

(19)日本国特許庁（ J P ）

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 102734

(P2003 - 102734A)

(43)公開日 平成15年4月8日(2003.4.8)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコード^{*} (参考)

A 6 1 B 8/14

A 6 1 B 8/14

2 H 0 4 1

G 0 2 B 26/02

G 0 2 B 26/02

A

4 C 3 0 1

H 0 4 R 17/00

332

H 0 4 R 17/00

332

Y

4 C 6 0 1

5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 11数)

(21)出願番号 特願2001 - 299504(P2001 - 299504)

(22)出願日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 小川 英二

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士

写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100100413

弁理士 渡部 温 (外 1 名)

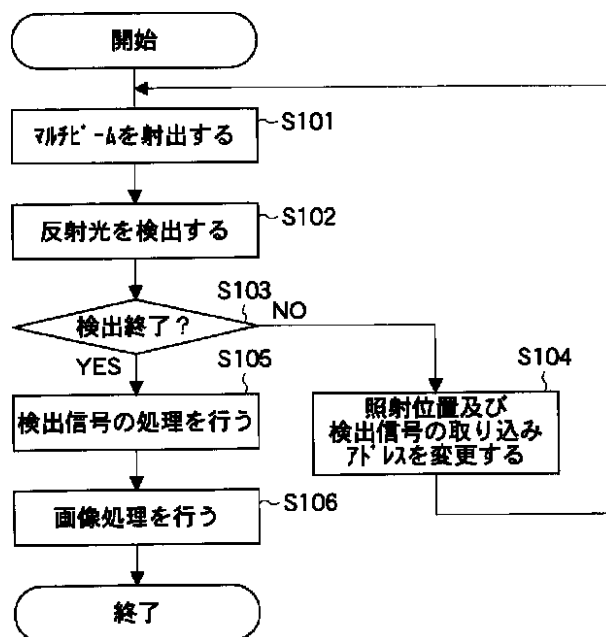
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波受信方法及び超音波受信装置、並びに、超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】 複数の画素を包含する超音波受信面を有する光検出方式の2次元超音波センサを用いて、光学的クロストークの影響を低減することができる超音波受信方法等を提供する。

【解決手段】 この超音波受信方法は、超音波を受信するための受信面と、超音波を検出するために用いられる光ビームを入射する光入射面とを有する超音波検出素子を用いて超音波を受信する方法であって、超音波検出素子の光入射面に、所定の間隔を有する複数の光ビームを入射させるステップ（a）と、超音波検出素子の受信面の各位置に印加される超音波に基づいて変調された複数の光ビームを検出して検出信号を出力するステップ（b）と、超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号に基づいて画像データを構成するステップ（c）とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波を受信するための受信面と、超音波を検出するために用いられる光ビームを入射する光入射面とを有する超音波検出素子を用いて超音波を受信する方法であって、

前記超音波検出素子の光入射面に、所定の間隔を有する複数の光ビームを入射させるステップ (a) と、
前記超音波検出素子の受信面の各位置に印加される超音波に基づいて変調された複数の光ビームを検出して検出信号を出力するステップ (b) と、

前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号に基づいて画像データを構成するステップ (c) と、を具備する超音波受信方法。

【請求項 2】 ステップ (b) が、CCD、MOS 型センサ、又は、複数のフォトダイオードを含む複数の画素を有する光検出器を用いて光ビームを検出することを含む、請求項 1 記載の超音波受信方法。

【請求項 3】 ステップ (a) 及びステップ (b) を、前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置を変更させながら繰り返すステップをさらに具備する請求項 1 又は 2 記載の超音波受信方法。

【請求項 4】 所定の間隔を有する複数の光ビームを生成するマルチビーム生成手段と、

超音波を受信するための受信面と、前記マルチビーム生成手段が生成した光ビームを入射する光入射面とを有し、該受信面の各位置に印加される超音波に基づいて該光入射面に入射する光ビームを変調する前記超音波検出素子と、

複数の画素を有する光検出器であって、前記超音波検出素子の光入射面の対応する位置から出力される光ビームを検出して検出信号を出力する前記光検出器と、
前記光検出器から出力される検出信号を取り込んで処理する信号処理手段と、

前記信号処理手段の出力信号に基づいて画像データを構成する画像処理手段と、

前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号を取り込むように前記信号処理手段を制御する制御手段と、を具備する超音波受信装置。

【請求項 5】 前記マルチビーム生成手段が、前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置を変更する手段を含み、

前記制御手段が、変更された照射位置に対応して、前記信号処理手段が取り込む検出信号を変更するように制御する、請求項 4 記載の超音波受信装置。

【請求項 6】 前記画像処理手段が、前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置を変更しながら光ビームの検出を繰り返すことにより得られる検出信号を蓄積するメモリを有する、請求項 5 記載の超

音波受信装置。

【請求項 7】 前記マルチビーム生成手段が、光源と、コリメータレンズアレイとを含む、請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 項記載の超音波受信装置。

【請求項 8】 前記光検出器が、CCD、MOS 型センサ、又は、複数のフォトダイオードを含む、請求項 4 ~ 7 のいずれか 1 項記載の超音波受信装置。

【請求項 9】 前記超音波検出素子が、異なる屈折率を有する 2 種類の材料を交互に積層することにより形成される多層膜を含む、請求項 4 ~ 8 のいずれか 1 項記載の超音波受信装置。

【請求項 10】 前記異なる屈折率を有する 2 種類の材料が、互いに 10 % 以上異なる屈折率を有する、請求項 9 記載の超音波受信装置。

【請求項 11】 前記多層膜を形成する各材料の層が、該多層膜に入射する光の波長の概 1 / 4 の膜厚を有する層を含む、請求項 9 又は 10 記載の超音波受信装置。

【請求項 12】 前記多層膜を形成する各材料の層が、該多層膜に入射する光の波長の概 1 / 2 の膜厚を有する層をさらに含む、請求項 11 記載の超音波受信装置。

【請求項 13】 前記超音波検出素子が、エタロンセンサを含む、請求項 4 ~ 8 のいずれか 1 項記載の超音波受信装置。

【請求項 14】 駆動信号に従って超音波を送信する超音波送信部と、

前記超音波送信部に印加する駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、

所定の間隔を有する複数の光ビームを生成するマルチビーム生成手段と、

超音波を受信するための受信面と、前記マルチビーム生成手段が生成した光ビームを入射する光入射面とを有し、該受信面の各位置に印加される超音波に基づいて該光入射面に入射する光ビームを変調する超音波検出素子を含む超音波検出部と、

複数の画素を有する光検出器であって、前記超音波検出素子の光入射面の対応する位置から出力される光ビームを検出して検出信号を出力する前記光検出器と、
前記光検出器から出力される検出信号を取り込んで処理する信号処理手段と、

前記駆動信号の発生タイミングと前記検出信号の取込みタイミングとを制御すると共に、前記超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号を取り込むように前記信号処理手段を制御する制御手段と、

前記信号処理手段の出力信号に基づいて画像データを構成する画像処理手段と、

前記画像データに基づいて画像を表示する画像表示部と、を具備する超音波診断装置。

【請求項 15】 前記超音波送信部が、印加される電圧にตอบสนองして超音波を発生する圧電方式に基づくものであ

る、請求項14記載の超音波診断装置。

【請求項16】 前記超音波送信部と前記超音波検出部とが、一体となって超音波用探触子を形成する、請求項14又は15記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を受信する方法及び装置に関し、さらに、そのような方法を用いて超音波を受信することにより医療診断を行うための超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、超音波診断装置においては、超音波の送信手段及び受信手段には同じ方式を用いており、超音波の送信及び受信を行う素子（振動子）としては、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）に代表される圧電セラミックや、PVDF（ポリフッ化ビニリデン：polyvinyl difluoride）等の高分子圧電素子を用いた1次元センサアレイが一般的であった。さらに、そのような1次元センサアレイをスキャンさせることにより2次元画像を取得し、複数の2次元画像を合成することにより3次元画像を得ていた。

【0003】しかしながら、この手法によれば、1次元センサアレイのスキャン方向にタイムラグがあるため、異なる時刻における断面像を合成することになるので、合成画像がぼけたものになってしまう。従って、超音波診断装置を用いて超音波エコー観察等を行う場合に、生体を対象とする被写体には適していない。

【0004】超音波を用いて高品位な3次元画像を取得するためには、センサアレイをスキャンさせることなく2次元画像を取得できる2次元センサアレイが必要である。このため、上記PZTやPVDFを用いて2次元センサアレイを作製する手法が検討された。上記PZTやPVDFを用いる場合には、素子の微細加工と、多数の微細素子への配線が必要であり、現状以上の微細化と素子集積は困難である。また、それらが解決されたとしても、素子間のクロストークが増大したり、微細配線による電氣的インピーダンスの上昇によりSN比が劣化したり、微細素子の電極部が破壊し易くなるといった問題があるので、PZTやPVDFを用いた2次元センサアレイの実現は困難である。

【0005】一方、PZTのような圧電材料を用いない超音波センサとして、光ファイバを利用し、超音波信号を光信号に変換して検出する方式（以下、光検出方式という）のセンサも知られている。このような光検出方式の超音波センサとして、ファイバブラッググレーティング（FBGと略称）を用いるもの（防衛大のTAKAHASHIらによる「Underwater Acoustic Sensor with Fiber Bragg Grating」OPTICAL REVIEW Vol. 4, No. 6 (1997) p. 691 - 69

4参照）や、ファブリーペロー共振器（FPRと略称）構造を用いるもの（東工大のUNOらによる「Fabrication and Performance of a Fiber Optic Micro-Probe for Megahertz Ultrasonic Field Measurements」T.I.E. Japan, Vol. 118-E, No. 11, '98参照）が報告されている。

【0006】また、圧電材料を用いない超音波センサとして、超音波受信面を有する2次元センサも研究されている。例えば、James D. Hamiltonらによる「High Frequency Optoacoustic Arrays Using Etalon Detection」には、エタロンを用いた超音波の受信方法が記載されている。エタロンとは、所定の反射率を有する2枚の基板を、空隙を挟んで向かい合わせたもので、ファブリーペロー干渉計としても知られている光共振器である。エタロンに入射した光は、エタロンの空隙で反射を繰り返し、空隙の長さに応じて特定の波長を有する光のみが共振して増幅され、その後、入射方向又はその反対側に向かって出射する。このようなエタロンの一方の基板に超音波を印加し、他方の基板に特定の波長を有する光を入射すると、基板の振動によって空隙の長さが変化し、それに応じて、エタロンから出射する光の強度が変化する。この光の強度を測定することにより、高反射ミラーの各位置に印加された超音波の強度を検出することができる。

【0007】このような面検出型のセンサを用いることにより、例えば、光ファイバを用いた1次元センサをアレイ化するといった手間やコストを削減することができる。しかしながら、上記文献には、エタロンの歪みによって反射光が散乱するため、光学的なクロストークが発生する恐れがあるとも述べられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記の点に鑑み、本発明は、複数の画素を包含する超音波受信面を有する光検出方式の2次元超音波センサを用いて、光学的クロストークの影響を低減することができる超音波受信方法及び超音波受信装置を提供することを目的とする。また、本発明は、そのような超音波受信方法を用いた超音波診断装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明に係る超音波受信方法は、超音波を受信するための受信面と、超音波を検出するために用いられる光ビームを入射する光入射面とを有する超音波検出素子を用いて超音波を受信する方法であって、超音波検出素子の光入射面に、所定の間隔を有する複数の光ビームを入射させるステップ（a）と、超音波検出素子の受信面の各位置に印加される超音波に基づいて変調された複数の

光ビームを検出して検出信号を出力するステップ (b) と、超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号に基づいて画像データを構成するステップ (c) とを具備する。

【0010】また、本発明に係る超音波受信装置は、所定の間隔を有する複数の光ビームを生成するマルチビーム生成手段と、超音波を受信するための受信面と、マルチビーム生成手段が生成した光ビームを入射する光入射面とを有し、該受信面の各位置に印加される超音波に基づいて該光入射面に入射する光ビームを変調する超音波検出素子と、複数の画素を有する光検出器であって、超音波検出素子の光入射面の対応する位置から出力される光ビームを検出して検出信号を出力する光検出器と、光検出器から出力される検出信号を取り込んで処理する信号処理手段と、信号処理手段の出力信号に基づいて画像データを構成する画像処理手段と、超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号を取り込むように信号処理手段を制御する制御手段とを具備する。

【0011】さらに、本発明に係る超音波診断装置は、駆動信号に従って超音波を送信する超音波送信部と、超音波送信部に印加する駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、所定の間隔を有する複数の光ビームを生成するマルチビーム生成手段と、超音波を受信するための受信面と、マルチビーム生成手段が生成した光ビームを入射する光入射面とを有し、該受信面の各位置に印加される超音波に基づいて該光入射面に入射する光ビームを変調する超音波検出素子を含む超音波検出部と、複数の画素を有する光検出器であって、超音波検出素子の光入射面の対応する位置から出力される光ビームを検出して検出信号を出力する光検出器と、光検出器から出力される検出信号を取り込んで処理する信号処理手段と、駆動信号の発生タイミングと検出信号の取込みタイミングとを制御すると共に、超音波検出素子の光入射面における複数の光ビームの照射位置に対応する検出信号を取り込むように信号処理手段を制御する制御手段と、信号処理手段の出力信号に基づいて画像データを構成する画像処理手段と、画像データに基づいて画像を表示する画像表示部とを具備する。

【0012】本発明によれば、複数の画素を包含する超音波受信面を有する光検出方式の2次元超音波センサを用いて、光学的クロストークの影響の少ない2次元画像データを得ることができる。従って、そのような2次元画像データを用いて、良質な2次元又は3次元の超音波画像を得ることが可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。図1は、本発明の一実施形態に係る超音波受信装置を概

略的に示している。この超音波受信装置は、マルチビーム生成手段10と、分波器14と、超音波検出素子20と、光検出器15と、信号処理部60と、制御部70と、フレームメモリ80と、信号処理部90と、画像処理部100とを含んでいる。この内で、信号処理部60と、フレームメモリ80と、信号処理部90は、光検出器15から出力される検出信号の処理を行うので、これらをまとめて信号処理手段と呼ぶことができる。

【0014】マルチビーム生成手段10は、例えば、500~1600nmの単波長を有するシングルモードレーザ光を発生する光源11と、マルチビーム生成部12と、駆動部13とを含んでおり、複数の光ビーム(マルチビーム)を生成する。マルチビーム生成部12は、例えば、コリメーターレンズアレイを有し、光源11から発生した光を複数のビームに分割する。駆動部13は、制御部70の制御に従って、マルチビームの照射位置が変更されるように、マルチビーム生成部12を駆動する。

【0015】分波器14は、ハーフミラー又は光サークュレータ又は偏光ビームスプリッター等によって構成され、第1の方向から入射した入射光を第2の方向に通過させると共に、第2の方向から戻ってくる反射光を第1の方向とは別の第3の方向に通過させる。本実施形態においては、分波器14としてハーフミラーを用いている。ハーフミラーは、入射光を透過して、入射方向と反対の方向から戻ってくる反射光を、入射方向とほぼ90°の角度をなす方向に反射する。

【0016】超音波検出素子20は、超音波を受信する受信面と、超音波を検出するために用いる光を入射する光入射面とを有する光検出方式の2次元センサである。超音波検出素子20としては、例えば、ブラッググレーティング構造を有する多層膜センサや、エタロンセンサ等を用いることができる。超音波検出素子20の構造や超音波の検出原理等については、後で詳しく述べる。超音波検出素子20は、マルチビーム生成手段10から、分波器14を通過して入射面の各位置に入射したマルチビームを、受信面の各位置に印加される超音波に基づいて変調して反射する。超音波検出素子20から反射された光は、分波器14によって反射され、複数の画素を有する光検出器15に入射する。

【0017】光検出器15は、CCDや、MOS型センサや、複数のPD(フォトダイオード)等で構成される2次元アレイ検出器である。本実施形態においては、CCDを用いている。光検出器15は、超音波検出素子20から分波器14を介して入射した光を複数の画素ごとに検出し、それぞれの画素における光強度に応じた検出信号を出力する。

【0018】信号処理部60は、増幅器61と、A/D変換器62と、ラインメモリ63とを有している。光検出器15から出力された検出信号は、画素ごとに処理さ

れる。即ち、各画素における検出信号は、増幅及び A/D 変換され、ラインメモリ 63 に順次記憶される。フレームメモリ 80 は、制御部 70 の制御に従って、ラインメモリ 63 に記憶された検出信号を 1 フレーム分蓄積する。

【0019】制御部 70 は、超音波検出素子 20 の光入射面の所定の位置にマルチビームが照射するように、マルチビーム生成手段 10 を制御すると共に、マルチビームが照射した光入射面の各位置に対応する画素から出力された検出信号のみを取り込むように、ラインメモリ 63 及び/又はフレームメモリ 80 を制御する。即ち、制御部 70 は、光検出器 15 におけるマルチビームの照射位置に対応する画素から出力された検出信号のみを取り込んでラインメモリ 63 に記憶させ、さらに、フレームメモリに記憶させる。又は、制御部 70 は、ラインメモリ 63 に全ての画素からの検出信号を記憶させ、ラインメモリ 63 に記憶された検出信号の中から、光検出器 15 におけるマルチビームの照射位置に対応する画素から出力された検出信号のみを取り込んでフレームメモリに記憶させる。

【0020】信号処理部 90 は、位相調整部 91 と、加算部 92 と、対数増幅器 93 と、検波器 94 と、TGC (time gain compensation) 増幅器 95 とを含んでいる。信号処理部 90 は、フレームメモリ 80 から読み出された検出信号に対し、位相調整及び加算を行うことにより焦点合わせを行い、さらに、対数増幅、検波、TGC 等の信号処理を行う。

【0021】画像処理部 100 は、信号処理部 90 の出力信号に基づいて、画像処理を行う。即ち、超音波の送信方向に並行する縦方向の断層像 (C スキャン像) や、超音波の送信方向に直交する横方向の断層像 (B スキャン像) 等の 2 次元画像データを構成したり、ボリュームレンダリングやサーフェスレンダリング表示の処理を行うことにより、3 次元画像データを構成する。さらに、画像処理部 100 は、構成された画像データに対して補間、レスポンス変調処理、階調処理等の処理を行う。

【0022】次に、図 2 及び図 3 を参照しながら、本実施形態において用いられる 2 次元センサの構造及び超音波の検出原理について詳しく説明する。図 2 は、ブラッググレーティング構造を有する多層膜センサの構造を示している。図 2 に示すように、超音波検出素子 20 は、基板 21 と、該基板の上に積層された多層膜 22 とを含んでいる。

【0023】基板 21 は、超音波を受信することによって歪みを生じる膜状の基板であり、例えば、直径 2 cm 程度の円か、それ以上の面積を有している。基板 21 には、異なる屈折率を有する 2 種類の材料層を交互に積層することにより、ブラッググレーティング構造を有する多層膜 22 が形成されている。図 2 には、屈折率 n_1 を有する材料層 A と、屈折率 n_2 を有する材料層 B とが示

されている。

【0024】多層膜 22 の周期構造のピッチ (間隔) を d とし、入射光の波長を λ とすると、ブラッグの反射条件は次の式で表される。ただし、 m は任意の整数である。

$$2d \cdot \sin \theta = m\lambda \quad \cdots (1)$$

ここで、 θ は入射面から測った入射角であり、 $\theta = \pi/2$ とすると次の式ようになる。

$$2d = m\lambda \quad \cdots (2)$$

ブラッググレーティングは、ブラッグの反射条件を満たす特定の波長の光を選択的に反射し、その他の波長の光を透過させる。

【0025】超音波検出素子 20 の一方の面 (受信面) に超音波を伝搬させると、超音波の伝搬に伴い超音波検出素子 20 が歪み、多層膜 22 の各位置において周期構造のピッチ d が変化するので、選択的に反射する光の波長 λ が変化する。ブラッググレーティングの反射特性においては、最も反射率の高い (透過率の低い) 中心波長の前後に反射率の変化する傾斜帯域があり、この傾斜帯域の範囲に中心波長を有する検出光を、超音波検出素子 20 の他方の面 (光入射面) に入射させながら超音波を加える。すると、受信面の各位置における超音波の強さに応じた反射光 (又は透過光) の強度変化を観測できる。この光の強度変化を超音波の強度に換算することにより、超音波の 2 次元強度分布情報を取得できる。

【0026】基板 21 の材料としては、石英ガラス (SiO_2) や BK7 (ショット社の製品) 等の光学ガラス等が用いられる。また、材料層 A 及び B に用いられる物質としては、屈折率が互いに 10% 以上異なる物質の組み合わせが望ましい。即ち、 $n_1 < n_2$ のとき、 $n_1 \times 1.1 \sim n_2$ を満たす物質を選択する。これは、材料層 A と材料層 B との境界面において、高い反射率を得るためである。また、材料層 A 及び B は、伸縮しやすい物質であることが望ましい。これは、超音波が印加された際の歪み量を増大し、結果的にシステムの感度を高めるためである。このような条件を満たす物質の組み合わせとして、 SiO_2 と酸化チタン (TiO_2) との組み合わせや、 SiO_2 と酸化タンタル (Ta_2O_5) との組み合わせ等が挙げられる。例えば、前者の場合に、1520 nm のレーザ光に対する SiO_2 の屈折率は約 1.45、 TiO_2 の屈折率は約 2.0 であり、これは、屈折率が 10% 以上異なるという上記の条件を十分に満たしている。

【0027】材料層 A 及び B の層厚 (膜厚) は、多層膜 22 に入射する光の波長 λ の概ね $1/4$ 程度であることが望ましい。ここで、膜厚とは、材料層の屈折率 (n) と材料層の厚さ (t) との積で表される光学距離である。即ち、 $nt = \lambda/4$ が条件となる。これにより、多層膜 22 の周期構造のピッチが入射光の波長の概ね $1/2$ 程度となり、ブラッグの反射条件の式 (2) を満たす

波長の光を選択的に反射し、その他の波長の光を透過させるようになる。或いは、層厚 $\lambda/4$ を有する材料層 A 及び B を交互に積層し、所々に層厚 $\lambda/2$ を有する材料層 A 又は B のいずれか一方を積層しても良い。

【0028】このような材料層 A 及び B が、基板 21 上に、真空蒸着やスパッタリング等の方法によって多層（例えば、各 100 層）形成されている。ここで、基板に SiO_2 、材料層に SiO_2 及び Ti_2O_3 を用いて層数を各層 100 層ずつ、計 200 層として作製した多層膜センサを用い、レーザ光を入射するシミュレーションを行なったところ、次のような結果が得られた。即ち、入射光の波長の変化に対する反射率の傾斜は、反射率 25% において、 $2.8 \text{ dB}/0.01 \text{ nm}$ であった。このように、多層膜 22 の層数を増やすことにより、反射率が高くなると共に、波長の変化に対して反射率は急峻な変

$$T = [1 + 4R / (1 - R)^2 \cdot \sin^2(\varphi/2)]^{-1} \cdots (3)$$

ここで、 θ は出射面の垂線から測った出射角であり、 $\cos \theta = 0$ とすると次の式ようになる。

$$\varphi = 4\pi n d / \lambda \cdots (5)$$

エタロンは、波長 λ の光を透過率 T で透過し、反射率 $(1 - T)$ で反射する。

【0031】超音波検出素子 25 に超音波を伝搬させると、基板 26 が歪み、受信面の各位置において基板 26 及び 27 の間隔 d が変化するので、波長 λ の光の反射率が変化する。エタロンの反射特性は、波長変化に対して周期的に変化する。従って、反射特性の変化率の大きい領域に中心波長を有する検出光を基板 27 に入射させながら超音波を加えると、受信面の各位置における超音波の強さに応じた反射光の強度変化を観測できる。この反射光の強度変化を超音波の強度に換算することにより、超音波の強度を 2 次元的に計測することができる。

【0032】ところで、このような超音波受信面が画素分割されていない超音波検出素子においては、超音波によって光の反射面が歪むので、光が散乱することがある。図 4 には、超音波検出素子の反射面に対して所定の太さ（照射面積）を有するビームが入射し、超音波検出素子の歪みによって光が散乱している様子が、模式的に示されている。図 4 に示すように、超音波検出素子に含まれる 1 つの反射面 23 において、反射光の内、光が入射する方向へ反射する成分は、有効な信号成分である。しかしながら、反射面 23 においては、光が入射する方向以外の方向へ反射する成分も生じており、これらの成分は、クロストーク成分となる。そこで、本実施形態においては、このようなクロストークの影響を避けるため、マルチビームを超音波検出素子に照射している。

【0033】ここで、図 1、図 5、図 6 を参照しながら、本実施形態に係る超音波受信方法について説明する。図 5 は、超音波受信方法を示すフローチャートであり、図 6 は、マルチビームを照射して検出信号を取得す

*化を示すようになり、センサの感度を上げることができる。

【0029】あるいは、図 2 に示す超音波検出素子（多層膜センサ）20 の替わりに、図 3 に示す超音波検出素子（エタロンセンサ）25 を用いることもできる。図 3 に示す超音波検出素子 25 において、基板 26 は、超音波によって変形する膜状の基板であり、例えば、直径 2 cm 程度の円が、それ以上の面積を有している。基板 26 と対向して、基板 27 が配置されており、これらはエタロンと同様の構造を形成している。

【0030】基板 26 及び 27 の反射率を R 、これらの基板の間隔を d とし、入射光の波長を λ とすると、エタロンの透過率 T は次のように表される。ただし、 n は任意の整数である。

まず、ステップ S101 において、マルチビーム生成手段 10 は、マルチビームを生成して出射する。出射されたマルチビームは、分波器 14 を通過し、超音波検出素子 20 に入射する。このとき、マルチビームは、図 6 に示す超音波検出素子 20 の光入射面 24 において、例えば、(a) に示すような複数の位置を照射する。ここで、それぞれの照射位置の間隔は、隣接する照射位置における光の散乱による影響を受けない程度に、互いに十分離れている。

【0034】次に、ステップ S102 において、光検出器 15 は、超音波検出素子 20 によって反射されたマルチビームを検出する。超音波検出素子 20 から反射されたマルチビームは、分波器 14 により反射されて光検出器 15 に入射する。このとき、マルチビームに含まれるそれぞれのビームは、図 6 の (b) に示すように、光検出器が有する複数の画素の内、光入射面 24 における照射位置に対応する画素に入射して検出される。なお、このときに、マルチビームが入射した画素の周辺の画素には、光反射面 24 における散乱によるクロストーク成分が入射している可能性があるが、周辺の画素におけるこの時点の検出信号は使用されないので問題はない。

【0035】ステップ S103 において、さらに超音波の検出を続けるか否かを判断する。超音波の検出を続ける場合には、ステップ S104 に移行し、制御部 70 が、マルチビーム生成手段 10 と、ラインメモリ 63 又はフレームメモリ 80 とを制御して、マルチビームの照射位置と検出信号の取り込みアドレスとを変更する。このとき、次のマルチビームの照射位置は、先のマルチビームの照射位置と重ならないようにすることが望ましい。なお、1 回のマルチビームの照射で、超音波の検出を終了しても良い。この場合には、最終的に蓄積されたデータの密度は、マルチビームを複数回照射する場合に比較して疎となるが、光のクロストーク成分をカットで

きるという効果はある。

【0036】通常は、ステップ S101～S104 を繰り返す。例えば、図 6 の (c) に示すような位置にマルチビームを出射し、(d) に示すように、マルチビームの照射位置に対応する画素からの検出信号がフレームメモリ 80 に記憶される。図 6 の (a) 及び (c) のようにマルチビームを照射した場合には、フレームメモリ 80 には、図 6 の (e) に示す画素からの検出信号が蓄積される。このようにステップ S101～S104 を複数回繰り返すことにより、複数回に渡って検出された検出 10 信号がフレームメモリ 80 に蓄積される。

【0037】ステップ S103 において、超音波の検出を終了すると判断された場合には、ステップ S105 に移行し、信号処理部 90 が、フレームメモリ 80 に記憶された検出信号の処理を行う。さらに、ステップ S106 において、画像処理部 100 が、信号処理部 90 の出力信号に基づいて 2 次元又は 3 次元の画像データを構成する。

【0038】ここで、マルチビームの照射位置は、先に述べたように、隣接する照射位置における光の散乱による影響を受けない程度に離れていれば、図 6 に示すような規則的な配置であっても、図 7 に示すような不規則的な配置であっても良い。図 7 においては、(a) 及び (c) に示すように、マルチビームの照射位置を不規則な配置とし、(b) 及び (d) に示すように、対応する画素からの検出信号を複数回にわたって記憶することにより、(e) に示すような画素からの検出信号が蓄積されている。

【0039】次に、本発明の一実施形態に係る超音波診断装置について、図 8 を参照しながら説明する。図 8 30 は、本実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。この超音波診断装置は、本発明の一実施形態に係る超音波受信装置を適用したものである。超音波検出部 50 において、図 2 に示すような超音波検出素子 20 を用いている。あるいは、図 2 に示す超音波検出素子 20 の代わりに、図 3 に示すような超音波検出素子 25 を用いても良い。

【0040】図 8 に示すように、この超音波診断装置は、駆動信号発生回路 30 と超音波送信部 40 とを含んでいる。超音波送信部 40 は、駆動信号発生回路 30 から発生する駆動信号に基づいて超音波を送信する。超音波送信部 40 は、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) に代表される圧電セラミックや、P(VDF) (ポリフッ化ビニリデン: polyvinyl difluoride) 等の高分子圧電素子に代表される圧電性を有する材料 (圧電素子) 等によって構成される。この圧電素子に、駆動信号発生回路 30 からパルス状の電気信号或いは連続波電気信号を送って電圧を印加すると、圧電素子は微少 40 的な機械的振動を生じる。このような機械的振動により、超音波パルス或いは連続波超音波が発生し、伝播媒 50

質中を超音波ビームとして伝わる。

【0041】超音波送信部 40 から送信された超音波は、診断対象によって反射され、超音波検出部 50 に受信される。超音波検出部 50 には、マルチビーム生成手段 10 から発生し、分波器 14 を通過したマルチビームが入射しており、このマルチビームは、超音波検出部 50 に印加される超音波に基づいて変調されて反射される。反射された光は、分波器 14 を介して光検出器 15 に入射し、2 次元的に検出される。

【0042】また、この超音波診断装置は、信号処理部 60 と、制御部 70 と、フレームメモリ 80 と、信号処理部 90 と、画像処理部 100 と、画像表示部 110 と、記憶部 120 とを含んでいる。光検出器 15 から出力される検出信号は、複数のラインを有する信号処理部 60 において増幅及び A/D 変換され、フレームメモリ 80 に記憶される。

【0043】信号処理部 90 は、フレームメモリ 80 に記憶されたデータに基づいて位相調整や検波等の処理を行い、画像信号を生成する。画像処理部 100 は、それらの信号に基づいて、2 次元画像データ又は 3 次元画像データを構成すると共に、補間、レスポンス変調処理、階調処理等の処理を施す。画像表示部 110 は、例えば、CRT や LCD 等のディスプレイ装置であり、これらの処理を施された画像データに基づいて画像を表示する。さらに、記憶部 120 は、画像処理部 100 において処理された画像データを記憶する。

【0044】制御部 70 は、所定のタイミングで駆動信号を発生するように駆動信号発生回路 30 を制御すると共に、送信時刻から一定時間経過後に光検出器 15 から出力される検出信号を取り込んで記憶するように、信号処理部 60 又はフレームメモリ 80 又は信号処理部 90 を制御する。このように、駆動信号の発生タイミングと、検出信号の取り込みタイミングとをコントロールすることにより、被写体の特定の深さからの超音波の反射を検出することができる。さらに、制御部 70 は、マルチビームが照射される位置を変更するようにマルチビーム生成手段 10 を制御し、検出信号が取り込まれるアドレスを変更するようにラインメモリ 63 及び / 又はフレームメモリ 80 を制御する。このように、マルチビームの照射位置と、検出信号の取り込みアドレスとをコントロールすることにより、クロストーク成分を含まない光によって超音波を検出することができる。

【0045】次に、図 9 を参照しながら、本実施形態に係る超音波診断装置の変形例について説明する。図 9 に示すように、この超音波診断装置は、超音波検出部 50 と超音波送信部 40 とを一体化させることにより、超音波用探触子 130 を形成したものである。光検出方式の超音波受信装置は、超音波を送信する機能を持たないので、圧電素子等を用いた超音波送信部を別途設けることが必要である。図 9 に示す変形例は、異なる方式を用い

た超音波送信部と超音波検出部とを一つの探触子にまとめることにより、従来の送受同一方式を用いた超音波用探触子と同様の操作感で超音波診断を行うことができるようにしたものである。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、複数の画素を包含する超音波受信面を有する光検出方式の2次元超音波センサを用いて、光学的クロストークの影響の少ない2次元画像データを得ることができる。従って、そのような2次元画像データを用いて、良質な2次元又は3次元の超音波画像を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波受信装置の構成を示す図である。

【図2】図1の超音波検出素子（多層膜センサ）を拡大して示す図である。

【図3】エタロンセンサを拡大して示す図である。

【図4】光のクロストークを説明するための図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る超音波受信方法を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態に係る超音波受信方法において、マルチビームを照射して検出信号を取得する画素の位置を説明するための図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る超音波受信方法において、マルチビームを照射して検出信号を取得する画素の位置を説明するための図である。

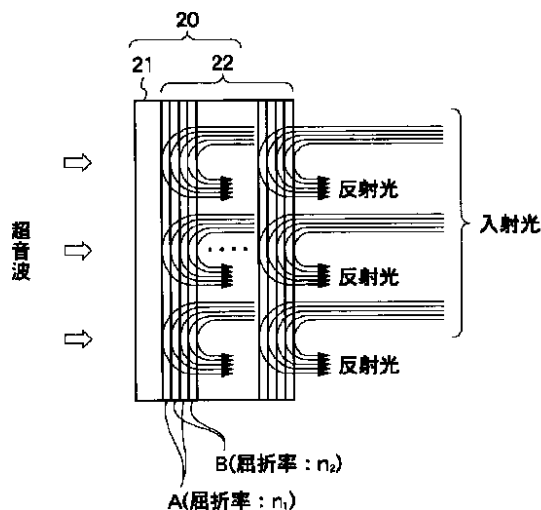
【図8】本発明の一実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【図9】図8の超音波診断装置の変形例を示す図である。

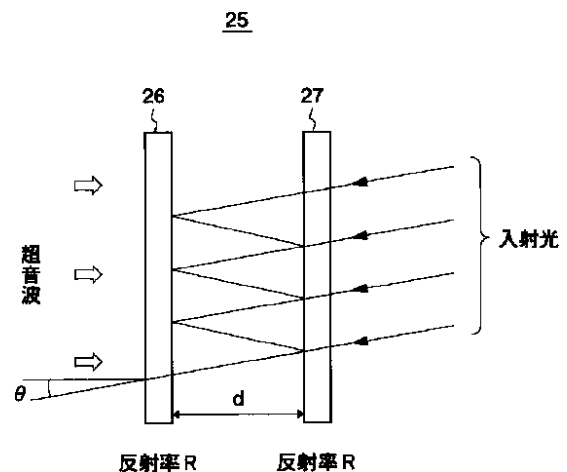
【符号の説明】

- * 10 マルチビーム生成手段
- 11 光源
- 12 マルチビーム生成部
- 13 駆動部
- 14 分波器
- 15 光検出器
- 20 超音波検出素子（多層膜センサ）
- 21 基板
- 22 多層膜
- 23 反射面
- 24 光入射面
- 25 超音波検出素子（エタロンセンサ）
- 26、27 基板
- 30 駆動信号発生回路
- 40 超音波送信部
- 50 超音波検出部
- 60、90 信号処理部
- 61 増幅器
- 62 A/D変換器
- 63 ラインメモリ
- 70 制御部
- 80 フレームメモリ
- 91 位相調整部
- 92 加算部
- 93 対数増幅器
- 94 検波器
- 95 TGC増幅器
- 100 画像処理部
- 110 表示部
- 120 記憶部
- * 130 超音波用探触子

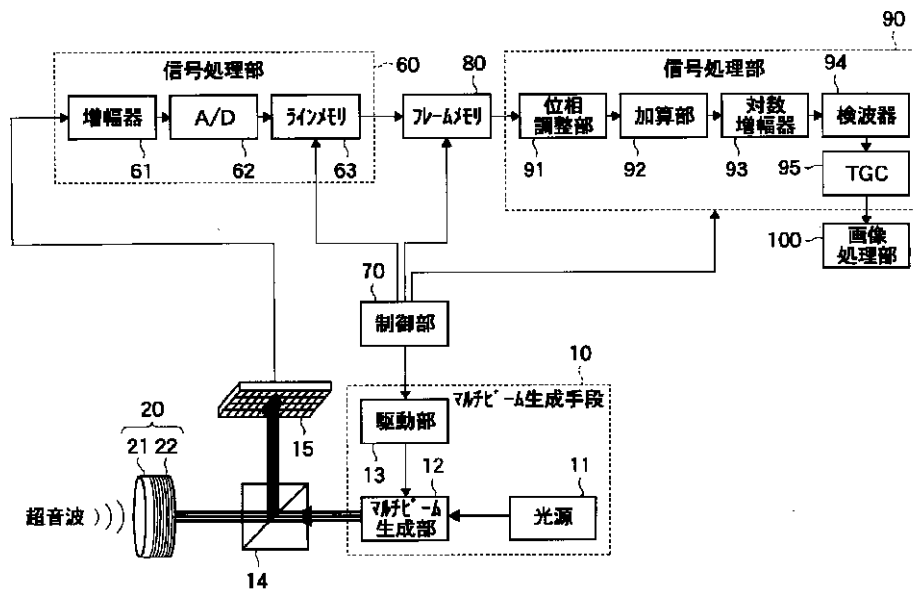
【図2】



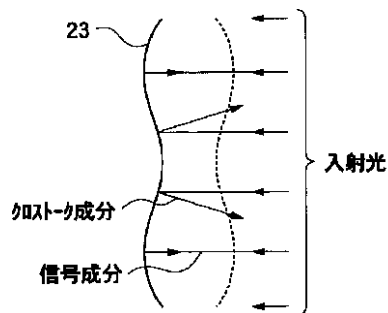
【図3】



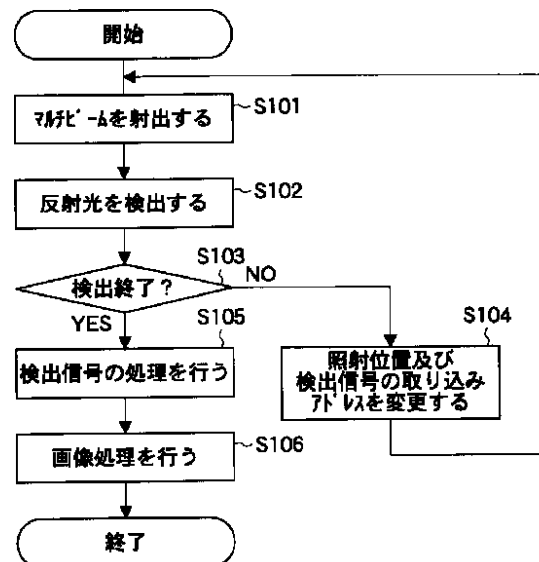
【図1】



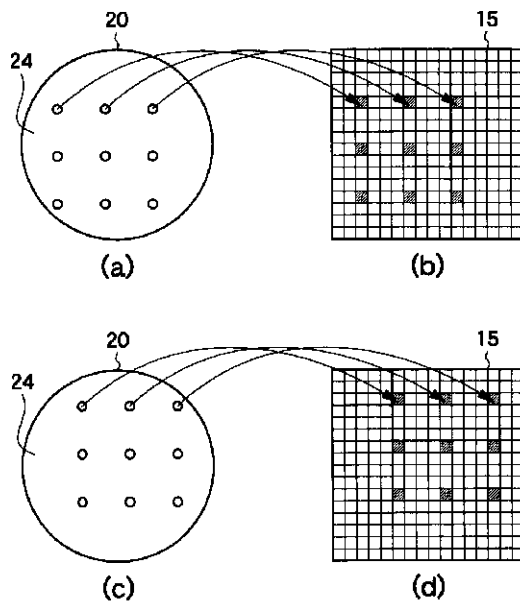
【図4】



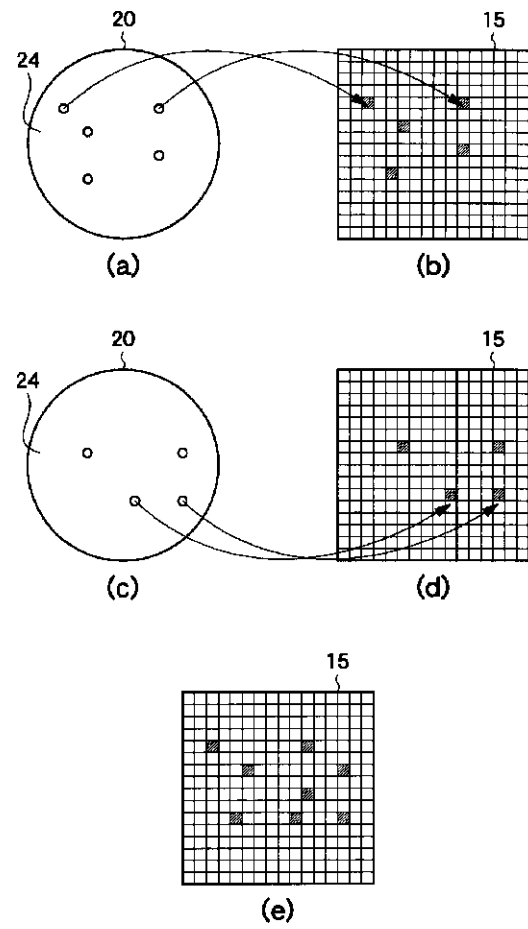
【図5】



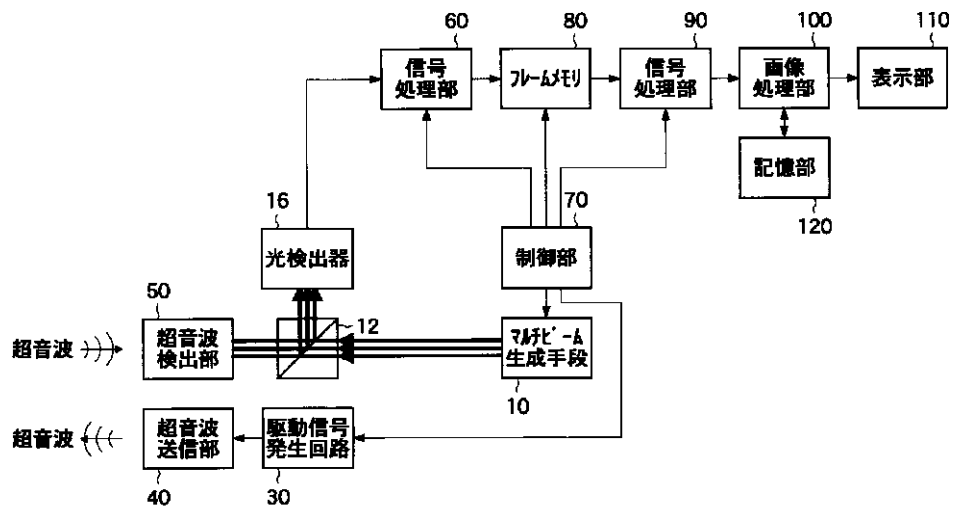
【図6】



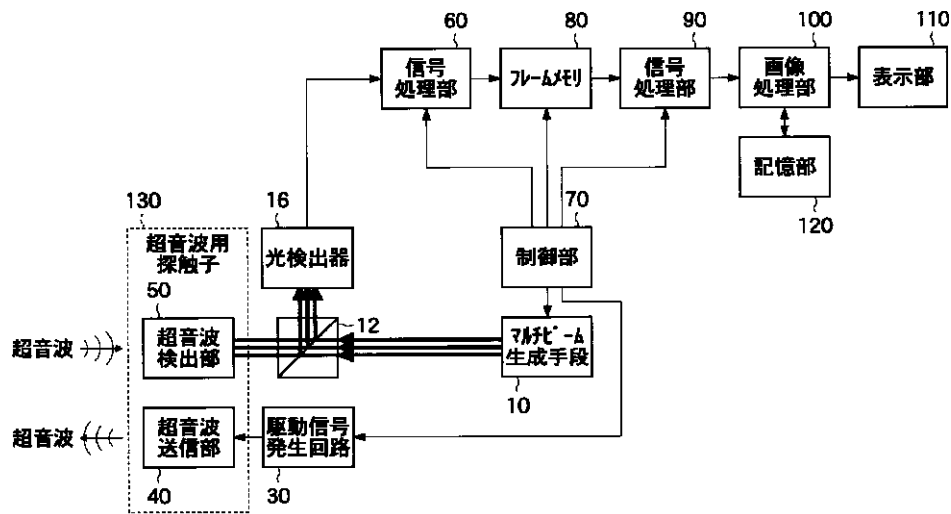
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H041 AA05 AA07 AB38 AC02 AZ00
 AZ05 AZ08
 4C301 AA03 CC02 CC06 EE04 GB09
 GB14 GB40 HH27 HH37 HH51
 JB03 JB11 JB13 JB29 JC01
 JC20 KK03 KK17 LL02 LL06
 4C601 EE02 GB01 GB03 GB06 GB14
 GB50 JB01 JB11 JB13 JB19
 JB21 JB34 JB45 JC01 JC25
 JC26 KK03 KK12 KK15 KK21
 KK22 LL01 LL02 LL05 LL06
 5D019 BB19 FF04 GG00

专利名称(译)	超声波接收方法，超声波接收装置和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2003102734A	公开(公告)日	2003-04-08
申请号	JP2001299504	申请日	2001-09-28
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	小川英二		
发明人	小川 英二		
IPC分类号	G02B26/02 A61B8/14 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/14 G02B26/02.A H04R17/00.332.Y		
F-TERM分类号	2H041/AA05 2H041/AA07 2H041/AB38 2H041/AC02 2H041/AZ00 2H041/AZ05 2H041/AZ08 4C301/AA03 4C301/CC02 4C301/CC06 4C301/EE04 4C301/GB09 4C301/GB14 4C301/GB40 4C301/HH27 4C301/HH37 4C301/HH51 4C301/JB03 4C301/JB11 4C301/JB13 4C301/JB29 4C301/JC01 4C301/JC20 4C301/KK03 4C301/KK17 4C301/LL02 4C301/LL06 4C601/EE02 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB14 4C601/GB50 4C601/JB01 4C601/JB11 4C601/JB13 4C601/JB19 4C601/JB21 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JC01 4C601/JC25 4C601/JC26 4C601/KK03 4C601/KK12 4C601/KK15 4C601/KK21 4C601/KK22 4C601/LL01 4C601/LL02 4C601/LL05 4C601/LL06 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG00 2H041/AB00 2H141/MA23 2H141/MB17 2H141/MB28 2H141/MB56 2H141/MC02 2H141/ME04 2H141/ME09 2H141/ME24 2H141/ME25 2H141/ME28 2H141/ME29 2H141/MF16 2H141/MG10 2H141/MZ17		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波接收方法等，其能够通过使用具有包括多个像素的超声波接收表面的光检测型的二维超声波传感器来减小光学串扰的影响。超声接收方法使用超声检测元件，该超声检测元件具有用于接收超声波的接收表面和在其上入射用于检测超声波的光束的光入射表面。一种接收声波的方法，该步骤（a）是使具有预定间隔的多个光束入射到超声波检测元件的光入射表面上，并施加到超声波检测元件的接收表面的每个位置上。步骤（b）：检测基于超声波调制的多个光束并输出检测信号，以及与多个光束在超声检测元件的光入射表面上的照射位置相对应的检测信号。基于上述步骤构造图像数据的步骤（c）。

