

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年2月5日 (05.02.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/017096 A1

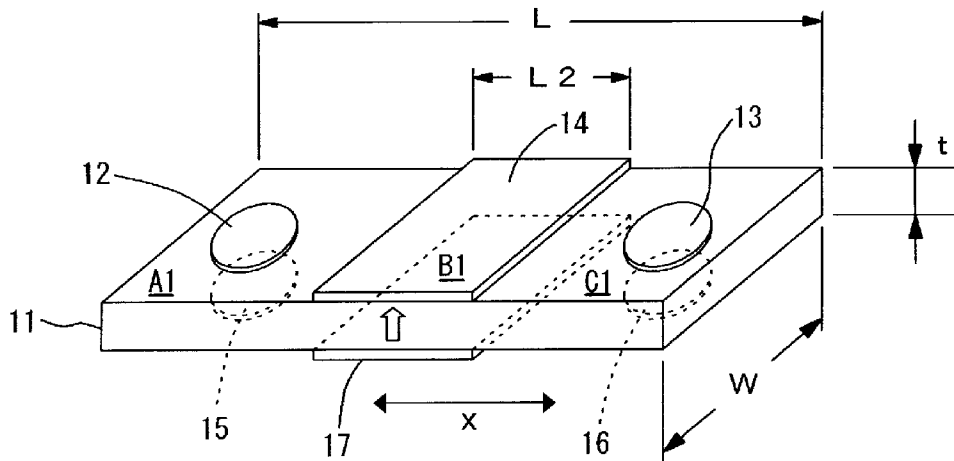
- (51) 国際特許分類:
H01L 41/107 (2006.01) H02M 3/24 (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/063536
- (22) 国際出願日: 2008年7月28日 (28.07.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-196079 2007年7月27日 (27.07.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉村 健一 (YOSHIMURA, Kenichi) [JP/JP]; 〒8994312 鹿児島県霧島市国分山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 Kagoshima (JP). 西村 道明 (NISHIMURA, Michiaki) [JP/JP]; 〒8994312 鹿児島県霧島市国分山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 Kagoshima (JP).
- (74) 代理人: 深井 敏和 (FUKAI, Toshikazu); 〒5406591 大阪府大阪市中央区大手前1丁目7番31号 OMMビル8階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC TRANSFORMER

(54) 発明の名称: 圧電トランス

[図1]



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a piezoelectric transformer which can reduce the capacity of an input unit and realize an impedance matching with a drive circuit of an input side. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A piezoelectric transformer includes: a piezoelectric substrate (11) having both main surfaces of a rectangular shape; and input side electrodes (12, 13, 15, 16) and output side electrodes (14, 17) formed on the both main surfaces of the piezoelectric substrate (11). A pair of opposing input side electrodes (12, 13, 15, 16) are arranged on the both surfaces of the piezoelectric substrate (11) in the first input unit (A1) and the second input unit (A2). At least one of the pair of input side electrodes (12, 13, 15, 16) is a partial electrode arranged at the center portion of the main surface of the piezoelectric substrate (11) in the first input unit (A1) and the second input unit (A2).

[続葉有]

WO 2009/017096 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：
— 国際調査報告書

(57) 要約: 【課題】 入力部の容量を小さくでき、入力側の駆動回路とのインピーダンスマッチングをとることができる圧電トランスを提供する。 【解決手段】 両主面の形状が長方形である圧電基板 11 と、該圧電基板 11 の両主面に形成された入力側電極 12、13、15、16 および出力側電極 14、17 とを具備して構成され、出力部 B1 と、該出力部 B1 の両側の第 1 入力部 A1 および第 2 入力部 A2 とを有する圧電トランスであって、第 1 入力部 A1 および第 2 入力部 A2 における圧電基板 11 の両主面に、一対の対向する入力側電極 12、13、15、16 をそれぞれ設けるとともに、一対の入力側電極 12、13、15、16 のうち少なくとも一方が、第 1 入力部 A1 および第 2 入力部 A2 における圧電基板 11 の主面の中央部に設けられた部分電極である。

明 細 書

圧電トランス

技術分野

[0001] 本発明は圧電トランスに関し、特に、各種電子機器に用いられるACアダプタやDC-DCコンバータ、およびノートパソコン、携帯用端末等に使用される液晶ディスプレイ用のバックライト冷陰極管のインバータ等に用いられる圧電トランスに関する。

背景技術

[0002] 従来のスイッチング電源では、変圧器として電磁誘導を原理とする電磁トランスを用いるが、高周波下での電磁トランスは、ヒステリシス損、渦電流損および表皮効果による損失が増大するという問題があった。さらに、電磁トランス自身の小型化、薄型化は、巻線の極細線多数巻による銅損、磁気結合の低下および漏れ磁束の増加を招き、いずれも電源回路の効率を大きく下げる原因となっていた。さらにまた、巻線による電磁ノイズの発生などの問題があった。

[0003] そこで、近年では圧電トランスが開発されている。このような圧電トランスとして、両主面が長方形の圧電基板の長さ方向に、入力部、出力部、入力部を順次形成し、前記入力部における圧電基板内に、一對の入力部用内部電極層を厚み方向に所定間隔を置いて設けるとともに、前記出力部における圧電基板内に、3以上の出力部用内部電極層を厚み方向に所定間隔を置いて設けたものが知られている(特許文献1、2参照)。

[0004] 特許文献1:特開2001-185775号公報

特許文献2:特開2002-289937号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1、2に記載の圧電トランスでは、入力部における圧電基板の両主面に、入力部における圧電基板の主面とほぼ同じ面積の全面電極からなる一對の入力側電極が設けられており、入力部における容量が大きく、このため、圧電トランスの入力側に接続される駆動回路とのインピーダンスの整合をとりにくいという問

題があつた。

[0006] 本発明の目的は、入力部の容量を小さくでき、入力側の駆動回路とのインピーダンスマッチングをとることができる圧電トランスを提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の圧電トランスは、両主面の形状が長方形状である圧電基板と、該圧電基板の両主面に形成された入力側電極および出力側電極とを具備して構成され、出力部と、該出力部の両側の第1入力部および第2入力部とを有する。前記出力部は、前記圧電基板の両主面のうちその長さ方向中央部に前記出力側電極を形成して構成されている。前記第1入力部および前記第2入力部は、前記圧電基板の両主面のうちその長さ方向両端部に入力側電極をそれぞれ形成して構成されている。前記第1入力部および前記第2入力部の各入力側電極は、前記圧電基板の両主面に互いに対向して形成され、かつ互いに対向して形成された前記入力側電極のうち少なくとも一方が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の面積よりも小さい部分電極である。

特に本発明の圧電トランスでは、前記対向して形成された前記入力側電極のうち少なくとも一方が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の中央部に配置された部分電極であるのが好ましい。

[0008] このような圧電トランスでは、一对の対向する入力側電極のうち少なくとも一方が、大きなひずみが発生する、入力部における圧電基板の主面の中央部に設けられた部分電極である。そのため、効率を大きく低下させることなく、入力部の入力側電極間に生じる容量を小さくすることができる。また、入力部の入力側電極間に生じる容量は、入力部における圧電基板の主面の中央部に設けられた部分電極の面積により制御することができ、種々のインピーダンスを有する駆動回路に整合させることが可能となる。

[0009] 即ち、第1、第2入力部における圧電基板の主面の中央部は、大きな歪みが生じる部分であり、この部分に部分電極からなる入力側電極が設けられるため、効率を大きく低下させることなく、容量を小さくすることができ、また、大きな歪みが生じる部分の範囲内で入力側電極の面積を調整することにより、効率を大きく低下させることなく、

入力側電極間の容量を調整でき、種々のインピーダンスを有する駆動回路に整合させることが可能となる。

- [0010] 前記出力部における前記圧電基板内には、複数の出力側電極が厚み方向に所定間隔をおいて形成されているのがよい。このような圧電トランスでは、昇圧比を制御することができる。
- [0011] 対向して形成された前記入力側電極は、いずれも前記部分電極であるのがよい。このような圧電トランスでは、圧電基板の両主面に部分電極が形成されているため、同一形状の部分電極を形成することが可能となり、圧電基板の両主面の電極が対称で無いことに起因して生じる屈曲振動のような不要振動の発生を抑制することができる。これにより、不要振動によるスプリアスの影響を受けにくい圧電トランスを得ることができる。なお、製造容易という観点から、入力側電極の一方は全面電極であってもよい。
- [0012] 本発明の圧電トランスでは、前記長方形の圧電基板の周縁に切り欠き部が形成されているのがよい。このような圧電トランスでは、圧電トランスとして使用する周波数近傍に発生する不要な振動モードの周波数を低周波側または高周波側へ移動させることが可能になり、トランスとして使用できる帯域幅を広げることができると共に、不要振動に起因する効率の低下を抑制することができる。
- [0013] 互いに対向して形成された前記入力側電極のうち少なくとも一方が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面中央部に配置された中央電極および前記主面の端部に配置された端部電極を具備しているのがよい。このような圧電トランスでは、容量は増加するものの、振動ひずみの大きな圧電基板の端部に配置された端部電極を設けている為に、中央部のみに電極を配置した場合に比べて、効率を更に向上することが可能になる。
- [0014] 前記中央電極と前記端部電極とが電極材料で連結されているのがよい。このような圧電トランスでは、中央電極と端部電極とが電氣的に接続され、中央電極と端部電極のそれぞれに電力を入力する必要がない。
- [0015] 前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の幅方向両端部と、前記出力部の出力側電極の幅方向中央部とが、他部材に取り付けるための

保持部とされているのがよい。このような圧電トランスでは、圧電トランスとして使用する振動を阻害することを抑制できる為に、効率の劣化を小さくして、圧電トランスをケース等の基板に支持固定することができる。

[0016] 前記第1入力部および前記第2入力部における前記保持部に電極が形成されており、前記入力側電極が前記保持部まで引き延ばされているのがよい。このような圧電トランスでは、保持部を介して電力を入力することができる。

[0017] また、本発明の圧電トランス装置は、上記の圧電トランスを複数有するとともに、前記複数の圧電トランスの前記第1入力部および前記第2入力部における前記入力側電極がそれぞれ直列に接続され、前記複数の圧電トランスの前記出力部における前記出力側電極が並列に引き出されている。このような圧電トランス装置では、効率を大きく低下させることなく、入力側電極を直列に接続して入力側電極間の容量を低減でき、種々のインピーダンスを有する駆動回路に整合させることが可能となる。また、複数個の圧電トランスからの出力が得られる為に、一つの圧電トランスでは得られない電力を得ることができる。

発明の効果

[0018] 本発明の圧電トランスでは、上下の入力側電極のうち少なくとも一方が、大きなひずみが発生する部分に設けられた部分電極、例えば、入力部における圧電基板の主面の中央部に設けられた部分電極であるため、効率を大きく低下させることなく、入力部の入力側電極間に生じる容量を小さくすることができるとともに、効率を大きく低下させない部分の範囲内で入力側電極の面積を変更することにより、入力部の入力側電極間に生じる容量を制御することができる。

[0019] 本発明の圧電トランス装置は、圧電トランスを複数有するとともに、前記複数の圧電トランスの前記第1入力部および前記第2入力部における前記入力側電極がそれぞれ直列に接続され、前記複数の圧電トランスの前記出力部における前記出力側電極が並列に引き出されている為に、効率を大きく低下させることなく、入力側電極を直列に接続して入力側電極間の容量を低減でき、種々のインピーダンスを有する駆動回路に整合させることが可能となる。また、複数個の圧電トランスからの出力が得られる為に、一つの圧電トランスでは得られない大きな電力を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明の単板型圧電トランスの一実施形態を示す斜視図である。
- [図2]本発明の圧電トランスにおける電極形状を示す平面図である。
- [図3]本発明の圧電トランスの振動モードを示す図である。
- [図4]本発明の積層型圧電トランスの一実施形態を模式的に示す斜視図である。
- [図5]図4の積層型圧電トランスの製造方法を説明する為の説明図である。
- [図6]DC-DCコンバータの一例を示す説明図である。
- [図7]本発明の他の実施形態を示す斜視図である。
- [図8]コンピュータシミュレーションに用いた圧電トランスの有限要素メッシュモデル(1/4対称モデル)を示す図である。
- [図9(SO)]～
- [図9(S8)]コンピュータシミュレーションで解析を行った解析モデルの入力電極形状を示す図である。
- [図10A]コンピュータシミュレーションの解析結果図である。
- [図10B]コンピュータシミュレーションの解析結果図である。
- [図11]入力部が全面電極の圧電トランスに関してコンピュータシミュレーションで求めたひずみ S_{xx} 分布を示す図である。
- [図12]入力部が全面電極の圧電トランスに関してコンピュータシミュレーションで求めた変位分布を示す図である。
- [図13a]～
- [図13f]部分電極が形成された圧電基板の周縁に切り欠き部を形成した解析モデル図とその解析結果を示すグラフである。
- [図14]本発明に係る2個の圧電トランスを接続した圧電トランス装置の回路図である。
- [図15]複数の圧電トランスを図14に示すように接続した圧電トランス装置の解析結果を示すグラフである。
- [図16]中央電極および端部電極を具備した本発明に係る圧電トランスの一例を示す平面図である。
- [図17]中央電極、端部電極、およびこれらを連結する電極材料を具備した本発明に

係る圧電トランスの一例を示す平面図である。

[図18]保持部を設けた本発明に係る圧電トランスの一例を示す平面図である。

[図19]入力側電極から引き伸ばされた電極が形成されている保持部を設けた本発明に係る圧電トランスの他の例を示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 本発明の単板型の圧電トランスは、図1に示すように、圧電基板11の長さ方向xに、順次第1入力部A1、出力部B1、第2入力部C1を有している。圧電基板11の主面は、長さL、幅Wの長方形とされている。
- [0022] これらの第1入力部A1、出力部B1、第2入力部C1における圧電基板11の上側の主面には、入力側電極12、出力側電極14、入力側電極13がそれぞれ形成されており、これらの電極12、13、14は、圧電基板11の長さ方向に所定間隔を置いて形成されている。
- [0023] また、圧電基板11の下側の主面には、入力側電極15、出力側電極17、入力側電極16が、圧電基板11の長さ方向に所定間隔を置いてそれぞれ形成されている。
- 出力部B1は、出力側電極14、17と、出力側電極14、17間の圧電基板11の部分からなり、入力部A1、C1は出力部B1の両側の部分とされている。
- [0024] 即ち、第1入力部A1は、圧電基板11の左側両主面に、対向する一対の入力側電極12、15を形成して構成され、出力部B1は、圧電基板11の中央部両主面に、対向する一対の出力側電極14、17を形成して構成され、第2入力部C1は、圧電基板11の右側両主面に、対向する一対の入力側電極13、16を形成して構成され、電極14、17は、一辺が圧電基板11の主面の幅Wと同一長さとし、他辺は主面の長さ方向にL2の長さとし、出力側電極14、17は矩形の全面電極とされている。
- [0025] そして、本発明では、入力側電極12、15が、第1入力部A1における圧電基板の両主面の中央部に設けられた部分電極とし、入力側電極13、16が、第2入力部C1における圧電基板の両主面の中央部に設けられた部分電極とされている。入力側電極12、15は、第1入力部A1における圧電基板11の主面の面積よりも小さく、入力側電極13、16は、第2入力部C1における圧電基板の主面の面積よりも小さい面積を有している。

即ち、従来の入力側、出力側電極がいずれも全面電極の場合には、入力側と出力側電極の導通を阻止するため、一定のギャップが形成され、入力部は、出力部とギャップ部を除いた部分とされて、その部分における圧電基板の主面全面に出力側電極が形成されていた。これに対して、本発明では、出力部B1の両側の部分が入力部A1、C1とされ、これらの入力部A1、C1における主面の一部に、出力側電極12、15、13、16が形成されている。出力側電極12、15、13、16は、入力部A1、C1における圧電基板の主面(同一面積)に対して、60%以下の面積を有していることが望ましい。圧電トランスの駆動回路とのマッチングをとるために、圧電トランスの入力部の静電容量が決まり、その静電容量から、入力部A1、C1における圧電基板の主面に対する出力側電極12、15、13、16の面積比が決定される。

[0026] 本発明の圧電トランスでは、入力部A1、C1における圧電基板11の主面の中央部に大きな歪みが生じるように振動するが、図2に示すように、その大きな歪みが生じる部分に円形状の入力側電極12、15、13、16が設けられている。出力側電極12、15は同一形状同一寸法であり、圧電基板11の上方から見ると重畳している。出力側電極13、16についても同様である。

[0027] 圧電基板11には、正の歪み(引張方向の歪み)が生じる部分と、負の歪み(圧縮方向の歪み)が生じる部分があるが、出力側電極12、15、13、16の寸法は、効率を高めるという観点から、同じ符号で大きな歪みが生じる部分、例えば正の歪み(引張方向の歪み)が生じる部分にのみ、出力側電極12、15、13、16を形成することが望ましい。従って、形状については、円形状としたが、楕円形状にしてもよく、さらに、四角形状としても良い。

[0028] 即ち、一般に、駆動回路とのインピーダンスの整合をとるためには、圧電トランスの入力側の静電容量で決まるインピーダンスを調整する必要がある。しかしながら、種々の駆動回路が存在しており、それらの駆動回路とのインピーダンスの整合をとるためには、圧電トランスの入力側の静電容量をコントロールできることが望ましい。

インピーダンスの整合をとるために、圧電トランスの入力側の容量を大きくしたい場合は、入力側の圧電磁器を厚み方向に積層した構造とすることで容量を大きくする事が可能である。

一方、従来、特許文献1、2に記載されるように、効率を高めるといふ点から、入力部における圧電基板の両主面に、全面電極からなる一対の入力側電極を設けるといふ発想しかなく、入力部における容量が大きく、かつ一定であったため、圧電トランスの入力側に接続される駆動回路とのインピーダンスの整合をとりにくい。

これに対して、本発明では、1/4対称モデル図である図11に示すように、入力部における圧電基板の主面の中央部Cは、大きな歪みが生じる部分である。従って、この部分に部分電極からなる入力側電極12、15、13、16が設けられている。これにより、効率を大きく低下させることなく、容量を小さくすることができ、また、大きな歪みが生じる部分の範囲内で入力側電極12、15、13、16の面積を調整することにより、効率を大きく低下させることなく、種々のインピーダンスを有する駆動回路に整合させることが可能となる。なお、図11において、例えば「E-04」とは $\times 10^{-4}$ であることを意味している。図12も同様である。

[0029] 本発明の圧電トランスでは、圧電基板11の主面の長さLと幅Wの比(L/W)が1.1～1.4であり、かつ圧電基板11の主面の長さLと駆動周波数Fとの積(F×L)が4700～6000kHz・mmとされている。圧電基板11の主面の長さLと幅Wの比(L/W)を1.1～1.4とすることにより、高いエネルギー変換効率を有することができる。

[0030] 本発明では、圧電基板11の主面の長さLと幅Wの比(L/W)を1.1～1.4とし、かつ圧電基板11の主面の長さLと駆動周波数Fとの積(F×L)を4700～6000kHz・mmとすることにより、図3に示すように、圧電基板11の長さ方向xに振動する基本波が主体となるが、幅方向振動も加わった複合モードの振動が圧電基板11に発生し、中央部に形成された出力部B1においてもっとも大きな振動を生じさせることができ、幅方向に最も励振する振動を用いた場合よりも、出力部に誘発される電荷量が多くなり、高出力電力を得ることができる。

[0031] 圧電基板11の主面の長さLと駆動周波数Fとの積(F×L)は、高出力電力が得られるという点から4700～6000kHz・mmとされている。従って、高出力電力かつ高効率を得るためには、L/Wを1.1～1.4とし、F×Lを4700～6000kHz・mmとされている。

[0032] 従って、本発明では、上記した構造で、駆動周波数Fと主面の長さLとの積(F×L)

を所定範囲に設定することにより、高いエネルギー変換効率を有し、かつ高入力電圧において用いることができる、高出力電力かつ高効率の圧電トランスを実現できる。

- [0033] 本発明者らは、本発明の圧電トランスの振動解析を、有限要素法を用いたコンピュータシミュレーションにて行なった。解析条件としては、圧電材料としてチタン酸ジルコン酸鉛(以下PZT)系を想定し、図1の圧電トランス形状において、出力側電極を全面電極とし、入力側電極を部分電極とし、圧電基板11の長さ $L=32.80\text{mm}$ 、幅 $W=25.5\text{mm}$ 、厚み $t=3.0\text{mm}$ とした。第1及び第2入力部に同振幅、同位相の電圧を与え、圧電基板の変位量の分布を求めた。
- [0034] 図3に駆動周波数 F を 159kHz ($F \times L = 5215.2\text{kHz} \cdot \text{mm}$)とした圧電トランスの変位分布を示した。本発明の圧電トランスでは、変位分布を示す図3からわかるように、出力部に大きな変位が得られ、高い出力電力と高い効率が得られることが判る。
- [0035] 即ち、圧電トランスのエネルギー伝達は、圧電基板11の振動によって行なわれるものであるから、同形状の圧電基板11では、同振幅の入力電圧にて変位量が大きいものほど、出力部B1に誘発される電荷量が多くなるため、圧電基板11の中央部の変位量が大きい図3の場合には、大出力電力が得られ、高い効率が得られることが判る。
- [0036] 本発明の圧電トランスは、例えば、セラミックスからなる圧電基板11に、電極12~17を形成した後、 120°C のシリコンオイル中にて、圧電基板11の上面の3個の電極12、13、14と、圧電基板11の下面の3個の電極15、16、17の間に直流電圧を印加して、約30分間分極処理することにより得られる。
- [0037] 電極12~17は、例えば、Ag粉末とガラスからなるペーストをスクリーン印刷した後、焼成して形成してもよい。また、蒸着、スパッタ等の手法を用いて形成しても良い。また、Ag以外の導電性材料を用いても良い。
- [0038] 一方、整合インピーダンスとなる負荷抵抗 RL' は、駆動周波数を F 、出力側静電容量を $Cd2$ とすると、 $RL' = 1 / (2\pi FCd2)$ で決定される。本発明の圧電トランスでは、出力側の静電容量を容易に大きく出来るため、低インピーダンスにおいてインピーダンス整合がとれ、高出力電力及び高効率となる。

- [0039] 圧電トランスの電圧変換は、入力側電極間に交流電圧を印加することで生じた機械振動を用いて、強制的に出力側電極間を機械振動させて、再び出力側電極間で交流電圧を取り出す。
- [0040] 本発明の圧電トランスでは、分極方向が圧電基板の主面に対して垂直に構成され、入力部では圧電トランス基板面内の振動を励振させて出力部に振動を伝搬し、出力部では伝搬された振動を電荷へ変換する。このことから、本発明の圧電トランスに好適に用いられる材料としては、圧電定数 d_{31} の大きな材料が望まれる。そのような材料として、例えば、PZT系の圧電セラミック材料が望ましい。
- [0041] 上記圧電トランスを、スイッチング電源回路用トランスとして用いると、ある一定の周波数変動幅に対して効率が低下しない回路を作製できる。また、この特性を利用し、動作周波数を変えることで、効率が低下せずに目標とする出力電力が得られる回路を作製できる。
- [0042] 図4は、本発明の積層型圧電トランスを示すものである。この積層型圧電トランスは、主面が長さL、幅Wの長方形の圧電基板21に、その長さ方向に沿って、第1入力部A2、出力部B2、第2入力部C2が順次形成されている。
- [0043] これらの第1入力部A2、出力部B2、第2入力部C2における圧電基板21の上側の主面には、入力側電極22a、出力側電極24a、入力側電極23aがそれぞれ形成されており、これらの電極22a、23a、24aは、圧電基板21の長さ方向xに所定間隔を置いて形成されている。
- [0044] また、圧電基板21の下側の主面には、入力側電極22b、出力側電極24j、入力側電極23bが、圧電基板21の長さ方向に所定間隔を置いてそれぞれ形成されている。この形態では、出力部B2における圧電基板21の内部には、出力側電極24b～24iが形成されている。
- [0045] 入力側電極22a、22bは同一寸法とされ、出力側電極24a～24jは同一寸法とされ、入力側電極23a、23bは同一寸法とされている。
- [0046] この形態でも、入力側電極22a、22bが、第1入力部A2における圧電基板の両主面の中央部に対向して設けられた部分電極とされ、入力側電極23a、23bが、第2入力部C2における圧電基板の両主面の中央部に対向して設けられた部分電極とされ

ている。即ち、入力部A2、C2における圧電基板の主面の中央部は、大きな歪みが生じる部分であり、この部分に部分電極からなる円形状の入力側電極22a、22b、23a、23bが設けられている。出力側電極24a～24jは一对の外部電極25b1、25b2により交互に接続されている。

- [0047] そして、この圧電トランスにおいても、図1に示す圧電トランスと同様に、圧電基板21の主面の長さLと幅Wの比(L/W)が1.1～1.4であり、かつ圧電基板21の主面の長さLと駆動周波数Fとの積(F×L)が4700～6000kHz・mmとされている。
- [0048] このような積層型圧電トランスでは、図1に示す圧電トランスと同様の効果を得ることができるが、さらに出力側電極の面積を増加できるため、同じ長さを持つ単板型圧電トランスに比べて出力電流を大きく取ることができる。
- [0049] また、積層型圧電トランスにおけるインピーダンス整合となる負荷抵抗RL'は、単板型圧電トランスと比べて、出力側静電容量Cd2を大きく取ることができるため、より低インピーダンスにおいてインピーダンス整合をとることが可能である。
- [0050] また、圧電トランスにおける電圧の昇降圧比(=V2/V1)は、入力側静電容量をCd1とすると、 $V2/V1 \propto (Cd1/Cd2)^{1/2}$ となることから、圧電トランスを積層することでCd1、Cd2を制御し、昇降圧比を任意に設定することができる。即ち、本発明の圧電トランスは、昇降圧比を任意に決定することで、昇降圧コンバータもしくは昇降圧インバータに好適に用いることができる。
- [0051] このような積層型圧電トランスの製造方法について説明する。所望の組成にて混合されたPZT系圧電セラミックを、900～1100℃で仮焼成する。この仮焼成粉を粉碎し、バインダー、可塑性等を添加し、有機溶剤中に分散させてスラリーを作製する。得られたスラリーをドクターブレード法などを用いて、所望の厚さのセラミックグリーンシートとする。
- [0052] このセラミックグリーンシートの片面に、例えばAg-Pdペーストのような高耐熱性の導電ペーストをスクリーン印刷する。この場合に、図5に示すように、入力側電極となるパターン36と出力側電極となるパターン37が形成されたグリーンシート31と、出力側電極となるパターン37のみが形成されたグリーンシート32を作製し、これらを図5に示すように積層し、最上層に電極パターンが形成されていないグリーンシートを積

層し、これを熱間プレスにより連結し、一体化させ、400～500℃で加熱して脱脂を行った後、1100～1300℃で焼結する。尚、図5には、一部のグリーンシートのみ記載した。

- [0053] 次に、焼結体の上下面に入力側電極、出力側電極となるガラスを含有する導体ペーストを塗布し、焼結体の両側面に外部電極となるガラスを含有する導電ペーストを塗布し、焼き付け、圧電トランスを作製する。出力側電極24a～24jは一对の外部電極25b1、25b2により一層毎に交互に接続されている。即ち、入力側電極および出力側電極は、積層型コンデンサや積層型圧電アクチュエータのような構造であり、内部電極が一对の外部電極に一層おきに接続されている。
- [0054] さらに、積層体を120℃のシリコンオイル中にて、入力側電極22a、22b、23a、23b及び出力側電極24a～24jに、各々直流電圧を印加して、約30分間分極処理することにより、積層型圧電トランスを得る。
- [0055] 次に、本発明の圧電トランスを用いたDC-DCコンバータからなる電源装置を説明する。このDC-DCコンバータは、直流電源電圧を高周波の交流信号に変換するとともに、トランスへの入力電圧を制御するスイッチ部と、該高周波交流信号を昇降圧する圧電トランスと、変圧された高周波信号を直流の出力電圧に変換する整流回路と、出力電圧を検出する電圧検出部と、電圧検出部の出力に応じスイッチ部の開閉を制御する制御部とを具備するものである。図6にその一例を示す。
- [0056] 制御部は、スイッチ部の開閉時間を変化させることにより、圧電トランスの駆動周波数Fを変化させ、主面の長さLと駆動周波数Fの積が4700～6000kHz・mmとなるように変化させるものである。もしくは $4700\text{kHz}\cdot\text{mm}\leq F\times L\leq 6000\text{kHz}\cdot\text{mm}$ の範囲でかつスイッチ開閉時間の時比率をも変化させるものである。スイッチ部では、高効率化のためにスイッチでの損失を抑えるべく、ソフトスイッチングの技術を導入することが望ましい。
- [0057] 尚、図7(a),(b)に示すように、圧電基板の上面の入力側電極12、13、22a、23aと、下面の入力側電極91、92、93、94との電極形状を異ならせ、上側の入力側電極12、13、22a、23aの面積を、下側の入力側電極91、92、93、94の面積よりも小さくすることができる。

[0058] 本発明の別の形態の圧電トランスでは、図13(b-1)～図13(f-1)に示すように、長方形の圧電基板11の外周部に切り欠き部30を形成する。なお、図13(a-1)～図13(f-1)は、後述する図8と同様な1/4対称モデルを示しており、図2におけるxy方向の矢印で囲まれる右上部分の領域をモデル化(1/4対称モデル)して解析した。従って、このモデルでは、部分電極13は片側半分のみが示されている。

[0059] 長方形の圧電トランスの長辺部や短辺部に2箇所ないし8箇所の切り欠き部30を形成することによって、不要な振動モードに起因した効率が極端に低下する周波数を、使用する周波数帯から遠ざけることが可能になる。その結果、不要な振動モードに起因した効率が極端に低下する周波数を低周波側へ移動でき、効率が高くなる周波数の帯域を広げることが可能になる。なお、切り欠き部30を設ける際は、圧電トランス素子の1/4対称性を保つように形成することが望ましい。

図13では、切り欠き部30はいずれも長方形としていたが、半円状や、半楕円形状でも良い。切り欠き部を形成するには、ダイシングソーやワイヤソーなどを利用して加工すればよい。

[0060] 本発明の更に別の形態の圧電トランスでは、対向して形成された入力側電極のうち少なくとも一方が、第1入力部および第2入力部における圧電基板の主面の中央部に配置された中央電極と、該中央電極の圧電基板の幅方向両側に設けられた端部電極とを具備してなる。更に、中央電極と幅方向の端部電極とが電極材料で連結されていても良い。

具体的には、図9(S6)、およびこのモデルの具体的な形態である図16に示すように、中央電極31だけでなく、幅方向の両端に島状の電極32を設けても良い。図9(S6)では、中央電極31も両端の島状の電極32も図11のひずみ S_{xx} (x方向のひずみ)が大きい部分に形成している。FEMシミュレーションのひずみ分布と許容される静電容量に応じて、電極面積を決定すればよい。

[0061] 通常、第1入力部および第2入力部における圧電基板の主面に対する部分電極の面積比は、60%以下、特には5～60%であるのがよく、20～50%であるのが好ましい。なお、上記面積比がこれを下回る場合であっても、前記した切り欠き部30を形成することによって不要な振動モードに起因した効率が極端に低下する周波数を低周

波側へ移動でき、効率が高くなる周波数の帯域を広げることが可能になる。

[0062] また、更には、図9(S7)に示すように中央電極33と幅方向の両端の島状の端部電極34とを電極材料35で電氣的に接続する部分を形成しても良い。許容される静電容量が大きい場合は、図9(S8)、およびこのモデルの具体的な形態である図17に示すように中央電極33[′]、端部電極34[′]および電極材料35[′]の電極面積を広げることとも可能である。図9(S7),(S8)に示すように中央電極と端部電極が連結される場合においては、それぞれの電極に別途電氣的な接続を取る為の配線が不要となり便利である。

[0063] 本発明の圧電トランスを圧電トランス装置のケースに実装したり、直接マザーボード等を実装する際は、圧電トランスの振動変位の小さい部分を半田や接着剤等で固定したり、圧電基板の両主面をバネ性を有する金具等で挟持すればよい。その際、図12、およびこのモデルの具体的な形態である図18に示すように、圧電トランスの振動変位の小さい5箇所部分を保持部40、41として、この保持部40、41で圧電トランスを図示しない他部材に保持固定すれば、振動を大きく阻害することなく保持することが可能である。素子の出力部中央の1箇所(保持部40)と入力部の4箇所(保持部41)の合計5箇所を保持固定することで、対称性が保たれ、安定して固定できることになる。入力部の固定において、他部材に電極が形成されている場合は半田や導電性接着剤等を利用し、電極が形成されていない場合は、絶縁性の接着剤を利用することが望ましい。

[0064] また、保持固定する部分に島状の電極(図示せず)を形成し、図19に示すように入力部A1、C1の入力側部分電極12,13をその島状の電極まで引き延ばしておけば、半田等で基板の電極パターン上に固定することで、振動を大きく阻害することなく、他部材に保持できるとともに、他部材との導通を取ることが可能になる。

[0065] 本発明の圧電トランス装置は、複数の圧電素子を電氣的に接続して構成される。図14に圧電トランスの回路図を示す。図14では、2個の圧電トランス素子Tr1、Tr2を電氣的に接続した状態を示すものであるが、3個以上の場合も同様に接続すればよい。入力電圧に対して、複数の圧電トランスTr1、Tr2・・・の入力部を直列に接続する。一方、出力においては、負荷抵抗に対して複数の圧電トランス素子Tr1、Tr2・・・

の出力部を並列に接続する。具体的には、入力側の回路から圧電トランスTr1の表側の2つの入力側電極に入力する。そして、圧電トランスTr1の裏側の入力電極から、圧電トランスTr2の表側の2つの入力電極に接続する。そして、圧電トランスTr2の裏側の2つの入力電極は入力側のグランドに設置する。一方出力部においては、2つの圧電トランスTr1、Tr2の表側の出力電極を負荷抵抗の正極側(RLの上側)に接続し、2つの圧電トランスTr1、Tr2の裏側の出力電極を負荷抵抗の負極側(RLの下側)に接続すればよい。この様に入力部を直列接続、出力部を並列接続することにより、入力側の静電容量を $1/N$ (ただし、 N は圧電トランスの数を示す。)に低減することが可能になる。この接続法は、入力側、出力側電極が全面電極の場合についても用いることができる。

[0066] 以下、実施例を挙げて本発明の圧電トランスを詳細に説明するが、本発明の圧電トランスは以下の実施例に限定されるものではない。

実施例 1

[0067] 本発明の圧電トランスについて有限要素法を用いたコンピュータシミュレーションを行った。

[0068] 圧電トランスの材料として、 $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$ 系圧電材料を想定しており、シミュレーションでは、圧電定数 $d_{31} = -125\text{pC/m}$ とし、比誘電率 $\epsilon_r = 1420$ 、 $Q_m = 1000$ として計算を行った。

[0069] 図8に、シミュレーションに用いた有限要素モデルのメッシュ分割図を示す。シミュレーションにおいては、圧電トランスの対称性を考慮し、図2に示すように、同図の右上部分について、 $1/4$ 対称モデルを用いてシミュレーションを行った。図8において、符号42は $1/4$ 対称面を示している。

[0070] 圧電トランスの寸法は、長さ $L = 31.5\text{mm}$ 、幅 $W = 26.0\text{mm}$ 、圧電基板の厚み $T = 2.1\text{mm}$ とした。また、入力部の長さ $L_{in} = 10.5\text{mm}$ 、出力部の長さ $L_{out} = 10.5\text{mm}$ とし、入力部、出力部は単板とした。入力部、出力部の圧電磁器の分極方向はいずれも厚さ方向上向きとした。

[0071] シミュレーションにおいては、図6に示すように、入力部A1、C1に直接、交流電圧を印加し、出力側電極14,17間には負荷抵抗を接続して計算を行った。今回の計算

においては、 $RL = 750 \Omega$ の負荷抵抗を接続して計算して、150kHz～185kHzの範囲で周波数を振って計算を行った。

[0072] 入力電力を P_{in} 、出力電力を P_{out} として、効率を P_{out}/P_{in} により求めた。図9に、今回のシミュレーションに用いた入力側電極の形状を示す。電極12、13、15、16は圧電基板の両主面で同形状とした。図9(S0)が、入力部C1の全面に入力側電極43を形成した比較例である。図9(SS)が本発明の最も望ましい電極形状に相当するモデルである。今回の計算においては、楕円状の領域を考慮してメッシュ分割を行っていない。そこで、ひずみ S_{xx} が大きい領域を覆うように電極を形成した為、1/4対称モデルでは、凸字(半楕円)の形状の電極となった。図9においては、入力部に対する各入力側電極の面積比(%)を示した。この面積比は、出力部の両側の部分を入力部とし、それらの入力部における圧電基板の主面に対する入力側電極の面積とした。

[0073] シミュレーション結果として図10A、図10Bに、効率の周波数特性を示す。SS(本発明)は、比較例であるS0に対して入力側の電極面積比が22.5%まで狭くなっているにもかかわらず、効率は高い値を維持したままである。一方、SSよりも電極面積の広いS3(面積比30.8%)やS5(面積比31.6%)の結果を見ると、SSよりも大きく効率が低下している事が確認できる。一方、S3、S5と同じ電極面積比のS2やS4の結果をみると、やはりSSよりも効率は低くなっているが、比較的高い効率を維持していることが分かる。圧電トランスの効率は入力側の一概に電極面積比だけで決まるものではなく、電極を形成する位置も重要である事が確認できる。

[0074] 本発明の圧電トランスで使用している振動モードは、入力部の幅方向の中央部付近が横方向(圧電トランスの長さ方向)に、大きく伸縮する振動モードである。圧電トランスとして機能させる上では、如何に上記振動モードの振動を励振出来るかが重要となってくる。上記振動を励振するためには、入力部の幅方向中央部付近を大きく横方向にひずませる事が重要であると考えられる。図11に、S0の解析結果としてひずみ S_{xx} 分布をしめすが、ひずみ S_{xx} 分布をみると、入力部の中央部付近に楕円状のひずみ S_{xx} が大きい領域があることが分かる。SSの場合は、この楕円状の領域を覆うように電極を形成した。その結果、電極面積は小さくなったにもかかわらず、高い効率を

維持できたと考えられる。また、S2やS4は比較的ひずみ S_{xx} が大きい領域の近傍に電極が形成されているために高い効率が維持できたと考える。一方、S3、S5の電極は、ひずみ S_{xx} が大きい領域から離れた位置に電極を形成しているためには、電極面積は同程度にも拘らず効率は低下したと考えられる。

- [0075] そして、S5に比べると電極面積が広がるが、できるだけひずみ S_{xx} の大きな領域を選択して電極を形成したS6、S7、S8のモデルを作成して解析を行った。入力部の容量として許容できるのであれば、できるだけ広い電極面積となるように電極を形成すれば良いことがわかる。これらの解析結果より、電極面積を縮小する場合は、図11のひずみ S_{xx} 分布を考慮して電極の配置を決定することが重要であることが理解できる。

実施例 2

- [0076] 電極面積をS1のように約5%まで減少すると、ひずみ S_{xx} の大きい領域を選択しているにも拘らず、効率が低下することが確認できる。特に170kHzよりも低周波側の効率のピークが小さくなっていることがわかる。入力回路のインピーダンスマッチングや駆動用IC等の制限から、実際にはS1のような電極で使用せざるを得ない場合には、175kHz近傍の周波数で使用することが望ましいが、170kHz近傍に不要な振動モードに起因したスプリアスがある為に使用できる帯域が狭くなっている。
- [0077] そこで、図13に示すように圧電トランスの周辺部に矩形状の切り欠き部を形成してスプリアスの制御を試みた。図13に示すように圧電基板の周辺部に4箇所切り欠き部を形成すると、不要振動に起因したスプリアスを低周波側へ移動したり、スプリアスの影響を小さくしたり出来る為に、効率の帯域を広げることが可能になる。図13(a-1)は切り欠き部を形成しない場合の解析モデルである。ここでの解析では、電極面積比を6.1%まで縮小した場合の結果である。図示しないが、170kHz近傍のスプリアスは、圧電トランスとして利用するメインモードの振動モードと同じように面内の振動である為に、圧電トランスの長さL、幅Wの比L/W比や、出力部L2と入力部(L-L2)の比L2/(L-L2)等を変更してもメインモードとスプリアスモードの周波数が同じように変化して、帯域を広げる効果は見られなかった。

図12には、全面電極のS0の圧電トランスの変位分布を示す。変位の小さい部分を

薄い灰色で示し、変位が大きい部分を濃い灰色で示す。この結果より、圧電トランス素子を圧電トランス装置のケース等に固定する場合は、図12に示した変位の小さい領域(図の四角形)の5箇所を固定すれば、振動への影響を抑制して保持固定できることになる。

実施例 3

[0078] 図14には、複数の圧電トランスを接続して構成した圧電トランス装置の一例として、2個の圧電トランスを接続した圧電トランス装置の回路図を示す。入力側の接続においては、2個の圧電トランスの入力部が入力電圧に対して直列になるように接続する。接続する圧電トランスの数をNとすると、入力部の静電容量は、1個の場合の $1/N$ に低減できることになる。一方、出力側の接続においては、出力側の負荷に対して、並列接続となるように接続する。この様にするここと、入力電圧はN倍にする必要があるが、出力電力をN倍に増加することが可能となる。複数の圧電トランスを重ねて1つのブロックにすることも考えられるが、1つのブロックにすると圧電トランスの厚さがN倍に増加し、圧電トランスの面内の寸法に比べ厚さだけが増加し、所定の振動モードが実現できなくなる。その為、複数の圧電トランスを回路的に接続することが有効になる。

図15は、3個の圧電トランスを接続した場合のシミュレーション結果を示す。3素子の場合の計算では、1素子の場合の3倍の入力電圧を印加した。この結果を見ると出力電力は3素子の場合、1素子の場合のほぼ3倍の出力電力となることがわかる。1素子の場合に比べて、3素子の場合、効率のグラフに不要なスプリアスが生じているが、効率は高い値を維持できていることが確認できる。

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載の範囲内で種々の変更や改良が可能である。

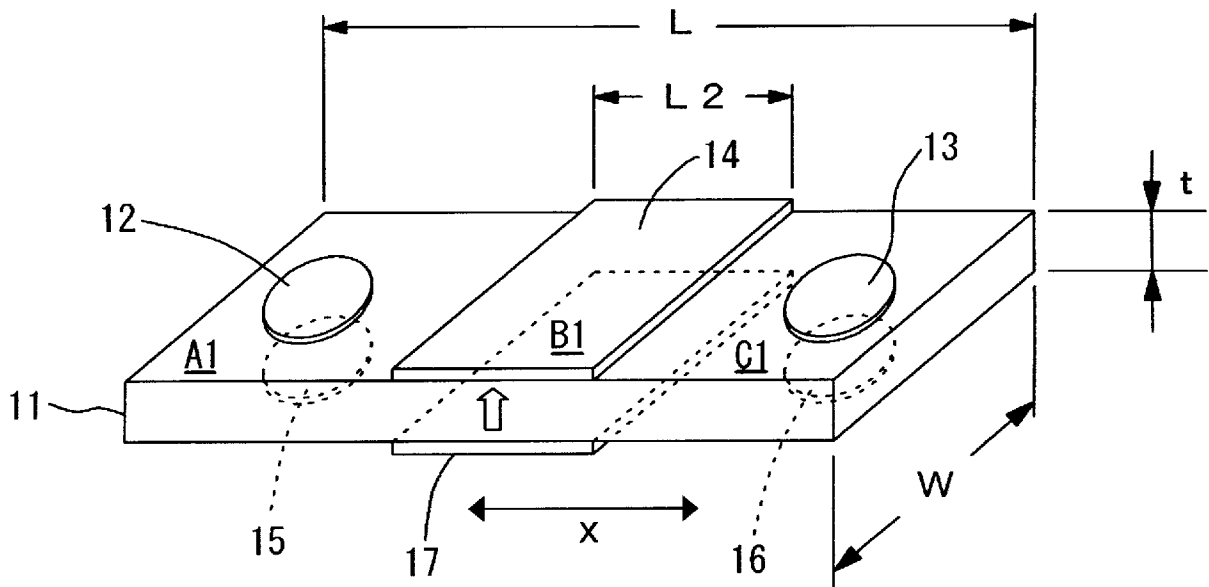
請求の範囲

- [1] 両主面の形状が長方形状である圧電基板と、該圧電基板の両主面に形成された入力側電極および出力側電極とを具備して構成され、出力部と、該出力部の両側の第1入力部および第2入力部とを有する圧電トランスであって、
前記出力部は、前記圧電基板の両主面のうちその長さ方向中央部に前記出力側電極を形成して構成されており、
前記第1入力部および前記第2入力部は、前記圧電基板の両主面のうちその長さ方向両端部に入力側電極をそれぞれ形成して構成されており、
前記第1入力部および前記第2入力部の各入力側電極は、前記圧電基板の両主面に互いに対向して形成され、かつ互いに対向して形成された前記入力側電極のうち少なくとも一方が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の面積よりも小さい部分電極であることを特徴とする圧電トランス。
- [2] 前記部分電極が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の中央部に配置されている請求項1に記載の圧電トランス。
- [3] 前記出力部における前記圧電基板内には、複数の出力側電極が厚み方向に所定間隔をおいて形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の圧電トランス。
- [4] 互いに対向して形成された前記入力側電極がいずれも前記部分電極であることを特徴とする請求項1乃至3のうちのいずれかに記載の圧電トランス。
- [5] 前記圧電基板の周縁に切り欠き部が形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のうちのいずれかに記載の圧電トランス。
- [6] 互いに対向して形成された前記入力側電極のうち少なくとも一方が、前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面中央部に配置された中央電極および前記主面の端部に配置された端部電極を具備してなることを特徴とする請求項1乃至5のうちのいずれかに記載の圧電トランス。
- [7] 前記中央電極と前記端部電極とが電極材料で連結されていることを特徴とする請求項6に記載の圧電トランス。
- [8] 前記第1入力部および前記第2入力部における前記圧電基板の主面の幅方向両

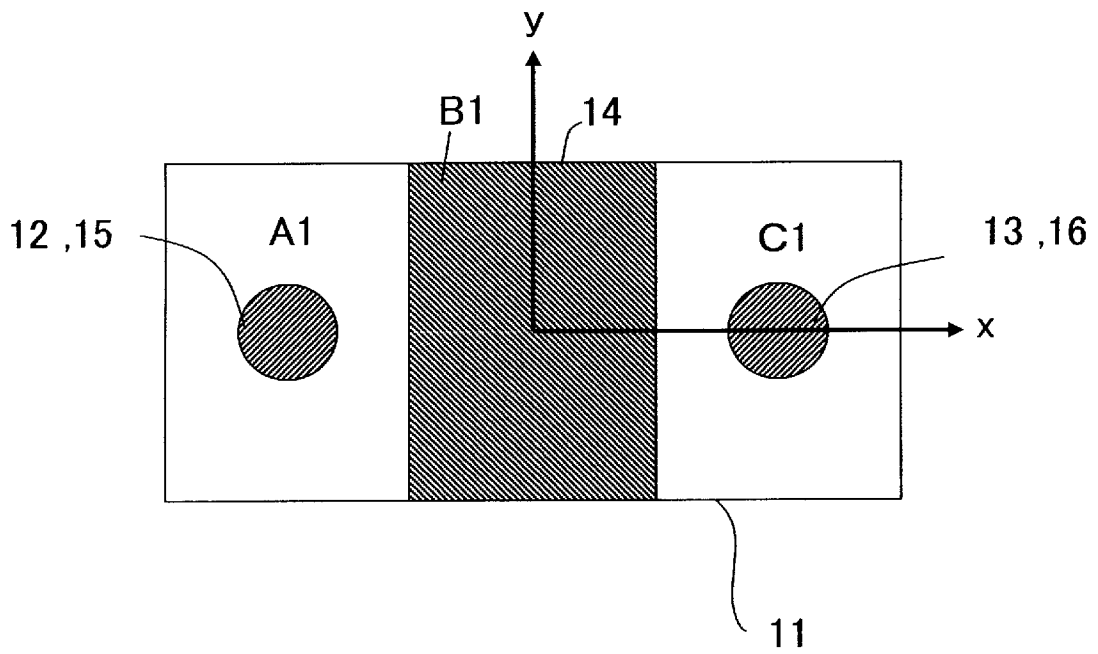
端部と、前記出力部の出力側電極の幅方向中央部とが、他部材に取り付けるための保持部とされていることを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれかに記載の圧電トランス。

- [9] 前記第1入力部および前記第2入力部における前記保持部に電極が形成されており、前記入力側電極が前記保持部まで引き延ばされていることを特徴とする請求項8記載の圧電トランス。
- [10] 請求項1乃至9のいずれかに記載の圧電トランスを複数有するとともに、前記複数の圧電トランスの前記第1入力部および前記第2入力部における前記入力側電極がそれぞれ直列に接続され、前記複数の圧電トランスの前記出力部における前記出力側電極が並列に引き出されていることを特徴とする圧電トランス装置。

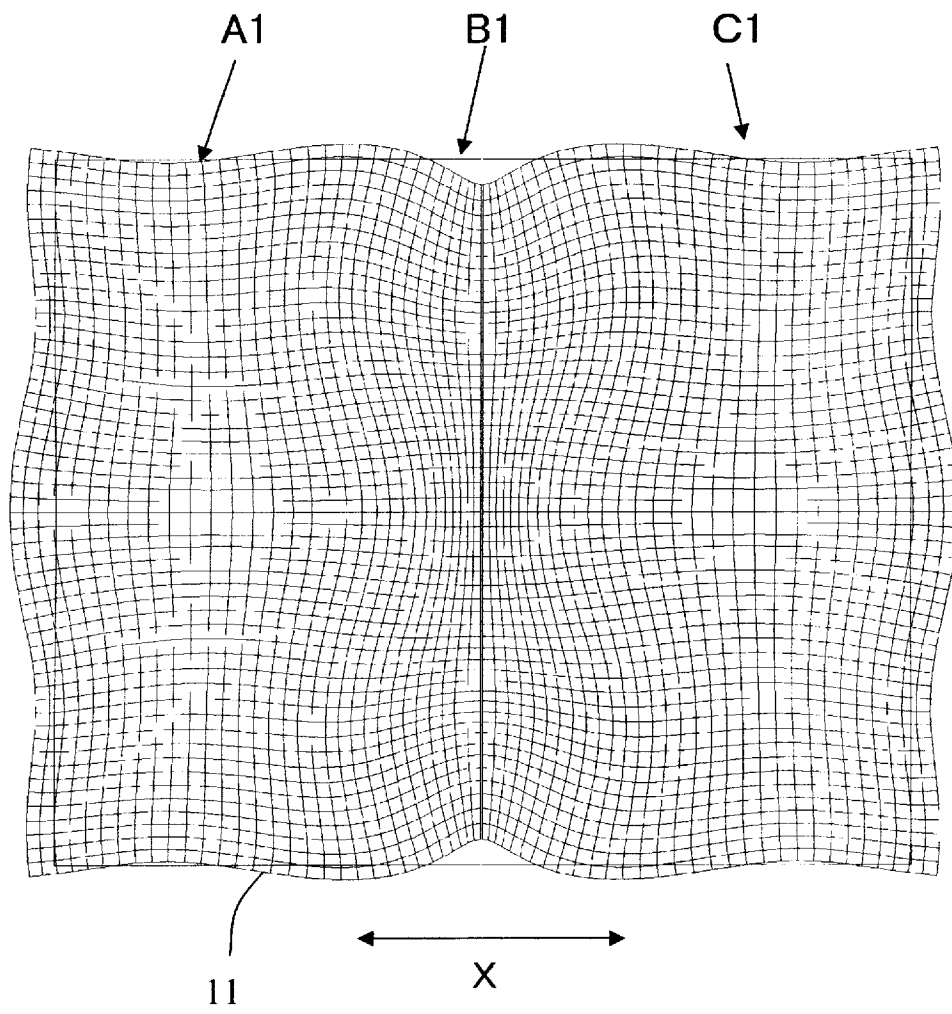
[図1]



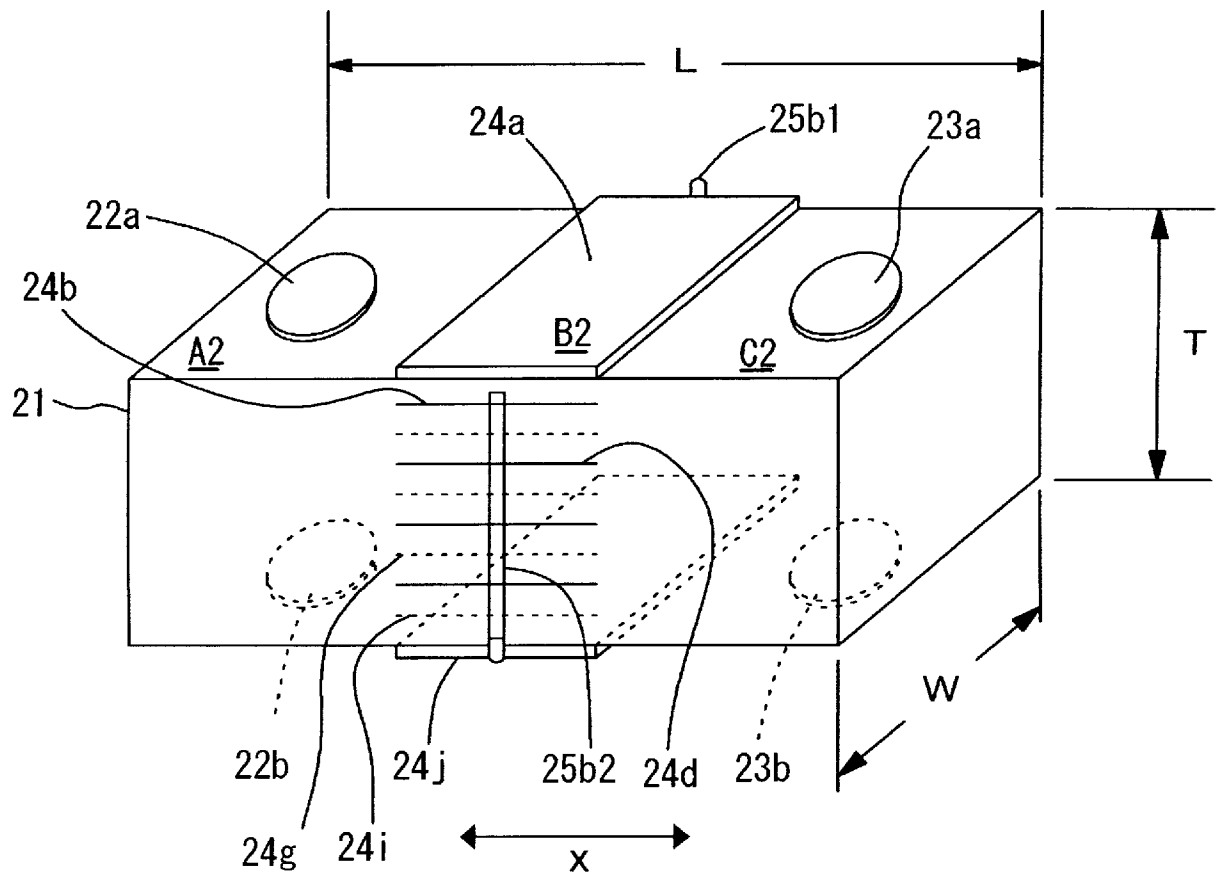
[図2]



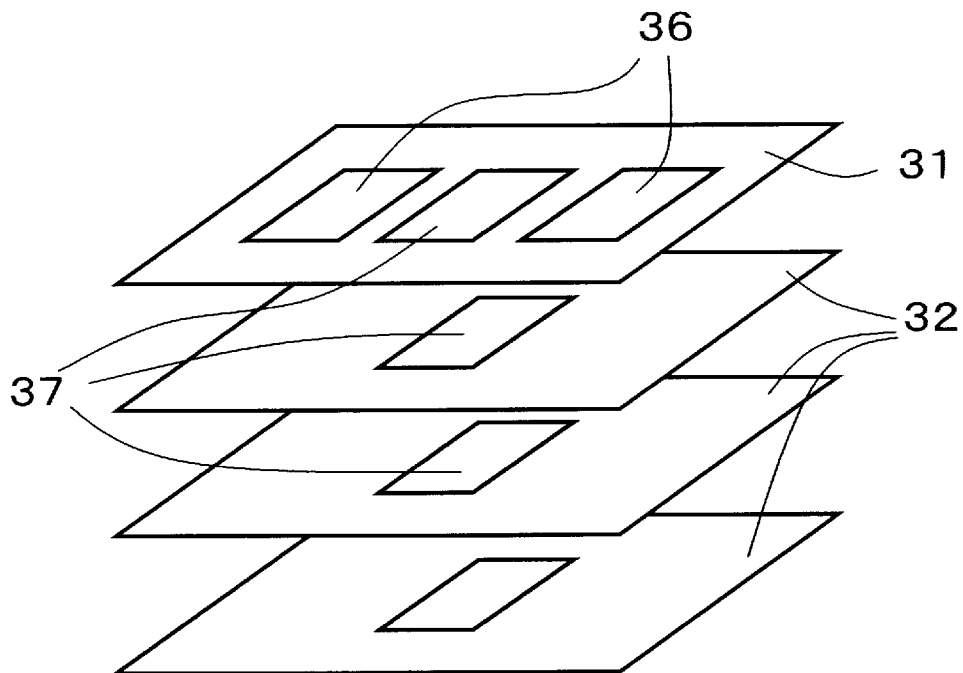
[図3]



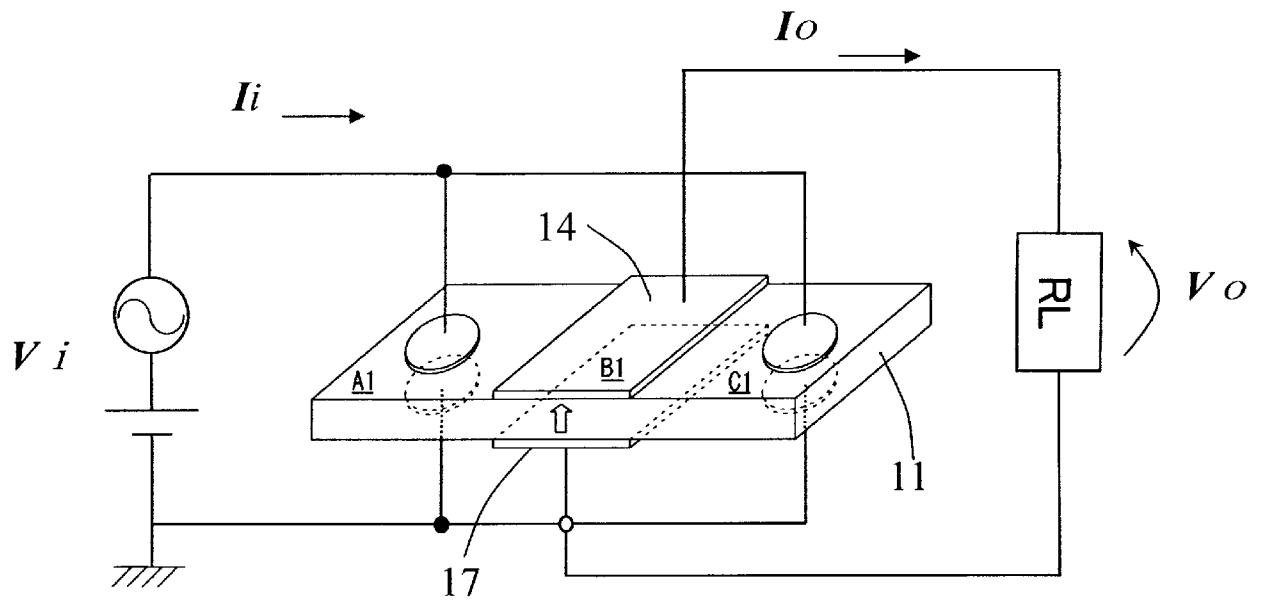
[図4]



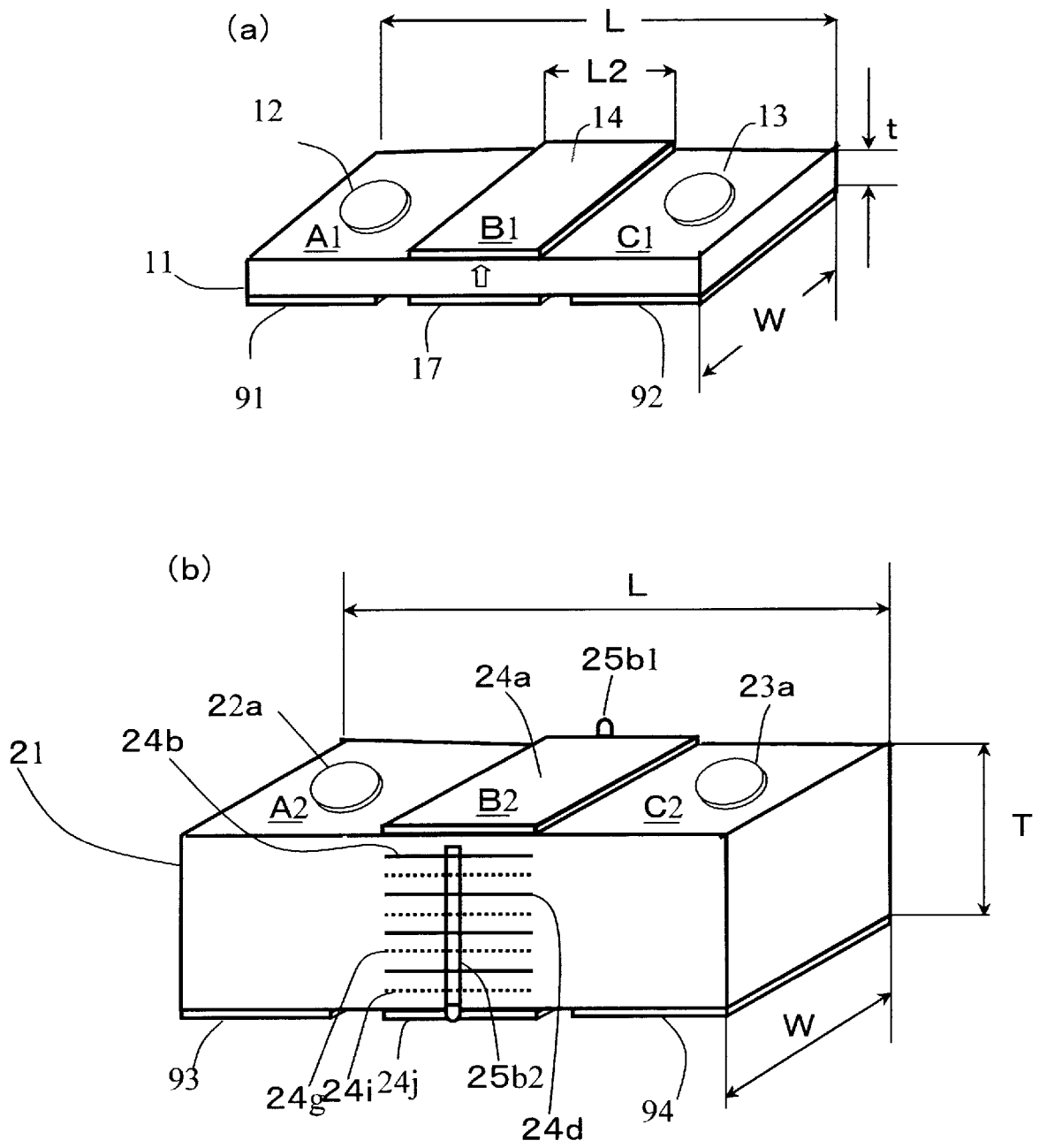
[図5]



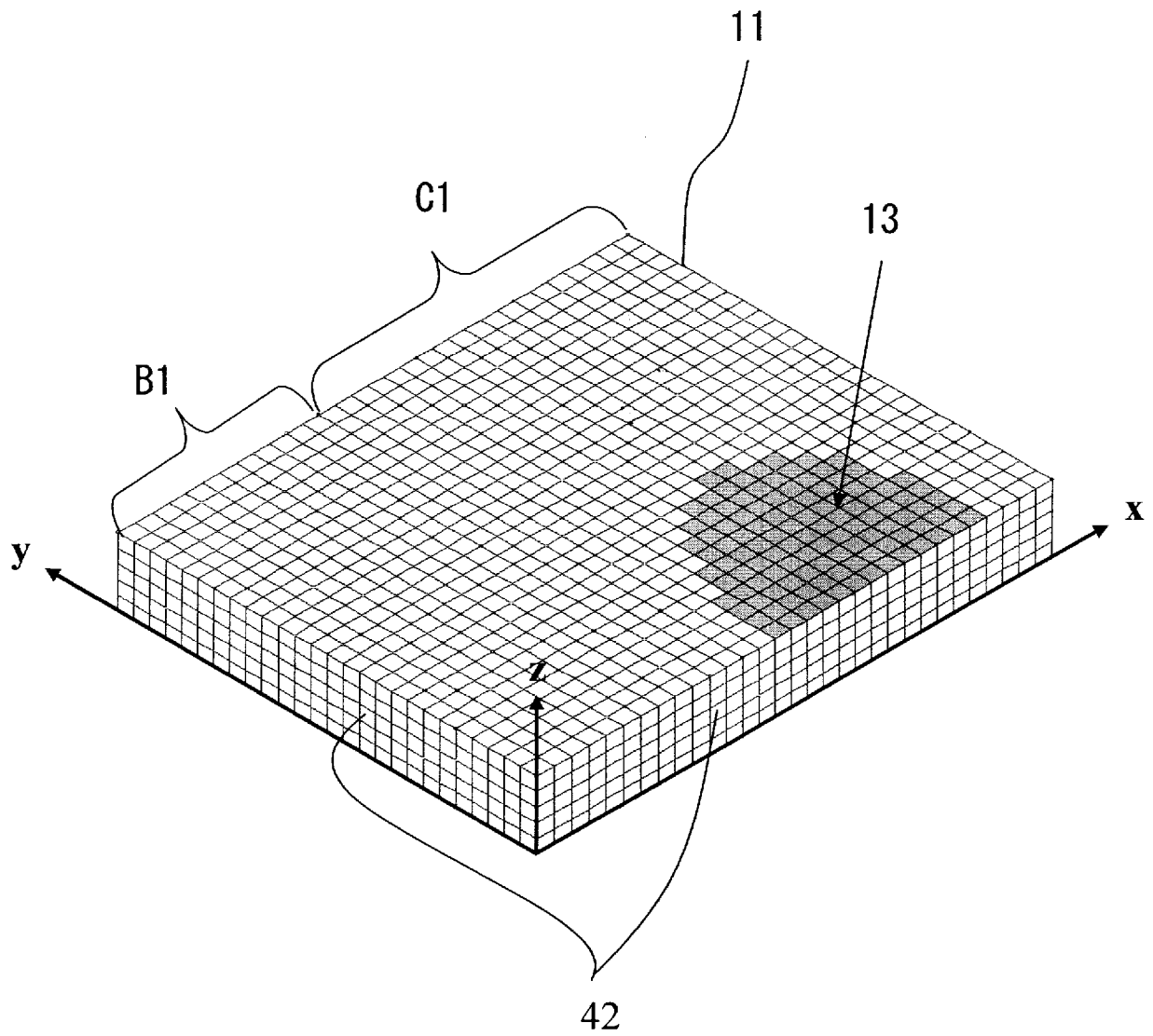
[図6]



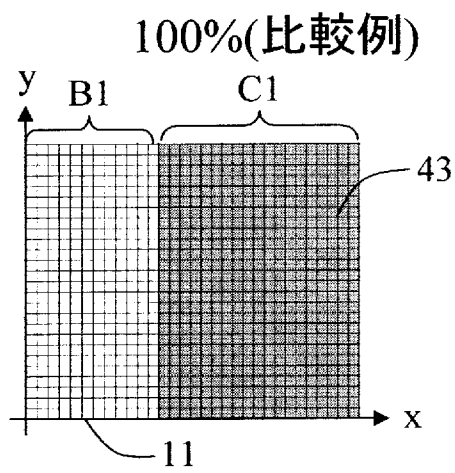
[図7]



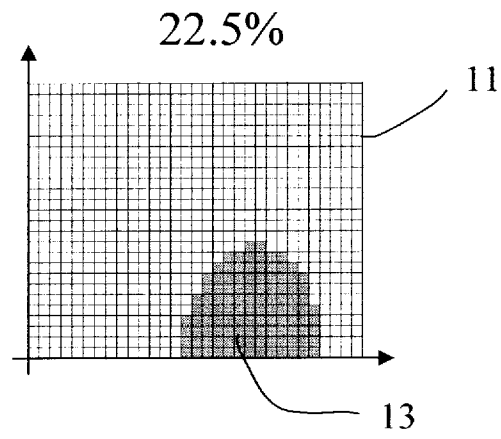
[図8]



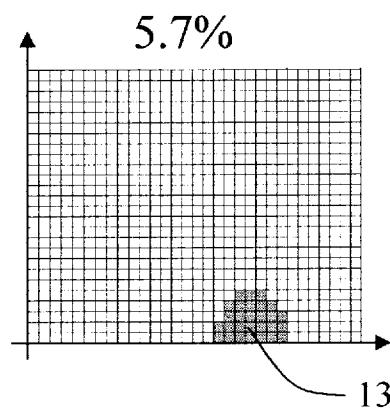
[図9(S0)]



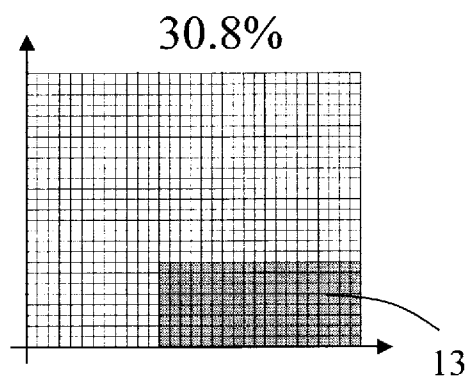
[図9(SS)]



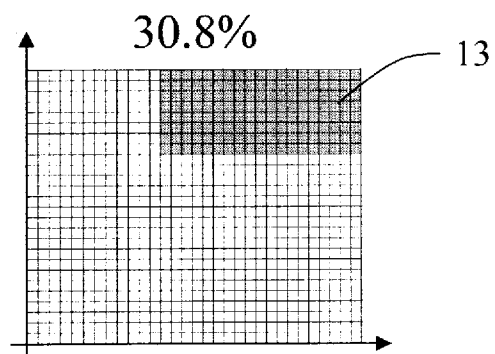
[図9(S1)]



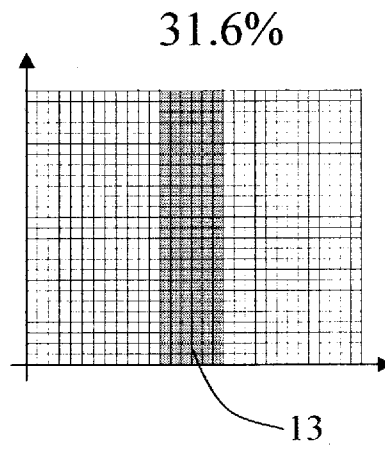
[図9(S2)]



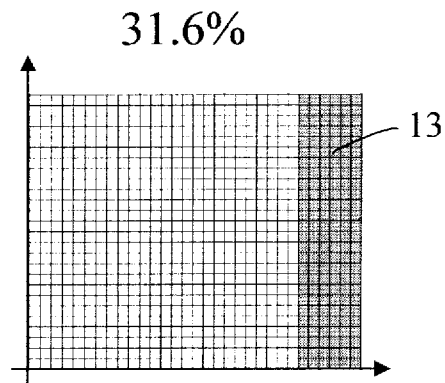
[図9(S3)]



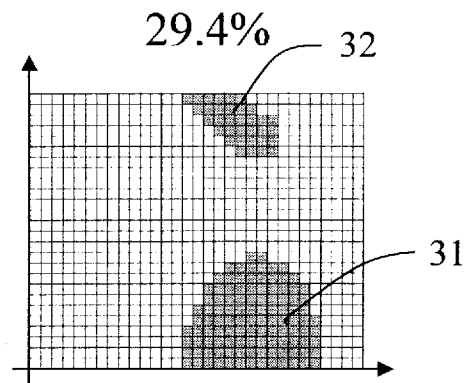
[図9(S4)]



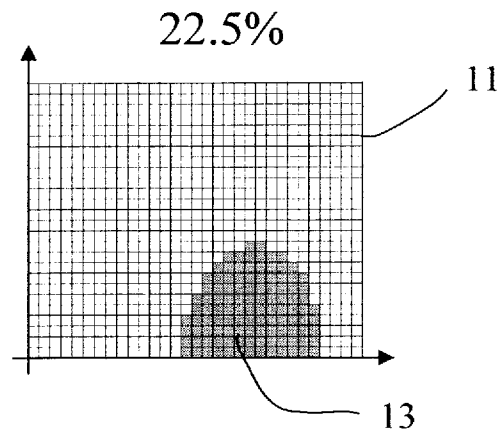
[図9(S5)]



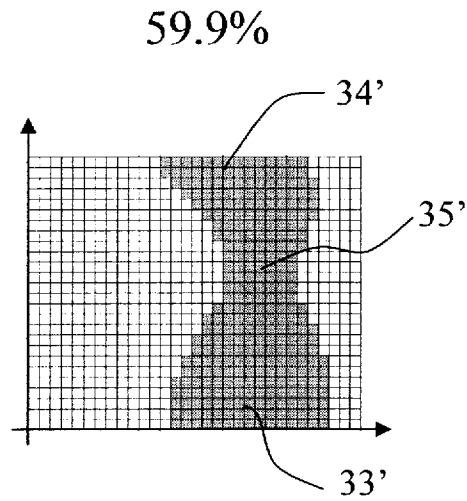
[図9(S6)]



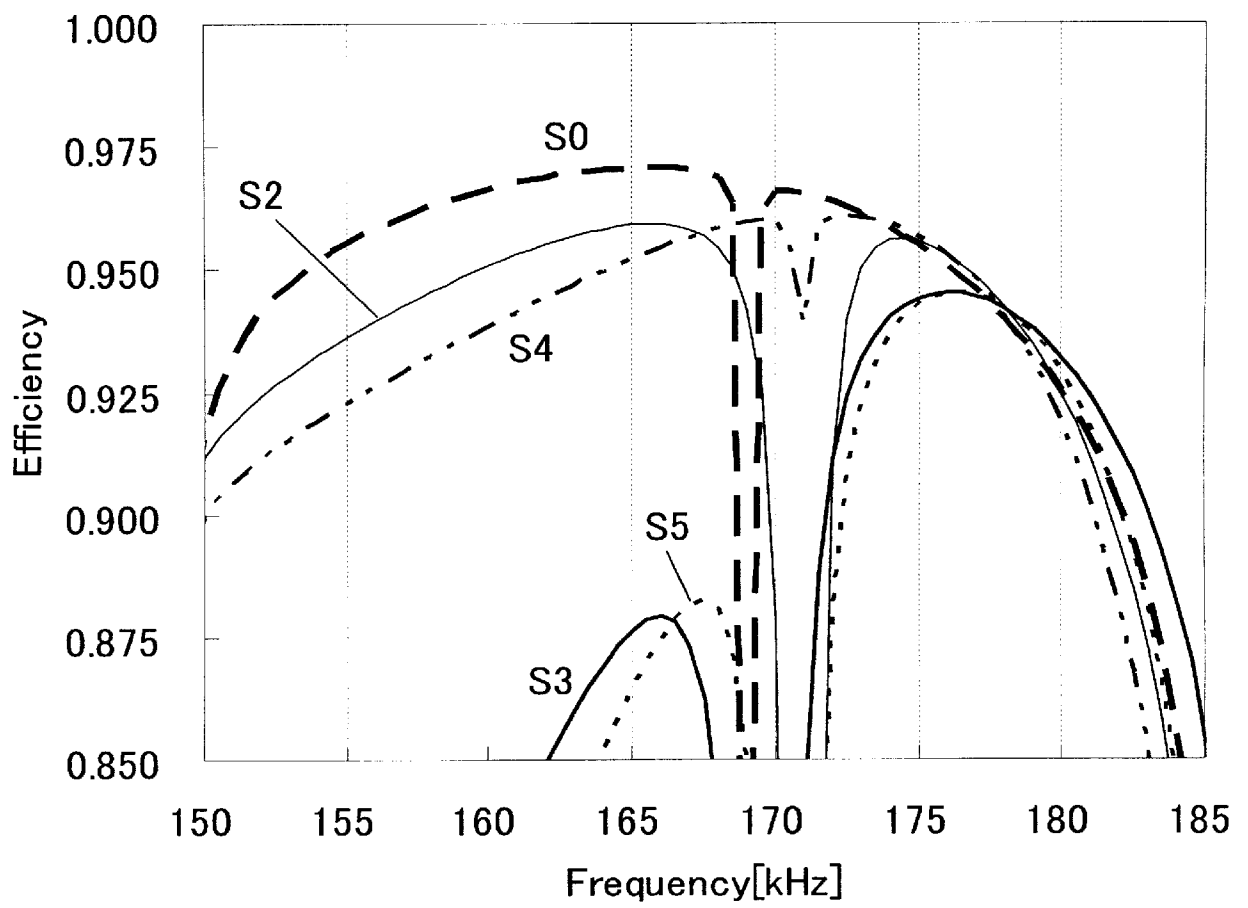
[図9(S7)]



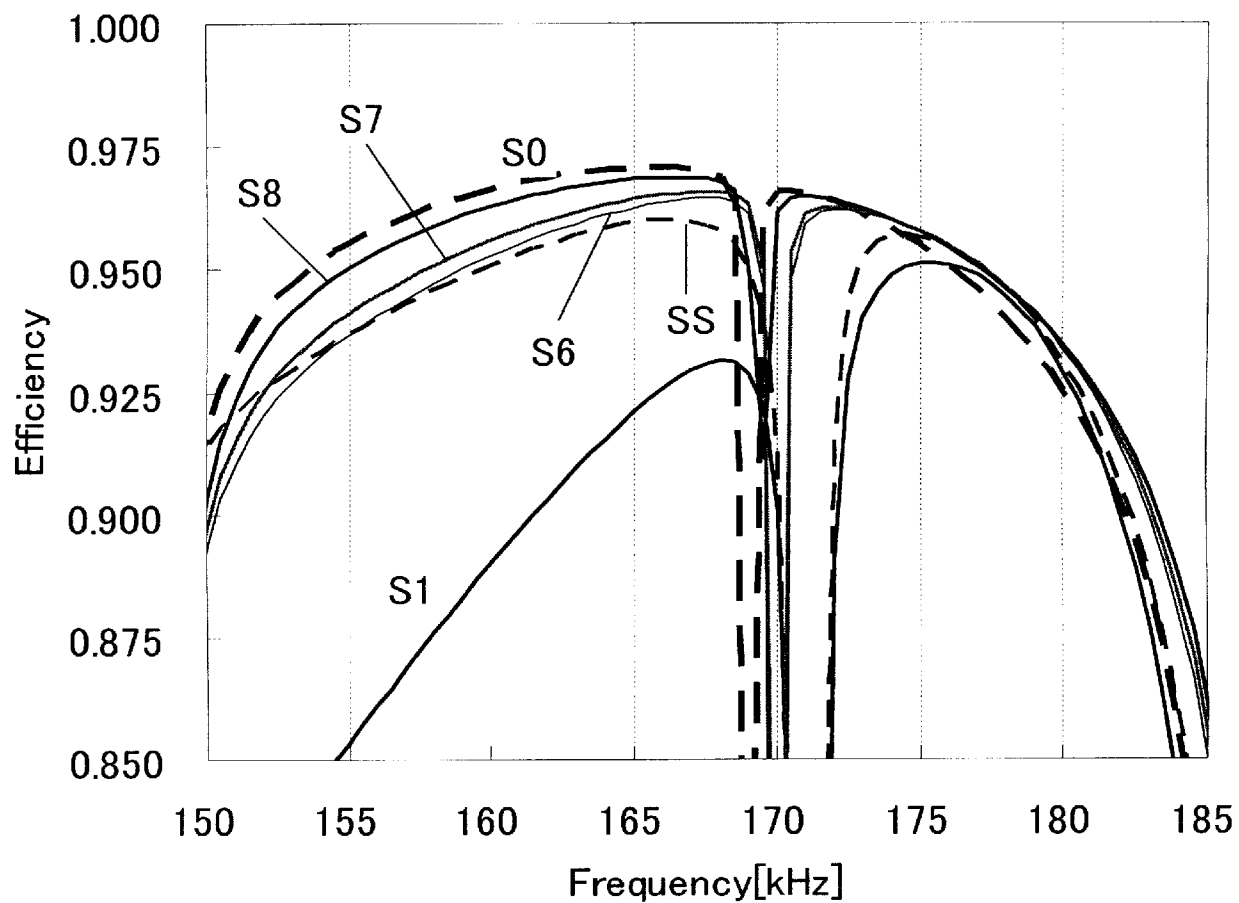
[図9(S8)]



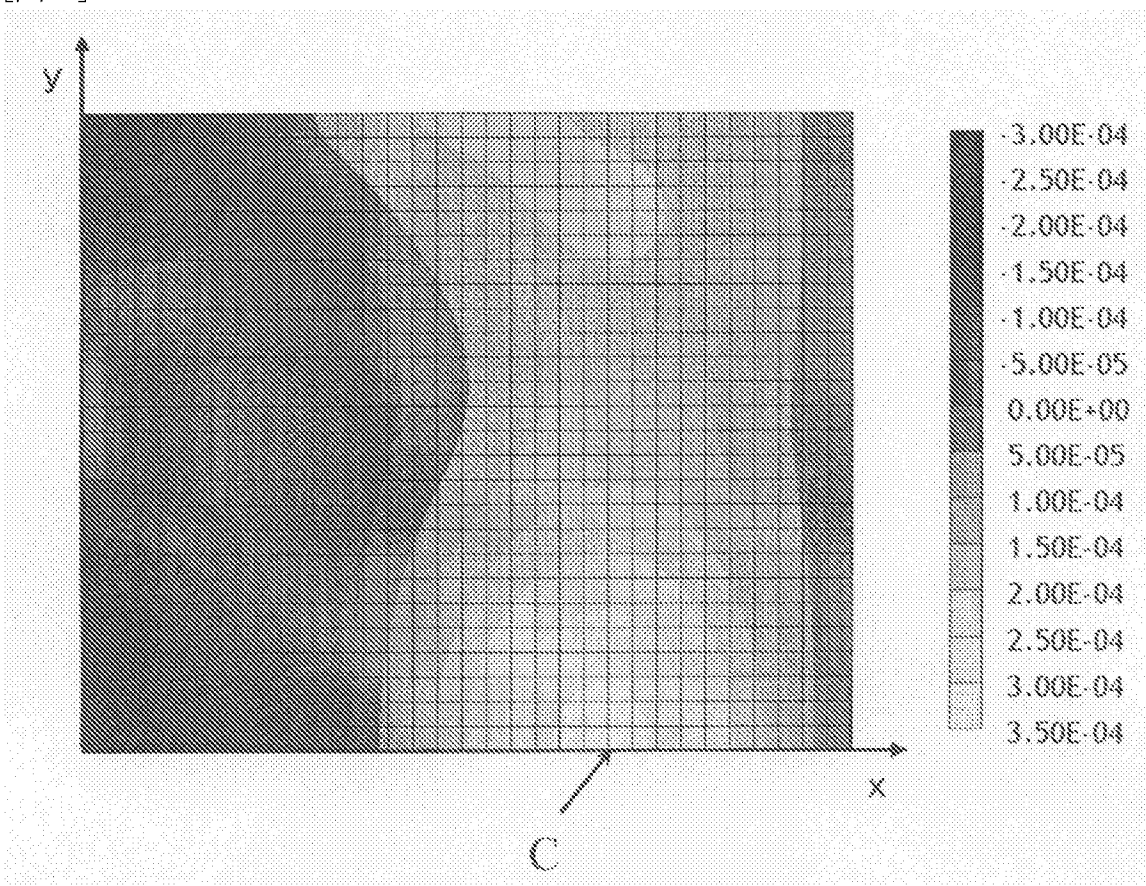
[図10A]



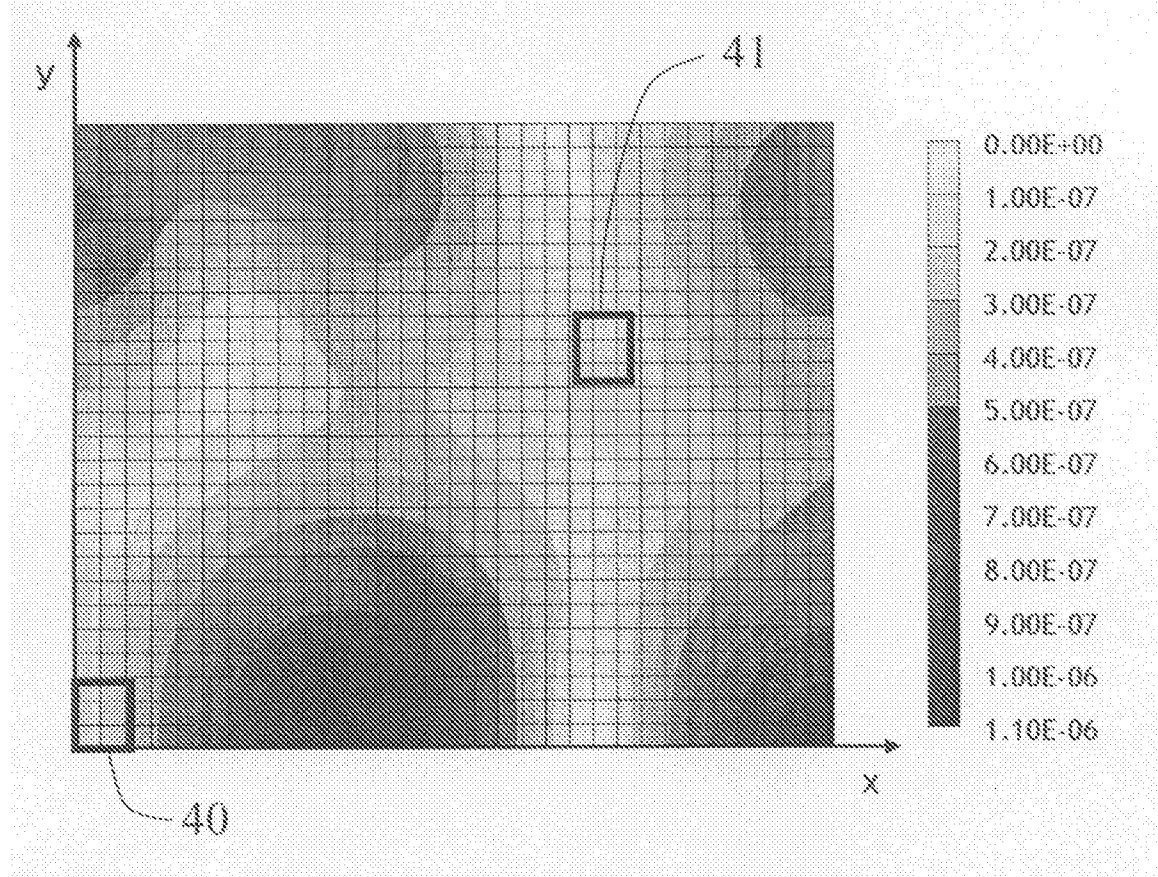
[図10B]



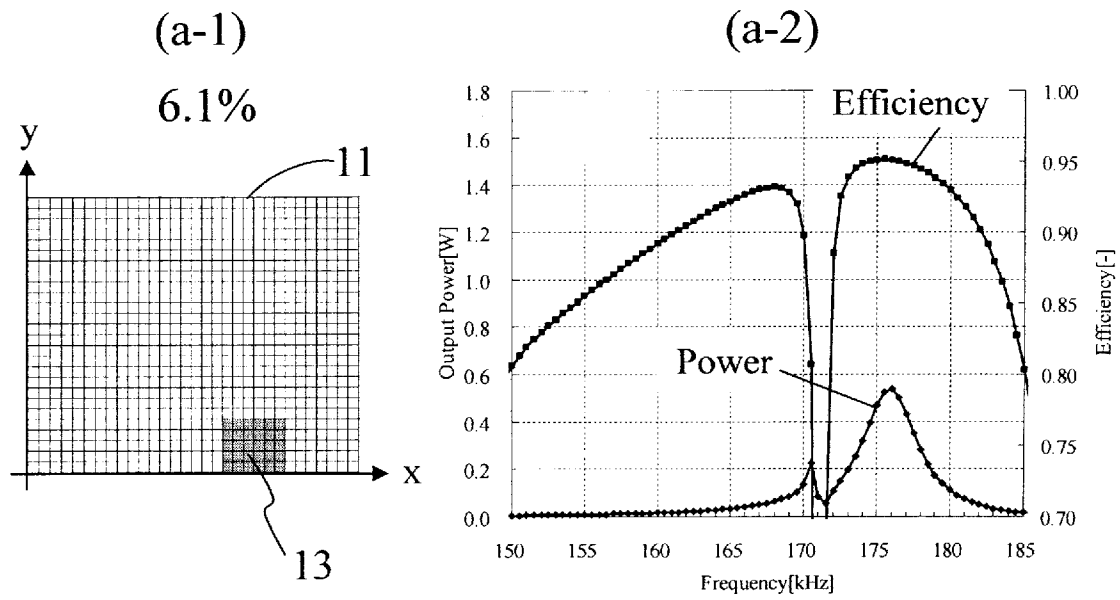
[図11]



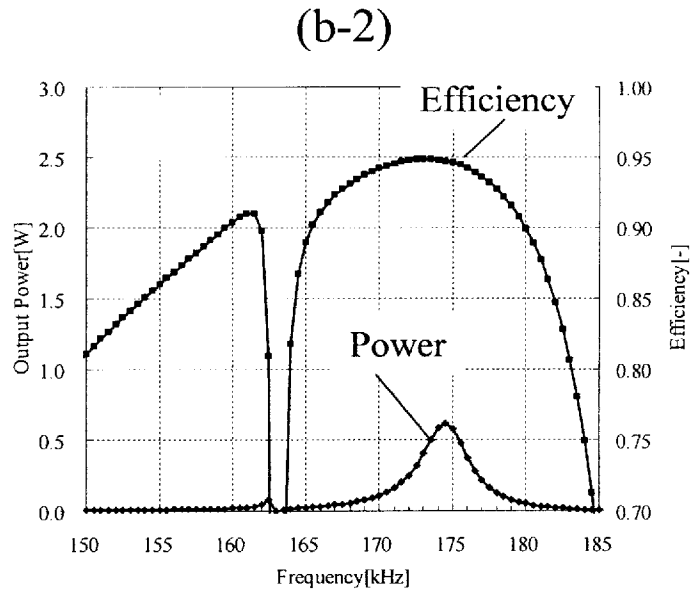
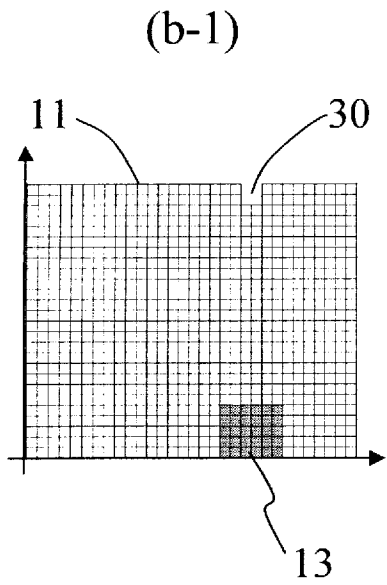
[図12]



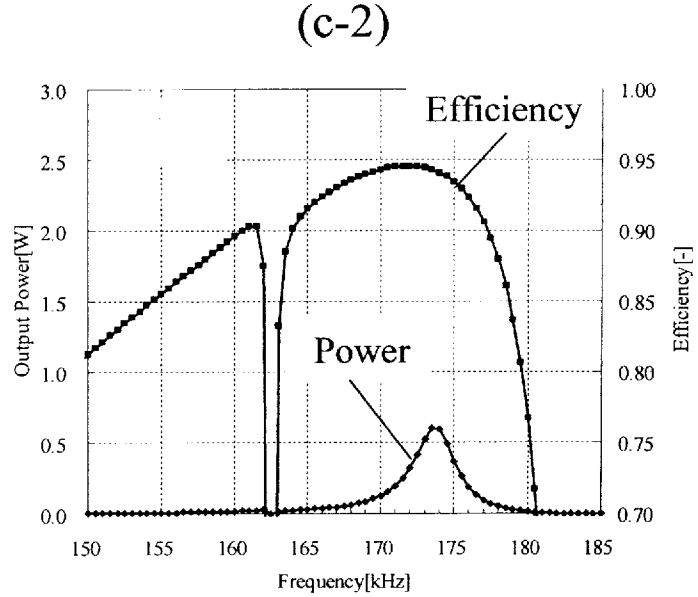
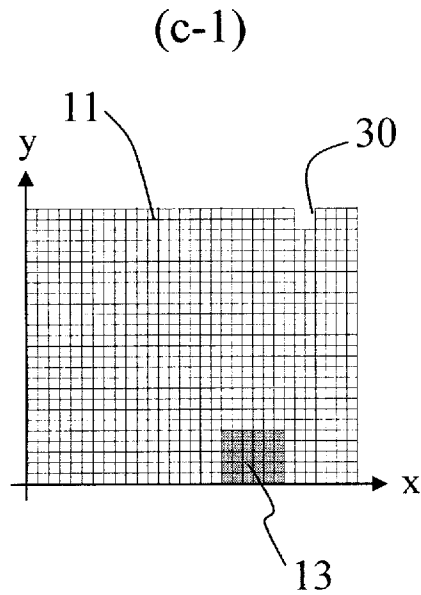
[図13a]



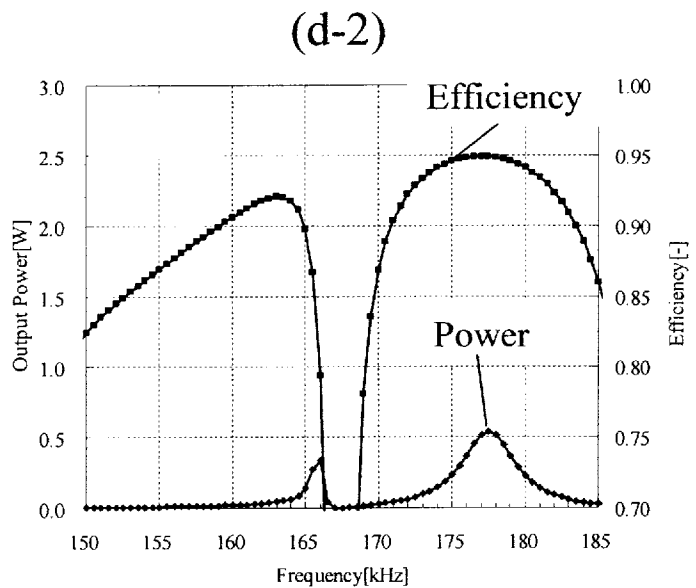
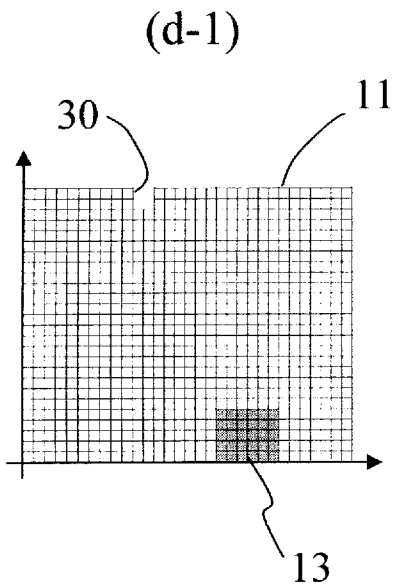
[図13b]



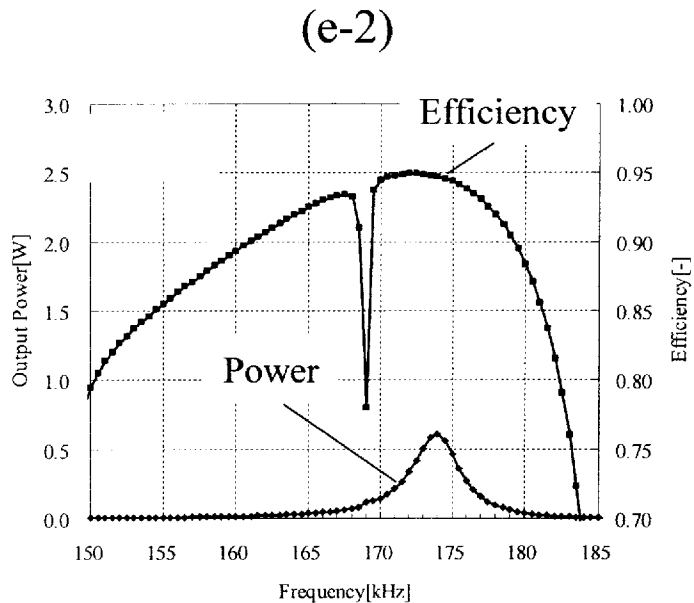
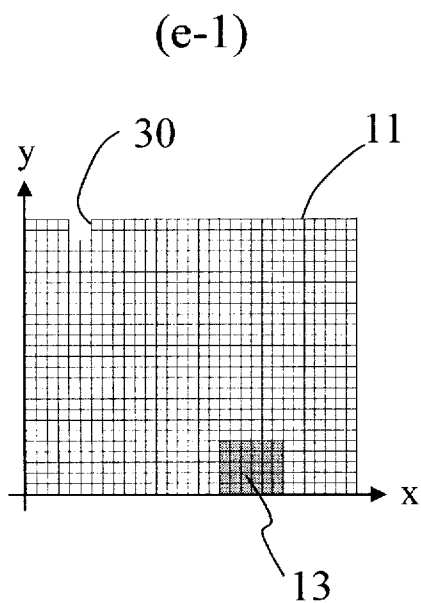
[図13c]



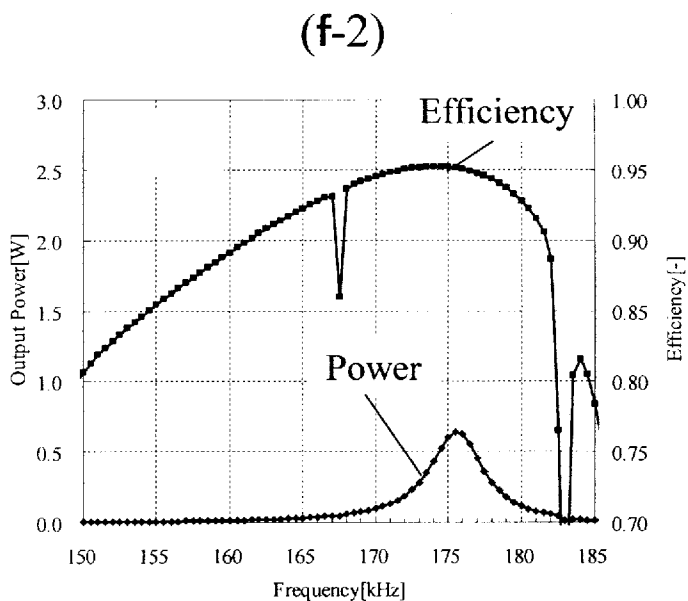
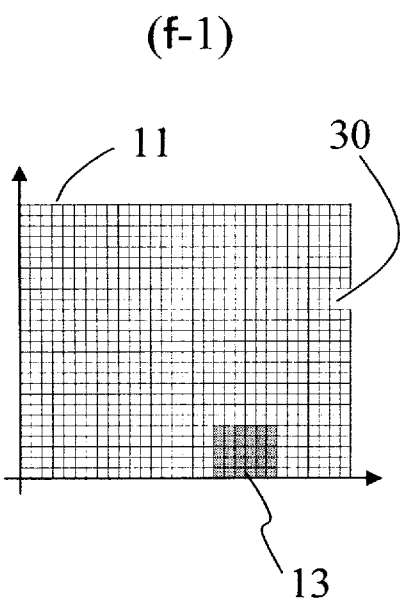
[図13d]



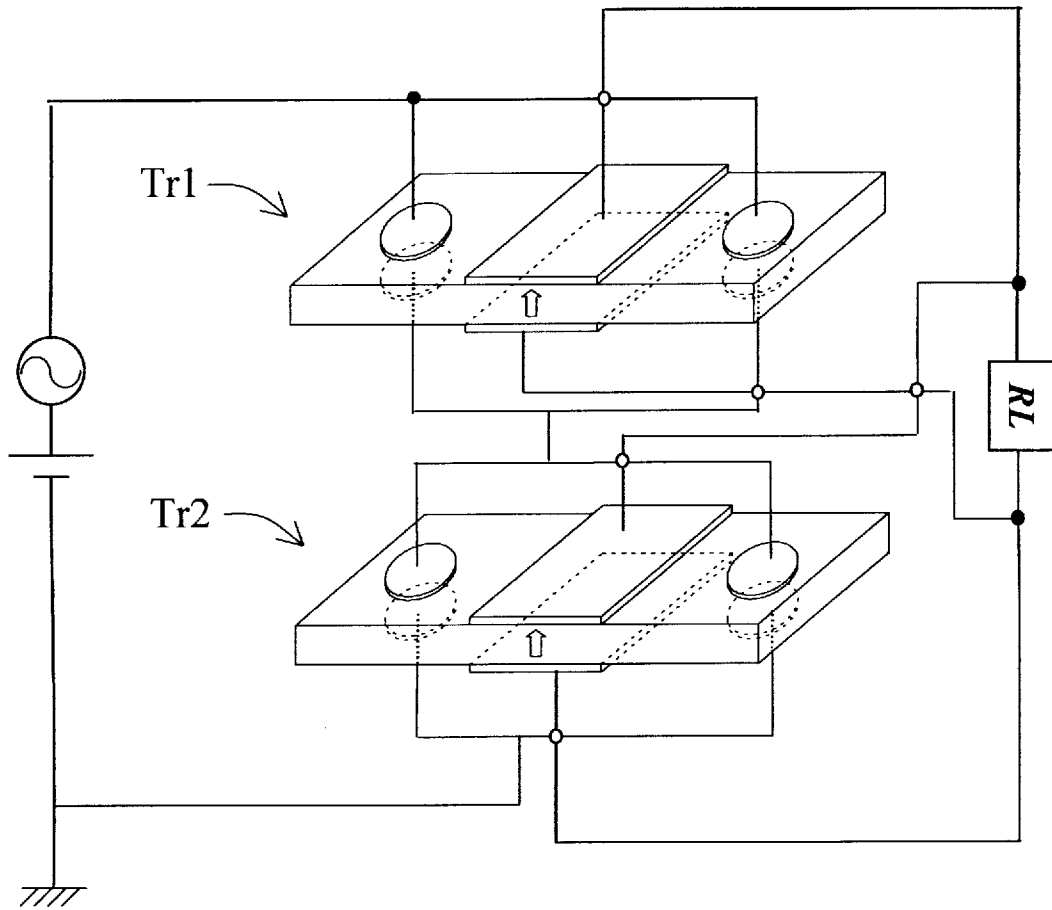
[図13e]



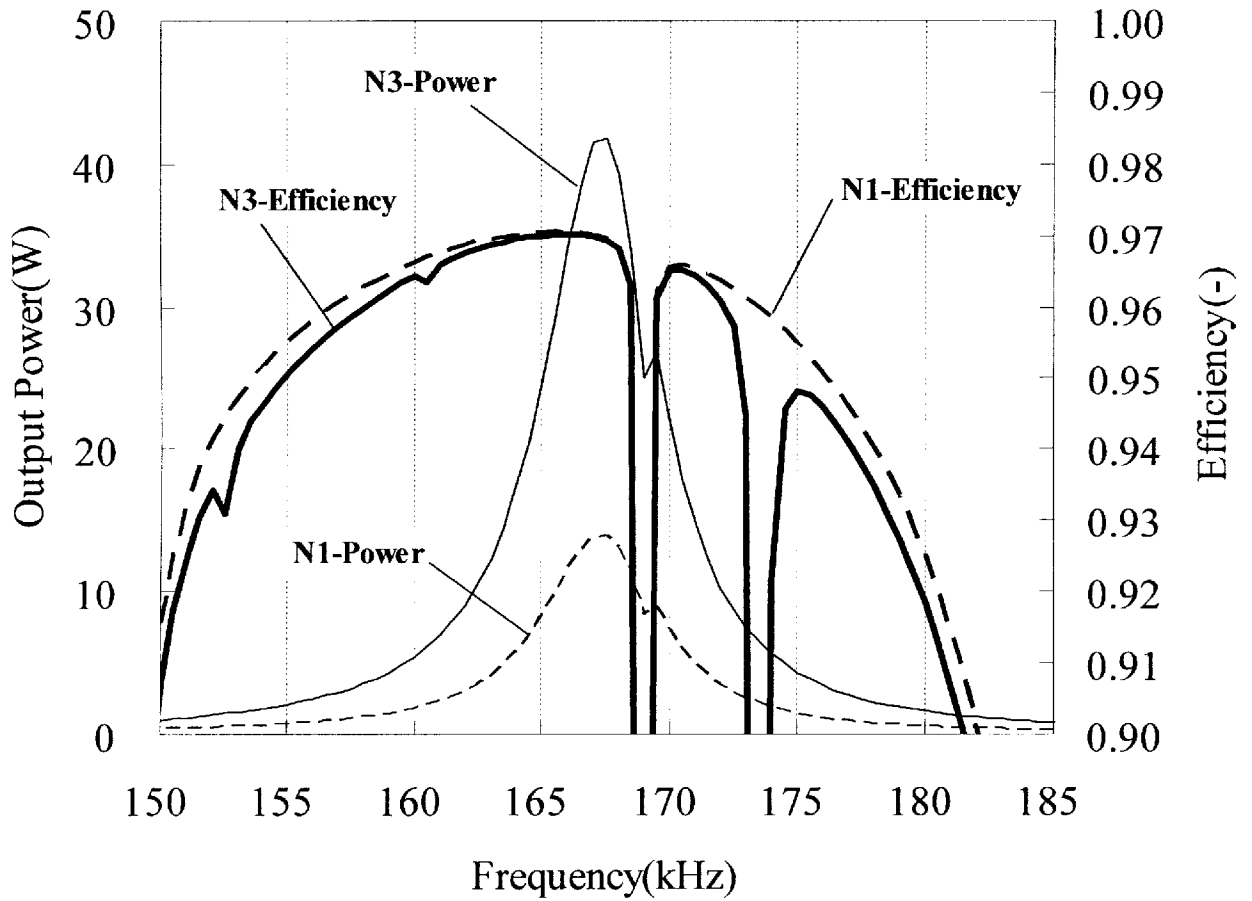
[図13f]



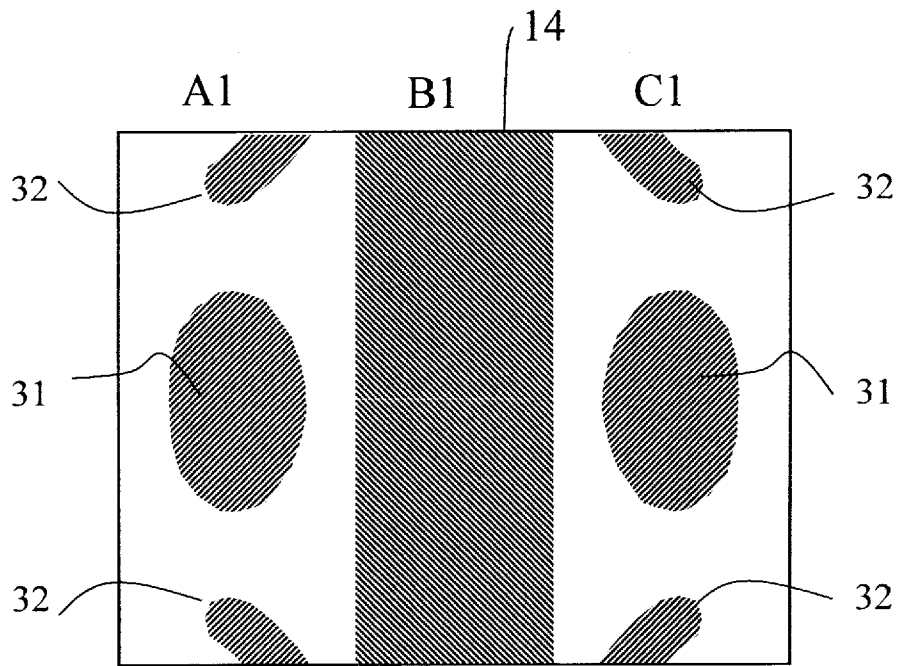
[図14]



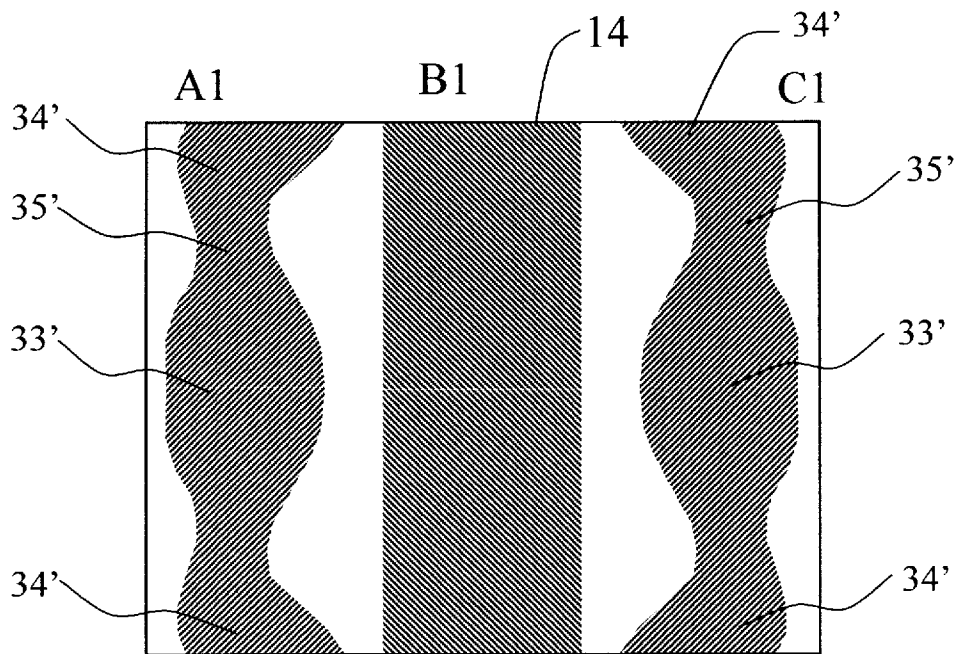
[図15]



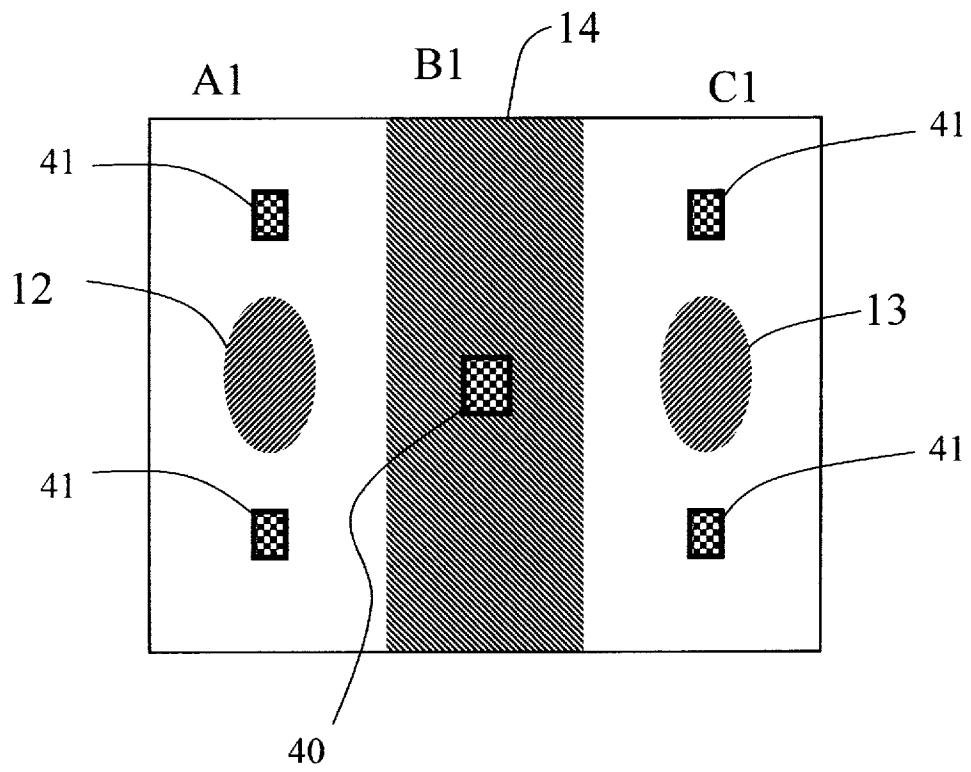
[図16]



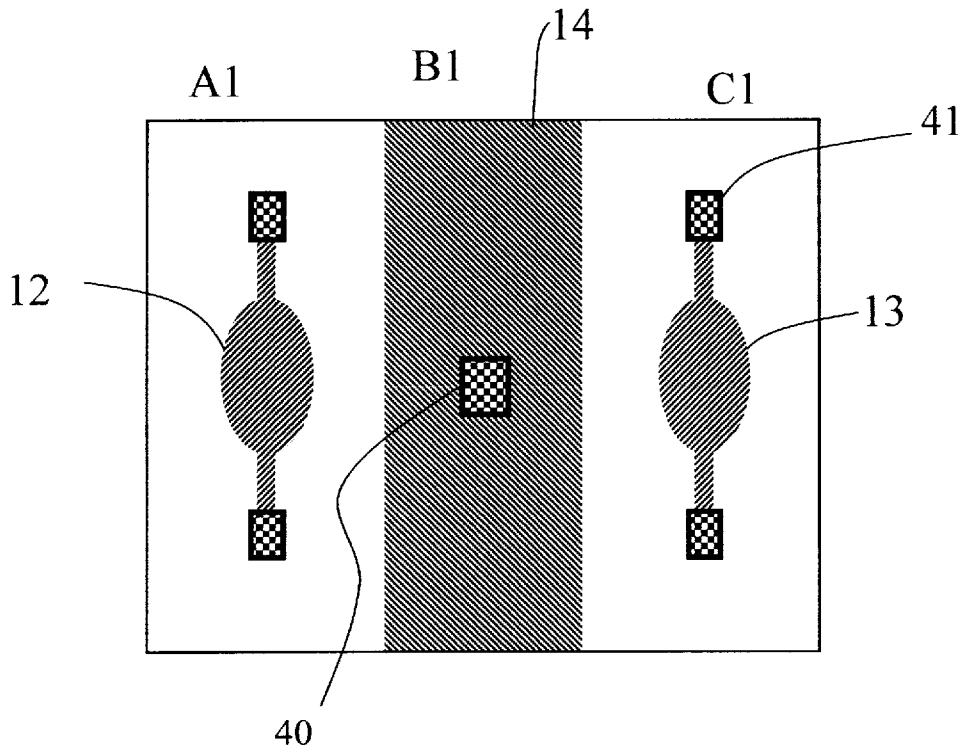
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L41/107(2006.01) i, H01L41/187(2006.01) i, H02M3/24(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L41/107, H01L41/187, H02M3/24		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-12940 A (NEC Corp.), 16 January, 1998 (16.01.98), Par. Nos. [0065] to [0069]; Fig. 17 & US 5847491 A & KR 10-0258750 B	1-4, 9-10 5 6-8
X Y A	JP 11-154768 A (Cosel Co., Ltd.), 08 June, 1999 (08.06.99), Par. Nos. [0033] to [0038]; Fig. 9 (Family: none)	1-4, 9-10 5 6-8
Y	JP 2004-128431 A (Akira TOKUSHIMA), 22 April, 2004 (22.04.04), Par. No. [0023]; Fig. 3 (Family: none)	5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 15 October, 2008 (15.10.08)		Date of mailing of the international search report 28 October, 2008 (28.10.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063536

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-17772 A (Nippon Soken, Inc.), 17 January, 2003 (17.01.03), Full text (Family: none)	1-10
A	JP 2004-140204 A (NEC Tokin Corp.), 13 May, 2004 (13.05.04), Full text (Family: none)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063536

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

In order to satisfy the requirement of unity of invention, the inventions should be so linked as to form a single general inventive concept by a special technical feature. The inventions of claims 1-10 are linked by a feature relating to a piezoelectric transformer of claim 1.

However, this technical feature cannot be a special technical feature since it is disclosed in the prior art documents JP 10-12940 A (NEC Corp.) 16 January 1998 (16.01.98), [0065]-[0069], [Fig. 17], JP 11-154768 A (Cosel Co., Ltd.), 08 June 1999 (08.06.99), [0033]-[0038], [Fig. 9]

(Continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063536

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Accordingly, there exists no special technical feature by which the inventions of claims 1-10 are so linked as to form a single general inventive concept.

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 1-10 do not satisfy the requirement of unity of invention.

According to particular modes of the inventions of claims, the international application includes inventions which are divided into six groups of inventions: the inventions of claims 1-2, the invention of claim 3, the inventions of claims 4, 5, the inventions of claims 6, 7, the inventions of claims 8, 9, and the invention of claim 10.

Therefore, the international application includes six groups of inventions which do not satisfy the requirement of unity of inventions.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L41/107(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H02M3/24(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L41/107, H01L41/187, H02M3/24		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 10-12940 A (日本電気株式会社) 1998.01.16, [0065]-[0069], [図17] & US 5847491 A & KR 10-0258750 B	1-4, 9-10 5 6-8
X Y A	JP 11-154768 A (コーセル株式会社) 1999.06.08, [0033]-[0038], [図9] (ファミリーなし)	1-4, 9-10 5 6-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15. 10. 2008	国際調査報告の発送日 28. 10. 2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 河合 俊英 電話番号 03-3581-1101 内線 3462	4M 3238

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-128431 A (徳島晃) 2004.04.22, [0023], [図3] (ファミリーなし)	5
A	JP 2003-17772 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2003.01.17, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2004-140204 A (NECトーキン株式会社) 2004.05.13, 全文 (ファミリーなし)	1-10

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように関連させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であり、請求の範囲1-10に記載されている一群の発明は、請求の範囲1に係る圧電トランスであるという事項でのみ関連していると認める。

しかしながら、この事項は先行技術文献 JP 10-12940 A（日本電気株式会社）1998.01.16, [0065]-[0069], [図17]、JP 11-154768 A（コーセル株式会社）1999.06.08, [0033]-[0038], [図9]に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。
(特別ページに続く)

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

そうすると、請求の範囲 1-10 に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存しないこととなる。

そのため、請求の範囲 1-10 に記載されている一群の発明が発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

そして、請求の範囲に記載されている発明の特定の態様からすると、この国際出願の請求の範囲には、請求の範囲 1-2 と、請求の範囲 3 と、請求の範囲 4, 5 と、請求の範囲 6, 7 と、請求の範囲 8, 9 と、請求の範囲 10 とに区分される 6 個の発明が記載されている。

よって、この国際出願は、発明の単一性の要件を満たさない 6 個の発明を含むものである。