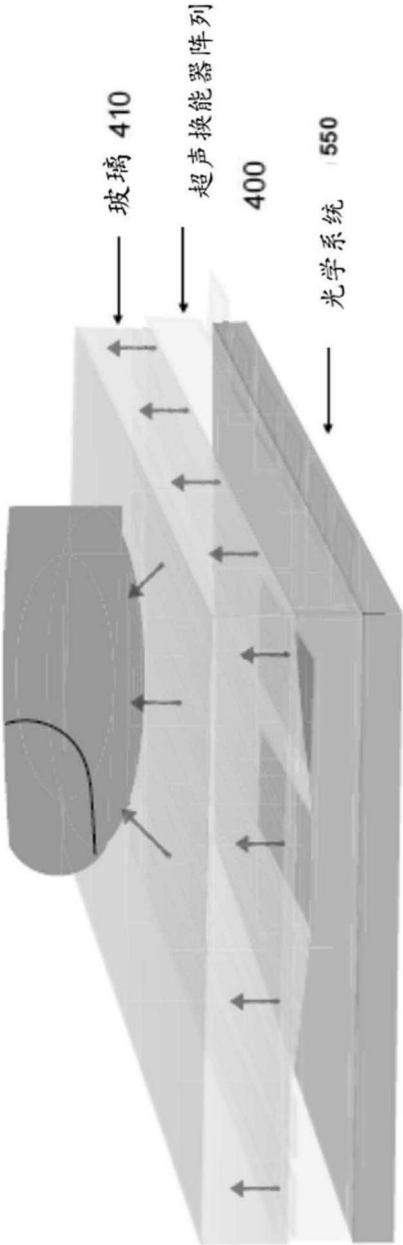


图44

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
透明金属线和换能器材料

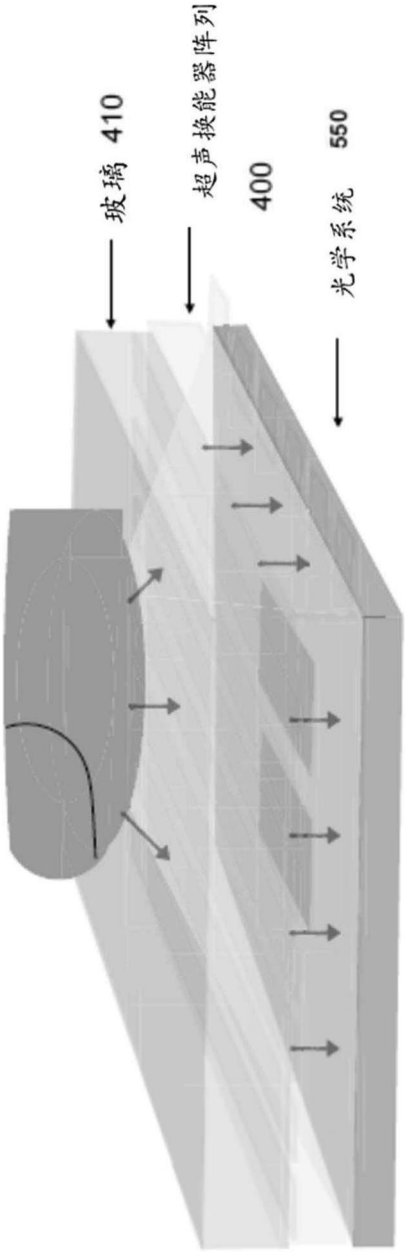


图45

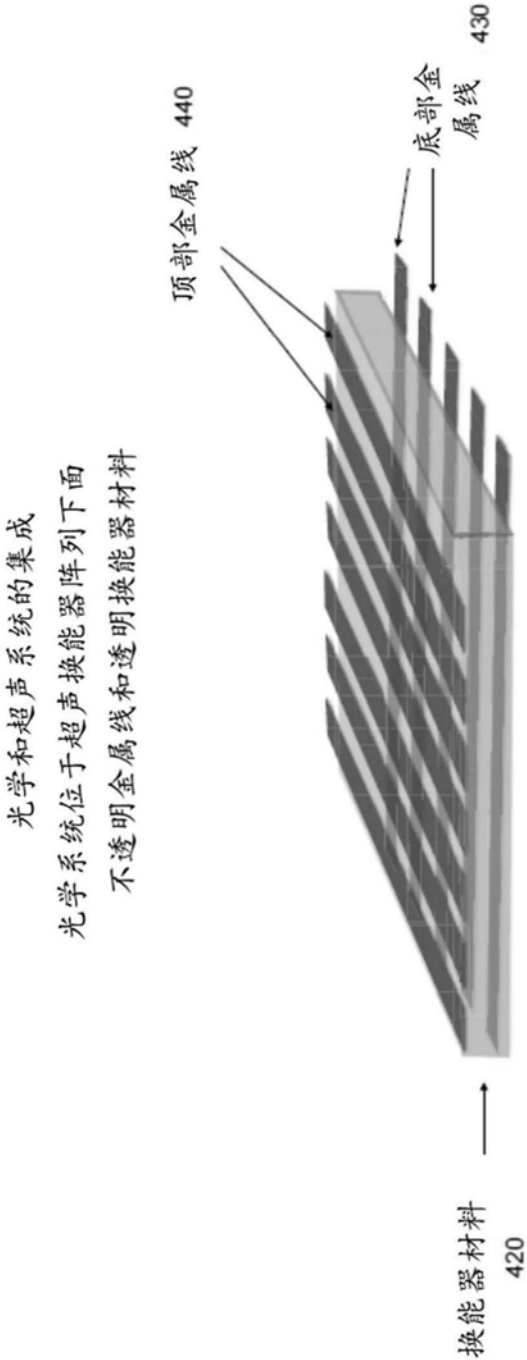


图46

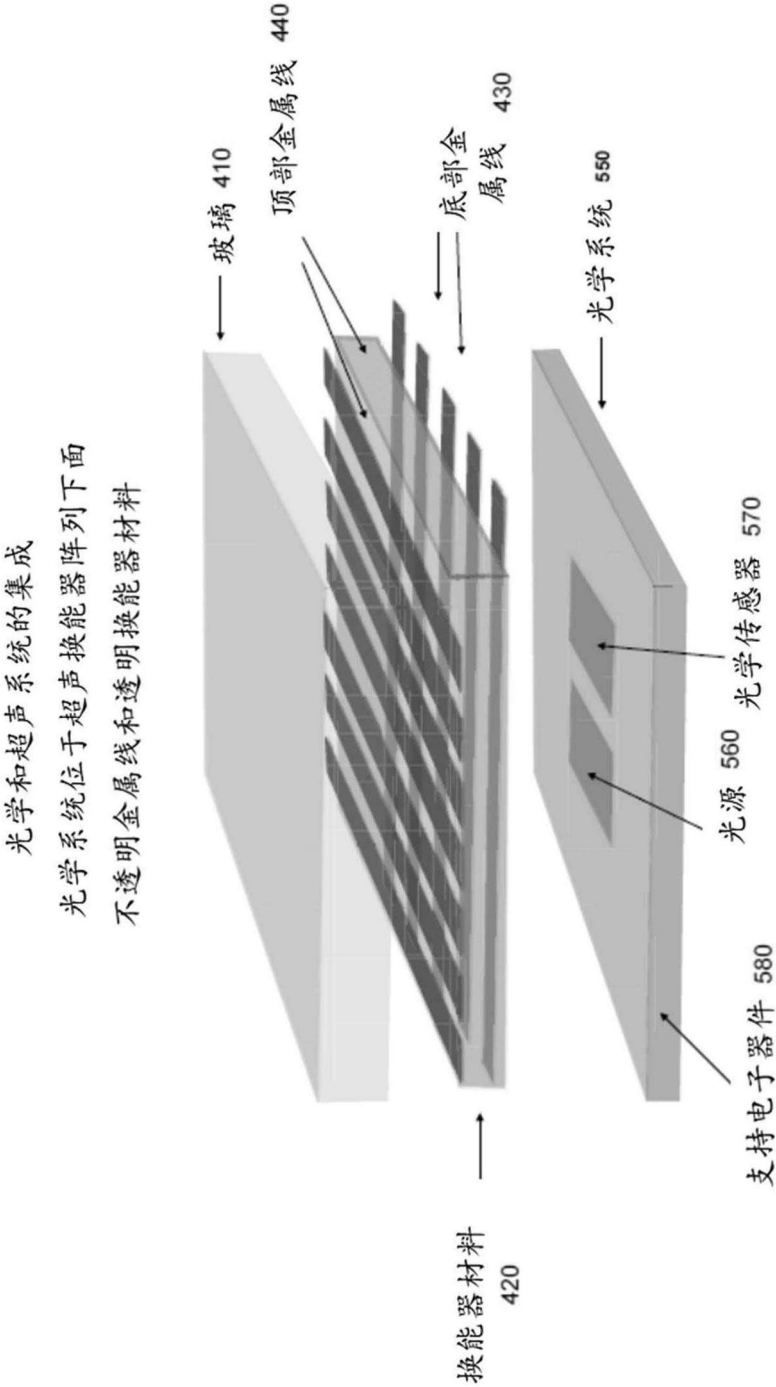
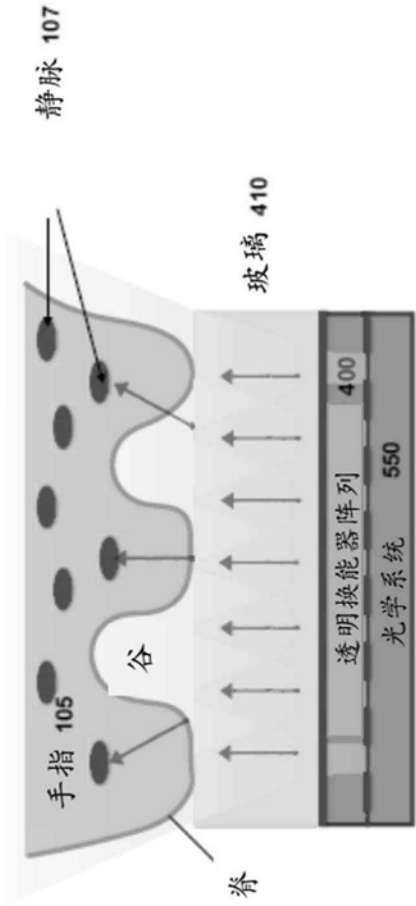


图47

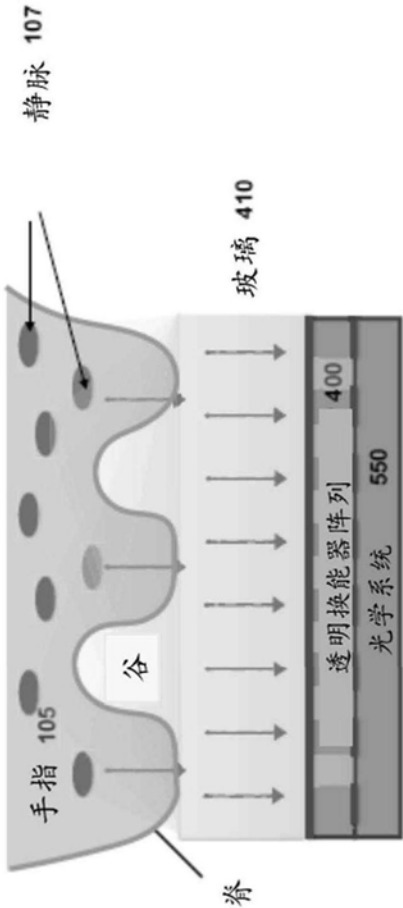
光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料



发射具有 λ_1 波长的光

图48

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料



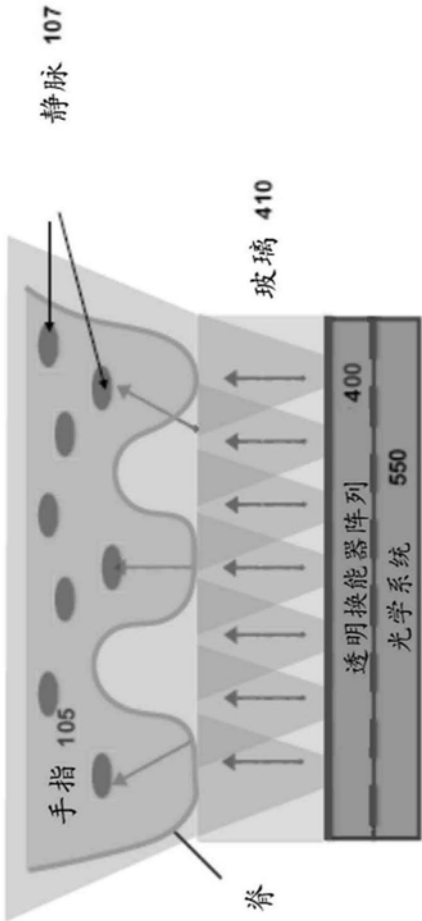
接收具有 λ 1波长的光

图49

光学和超声系统的集成

光学系统位于超声换能器阵列下面

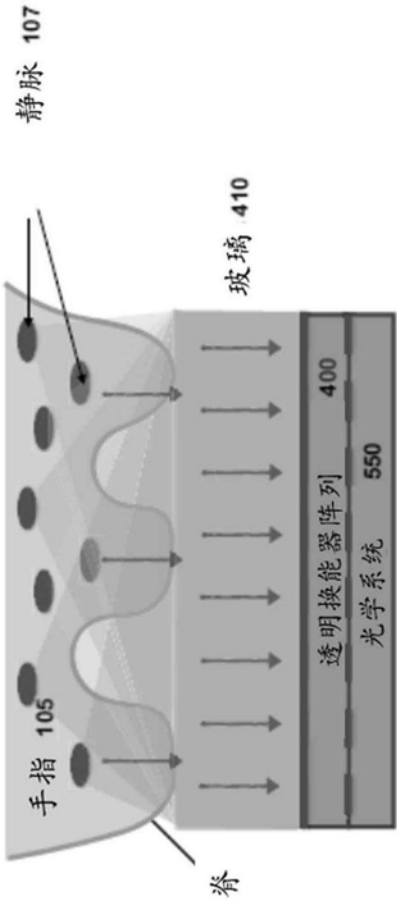
不透明金属线和透明换能器材料



λ_2 发射具有 λ_2 波长的光

图50

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料



接收具有 $\lambda/2$ 波长的光

图51

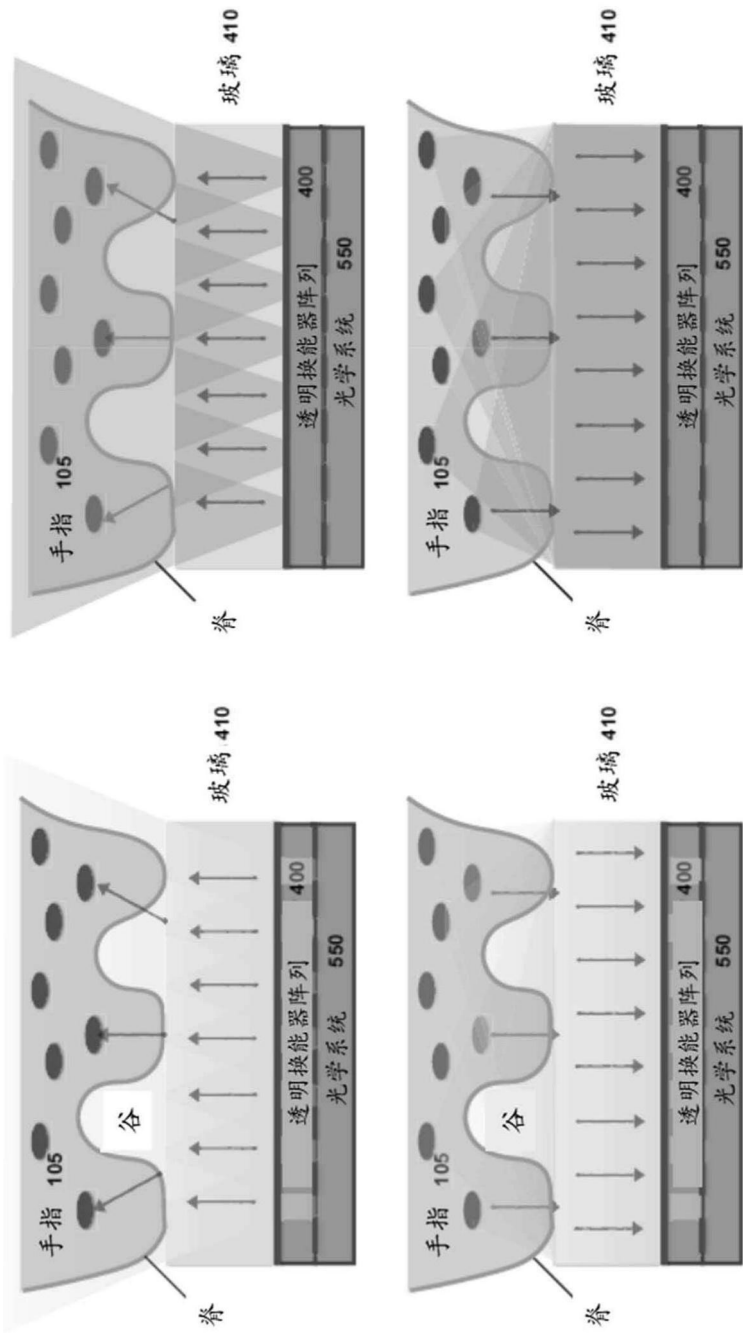


图52

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料

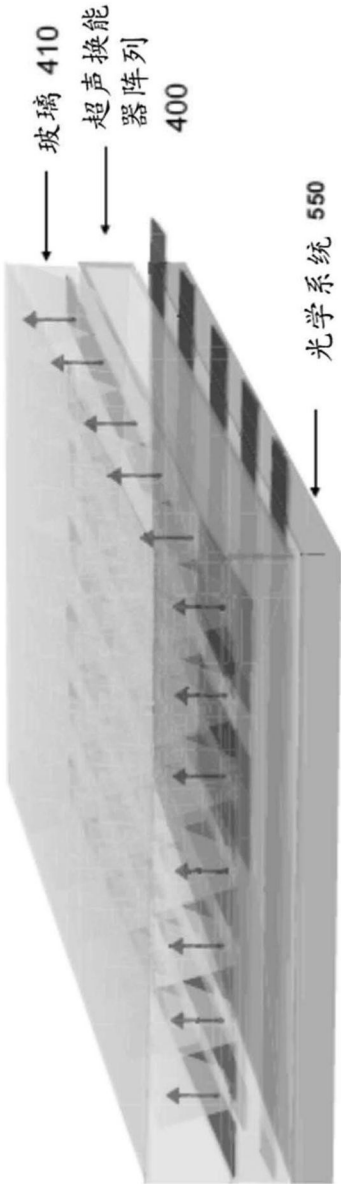


图53

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料

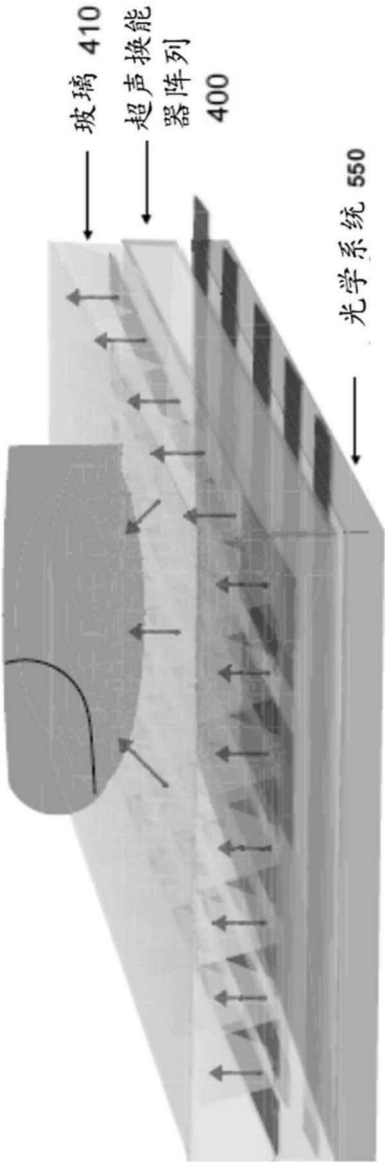


图54

光学和超声系统的集成
光学系统位于超声换能器阵列下面
不透明金属线和透明换能器材料

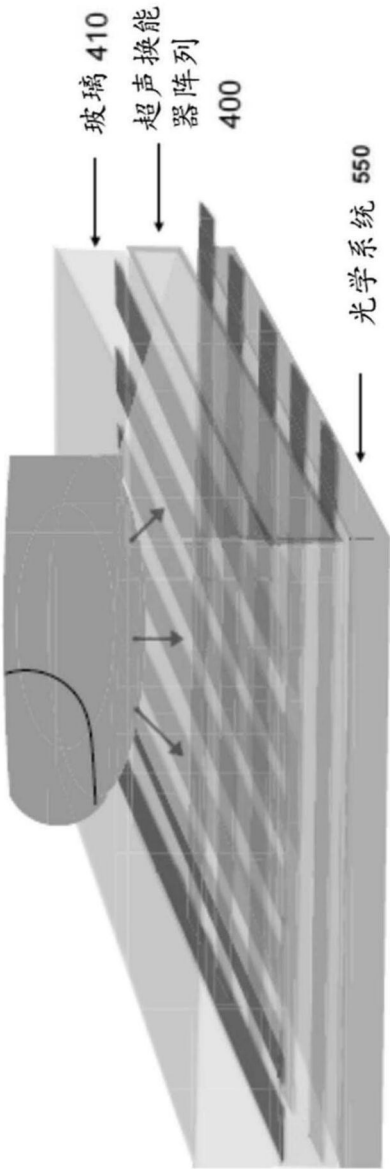


图55

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

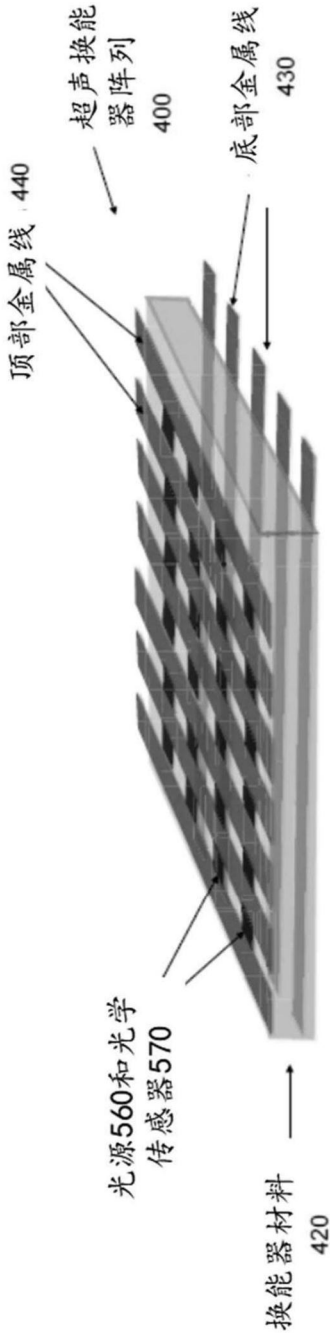


图56

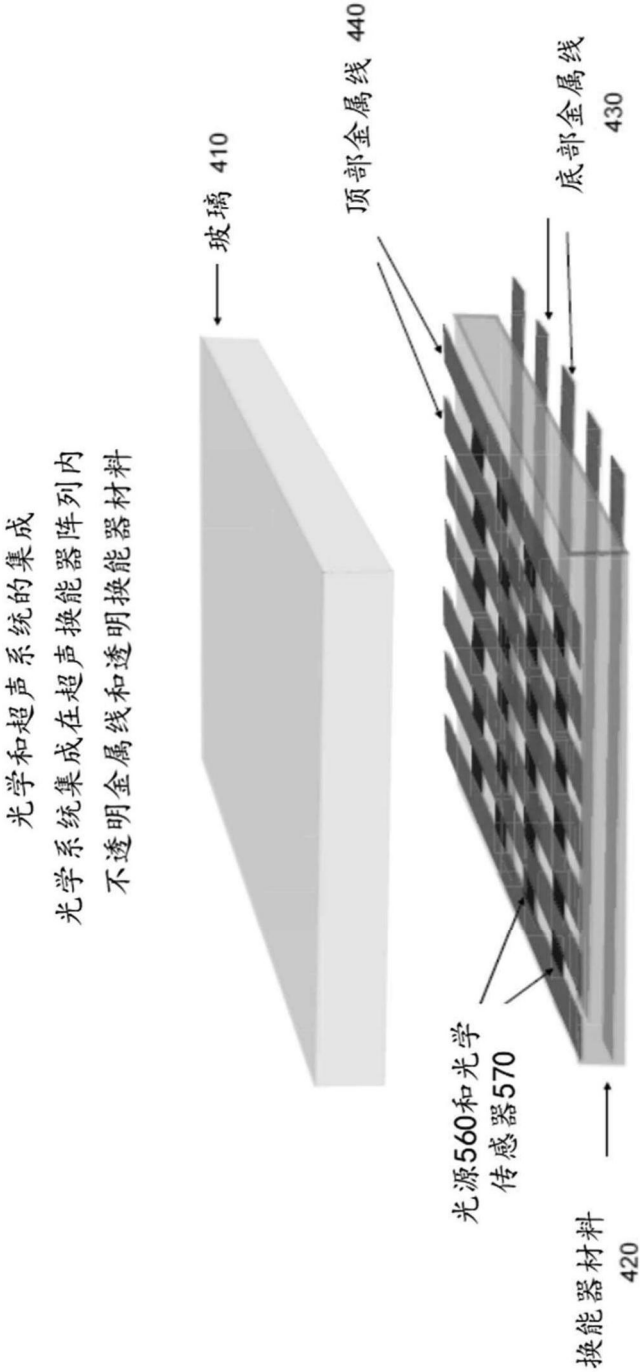


图57

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

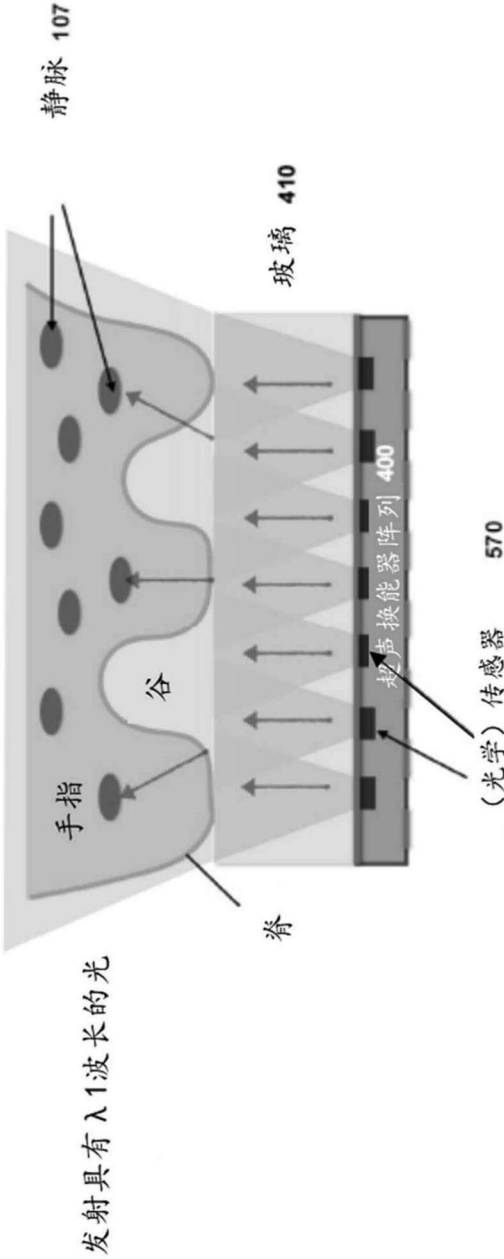


图58

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

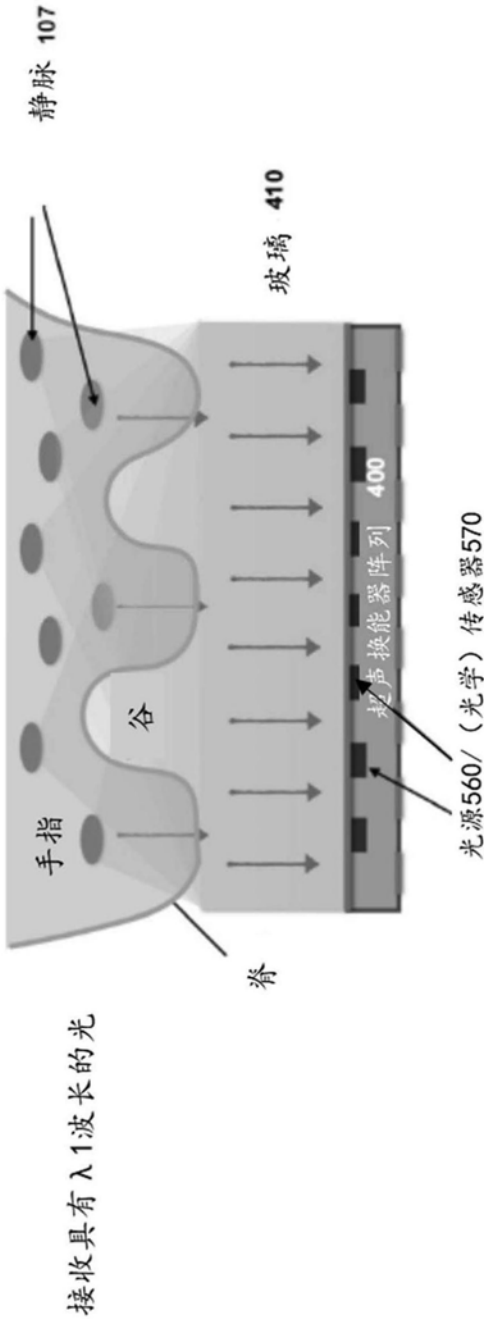


图59

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

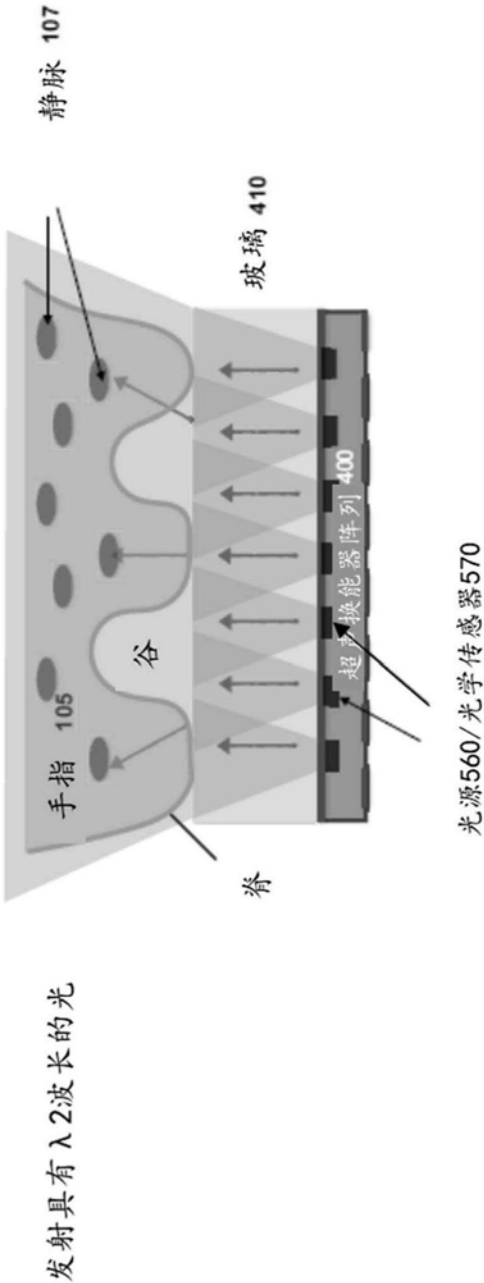


图60

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

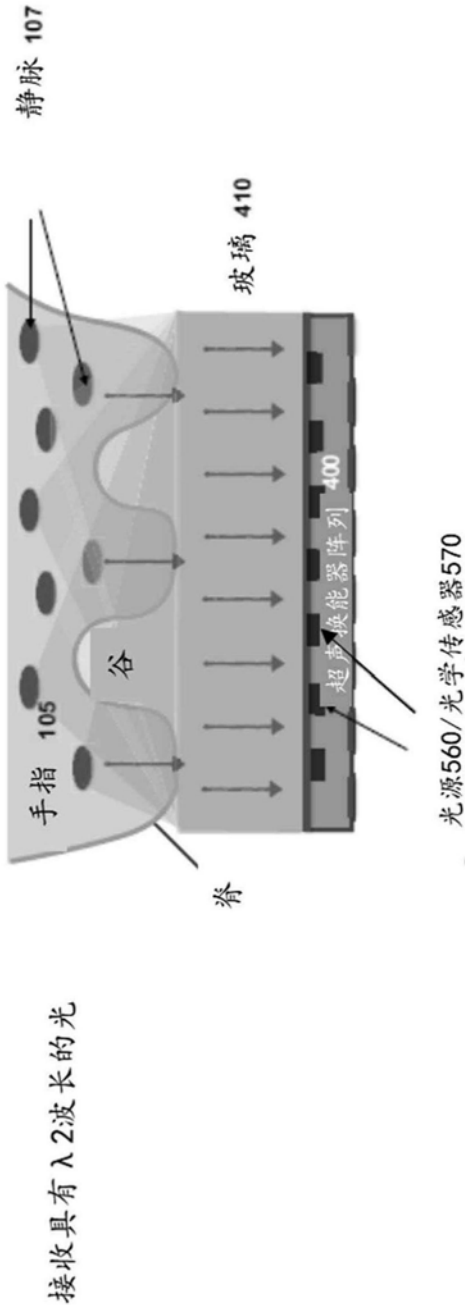


图61

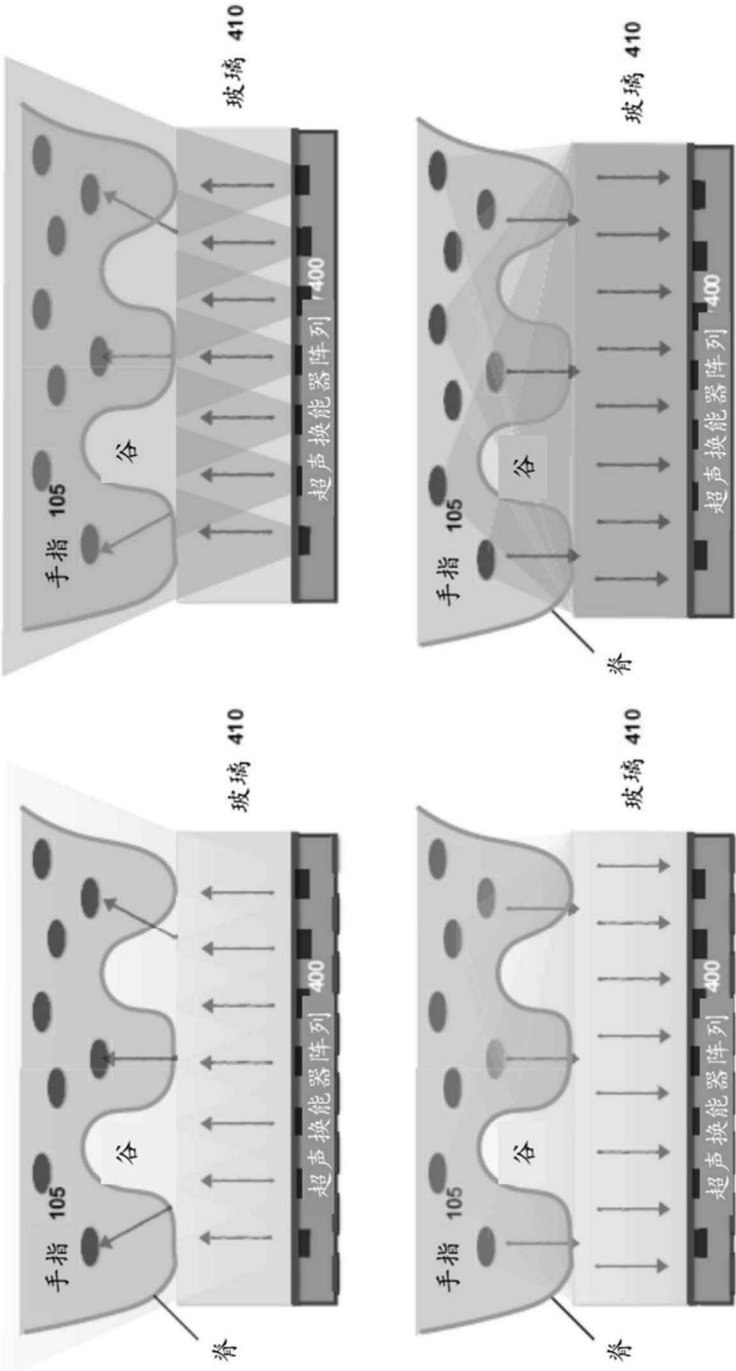


图62

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

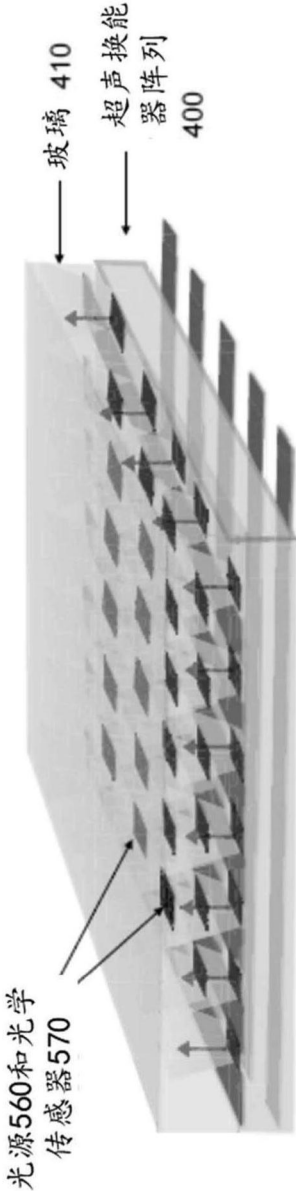


图63

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

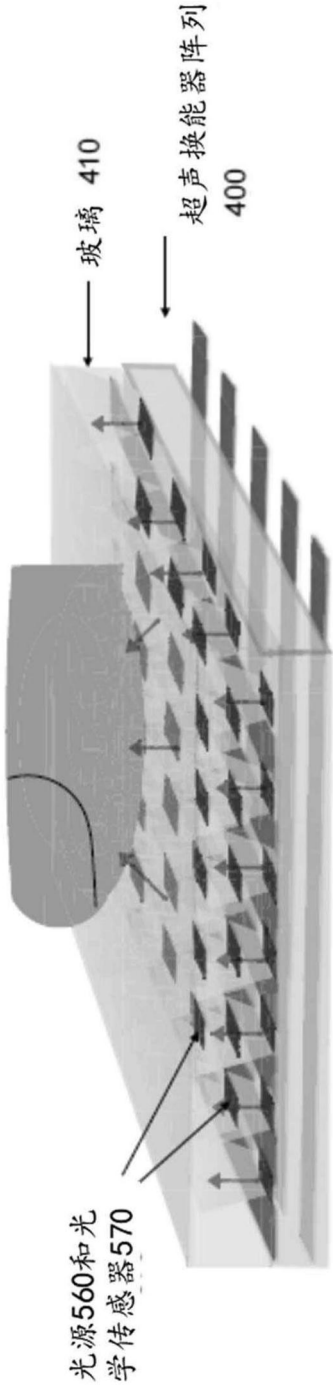


图64

光学和超声系统的集成
光学系统集成在超声换能器阵列内
不透明金属线和透明换能器材料

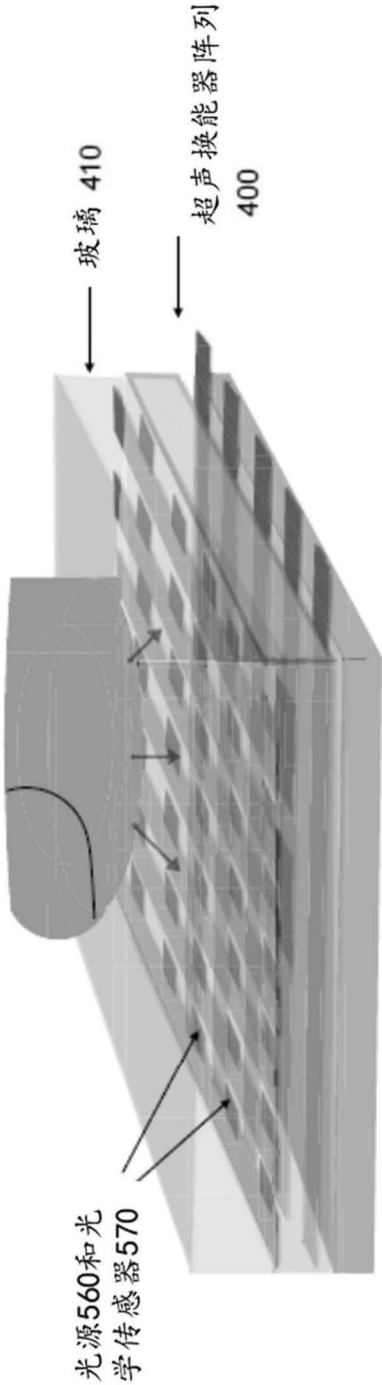
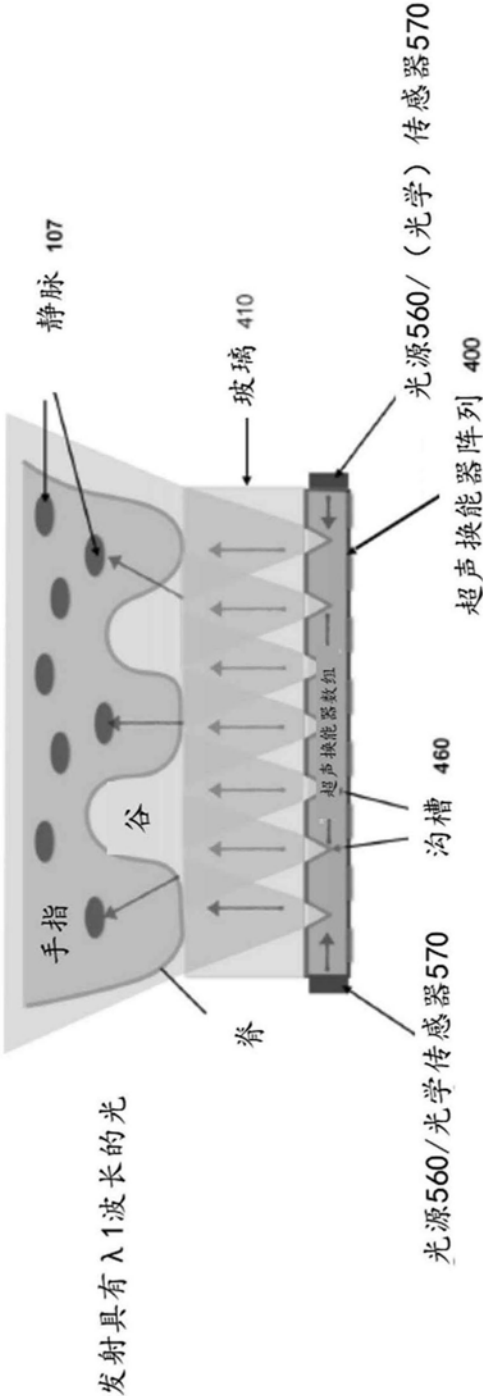


图65

光学和超声系统的集成
光学系统临近超声换能器阵列设置
不透明金属线和透明换能器材料



发射具有 λ 1波长的光

图66

系统流程图

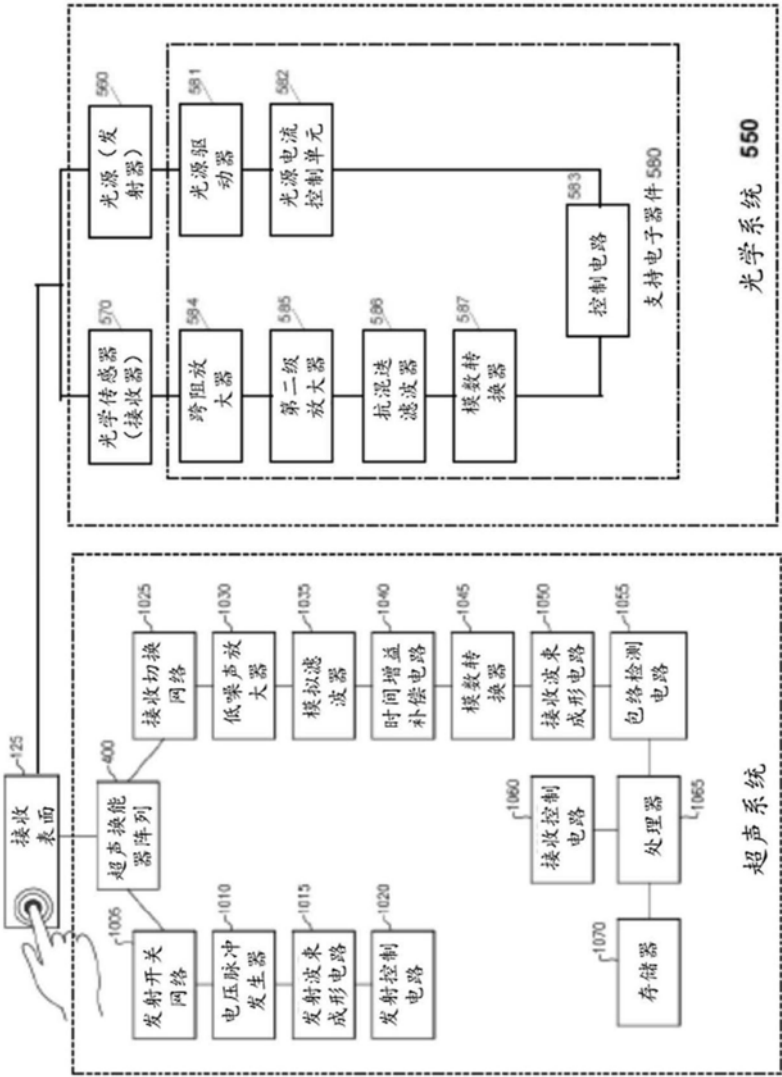


图67

系统流程图

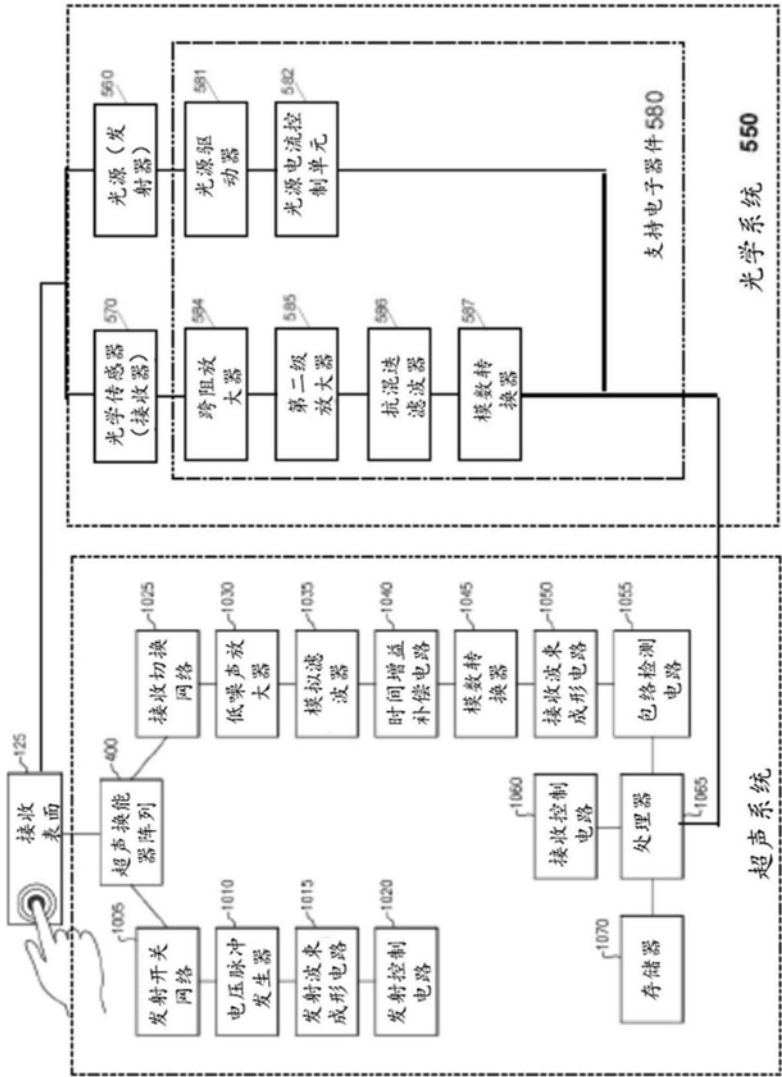


图68

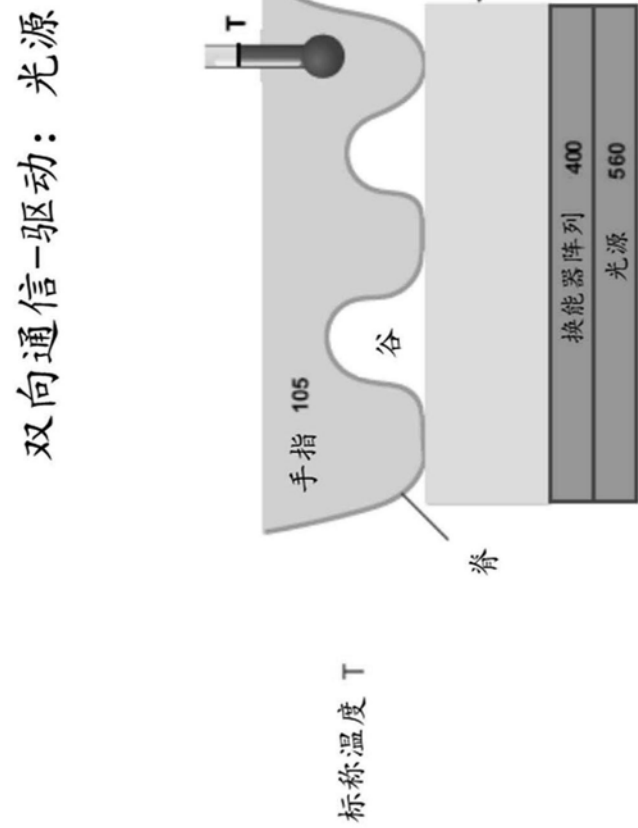


图69

双向通信-驱动：光源

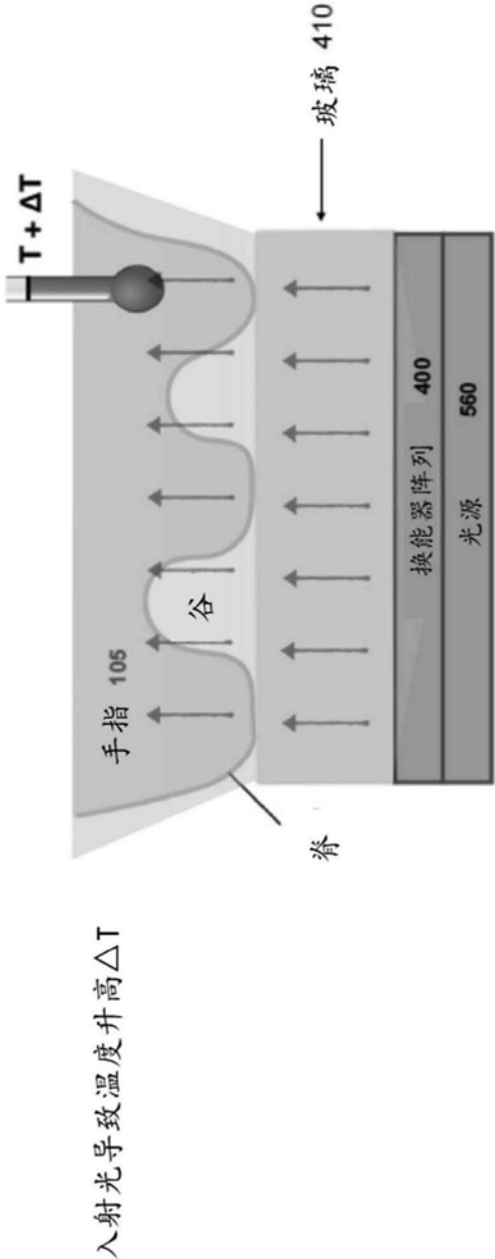


图70

双向通信-驱动：超声加热

点聚焦

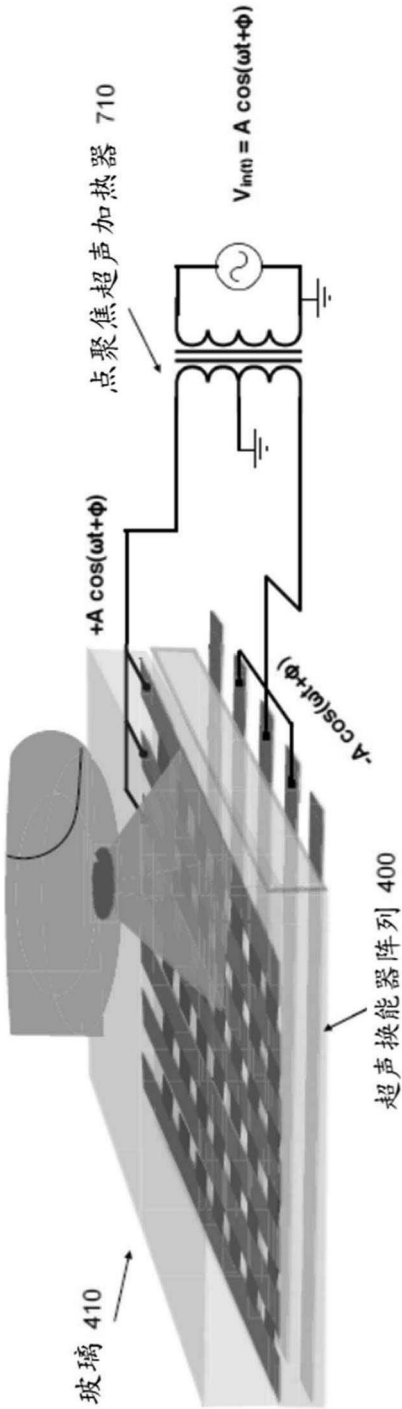


图71

双向通信-驱动：超声加热
线聚焦

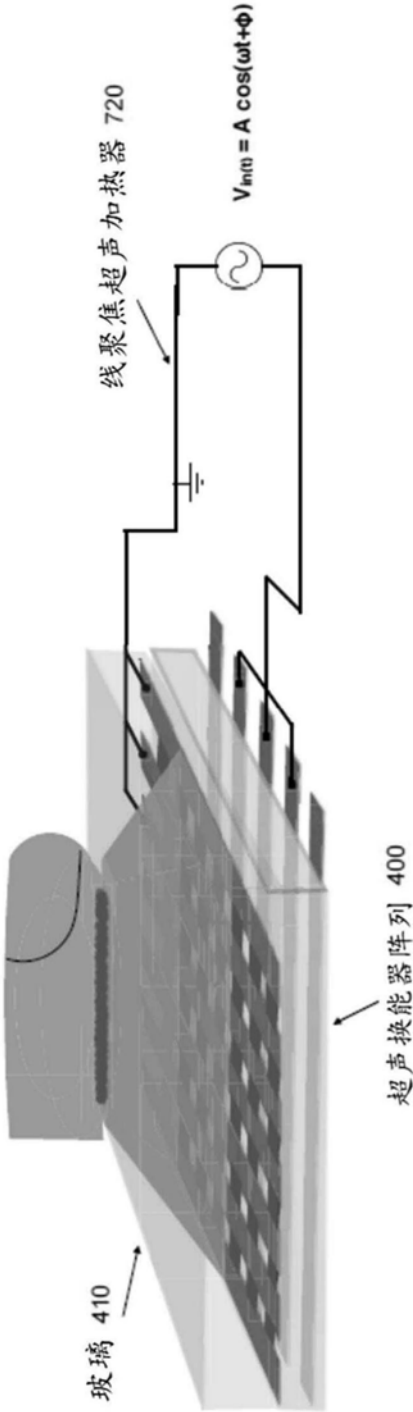


图72

双向通信-驱动：电阻加热

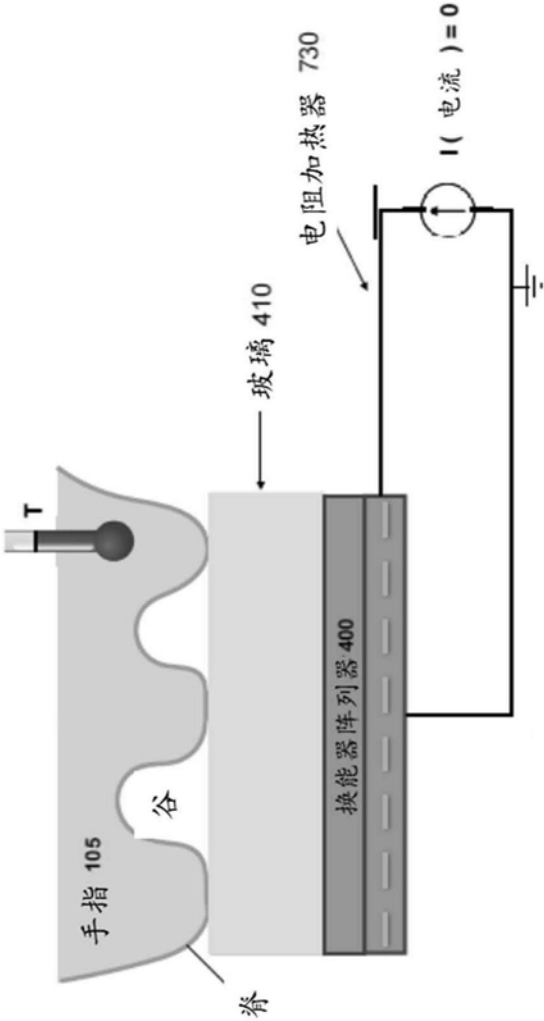


图73

双向通信-驱动：电阻加热

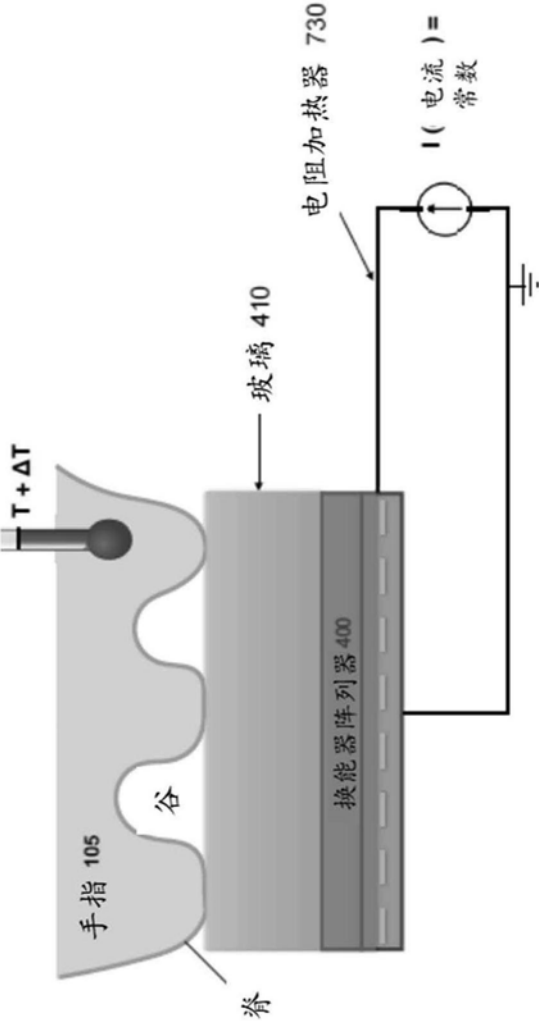


图74

双向通信-驱动：电阻加热

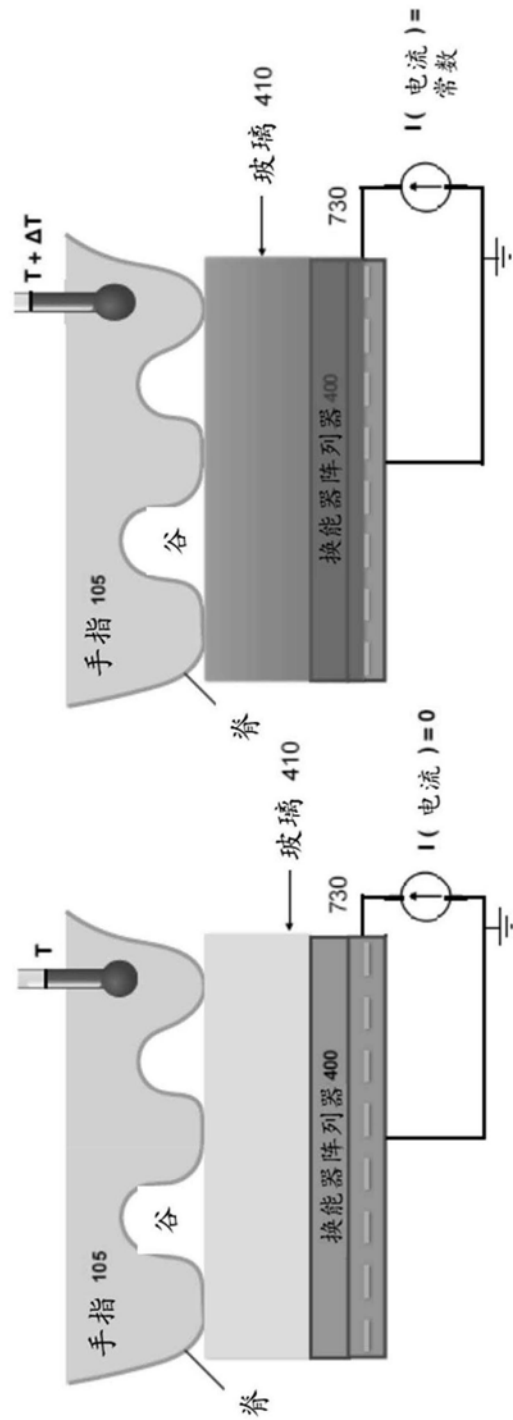


图75

双向通信场景

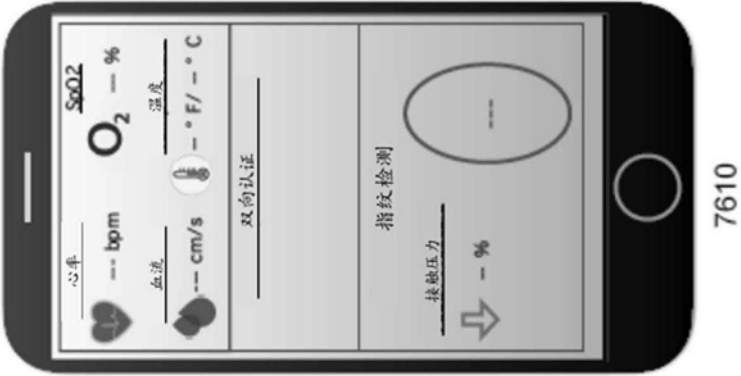


图76

双向通信场景

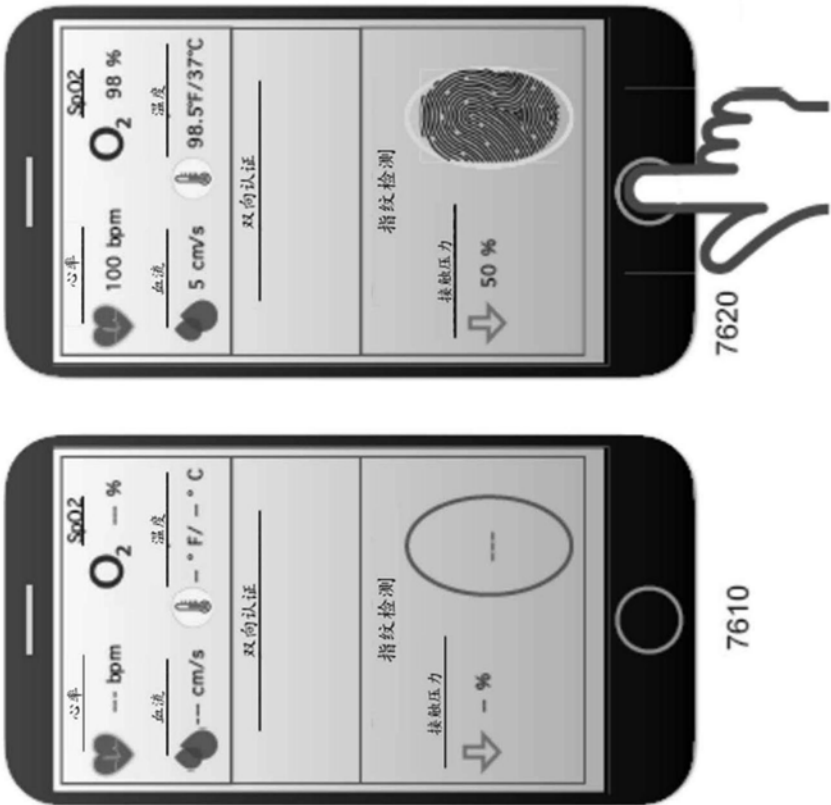


图77

双向通信场景

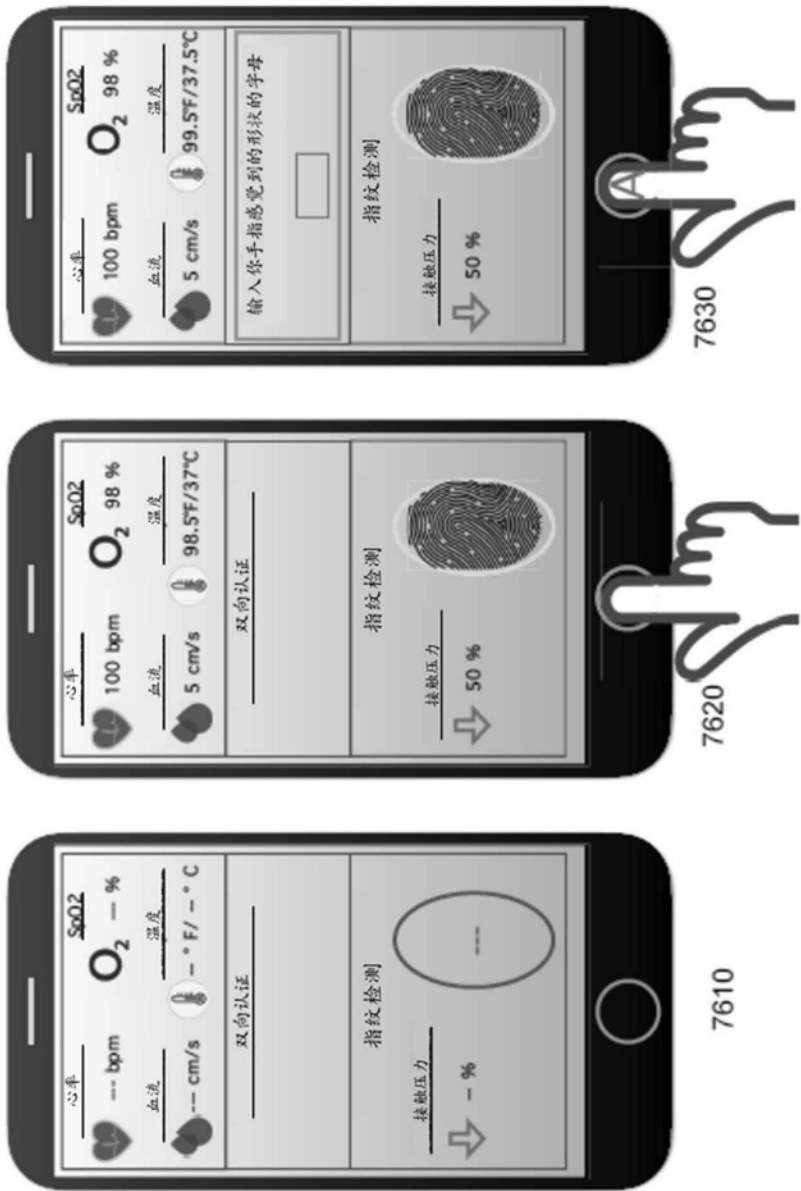


图78

双向通信场景



图79

双向通信场景

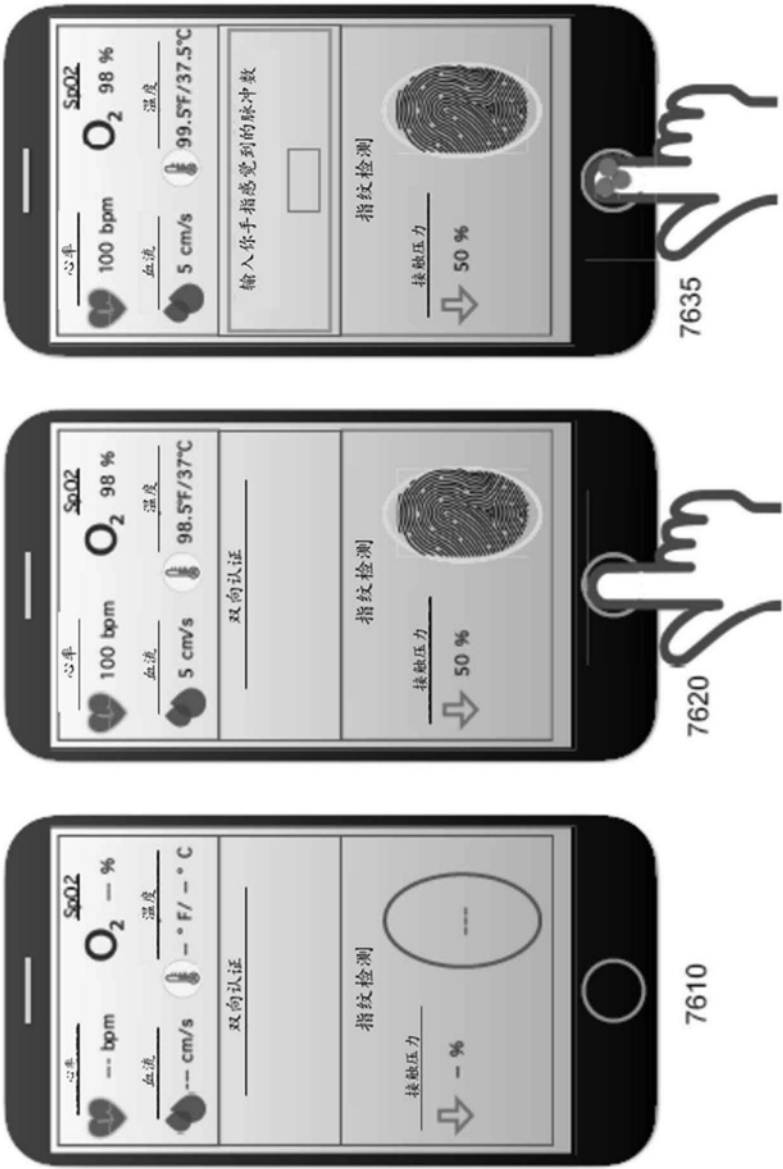


图80

双向通信场景



图81

双向通信场景

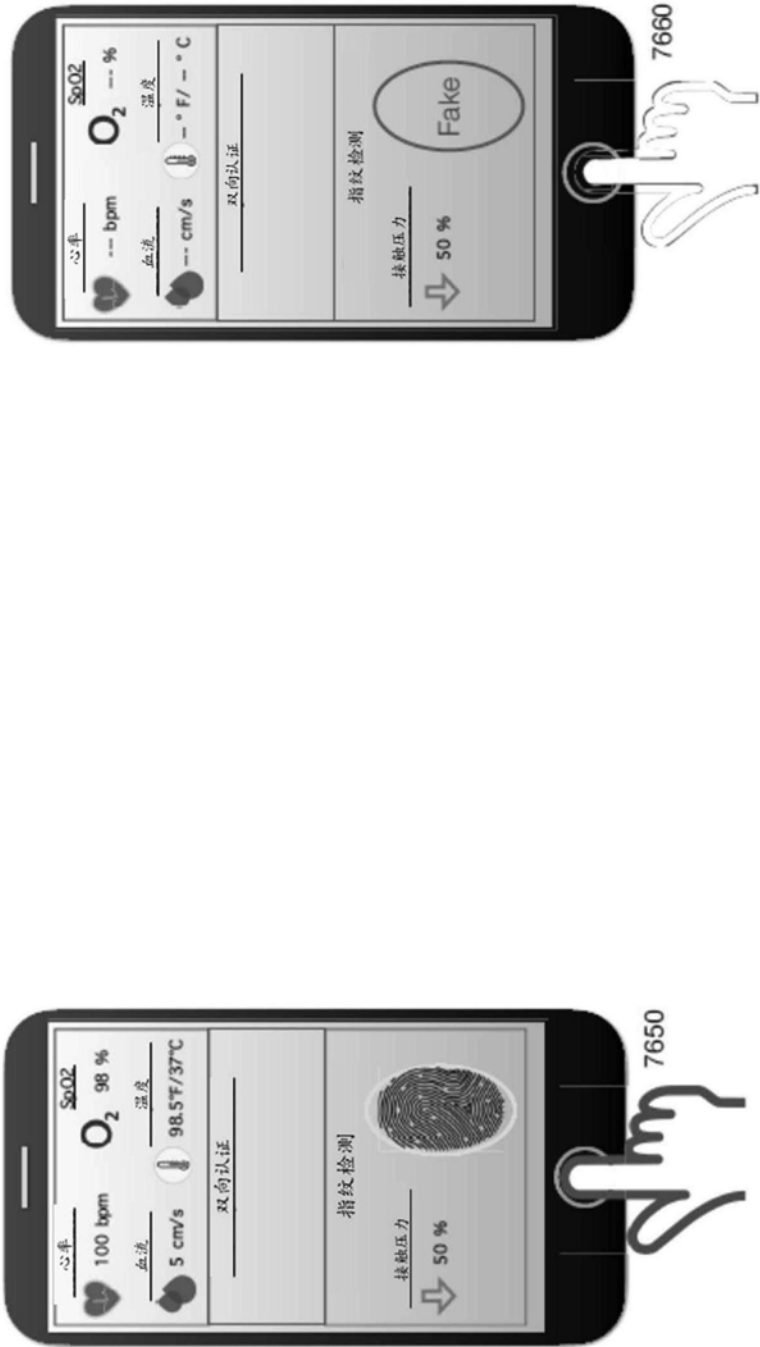


图82

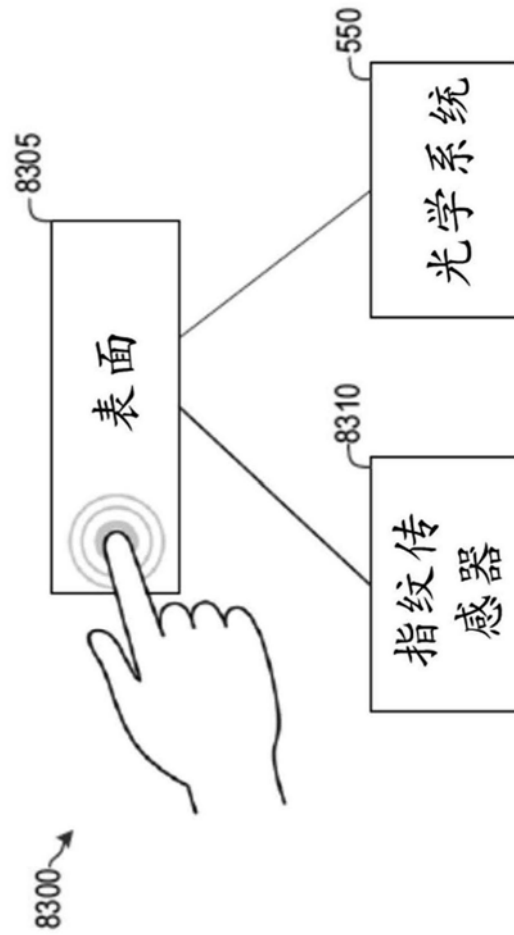


图83

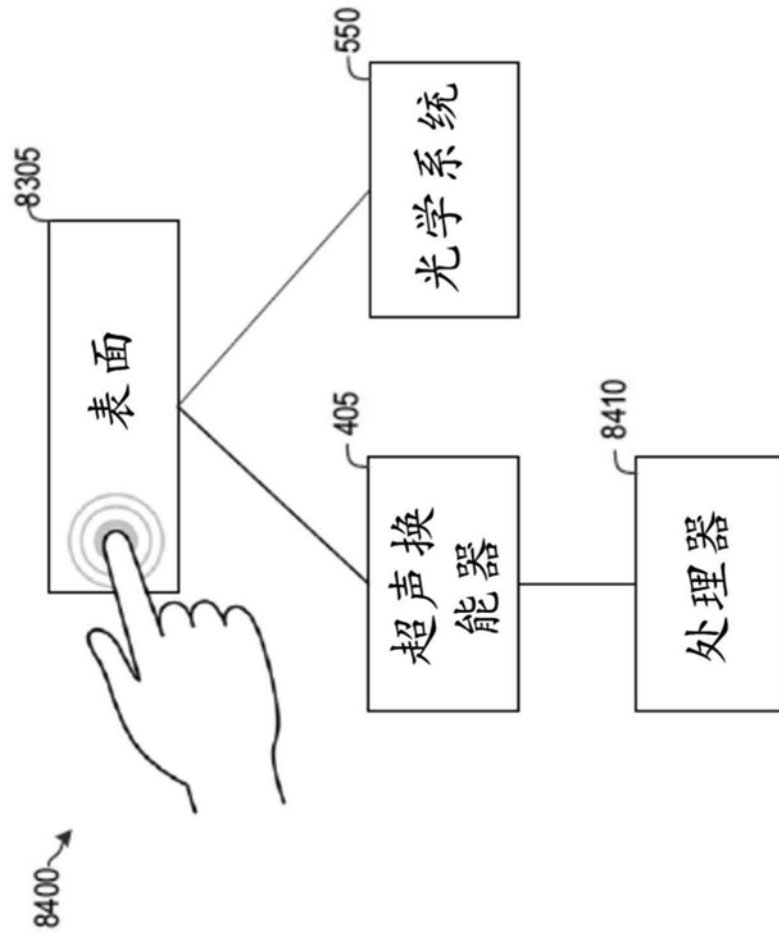


图84

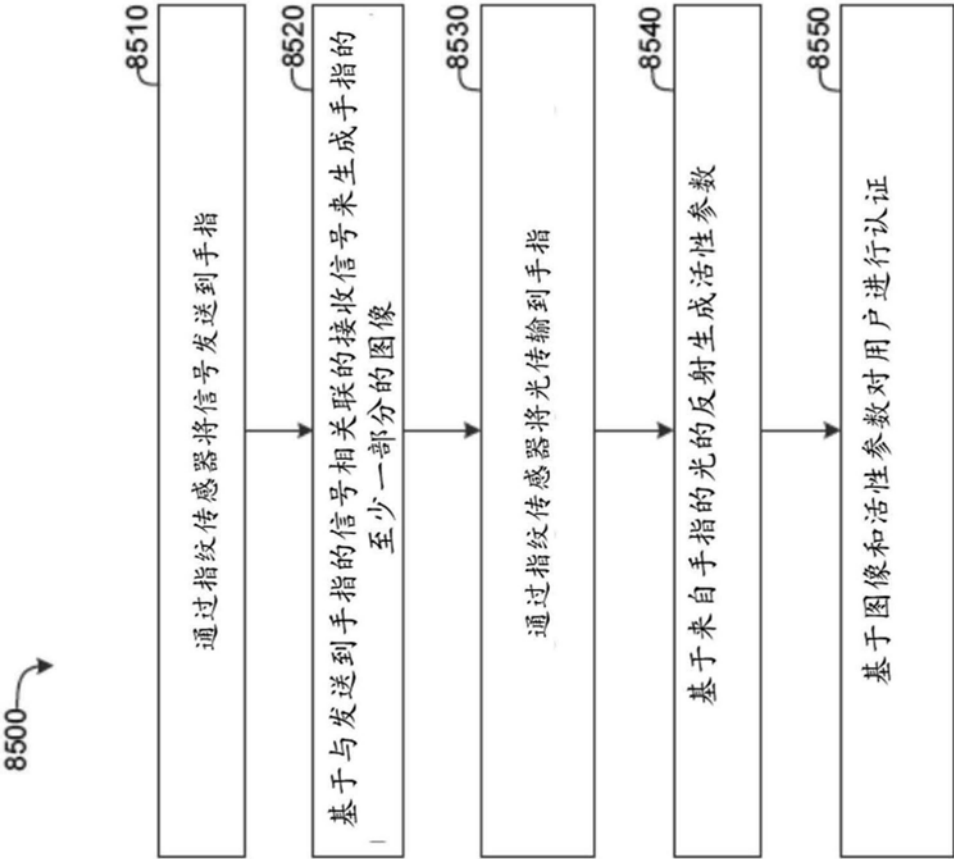


图85

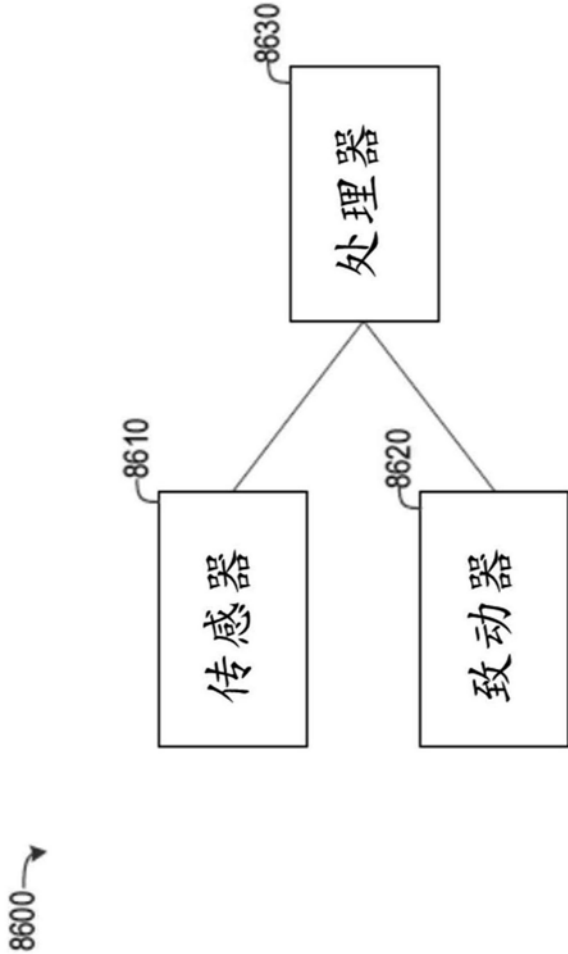


图86

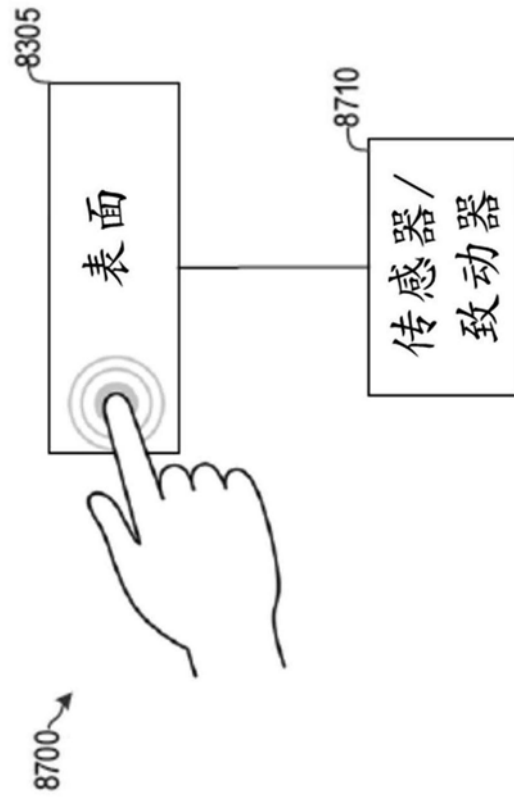


图87

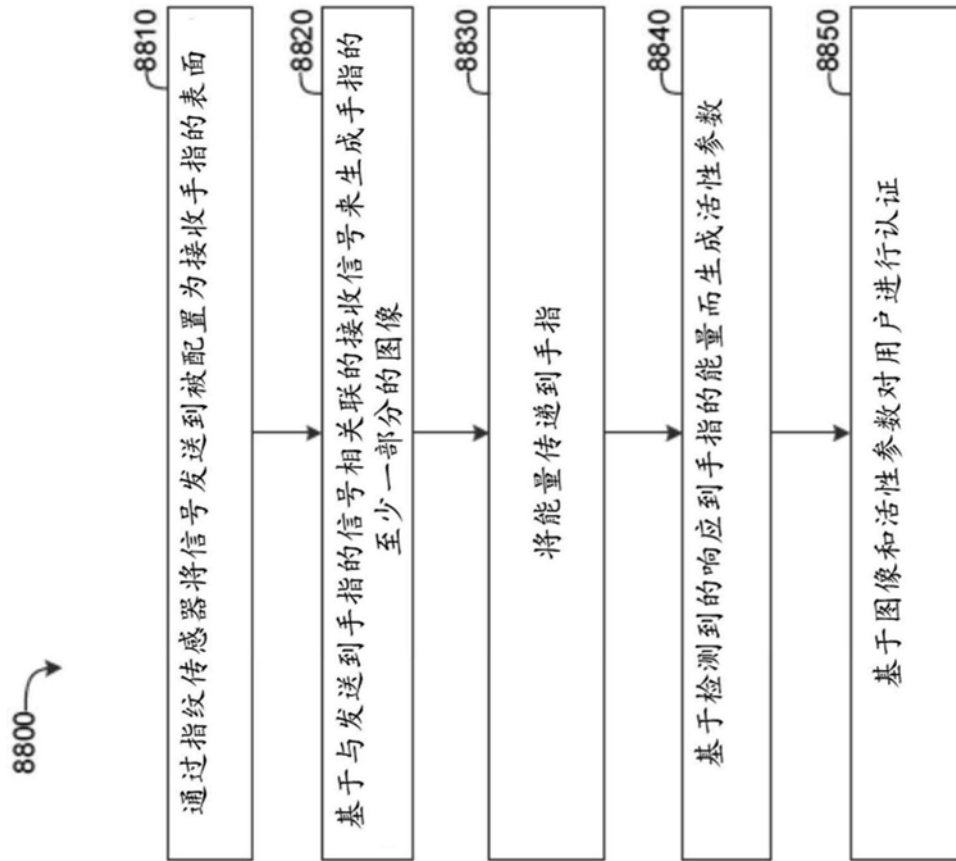


图88

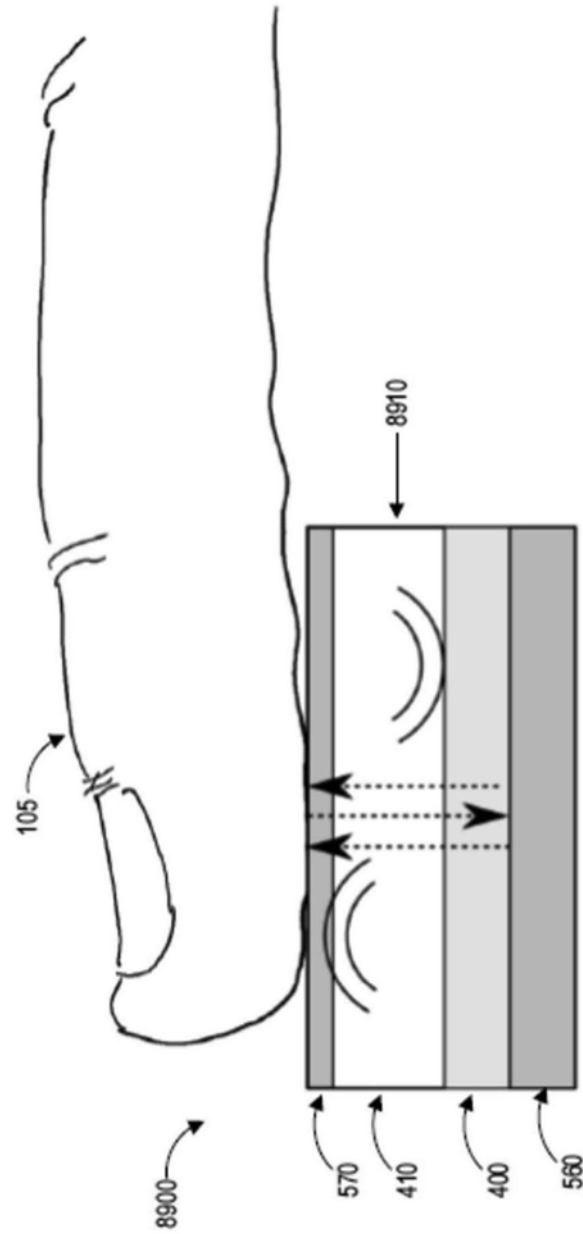


图89

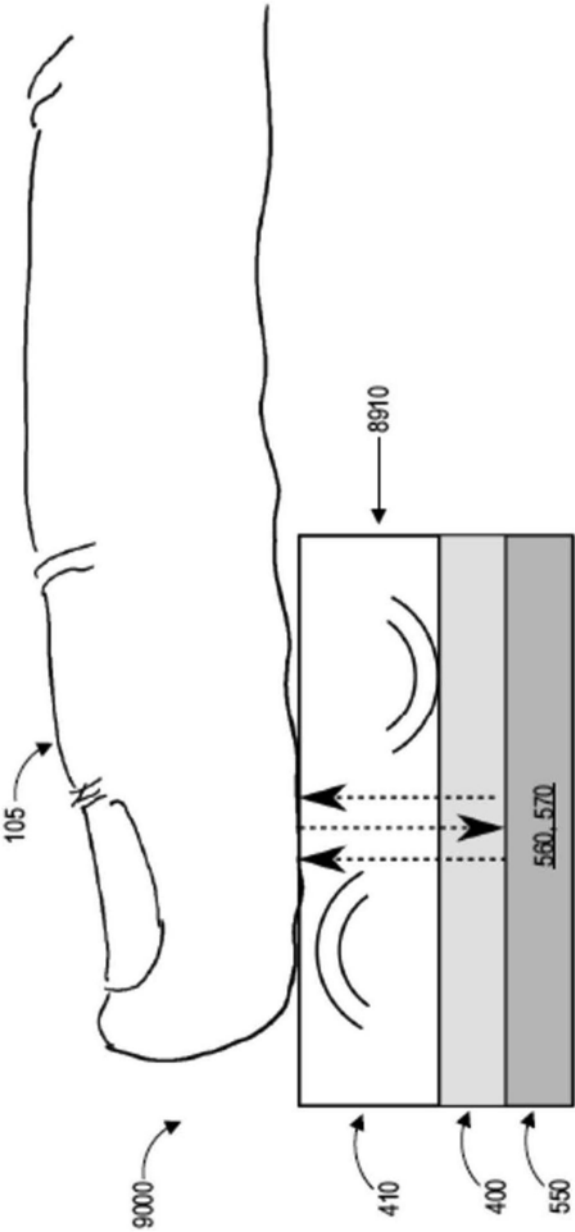


图90

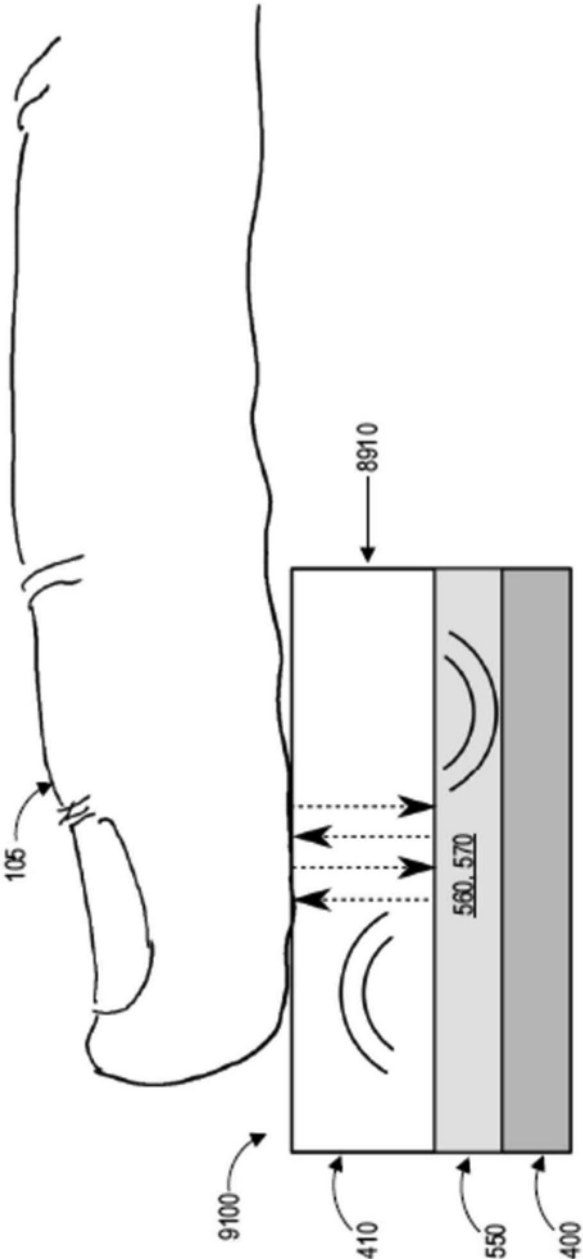


图91

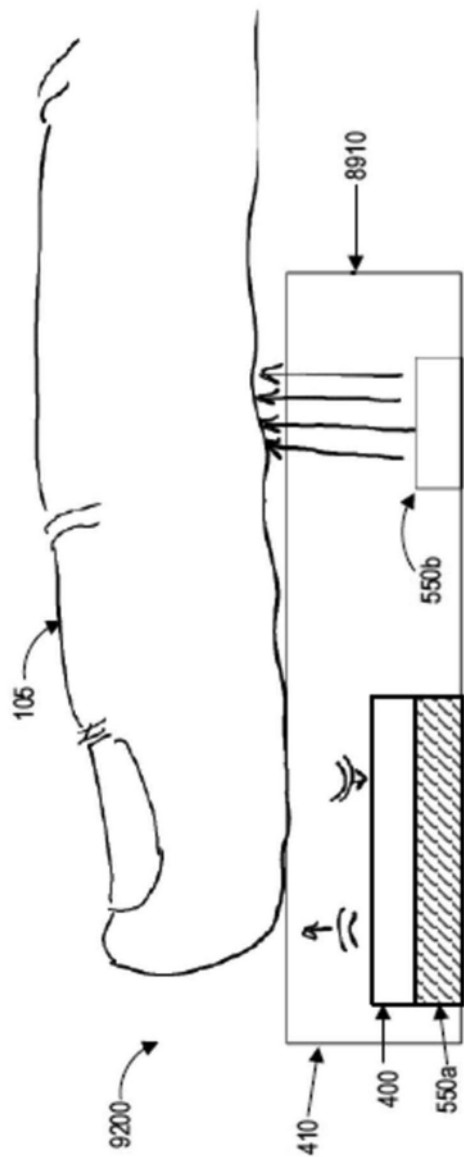


图92

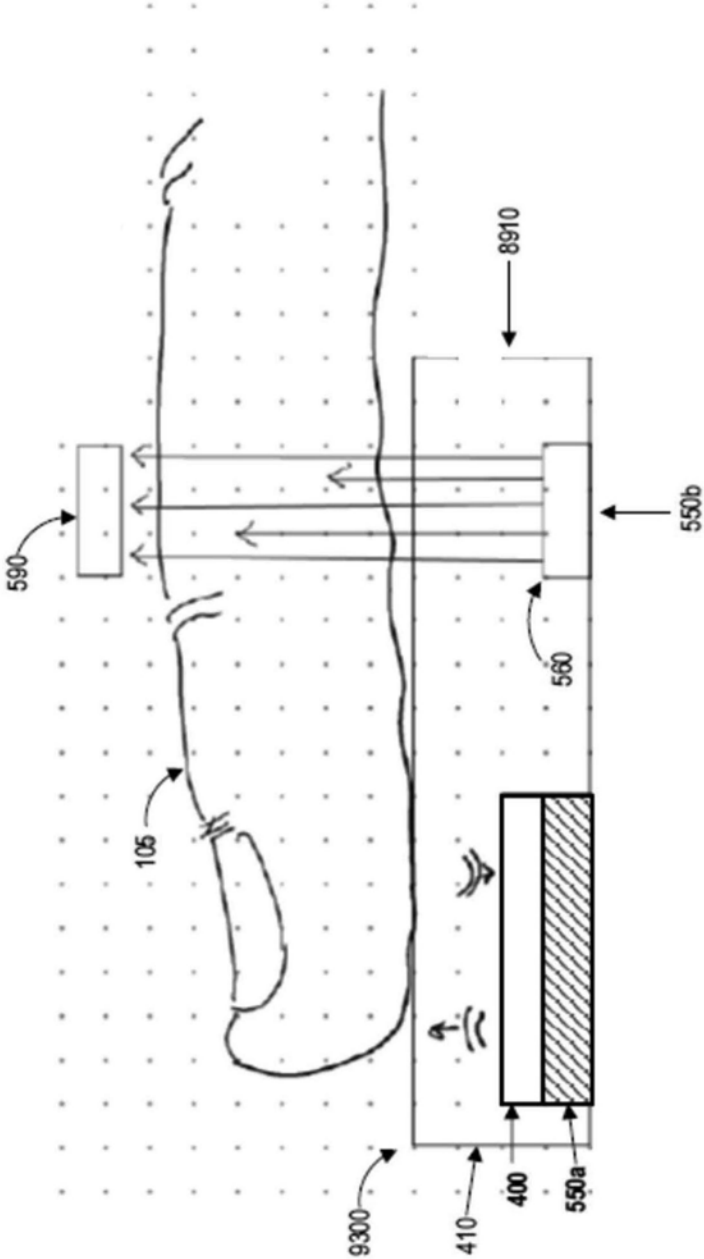


图93

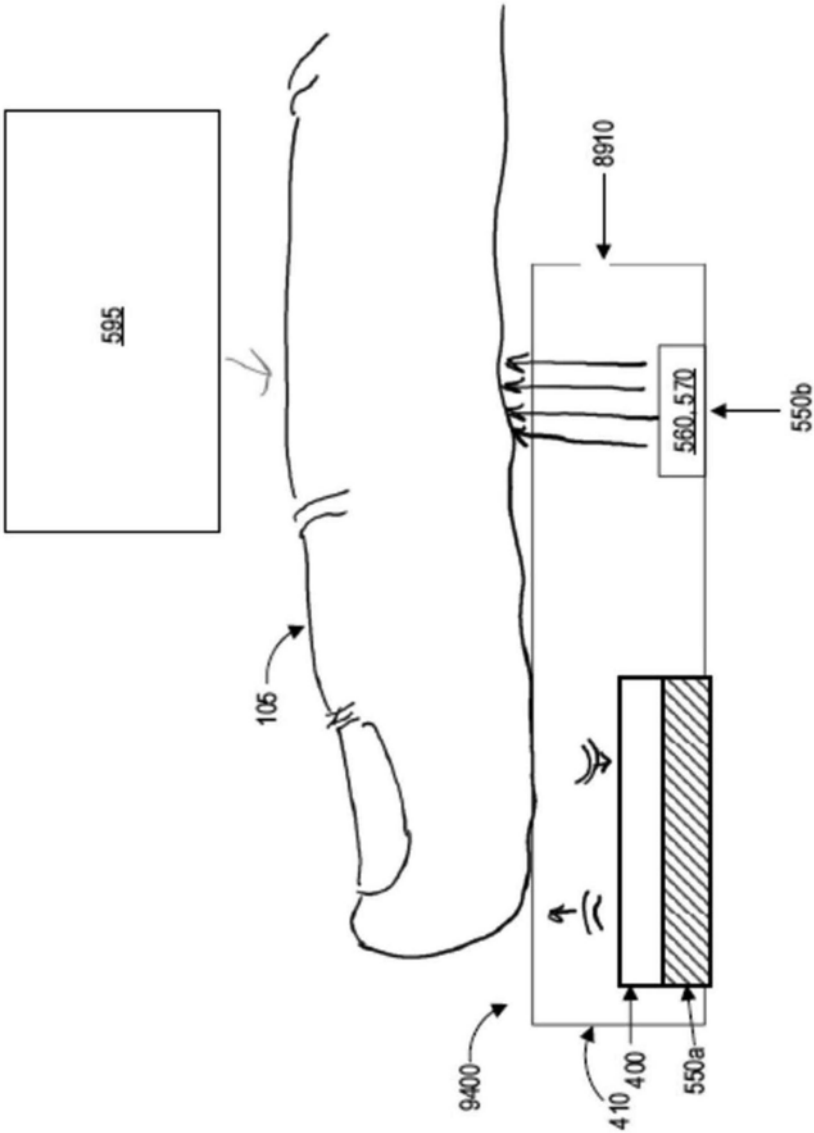


图94

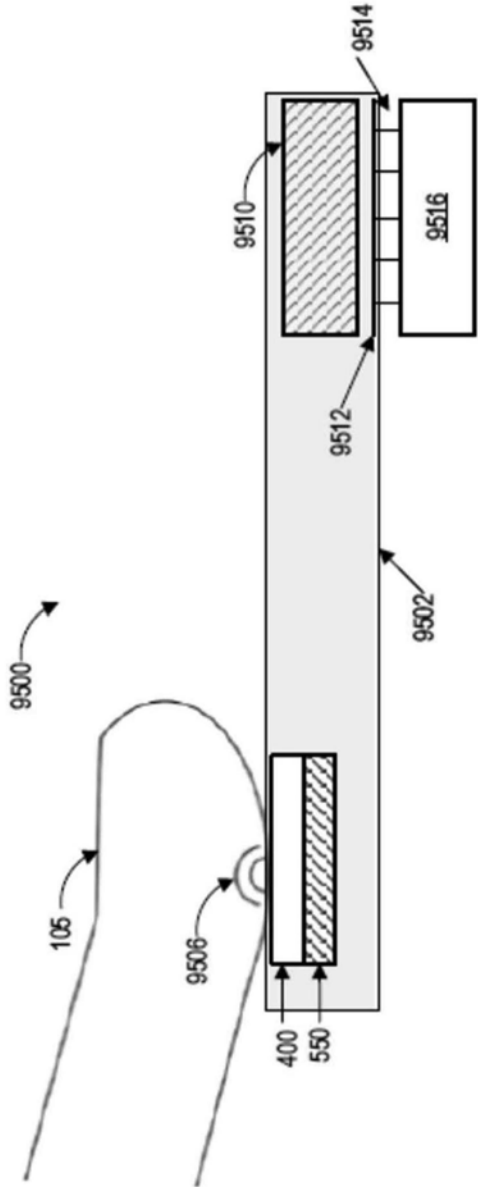


图95

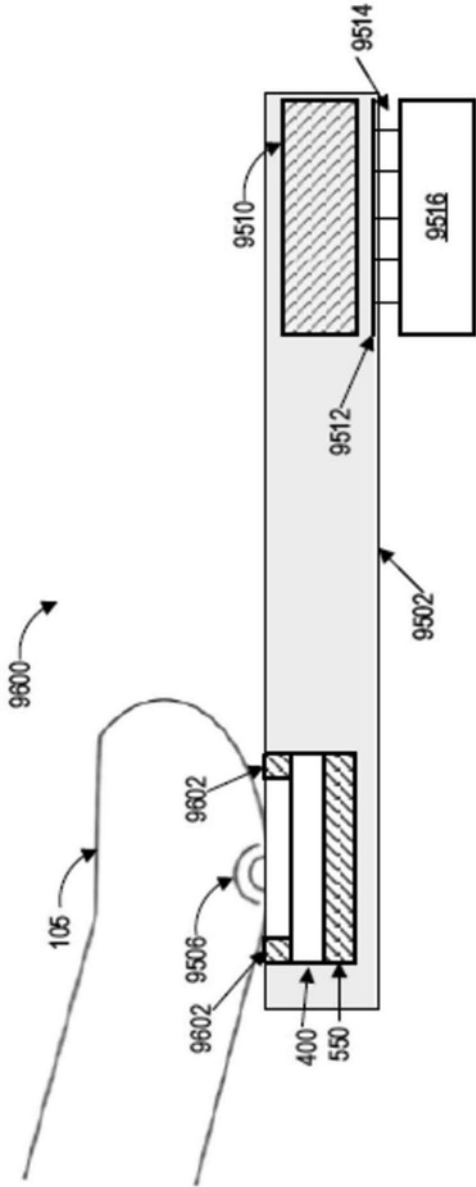


图96

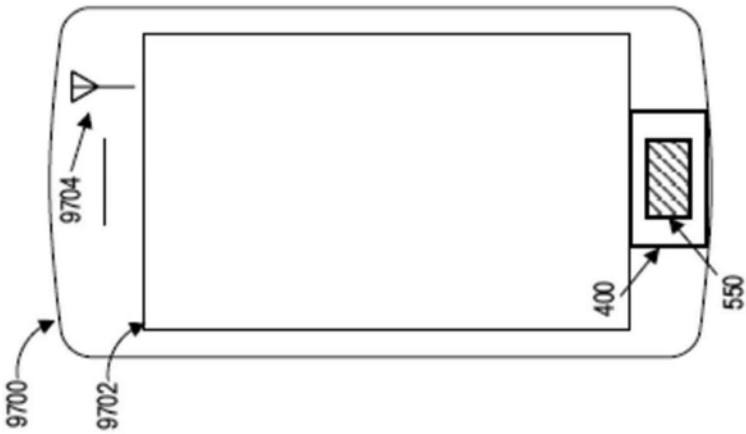


图97



图98