



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월31일
(11) 등록번호 10-0799964
(24) 등록일자 2008년01월25일

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0023193

(22) 출원일자 2001년04월28일

심사청구일자 2006년04월28일

(65) 공개번호 10-2001-0100924

(43) 공개일자 2001년11월14일

(30) 우선권주장

2000-133084 2000년05월02일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

EP0339885 A2

JP08285826 A

전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자

후지필름 가부시킴가이샤

일본 도쿄도 미나토쿠 니시 아자부 2쵸메 26방 30고

(72) 발명자

오가와에 이지

일본국가나가와켄아시가라카미군카이세이마치미
야노다이798후지샤신폴름가부시키가이샤나이

(74) 대리인

하상구, 하영욱

심사관 : 김태훈

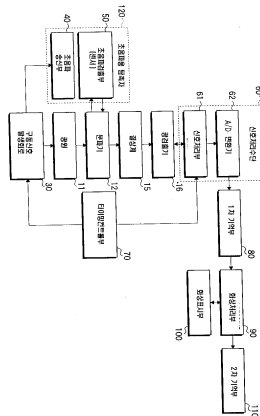
(54) 초음파용 탐촉자 및 그것을 이용한 초음파 진단장치

(57) 요약

본 발명의 목적은 다수의 미세소자로의 전기적 배선이 불필요하고, 누화나 전기적 임피던스를 증가시키지 않으며, 또 초음파의 발진기능을 구비한 초음파용 2차원 탐촉자를 제공하는 것이다.

상기 탐측자는 광원에서 발생된 빛이 입사되는 복수의 광섬유를 포함하는 광섬유 어레이, 각각의 광섬유의 한 단부에 각각 형성되며 광섬유를 통하여 입사되는 빛을 인가시키는 초음파에 기초하여 변조되는 복수의 초음파 검출 소자, 및 압전소자로 이루어진 초음파 송신소자를 구비하고 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

피검체에 초음파신호를 송신하는 송신수단;

상기 피검체로부터 반사되는 초음파신호를 수신하는 수신수단으로서, 초음파유감부로부터 반사되는 광선의 강도 조정으로서 광반사율의 변화가 검출되도록 수신초음파신호에 따라 변화하는 광반사율을 가진 초음파유감부를 포함하는 수신수단을 구비하는 초음파용 탐촉자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 송신수단은 인가되는 전압에 응답하여 초음파를 발생하는 압전방식에 기초한 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파 신호를 광신호로 변환하는 기능을 보유하는 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파를 검출하기 위한 초음파 유감부가 설치된 광섬유 어레이를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파를 검출하기 위한 초음파 유감부가 설치된 복수의 광도파로를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 수신수단은 파브리페로 공진기 구조를 보유하는 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 수신수단은 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 센서에서 초음파 유감부의 길이가 그 초음파 유감부를 전파하는 초음파 파장의 3/4 이하인 것을 특징으로 하는 초음파용 탐촉자.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

피검체에 초음파신호를 송신하는 송신수단;

초음파를 송신하기 위하여 상기 송신수단에 인가되어야 하는 구동신호를 발생하는 구동신호 발생회로;

상기 피검체로부터 반사되는 초음파 신호를 수신하는 수신수단으로서, 수신초음파신호에 따라 변화하는 광반사율을 가진 초음파유감부를 포함하는 수신수단과,

상기 수신수단의 초음파유감부로부터 반사되는 광선의 강도조정으로서 광반사율의 변화를 검출하는 검출신호를 발생하는 검출기와,

상기 검출기로부터 출력되는 검출신호를 처리하는 신호처리수단을 구비하는 초음파 진단장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 송신수단은 인가되는 전압에 응답하여 초음파를 발생하는 압전방식에 기초한 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파 신호를 광신호로 변환하는 기능을 보유하는 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파를 검출하기 위한 초음파 유감부가 설치된 광섬유 어레이를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 수신수단은 초음파를 검출하기 위한 초음파 유감부가 설치된 복수의 광도파로를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 수신수단은 파브리페로 공진기 구조를 보유하는 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 수신수단은 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 센서에서 초음파 유감부의 길이가 그 초음파 유감부를 전파하는 초음파 파장의 3/4이하인 것을 특징으로 하는 초음파 진단장치.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<25> 본 발명은 초음파를 송수신하는 탐촉자, 및 그와 같은 탐촉자를 이용하여 초음파를 송수신함으로써 의료진단을 행하기 위한 초음파 진단장치에 관한 것이다.

<26> 종래, 초음파 진단장치에서는 초음파의 송신수단 및 수신수단에는 동일한 방식을 사용하고 있으며, 초음파의 송신 및 수신을 담당하는 소자(진동자)로는 PZT(티탄산지르코늄산납)로 대표되는 압전 세라믹이나, PVDF(고분

자압전소자) 등의 압전소자를 이용한 1차원 센서어레이(sensor array)가 일반적이었다. 또한, 그와 같은 1차원 센서어레이를 스캔시킴으로써 2차원 화상을 취득하고, 이런 복수의 2차원 화상을 합성함으로써 3차원 화상을 얻었다.

<27> 그러나, 이러한 방법에 의하면, 1차원 센서어레이의 스캔방식에 시간 지연(time lag)이 있기 때문에, 다른 시각에서의 단면상을 합성하는 것으로 되어 합성화상이 흐려지기 쉽다. 따라서, 초음파 진단장치를 사용하여 초음파와 에코(echo) 관찰 등을 행하는 경우와 같이, 생체를 대상으로 하는 피사체에는 적합하지 않다.

<28> 이와 같이, 초음파를 이용하여 고품질의 3차원 화상을 취득하기 위해서는, 센서어레이를 스캔시키지 않고, 2차원 화상을 취득할 수 있는 2차원 센서 어레이가 필요하다. 이러한 이유로, 상기 PZT나 PVDF를 사용하여 2차원 센서 어레이를 제조하는 방법이 검토되고 있었다. 상기 PZT나 PVDF를 사용하는 경우, 소자의 미세가공과 다수의 미세소자로의 배선이 필요하지 않고, 현상 이상의 미세화와, 소자의 집적화는 곤란하였다. 또한, 그러한 문제를 해소시킨다고 하더라도, 소자간의 누화(crosstalk)가 증대되거나, 미세배선에 의하여 전기적 임피던스의 상승에 의해 SN비가 열화되거나, 미세소자의 전기부가 파괴되기 쉬워진다는 문제가 있어서, PZT나 PVDF를 이용한 2차원 센서어레이를 실현하는 것은 어려웠다.

<29> 이 때문에, 압전재료를 사용하지 않는 초음파 센서로, 광섬유를 이용한 2차원 센서어레이를 사용하는 것이 바람직하다. 그러나, 광섬유를 이용한 센서는 초음파의 송신기능을 보유하지 않기 때문에, 송신기능을 구비할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<30> 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안하여 이루어졌다. 본 발명의 제1목적은 다수의 미세소자로의 전기적 배선을 실시할 필요가 없고, 누화나 전기적 임피던스를 증가시키지 않으며, 또 초음파의 송신기능을 구비하고 있는 초음파용 2차원 탐촉자를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 제2목적은 그와 같은 초음파용 2차원 탐촉자를 구비한 초음파 진단장치를 제공하는 것이다.

<31> 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명에 관한 초음파용 탐촉자는 초음파 신호를 송신하는 송신수단과, 초음파 신호를 수신하는 수신수단으로 이루어지는데, 상기 송신수단과는 다른 방식을 사용한 수신수단을 구비한다.

<32> 또한, 본 발명에 관한 초음파 진단장치는 초음파 신호를 송신하는 송신수단(40), 초음파를 송신하기 위하여 송신수단에 인가되는 구동신호를 발생하는 구동신호 발생회로, 초음파 신호를 수신하는 수신수단으로서, 상기 송신수단과는 다른 방식을 사용한 수신수단, 상기 수신수단으로부터 입력되는 수신신호를 검출하여 검출신호를 발생하는 검출기, 그 검출기로부터 출력되는 검출신호를 처리하는 신호처리수단, 구동신호의 수신타이밍 및 검출신호의 입력타이밍을 제어하는 제어수단, 신호처리수단의 출력신호로부터 화상데이터를 구성하는 화상처리부, 및 화상데이터에 기초하여 화상을 표시하는 화상표시부를 구비한다.

<33> 본 발명에 의해서, 다수의 미세소자로의 전기적 배선이 필요없고, 누화나 전기적 임피던스를 증가시키지 않으면서, 또 초음파의 발신기능을 구비한 초음파용 2차원 탐촉자를 실현할 수 있다. 또한, 본 발명에 의하면, 그와 같은 초음파용 2차원탐촉자를 구비한 초음파 진단장치를 실현할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

<34> 이하, 본 발명의 실시예에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 동일한 구성요소에는 동일한 참조번호가 부여되므로 설명을 생략한다.

<35> 도1은 본 발명의 제1 실시예에 관한 초음파용 탐촉자를 이용한 초음파 진단장치를 나타내는 블록도이다. 도1에 표시한 대로, 이 초음파 진단장치는 초음파 송신부(40) 및 초음파 검출부(센서)(50)로 구성되는 초음파용 탐촉자(120)를 포함하고 있다. 초음파 송신부(40)는 구동신호 발생회로(30)에서 발생하는 구동신호에 기초하여 초음파를 송신한다. 초음파 송신부(40)는 PZT나 PVDF 등의 압전소자를 사용한 진동자로 구성된다. 진단대상(피검체)을 향하여 송신된 초음파는 진단대상에서 반사되어 초음파 검출부(센서)(50)에 수신된다. 센서(50)는 광섬유 어레이 및 초음파 검출소자 등을 포함한다.

<36> 또한, 이 초음파 진단장치는 광원(11), 분파기(12), 결상계(15), 광검출기(16)를 포함하고 있다. 광검출기(16)에서 출력되는 검출신호는 신호처리 수단(60)에 포함되는 신호처리부(61)에 입력되고 나서, 또 A/D 변환기(62)에서 디지털신호로 변환된다.

<37> A/D 변환기(62)에는 1차기억부(80)가 접속되어 있고, 취득된 복수개의 먼 데이터가 1차 기억부(80)에 기억된다.

그 데이터에 기초하여, 화상처리부(90)가 2차원 데이터 또는 3차 데이터를 재구성한다. 재구성된 데이터는 보관, 응답변조처리, 개조처리 등의 처리가 행해져, 화상표시부(100)에 표시된다. 그리고, 화상처리부(90)에서 처리된 데이터는 2차기억부(110)에 기억된다.

- <38> 타이밍 · 컨트롤부(70)는 소정의 타이밍으로 구동신호를 발생하도록 구동신호 발생회로(30)를 제어하는 것과 함께, 송신시각에서 일정시간이 경과한 후에 광검출기(16)에서 출력된 검출신호를 수신하도록, 신호처리부(61)를 제어한다. 이와 같이, 구동신호 및 검출신호를 컨트롤함으로써, 관측하는 시각대를 한정하고, 피사체의 특정한 깊이에서 초음파의 반사를 광검출할 수 있다.
- <39> 다음으로, 도1에 표시한 초음파용 탐촉자의 구조와 동작에 대해서, 도2를 참조하면서 설명한다. 도2에 표시한 대로, 이 초음파용 탐촉자는 초음파 송신소자(PZT)(19) 및 전극(17, 18)을 포함한 초음파 송신부(40)와, 초음파 검출소자(14) 및 광섬유 어레이(13)을 포함하는 초음파 검출부(50)를 보유하고 있다. 광섬유 어레이(13)는 미세한 광섬유(13a, 13b 등)의 단면을 2차원 매트릭스상으로 배열시킨 것이다.
- <40> 초음파 송신소자(19)로는, PZT(티탄산지르코늄산납)으로 대표되는 압전세라믹이나 PVDF(고분자 압전소자) 등의 압전성을 보유하는 재료(압전소자)가 사용된다. 초음파 송신소자(19)의 양단에 배치된 전극(17, 18)에 전압을 인가하면, 압전소자에 미소한 기계적 진동이 발생되고, 압전소자에 인접하는 전파매질에 미소한 진동이 전달된다. 따라서, 구동신호 발생회로에 의해 전극(17, 18)에 펄스상의 전기신호 또는 연속파 전기신호를 보내면, 압전소자에 전압이 인가되어 초음파 펄스 또는 연속파 초음파가 발생되며, 전파매질사이를 초음파빔으로서 전달한다.
- <41> 또한, 선단에 설치된 초음파 검출소자(14)는 각각의 광섬유의 선단에 초음파 유감부로서 각각 형성된 파브리페로(Fabry-Perot) 공진기(FPR로 약칭)(14a, 14b 등)로 구성된다. 광원(11)에서 발생된 빛은 분파기(12)를 통과하여, 광섬유 어레이(13)에 입사된다. 각각의 광섬유에 입사된 빛은 FPR의 양단에 형성된 반투명 거울(도에서 우측) 및 전반사 거울(도에서 좌측)에 의해 반사된다. 이 전반사면은 압전소자(19)에서 발신되어, 피사체에 반사되고, 초음파 검출소자(14)에 인가되는 초음파에 의해 기하학적으로 변위하기 때문에, 반사광은 이것에 의해 변조되어, 다시 분파기(12)에 입사된다. 분파기(12)에 입사된 반사광은 직접 또는 광섬유 등을 통하여, 또는 렌즈 등의 결상계(15)를 통하여, CCD나 포토다이오드(PD)어레이 등으로 구성되는 광검출기(16)에 결상된다.
- <42> 상기한 대로, 초음파용 탐촉자의 구조에 대하여, 도3 및 도4를 참조하면서 구체적으로 설명한다. 도3에 표시한 대로, 하우징(21)중에, 초음파 송신소자(19) 및 전극(17, 18)을 포함하는 초음파 송신부(40), 초음파 검출소자(14) 및 광섬유 어레이(13)을 포함하는 초음파 검출부(50)가 수납되어 있다. 광섬유의 간격은 사이드 로브를 제어하기 위해서, 수신되는 초음파의 파장의 절반 이하로 하는 것이 좋다.
- <43> 초음파 검출소자(14) 및 초음파 송신소자(19)와 하우징(21) 사이에는, 음향 임피던스의 정합을 도모하기 위해 음향정합층(22)을 설치하는 것이 바람직하다. 음향정합층(22)은 초음파 전달이 용이한 파이버렉스 유리나 금속 분말이 함유된 에폭시 수지 등으로 구성할 수 있다. 또한, 하우징(21)의 표면에는, 초음파 검출소자나 초음파 송신소자를 보호하는 것과 아울러, 실리콘 검(gum) 등의 음향렌즈재(23)를 설치하면 좋다. 그리고, 인접하는 광섬유 및 초음파 송신소자 사이는 초음파의 누화를 저감시키기 위해서, 흡음재(24)로 채우는 것이 바람직하다. 흡음재(24)로는 금속 분말이 함유된 에폭시 수지나, 페라이트 분말이 함유된 검 등이 적합하다. 또한, 광섬유 어레이(13)는 초음파 검출소자가 설치된 부분의 근방을 제외하고 수지(25)로 고정되어 있다.
- <44> 여기에서, 초음파 검출소자(14)가 설치된 광섬유(13)와, 초음파 송신소자(19)의 배열로는 도4에 표시한 대로 이하의 4개가 있다.
- <45> (1) 광섬유 어레이의 중심에 1개의 송신소자를 배치하는 경우
- <46> 도4A는 광섬유(13a, 13b 등)로 구성되는 광섬유 어레이의 중심에, 1개의 송신소자(19)를 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이러한 배열로, 송신파는 무지향성이 된다.
- <47> (2) 복수의 광섬유 사이에 복수의 송신소자를 배치한 경우
- <48> 도4B는 광섬유 어레이를 구성하는 광섬유(13a, 13b 등) 사이에, 송신소자(19a, 19b 등)를 교대로 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해, 송신소자가 2차원적으로 배치되기 때문에, 2차원적인 빔 스캔 송파가 가능해진다.
- <49> (3) 광섬유 어레이의 중심에 1개의 1차원 송신어레이를 배치한 경우

- <50> 도4C는 광섬유 어레이를 구성하는 광섬유(13a, 13b 등) 사이에, 복수의 송신소자를 1차원적으로 배열하여 구성되는 1차원 송신어레이(20)를 1개 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해, 1차원적인 빔 스캔 송파가 가능하다.
- <51> (4) 복수의 광섬유 사이에 복수의 1차원 송신어레이를 배치한 경우
- <52> 도4D는 광섬유 어레이를 구성하는 광섬유(13a, 13b 등) 사이에, 복수의 송신소자를 1차원적으로 배열하여 구성되는 1차원 송신 어레이(20a, 20b 등)를 교대로 복수개 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해, 2차원적인 빔 스캔 송파가 가능해진다.
- <53> 다음으로, 본 발명의 제2의 실시예에 따른 초음파용 탐촉자에 대해서, 도5를 참조하면서 설명한다. 도5는 본 발명의 제2실시예에서의 초음파용 탐촉자의 일부를 원리적으로 나타내는 도면이다. 이 초음파용 탐촉자는 제1의 실시예에서의 파브리페로 공진기 대신에, 섬유 브래그 그레이팅을 사용하고 있다. 즉, 제2의 실시예에 있어서는 도1에 표시한 것과 동일한 광섬유 어레이(13)의 선단에, 초음파 유감부로 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 브래그 그레이팅부(122)가 설치되어 있다. 초음파 검출소자(122)는 광섬유(13a, 13b 등)의 선단에 각각 형성된 브래그 그레이팅부(122a, 122b 등)로 구성된다.
- <54> 브래그 그레이팅부는 굴절율이 다른 2종류의 재료층(광전파매질)을, 브래그의 반사조건을 만족하는 피치로 수천층 교대로 도포한 것이며, 단층의 파브리페로 공진기보다도 높은 반사율과 급준한 파장의존성을 갖는다. 도5에서는 굴절율이 n_1 인 재료층A와, 굴절율이 n_2 인 재료층 B가 표시되어 있다. 이러한 층의 주기구조의 피치(간격)를 d 로 하고, 입사광의 파장을 λ 로 하면, 브래그의 반사조건은 (1)식으로 표시된다. 단, m 은 임의의 정수이다.
- <55>
$$2d \cdot \sin\theta = m\lambda \quad (1)$$
- <56> (여기에서, θ 는 입사면에서 측정된 입사각이고, $\theta = \pi/2$ 로 하면 (2)식과 같이 된다.)
- <57>
$$2d = m\lambda \quad (2)$$
- <58> 브래그 그레이팅은 브래그의 반사조건을 만족하는 특정한 파장의 빛을 선택적으로 반사하고, 기타의 파장의 빛은 투과한다.
- <59> 브래그 그레이팅부에 초음파를 전파시키면, 브래그 그레이팅부가 비뚤어져서 상기 주기구조의 피치(d)가 변화하기 때문에, 선택적으로 반사되는 빛의 파장(λ)이 변화된다. 브래그 그레이팅의 반사특성에 있어서는, 가장 반사율이 높은 (투과율은 낮은) 중심파장의 전후에 반사율이 변화하는 경사대역이 있고, 이 경사대역의 범위에 중심파장을 보유하는 검출광을 브래그 그레이팅부에 입사시키면서 초음파를 가한다. 그러면, 초음파의 강도에 따른 반사광(또는 투과광)의 강도변화를 관측할 수 있다. 이 빛의 강도변화를 환산함으로써 초음파의 강도를 계측할 수 있다.
- <60> 여기에서, 브래그 그레이팅은 감도가 높다는 점에서 제작하기가 용이하며, 일반적으로는 민생용 제품을 운용할 수도 있다. 그러나, 초음파 진단에서와 같이 고감도의 센서로서는 그대로 사용할 수 없다. 예를 들어, 일반시장에서 사용되고 있는 브래그 그레이팅을 사용하면, 20kHz보다도 높은 주파수대역에서는 축방향에서 입사되는 초음파에 대한 감도가 낮아지는 것이 확인되고 있다. 또한, 초음파 유감부의 길이(브래그 그레이팅부)가 이하식
- <61> **(초음파 파장)=(브래그 그레이팅부에서 음속)/(초음파의 주파수)**
- <62> 으로 표시되는 브래그 그레이팅부에서의 초음파 파장의 대략 3/4 보다 큰 경우에는, 검출된 파형이 실제로 수신된 초음파의 파형과 비교하여 저주파측으로 기울어지는 것과 함께, 센서의 감도가 저하되어 버린다. 이것은, 브래그 그레이팅부의 길이가 브래그 그레이팅부에서 초음파 파장의 절반보다도 큰 경우에, 초음파가 브래그 그레이팅부를 전달하는 과정에서 브래그 그레이팅부 내에 신축위상이 반전되는 부분이 발생하기 때문에, 이러한 부분의 변위가 상쇄되어 버리는 것이 그 원인이라고 추정된다.
- <63> 이러한 현상을 피하기 위해서는, 브래그 그레이팅부의 길이를 브래그 그레이팅부에서 초음파 파장의 대략 3/4 이하, 바람직하게는 절반 정도로 하면 좋다. 예를 들어, 검출대상인 초음파의 주파수가 3.5MHz, 브래그 그레이팅부 재질중의 음속이 5500m/s인 경우, 브래그 그레이팅부를 전파하는 초음파의 파장 λ_s 는 다음과 같이 산출된다.
- <64>
$$\lambda_s = 5500 / (3.5 \times 10^6)$$

- <65> $=1571.4(\mu\text{m})$
- <66> 따라서, 브래그 그레이팅부의 길이의 상한은 다음과 같이 계산된다.
- <67> $1571 \times (3/4) = 1178.5(\mu\text{m})$
- <68> 이것으로, 브래그 그레이팅부의 길이를 $1178.5\mu\text{m}$ 이하로 하면, 브래그 그레이팅부 내의 신축위상의 반전을 방지할 수 있으며, 초음파의 검출에 필요한 감도를 얻을 수 있다.
- <69> 다음으로, 본 발명의 제3의 실시예에 따른 초음파용 탐촉자에 대해서, 도6을 참조하면서 설명한다. 도6에 표시한 대로, 초음파용 탐촉자(150)은 초음파 송신부(40)와, 광로차 길이를 보유하는 광 헤테로다인(heterodyne) 간섭광학계에 초음파를 받아서 주파수가 변화되는 발광광을 입사시키는 레이저 공진기를 사용한 초음파 검출부(130)를 포함한다. 타이밍컨트롤부(70)은 소정의 타이밍에서 구동신호를 발생하도록 구동신호 발생회로(30)를 제어하는 것과 동시에, 송신시각에서 일정시간이 경과한 후에, 광검출기(16)에서 증폭기(151) 및 복조수단(152)를 통하여 출력되는 검출신호를 수신하도록 적분처리수단(153)을 제어한다.
- <70> 구동신호 발생회로(30)에서 출력된 구동신호를 받아서, PZT 등의 압전소자로 구성되는 초음파 송신부(40)에서 초음파가 발생된다. 초음파 송신부(40)에서 송신되어 피사체에 반사된 초음파가 입사면(전반사 거울 131의 좌측)에 입사되면, 초음파 검출부(130)를 구성하는 레이저 공진기의 전반사 거울(131)이 변위되고, 전반사 거울(131)과 투과거울(133)의 간격이 변화된다. 이 때, 레이저 활성물질(132)의 양 옆에 설치된 2개의 거울 사이에서 발생하는 정상파의 진동수, 즉 공진주파수가 변화되고, 레이저의 발진주파수도 편이(偏移)된다. 이 레이저광이 간섭광학계(140)에 입사되면, 분파기(141)를 투과하여, 부분반사 거울(142) 및 분파기(141)에서 반사되고, 렌즈(145)를 통하여 광검출기(16)로 들어간 광빔(L2)과, 부분반사 거울(142)을 투과하여, 주파수 시프터(143) 및 프리즘(144)을 통과하고, 다시 부분반사 거울(142)을 투과하여, 분파기(141)에서 반사되어, 렌즈(145)를 통하여 광검출기(16)에 들어간 광빔(L3) 사이에 광로차 길이가 발생한다.
- <71> 여기에서, 시간적으로 발진주파수가 편이하는 광빔이 광로차 길이를 보유하는 광헤테로다인 간섭광학계에 들어가면, 본래의 광헤테로다인 간섭신호의 주파수를 중심으로 해서, 시간지연분에 대응하는 발진주파수의 변화분만큼 이동한 주파수의 비트신호가 발생한다. 이 주파수 변조된 비트신호를 증폭기(151)에서 증폭하여, 복조수단(152)에서 복조하고, 얻어진 복조신호를 적분처리수단(153)에서 적분처리하면, 주파수의 변화, 즉 초음파의 파형을 재현할 수 있다. 이 파형은 파형표시부(154)에 표시되는 것과 동시에, 파형기록부(155)에 기억된다. 이것에 기초하여, 피사체의 화상데이터를 구성할 수 있다.
- <72> 또한, 본 발명의 제4의 실시예에 따른 초음파용 탐촉자에 대해서, 도7을 참조하면서 설명한다. 도7에 표시한 대로, 초음파용 탐촉자(170)는 반사계면 근방의 소실장(evanescent field)에 존재하는 물체가 초음파를 받아서 진동하는 것에 의해 소실광의 광량이 변화되는 것을 이용한 초음파 변환기를 포함한다.
- <73> 초음파 변환기는 수신수단으로 프리즘(171), 간극부(173), 옵티컬 플랫폼(174), 간극을 생성하기 위한 스페이서(172), 송신수단으로 옵티컬 플랫폼(174)에 흡음층(177)을 통하여 설치된 PZT 등의 압전소자(175), 및 음향렌즈(176)으로 구성된다.
- <74> 레이저 공진기(161)와 빔 확대기(162)로 구성되는 광원(160)에서 출사되는 확대된 레이저광으로 프리즘 저면을 조사하고, 그 전반사광 강도분포를 PD 어레이 또는 CCD 카메라로 구성되는 광검출기(16)로 판독한다. 한편, 압전소자(175)에서 송신된 초음파가 피사체에서 반사되어 옵티컬 플랫폼(174) 하면에서 입사되면, 간극부(173)의 공기층 두께가 변화한다. 이것에 따라서, 프리즘(171) 하면의 소실장에 누락되는 광, 즉, 소실광의 광량이 변화된다. 광검출기(16)에서 판독되는 전반사광의 광량은
- <75> **(전반사광의 광량) = (입사광의 광량) - (소실광의 광량)**
- <76> 로 표시되기 때문에, 전반사광의 강도분포는 소실장의 공기층 압력의 변화, 즉, 초음파의 음압분포를 표시하게 된다. 광검출기(16)에 의해 판독된 검출신호는 수신처리부로 출력된다.
- <77> 타이밍 컨트롤부(70)에서는, 소정의 타이밍에서 구동신호를 발생하도록 구동신호 발생회로(30)를 제어하는 것과 동시에, 광검출기(16)에 입사되는 광(검출광)의 타이밍을 제어한다. 광검출기(16)에 입사되는 빛의 타이밍을 제어하는 방법에는, 레이저를 펄스 구동시키거나, 광로에 셔터 등을 설치하여 검출광을 차단하는 방법 등이 고려된다. 이것의 일례로, 프리즘(171) 저면에서 반사광이 광검출기(16)에 입사되는 것을 제어하는 방법을 들 수 있다. 즉, 타이밍 컨트롤부(70)에 의해 셔터 구동회로(182)를 제어하고, 셔터(181)를 작동시킨다. 이와 같이, 초음파 강도에 의존한 전반사광이 검출기에 입사되는 시간대를 한정시킴으로써, 피사체의 특정한 깊이에서의 초음

파의 반사를 광검출할 수 있다. 이 경우, 서터의 개폐 등은, 피사체 내의 임의의 깊이의 정보를 수집하는데 적당한 시간만큼 초음파의 송신에서 더디게 작동된다. 이와 같이 하여 얻어진 검출신호에 기초하여, 피사체의 화상데이터를 구성할 수 있다.

<78> 다음으로, 본 발명의 제5실시예에 따른 초음파 수신장치에 대해서, 도8을 참조하면서 설명한다. 본 실시예는 초음파 검출소자로 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 광도파로를 이용한 것이다. 도8에 표시한 대로, 기관(125)에는 1차원으로 배열된 복수의 광도파로(121a, 121b 등)가 형성되어 있으며, 또 그것의 코어선단부에는 브래그 그레이팅부(122a, 122b 등)가 각각 형성되어 있다. 브래그 그레이팅부의 구조는 본 발명의 제2실시예에 따른 초음파 수신장치와 동일하다.

<79> 광원(11)을 사출한 광은 분파기(12)를 통과하여, 각각의 광도파로(121a, 121b 등)에 입사된다. 각각의 광도파로에서, 그것의 선단에 형성된 브래그 그레이팅부가 초음파의 전파에 의해 구조적으로 변화되는 것에 의해, 빛이 변조된다. 각각의 광도파로에서, 브래그 그레이팅부에 의해 반사된 빛은 분파기(12)에서 진로를 변경하고, 각각의 광도파로(121a, 121b 등)에 대응하는 광검출기(16a, 16b 등)에 입사된다. 이와 같이, 광검출기(16a, 16b 등)에서 광강도의 변화를 검출하는 것으로, 대응하는 광도파로에 전파된 초음파의 강도를 측정할 수 있다. 또한, 본 실시예에 있어서도, 제2실시예의 경우와 마찬가지로, 광도파로에 형성된 브래그 그레이팅부의 길이는 브래그 그레이팅부를 전파하는 초음파 파장의 3/4 이하인 것이 바람직하다.

<80> 도9는 브래그 그레이팅부가 형성된 광도파로를 보유하는 2차원 초음파용 탐촉자의 구조를 나타내고 있다. 도9에 표시한 대로, 하우징(21)중에는, 기관(125) 상에 1차원으로 배열된 복수의 광도파로(121a, 121b 등)를 포함하는 초음파 검출부(50)와, 초음파 송신소자(19)를 포함한 초음파 송신부(40)가 수납되어 있다. 초음파 검출부(50)에서, 복수의 광도파로(121a, 121b 등)에는 브래그 그레이팅부(122a, 122b 등)가 각각 형성되어 있다. 또한, 복수의 광도파로에는 각각 광섬유가 접속되어 있으며, 브래그 그레이팅부에 의해서 변조된 빛은, 복수의 광섬유를 포함한 광섬유 어레이(43)를 통하여 분파기(12)로 들어간다. 한편, 초음파 송신부(40)에서, 초음파 송신소자(19)는 흡음재(24)에 의해서 보존·유지되어 있다. 그리고, 초음파 송신소자(19)에 전압을 부여하기 위해서, 그 초음파 송신소자(19)에 도선(42)이 접속된 전극(17, 18)이 설치되어 있다.

<81> 브래그 그레이팅부(122)를 포함한 광도파로(121) 및 초음파 송신소자(19)와 하우징(21) 사이에는, 음향 임피던스의 정합을 도모하기 위해서, 음향정합층(22)이 설치되어 있다. 또한, 하우징(21)의 표면에는 음향렌즈재(23)가 설치되어 있다. 이러한 음향정합층(22), 음향렌즈재(23), 흡음재 등을 설치한 이유 및 재료에 대해서는, 본 발명의 제1실시예의 경우와 동일하다.

<82> 여기에서, 복수의 광도파로(121a, 121b 등)가 1차원으로 배치된 초음파 검출부(1차원 광도파로 어레이)(50)와 초음파 송신소자(19)의 배열에는 도10에 표시한 대로 이하 4개가 있다.

<83> (1) 광도파로 어레이의 중심에 1개의 송신소자를 배치하는 경우

<84> 도10A는 복수의 1차원 광도파로 어레이를 배열한 2차원 광도파로 어레이의 중심에, 1개의 송신소자(19)를 배치한 예를 나타내는 도면이다. 이 배열에 의해서 송신파는 무지향성이 된다.

<85> (2) 복수의 광도파로 사이에 복수의 송신소자를 배치한 경우

<86> 도10B는 1차원 광도파로 어레이를 포함한 복수의 광도파로 사이에, 송신소자(19)를 교대로 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해서, 송신소자는 2차원적으로 배치되어 있기때문에, 2차원적인 빔 스캔 송파가 가능해진다.

<87> (3) 광도파로 어레이의 중심에 1개의 1차원 송신어레이를 배치한 경우

<88> 도10C는 복수의 1차원 도파로 어레이 사이에, 복수의 송신소자를 1차원적으로 배열하여 구성되는 1차원 송신어레이(20)를 1개 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해서, 1차원적인 빔 스캔 송파가 가능하다.

<89> (4) 복수의 1차원 광도파로 어레이 사이에 복수의 1차원 송신 어레이를 배치한 경우

<90> 도10D는 복수의 1차원 광도파로 어레이(50) 사이에, 복수의 송신소자를 1차원적으로 배열하여 구성되는 1차원 송신 어레이(20)를 교대로 복수개 배치한 예를 나타내는 단면도이다. 이 배열에 의해서, 2차원적인 빔 스캔 송파가 가능해진다.

<91> 다음으로, 본 발명의 제6실시예에 대해서, 도11~도13을 참조하면서 설명한다. 본 실시예는 본 발명의 제5실시예와 마찬가지로, 초음파 검출소자로 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 광도파로(123a, 123b 등)를 사용하고, 또

검출광으로 복수의 파장이 다른 빛을 다중화시켜서 사용한 것이다. 도11은 본 실시예에 따른 초음파 수신장치의 구성을 원리적으로 나타내는 것이며, 도12는 도 11에 표시한 초음파 검출부(50)의 구조를 표시하고 있고, 도13은 도1에 표시한 분파기(112)의 구조를 나타내고 있다.

- <92> 도11에 표시한 대로, 이 초음파 수신장치는 광원(111), 광순환기(113), 브래그 그레이팅 구조를 보유하는 광도파로를 포함한 초음파 검출부(50), 초음파 검출부(50)에서 입사되는 검출광을 분파시키는 분파기(112), 분파된 빛의 강도를 검출하는 광검출부(16a, 16b 등) 및 이러한 장치(유닛)를 교대로 접속하는 광섬유(126, 127, 128, 129a, 129b 등)를 보유하고 있다. 본 실시예에서는, 광원으로 광대역의 빛(광대역광)을 발생하는 광대역(broad band)광원을 사용하고, 분파기로는 빛의 진행방향을 그 입사방향에 따라서 변환시키는 광순환기(113)를 사용하고 있다.
- <93> 도11에서, 광원(111)을 사출한 빛은 광섬유(127)를 통하여 광순환기(113)에 입사되고, 또한, 광섬유(126)을 통하여 초음파 검출부(50)에 입사된다.
- <94> 여기에서, 도12를 참조하면, 초음파 검출부(50)는 기관(125)에 형성된 도파로의 길이가 다른 역L자 형상의 복수의 광도파로(123a, 123b 등)를 포함하고 있다. 이러한 광도파로(123a, 123b 등)는 각각의 단면이 일렬로 배치되어 있다. 또한, 각각의 광도파로(123a, 123b 등)의 선단에는 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)이 형성되어 있다.
- <95> 본 실시예에서는, 각각의 브래그 그레이팅을 구성하는 각 층의 주기구조의 피치는 식(2)에 기초하여, 특정한 파장에 대하여 반사파장 특성이 커지도록 되어있다. 말하자면, 브래그 그레이팅(122a)을 구성하는 각 층의 주기구조의 피치(d)는 식(2)에 기초하여 브래그 파장이 λ_1 으로 되도록 되어 있다. 또한, 브래그 그레이팅 (122b)을 구성하는 각 층의 주기구조의 피치(d)는 식(2)에 기초하여 브래그 파장이 $\lambda_2(\neq \lambda_1)$ 로 되도록 되어 있다. 나머지 브래그 그레이팅(122c, 122d 등)에 대해서도 동일하다. 따라서, 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)의 반사파장 특성은 서로 달라지게 된다. 복수의 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)은 초음파가 인가되면 초음파의 음압방향으로 신축된다. 이것으로, 각각의 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)을 구성하는 각층의 주기구조의 피치(d)가 변화하고, 각각의 브래그 파장을 변화시킨다. 따라서, 초음파의 수신중에 각각의 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)에 입사되는 빛은 인가되는 초음파에 기초하여 변조된다. 또한, 본 실시예에 있어서도, 각각의 광도파로의 선단에 형성되는 브래그 그레이팅부의 길이는 광도파로를 전파하는 초음파 파장의 3/4 이하인 것이 바람직하다.
- <96> 광도파로(123a)의 말단부는 광섬유(126)와 접속되어 있다. 또한, 광도파로(123a)의 말단부와 광도파로(123b)의 말단부 사이에는, 공극(gap)(124a)이 형성되어 있으며, 이 공극(124a)은 빔 스플리터로 작용한다. 마찬가지로, 광도파로(123b)의 말단부와 광도파로(123c)의 말단부 사이에는 빔 스플리터로 작용하는 간극(124b)이 형성되어 있다. 나머지의 광도파로(123c, 123d 등)에 대해서도 마찬가지이다. 본 실시예에서는, 복수의 광도파로(123a, 123b 등)를 이와 같이 접속함으로써, 플레너 광도파로(PLC: Planar Lightwave Circuit)가 실현되어 있다.
- <97> 여기에서, 도12에 표시한 초음파 검출부(50)의 작동에 대해서 설명한다. 복수의 파장성분($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$)을 포함하는 빛(L_{MLL})이 이 초음파 검출부(50)에 공급되면, 복수의 공극(124a, 124b 등)을 통과하는 것에 분파된다. 광도파로(123a)에 입사된 빛(L_1)(파장: λ_1)은 브래그 그레이팅(122a)에 의해 광도파로(123a)를 향하여 반사되고, 브래그 그레이팅(122a)에 인가되는 초음파에 기초하여 빛(L_1')으로 변조된다. 또한, 광도파로(123b)에 입사된 빛(L_2)(파장: λ_2)은 브래그 그레이팅(122b)에 의해 광도파로(123b)를 향하여 반사되어, 브래그 그레이팅(122b)에 인가되는 초음파에 기초하여 광(L_2')로 변조된다. 빛(L_{MLL})에 포함되는 나머지 빛(L_3)(파장: λ_3)은, (L_4)(파장: λ_4)에 대해서도 마찬가지이다. 각각의 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)의 출사광(L_1', L_2' 등)은 대응하는 공극(124a, 124b 등)에서 차례대로 합파되어, 광섬유(126)에 입사된다.
- <98> 또한, 도11을 참조하면, 광섬유(126)에 입사된 빛은 광순환기(113)에 의해서 진행방향을 변경시키고, 광섬유(128)을 통하여, 분파기(112)에 입사된다. 분파기(112)는 광섬유(128)로부터 입사된 빛(L_{MLL})을 소정의 파장성분별로 복수의 빛(L_1', L_2' 등)으로 분파된다. 분파기(112)에는 검출되는 파장대역이 다른 복수의 광검출기(16a, 16b 등)가 대응하는 광섬유(129a, 129b 등)를 통하여 접속되어 있다. 복수의 광검출기(16a, 16b 등)가 대응하는 광섬유(129a, 129b 등)로부터 입사된 빛(L_1', L_2' 등)을 검출함으로써, 초음파 검출부(50)에 포함되는 각각의 브래그 그레이팅(122a, 122b 등)에 인가된 초음파의 강도를 검출할 수 있다.
- <99> 여기에서, 도13을 참조하면, 본 실시예에서는 분파기(112)로서, 플레너광파회로의 일종인 어레이 도파로 격자

(AWG: Arrayed-Wavelength Grating)를 보유하는 분파회로를 사용하고 있다. 이 분파회로는 1개의 입력도파로(71)가 접속된 입력측 슬래브 도파로(72)와, 복수의 출력도파로(73a, 73b 등)가 접속된 출력측 슬래브 도파로(74) 사이를 일정한 도파로 길이차를 보유한 복수의 어레이 도파로(75a, 75b 등)에 의해 접속된 구성으로 되어 있다.

<100> 입력측 슬래브 도파로(72)는 입력도파로(71)의 단부를 곡률중심으로 하는 편형이며, 출력측 슬래브 도파로(74)는 복수의 출력도파로(73a, 73b 등)의 단부를 곡률중심으로 하는 편형이다. 복수의 어레이 도파로(75a, 75b 등)는 각각의 광축이 입력측 슬래브 도파로(72) 및 출력측 슬래브 도파로(74)의 양방의 곡률중심을 통과하도록 방사상으로 배치되어 있다. 이것에 의해, 입력측 슬래브 도파로(72) 및 출력측 슬래브 도파로(74)가 렌즈와 동등한 동작을 나타낸다.

<101> 복수의 파장성분($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$)을 포함하는 빛(L'_{ML})이 입력도파로(71)에 입사되면, 입력측 슬래브 도파로(72)에서 회절에 의해 확대되어, 복수의 어레이 도파로(75a, 75b 등)를 동위상으로 여진(excitation)한다. 각각의 여진광은 대응하는 어레이 도파로(75a, 75b 등)를 통과하는 경우에 도파로 길이차에 따른 위상차가 부여되어, 출력측 슬래브 도파로(74)에 도달한다. 출력측 슬래브 도파로(74)에 입사된 복수의 빛은 렌즈작용에 의해 상호 간섭하여 합해지면서, 복수의 출력 도파로(73a, 73b 등)를 배치한 축의 한 점에 집광되어, 상호조건이 성립하는 방향으로 회절된다. 또한, 도13에 표시한 분파회로에서의 입력측과 출력측을 교대시킴으로써, 분파기로 사용할 수 있다.

<102> 본 실시예에서는, 광원으로 광대역 광원을 사용하지만, 이 외에 파장이 다른 복수의 레이저 발진기를 사용하고, 사출되는 레이저광을 합파하여 다중화한 빛을 사용하기도 한다. 이 경우, 도13에 표시한 분파기를 합파기로 사용할 수 있다.

발명의 효과

<103> 상기한 대로, 본 발명에 의하면 다수의 미세소자로의 전기적 배선이 필요없고, 누화나 전기적 임피던스를 증가시키지 않으며, 또 초음파의 발진기능을 구비한 초음파용 2차원 탐촉자를 실현할 수 있다. 그리고, 본 발명에 의해서, 그와 같은 초음파용 2차원 탐촉자를 사용하여, 보다 고품질의 3차원 화상을 얻을 수 있는 초음파 진단장치를 실현할 수 있다.

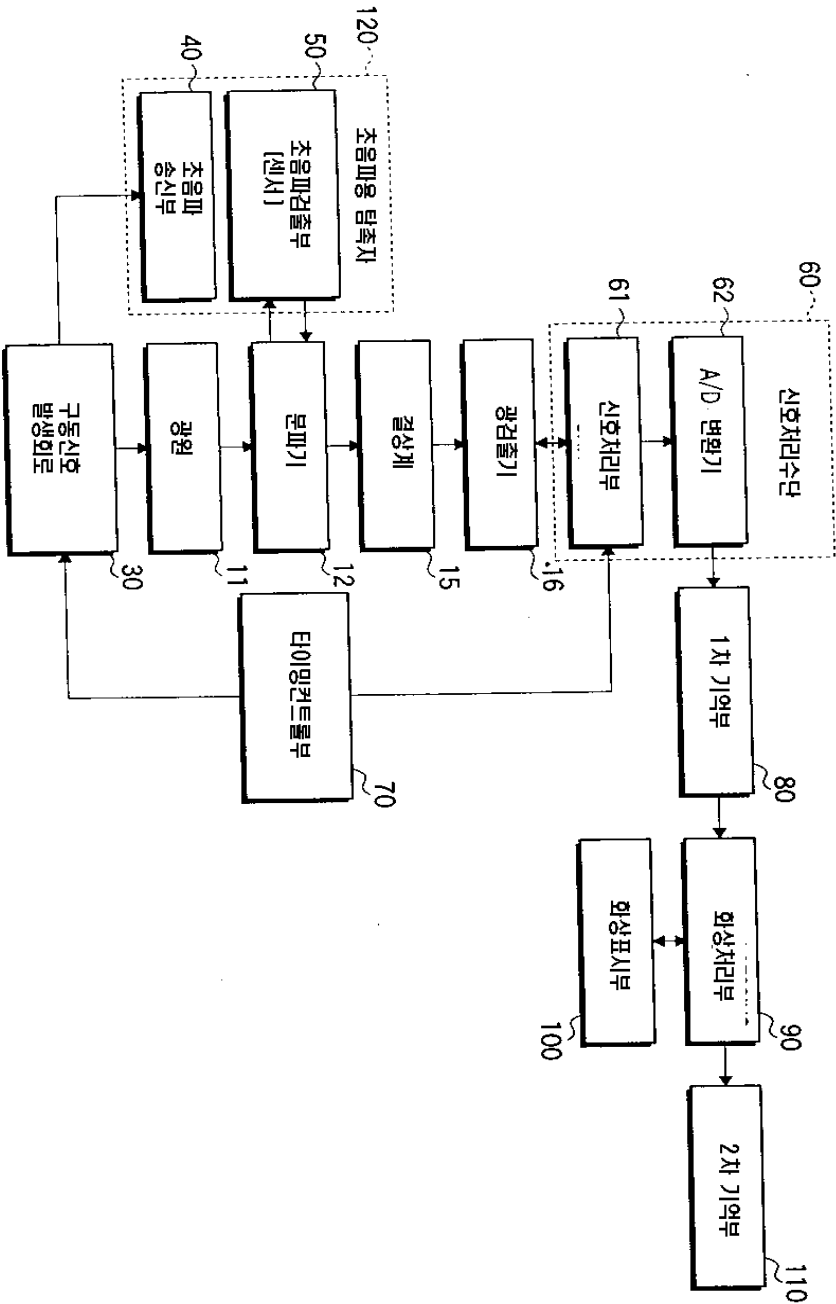
도면의 간단한 설명

- <1> 도1은 본 발명의 제1의 실시예에 따른 초음파 탐촉자를 이용한 초음파 진단장치를 나타내는 블록도이며;
- <2> 도2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 구조와 작동을 설명하기 위한 도면이며;
- <3> 도3은 본 발명의 제1의 실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 일부 구조를 나타내는 도면이며;
- <4> 도4A~4D는 본 발명의 제1실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 일부 구조를 나타내는 도면이며;
- <5> 도5는 본 발명의 제2실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 일부 구조를 나타내는 도면이며;
- <6> 도6은 본 발명의 제3실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 구조와 동작을 설명하기 위한 도면이며;
- <7> 도7은 본 발명의 제4실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 구조와 동작을 설명하기 위한 도면이며;
- <8> 도8은 본 발명의 제5실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 구조와 동작을 설명하기 위한 도면이며;
- <9> 도9는 본 발명의 제5실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 일부 구조를 나타내는 도면이며;
- <10> 도10A~10D는 본 발명의 제5실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 일부구조를 나타내는 도면이며;
- <11> 도11은 본 발명의 제6실시예에 따른 초음파용 탐촉자의 구조와 동작을 설명하기 위한 도면이며;
- <12> 도12는 도11의 초음파 검출부의 구조를 나타내는 도면이며;
- <13> 도13은 도11의 분파기의 구조를 나타내는 도면이다.
- <14> ** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 **
- <15> (11): 광원

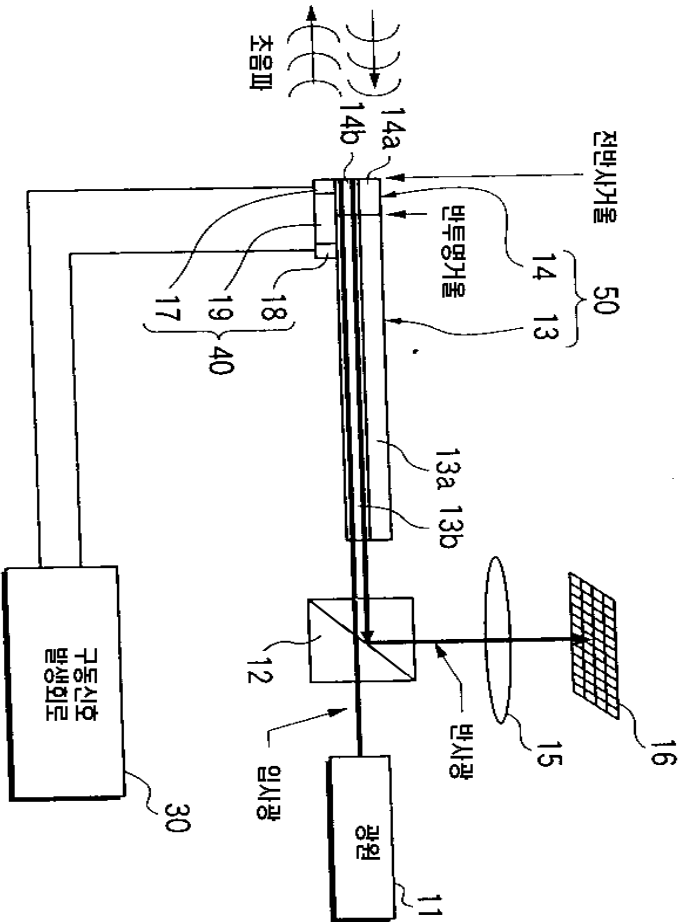
- <16> (12): 분과기
- <17> (15): 결상계
- <18> (16): 광검출기
- <19> (30): 구동신호 발생회로
- <20> (40): 초음파 송신부
- <21> (50): 초음파 검출부
- <22> (70): 타이밍컨트롤부
- <23> (90): 화상처리부
- <24> (113): 광순환기

도면

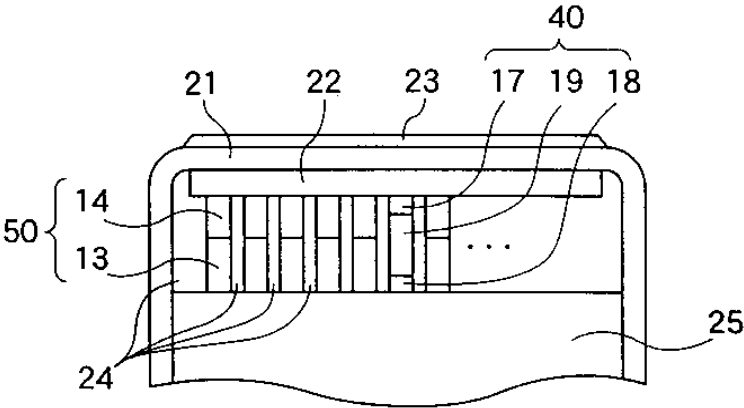
도면1



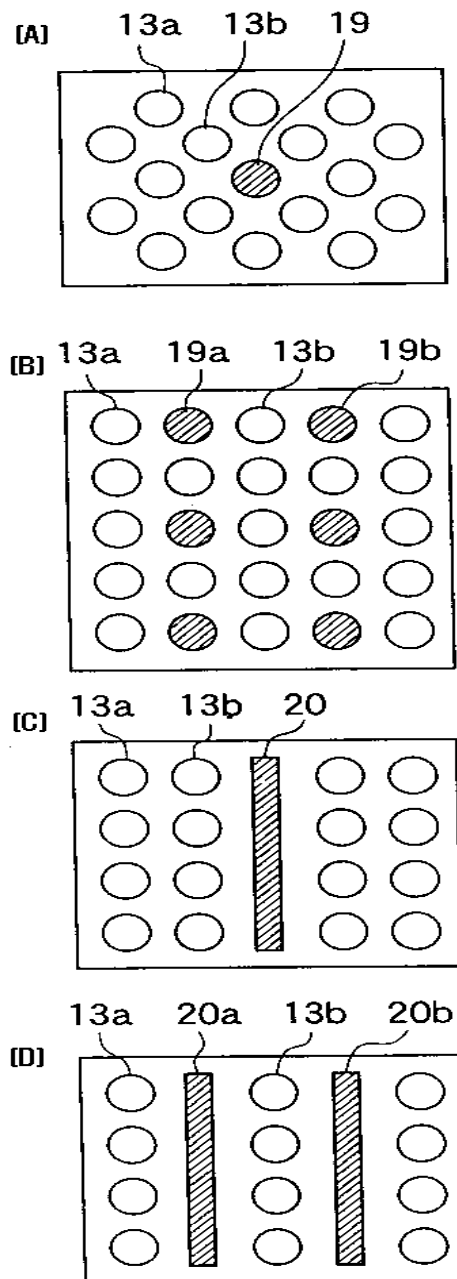
도면2



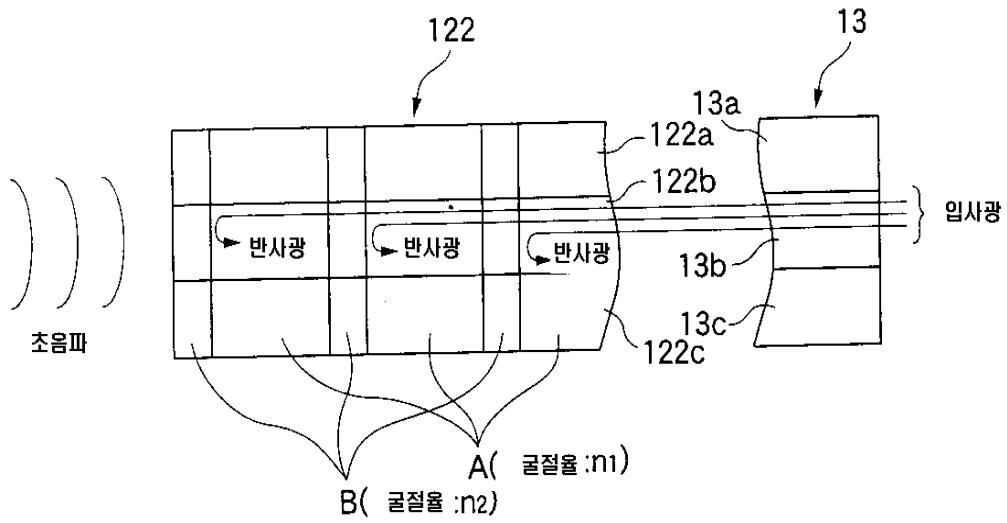
도면3



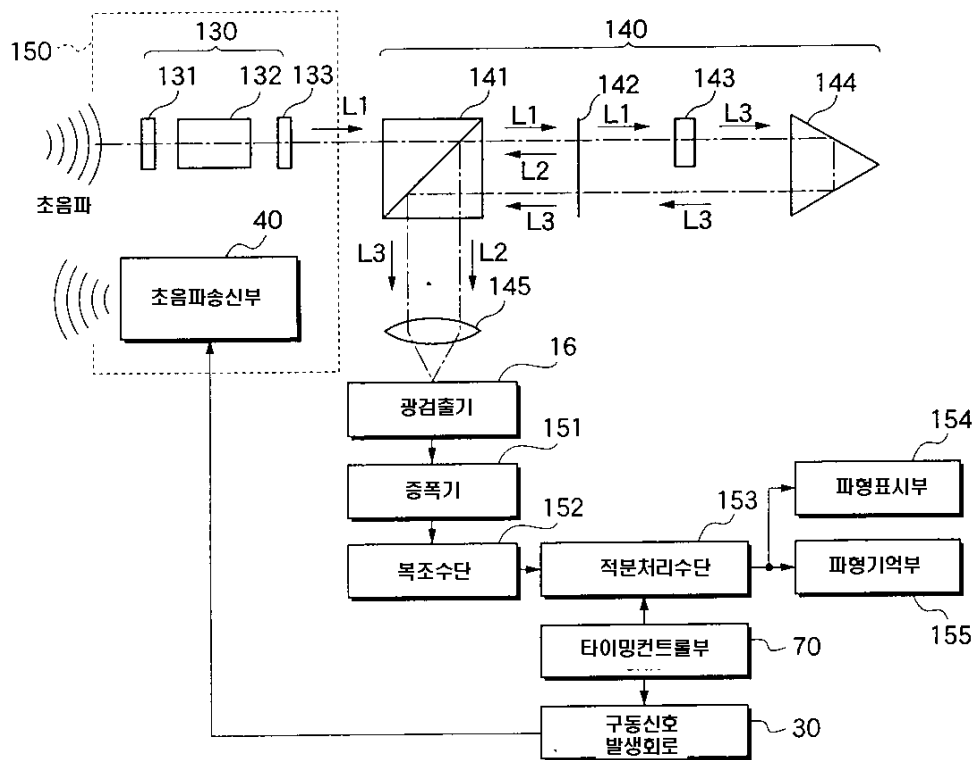
도면4



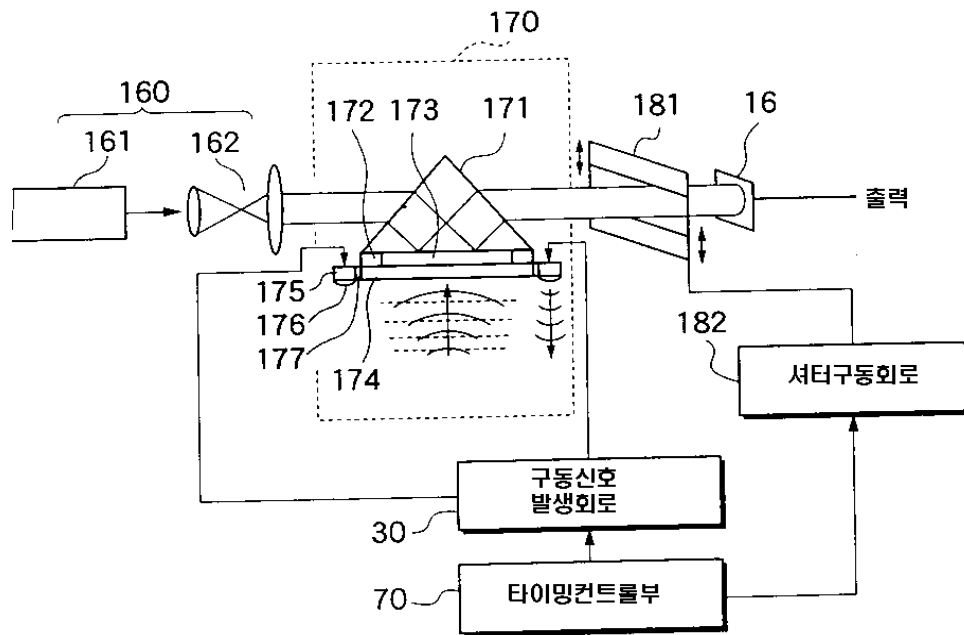
도면5



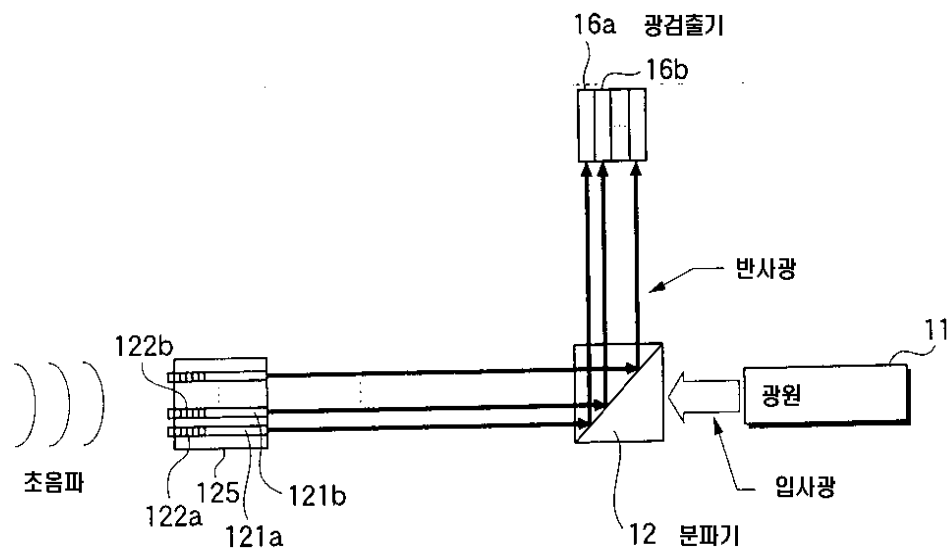
도면6



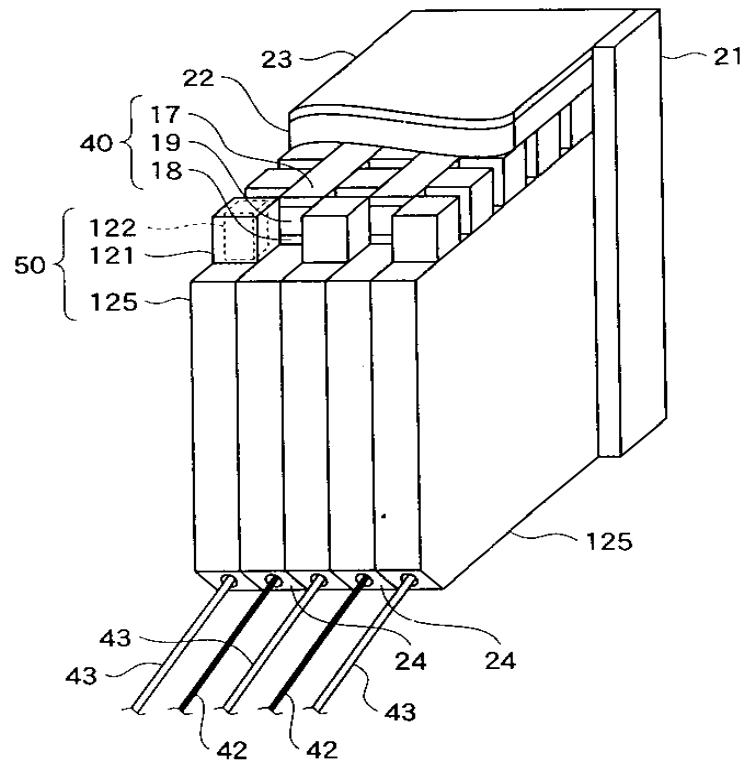
도면7



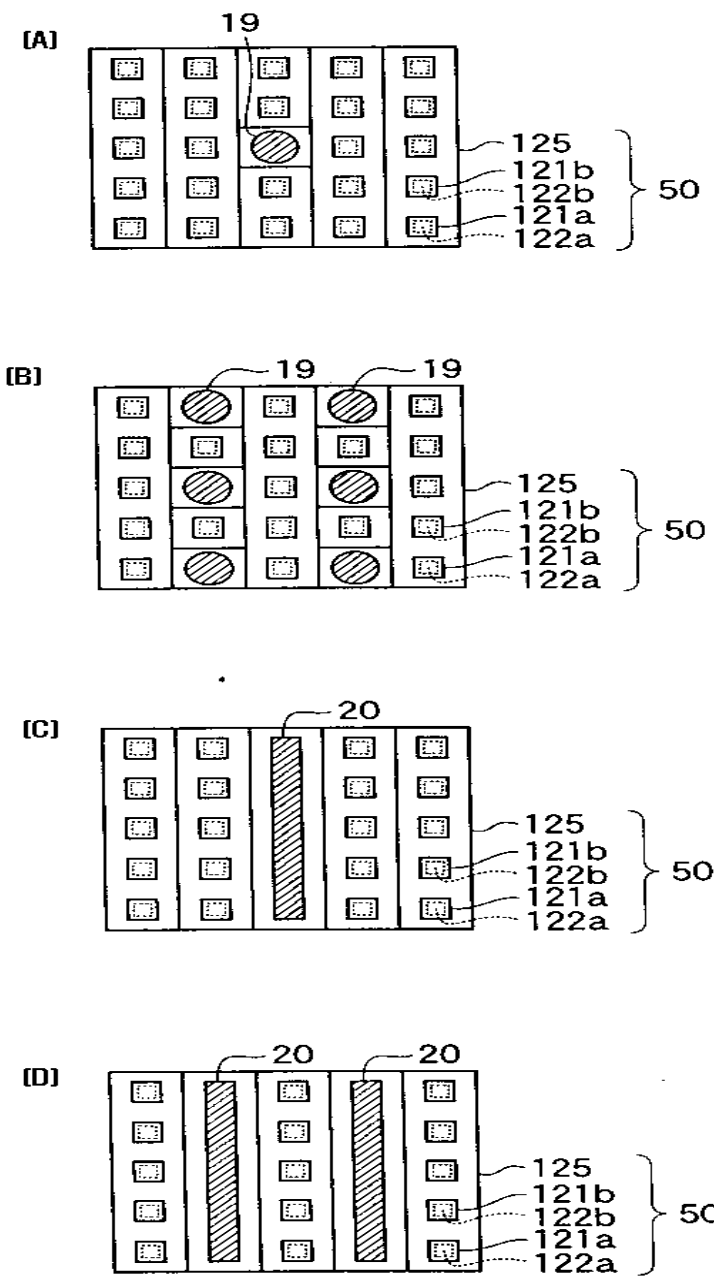
도면8



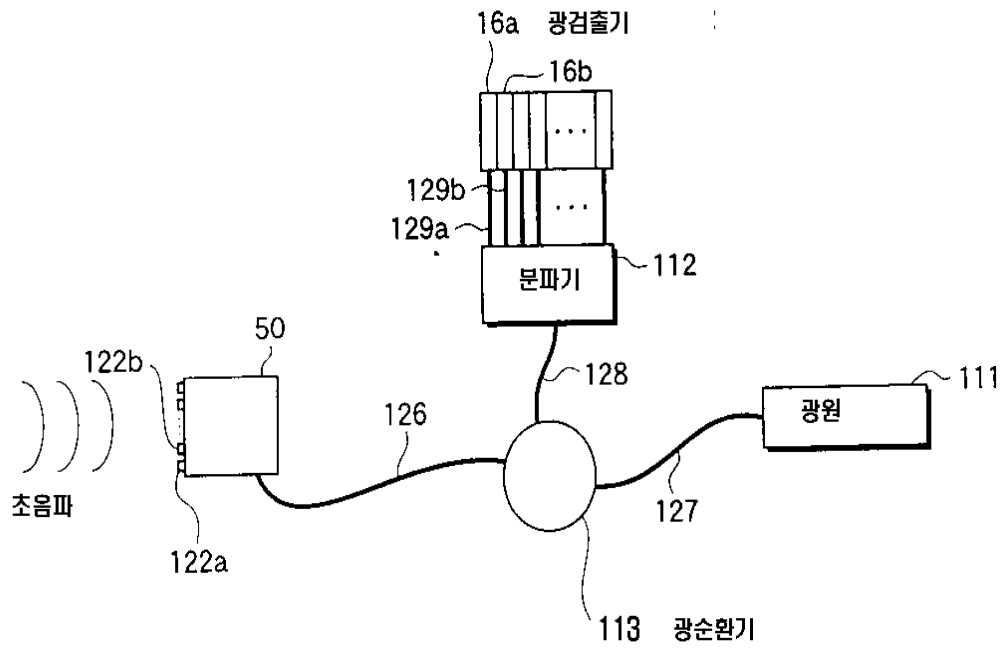
도면9



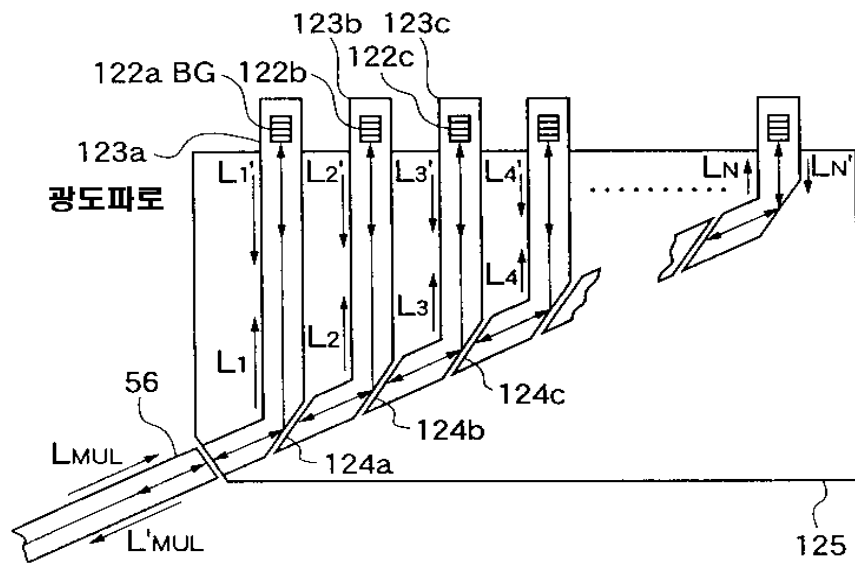
도면10



도면11



도면12



도면13

