

(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 - 209905

(P2002 - 209905A)

(43)公開日 平成14年7月30日(2002.7.30)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* ( 参考 )
A 6 1 B 18/00		A 6 1 B 8/00	4 C 0 6 0
8/00		17/22	330
17/22	330	17/36	330

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L ( 全 5 数 )

(21)出願番号 特願2001 - 13650(P2001 - 13650)

(22)出願日 平成13年1月22日(2001.1.22)

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72)発明者 石田 一成

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式  
会社日立メディコ内

(72)発明者 佐藤 裕

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式  
会社日立メディコ内

(74)代理人 100098017

弁理士 吉岡 宏嗣

F タ-ム ( 参考 ) 4C060 EE17 EE19 JJ27 MM26 MM27

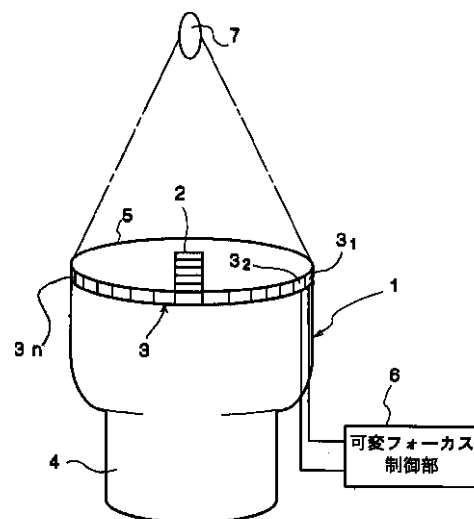
4C301 FF23 FF26 GB08 HH26

(54)【発明の名称】 超音波治療プローブ及び超音波治療装置

(57)【要約】

【課題】 1つの治療プローブで異なる深度の治療部位に治療用超音波を照射できるようにすること、及び診断像で治療部位を実質的に観察しながら、超音波治療することを可能にする。

【解決手段】 治療プローブ1を診断用探触子2と治療用振動子3とこれらを支持する支持部とを有して形成し、治療用振動子3を複数の振動素子に分割して形成し、各振動素子に供給する駆動信号の供給タイミングを制御することにより、各振動子から射出される超音波が収束する焦点位置を自由に変える。診断用探触子2の超音波ビームの走査面上に治療用振動子3の超音波ビームの焦点を位置させることにより、診断像で治療部位を実質的に観察しながら、超音波治療する。



1 : 治療プローブ  
2 : 診断用探触子  
3 : 治療用振動子  
3<sub>1</sub> : 振動素子  
3<sub>2</sub> : 振動素子  
3<sub>n</sub> : 振動素子  
4 : プローブ支持部  
5 : プローブカバー  
7 : 治療部位

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 診断用探触子と、治療用振動子と、前記診断用探触子及び前記治療用振動子を支持する支持部とを有してなり、前記治療用振動子は複数の振動素子に分割して形成され、該各振動素子は、それぞれ駆動信号が供給される配線に接続されてなる超音波治療プローブ。

【請求項 2】 前記治療用振動子の各振動素子に供給する駆動信号の位相を調整して、前記各振動素子から射出される超音波が収束する焦点位置を可変する可変フォーカス制御部を備えてなる請求項 1 に記載の超音波治療プローブ。

【請求項 3】 診断用探触子に超音波の駆動信号を出力する送波回路と、前記診断用探触子から出力される受信信号を取り込んで処理する受波回路と、該受波回路で処理された受信信号に基づいて診断画像を生成する画像処理部と、該画像処理部で生成された前記診断画像を表示する表示部と、複数の振動素子が配列された治療用振動子の各振動素子に供給する超音波の駆動信号を出力する治療送波回路と、前記送波回路と前記受波回路と前記画像処理部と前記治療送波回路とを制御する制御部とを備え、該制御部は、前記治療送波回路を制御して前記各振動素子に供給する前記駆動信号の位相を調整し、前記各振動素子から射出される超音波ビームの焦点位置を制御する手段を備えてなる超音波治療装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、体内の病変部に高エネルギー超音波を照射して治療を行なうのに好適な超音波治療プローブ及び超音波治療装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】生体内の病変部を治療する方法として、体外から高エネルギーの超音波を病変部に照射し、病変部を加熱凝固させたり、焼灼することにより治療することが提案されている。この超音波治療においては、超音波診断像を撮像するための診断用探触子と、撮像された診断像により特定される病変部に高エネルギーの超音波を照射するための治療用振動子とを、一体に組み込んで形成された超音波治療プローブ（以下、単に治療プローブという）が用いられる。

【0003】治療用振動子は、従来、超音波の射出面を曲率半径  $R$  を有する曲面に形成し、その射出面から放射される超音波ビームをその曲率中心（焦点）に収束させ、その焦点に治療部位を合わせることであり、治療部位に照射する超音波エネルギーを高めることが提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、曲面を有する治療用振動子を一枚の面状の振動子で形成すると、治療部位は振動子の曲率  $R$  で決まる位置（一点）に固定されてしまう。そのため、焦点距離  $R$  が異なる複数

種類の治療プローブ又は治療用振動子を用意しておき、診断用探触子を用いて診断した治療部位の深度に合わせて、治療プローブ又は治療用振動子を交換しなければならない。その結果、診断から治療までに時間がかかることになり、患者に苦痛をあたえるおそれがある。

【0005】また、一般に、治療プローブは使い勝手の点から携帯型であるから、診断と治療の時相（時点）が異なると、手ぶれなどにより治療すべき部位とは異なる部位に治療用超音波を照射するおそれがある。

【0006】本発明は、1つの治療プローブで異なる深度の治療部位に治療用超音波を照射できるようにすることを課題とする。

【0007】また、診断像で治療部位を実質的に観察しながら、超音波治療することを可能にするを他の課題とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の治療プローブは、診断用探触子と、治療用振動子と、前記診断用探触子及び前記治療用振動子を支持する支持部とを有してなり、前記治療用振動子は複数の振動素子に分割して形成され、該各振動素子は、それぞれ駆動信号が供給される配線に接続されてなることを特徴とする。

【0009】このように構成される治療プローブによれば、治療用振動子の各振動素子に供給する駆動信号の位相を調整することにより、各振動子から射出される超音波が収束する焦点位置を自由に変えることができる。したがって、一つの治療プローブで異なる深度の治療部位に治療用超音波を照射することができる。

【0010】また、本発明の超音波治療装置は、診断用探触子に超音波の駆動信号を出力する送波回路と、前記診断用探触子から出力される受信信号を取り込んで処理する受波回路と、該受波回路で処理された受信信号に基づいて診断画像を生成する画像処理部と、該画像処理部で生成された前記診断画像を表示する表示部と、複数の振動素子が配列された治療用振動子の各振動素子に供給する超音波の駆動信号を出力する治療送波回路と、前記送波回路と前記受波回路と前記画像処理部と前記治療送波回路とを制御する制御部とを備え、該制御部は、前記治療送波回路を制御して前記各振動素子に供給する前記駆動信号の位相を調整し、前記各振動素子から射出される超音波ビームの焦点位置を制御する手段を備えてなることを特徴とする。

【0011】上記の場合において、治療用振動子は、超音波射出面を平面状又は凹曲面状に形成することができる。また、治療用振動子は、幅方向と長手方向とを有し、長手方向を複数に分割して形成することが好ましい。この場合、幅方向の射出面に凹状の曲率を持たせることが望ましい。また、治療用振動子と診断用探触子は一体構造に形成することが望ましい。特に、診断用探触子から射出される超音波ビームの走査面に、治療用振動

子から射出される超音波ビームの焦点が位置するように一体形成することが好ましい。

#### 【0012】

【実施の形態】以下、本発明を実施の形態に基づいて説明する。図1に本発明に係る超音波治療プローブの構成図を示し、図2にその超音波治療プローブによる治療部位の調整動作の説明図を示す。

【0013】図1に示すように、治療プローブ1は、診断用探触子2と、治療用振動子3と、プローブ支持部4と、プローブカバー5と、可変フォーカス制御部6を有して形成されている。診断用探触子2は、周知の超音波診断装置に用いられるものと同様、例えばコンベックス型のように、複数の振動子を一列に配列して形成され、プローブ支持部4に取り付けられている。治療用振動子3は、複数の振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ を診断用探触子2の両側に分けて対称的に配列して、プローブ支持部4に取り付けられている。つまり、診断用探触子2と治療用振動子3はプローブ支持部4に一体に形成されている。また、複数の振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ の超音波射出面は、凹状の曲面を形成するように配列されている。なお、図示例では、診断用探触子2の振動子の配列方向に対し、治療用振動子3の複数の振動素子の配列方向を直交させているが、本発明はこれに限られるものではない。

【0014】このように形成された診断用探触子2と治療用振動子3の前面には、生体の音響インピーダンスとマッチングが取り易い物質で形成されたプローブカバー5が取り付けられている。そして、プローブカバー5の\*

$$L_{m+1} = (x_1^2 + (L_m - y_1)^2)^{1/2}$$

ここで、超音波の伝搬媒質の音速をCとすると、振動素子 $3_m$ から治療部位7に達する超音波の伝播時間 $T_m$ は $T_m = L_m / C$

で表わされ、任意の振動素子 $3_{m+1}$ から治療部位8に達する超音波の伝播時間 $T_{m+1}$ は

$$T_{m+1} = L_{m+1} / C$$

で表わされる。いま、 $T_{m+1} > T_m$ とすると、伝播時間は振動素子 $3_m$ よりも振動素子 $3_{m+1}$ からの方が余分にかかるので、その時間差 $\Delta T_{m+1} = T_{m+1} - T_m$

だけ振動素子 $3_{m+1}$ から超音波を先に射出すると、治療部位7に同時刻に超音波が到達することになる。全ての各振動素子について同様の計算を行ない、治療部位7に同時刻に超音波が到達するように、各振動素子からの超音波の射出タイミングを制御する。これにより、各振動素子からの超音波が治療部位7に収束し、その部位に強力な超音波エネルギーが与えられることになる。そして、治療部位7の位置が変化して、 $L_m$ が変化した場合は、上述の計算により各振動素子から超音波を射出するタイミング、つまり各振動素子を駆動する超音波パルスの印加タイミングを制御すればよい。

\*内側には、超音波が透過し易いように脱気水などの媒質が満たされている。プローブ支持部4は手で把持することができるような形状に形成されている。これにより、治療プローブ1を手で持ちながら治療を行なうことができ、治療の自由度が大きい。

【0015】可変フォーカス制御部6は、治療用振動子3を駆動する超音波駆動パルスを各振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ に供給するものである。特に、可変フォーカス制御部6は、各振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ に供給する駆動パルスの位相を調整して、各振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ から射出される超音波により形成されるビームの焦点位置を治療部位7に制御する。

【0016】ここで、可変フォーカス制御部6により超音波ビームの焦点位置を可変制御する動作原理について、図2を参照しながら説明する。図2は、治療用振動子3を模式的に示したものである。また、各振動素子 $3_1$ 、...、 $3_n$ は、それぞれ大きさを有する振動子であるが、それぞれの振動子から射出される超音波は、図にx印で示した点音源から射出されるものとして近似する。治療用振動子3の中心位置にある振動素子 $3_m$ を座標の中心とし、その座標を(0, 0)とする。そして、治療部位7を振動素子 $3_m$ から鉛直方向に距離 $L_m$ 離れた座標(0,  $L_m$ )の位置とする。任意の振動素子 $3_{m+1}$ の点音源座標を( $x_1$ ,  $y_1$ )とすると、その点から治療部位8までの距離 $L_{m+1}$ は、次式(1)で表わされる。

#### 【0017】

【0018】次に、上記実施形態の治療プローブを適用した超音波治療装置の実施形態を図3に示す。図2において、図1の実施形態と同一の機能、構成を有する部品等には、同一の符号を付して説明を省略する。治療プローブ1の治療用振動子3には、治療パルス発生回路11で発生された超音波パルスが、治療波遅延回路12と増幅器13を介して供給されるようになっている。つまり、治療波遅延回路12において各振動素子用に遅延制御されるとともに、増幅器13によって高エネルギーの駆動パルスに変換されて各振動素子用に供給される。なお、治療波遅延回路12と増幅器13は、基本的に、図1に示した可変フォーカス制御部6に対応する。

【0019】一方、治療プローブ1の診断用探触子2には、診断パルス発生回路21から発生された診断用の超音波パルスが診断送波遅延回路22においてフォーカス処理され、増幅器23において増幅された後、送受分離器24を介して診断用探触子2を構成する振動素子に供給されるようになっている。診断用探触子2により生体内から受信された超音波の受信信号は、送受分離器24を介して増幅器25に道びかれて増幅された後、受波整

相回路 26 において受信信号の位相を調整することにより生体内の所望の部位からの受信信号を強調した信号に変換する。受波整相回路 26 から出力される受信信号に基づいて、信号処理部 27 と DSC (デジタルスキャンコンバータ) 28 にて診断像が生成され、モニタ 29 に表示される。これらの診断装置に係る部分は、周知の超音波診断装置を適用できる。

【0020】上述の治療パルス発生回路 11、治療波遅延回路 12、診断パルス発生回路 21、診断送波遅延回路 22、受波整相回路 26、信号処理部 27、DSC 28 は、コンピュータにより形成される制御部 30 の指令によって制御されるようになっている。また、操作者は、操作器 31 から制御部 30 に指令を入力することによって、各種の診断条件や治療条件を設定できるようになっている。

【0021】このように構成される超音波治療装置を用いて、超音波治療を行なう場合の動作について、図 4 のタイムチャートを参照しながら、次に説明する。図 4 は、横軸に時間を示し、縦軸は動作を示している。まず、治療プローブ 1 を被検体の体表面に接触させて、又は術中に開腹した状態の臓器表面に接触させて、所望の治療部位を含む生体内に向けて把持する。

(治療部位の観察:  $t_1 \sim t_2$ ) まず、治療に先立って治療部位を撮像するため、操作器 31 から撮像開始の指令を入力すると、これに回答して制御部 30 は診断パルス発生回路 21 と診断送波遅延回路 23 に指令を出力する。これにより、診断パルス発生回路 21 と診断送波遅延回路 23 が動作し、診断用探触子 2 から被検体内に超音波ビームが照射される。この超音波ビームは、診断用探触子 2 の振動子の配列方向に沿って走査され、被検体の扇形の断層面に沿った領域に超音波ビームが照射される。超音波が照射された領域から反射される超音波は、治療用探触子 2 の振動子により受信される。その受信信号は、受波整相回路 26 において超音波ビームごとに整相処理され、信号処理部 27 及び DSC 28 からなる画像処理部により断層面の 2 次元画像が生成され、モニタ 29 に表示される。このようにして断層像を観察しながら生体内を診断する。そして、断層像上に治療部位が現れた場合は、治療を実行する。

(治療動作:  $t_2 \sim t_3$ ) 治療部位が断像上に現れた場合、治療プローブ 1 を現在位置に保持する。まず、制御部 30 は、DSC 28 に記憶されている断層像に基づいて、治療用振動子 3 の例えば中心の振動素子  $3_m$  を基準に治療部位 7 までの距離  $L_m$  を計算する。そして、治療用振動素子  $3_m$  に供給する駆動パルスに対し、各治療用振動素子  $3_1 \sim 3_n$  に供給する駆動パルスの遅延時間  $t_1 \sim t_n$  を求めて治療波遅延回路 12 に出力する。治療波遅延回路 12 は治療パルス発生回路 11 から出力される超音波パルスに基づいて、各治療用振動素子  $3_1 \sim 3_n$  に供給する駆動パルスを遅延時間  $t_1 \sim t_n$  に従って

順次出力する。これにより、治療用振動素子  $3_1 \sim 3_n$  から射出される超音波は治療部位 7 に収束され、治療部位 7 を加熱し、焼灼して病変部位を治療する。

(治療の繰返し操作:  $t_4 \sim t_5$ 、 $t_6 \sim t_7$ 、...) 上述の治療操作を間隔をおいて繰返し治療を行なう。この治療の繰返しごとに、一定時間 ( $t$ )、断層像を再度撮像して治療部位までの距離を再計測し、これに基づいて駆動パルスの遅延時間  $t_1 \sim t_n$  の計算を行ない、治療用振動子 3 の焦点位置を修正する。これにより、実質的に、リアルタイムで焼灼の状態を確認しながら、治療プローブ 1 から高エネルギーの超音波を治療部位に照射することができるので、治療の信頼性、安全性が向上する。

【0022】一箇所の治療部位の治療が終了したら、最初に戻り、治療プローブ 1 を移動して他の治療部位を観察し、照準を合わせて治療を実行する。このようにして生体内の所望とする治療部位について超音波照射による治療を終了する。ところで、治療用振動子 3 からの超音波の照射時間は、生体に与えた熱により治療域以外が損傷を受けないように、超音波治療による熱が十分に拡散する時間を空けて行なうことが望ましい。

【0023】上述したように、図 1 及び図 3 の実施の形態によれば、治療用振動子 3 から射出される高エネルギーの超音波の焦点位置を可変にできることから、焦点位置が異なる複数のプローブを用意して、治療中に交換する必要がなくなり、治療時間を短縮することができる。従来に比して、比較的短時間で病変部を治療することができるから、患者の苦痛を軽減できる。

【0024】また、図 1 に示すように、治療用振動子 3 の間に診断用探触子 2 を配置したことから、治療部位が診断用探触子 2 により計測される断層像上に位置することになり、生体内の治療部位を常に観察しながら治療することができる。つまり、治療用振動子 3 から射出される超音波ビームの焦点位置が、診断用探触子 2 から射出される超音波ビームの走査面上に位置するように一体形成することが好ましい。

【0025】また、図 4 に示すように、治療操作の繰返しごとに断層像を撮像するようにしていることから、体動や手ぶれなどの影響により、誤って正常部位を焼灼することを防ぐことができ、安全性を向上させることができる。

【0026】図 1 の実施形態の治療用振動子 3 は、振動素子の配列方向の超音波射出面を凹面状に形成し、振動素子列の幅方向には平面状に形成したものを示したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、振動素子列の幅方向にも凹面状に形成することができる。また、超音波射出面の全面を平面状に形成してもよい。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、1 つの治療プローブで異なる深度の治療部位に治療用超音

波を照射することができる。

【0028】また、診断像で治療部位を実質的に観察しながら、超音波治療することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る超音波治療プローブの一実施形態の構成を示す模式図である。

【図2】図1の超音波治療プローブの焦点調整を説明する図である。

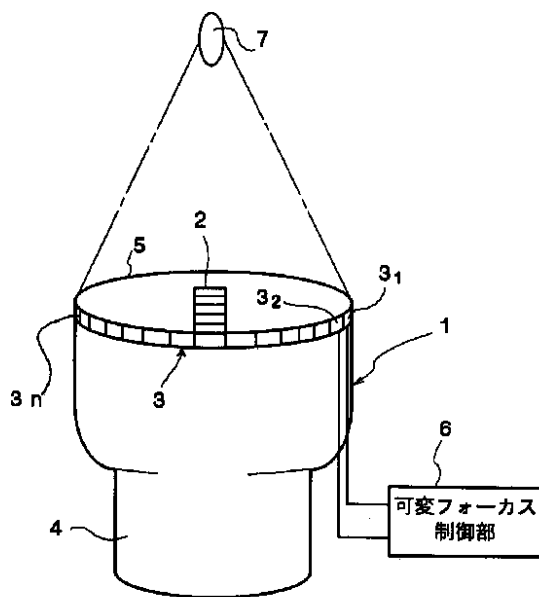
【図3】本発明に係る超音波治療装置の一実施形態の構成図である。

\*【図4】図4の実施形態の動作を説明するためのタイムチャートである。

【符号の説明】

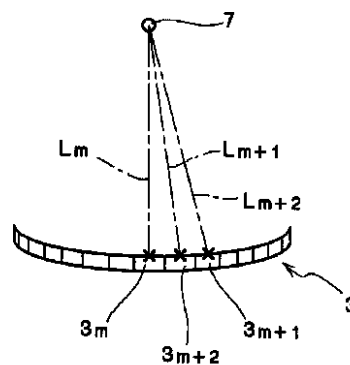
- 1 治療プローブ
- 2 診断用探触子
- 3 治療用振動子
- 4 プローブ支持部
- 5 プローブカバー
- 6 可変フォーカス制御部
- \*10 7 治療部位

【図1】



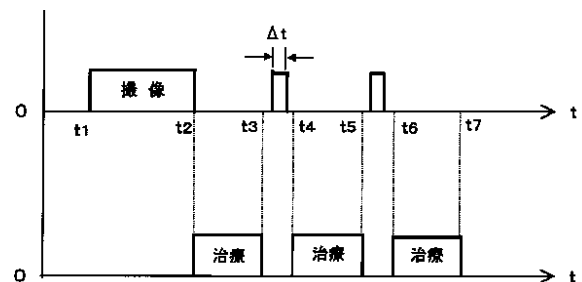
- 1：治療プローブ
- 2：診断用探触子
- 3：治療用振動子
- 3<sub>1</sub>：振動素子
- 3<sub>2</sub>：振動素子
- 3<sub>n</sub>：振動素子
- 4：プローブ支持部
- 5：プローブカバー
- 7：治療部位

【図2】

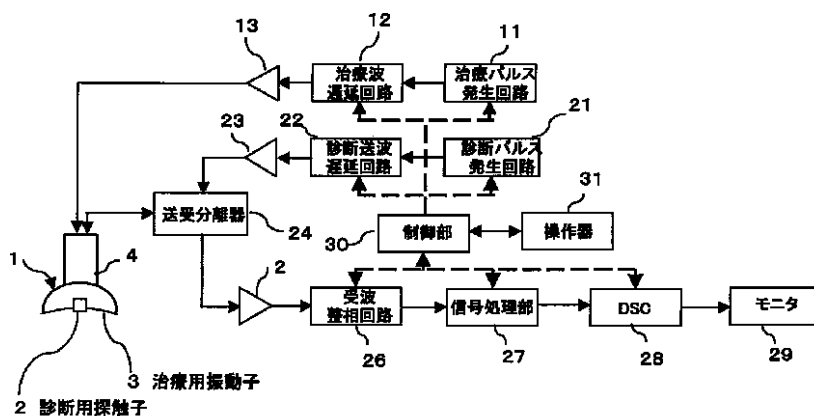


7：治療部位

【図4】



【図3】



专利名称(译)	超声治疗探头和超声治疗仪		
公开(公告)号	<a href="#">JP2002209905A</a>	公开(公告)日	2002-07-30
申请号	JP2001013650	申请日	2001-01-22
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	石田一成 佐藤裕		
发明人	石田 一成 佐藤 裕		
IPC分类号	A61B17/22 A61B8/00 A61B18/00 A61B19/00 A61N7/00		
CPC分类号	A61N7/00 A61B8/00 A61B8/4444 A61B2090/378 A61N2007/0078		
FI分类号	A61B8/00 A61B17/22.330 A61B17/36.330 A61B17/00.700		
F-TERM分类号	4C060/EE17 4C060/EE19 4C060/JJ27 4C060/MM26 4C060/MM27 4C301/FF23 4C301/FF26 4C301/GB08 4C301/HH26 4C160/EE17 4C160/EE19 4C160/JJ33 4C160/JJ34 4C160/JJ35 4C160/JJ36 4C601/FF11 4C601/FF13 4C601/FF16 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB05		

#### 摘要(译)

解决的问题：用一个治疗探头使治疗超声波照射到不同深度的治疗区域，并在基本观察诊断图像上的治疗区域的同时进行超声治疗。通过包括诊断探针（2），治疗振荡器（3）和支撑它们的支撑部分形成治疗探针（1），并且治疗振荡器（3）被分成多个振动元件。然后，通过控制提供给每个振动元件的驱动信号的提供定时，自由改变从每个换能器发射的超声波会聚的焦点位置。通过将治疗用换能器3的超声波束的焦点配置在诊断探头2的超声波束的扫描面上，进行超声波治疗，并且实质上用诊断图像观察被治疗部位。

