

(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2011-155776

(P2011-155776A)

(43) 公開日 平成23年8月11日(2011.8.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02N 2/00 (2006.01)	H02N 2/00 C	2G047
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330C	4C074
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	4C601
G01N 29/24 (2006.01)	G01N 29/24	5D019
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08 C	5H680
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2010-16101 (P2010-16101)
 (22) 出願日 平成22年1月28日 (2010.1.28)

(71) 出願人 593183595
 株式会社ジャパングヤルズ
 愛媛県四国中央市三島中央二丁目12番1
 〇号
 (74) 代理人 100075731
 弁理士 大浜 博
 (72) 発明者 松村 元
 香川県綾歌郡宇多津町浜一番丁5番地5
 宇多津ヴィラフェニックス3〇2号
 Fターム(参考) 2G047 AA12 AC13 CA01 GB11
 4C074 AA03 AA04 AA05 BB01 DD05
 4C601 GB01
 5D019 AA08 BB12 BB24
 5H680 BB02 CC04 DD23 DD44

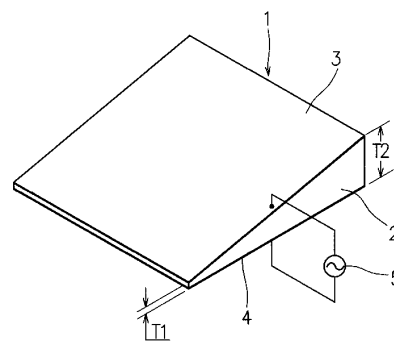
(54) 【発明の名称】 超音波振動子

(57) 【要約】

【課題】単一の超音波振動子で複数のピーク周波数を発生させ得るようにすること。

【解決手段】超音波振動子1において、単一の圧電体2に厚さを変化させた部分を設けていることにより、単一の超音波振動子1で複数のピーク周波数を発生させることができるようにしている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一の圧電体（２）に厚さを変化させた部分を設けていることを特徴とする超音波振動子。

【請求項 2】

請求項 1 において、圧電体（２）の厚さを複数の段状に変化させたものを使用していることを特徴とする超音波振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本願発明は、超音波を発生する各種機器（例えば各種の超音波美容器）に使用される超音波振動子に関するものである。尚、この種の超音波振動子は、上記した超音波美容器のほかに、例えば、超音波洗浄機、超音波測深機、超音波音響装置、超音波診断装置等の超音波発生源として使用し得るものである。

【背景技術】

【0002】

超音波振動子を用いた超音波発生機器として、近年、各種の超音波美容器が普及しているが、この種の超音波美容器は、使用目的（例えば、肌の皺や弛み取り、肌の引き締め、肌のシミ取り等）や使用場所（例えばフェイス、ボディ）に応じた各種のものが市販されている（例えば、超音波美顔器、超音波マッサージ器等として市販されている）。

20

【0003】

ところで、超音波を用いて肌を美容するのに、用途（上記使用目的や使用場所）に適したそれぞれの超音波周波数があるが、例えば、肌の美容に使用する超音波周波数としては、 $0.5\text{ MHz} \sim 7\text{ MHz}$ 程度の範囲のものが採用されている。尚、この種の超音波美容器では、用途に応じて使用される各種周波数として、例えば 0.5 MHz 、 1 MHz 、 3 MHz 、 5 MHz 、 7 MHz 等の複数種類がある。

【0004】

この種の超音波美容器に使用されている従来の超音波振動子は、図 9 に示すように、所定面積を有した板状の圧電体（例えば圧電セラミックス）12 の表裏各面にそれぞれ極薄の電極 13、14 を設けたものである。そして、図 9 の超音波振動子 11 は、その表裏の各電極 13、14 に交流電流（交流電源 15）を流すと、圧電体 12 が超音波振動するようになっている。

30

【0005】

従来（図 9）の超音波振動子 11 は、その全面積に亘って同一厚さ T の平面形状としたものである。尚、この種の超音波振動子 11 は、図 9 に示す四角形のほかに円形のものも汎用されている。

【0006】

ところで、この種の超音波振動子 11 は、圧電体 12 の厚さ T によって、効率よく発生する周波数が変化する性質がある。即ち、特定厚さの圧電体であっても、異なる周波数を発生させることができるが、特定厚さの圧電体では効率よく発生する周波数域はごく限られた範囲のものである。尚、以下の説明において、効率よく発生する周波数のことをピーク周波数という。

40

【0007】

因に、超音波美容器に使用される超音波振動子を例にすると、図 10 の（A）～（E）に示すように、 0.5 MHz でのピーク周波数発生用では厚さが 3 mm 、 1 MHz での同発生用では厚さが 2 mm 、 3 MHz での同発生用では厚さが 0.69 mm 、 5 MHz での同発生用では厚さが 0.4 mm 、 7 MHz での同発生用では厚さが 0.28 mm 、のものがそれぞれ最適であるが、所望するピーク周波数を得るためには、それぞれのピーク周波数を発生させる厚さの圧電体 12 を採用する必要がある。つまり、所望するピーク周波数を発生させるには、その所望ピーク周波数に対応する厚さの超音波振動子 11 を使用する必要があり、

50

所望するピーク周波数に対応しない厚さの超音波振動子 11 では、所望するピーク周波数が得られない。

【0008】

そして、図 9 の超音波振動子 11 のように、厚さ T が全面積に亘って同一であると、その超音波振動子 11 からは該厚さ T に対応する単一のピーク周波数しか発生しないので、用途に応じた各種ピーク周波数を発生させるためには、それぞれのピーク周波数を発生させ得る各種厚さの超音波振動子 11 をそれぞれ用意しておくとともに、それらの超音波振動子 11 をそれぞれ組み込んだ複数種類の超音波発生機器（例えばフェイス用の超音波美容器やボディ用の超音波マッサージ器等）を製作する必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところが、上記のように、従来（図 9）の超音波振動子 11 では、全面積に亘って同一厚さであるので、1 つの超音波振動子については単一のピーク周波数しか発生しない。従って、用途に応じた複数種類の周波数を必要とする各種の超音波発生機器（例えば各種の超音波美容器）を製作するには、それぞれ所望のピーク周波数を発生する複数種類の超音波振動子を用意しておく必要があるとともに、それらの超音波振動子を個別に組み込んだ複数種類の超音波発生機器を製作する必要がある。

【0010】

又、全面積が単一厚さの超音波振動子 11 では、発生するピーク周波数が 1 つ（極めて狭い範囲）しかないので、この超音波振動子 11 を使用した超音波発生機器で、異なる周波数出力に切換えて使用する場合には、所望するピーク周波数は得られない（対応厚さ以外の周波数指定ではそれぞれ低効率の周波数しか発生しない）、という問題がある。

【0011】

そこで、本願発明は、単一の圧電体で複数のピーク周波数を発生させ得るようにすることにより、異なる周波数出力に切換えてもそれぞれピーク周波数を発生させ得るようにした超音波振動子を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本願発明は、上記課題を解決するための手段として次の構成を有している。尚、本願発明は、通電により超音波を発生させ得る超音波振動子を対象にしている。

【0013】

〔本願請求項 1 の発明〕

本願請求項 1 の発明の超音波振動子は、単一の圧電体（例えば圧電セラミックス）に厚さを変化させた部分を設けていることを特徴としている。

【0014】

この超音波振動子は、所定面積を有する板状の圧電体の表裏各面にそれぞれ極薄の電極を設けたもので、各電極に通電することにより、圧電体部分が超音波振動するものである。尚、この超音波振動子は、外形形状として四角形や円形のものが多用されるが、その他の適宜の形状のもの採用できる。

【0015】

この種の超音波振動子では、圧電体の厚さに比例して発生するピーク周波数（効率よく発生する周波数）が変化する性質を有し、該圧電体厚さが薄くなるほど、発生するピーク周波数が高くなる性質がある。そして、本願の超音波振動子では、圧電体に厚さを変化させた部分を設けていることにより、単一のもので複数のピーク周波数を発生させ得るようにしている。

【0016】

因に、超音波美容器には一般に 0.5 MHz ～ 7 MHz の範囲の超音波を発生する超音波振動子を使用されるが、0.5 MHz でのピーク周波数発生用では厚さが 3 mm、1 MHz での同発生用では厚さが 2 mm、3 MHz での同発生用では厚さが 0.69 mm、5 MHz

10

20

30

40

50

での同発生用では厚さが 0.4 mm、7 MHz での同発生用では厚さが 0.28 mm、のものがそれぞれ最適である。

【0017】

そして、本願請求項 1 の超音波振動子では、圧電体の厚さ変化の形態として、該圧電体の表裏片面（両面でもよい）を傾斜面にして、圧電体の厚さを平面方向に無段階的に変化させたものを採用できる。この場合、超音波美容器に使用する超音波振動子では、圧電体の厚さを、最小厚さ部分が 0.28 mm 以上で最大厚さ部分が 3 mm 以下となる範囲で、適宜に変化させることができる。

【0018】

この請求項 1 の超音波振動子は、圧電体の厚さが薄い部分で比較的高い周波数（例えば 7 MHz）でのピーク周波数を発生させることができる一方、圧電体の厚さが厚い部分で比較的低い周波数（例えば 0.5 MHz）でのピーク周波数を発生させることができる。

【0019】

従って、この請求項 1 の超音波振動子では、単一のものであっても複数のピーク周波数発生用の厚さ部分が存在するので、複数の周波数部分でそれぞれピーク周波数の超音波を発生させることができる。

【0020】

〔本願請求項 2 の発明〕

本願請求項 2 の発明は、上記請求項 1 の超音波振動子において、圧電体の厚さを複数の段状に変化させたものを使用している。

【0021】

この請求項 2 の超音波振動子では、圧電体の厚さが段状に変化しているので、各厚さ変化部分はそれぞれ平面状の所定面積を有している。従って、圧電体の各厚さ部分で発生する異なる周波数の超音波出力を、厚さを無段階的に変化させたものよりそれぞれ大きくできる。

【0022】

尚、圧電体における複数の厚さ部分に区画する数は、少なくとも 2 つ以上であればよいが、その区画数を少なくするほど（発生させるピーク周波数の数は少なくなる）、1 区画当たりの面積が大きくなるので、各厚さ部分での超音波出力の低下を極力小さくできる。

【発明の効果】

【0023】

本願請求項 1 の超音波振動子は、単一の圧電体に厚さを変化させた部分を設けているので、単一の超音波振動子で異なる複数のピーク超音波を発生させることができる。換言すると、複数の周波数でのピーク周波数を発生させることができる。

【0024】

従って、この請求項 1 の超音波振動子を超音波発生機器に使用すると、異なる周波数に切換えても各周波数でのピーク周波数を発生させることができ、単一の超音波振動子であっても、それぞれのピーク周波数の超音波を発生できるという効果がある。

【0025】

又、このように、単一の超音波振動子で複数のピーク周波数を発生させ得るようにしたものでは、ピーク周波数が異なる複数機種の超音波発生機器に共用できるので、準備しておく超音波振動子の種類を少なくできるという効果もある。

【0026】

又、本願請求項 2 の超音波振動子では、圧電体の厚さを複数の段状に変化させたものを使用しているので、同一厚さ部分にそれぞれ所定面積を確保でき、各厚さ部分における超音波出力の低下を極力小さくできる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本願請求項 1 に対応する第 1 実施例の超音波振動子の斜視図である。

【図 2】図 1 の超音波振動子の側面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】本願請求項 1 に対応する第 2 実施例の超音波振動子の斜視図である。

【図 4】本願請求項 1 に対応する第 3 実施例の超音波振動子の斜視図である。

【図 5】本願請求項 1 に対応する第 4 実施例の超音波振動子であって、(A) はその平面図で (B) はその側面図である。

【図 6】本願請求項 2 に対応する第 5 実施例の超音波振動子の斜視図である。

【図 7】本願請求項 2 に対応する第 6 実施例の超音波振動子の斜視図である。

【図 8】本願請求項 2 に対応する第 7 実施例の超音波振動子であって、(A) はその平面図で (B) はその側面図である。

【図 9】従来の一般的な超音波振動子の斜視図である。

【図 10】従来 of 超音波振動子における圧電体厚さと発生周波数との関係を示す説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0028】

[実施例]

図 1～図 8 を参照して本願のいくつかの実施例を説明すると、図 1～図 2 の第 1 実施例と、図 3 の第 2 実施例と、図 4 の第 3 実施例と、図 5 (A), (B) の第 4 実施例は、それぞれ本願請求項 1 に対応する超音波振動子であり、図 6 の第 5 実施例と、図 7 の第 6 実施例と、図 8 (A), (B) の第 7 実施例は、それぞれ本願請求項 2 に対応する超音波振動子である。

【0029】

20

これらの実施例 (第 1～第 7 実施例) の各超音波振動子 1 は、所定面積を有した板状の圧電体 (例えば圧電セラミックス) 2 の表裏各面に極薄の電極 3, 4 を設けたものである。尚、圧電体表裏の各電極 3, 4 は、それぞれ圧電体 2 の表裏各面積の全面に設けられている。そして、これらの超音波振動子 1 は、図 1 に示すように、各電極 3, 4 に交流電流 (交流電源 5) を流すと、圧電体 2 が超音波振動するものである。

【0030】

ところで、この種の超音波振動子 1 では、圧電体 2 の厚さに比例して発生するピーク周波数 (効率よく発生する周波数) が変化する性質を有し、該圧電体厚さが薄くなるほど、周波数が高くなる性質がある。

30

因に、超音波美容器には一般に 0.5 MHz～7 MHz の範囲の超音波を発生する超音波振動子を使用されるが、0.5 MHz でのピーク周波数発生用では厚さが 3 mm、1 MHz での同発生用では厚さが 2 mm、3 MHz での同発生用では厚さが 0.69 mm、5 MHz での同発生用では厚さが 0.4 mm、7 MHz での同発生用では厚さが 0.28 mm、のものがそれぞれ最適である。

【0031】

そして、本願各実施例 (第 1～第 7 実施例) の超音波振動子 1 では、圧電体 2 に厚さを変化させた部分を設けることにより、単一のもので複数のピーク周波数を発生させ得るしている。

40

【0032】

以下、個別の実施例について説明する。

【0033】

[図 1～図 2 の第 1 実施例]

この第 1 実施例の超音波振動子 1 では、平面視四角形の圧電体 2 の上面を一つの側縁からその対向側縁に向けて無段階状に傾斜させることによって、該圧電体 2 が図 2 に示す側面方向から見て一方 (左側) から他方 (右側) に向けて厚さが漸次厚くなるようにしている。

【0034】

この第 1 実施例の超音波振動子 1 では、最小厚さ T1 部分が 0.28 mm で、最大厚さ T2

50

部分が 3 mm であり、図 2 の側面方向から見て厚さを漸次無段階的に変化させている。尚、この第 1 実施例では、圧電体 2 の片面（上面）のみを傾斜させているが、表裏各面を相互を逆側に傾斜させてもよい。

【0035】

この第 1 実施例の超音波振動子 1 は、圧電体表裏の各電極 3, 4 に通電すると該圧電体 2 部分が超音波振動するが、圧電体 2 の厚さが薄い部分（T1）ではその小厚さ T1 に対応した比較的高い周波数（例えば 7 MHz）でのピーク周波数を発生させることができる一方、圧電体 2 の厚さが厚い部分（T2）ではその大厚さ T2 に対応した比較的低い周波数（例えば 0.5 MHz）でのピーク周波数の超音波を発生させることができる。

【0036】

従って、この第 1 実施例の超音波振動子では、単一のものであっても複数（無段階）のピーク周波数を発生させ得る複数（無段階）の厚さ部分が存在するので、複数（無段階）の周波数でのそれぞれのピーク周波数の超音波を発生させることができる。

【0037】

尚、この超音波振動子 1 は、圧電体厚さの変化率を大きくするほど（例えば最小厚さ T1 部分が 0.28 mm で最大厚さ T2 部分が 3 mm）、発生させるピーク周波数領域を広くできるが、その反面、必要とする所望の周波数での出力面積が小さくなる。そこで、この第 1 実施例の超音波振動子 1 では、圧電体厚さの変化率を、最小厚さ T1 部分が 0.28 mm 以上で最大厚さ T2 部分が 3 mm 以下となる範囲で、適宜に変化させることができる。例えば、7 MHz ~ 3 MHz でのピーク周波数発生用では、最小厚さ T1 部分が 0.28 mm で最大厚さ T2 部分が 0.69 mm であるものを採用し、5 MHz ~ 1 MHz でのピーク周波数発生用では、最小厚さ T1 部分が 0.4 mm で最大厚さ T2 部分が 2 mm であるものを採用し、3 MHz ~ 0.5 MHz でのピーク周波数発生用では、最小厚さ T1 部分が 0.69 mm で最大厚さ T2 部分が 3 mm であるものを採用することができる。

【0038】

[図 3 の第 2 実施例]

この第 2 実施例の超音波振動子 1 は、圧電体 2 の上面を、その一辺方向の中間位置に大厚さ T2 の山形屈曲部 6 を設け、該山形屈曲部 6 から対向する各端縁に向けてそれぞれ所定小厚さ T1 まで下り傾斜させることによって、圧電体 2 の厚さを無段階状に変化させている。

【0039】

尚、この第 2 実施例でも、最大厚さ T2 部分を 3 mm（0.5 MHz でのピーク周波数発生用）とし、各下降傾斜側端縁部分の最小厚さ T1 部分を 0.28 mm（7 MHz でのピーク周波数発生用）としているが、この最大厚さ T2 部分から最小厚さ T1 部分までの厚さ変化率は上記第 1 実施例の場合と同様に適宜に変更できる。

【0040】

[図 4 の第 3 実施例]

この第 3 実施例の超音波振動子 1 は、上記第 2 実施例とは逆に、圧電体 2 の上面を、その一辺方向の中間位置に小厚さ T1（0.28 mm）の谷形屈曲部 7 を設け、該谷形屈曲部 7 から対向する各端縁に向けてそれぞれ所定大厚さ T2（3 mm）まで上り傾斜させることによって、圧電体 2 の厚さを無段階状に変化させている。

【0041】

[図 5 の第 4 実施例]

この第 4 実施例の超音波振動子 1 は、図 5（A）に示すように平面視で円形に形成されたものを採用している。そして、この第 4 実施例の超音波振動子 1 では、圧電体 2 の上面を、図 5（B）に示すように上面側の中心部 8 を頂点にして緩やかな円錐形に下降傾斜させている。尚、この第 4 実施例の超音波振動子 1 では、上面側の中心部 8 が最大厚さ T2（3 mm）となり、外周に寄るほど漸次小厚さとなって外周縁部分では最小厚さ T1（0.28 mm）となっている。

【0042】

〔図 6 の第 5 実施例〕

この第 5 実施例の超音波振動子 1 は、板状で四角形の圧電体 2 を、その一辺方向の中間位置の上面に段部 9 を設けて、それぞれ $1/2$ の面積範囲に小厚さ T3 の薄板部 1 a と大厚さ T4 の厚板部 1 b とを形成している。薄板部 1 a の全面積及び厚板部 1 b の全面積は、それぞれ同一厚さの平板状となっている。

【0043】

この第 5 実施例の場合は、厚さ変化部分が 2 つ（薄板部 1 a と厚板部 1 b）であるので、単一の超音波振動子 1 で 2 種類のピーク周波数しか発生できないが、それでも 1 つの超音波振動子 1 で異なる周波数を用いる 2 種類の超音波発生機器に共用できる。尚、この第 5 実施例の超音波振動子 1 としては、薄板部 1 a の厚さ T3 が 0.28 mm（7 MHz でのピーク周波数発生用）で厚板部 1 b の厚さ T4 が 0.4 mm（5 MHz でのピーク周波数発生用）のもの、薄板部 1 a の厚さ T3 が 0.4 mm で厚板部 1 b の厚さ T4 が 0.69 mm（3 MHz でのピーク周波数発生用）のもの、薄板部 1 a の厚さ T3 が 0.69 mm で厚板部 1 b の厚さ T4 が 2 mm（1 MHz でのピーク周波数発生用）のもの、薄板部 1 a の厚さ T3 が 2 mm で厚板部 1 b の厚さ T4 が 3 mm（0.5 MHz でのピーク周波数発生用）のもの、等の数種類用意しておくといいが、それらのいずれのものでも 2 種類の超音波発生機器に適用できる。

【0044】

この第 5 実施例のように、単一の超音波振動子 1 に厚さを複数（2 つ）の段状に変化させたものを使用すると、各厚さ部分（1 a, 1 b）にそれぞれ所定面積があるので、上記第 1～第 4 の各実施例のように圧電体厚さを無段階的に変化させたものに比して、各厚さ部分（1 a, 1 b）における超音波出力の低下を極力小さくできる。

【0045】

〔図 7 の第 6 実施例〕

この第 6 実施例の超音波振動子 1 は、四角形の圧電体 2 の外周部に厚さ T3 の薄板部 1 a を設けている一方、その中央部の所定面積範囲に厚さ T4 の厚板部 1 b を設けて、該圧電体 2 に 2 つの厚さ変化部分を形成している。又、この超音波振動子 1 では、外周部の薄板部 1 a の面積と中央部の厚板部 1 b の面積とが同じで、各部分での超音波出力に差が出ないようにしている。

【0046】

〔図 8 の第 7 実施例〕

この第 7 実施例の超音波振動子 1 は、円形の圧電体 2 の外周部に厚さ T3 の薄板部 1 a を設けている一方、その中央部の所定面積範囲に厚さ T4 の厚板部 1 b を設けて、該圧電体 2 に 2 つの厚さ変化部分を形成している。又、この第 7 実施例の超音波振動子 1 でも、外周部の薄板部 1 a の面積と中央部の厚板部 1 b の面積とが同じで、各部分での超音波出力に差が出ないようにしている。

【0047】

尚、上記第 5～第 7 の各実施例の超音波振動子 1 では、圧電体 2 の全面積を $1/2$ に分けて厚さの異なる 2 つの面積部分（薄板部 1 a, 厚板部 1 b）を設けているが、厚さを変化させた各分割部分は、2～5 の範囲で適宜に設定できる。尚、厚さ変化部分を多くに分割するほど、単一のもので多種類のピーク周波数を発生させることができるが、その場合は 1 つ当たりの超音波出力が低下するので、強い超音波出力を必要とする超音波発生機器では、厚さ変化部分の分割数は 2 つ程度が好ましい。

【符号の説明】

【0048】

1 は超音波振動子、1 a は薄板部、1 b は厚板部、2 は圧電体、3, 4 は電極である。

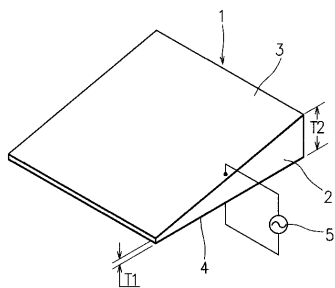
10

20

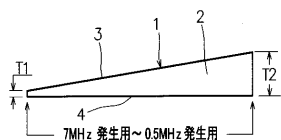
30

40

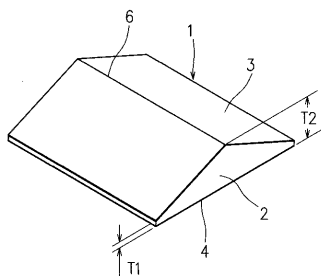
【図 1】



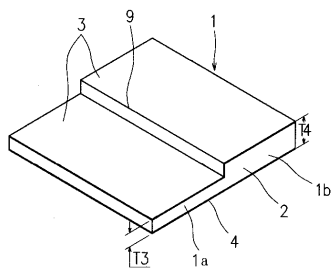
【図 2】



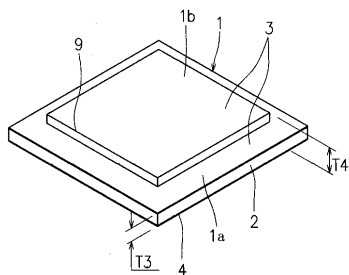
【図 3】



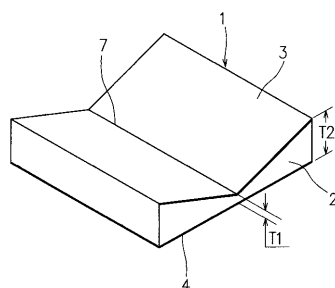
【図 6】



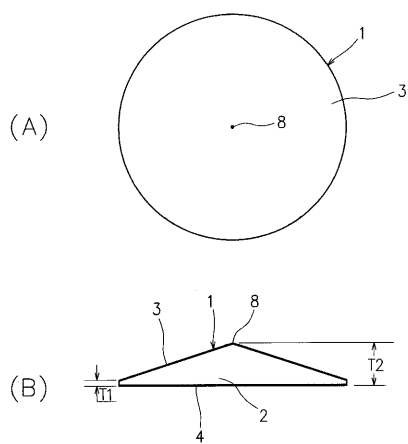
【図 7】



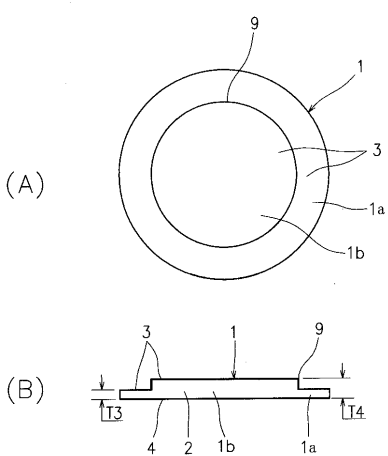
【図 4】



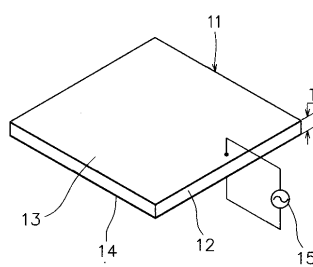
【図 5】



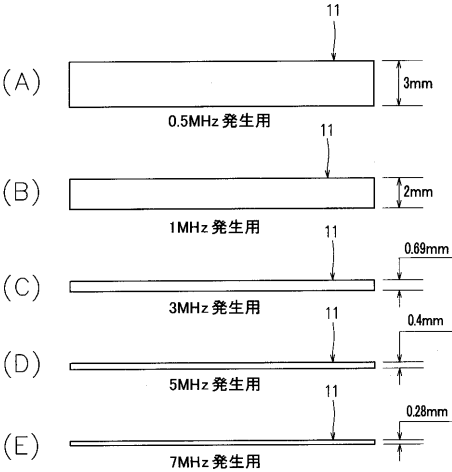
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
A 6 1 H	23/02		(2006.01)	
		A 6 1 H	23/02	3 8 6
		A 6 1 H	23/02	3 4 1

专利名称(译)	超声波振动子		
公开(公告)号	JP2011155776A	公开(公告)日	2011-08-11
申请号	JP2010016101	申请日	2010-01-28
[标]申请(专利权)人(译)	日本GYARUZU		
申请(专利权)人(译)	有限公司日本加尔斯		
[标]发明人	松村元		
发明人	松村 元		
IPC分类号	H02N2/00 H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 H01L41/09 A61H23/02		
FI分类号	H02N2/00.C H04R17/00.330.C A61B8/00 G01N29/24 H01L41/08.C A61H23/02.386 A61H23/02.341 H02N2/00		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/GB11 4C074/AA03 4C074/AA04 4C074/AA05 4C074/BB01 4C074/DD05 4C601/GB01 5D019/AA08 5D019/BB12 5D019/BB24 5H680/BB02 5H680/CC04 5H680/DD23 5H680/DD44 5H681/BB02 5H681/CC04 5H681/DD23 5H681/DD44		
代理人(译)	大浜 博		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：用单个超声换能器产生多个峰值频率。 解决方案：在超声振动器1中，单个压电体2的厚度有所变化，因此单个超声振动器1可以产生多个峰值频率。 我能够做到。 [选型图]图1

