



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I783022 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：107127741

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 09 日

(51)Int. Cl. : G06K9/74 (2006.01)

G06F15/163 (2006.01)

(30)優先權：2017/08/09 美國

62/543,278

2017/08/09 美國

62/543,280

(71)申請人：李蘭史丹佛學院理事會(美國) THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY (US)

美國

美商歐奇德聲音科技有限責任公司(美國) ORCHID SOUND TECHNOLOGIES LLC (US)

美國

(72)發明人：古力 亞古柏 布托斯 T KHURI-YAKUB, BUTRUS T. (US)；拉斯木森 摩坦費雪 RASMUSSEN, MORTEN FISCHER (DK)；道馬 吉拉德 TOUMA, GERARD (LB)；伊旺三世 約翰 N IRWIN III, JOHN N. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

CN 106068515A

US 2016/0117541A1

審查人員：陳昱潭

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：98 共 232 頁

(54)名稱

交互式生物識別觸摸掃描儀

(57)摘要

本公開的各方面涉及一種生物識別傳感裝置，其將感測與致動器組合以用於表面上的手指與該裝置之間的雙向通信。傳感器也可以用作致動器。可以基於由傳感器生成的手指的圖像以及對致動器傳遞給手指的能量的響應來驗證手指。雙向通信可以提供比單獨的指紋感測更強大的認證。

Aspects of this disclosure relate to a biometric sensing device that combines sensing with an actuator for two way communication between a finger on a surface and the device. The sensor can also function as an actuator. A finger can be authenticated based on an image of the finger generated by the sensor and also based on a response to energy delivered to the finger by the actuator. Two way communication can provide more robust authentication than fingerprint sensing alone.

指定代表圖：

符號簡單說明：

8600 . . . 交互式生
物識別傳感系統

8610 . . . 傳感器

8620 . . . 致動器

8630 . . . 處理器

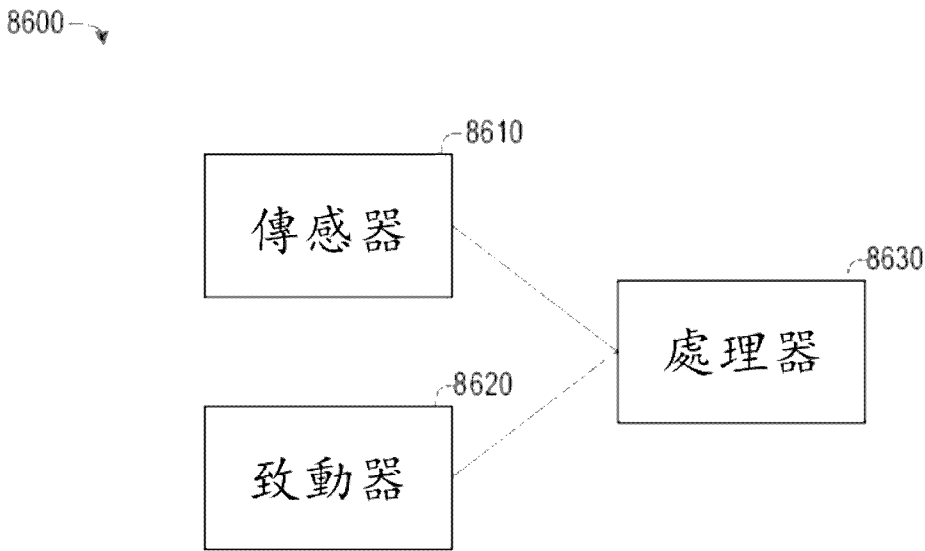


圖 86



I783022

【發明摘要】

【中文發明名稱】交互式生物識別觸摸掃描儀

【英文發明名稱】INTERACTIVE BIOMETRIC TOUCH SCANNER

【中文】

本公開的各方面涉及一種生物識別傳感裝置，其將感測與致動器組合以用於表面上的手指與該裝置之間的雙向通信。傳感器也可以用作致動器。可以基於由傳感器生成的手指的圖像以及對致動器傳遞給手指的能量的響應來驗證手指。雙向通信可以提供比單獨的指紋感測更強大的認證。

【英文】

Aspects of this disclosure relate to a biometric sensing device that combines sensing with an actuator for two way communication between a finger on a surface and the device. The sensor can also function as an actuator. A finger can be authenticated based on an image of the finger generated by the sensor and also based on a response to energy delivered to the finger by the actuator. Two way communication can provide more robust authentication than fingerprint sensing alone.

【指定代表圖】第（ 86 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

8 6 0 0 交互式生物識別傳感系統

8 6 1 0 傳感器

8 6 2 0 致動器

8 6 3 0 處理器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】交互式生物識別觸摸掃描儀

【英文發明名稱】INTERACTIVE BIOMETRIC TOUCH SCANNER

【技術領域】

【0001】 本申請要求於2017年8月9日提交的名稱為「BIOMETRIC TOUCH SCANNER INTEGRATED WITH OPTICS」的美國臨時專利申請第62/543,280號和2017年8月9日提交的名稱為「INTERACTIVE BIOMETRIC TOUCH SCANNER」的美國臨時專利申請第62/543,278號的優先權。上述每個申請的內容在此通過整體引用並入本文並用於所有目的。

【0002】 所公開的技術涉及生物識別掃描，包括用於指紋識別和實時手指檢測。

【先前技術】

【0003】 指紋已經與各種各樣的應用和用途相關聯，包括犯罪識別、銀行業務、個人裝置的ID識別、官方表格等。自動光學指紋掃描儀已被用於獲取指紋圖像。基於超聲波的指紋掃描儀和電容式指紋掃描儀是其他指紋檢測技術。需要具有魯棒認證（robust authentication）的穩定（robust）且成本有效的指紋掃描系統。

【發明內容】

【0004】 申請專利範圍要求中描述的創新各自具有若干方面，其中沒有一個方面單獨負責其期望的屬性。在不

限制申請專利範圍的情況下，現在將簡要描述本公開的一些突出特徵。

【0005】 所公開技術的一個方面是生物識別傳感裝置。該裝置包括被配置為接收手指的表面。該裝置還包括超聲指紋傳感器，該超聲指紋傳感器包括超聲換能器，其配置成將超聲信號傳輸到表面。超聲指紋傳感器被配置為生成指示手指表面的指紋的至少一部分的圖像的數據。該裝置還包括與指紋傳感器集成的光學系統。光學系統被配置為通過超聲指紋傳感器將光傳輸到接收表面。

【0006】 在一個實施例中，超聲換能器相對於由光學系統發射的光是透明的。在一個實施例中，超聲指紋傳感器包括用於尋址超聲換能器的電極，其中電極相對於由光學系統發射的光是透明的。

【0007】 在一個實施例中，超聲換能器位於接收表面下方，並且光學系統位於超聲換能器下方。

【0008】 在一個實施例中，超聲換能器位於接收表面下方，並且光學系統包括相對於超聲換能器橫向定位的光源和光學傳感器。

【0009】 在一個實施例中，超聲換能器位於接收表面和光學系統之間。

【0010】 在一個實施例中，超聲信號的頻率在50兆赫茲至500兆赫茲的範圍內。在一個實施例中，光學系統包括反射脈衝血氧計。在一個實施例中，光學系統被配置為發射兩種或更多種不同波長的光。

【0011】 在一個實施例中，該裝置還包括處理器。在一個實施例中，處理器被配置為基於手指反射的兩個或更多個不同波長的光的比較來生成活力參數。在一個實施例中，處理器被配置為基於由光學系統接收的手指反射的光生成活性參數。在一個實施例中，活性參數指示心率，血氧水平或溫度中的至少一個。在一個實施例中，處理器被配置為輸出手指是否是活的指示。

【0012】 在一個實施例中，該裝置還包括一層透明材料，例如玻璃或塑料層，位於指紋傳感器和被配置為接收手指的表面之間。在一個實施例中，被配置為接收手指的表面是透明材料層的表面。

【0013】 另一方面是生物識別傳感裝置。該裝置包括超聲換能器，其配置成將超聲信號發送到對象（object）。該裝置還包括與超聲換能器集成的光學系統。光學系統被配置為將光傳輸到對象並接收從對象反射的光。該裝置還包括一個或多個處理器。一個或多個處理器被配置為基於來自對象的超聲信號的反射來生成對象的至少一部分的圖像。一個或多個處理器還被配置為基於從對象反射的接收光生成活性參數。

【0014】 在一個實施例中，光學系統被配置為將光通過超聲換能器傳輸到對象。

【0015】 在一個實施例中，該裝置還包括用於尋址超聲換能器的電極，並且電極相對於由光學系統發射的光是透

明的。在一個實施例中，電極和超聲換能器相對於光學系統發射的光都是透明的。

【0016】 在一個實施例中，該裝置還包括用於尋址超聲換能器的電極。在一個實施例中，電極相對於光學系統發射的光是不透明的。

【0017】 在一個實施例中，超聲換能器位於接收表面下方，並且光學系統位於超聲換能器下方。在一個實施例中，超聲換能器位於接收表面下方，並且光學系統包括相對於超聲換能器橫向定位的光源和光學傳感器。

【0018】 在一個實施例中，超聲換能器相對於光學系統發射的光是透明的。在一個實施例中，超聲換能器被布置為陣列。在一個實施例中，光學系統包括集成在陣列內的光源和光學傳感器。

【0019】 在一個實施例中，超聲信號的頻率在50兆赫茲至500兆赫茲的範圍內。在一個實施例中，該裝置還包括配置成接收對象的表面和位於超聲換能器和該表面之間的玻璃層。

【0020】 另一方面是生物識別傳感裝置。該裝置包括傳感器，該傳感器被配置為生成指示對象的至少一部分的圖像的數據。該裝置還包括與傳感器集成的光學系統，該光學系統配置成通過傳感器將光傳輸到對象。在某些實施例中，對象包括手指、手掌、腳底、腳趾等。

【0021】 另一方面是生物識別傳感裝置。該裝置包括超聲換能器，其配置成將超聲信號發送到對象。該裝置還包

括與超聲換能器集成的光學系統。光學系統被配置為將光傳輸到對象並接收從對象反射的光。該裝置還包括一個或多個處理器。所述一個或多個處理器被配置為基於來自所述對象的超聲信號的反射生成所述對象的至少一部分的圖像，並基於所接收的光生成活性參數。在一個實施例中，對象包括手指。

【0022】 另一方面是生物識別認證方法。該方法包括通過包括壓電薄膜的指紋傳感器將超聲信號發送到手指。該方法還包括基於來自手指的超聲信號的反射來生成手指的至少一部分的圖像。該方法還包括將光通過指紋傳感器的壓電薄膜傳輸到手指。該方法還包括基於來自手指的光的反射生成活性參數。該方法還包括基於圖像和活性參數來認證用戶。

【0023】 在一個實施例中，信號是超聲信號，並且接收的信號是來自手指的超聲信號的反射。在一個實施例中，信號是光信號，並且接收的信號是來自手指的光信號的反射。超聲波信號可以通過玻璃傳輸。該方法可以由包括指紋傳感器和配置成發射光的光學系統的移動電話執行。可以使用包括指紋傳感器的智能卡來執行該方法。

【0024】 另一方面是交互式生物識別傳感系統。該系統包括傳感器，該傳感器被配置為生成與對象相關聯的生物識別圖像。該系統還包括致動器，該致動器配置成將能量輸送到對象。該系統還包括處理器，該處理器被配置為基

於生物識別圖像和對致動器傳遞的能量的響應來認證對象。

【0025】 在一個實施例中，傳感器配置為實現致動器。在一個實施例中，致動器被配置為檢測響應並向處理器提供響應的指示。

【0026】 在一個實施例中，致動器是包括指紋傳感器的計算裝置的一部分。例如，致動器可以包括移動電話的MEMS裝置，其包括交互式生物識別系統。在該示例中，MEMS裝置也可以布置成使移動電話振動。

【0027】 在一個實施例中，交互式生物識別傳感系統被配置為檢測對傳遞給對象的能量的實時響應。

【0028】 在一個實施例中，對象是手指。在一個實施例中，生物識別圖像是指紋的圖像。

【0029】 在一個實施例中，該系統還包括被配置為接收對象的表面。在一個實施例中，致動器配置成該對象在該表面上時將能量傳遞到對象。

【0030】 在一個實施例中，該系統還包括被配置為接收對象的表面，並且對傳遞給對象的能量的響應與位於接收表面上的對象相關聯。

【0031】 在一個實施例中，響應是非自發的。在一個實施例中，響應是自發的。

【0032】 在一個實施例中，致動器配置成引起對象溫度的變化，並且響應是對象溫度的變化。在一個實施例中，致動器配置為向對象施加壓力。

【0033】 在一個實施例中，傳感器包括超聲換能器。在一個實施例中，致動器包括超聲換能器。

【0034】 在一個實施例中，超聲換能器被配置為向對象施加壓力，並且響應是施加到對象的壓力。

【0035】 在一個實施例中，超聲換能器被配置為引起對象的溫度變化，並且使用超聲換能器檢測響應。

【0036】 在一個實施例中，致動器包括配置成將光傳輸到對象的光源。

【0037】 在一個實施例中，致動器包括溫度傳感器，該溫度傳感器被配置為引起對象溫度的變化。在一個實施例中，傳感器包括電容傳感器。在一個實施例中，傳感器包括光學系統。

【0038】 本公開的另一方面是一種交互式生物識別認證系統，包括：傳感器和處理器。傳感器配置為生成與對象相關聯的生物識別圖像數據。傳感器還被配置為向對象傳遞能量。處理器與傳感器通信。處理器被配置為基於生物識別圖像數據和對傳感器傳遞給對象的能量的響應的指示來認證對象。

【0039】 傳感器可包括超聲換能器。超聲換能器可以被配置為向對象施加壓力，並且響應是施加到對象的壓力。超聲換能器可以配置成引起溫度變化。可以使用超聲換能器檢測響應。

【0040】 傳感器可以配置為檢測響應並向處理器提供響應的指示。傳感器可以被配置為以表現出統計隨機性的方式作為驅動將能量傳遞給對象。

【0041】 交互式生物識別認證系統可以被配置為檢測對傳遞給對象的能量的實時響應。處理器可以配置為在能量被傳遞到對象之後以毫秒時間刻度驗證對象。

【0042】 交互式生物識別認證系統可以進一步包括被配置為接收對象的表面，其中傳感器被配置為當對象定位為在表面上時向對象輸送能量。交互式生物識別認證系統可以進一步包括設置在傳感器和表面之間的工程玻璃，其中傳感器配置成通過工程玻璃將能量傳遞到對象。

【0043】 響應可能是非自發的。或者，響應可以是自發的。

【0044】 交互式生物識別認證系統還可以包括被配置為接收響應的用戶界面。

【0045】 本公開的另一方面是交互式地認證人的方法。該方法包括：通過指紋傳感器將信號發送到位於表面上的人的手指；基於與發送到手指的信號相關聯的接收信號生成手指的至少一部分的圖像；當手指放在表面上時，將能量傳遞給手指；檢測對傳遞給手指的能量的響應；並根據圖像和檢測來驗證人。

【0046】 指紋傳感器可以包括超聲換能器，並且使用超聲換能器執行遞送。檢測可以包括通過用戶界面檢測響應。該方法可以由移動電話執行。

【0047】 本公開的另一方面是具有交互式生物識別認證的移動電話。移動電話包括：天線，被配置為發送無線通信信號；被配置為接收手指的表面；傳感器，被配置為生成與手指定位在表面上相關聯的生物識別圖像數據，該傳感器還被配置為向位於表面上的手指傳遞能量；以及與傳感器通信的處理器，處理器被配置為基於生物識別圖像數據認證手指以及對傳感器傳遞給手指的能量的響應的指示。

【0048】 傳感器可包括超聲換能器。移動電話還可以包括設置在傳感器和該表面之間的工程玻璃。

【0049】 另一方面是交互式生物識別傳感裝置。該裝置包括被配置為接收對象的表面。該裝置還包括傳感器，該傳感器被配置為生成與對象相關聯的生物識別信息，在對象在表面上時向對象傳遞能量，並檢測對傳遞的能量的響應。

【0050】 另一方面是一種認證用戶的方法。該方法包括通過指紋傳感器將信號發送到接收表面。該方法還包括基於與發送到手指的信號相關聯的接收信號，在接收表面上生成手指的至少一部分的圖像。該方法還包括向手指輸送能量。該方法還包括基於檢測到的對傳遞到手指的能量的響應來生成活性參數。該方法還包括基於圖像和活性參數來認證用戶。

【0051】 出於概述本公開的目的，本文已經描述了本發明的某些方面，優點和新穎特徵。應該理解，根據任何特

定實施例，不一定能夠實現所有這些優點。因此，可以以實現或優化如本文所教導的一個優點或一組優點的方式體現或實施創新，而不一定實現本文可能教導或建議的其他優點。

【圖式簡單說明】

【0052】 圖1示出了聲學指紋掃描，其中超聲換能器發射超聲波，該超聲波可以強烈反射並且如圖所示周期性（weekly）地在表面-手指界面處以及從手指內部發射。

【0053】 圖2示出了採用行列尋址二維（2D）陣列聚焦聲波的裝置。每次只有一個發射焦線可以是激活的。一個或多個接收焦線可以同時激活。發射和接收焦線彼此垂直，並在具有緊湊焦點尺寸的測量點處相交。

【0054】 圖3示出了換能器元件的二維行列尋址陣列，其由行電極的垂直陣列和列電極的水平陣列、垂直和水平陣列彼此正交並在陣列的不同側上尋址。

【0055】 圖4示出了安裝在基板上的示例超聲換能器陣列的透視圖。

【0056】 圖5示出了安裝在基板上的超聲換能器陣列的一部分的透視圖。

【0057】 圖6示出了通過在玻璃基板的頂部沈積底部電極來制造超聲換能器陣列的中間步驟。

【0058】 圖7示出了通過在底電極上沈積壓電薄膜來制造超聲換能器陣列的中間步驟。

【0059】圖8示出了通過在薄膜頂側的兩個方向上蝕刻溝槽或凹槽來制造超聲換能器陣列的中間步驟，以減少元件之間的串擾。

【0060】圖9示出了通過相對於頂部電極在垂直方向上沈積頂電極來制造超聲換能器陣列的中間步驟。

【0061】圖10示出了包括聲學換能器陣列、發射電子器件和接收電子器件的示例性聲學生物識別觸摸掃描儀。

【0062】圖11示出了具有單個活動行和單個活動列的交集的多路復用單通道行列尋址換能器陣列。

【0063】圖12示出了具有三行和兩列交叉點的多路復用單通道行列尋址換能器陣列。

【0064】圖13示出了使用OP-AMPS來檢測超聲信號中的峰值的峰值檢測電路。

【0065】圖14示出與超聲換能器陣列通信中的接收電路中的信號相關的頻域圖。

【0066】圖15示出了與超聲換能器陣列通信的接收電路中的直接同相和正交（IQ）採樣的功能框圖。

【0067】圖16示出了欠採樣時的原始高頻信號及其頻譜別名，以及欠採樣後的基帶別名。

【0068】圖17示出，當手指被推到接收表面上的力增加時，指紋脊變寬，並且與接收表面接觸的總手指表面增加。

【0069】圖18示出了聲波通過介質的速度可以隨著介質中溫度的變化而變化。

【0070】圖19示出了從激發到反射波前被記錄的的飛行時間可以隨溫度而變化。

【0071】圖20是根據所公開技術的一個實施例生成生物識別信息的方法的流程圖。

【0072】圖21是根據所公開技術的實施例生成生物識別圖像的方法的流程圖。

【0073】圖22是根據所公開技術的實施例制造聲學生物識別觸摸掃描儀的方法的流程圖。

【0074】圖23是根據所公開技術的實施例檢測手指溫度的方法的流程圖。

【0075】圖24是根據所公開技術的實施例估計手指接觸表面的力的方法的流程圖。

【0076】圖25是根據所公開技術的一個實施例的估計力測量的時間序列的周期的方法的流程圖，該周期對應於脈衝速率估計。

【0077】圖26-34示出了用於超聲指紋掃描的採樣和包絡檢測方法的仿真電路和結果。

【0078】圖26示出了單向插入損耗的模擬。

【0079】圖27示出了將RF信號進行IQ解調成I和Q信道的電路。

【0080】圖28示出了模擬解調的同相和正交信號的例子。

【0081】圖29示出了用於圖27的過程的用於IQ解調的低通濾波器的響應。

【0082】 圖30示出了由圖27的電路解調的信號的IQ解調包絡。

【0083】 圖31示出了圖30的IQ解調包絡的100MHz採樣。

【0084】 圖32示出了用於IQ解調信號的IQ採樣的電路。

【0085】 圖33示出了IQ解調信號的採樣同相和正交信號。

【0086】 圖34示出了用於200MHz、150MHz、100MHz和50MHz的IQ採樣率的IQ解調信號的包絡圖。

【0087】 圖35-45示出了具有透明金屬電極的超聲換能器陣列下方的光學系統的示例性實施例。超聲換能器陣列位於玻璃下方，用於接收手指或其他對象的表面。

【0088】 圖35示出具有透明頂部和底部金屬電極的超聲換能器陣列。

【0089】 圖36示出了圖35的超聲換能器陣列在光學系統上方和玻璃下面的分解視圖，其中包括玻璃、超聲換能器陣列和光學系統。

【0090】 圖37示出了圖36的光學系統、超聲換能器陣列和玻璃的集成。與圖36不同的是，這些組件在彼此接近的情況下被示出。它們可以鄰接而不在空間上分離。

【0091】 圖38示出了在從光學系統的光發射器通過透明的換能器陣列和玻璃到該玻璃的接收表面上的手指的

第一波長的光傳輸期間圖37的集成的光學和超聲系統的截面圖。

【0092】 圖39示出了在通過玻璃和透明換能器陣列從手指接收到的第一波長處的反射光到光學系統中的光學傳感器期間圖37的集成的光學和超聲系統的橫截面圖。

【0093】 圖40示出了在從光學系統的光發射器通過透明的換能器陣列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第二波長的光傳輸期間圖37的集成的光學和超聲系統的截面圖。

【0094】 圖41示出了在通過玻璃和透明換能器陣列的手指的第二波長的反射光接收到光學系統中的光學傳感器期間圖37的集成的光學和超聲系統的截面圖。

【0095】 圖42示出了在第一和第二波長處的光傳輸和接收，如圖38-41所示。在不同波長的接收光中的比較可以用於，例如，在接收表面上採用反射脈搏血氧飽和度測量法或任何其他合適的手指讀數。

【0096】 圖43是示例性實施例的透視圖，其中光學系統在傳輸階段中，在沒有接收表面上的手指的情況下，位於具有透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0097】 圖44是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上的手指的發送階段期間，光學系統位於具有透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0098】圖45是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上的手指的接收階段期間，光學系統位於具有透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0099】圖46-55示出了具有在不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方的光學系統的示例實施例。超聲換能器位於玻璃和用於手指或其他待檢查對象的接收表面的下方。

【0100】圖46示出了具有不透明頂部和底部的金屬電極的超聲換能器陣列。

【0101】圖47示出了圖46的超聲換能器陣列在光學系統上方和玻璃下面的分解視圖，其中包括玻璃、超聲換能器陣列和光學系統。如圖48-55所示，玻璃、超聲換能器陣列和光學系統可以彼此接近。它們可以鄰接而不在空間上分離。

【0102】圖48示出了在從光學系統的光發射器通過透明的換能器陣列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第一波長的光傳輸期間圖47的集成的光學和超聲系統的截面圖。圖48示出透明的換能器陣列在不透明金屬電極之間是透明的。

【0103】圖49示出了在接收通過玻璃和透明換能器陣列到光學系統中的光學傳感器的手指的第一波長處的反射光期間圖48的集成的光學和超聲系統的截面圖。透明的換能器陣列在不透明金屬電極之間是透明的。

【0104】圖50示出了在從光學系統的光發射器通過透明的換能器陣列和玻璃到在玻璃的接收表面上的手指的第二波長的光傳輸期間圖47的集成的光學和超聲系統的截面圖。圖48示出透明的換能器陣列在不透明金屬電極之間是透明的。

【0105】圖51示出了在通過玻璃和透明換能器陣列的手指的第二波長的反射光接收到光學系統中的光學傳感器期間圖48的集成光學和超聲系統的截面圖。透明的換能器陣列在不透明金屬電極之間是透明的。

【0106】圖52示出了在第一和第二波長處的光傳輸和接收，如圖48-51所示。在不同波長的接收光中的比較可以用於，例如，在接收表面上的手指的反射脈搏血氧飽和度讀數。

【0107】圖53是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上沒有手指的傳輸階段中，光學系統位於具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0108】圖54是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上具有手指的發送階段期間，光學系統位於不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0109】圖55是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上具有手指的接收階段期間，光學系統位於不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方。

【0110】圖55-65示出了一個示例性實施例，其中具有集成在超聲換能器陣列內的光學系統。

【0111】圖56示出了具有集成的光源和光學傳感器的具有不透明頂部和底部金屬電極的超聲換能器陣列。

【0112】圖57示出了超聲換能器陣列的分解圖，其具有集成在玻璃下面的圖56的光源和光學傳感器，具有玻璃和具有集成光源和傳感器的超聲換能器陣列。如圖58-66所示，具有集成光源和傳感器的玻璃和超聲換能器陣列可以彼此接近。它們可以是鄰接的，而不是空間上分開的。

【0113】圖58示出了圖57的集成的光學和超聲系統在從光發射器通過玻璃傳輸到玻璃的接收表面上的第一波長的光的橫截面圖。

【0114】圖59示出了圖48的集成的光學和超聲系統在接收通過玻璃到光學傳感器的手指的第一波長的反射光時的截面圖。

【0115】圖60示出了圖57的集成的光學和超聲系統在從光發射器通過玻璃傳輸到玻璃的接收表面上的第二波長的光的橫截面圖。

【0116】圖61示出了圖48的集成的光學和超聲系統在接收通過玻璃到光學傳感器的手指的第一波長的反射光時的截面圖。

【0117】圖62示出了在第一和第二波長處的光傳輸和接收，如圖58-61所示。在不同波長的接收光中的比較可以用於，例如，在接收表面上的手指的反射脈搏血氧飽和度讀數。

【0118】圖63是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上沒有手指的發送階段中，在具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列內部集成有光學系統。

【0119】圖64是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上具有手指的發送階段中，在具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列內部集成有光學系統。

【0120】圖65是示例性實施例的透視圖，其中在接收表面上具有手指的接收階段中，在具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列內部集成有光學系統。

【0121】圖66示出了具有光學系統的示例實施例，該光學系統緊鄰/鄰接具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列。圖66示出了該實施例的發送階段。

【0122】圖67示出了示例性聲學生物識別觸摸掃描儀，包括超聲系統和光學系統。超聲系統包括超聲換能器陣列、發射電子器件和接收電子器件。光學系統包括光源、光學傳感器和支持電子裝置。

【0123】圖68示出了示例性生物識別觸摸掃描儀，包括超聲系統和光學系統。超聲系統和光學系統共享控制處理器和控制電路。

【0124】圖69示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括在超聲換能器陣列下方的光源致動器。

【0125】圖70示出了圖69的實施例，其中光源致動器將光通過超聲換能器陣列和玻璃照射到玻璃接收表面上的手指，使得光源遞增地加熱手指。

【0126】圖71示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括點聚焦超聲加熱器，其將來自超聲換能器陣列的超聲通過玻璃聚焦到玻璃的接收表面上的手指的點（小區域）。

【0127】圖72示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括線聚焦超聲加熱器，其將來自超聲換能器陣列的超聲波通過玻璃聚焦到玻璃接收表面上的手指的線（線段）。

【0128】圖73示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括能夠通過超聲換能器陣列的電極（頂部和底部金屬電極）發送電流的電阻加熱器。

【0129】圖74示出了圖73的示例實施例，具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀，包括電阻加熱器，其能夠通過超聲換能器陣列的電極（頂部和底部金屬電極）發送電流，從超聲換能器陣列通過玻璃向玻璃的接收表面上的手指發出熱量。

【0130】圖75示出了圖73和圖74的示例實施例的操作，具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀，包括能夠通過超聲換能器陣列的電極（頂部和底部金屬電極）發送電流的電阻加熱器。

【0131】圖76-81示出了雙向通信場景的代表性步驟。第一種情況在圖76-79中示出。第二種情況在圖76、77、80和81中示出。

【0132】圖76示出了代表性便攜式通信裝置的用戶界面，其包括聲學生物識別觸摸掃描儀和用於測量或指示心率、脈搏氧化水平、血流量、溫度、雙向認證和指紋檢測的顯示器。

【0133】圖77示出了圖76-81的雙向通信場景的中間步驟，其中掃描用戶的指紋並獲取生物識別信息。

【0134】圖78示出了圖76-79的雙向通信場景的中間步驟。在掃描生物識別措施（*biometric measures*）之後，該裝置利用致動器在用戶的指尖產生感覺。然後提示用戶輸入感覺到的感覺。在圖78中，在用戶的指尖上繪制對應於形狀A的感覺。

【0135】圖79示出了圖76-79的雙向通信場景的中間步驟。提示用戶輸入在指尖感測到的形狀的字母。如果用戶輸入繪制的形狀，則對用戶進行身份驗證。

【0136】圖80示出了圖76、77、80和81的雙向通信場景的中間步驟。在掃描生物識別措施之後，裝置在用戶的指尖產生感覺。然後提示用戶輸入感覺到的感覺。在圖80中，對應於三個脈衝的感覺被施加到用戶的指尖。

【0137】圖81示出了圖76、77、80和81的雙向通信場景的中間步驟。提示用戶輸入用戶在指尖感受到的脈衝數。如果用戶輸入正確數量的脈衝，則對用戶進行認證。

【0138】圖82示出了雙向通信場景，以確定手指是否顯示附著到活的人的屬性。

【0139】圖83示出了具有被配置為接收手指、指紋傳感器和光學系統的表面的生物識別傳感裝置。

【0140】圖84示出了具有被配置為接收手指、超聲換能器、光學系統和處理器的表面的生物識別傳感裝置。

【0141】圖85是對用戶進行認證的方法的流程圖。

【0142】圖86示出了具有傳感器、致動器和處理器的示例交互式生物識別傳感系統。

【0143】圖87示出了一種示例性交互式生物識別傳感裝置，其表面被配置為接收對象，以及傳感器，該傳感器也被配置為致動器。

【0144】圖88是對用戶進行認證的方法的流程圖。

【0145】圖89示出了布置在光源和光學透明光檢測器之間的透明超聲換能器陣列的示例性實施例的截面圖。

【0146】圖90示出了具有光學系統的示例性實施例的截面圖，該光學系統包括位於光學透明超聲換能器陣列下方的光源和光檢測器。

【0147】圖91示出了具有聲學透明光學系統的示例實施例的截面圖，該光學系統包括設置在超聲換能器陣列上方的光源和光檢測器。

【0148】圖92示出了包括光源和光檢測器的光學系統的示例性實施例的截面圖，該光檢測器設置在超聲換能器陣列的一側。

【0149】圖93示出了具有光學系統的示例性實施例的截面圖，該光學系統包括設置在超聲換能器陣列的一側的光源，並且採用布置在單獨裝置中的光檢測器。

【0150】圖94示出了具有光學系統的示例性實施例的截面圖，該光學系統包括設置在超聲換能器陣列的一側的光源，並且採用設置在單獨裝置中的光檢測器。

【0151】圖95示出了具有透明超聲換能器陣列的智能卡裝置，該超聲換能器陣列被配置為指紋掃描儀，並且具有布置在透明換能器陣列下方的光學系統。

【0152】圖96示出智能卡裝置，其具有配置為指紋掃描儀的超聲換能器陣列和布置在超聲換能器陣列上方的一個或多個光源。

【0153】圖97示出了移動裝置，其具有配置為指紋掃描儀的透明超聲換能器陣列，並且具有布置在透明換能器陣列下方的光學系統。

【0154】圖98示出了可以在多裝置認證過程中使用的用戶裝置和確認裝置。

【實施方式】

【0155】某些實施例的以下詳細描述呈現了特定實施例的各種描述。然而，這裡描述的創新可以以多種不同的方式實現，例如，如申請專利範圍所限定和覆蓋的。在本說明書中，參考附圖，其中相同的附圖標記可以表示相同或功能相似的元件。應當理解，圖中所示的元件不一定按比例繪制。此外，應當理解，某些實施例可以包括比圖中

所示的元件更多的元件和/或圖中所示的元件的子集。此外，一些實施例可以結合來自兩個或更多個附圖的特徵的任何合適組合。這裡提供的名稱是為了方便，並不一定影響申請專利範圍或含義。

【0156】 本公開提供了聲學生物識別觸摸掃描儀和方法。公開了超聲指紋傳感裝置。這樣的裝置可以包括超聲換能器陣列，其被配置為發送頻率在50 MHz至500 MHz範圍內的超聲信號。超聲換能器包括壓電薄膜和被配置為接收手指的接收表面。指紋傳感裝置可以執行發送聚焦。處理器可以基於來自手指的超聲信號的反射來生成手指的指紋的至少一部分的圖像。超聲換能器還可以生成可用於驗證手指的活性參數。活性參數可以基於手指接觸表面的力和/或與反射的聲速相關聯的溫度。在某些情況下，與活性參數相關聯的模式可用於認證。本文公開的超聲指紋傳感器的任何合適的原理和優點可以與涉及本文公開的集成光學系統和/或交互式生物識別傳感的任何合適的特徵組合實施。

【0157】 本文描述了與光學系統集成的超聲生物識別傳感裝置。超聲生物識別傳感裝置可以是至少部分透明的，使得光學系統可以通過超聲生物識別傳感裝置發射和/或接收光。例如，超聲生物識別傳感裝置可以定位在光學系統和被配置為接收手指的表面之間。光可以從光學系統的光源通過超聲換能器和/或電極傳輸到手指。反射光可以從手指通過超聲換能器和/或電極傳播到光學系統的

光檢測器。光學系統可用於生成可用於驗證手指的一個或多個活性參數。在某些情況下，可以跟蹤活性參數一段時間，這可以用於驗證手指。由光學系統與超聲生物識別傳感裝置一起產生的信息可用於提供魯棒認證（**robust authentication**）。可以使用一個或多個處理器基於來自光學系統和超聲生物識別傳感裝置的輸出來驗證手指。

【0158】 本文公開了交互式生物認證。可以在認證裝置和被認證的對象，例如手指，之間建立雙向通信。本文公開的生物識別傳感裝置可以檢測指紋並且還用作可以向手指輸送能量的致動器。雙向通信可以涉及實時交互式認證過程。這可以啟用多因素身份驗證並提供魯棒認證。在驗證期間用手指進行交互以進行身份驗證可以防止詐騙者或其他不良行為者使用先前數據進行身份驗證。在一些情況下，可以使用與光學系統集成的超聲生物識別傳感裝置來執行交互式生物認證。

生物識別觸摸掃描儀

【0159】 基於超聲波的指紋掃描儀不僅可以顯示指紋的表皮（表面）層，還可以顯示內部（真皮）層，這使得它們在處理濕手、油、油脂或污垢時更加穩定。這提供了額外的安全級別，並且使得它們更難以被欺騙，這對於各種應用來說是可期待的。基於超聲的指紋掃描儀系統可以獲取表皮層的2D圖和/或手指真皮層的3D體積圖像。掃描方法包括阻抗，聲學顯微鏡，回波和多普勒成像。這裡討論的指紋傳感系統可以實現500像素/英寸（PPI）的

掃描分辨率以滿足聯邦調查局（FBI）和/或其他標準。這樣的分辨率可以在焦深處轉換為50微米的橫向分辨率，其通常取決於中心頻率、聲學孔徑尺寸和焦距。

【0160】 其他指紋傳感技術可能遇到對於基於超聲波的指紋掃描儀不存在的挑戰。例如，光學指紋掃描儀可能遇到如何解決指紋污染的挑戰。作為另一個例子，電容式指紋掃描儀可以通過假指紋模具相對容易地偽造。

【0161】 另一種類型的傳感器基於阻抗概念，其中指紋表面接觸換能器元件並根據表面是組織（脊）還是空氣（谷）來改變它們的聲阻抗。盡管該技術比較方便，因為它不涉及產生和處理超聲脈衝和回聲，但是它僅限於獲取指紋表面的圖像。此外，在一些先前方法中壓電陶瓷超聲換能器的阻抗可能對頻率高度敏感。例如，由指紋谷加載的元件的阻抗在19.8 MHz的頻率下可以是大約800歐姆，在20.2 MHz的頻率下可以是大約80,000歐姆。類似地，由指紋脊加載的元件的阻抗在19.8 MHz的頻率下可以是大約2,000歐姆，在20.2 MHz的頻率下可以是大約20,000歐姆。這可能涉及在不同頻率下的多個阻抗測量以獲得可靠的測量，這可能影響幀採集時間。這種方法的另一個不便之處是手指和換能器之間的接觸會污染或甚至永久地損壞換能器表面並且可能影響其性能。

【0162】 一些其他方法涉及具有聲波導的超聲換能器，聲波導由具有類似於人體組織的聲阻抗的材料制成，以將來自換能器陣列的超聲波耦合到手指，並使用波束成

形技術來實現所需的分辨率。儘管使用波導放寬了頻率約束，但是波導的制造通常涉及額外的光刻步驟，這增加了換能器設計的復雜性和成本。這些方法已經實現了在某些應用中不希望的結果。在某些情況下，這些方法遇到相對較高的插入損耗，即使在實現波束成形時也會影響該設計的能力並且增加了電子器件的復雜性。不適合用於消費電子產品的相對高的電壓偏置和脈衝也已用於這些方法中。

【0163】 所公開的技術包括聲學生物識別觸摸裝置，當被裸露的皮膚接觸時，掃描外皮層（表皮）和下面的組織（真皮和皮下組織）。這種傳感器可用於識別人。掃描的常用區域是手指，但可以掃描身體的任何其他區域，例如腳底、腳趾或手掌。為簡潔起見，此後將手指稱為要掃描的感興趣區域。如本文所用，術語「手指」包括拇指。本文討論的任何合適的原理和優點可以應用於掃描人或其他動物的任何合適的感興趣區域。

【0164】 這裡討論的生物識別傳感系統包括薄膜壓電裝置，其配置成傳輸頻率在50 MHz至500 MHz範圍內的聲信號。利用該頻率，即使在使用諸如玻璃的聲學耦合層（其中聲速相對較高（例如，5760 m / s））時，也可以生成具有期望分辨率（例如50微米）的圖像。可以使用濺射工藝制造薄膜換能器陣列。換能器的壓電材料可以是例如氧化鋅，氮化鋁或銻鈦酸鉛。對具有16微米厚度，0.2 mm²面積，50歐姆源和接收器阻抗以及1 nH電感調諧的ZnO換能器裝置的模擬提供小於3 dB的插入損耗。

這可以根據數組中用於傳輸和接收的元素數量而改變。生物識別傳感裝置可以獲得指紋層的3D超聲圖像。生物識別傳感裝置可以實現行列尋址和波束成形，以提高圖像質量和/或降低集成和電子設計的複雜性。

【0165】 結合對指紋成像，本文討論了若干其他特徵，例如（1）通過測量脊寬和指紋表面面積的手指觸摸力檢測，以及（2）產生手指的溫度並通過測量與溫度有關的聲速變化檢測環境溫度。本文討論了測量生物識別傳感裝置的血流量、心跳/速率和其他結構特徵。

【0166】 所公開的裝置具有通過手指和掃描儀之間的中間介質掃描的能力。介質可以例如是玻璃、金屬、塑料或允許超聲波在感興趣的頻率範圍內傳播的任何合適的材料。例如，這可以用於將手機前玻璃的任何部分或整個部分制成指紋掃描儀。

【0167】 由於超聲波也進入手指並穿過皮膚層，因此可以對手指表面以及內部手指組織進行三維（3D）掃描。除此之外，可以掃描血管和/或動脈並且可以估計它們的血流量。血流的測量可以是心率周期性的。因此，傳感器還可以測量接觸玻璃的個體的心率。

【0168】 這裡討論的指紋掃描儀可以檢測與對象（例如手指）相關聯的一個或多個活性參數，該對象與指紋掃描儀的表面接觸。可以使用基於超聲的感測裝置來檢測一個或多個活性參數，該感測裝置還生成指紋的至少一部分的圖像。圖像的準確度可達500 PPI。基於活性參數，指

紋掃描儀可以基於活性參數提供手指是否是活人的一部分的指示。這可以用於防止模具，假手指或其他對象被識別為匹配與特定手指相關聯的指紋。可以基於由指紋掃描儀的一個或多個換能器發送的聲波的反射來確定活性參數。例如，活性參數可以是溫度和/或組織硬度。

【0169】 如果手指處於體溫並且傳感器處於室溫，則一旦觸摸，玻璃或其他中間層的溫度通常應該變暖。這通常可以降低玻璃中的聲速。在一些情況下，可以將裝置加熱到高於體溫的溫度（例如，通過陽光），並且熱量可以從裝置轉移到手指以冷卻裝置。因此，本公開的另一個目的是確定手指的溫度。可以這樣做以確定它是活的手指而不是接觸玻璃的假手指。當手指未接觸玻璃時，環境溫度可由裝置確定。

【0170】 當手指用力推動玻璃時，手指和表面之間的接觸區域，例如玻璃，應該從脊的加寬和/或手指表面的扁平化增加。這可以用來檢測手指接收表面的力。因此，該應用的另一個目的是通過與表面的接觸密度的計算來測量施加的壓力和/或力。

【0171】 當心肌收縮和動脈壓增加時，手指在玻璃上的壓力應隨著每次心跳而增加。在收縮之間，心臟充滿血液，壓力減少。指尖力測量的時間序列可以遵循周期性節奏模式，其頻率對應於人的脈搏率。因此，除了測量溫度之外，所公開的聲學掃描儀可以估計脈搏率並且使用它來確認指尖不是假肢，並且屬於被測量脈搏的活人。

【0172】 此外，所公開的裝置允許通過將上述壓力估計與直接力或壓力測量值進行比較而估計組織剛度。這可以增加接觸傳感器的對象是真手指而不是假肢的確定性。

【0173】 所公開的裝置還可以使用機器學習技術來識別用戶和/或確保被掃描的手指或其他身體部位的活性。作為示例，裝置可以監視特定用戶在認證會話期間如何與裝置交互和/或響應裝置的個體特徵，以便提高認證的準確性。特別地，裝置可以檢查用戶與裝置的交互和/或對裝置的響應以及響應提供的任何刺激的一致模式，並且當這樣的交互模式一致時，能夠進一步認證用戶。作為一個特定示例，裝置可以監視用戶的脈搏並且可以基於其脈搏中的模式（諸如靜息脈搏率或其他脈搏屬性）至少部分地驗證用戶。

【0174】 所公開的裝置可用於識別或認證個人，以用於應用程序，包括登錄到通信或計算裝置、登錄到軟件應用程序、打開門或防盜裝置、授權電子支付或解鎖安全裝置等。

【0175】 圖1示出了聲學指紋掃描裝置100，其中超聲換能器130（XDC）發射超聲波135，該超聲波135在表面-手指接口125處以及也從手指105內反射。換能器130可以發送具有頻率範圍從50兆赫茲到500兆赫茲的超聲波信號。聲學指紋掃描儀掃描手指105和它接觸的介質120之間的界面。介質120可以是剛性的。在手指105的脊110接收表面125的情況下，聲波140的一部分將進

入手指 105 並且將通過反射 150 反射較少的能量。在手指 105 的谷 115 處的位置處，相對較多（例如，實際上所有的）聲能作為反射 155 被反射回超聲換能器 130。該裝置可以使用與脊 110 和谷 115 相關的反射系數的這種對比來掃描手指 105 的表面。例如，可以實施醫學超聲成像技術以掃描手指 105 的表面。

【0176】 由於超聲波通過脊 110 進入手指 105，掃描儀還可以對手指 105 的內部特徵進行成像。這可以用於通過脈搏識別和 / 或其他生物特徵，如組織結構、韌帶、靜脈和動脈進行識別。作為一個例子，聲學掃描裝置可以檢測手指和 / 或手掌中的血管圖案，並基於血管的模式識別人。手指 105 的三維掃描可以用來產生手指 105 的兩個和 / 或三個維度的圖像。可以使用圖像處理和模式識別技術處理兩個和 / 或三維圖像。

【0177】 為了識別指紋，指紋識別裝置可以以高於 50 μm 的分辨率來解析手指中的脊。超聲方法可以測量板（例如，玻璃板）和可以代表脊的組織與板和空氣之間的阻抗不匹配，其可以代表脊之間的谷。

【0178】 在玻璃板中使用波導的一些超聲掃描儀可以以比從換能器 130（即低於 50 MHz）的超聲信號的頻率更低的頻率來引導超聲信號，以允許測量手指和玻璃板之間的阻抗失配。一些超聲傳感器可以包括比 50 μm 窄的壓電材料的柱，並且這種掃描儀可以測量由於每個柱和手指之間的表面接觸引起的阻抗變化。在具有波導和 / 或壓電

材料窄柱的超聲掃描儀中，可以使用相對復雜的結構以在波長大於 $50\ \mu\text{m}$ 的超聲波信號的情況下以 $50\ \mu\text{m}$ 的尺度進行測量。這樣的復雜組件可能會相對昂貴並且使得超聲指紋掃描系統的構建困難。這樣的例子的其他缺點可以包括在某些金屬和/或玻璃表面中包含波導的接收表面的不透明度和困難工程。

【0179】 一些超聲掃描儀可以產生具有超過 $1\ \text{GHz}$ （例如，大約 $5\ \text{GHz}$ ）的頻率的超聲信號，以避免與衍射相關的問題。然而，在這樣的頻率下，超聲信號可能不能穿透組織。此外，在這樣的頻率下具有超聲信號的掃描儀可以由允許這樣的頻率的信號傳播而不顯著衰減的材料構成。此外， $50\ \mu\text{m}$ 換能器元件的二維（2D）陣列對於尋址可能是極其復雜的，並且在超過 $1\ \text{GHz}$ 的頻率下工作時，由於電串擾而進一步復雜化。

【0180】 所公開的技術，如圖2中的裝置所示，可以克服上述缺陷，尤其是在較低和較高頻率下工作的超聲掃描儀。

【0181】 圖2示出了用超聲換能器的行列尋址二維陣列來聚焦聲波的裝置200。裝置200包括壓電薄膜210、玻璃板220、X方向的光柵230和Y方向的光柵240。如圖2所示，裝置200可以操作為在X方向上有一條焦線250、在Y方向上有一條焦線260以及X方向的焦線250與Y方向的焦線260相交的測量點270。每次只有一個發射焦線可以是激活的。一個或多個接收焦線可以同時激

活。發射和接收焦線彼此垂直，並在具有緊湊焦點尺寸的測量點處相交。

【0182】裝置200使用足夠高的頻率（例如，在50 MHz到500 MHz的範圍內，例如約150 MHz）的超聲成像，以實現使用波束成形的50 μ m分辨率。因此，裝置200可以實現沒有波導的期望的50 μ m分辨率。因此，相對於包括波導的超聲掃描儀裝置，裝置200可以具有更簡單的結構。此外，對觸摸材料類型和/或材料厚度可以有較少的約束。

【0183】壓電薄膜210可以產生頻率在50 MHz至500 MHz範圍內的聲信號。可以有效地實現設置成傳輸這種聲信號的換能器陣列並且在換能器和裝置200的接收表面之間在沒有波導的情況下實現期望的圖像分辨率，其中接收表面被配置為接收手指並與手指物理接觸。在一些應用中，壓電薄膜210可以產生頻率在125 MHz至250 MHz範圍內的聲信號。根據某些實施例，壓電薄膜210可以產生頻率在50 MHz至100 MHz範圍內的聲信號。例如，50 MHz至100 MHz範圍內的聲學信號可以用於在信用卡中實現的裝置。

【0184】壓電薄膜210可包括任何合適的壓電材料。例如，壓電薄膜210可以是氧化鋅層、氮化鋁層、鈮酸鋰層、鉭酸鋰層、鉍銻氧化物、銦鈦酸鉛、或者甚至是聚合物壓電體，例如聚二氟乙烯層。壓電薄膜210的厚度可以適合於產生頻率在50 MHz至500 MHz範圍內的聲信號。壓電

薄膜的厚度可以為3微米至75微米。在一些應用中，氧化鋅壓電薄膜的厚度可以為約10至20微米。氧化鋅壓電薄膜是可以濺射到諸如玻璃基板的基板上的壓電薄膜的示例。根據某些應用，鈮酸鋰壓電薄膜的厚度可以為約5至10微米。這種鈮酸鋰壓電薄膜可以通過環氧樹脂粘合到諸如玻璃基板的基板上。

【0185】 如圖所示，裝置200包括玻璃板220、玻璃板220是其上可以設置壓電薄膜的示例基板。本文討論的任何聲學傳感裝置可以包括其他合適的基底。例如，在某些應用中，金屬層或塑料襯底可以是合適的襯底。

【0186】 在一個實施例中，玻璃板220可以是約500 μ m厚。該厚度可以是基於所使用的壓電材料，超聲頻率和應用的任何合適的厚度。對於便攜式通信和計算裝置，這樣的厚度可以是標稱的。在其他情況下，玻璃板220可以更薄並且附接到任何合適材料的較厚板上。因此，指紋裝置可以位於電話的金屬外殼或任何這樣的系統上。該設置可以是任何合適的尺寸。因此，裝置200可以覆蓋整個板的大部分或全部，以同時進行觸摸屏和指紋識別。

【0187】 在操作中，裝置200可以測量焦點位置處的反射系數，即在焦線250和260的x和y方向上的交點處的測量點270處。測量點270的尺寸可以通過器件的衍射分辨率來確定。例如，對於在玻璃中提供150 MHz聲信號的超聲換能器，該點尺寸270可以是約40微米。取決於指紋裝置中使用的玻璃類型，玻璃指界面處的反射系數的變

化將是 1 或約 0.85。通過在玻璃上，玻璃和手指之間添加匹配層，可以增強與組織的耦合，最終反射系數的對比度約為 1 到 0。匹配層的厚度可以是選擇為匹配層材料中超聲信號波長的四分之一。作為示例，匹配層可以包括厚度為約 $5\ \mu\text{m}$ 的環氧樹脂，用於發送大約 150 MHz 的聲信號的裝置 200。

【0188】 裝置 200 可包括用於線性陣列成像的電子器件。這種線性成像可以類似於醫學超聲成像系統中的線性成像。在這種操作中，陣列中的多個元件被分組在一起並用不同的相位信號激勵，使得板-指接口的到達時間同時從所有陣列元件發生。接收器陣列元件在數量上類似於發射陣列元件，然後將接收反射信號，並且電子相位延遲被添加到每個元件，以使它們的到達時間對於組織的動態主動聚焦是相同的。一旦在一個點處進行測量，接收陣列元件可以移位一個元件以便能夠測量下一個相鄰的分辨率點。可以通過掃描接收陣列來重復該過程以對整行進行成像。接下來，發送陣列可以移動一個元素，並且可以重復該過程以在另一條線上接收。總的來說，可以重復該過程以對整個區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 的平面處完成。然而，在手指與板接觸的位置處，超聲能量可以穿透到手指中並且將從手指內的組織發生反射。因此，可以從手指內收集信息，例如關於手指中毛細血管中的血流的信息。根據這些信息，裝置 200 可以導出諸如心率的信

息，以指示受試者存活，或甚至可以根據血管中的脈搏波速度測量一些毛細血管的健康狀況。

【0190】 指紋掃描儀可以掃描表面和可能的手指體積。裝置200可以用二維（2D）超聲換能器陣列和無運動部件進行這種成像。由於相對大量的互連，快速尋址整個2D換能器陣列可能是一個挑戰。

【0191】 完全尋址的替代方案是行列尋址，其中一次尋址整行元素或整列元素。這可以通過使同一行中的元件共享頂部（或底部）電極並且同一列中的元件共享底部（或頂部）電極來實現。因此，發射和接收電極可以在陣列的不同側（頂部或底部），並且發射和接收孔可以在兩個不同的方向（行或列）。這可以減少從換能器陣列扇出的互連的數量。圖3示出了換能器元件340的二維 $N \times N$ 行-列尋址陣列300，其由行電極310的水平陣列和列電極320的垂直陣列尋址，水平和垂直陣列310和320分別彼此正交。雖然圖3示出了正方形 $N \times N$ 陣列，但是可替代地採用具有 M 行和 N 列的任何合適的 $M \times N$ 矩形陣列，其中 N 和 M 是不同的正整數。圖3包括在 $N \times 1$ 行陣列的每個水平陣列310的末端處的連接330以及 $1 \times N$ 列陣列的每個垂直陣列320。

【0192】 已經參考圖2討論了使用行列尋址陣列300的一種方式。每個發送-接收事件生成一個接收焦點。在發射和接收孔徑中使用13個有源元件的 512×512 2D陣列可以使用大約 $500 \times 500 = 250,000$ 個發送-接收事件來

進行一次掃描。當耦合介質是玻璃，聲速為 5760 m/s ，厚度為 0.5 mm 時，完成一次掃描大約需要 43 ms 。如果擴展接收電子裝置以並行記錄所有接收元件，則可以在 500 個發送-接收事件中完成掃描。對於完整掃描，這將花費大約 $87\text{ }\mu\text{s}$ 。

【0193】 為了進一步提高掃描速度，還可以在發送級中引入並行化，使得一次發射多個發送波。為了並行化用於行列尋址陣列的發射波束，發射波束可以在頻域中分離，然後由不同的濾波器接收以將它們分開。然後，不同的濾波器可以將數據傳遞給接收波束形成器。可以使用發送和接收並行化的任何組合。超聲波束也可以是角度轉向而不是平移有效孔徑，或者可以使用兩者的組合。還可以通過使用合成發射聚焦，合成接收聚焦或兩者來合成聚焦掃描。

【0194】 可以有效地利用 2D 換能器陣列作為彼此正交的兩個 1D 換能器陣列。當一個陣列用於傳輸而另一個陣列用於接收時，則可以實現全 3D 成像。每行和每列可以使用一個互連和波束形成器通道。

【0195】 作為示例，完全尋址的 256×256 元素陣列可以涉及 65536 個互連，而如果是行列尋址，則可以實現 512 個互連 330 。

【0196】 在操作中，一組電極，例如 x 軸電極，可用於傳輸線聚焦的超聲波束。焦點可以在表面-手指界面的位置處。一旦脈衝由 x 軸對準的電極傳輸， y 軸對準的電極

可用於檢測 x 方向上的線焦點，如圖 2 中示意性所示。系統的總響應是兩條焦線的交點並產生與衍射極限分辨率相稱的分辨率點。

【0197】發射波束成形可以用於完全尋址陣列和行列尋址陣列，以將發射的超聲波束聚焦在介質中選定的焦深處。這最大化了感興趣區域的聲壓，這改善了該焦點區域的 SNR 和圖像質量。還可以改變脈衝特性，例如長度、幅度水平和中心頻率，以獲得所需的成像性能。

【0198】圖 4 示出了玻璃 410 上的示例性超聲換能器陣列 400 的示意圖的透視圖。超聲換能器陣列 400 包括在玻璃基板 410 頂部上的底部電極 430。底部電極 430 在水平方向上形成垂直線陣列。諸如氧化鋅的壓電薄膜 420 位於底部電極 430 和玻璃基板 410 的頂部。壓電薄膜 420 的形狀可以是正方形或矩形。壓電薄膜 420 與底部電極陣列重疊，但是每個底部電極 430 的端部不與壓電薄膜 420 重疊，如圖所示，以允許產生金屬接觸。壓電薄膜 420 在垂直和水平方向上用溝槽或凹槽蝕刻，例如 V 形蝕刻 460，以減少在換能器元件 450 的陣列中接收和傳輸的串擾。V 形蝕刻 460 是一個示例溝槽或凹槽。其他實施例可包括非 V 形並具有其他合適形狀的溝槽或凹槽。在某些實施例中，任何其他合適的透明層，例如透明的塑料層，可以代替透明的玻璃層 410。

【0199】如圖所示，每個換能器元件 450 的頂部基本上是方形的。在一些其他情況下，一個或多個換能器元件

450的頂部可以具有不同的形狀，例如矩形形狀。頂部電極440在垂直方向上形成水平線陣列。頂部電極440與底部電極430正交。頂部電極440與換能器元件450的形狀一致，包括由V形蝕刻460形成的換能器元件450的頂部和側面。每個底部電極430和頂部電極440的寬度基本上對應於換能器元件450的相應邊緣的長度。例如，底部電極430每個都具有與頂部電極440的寬度基本相同的寬度，其長度基本上等於二維超聲換能器陣列400的每個換能器元件450的方形頂部的每一側的長度。

【0200】 超聲換能器陣列400可以使用壓電薄膜420來制造，該壓電薄膜420通過多種薄膜沈積技術中的一種沈積在表面上，例如並且不限於：蒸發、DC或AC濺射、溶膠-凝膠沈積、化學氣相沈積等。任何合適的沈積法可以提供一個適當取向的薄膜，這將提供一個合理的機電耦合系數，以實現對超聲信號的激發和檢測。為了達到在50 MHz以上和500 MHz以下的中高頻範圍內的頻率，可以使用濺射技術或用相對薄的壓電板（例如鈮酸鋰或鉭酸鋰）制造壓電換能器（例如，基於氧化鋅的換能器）。假設36°旋轉Y形切割鈮酸鋰壓電薄膜的聲速，板可以具有從大約7.4微米到74微米的範圍內的厚度。用鈮酸鋰或鉭酸鋰壓電薄膜，可以在壓電體和襯底之間包含薄的粘結層。

【0201】 超聲傳感器裝置的操作頻率可取決於傳感器板或基板的材料，以產生具有所需分辨率的圖像。如果傳

感器板由藍寶石制成，則藍寶石中的聲速相對較高，為 11,100 米/秒。所以 50 微米的波長（分辨率）涉及 222 MHz 的工作頻率。並且，因為藍寶石具有比大多數壓電材料更高的機械阻抗，所以壓電器將以所謂的四分之一波長模式操作，因此涉及更薄的壓電薄膜。例如，如果使用氧化鋅（ZnO），則厚度可為約 $7.1\ \mu\text{m}$ 。類似的實踐表明，對於在聲速為 6,320 米/秒的石英中操作，通過在 126.4 MHz 的操作下獲得 $50\ \mu\text{m}$ 的波長，以及具有約 $25\ \mu\text{m}$ 厚的 ZnO 膜。對於在聲速為 2,740 米/秒的聚丙烯中操作，通過在 55 MHz 的操作下獲得 $50\ \mu\text{m}$ 的波長，並且 ZnO 膜厚度為約 $57\ \mu\text{m}$ 。在特定壓電薄膜的厚度對於簡單沈積而言太大的情況下，可以使用其他替代制造方法，例如環氧樹脂粘合。

【0202】板中的波長可以大致等於指紋識別的分辨率，為 $50\ \mu\text{m}$ 。因此，一旦選擇了材料，操作頻率由 $f = \text{聲速} / 50\ \mu\text{m}$ 給出。對於板的阻抗低於壓電材料的情況，壓電的厚度約為波長的一半。因此，壓電的厚度由 $t = \text{聲速} / \text{操作頻率}$ 的兩倍給出。

【0203】在一個實施例中，壓電薄膜是 ZnO 薄膜，厚度為約 $16\ \mu\text{m}$ ，換能器的單個子元件尺寸為 $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ 至 $30\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$ ，線間距（切口）為 $10 - 20\ \mu\text{m}$ ，線寬 $10 - 20\ \mu\text{m}$ ，間距 $40 - 50\ \mu\text{m}$ 。當壓電薄膜包括不同的材料時，線寬、線間距、間距或其任何組合可以在這些範圍內。

【0204】 可以通過首先沿著玻璃基板在一個方向上沈積線圖案來制造器件400。例如，線和間隔可以是 $25\ \mu\text{m}$ 的量級，然後可以沈積厚度約為 $15\ \mu\text{m}$ 的壓電薄膜。另一組線和間隔可以沿著與前一行的正交方向和線之間的間隔形成。與其他超聲指紋解決方案相比，制造這種裝置可以相對簡單。線和間隔的光刻完全在當前半導體制造能力的範圍內，並且壓電薄膜（ $15\ \mu\text{m}$ ）的沈積可以通過物理氣相沈積（濺射）或溶膠-凝膠制造方法來完成。無論哪種方式，都可以選擇多種壓電材料用於此目的。這三個制造步驟可用於制造該裝置。接下來，x和y電極可以連接到電子電路，用於指紋識別的操作。

【0205】 圖5示出了在基板上的超聲換能器陣列的一部分的透視圖。圖5示出了圖4的聲學生物識別觸摸掃描儀的一部分，包括壓電薄膜420、頂部電極440、換能器元件450和V形蝕刻460。圖5示出了在水平方向和垂直方向上的換能器元件450之間的V形蝕刻460。頂部電極440在頂部電極440的方向上與V形蝕刻460一致，但是在垂直於頂部電極440的方向上不覆蓋或與V形蝕刻460不一致。如上所述，一個實施例可以包括不是V形的蝕刻的溝槽或凹槽。

【0206】 圖6示出了制造超聲換能器陣列的中間步驟600，例如圖4和5的掃描儀，是通過在玻璃基板的頂部沈積底部電極。圖6包括沈積在玻璃基板410上的底部金

屬電極430的水平 and 垂直方向視圖。底部電極430形成垂直的水平元件陣列。

【0207】圖7示出了制造超聲換能器陣列的中間步驟700，例如圖4和圖5的陣列，是通過在底部電極430上沈積諸如氧化鋅的壓電薄膜420。壓電薄膜420在底部電極430存在的區域中與底部電極430相鄰，並且在底部電極不存在的區域中，例如在底電極430之間與玻璃基板410相鄰。壓電薄膜420可以通過磁控濺射沈積。底部電極430的一部分在兩側的邊緣處未被覆蓋，以允許在後續步驟中產生觸點。

【0208】圖8示出了制造超聲換能器陣列的中間步驟，例如圖4和圖5的陣列，是通過在膜420的頂側上在水平和垂直方向上蝕刻V形蝕刻460以減少元件450之間的串擾。雖然示出了V形蝕刻460，但是任何其他適當形狀的蝕刻可以實現。V形蝕刻460在水平和垂直方向上形成換能器元件450的二維陣列的頂部邊界。在圖8的示例中，換能器元件450的頂部基本上是方形的。V形蝕刻460可以減少陣列的不同換能器元件450之間的串擾。

【0209】圖9示出了制造超聲換能器陣列的中間步驟，例如圖4和5的陣列，是通過相對於底部電極430在垂直方向上沈積頂部電極440。在邊緣470處，頂部電極440從兩側下降到與底部電極430相同的平面，以允許接觸。

【0210】 在一個實施例（未示出）中，吸收層，例如負載鎢或碳化矽顆粒或任何此類材料的橡膠或環氧樹脂，被放置在板的邊緣，以減少來自板的邊緣的反射，這些反射可能會干擾感興趣的信號。這樣的邊緣反射還可以具有降低手指被詢問的重復率及其圖像幀速率的效果。

【0211】 圖10示出了示例聲學生物識別觸摸掃描儀1000，其包括如上參照圖2-9所述的超聲換能器陣列400。聲學生物識別觸摸掃描儀100包括接收表面125以接收人的觸摸。圖示的超聲換能器陣列400與控制其操作的電子裝置連接。這些電子裝置包括發送和接收電路。

【0212】 發射電路激勵超聲換能器陣列400以朝向感興趣的成像區域發射超聲波束。可以通過在換能器陣列內的一組換能器元件的電極上施加電壓脈衝來產生激勵。當脈衝施加到頂部電極時，底部電極可以接地，並且當脈衝施加到底部電極時，頂部電極可以接地。發射孔徑的大小和形狀可以根據感興趣的成像區域而變化。所示的發射電子器件包括發射開關網絡1005、電壓脈衝發生器1010、發射波束成形電路1015和發射控制電路1020。

【0213】 超聲換能器陣列包括多個發射通道，每個發射通道與至少一個電極和超聲換能器元件相關聯。每個發送通道可以包括至少一個產生脈衝的電壓脈衝發生器1010，以及一個發送控制電路1020，用於在觸發脈衝時使用時提供信道間相位延遲。每個發射電極可以連接到專

用發射通道，或者多個電極可以組合在一起並分配給一個發射通道。在某些實現中省略了發送波束成形。

【0214】發送交換網絡1005可以是多路復用器，其通過將脈衝指向所需的有源元件來減少發送信道的數量。在行列尋址操作期間，當電極的一側可以在發送或接收模式下操作時，另一側接地。這可以通過使用將電極連接到接地/發送通道的開關來實現，或者使用提供相對低阻抗的路徑來連接到地的電阻器來實現。

【0215】發射波束成形電路1015可以實現波束成形以將發射的超聲波束聚焦在介質中選定的聲學焦深處。這可以產生最小點尺寸（衍射極限分辨率）和焦線處的最大聲壓，從而在該聚焦區域提供最佳性能。為了聚焦於特定焦點區域，波束形成電路1015可以包括延遲元件以相對於彼此延遲信道。例如，超聲換能器陣列400可以一次在多個底部電極上傳輸，例如14個電極。超聲換能器陣列400可以在例如20個電極的孔上傳輸，然後通過一個或多個電極移位，並再次傳輸。通過一次傳輸，例如，一次傳輸20個電極是比一次傳輸一個電極所產生的信號具有更好的信噪比的更強信號。波束成形電路1015可以調整電極之間的延遲。電壓脈衝發生器1010（脈衝發生器）可以產生具有形狀，長度，電平，頻率和帶寬的脈衝，以獲得期望的成像性能。

【0216】如上所述，發射孔徑的大小和形狀可以根據感興趣的成像區域而變化。例如，圖11示出了多路復用的

單通道行列尋址陣列 1100，其具有單個活動行和單個活動列的交叉點 1150。陣列 1100 包括換能器元件 1180 的行 1110 和列 1120 以及觸點 1190。切換網絡 1160 選擇活動列 1140，並且切換網絡 1170 選擇活動行 1130。活動列 1140 和活動行 1130 在交叉點 1150 處相交。有效孔徑是線元件的全長。如圖 11 所示，有兩個有效孔，一個用於發送，一個用於接收。該陣列可以聚焦於一個點 - 兩個線焦點的交點。在圖 11 中可能根本沒有聚焦。相反，聚焦可以作為合成孔徑聚焦的後處理步驟來執行。

【0217】 在圖 12 中，該裝置可以包括使用硬件波束成形器而不實現合成孔徑聚焦的後處理步驟。陣列 1105 包括換能器元件 1185 的行 1115 和列 1125 以及觸點 1195。交換網絡 1165 選擇兩個活動列 1145，交換網絡 1175 選擇三個活動行 1135。活動列 1145 和活動行 1135 在交叉點 1155 相交。可以控制一個或多個行和換能器陣列的一個或多個列的任何合適的組合，以便同時激活。

【0218】 參考圖 10，接收電路可以響應於接收來自介質的超聲回波信號來處理由換能器產生的電射頻（RF）信號。接收電路然後可以對信號進行採樣，並且可以將數字數據提供給處理器 1065，處理器被配置為生成超聲圖像。

【0219】 所示的接收電路包括接收切換網絡 1025，低噪聲放大器 1030、模擬濾波器 1035、時間增益補償電路

1040、模數轉換器1045、接收波束形成電路1050、包絡檢測電路1055和接收控制電路1060。

【0220】接收交換網絡1025可以是多路復用器，其通過切換到所需的接收電極來減少接收信道的數量。在行列尋址操作期間，當電極的一側可以在發送或接收模式下操作時，另一側可以接地。這可以使用將電極連接到地/傳輸通道或接收通道/地的開關來實現。

【0221】接收的超聲信號可以對噪聲特別敏感並且功率低。低噪聲放大器1030可以放大所接收的超聲信號。該第一級可以影響信號中的噪聲水平，該噪聲水平應該足夠低以允許掃描達到所需的信噪比水平。後續階段的功能可以根據實現而變化。這些功能包括採樣和接收波束成形。應當註意，後續階段是超聲圖像重建處理器，並且接收電路可以向處理器提供表示所接收的超聲回波的採樣數據。

【0222】模擬濾波器1035可以去除不需要的頻率分量（例如，模擬濾波器1035可以是帶通濾波器，以除去通帶之外的多余的頻率分量）。在其他一些情況下，模擬濾波器1035可以耦合在時間增益補償電路1040和模數轉換器1045之間，和/或可以在時間增益補償電路1040和模數轉換器1045之間包括附加濾波器。時間增益補償電路1040可以補償較長距離的超聲波信號的衰減。例如，來自手指內的更遠結構的反射將比來自手指的表面結構的反射衰減更多。時間增益補償電路1040可以通過增加

來自較遠結構的反射的增益相對於來自近結構的反射的增益來補償，行進的時間更短。

【0223】 在時間增益補償之後，可以通過模數轉換器（ADC）1045將得到的信號數字化，以用於隨後的信號數字處理。在一個實施例中，模數轉換可以在處理的不同階段發生。例如，在具有模擬域中的波束成形的實施例中，可以推遲至模數轉換直到接收波束成形之後。

【0224】 接收波束成形電路1050可以組合來自多個接收電極的接收信號，這些接收電極分別被低噪聲放大器103、模擬濾波器1035和時間增益補償電路1040放大、濾波和補償。接收波束形成電路1050可以是模擬波束形成器或數字波束形成器，可以使用延遲來施加延遲以組合由有源接收電極接收的反射，使用延遲進行聚焦。

【0225】 接收控制電路1060可以關閉ADC1045或使其處於待機模式，使得接收側電路不活動，以便在等待連續測量之間的反射消退時使ADC 1045空閒。從功耗的觀點來看，這可以使聲學生物識別觸摸掃描儀1000更有效。

【0226】 接收控制電路1060還可以控制接收波束成形電路1050的定時和操作。例如，接收控制電路1020可以在需要接收不同電極的脈衝反射時提供信道間相位延遲。在模擬域中，可以通過使用模擬延遲線和模擬求和電路來實現波束成形。模擬延遲線可以在通道之間提供所需的相對相位延遲，並且模擬求和電路將對所有模擬信號求

和以產生波束形成的信號。然後可以對該單個波束成形信號進行採樣、數字化，並將其發送到處理單元以重建超聲圖像。

【0227】 在一些情況下，可以在模擬域中檢測單個波束形成的信號，以降低採樣率要求。檢測到包絡，然後可以對單個波束成形信號進行採樣、數字化並發送到處理器1065以重建超聲圖像。

【0228】 可選地或另外地，可以在數字域中實現波束成形，其中在延遲和求和之前對接收信道的各個信號進行採樣和數字化。使用數字延遲電路可以相對延遲數字數據，並使用數字求和電路求和。另一種方法是僅在玻璃-手指界面處獲取和存儲樣本，而不是沿軸向收集時間樣本。這可以降低硬件的複雜性，並且可以使用與模擬波束成形實現類似的電路來完成，但不是使用採樣電路以全速採樣所有信號，而是可以使用峰值檢測和單採樣採樣電路僅在接口處檢測信號電平，然後使用來自不同有效孔徑位置的數字數據來生成全掃描的圖像。

【0229】 包絡檢測電路1055可以檢測波束形成信號的包絡以降低所需的採樣率，然後對波束形成的信號進行採樣。

【0230】 如何實現包絡檢測有多種選擇，包括使用運算放大器進行峰值檢測。一個選項如圖13所示，其示出了使用運算放大器來檢測超聲信號中的峰值的峰值檢測電路1300。與其他一些選項相比，該模擬硬件峰值檢測器

可以降低硬件複雜性和成本。峰值檢測器是包絡檢測器的相對便宜的版本，因此得到的信號類似於基帶信號，其可以以降低的採樣頻率進行採樣。

【0231】 第二種選擇如圖14所示，其中使用IQ解調器將RF信號向下混頻到基帶，在基帶中可以用較低的採樣頻率對RF信號進行採樣。圖14示出了用於信號的同相和正交解調的頻域圖和信號混合。圖1410示出了以150MHz為中心的頻域中的信號，帶寬為20MHz，以320MHz採樣。方框圖1420示出了混合器以向下混合圖1410的信號。圖1430示出了頻域中的下混合信號，其中基帶信號以0Hz為中心並且圖像處於較高（負）頻率。在圖1440中，1430的下混信號被低通濾波，留下基帶信號。圖1450示出了現在可以以降低的頻率對基帶信號進行採樣。

【0232】 第三種選擇如圖15所示，其示出了用於直接同相和正交（IQ）子採樣的功能框圖1500。如果接收信號是窄帶，則該方法可能是有用的。IQ子採樣電路結了解調器的功能，然後是採樣電路。信號越窄，採樣率越低，同時保持圖像質量。正交信號對於單個頻率僅在90°相移，因此對於窄帶信號而言比對於寬帶信號更好。

【0233】 降低數據速率但仍保持信號信息的第四種選擇是帶限信號的欠採樣。當對連續時間信號進行採樣時，其頻率內容由離散時間傅裡葉變換確定，其具有採樣頻率 f_s 的倍數的原始信號的圖像。圖16示出了原始高頻信號

及其欠採樣時的頻譜別名，以及欠採樣後的信號的基帶別名。

【0234】 第五種選擇是以兩倍於信號中最高頻率內容的頻率對射頻信號進行採樣。此選項涉及相對較高的採樣率。

【0235】 返回參考圖10，聲學生物識別觸摸掃描儀1000包括處理器1065和存儲器1070。處理器1065根據被反射的超聲信號重建圖像，如上所述所述反射的超聲信號被放大、濾波、補償、數字化、波束成形、採樣和包絡檢測。由處理器1065重建的圖像可以是三維圖像，或者是二維的。可以在不同時間或以時間序列重建圖像，以實現手指在二維或三維中的變化檢測或視頻處理。

【0236】 處理器1065可以將圖像處理技術應用於重建的圖像，以例如減少散斑、突出血管、測量脈搏率、估計溫度。存儲器1070存儲重建圖像、處理結果、發送和接收控制指令，波束成形參數和軟件指令。存儲器1070還可以存儲生物識別式觸摸掃描儀1000用來確定掃描圖像是否匹配的圖像，例如指紋圖像。

【0237】 因此，處理器1065可以基於從接收表面125上的手指反射的超聲換能器陣列400的超聲信號的反射來產生指紋的至少一部分的圖像。反射可以由超聲換能器陣列400接收並由接收電路處理。處理器1065還可以基於來自超聲換能器陣列400的超聲信號的反射而生成附加信息。這樣的附加信息可以包括一個或多個活性參數，

例如與手指相關的溫度和 / 或手指與裝置接觸的力。基於一個或多個活性參數，處理器 1065 可以提供檢測到的圖像是否與活手指相關聯的指示。活性參數連同指紋圖像可用於任何合適的識別和 / 或認證應用。處理器 1065 可以使該指示以任何合適的視覺、聽覺或其他方式輸出。

【0238】圖 17 示出，當手指向掃描儀推動的力增加時，指紋脊變寬，與掃描儀接觸的總手指表面增加。在較低的力 1700 處，脊和與接收表面接觸的谷的寬度分別為 R_1 和 V_1 。在較高的力下，與接收表面接觸的脊和谷的寬度分別為 R_2 和 V_2 。脊的寬度可以依賴於手指向掃描儀推動的力。在較高的力下，脊寬（ $R_2 > R_1$ ）和谷窄（ $V_2 < V_1$ ）。例如，在較低的力下的谷的寬度和與掃描儀接觸的總表面增加。在圖 17 的例子中，隨著力的增加，與接收表面接觸的脊的表面積增加。該總面積，或接觸密度，可以測量，並由此通過假定組織剛度估計所施加的力。組織越硬，它在壓力下變形就越小。

【0239】組織剛度本身也可以通過測量來自手指的施加力並將其與基於假定的組織硬度的估計力進行比較來估計。估計的組織硬度 α 是使得以下等式成立的值：

$$F_{m e a s} = F_{e s t}(\alpha)$$

【0240】其中 $F_{m e a s}$ 是測量的力， $F_{e s t}$ 是估計的力。

【0241】本文討論的任何生物識別傳感裝置都可以實施力檢測。具有力檢測的生物識別傳感裝置可包括處理器和換能器，其配置成通過接收表面將聲信號發送到手指。

處理器可以基於來自手指的聲信號的反射生成手指的指紋的至少一部分的圖像，基於反射檢測與接收表面接觸的手指脊的表面區域，以及估計手指基於檢測到的表面區域接觸接收表面的力。處理器可以基於估計的力生成手指是否是活人的一部分的指示。指紋的至少一部分的圖像可以具有每英寸500像素或更大的分辨率。

【0242】 雖然介質的聲速會隨溫度而變化。在某些材料中，聲速會隨著溫度的增加而增加。對於各種材料（例如，諸如玻璃，藍寶石，金屬等的固體），我們期望聲速隨溫度降低。因此，基於溫度的材料中聲速的依賴性可用於根據傳播通過材料的聲速的測量來評估溫度。

【0243】 圖18示出了聲波通過介質的速度可以隨著溫度的升高而降低。聲音傳播通過材料的速度通常取決於材料溫度。固體中的聲速通常隨著溫度的升高而降低。在生物識別傳感裝置的正常工作溫度範圍內，溫度與聲速之間存在近似的線性關係： $c(T) \propto T \times \phi$ ，

【0244】 其中 $c(T)$ 是通過材料的溫度相關聲速， T 是溫度， ϕ 是基於材料的聲速斜率。 ϕ 的符號可以是負的或正的，但在本文討論的介質的各種材料（例如，玻璃，藍寶石和金屬）中是負的。

【0245】 超聲換能器與聲學反射對象之間的距離，如智能手機上的相對的玻璃-空氣界面，也可以隨著熱膨脹而隨溫度升高。然而，導致聲速下降的彈性常數變化通常比熱膨脹系數大大約一個數量級，並且應該主導增加脈衝延

遲的效果。聲音的速度可以通過超聲波信號從換能器傳播到聲學反射對象所需要的時間來估計。時間越短，聲音的速度越快，材料越暖。在圖 18 的例子中，波陣面之間的時間距對應於波長。在高溫 1800 和低溫 1810 下反射超聲束的波長分別為 λ_1 和 λ_2 ，其中 λ_2 大於 λ_1 。從聲音的速度，可以基於上述方程，分析和 / 或數值確定材料溫度。材料溫度可以是與手指相關聯的溫度，該溫度可用於指示手指是否是活的人類的一部分。

【0246】 本文討論的任何生物識別傳感裝置都可以實現溫度檢測。具有溫度檢測的生物識別傳感裝置可以包括處理器和換能器，其被配置為通過接收表面將聲信號發送到手指。處理器可以基於與聲學信號相關聯的聲速來檢測手指的溫度，並且基於來自手指的聲學信號的反射來生成手指的指紋的至少一部分的圖像。處理器可以基於檢測到的溫度生成手指是否是活人的一部分的指示。當手指未與接收表面接觸時，處理器可以基於與聲學信號相關聯的第二聲速來檢測環境溫度。處理器可以基於在手指與接收表面接觸時和接收表面未被手指接觸之間與聲學信號相關聯的聲速的差異來檢測手指的溫度。

【0247】 圖 19 示出了對於較高溫度，從激發到反射波前的飛行時間較短。特別地，圖 19 示出了從激發到記錄反射波前的飛行時間在 34℃ 時比在 20℃ 時更短，因為聲波的速度隨著溫度的增加而增加。由於手指處於體溫並且傳感器處於室溫，一旦觸摸，玻璃或其他中間層的溫度將

變熱並且通常會增加玻璃中的聲速。因此，這裡討論的生物測定裝置可以基於聲速確定手指的溫度。這可以確定它不是接觸玻璃的假手指。當手指未接觸玻璃時，環境溫度可由裝置確定。

【0248】圖19對在 34°C 的較高溫度下超聲波的行進時間與在 20°C 的較低溫度下的超聲波的行進時間進行比較。如圖所示，在較低溫度下聲速為 4020 m/s ，並且在更高的溫度下聲速為 4000 m/s 。時間間隔未按比例繪制，以強調行進時間的差異。

【0249】在時間 $t = 0$ 時，在圖形1910中，在較低溫度下，脈衝由換能器朝向空氣/玻璃界面傳輸。在時間 $t = 1$ 時，在圖形1920中，脈衝接近空氣/玻璃界面。在時間 $t = 2$ 時，在圖形1930中，脈衝的反射到達換能器。在圖形1940中，在時間 $t = 4$ 處沒有活動，因為反射脈衝先前到達換能器。因此，從激勵到記錄反射波前的飛行時間大約是兩個時間間隔，如圖形1950所示，在較高溫度下。

【0250】在時間 $t = 0$ ，在圖形1960中，在較高溫度下，脈衝由換能器朝向空氣/玻璃界面傳輸。在時間 $t = 1$ ，在圖形1970中，脈衝接近空氣/玻璃界面，但尚未靠近它。在時間 $t = 2$ ，在圖形1970中，脈衝的反射接近但尚未到達換能器。在時間 $t = 3$ ，在圖形1970中，反射已到達換能器。對於較高的溫度，從激發到記錄反射波前的飛行時間大約是三個時間間隔，如圖表1950所示。

因此，在較低溫度下飛行時間較短。隨著飛行時間隨溫度變化，飛行時間可用於估計相對溫度，一旦校準，可用於估算絕對溫度。

【0251】圖20是根據所公開技術的實施例的生成生物識別信息的方法2000的流程圖。在框2010中，方法2000發送具有50MHz至500MHz範圍內的頻率的超聲信號。在框2020中，方法2000基於超聲系統的反射生成生物識別信息。

【0252】圖21是生成生物識別圖像的方法2100的流程圖。在框2110中，方法2000使用一個或多個超聲換能器發射頻率在50MHz至500MHz範圍內的超聲信號。在框2120中，方法2100接收超聲信號的反射。在框2130中，方法2000基於反射生成生物識別圖像。

【0253】圖22是根據本公開技術的實施例的制造聲學生物識別觸摸掃描儀的方法2200的流程圖。在框2210中，方法2200在第一方向和底平面上在玻璃基板的頂部上圖案化底部金屬電極。在框2220中，方法2200在除了底部金屬電極的頂側的左邊緣部分和右邊緣部分之外的所有部分上沈積壓電薄膜。在框2230中，方法2200在第一方向和與第一方向正交的第二方向上沈積的壓電薄膜中蝕刻溝槽或凹槽。在框2240中，方法2200在第二方向上沈積頂部金屬電極，其與蝕刻的壓電薄膜的頂部一致，頂部金屬電極與膜的左邊緣部分和右邊緣部分一致並且接觸底部金屬電極。

【0254】圖23是根據所公開技術的實施例的檢測手指溫度的方法2300的流程圖。在框2310中，方法2300使用一個或多個超聲換能器，通過介質向手指發送頻率在50MHz至500MHz範圍內的超聲信號。在框2320中，方法2300接收超聲信號的反射。在框2330中，方法2300響應於發送和反射信號的行進時間來檢測手指的溫度。

【0255】圖24是根據所公開技術的實施例的估計手指接收表面的力的方法2400的流程圖。在框2410中，方法2400將聲學信號發送到手指。在框2420中，方法2400基於來自手指的聲學信號的反射來生成手指的指紋的至少一部分的圖像。在框2430中，方法2400基於反射檢測手指與表面接觸的區域。在框2440中，方法2400基於檢測到的與表面接觸的手指區域來估計手指接收表面的力。

【0256】圖25是根據所公開技術的實施例的估計力測量的時間序列的時段的方法2500的流程圖，該時段對應於脈衝率估計。在框2510中，方法2500將多個聲信號通過接收表面發送到手指。在框2520中，方法2500以第一採樣率生成圖像的時間序列，基於來自手指的聲學信號的反射，手指的指紋的至少一部分的每個圖像。在框2520中，方法2500基於圖像的時間序列的每個圖像的反射來檢測與接收表面接觸的手指的脊的表面區域。在框2530中，方法2500基於圖像時間序列的每個圖像的檢測到的表面區域估計手指接觸接收表面的力的時間序列。在框

2540 中，方法 2500 估計力的時間序列的時段，該時段對應於脈搏率估計。

【0257】圖 26-34 示出了用於超聲指紋掃描的包絡檢測方法的模擬的電路和結果。模擬假設元件寬度為 $20\ \mu\text{m}$ ，線間距（切口）為 $20\ \mu\text{m}$ ，元件高度為 10mm ，超聲波帶寬為 43 : 8 %。激勵是 150 MHz 時的 5 周期正弦曲線。使用 14 個有效元件，有效 $f\# = 0 : 893$ ，其中 $f\#$ 是 f 數或數值孔徑，並且定義為焦距除以有效孔徑的直徑。

【0258】圖 26 示出了單向插入損耗的模擬。

【0259】圖 27 示出了用於將 RF 信號 IQ 解調為 I 和 Q 信道的電路。

【0260】圖 28 示出了模擬的解調同相和正交信號的示例。

【0261】圖 29 示出了用於圖 27 的過程的 IQ 解調的低通濾波器的響應。

【0262】圖 30 示出了由圖 27 的電路解調的信號的 IQ 解調包絡。

【0263】圖 31 示出了從圖 30 的 IQ 解調包絡獲取的 100 MHz 樣本。

【0264】圖 32 示出了用於 IQ 解調信號的 IQ 採樣的電路。

【0265】圖 33 示出了 IQ 解調信號的採樣同相和正交信號。

【0266】圖34示出了用於200MHz、150MHz、100MHz和50MHz的IQ採樣率的IQ解調信號的包絡的曲線圖。

生物識別掃描儀與光學系統集成

【0267】本公開的各方面涉及具有集成的光學系統的生物識別掃描儀。生物識別掃描儀可以至少部分透明，使得光學系統可以通過生物識別掃描儀將光發射到對象，例如手指。生物識別掃描儀和光學系統可以一起用於認證。生物識別掃描儀可以是指紋掃描儀。光學系統可以檢測與指紋掃描儀掃描的指紋相關聯的活性參數。處理器可以基於由指紋掃描儀生成的手指的圖像和由光學系統生成的活性參數來驗證手指。

【0268】集成的光學系統可以有利地測量由指紋掃描儀（例如超聲指紋傳感器）不那麼容易和/或可靠地測量的屬性。例如，光學系統可以測量氧氣水平（例如， SbO_2 ）和/或呼吸。此外，在由光學系統傳輸的光的某些頻率下，可以比各種超聲系統更深地進行手指測量和/或顯示手指的不同屬性。

【0269】指紋掃描儀，例如超聲指紋掃描儀，可以是光學透明的，以使用光學系統實現多模態感測。例如，光學系統，例如光體積描記裝置，可以通過光學透明指紋掃描儀發送和接收光。作為示例，根據本文討論的任何原理和優點的超聲掃描儀可以包括透明壓電薄膜，例如氧化鋅薄膜、氮化鋁薄膜、聚二氟乙烯薄膜等。在一些情況下，這

種超聲傳感器可包括透明的金屬電極，例如氧化銦錫電極等。在某些實施例中，生物識別傳感裝置包括具有柔性壓電薄膜的超聲指紋傳感器和布置成傳輸和/或接收通過超聲指紋傳感器傳播的光的光學系統。

【0270】 生物識別掃描系統包括至少部分透明的指紋掃描儀，該指紋掃描儀與配置成通過指紋掃描儀發送和接收光的光學系統集成，可以通過檢測指紋和與手指相關聯的另一生物特性來增強認證強度來驗證手指。這種系統可以實現多模態傳感器（或致動器）。作為示例，光學系統可以生成活性參數，例如心率或血氧水平，以幫助認證的穩定性。使用指紋掃描儀和集成光學系統的多級認證提供了強大的方法，可以在沒有現場手指的情況下進行認證。此外，根據這裡討論的原理和優點的指紋掃描儀和光學設備的集成可以用相對緊湊的裝置提供魯棒認證。

【0271】 包括與光學系統至少部分透明的指紋掃描儀的生物識別掃描系統可以在使用生物識別認證的任何裝置和/或系統中實現，例如指紋認證系統、掌紋認證系統等。

【0272】 雖然下面討論的示例實施例可以包括與光學系統集成的超聲指紋掃描儀，但是至少部分透明的其他合適的指紋掃描儀可以根據本文討論的原理和優點與光學系統集成。例如，光學系統可以與各種指紋掃描儀集成，例如電容式指紋掃描儀。此外，指紋掃描儀對於可用於檢測活性參數的任何合適的能量形態都是透明的。

【0273】圖35-45示出了生物識別傳感裝置的示例實施例，其具有在具有透明電極430'和440'的超聲換能器陣列400下方的光學系統550。超聲換能器陣列400位於玻璃410下方，並且用作手指或其他待檢查對象的接收表面。在某些情況下，例如在移動電話中，玻璃410可以是工程玻璃。工程玻璃可能會損壞並且耐刮擦。工程玻璃的一個例子是CORNING®GORILLA®玻璃。雖然參考這些示例實施例描述了玻璃410，但是任何其他合適的透明材料，例如透明塑料，可以替代地或另外地用於某些應用中。電極430'和440'可以用於尋址超聲換能器陣列的換能器的金屬電極。可替代地，可以實現用於超聲換能器陣列400的超聲換能器的其他合適的金屬電極。

【0274】本文公開的光學系統550和任何其他光學系統可包括任何合適數量和/或類型的光源和/或任何合適的光檢測器。例如，光學系統550可包括反射式血氧計，其包括紅色LED和紅外LED以及感光器。作為另一示例，光學系統550可包括三個或更多個LED。可選地或另外地，光學系統550可包括一個或多個多光譜傳感器，例如掩埋四結光電探測器。在某些實施例中，光學系統550可包括一個或多個激光光源。根據一些實施例，光學系統550可包括LED和激光光源。

【0275】圖35示出了具有透明頂部和底部金屬電極的超聲換能器陣列400。超聲換能器陣列400可以根據以上關於圖2-10描述的任何合適的原理和優點來實現。超聲

換能器陣列 400 可以對光透明。例如，超聲換能器陣列 400 可包括透明的壓電薄膜，例如氧化鋅、氮化鋁或聚二氟乙烯。在圖 35-45 的實施例中，頂部電極 440 和底部電極 430' 至少部分透明。透明度使得光能夠穿過底部金屬電極 430'、換能器材料 420 和頂部金屬電極 440' 的超聲換能器陣列 400 組件。底部金屬電極 430' 和頂部金屬電極 440' 可以由任何合適的透明金屬實現。例如，這些金屬電極可以由氧化銻錫實現。

【0276】 圖 36 示出了圖 35 的透明超聲換能器陣列在光學系統 550 上方和玻璃 410 下方的分解視圖。玻璃 410 對光也是透明的。因此，從光學系統 550 發射的光通過超聲換能器陣列 400 和玻璃 410 傳輸，其具有頂部接收表面，在該頂部接收表面上可以放置待檢測或掃描的對象。從被檢測或掃描的對象反射的光然後可以通過玻璃 410 和超聲換能器陣列 400 和光學系統 550。

【0277】 光學系統 550 包括光源 560，光學傳感器 570 和支持電子裝置 580。光學系統 550 可以在某些應用中包括在照相機和 / 或攝像機中。在這樣的應用中，超聲換能器陣列 400 可以設置在被配置為接收手指的表面和相機和 / 或攝像機之間。光源 560 以一個或多個波長或頻帶發射光。在一些情況下，光源 560 布置成發射可見光。光源 560 可以在某些應用中傳輸紅外光。在一些應用中，光源 560 可以發射激光。支持電子裝置 580 可以控制由光源 560 發射的光的波長，持續時間和定時。來自光源 560 的

發射光通過透明超聲換能器陣列400傳輸。光學傳感器570接收由光源560發射的光。傳感器接收的光可以對應於光源560發射的光的反射。

【0278】 用於光學系統550的支持電子裝置580利用光源驅動器、光源控制單元和控制電路支持光源560的發射。支持電子器件580用光學傳感器570支持跨阻放大器、第二級放大器、抗混疊濾波器、模數轉換器和控制電路。這些支持電子裝置580組件在圖67中示出，並且在下面圖67的描述中描述。

【0279】 在圖36中描述了玻璃410、超聲換能器陣列400和光學系統550，它們在空間上分離，使得各個部件可見。這些組件在生物識別傳感裝置中彼此集成。

【0280】 圖37示出了圖36的光學系統550、超聲換能器陣列400和玻璃410的集成。與圖36不同，組件彼此非常接近地示出。這些組件被示為鄰接的並且在空間上不相互分離。

【0281】 圖38示出了圖37的集成光學和超聲系統在第一波長 λ_1 的光從光學系統550的光源560通過透明換能器陣列400和玻璃410到傳輸到玻璃410的接收表面上的手指期間的截面圖。手指具有脊和谷以及諸如靜脈107的內部結構。第一波長 λ_1 的透射光可以到達玻璃的接收表面，進入手指，並且被傳輸到手指的相對靠近手指表面的內部結構，例如靜脈107。光可以從例如手指的內部結構（例如靜脈107）和手指脊的表面反射。

【0282】 圖39示出了圖37的集成光學和超聲系統在接收手指的第一波長 λ_1 的反射光，通過玻璃410和透明換能器陣列400返回到光學系統550中的光學傳感器期間的橫截面圖。基於接收光的波長或自光源發射光以來的持續時間或其任何合適的組合，感測的反射光可與最近發射的光相關聯。可以基於組織中反射或吸收的光的量來評估所接收的光。

【0283】 圖40示出了圖37的集成光學和超聲系統在從光學系統550的光源通過透明換能器陣列400和玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第二波長 λ_2 的光傳輸期間的截面圖。第二波長 λ_2 的透射光可以到達玻璃的接收表面，進入手指，並且傳遞到手指的內部結構，例如相對靠近手指表面的靜脈107。光可以從例如手指的內部結構（例如靜脈107）和手指脊的表面反射。

【0284】 圖41示出了圖37的集成光學和超聲系統在接收手指的第二波長 λ_2 的反射光，通過玻璃410和透明換能器陣列400返回到光學系統550中的光學傳感器期間的橫截面圖。所感測的反射光可以基於所接收的光的波長、自光源發射光以來的持續時間、所發射然後接收的反射光所經過的路徑的距離、或其任何合適的組合與最近發射的光相關聯。

【0285】 圖42分別示出了在第一和第二波長處的光發射和接收，如圖38-41所示。可以使用不同波長的接收光的比較來例如對接收表面上的手指進行反射脈搏血氧測

定讀數。這種比較可以由與光學系統 550 通信的任何合適的處理器執行。亮紅色氧合血液在紅外波長處比在紅色波長處吸收更多的光。相比之下，較暗的脫氧血液在紅色波長下比紅外波長吸收更多的光。反射式血氧計可以通過測量紅色（例如，660 nm）和紅外（例如，940 nm）波長的吸收，並將紅光測量值與紅外光測量值的比率轉換為外周氧飽和度（SpO₂）的估計值來量化這種吸收差異。反射式血氧計可以執行脈搏血氧計的功能。在一些情況下，脈衝血氧計可以與集成的指紋傳感器相關聯地實施，例如集成的超聲指紋傳感器。圖 42 的實施例捕獲兩個不同波長的測量值，例如脈搏血氧飽和度讀數。該實施例的其他應用可以以多於兩個頻率（或頻率範圍）發送和接收光，以表徵這些頻率處的吸收光譜的差異。

【0286】 圖 43 是圖 37 的示例性實施例的透視圖，其中光學系統 550 位於具有透明金屬電極的超聲換能器陣列 400 下方，在發射階段，在接收表面上沒有手指。光從光學系統 550 的光源通過透明換能器陣列 400 和玻璃 410 發出。在玻璃 410 的接收表面上沒有示出手指。

【0287】 圖 44 是圖 37 的示例性實施例的透視圖，其中光學系統 550 在具有透明金屬電極的超聲換能器陣列 400 下方，在發射階段，手指在接收表面上。光從光學系統 550 的光源通過透明換能器陣列 400 和玻璃 410 發射到玻璃 410 的接收表面上的手指。透射的光可以到達玻璃 140 的接收表面，進入手指，並且被傳遞到手指的內部結

構，例如相對靠近手指表面的靜脈。光可以從例如手指的內部結構（例如靜脈）和手指脊的表面反射。

【0288】圖45是圖37的示例性實施例的透視圖，其中光學系統550在具有透明金屬電極的超聲換能器陣列400下方，在接收階段，手指在接收表面上。光可以從手指反射回來，通過玻璃410和透明換能器陣列400返回到光學系統550中的光學傳感器。感測的反射光可以基於接收光的波長、自光源傳輸光以來的持續時間、傳輸然後接收的反射光所經過的路徑的距離，或其任何合適的組合與最近透射的光相關聯。

【0289】圖46-55示出了具有在不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方的光學系統的示例實施例。超聲換能器陣列在玻璃以及用於手指或其他待檢查對象的接收表面下方。即使底部金屬電極430和頂部金屬電極440是不透明的，透明性也使光能夠穿過換能器材料420。

【0290】圖46示出了分別具有不透明的頂部和底部金屬電極440和430的超聲換能器陣列。超聲換能器陣列400可以根據以上關於圖2-10描述的任何合適的原理和優點來實現。在圖35-45的實施例中，頂部金屬電極440和底部金屬電極430是不透明的。透明度使得光能夠穿過換能器材料420，但是光不會穿過不透明的底部金屬電極430或頂部金屬電極440。

【0291】圖47示出了圖46的超聲換能器陣列400在光學系統550上方和玻璃410下方的分解圖，具有玻璃

410、超聲換能器陣列400和光學系統550。如圖48-55所示，玻璃410、超聲換能器陣列400和光學系統550可以彼此靠近。這些組分可以相鄰並且不在空間上彼此分開。玻璃410對光也是透明的，使得從光學系統550傳輸的光透過超聲換能器陣列400和玻璃410。玻璃410具有頂部接收表面，在該頂部接收表面上可以放置待檢測或掃描的對象。然後，從待檢測或掃描的對象反射的光可以穿過玻璃410和超聲換能器陣列400，但是光不會穿過不透明的底部金屬電極430或頂部金屬電極440到達光學系統550。

【0292】 光學系統550包括光源560、光學傳感器570和支持電子裝置580。光源560可以以一個或多個波長或頻帶傳輸光。支持電子裝置580可以使光源560調整透射光的波長、持續時間或定時中的一個或多個。從光源560傳輸的光透過換能器陣列400的透明部分，在不透明底部金屬電極430和頂部金屬電極440之間的矩形（或正方形）部分中。光學傳感器570布置成接收之前曾被傳播過的光。由光學傳感器570接收的光可以對應於由光源560透射的光的反射。

【0293】 用於光學系統550的支撐電子裝置580利用光源驅動器、光源控制單元和控制電路支持光源560的傳輸。支持電子裝置580可以通過跨阻抗放大器、第二級放大器、抗混疊濾波器、模數轉換器和控制電路來支撐光學

傳感器 570。這些支持電子裝置 580 組件在圖 67 中示出，並且在下面的圖 67 的描述中描述。

【0294】 玻璃 410、超聲換能器陣列 400 和光學系統 550 在圖 47 中描繪為空間分離的，使得各個組件是可見的。

【0295】 圖 48 示出了圖 47 的集成的光學和超聲系統在第一波長 λ_1 的光從光學系統 550 的光源 560 通過換能器陣列 400 的透明部分、不透明的底部金屬電極 430 和頂部金屬電極 440 之間的部分、以及玻璃 410，傳輸到玻璃 410 的接收表面上的手指期間的截面圖。第一波長 λ_1 的發射光可以到達玻璃的接收表面，進入手指，並且被傳遞到手指的內部結構，例如靜脈 107，其相對靠近手指的表面。光可以從例如手指的內部結構和手指脊的表面反射。

【0296】 圖 49 示出了圖 48 的集成的光學和超聲系統在接收穿過玻璃 410 並通過換能器陣列 400 的透明部分傳回光學系統中的光學傳感器 570 的接收手指的第一波長 λ_1 的反射光時的截面圖。感測到的反射光可以基於接收光的波長、光源發射光的持續時間、發射然後接收的反射光所採取的路徑的距離或其任何合適的組合與最近發射的光相關聯。

【0297】 圖 50 示出了圖 47 的集成的光學和超聲系統在第二波長 λ_2 從光學系統 550 的光源通過透明的換能器陣列 400 的部分、不透明的底部金屬電極 430 和頂部金屬電極 440 之間的部分、以及玻璃 410 以傳輸到玻璃 410 的接

收表面上的手指 105 的過程中的截面圖。第二波長 λ_2 的透射光可以到達玻璃的接收表面，進入手指，並且被傳遞到手指的內部結構，例如相對靠近手指表面的靜脈 107。光可以從例如手指的內部結構和手指脊的表面反射。

【0298】圖 51 示出了圖 48 的集成的光學和超聲系統在接收通過玻璃 410 和換能器陣列 400 的透明部分傳回光學系統 550 的光學傳感器的第二波長 λ_2 的反射光期間的截面圖。所感測的反射光可以基於接收光的波長、光被光源傳輸的持續時間和 / 或傳輸然後接收的反射光所採用的路徑的距離或其任何合適的組合與最近發射的光相關聯。

【0299】圖 52 示出了第一和第二波長的光發射和接收，如圖 48 - 51 所示。在不同波長的接收光中的比較可以用于例如在接收表面上的手指的反射脈搏血氧測定讀數，如上面參考圖 42 所述。

【0300】圖 53 是圖 47 的示例性實施例的透視圖，其中光學系統 550 位於具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列 400 下方，在發射階段，接收表面上沒有手指。光從光學系統 550 的光源通過透明的換能器陣列 400 的部分和玻璃 410 發出。圖 53 中的玻璃 410 的接收表面上沒有手指。

【0301】圖 54 是圖 47 的示例性實施例的透視圖，其中光學系統 550 在具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列 400 下方，在發射階段，手指在接收表面上。光從光學系統 550 的光源通過換能器陣列 400 的透明部分和玻璃

410發射到玻璃410的接收表面上的手指105。透射光可以到達玻璃的接收表面410，進入手指，並被傳送到手指的內部結構，例如靜脈107，其相對靠近手指的表面。光可以從例如手指的內部結構和從手指脊的表面反射到具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列下方的光學系統。

【0302】 圖55是圖47的示例性實施例的透視圖，其中光學系統550在具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列400下方，在接收階段，在接收經玻璃410和換能器陣列400的透明部分傳回到光學系統550的光學傳感器的手指反射光的期間，在接收表面上具有手指。感測的反射光可以基於例如接收光的波長、由光源發出光的持續時間、以及傳輸然後接收的反射光所採用的路徑的距離與最近發射的光相關聯。

【0303】 圖56-65示出了具有嵌入具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列內的光學系統的示例實施例。具有嵌入式光學系統以及用作手指或其他待檢查對象的接收表面的超聲換能器陣列400位於玻璃下方。如圖所示，底部金屬電極430和頂部金屬電極440是不透明的。在一些其他實施例中，底部金屬電極430和/或頂部金屬電極440是透明的或至少部分透明的。嵌入式光學系統550包括嵌入式光源560和光學傳感器570。支持電子器件580（未示出）可嵌入超聲換能器陣列內、超聲換能器陣列400側、和/或超聲換能器陣列400下方。

【0304】圖56示出了具有不透明頂部金屬電極430的超聲換能器陣列400和具有嵌入式光源560和光學傳感器570的底部金屬電極440。超聲換能器陣列400可以根據上面關於圖2-10描述的任何合適的原理和優點來實現。光源560和傳感器570嵌入在超聲換能器陣列內，例如，在不透明底部金屬電極430和頂部金屬電極440之間的矩形(或方形)部分內。來自光源560和光到傳感器570的光不再需要穿過整個超聲換能器陣列400，因為包括光源560和傳感器570的光學系統550被嵌入超聲換能器陣列400內。在光源560和/或光學傳感器570位於換能器材料420的頂部表面和頂部金屬電極440之間的實施例中，光不需要穿過換能器材料420、底部金屬電極430或頂部金屬電極440。

【0305】圖57示出了具有嵌入光源560和光學傳感器570的超聲換能器陣列400和圖56的玻璃410的分解視圖。如圖58-66所示，玻璃410和嵌入有光源560和傳感器570的超聲換能器陣列400彼此集成。

【0306】圖58示出了在從光源560通過玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第一波長 λ_1 的光傳輸期間圖57的集成的光學和超聲系統的截面圖。第一波長 λ_1 的透射光可以到達玻璃410的接收表面，進入手指，並且傳遞到手指的相對靠近手指的表面的內部結構，例如靜脈107。光可以從例如手指的內部結構和從手指脊的表面反射到光學傳感器570。

【0307】圖59示出了在接收手指的第一波長 λ_1 的反射光，通過玻璃410返回光學系統中的光學傳感器570期間圖57的集成的光學和超聲系統的橫截面圖。所感測的反射光可以基於例如所接收的光的波長，自光源發射光以來的持續時間，以及所發射然後接收的反射光所採用的路徑的距離與最近發射的光相關聯。

【0308】圖60示出了在從光源560通過玻璃410到玻璃410的接收表面上的手指的第二波長 λ_2 的光傳輸期間圖57的集成的光學和超聲系統的截面圖。

【0309】圖61示出了在接收手指的第二波長 λ_2 的反射光，通過玻璃410返回光學系統中的光學傳感器570期間圖57的集成的光學和超聲系統的橫截面圖。所感測的反射光可以基於例如所接收的光的波長、自光源發射光以來的持續時間、以及所發射然後接收的反射光所採用的路徑的距離與最近發射的光相關聯。

【0310】圖62示出了在第一和第二波長處的光傳輸和接收，如圖58-61所示。在不同波長的接收光中的比較可用於例如接收表面上的手指的反射脈搏血氧飽和度讀數，如上文關於圖42所述。

【0311】圖63是圖57的示例性實施例的透視圖，其中光學系統嵌入具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列400內，在發射階段，在接收表面上沒有手指。光從光學系統550的光源560通過玻璃410發出。在玻璃410的接收表面125上沒有手指。

【0312】圖64是圖57的示例性實施例的透視圖，其中光學系統嵌入具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列400內，在發射階段，手指在接收表面上。光從光學系統550的光源560通過玻璃410發出。

【0313】圖65是圖47的示例性實施例的透視圖，其中光學系統550嵌入具有不透明金屬電極的超聲換能器陣列400內，在接收階段，手指在接收表面上。

【0314】圖66示出了示例實施例的截面圖，其中光源560和光學傳感器570垂直於並鄰接超聲換能器陣列400。在圖66的實施例中，光源560可以在基本平行於該接收面的方向上發光。由光源560發射的光通過透明換能器材料420傳輸到超聲換能器陣列400中的凹槽460，通過玻璃410到達玻璃410的具有手指的接收表面125。凹槽460可以將光源560發出的光朝向接收表面轉動。透射光可以到達玻璃410的接收表面，進入手指105，並且傳輸到手指的內部結構，例如靜脈107，其相對靠近手指的表面。光可以從例如手指的內部結構和手指脊的表面反射。這樣的反射光可以穿過玻璃410到達上部金屬電極之間的凹槽460，並且到達垂直於超聲換能器陣列400並且鄰接超聲換能器陣列400的光學傳感器570。凹槽460可以將反射光轉向光學傳感器570。

【0315】除了垂直於和鄰接超聲換能器陣列400的光源560和光學傳感器570之外，光學系統550還包括支持電子裝置580（未示出），其位於具有光源560和光學傳

感器 570 的超聲換能器陣列 400 的側面和 / 或超聲換能器陣列 400 下方。

【0316】 圖 67 示出了示例聲學生物識別觸摸掃描儀，包括超聲系統和光學系統 550。超聲系統包括超聲換能器陣列 400、發射電子器件和接收電子器件。光學系統 550 包括光源 560、光學傳感器 570 和支持電子器件 580。

【0317】 所示的發射電子器件包括發射開關網絡 1005、電壓脈衝發生器 1010、發射波束成形電路 1015、發射控制電路 1020。所示的接收電子器件包括接收開關網絡 1025、低噪聲放大器 1030、模擬濾波器 1035、時間增益補償電路 1040、模數轉換器 1045、接收波束形成電路 1050、包絡檢測電路 1055、接收控制電路 1060、處理器 1065 和存儲器 107。接收電子器件和 / 或發送電子器件可以根據以上關於圖 10 描述的任何合適的原理和優點來實現。

【0318】 圖示的光學系統 550 包括光源 560、光學傳感器 570 和支持電子器件 580。圖示的支持電子器件 580 用光源驅動器 581、光源電流控制單元 582 和控制電路 583 支持光源 560。所示的支持電子器件 580 支持具有控制電路 583、跨阻抗放大器 584、第二級放大器 585、抗混疊濾波器 586 和模數轉換器 587 的光學傳感器 570。在一個實施例中，光學系統 550 對應於反射光脈搏血氧計，並具有相應的組件。

【0319】 控制電路583控制所示光學系統550中光源的定時、持續時間、波長（波長範圍）和功率的發射功率。控制電路583還可以控制感測入射光的定時，該入射光可以是先前透射光的反射。控制電路583被示為圖67中的單個框。然而，控制電路583可以控制發送和接收，或者可以與處理器1065、接收控制電路1060和或發送超聲系統的控制電路1020相結合。在一個實施例中，控制電路583與處理器1065、發射控制電路1020和接收控制電路1060協調，以協調和控制超聲換能器陣列400傳輸和光源560光發射的相對定時。例如，在一個實施例中，可以控制超聲和光源發射不重疊。在另一個實施例中，超聲和光源發射可以被控制為至少部分重疊。

【0320】 光源560可包括任何合適的光源。示例光源包括發光二極管、有機發光二極管、激光器等。例如，光源560可以包括一個或多個發光二極管，其被配置為在一定頻率範圍內發光，並且具有持續時間和功率水平以獲得生物識別測量。示例性生物識別測量包括脈搏血氧測量讀數、血流測量、脈搏讀數、溫度、葡萄糖檢測、血糖水平、脫水水平、血液酒精水平和血壓。例如，在光譜的可見光和紅外部分發出光的LED可用於獲得生物識別測量。光源560可以在某些應用中發射各種不同的波長，並且不限於這種應用中的特定波長。例如，中紅外激光脈衝可用於葡萄糖檢測。

【0321】光源560可以包括以線、行和列、六邊形鑲嵌或其他合適布置排列的多個光源。在光學系統550中可以包括單個光源560或多個光源。在一個實施例中，單個光源560可以在超聲換能器陣列400的下方，如圖37和圖47所示。在一個實施例中，單個光源可以嵌入在超聲換能器陣列400中，例如在頂部金屬電極430和底部金屬電極440之間的部分中，如圖56所示。在一個實施例中，例如，光源可以是超聲換能器陣列400的側面，如圖66所示。在一個實施例中，光纖或其他合適的光轉向特徵可以向內引導光。

【0322】光源電流控制單元582控制光源560發出的光的脈衝的開始時間，結束時間，波長和功率。光源驅動器581將脈衝發送到光源560。

【0323】發射的脈衝由光源560發射，其可以被反射回光學傳感器570。

【0324】光學傳感器570可包括任何合適的光學傳感元件。例如，光學傳感器570可以包括一個或多個光電二極管，其被配置為在一定頻率範圍內接收光，並且具有持續時間和功率水平以獲得生物識別測量，例如脈搏血氧測量讀數和/或血流測量。例如，在光譜的可見和紅外部分接收光的光電二極管可用於獲得生物識別測量。光學傳感器570可以在某些應用中感測各種不同的波長，並且不限於這種應用中的特定波長。在一個實施例中，光學傳感器570可以包括能夠感測多個頻帶的光的多光譜成像器。在

一個實施例中，光學傳感器 570 可以包括在攝像機中，該攝像機能夠測量源自血流的皮膚中的顏色的細微變化以檢測脈搏。

【0325】 光學傳感器 570 可以包括以線、行和列、六邊形鑲嵌或其他合適布置排列的多個光學傳感器。在光學系統 550 中可以包括單個光學傳感器 570 或多個光學傳感器。在一個實施例中，單個光學傳感器 570 可以在超聲換能器陣列 400 的下方，例如，如圖 37 和圖 47 所示。在一個實施例中，例如，如圖 56 所示單個光學傳感器 570 可以嵌入在超聲換能器陣列 400 中，例如在頂部金屬電極 430 和底部金屬電極 440 之間的部分中。在一個實施例中，例如，如圖 66 所示光學傳感器 570 可以在超聲換能器陣列 400 的側面。

【0326】 在某些實施例中，光學傳感器 570 包括將入射光子轉換成電流的一個或多個光電二極管。所得到的電流由跨阻抗放大器 584 轉換為電壓，並由第二級放大器 585 放大。抗混疊濾波器 586 通過濾波來自第二級放大器的放大電壓以減少混疊。抗混疊濾波器的輸出用模數轉換器 587 數字化。用於光學系統 550 的模數轉換器 587 可以在比超聲系統模數轉換器 1045 更低的頻率下操作。例如，光學系統系統 550 模數轉換器 1045 可以在例如 2 kHz 範圍內操作，具有大約 22 位數字化精度。可以針對特定應用實現其他合適的頻率範圍和 / 或精度。模數轉換器 587 可以數字化抗混疊濾波器 586 的模擬輸出，以便隨後對信

號進行數字處理。在一個實施例中，模數轉換可以發生在接收處理鏈的不同階段。

【0327】 圖68示出了示例生物識別觸摸掃描儀，包括超聲系統和光學系統。超聲系統包括超聲換能器陣列、發射電子器件和接收電子器件。光學系統包括光源、光學傳感器和支持電子裝置。圖68的組件可以如上面參考圖10和圖67所描述的那樣實現。圖67的生物識別掃描裝置包括用於超聲系統和光學系統的單獨組件。相反，圖68的生物識別掃描裝置包括用於超聲系統和光學系統的共享處理單元。圖68的處理器1065可以用作超聲系統的處理器和光學系統的控制電路。

【0328】 所公開的技術的一個方面是生物識別指紋傳感裝置。該裝置包括光學發射器，其被配置為發射具有在400 nm至1000 nm範圍內的頻率的光。該裝置還包括超聲換能器陣列，其配置為發射具有從50兆赫（MHz）到500 MHz的範圍內的頻率的超聲信號。超聲換能器包括壓電薄膜。該裝置還包括第一金屬電極。該裝置還包括與第一金屬電極正交的第二金屬電極。第一金屬電極和第二金屬電極能夠尋址陣列的超聲換能器。該裝置還包括被配置為接收手指的表面。該裝置還包括處理器，該處理器被配置為基於來自手指的可見光和/或超聲信號的反射來產生手指指紋的至少一部分的圖像。該裝置還包括致動器，該致動器被配置為改變與接收表面接觸的手指的溫度和/或壓力。

【0329】 在一個實施例中，光學發射器通過超聲換能器、第一金屬電極和第二金屬電極傳輸光。在一個實施例中，超聲換能器在一個實施例中至少部分透明，第一和第二金屬電極至少部分透明。

【0330】 在一個實施例中，超聲換能器陣列位於光學發射器和接收表面之間，並且超聲換能器、第一金屬電極和第二金屬電極對透射光至少部分透明。

【0331】 在一個實施例中，超聲換能器通過光發射器發射超聲信號。

【0332】 在一個實施例中，光學發射器包括在平面上的方形的光學發射器陣列，每個方形由第一金屬電極和第二金屬電極的凸起限定在平面上。

【0333】 在一個實施例中，光學發射器鄰接超聲換能器。

交互式生物識別掃描儀

【0334】 本公開的實施例涉及一種掃描儀，例如指紋掃描儀，其能夠作為致動器。致動器可以將能量輸送到對象，例如手指。這可以在掃描儀和用戶之間建立雙向通信。這種雙向通信可以涉及實時交互認證過程。對於本文公開的任何合適的交互式生物識別掃描儀，可以在毫秒的時間尺度上執行具有雙向通信的認證。例如，本文公開的具有超聲波感測和/或致動的任何合適的超聲波交互式生物識別掃描儀可以在毫秒時間尺度上執行雙向認證。本文

公開的一些其他雙向通信技術可以在幾秒內執行。雙向通信可以提供強大的魯棒認證。雙向通信可以稱為交互性。

【0335】 雙向通信可以實現多因素認證，其提供旨在打擊可能秘密地和/或非法復制或以其他方式獲得表示用戶的來自認證的指紋掃描和/或其他生物識別信息（例如，來自先前認證會話的脈搏和/或溫度）的數據的詐騙者的實時交互。在認證期間用於認證的手指或其他對象的交互是預先不可預測的（例如，隨機的）應該能夠防止詐騙者用先前數據進行認證。作為一個示例，在掃描指紋和脈搏的同時，可以在保持手指在掃描儀上的同時提示被認證的用戶站立。然後，掃描儀可以檢測與站立相關的脈搏變化，並且脈搏的變化可以用於驗證用戶。作為另一個例子，用戶可以感覺到觸覺能量並且可以提示用戶採取行動，例如從掃描儀移除手指或者改變手指施加到掃描儀的力。這種動作可以通過傳感器（例如超聲傳感器）通過各種方法檢測，例如通過檢測脊的加寬（例如，力檢測）和/或手指的毛細管。

【0336】 指紋掃描儀，例如超聲波指紋掃描儀，可以作為傳感器以及致動器。作為致動器，掃描儀可以以用戶可感覺到的形式例如超聲波輸送能量。這可以在掃描儀和用戶之間建立雙向通信。掃描儀可以檢測對傳遞的能量的響應以用於認證。作為示例，超聲能量可以通過焦點突發傳遞，該焦點突發可以被手指檢測為熱脈衝、推動、諸如手指刺痛感的神經調節等，或其任何合適的組合。可替代地

或另外地，可以使用其他能量模態來傳遞可以由手指感測的信號。因此，將掃描儀轉換成雙向通信裝置的想法可以應用於各種形式的掃描儀。在傳感器還用作致動器的一些情況下，傳感器可以檢測對傳遞的能量的響應。例如，超聲指紋傳感器還可以檢測各種活性參數（例如，組織硬度和 / 或溫度）如何響應於超聲指紋傳感器所傳遞的能量而改變。

【0337】 傳感器和致動器可以設在被配置為接收手指以進行認證的表面下方。傳感器和致動器可以定位在一層或多層玻璃和 / 或工程玻璃下方。當手指位於正在驗證手指的裝置的表面上時，可以執行交互式生物認證。

【0338】 某些致動器可以傳遞被認證的人可察覺的能量。作為一個示例，超聲指紋傳感器可以向手指提供觸覺能量，人可以感知該觸覺能夠促使來自人的響應（例如，站立）。一些其他致動器可以輸送被識別的人不易察覺的能量。例如，超聲指紋傳感器可以產生熱量到人不感知的程度，但是可以將其檢測為用於認證手指的響應。

【0339】 雙向通信可以由一個集成裝置實現，該集成裝置具有與正在掃描手指的超聲傳感器相同的位置的不同活性測量。

【0340】 可以使用不同的活性測量來實現雙向通信，並且可以在指紋和相同位置的同時執行交互。這可以確保不同的活性參數與同一用戶相關聯。

【0341】 可以使用不同的裝置來實現雙向通信以認證人。例如，被認證的人可以被一個裝置提示與不同的裝置交互。在兩個裝置是電話和平板電腦的實施例中，可以通過電話提示人將他的手指按壓在平板電腦上。

【0342】 通過雙向通信，可以提高掃描儀的安全性和/或安保性。通過交互式認證會話或過程，可以防止使用過去簽到的詐騙者進行虛假認證。在認證期間由掃描儀發送的信號可以導致用戶響應多因素認證的進一步動作。該信號可以在不容易預先預測的時間發送。致動器可以提示各種響應。有些反應可能是無意的。例如，手指可以響應於施加到致動器的能量而被加熱。某些反應可以涉及自願的用戶行動。例如，響應可以是事先約定的另一個手指掃描、輸入一組數字、或者任何其他可能的動作或在系統建立時較早同意的許多動作。其他類型的激勵可以在手指下創建盲文字符，該字符可以是一種代碼，該代碼引起用戶的編碼響應。這些認證提示可以在沒有事先約定的情況下隨機生成，並且可以由處理器、存儲器和相關軟件來識別和記錄。這樣的處理器、存儲器或相關軟件也可以體現此處公開的技術的一個或多個合適的特徵。檢測任何這些類型的響應可以創建相對於僅檢測指紋的更安全的認證方法。

【0343】 指紋通常不會改變。因此，如果指紋被欺騙，則不能像密碼那樣容易地改變。通過雙向通信，活動手指或現場用戶的各方面可以用作提供魯棒認證的優點。某些

致動可以產生無意識的生物反應，其可以被檢測並用於難以欺騙的多因素認證中。在一些情況下，對致動的響應可以吸引用戶的大腦，使得用戶執行可以在多因素認證中檢測和使用的特定動作。這種反應對欺騙特別具有挑戰性。

【0344】 此處討論的雙向通信的原理和優點可以在任何合適的裝置、系統或方法中實現，其中認證用於訪問安全數據或信息。示例應用包括電子裝置、槍支和汽車或家庭中的門鑰匙的安全認證。一些其他應用包括智能卡（例如，包括集成芯片的信用卡）。這裡討論的任何適當的原理和優點都可以在智能卡中實現。智能卡可以包括包括指紋掃描儀的芯片，例如超聲波指紋傳感器。在某些情況下，智能卡可以在卡的大部分或全部主表面上包括用於超聲生物識別傳感的壓電薄膜（例如，氧化鋅薄膜）。一些附加的應用包括汽車的方向盤，其檢查駕駛員的生物識別信息（如心率），以確定駕駛員是否表現出憤怒、焦慮、醉酒等，或其任何合適的組合。

【0345】 因此，由所公開的技術實現的「活性」測量允許交互性。這允許用於魯棒認證的實時交互，旨在消除獲得用戶的指紋掃描或視網膜掃描、脈搏、溫度、心電圖或其他標識符的數字表示的詐騙者獲得未授權訪問的嘗試。例如，這種安全系統可用於控制對網站數據庫的訪問，建立或使用武器。如果在身份驗證過程中需要隨機交互，則較早的身份驗證會話的副本將不足以獲得訪問權限。

【0346】 所公開的技術包括可以使用以下三種類型的認證因素中的一種更多的系統：知識因素、占有因素和內在因素。知識因素包括（或應該）僅為個人用戶所知的密碼和個人識別碼（PIN）。占有因素包括密鑰、密鑰卡、智能手機或YubiKey等物理加密密鑰。內在因素或生物特徵包括指紋、虹膜或面部掃描、步態、心跳或其他生物識別指標。僅依賴於這三種因素中的一種的系統可能比使用這些因素中的兩種或更多種的系統更脆弱。例如，密碼可能被盜、可以克隆密碼、以及數字化模擬生物識別。

【0347】 雙因素身份驗證可以涉及來自三種類型的身份驗證因素中的兩種的身份驗證。例如，雙因素認證系統可以涉及基於用戶輸入知識因素（例如密碼）和具有占有因素的認證，例如手機、Yubike y或Duo app。在此示例中，如果具有用戶密碼的攻擊者沒有用戶的手機或密鑰卡，則可以將其擊敗。同樣，使用用戶手機但沒有密碼的攻擊者將無法進行身份驗證。

【0348】 三因素認證可以涉及來自所有三個因素的認證：知識、擁有和內在。表面上的指紋已經使用了幾十年來識別犯罪嫌疑人。這樣的指紋可以從表面上舉出來，如《不可能的任務》和詹姆斯·邦德電影中所描述的，或者將數字復制到傻瓜認證系統。捕獲內部結構特徵和指紋表面的三維指紋不容易從表面或數字復制中提取出來。通過使用響應於刺激而改變的內在或生物特徵來引入額外的

安全級別，因為攻擊者不一定預先知道在驗證過程中將應用哪些刺激。

【0349】 引入指紋或虹膜掃描認證的一個問題是，例如，戰區中的攻擊者可能會移除身體部位以擊敗身份驗證系統。這種可怕的可能性強調了測試掃描的手指是否完整並附著到現場用戶的重要性，而不是截肢的手指、死者的手指、假手指或手指的數字表示。

【0350】 所公開的技術包括用致動器測量活性的方法，所述致動器通過輻射、壓力或熱量激活神經元，引起內在特徵或生物特徵的變化。所公開的技術還包括通過提示用戶採取動作來測量活性的方法。這種與用戶大腦的交互有助於確定手指是附著在用戶身上的活動手指，因為與用戶的大腦存在神經連接，以幫助驗證內在因素。

【0351】 例如，通過所公開技術的實施例掃描的用戶可以在指紋被認證時掃描她的脈搏，並且對於雙因素認證，可以要求用戶在握住掃描儀的同時站立。該裝置將測量心跳和/或另一個會改變站立結果的參數的變化。用戶可以感覺到觸覺能量，並且提示用戶採取動作，例如移開她的手指，向下按壓掃描儀，這將被註冊為手指施加到掃描儀的力，或者在屏幕上鍵入字母或單詞。觸覺能量可以由MEMS裝置致動並且由諸如ASIC的控制器控制。可以通過指紋傳感器檢測響應於觸覺能量的無意或自願的手指移動。

【0352】 在某些應用中，通過所公開技術的實施例掃描的用戶可以在被提示進行幾次深呼吸之後獲得她的血氧水平，進行幾次深呼吸應該會增加她的血氧水平。或者，可以提示她屏住呼吸，這應該降低她的血氧水平。可以基於提示之前和之後的血氧讀數的比較來確定血氧水平的變化。在一個實施例中，被掃描的用戶的呼吸模式可以與心率相關，例如瞬時心率。在一個實施例中，響應於提示分析被掃描用戶的呼吸模式的變化，並且與提示之前和之後的瞬時心率相關。

【0353】 「活」的和授權的用戶的先前會話的數字表示，包括她的指紋、視網膜掃描、脈搏或其他測量，可用於在某些情況下在可預測的認證會話中獲得訪問。通過隨機或以其他方式不可預測地變化，例如，觸覺能量模式和從會話到會話的定時，先前會話的數字表示不足以獲得未經授權的訪問。

【0354】 一些用戶不願意使用他們的指紋來解鎖便攜式計算裝置，例如智能電話，因為與密碼不同的是，指紋不容易改變。被盜密碼很容易被替換，但是一旦有人竊取了指紋的數字相似性，指紋就不容易改變。所公開的技術通過添加「活性」測量以及隨機或不可預測的認證操作來減輕其他人復制指紋的問題的方法從而將指紋的唯一性從否定（對於那些擔心他們的「相似性」可能被盜的人）到肯定，其涉及用戶的唯一指紋或手指的其他特徵。

【0355】 驗證用戶是用戶的一種解決方案，而不是向銀行發送代表用戶密碼或高級生物特徵表示的0和1的詐騙者，是添加第二因素認證（2FA）以驗證用戶。一些當前的2FA使用密碼和第二個因素進行身份驗證。第二因素的示例包括例如發送給用戶的移動電話的號碼，通過電子郵件發送給用戶的代碼，或者對用戶先前提出的問題的正確答案。某些第二因素授權使用第二個裝置。

【0356】 但是，現有的2FA方法可以被黑客攻擊，包括在輸入密碼後由用戶輸入的隨機數字發送到第二個裝置。此外，現有的2FA或多因素認證方法對於用戶來說可能花費時間或者是困難的，或者需要第二裝置，導致多因素認證方法的用戶使用率低。

【0357】 所公開的技術包括交互式方法，其中裝置可以影響指紋，類似於在正被掃描的瞳孔中引起無意識的肌肉收縮的明亮光或者在認證命令閉眼之後識別眼睛閉合的面部識別系統。所公開的技術包括與用戶交互的致動器，從而引起可檢測的響應。相互作用可以包括加熱、冷卻、振動、發光、發出聲音或影響用戶的任何其他合適的刺激。致動器可以由指紋傳感器實現。在一些情況下，致動器可以包括計算裝置的硬件，例如移動電話，其與指紋傳感器分離並且為計算裝置執行其他功能（例如，振動裝置）。回應可以是非自願的或自願的。對於用戶來說，非自願的響應，例如心跳或脈搏率的變化可能甚至不明顯。其他非自願反應可能與指紋脊或內部指紋結構的變化有

關。自願響應包括定向手指移動、手指壓力或通過觸摸，打字或語音將信息輸入用戶界面。

【0358】由於刺激可能是不可預測的（例如，隨機和/或表現出統計隨機性），可以是多個步驟，並且可以引發可預測的自願或非自願響應，所公開的技術能夠實現魯棒認證。刺激或方法序列可以通過例如隨機算法和/或使用隨機數發生器隨機選擇。例如，觸覺刺激可以相對於振動之間的間隔、振動的數量、振動的持續時間、刺激的位置或刺激的模式而不可預測地變化。類似地，不同的加熱刺激是可能的。還可以提示用戶在另一只手的手掌上快速摩擦他的手指，然後將其放回指紋傳感器上。然後可以測量更高的溫度。這種類型的相互作用很難預測。可以提示用戶重新定向裝置，沿特定方向移動或擠壓手指。這些動作中的每一個都產生可預測的結果，其可以被感測和分析，例如，通過量化手指脊間距或手指上的點在手指的所獲取的一組超聲圖像的幀與幀之間的移動。

【0359】在一個實施例中，用戶可以使用兩個並置裝置（例如銀行分支中的計算機和用戶的移動電話）進行認證，這兩個裝置都包括根據本文所公開的任何原理和優點的生物識別觸摸掃描儀。然後，通過確認裝置正在讀取對應的用戶的指紋（例如用戶的溫度、脈搏率和/或脈搏血氧飽和度讀數）來驗證用戶，從而驗證用戶的身份。

【0360】該方法可以擴展到同一地點的兩個用戶，類似於需要高於某個美元閾值的共同簽名線的銀行。雙方都可

以使用申請簽名，表明一個是帳戶持有人，另一個是共同簽名者。雙方都將他們的指紋驗證為他們自己的指紋以及他們的一個或多個生物識別參數，例如他們的脈搏、溫度和氧氣水平中的一個或多個。當銀行或其他在線站點提示時，各方切換裝置，並且在切換之後為每個用戶檢測指紋和一個或多個生物參數。如果指紋和生物識別級別匹配，則對用戶進行身份驗證。

【0361】 通過引入數字水印和加密，可以增加安全級別，其中生物特徵數據和交互被組合以形成數字水印並在數據流內加密。例如，可以在圖67和/或圖68的系統的數據流中引入這樣的數字水印和加密。水印和加密可以通過幫助人們注意到中斷或暫停或中斷數據流來檢測剪切和粘貼動作。例如，如果銀行引起觸覺能量脈衝提示以使用戶識別出他們應該移除他們的手指，那麼詐騙者將不得不幾乎立即發送相當於移除手指的0s和1s，然後還發送將改變脈搏的響應於站立的提示的必要的0s和1s或者表示用戶的指紋被按下的0s和1s進行認證。水印和加密將被設計為能夠檢測數據流中的拼接或中斷，因為詐騙者試圖跟上交互式提示。

【0362】 所公開的技術的實施例涉及用於認證的改進的裝置，系統和方法，包括用於確定活性的認證。這樣的實施例涉及確定傳感裝置的接收表面上的指尖是否是實際的活動手指而不是假體裝置、非活動手指或試圖代替活動手指進行認證的其他對象。

【0363】 所公開的技術可以解決與騙子欺騙遠程裝置有關所謂「重放」攻擊的問題。例如，騙子可以嘗試通過在新的生物識別掃描中重放認證會話期間使用的數字簽名來欺騙認證方法。此外，某些生物識別掃描可能無法阻止使用特洛伊木馬的騙子添加假模板（即，在認證時與指紋或臉部算法匹配的模板）以規避認證過程。通過掃描儀和用戶之間的雙向通信，用數字簽名或假模板或其他試圖欺騙掃描儀的嘗試來欺騙掃描儀將是非常困難的。

【0364】 在傳輸期間，詐騙者還可以攻擊電話和銀行之間的傳輸並篡改存儲在銀行或雲站點的模板。除了指紋掃描之外還包括生物度量掃描的計算裝置，例如面部識別或虹膜掃描，仍然可以被假模板或重放攻擊所欺騙。

【0365】 因此，需要易於執行的交互系統，在認證會話期間發生多次掃描，作為克服這些認證問題的方式。所公開的技術將生物識別測量和與不同生物識別裝置之間的相互作用的因素相結合以進行認證

【0366】 就像《不可能的任務》和詹姆斯·邦德復制指紋來欺騙認證者一樣，有可能破解缺乏與重放攻擊的交互性的現有系統，所公開的技術引入了雙向通信，包括感知和影響，用於隨機、不可預測的交互式會話以進行認證。例如，所公開的技術可以利用指紋裝置和另一個單獨的生物識別裝置來測量諸如脈搏的共同因素。每個脈衝在其主要認證過程中測量脈搏，其與例如指紋識別、虹膜識別、面部識別或視網膜識別相結合。

【0367】 示例性實施例包括指紋傳感器、致動器和處理器，該處理器被配置為基於指紋傳感器產生的手指的圖像和由致動器所傳遞的能量的檢測響應來認證手指。指紋傳感器可以在某些實施例中實現致動器。現在將參照附圖來描述各種實施例。

【0368】 圖69示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例性實施例，包括在超聲換能器陣列400下方的光源560致動器，它們位於具有可放置手指的接收表面的玻璃410下方。在一個實施例中，如上面關於圖68所描述的光源560是光學系統550的一個部件。

【0369】 圖70示出了圖69的實施例，其中光源560致動器將光通過超聲換能器陣列400和玻璃410傳輸到玻璃410的接收表面上的指狀物105。光源560發射足以將接收表面上的指狀物105的至少一部分從溫度 T 加熱到溫度 $T + \Delta T$ 的具有一定波長，持續時間，和功率水平的光，其中 T 可以接近室溫和/或手指溫度，並且 ΔT 足以被生物識別源掃描儀檢測到。溫度的變化 ΔT 可以由人辨別，但不能大到燒傷人的手指。例如， ΔT 可以在華氏度等級上從十度到幾度變化。在某些應用中，超聲換能器陣列400可以檢測溫度變化 ΔT 。在某些情況下，溫度變化 ΔT 可以由包括光源560的光學系統的光學傳感器檢測。

【0370】 根據溫度差 ΔT ，可以檢測手指105的組織的比熱。溫度或比熱的變化對於活動手指和可以用於代替活動手指的其他物體（例如假手指或非活動手指）是不同

的。處理器可以基於溫度差 ΔT 是否與與活組織相關聯的預期溫度差一致來驗證手指 105。處理器還可以使用超聲換能器陣列 400 生成的手指 105 的圖像來驗證手指 105。

【0371】 超聲換能器陣列可以用作致動器和傳感器。圖 71 和 72 示出了超聲換能器陣列用作傳感器和致動器的實施例。在這些實施例中，超聲換能器陣列可將能量傳遞到對象並且還檢測對傳遞到對象的能量的響應。雖然超聲換能器陣列可以響應於圖 71 和 72 中的超聲加熱來檢測溫度變化，但是超聲換能器陣列可以檢測對所施加的超聲能量的各種其他響應，例如對壓力的響應。而且，圖 71 和 72 的超聲換能器陣列也可用於驗證指紋。

【0372】 圖 71 示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括點聚焦超聲加熱器 710，其將來自超聲換能器陣列 400 的超聲通過玻璃 410 聚焦到玻璃 410 的接收表面上的手指的點（例如，相對小的區域，點或像素），使得點聚焦的超聲能量逐漸加熱手指。點聚焦超聲加熱器 710 可以將激勵輸入到 180° 異相的相對電極，並在每組電極上傳輸聚焦的超聲能量。可以使用超聲換能器陣列 400 檢測手指在被加熱區域中的溫度變化，以用於驗證手指。

【0373】 圖 72 示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括線聚焦超聲加熱器 720，其將來自換能器陣列 400 的超聲波通過玻璃 410 聚焦到玻璃 410 的接收表面上的手指的線（線性區域），使得線聚焦

的超聲能量逐漸加熱手指。線聚焦超聲加熱器 720 在陣列的一側輸入激勵。可以使用超聲換能器陣列 400 來檢測被加熱的線性區域中的手指的溫度變化，以用於驗證手指。

【0374】 其他致動器可以與指紋傳感器集成，例如超聲波指紋傳感器。例如，基於電阻的溫度傳感器可以對手指施加基於電阻的加熱並感測溫度的變化。圖 73 至圖 75 示出了具有指紋傳感器並與致動器集成的交互式生物識別觸摸掃描儀的示例實施例。

【0375】 圖 73 示出了具有雙向通信的生物識別觸摸掃描儀的示例實施例，包括電阻加熱器 730，其能夠通過玻璃 410 將電流通過超聲換能器陣列 400 的電極（頂部和底部金屬電極）發送到玻璃的接收表面上的手指，以在用戶的指尖產生加熱感。

【0376】 圖 74 示出了利用圖 73 的生物識別觸摸掃描儀加熱手指 105。電阻加熱器 730 可以加熱手指 730 以將手指 105 的部分或全部的溫度從溫度 T 升高到溫度 $T + \Delta T$ 。在某些情況下， T 可能相對接近室溫，並且 ΔT 足以被人辨別，但不能大到燒傷人的手指。可選地或另外地，可以使用與換能器裝置電極分開的電極來實現電阻。

【0377】 圖 75 示出了圖 73 和 74 的實施例的操作。在圖 75 的左側部分中，沒有電流流動並且接收表面上的手指處於溫度 T 。溫度傳感器可以檢測到處於這種狀態的溫度 T 。在圖 75 的右側部分中，電流流過電極，產生基於電阻的加熱，通過玻璃將熱量傳遞到玻璃上的手指，並將接收

表面上手指的熱量升高到 $T + \Delta T$ 。溫度傳感器可以在該狀態下檢測溫度 $T + \Delta T$ 。處理器可以使用這種溫度變化來對手指 105 進行驗證。處理器還可以使用在驗證中使用換能器陣列 400 產生的手指 105 的圖像。

【0378】 可以在諸如移動電話的無線通信裝置中執行交互式生物認證。無線通信裝置包括一個或多個天線以無線發送和 / 或接收信號。移動電話通常包括顯示器，例如液晶顯示器（LCD）或有機發光二極管（OLED）顯示器。這裡公開的指紋傳感器可以位於移動電話的顯示器下方。移動電話還可以包括工程玻璃，該工程玻璃具有被配置為接收手指和 / 或被配置為接收手指的表面下方的表面。本文公開的指紋傳感器可以定位在移動電話中的工程玻璃下方。圖 76-81 中所示的移動電話每個包括一個或多個天線、顯示器和指紋傳感器。根據本文公開的任何合適的原理和優點，這些移動電話中的任何一個都可以包括與光學系統集成的指紋傳感器。

【0379】 圖 76-81 示出了響應於由致動器傳遞的能量而與自願用戶響應相關聯的雙向通信場景的代表性操作。在某些情況下，涉及自願行動的認證可以吸引用戶的大腦並提供魯棒認證，這在某些應用中比非自願響應更難以欺騙。第一示例場景在圖 76-79 中示出。在圖 76、77、80 和 81 中示出了第二示例場景。

【0380】 圖 76 示出了示例便攜式通信裝置的用戶界面，該便攜式通信裝置包括生物識別觸摸掃描儀和用於測

量或指示心率、脈搏氧化水平、血流量、溫度、雙向認證和指紋檢測的顯示器。在圖 7 6 - 8 1 的雙向通信場景的第一操作中，裝置提示用戶掃描手指。

【0381】 圖 7 7 示出了圖 7 6 - 8 1 的雙向通信場景的中間操作，其中用戶掃描手指。生物識別觸摸掃描儀提取生物識別信息並顯示生物識別信息。例如，在圖 7 7 中，生物識別信息包括指紋、100 b p m 的心率、98 % 的脈衝氧化測量值、5 c m / s 的血流量估計值、37 °C 的溫度。可以向用戶呈現任何合適的生物識別信息，諸如所示生物識別信息和 / 或其他合適生物識別信息的任何組合。如果指尖正確地放置在傳感器上並且獲取生物識別信息，則諸如綠色橢圓形的放置指示符提供反饋。可以在綠色橢圓內顯示掃描指紋的模板圖像。該模板圖像向用戶發信號通知她的手指被正確放置並且獲取了指紋，而不必顯示指紋本身。

【0382】 圖 7 8 示出了圖 7 6 - 7 9 的雙向通信場景的中間操作。在掃描生物識別信息之後，該裝置利用致動器，通過加熱、輻射、壓力、神經刺激或任何其他合適的技術在用戶的指尖處產生感覺。然後提示用戶提供與感覺到的感覺相對應的輸入。感覺可以對應於脈衝計數、產生感覺的位置、感覺方向、提供給手指的感覺的形狀等，或其任何合適的組合。在圖 7 8 中，在用戶的指尖上繪制對應於形狀 A 的感覺。顯示器提示用戶輸入與用戶感覺相對應的形狀，作為雙向認證的交互形式。可以確定致動，使得雙向認證條目不可預先預測。

【0383】圖79示出了圖76-79的雙向通信場景的另一操作。響應於圖78的提示，用戶輸入在指尖處感測到的形狀，在該示例中為A。如果用戶輸入與應用於手指的致動形狀匹配的形狀，則對用戶進行認證。

【0384】圖80示出了圖76、77、80和圖81的雙向通信場景的中間操作。在掃描生物識別措施之後，該裝置通過加熱、輻射、壓力、神經刺激或任何其他合適的技術在致動器上產生使用者的指尖感覺。然後提示用戶輸入感覺到什麼感覺。感覺可以對應於脈衝計數、產生感覺的位置或角、超聲波束的方向（如從上到下）或手指上畫出的形狀。在圖80中，對應於三個脈衝的感覺被施加到用戶的指尖。顯示器提示用戶輸入感測脈衝的數目。可以確定驅動，使得雙向認證條目不能預先預測。

【0385】圖81示出了圖76、77、80和圖81的雙向通信場景的操作。響應於圖80的提示，用戶在用戶的指尖上輸入由用戶感覺到的脈衝數的指示。如果用戶輸入正確的脈衝數（即，在本例中為三），則對用戶進行認證。

【0386】這兩種方案代表了雙向、三路或更高級別的多路認證。通過組合識別用戶的生物特徵方面、指紋和檢測到的致動響應，比使用不使用生物識別措施的系統的認證更可能進行更有力的認證。

【0387】圖82示出了用於確定手指是否表現出附著於活人的屬性的雙向通信場景。活體手指可以提供生物測量，例如心率、血流量、溫度、外周血氧含量等。可以使

用一定數量的這些生物測量來驗證手指。例如，假手指不可能具有模仿活手指的至少三個上述生物測量。儘管可以使用人工手指，數字模擬或非活動手指來模擬這些測量中的一個或多個，但是使用用於認證的措施的組合可以顯著增加錯誤識別的機會。

【0388】 圖82示出了系統確定手指是否活著的能力。實時手指顯示器7650包括心率、脈搏血氧飽和度（SpO₂）、血流量和溫度的生物測量值，所有這些都在正常範圍內。實時手指顯示器7650還包括觸摸壓力和用戶的指紋。相比之下，假手指顯示器7660不記錄生物特徵。嘗試使用非活動手指欺騙系統將不會成功，因為即使指紋看起來準確，心率和生物特徵不太可能在正常範圍內。包括預期溫度和有效出現指紋的人工手指可能或可能不能模擬所有生物特徵。此外，如圖76-81的場景中所述，它們可能特別難以響應關於例如感測到的形狀或脈衝數的提示。響應以表現出統計隨機性的方式生成的提示對於人工手指來說可能特別困難。這種提示可以由算法隨機生成。

【0389】 圖83示出了具有被配置為接收手指的表面8305、指紋傳感器8310和光學系統550的生物識別傳感裝置8300。指紋傳感器8310生成指示手指與表面接觸的指紋的至少一部分的圖像的數據。與指紋傳感器8310集成的光學系統550被配置為通過指紋傳感器將光傳輸到表面。生物識別傳感裝置8300可以實現本文所討論的集

成光學系統的生物識別傳感器的任何適當組合。生物識別傳感裝置8300可以實現本文討論的交互式生物識別掃描儀的一個或多個特徵。

【0390】圖84示出了示例性生物識別傳感裝置8400，其表面8305被配置為接收手指、超聲換能器405、光學系統550和一個或多個處理器8410。超聲換能器405被配置為將超聲信號發送到表面。光學系統550與超聲換能器405集成。光學系統550被配置為將光傳輸到表面並接收與表面接觸的從手指反射的光。一個或多個處理器8410被配置為基於來自手指的超聲信號的反射來生成指紋的至少一部分的圖像。一個或多個處理器8410被配置為基於接收的光生成活性參數。生物識別傳感裝置8400可以實現超聲換能器的特徵與本文所討論的集成光學系統的任何適當組合。生物識別傳感裝置8400可以實現本文討論的交互式生物識別掃描儀的一個或多個特徵。

【0391】圖85是認證用戶的方法8500的流程圖。在框8510中，方法8500通過指紋傳感器將信號發送到手指。在框8520中，方法8500基於與發送到手指的信號相關聯的接收信號來生成手指的至少一部分的圖像。在框8530中，方法8500通過指紋傳感器將光傳輸到手指。在框8540中，方法8500基於來自手指的光的反射生成活性參數。在框8550中，方法8500基於圖像和活性參數對用戶進行認證。可以使用具有本文討論的集成光學系統的生物識別傳感器的一個或多個特徵的系統來執行方法8500。

此外，可以使用方法 8500 執行本文討論的交互式雙向通信的任何適當特徵。

【0392】 圖 86 示出了具有傳感器 8610、致動器 8620 和處理器 8630 的示例性交互式生物識別傳感系統 8600。傳感器 8610 被配置為生成與對象相關聯的生物識別圖像。生物識別圖像可以是手指的至少一部分的圖像。這樣的圖像可以是手指的表面或手指的內部結構。或者，生物識別圖像可以是臉部或虹膜的至少一部分。致動器 8620 被配置成向對象傳遞能量。處理器 8630 被配置為基於生物識別圖像和由致動器傳遞的能量的響應來驗證對象。

【0393】 圖 87 示出了具有被配置為接收對象的表面 8305 和傳感器 8710 的示例性交互式生物識別傳感裝置 8700。表面 8305 被配置成接收對象。傳感器 8710 被配置為在對象在表面上時產生與對象相關聯的生物識別信息，向對象傳遞能量，並檢測對所傳遞的能量的響應。因此，傳感器 8710 既充當傳感器又充當致動器。

【0394】 圖 88 是認證用戶的方法 8800 的流程圖。在框 8810 中，方法 8800 通過指紋傳感器將信號發送到被配置為接收手指的表面。在框 8820 中，方法 8800 基於與發送到手指的信號相關聯的接收信號來生成手指的至少一部分的圖像。在框 8830 中，方法 8800 將能量傳遞到手指。在框 8840 中，方法 8800 基於檢測到的響應到手指的能量而生成活性參數。在框 8850 中，方法 8800 基於圖像和活

性參數對用戶進行認證。本文中討論的交互式雙向通信的任何合適的特徵可以用方法 8800 來執行。

【0395】 圖 89 和圖 90 示出了具有至少部分透明的指紋傳感器的示例實施例，並將光傳遞給光學系統。指紋傳感器可以包括至少部分透明的超聲換能器陣列。超聲換能器陣列可以配置為光學透明指紋傳感器。超聲換能器陣列可以完全地、基本上完全地或僅部分地由透明材料形成。

【0396】 光學系統和超聲指紋掃描儀一起設置的布置（例如，如圖 81-91 的布置中）可以有益地防止認證過程的欺騙。特別地，這樣的布置可以相對地從高質量的虛擬指紋中免疫，如虛擬指紋不會根據光學系統的讀數而被登記為活手指，這可能與手指或被成像對象的更大深度相關。在這樣的實施例中，即使欺詐者將活手指放置在裝置上的其他點上，系統也能夠識別欺騙企圖。

【0397】 圖 89 示出了生物識別傳感裝置 8900 的示例實施例，其中用於光學系統（諸如光學系統 550）的光源 560 設置在超聲換能器陣列 400 下方，而用於光學系統的光學傳感器 570 設置在超聲換能器陣列 400 上方。光源 560 可以是紅外和 / 或可見光源，例如 LED 或 OLED。光源 560 可以布置成透射兩種或更多種不同波長的光。超聲換能器陣列 400 可以被配置為指紋傳感器並且可以對來自光源 560 的光至少部分透明。光學傳感器 570 可以是對紅外和 / 或可見光敏感的光檢測器，並且還可以至少是部分聲學透明（例如，以便能夠操作指紋傳感器 400）並且

至少部分地光學透明（例如，以使得來自光源 560 的光能夠在從光源 560 到達光源 560 的途中穿過傳感器 570 至手指 105）。光電檢測器 570 可以包括用於在裝置 8900 中接收手指 105 的表面。

【0398】如圖所示，圖 89 的器件 8900 可以包括在光檢測器 570 和超聲換能器陣列 400 之間的透明襯底 8910。襯底 8910 可以由玻璃 410 或任何其他合適的透明材料（例如，能使超聲換能器陣列 400 和包括光源 560 的光學系統工作的具有合適的光學和聲學特性的任何材料）形成。

【0399】圖 90 示出了生物識別傳感裝置 9000 的示例實施例，其中包括光源 560 和光學傳感器 570 的光學系統 550 設置在超聲換能器陣列 400 下方。如圖 90 所示，光學系統 550 不需要聲學透明。

【0400】圖 91 示出了生物識別傳感裝置 9100 的示例實施例，其中光學系統 550 與超聲換能器陣列 400 集成並設置在超聲換能器陣列 400 上方。如圖 90 所示，光學系統 550 可以至少部分地在聲學上透明，以使超聲換能器陣列 400 能夠通過光學系統 550 對手指 105 進行成像或掃描。如圖 91 所示，超聲換能器陣列 400 不需要是光學透明的。

【0401】圖 92 示出了包括超聲換能器陣列 400 和光學系統 550 a 和 550 b 的生物識別傳感裝置 9200 的示例實施例。一個光學系統 550 b 從換能器陣列 400 橫向設置在裝

置基板 410 內。換能器陣列 400 設置在另一個光學系統 550a 和生物識別傳感裝置 9200 的表面之間，該表面被配置為接收手指。遠離指紋傳感器設置的圖 92 中的光學系統 550b 可以掃描手指 105 並檢測手指 105 內的靜脈和 / 或一個或多個其他生物識別參數。靜脈圖案可用於驗證和 / 或識別用戶。光學系統 550b 可以包括諸如紅外 (IR) 光源，LED 和一個或多個光感受器的組件。

【0402】 圖 93 和 94 示出了包括超聲換能器陣列 400 和光學系統 550a 和 550b 並且包括位於外部裝置上的至少一些組件的示例實施例。諸如圖 93 和 94 中所示的那些實施例可以提供額外的或替代的認證或活性驗證手段，而無需共享用戶的指紋並且用戶不必將其指紋暴露給另一個可能不可信的裝置。作為示例，外部裝置可以使用機器學習來導出識別參數或使用用戶的手指或其他身體部位中的靜脈或動脈模式以識別用戶和 / 或確認活性。另外，裝置 9200 和外部裝置 590 (如圖 93) 或 595 (如圖 94 中) 上的組件可以一起工作以對手指 105 內的靜脈圖案成像，作為驗證手指 105 和相關用戶的一部分。

【0403】 在圖 93 的示例中，光學系統 550b 包括光源 560，並且外部裝置包括光學傳感器 590。光學傳感器 590 可以使用由光源 560 發射的可見光和 / 或紅外光對手指 105 進行成像或掃描。

【0404】 在圖 94 的示例中，光學系統 550b 可以包括光源 560 並且還可以包括光學傳感器 570。外部裝置可以包

括外部光學系統595，外部光學系統595包括光源和/或光學傳感器。利用圖94的布置，手指105可以由光學傳感器570和光源560單獨掃描，由外部光學系統595單獨掃描，或者使用這些系統的組合掃描。作為第一示例，外部光學系統595可以發射由光學傳感器570接收的光以對手指105成像。作為第二示例，光源560可以發射由外部光學系統595接收的光以對手指105進行成像。

【0405】圖93和94的示例可包括吸收脈衝血氧計或反射血氧計。特別地，外部裝置可以利用傳感器590接收由光源560發射的可見光和/或IR光，並且可以測量一個或多個生物識別參數，例如脈搏率和/或血氧含量（例如， SbO_2 ）。在一些其他實施例中，外部裝置可以發射可見光和/或IR光，並且所公開的裝置中的光學傳感器570可以接收光。在其他實施例中，外部裝置和/或所公開的裝置可以獨立地作為反射血氧計操作。

智能卡

【0406】如圖95所示，可以提供智能卡9500，其包括光學透明的超聲波指紋掃描儀（例如本文所述的超聲波換能器陣列400）和設置在指紋掃描儀下方的集成光學系統（例如本文公開的光學系統550）。智能卡9500可以自身和/或與外部裝置（例如，讀卡器）組合地實現本文公開的交互式生物認證的任何合適的特徵。

【0407】智能卡9500可以是任何合適的卡，例如用於支付目的和/或用於其他目的的卡。例如，智能卡9500

可以是信用卡、借記卡、會員卡、獎勵卡、身份證、安全卡、清倉卡、安全卡、門禁卡、醫療卡、保險卡等。智能卡9500包括卡體9502。卡體9502可具有適合放入錢包中的尺寸。智能卡9500可具有 $400\ \mu\text{m}$ 至 $1000\ \mu\text{m}$ 的厚度。例如，智能卡9500可具有約 $760\ \mu\text{m}$ 的厚度。智能卡9500可以是大約 85.60 mm 乘 53.98 mm 。在某些情況下，智能卡9500可以具有圓角。包括超聲指紋傳感器的智能卡的其他細節和示例也在PCT專利申請No. PCT/US2018/029309中描述，該專利申請通過引用整體並入本文。

【0408】 智能卡9500中的超聲指紋掃描儀可用於驗證呈現智能卡9500的用戶以進行認證。指紋掃描儀400可以使得未經授權的人可以使用卡的可能性較小。作為示例，用戶可能希望使用智能卡9500購買商品，並且支付系統可以被配置為僅在使用指紋掃描儀400同時檢測到用戶的指紋時授權購買。

【0409】 在一些實施例中，光學系統550還可以用於驗證呈現智能卡9500以進行認證的用戶。如本文進一步詳細描述的，諸如光學系統550的光學系統可以用於獨立地或與諸如超聲換能器陣列400的指紋傳感器協作來確認身份和/或活性。光學系統550可以感測手指105內的脈搏（從而確認活性）、可以感測手指105中的血液氧水平（例如，使用類似於反射血氧計的原理，並且能確認活性）、可以對手指105中的靜脈圖案進行成像（從而確認

身份和/或防止至少某些形式的潛在欺騙)等。這些僅僅是說明性示例以及本文描述的光學系統如何與超聲系統一起工作以驗證用戶並防止欺詐的其他示例也可以應用於智能卡中的應用，例如圖95的例子。

【0410】 在某些實施例中，智能卡9500可以包括電路9510。電路9510可以執行以下功能中的一個或多個：協助檢測用戶的指紋、幫助使用光學系統550檢測認證和/或活性參數、與光學系統550一起使用（以安全的方式）來存儲用戶的指紋和/或認證或活性通知、或協助智能卡9500和/或指紋掃描儀、光學系統550等的操作或其任何合適的組合。電路9510可以包括諸如光伏電池、電池、電容器、RF收集器電路等的電源，在某些情況下，電路9510可以包括智能卡芯片、處理器、存儲器、功率調節電路等中的一個或多個。

【0411】 在各種實施例中，智能卡9500可以包括一個或多個觸點9512，其通過一個或多個電氣路徑9514與外部裝置9516連接。例如，當智能卡9500插入或以其他方式與讀卡器9516通信時，觸點9512可以與讀卡器9516接合。在這樣的實施例中，信號可以在讀卡器9516和指紋掃描儀400和/或電路9510之間傳輸。這些信號可以包括用於給指紋掃描儀400和/或電路9510供電的功率信號，並且可以包括指紋掃描（例如，用戶的指紋被遠程存儲的地方）、驗證結果（例如，用戶的指紋被本地存儲在智能卡9500上）等，或其任何合適的組合。在一些實施

例中，指紋掃描儀400的一些或全部傳輸和讀出電路可以從卡9500中省略，並提供在讀卡器9516的外部電路內。這可以降低智能卡9500的成本和複雜性。

【0412】 在一些其他實施例中，智能卡9500可以包括電路9510中的無線通信電路（包括天線），並且可以將與用戶的指紋和/或指紋驗證結果的掃描相關聯的數據無線地傳送到諸如讀卡器9516的外部電路。作為示例，電路9510可以使用近場頻率或其他射頻信號來發送信號。

【0413】 如圖95所示，超聲掃描儀400和光學系統550可以嵌入在智能卡9500的卡體9502內。在一些實施例中，如圖95所示，超聲掃描儀400和光學系統550可以嵌入與接收用戶手指105的表面齊平。在一些其他實施例中，超聲掃描儀400和光學系統550可以與接收用戶的手指105的表面相對的表面齊平，並且超聲波9506可以通過掃描儀400通過卡體9502傳送。在其他各種實施例中，超聲掃描儀400和光學系統550可以嵌入在智能卡9500的體積內（例如，不與智能卡9500的任何表面齊平），並且可以完全或幾乎完全被形成卡體9502的材料包圍。如果需要，光學系統550也可以與超聲掃描儀400分開，例如圖92-95的例子。在其他實施例中，超聲指紋掃描儀400和/或光學系統550的部分或全部可以設置在智能卡9500的表面上（例如，在與用戶的手指105的側面相對的一側或同一側）。

【0414】超聲換能器陣列400可以由壓電材料如壓電聚合物聚偏氟乙烯（P V D F）、氧化鋅（Z n O）薄膜或其他所需材料形成。智能卡9500的超聲換能器陣列400可以至少部分光學透明，使得來自光學系統的光可以通過換能器陣列傳播到手指105，並且從手指105反射的光可以通過超聲換能器陣列400傳播到光學系統。Z n O薄膜和/或相關的金屬電極可以是光學透明的。P V D F壓電薄膜可以是光學透明的。例如，足夠薄（例如，小於9微米厚）的P V D F層可以是光學透明的。在一些實施例中，卡體9502可以是柔性的。在一些其他實施例中，卡體9502可以是剛性的。超聲換能器陣列400可以是柔性的。例如，基於P V D F的超聲換能器陣列400可以是柔性的。

【0415】因此，至少部分光學透明的柔性超聲指紋掃描儀具有集成光學器件。在這種情況下，可以使超聲指紋掃描儀對來自光源的光充分透明，以便通過其傳播，並使反射光傳播到感光器。這種集成光學的指紋掃描儀可以包含在智能卡中。

【0416】如圖96所示，智能卡9600可以具有一個或多個光源，例如布置在超聲指紋掃描儀400上方的LED 9602。這樣的布置可以有助於將相對大量的光發射到手指105中，因為來自LED 9602的光不需要穿過超聲換能器陣列400。所示的超聲換能器陣列400可以是透明的或僅僅是部分光學透明的，因此可以吸收至少一些通過它的

光。當檢測手指 105 中的靜脈圖案和 / 或測量手指 105 中的脈搏或血氧水平時，這樣大量的光可能是有益的。

【0417】在另一個實施例中，可以實現與所示的智能卡 9600 類似的卡，而不需要配置在超聲指紋掃描儀 400 下方的圖示光學系統 550。在這樣的實施例中，超聲指紋掃描儀 400 可以是非光學透明的或光學透明的。

移動設備

【0418】如圖 97 所示，可以提供移動設備 9700，其包括光學透明的超聲波指紋掃描儀（例如本文所述的超聲換能器陣列 400）和設置在指紋掃描儀下方光學系統（例如本文公開的光學系統 550）。移動設備 9700 可以是移動電話、諸如智能電話、平板設備、便攜式設備、手持設備等。移動設備 9700 還可以包括顯示器 9702，其可以是觸摸屏顯示器，以及一個或多個天線，例如天線 9704。天線 9704 可以發射和 / 或接收射頻信號。移動設備 9704 可以實現本文公開的交互式生物認證的任何合適的特徵。

【0419】圖 97 示出了超聲換能器陣列 400 和光學系統 550 可以設置在移動設備 9700 的前側。陣列 400 和光學系統 550 可以替代地或附加地設置在移動設備 9700 的後側或側面上。雖然圖 97 將陣列 400 和光學系統 550 示出為在顯示器 9702 下方，但這僅僅是說明性的。通常，陣列 400 和光學系統 550 可以設置在顯示器 9702 的任何一側，或者可以設置在顯示器 9702 內（例如，在顯示器 9702 後面）。光學系統 550 被示出為小於圖 97 中的陣列 400，

僅用於說明目的。通常，光學系統550可以比超聲換能器陣列400更小，更大或相同。

多設備認證

【0420】 圖98示出了使用用戶設備9800和確認設備9810的多個設備認證。用戶設備9800和確認設備9810可以例如是移動電話。用戶設備9800包括集成的指紋和光學掃描儀9802和光學掃描儀9804。集成的指紋和光學掃描儀9802可以包括根據這裡公開的任何合適的原理和優點的超聲指紋傳感器和光學掃描儀。例如，超聲指紋傳感器可以至少部分透明，並且光學掃描儀可以通過超聲指紋傳感器發送和接收光。光學掃描儀9804可以檢測一個或多個生物識別參數，例如PPG波形、心率、呼吸速率、靜脈圖案等，或它們的任何組合。光學掃描儀9804可以包括反射式血氧計。確認裝置9810包括集成的指紋和光學掃描儀9812和光學掃描儀9814。

【0421】 在一些情況下，反射脈衝血氧計的讀數可能受到傳感器上的組織的環境光和/或壓力的差異的不利影響。因此，配置用戶設備9800的光學掃描儀9804並配置確認設備9810的光學掃描儀9814以減少和/或最小化掃描期間環境光的差異和/或減少和/或最小化掃描組織和傳感器之間的壓力差異是有益的。作為示例，光學掃描儀9804和9814可以在它們各自的設備上位於相似的位置和/或具有相似的取向，使得持有設備的用戶通常用相同的手指在相似的壓力水平下具有相似的取向等，或其任何

組合將掃描的手指按壓到每個光學掃描儀 9804 和 9814 上。這可以減少和 / 或最小化由兩個光學掃描儀獲得的掃描的差異。

【0422】 可以使用集成指紋和光學掃描儀 9802 的指紋傳感器使用他或她的指紋來驗證用戶。可以發送匹配的確認以指示用戶的指紋已被認證。此確認可以發送給銀行或其他相關方。用戶與指紋傳感器位於同一位置，讀取和分析 PPG 波形。可以將諸如與 PPG 波形相關聯的模式和 / 或一個或多個其他生物識別參數的數據發送給感興趣方。使用第二手指在確認裝置（例如另一個電話或計算機）上的用戶可以使用光學掃描儀 9814 感測生物識別參數。光學掃描儀 9814 可以具有基本相同或類似的設備和軟件以確定生物識別參數（例如，獲取 PPG 波形讀數）。將關聯數據發送給感興趣方（例如，銀行）以確認與來自用戶電話的數據的匹配。

【0423】 通過我們設備的軟件和機器學習技術，感興趣的一方可以檢測與過去交互時用戶對應的年齡和健康狀態相關的特徵。例如，PPG 波形讀數的部分可能不同，因為每小時都有變化。這種可變性有助於防止重放攻擊。由於用戶在兩個設備上都有兩個手指，因此 PPG 波中的任何時間到小時的差異在兩個設備上都顯示為相同。

【0424】 因此，生物識別參數或模式（例如，PPG 掃描）可用於識別和 / 或認證目的。在認證中可以使用兩個不同設備上基本相同或相似的設備和軟件。超聲指紋掃描

可以僅在其中一個設備上與另一個設備上的光掃描同時和位置進行。另一臺設備未檢測到指紋，因此用戶的指紋不會暴露給其他設備或被復制。

【0425】 機器學習可用於開發算法以添加可用於第二步認證的識別特徵。這些特徵可以顯示在兩個電話上，並且可以存儲在認證設備外部，例如在銀行或雲網站上進行確認。特徵可以涉及例如心臟狀況或年齡或心率的更具體的讀數而不僅僅是概括的脈搏數。詐騙者使用他或她自己的手指進行PPG掃描同時通過他們正在攻擊的用戶的記錄超聲指紋認證進行重放攻擊，假設他們可能闖入手機以獲得超聲指紋算法，則必須具有類似的特徵（例如，與年齡和心臟狀況和呼吸狀況大致相同）作為使用該技術進行認證的真實用戶。

【0426】 另一種算法可以捕獲一些小時到小時的可變相關PPG波，因此還會有一個認證元素可以獲取各種PPG讀數，這樣每次可變性都會使讀數略有不同，對於用戶設備9800上的用戶手指和確認設備9810上的用戶手指，可變性將被記錄為相同。

【0427】 使用第二設備進行認證允許由第二設備進行第二步認證，而不將用戶指紋暴露給第二設備。這對於信用卡公司或商家認證翻譯是有用的。騎乘服務或酒店管理者的駕駛員可能已經具有已知的位置，並且他們的設備可以用於在不讀取用戶指紋的情況下對用戶進行認證。通過這種技術，認證方，例如銀行，可以知道用戶已經從帕洛

阿爾托旅行到聖地亞哥，他們的位置已經被全球定位系統（GPS）在Uber司機或在聖地牙哥酒店前臺的人的智能手機上驗證過。來自反射式血氧計的相同的生命體徵出現在用戶的電話上，在那裡他或她的指紋在生命標誌被讀取的同時被認證。這可以提供魯棒認證。

動態生物識別與機器學習

【0428】雖然參照活性參數討論了一些實施例，但是本文中公開的任何合適的生物識別傳感裝置可用於檢測動態生物特徵。動態生物特徵可以代表一個或多個生物識別參數隨時間變化的模式。檢測動態生物特徵可以涉及一個或多個成像、測量或分析活體組織對外部和/或內部刺激的實時生理反應。通過使用動態生物特徵，生物識別認證系統能夠更有效地抵抗演示攻擊。此外，動態生物測定可以比靜態讀數更明顯，例如平均脈搏或血氧水平。事實上，動態生物特徵可以充分區分以結合指紋來驗證人。一個或多個處理器（例如，處理器1065、8410或8630中的一個或多個）可以跟蹤一個或多個生物識別參數，這些生物識別參數隨著時間的推移而使用本文中公開的任何合適的生物識別傳感裝置來生成。作為一個例子，與反射式血氧計相關的生物節律可以用於認證。

【0429】動態生物特徵可以在指紋認證處理器中進行檢測。一個或多個處理器可以應用機器學習來識別響應於來自本文中公開的任何合適的交互式生物識別傳感裝置的致動器的提示的人的特徵。任何合適的交互設備或交互

系統，能夠在這裡執行（例如，施加觸覺能量），可以測量個人特性，以了解在認證會話期間，人如何響應我們的設備。當一個人對提示作出響應時，處理器可以檢測模式，例如在由超聲傳感器和正在產生光體積描記圖（PPG）的光學系統進行認證的情況下被提示站立。

【0430】動態生物特徵可以用來產生改進的、個性化的生物特徵讀數。機器學習可用於在各種生物識別參數例如PPG掃描、呼吸速率、心率等，或它們的任何組合中尋找模式。這種模式可以用於生物識別認證。例如，PPG波可以根據一個人的活動而一小時一小時地變化。如果PPG讀數檢測到機器學習和/或人工智能所期望的不匹配，則這會導致認證失敗或導致認證系統採用額外的讀數來認證人。

【0431】機器學習和/或其他技術可以在認證期間（例如，在生成手指的至少一部分的圖像的同時）從一個或多個生物識別參數（例如，PPG）捕獲人的合理的獨特簽名。可以使用兩個不同的傳感設備例如不同移動電話上的傳感設備來驗證完全不同的簽名。作為示例，第一移動電話可以使用超聲指紋傳感器下方的光學系統的反射血氧計來讀取生物參數。在第二設備上，該人可以使用第二設備的反射血氧計來匹配生物識別參數，而不會冒暴露敏感數據（例如指紋）的風險。具有基本相同的反射血氧計，基本相同的頻率和基本相同的軟件可以幫助驗證生物識別參數以進行魯棒認證。

【0432】 生物特徵模式不是永久性的，可以根據一個人的活動每小時改變一次，但仍然提供可以日常出現的獨特方面。因此，可以同時在兩個設備上實現復制某些生活模式的方法，該方式不是唯一的但仍然合理地區別（例如，大約數千分之1）。由於讀數應略有不同，因此用戶在進行額外的認證測量時不會泄露他或她的獨特指紋或面部識別。

附加實施例

【0433】 所公開技術的實施例可以根據本文討論的任何合適的原理和優點使用超聲換能器陣列作為與用戶的交互的一部分，同時所述用戶通過指紋掃描儀和/或配備有面部識別和運動感測軟件的相機掃描儀進行認證。由用戶觸發並隨後由兩個設備檢測到一些動作可以提供增強的安全性。將兩種不同的交互式工作與兩種生物識別設備相結合，創造了多種可能性，使得詐騙者很難偽造和/或預期「重放」攻擊。所公開的技術可以在對用戶進行認證的這種交互中採用兩種或更多種模態，當它們也註冊時，響應於一個認證設備的觸發而採取行動。

【0434】 例如，如果用戶被超聲換能器陣列400觸發以進行特定運動，例如向上傾斜他或她的臉，響應於施加到手指尖端的觸覺能量，或者可選地將臉朝下傾斜，響應於施加到指紋底部的觸覺能量，這種運動可以由配備有三維運動傳感器的便攜式計算設備檢測，該三維運動傳感器例

如組合相機和相關聯的紅外光束，同時完成面部身份驗證。

【0435】 在這種情況下，其指紋由超聲系統認證的用戶手指可以從指紋設備檢測觸覺能量的信號以提示用戶做出反應。接下來，檢測到由諸如電話照相機的單獨設備認證的用戶的面部已經移動。例如，部分認證方案可以提示用戶閉上眼睛或眨眼。然後將面部認證和面部移動信息都傳遞到系統以註冊並確認作為認證過程的一部分的動作。在這種情況下，人們可以在兩個不同的生物識別設備之間創建串擾和完成、協調和確認工作。

【0436】 通過用戶的面部而不是他的手臂來記錄移動的優點具有以下優勢：可以確認用戶的面部來自與確認的指紋相同的人。

【0437】 在一個實施例中，順序可以顛倒：相機/閃光燈/發光器也可以啟動動作，例如小紅燈，提示用戶臨時移除其正從屏幕驗證的指紋。同時，紅燈也可能表示用戶短暫地從一側移動到另一側。在這種情況下，相機/閃光燈/照明器可以觸發兩個設備作為響應讀取的動作。相機/閃光燈/照明器記錄頭部移動，指紋讀取器記錄手指的移除。

【0438】 通過交互性，可以在身份驗證會話期間同時進行多次掃描。在這樣的掃描中，可以組合幾種不同的生物識別測量，其具有共同的測量/因子以及不同生物識別設

備之間的相互作用。系統可以包括不同的生物識別傳感器和配備有多模式生物識別掃描的指紋傳感器/設備。

【0439】 交互式生物識別系統可以使用指紋設備和另一個單獨的生物識別設備測量共同因素，例如脈衝，每個生物識別設備在其主要驗證過程中測量相同的公共因子，同時它們各自測量兩個其他因素，例如指紋和面部。

【0440】 所公開的技術使得能夠確認來自同一電話、計算機或其他設備上的另一生物識別掃描設備的指尖或其他附肢的活性。檢測活性參數的示例包括使用類似的反射血氧計原理掃描來自面部的微小顏色變化的脈衝，來自血液經心臟脈衝的移動，來自電話的相機以及來自我們的指紋設備的脈衝。當手機的相機確認用戶的面部識別並且指紋掃描儀正在確認用戶的指紋時，可以發生這兩種脈衝掃描。這可以創建由其自身共享和確認的測量的公分母，並且相機驗證面部或虹膜。

【0441】 如果相機和我們的指紋掃描儀都在測量脈衝，那麼如果用戶站起來，脈衝將增加，這將由相機和指紋掃描儀測量，所以這樣的交互動作將由兩個不同的生物傳感器在電話上測量。此外，具有3D運動傳感器的相機設備可以檢測到用戶站立時的這種運動變化，同時照相機也讀取脈衝的變化。

【0442】 為了確認指紋掃描儀的心跳與相機的面部識別掃描儀的測量相似，可以比較心率或節拍之間的時間以

確定它們是相同的，即使由於與心臟的距離不同，在不同時間出現在手指和在臉上的節拍不同。

【0443】 將兩個或多個不同的生物識別掃描設備與多個變量或測量值（例如，通過不同傳感器模態測量的心率）組合在一起，同時兩個多模式生物識別掃描設備驗證用戶是具有識別的面部和指紋的同一個人，詐騙者更難以欺騙兩個傳感器，因為假臉必須註冊與假指紋相同的脈衝。

【0444】 可以包括其他傳感器模態，例如通過相機測量呼吸率，這可以類似於使用光學系統550進行反射血氧測定。例如，可以使用圖像處理和模式識別技術來分析由光學系統捕獲的體積描記圖，以確定呼吸率的變化。

【0445】 在一些實施例中，可以在一個集成的超聲/反射脈衝血氧計設備上執行多因素認證，並且可以由更大的設備（諸如智能電話）提示一些多因素認證。例如，智能手機可以振動作為提示。

【0446】 諸如移動電話之類的設備可以在認證中涉及活性讀取的階段和/或在實現交互式認證會話的階段編程。用戶可以希望他們的移動電話可靠且快速地打開，因此基本的超聲波指紋掃描可以解鎖手機。這種測量可以減少錯誤拒絕的可能性。用戶可以在手機的設置或手機上安裝的應用程序中進行配置，以便身份驗證還可以包含其他生物識別讀數（例如，脈衝，溫度和/或SPO2讀數），以便訪問某些文件和/或用戶可以使用來自電話計算單元或專用集成電路的隨機提示來添加交互式認證。用戶或想

要對用戶進行身份驗證的第三方可以對電話進行編程，以確定設備何時將採用交互式身份驗證來為外部連接添加安全訪問和身份保護，例如遠程登錄辦公室或雲端或用於購物或銀行網站。因此，生物認證系統可以在具有不同認證級別的不同模式下操作。這樣的系統可以是可配置的，使得訪問設備的某些文件和/或某些功能可以涉及更高級別的認證，例如本文討論的交互式生物識別傳感的任何合適的特徵。

【0447】為了根據這裡討論的原理和優點實現交互式認證，移動電話或計算機上的應用程序可以接受來自第三方的輸入以啟動提示用戶的致動器。因此，第三方可以指導隨機和/或不可預測的交互式生物識別提示和/或生物識別測量。

【0448】交互式生物識別傳感系統可包括：傳感器，被配置為生成與對象相關聯的生物識別圖像；提示設備，被配置為提示與對象相關聯的動作；以及處理器，被配置為基於生物識別圖像和響應提示檢測到的生物特徵來認證對象。例如，傳感器可以是指紋傳感器。提示設備可以提示用戶採取行動，例如通過提供文本和/或音頻來提示用戶採取應該導致檢測生物特徵響應的動作（例如，站起來，跳躍等）。然後，可以檢測生物特徵響應，並且處理器可以使用生物識別圖像和檢測到的響應來認證所使用的生物特徵響應。

【0449】 所公開的技術的一個方面是聲學指紋傳感裝置。該裝置包括超聲換能器陣列，其配置為發射具有從50兆赫（MHz）到500 MHz範圍內的頻率的超聲信號。超聲換能器包括壓電薄膜。該裝置還包括第一金屬電極。該裝置還包括可與第一金屬電極正交的第二金屬電極。第一金屬電極和第二金屬電極能夠尋址陣列的超聲換能器。該裝置還包括被配置為接收手指的表面。該裝置還包括處理器，該處理器被配置為基於來自手指的超聲信號的反射來產生手指與表面接觸的指紋的至少一部分的圖像。該裝置還包括致動器，該致動器被配置為改變與表面接觸的手指的溫度和/或壓力。

【0450】 在一個實施例中，致動器包括超聲換能器。

【0451】 在一個實施例中，致動器在聚焦在接收表面的可配置區域上的一系列脈衝中改變壓力。在一個實施例中，致動器將熱量聚焦在接收表面的可配置區域上，以使該區域的溫度增加至少0.1℃。

【0452】 在一個實施例中，超聲信號的頻率在125 MHz到250 MHz範圍內。在一個實施例中，超聲信號的頻率在50 MHz到100 MHz範圍內。在一個實施例中，壓電薄膜具有從3微米（ μm ）到75 μm 的範圍內的厚度。在一個實施例中，壓電薄膜具有從10微米（ μm ）到20 μm 的範圍內的厚度。

【0453】 在一個實施例中，該裝置還包括接收器電路，其被配置為響應於反射來處理由超聲波換能器陣列產生的電子接收信號，以向處理器提供處理後的信號。

【0454】 在一個實施例中，圖像的分辨率為每英寸至少500個像素。

【0455】 在一個實施例中，第一金屬電極與包括表面的板物理接觸。

【0456】 在一個實施例中，壓電薄膜包括氧化鋅、氮化鋁或鈦酸鉛鋅中的至少一種。在一個實施例中，該表面是包括玻璃和匹配層的板的表面，並且匹配層具有對應於匹配層材料中的超聲信號的波長的四分之一的厚度。

【0457】 在一個實施例中，處理器被配置為基於手指與接收表面接觸的區域來估計手指接觸接收表面的力。在一個實施例中，處理器被配置為基於與反射相關聯的聲速來檢測手指的溫度。在一個實施例中，處理器被配置成基於反射來檢測與手指的活性相關聯的參數，並且提供基於活性參數的手指是否是活的人類的一部分的指示。

【0458】 另一個方面是認證指紋的方法。該方法包括：使用第一金屬電極和第二金屬電極，對超聲換能器陣列的超聲換能器進行尋址，第二金屬電極與第一金屬電極正交。該方法還包括通過超聲換能器陣列朝向接收表面發送從50兆赫（MHz）到500 MHz的頻率範圍內的第一超聲信號。該方法還包括使用一個或多個超聲換能器接收第一超聲信號的反射。該方法還包括基於第一超聲信號的反

射，在接收表面上產生手指的至少一部分的第一圖像。該方法還包括通過致動器改變手指的溫度和 / 或與接收表面接觸的壓力。該方法還包括通過超聲換能器陣列發送具有在 50 兆赫 (MHz) 至 500 MHz 範圍內的頻率的第二超聲信號。該方法還包括基於第二超聲信號的反射產生手指的指紋的至少第二部分的第二圖像。該方法還包括響應於第一圖像和第二圖像的比較來驗證指紋，該比較對應於與接收表面接觸的溫度和 / 或手指上的壓力的變化。

【0459】 在一個實施例中，該方法還包括通過致動器改變聚焦在接收表面的可配置區域上的一系列脈衝中的壓力。在實施例中，該方法還包括由致動器加熱接收表面的可配置區域，以提高該區域的溫度。在某些情況下，溫度可以提高至少 0.1 °C。

【0460】 在一個實施例中，該方法還包括響應於第一超聲信號的反射來處理由超聲換能器陣列產生的電子接收信號。

【0461】 在一個實施例中，第一金屬電極與包括接收表面的板物理接觸。

【0462】 在一個實施例中，該方法還包括基於手指與接收表面接觸的面積來估計手指接觸接收表面的力。在一個實施例中，該方法還包括基於與反射相關聯的聲速檢測手指的溫度。在一個實施例中，該方法還包括基於反射檢測與手指的活性相關聯的參數。在一個實施例中，該方法還

包括基於活性參數提供手指是否是活的人類的一部分的指示。

【0463】 另一個方面是用於指紋識別的生物識別傳感和致動裝置。該裝置包括超聲換能器陣列，其配置為發射具有從50兆赫（MHz）到500 MHz範圍內的頻率的超聲信號。該裝置還包括第一金屬電極。該裝置還包括可與第一金屬電極正交的第二金屬電極。第一金屬電極和第二金屬電極能夠尋址陣列的超聲換能器。該裝置還包括被配置為接收手指的表面。該裝置還包括處理器，該處理器被配置為基於來自手指的超聲信號的反射產生手指的指紋的至少一部分的圖像。該裝置還包括致動器，該致動器改變手指的溫度和/或與接收表面接觸的壓力。在一個實施例中，致動器包括超聲換能器。在一個實施例中，致動器在聚焦在接收表面區域上的一系列脈衝中改變壓力。在一個實施例中，致動器將熱量聚焦在接收表面的區域上。這可以使該區域的溫度增加一個可檢測的量，例如至少0.1℃。

【0464】 另一個方面是使用生物識別傳感和致動裝置來驗證指紋的方法。該方法包括使用第一金屬電極和第二金屬電極、與第一金屬電極正交的第二金屬電極來尋址超聲換能器陣列的超聲換能器。該方法還包括通過超聲換能器陣列發送具有在50兆赫（MHz）至500 MHz範圍內的頻率的超聲信號。該方法還包括基於第一超聲信號的反射產生第一手指的第一指紋的至少一部分的第一圖

像。該方法還包括加熱接收表面的區域以使區域的溫度增加至少 0.1°C 。該方法還包括通過超聲換能器陣列發射具有 50 兆赫 (MHz) 至 500 MHz 範圍內的頻率的第二超聲信號。該方法還包括基於第二超聲信號的反射來檢測溫度的升高。該方法還包括基於第一圖像和檢測到的溫度升高驗證第一指紋。

【0465】 另一個方面是使用生物識別傳感和致動裝置來驗證指紋的方法。該方法包括使用第一金屬電極和第二金屬電極、與第一金屬電極正交的第二金屬電極來尋址超聲換能器陣列的超聲換能器。該方法還包括通過超聲換能器陣列發送具有在 50 兆赫 (MHz) 至 500 MHz 範圍內的頻率的第二超聲信號。該方法還包括基於第一超聲信號的反射產生第一手指的第一指紋的至少一部分的第一圖像。該方法還包括改變與接收表面接觸的手指上的接收區域的區域，其壓力為 $x\text{ x N/m}^2$ (或 $y\text{ y psi}$)。該方法還包括通過超聲換能器陣列發送具有在 50 兆赫 (MHz) 至 500 MHz 範圍內的頻率的第二超聲信號。該方法還包括基於第二超聲信號的反射產生第二手指的第二指紋的至少第二部分的第二圖像。該方法還包括響應於第一圖像和第二圖像的比較來驗證第一指紋，該比較與接收表面區域的壓力變化相對應。可識別的壓力變化可以由換能器中的機械噪聲地板、換能器靈敏度、電子設備的噪聲系數或它們的任何組合來設定。

【0466】 另一個方面是使用光學和超聲波信號進行指紋識別的生物識別傳感裝置。該裝置包括被配置為發射光的光源。例如，光可以具有從400納米到1000納米的範圍內的頻率。該裝置包括超聲換能器陣列，其配置為發射具有從50兆赫（MHz）到500 MHz的範圍內的頻率的超聲信號。該裝置還包括第一金屬電極。該裝置還包括可與第一金屬電極正交的第二金屬電極。第一金屬電極和第二金屬電極能夠尋址陣列的超聲換能器。該裝置還包括被配置為接收手指的表面。該設備還包括處理器，該處理器被配置為基於來自手指的光和/或超聲圖像的反射來對手指進行認證。

【0467】 在一個實施例中，光源通過超聲換能器、第一金屬電極和第二金屬電極傳輸光，其中超聲換能器至少部分透明，其中第一金屬電極至少部分透明，並且其中第二金屬電極至少部分透明。在該實施例中，超聲換能器陣列位於光學發射器和接收表面之間，並且超聲換能器、第一金屬電極和第二金屬電極至少部分地透射光。

【0468】 在一個實施例中，超聲換能器通過光源發送超聲信號。在本實施例中，超聲信號通過光源。該實施例可以包括在平面上的正方形的光源陣列，每個正方形由平面內的第一金屬電極和第二金屬電極的凸起限定。

【0469】 在一個實施例中，光源鄰接超聲換能器。在本實施例中，光源和超聲換能器並排，但彼此接近。

應用與結論

【0470】 上面描述的一些實施例提供了與基於超聲的指紋傳感器相關的示例。然而，實施例的原理和優點可以用於任何其他合適的設備、系統、設備和/或方法，這些原則和優點可以從這些原理和優點中受益。雖然在上下文中用指紋描述，本文中描述的一個或多個特徵也可用於檢測人或動物的任何其他合適的部分。

【0471】 這裡描述的各種特徵和過程可以彼此獨立地實現，或者可以以各種方式組合。所有可能的組合和子組合旨在落入本公開的範圍內。另外，在一些實現中可以省略某些方法或過程框。本文公開的方法和過程也不限於任何特定序列，並且與其相關的框或狀態可以以適當的任何其他序列來執行。例如，所描述的框或狀態可以以不同於具體公開的順序執行，或者多個框或狀態可以在單個塊或狀態中組合。示例性框或狀態可以適當地以串行，並行或以某種其他方式執行。可以在適當的情況下將框或狀態添加到所公開的示例實施例或從所公開這裡描述的示例系統和組件可以與所描述的不同地配置。例如，與所公開的示例實施例相比，可以添加、移除或重新布置元件。各種實施例可以應用不同的技術來制造不同類型的電子設備。

【0472】 本公開的各方面可以在各種設備中實現。例如，這裡討論的聲學生物識別傳感裝置可以在諸如智能電話、平板電腦、方向盤、槍、門、門把手、牆壁、電梯或任何其他移動電話中實現，它們可以受益於本文討論的任何原理和優點。

【0473】雖然已經描述了某些實施例，但是這些實施例僅作為示例呈現，並且不旨在限制本公開的範圍。實際上，這裡描述的新穎設備、系統、裝置、方法和系統可以以各種其他形式體現；此外，在不脫離本公開的精神的情況下，可以對這裡描述的方法和系統的形式進行各種省略，替換和改變。例如，雖然以給定布置呈現框，但是替代實施例可以執行具有不同組件和/或電路拓撲的類似功能，並且可以刪除、移動、添加、細分、組合和/或修改一些框。這些框中的每一個可以以各種不同的方式實現。可以組合上述各種實施例的元件和動作的任何合適組合以提供進一步的實施例。

【符號說明】

【0474】

100 聲學指紋掃描裝置

105 手指

107 靜脈

110 脊

115 谷

120 介質

125 表面 - 手指接口 / 接收表面

130 超聲換能器

135 超聲波

140 聲波

150 反射

- 1 5 5 反 射
- 2 0 0 裝 置
- 2 1 0 壓 電 薄 膜
- 2 2 0 玻 璃 板
- 2 3 0 X 方 向 的 光 柵
- 2 4 0 Y 方 向 的 光 柵
- 2 5 0 焦 線
- 2 6 0 焦 線
- 2 7 0 測 量 點
- 3 0 0 行 列 尋 址 陣 列
- 3 1 0 水 平 陣 列
- 3 2 0 垂 直 陣 列
- 4 0 0 超 聲 換 能 器 陣 列
- 4 1 0 玻 璃 基 板
- 4 2 0 壓 電 薄 膜
- 4 3 0 底 部 電 極
- 4 3 0 ' 透 明 電 極
- 4 4 0 頂 部 電 極
- 4 4 0 ' 透 明 電 極
- 4 5 0 換 能 器 元 件
- 4 6 0 V 形 蝕 刻
- 5 5 0 光 學 系 統
- 5 5 0 a 光 學 系 統
- 5 5 0 b 光 學 系 統

- 5 6 0 光源
- 5 7 0 光學傳感器
- 5 8 0 支持電子裝置
- 5 8 1 光源驅動器
- 5 8 2 光源電流控制單元
- 5 8 3 控制電路
- 5 8 4 跨阻抗放大器
- 5 8 5 第二級放大器
- 5 8 6 抗混疊濾波器
- 5 8 7 模數轉換器
- 5 9 0 光學傳感器
- 5 9 5 外部光學系統
- 6 0 0 中間步驟
- 7 0 0 中間步驟
- 7 1 0 點聚焦超聲加熱器
- 7 2 0 線聚焦超聲加熱器
- 7 3 0 電阻加熱器
- 1 0 0 0 聲學生物識別觸摸掃描儀
- 1 0 0 5 發射開關網絡
- 1 0 1 0 電壓脈衝發生器
- 1 0 1 5 發射波束成形電路
- 1 0 2 0 發射控制電路
- 1 0 2 5 接收開關網絡
- 1 0 3 0 低噪聲放大器

1 0 3 5 模 擬 濾 波 器

1 0 4 0 時 間 增 益 補 償 電 路

1 0 4 5 模 數 轉 換 器

1 0 5 0 接 收 波 束 成 形 電 路

1 0 5 5 包 絡 檢 測 電 路

1 0 6 0 接 收 控 制 電 路

1 0 6 5 處 理 器

1 0 7 0 存 儲 器

1 1 0 0 單 通 道 行 列 尋 址 陣 列

1 1 0 5 陣 列

1 1 1 0 行

1 1 1 5 行

1 1 2 0 列

1 1 2 5 列

1 1 3 0 活 動 行

1 1 3 5 活 動 行

1 1 4 0 活 動 列

1 1 4 5 活 動 列

1 1 5 0 交 叉 點

1 1 5 5 交 叉 點

1 1 6 0 切 換 網 絡

1 1 6 5 交 換 網 絡

1 1 7 0 切 換 網 絡

1 1 7 5 切 換 網 絡

1 1 8 0 換 能 器 元 件

1 1 8 5 換 能 器 元 件

1 1 9 0 觸 點

1 1 9 5 觸 點

1 3 0 0 峰 值 檢 測 電 路

1 4 1 0 圖

1 4 2 0 方 框 圖

1 4 3 0 圖

1 4 4 0 圖

1 4 5 0 圖

1 5 0 0 功 能 框 圖

1 7 0 0 力

1 8 0 0 高 溫

1 8 1 0 低 溫

1 9 1 0 圖 形

1 9 2 0 圖 形

1 9 3 0 圖 形

1 9 4 0 圖 形

1 9 5 0 圖 形

1 9 6 0 圖 形

1 9 7 0 圖 形

2 0 0 0 方 法

2 0 1 0 框

2 0 2 0 框

2 1 0 0 方 法

2 1 1 0 框

2 1 2 0 框

2 1 3 0 框

2 2 0 0 方 法

2 2 1 0 框

2 2 2 0 框

2 2 3 0 框

2 2 4 0 框

2 3 0 0 方 法

2 3 1 0 框

2 3 2 0 框

2 3 3 0 框

2 4 0 0 方 法

2 4 1 0 框

2 4 2 0 框

2 4 3 0 框

2 4 4 0 框

2 5 0 0 方 法

2 5 1 0 框

2 5 2 0 框

2 5 3 0 框

2 5 4 0 框

2 5 5 0 框

7 6 5 0 實 時 手 指 顯 示 器
 7 6 6 0 假 手 指 顯 示 器
 8 3 0 0 生 物 識 別 傳 感 裝 置
 8 3 0 5 接 收 手 指 的 表 面
 8 3 1 0 指 紋 傳 感 器
 8 4 0 0 生 物 識 別 傳 感 裝 置
 8 4 1 0 處 理 器
 8 5 0 0 方 法
 8 5 1 0 框
 8 5 2 0 框
 8 5 3 0 框
 8 5 4 0 框
 8 5 5 0 框
 8 6 0 0 交 互 式 生 物 識 別 傳 感 系 統
 8 6 1 0 傳 感 器
 8 6 2 0 致 動 器
 8 6 3 0 處 理 器
 8 7 0 0 交 互 式 生 物 識 別 傳 感 裝 置
 8 7 1 0 傳 感 器
 8 8 0 0 方 法
 8 8 1 0 框
 8 8 2 0 框
 8 8 3 0 框
 8 8 4 0 框

- 8 8 5 0 框
- 8 9 0 0 生物識別傳感裝置
- 8 9 1 0 透明襯底
- 9 0 0 0 生物識別傳感裝置
- 9 1 0 0 生物識別傳感裝置
- 9 2 0 0 生物識別傳感裝置
- 9 5 0 0 智能卡
- 9 5 0 2 卡體
- 9 5 0 6 超聲波
- 9 5 1 0 電路
- 9 5 1 2 觸點
- 9 5 1 4 電氣路徑
- 9 5 1 6 外部裝置
- 9 6 0 0 智能卡
- 9 6 0 2 L E D
- 9 7 0 0 移動設備
- 9 7 0 2 顯示器
- 9 7 0 4 天線
- 9 8 0 0 使用用戶設備
- 9 8 0 2 集成的指紋和光學掃描儀
- 9 8 0 4 光學掃描儀
- 9 8 1 0 確認設備
- 9 8 1 2 集成的指紋和光學掃描儀
- 9 8 1 4 光學掃描儀

【生物材料寄存】

【 0 4 7 5 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 4 7 6 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種交互式生物認證系統，包括：

傳感器，被配置為生成與對象相關聯的生物識別圖像數據，該傳感器還被配置為致動器以向該對象傳遞能量，以基於該對象對所傳遞的該能量的響應在該交互式生物認證系統和該對象之間實現交互式認證；和

處理器，其與該傳感器通信，該處理器被配置為基於該生物識別圖像數據且還基於對藉由配置為該致動器的該傳感器傳遞給該對象的該能量的該響應的指示來認證該對象，其中該響應指示該對象是否是活的。

【第2項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該傳感器包括多個超聲換能器。

【第3項】 根據請求項 2 的交互式生物認證系統，其中該等超聲換能器被配置為向該對象施加壓力，並且該響應是施加到該對象的該壓力。

【第4項】 根據請求項 2 的交互式生物認證系統，其中該超聲換能器被配置成引起該對象的溫度變化，該響應包括該溫度變化並且使用該等超聲換能器檢測該溫度變化。

【第5項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該傳感器被配置為檢測該響應並向該處理器提供該響應的該指示。

- 【第6項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該傳感器被配置為作為驅動以將該能量傳遞給該對象，其中該驅動表現出統計隨機性。
- 【第7項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該交互式生物識別認證系統被配置為檢測對傳遞給該對象的該能量的實時響應。
- 【第8項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，進一步包括被配置為接收該對象的表面，其中該傳感器被配置為當該對象定位為在該表面上時向該對象輸送能量。
- 【第9項】 根據請求項 8 的交互式生物認證系統，進一步包括設置在該傳感器和該表面之間的工程玻璃，其中該傳感器被配置成通過該工程玻璃將該能量傳遞到該對象。
- 【第10項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該響應是非自發的。
- 【第11項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該響應是自發的。
- 【第12項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，進一步包括被配置為接收該響應的用戶界面。
- 【第13項】 根據請求項 1 的交互式生物認證系統，其中該處理器被配置成在該能量被傳遞到該對象之後以

毫秒時間刻度驗證該對象。

【第14項】 一種交互式地認證人的方法，該方法包括：

通過指紋傳感器將信號發送到位於表面上的該人的手指；

基於與發送到該手指的該信號相關聯的接收信號生成該手指的至少一部分的圖像；

當該手指放在該表面上時，將能量傳遞給該手指；

檢測對傳遞給該手指的該能量的響應，其中該響應指示該人是否是活的；以及

藉由處理器基於該圖像並且還基於對傳遞到該手指的該能量的該響應來驗證該人。

【第15項】 根據請求項14的方法，其中該指紋傳感器包括多個超聲換能器，並且使用該等超聲換能器執行該傳遞能量步驟。

【第16項】 根據請求項14的方法，其中該檢測步驟包括通過用戶界面檢測該響應。

【第17項】 根據請求項14的方法，其中該方法由移動電話來執行。

【第18項】 一種具有交互式生物識別認證的移動電話，該移動電話包括：

天線，被配置為發送無線通信信號；

表面，被配置為接收手指；

傳感器，被配置為生成與該手指定位在該表面上相關聯的生物識別圖像數據，該傳感器還被配置為致動器以向位於該表面上的該手指傳遞能量；以及

處理器，與該傳感器通信，該處理器被配置為基於該生物識別圖像數據並且還基於對藉由該傳感器傳遞給該手指的該能量的響應的指示來認證該手指，其中對藉由該傳感器傳遞給該手指的該能量的該響應指示該手指是否是活的。

【第19項】 根據請求項18的移動電話，其中該傳感器包括多個超聲換能器。

【第20項】 根據請求項18的移動電話，進一步包括設置在該傳感器和該表面之間的工程玻璃。

【發明圖式】

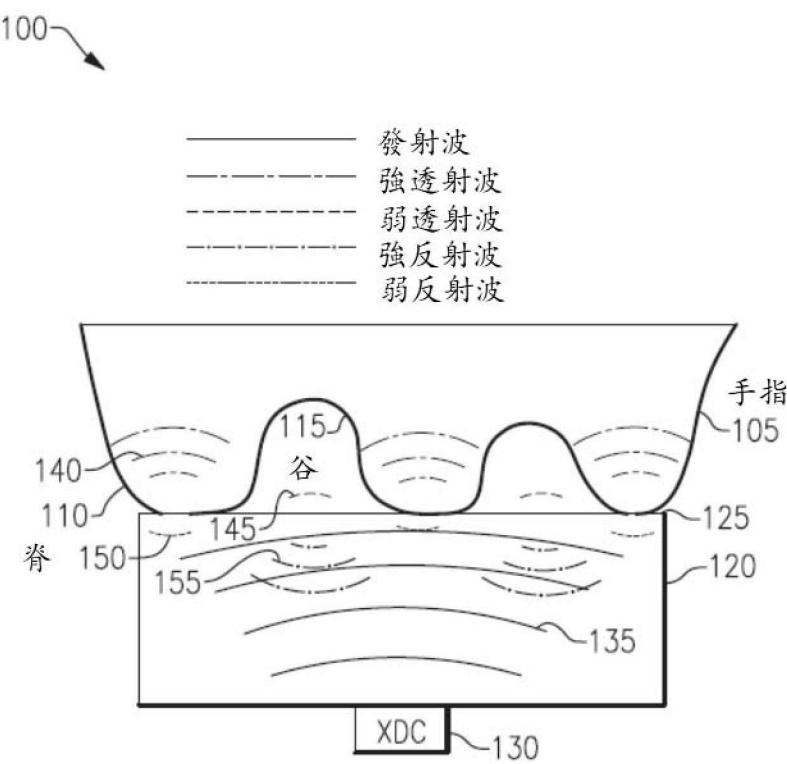


圖 1

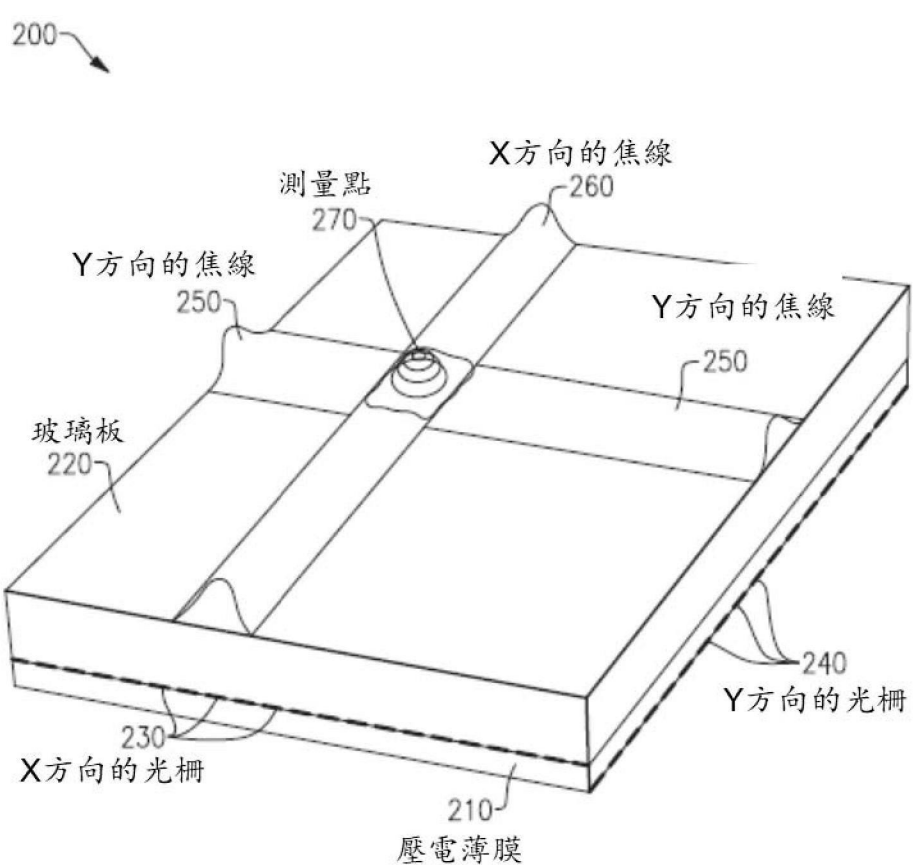


圖2

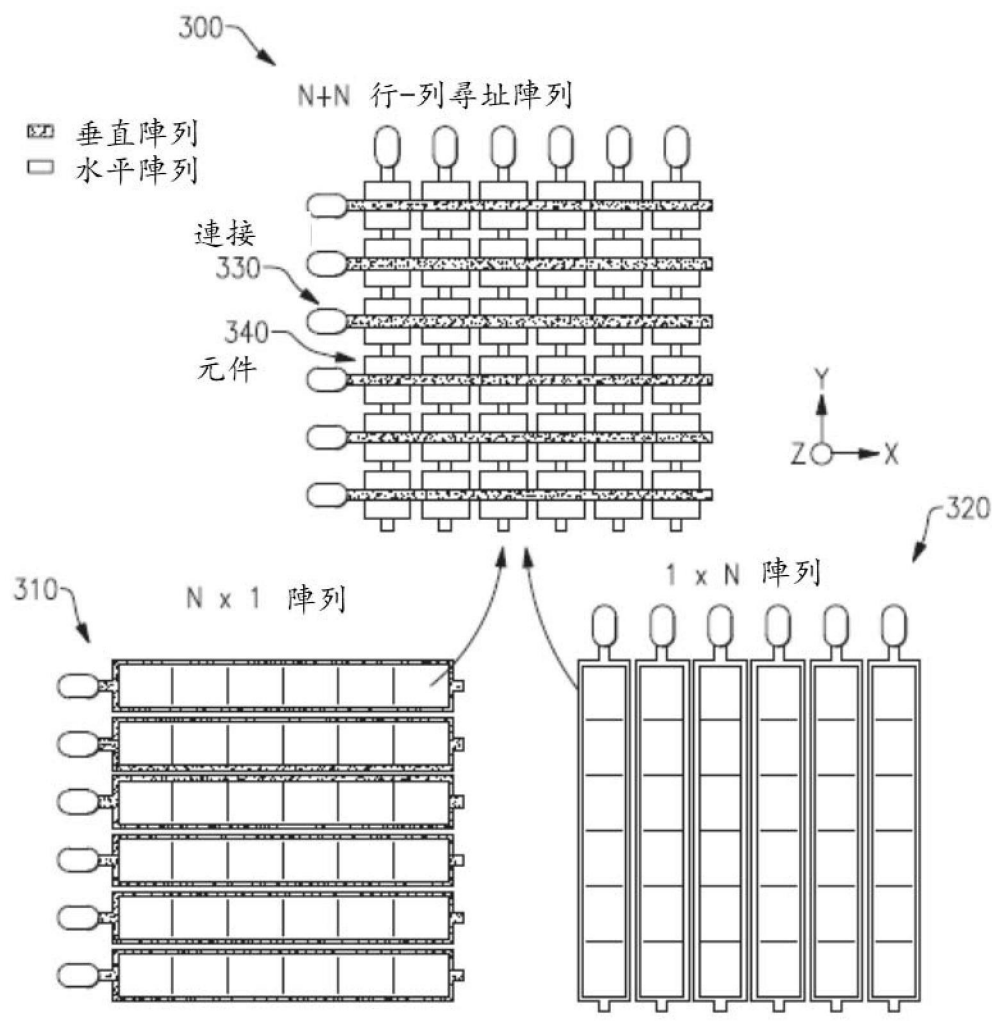


圖3

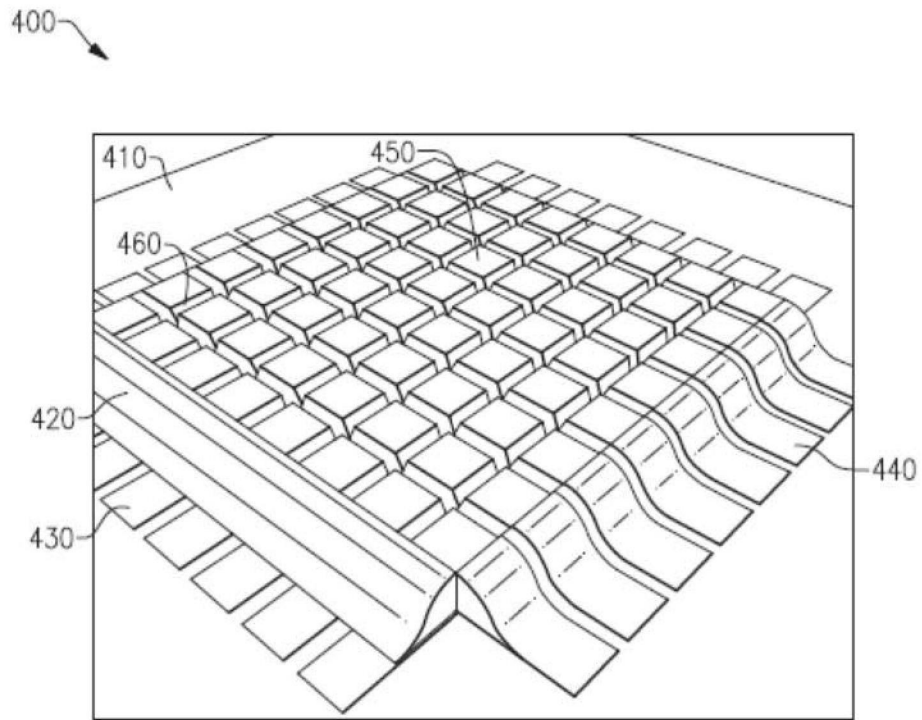


圖 4

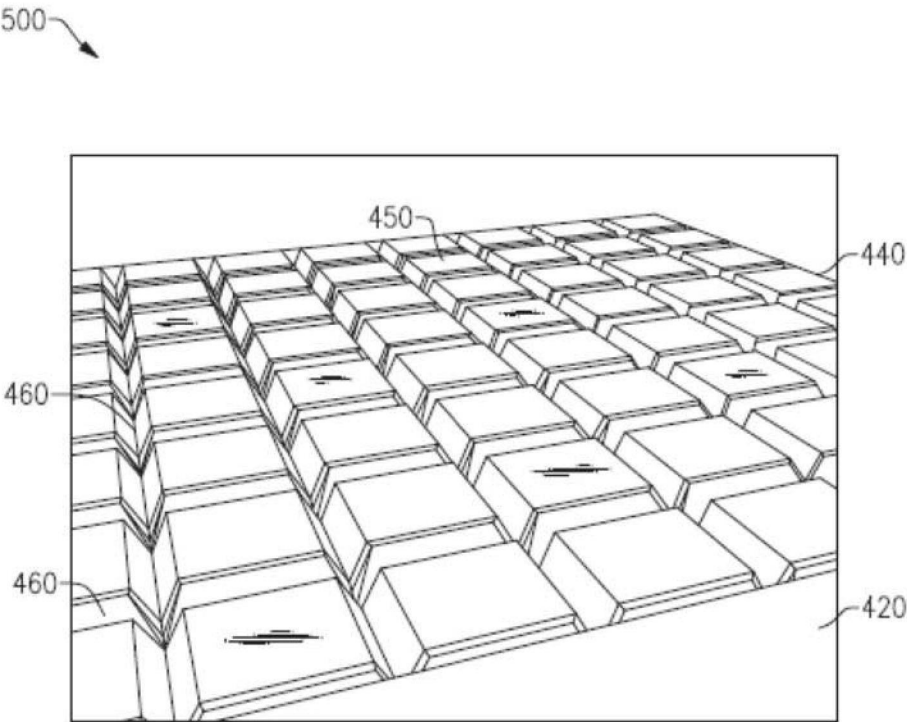


圖 5

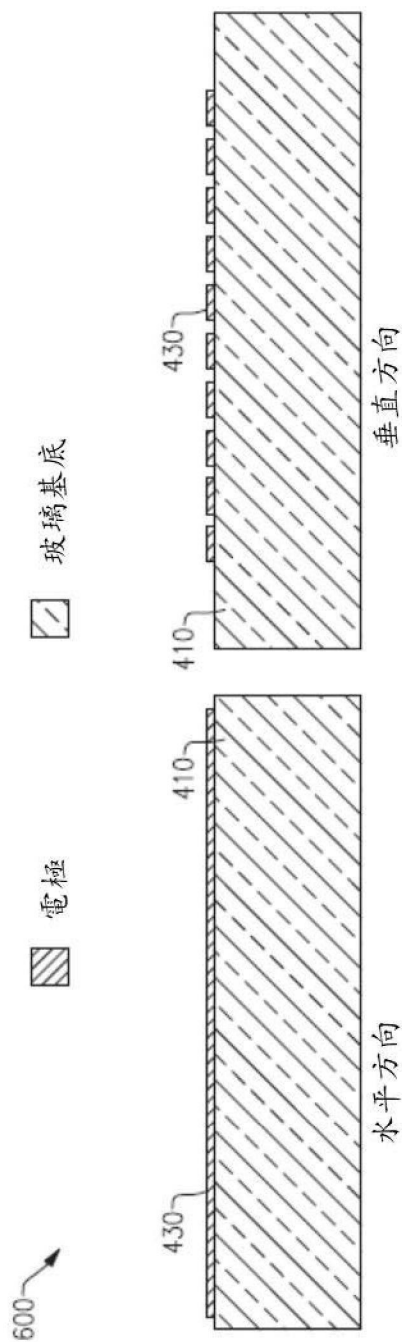
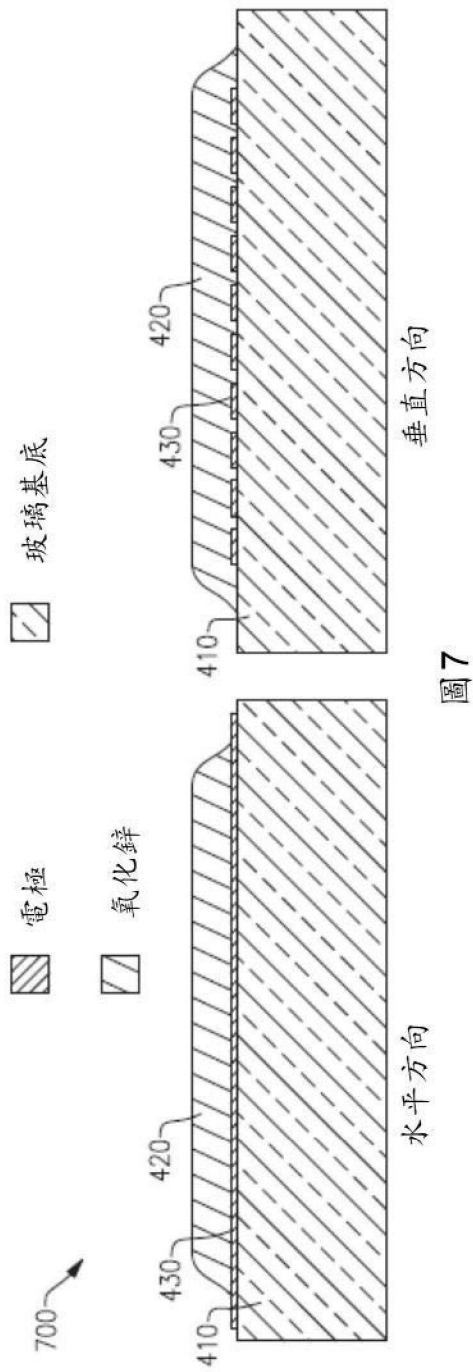
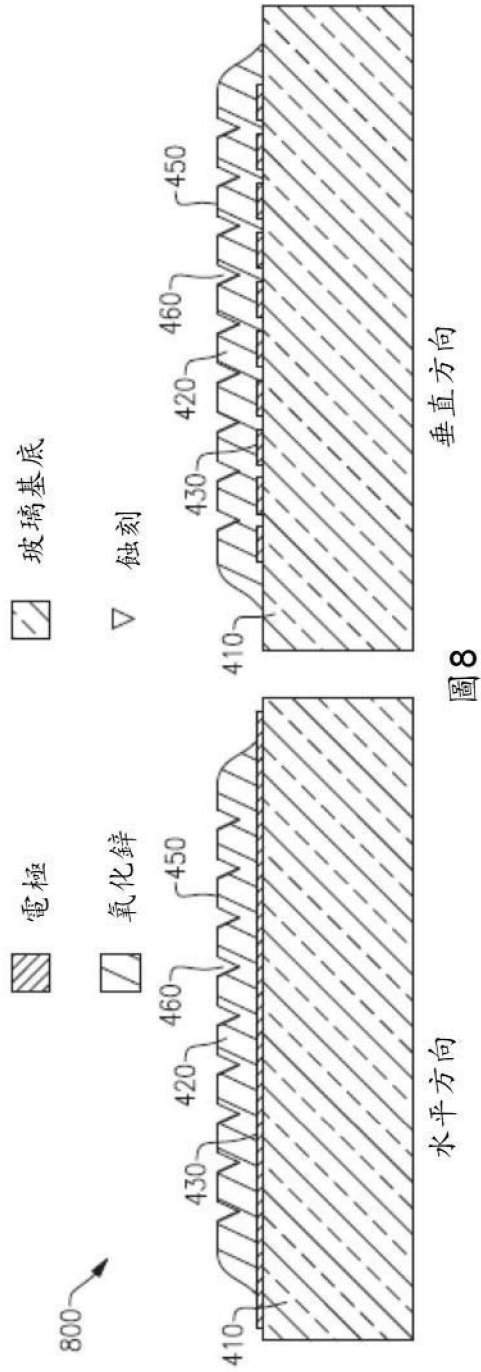


圖 6





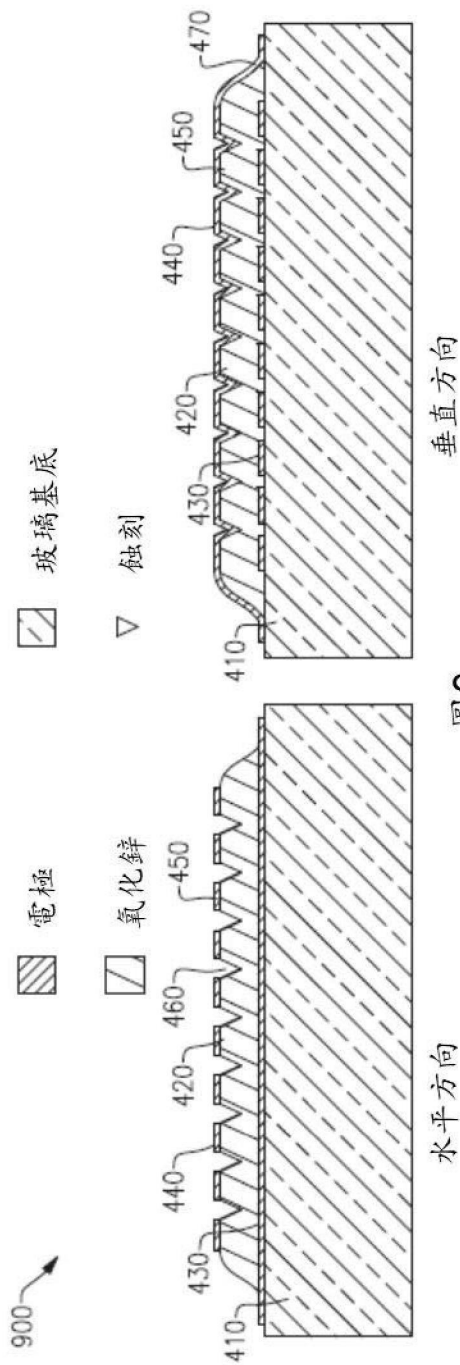
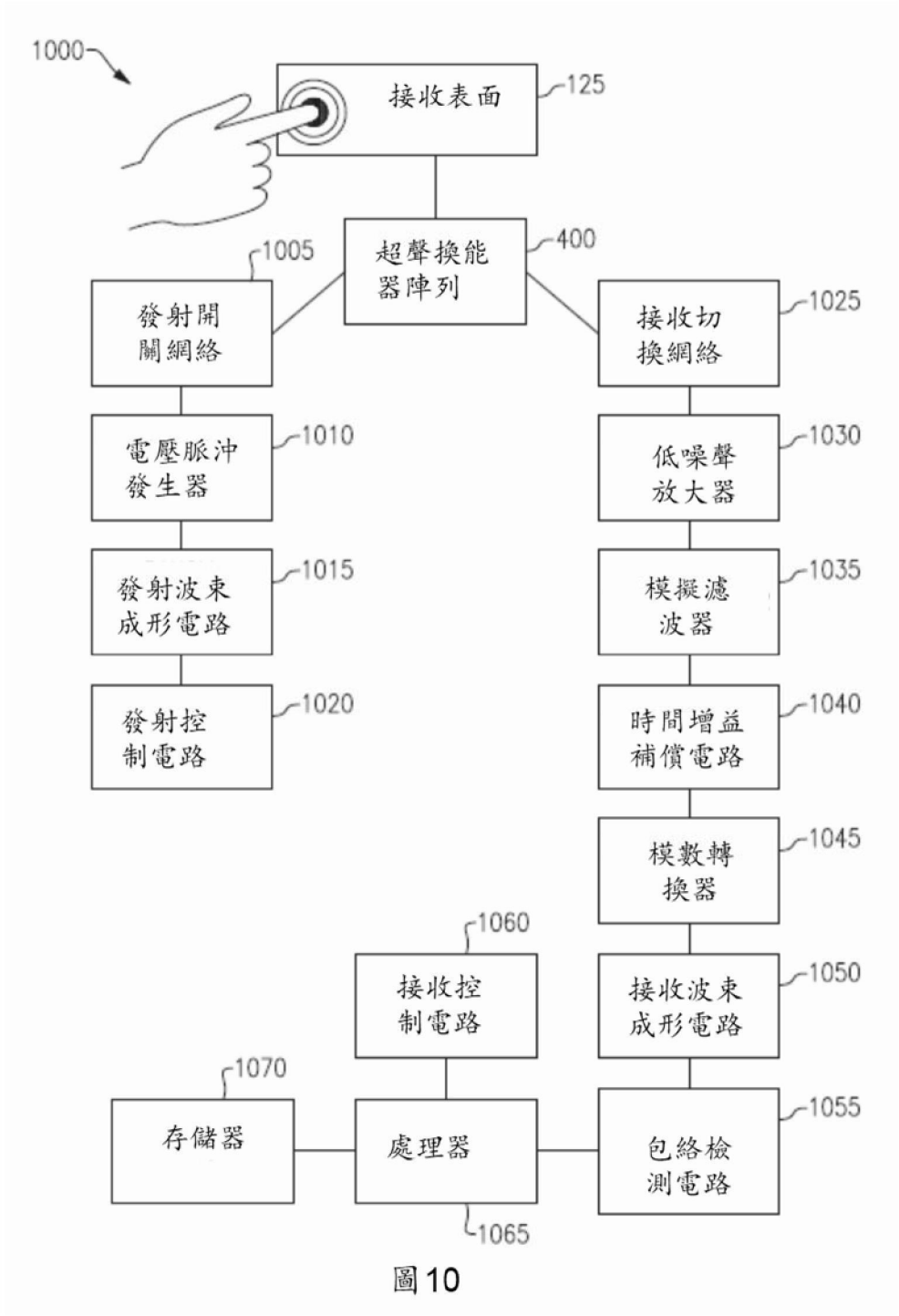


圖9



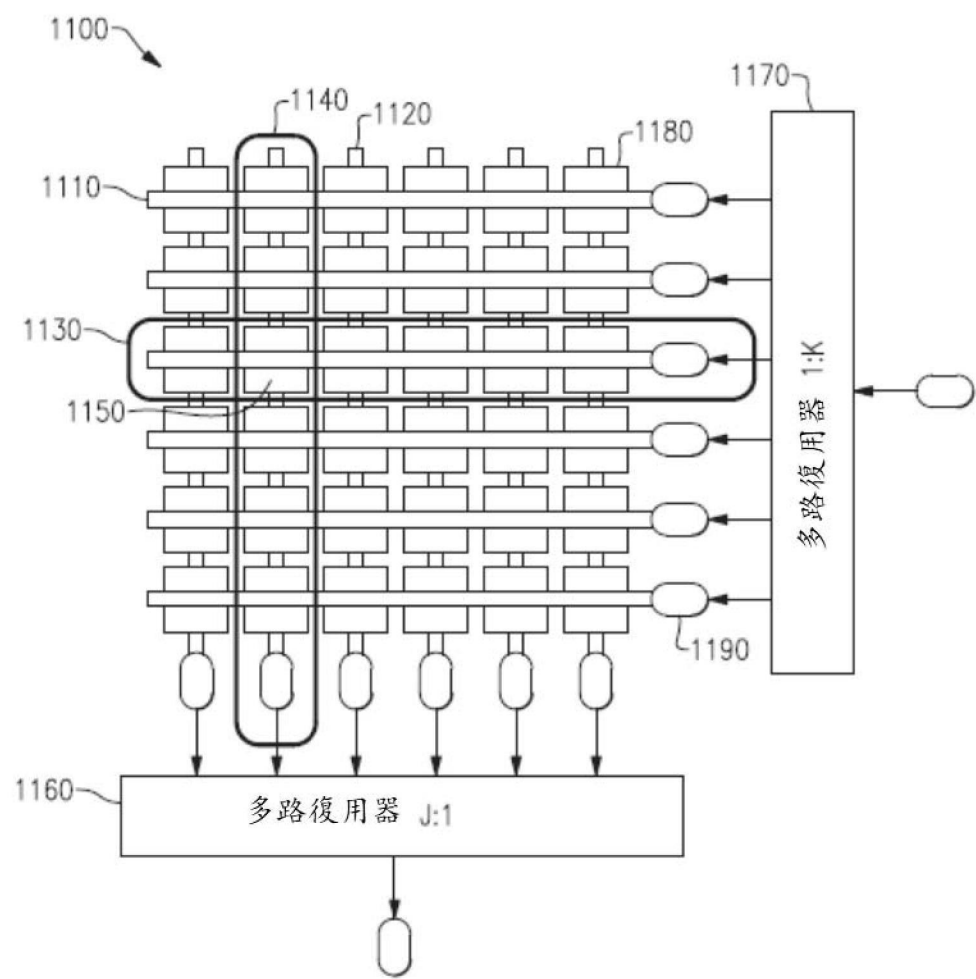


圖 11

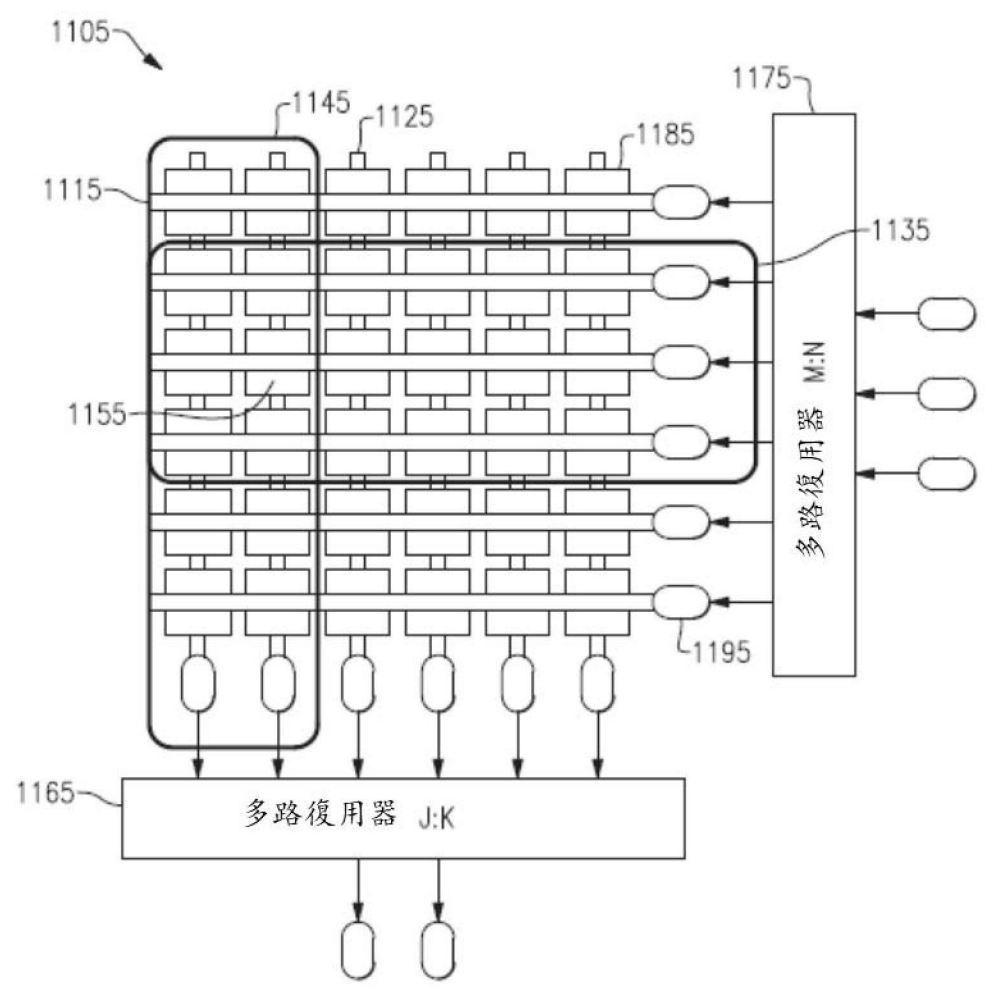


圖 12

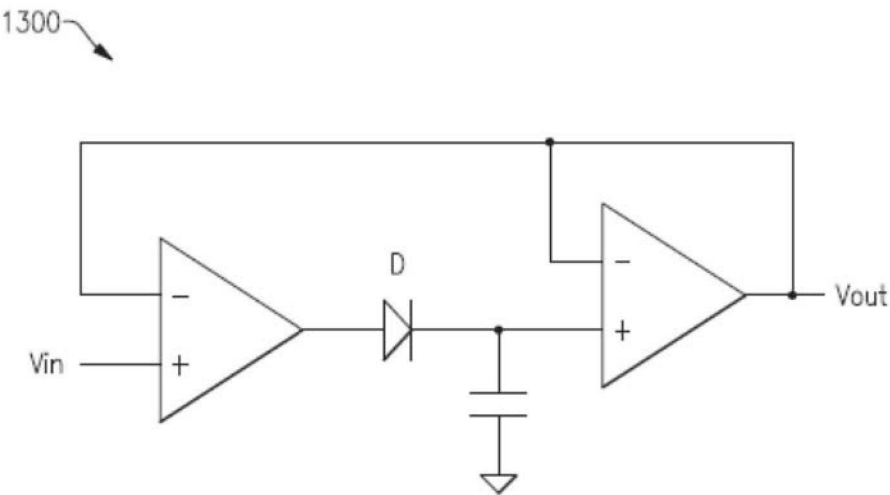


圖 13

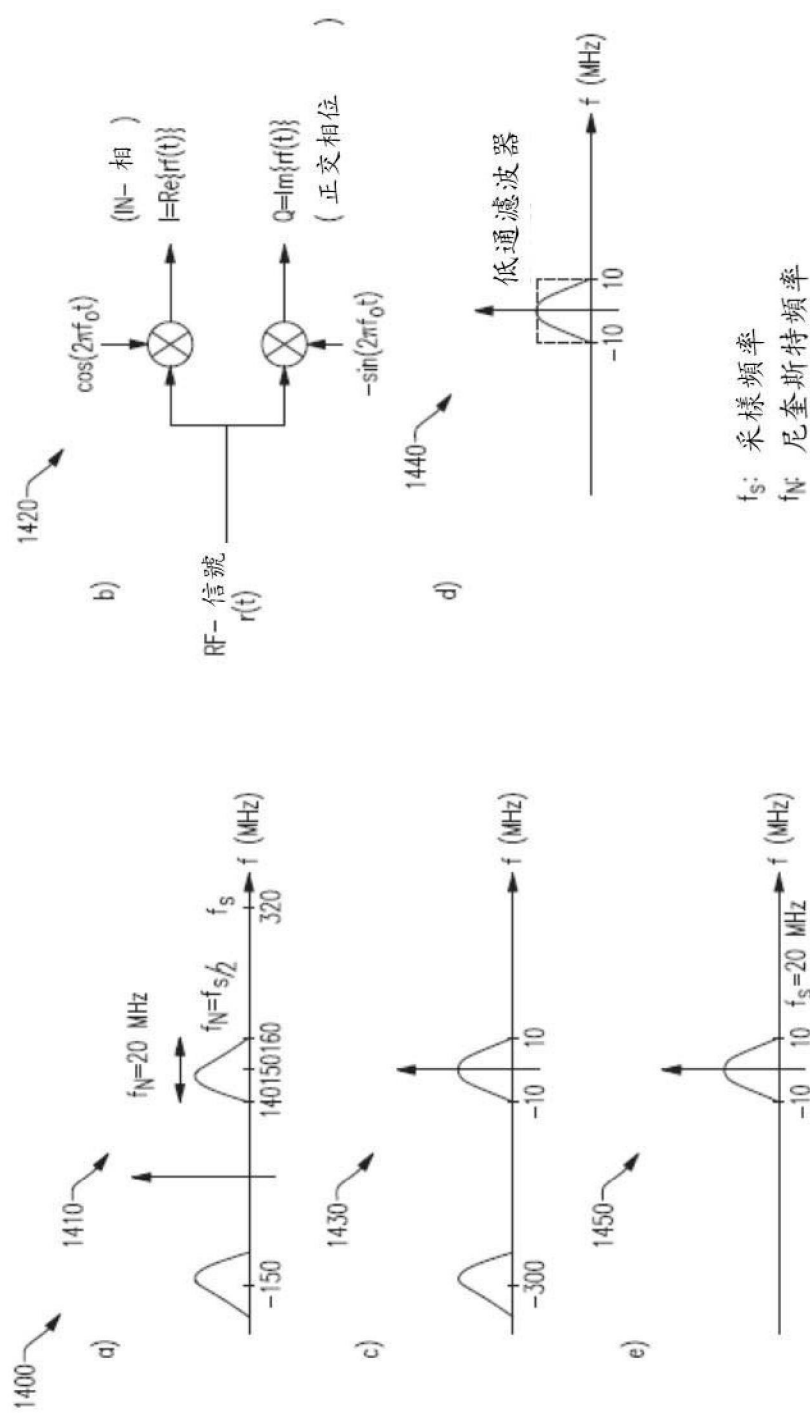


圖 14

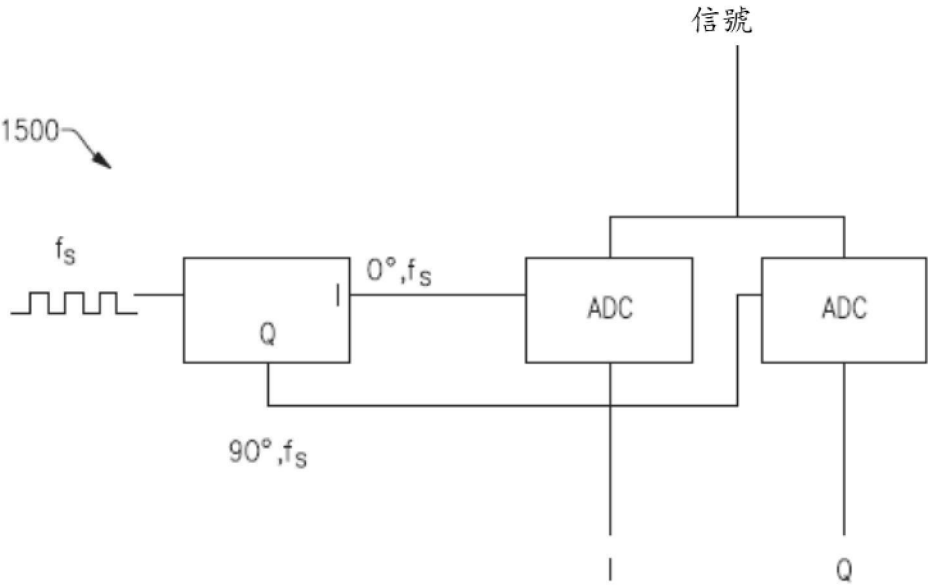
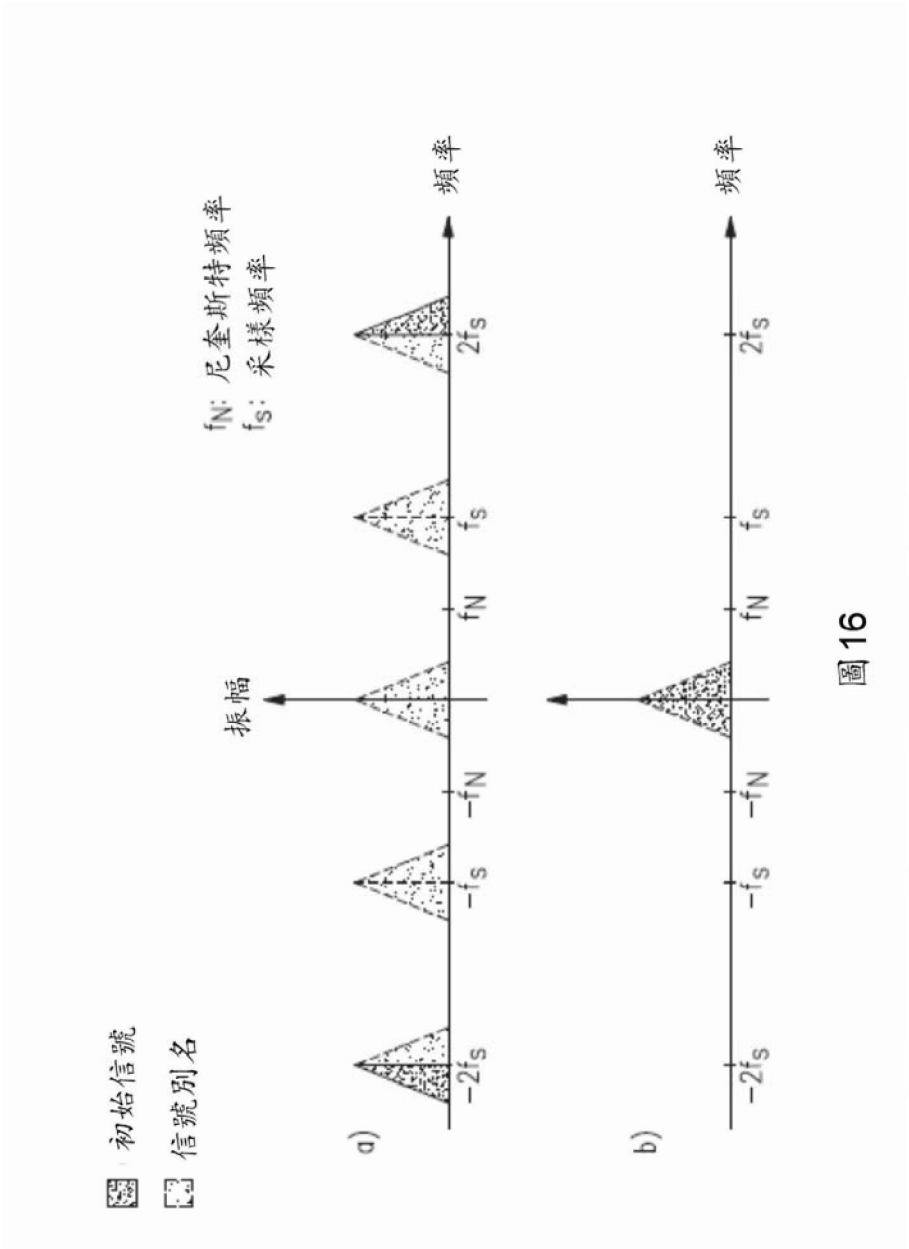


圖 15



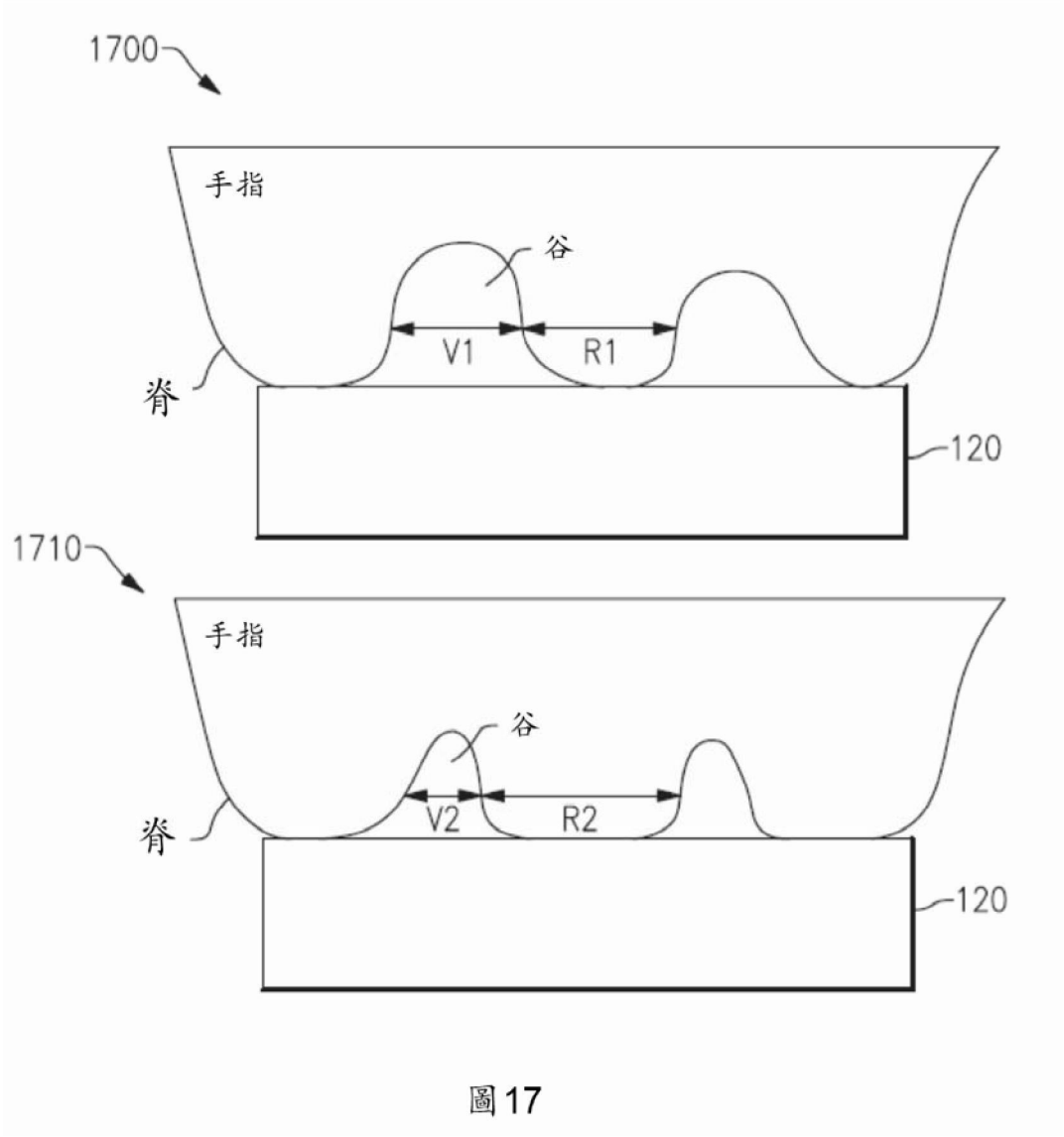
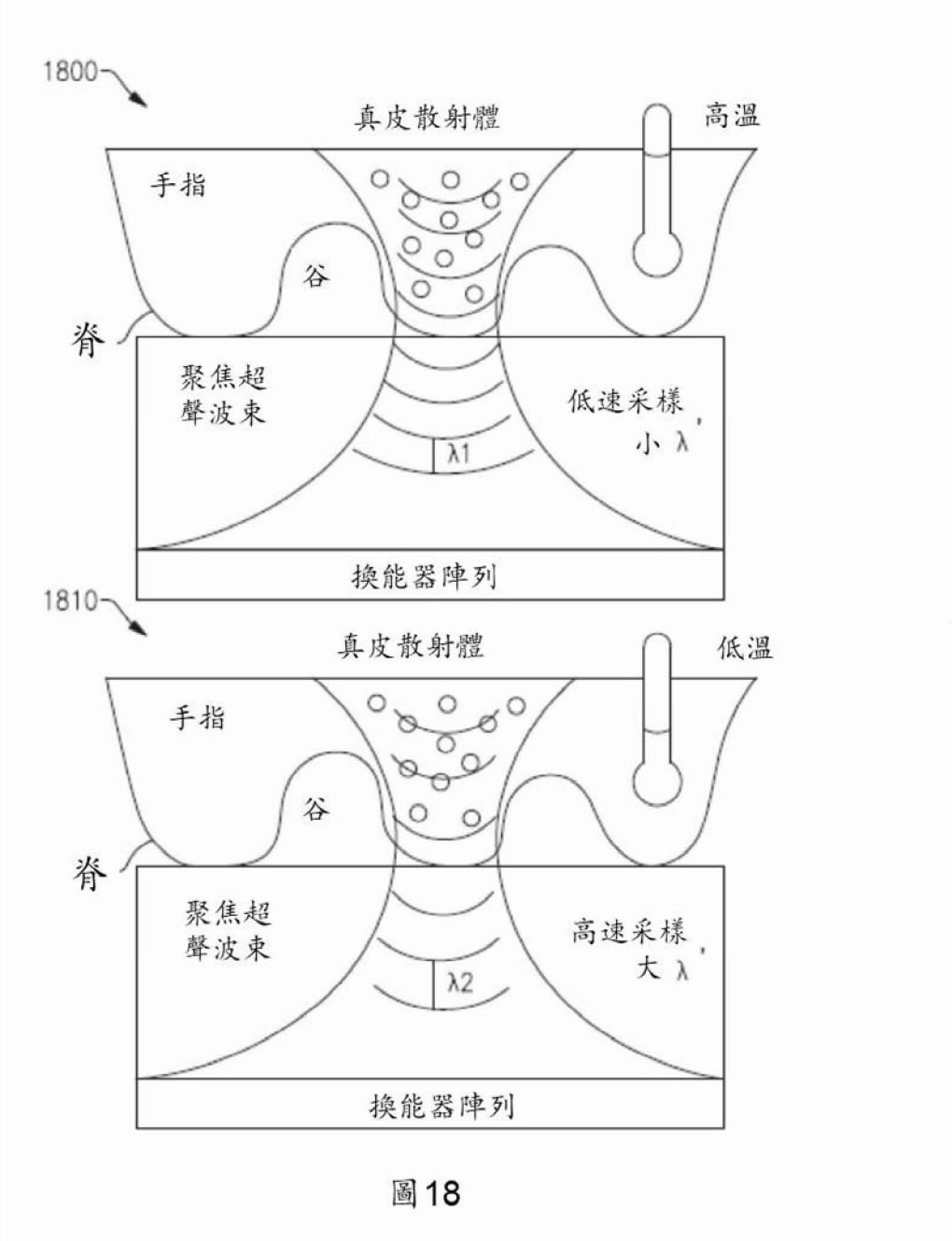


圖 17



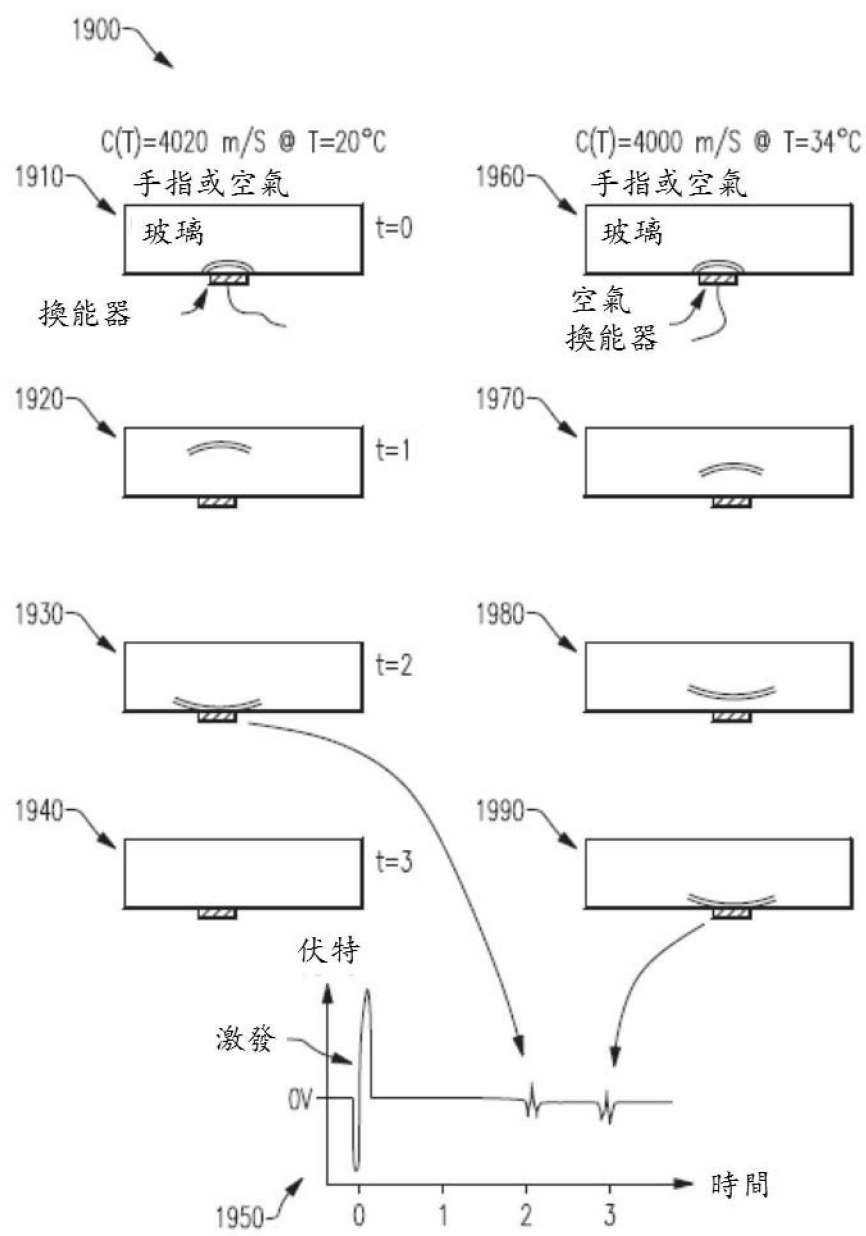


圖 19

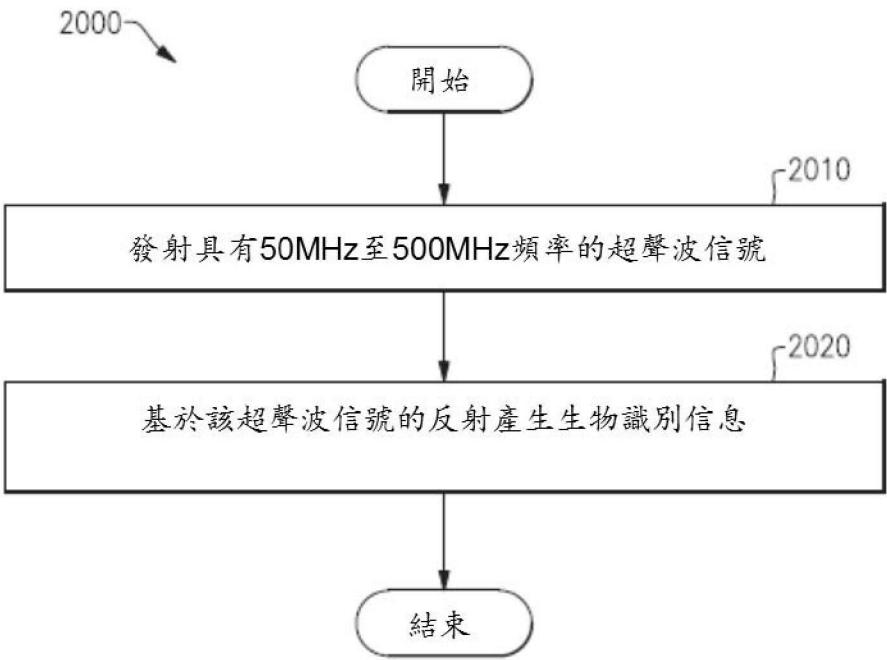


圖 20

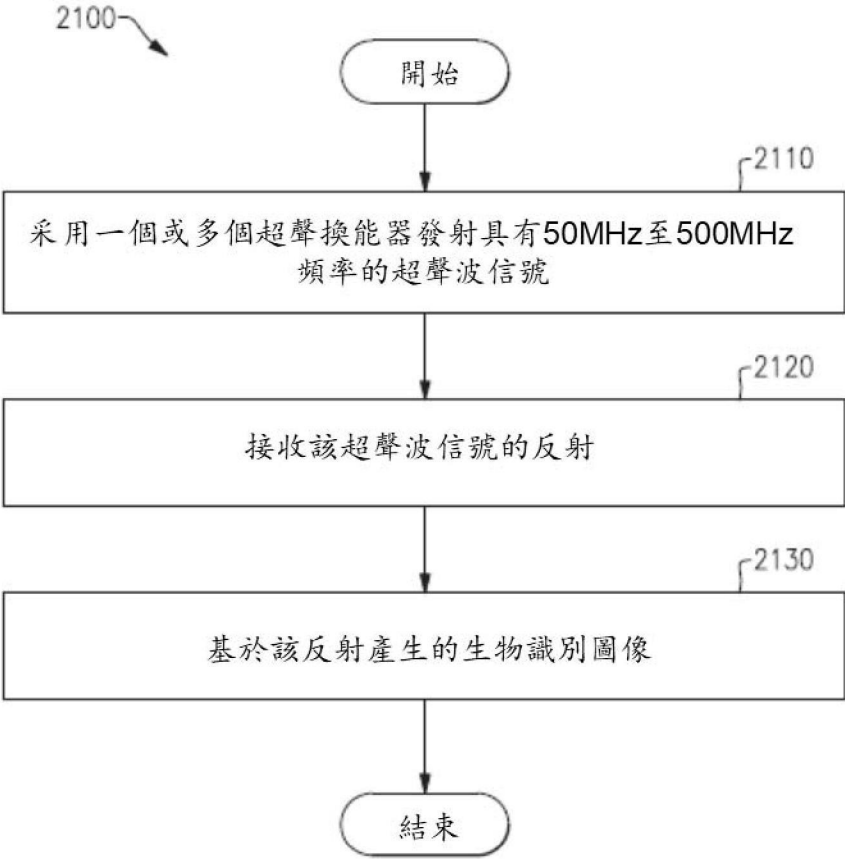


圖21

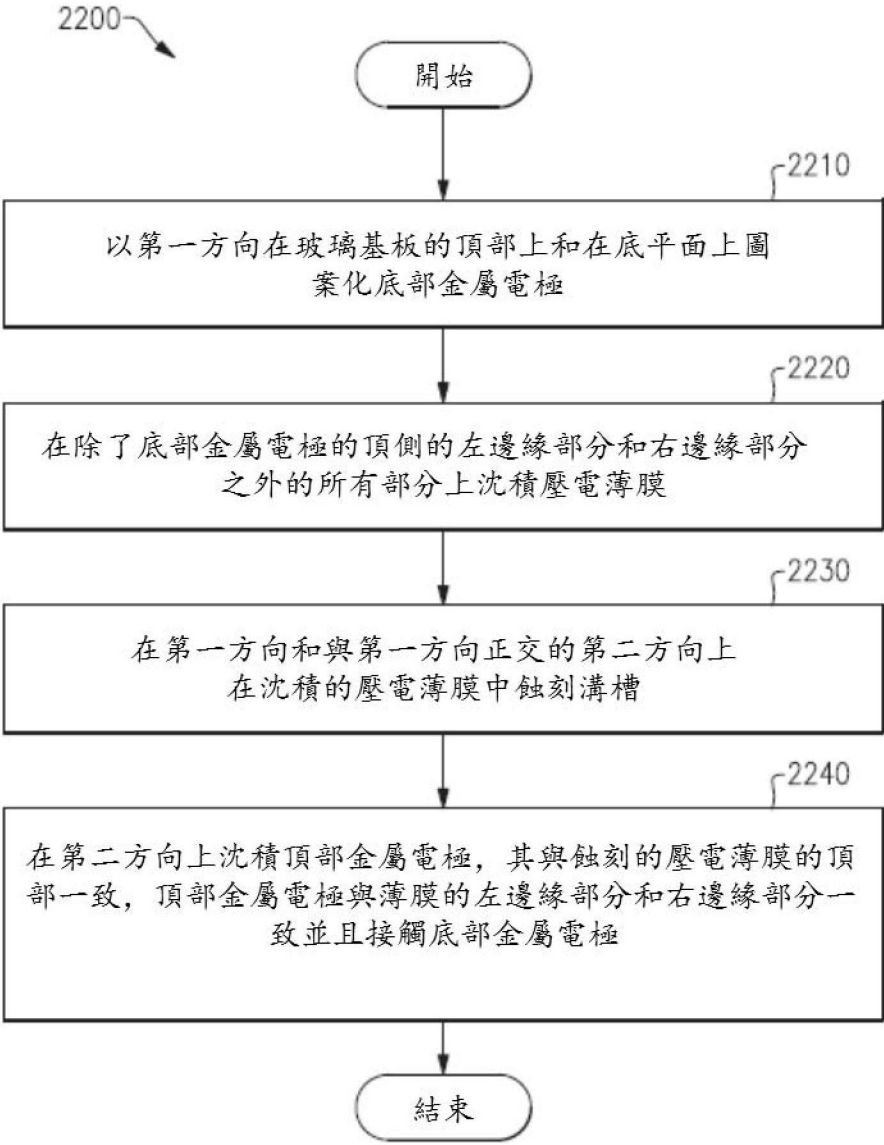


圖22

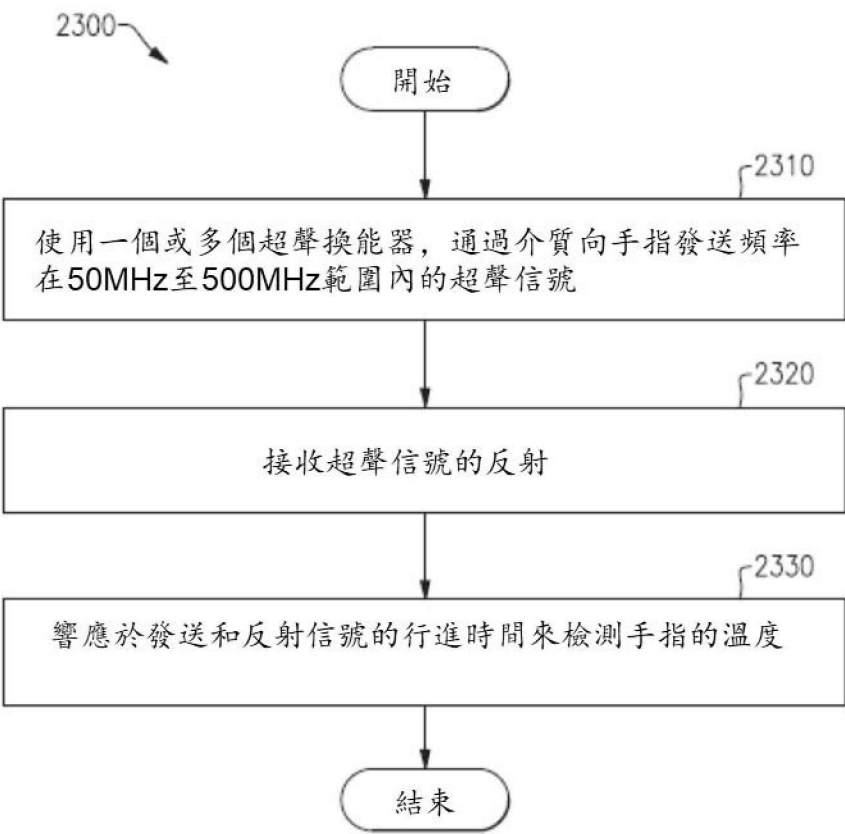


圖23

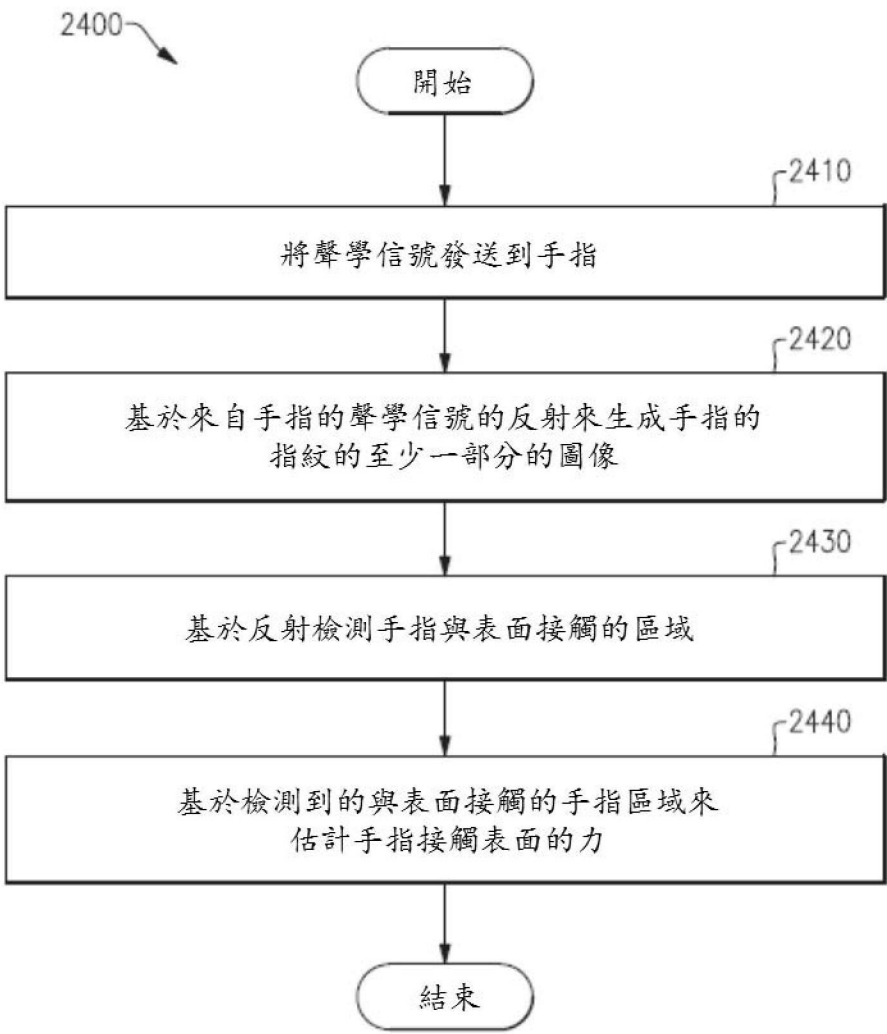


圖 24

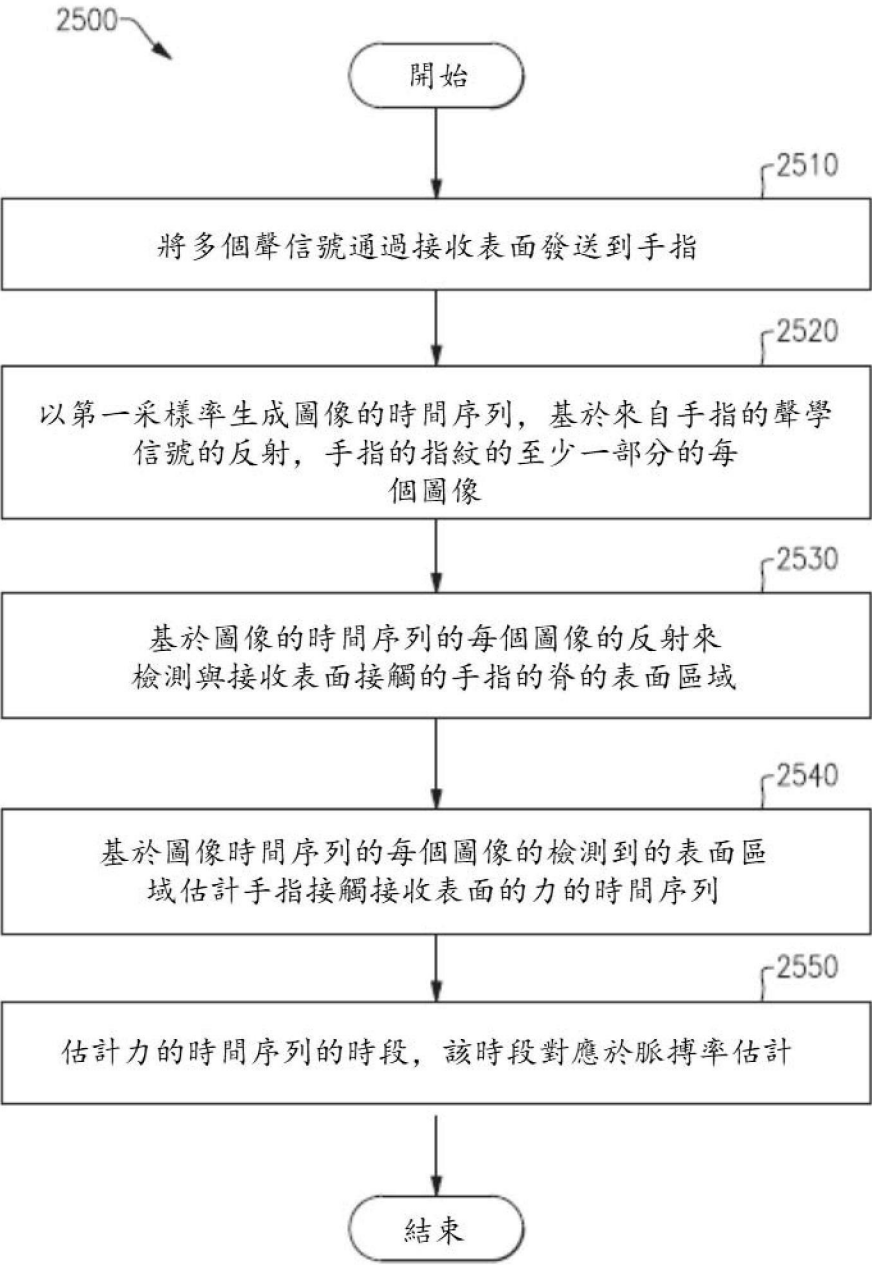


圖 25

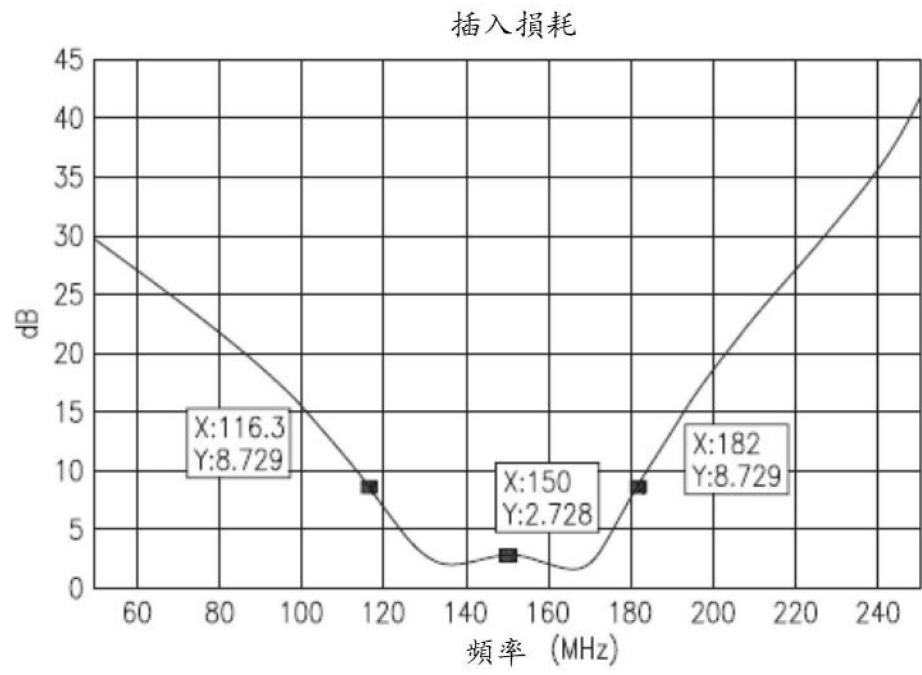


圖 26

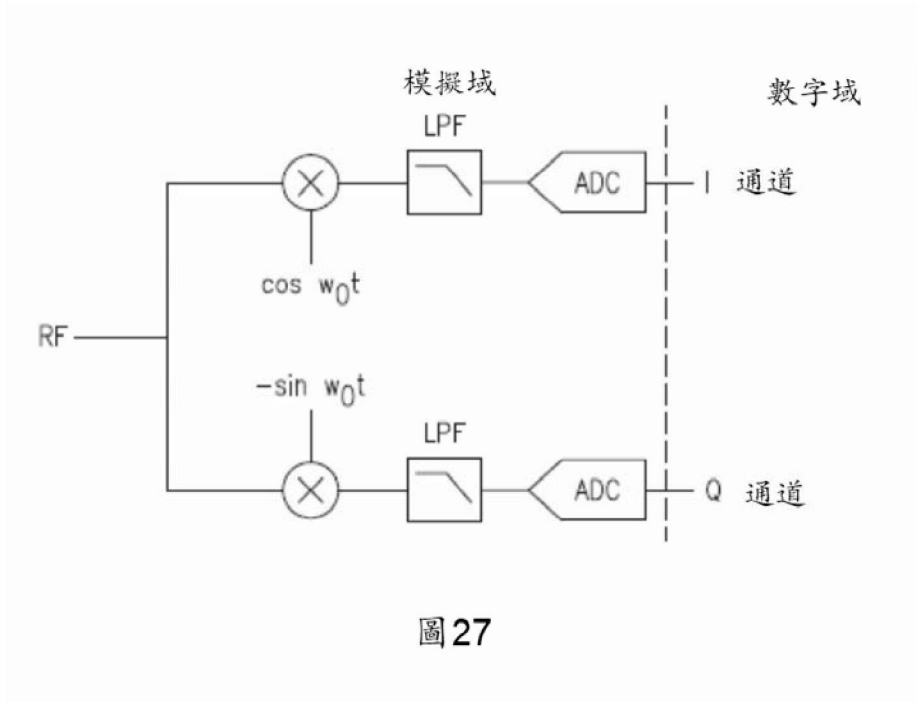


圖 27

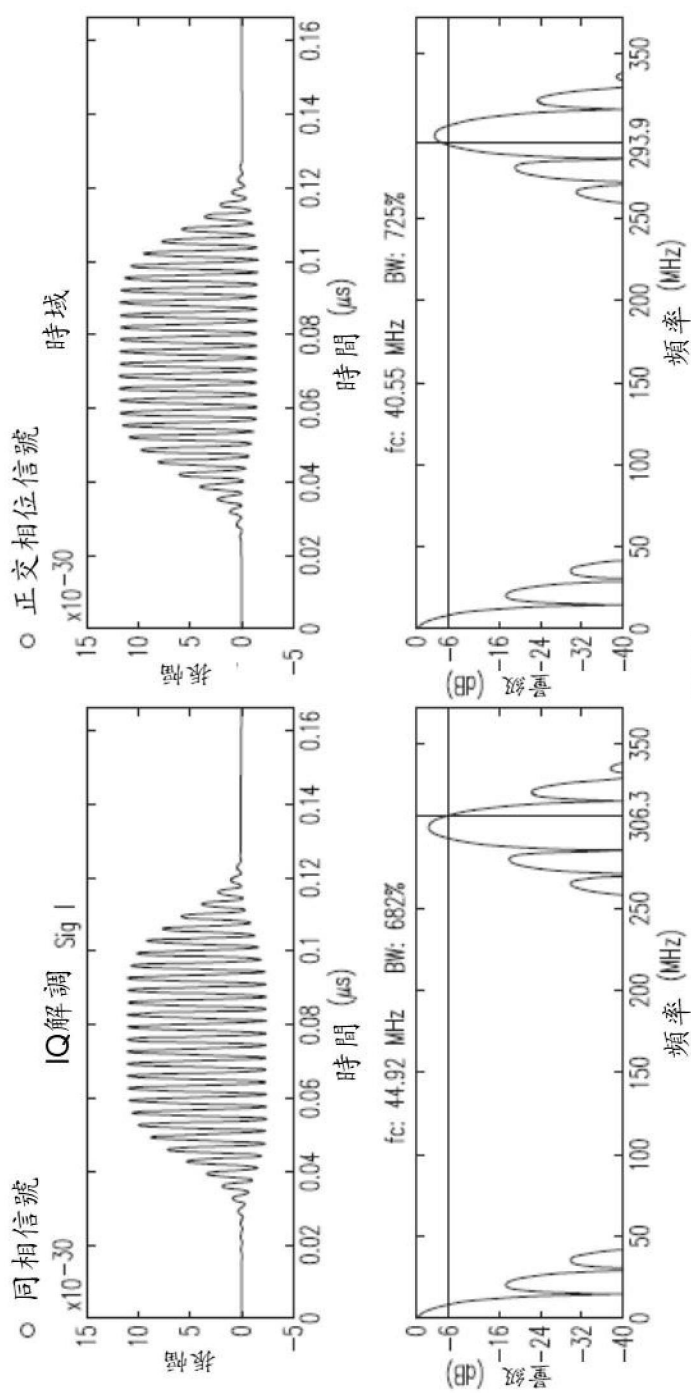
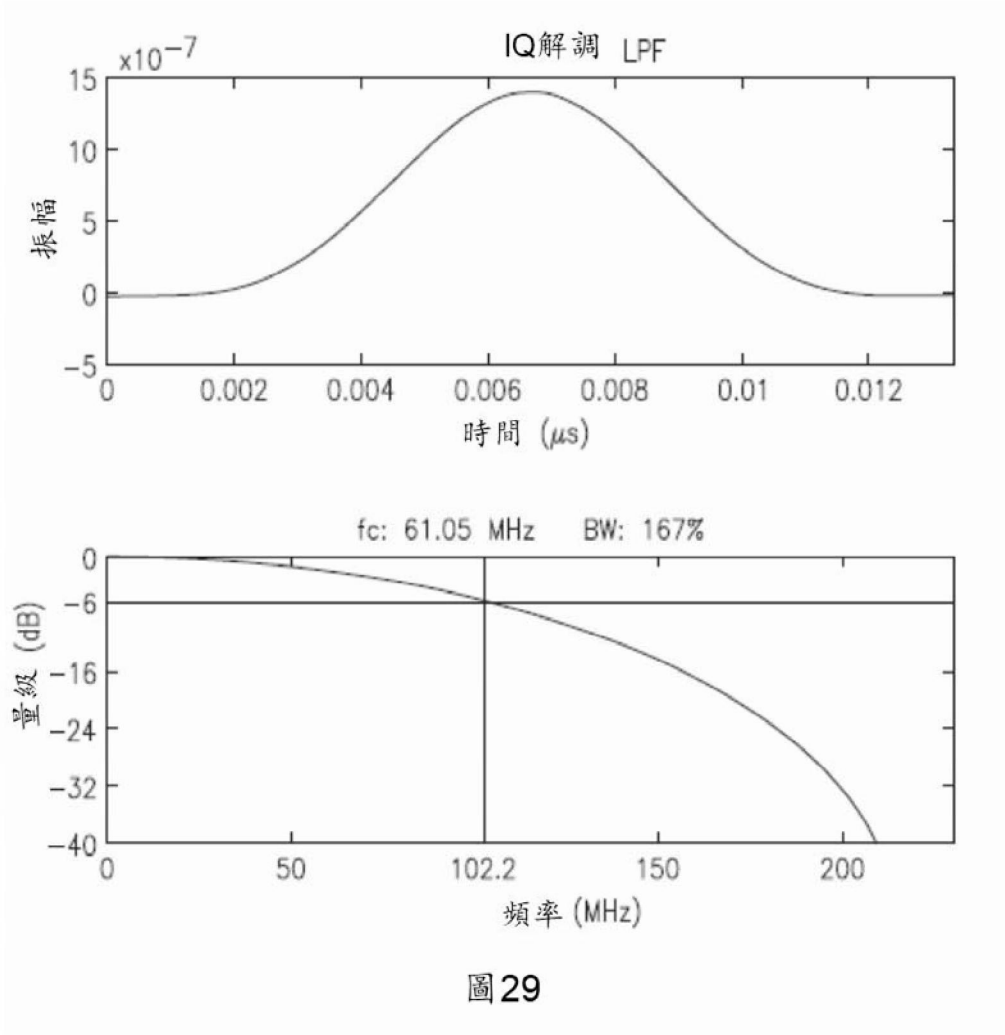


圖 28



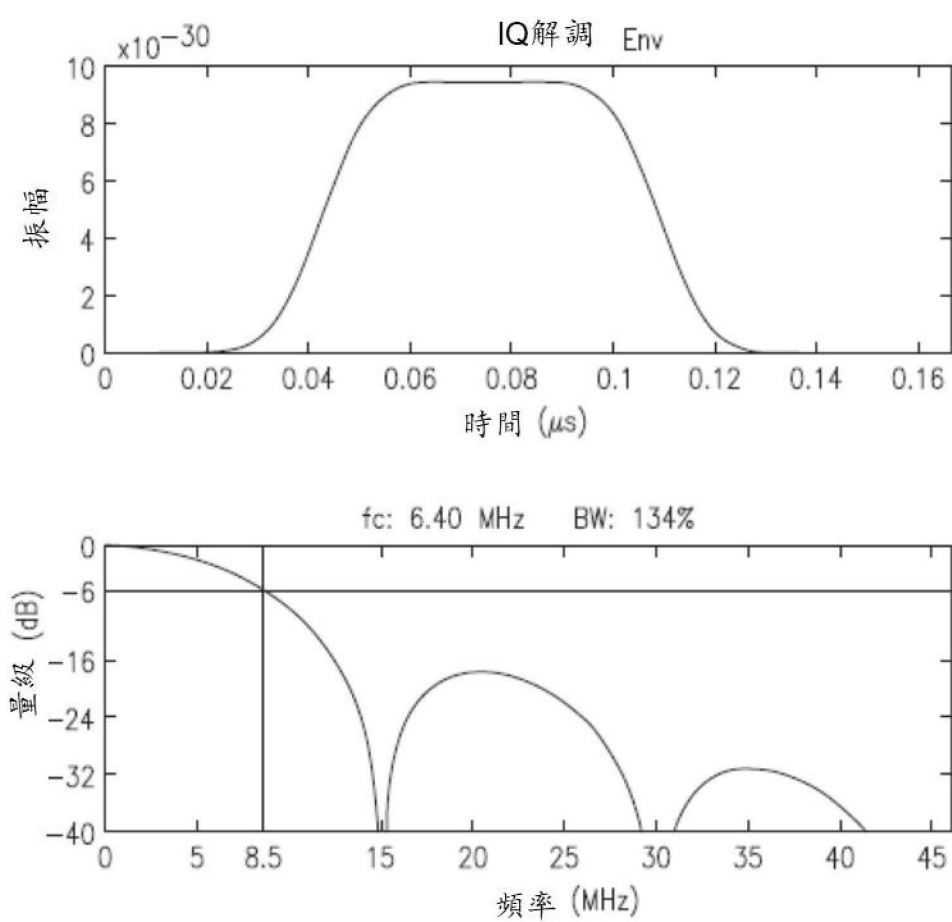


圖 30

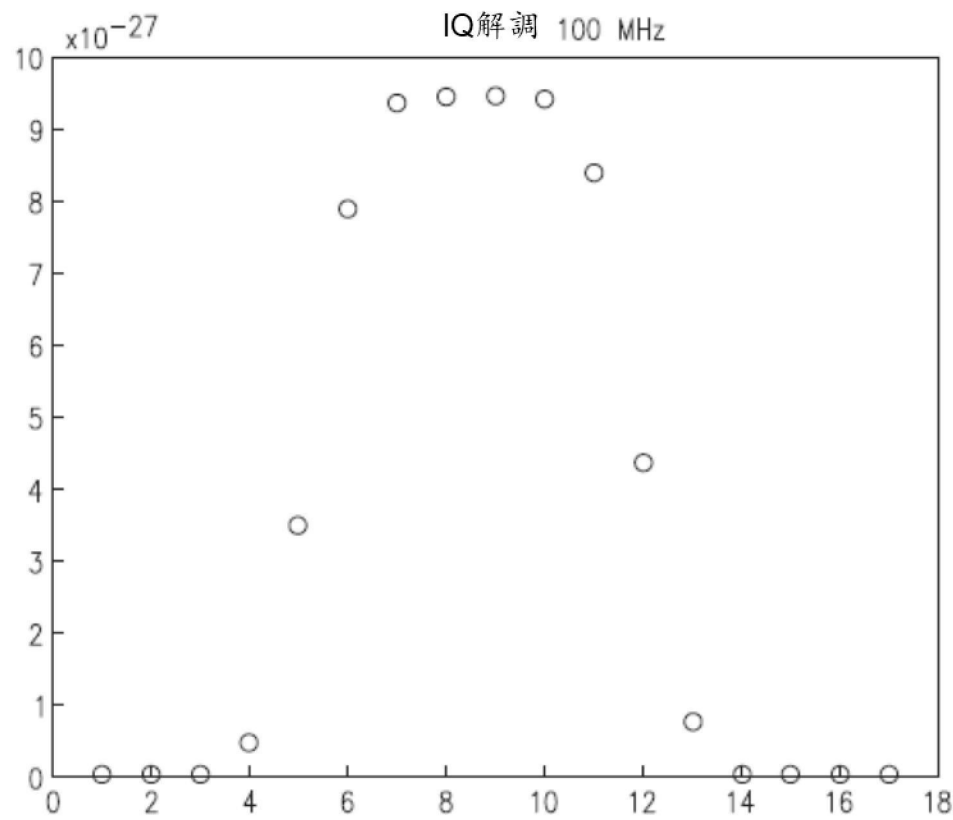


圖31

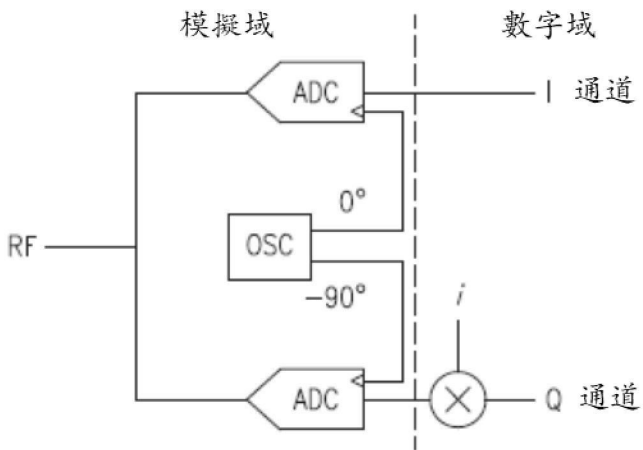


圖32

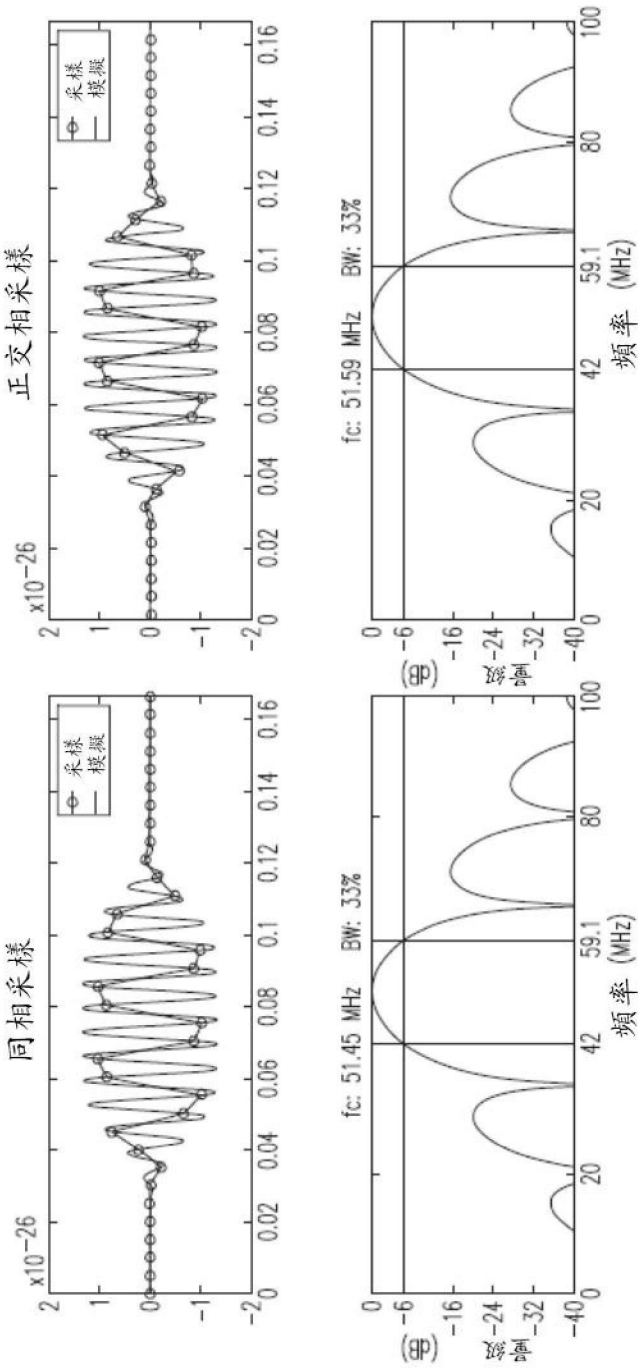


圖 33

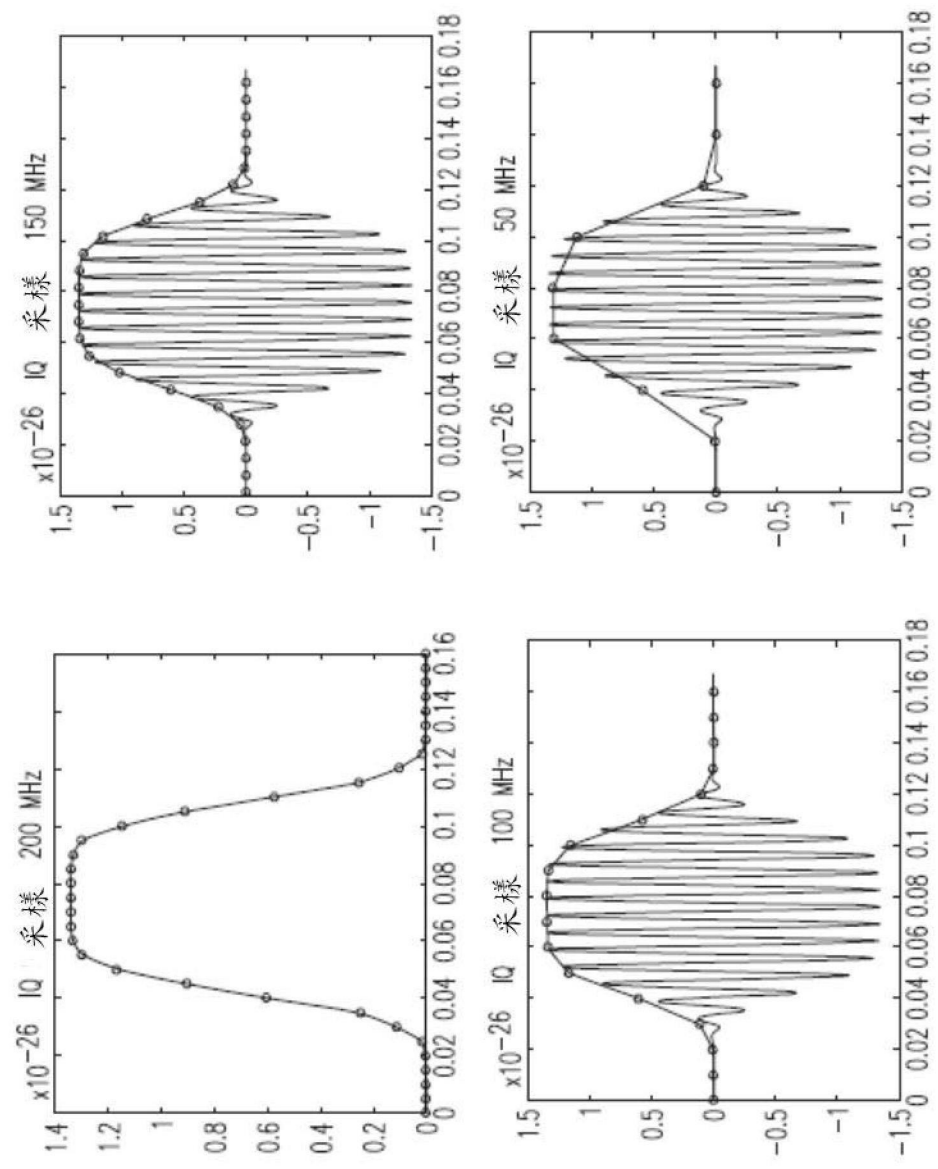


圖 34

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

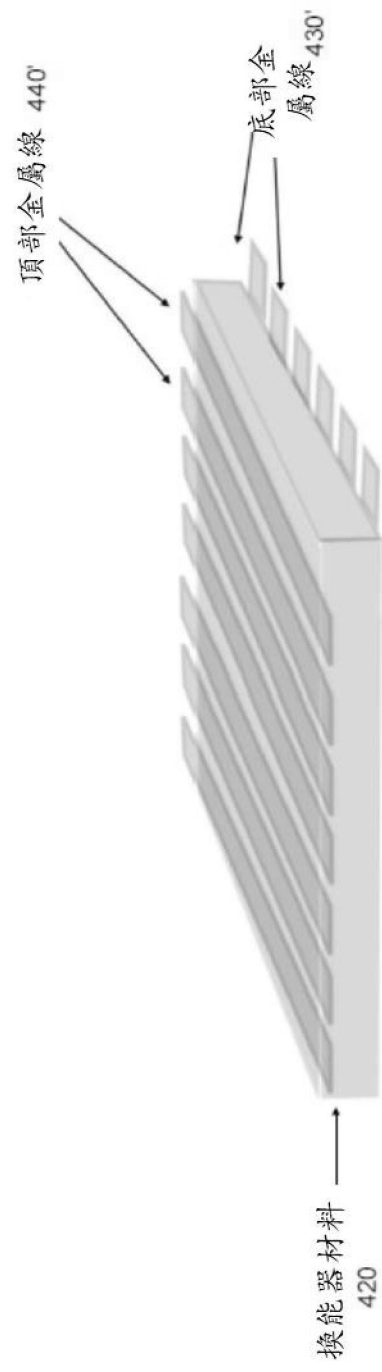


圖 35

光學和超聲系統集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

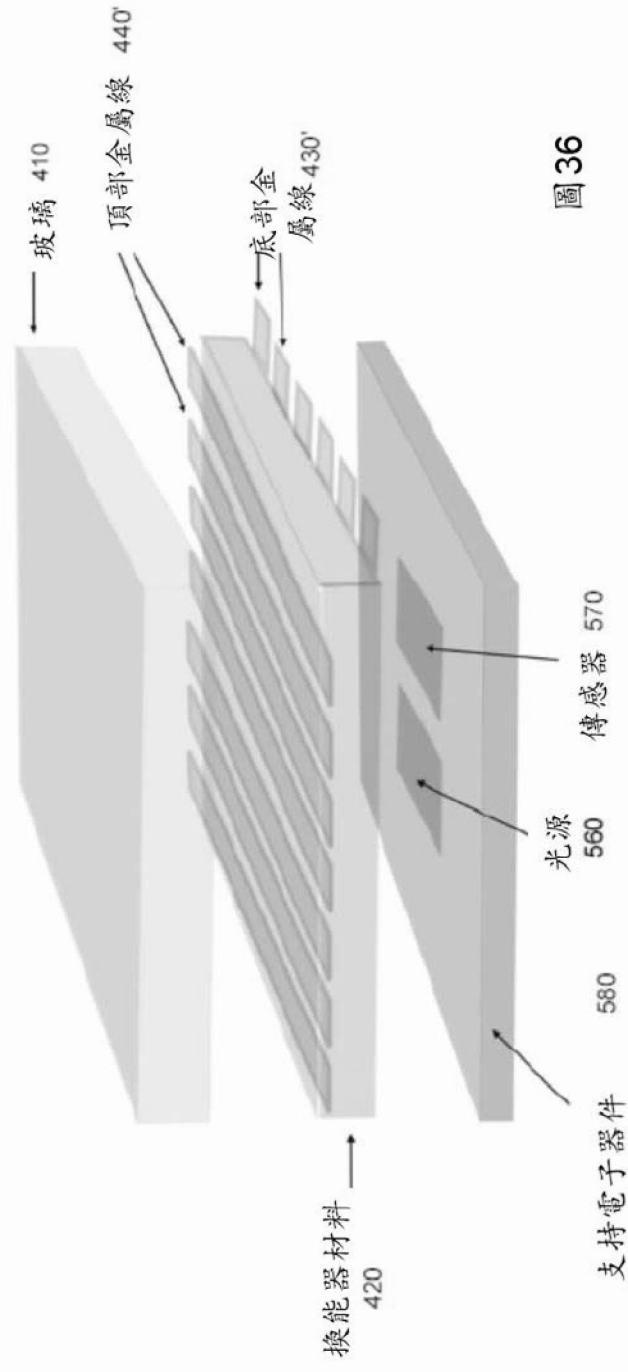


圖 36

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

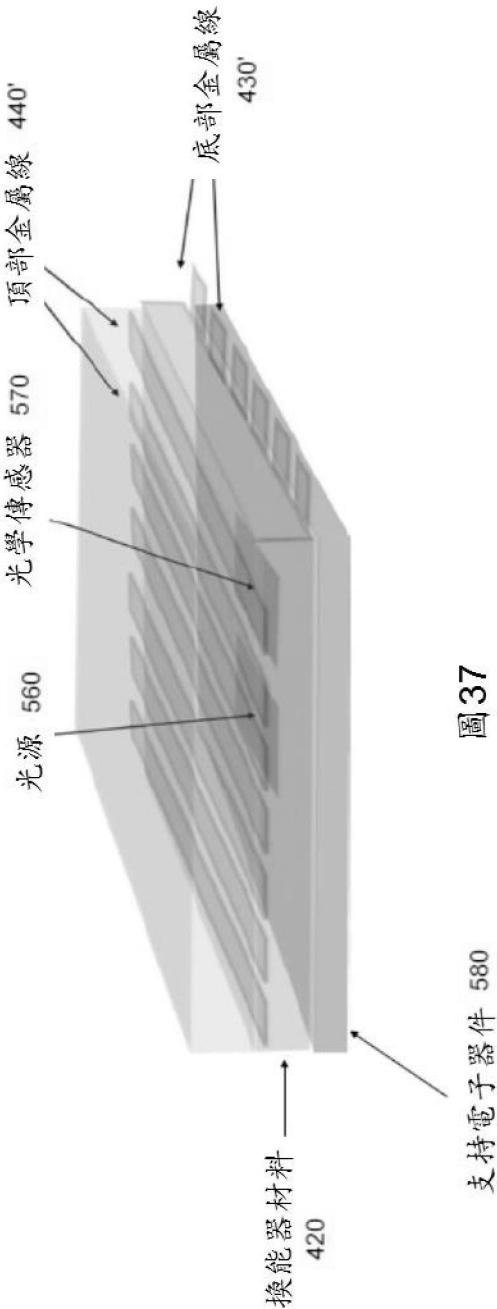


圖 37

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

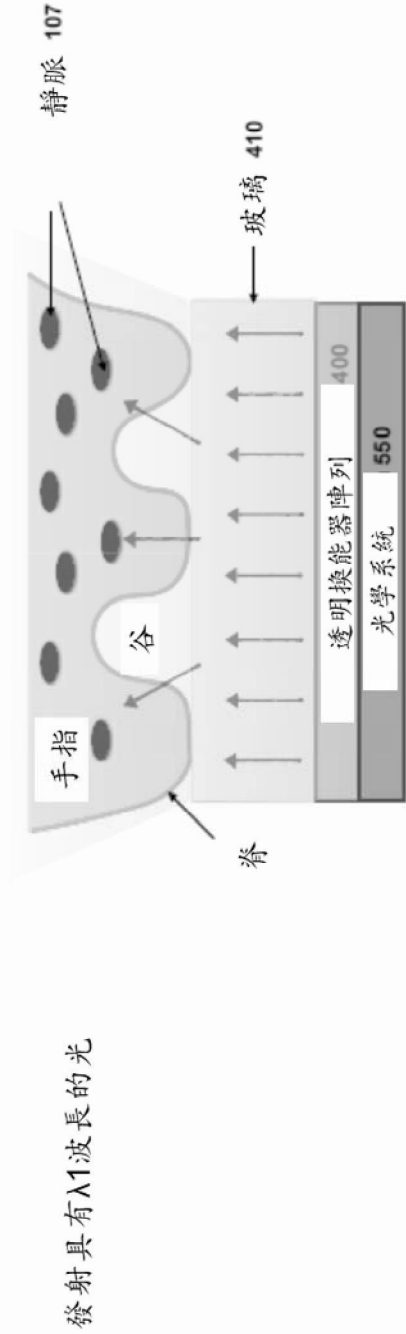


圖 38

光學和超聲系統集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

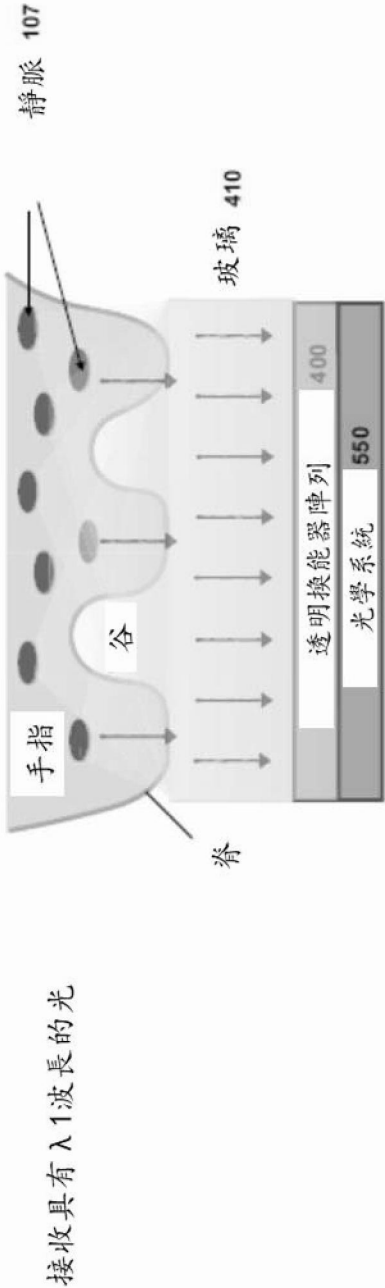


圖 39

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

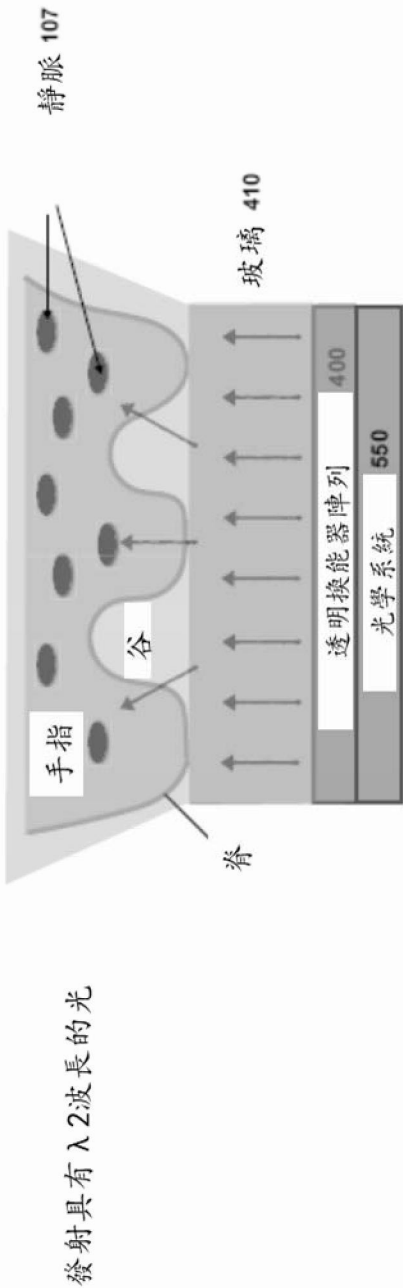
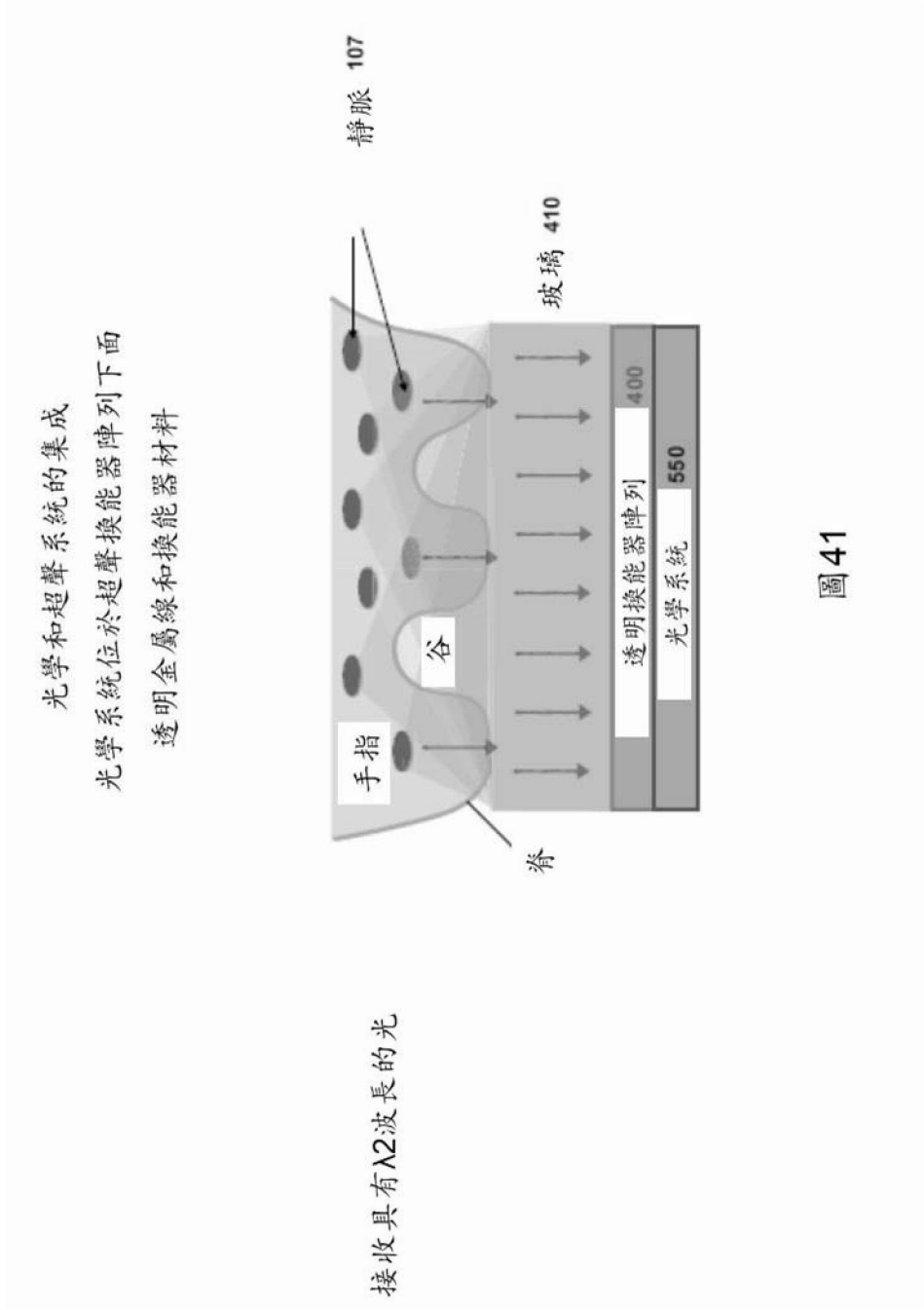


圖 40



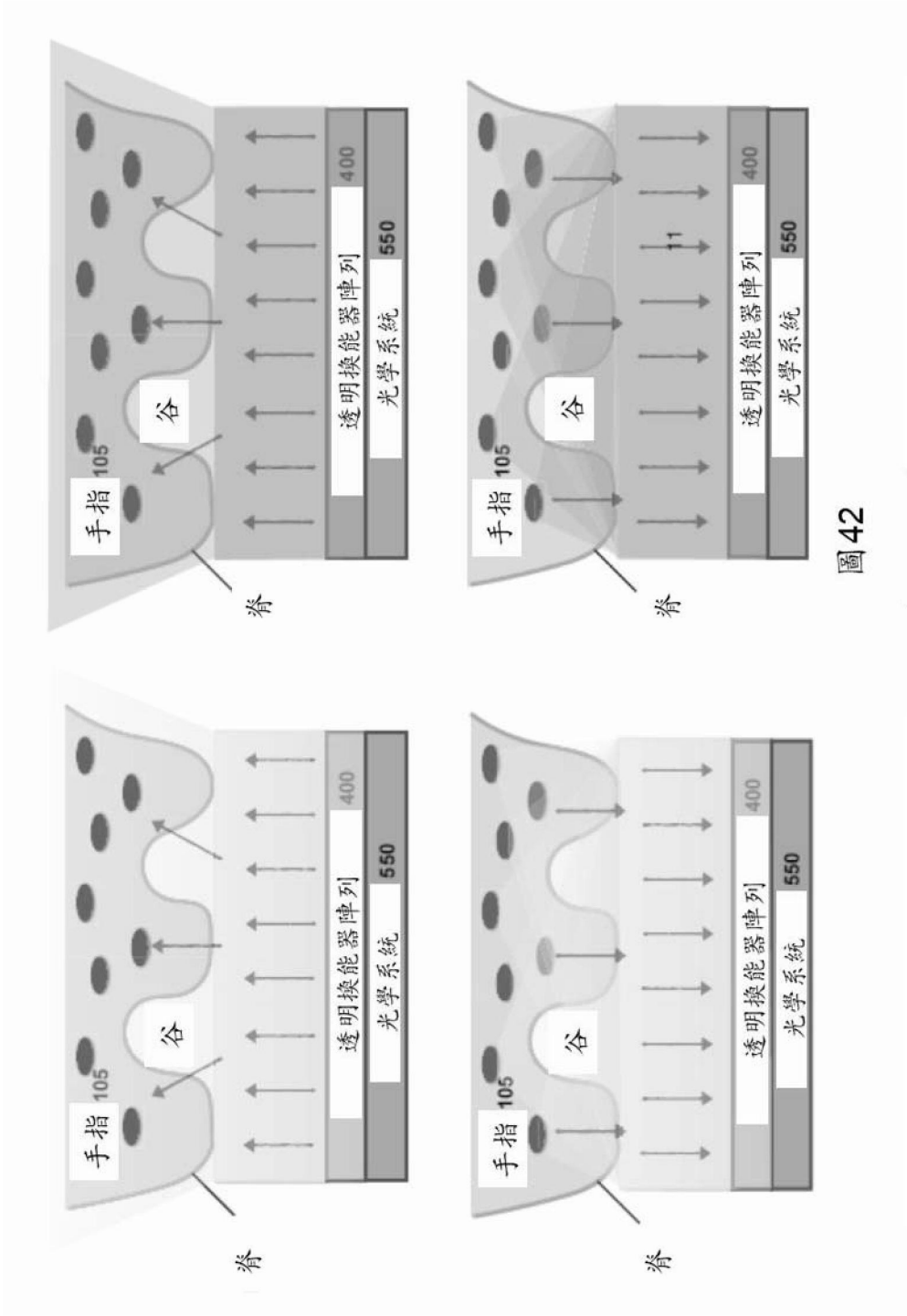
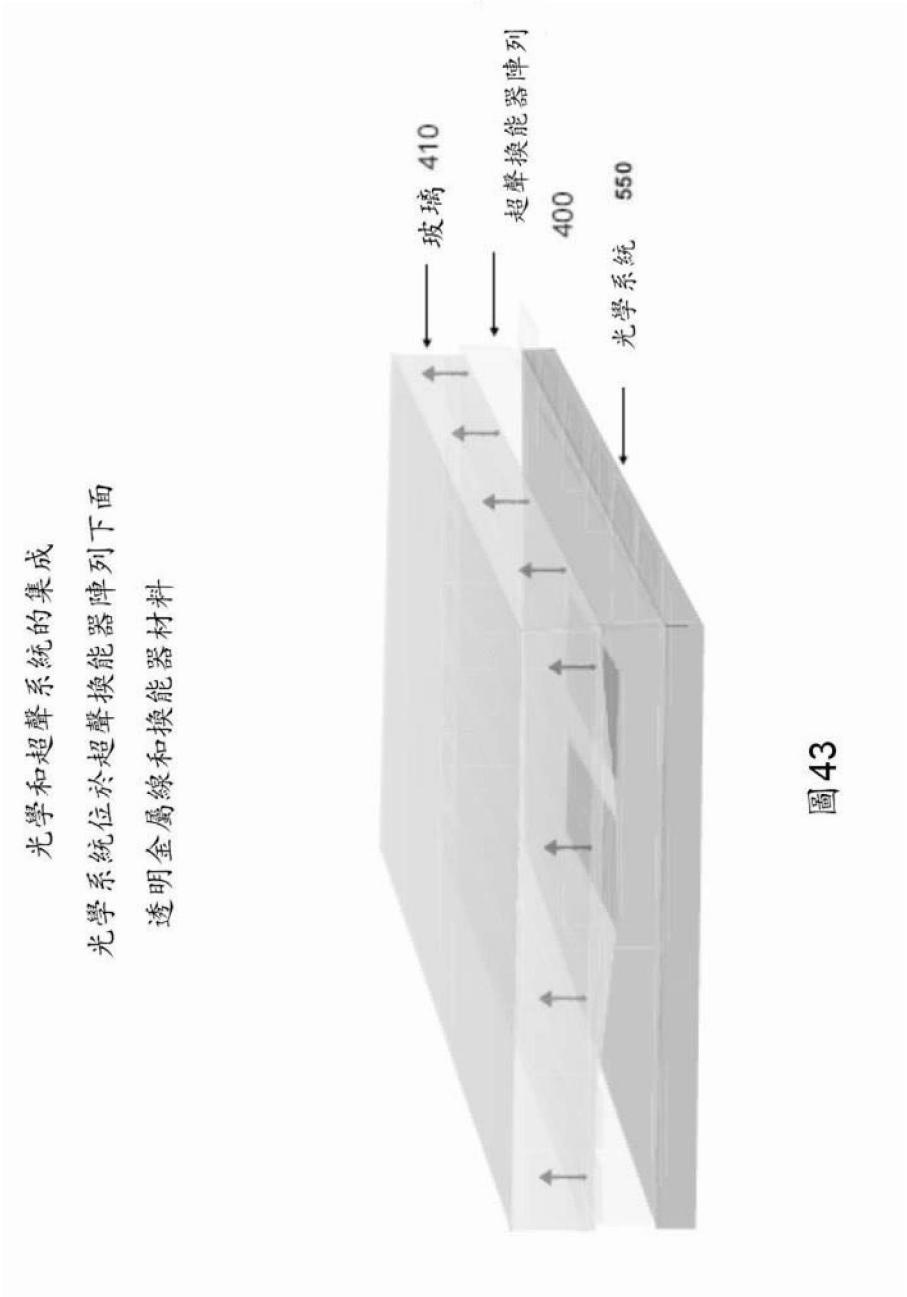


圖 42



光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

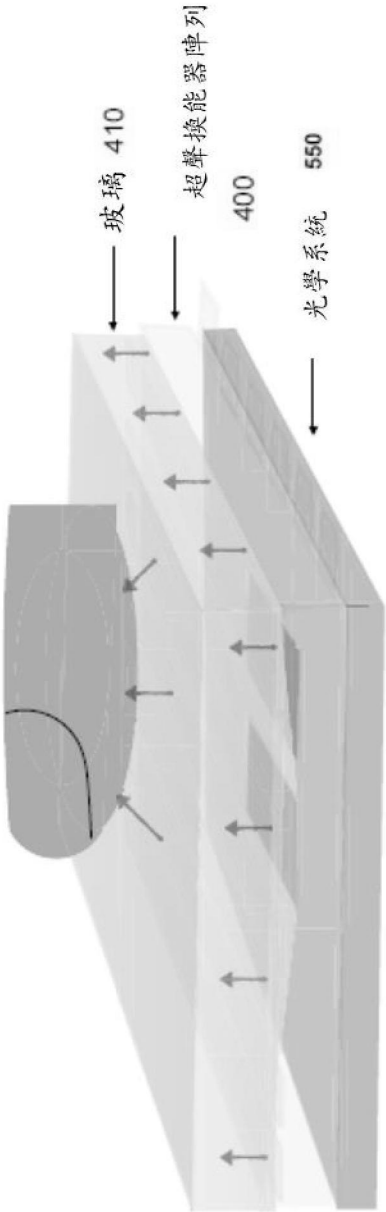


圖 44

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
透明金屬線和換能器材料

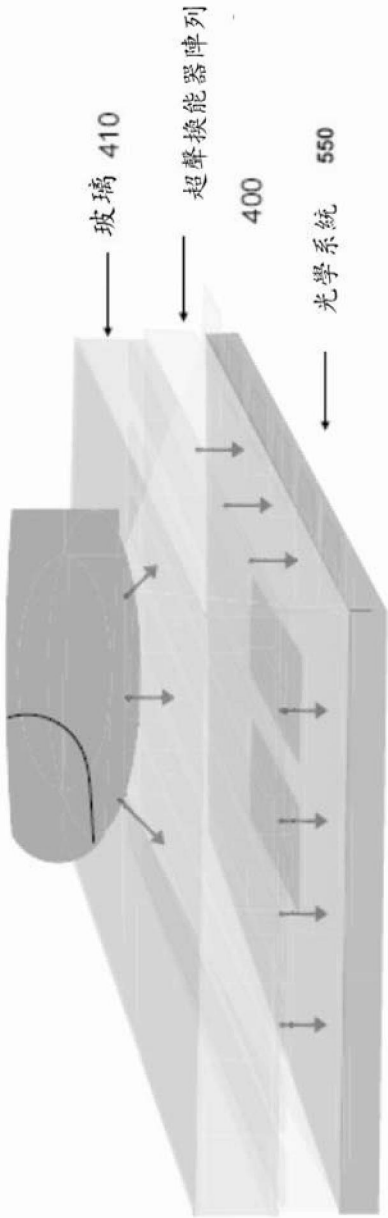


圖 45

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

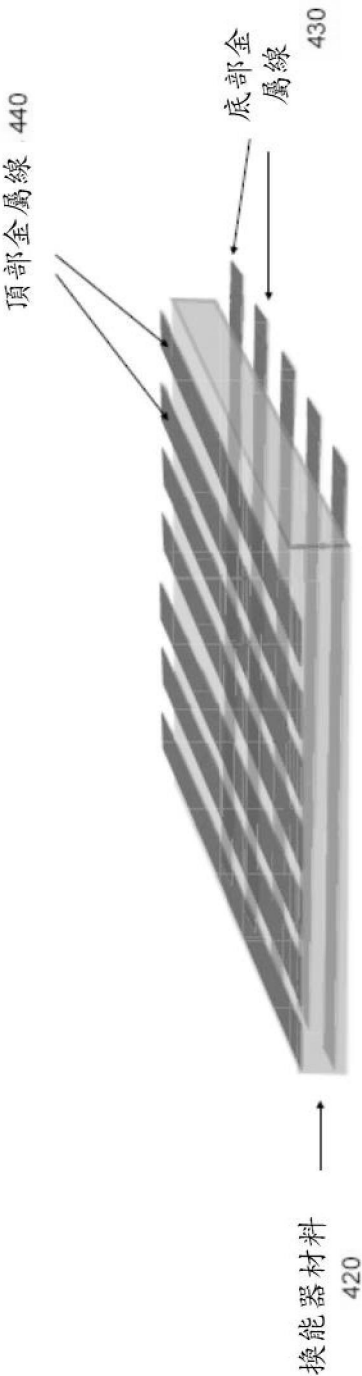
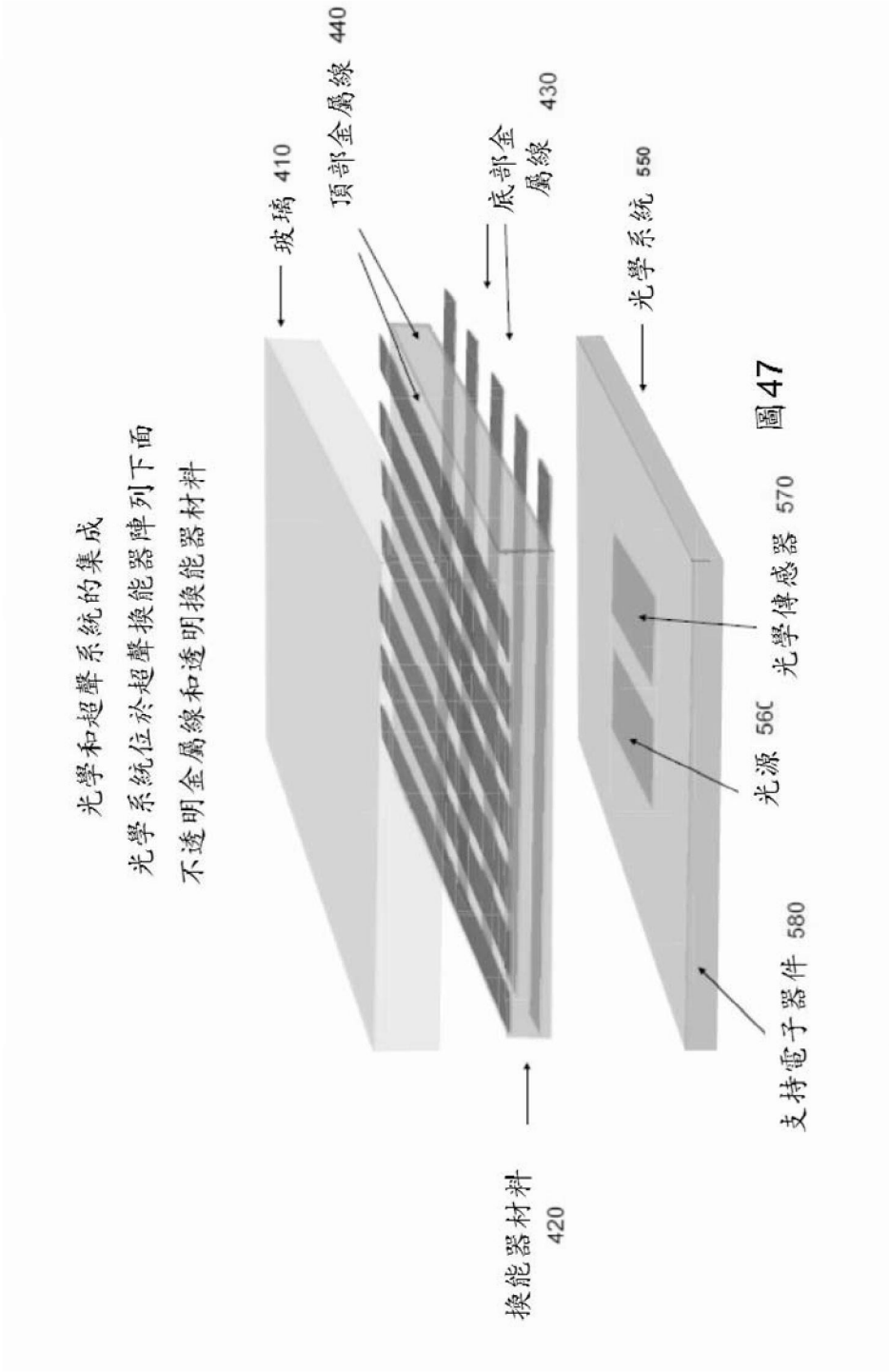


圖 46



光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

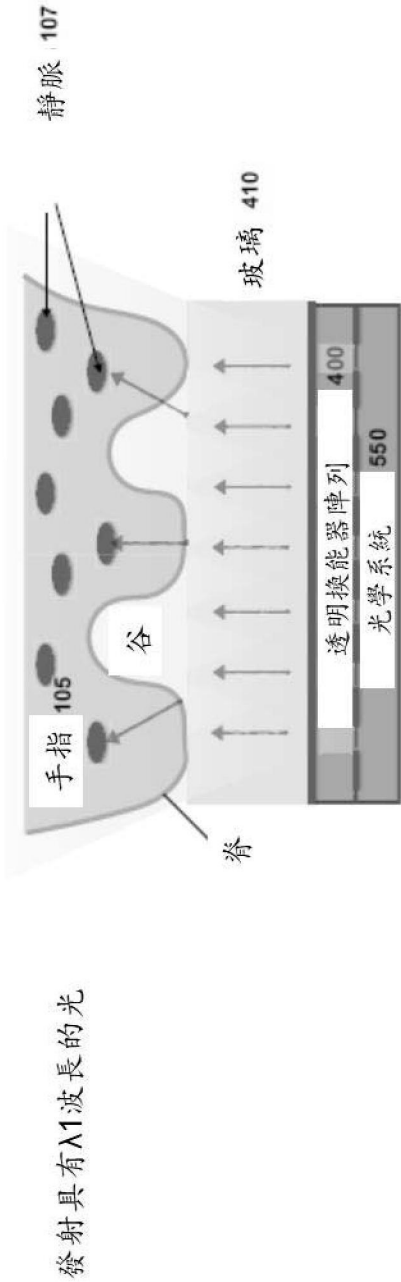


圖 48

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

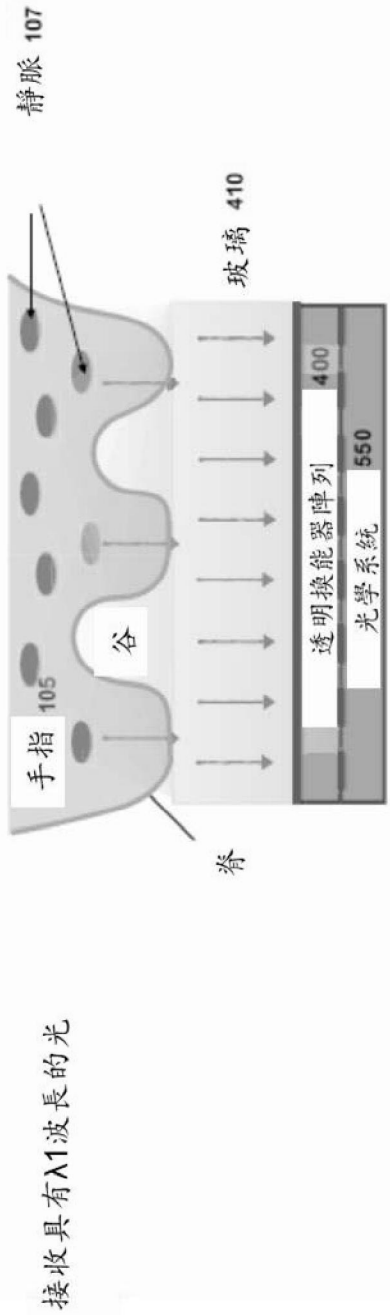


圖 49

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

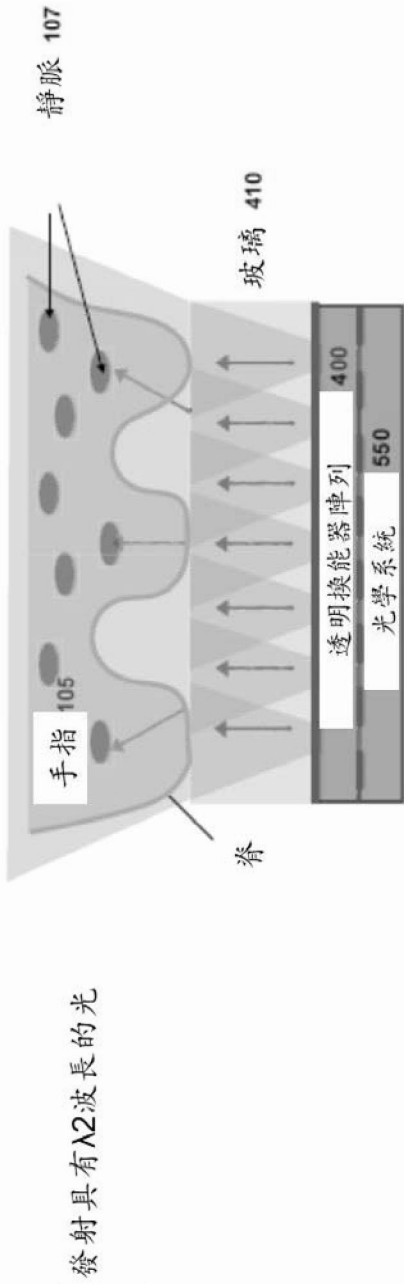
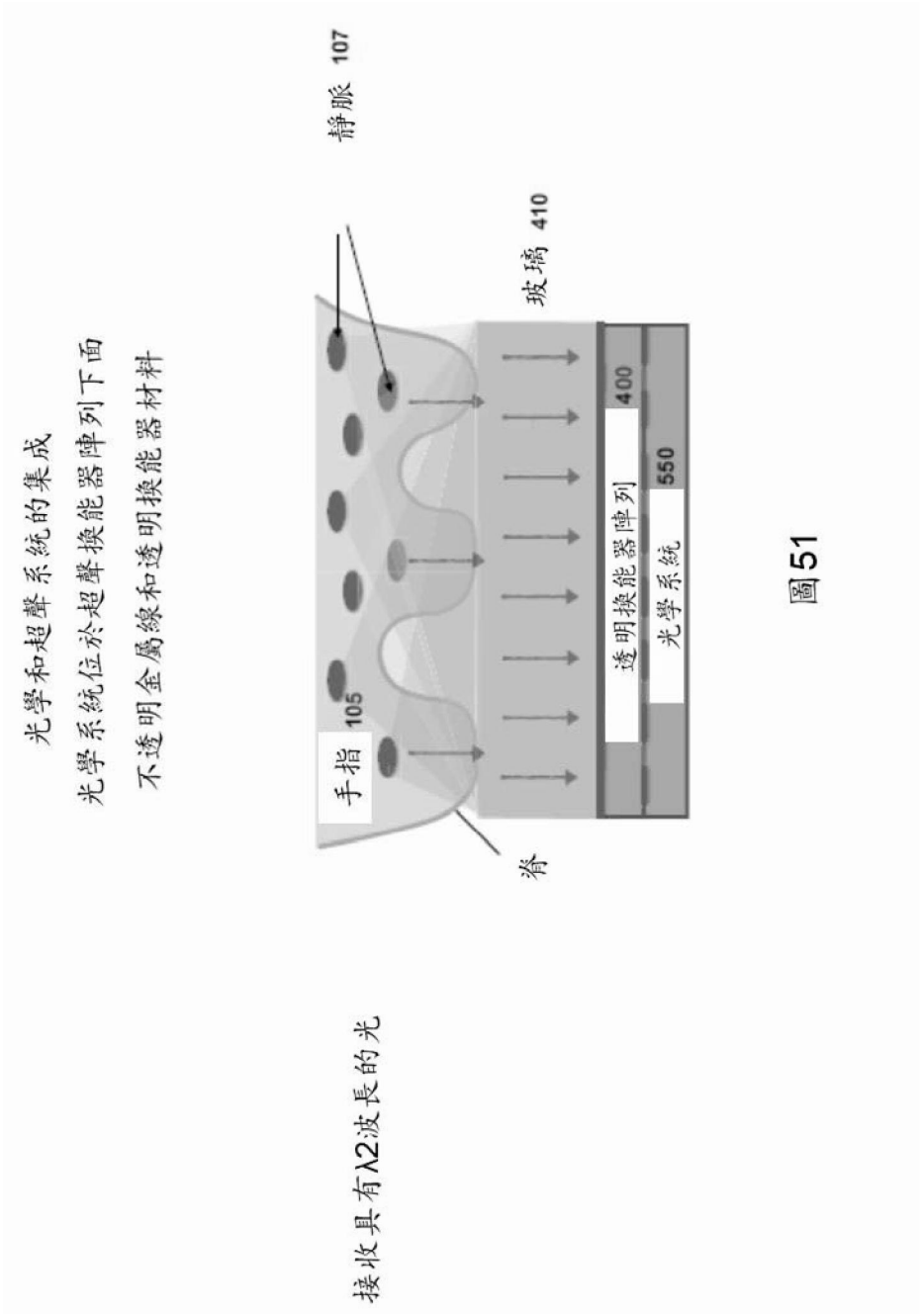


圖 50



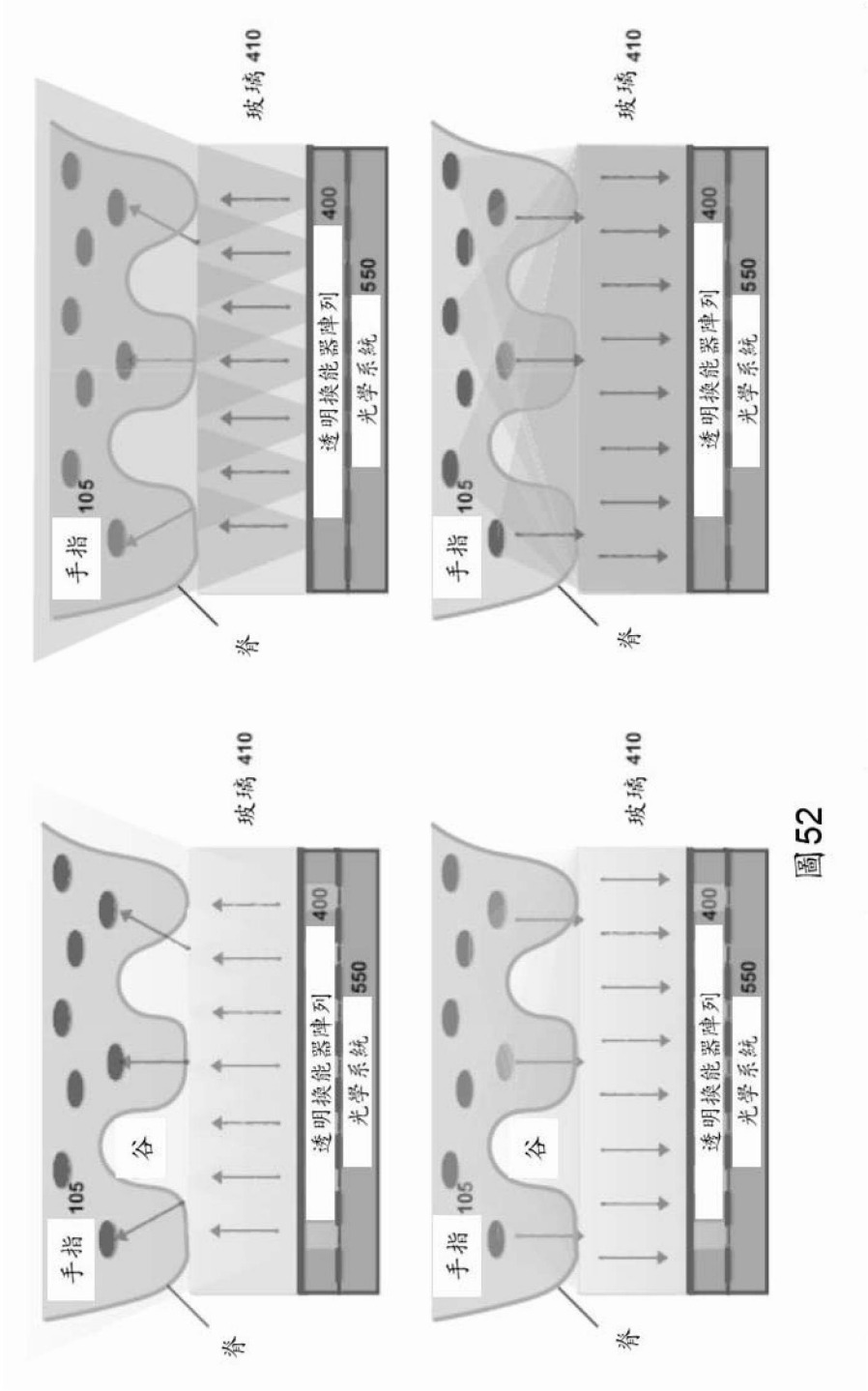


圖 52

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

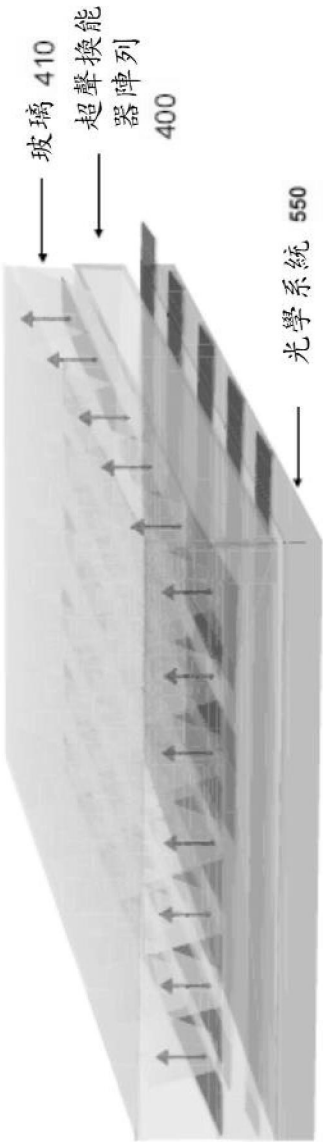


圖 53

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

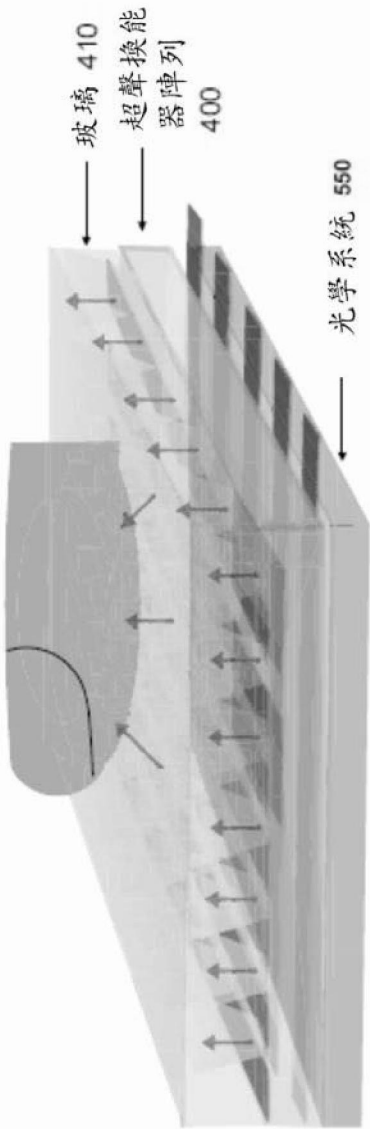


圖 54

光學和超聲系統的集成
光學系統位於超聲換能器陣列下面
不透明金屬線和透明換能器材料

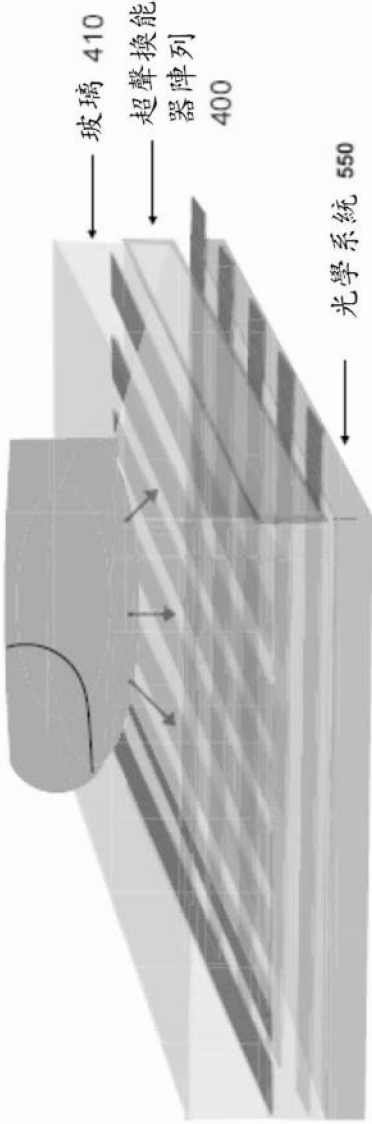


圖 55

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

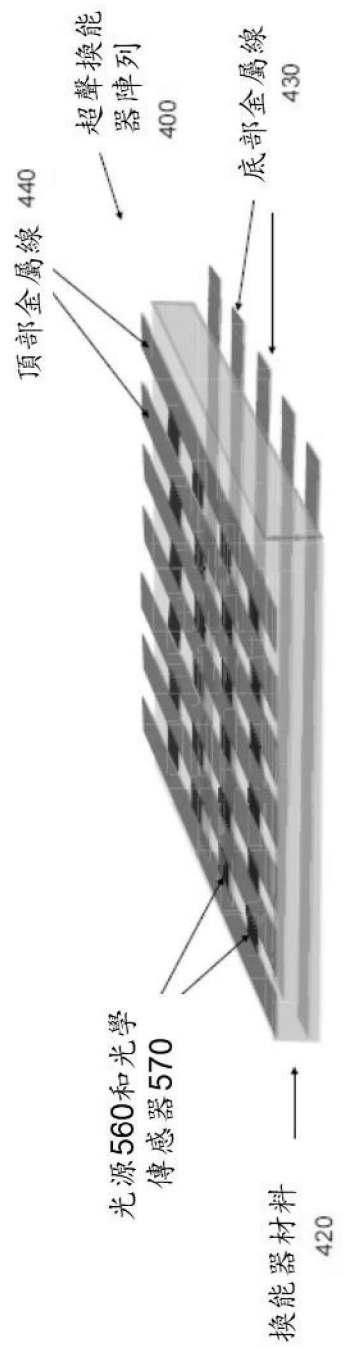
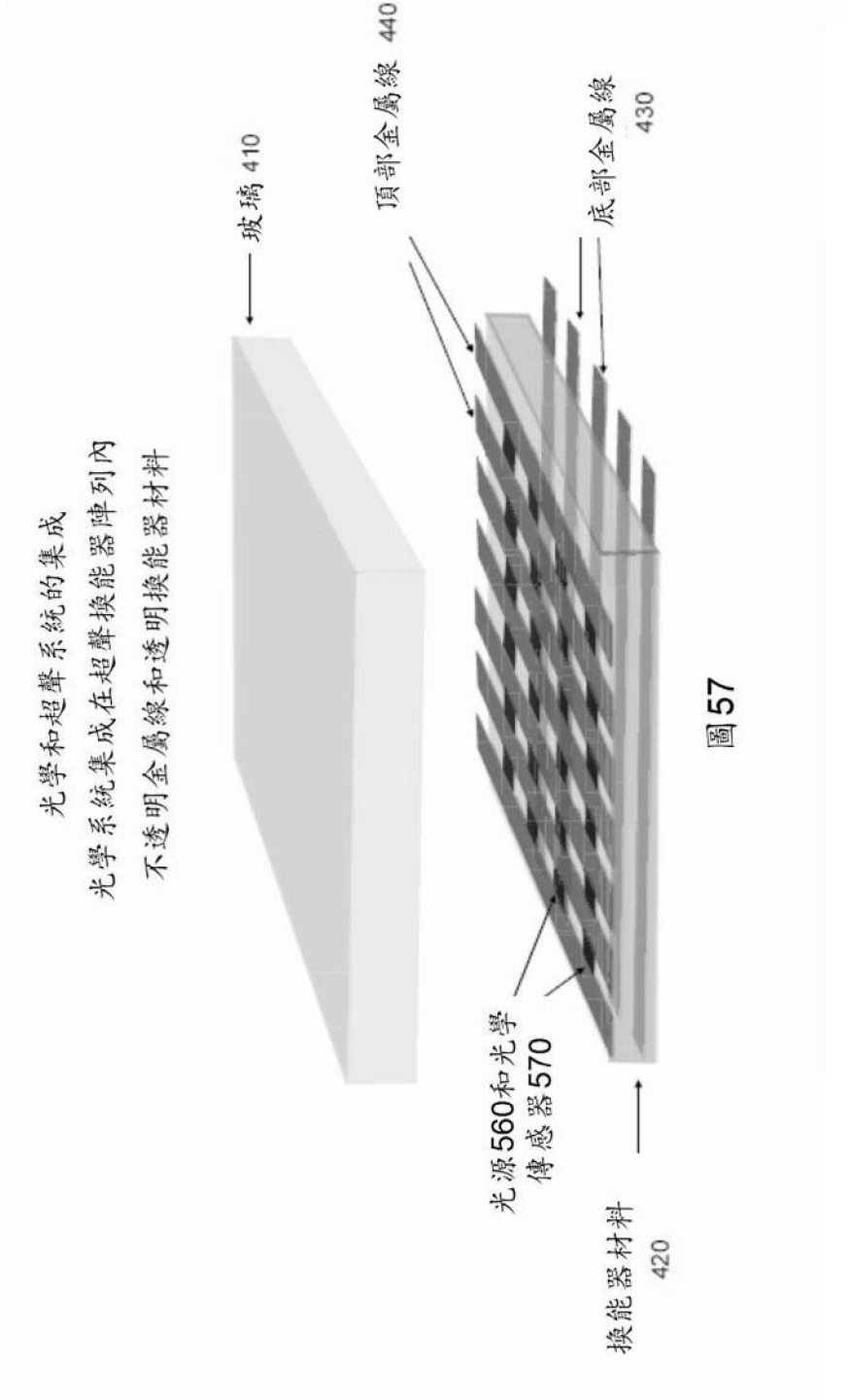


圖 56



光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

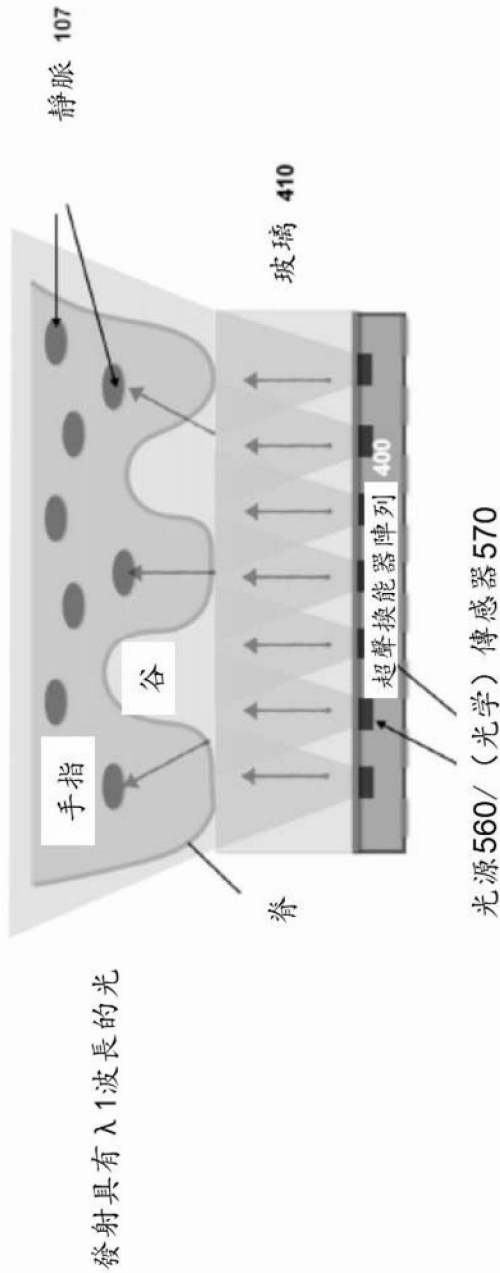


圖 58

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

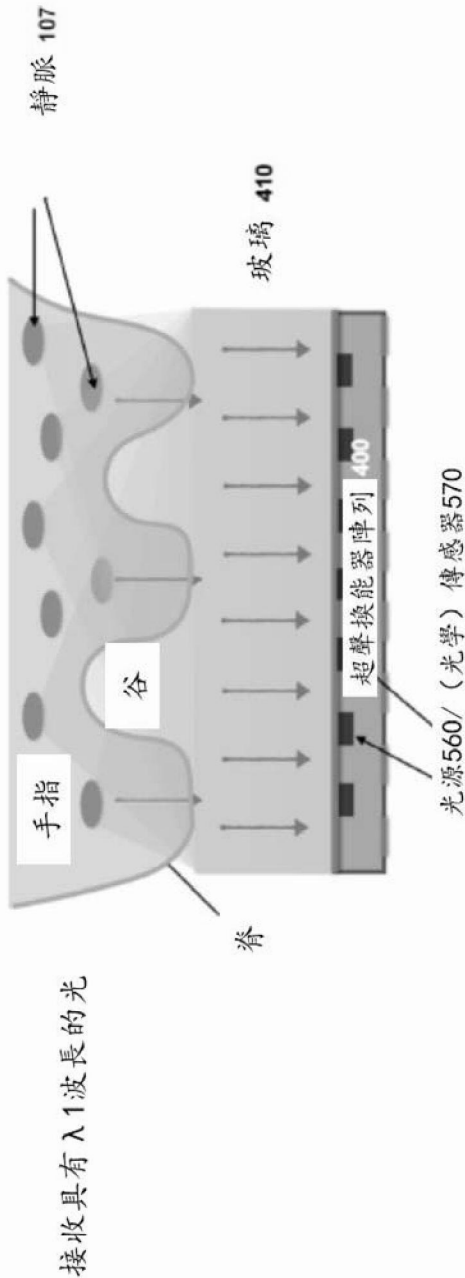


圖 59

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

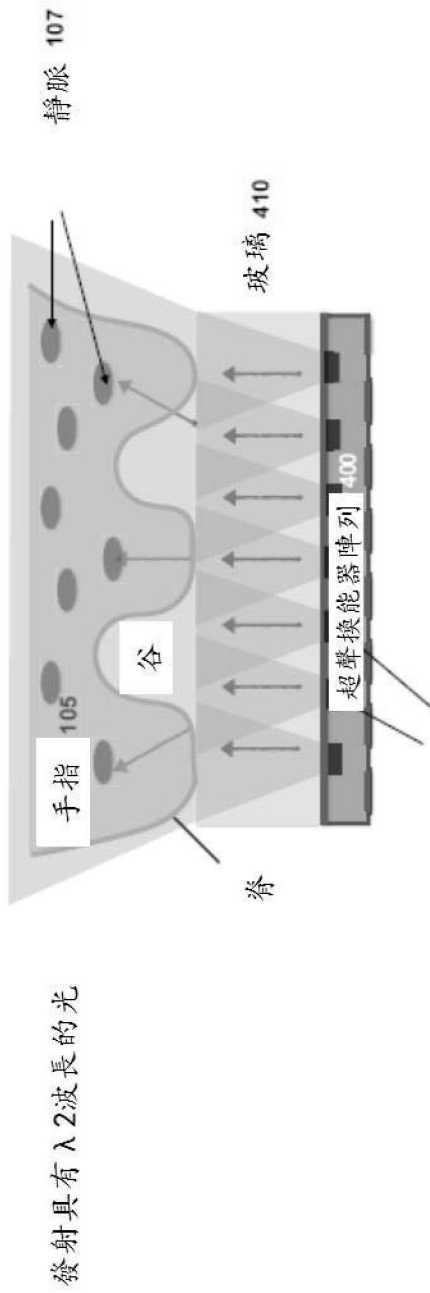


圖 60

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

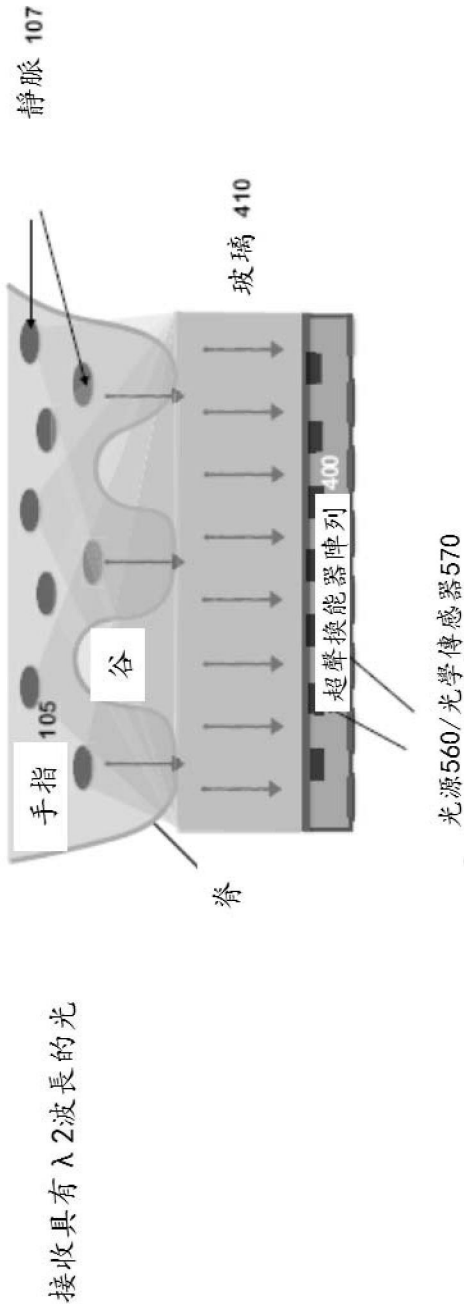


圖 61

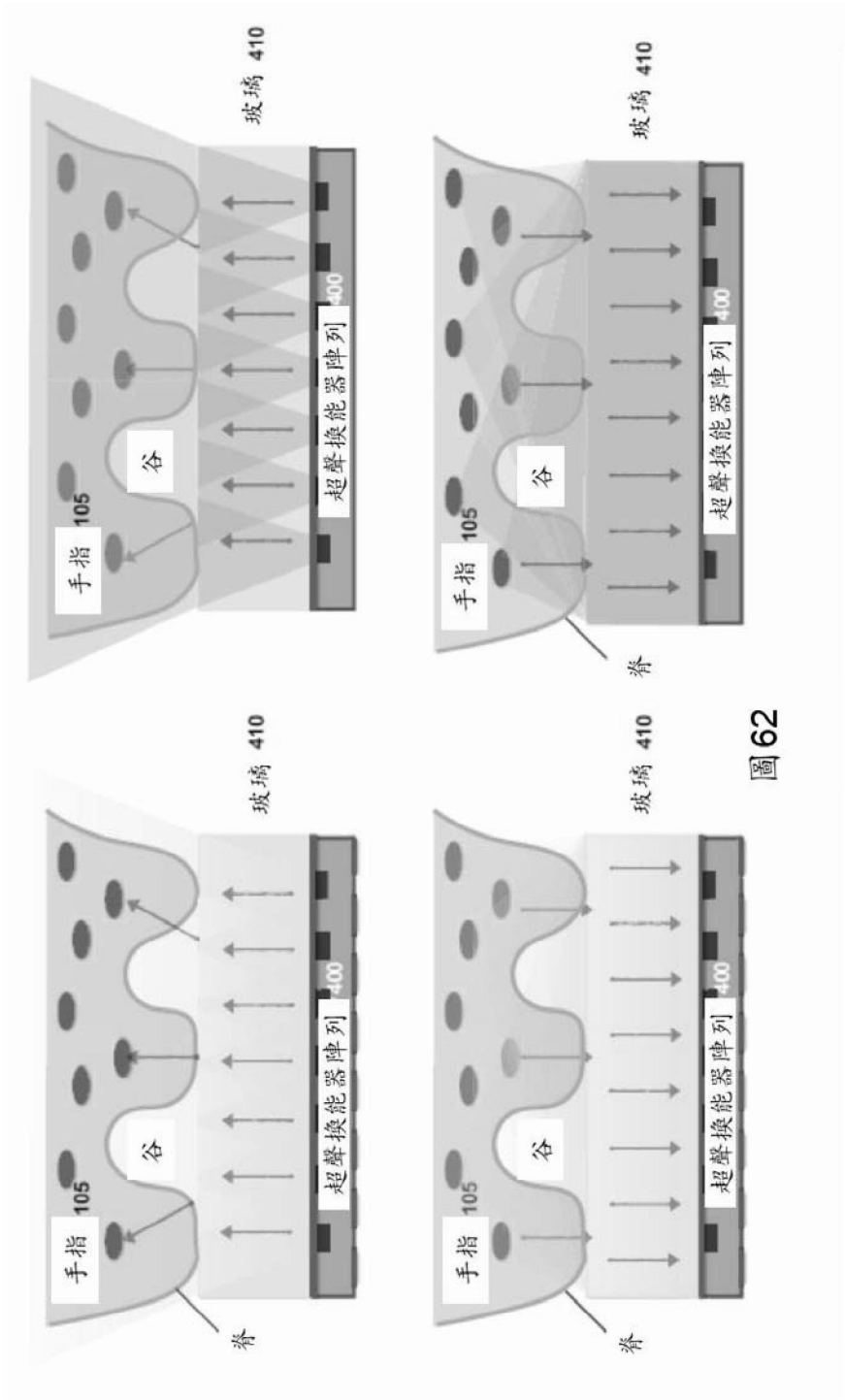


圖 62

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

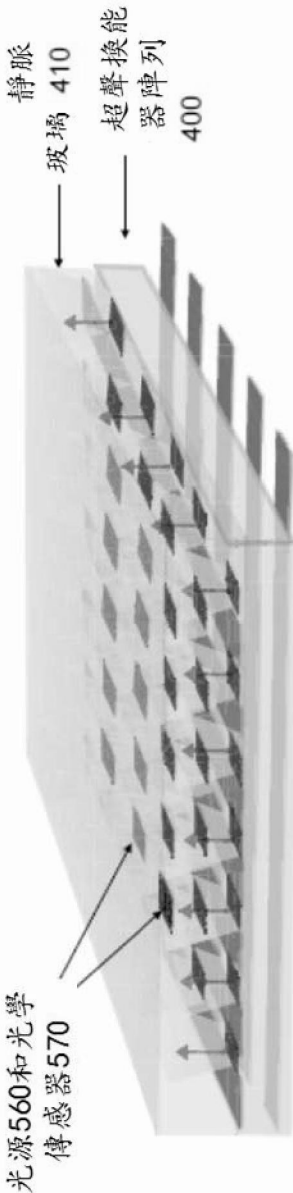


圖 63

光學和超聲系統的集成
光學系統集成在超聲換能器陣列內
不透明金屬線和透明換能器材料

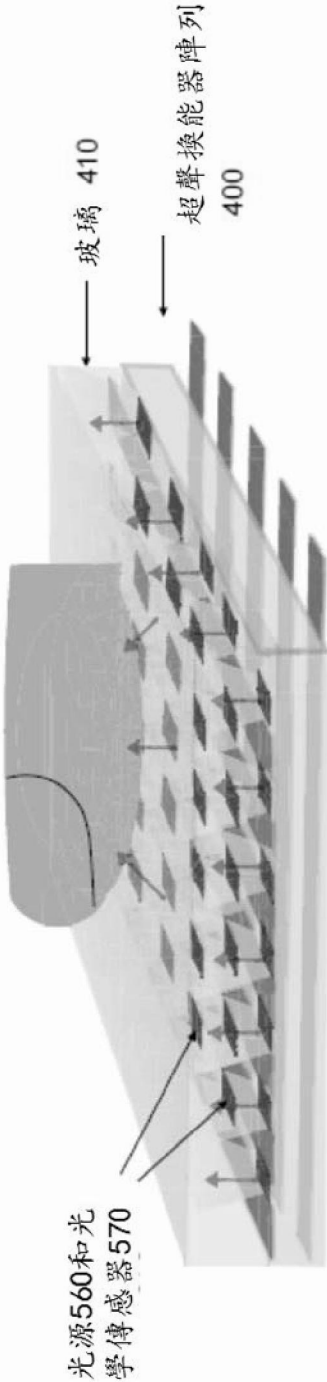
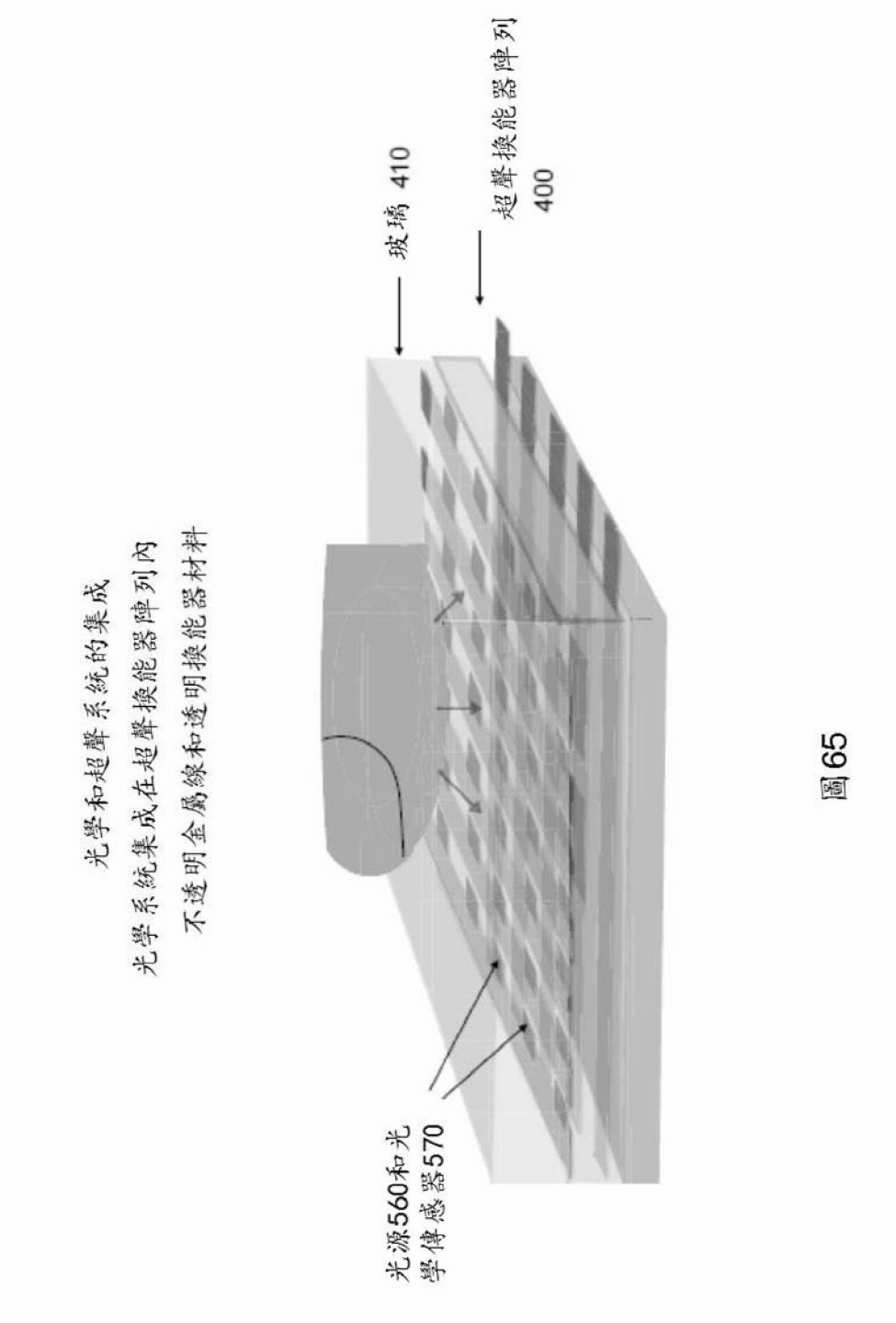


圖 64



光學和超聲系統的集成
光學系統臨近超聲換能器陣列設置
不透明金屬線和透明換能器材料

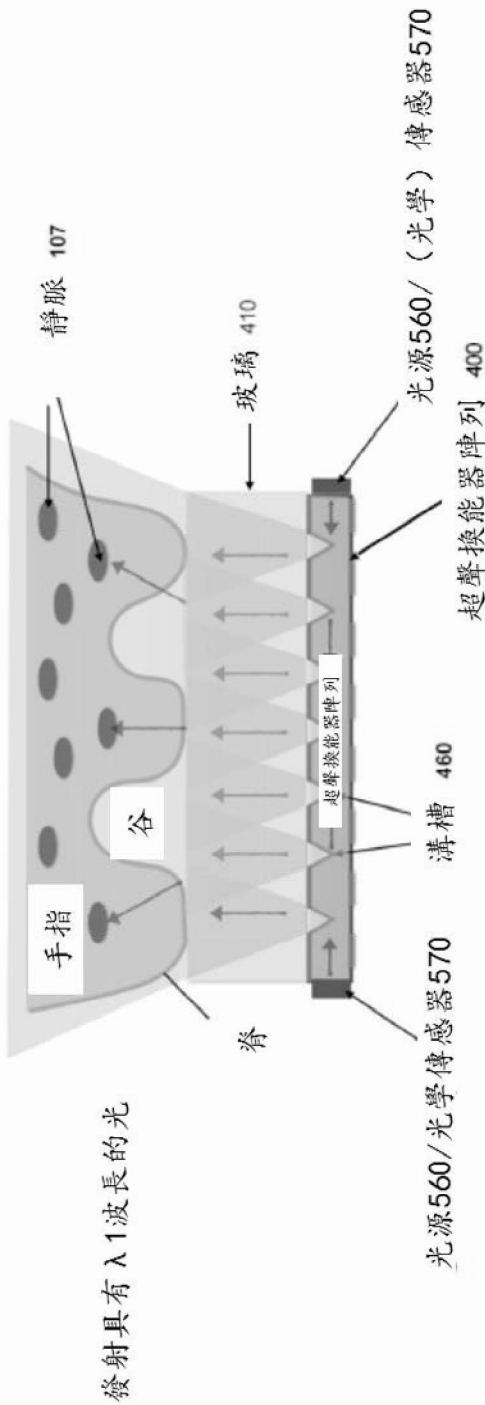


圖 66

系統流程圖

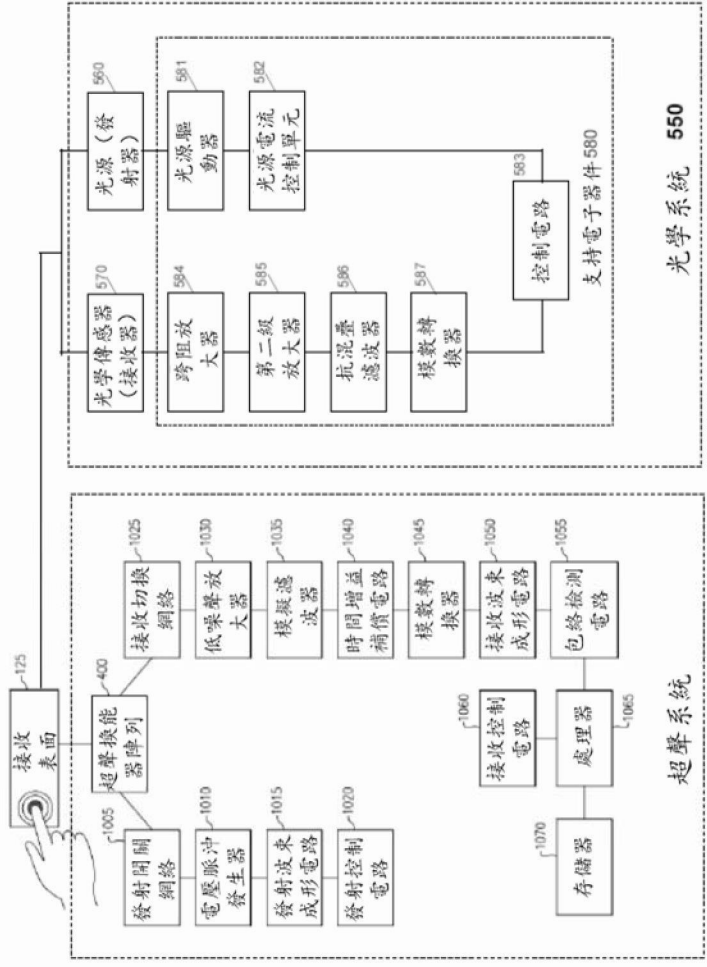


圖 67



68

雙向通信-驅動：光源

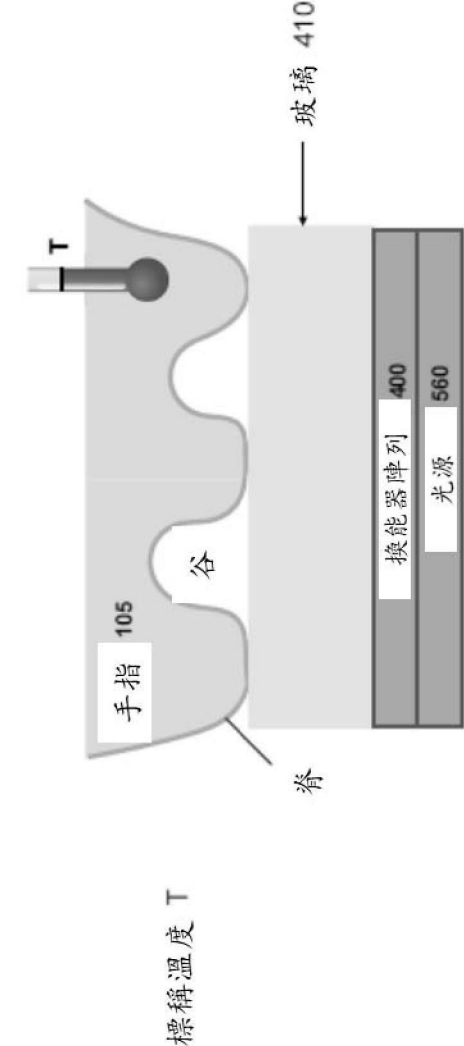


圖 69

雙向通信-驅動：光源

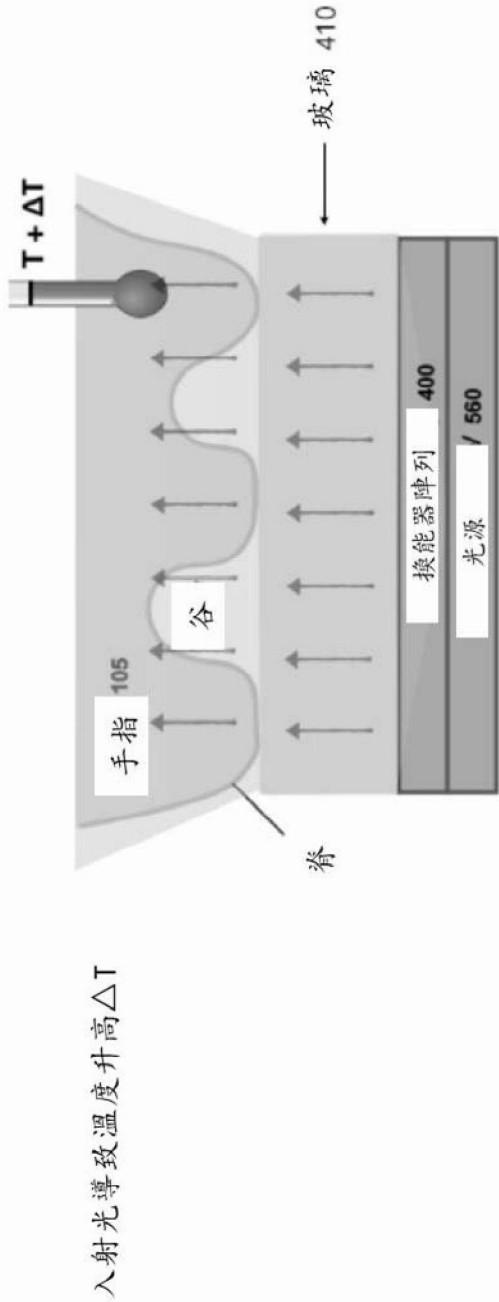


圖 70

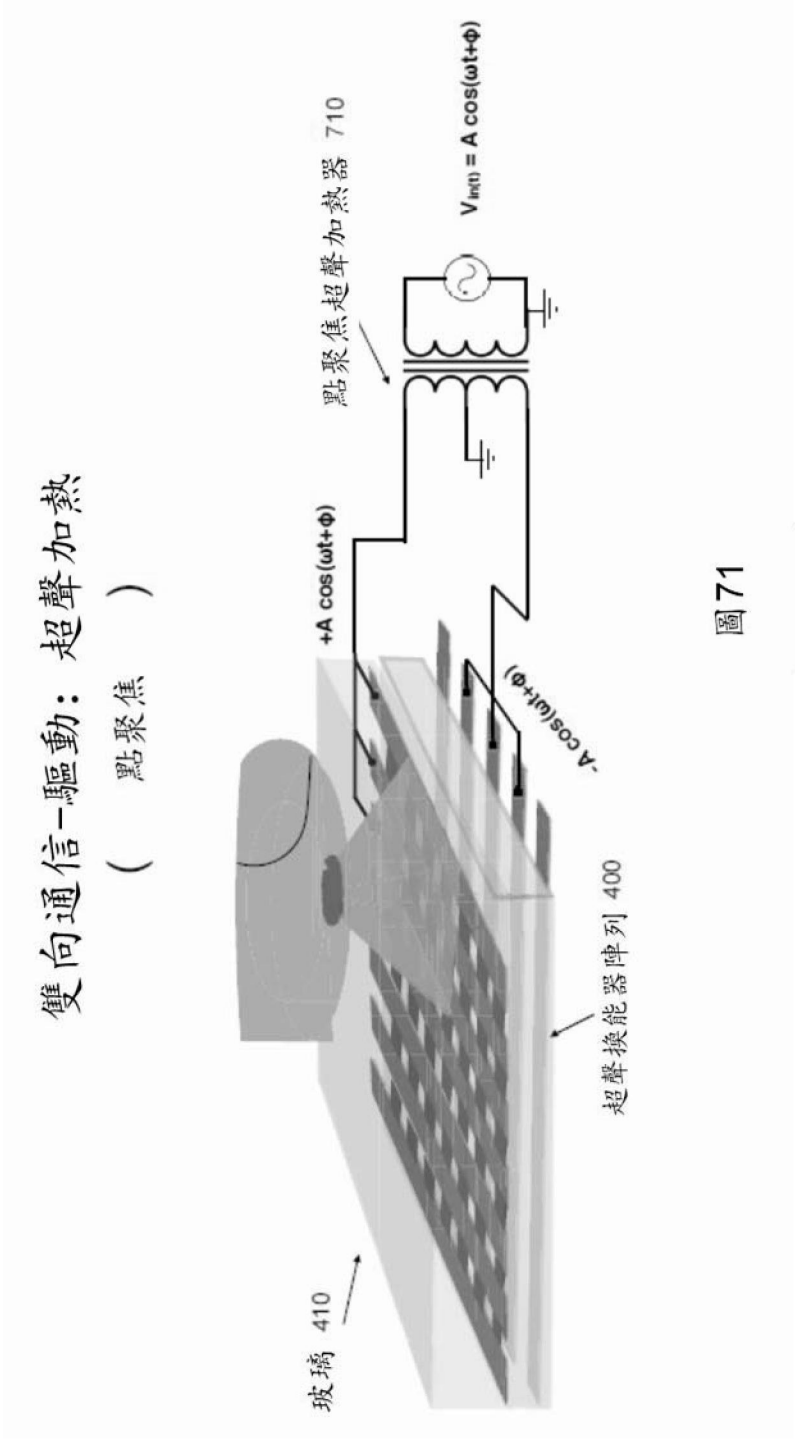


圖 71

雙向通信-驅動：超聲加熱
線聚焦

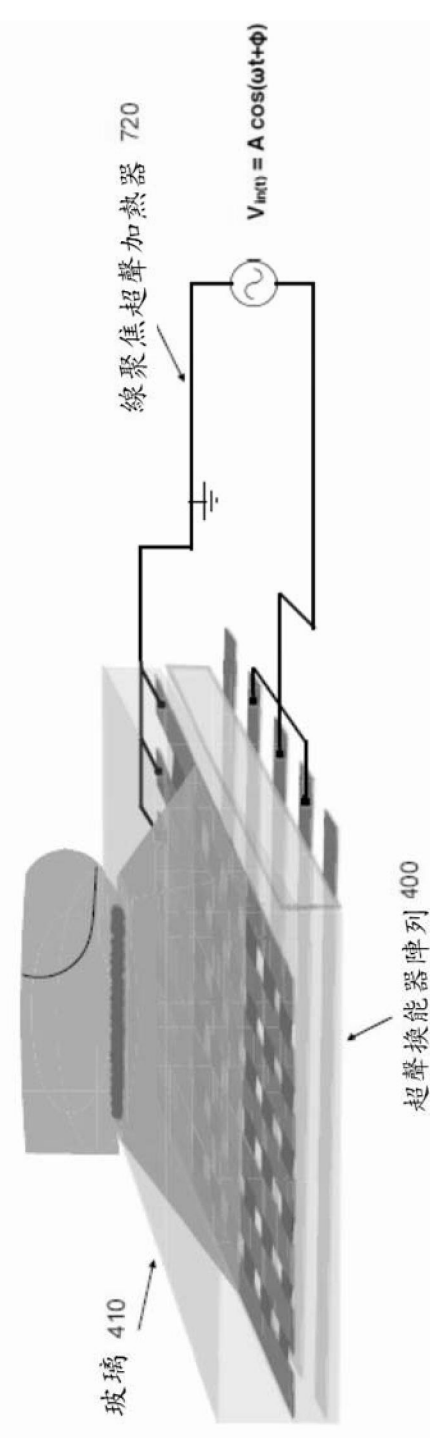


圖 72

雙向通信-驅動：電阻加熱

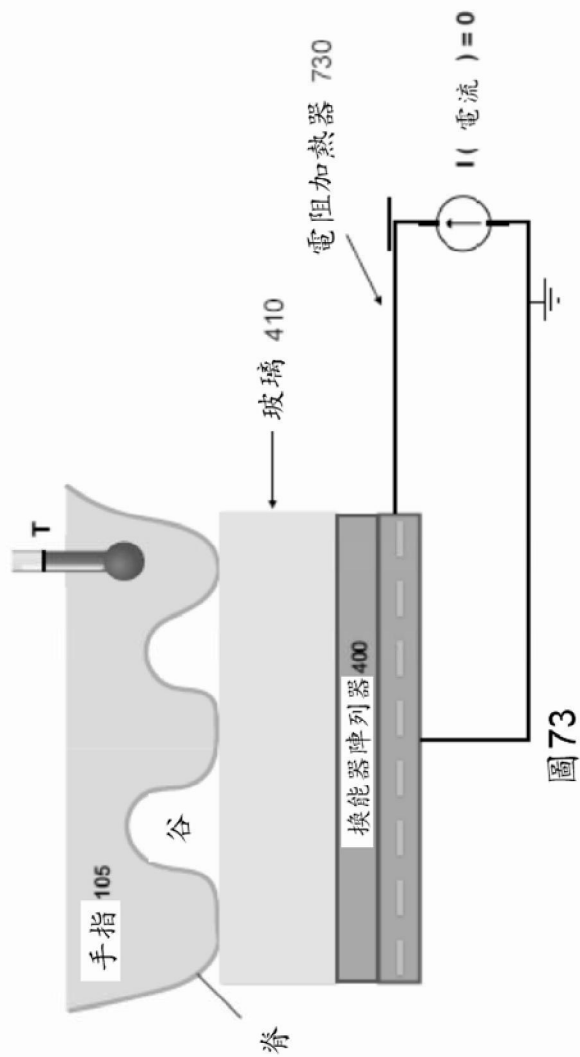


圖 73

雙向通信-驅動：電阻加熱

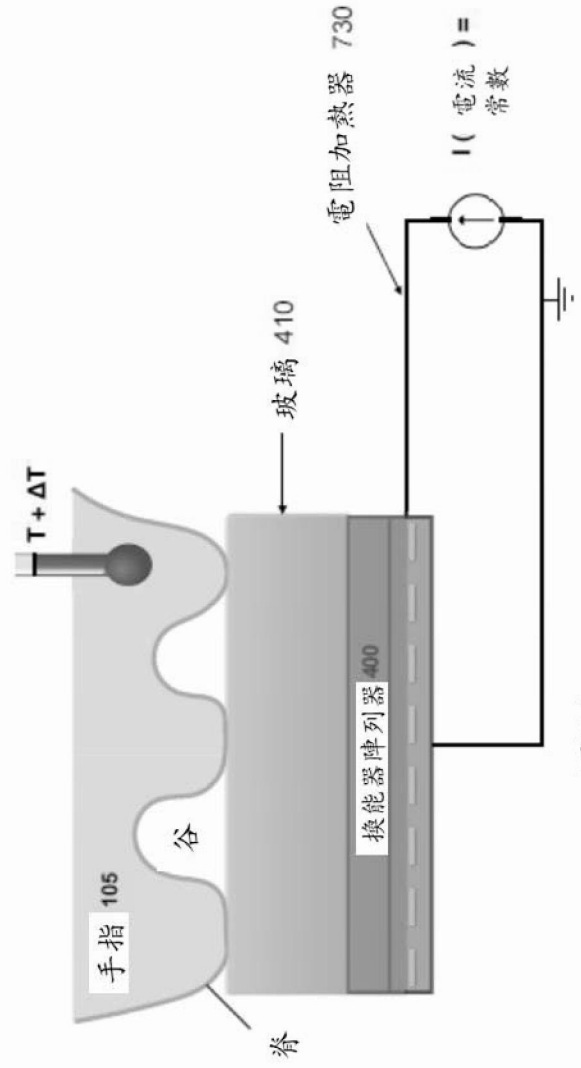


圖 74

雙向通信-驅動：電阻加熱

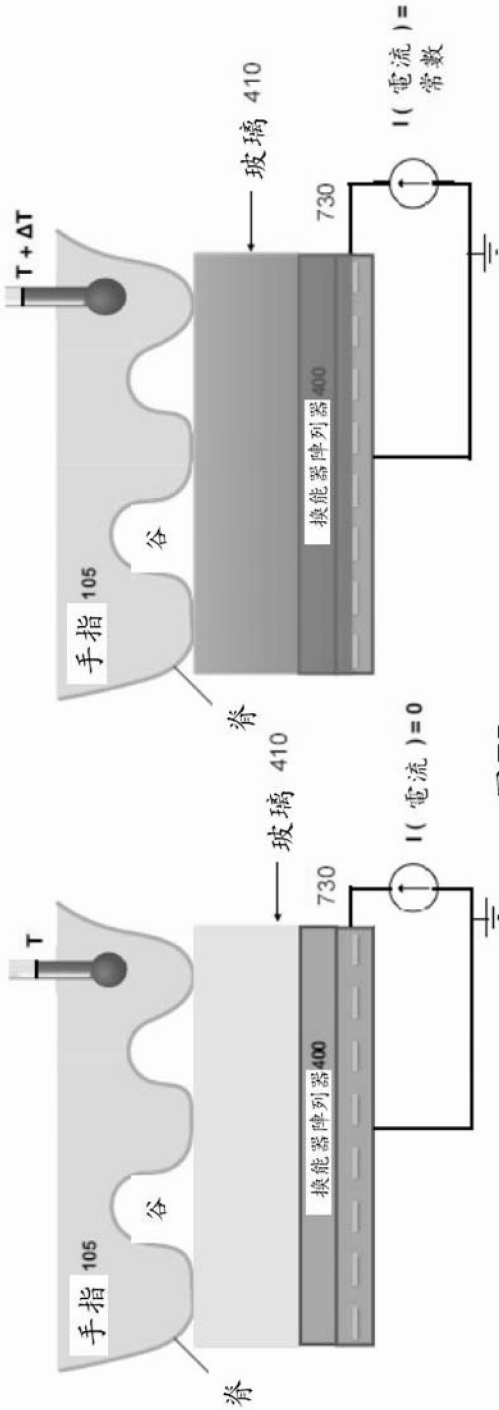


圖 75

雙向通信場景

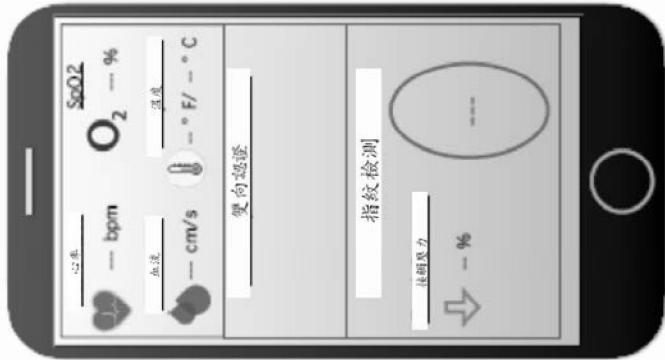
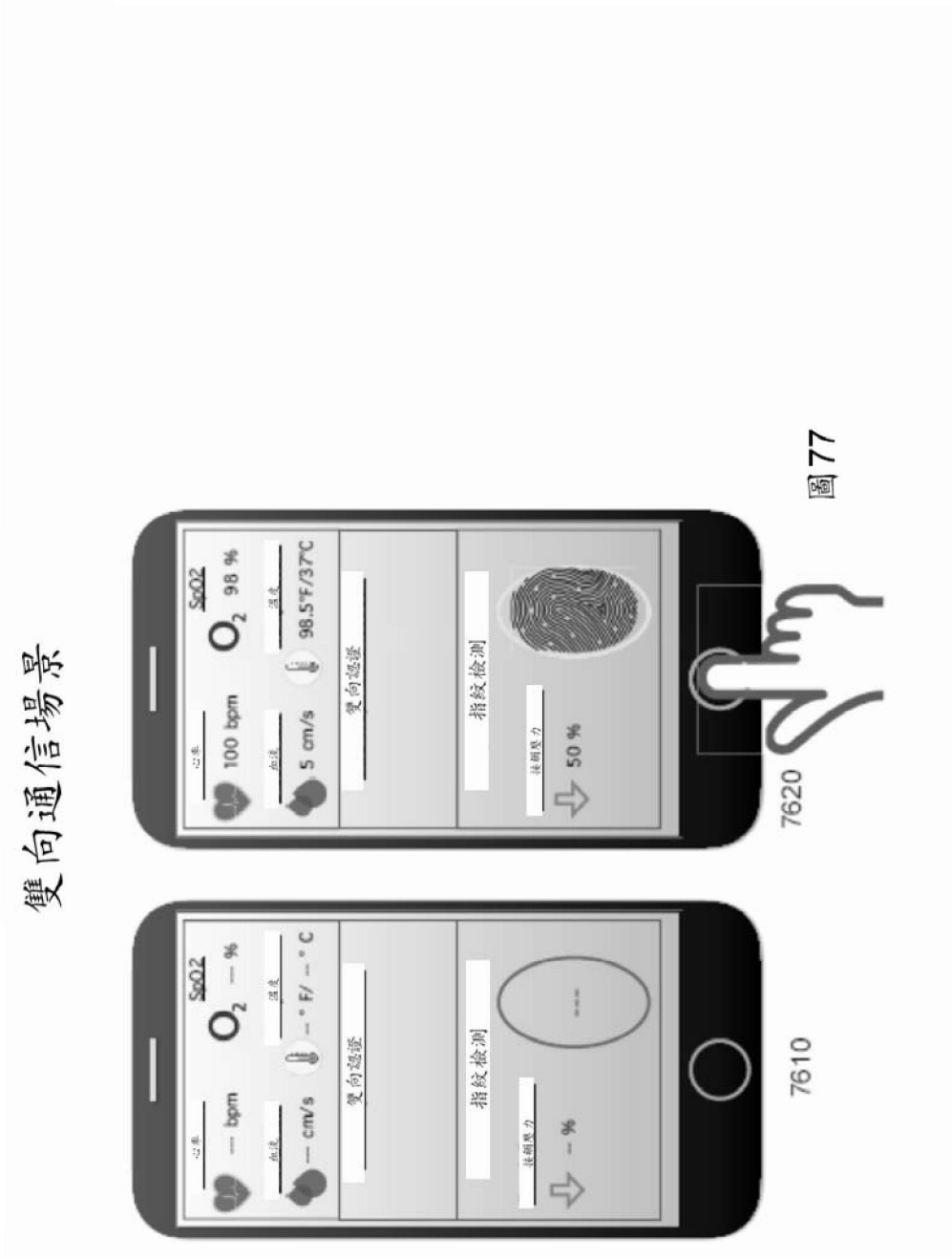


圖 76



雙向通信場景

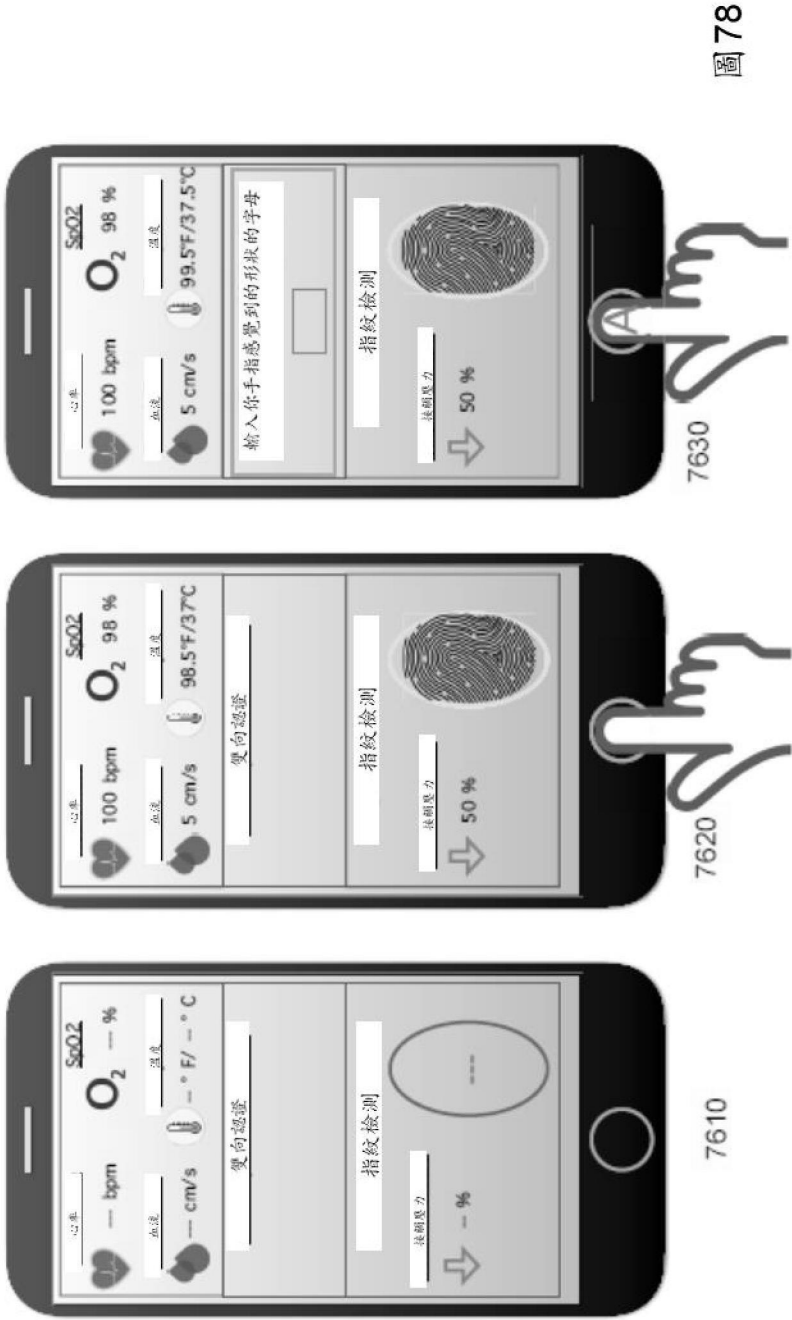
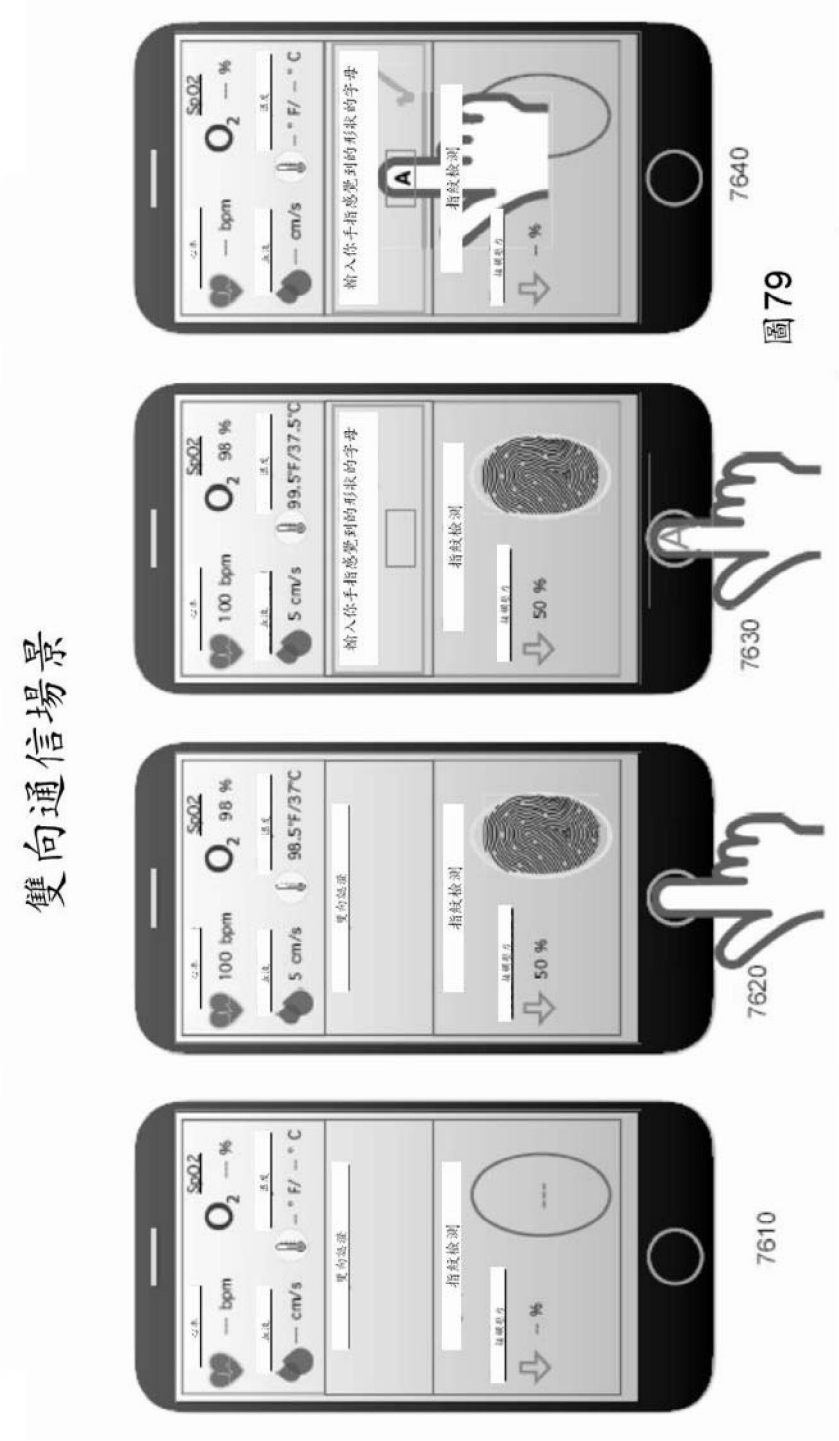


圖 78



雙向通信場景

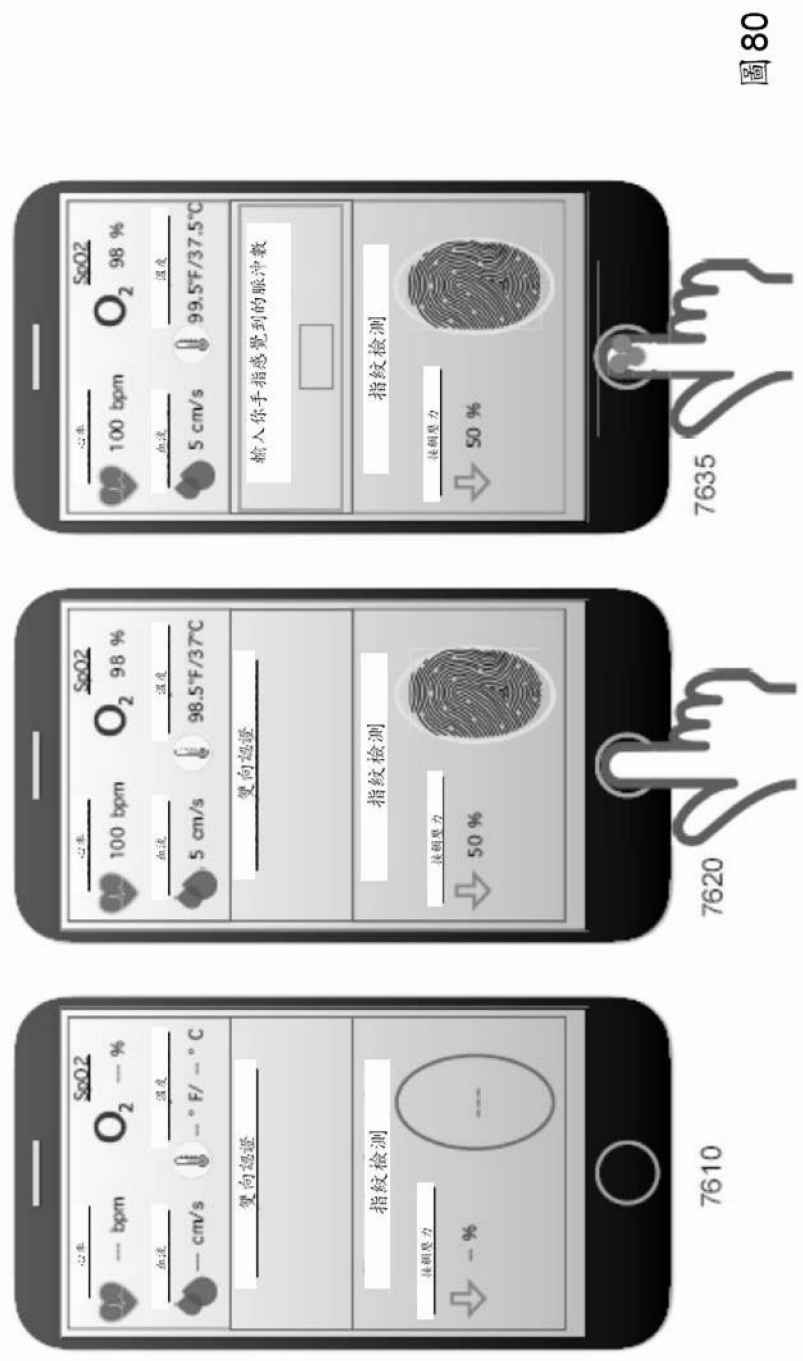


圖 80



雙向通信場景



圖 82



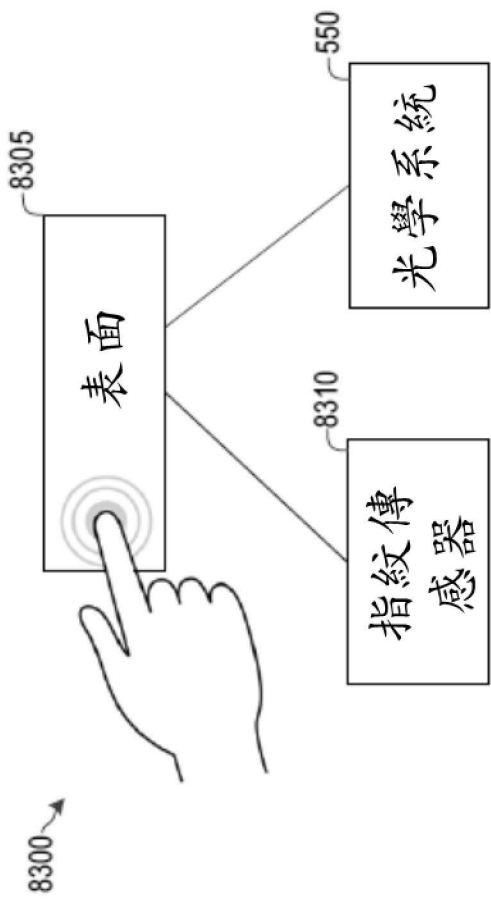


圖 83

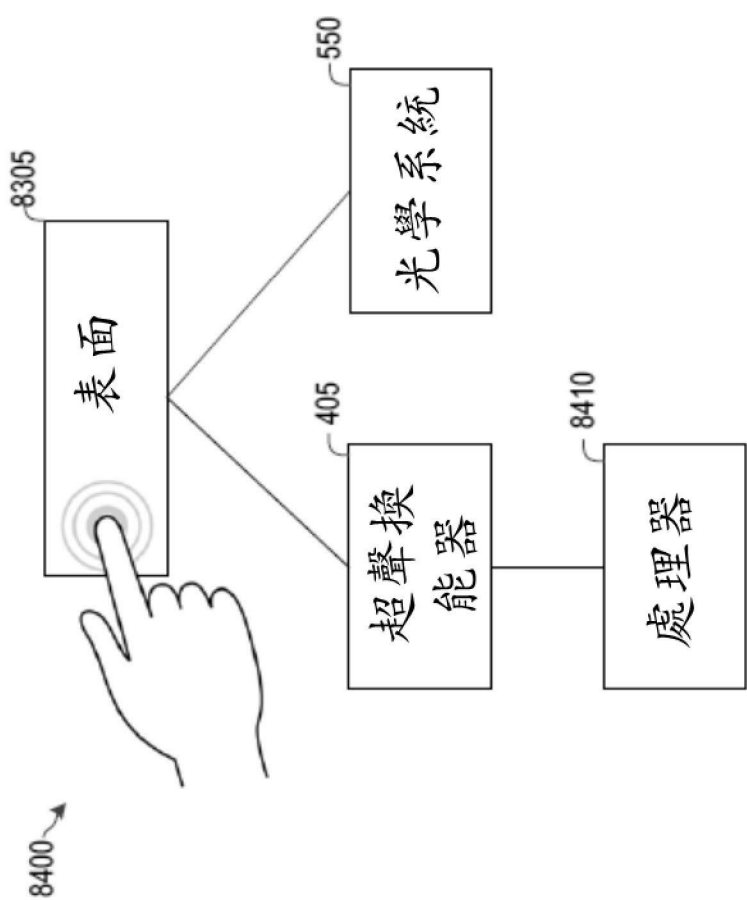


圖 84

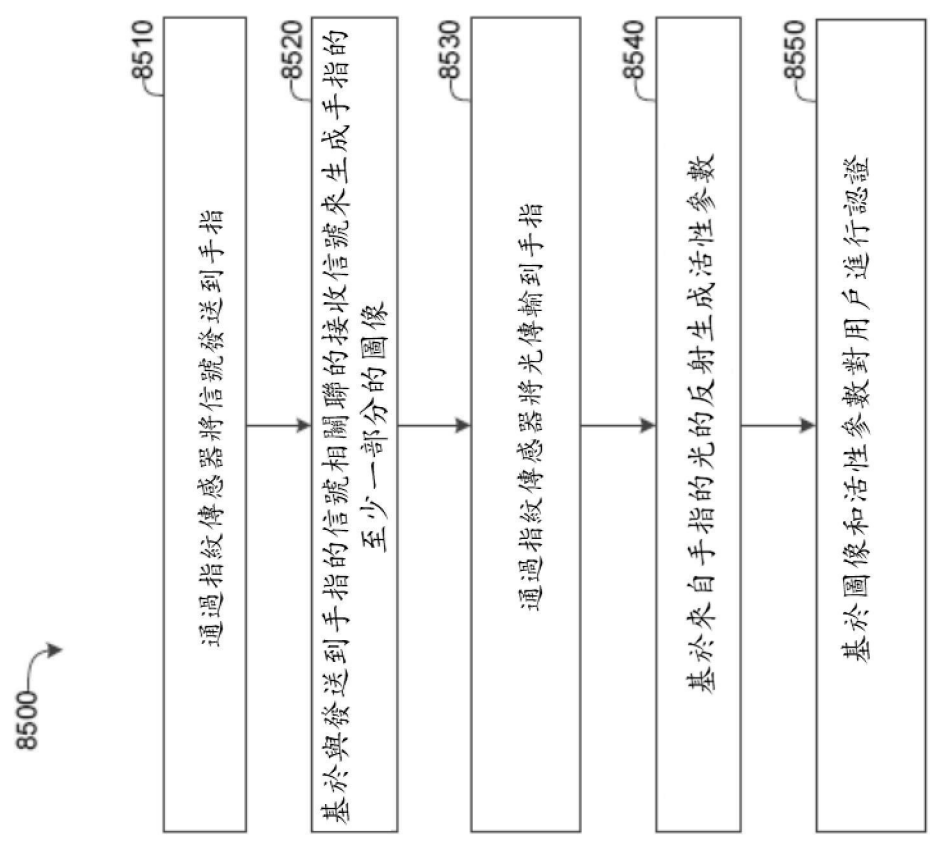


圖 85

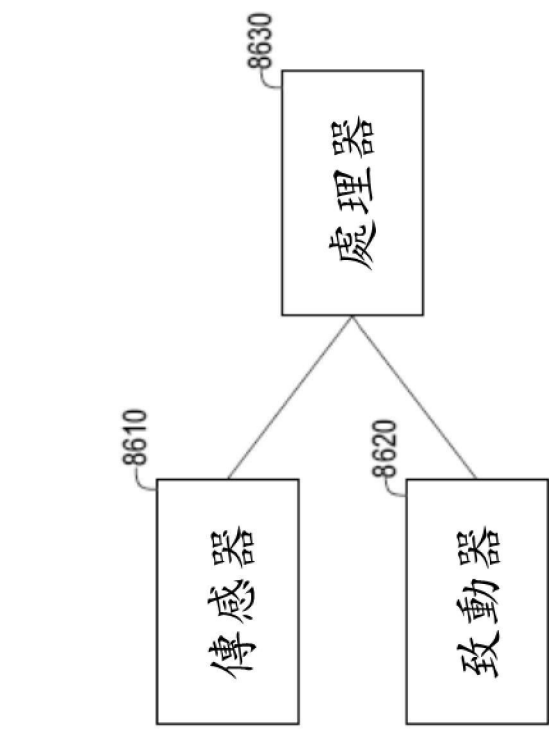


圖 86

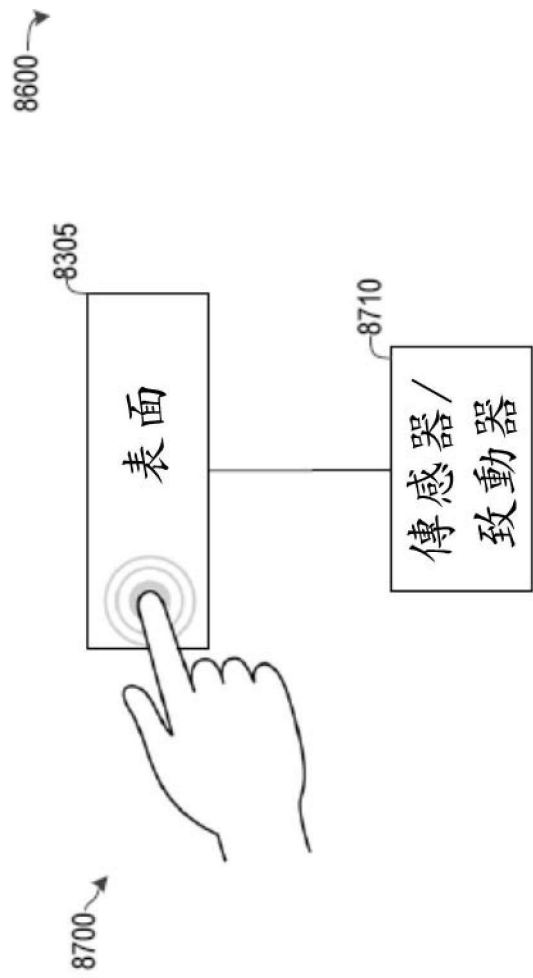


圖 87

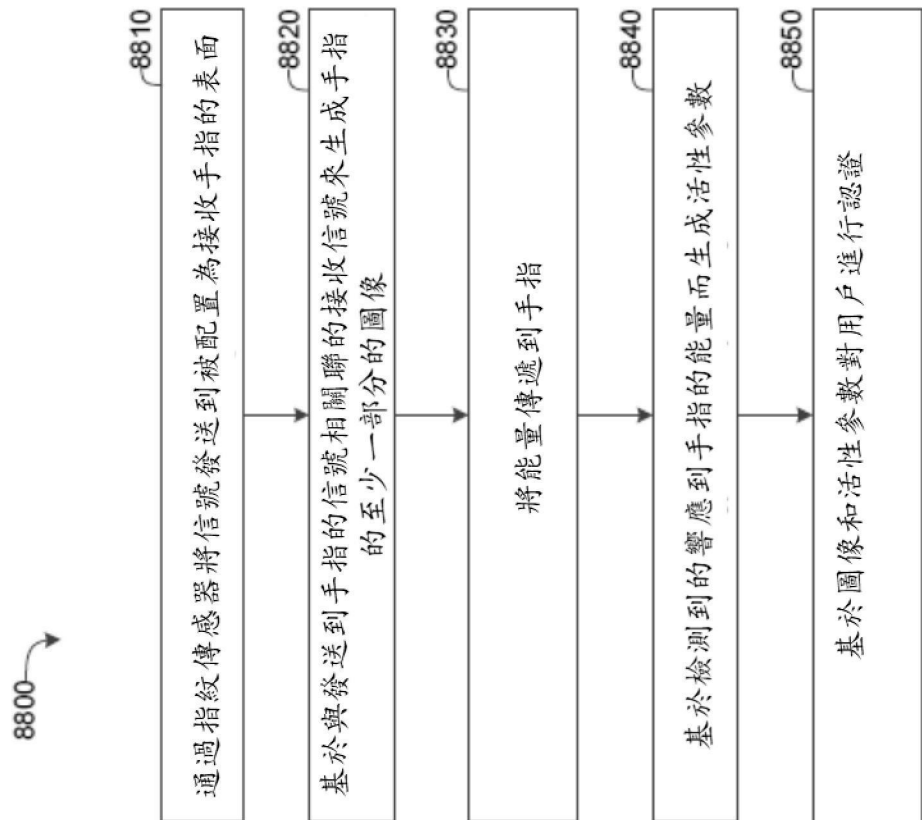


圖 88

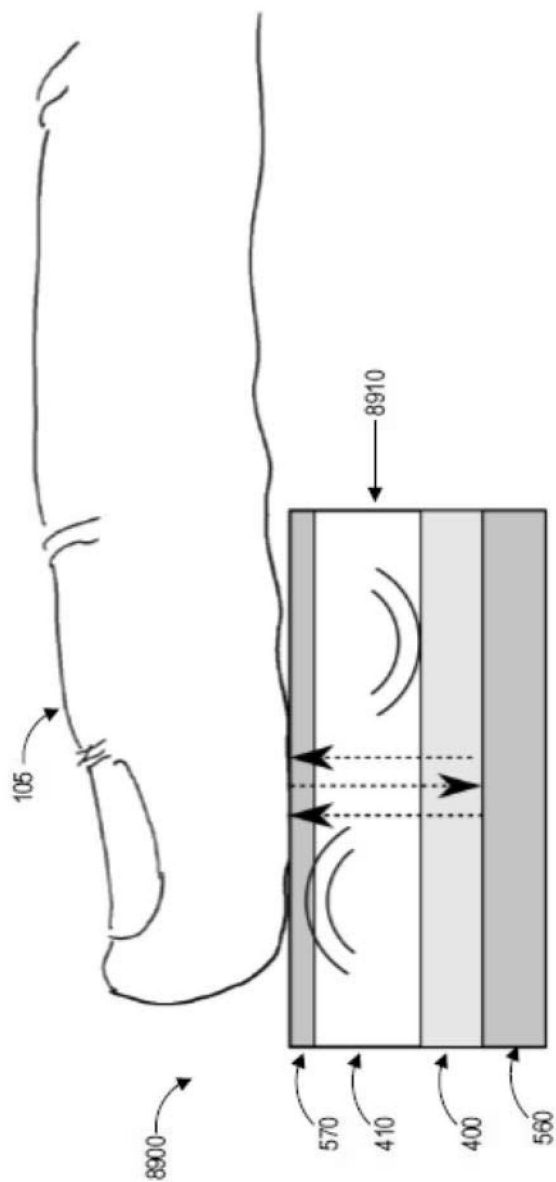


圖 89

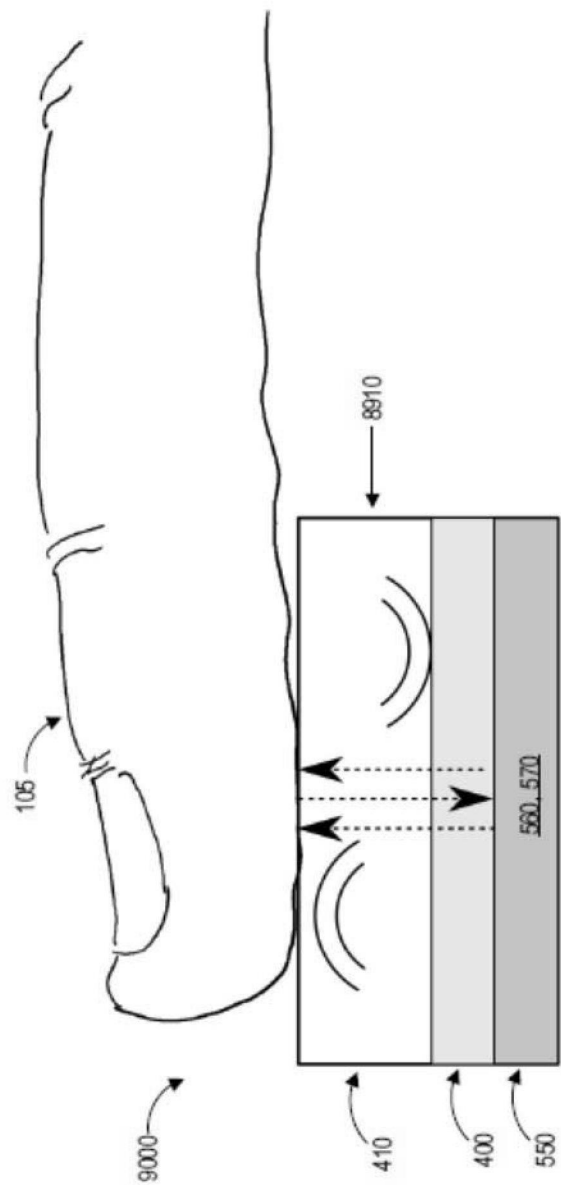


圖 90

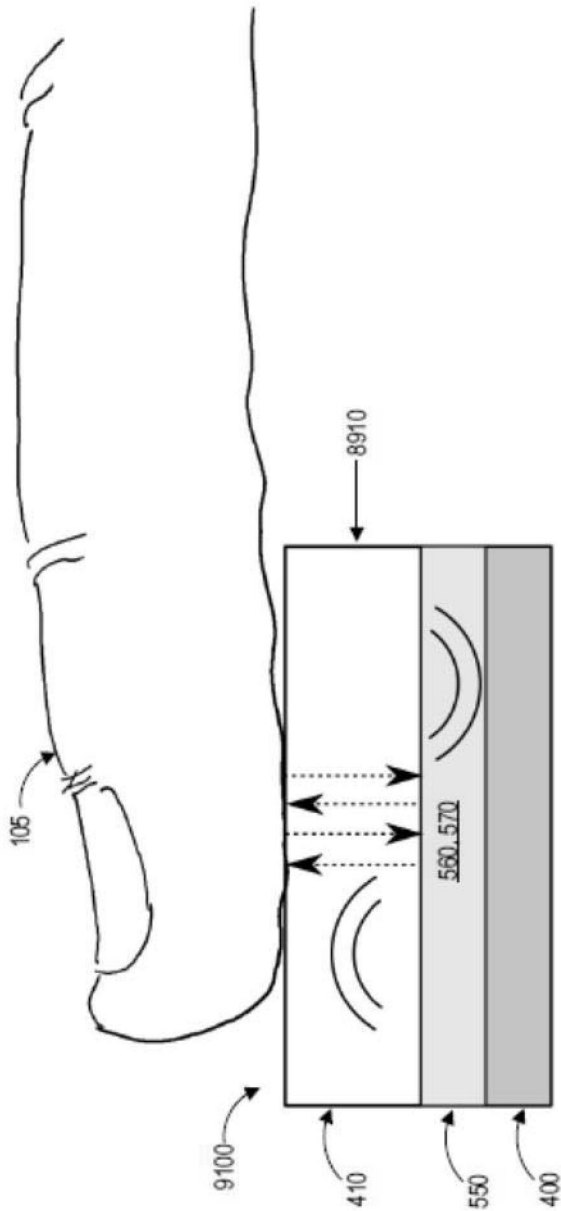


圖 91

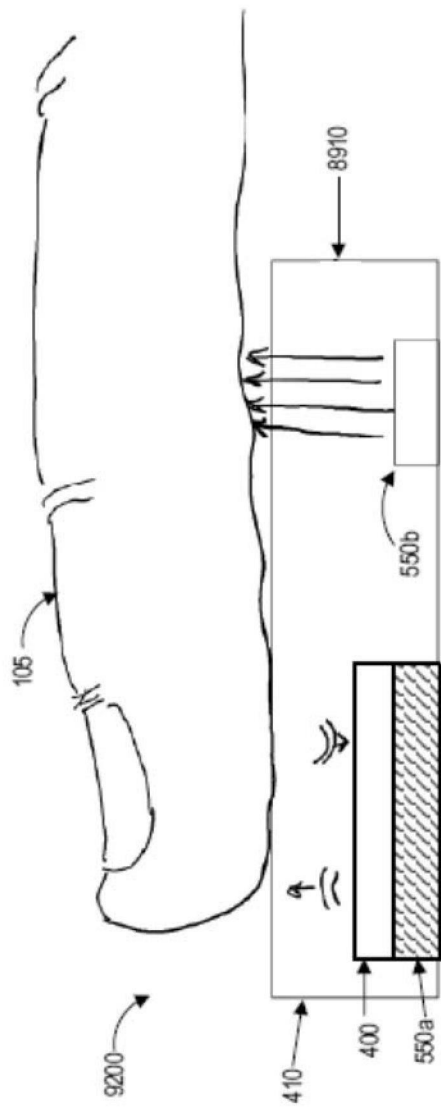


圖 92

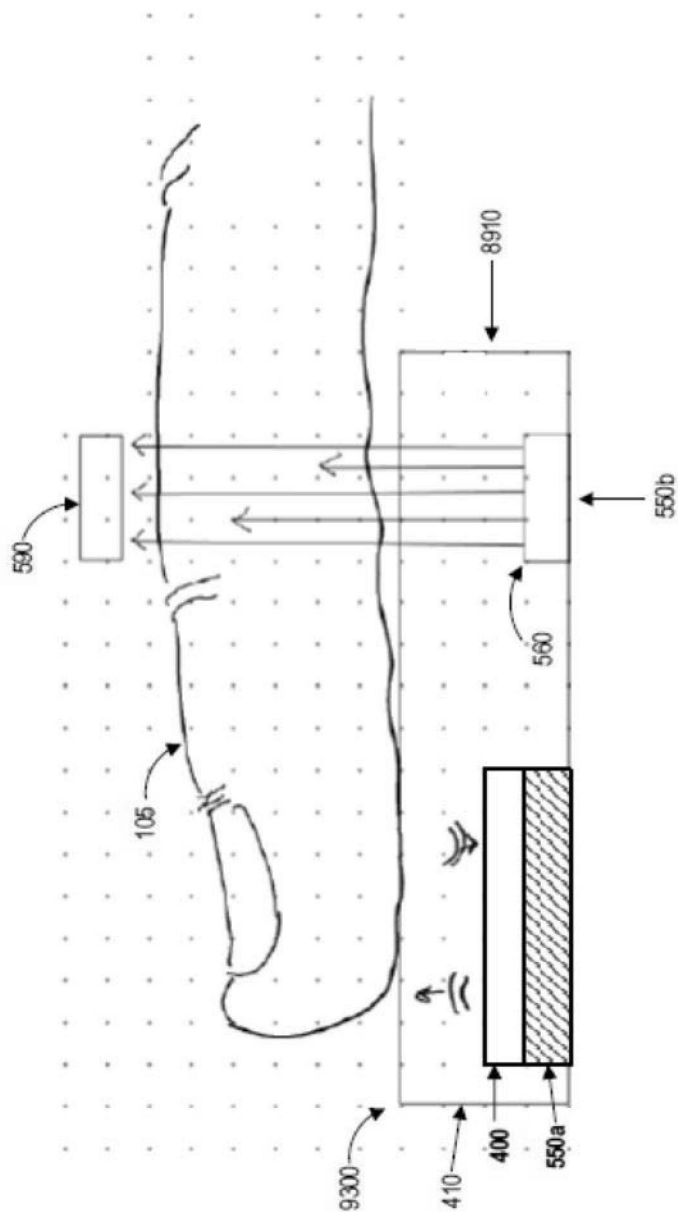


圖 93

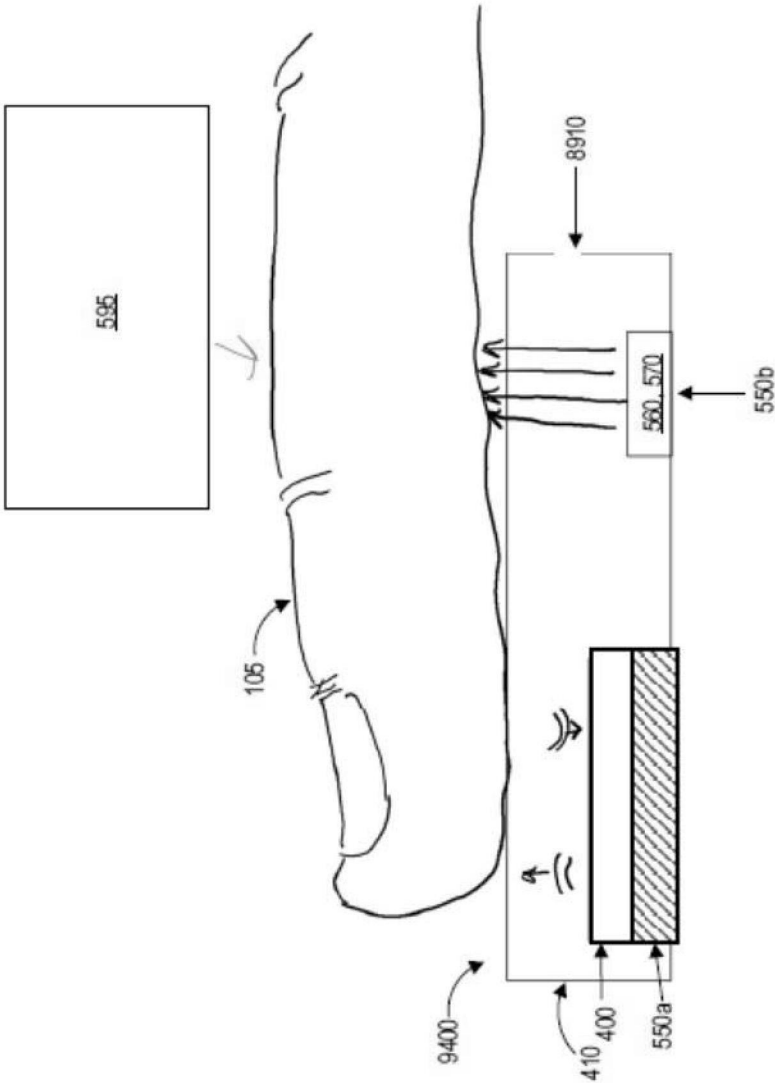


圖 94

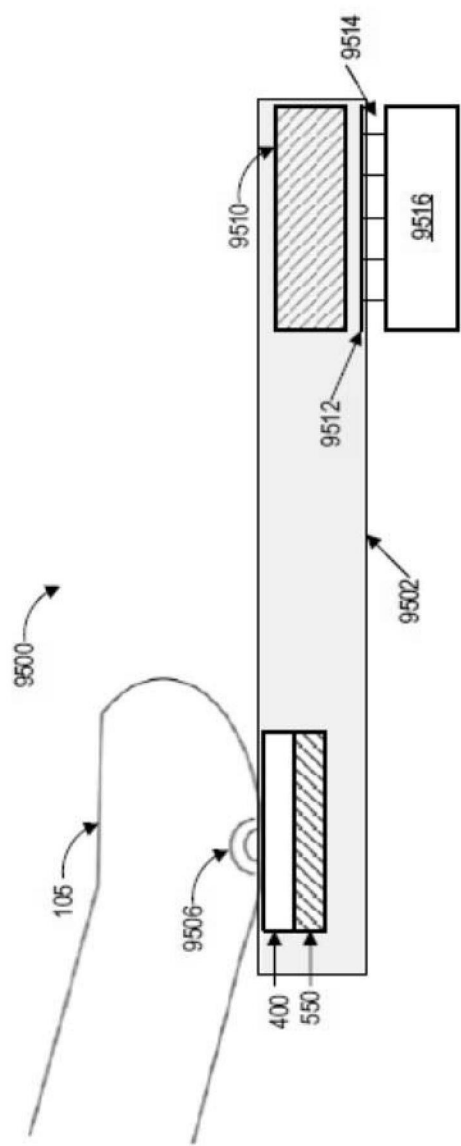


圖 95

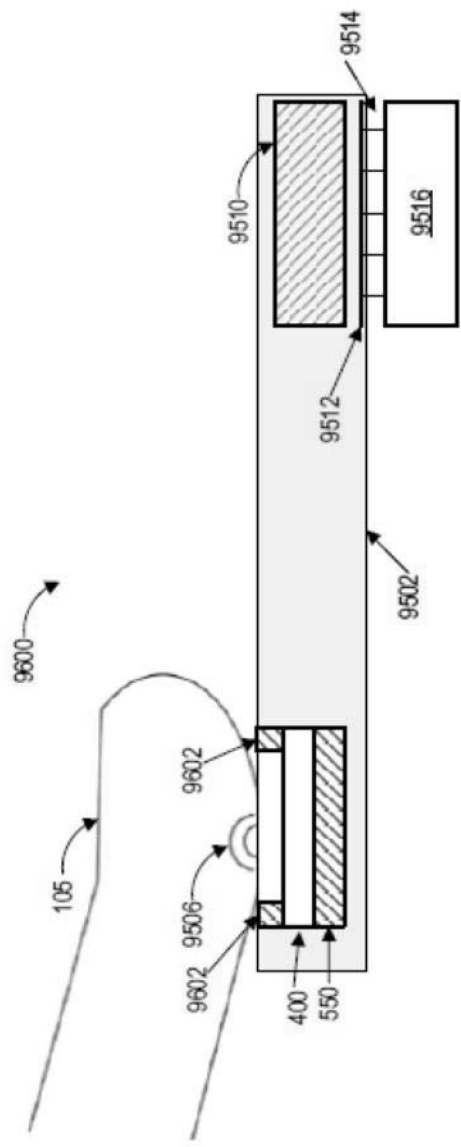


圖 96

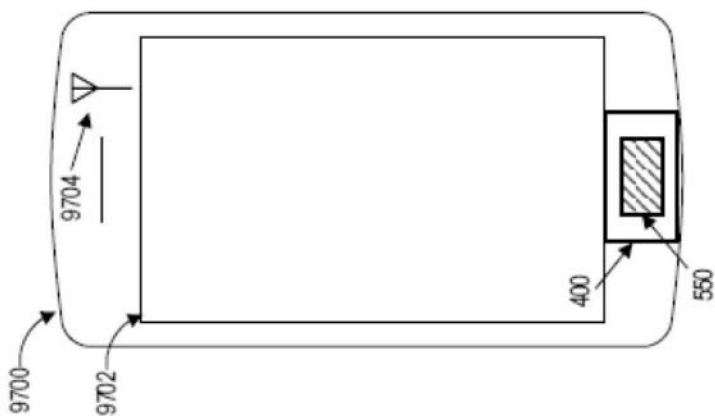


圖 97



圖 98