

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5416627号  
(P5416627)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-61016 (P2010-61016)  
 (22) 出願日 平成22年3月17日 (2010.3.17)  
 (65) 公開番号 特開2011-193920 (P2011-193920A)  
 (43) 公開日 平成23年10月6日 (2011.10.6)  
 審査請求日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(73) 特許権者 390029791  
 日立アロカメディカル株式会社  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2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 小林 秀光  
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ  
 カ株式会社内  
 審査官 宮澤 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸線回りに回転駆動され、前記回転軸線に対し傾斜したカム面を有する傾斜カムと、

傾斜カムのカム面に一端が当接し、前記回転軸線に関して対称に2本配置されたロッドと、

ロッドの回転を規制し、回転軸線方向のスライドを案内するロッドホルダと、

ロッドの他端と接触し、当該ロッドのスライドにより回転軸線に直交する揺動軸回りに揺動する揺動板と、

揺動板上に配置された1次元超音波振動子アレイと、

10

を有し、  
 ロッドホルダは前記回転軸線回りに回動させることができ、この回動によりロッドが揺動板に接触する位置を変えて、揺動板の揺動範囲を変更し、超音波ビームの副走査範囲を変更する、

3次元超音波探触子。

【請求項 2】

請求項1に記載の3次元超音波探触子であって、

傾斜カムは、ロッドホルダを特定の回動位置としたときに、揺動板の揺動範囲に対して少なくとも70%の範囲で、揺動板の揺動速度を一定とするカムプロフィールを有する、  
 3次元超音波探触子。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波診断装置に用いられる超音波探触子に関し、特に３次元超音波画像取得用の探触子に関する。

**【背景技術】****【0002】**

３次元超音波画像を取得するための超音波探触子において、振動素子を１次元に配列した振動子アレイを、機械的に配列方向に交差する方向に走査する形式のものが知られている。この形式の超音波探触子は、振動素子の１次元配列の方向の走査（主走査）は電子走査を行い、この主走査に交差する副走査方向に機械走査を行って、三次元の領域の超音波エコー情報を取得する。機械走査においては、振動子アレイを所定の範囲で往復動させる必要がある。この振動アレイを往復動させるための方法として、正逆に回転可能なモータを用いる方法と、モータは１方向に回転させつつ、リンク機構またはカム機構を用いる方法が知られている。

10

**【0003】**

下記特許文献１には、モータを１方向に回転させ、リンク機構またはカム機構を用いて往復運動に変換する方法が示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

20

**【0004】****【特許文献１】特開昭６０－１３５０３４号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

モータを１方向に回転させ、リンク機構、カム機構を用いて往復運動に変換する方法は、モータを反転する必要がなく、反転に伴う伝達系のガタによる位置誤差、騒音に対し有利となる。また、モータを反転させるためには、振動子アレイ等の慣性に加えモータの回転部分の慣性も加わるため大きなトルクを発生させる必要があるが、反転する必要がなければ（１方向回転であれば）、小さなモータで足りる。

30

**【0006】**

上記特許文献１には、斜板カムによる超音波探触子の機械走査機構が示されている。しかし、斜板カムを用いた場合の、機械走査範囲の変更について開示されていない。

**【0007】**

本発明は、超音波探触子の、回転軸線に対し傾斜したカム面を有するカムを用いた機械走査機構において、副走査範囲を変更可能とすることを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

本発明の３次元超音波探触子は、回転軸線回りに回転駆動され、前記回転軸線に対し傾斜したカム面を有する傾斜カムと、傾斜カムのカム面に一端が当接し、前記回転軸線に関して対称に配置された２本のロッドと、ロッドの回転を規制し、回転軸線方向のスライドを案内するロッドホルダと、ロッドの他端と接触し、当該ロッドのスライドにより回転軸線に直交する揺動軸回りに揺動する揺動板と、揺動板上に配置された１次元超音波振動子アレイと、を有し、ロッドホルダは前記回転軸線回りに回転させることができ、この回転によりロッドが揺動板に接触する位置を変えて、揺動板の揺動範囲を変更し、超音波ビームの副走査範囲を変更するものである。

40

**【0009】**

また、傾斜カムは、ロッドホルダを特定の回転位置としたときに、揺動板の揺動範囲に対して少なくとも７０％の範囲で、揺動板の揺動速度を一定とするカムプロファイルを有するようにできる。

50

## 【発明の効果】

## 【0010】

傾斜カムを利用した超音波振動子アレイの揺動機構において、揺動範囲の変更が可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】本実施形態の3次元超音波探触子の内部の要部構造を示す斜視図である。

【図2】本実施形態の3次元超音波探触子の内部の要部構造を示す正面図である。

【図3】カムプロファイルの形状を説明するための図である。

【図4】傾斜カムの回転角 $\varphi$ と揺動板（振動子アレイ）の傾き角 $\theta$ の関係を示す図である

10

。【図5】傾斜カムの回転角 $\varphi$ と揺動板（振動子アレイ）の揺動速度（ $d\theta/d\varphi$ ）の関係を示す図である。

【図6】ロッドホルダの回転による、揺動軸に対するロッドの位置の変化を示す図である。

【図7】ロッドホルダの回転位置 $\psi$ を変えたときの、ロッドの進退量 $h'$ を示す図である。

【図8】ロッドホルダの回転位置 $\psi$ を変えたときの、揺動板（振動子アレイ）の傾き角 $\theta'$ を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

20

## 【0012】

以下、本発明の実施形態を、図面に従って説明する。図1および図2は、本実施形態の3次元超音波探触子10の内部構造、特に振動子アレイ12の揺動に係る構造を示す図であり、図1が斜視図、図2が正面図である。超音波探触子10のケース14を破断して内部が見える状態としている。振動子アレイ12は、振動素子が弧を描くように1次元配列されている。また、別の例では、直線状に配列することも可能である。この探触子10は、この1次元配列された振動素子の作る面内で超音波の電子走査が可能である。振動子アレイ12は、揺動軸16を軸として揺動する揺動板18上に固定されている。揺動軸16は、その軸線が移動しないようにケース14に支持されている。揺動板18には、2本のロッド20の一端が当接しており、これらのロッドの他端は、傾斜カム22のカム面24

30

## 【0013】

に当接している。ロッド20は、ロッドホルダ26に、ロッド20の軸線方向に沿ってロッド自身がスライド可能に支持されている。ロッドホルダ26は略円柱形状を有し、その軸線回りに回転可能である。ロッドホルダ26を回転させるためにホルダ駆動モータ28が備えられており、このモータの駆動力が適切な伝達要素によりロッドホルダ26に伝達される。伝達要素は例えば、ホルダ駆動モータ28の出力軸に固定されたピニオン30と、ロッドホルダ26の外周面に設けられたリング状のギア32とで構成することができる。傾斜カム22は、揺動モータ34に回転駆動される。傾斜カム22のカム面24の形状、すなわちカムプロファイルは後で詳述する。

40

## 【0014】

揺動モータ34と傾斜カム22の回転軸線は一致している。2本のロッドの軸線は、傾斜カム22の回転軸線と平行で、かつこの軸線に対し対称に配置されている。また、揺動軸16の軸線は、傾斜カム22の回転軸線に直交するように配置されている。揺動軸16の軸線は、さらに振動子アレイ12の振動素子の作る面、すなわち超音波走査面の面内に位置し、かつ超音波走査面の中心軸線に直交するように配置される。また、この軸線配置に平行な位置に配置することもできる。

## 【0015】

傾斜カム22が回転すると、そのカム面24上をロッド20が相対的に移動して、カム面24の形状により軸線方向にスライドする。スライドして進出するロッド20が揺動板

50

１８を押し、このとき、もう一方のロッド２０は退避して揺動板１８の動きを阻害しないようにしている。これにより、揺動モータ３４の１方向の回転運動が、揺動板１８および振動子アレイの揺動運動に変換される。

【００１６】

傾斜カム２２のカムプロフィールについて説明する。図３は、カム面２４の形状と、説明のための座標系を示している。また、以下のカム面形状に関する説明においては、説明を簡略にするために、傾斜カム２２上に固定された座標系を用いて説明する。

【００１７】

ｚ軸は、傾斜カム２２の回転軸線に一致し、このｚ軸とカム面２４の交点をＯとする。ｘ軸、ｙ軸は、それぞれｚ軸に直交し、また互いに直交する。前述のようにｘｙｚ座標系は傾斜カム２２と共に回転する系であり、ｘ軸、ｙ軸は傾斜カム２２と共に回転する。曲線ｓは、カム面２４とロッド２０の接触点Ａ、Ｂの軌跡である。接触点Ａ、Ｂのｘｙ平面における位置を角度φで表す。実際の探触子においては、この角度φは傾斜カムの回転角に相当する。接触点Ａ、Ｂのｚ軸からの距離をＬ／２とする。したがって、接触点Ａ、Ｂをｘｙ平面に投影した点の距離はＬになる。この距離Ｌは、２本のロッド２０の距離である。また、線分ＡＢのｘｙ平面に対する傾きをθとする。また、点Ｏと接触点Ａのｚ座標の差をｈとする。このｈは、ロッドのスライド量に相当する。

【００１８】

図４は、接触点Ａの角度位置φと、線分ＡＢの傾きθの関係を示すグラフである。θ＝０を中心として一定の範囲（－θ１～θ１）で、グラフが直線となっている。また、この範囲の外側では、正弦波形となっている。２本のロッド２０を含む平面が、揺動軸１６に直交する場合、線分ＡＢの傾きθが、揺動板１８の傾きになる。したがって、所定の区間でグラフを直線とすることにより、その区間では揺動板１８の回転速度が一定となる。回転速度を一定として、超音波の主走査を一定の時間間隔で行えば走査面が一定角度間隔となる。また、この範囲の外側では、グラフは正弦波形となっている。

【００１９】

θ＝θ１のときのφをφ１とすると、角度位置φと傾きθの関係は次のようになる。

【００２０】

【数１】

$$\left\{ \begin{array}{ll} \theta = \frac{\theta_1}{\phi_1} \phi & (-\phi_1 \leq \phi \leq \phi_1) \quad \text{----- (1)} \\ \theta = a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2} \left( \frac{\pi}{2} - \phi \right)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} + \theta_1 & (\phi_1 < \phi < \pi - \phi_1) \quad \text{---- (2)} \\ \theta = \frac{\theta_1}{\phi_1} (\pi - \phi) & (\pi - \phi_1 \leq \phi \leq \pi + \phi_1) \quad \text{---- (3)} \\ \theta = -a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2} \left( \frac{\pi}{2} + \phi \right)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} - \theta_1 & (\pi + \phi_1 < \phi < 2\pi - \phi_1) \quad \text{----- (4)} \end{array} \right.$$

【００２１】

式（２）に対応する区間においては、φ１から（π－φ１）が半波長となる正弦波となっている。式（４）に対応する区間でも同様である。式（１）～（４）に対応する各区間の境界では、速度が連続することが望ましいので、φ＝φ１における式（２）の微分値が式１に対応する区間の速度（θ１／φ１）に一致することを条件とすれば、次のようになり、式（２）、（４）のａが求まる。

【００２２】

【数 2】

$$\frac{\theta_1}{\phi_1} = a \cdot \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{\pi}{2} - \phi_1}$$

$$a = \frac{\theta_1 (\pi - 2\phi_1)}{\pi \phi_1} \quad \text{----- (5)}$$

10

【0023】

$\theta_1 = 60^\circ$ 、 $\phi_1 = 30^\circ$ であれば、 $a = 0.1667 \text{ rad} = 9.55^\circ$ となる。したがって、揺動板 18 の揺動角の範囲は、 $\pm 39.55^\circ$ となる。揺動板 18 の回転速度が一定の範囲で超音波の走査を行うとすれば、その範囲は、揺動範囲の約 76% となる。

【0024】

接触点 A の z 軸方向変位 h と角度位置  $\phi$  の関係を次に示す。

【0025】

【数 3】

20

$$\left\{ \begin{array}{ll} h = L \tan \left( \frac{\theta_1}{\phi_1} \phi \right) & (-\phi_1 \leq \phi \leq \phi_1) \quad \text{----- (6)} \\ h = L \tan \left[ a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2}(\frac{\pi}{2} - \phi)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} + \theta_1 \right] & (\phi_1 < \phi < \pi - \phi_1) \\ & \text{----- (7)} \\ h = L \tan \left\{ \frac{\theta_1}{\phi_1} (\pi - \phi) \right\} & (\pi - \phi_1 \leq \phi \leq \pi + \phi_1) \\ & \text{----- (8)} \\ h = L \tan \left[ -a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2}(\frac{\pi}{2} + \phi)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} - \theta_1 \right] & (\pi + \phi_1 < \phi < 2\pi - \phi_1) \\ & \text{----- (9)} \end{array} \right.$$

30

【0026】

式 (6) ~ 式 (9) に示される変位 h にてカムプロフィールが決定される。

【0027】

図 5 には、角度位置  $\phi$  に対する揺動板 18 の回転速度  $d\theta / d\phi$  が示されている。揺動板 18 の回転速度が一定であれば、超音波の主走査を一定の時間間隔で行うことにより、各主走査面の角度間隔が一定となる。

40

【0028】

図 6 は、ロッドホルダ 26 を図 1 または図 2 の上方から見た状態を示す図である。前述のようにロッドホルダ 26 は自身の円柱形状の軸線回りに回転可能である。また、この軸線は傾斜カム 22 の回転軸線に一致している。ロッドホルダ 26 を回転させることによって、2 本のロッドの、揺動軸 16 に直交する方向の間隔 S が変化する。

【0029】

2 本のロッド 20 が揺動軸 16 に直交する方向に並んでいるときに、図 6 中符号 20-1, 20-1 で示されている。このときのロッド 20 の揺動軸直交方向の間隔 S は、ロッド 2

50

0 の距離  $L$  である ( $S = L$ )。ロッドホルダ 26 を角度  $\psi$  回転させると、2 本のロッドは符号 20-2, 20-2 で示す位置となり、揺動軸 16 に直交する方向の間隔  $S$  は  $L'$  に短縮される ( $L' = L \cos \psi$ )。

【0030】

接触点 A の  $z$  軸方向変位  $h$  は変わらないので、間隔  $S$  が  $L$  から  $L'$  に短縮すると、揺動板 18 の揺動範囲は広がる。前述の式 (1) ~ (9) に、 $\theta_1 = 60^\circ$ 、 $\phi_1 = 30^\circ$ 、 $S = L$  を適用して求めたカムプロファイルを有する傾斜カム 22 において、ロッドホルダ 26 を回動させて、間隔  $S$  を短縮したときの、ロッド 20 の変位  $h'$  と揺動板 18 の傾き  $\theta'$  を図 7、図 8 に示す。図 8 には、比較のために図 4 に示す傾き  $\theta$  のグラフも描かれている。

10

【0031】

ロッドホルダ 26 を回動させて間隔  $S$  を  $L'$  としたときの傾き  $\theta'$  は、 $-\phi_1 \sim \phi_1$  の区間で、次のように表される。

【数 4】

$$\begin{aligned}\theta' &= \tan^{-1} \left( \frac{h}{L'} \right) \\ &= \tan^{-1} \left\{ \frac{L}{L'} \tan \left( \frac{\theta_1}{\phi_1} \phi \right) \right\} \quad \text{----- (10)}\end{aligned}$$

20

【0032】

式 (10) で示されるように  $\theta'$  は  $\phi$  の 1 次関数とならず、 $\theta'$  のグラフは  $-\phi_1 \sim \phi_1$  の区間において完全には直線とならない。

【0033】

以上の実施形態においては、2 本のロッド 20 を揺動軸 16 に直交する方向に並べて配置したとき、振動子アレイの揺動速度が所定範囲において一定となるように傾斜カムのカムプロファイルを決定した。しかし、2 本のロッド 20 が他の配置となる場合において、振動子アレイの揺動速度が所定範囲で一定となるようにカムプロファイル进行設計することもできる。

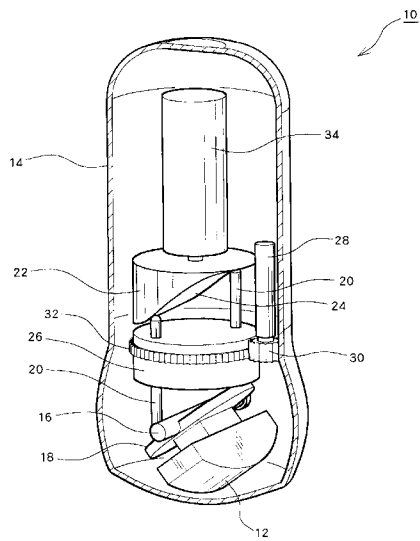
30

【符号の説明】

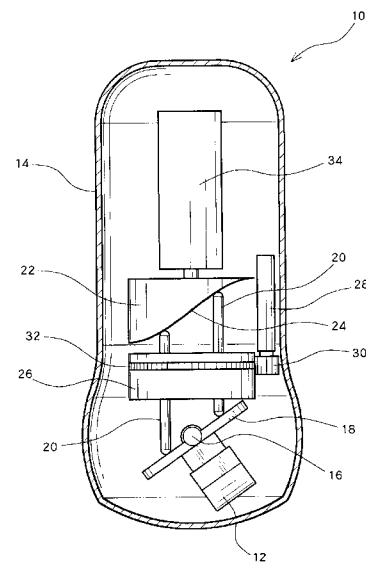
【0034】

10 3次元超音波探触子、12 振動子アレイ、16 揺動軸、18 揺動板、20 ロッド、22 傾斜カム、24 カム面、26 ロッドホルダ。

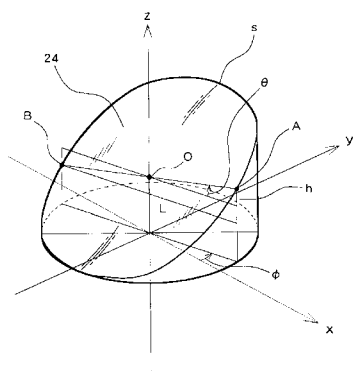
【図 1】



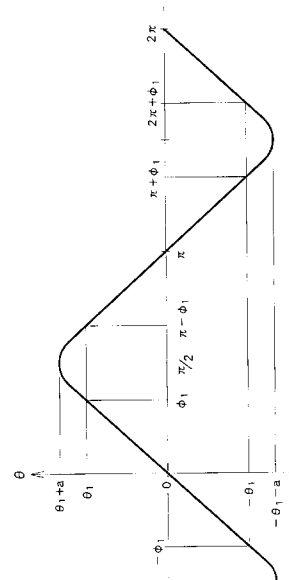
【図 2】



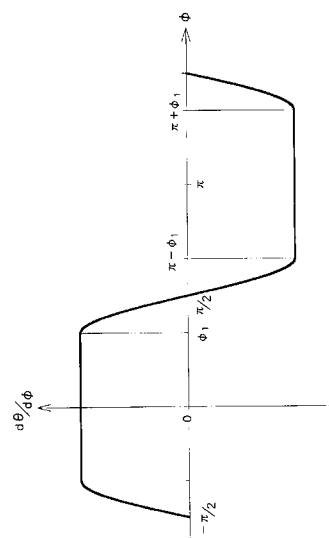
【図 3】



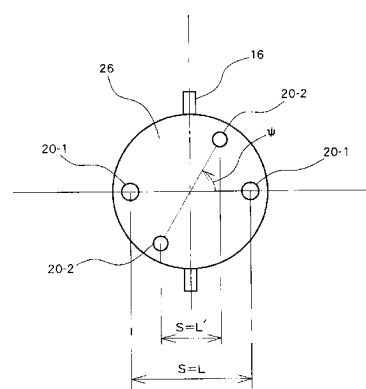
【図 4】



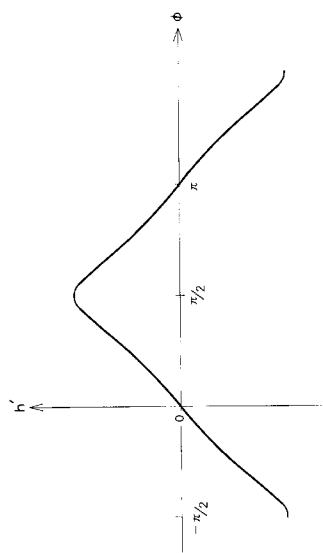
【図 5】



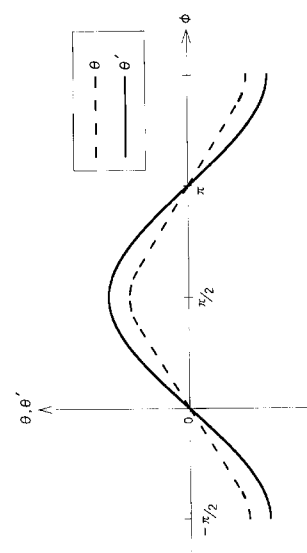
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 4 - 3 1 9 3 4 2 ( J P , A )  
特開平 5 - 1 6 1 6 5 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 2 7 4 9 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 3 0 4 6 8 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 9 1 5 3 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 0 1 5 5 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 8 / 0 0

|                |                                                                   |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 3次元超音波探触子                                                         |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP5416627B2</a>                                       | 公开(公告)日 | 2014-02-12 |
| 申请号            | JP2010061016                                                      | 申请日     | 2010-03-17 |
| [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)    | 日立アロカメディカル株式会社                                                    |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 日立アロカメディカル株式会社                                                    |         |            |
| [标]发明人         | 小林秀光                                                              |         |            |
| 发明人            | 小林 秀光                                                             |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00                                                          |         |            |
| FI分类号          | A61B8/00                                                          |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/BB03 4C601/BB15 4C601/BB16 4C601/EE30 4C601/GA12 4C601/GB04 |         |            |
| 代理人(译)         | 吉田健治<br>石田 纯                                                      |         |            |
| 审查员(译)         | 宫泽浩                                                               |         |            |
| 其他公开文献         | JP2011193920A                                                     |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                         |         |            |

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种简单的机制，用于改变超声探头中的一维振荡器阵列的扫描范围，用于机械扫描一维振荡器阵列以获取三维超声图像。解决方案：两个杆20通过在一个方向上旋转的倾斜凸轮22前进和后退，以使摆动板18摆动，杆20的一端抵靠在摆动板18上。杆20由杆保持器26可滑动地保持。杆20的端部抵靠在振动板18上的位置通过旋转杆保持器26而变化。由于到杆的位置与杆抵靠在振动板上的距离当摆动轴16变化时，摆动板18的摆动范围变化。固定在振动板18上的振荡器阵列12的扫描范围改变。

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \frac{\theta_1}{\phi_1} \phi \quad \left( -\phi_1 \leq \phi \leq \phi_1 \right) \quad \text{----- (1)} \\ \theta = a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2} \left( \frac{\pi}{2} - \phi \right)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} + \theta_1 \quad \left( \phi_1 < \phi < \pi - \phi_1 \right) \quad \text{---- (2)} \\ \theta = \frac{\theta_1}{\phi_1} (\pi - \phi) \quad \left( \pi - \phi_1 \leq \phi \leq \pi + \phi_1 \right) \quad \text{---- (3)} \\ \theta = -a \cos \left\{ \frac{-\frac{\pi}{2} \left( \frac{\pi}{2} + \phi \right)}{\frac{\pi}{2} - \phi_1} \right\} - \theta_1 \quad \left( \pi + \phi_1 < \phi < 2\pi - \phi_1 \right) \quad \text{----- (4)} \end{array} \right.$$