

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-284235

(P2010-284235A)

(43) 公開日 平成22年12月24日(2010.12.24)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード(参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2009-138814 (P2009-138814)

(22) 出願日

平成21年6月10日 (2009.6.10)

(71) 出願人 390029791

アロカ株式会社

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二

(74) 代理人 100096976

弁理士 石田 純

(72) 発明者 今野 剛人

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

(72) 発明者 射谷 和徳

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

F ターム(参考) 4C601 DE06 DE08 EE01 GB04 GB06  
GB14

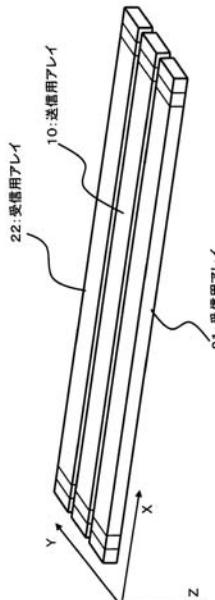
(54) 【発明の名称】超音波プローブ

## (57) 【要約】

【課題】バブルから得られる高調波成分の抽出に適した超音波プローブを提供する。

【解決手段】送信用アレイ10は、バブルを含む診断領域に対して超音波を送波する。受信用アレイ21, 22は、バブルから得られる超音波を受波する。送信用アレイ10は、中央に配置され、その送信用アレイ10を挟んで両側に受信用アレイ21, 22が配置される。また、送信用アレイ10は、超音波の基本波に対応した周波数帯域を備えており、超音波の基本波を送波する。一方、受信用アレイ21, 22は、超音波の高調波に対応した周波数帯域を備えており、バブルから得られる超音波の高調波を受波する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

バブルを含む診断領域に対して超音波を送波する送信用アレイと、  
前記バブルから得られる超音波を受波する受信用アレイと、  
を有し、  
前記送信用アレイが中央に配置されてその送信用アレイを挟んで両側に前記受信用アレイが配置される、  
ことを特徴とする超音波プローブ。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の超音波プローブにおいて、  
前記送信用アレイは、超音波の基本波に対応した周波数帯域を備え、前記バブルを含む  
診断領域に対して超音波の基本波を送波し、  
前記受信用アレイは、超音波の高調波に対応した周波数帯域を備え、前記バブルから得  
られる超音波の高調波を受波する、  
ことを特徴とする超音波プローブ。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の超音波プローブにおいて、  
1列に並べられた複数の送信用振動素子によって1列の前記送信用アレイが形成され、  
1列に並べられた複数の受信用振動素子によって1列の前記受信用アレイが形成され、  
1列の送信用アレイが中央に配置されてその送信用アレイを挟んで両側に2列の受信用  
アレイが配置される、  
ことを特徴とする超音波プローブ。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の超音波プローブにおいて、  
前記1列の送信用アレイと前記2列の受信用アレイからなる3列のアレイに共用される  
音響レンズをさらに有する、  
ことを特徴とする超音波プローブ。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の超音波プローブにおいて、  
前記音響レンズは、前記1列の送信用アレイに対応した中央部分で厚く形成され、前記  
2列の受信用アレイに対応した両側部分に向かって徐々に薄く形成される、  
ことを特徴とする超音波プローブ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明はバブルを含む診断領域に対して超音波を送受波する超音波プローブに関する。

**【背景技術】****【0002】**

マイクロバブル（またはナノバブル）は、液体などに注入された微細な気泡を意味して  
いる。このマイクロバブルは、様々な優れた特性を備えているため、多くの分野で利用さ  
れている。例えば、医療分野への応用として、マイクロバブルが超音波の好適な反射体と  
なることから、超音波画像を形成する際の造影剤として利用されている。

**【0003】**

造影剤を利用した超音波画像の形成においては、バブルから得られる高調波成分に注目  
した技術が知られており、例えば、フェイズインバージョン法（パルスインバージョン法  
）やパワーモジュレーション法などがある。

**【0004】**

高調波成分を利用するためには、超音波プローブの周波数帯域などを高調波成分に対応  
させる必要がある。例えば、基本波を送信して高調波を受信する場合には、送信と受信と  
で利用される周波数帯域が異なる。そのため、例えば、基本波に対応した送信用の振動子

10

20

30

40

50

と高調波に対応した受信用の振動子を利用するなど、超音波プローブの構成上の工夫が必要になる。

【0005】

ちなみに、バブルから得られる高調波成分に注目した技術ではないものの、特許文献1には、送信用アレイを中央に配置してその送信用アレイを挟んで両側に受信用アレイを配置した構造が記載されている。また、連続波ドプラモードに注目した技術として、特許文献2にも、送信用アレイを中央に配置してその送信用アレイを挟んで両側に受信用アレイを配置した構造が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開昭58-38543号公報

【特許文献2】特開2004-57460号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このような状況のもと、本願の発明者は、バブル（マイクロバブルなど）を利用した超音波による画像化技術について研究開発を重ねてきた。特に、バブルから得られる高調波成分を利用した画像化技術に注目した。

【0008】

本発明は、その研究開発の過程において成されたものであり、その目的は、バブルから得られる高調波成分の抽出に適した超音波プローブを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波プローブは、バブルを含む診断領域に対して超音波を送波する送信用アレイと、前記バブルから得られる超音波を受波する受信用アレイと、を有し、前記送信用アレイが中央に配置されてその送信用アレイを挟んで両側に前記受信用アレイが配置される、ことを特徴とする。

【0010】

望ましい態様において、前記送信用アレイは、超音波の基本波に対応した周波数帯域を備え、前記バブルを含む診断領域に対して超音波の基本波を送波し、前記受信用アレイは、超音波の高調波に対応した周波数帯域を備え、前記バブルから得られる超音波の高調波を受波する、ことを特徴とする。

【0011】

望ましい態様において、1列に並べられた複数の送信用振動素子によって1列の前記送信用アレイが形成され、1列に並べられた複数の受信用振動素子によって1列の前記受信用アレイが形成され、1列の送信用アレイが中央に配置されてその送信用アレイを挟んで両側に2列の受信用アレイが配置される、ことを特徴とする。

【0012】

望ましい態様において、前記超音波プローブは、前記1列の送信用アレイと前記2列の受信用アレイからなる3列のアレイに共用される音響レンズをさらに有する、ことを特徴とする。

【0013】

望ましい態様において、前記音響レンズは、前記1列の送信用アレイに対応した中央部分で厚く形成され、前記2列の受信用アレイに対応した両側部分に向かって徐々に薄く形成される、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明により、バブルから得られるの高調波成分の抽出に適した超音波プローブが提供される。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明の好適な超音波プローブを説明するための図である。

【図2】図1の超音波振動子に設けられる音響レンズを説明するための図である。

【図3】3列の振動子アレイによるサイドロープを説明するための図である。

【図4】比較例の超音波プローブによる観測断面外バブルの検出を説明するための図である。

【図5】本発明の好適な超音波プローブによる観測断面外バブルの検出を説明するための図である。

## 【発明を実施するための形態】

10

## 【0016】

以下、本発明に係る超音波プローブの好適な実施形態を説明する。

## 【0017】

図1は、本発明の好適な超音波プローブを説明するための図であり、図1には、その超音波プローブが備える超音波振動子が示されている。図1に示す超音波振動子は、中央に配置された1列の送信用アレイ10と、その送信用アレイ10を挟むように外側に配置された2列の受信用アレイ21, 22で構成されている。

## 【0018】

中央に配置された送信用アレイ10は、複数の送信用振動素子により形成される。例えば96個の送信用振動素子がX軸に沿って1列に直線状に配列されて送信用アレイ10が形成される。

20

## 【0019】

外側に配置された受信用アレイ21は、複数の受信用振動素子により形成される。例えば96個の受信用振動素子がX軸に沿って1列に直線状に配列されて受信用アレイ21が形成される。同じく外側に配置された受信用アレイ22も複数の受信用振動素子により形成される。例えば96個の受信用振動素子がX軸に沿って1列に直線状に配列されて受信用アレイ22が形成される。

## 【0020】

30

図1に示す超音波振動子を備えた超音波プローブは、バブルから得られる高調波成分の抽出に適している。例えば、バブルを含む診断領域に対して送信用アレイ10から超音波の基本波を送波し、バブルから発せられる超音波に含まれる高調波成分を受信用アレイ21, 22により受波する。

## 【0021】

図1に示す送信用アレイ10と受信用アレイ21, 22からなる3列の振動子アレイには、これら3列の振動子アレイによって共用される音響レンズが設けられる。

## 【0022】

40

図2は、図1の超音波振動子に設けられる音響レンズを説明するための図である。図2には、図1の送信用アレイ10と受信用アレイ21, 22が図示されており、図2のYZ平面は、図1のYZ平面に対応している。

## 【0023】

送信用アレイ10と受信用アレイ21, 22は、Y軸方向に沿って、互いに角度や段差を設けずに直線的に並べられており、Z軸の正方向側にある送信用アレイ10の振動子面と受信用アレイ21, 22の振動子面が同一平面内に配置されている。その同一平面内に配置された3列の振動子アレイの振動子面上に(図2においては下側に)、音響レンズ30が設けられている。

## 【0024】

50

音響レンズ30は、送信用アレイ10から送波される超音波をY軸方向で絞り込む。音響レンズ30は、所定の深さを送信焦点とするように設計され、これにより、送信用アレイ10から送波された超音波がその送信焦点において絞り込まれる。なお、送信用アレイ10は、X軸方向(図1参照)に沿って配列された複数の送信用振動素子を備えているた

め、これら複数の送信用振動素子を電子的に送信制御してX軸方向で超音波を絞り込むようにもよい。

【0025】

また、音響レンズ30は、受信用アレイ21, 22で受波される超音波をY軸方向で絞り込む。音響レンズ30は、所定の深さを受信焦点とするように設計され、これにより、受信用アレイ21, 22で受波される超音波がその受信焦点において絞り込まれる。なお、受信用アレイ21, 22は、X軸方向(図1参照)に沿って配列された複数の受信用振動素子を備えているため、これら複数の受信用振動素子から得られる信号に基づいて、X軸方向で超音波を絞り込むようにしてもよい。

【0026】

音響レンズ30の三次元的な全体形状は蒲鉾型であり、送信用アレイ10に対応した中央部分で厚く形成され、2列の受信用アレイ21, 22に対応した両側部分に向かって徐々に薄く形成される(T1 > T2)。

【0027】

図2に示すように、本発明の好適な超音波プローブでは、1列の送信用アレイ10を中央に配置してその両側に2列の受信用アレイ21, 22を配置している。これに対し、1列の受信用アレイを中央に配置してその両側に2列の送信用アレイを配置した構成を比較例の超音波プローブとする。

【0028】

本発明の好適な超音波プローブでは、比較例の超音波プローブに比べて、受波される超音波の音響レンズ30内での通過距離が短くなるため受信の感度が向上する。

【0029】

例えば、音響レンズ30の減衰率を10dB/cm/MHzとする。また、受波される超音波の周波数(例えば3次高調波)を7.5MHzとし、音響レンズ30内における通過距離が1mm短くなったとすると、 $10\text{dB}/\text{cm}/\text{MHz} \times 1\text{mm} \times 7.5\text{MHz} = 7.5\text{dB}$ だけ感度が向上する。

【0030】

ちなみに、本発明の好適な超音波プローブでは、比較例の超音波プローブに比べて、送波される超音波の音響レンズ30内での通過距離が長くなる。しかし、送波される超音波は基本波であり、その周波数は例えば1.5MHzである。そのため、音響レンズ30内における通過距離が1mm長くなつたとしても、減衰の増加は、 $10\text{dB}/\text{cm}/\text{MHz} \times 1\text{mm} \times 1.5\text{MHz} = 1.5\text{dB}$ となり、受信感度の向上(7.5dB)に比べて小さい。また、例えば送信音圧を大きくすることにより、送波される超音波の減衰(1.5dB)を補償することもできる。

【0031】

さらに、本発明の好適な超音波プローブは、バブルからの高調波を利用する場合において、比較例の超音波プローブに比べて、サイドロープの影響を低減することができる。

【0032】

図3は、3列の振動子アレイによるサイドロープを説明するための図である。図3には比較例の超音波プローブ、つまり、1列の受信用アレイを中央に配置してその両側に2列の送信用アレイを配置した構成の超音波プローブに関する、送信ビーム特性のシミュレーション結果が示されている。

【0033】

アジマス方向(X軸方向)に比べて、エレベーション方向(Y軸方向)において、サイドロープが強く出現している。これは、送信ビームを形成する2列の送信用アレイが互いに離れた構造であることに起因するものと考えられる。エレベーション方向においてサイドロープが強く出現すると、観測したい断面(観測断面)からエレベーション方向にずれた位置における信号を大きく取得してしまい、虚像を形成してしまう。

【0034】

バブルからの高調波を利用したコントラストイメージングにおいても、サイドロープは

10

20

30

40

50

無視できない。例えば、エレベーション方向において送信ビームのサイドロープが強く出現し、そのサイドロープの位置にバブルが存在すると、観測断面からはずれた位置に存在するそのバブル（観測断面外バブル）が虚像として検出されてしまう。

【0035】

図4は、比較例の超音波プローブによる観測断面外バブルの検出を説明するための図である。比較例の超音波プローブは、受信用アレイを中心配置してその両側に送信用アレイを配置した構造である。

【0036】

比較例の超音波プローブでは、2列の送信用アレイが離れている。そこで、図3のエレベーション方向におけるシミュレーション結果を参考にして、比較例の超音波プローブによる基本波の送信ビームでは、メインロープに対してサイドロープが2dBだけ下がると仮定する。

10

【0037】

一方、比較例の超音波プローブでは、受信用アレイが中央に配置されているため、図3のアジマス方向におけるシミュレーション結果のように、サイドロープがある程度抑えられていると考えられる。そこで、比較例の超音波プローブによる受信ビームでは、メインロープに対してサイドロープが10dBだけ下がると仮定する。但し、受信ビームの特性が音圧によらず一定であると仮定する。

20

【0038】

さらに、バブルからの高次高調波の信号電力は、バブルに与えられる超音波の送信音圧に大きく依存する。そこで、バブルから得られる高調波の信号電力と送信音圧との関係を示すシミュレーション結果に基づいて、バブルから得られる信号の大きさを仮定する。

20

【0039】

図4に示す結果は、以上の仮定に基づいて得られたものである。まず、図4(1)に示すように、観測断面外バブルと同じ深さの観測断面内の位置、つまりメインロープの位置で送信音圧が200kPaとなるように送信を行うと、観測断面外バブルの位置、つまりサイドロープの位置では2dBだけ下がる仮定から、送信音圧が160kPaとなる。

20

【0040】

次に、図4(2)に示す、バブルから得られる高調波の信号電力（縦軸）と送信音圧（横軸）との関係を示すシミュレーション結果から、送信音圧が200kPaの場合に比べて、送信音圧が160kPaの場合には3次高調波の信号量が6dBだけ下がる。

30

【0041】

そして、図4(3)に示すように、受信時においては、受信用アレイが中央に配置されているため、サイドロープがある程度抑えられているとする仮定から、メインロープに比べてサイドロープが10dBだけ下がる。

30

【0042】

図4に示す結果から、比較例の超音波プローブでは、観測断面内にあるバブル（メインロープによって検出されるバブル）の検出感度に比べて、それと同じ深さにある観測断面外バブル（サイドロープによって検出されるバブル）の検出感度は、 $6 + 10 = 16$ dB程度だけ下がる。

40

【0043】

これに対し、本発明の好適な超音波プローブでは、観測断面外バブルの検出感度をさらに下げることが可能になる。

【0044】

図5は、本発明の好適な超音波プローブによる観測断面外バブルの検出を説明するための図である。本発明の好適な超音波プローブは、送信用アレイを中心配置してその両側に受信用アレイを配置した構造である。

40

【0045】

図5に示す結果は、図4の場合と同等な仮定に基づいて得られたものである。まず、図5(1)に示すように、観測断面外バブルと同じ深さの観測断面内の位置、つまりメイン

50

ロープの位置で送信音圧が 200 kPa となるように送信を行う。送信用アレイが中央に配置されているため、サイドロープがある程度抑えられていると考えられ、メインロープに対してサイドロープが 10 dB だけ下がると仮定する。

#### 【0046】

次に、図 5 (2) に示す、バブルから得られる高調波の信号電力 (縦軸) と送信音圧 (横軸) との関係を示すシミュレーション結果 (図 4 (2) のシミュレーション結果と同じ) から、送信音圧が 200 kPa の場合に比べて、送信音圧が 10 dB だけ下がると、3 次高調波の信号量が 30 dB だけ下がる。

#### 【0047】

そして、図 5 (3) に示すように、受信時においては、2 列の受信用アレイが離れているため、メインロープに対してサイドロープが 2 dB だけ下がると仮定する。 10

#### 【0048】

図 5 に示す結果から、本発明の好適な超音波プローブでは、観測断面内にあるバブル (メインロープによって検出されるバブル) の検出感度に比べて、それと同じ深さにある観測断面外バブル (サイドロープによって検出されるバブル) の検出感度は、 $30 + 2 = 32$  dB 程度と大幅に下がる。

#### 【0049】

図 4 と図 5 の結果から、比較例の超音波プローブに対して、本発明の好適な超音波プローブでは、 $32 - 16 = 16$  dB 程度の改善が見込まれる。さらに、本発明の好適な超音波プローブでは、図 2 を利用して説明したように、音響レンズ 30 内における超音波の通過距離に伴う改善が上乗せされることになる。 20

#### 【0050】

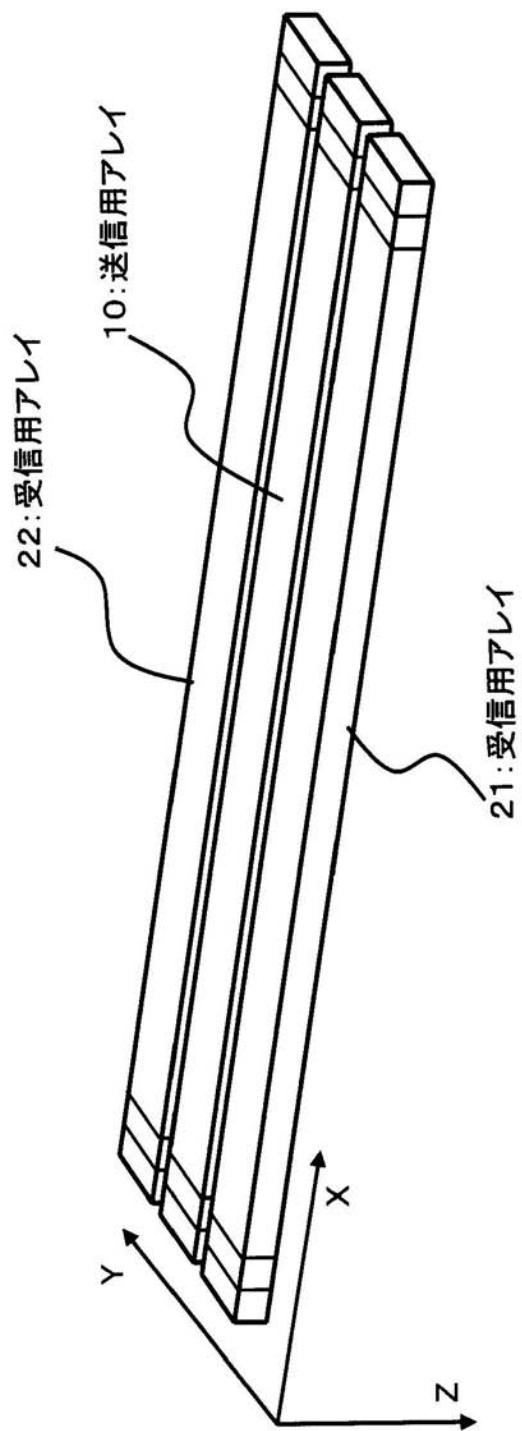
以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した本発明の好適な実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。例えば、中央に 1 列の送信用アレイを配置して、その送信用アレイを挟むように、一方の外側に 2 列の受信用アレイを配置して他方の外側に 2 列の受信用アレイを配置してもよい。

#### 【符号の説明】

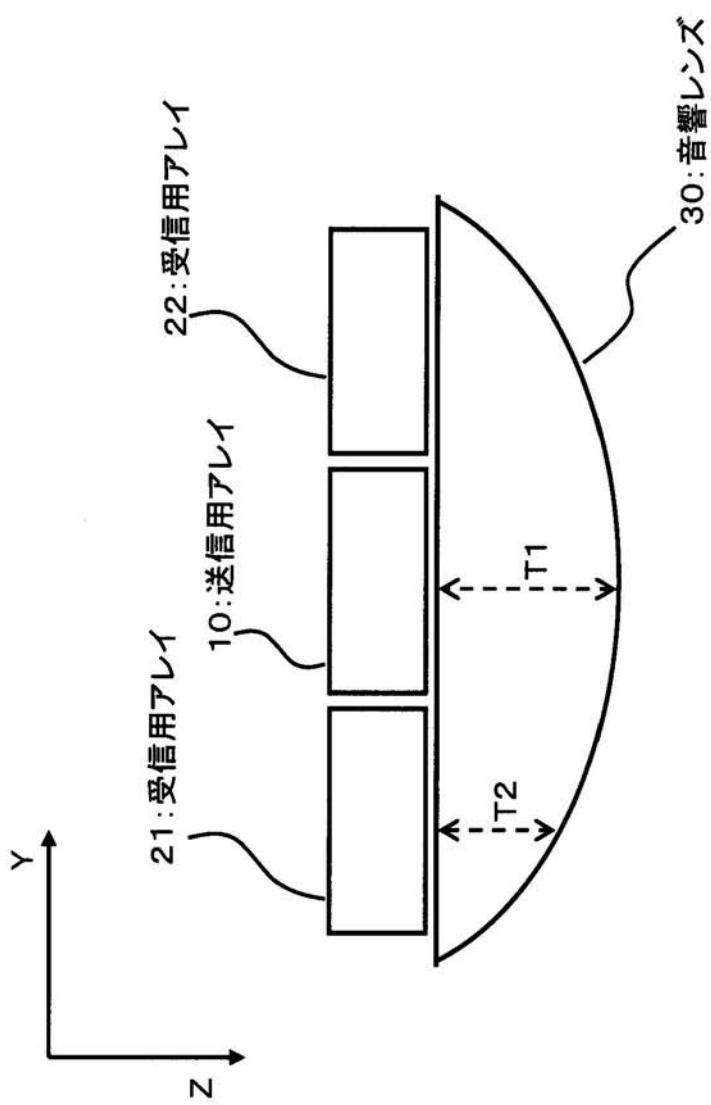
#### 【0051】

10 送信用アレイ、21, 22 受信用アレイ。 30

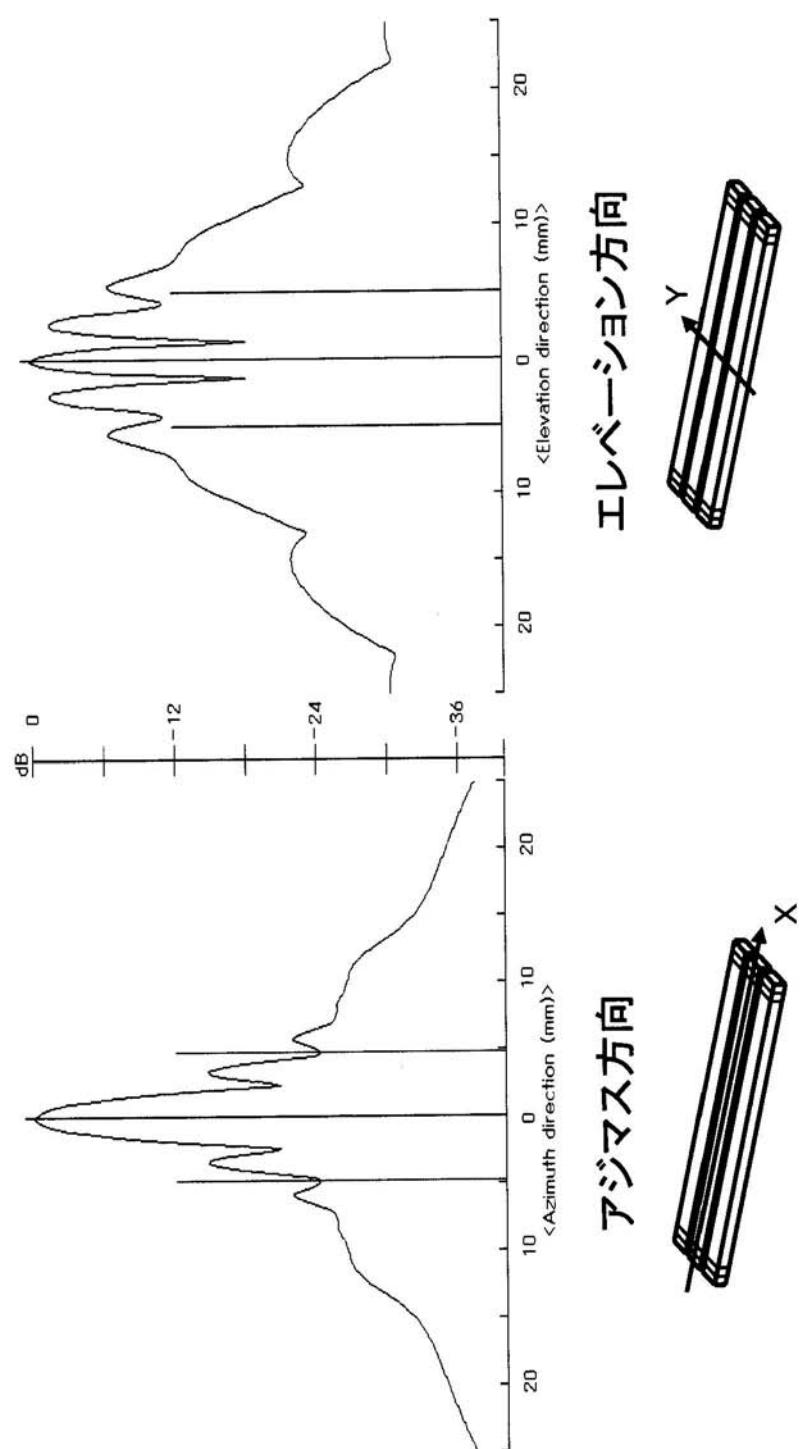
【図 1】



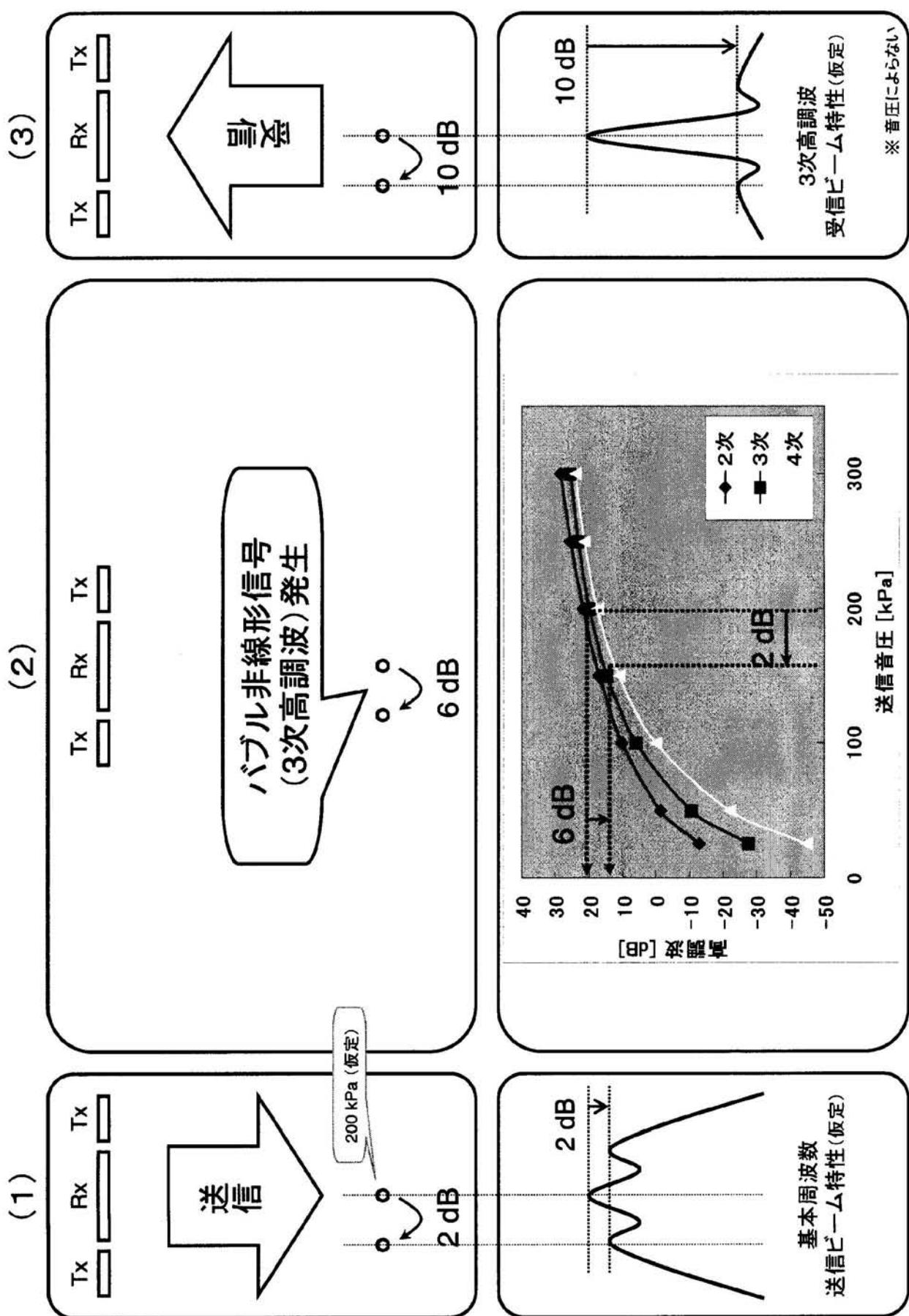
【図2】



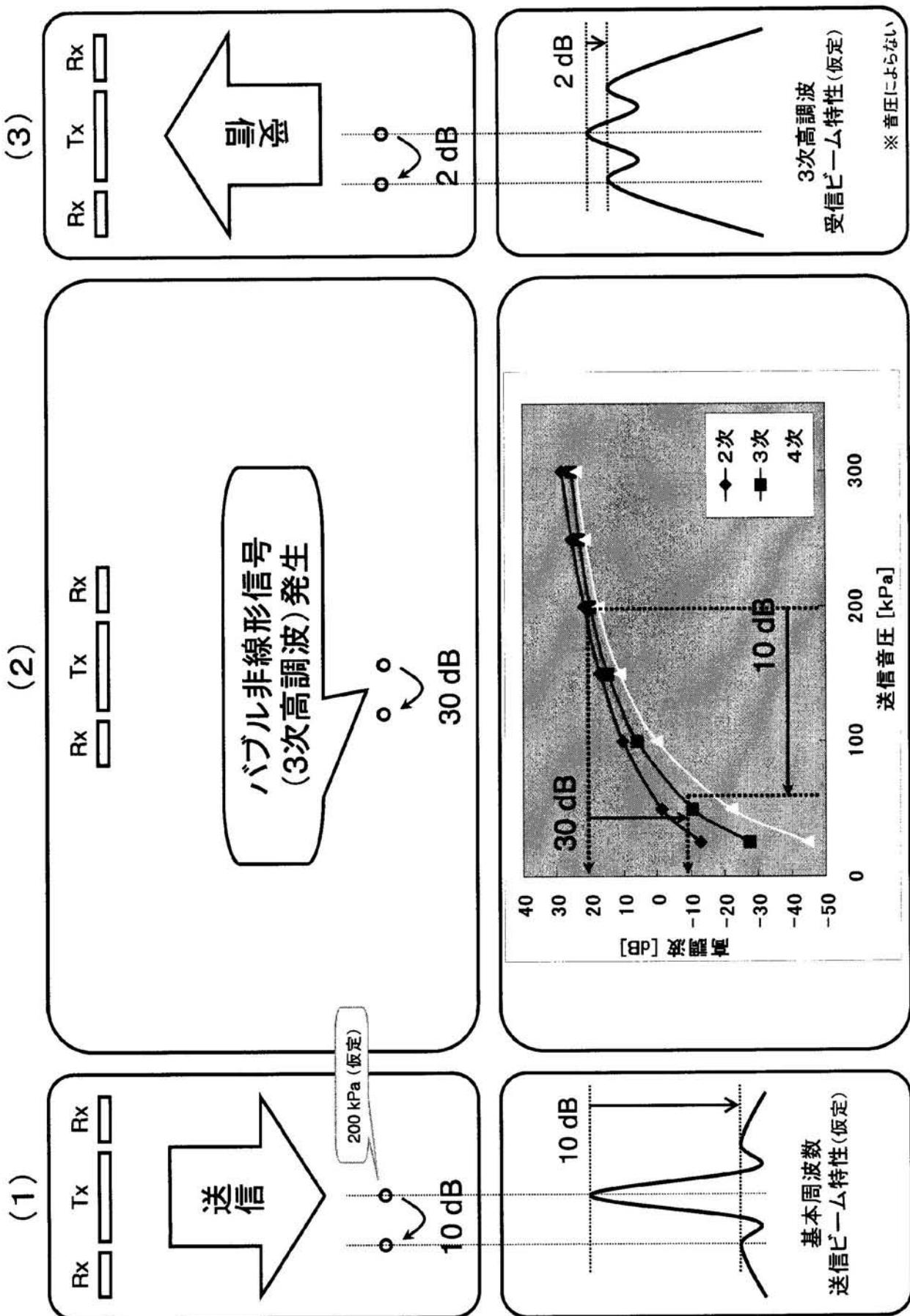
【図3】



【 四 4 】



【図 5】



专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">JP2010284235A</a>	公开(公告)日	2010-12-24
申请号	JP2009138814	申请日	2009-06-10
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	今野剛人 射谷和徳		
发明人	今野 剛人 射谷 和徳		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DE06 4C601/DE08 4C601/EE01 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB14		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

要解决的问题：提供适合于从气泡中提取谐波分量的超声波探头。发射阵列将超声波发射到包括气泡的诊断区域。接收阵列21和22接收从气泡获得的超声波。发射阵列10布置在中心，接收阵列21和22布置在发射阵列10的两侧。另外，发送阵列10具有与超声波的基波对应的频带，并发送超声波的基波。另一方面，接收阵列21和22具有与超声波的谐波对应的频带，并且接收从气泡获得的超声波的谐波。点域1

