



(10) **DE 11 2013 007 006 T5** 2016.01.14

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/178458**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 007 006.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/KR2013/003764**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.04.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.11.2014**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.01.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 29/24 (2006.01)**
A61B 8/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2013-0048797 30.04.2013 KR

(74) Vertreter:
**KSNH Patentanwälte Klunker/Schmitt-Nilson/
Hirsch, 80796 München, DE**

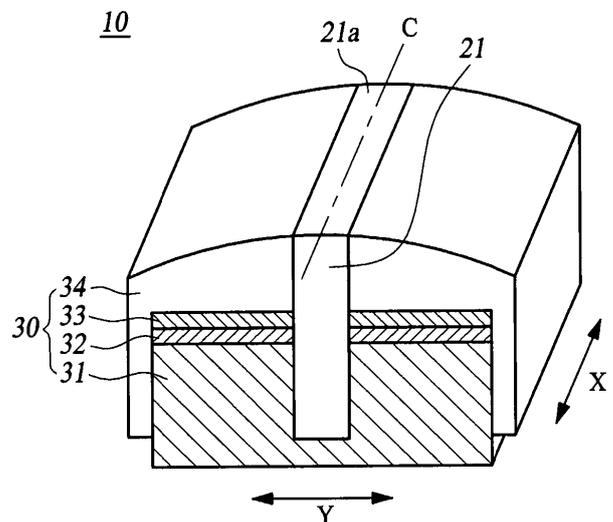
(71) Anmelder:
**Alpinion Medical Systems Co., Ltd., Hwaseong-si,
KR**

(72) Erfinder:
**Kim, Heewon, Seoul, KR; Lee, Susung, Yongin-si,
Gyeonggi-do, KR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fotoakustische Bildgebungssonde**

(57) Zusammenfassung: Einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung schaffen eine fotoakustische Bildgebungssonde, die eine Lichtsendeeinheit, die zum Senden von Licht zu einem zu untersuchenden Zielobjekt ausgebildet ist, sowie eine Schallwellen-Empfangeinheit aufweist, die zum Empfangen einer von dem Zielobjekt durch die Bestrahlung mit dem Licht generierten Schallwelle sowie zum Unterbringen der Lichtsendeeinheit in dieser in einer derartigen Weise, dass eine erste Seite der Lichtsendeeinheit nach außen freiliegt, ausgebildet ist.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beziehen sich auf eine fotoakustische Bildgebungssonde. Im Spezielleren betreffen einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung eine Sonde zum Bereitstellen eines Bildes eines zu untersuchenden Zielobjekts unter Verwendung eines fotoakustischen Effekts.

[Hintergrund]

[0002] Die in diesem Abschnitt angegebenen Ausführungen geben lediglich Hintergrundinformation in Bezug auf einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung an und bilden nicht notwendigerweise Stand der Technik.

[0003] Unter einem fotoakustischen Effekt ist der Effekt der Erregung von Schallwellen von einem Objekt bzw. Probanden zu verstehen, wenn dieses bzw. dieser mit Licht bestrahlt wird.

[0004] Fotoakustische Bildgebungstechniken, die von einem solchen fotoakustischen Effekt Gebrauch machen, beinhalten das Bestrahlen eines Probanden (lebender Körper) mit dem von einer Lichtquelle emittierten Licht, den Empfang von Schallwellen, die durch das Licht erzeugt werden, wie dieses durch lebendes Gewebe in seiner Ausbreitung oder Diffusion durch den Probanden absorbiert wird, sowie die Visualisierung der anatomischen Information im Inneren des Probanden, einem lebenden Körper, durch Analyse der empfangenen Schallwellen.

[0005] In der jüngeren Zeit sind Techniken untersucht und entwickelt worden, die von dem fotoakustischen Effekt Gebrauch machen. Derartige Untersuchungen und Entwicklungen sind insbesondere auf dem Gebiet der medizinischen Geräte aktiv durchgeführt worden.

[0006] Fig. 1 zeigt, wie Licht mittels einer Sonde unter Verwendung einer fotoakustischen Bildgebungstechnologie gesendet wird.

[0007] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist die fotoakustische Bildgebungstechnologie unter anderem insbesondere bei Verfahren einsetzbar, die eine Sonde verwenden, die typischerweise einen Nasenbereich mit zwei seitlichen Bereichen **1** und **2** zum Bestrahlen eines Probanden mit konvergierenden Lichtstrahlen **3** aufweist.

[0008] Diese Verfahren verursachen jedoch das Entstehen einer toten Zone **4** in einer kurzen Distanz, die frei von einer Lichtprojektion ist, und diese Verfahren können in solchen Fällen nicht angewendet werden,

in denen eine geringe Herdtiefe vorhanden ist, wie z. B. bei der Diagnose von oberflächennahen Organen.

[0009] Ferner haben die herkömmlichen fotoakustischen Bildgebungssonden Lichtleiter für die Konfiguration des Bestrahlungslichts verwendet, die ein beträchtliches Volumen der Bildgebungssonden einnehmen und die Produktionskosten in unerwünschter Weise erhöhen. Darüber hinaus entsteht bei den Lichtleitern, die innerhalb eines Kabelbündels vorhanden sind, ein Problem hinsichtlich der Zuverlässigkeit beim kontinuierlichen Biegen des Kabels aufgrund von wiederholtem Gebrauch.

[Offenbarung]

[Technisches Problem]

[0010] Aus diesem Grund will die vorliegende Offenbarung eine fotoakustische Bildgebungssonde zur Verwendung in medizinischen und anderen Anwendungen schaffen, die eine neuartige Konstruktion zum Ausschließen der Entstehung einer toten Zone von Projektionslicht aufweist.

[0011] Ferner schafft die vorliegende Offenbarung eine fotoakustische Bildgebungssonde mit einer Konstruktion, bei der ein bei einem elektrischen Signal arbeitendes Element für eine Lichtquelle verwendet wird.

[0012] Die vorstehend genannten technischen Aspekte sind nicht einschränkend zu verstehen, und weitere nicht spezifizierte technische Probleme, die von der vorliegenden Offenbarung überwunden werden sollen, sollten für einen Durchschnittsfachmann auf dem einschlägigen Gebiet aus der nachfolgenden Beschreibung klar zu verstehen sein.

[Kurzbeschreibung]

[0013] Eine fotoakustische Bildgebungssonde beinhaltet gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung eine Lichtsendeeinheit, die zum Senden von Licht zu einem zu untersuchenden Zielobjekt bzw. Probanden ausgebildet ist, sowie eine Schallwellen-Empfangseinheit, die zum Empfangen einer von dem Zielobjekt durch die Bestrahlung mit dem Licht generierten Schallwelle sowie zum Unterbringen der Lichtsendeeinheit in dieser in einer derartigen Weise, dass eine erste Seite der Lichtsendeeinheit nach außen freiliegt, ausgebildet ist.

[0014] Eine medizinische Vorrichtung, die von Schallwellen Gebrauch macht, beinhaltet gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung die vorstehend genannte fotoakustische Bildgebungssonde.

[0015] Ein Verfahren zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde beinhaltet gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung Folgendes: Laminiere bzw. Schichten eines piezoelektrischen Elements und einer Schallimpedanz-Anpassungsschicht auf eine Trägerschicht oder schallabsorbierende Schicht, wobei die schallabsorbierende Schicht, das piezoelektrische Element und die Schallimpedanz-Anpassungsschicht, die in dieser Reihenfolge zusammen laminiert sind, ein Schichtelement bilden, Mehrfach-Vereinzelung des Schichtelements in einer zweiten Richtung rechtwinklig zu einer ersten Richtung, entlang der eine Mehrzahl von Oszillatoren in Intervallen angeordnet ist, Bilden einer Nut, die entlang der ersten Richtung länglich ausgebildet ist, in einem vereinzelt Schichtelement, Einsetzen einer Lichtführungseinheit in die Nut, und Bilden einer Linsenschicht in einer derartigen Weise, dass eine erste Seite der Lichtführungseinheit nach außen freiliegt.

[0016] Eine medizinische Vorrichtung, die Schallwellen verwendet, beinhaltet gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung eine fotoakustische Bildgebungssonde, die mittels des vorstehend beschriebenen Verfahrens hergestellt wird.

[Vorteilhafte Wirkungen]

[0017] Gemäß der vorliegenden Offenbarung beinhaltet eine fotoakustische Bildgebungssonde eine Lichtsendeeinheit, die in einen Wandler eingesetzt ist und wirkungsmäßig die Erzeugung einer toten Zone einer Lichtprojektion von der Vorderseite der Sonde bis zu einer Abbildungsebene eliminiert.

[0018] Ferner wird ein bei einem elektrischen Signal arbeitendes Element als Lichtquelle verwendet, wodurch die Herstellungskosten der betreffenden Vorrichtungen reduziert werden, während gleichzeitig die Verwendung des bestehenden Kabels für Ultraschallsonden ohne die Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit ermöglicht ist, die bei Verwendung von Lichtleitern entstehen würden.

[0019] Darüber hinaus weisen verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche verschiedene Effekte auf, wie z. B. eine ausgezeichnete Lebensdauer, wie dies anhand der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsformen verständlich wird.

[Kurzbeschreibung der Zeichnungen]

[0020] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung von Licht, das von einer fotoakustischen Bildgebungssonde gemäß dem Stand der Technik ausgesendet wird.

[0021] Fig. 2 zeigt eine konzeptionelle Perspektivansicht einer fotoakustischen Bildgebungssonde gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

[0022] Fig. 3 zeigt eine konzeptionelle Seitenansicht einer fotoakustischen Bildgebungssonde gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

[0023] Fig. 4 zeigt eine konzeptionelle Ansicht der fotoakustischen Bildgebungssonde der Fig. 3 unter Darstellung einer Lichtführungseinheit, die in einer vorbestimmten Richtung zu einer ersten Seite hin verjüngt ausgebildet ist.

[0024] Fig. 5A bis Fig. 5C zeigen Draufsichten auf eine Schallwellen-Empfangseinheit, die mit einer oder mehreren Durchgangsöffnungen zum Aufnehmen von mindestens einer Lichteinheit ausgebildet ist.

[0025] Fig. 6 zeigt eine Perspektivansicht eines Gehäuses, das eine Lichtsendeeinheit und eine Schallwellen-Empfangseinheit gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umschließt.

[0026] Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

Bezugszeichenliste

10	Fotoakustische Bildgebungssonde
20	Lichtsendeeinheit
30	Schallwellen-Empfangseinheit
C	Mittellinie

[Ausführliche Beschreibung]

[0027] Exemplarische Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen ausführlich beschrieben. In der nachfolgenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente, obwohl die Elemente in verschiedenen Zeichnungen dargestellt sind. Ferner wird auf eine ausführliche Beschreibung von bekannten Funktionen und Konfigurationen, die vorliegend angezogen werden, aus Gründen der Klarheit sowie zur Verkürzung verzichtet.

[0028] Außerdem werden verschiedene Begriffe, wie z. B. erste, zweite, A, B usw. lediglich zum Zweck der Unterscheidung einer Komponente von einer anderen Komponente, jedoch nicht zum Implizieren oder Andeuten der Substanzen, der Reihenfolge oder der Sequenz der Komponenten verwendet.

Wenn eine Komponente als mit einer anderen Komponente "verbunden", "gekoppelt" oder "verknüpft" beschrieben ist, so kann dies bedeuten, dass die Komponenten nicht direkt "verbunden", "gekoppelt" oder "verknüpft" sind, sondern auch indirekt über eine oder mehrere zusätzliche Komponenten "verbunden", "gekoppelt" oder "verknüpft" sind.

[0029] Bei der vorliegenden Offenbarung beinhaltet die Schallwelle unter anderem eine Tonwelle, eine Ultraschallwelle und eine fotoakustische Welle, wobei sie sich auch auf eine elastische Welle oder dergleichen beziehen kann, die im Inneren des Probanden erzeugt wird, indem Licht (elektromagnetische Wellen) beispielsweise nahe dem Infrarotbereich zu dem Probanden gesendet wird.

[0030] Zusätzlich kann die fotoakustische Bildgebungssonde gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung für die Diagnose von bösartigen Tumoren und Gefäßkrankungen beispielsweise von Menschen und Tieren verwendet werden, und bei der Sonde kann es sich um eine Vorrichtung zum Ermitteln von biologischer Information aus dem Inneren des Probanden sowie zum Erzeugen von Bilddaten handeln. Somit kann es sich bei dem Probanden bzw. Objekt um den Zielort der Diagnose handeln, wie z. B. eine Brust des menschlichen Körpers oder von Tieren, einen Finger oder Gliedmaßen.

[0031] Fig. 2 zeigt eine konzeptionelle Perspektivansicht einer fotoakustischen Bildgebungssonde **10** gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Fig. 3 zeigt eine konzeptionelle Seitenansicht der fotoakustischen Bildgebungssonde **10** gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Ein Ausführungsbeispiel wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben.

[0032] Die fotoakustische Bildgebungssonde **10** ist gemäß Ausführungsformen derart ausgebildet, dass sie eine Lichtsendeeinheit **20** und eine Schallwellen-Empfangseinheit **30** aufweist.

[0033] Die Lichtsendeeinheit **20** kann dazu dienen, Licht zu dem Probanden zu senden. Die Lichtsendeeinheit **20** kann mit einer Lichtführungseinheit **21** und mindestens einer Lichteinheit **22** ausgebildet sein.

[0034] Die Lichtführungseinheit **21** kann dazu dienen, das von der Lichteinheit **22** abgestrahlte Licht in Richtung zu dem zu untersuchenden Probanden zu führen. Die Lichtführungseinheit **21** kann ein optisch transparentes Material beinhalten. Das optisch transparente Material ist nicht unbedingt als transparent für das bloße Auge zu verstehen, sondern soll alle Materialien beinhalten, die zum Führen von Licht in der Lage sind. Bei der Lichtführungseinheit **21** kann es sich z. B. um ein Glasmaterial oder ein transparentes Kunststoffmaterial handeln.

[0035] Die Lichteinheit **22** kann zum Abstrahlen des Lichts zu der Lichtführungseinheit **21** dienen.

[0036] Das von der Lichteinheit **22** abgestrahlte Licht kann eine vorbestimmte Wellenlänge aufweisen, die von dem Probanden, genauer gesagt dem Hämoglobin oder anderen vorbestimmten Komponenten, die einen lebenden Körper bilden, absorbiert wird. In Abhängigkeit von den Ausführungsformen können die Wellenlänge des Lichts 500 nm bis 1500 nm betragen. Die Wellenlängen in diesem Bereich ermöglichen eine einfache Unterscheidung der Schallwellen, die von dem lichtabsorbierenden Material im Inneren des Probanden erzeugt werden, von den Schallwellen von der Haut. Hierbei kann es sich bei dem lichtabsorbierenden Material im Inneren des Probanden um ein Blutgefäß handeln, das oxidiertes oder reduziertes Hämoglobin führt, oder um einen bösartigen Tumor mit Neovaskularisation handeln.

[0037] Bei einigen Ausführungsformen kann die Lichteinheit **22** durch ein elektrisches Signal betätigt werden. Bei manchen Ausführungsformen kann es sich bei der Lichteinheit **22** um eine lichtemittierende Diode sowie um eine Laserdiode handeln, die einen Laserstrahl abstrahlen kann.

[0038] Eine Betätigung der Lichteinheit **22** mit elektrischen Signalen kann in einfacher Weise implementiert werden, wobei dies die Herstellungskosten für die fotoakustische Bildgebungssonde **10** reduziert und das Verfahren dazu führt, dass weniger Volumen im Inneren der Sonde eingenommen wird, so dass sich ein Ausbildungsvorteil hinsichtlich einer effizienten Sondenkonstruktion ergibt.

[0039] Die Schallwellen-Empfangseinheit **30** ist zum Empfangen von Schallwellen ausgebildet, die von dem Probanden ansprechend auf das gesendete Licht erzeugt werden. Bei einigen Ausführungsformen kann die Schallwellen-Empfangseinheit **30** einen Wandler **30** beinhalten, der zum Empfangen der Schallwellen und zum Umwandeln derselben in elektrische Signale in der Lage ist. Zumindest eine Ausführungsform des Wandlers **30** kann gebildet sein durch Laminieren bzw. Aufeinanderanschichten einer schallabsorbierenden Schicht **31**, eines piezoelektrischen Elements **32** und einer Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** zu einem Schichtelement mit einer an der vorderen Oberfläche der Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** gebildeten Linsenschicht **34**.

[0040] Hierbei handelt es sich bei dem piezoelektrischen Element **32** um eine Substanz, die einen piezoelektrischen Effekt erzeugt. Die schallabsorbierende Schicht **31** dient zum Unterdrücken der freien Schwingung des piezoelektrischen Elements **32**, um dadurch die Pulsbreite der Schallwellen zu reduzieren und somit ein unnötiges Laufen der Schallwellen

len hinter das piezoelektrischen Element **32** zu stoppen, wobei dies wiederum eine Bildverzerrung verhindert. Die Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** dient zum Anpassen der Schallimpedanz des piezoelektrischen Elements **32** an die des Probanden.

[0041] Zumindest eine Ausführungsform des Wandlers **30** kann gebildet werden durch Zusammenschichten des piezoelektrischen Elements **32** und der Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** auf der schallabsorbierenden Schicht **31** zu einem Schichtelement, gefolgt von einer Mehrfach-Vereinzelung des Schichtelements in einer zweiten Richtung (Y-Richtung) rechtwinklig zu einer ersten Richtung (X-Richtung), entlang der eine Mehrzahl von Oszillatoren in Intervallen angeordnet ist, sowie durch Bilden einer Linsenschicht an der Vorderseite der Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33**. Hierbei kann es sich bei der Mehrzahl von Oszillatoren um eine Anzahl von separaten Elementen handeln, die elektrisch oder anderweitig voneinander unabhängig sind und somit in der Lage sind, die Schallwellen einzeln zu empfangen.

[0042] Eines der Merkmale der vorliegenden Offenbarung besteht darin, dass die Lichtsendeeinheit **20** innerhalb der Schallwellen-Empfangeinheit angeordnet ist.

[0043] Bei Ausführungsformen kann die fotoakustische Bildgebungssonde **10** derart ausgebildet sein, dass die Schallwellen-Empfangeinheit **30** zentral mit einer Nut ausgebildet ist, die entlang der ersten Richtung (X-Richtung) länglich ausgebildet ist und in der die Lichtsendeeinheit **20** angeordnet ist. Mit anderen Worten, die fotoakustische Bildgebungssonde **10** besitzt das Merkmal, dass die Lichtsendeeinheit **20** mit der ersten Richtung (X-Richtung) der Schallwellen-Empfangeinheit oder des Wandlers **30** in Längsrichtung kollinear ist, wenn die Lichtführungseinheit **21** darin platziert ist.

[0044] Es ist darauf hinzuweisen, dass die Lichtsendeeinheit **20** eine erste Seite **21a** aufweist, die zur Außenseite der fotoakustischen Bildgebungssonde **10** freiliegt. Hierbei handelt es sich bei der ersten Oberfläche **21a** um die äußerste Oberfläche, an der Licht zur Übertragung die Lichtsendeeinheit **20** verlässt.

[0045] Mit anderen Worten, die fotoakustische Bildgebungssonde **10** kann derart ausgebildet sein, dass die erste Seite **21a** derselben auf einer Mittellinie an der Vorderseite der Linsenschicht **34** der Schallwellen-Empfangeinheit oder des Wandlers **30** angeordnet ist. Die erste Seite **21a** ist entlang der ersten Richtung (X-Richtung) der Linsenschicht **34** langgestreckt ausgebildet. Die die erste Seite **21a** beinhaltende Lichtführungseinheit **21** kann als optisches Fenster **21** bezeichnet werden. Licht kann durch die Lichtführungseinheit **21** hindurch gesendet werden. Der ver-

bleibende Bereich mit Ausnahme der ersten Oberfläche von **21a**, d. h. die Linsenschicht **34**, kann als akustisches Fenster **34** bezeichnet werden. Schallwellen können durch die Linsenschicht **34** hindurch empfangen werden.

[0046] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** weist eine herkömmliche fotoakustische Bildgebungssonde Sendelicht **3** in einer Form auf, bei der das Licht an einer Stelle von beiden Seiten **1** und **2** konvergiert. Hierdurch verbleibt ein in einem nahen Feld die tote Zone **4**, in der kein Bild erzielt werden konnte. Jedoch weist die fotoakustische Bildgebungssonde **10** gemäß einer Ausführungsform keine solche Zone **4** auf, und somit konnten Bilder selbst in einem Nahbereich erzielt werden.

[0047] **Fig. 4** veranschaulicht die fotoakustische Bildgebungssonde **10**, bei der die Lichtführungseinheit **21** von der gegenüberliegenden Seite in Richtung zur ersten Seite **21a** verjüngt ausgebildet ist, an der die Breite der Lichtführungseinheit **21** entlang der zweiten Richtung (Y-Richtung) am schmalsten ist.

[0048] Ein Ausführungsbeispiel wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben.

[0049] Bei einigen Ausführungsformen kann die Lichtführungseinheit **21** eine konstante Querschnittsfläche von der gegenüberliegenden Seite **21b** in Richtung auf die erste Seite **21a** aufweisen, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Querschnittsfläche derselben auch nicht konstant ausgebildet sein. In Abhängigkeit von der Ausführungsform kann die Querschnittsfläche von der gegenüberliegenden Seite **21b** zu der ersten Oberfläche **21a** schmaler ausgebildet sein. Dies ist in **Fig. 4** veranschaulicht, in der die Lichtführungseinheit **21** von der gegenüberliegenden Seite **21b** zu der ersten Seite **21a**, die die schmalste Breite entlang der zweiten Richtung (Y-Richtung) aufweist, verjüngt ausgebildet ist.

[0050] Mit der Verjüngung von der gegenüberliegenden Seite in Richtung auf die erste Seite **21a** nutzt die Lichtführungseinheit **21** das Huygenssche Prinzip, nach dem sich Licht wirkungsmäßig in der zweiten Richtung (Y-Richtung) ausbreitet, wenn es durch die erste Seite **21a** hindurchgeht. Dies verleiht der Schallwellen-Empfangeinheit **30** ferner eine relativ breitere Empfangsfläche **31a** und führt als Ergebnis hiervon zu einer verbesserten Empfangs-Ansprechempfindlichkeit.

[0051] Bei Ausführungsformen kann die Tiefe D der vorstehend genannten Nut bis zu einem Bereich der schallabsorbierenden Schicht **31** gehen. Die Lichteinheit **22** kann in der Nähe der gegenüberliegenden Seite **21b** von der ersten Seite **21a** der Lichtführungseinheit **21** angeordnet sein. Bei Ausführungsformen

kann zumindest eine Durchgangsöffnung an einem Boden der Nut zum Einsetzen von mindestens einer Lichteinheit **22** gebildet sein.

[0052] Die **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** zeigen Draufsichten der Schallwellen-Empfangseinheit **30**, die mit einer oder mehreren Durchgangsöffnungen **30a** zum Aufnehmen von mindestens einer Lichteinheit **22** ausgebildet sind. Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf die **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** beschrieben.

[0053] Gemäß Ausführungsformen kann sich der Boden der Nut in der schallabsorbierenden Schicht **31** befinden. In diesem Fall ist die Durchgangsöffnung **30a** zum Aufnehmen der Lichteinheit **22** in der schallabsorbierenden Schicht **31** gebildet. Wie vorstehend beschrieben, kann die Lichteinheit **22** in einer Anzahl von wenigstens einer Einheit vorhanden sein. Die Lichteinheit **22** kann gemäß Ausführungsformen alleine im Zentrum der Nut angebracht sein, oder die Lichteinheiten **22** können sukzessive oder intermittierend Ende an Ende entlang der Längsrichtung der Nut angebracht sein, obwohl sie auch anderweitig in verschiedenen Mustern installiert sein können. **Fig. 5A** zeigt eine einzelne installierte Durchgangsöffnung **30a**, **Fig. 5B** zeigt drei solche installierten Durchgangsöffnungen, und **Fig. 5C** zeigt acht Durchgangsöffnungen **30a**. Die Durchgangsöffnungen **30a** können in einer Linie entlang der Nut angeordnet sein, wie dies in den **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** gezeigt ist, oder sie können in anderen Mustern angeordnet sein. Es können vollständige Durchgangsöffnungen **30a** entlang der Längsrichtungslänge der Nut Ende an Ende gebildet sein, wie dies in **Fig. 5C** dargestellt ist.

[0054] **Fig. 6** zeigt eine Perspektivansicht eines Gehäuses, das die Lichtsendeeinheit **20** und die Schallwellen-Empfangseinheit **30** umschließt, gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** ist die erste Oberfläche **21a** auf der Mittellinie C angeordnet dargestellt, und die Aufnahmefläche **31** ist benachbart der Schallwellen-Empfangseinheit **30** angeordnet.

[0055] **Fig. 7** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

[0056] Unter Bezugnahme auf **Fig. 7** kann das Verfahren zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde das Laminiieren des piezoelektrischen Elements **32** und der Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** auf die schallabsorbierende Schicht **31** beinhalten, wobei die schallabsorbierende Schicht, das piezoelektrischen Element und die Schallimpedanz-Anpassungsschicht, die in dieser Reihenfolge zusammen laminiert bzw. geschichtet sind, ein Schichtelement bilden (Schritt S100). Das Verfahren kann

ferner eine Mehrfach-Vereinzelung des Schichtelements in der zweiten Richtung (Y-Richtung) rechtwinklig zu der ersten Richtung (X-Richtung) beinhalten, entlang der eine Mehrzahl von Oszillatoren in Intervallen angeordnet ist (Schritt S200). Weiterhin kann das Verfahren das Bilden einer Nut mit einer Längserstreckung entlang der ersten Richtung an dem vereinzelt Schichtelement beinhalten (Schritt S300). Weiterhin kann das Verfahren das Einsetzen der Lichtführungseinheit **21** in die Nut beinhalten (Schritt S400). Ferner kann das Verfahren das Bilden der Linsenschicht **34** in einer derartigen Weise beinhalten, dass die erste Seite **21a** der Lichtführungseinheit **21** zur Außenseite freiliegt (Schritt S500).

[0057] Das Verfahren zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde kann gemäß einigen Ausführungsformen das Merkmal beinhalten, dass der Schritt des Einsetzens (S400) das derartige Einsetzen der Lichtführungseinheit **21** beinhaltet, dass diese von einer Oberfläche der Schallimpedanz-Anpassungsschicht **33** hervorsticht. Dieses Merkmal vereinfacht den letzteren Schritt zum Bilden der Linsenschicht **34** unter Verwendung des vorstehenden Bereichs als Führung, um die herum gearbeitet werden kann. Auf diese Weise wird eine Struktur geschaffen, bei der die erste Seite **21a** an der Mittellinie C der Oberfläche der Linsenschicht **34** angeordnet ist.

[0058] Das Verfahren zum Herstellen der fotoakustischen Bildgebungssonde kann ferner das Bilden von mindestens einer Durchgangsöffnung **30a** am Boden der Nut nach dem Bilden der Nut beinhalten (Schritt S300).

[0059] Einige Ausführungsformen sehen eine medizinische Vorrichtung vor, die mit Schallwellen arbeitet und die fotoakustische Bildgebungssonde **10** gemäß der vorstehenden Beschreibung beinhaltet. Medizinische Vorrichtungen oder Geräte jeglicher Art können die vorliegende Erfindung implementieren, solange sie zur Anwendung der vorstehend beschriebenen fotoakustischen Bildgebungssonde **10** verfügbar sind. Spezielle Bezeichnungen von solchen medizinischen Vorrichtungen oder Geräten sind allgemein bekannt und werden hier nicht weiter ausgeführt.

[0060] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorliegenden Ausführungsformen einzuschränken, sondern im Umfang der vorliegenden Offenbarung, wie diese nachfolgend beansprucht wird, können verschiedene Modifikationen und Änderungen vom einschlägigen Durchschnittsfachmann ausgeführt werden.

[0061] Spezielle, in der vorliegenden Offenbarung verwendete Begriffe und Zeichnungen werden zum Zweck der Erläuterung verwendet und sind nicht als Einschränkungen der vorliegenden Offenbarung zu

betrachten. Exemplarische Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind im Hinblick auf Kürze und Klarheit beschrieben worden. Daher versteht es sich für einen Durchschnittsfachmann, dass die beanspruchte Erfindung nicht durch die vorstehend explizit beschriebenen Ausführungsformen, sondern durch die Ansprüche und deren Äquivalente begrenzt wird.

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

[0062] Falls anwendbar, beansprucht die vorliegende Anmeldung unter 35 U. S. C. § 119(a) die Priorität der Patentanmeldung Nr. 10-2013-0048797, eingereicht am 30. April, 2013 in Korea, deren gesamter Inhalt durch Bezugnahme zu einem Bestandteil der vorliegenden Beschreibung gemacht wird. Ferner beansprucht diese nicht vorläufige Anmeldung aus dem selben Grund eine Priorität in anderen Ländern als den USA auf der Basis der koreanischen Patentanmeldung, deren gesamter Inhalt durch Bezugnahme zu einem Bestandteil der vorliegenden Beschreibung gemacht wird.

Patentansprüche

1. Fotoakustische Bildgebungssonde, aufweisend: eine Lichtsendeeinheit, die zum Senden von Licht zu einem zu untersuchenden Zielobjekt ausgebildet ist; und eine Schallwellen-Empfangseinheit, die zum Empfangen einer von dem Zielobjekt durch die Bestrahlung mit dem Licht generierten Schallwelle sowie zum Unterbringen der Lichtsendeeinheit in dieser in einer derartigen Weise, dass eine erste Seite der Lichtsendeeinheit nach außen freiliegt, ausgebildet ist.
2. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 1, wobei die Lichtsendeeinheit eine Lichtführungseinheit und mindestens eine Lichteinheit beinhaltet.
3. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 2, wobei die mindestens eine Lichteinheit zum Arbeiten auf der Basis eines elektrischen Signals ausgebildet ist.
4. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 2, wobei die mindestens eine Lichteinheit in der Nähe einer der ersten Seite gegenüberliegenden Seite angeordnet ist.
5. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 2, wobei die Lichtführungseinheit ein optisch transparentes Material beinhaltet.
6. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 2, wobei die Lichtführungseinheit von der gegenüberliegenden Seite in Richtung auf die erste Seite verjüngt ausgebildet ist.
7. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 1, wobei die Schallwellen-Empfangseinheit eine Linsenschicht aufweist, und wobei die erste Seite an einer Mittellinie einer Oberfläche der Linsenschicht angeordnet ist.
8. Fotoakustische Bildgebungssonde nach Anspruch 1, wobei die Schallwellen-Empfangseinheit eine Mehrzahl von Oszillatoren beinhaltet, die in Intervallen entlang einer ersten Richtung angeordnet sind, und wobei die erste Seite entlang der ersten Richtung länglich ausgebildet ist.
9. Medizinische Vorrichtung, die mit einer Schallwelle arbeitet, wobei die medizinische Vorrichtung eine fotoakustische Bildgebungssonde nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist.
10. Verfahren zum Herstellen einer fotoakustischen Bildgebungssonde, wobei das Verfahren aufweist:
Laminieren eines piezoelektrischen Elements und einer Schallimpedanz-Anpassungsschicht auf eine schallabsorbierende Schicht, wobei die schallabsorbierende Schicht, das piezoelektrische Element und die Schallimpedanz-Anpassungsschicht, die in dieser Reihenfolge laminiert sind, ein Schichtelement bilden;
Mehrfach-Vereinzelung des Schichtelements in einer zweiten Richtung rechtwinklig zu einer ersten Richtung, entlang der eine Mehrzahl von Oszillatoren in Intervallen angeordnet ist;
Bilden einer Nut, die entlang der ersten Richtung länglich ausgebildet ist, in einem vereinzelt Schichtelement;
Einsetzen einer Lichtführungseinheit in die Nut; und
Bilden einer Linsenschicht in einer derartigen Weise, dass eine erste Seite der Lichtführungseinheit nach außen freiliegt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Einsetzen das derartige Einsetzen der Lichtführungseinheit beinhaltet, dass die Lichtführungseinheit von einer Oberfläche der Schallimpedanz-Anpassungsschicht hervorsteht.
12. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner das Bilden von mindestens einer Durchgangsöffnung am Boden der Nut nach dem Bilden der Nut beinhaltet.
13. Medizinische Vorrichtung, die mit einer Schallwelle arbeitet, wobei die medizinische Vorrichtung eine fotoakustische Bildgebungssonde aufweist, die nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12 hergestellt ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

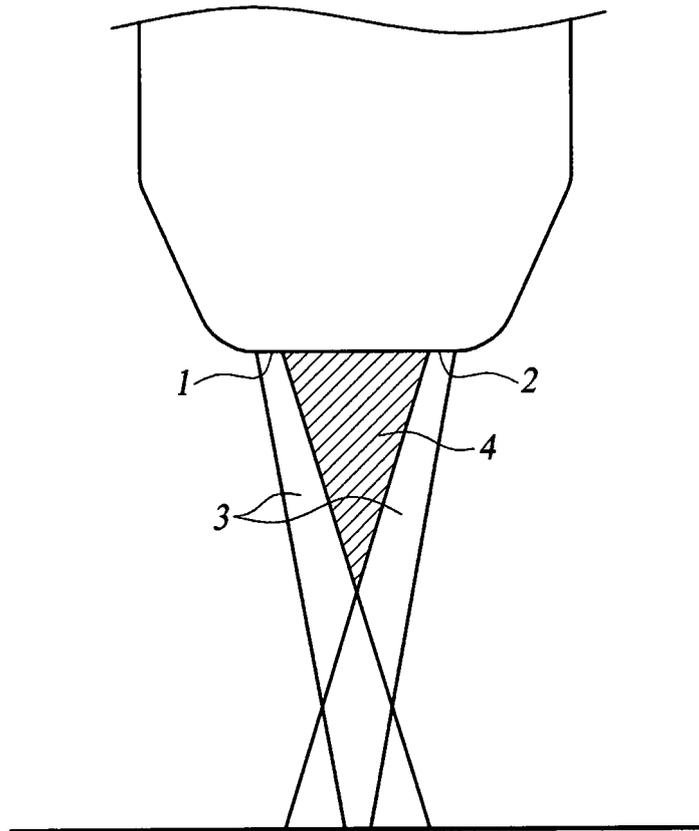


FIG. 1

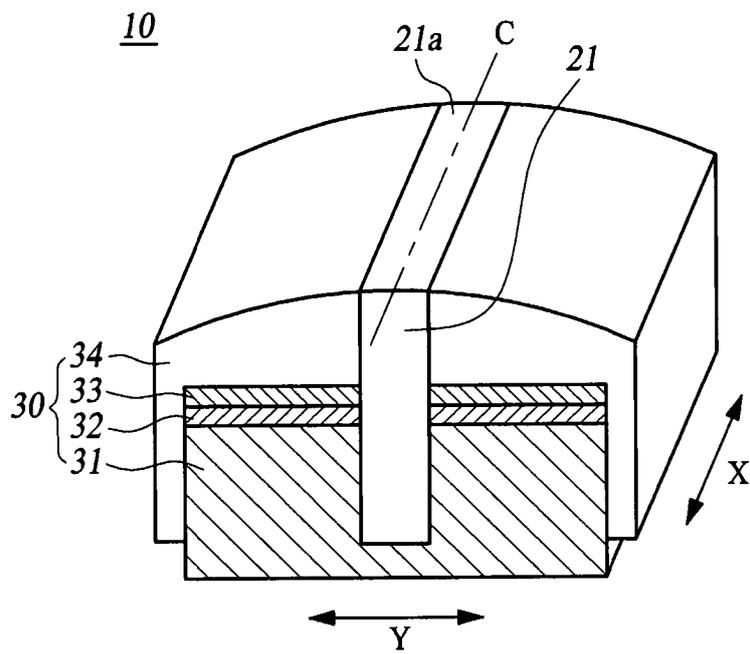


FIG. 2

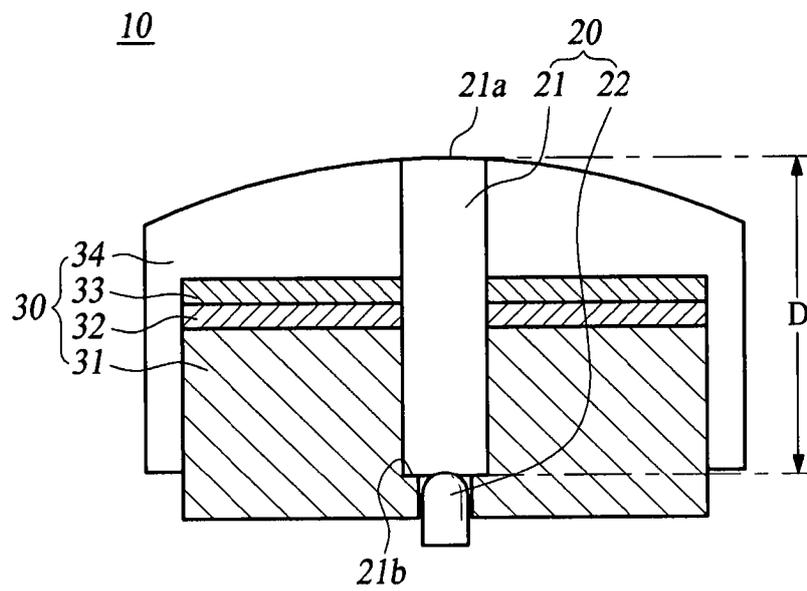


FIG. 3

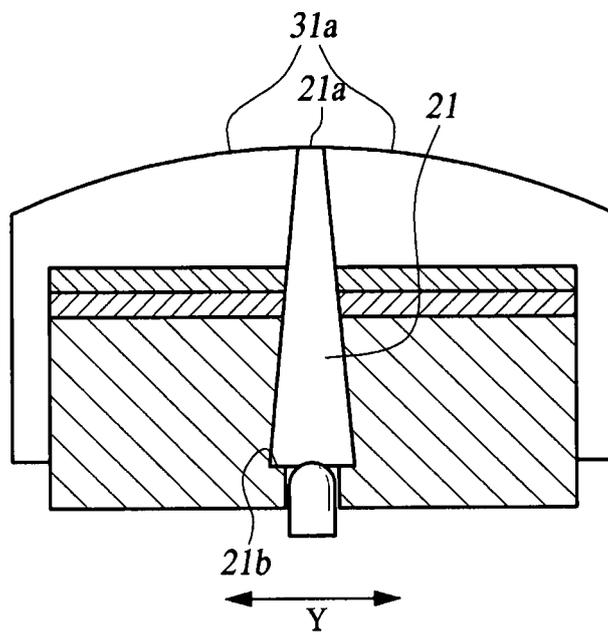


FIG. 4

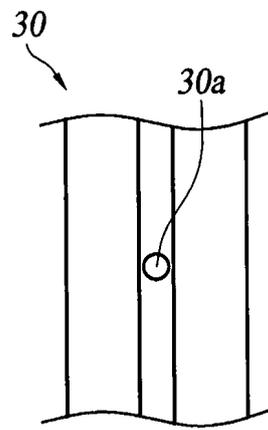


FIG. 5A

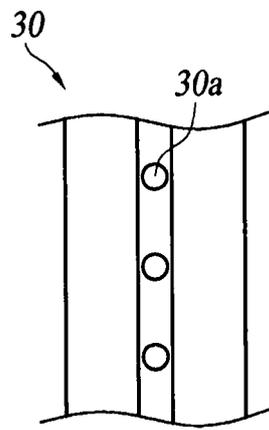


FIG. 5B

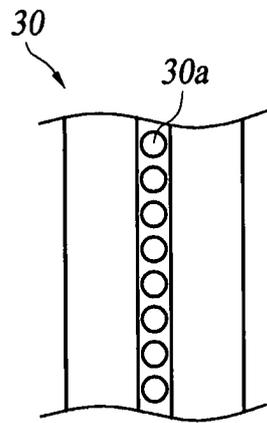


FIG. 5C

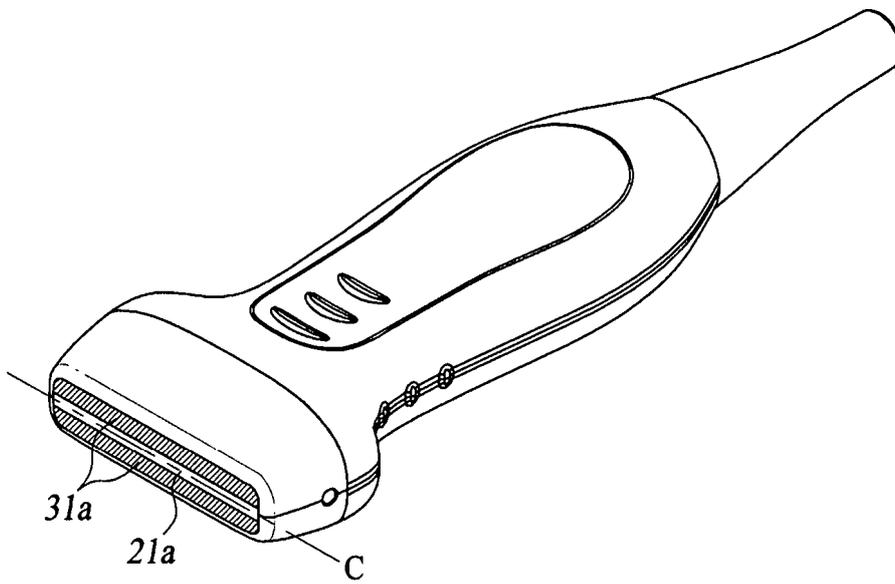


FIG. 6

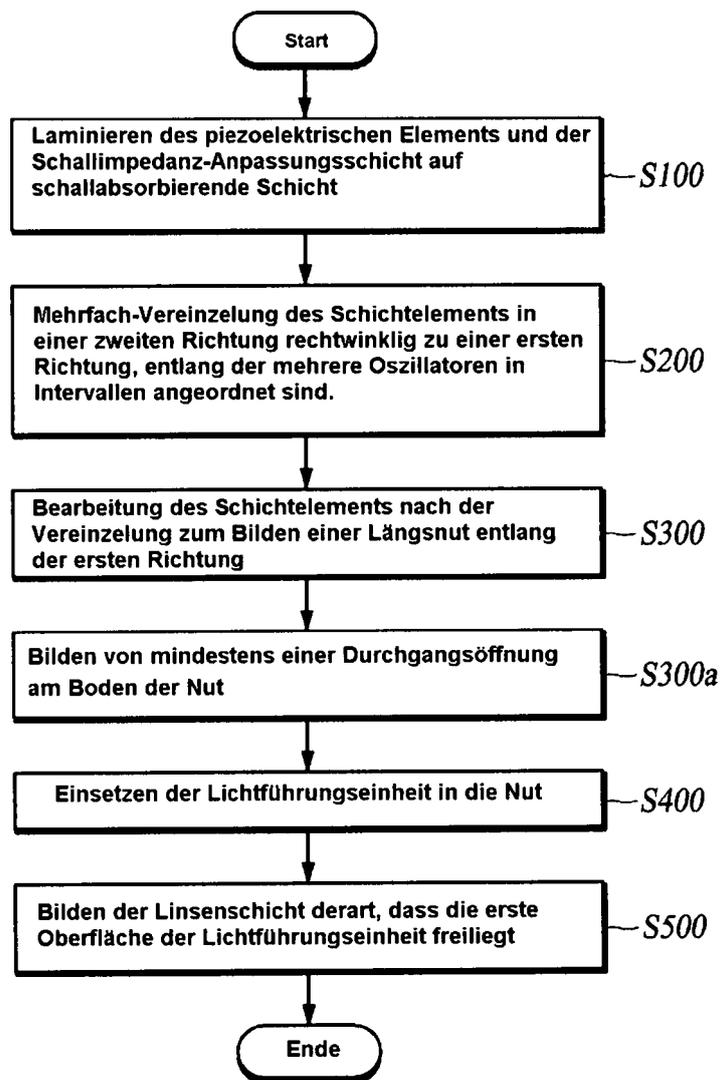


FIG. 7