

(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2002 - 301076

(P2002 - 301076A)

(43)公開日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト [*] (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/00	501	G 0 1 N 29/00	4 C 3 0 1
	29/24		5 D 0 1 9
H 0 4 R 17/00	332	H 0 4 R 17/00	332 A
			332 Y
審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 16数)			

(21)出願番号 特願2001 - 134869(P2001 - 134869)

(22)出願日 平成13年5月2日(2001.5.2)

(31)優先権主張番号 特願2000 - 133085(P2000 - 133085)

(32)優先日 平成12年5月2日(2000.5.2)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願2001 - 26293(P2001 - 26293)

(32)優先日 平成13年2月2日(2001.2.2)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(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)

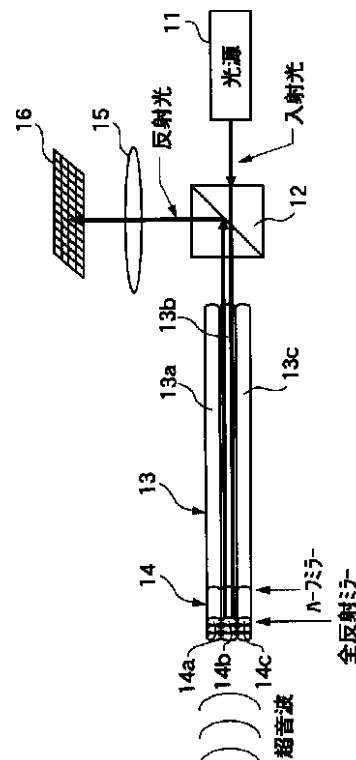
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波用探触子及び超音波受信装置並びに超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】 多数の微細素子への電氣的配線の必要がなく、クロストークや電氣的インピーダンスの増大を招かない超音波用探触子等を提供する。

【解決手段】 第1の端部から光が入射される複数の光伝送路を含む光伝送路アレイと、複数の光伝送路の第2の端部に形成され、印加される超音波に基づいてそれぞれの光伝送路を通して入射された光を変調する複数の超音波検出素子とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の端部から光が入射される複数の光伝送路を含む光伝送路アレイと、

前記複数の光伝送路の第2の端部に形成され、印加される超音波に基づいて、それぞれの光伝送路を通して入射された光を変調する複数の超音波検出素子と、を具備する超音波用探触子。

【請求項2】 前記光伝送路アレイが、複数の光ファイバを有する光ファイバアレイを含む、請求項1記載の超音波用探触子。

【請求項3】 前記光ファイバが、シングルモードファイバである、請求項2記載の超音波用探触子。

【請求項4】 前記光伝送路アレイが、基板上に形成された複数の光導波路を含む、請求項1記載の超音波用探触子。

【請求項5】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ファブリーペロー共振器構造を有する、請求項1～4のいずれか1項記載の超音波用探触子。

【請求項6】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ブラッググレーティング構造を有する、請求項1～4のいずれか1項記載の超音波用探触子。

【請求項7】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ファブリーペロー共振器構造と、ブラッググレーティング構造との両方を有する、請求項1～4のいずれか1項記載の超音波用探触子。

【請求項8】 前記超音波検出素子に含まれる超音波有感部が、該超音波有感部を伝搬する超音波の波長の3/4以下の長さを有する、請求項1～7のいずれか1項記載の超音波用探触子。

【請求項9】 音響整合層と、音響レンズと、吸音材との内の少なくとも1つをさらに具備する請求項1～8のいずれか1項記載の超音波用探触子。

【請求項10】 2次元状に配列され、印加される超音波に基づいて光を変調する複数の超音波検出素子と、前記複数の超音波検出素子から出力される光を検出する光検出器と、を具備する超音波受信装置。

【請求項11】 前記超音波受信装置が、光が入射される第1の端部と、前記超音波検出素子が形成された第2の端部とを有する複数の光ファイバを含む光ファイバアレイをさらに具備する、請求項10記載の超音波受信装置。

【請求項12】 前記超音波受信装置が、基板上に形成され、光が入射される第1の端部と、前記超音波検出素子が形成された第2の端部とを有する複数の光導波路をさらに具備する、請求項10記載の超音波受信装置。

【請求項13】 光源から発生した光を増幅して前記複数の超音波検出素子に入射する光増幅器を具備する請求項10～12のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項14】 前記複数の超音波検出素子から出力さ

れる光を増幅して前記光検出器に入射する光増幅器を具備する請求項10～13のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項15】 500～1600nmの波長を有するシングルモードレーザ光を発生する光源を具備する請求項10～14のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項16】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ファブリーペロー共振器構造を有する、請求項10～15のいずれか1項記載の超音波受信装置。

10 【請求項17】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ブラッググレーティング構造を有する、請求項10～15のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項18】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ファブリーペロー共振器構造と、ブラッググレーティング構造との両方を有する、請求項10～15のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項19】 ブロードバンド光源と、前記ブロードバンド光源から発生した光を狭帯域化する狭帯域化フィルタと、を具備する請求項10～18のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項20】 前記ブロードバンド光源が、増幅された自然放出光を放出するASE (Amplified Spontaneous Emission) 光源である、請求項19記載の超音波受信装置。

【請求項21】 前記狭帯域化フィルタが、前記複数の超音波検出素子のブラッググレーティング構造と同一の材料で構成されたブラッググレーティング構造を有し、前記狭帯域化フィルタのブラッググレーティング構造と前記複数の超音波検出素子のブラッググレーティング構造とが、熱的に結合している、請求項20記載の超音波受信装置。

【請求項22】 前記光検出器が、CCD又は複数のフォトダイオードを含む、請求項10～21のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項23】 音響整合層と、音響レンズと、吸音材との内の少なくとも1つを具備する請求項10～22のいずれか1項記載の超音波受信装置。

【請求項24】 超音波を送信するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、

前記駆動信号発生回路から出力される駆動信号に基づいて被検体に向けて超音波を送信する超音波送信部と、印加される超音波に基づいて光を変調する複数の超音波検出素子を含む超音波検出部と、

前記超音波検出部から出力される光を検出して検出信号を発生する光検出器と、

前記光検出器から出力される検出信号を処理する信号処理手段と、

前記駆動信号発生回路の送信タイミング及び前記信号処理手段の受信タイミングを制御する制御手段と、を具備する超音波診断装置。

【請求項25】 前記超音波検出部が、第1の端部から光が入射される複数の光伝送路を含む光伝送路アレイと、前記複数の光伝送路の第2の端部に形成された複数の超音波検出素子とを有し、被検体から反射される超音波に基づいて、それぞれの光伝送路を通して入射された光を変調する、請求項24記載の超音波診断装置。

【請求項26】 前記超音波検出部が、2次元状に配列された複数の超音波検出素子を有し、被検体から反射される超音波に基づいて光を変調する、請求項24又は25記載の超音波診断装置。

【請求項27】 光源から発生した光を増幅して前記複数の超音波検出素子に入射する光増幅器を具備する請求項24～26のいずれか1項記載の超音波診断装置。

【請求項28】 前記複数の超音波検出素子から出力される光を増幅して前記光検出器に入射する光増幅器を具備する請求項24～27のいずれか1項記載の超音波診断装置。

【請求項29】 前記複数の超音波検出素子の各々が、ブラッググレーティング構造を有し、増幅された自然放出光を放出するASE (Amplified Spontaneous Emission) 光源と、

前記複数の超音波検出素子のブラッググレーティング構造と同一の材料で構成されたブラッググレーティング構造を有し、前記ASE光源から発生した光を狭帯域化する狭帯域化フィルタと、

をさらに具備し、前記狭帯域化フィルタのブラッググレーティング構造と前記複数の超音波検出素子のブラッググレーティング構造とが、熱的に結合している、請求項24～28のいずれか1項記載の超音波診断装置。

【請求項30】 前記超音波送信部と前記超音波検出部とが、組み合わされて超音波送受信部を構成する、請求項24～29のいずれか1項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、超音波用探触子及び超音波受信装置に関し、さらに、そのような超音波用探触子や超音波受信装置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、超音波を用いて3次元画像を取得する際には、深度方向の断面についての2次元画像を複数取得して合成していた。この2次元画像は、位置センサ付きの1次元センサアレイをスキャンさせることにより得られ、さらに、時系列で取得した複数の2次元画像を合成することにより、3次元画像が得られる。

【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画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、生体の

ような、動きを伴う被写体のイメージングには適していない。

【0004】リアルタイムで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次元画像を取得することができる2次元センサアレイが必須であり、このようなセンサアレイの開発が望まれている。

【0005】超音波診断装置において、超音波の送受信を行う素子（振動子又は探触子）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、P(VDF)（高分子圧電素子）等の圧電素子を用いるのが一般的であり、これらの素子を用いて2次元アレイを作製する手法が検討されている。しかし、上述のPZTやP(VDF)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、微細配線による電気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P(VDF)を用いた2次元センサアレイの実現は困難である。

【0006】例えば、ULTRASONIC IMAGING 20, 1-15 (1998)には、Duke大学のE. D. LIGHTらによる「Progress in Two-Dimensional Arrays for Real-Time Volumetric Imaging」と題する論文が掲載されている。この論文には、PZT超音波センサの2次元アレイを有する探触子が開示されている。しかし、同時に、次のようにも述べられている。「同様の質の画像を得るためには、2次元アレイのエLEMENT数は $128 \times 128 = 16,384$ が必要である。しかし、そのような多数のRFチャンネルを作ることは、複雑かつコストがかかるので、近い将来には望み薄であろう。また、かくも多数のエLEMENTを密に結線することは非常に困難である。（第2ページの第14～18行）」

【0007】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たセンサも用いられている。このような光ファイバ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. 691-694参照）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. IEE Japan,

Vol. 118 - E, No. 11, '98参照)が報告されているが、これらはいずれも単体のセンサであり、センサアレイを構成することについては未だ報告されていない。

【0008】また、上記のTAKAHASHIらの論文には、20kHz程度の比較的低い周波数帯域の超音波に対してある感度が得られることが記載されているが、実際の超音波診断において用いられるメガヘルツの周波数帯域の超音波については記載されていない。従って、これらのセンサを実用化するためには、記載例より高い10周波数帯域の超音波に対する動作確認を行うと共に、必要であれば、そのような帯域において良好な感度を得るための条件を求めなくてはならない。

【0009】

【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、多数の微細素子への電氣的配線の必要がなく、クロストークや電氣的インピーダンスの増大を招かないセンサアレイを備えた超音波用探触子を提供することを目的とする。また、本発明は、探触子をスキャンさせることなく3次元画像データを得ることができる超20音波受信装置を提供する。さらに、本発明は、そのような超音波用探触子や超音波受信装置を用いた超音波診断装置を提供することを目的とする。

【0010】

【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用探触子は、第1の端部から光が入射される複数の光伝送路を含む光伝送路アレイと、複数の光伝送路の第2の端部に形成され、印加される超音波に基づいて、それぞれの光伝送路を通して入射された光を変調する複数の超音波検出素子を具備する。30

【0011】また、本発明に係る超音波受信装置は、2次元状に配列され、印加される超音波に基づいて光を変調する複数の超音波検出素子と、複数の超音波検出素子から出力される光を検出する光検出器とを具備する。

【0012】さらに、本発明に係る超音波診断装置は、超音波を送信するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、駆動信号発生回路から出力される駆動信号に基づいて被検体に向けて超音波を送信する超音波送信部と、印加される超音波に基づいて光を変調する複数の超音波検出素子を含む超音波検出部と、超音波検出部から40出力される光を検出して検出信号を発生する光検出器と、光検出器から出力される検出信号を処理する信号処理手段と、駆動信号発生回路の送信タイミング及び信号処理手段の受信タイミングを制御する制御手段とを具備する。

【0013】本発明によれば、超音波の検出に光を用いるので、多数の微細素子への電氣的配線の必要がなく、クロストークや電氣的インピーダンスの増大を招かない。従って、製作が容易で、SN比の良好な超音波用探触子や超音波受信装置、並びにそれらを用いた超音波診50

断装置を実現できる。

【0014】

【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、本発明の第1の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。この超音波受信装置は、望ましくは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ための光源11を有する。光源11から発生した光は、ハーフミラー又は光サーキュレータ又は偏光ビームスプリッター等を用いて構成される分波器12に入射する。分波器12は、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12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。

【0015】光源11を出て分波器12を通過した光は、光ファイバアレイ13に入射する。光ファイバアレイ13は、微細な光ファイバ13a、13b、・・・を2次元状に配列させたものである。これらの光ファイバは、シングルモードファイバであることが望ましい。なお、複数の光ファイバに対して1つの光源を設けてもかまわないし、複数の光ファイバに対応する複数の光源を設けてもかまわない。また、複数の光ファイバに対して、1つの光源が発生する光を時系列にスキャンさせながら入射しても良い。

【0016】光ファイバアレイ13の先端には、超音波検出素子14が設けられている。超音波検出素子14は、光ファイバ13a、13b、・・・の先端にそれぞれ形成されたファブリーペロー共振器(FPRと略称)14a、14b、・・・によって構成される。

【0017】各々のFPRの一端(図中右側)にはハーフミラーが形成され、他端(図中左側)には全反射ミラーが形成されており、超音波検出素子14に入射した光がこれらによって反射される。この全反射面は、超音波検出素子14に印加される超音波により幾何学的変位を受けるので、反射光はこれにより変調されて、再び分波器12に入射する。分波器12に入射した反射光は、進路を変更されて、CCDやフォトダイオード(PD)アレイ等で構成される光検出器16に入射する。ここで、反射光は、直接あるいは光ファイバ等を通して光検出器16に入射するようにしても良いし、分波器12の後段にレンズ等の結像系15を設けて、結像系15を介して光検出器16に結像するようにしても良い。

【0018】次に、超音波検出素子14を構成するファブリーペロー共振器の動作について詳しく説明する。ファブリーペロー共振器は、シングルモード光ファイバの

先に金蒸着等によってハーフミラーを形成し、その先にポリエステル樹脂等によって形成されるキャビティを設け、さらにその先に金蒸着等によって全反射ミラーを形成したものである。キャビティを形成する部材は、超音波が印加されることにより幾何学的変位を受ける。

【0019】このファブリーペロー共振器に、ハーフミラー側から波長 λ の検出光を入射させ、全反射ミラー側から超音波を印加する。キャビティの長さをL、屈折率をnとすると、ファブリーペロー共振器の反射特性 G_R は(1)式で表される。

$$G_R = \frac{(\sqrt{R-G_s})^2 + 4\sqrt{R G_s} \sin^2(2\pi nL/\lambda)}{(1-\sqrt{R G_s})^2 + 4\sqrt{R G_s} \sin^2(2\pi nL/\lambda)} \dots (1)$$

ここで、Rはハーフミラーの反射率であり、 G_s はシングルパスの利得である。この式から、超音波の音圧変化によりキャビティの光路長Lが変化すると、ファブリーペロー共振器から反射される光の強度が変化することが分かる。

【0020】ファブリーペロー共振器の反射特性においては、反射率が最大となる波長と反射率が最小となる波長との中間に反射率が大きく変化する傾斜帯域があり、この傾斜帯域の波長を有する光をファブリーペロー共振器に入射させながら超音波を加えると、超音波の強さに応じた反射光の強度変化を観測できる。この光の強度変化を換算することにより超音波の強度を計測できる。このファブリーペロー共振器は、センサ長が短いため、センサの軸方向の分解能が高いという特徴を有している。

【0021】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2は、本発明の第2の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。この超音波受信装置は、図1に示す第1の実施形態に係る超音波受信装置に、光増幅器1と光増幅器2との内の少なくとも一方を追加したものである。光増幅器1は、光源11と分波器12との間に配置され、光源11から入射した光を増幅して分波器12に出射する。一方、光増幅器2は、分波器12とレンズ等の結像系15との間に配置され、分波器12から入射した光を増幅して結像系15に出射する。結像系15を用いない場合には、光増幅器2は、分波器12と光検出器16との間に配置され、分波器12から入射した光を増幅して光検出器16に出射する。

【0022】光増幅器としては、例えば、エルビウム(Er)をドープした光ファイバ増幅器EDFA(Er-Doped Optical Fiber Amplifier)を使用する。このEDFAは、光の強度を約1桁から2桁上昇させることができる。

【0023】このような光増幅器を光源11と光ファイバアレイ13との間に配置した場合には、超音波検出素子14に入射する入射光の強度が増幅される。また、光増幅器を光ファイバアレイ13と光検出器16との間に

配置した場合には、超音波検出素子14に入射する入射光の強度は変化しないが、光検出器16に入射する反射光の強度が増幅される。この場合には、受信した超音波によって変調された反射光の強度変化も増幅されることになる。

【0024】いずれにしても、光の状態では強度を増幅することにより光検出器16に入射する反射光の光量が増加するので、光検出器16における電氣的なノイズの影響を低減し、超音波受信装置のSN比を向上させることができる。さらに、両者を併用する場合には、より一層のSN比の向上が実現可能である。

【0025】また、本実施形態の構成によれば超音波受信装置におけるSN比が向上するので、その向上分を、超音波検出素子14のフィルタ特性の仕様を緩和するために利用することもできる。例えば、図3に示すように、超音波検出素子14の反射特性の傾きをなだらかにすることも可能である。その場合には、超音波検出素子14の製造が容易となる。また、反射特性の線型領域が広がるので、入射光の波長 λ_0 が温度により多少変動しても、超音波を正確に検出することができる。

【0026】次に、本発明の第3の実施形態に係る超音波受信装置について説明する。図4は、本発明の第3の実施形態における超音波受信装置の一部を原理的に示す図である。この超音波受信装置は、第1の実施形態におけるファブリーペロー共振器のかわりに、ファイバブラッググレーティング(FBGと略称)を用いている。即ち、第3の実施形態においては、図1に示すのと同じ光ファイバアレイ13の先端に、ブラッググレーティング構造を有する超音波検出素子17が設けられている。超音波検出素子17は、光ファイバ13a、13b、・・・の先端にそれぞれ形成されたブラッググレーティング部(本実施形態においてはFBG)17a、17b、・・・によって構成される。

【0027】ブラッググレーティング部は、屈折率の異なる2種類の材料層(光伝搬媒質)を、ブラッグの反射条件を満たすピッチで数千層交互に重ねたものであり、単層のファブリーペロー共振器よりも高い反射率と急峻な波長依存性を有する。図4においては、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。これらの層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(2)式で表される。ただし、mは任意の整数である。

$$2d \cdot \sin \theta = m \lambda \dots (2)$$

ここで、 θ は入射面から測った入射角であり、 $\theta = \lambda / 2$ とすると(3)式のようになる。

$$2d = m \lambda \dots (3)$$

ブラッググレーティング部は、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。

【0028】ブラッググレーティング部に超音波を伝搬させると、ブラッググレーティング部が歪んで上記周期構造のピッチdが変化するので、選択的に反射する光の波長が変化する。ブラッググレーティング部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ブラッググレーティング部に入射させながら超音波を加える。すると、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換算することにより超音波の強度を計測できる。

【0029】ここで、ブラッググレーティング部は、感度が高い上に作り易く、一般的には、民生用の製品を転用することも可能である。しかしながら、超音波診断におけるように高感度のセンサとしては、そのまま用いることはできない。例えば、通常市場において使用されているブラッググレーティング部を用いると、20kHzよりも高い周波数帯域においては、軸方向から入射する超音波に対する感度が低くなることが確認されている。また、超音波有感部の長さ(ブラッググレーティング部の長さ)が、

$$(\text{超音波波長}) = (\text{ブラッググレーティング部における音速}) / (\text{超音波の周波数})$$

で表されるブラッググレーティング部における超音波波長の概略3/4より大きい場合には、検出された波形が実際に受信した超音波の波形と比較して低周波側に歪むと共に、センサの感度が低くなってしまふ。これは、ブラッググレーティング部の長さがブラッググレーティング部における超音波波長の半分よりも大きい場合に、超音波がブラッググレーティング部を伝達する過程でブラッググレーティング部内に伸び縮みの位相が反転する部分が生じるため、これらの部分の変位が相殺されてしまふことが原因と考えられる。

【0030】このような現象を避けるためには、ブラッググレーティング部の長さをブラッググレーティング部における超音波波長の概略3/4以下、望ましくは半分程度とすれば良い。例えば、検出対象である超音波の周波数が3.5MHz、ブラッググレーティング部の材質中の音速が5500m/sであるとき、ブラッググレーティング部を伝搬する超音波の波長 λ_s は、次のように算出される。

$$\begin{aligned} \lambda_s &= 5500 / (3.5 \times 10^6) \\ &= 1571.4 (\mu\text{m}) \end{aligned}$$

従って、ブラッググレーティング部の長さの上限は、次のように算出される。 $1571 \times (3/4) = 1178.5 (\mu\text{m})$ これより、ブラッググレーティング部の長さを1178.5 μm 以下とすれば、ブラッググレーティング部内の伸び縮み位相の反転の影響を抑制し、超音波の検出に必要な感度を得ることができる。

【0031】次に、本発明の第4の実施形態に係る超音

波受信装置について説明する。本実施形態は、超音波検出素子としてブラッググレーティング構造を有する光導波路を用いたものである。図5は、本実施形態に係る超音波受信装置の構成を原理的に示している。図5に示すように、基板55には、複数の光導波路51a、51b、・・・が形成されており、さらに、そのコア先端部には、ブラッググレーティング部52a、52b、・・・が形成されている。光源11を射出した光は、分波器12を通過し、各光導波路51a、51b、・・・に入射する。各光導波路において、その先端に形成されたブラッググレーティング部が超音波により構造的に変化することにより、光は変調される。各ブラッググレーティング部において反射された光は、分波器12において進路を変更され、それぞれの光導波路51a、51b、・・・に対応する光検出器16a、16b、・・・に入射する。このように、光検出器16a、16b、・・・において光強度の変化を検出することにより、対応する光導波路に伝搬した超音波の強度を測定することができる。なお、本実施形態においても、第3の実施形態の場合と同様に、光導波路に形成されたブラッググレーティング部の長さは、ブラッググレーティング部を伝搬する超音波の波長の3/4以下であることが望ましい。

【0032】次に、本発明の第5の実施形態について、図6~図8を参照しながら説明する。本実施形態は、超音波検出素子としてブラッググレーティング構造を有する光導波路53を用い、さらに、検出光として複数の波長の異なる光を多重化させて用いるものである。図6は、本実施形態に係る超音波受信装置の構成を原理的に示しており、図7は、図6に示す超音波検出部50の構造を示しており、図8は、図6に示す分波器41の構造を示している。

【0033】図6に示すように、この超音波受信装置は、光源8と、光サーキュレータ113と、ブラッググレーティング構造を有する光導波路を含む超音波検出部50と、超音波検出部50から入射する検出光を分波する分波器41と、分波された光の強度を検出する光検出器16a、16b、・・・と、これらの装置(unit)を互いに接続する光ファイバ56、57、58、59a、59b、・・・を有している。本実施形態においては、光源として、広帯域の光(広帯域光)を発生する広帯域光源(ブロードバンド光源)8を用い、分波器として、光の進行方向をその入射方向に応じて切り替える光サーキュレータ113を用いている。

【0034】図6において、光源8を射出した光は、光ファイバ57を介して光サーキュレータ113に入射し、さらに、光ファイバ56を介して超音波検出部50に入射する。ここで、図7を参照すると、超音波検出部50は、基板55に形成された導波路長の異なる逆L字状の複数の光導波路53a、53b、・・・を有している。これらの光導波路53a、53b、・・・は、それ

それぞれの断面が1列に並ぶように配列されている。また、各々の光導波路53a、53b、・・・の先端には、ブラッググレーティング部52a、52b、・・・が形成されている。

【0035】本実施形態においては、それぞれのブラッググレーティング部を構成する各層の周期構造のピッチは、式(3)に基づいて、特定の波長に対して反射波長特性が大きくなるように決められている。即ち、ブラッググレーティング部52aを構成する各層の周期構造のピッチdは、式(3)に基づいて、ブラック波長が λ_1 となるように決められる。また、ブラッググレーティング部52bを構成する各層の周期構造のピッチdは、式(3)に基づいて、ブラック波長が λ_2 (λ_1)となるように決められる。残りのブラッググレーティング部52c、52d、・・・についても同様である。従って、ブラッググレーティング部52a、52b、・・・の反射波長特性は互いに異なっている。複数のブラッググレーティング部52a、52b、・・・は、超音波が印加されると超音波の音圧方向に伸縮する。これにより、それぞれのブラッググレーティング部52a、52b、・・・を構成する各層の周期構造のピッチdが変化し、それぞれのブラック波長を変える。従って、超音波の受信中にそれぞれのブラッググレーティング部52a、52b、・・・に入射する光は、印加される超音波に基づいて変調される。なお、本実施形態においても、第3の実施形態の場合と同様に、それぞれの光導波路の先端に形成されるブラッググレーティング部の長さは、光導波路を伝搬する超音波の波長の3/4以下であることが望ましい。

【0036】光導波路52aの末端部は、光ファイバ56と接続されている。また、光導波路53aの末端部と光導波路53bの末端部との間には、空隙54aが形成されており、この空隙54aは、ビームスプリッタとして働く。同様に、光導波路53bの末端部と光導波路53cの末端部との間には、ビームスプリッタとして働く空隙54bが形成されている。残りの光導波路53c、53d、・・・についても同様である。本実施形態においては、複数の光導波路53a、53b、・・・をこのように接続することにより、プレーナ光波回路(PLC: Planar Lightwave Circuit)が実現されている。

【0037】ここで、図7に示す超音波検出部50の動作について説明する。複数の波長成分(λ_1 、 λ_2 、・・・、 λ_N)を含む光 L_{MUL} は、この超音波検出部50に供給されると、複数の空隙54a、54b、・・・を通過するごとに分波される。光導波路53aに入射した光 L_1 (波長: λ_1)は、ブラッググレーティング部52aにより光導波路53aに向けて反射され、ブラッググレーティング部52aに印加される超音波に基づいて光 L_1 に変調される。また、光導波路53bに入射した光 L_2 (波長: λ_2)は、ブラッググレーティング部52

bにより光導波路53bに向けて反射され、ブラッググレーティング部52bに印加される超音波に基づいて光 L_2 に変調される。光 L_{MUL} に含まれる残りの光 L_3 (波長: λ_3)、 L_4 (波長: λ_4 、・・・についても同様である。それぞれのブラッググレーティング部52a、52b、・・・の出射光 L_1 、 L_2 、・・・は、対応する空隙54a、54b、・・・において順に合波され、光ファイバ56に入射する。

【0038】再び、図6を参照すると、光ファイバ56に入射した光は、光サーキュレータ113によって進行方向を変更され、光ファイバ58を介して、分波器41に入射する。分波器41は、光ファイバ58から入射した光 L_{MUL} を所定の波長成分別の複数の光 L_1 、 L_2 、・・・に分波する。分波器41には、検出する光の波長帯域が異なる複数の光検出器16a、16b、・・・が、対応する光ファイバ59a、59b、・・・を介して接続されている。複数の光検出器16a、16b、・・・が、対応する光ファイバ59a、59b、・・・を通して入射した光 L_1 、 L_2 、・・・を検出することにより、超音波検出部50に含まれるそれぞれのブラッググレーティング部52a、52b、・・・に印加された超音波の強度を検出することができる。

【0039】ここで、図8を参照すると、本実施形態においては、分波器として、プレーナ光波回路の一種であるアレイ導波路格子(AWG: Arrayed-Wavelength Grating)を有する分波回路を用いている。この分波回路は、1本の入力導波路71が接続された入力側スラブ導波路72と、複数の出力導波路73a、73b、・・・が接続された出力側スラブ導波路74との間を、一定の導波路長差を有する複数のアレイ導波路75a、75b、・・・により接続した構成となっている。

【0040】入力側スラブ導波路72は、入力導波路71の端部を曲率中心とする扇形をしており、出力側スラブ導波路74は、複数の出力導波路73a、73b、の端部を曲率中心とする扇形をしている。複数のアレイ導波路75a、75b、・・・は、それぞれの光軸が入力側スラブ導波路72及び出力側スラブ導波路74の両方の曲率中心を通るように放射状に配置されている。これにより、入力側スラブ導波路72及び出力側スラブ導波路74がレンズと同等の動作を実現する。

【0041】複数の波長成分(λ_1 、 λ_2 、・・・、 λ_N)を含む光 L_{MUL} は、入力導波路71に入射すると、入力側スラブ導波路72において回折により広がり、複数のアレイ導波路75a、75b、・・・を同位相で励振する。それぞれの励振光は、対応するアレイ導波路75a、75b、・・・を通過する際に導波路長差に応じた位相差が与えられ、出力側スラブ導波路74に達する。出力側スラブ導波路74に入射した複数の光は、レンズ作用により互いに干渉し合いながら、複数の出力導波路73a、73b、・・・を配置した側の1点

に集光し、同相条件が成立する方向に回折する。なお、図8に示す分波回路における入力側と出力側とを入れ替えることにより、合波器として用いることができる。

【0042】本実施形態においては、光源として広帯域光源を用いたが、この他に、波長の異なる複数のレーザ発振器を用い、射出されるレーザ光を合波して多重化した光を用いても良い。この場合、例えば、図8に示す分波器を合波器として用いても良い。

【0043】次に、本発明の第6の実施形態に係る超音波受信装置について説明する。図9は、本実施形態における超音波受信装置を原理的に示す図である。本実施形態に係る超音波受信装置は、第1～第5の実施形態における光源を変更したものであり、ブロードバンド光源から発生する光を、狭帯域化フィルタにより狭帯域化して用いる。本実施形態においては、本発明の第3の実施形態に係る超音波受信装置に適用したものを例として説明する。

【0044】ブロードバンド光源としては、例えば、増幅された自然放出光を放出するASE (Amplified Spontaneous Emission) 光源9を使用する。ASE光源9は、広帯域光増幅器 (Broadband Optical Fiber Amplifier) の構造を、増幅された自然放出光を発生できるように変えたものである。広帯域光増幅器の詳細については、例えば、大越春喜氏による「広帯域光増幅器」(電子情報通信学会誌Vol. 82, No. 7, pp. 718~724, 1999年7月)を参照されたい。

【0045】図10に示すように、ASE光源9は、光増幅用の光ファイバ94を含んでいる。光ファイバ94の一方の端部にはレンズ91が取り付けられており、他方の端部には励起光反射用のFBG92が形成されている。レンズ91の図中左側には、レーザ発振器93が励起光源として配置されている。レーザ発振器93において発生した光は、レンズ91を介して光ファイバ94に入射し増幅され、増幅された光の一部は、自然放出光としてFBG92を透過する。ASE光源9が発生する自然放出光は、図11に示すようにブロードなスペクトルを有している。なお、ブロードバンド光源として、ASE光源の代わりに、ブロードバンドファイバ光源を用いても良い。

【0046】再び図9を参照すると、ASE光源9が発生した光は、ハーフミラー又は光サーキュレータ又は偏光ビームスプリッター等を用いて構成される分波器10に入射する。分波器10は、第1の方向から入射した光を第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10としてハーフミラーを用いている。

【0047】ASE光源9を出て分波器10を通過した

光は、光ファイバアレイ20に入射する。光ファイバアレイ20は、微細な光ファイバを2次元状に配列させたものである。なお、複数の光ファイバに対して1つのASE光源を設けてもかまわないし、複数の光ファイバに対応する複数のASE光源を設けてもかまわない。また、複数の光ファイバに対して、1つのASE光源が発生する光を時系列にスキャンさせながら入射しても良い。

【0048】光ファイバアレイ20の先端には、FBGによって構成された狭帯域フィルタ19が設けられている。光ファイバアレイ20に入射した光は、狭帯域フィルタ19のFBGによって反射され、再び分波器10に入射する。ASE光源9から発生した自然放出光は、狭帯域フィルタ19を通過することにより、図12に示すようなスペクトルとなり、波長 λ_0 を中心として狭帯域化される。狭帯域フィルタ19によって反射された光は、再び分波器10に入射する。分波器10に入射した光は、進路を変更されて、分波器12に入射する。分波器12を通過した光は、光ファイバアレイ13に入射する。光ファイバアレイ13の先端には、超音波検出素子17が設けられている。超音波検出素子17は、複数の光ファイバの先端にそれぞれ形成されたFBGによって構成される。光ファイバアレイ13に入射した光は、超音波検出素子17のFBGによって反射される。このFBGは、超音波検出素子17に印加される超音波により幾何学的変位を受けるので、反射光はこれにより変調されて、再び分波器12に入射する。

【0049】分波器12に入射した反射光は、進路を変更されて光検出器16に入射する。反射光は、直接あるいは光ファイバ等を通して光検出器16に入射するようにしても良いし、分波器12の後段にレンズ等の結像系15を設けて、結像系15を介して光検出器16に結像するようにしても良い。さらに、第2の実施形態と同様に、分波器12とレンズ等の結像系15(又は光検出器16)との間に配置され、分波器12から入射した光を増幅して結像系15(又は光検出器16)に射出する光増幅器を設けても良い。

【0050】ここで、FBGは、温度の変化によって反射光の中心波長が $0.01\text{nm}/^\circ\text{C}$ の割合で変化する。そのため、単一波長のレーザ光を発生する光源を用いると、FBGによって構成された超音波検出素子17の感度が、温度の変化によって大きく変化してしまうという問題があった。

【0051】しかしながら、本実施形態においては、ASE光源9から発生した自然放出光を狭帯域フィルタ19によって狭帯域化することにより、単一波長のレーザ光に近い帯域を確保すると共に、温度の変化による超音波受信装置の感度の変化を低減している。

【0052】即ち、本実施形態においては、狭帯域フィルタ19と超音波検出素子17とを同一の材料で形成

し、狭帯域フィルタ19と超音波検出素子17との間で熱的結合を図っている。熱的結合は、例えば、狭帯域フィルタ19と超音波検出素子17とを熱伝導率の高い材料で結合したり、狭帯域フィルタ19と超音波検出素子17とを物理的に近接させることで実現される。又は、狭帯域フィルタ19と超音波検出素子17との周りにヒートパイプを配置することによっても、熱的結合を実現できる。ヒートパイプを使用する場合には、対流して熱を伝導させる流体をヒートパイプの中に封入する。

【0053】これにより、狭帯域フィルタ19のFBGと超音波検出素子17のFBGとがほぼ同一の温度となるので、温度によって超音波検出素子17の反射特性がシフトしても、超音波検出素子17に入射する光の波長も同様にシフトして、超音波受信装置の感度の变化を低減することができる。

【0054】例えば、初期状態において、図13に示すように、狭帯域フィルタ19の出力光、即ち、超音波検出素子17への入射光の中心波長が λ_0 であり、超音波検出素子17の反射特性が、中心波長 λ_0 の入射光の波長変化を検出するのに適した状態(中心波長 λ_0)であるとする。時間が経過して超音波検出素子17の温度が上昇し、超音波検出素子17の反射特性が図14に示すように中心波長 λ_1 の状態に変化したとしても、入射光の中心波長も λ_0 に変化するので、入射光の波長変化を検出するのに適した状態を維持することができる。ここで、超音波検出素子17の中心波長のシフト量($\lambda_1 - \lambda_0$)と、狭帯域フィルタ19の出力光の中心波長のシフト量($\lambda_0' - \lambda_0$)とは、略等しい。

【0055】次に、本発明の第7の実施形態に係る超音波受信装置について説明する。図15は、第7の実施形態における超音波受信装置の一部を原理的に示す図である。図15に示す超音波検出素子18は、第1の実施形態におけるファブリーペロー共振器(FPR)14と、第3の実施形態におけるブラッググレーティング部(FBG)17との両方を含んでいる。即ち、光ファイバ13の先端にFBG17を形成し、さらにその先にFPR14を形成している。これにより、FBG17によって反射されなかった光を、FPR14によって反射することができる。なお、本実施形態においては、第1の実施形態とは異なり、多波長もしくはワイドバンドのレーザー光を用いるのに適している。

【0056】以上、幾つかの実施形態において述べたような超音波受信装置に含まれる超音波用探触子の構造について、図16の(a)~図16の(c)及び図17を参照しながら説明する。図16の(a)に示すように、ハウジング21の中に、超音波検出素子14又は17又は18が設けられた光ファイバアレイ13が収納されている。超音波検出素子14又は17又は18の間隔は、サイドローブを抑圧するため、受信する超音波の波長の半分以下にすることが望ましい。また、超音波検出素子

14又は17又は18の配列は、図16の(b)に示すように連続する正方形の頂点の位置とするか、あるいは、超音波検出素子の密度を高めるため、図16の(c)に示すように隣接する行又は列の間でずらすようにする。

【0057】超音波検出素子14又は17又は18とハウジング21の間には、音響インピーダンスの整合を図るために音響整合層22を設けることが望ましい。音響整合層22は、超音波を伝え易いパイレックスガラス(パイレックスは登録商標)や金属粉入りエポキシ樹脂等により構成できる。また、ハウジング21の表面には、超音波検出素子を保護することも兼ねて、シリコンゴム等の音響レンズ材23を設けることが望ましい。さらに、隣接する光ファイバの間は、超音波のクロストークを低減させるために、吸音材24で満たすことが望ましい。吸音材24としては、金属粉入りエポキシ樹脂や、フェライト粉入りゴム等が適している。なお、光ファイバアレイ13は、超音波検出素子が設けられた部分の近傍を除き、樹脂25で固められている。

【0058】また、図17に示すように、ブラッググレーティング構造を有する光導波路を含む超音波検出素子を2次元に配置するためには、該光導波路が形成されている複数個の基板55を並列に固定すれば良い。このとき、それぞれの基板を吸音材24等を介して配列しても良い。

【0059】次に、本発明の第1の実施形態に係る超音波診断装置について、図18を参照しながら説明する。この超音波診断装置においては、以上述べたような超音波受信装置を超音波検出部(センサ)として用い、超音波送信部を別途設けている。図18に示すように、この超音波診断装置は、駆動信号を発生する駆動信号発生回路30と、この駆動信号に基づいて超音波を送信する超音波送信部40を含んでいる。超音波送信部40は、PZTやPVDf等の圧電素子を用いた振動子又は探触子(1次元アレイ)で構成される。被検体に向けて送信された超音波は、被検体から反射されて超音波検出部(センサ)50に受信される。センサ50は、光ファイバアレイ及び超音波検出素子等を含む。

【0060】また、この超音波診断装置は、先に説明したような光源11と、分波器12と、結像系15と、光検出器16とを含んでいる。光検出器16から出力される検出信号は、信号処理手段60に含まれる信号処理部61に入力され、さらに、A/D変換器62においてデジタル信号に変換される。

【0061】A/D変換器62には1次記憶部80が接続されており、取得された複数枚の面データが1次記憶部80に記憶される。それらのデータに基づいて、画像処理部90が、2次元データ又は3次元データを再構成する。再構成されたデータは、補間、レスポンス変調処理、階調処理等の処理を受け、画像表示部100に表示

される。さらに、画像処理部 90 において処理されたデータは、2 次記憶部 110 に記憶される。

【0062】タイミングコントロール部 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 16 から出力される検出信号を取り込むように信号処理部 61 を制御する。ここで、駆動信号発生回路 30 及び超音波送信部 40 における超音波の送信方法には、以下に述べる 3 種類が考えられ、これに応じて、信号処理部 61 におけるデータ取り込み時刻やデータの内容が変わって来る。

【0063】(1) 超音波をペンシルビーム状に絞り込んで送信する場合

図 19 に示すように、超音波送信部 40 により送信波を空間的にペンシルビーム状に絞り込み、被検体のある面で 2 次元的にスキャンして、センサ 50 において送信から一定時間経過後に検出信号を取り込むようにすれば、その面上の各ポイントにおける情報を取得できる。この動作を、センサ 50 から一定の深度に存在する断面内で行えば、一定の深度の断面情報を取得できる。この工程を、各ペンシルビーム位置において取り込み時間を変えながら繰り返せば、深度の異なる複数の断面像を取得することができる。このようにして得られたサンプルデータは、送信・受信共に焦点の合ったものであり、そのまま 3 次元データとして表示し得るものになる。

【0064】(2) 超音波を面状に絞り込んで送信する場合

また、図 20 に示すように、超音波送信部 40 から発生される送信波を音響レンズを用いて面状に絞り込み、センサ 50 において送信から一定時間経過後に検出信号を取り込むようにすれば、ある深度における 1 次元の線情報をまとめて取得できる。ただし、各点の情報には、超音波が印加された領域における他の点の情報も混じることになるので、取り込み時刻のずれた検出信号をもとに波面合成（いわゆる開口合成）して、焦点の合ったデータを再構成することにより表示画像を得る必要がある。

【0065】(3) 超音波を平面波として送信する場合
さらに、図 21 に示すように、超音波送信部 40 により送信波を平面波として送信し、センサ 50 において送信から一定時間経過後に検出信号を取り込むようにすれば、ある深度における 2 次元の面情報をまとめて取得できる。この工程を取り込み時間を変えながら繰り返せば、深度の異なる複数の断面像を取得することができる。ただし、各点の情報には、超音波が印加された領域における他の点の情報も混じることになるので、取り込み時刻のずれた検出信号をもとに波面合成（いわゆる開口合成）して、焦点の合ったデータを再構成することにより表示画像を得る必要がある。

【0066】次に、本発明の第 2 の実施形態に係る超音波診断装置について、図 22 を参照しながら説明する。

本実施形態においては、先に述べたような超音波受信装置によって構成される超音波検出部 50 を超音波送信手段 40 と組み合わせて、超音波送受信部 120 として用いている。その他の点については、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置と同様である。

【0067】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、超音波の 1 次元又は 2 次元における検出に光を用いるので、多数の微細素子への電氣的配線の必要がなく、クロストークや電氣的インピーダンスの増大を招かない。従って、製作が容易で、SN 比の良好な超音波受信装置や超音波受信装置、並びにそれらを用いた超音波診断装置を実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態に係る超音波受信装置における超音波検出素子の反射特性の例を示す図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態に係る超音波受信装置の一部を原理的に示す図である。

【図 5】本発明の第 4 の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。

【図 6】本発明の第 5 の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。

【図 7】図 6 に示す超音波検出部の構造を示す図である。

【図 8】図 6 に示す分波器の構造を示す図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施形態に係る超音波受信装置を原理的に示す図である。

【図 10】本発明の第 6 の実施形態において用いる ASE 光源を原理的に示す図である。

【図 11】図 10 の ASE 光源が発生する自然放出光のスペクトルを示す図である。

【図 12】本発明の第 6 の実施形態において用いる狭帯域フィルタの出力光のスペクトルを示す図である。

【図 13】本発明の第 6 の実施形態における超音波検出素子の入射光と反射特性との関係（初期状態）を示す図である。

【図 14】本発明の第 6 の実施形態における超音波検出素子の入射光と反射特性との関係（温度上昇後）を示す図である。

【図 15】本発明の第 7 の実施形態に係る超音波受信装置の一部を原理的に示す図である。

【図 16】図 16 の (a) ~ 図 16 の (c) は、本発明に係る超音波受信装置に含まれる超音波用探触子の構造を示す図である。

【図 17】本発明に係る超音波受信装置に含まれる超音

波用探触子の構造を示す図である。

【図18】本発明の第1の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19】超音波をペンシルビーム状に絞り込んで送信する場合の検出方法を説明するための図である。

【図20】超音波を面状に絞り込んで送信する場合の検出方法を説明するための図である。

【図21】超音波を平面波として送信する場合の検出方法を説明するための図である。

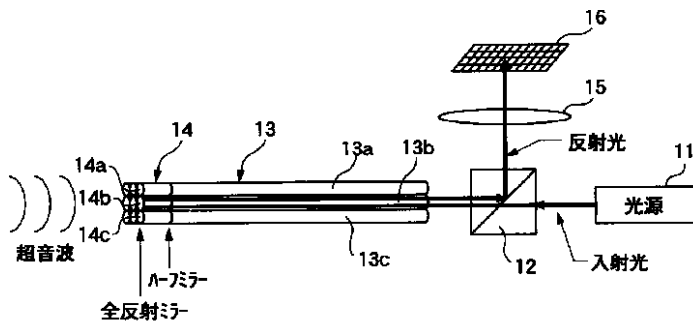
【図22】本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

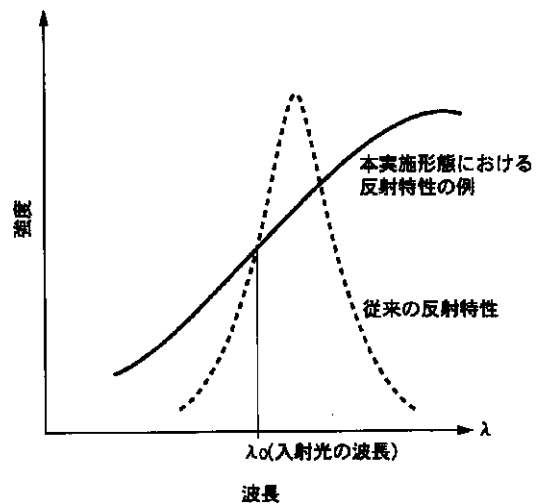
- 1、2 光増幅器
- 8 広帯域光源（ブロードバンド光源）
- 9 ASE光源
- 10、12、41 分波器
- 11 光源
- 13、20 光ファイバアレイ
- 13a、13b、・・・ 光ファイバ
- 14、17、18 超音波検出素子
- 14a、14b、・・・ ファブリーペロー共振器（FPR）
- 15 結像系
- 16、16a、16b、・・・ 光検出器
- 17a、17b、・・・ ブラッググレーティング部（FBG）
- 19 狭帯域フィルタ
- 21ハウジング
- 22 音響整合層
- 23 音響レンズ材
- 24 吸音材

- *25 樹脂
- 30 駆動信号発生回路
- 40 超音波送信部
- 50 超音波検出部（センサ）
- 51a、51b、・・・、53、53a、53b、・・・ 光導波路
- 52a、52b、・・・ ブラッググレーティング部
- 54a、54b、・・・ 空隙
- 55 基板
- 56～58、59a、59b、・・・、94 光ファイバ
- 60 信号処理手段
- 61 信号処理部
- 62 A/D変換器
- 70 タイミングコントロール部
- 71 入力導波路
- 72 入力側スラブ導波路
- 73a、73b、・・・ 出力導波路
- 74 出力側スラブ導波路
- 20 75a、75b、・・・ アレイ導波路
- 80 1次記憶部
- 90 画像処理部
- 91 レンズ
- 92 ファイバブラッググレーティング（FBG）
- 93 レーザ発振器
- 94 光ファイバ
- 100 画像表示部
- 110 2次記憶部
- 113 光サーキュレータ
- 30 120 超音波送受信部

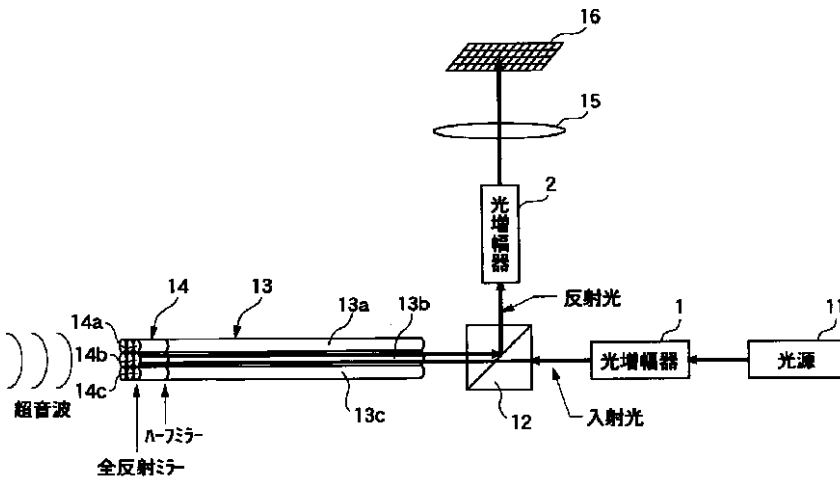
【図1】



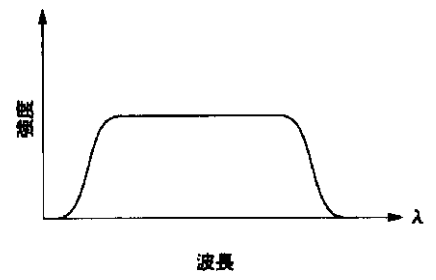
【図3】



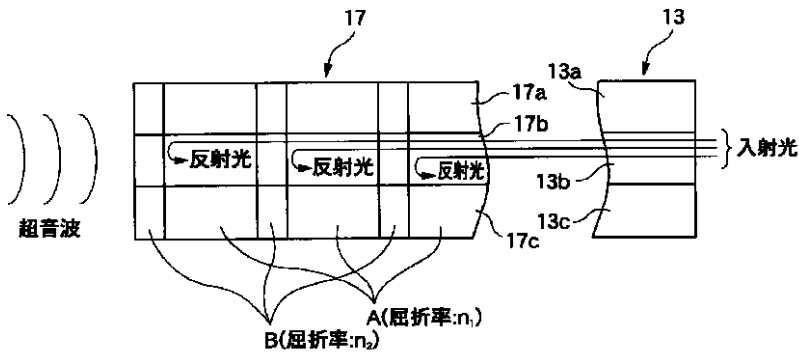
【図2】



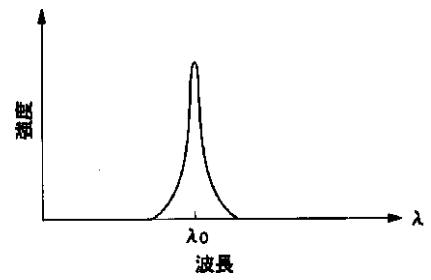
【図11】



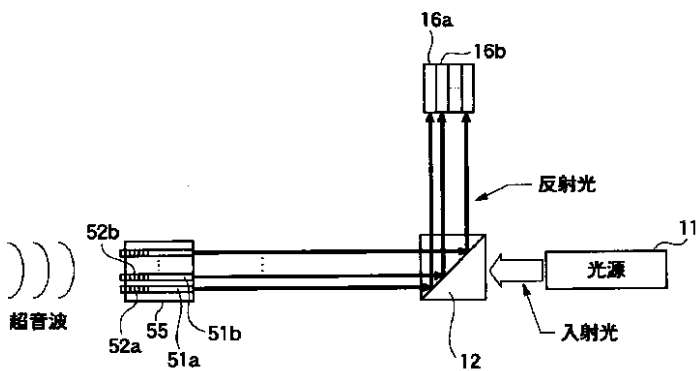
【図4】



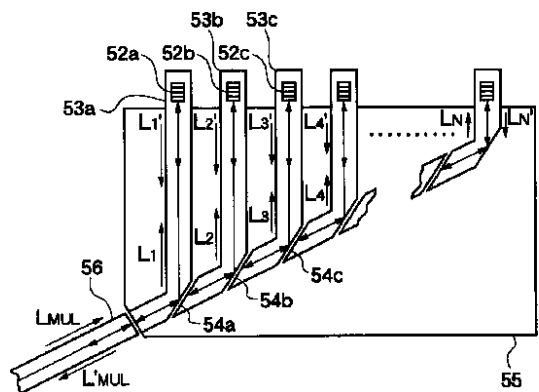
【図12】



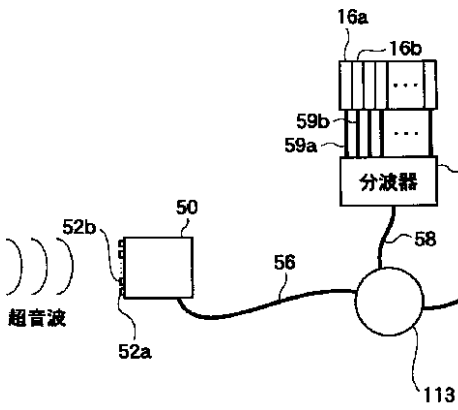
【図5】



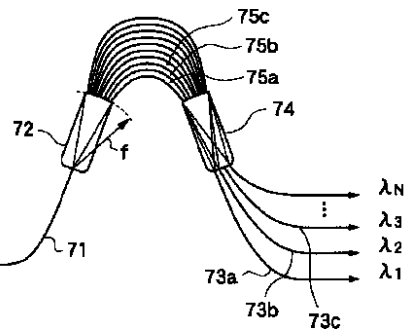
【図7】



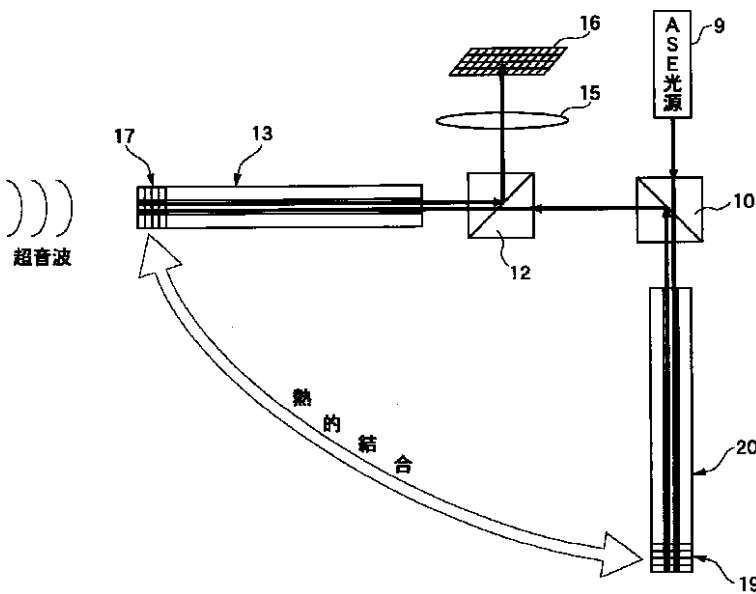
【圖6】



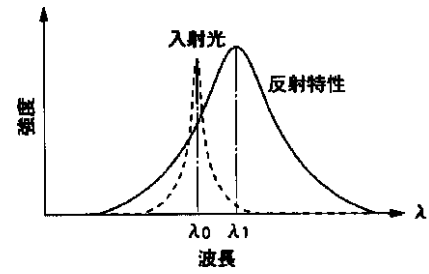
【圖8】



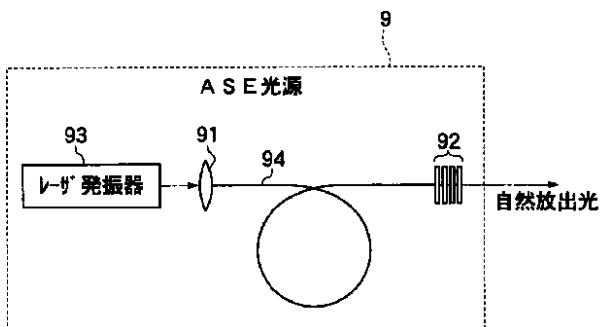
【圖9】



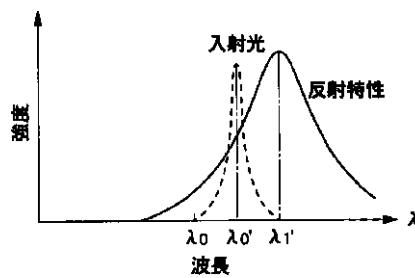
【圖13】



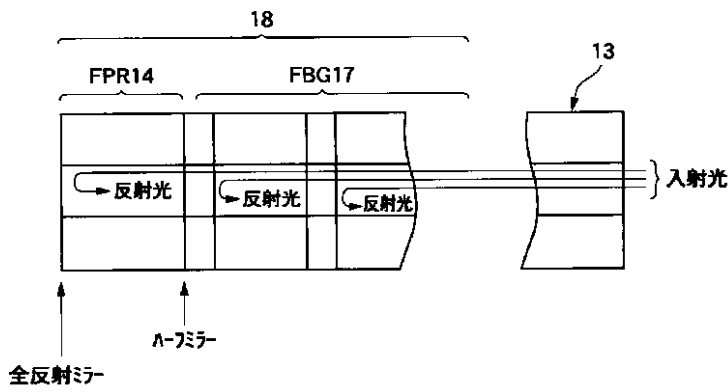
【圖10】



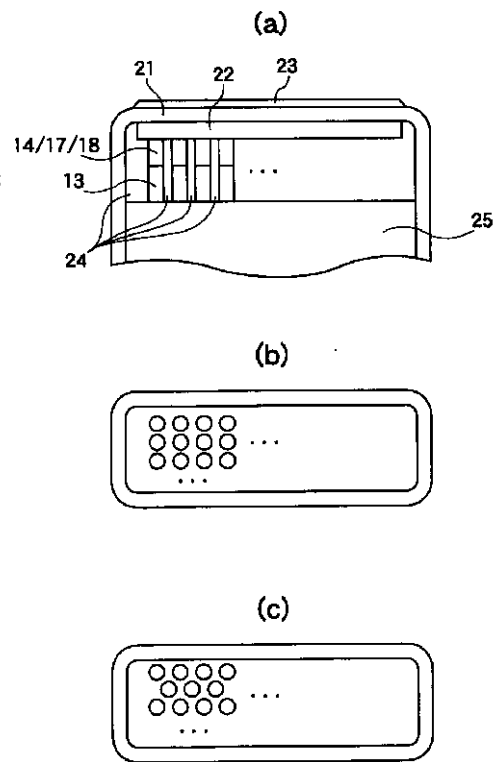
【圖14】



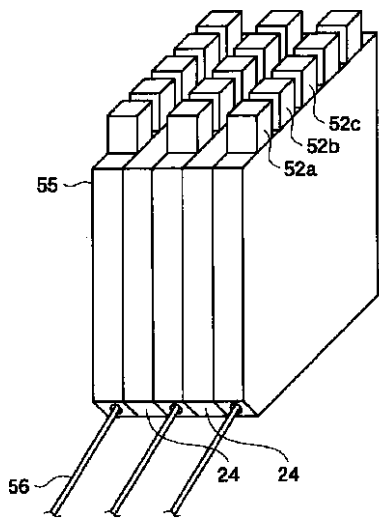
【図15】



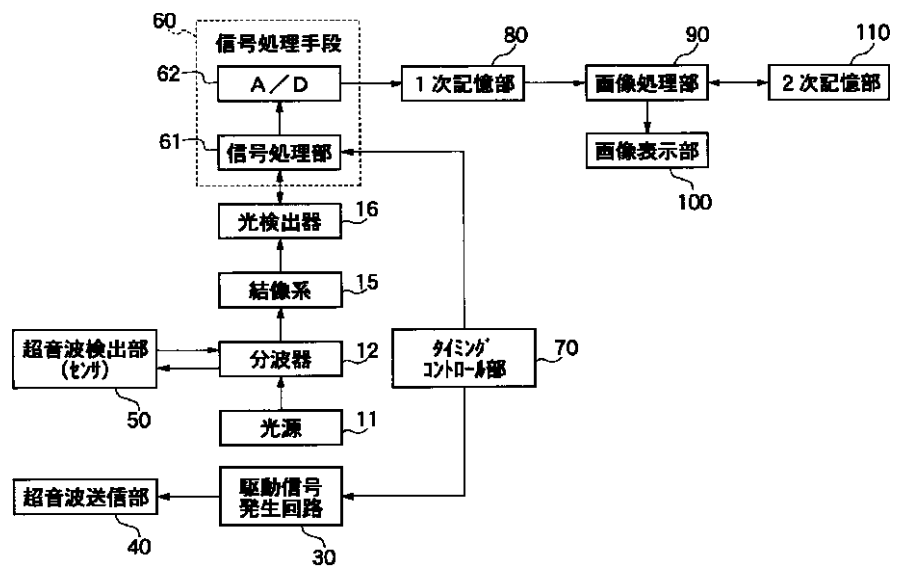
【図16】



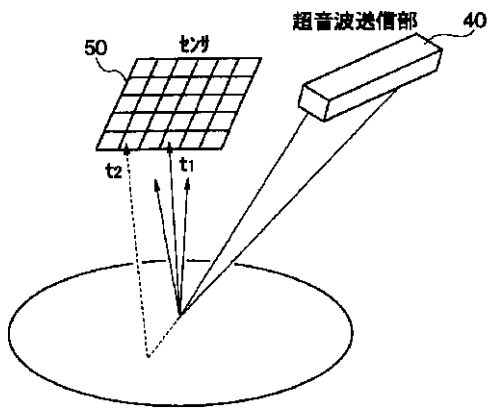
【図17】



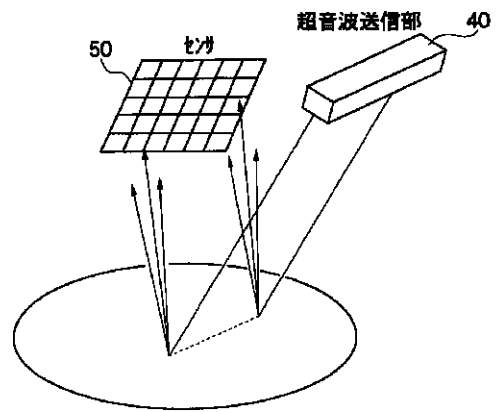
【図18】



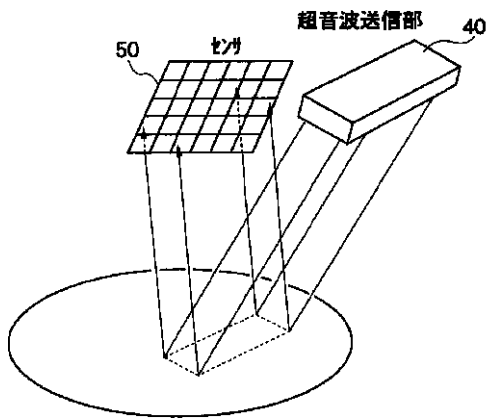
【図19】



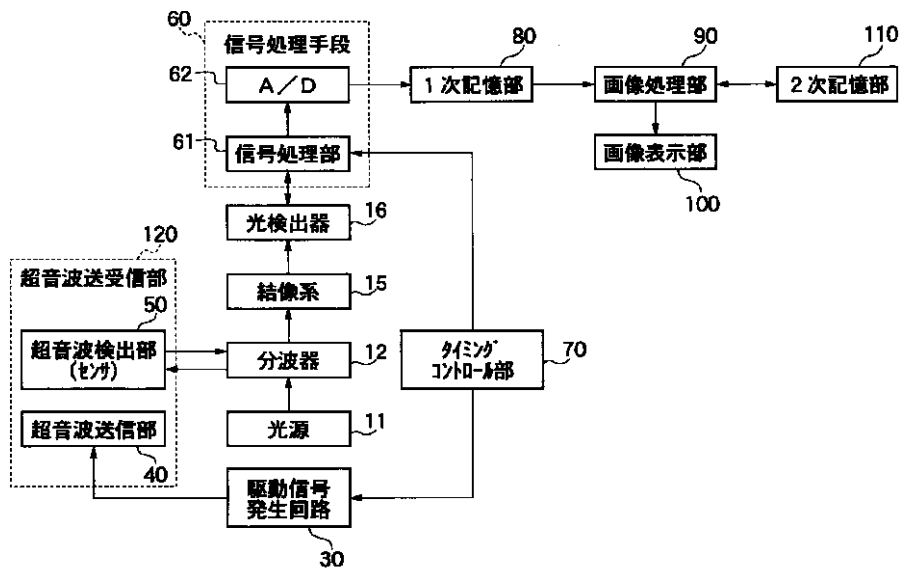
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G047 AC13 BA03 BA07 BC13 CA01
CA04 DB02 DB12 EA10 EA14
GA01 GB02 GD01 GF01
4C301 AA03 BB13 BB22 EE11 EE15
GA01 GB09 GB20 GB27 JA03
5D019 BB02 BB10 BB19 FF04 GG01

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2002301076A5	公开(公告)日	2006-03-23
申请号	JP2001134869	申请日	2001-05-02
[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	OGAWA EIJI 小川英二		
发明人	小川 英二		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/00 G01N29/24 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/00.501 G01N29/24 H04R17/00.332.A H04R17/00.332.Y		
F-TERM分类号	4C301/GA01 4C301/BB13 2G047/BA03 2G047/GA01 4C301/GB27 2G047/CA01 4C301/BB22 5D019/BB10 5D019/FF04 2G047/GD01 5D019/GG01 2G047/GF01 2G047/EA10 2G047/DB12 5D019/BB19 4C301/AA03 2G047/EA14 2G047/GB02 2G047/BC13 4C301/JA03 2G047/CA04 2G047/BA07 2G047/DB02 4C301/GB09 4C301/GB20 2G047/AC13 5D019/BB02 4C301/EE15 4C301/EE11 4C601/BB03 4C601/BB05 4C601/BB06 4C601/EE09 4C601/EE12 4C601/GA01 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB20 4C601/GB32 4C601/GD01 4C601/GD02 4C601/GD03		
优先权	2001026293 2001-02-02 JP 2000133085 2000-05-02 JP		
其他公开文献	JP2002301076A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波探头等，其不需要到大量细微元件的电线，并且不会引起串扰或电阻抗增加。一种光传输线阵列，包括：多个光传输线，从第一端入射光；以及超声波，该超声波形成在多条光传输线的第二端并被施加 以及多个超声波检测元件，其对通过各个光传输线入射的光进行调制。