

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-527567

(P2006-527567A)

(43) 公表日 平成18年11月30日(2006.11.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 33OK	5DO19
	HO4R 17/00 33OJ	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-516655 (P2006-516655)
 (86) (22) 出願日 平成16年6月7日(2004.6.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年12月8日(2005.12.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2004/050851
 (87) 国際公開番号 W02004/109656
 (87) 国際公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)
 (31) 優先権主張番号 60/476,980
 (32) 優先日 平成15年6月9日(2003.6.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

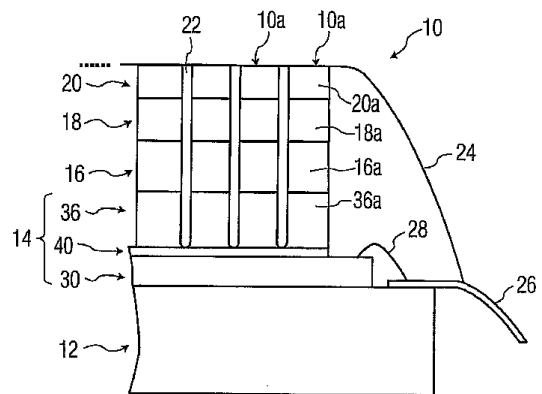
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N. V.
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1
 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響活性集積電子機器を備えた超音波送受波器の設計方法

(57) 【要約】

超音波送受波器(10)は、裏当ブロック(12)と圧電層(16)との間に配置された多層変成器(14)を含み、少なくとも1つの整合層(18, 20)が裏当ブロック及び圧電層のそれぞれの上に配置されている。変成器(14)は、電子回路を有する基板(30)と、1つ又はそれ以上の音響活性層(32, 34, 36, 38)と、圧電層(16)と基板(30)との間に介装された相互接続層(40)とを含む。基板(30)、各音響活性層(32, 34, 36, 38)、及び、相互接続層(40)の特性が選択され、次に、変成器(14)近傍の圧電層(16)の側の音響インピーダンスが決定される。次に、変成器(14)近傍の圧電層(16)の側で所望の音響性能特徴をもたらすこれらの特性が得られるまで、例えば、コンピュータシミュレーションを用いて、特性が変更される。よって、電子回路は変成器(14)の音響インピーダンスの決定時に検討される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響活性裏当ブロックと圧電層との間に設けられ、且つ、少なくとも 1 つの整合層が前記圧電層上に配置された、超音波送受波器用の音響インピーダンス変成器を設計する方法であって、

電子回路を有する基板の特性を選択するステップと、

前記裏当ブロックと異なる少なくとも 1 つの音響活性層の各々の特性を選択するステップと、

前記電子回路と前記圧電層との間に介装された相互接続層の特性を選択するステップと、

10

前記変成器近傍の前記圧電層の側で音響インピーダンスを決定するステップと、

前記変成器近傍の前記圧電層の側で所望の音響性能特徴を得るために、前記基板の特性、前記少なくとも 1 つの音響活性層の特性、及び、前記相互接続層の特性を変更するステップとを有し、

前記電子回路は前記基板に関連して配置され、前記基板は前記電子回路を前記変成器の一部として有し、前記少なくとも 1 つの音響活性層は前記変成器の一部であり、前記相互接続層は前記変成器の一部である、

方法。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの音響活性層は、複数の音響活性層を有し、前記変成器近傍の前記圧電層の側で所望の音響性能特徴を得るために、前記音響活性層の数を変更するステップをさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記基板の特性、少なくとも 1 つの音響活性層の特性、及び、相互接続層の特性を変更するステップは、コンピュータシミュレーションで遂行される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの音響活性層は、複数の音響活性層を有し、該複数の音響活性層の第一音響活性層を、前記相互接続層と前記圧電層との間に配置するステップと、前記複数の音響活性層の第二音響活性層を、前記基板と前記裏当ブロックとの間に配置するステップとをさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの音響活性層は、複数の音響活性層を有し、該複数の音響活性層の少なくとも 1 つを、前記相互接続層と前記圧電層との間に配置するステップをさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記基板は半導体材料からなり、前記電子回路を前記半導体材料上に組み立てるステップをさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記電子回路を送受波器ケーブルに接続するための追加的相互接続層の特性を選択するステップと、

40

前記変成器近傍の前記圧電層の側で前記所望の音響性能特徴を得るために、前記追加的相互接続層の特性を変更するステップと、

をさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記追加的相互接続層の特性は、前記相互接続層の種類、材料、及び、厚さを有する、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記基板の特性、前記少なくとも 1 つの音響活性層の特性、及び、前記相互接続層の特性の変更を制限を課すステップをさらに有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

50

前記課された制限は、前記基板、前記少なくとも1つの音響活性層、又は、前記相互接続層のための特定の材料に関する制限を有する、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記課された制限は、前記基板、前記少なくとも1つの音響活性層、又は、前記相互接続層の最小又は最大厚さに関する制限を有する、請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記変成器近傍の圧電層の側で前記音響インピーダンスを最適化するために、前記基板の特性、前記少なくとも1つの音響活性層の特性、及び、前記相互接続層の特性が変更される、請求項1に記載の方法。

【請求項13】

前記相互接続層の特性は、伝導性エポキシ樹脂及びフリップチップ結合からなる群から選択される前記相互接続層の種類を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項14】

前記基板の特性は、前記基板の材料及び厚さを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項15】

前記少なくとも1つの音響活性層の特性は、前記少なくとも1つの音響活性層の材料及び厚さを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記相互接続層の特性は、前記相互接続層の種類、材料、及び、厚さを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記所望の音響性能特徴は、中心周波数の少なくとも70%、少なくとも80%、又は、少なくとも90%の帯域幅を-3dB地点に有する周波数応答である、請求項1に記載の方法。

【請求項18】

前記所望の音響性能特徴は、中心周波数の1.6サイクル、1.4サイクル、又は、1.2サイクルより小さい幅を-10dB地点に有する送信インパルス応答である、請求項1に記載の方法。

【請求項19】

音響裏当ブロックと、
 該音響裏当ブロック上に配置された音響インピーダンス変成器と、
 該変成器上に配置された圧電層と、
 該圧電層上に配置された少なくとも1つの整合層とを有し、
 前記変成器は、基板と、該基板に接続されて配置された電子回路と、前記基板と前記圧電層との間に介装された、音響インピーダンスを有する相互接続層と、前記裏当ブロックと異なる少なくとも第一音響活性層とを有する、
 超音波送受波器。

【請求項20】

前記相互接続層は、前記基板と前記第一音響活性層との間に配置され、前記基板は前記裏当ブロックの近傍に配置され、前記第一音響活性層は前記圧電層近傍に配置されている、請求項19に記載の送受波器。

【請求項21】

前記変成器は、前記第一音響活性層とは反対の前記基板の側に配置された第二音響活性層をさらに有する、請求項19に記載の送受波器。

【請求項22】

前記変成器は、前記基板と前記裏当ブロックとの間に配置された第二及び第三音響活性層をさらに有する、請求項19に記載の送受波器。

【請求項23】

前記第一音響活性層は前記圧電層近傍に配置され、前記相互接続層は前記基板と前記第一音響活性層との間に配置され、前記第二及び第三音響活性層は前記基板と前記裏当ブ

10

20

30

40

50

ックとの間に配置された、請求項 19 に記載の送受波器。

【請求項 24】

少なくとも 1 つの追加的音響活性層をさらに有し、前記第一音響活性層及び前記少なくとも 1 つの追加的音響活性層は、前記相互接続層と前記圧電層との間に配置されている、請求項 23 に記載の送受波器。

【請求項 25】

前記第一音響活性層は前記圧電層近傍に配置され、当該送受波器は、一次元又は二次元の配列の複数の独立した素子を有し、該素子の各々は、前記圧電層の区域と前記第一音響活性層の区域とを有する、請求項 19 に記載の送受波器。

【請求項 26】

当該送受波器は、曲状に配置された複数の独立した素子を有する、請求項 19 に記載の送受波器。

10

【請求項 27】

前記変成器は、中心周波数の少なくとも 70%、少なくとも 80%、又は、少なくとも 90% の帯域幅を -3 dB 地点に有する周波数応答を有する当該送受波器をもたらすよう設計されている、請求項 19 に記載の送受波器。

【請求項 28】

前記変成器は、中心周波数の 1.6 サイクル、1.4 サイクル、1.2 サイクルよりも小さい帯域幅を -10 dB 地点に有する送信インパルス応答を有する当該送受波器をもたらすよう設計されている、請求項 19 に記載の送受波器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波送受波器で使用するための音響インピーダンス変成器を設計する方法に関し、音響的に活性な集積電子回路を備える超音波送受波器にも関する。

【背景技術】

【0002】

診断医療撮像に用いられる典型的な超音波送受波器は、ジルコン酸チタン酸鉛 (PZT) のような圧電材料の層を含むのが普通であり、1 つ又はそれ以上の音響インピーダンス整合層が PZT の 1 つの側面に接着され、裏当材料のブロックが他の側面に接着されている。裏当ブロックは任意の厚さを有する基板材料である。物質を裏当ブロックとして提供する代わりに、空気裏当も可能である。整合層は、撮像されるべき人体又は物体への或いは撮像されるべき人体又は物体からの超音波エネルギーの結合を増大する働きがある。

30

【0003】

電子ビームによる超音波ビームの走査を促進するために、送受波器を多数の独立した小さな送受波器 (送受波器素子と呼ばれる) の配列に分離し得る。図 1 は、そのような送受波器の 1 つの送受波器素子 100 の一部を示している。

【0004】

裏当ブロック 102 及び整合層 104 は、通常、圧電層 106 の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有するので、圧電層 106 は半波長共振モードで振動し、送受波器の動作の中心周波数をほぼ次の通り設定する。

40

【0005】

【数 1】

$$f_{hw} = \frac{2v}{d}$$

【0006】

ここで、 f_{hw} は、半波長共振周波数であり、 v は、圧電材料における音速であり、 d は

50

、圧電材料の厚さである。

【0007】

代替的に、送受波器が圧電材料よりも高い音響インピーダンスを有するように設計することも可能である。この場合には、送受波器は四分の一波長共振周波数とほぼ等しい中心周波数で動作し、 f_{qw} は次によって与えられる。

【0008】

【数2】

$$f_{qw} = \frac{4v}{d}$$

10

【0009】

所与の圧電材料及び厚さに関して、これらの周波数は2つの因数で異なることが明らかである。

【0010】

二次元(2-D)超音波位相配列送受波器は、裏当ブロックの設計において独特の検討を提示する。一般的に、2-D配列は、超音波システム電子機器への何千もの個別の音響送受波器素子の接続を必要とする。

【0011】

従来技術の送受波器では、送信、受信、予増幅、及び、部分ビーム形成機能を提供するために、電子回路を送受波器のハンドル内に組み込むのが有利であると認識されてきた。音響素子と電子回路との間の接続は、(例えば、米国特許第5,592,730号に示されているように)送受波器の音響裏当ブロック内に埋め込まれた導体又は導電性経路を介して、或いは、(例えば、米国特許第5,977,691号に記載されているように)音響素子と導体を含む裏当ブロックとの間の薄い多層相互接続構造を介してなされる。各場合、電子回路は送受波器の音響的に活性な領域の外側に配置されている。

20

【0012】

埋込導体を備える裏当ブロックを製造する必要に鑑みて、並びに、何千もの導管の各々が電子回路に接続されなければならない故に、これらの従来技術の送受波器は組み立てるのは困難である。その上、送受波器の活性領域に相互接続構造が存在する結果、映像内に技術的欠陥(アーチファクト)を生成する望ましくない音響散乱場所を招き得る。さらに、相互接続構造における信号トレース間の静電容量は、望ましくない負荷を電子回路及び送受波器素子に導入し、個別の素子間に多数のクロストーク経路をもたらす。それらの双方は送受波器の性能を低下する。裏当ブロック内に導体を埋め込む方法も嵩張り且つ重い裏当ブロックを招き、送受波器の使用を困難にする。そのような送受波器のバルクも、エンドキャピティ送受波器及び小さな空間で用いられる他の送受波器に関してこの方法を使用することを排除する。

30

【0013】

図2を参照すると、埋込導体を備える送受波器の代替手段は送受波器108であり、ここでは、所要の電子回路が、送受波器の音響構造の近傍に又は近接近して、1つ又はそれ以上の半導体チップ110の上に配置され、それによって、典型的に電子回路を備えるチップは集積回路の形態にある。その結果、チップ110と音響素子104,106との間の相互接続構造112は電気的には殆ど重要でなくなる。この構造の例は、米国特許第5,435,313号及び米国特許第5,744,898号並びに「超小型化された超音波送受波器」と題して2002年12月11日にSudol et al.によって出願された米国仮出願番号第60/432,536号(代理人整理番号第US020535号)に記載されており、これらの開示を参照として本明細書に引用する。

40

【0014】

これらの開示において、電子回路の音響効果は無視されるか、或いは、例として、圧電

50

素子106とチップ110上の電子回路との間に「不整合層」を用いることによって、それらを抑制する試みがなされている。しかしながら、これらのアプローチは最新の超音波撮像システムのために十分な成果を生んでいない。これらの撮像システムと共に使用するために、送受波器は大きな帯域幅に亘って動作し、送受波器が発生する送信パルスは可能な限り短くなければならない。例えば、精密な詳細を撮像するためには、約 - 10 dB で測定される送信周波数の約 1.6 周期よりも少ない送信パルス長を有することが望ましい。

【0015】

高調波撮像と呼ばれる他のモードでは、送受波器は1つの周波数で超音波を送信し、反響を第二高調波又はその2倍の周波数で受信する。これは、約 - 3 dB で測定されたときに、中心周波数の少なくとも67%の一方帯域幅を備えた送受波器を必要とする。一般的に、最小限の達成可能なパルス長は帯域幅と反比例する。性能の増大のためには、中心周波数の100%に近づく或いは超過さえする帯域幅を備える送受波器が望ましい。このレベルの性能を達成するためには、音響構造全体の注意深い設計が必要とされる。

10

【0016】

超音波送受波器のための整合層構造の設計は当該技術分野において既知であり、ここでは詳細に議論しない。高性能な送受波器のために、類似の注意が裏当ブロック及び如何なる裏当層にも払われなければならない。殆どの場合、裏当ブロック又は機械的若しくは熱的考慮から必要であり得る如何なる内部構造の境界からの反射の効果をも除去するよう、均一な音響インピーダンス及び高音響損失をもたらすために、均質な組成の材料が裏当ブロックのために用いられる。

20

【0017】

電子チップ、及び、場合によっては、裏当ブロックと圧電層との間の電氣的相互接続層の存在は、圧電層の背面に与えられる音響インピーダンスを変成し、この変成は周波数に依存する。単一の裏当層のために、特別に関心のある二組の周波数がある。裏当層が半波長厚さの整数である周波数で、正面の裏当層で見られる音響インピーダンスは、裏当層の背面を負荷する音響インピーダンスと同一であり、変成比は1である。裏当層が四分の一波長厚さの奇数である周波数で、層の正面で見られる音響インピーダンスは次の通りである。

【0018】

【数3】

$$Z_{qw} = \frac{Z_c^2}{Z_L}$$

30

【0019】

ここで、 Z_{qw} は、裏当層の正面で見られる変成されたインピーダンスであり、 Z_c は、裏当層の材料の特性音響インピーダンス（裏当層インピーダンス）であり、 Z_L は、裏当層の背面での音響負荷インピーダンスである。

40

【0020】

もし裏当層インピーダンスが Z_L に比べて高いならば、変成されたインピーダンスは裏当層インピーダンス自体よりも一層高い。逆に、裏当層インピーダンスが Z_L に比べて低いならば、変成されたインピーダンスは裏当層インピーダンスよりも一層低い。半波長と四分の一波長の間において、変成されたインピーダンスは、裏当層インピーダンスと四分の一波長変成されたインピーダンスとの間の中間の大きさ備えた複素数の値をとる。

【0021】

各裏当層は、その背後の裏当層によって発生するインピーダンスをさらに変成する（多数の裏当層が存在する場合）。他の裏当層は周波数を伴って変化するので、動作は極めて

50

複雑であり得るが、次の周知の変換式によってモデル化され得る。

【 0 0 2 2 】

【 数 4 】

$$Z_m = Z_c \frac{Z_L + jZ_c \tan\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)}{Z_c + jZ_L \tan\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)}$$

10

【 0 0 2 3 】

ここで、 Z_{in} は、変成されたインピーダンスであり、 λ は、層材料内の音の波長であり、 d は、裏当層の厚さであり、 j は、 -1 の平方根である。一般的に、裏当層インピーダンスよりも低いインピーダンスは高いインピーダンスに変成され、裏当層インピーダンスよりも高いインピーダンスは低いインピーダンスに変成される。

【 0 0 2 4 】

単一層によって変成されるような裏当ブロックインピーダンスは周波数を伴って大きく変化し、さらなる層を加えることは、さらなる変化を引き起こし、その結果、最終的な変成されたインピーダンス内に大きな共振ピーク及びナルを生じさせる。電子回路、例えば、シリコン集積回路、及び、関連する相互連結層は、それらの背後の裏当ブロックのインピーダンスを丁度記載されたように変成するので、変成されたインピーダンスはある周波数で極めて高いのに対し、他の周波数では極めて低くなり得る。

20

【 0 0 2 5 】

上記のように、高い裏当ブロックインピーダンスを備えた送受波器は、四分の一波長モードで、且つ、同一の圧電層を備えるが低いインピーダンス裏当層を備える送受波器の周波数の約二倍で動作する。周波数の関数である裏当ブロックインピーダンスを備える送受波器は、変成された裏当ブロックインピーダンスが高い周波数で四分の一波長モード、及び、変成された裏当ブロックインピーダンスが低い周波数で半波長において動作し得る。1つのモード用に設計された送受波器の動作は他のモードでは不十分であり、よって、所望の動作帯域内に異なる周波数で異なるモードを有することは、共振ピーク又はナルを有する可能性のある不調で狭いスペクトルを招くであろう。

30

【 0 0 2 6 】

仮にモードの混合が生じないとしても、周波数依存の裏当ブロックインピーダンスが送信されたスペクトルに望ましくない歪みを導入し得る。そのようなスペクトルは、多重又は調和周波数での動作を排除し、許容し得ない程に長い送信パルスを招く。

【 0 0 2 7 】

これらの検討から、音響活性層に近接近して電子回路を組み込む従来技術の送受波器は、最適化された性能をもたらし得ない。

【 発明の開示 】

40

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 8 】

超音波送受波器で用いるための音響インピーダンス変成器を設計する新規な方法を提供するのが本発明の目的である。

【 0 0 2 9 】

所望の音響性能を備えるために、及び、選択的に、送受波器の音響性能を最適化するために、送受波器の音響設計に電子回路を組み込む方法、並びに、そのように組み込まれた電子回路を備えた送受波器を提供することが本発明の目的である。

【 0 0 3 0 】

音響的に活性な集積電子回路を備えた新規な超音波送受波器を提供することが本発明の

50

他の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0031】

これら及び他の目的を達成するために、本発明に従った超音波送受波器の設計時、インピーダンス変成材料の単一層が送受波器の音響性能に及ぼす影響を考慮する代わりに、多層変成器が設計され、ここでは、電子回路を有する基板がこれらの層の1つであり、多層変成器の構成要素が音響性能に及ぼす複合効果が考慮される。所望の音響性能を備える変成器に到達するために、多層変成器の構成要素の特性、場合によっては、構成要素の数が変更される。構成要素の特性の変更は、例えば、製造、費用、又は、構造的制限のような制限の下にある。

10

【0032】

より具体的には、多層変成器は、裏当ブロックと圧電層との間に位置付けられるのが典型的であり、圧電層の上に少なくとも1つの整合層が配置される。多層変成器は、電子回路を有する基板と、1つ又はそれ以上の音響活性層と、圧電層の側の音響活性層の1つ又は圧電層を基板に接続するための相互接続層とを含み、電子回路は基板に関連して配置されている。基板、各音響活性層、及び相互接続層の特性が選択され、次に、変成器の音響インピーダンスが変成器近傍の圧電層の側で決定される。このようにして、電子回路が変成器の音響インピーダンスの決定時に検討される。設計過程において、変成器近傍の圧電層の側で所望の音響性能特徴をもたらす値が得られるまで、基板、各音響活性層、及び、相互接続層の特性が、例えば、コンピュータシミュレーションを用いて変更される。特性は変成器近傍の圧電層の側で最適な音響インピーダンスをもたらし得る。また、特性は、特定の種類の送受波器、例えば、四分の一波モードで動作する送受波器、又は、半波長モードで動作する送受波器を提供するために選択され得る。基板、各音響活性層、及び、相互接続層の変更可能な特性は、それらの材料又は組成及び厚さである。また、異なる種類の相互接続層をテストし得る。構成要素の他の特性も可能限りの範囲で変更し得る。もし変成器が多層音響層を含むよう設計されるならば、変成器近傍の圧電層の側で所望の音響性能特性を得るために、音響活性層の数も変更し得る。もし変成器が電子回路を送受波器ケーブルに接続するための追加的相互接続層を含むならば、変成器近傍の圧電層の側で所望の音響性能特徴を得るために、この追加的相互接続層の材料及び厚さも変更し得る。

20

【0033】

一般的に、変成器の構成要素の1つ又はそれ以上の変更可能な特性は設計の制限下にある。よって、設計過程において、基板の材料及び厚さ、少なくとも1つの音響活性層の材料及び厚さ、並びに、相互接続層の種類、材料、及び、厚さの変更における制限が課され得る。

30

【0034】

上記に議論した方法によって設計され得る本発明に従った超音波送受波器は、音響裏当ブロックと、裏当ブロック上に配置された音響インピーダンス変成器と、変成器上に配置された圧電層と、圧電層上に配置された少なくとも1つの整合層とを含む。圧電層及び各整合層は、送受波器素子の配列を形成するよう区分され得る。変成器は、基板と、基板と関連して配置された電子回路と、裏当ブロックと異なる少なくとも1つの音響活性層とを含む。電子回路が半導体材料上に組み立てられるよう、基板を半導体材料によって形成し得る。

40

【0035】

変成器は、音響インピーダンスを有し、且つ、基板と圧電層の側の音響活性層との間又は基板と圧電層との間に配置された相互接続層を含むのが典型的である。よって、基板は裏当ブロック近傍に配置可能であり、音響活性層が圧電層の側に存在する場合、音響活性層が圧電層近傍に配置される。1つ又はそれ以上の追加的音響活性層を基板の反対側、即ち、基板と裏当ブロックとの間に配置し得る。圧電層近傍の1つ又はそれ以上の音響活性層も圧電層及び整合層の区分に従って区分し得るので、各送受波器素子は、圧電層の一部及び各整合層の一部に加えて、音響活性層の一部を含み得る。音響活性層の区分は、それ

50

らの厚さ全体を通じて、或いは、それらの厚さの一部のみを通じて遂行され得る。

【0036】

本発明は、そのさらなる目的及び利点と共に、添付の図面と一緒に以下の記載を参照することによって最も良く理解されるであろう。図面において、同様の参照番号は同様の素子を特定している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

添付の図面を参照すると、ここでは、同様の参照番号は同一又は類似の素子を指しており、図4は、本発明に従った位相配列送受波器のための送受波器10の幾つかの送受波器素子10aを示している。送受波器は、一次元又は二次元配列に配置された複数のそのような送受波器素子10aを含む。配列内において、送受波器素子10aは、一次元若しくはそれ以上の次元の平坦面又は一次元若しくはそれ以上の次元の曲面に配置され得る。

10

【0038】

送受波器10は、裏当ブロック12と、裏当ブロック12の正面に配置された音響インピーダンス変成器14と、変成器14上に配置された圧電層16と、圧電層16上に配置された2つの整合層18, 20とを含む。圧電層16及び整合層18, 20は送受波器素子10aに区分され、よって、各送受波器素子10aは、圧電層16の区域16aと、各整合層の区域18a, 20aとを含む。単一の圧電層16及び2つの整合層18, 20が示されているが、任意の数の圧電層及び整合層を設け得る。

【0039】

送受波器10の残余部分の組み立てと分離して整合層18, 20を組み立て得る。例えば、整合層18, 20は重合体膜を含み、各送受波器素子10aのサイズのセグメントに切断され、次に、エポキシ樹脂又は他の接着剤によって圧電層16に接着され得る。素子金属化層22が最上部の整合層20の上面、即ち、全ての送受波器素子10aの上及びそれらの間に塗布され、導体24が可撓な回路板26を介して送受波器素子10aを接地するために設けられている。送受波器素子10aを接地するための他の方法も本発明において用い得る。よって、金属化層22及び導体24の使用は、全ての整合層18, 20が伝導性を有する場合における接地構造の提供の1つの例示的方法に過ぎない。重要な考慮は、圧電層16の頂面の電極に電気接続を提供することである。他の方法は、金属化層を整合層の間に組み込むこと、金属層を頂部電極へ直接的に取り付けること、又は、頂部電極が端部を回って圧電層16の背面を包み込むよう頂部電極を組み立てることを含む。

20

30

【0040】

導電体28は回路板26上の回路を変成器14上の回路に結合するためにも設けられている。

【0041】

変成器14は、電子回路を含むチップ30（以後、集積回路と呼ぶ）と、少なくとも1つの音響活性層と、集積回路を被覆層に接続するために集積回路30の上に配置された相互接続層40とを最低限含む。もし音響活性層が集積回路30と圧電層16との間に設けられていないならば、相互接続層40を被覆する層は圧電層16であり、1つ又はそれ以上のそのような層が集積回路30と圧電層16との間に設けられているときには、音響活性層であり得る。相互接続層40と圧電層16との間に1つの又はそれ以上の音響活性層がある実施態様において、これらの層は導電性材料で形成されなければならない、さもなければ、これらの層は、例えば、層内に埋め込まれた導電路を有することによって、相互接続層40から圧電層16上の背後電極への導電路を提供しなければならない。

40

【0042】

図4は、変成器14が相互接続層40と圧電層16との間に配置された単一の音響層36を含む実施態様を示している。追加的音響層を相互接続層40と圧電層16との間に設け得る。

【0043】

音響層36は、可能であれば、圧電層16が区分されるのと同じの製造工程において、

50

区域 36 a に区分され、各区域 36 a が各送受波器素子 10 a の部分になっている。よって、各送受波器素子 10 a は、音響層区域 36 a と、圧電層区域 16 a と、整合層区域 18 a , 20 a とを含む。

【0044】

図 5 は、集積回路 30 と、集積回路 30 と裏当ブロック 12 との間に配置された単一の音響層 32 と、集積回路 30 と圧電層 16 との間に配置された相互接続層 40 と、を含む変成器 14 を示している。図 6 は、集積回路 30 と、集積回路 30 と裏当ブロック 12 との間に配置された単一の音響層 32 と、集積回路 30 と圧電層 16 との間に配置された単一の音響層 36 と、集積回路 30 と音響層 36 との間に配置された相互接続層 40 と、を含む変成器 14 を示している。

10

【0045】

図 7 は、集積回路 30 と、集積回路 30 と裏当ブロック 12 との間に配置された 2 つの音響層 32 , 34 と、集積回路 30 と圧電層 16 との間に配置された単一の音響層 36 と、集積回路 30 と音響層 36 との間に配置された相互接続層 40 と、を含む変成器 14 を示している。

【0046】

図 8 は、図 7 に示される変成器 14 と類似するが、相互接続層 40 と、相互接続層 40 と圧電層 16 との間の 2 つの音響層 36 , 38 とを含む。相互接続層 40 と圧電層 16 との間のそのような音響層の数は、以下に議論される設計過程で選択し得る。

【0047】

得られるべき送受波器の所望の音響性能を得るために、例えば、送受波器 10 の音響性能を最適化するために、集積回路 30 内の電子回路は送受波器 10 の音響設計に組み込まれている。換言すれば、インピーダンス特性を検討し、音響性能を評価するとき、電子回路を含む集積回路 30 は変成器 14 の層の 1 つとして見做される。変成器 14 のインピーダンスは、変成器 14 の正面側、即ち、圧電層 16 の背面側で検討されるのが典型的である。

20

【0048】

集積回路 30 内の電子回路は、標準的な集積回路処理技術を用いて、シリコンウェハ上に製造される得る。電子回路を形成し且つ電子回路の動作を可能にする能力を保有することを条件として、他の半導体材料も電子回路を備えたチップの製造を可能にするために用

30

【0049】

変成器 14 は、集積回路 30 中の電子回路を圧電層 16 へ、並びに、送受波器ケーブル（図示せず）へ相互接続するための 1 つ又はそれ以上の層も含み得る。これらの考え得る追加的相互接続層の各々は、音響特性、特に、音速及び音響インピーダンスを有し、それらを変成器 14 の設計に用いられ且つ要因とされ得る。

【0050】

変成器 14 は、音響層 32 , 34 , 36 , 38 のような構成要素の各々の特性に関して、マイクロ波電子機器で用いられる多区域インピーダンス変成器の設計と類似した方法で構成され得る。マイクロ波電子機器で用いられているそのようなインピーダンス変成器において、直列の送電線区域が電源と負荷との間に縦列接続されている。各送電線区域は関心のある帯域の中心周波数で波長の四分の一の長さであり、所望のインピーダンス変成、変成器内の区域の数、関心のある帯域幅によって決定される特性インピーダンスを有するのが典型的である。広範囲のインピーダンス変成比を達成し、且つ、少なくとも 8 区域まで用いるマイクロ波四分の一波変成器のための標準的な設計は、マイクロ波電子機器分野の当業者に既知である。

40

【0051】

同様に、本発明に従った音響インピーダンス変成器を、マイクロ波電子機器で用いられているインピーダンス変成器を設計し且つ構成するために用いられているものと同様の方法及び設計方程式を用いて設計し且つ構成し得る。音響インピーダンス変成器において、

50

電子回路及び如何なる相互接続層も音響活性層になり、音響活性層は変成器の音響設計に含まれ、性能条件に合致するよう調節される。殆どの場合、音響負荷も調節可能なパラメータである。

【0052】

ここで図9を参照すると、設計過程において、初めに、送受波器の所望の音響性能、例えば、中心周波数、帯域幅、及び、パルス応答特性が検討される(ステップ42)。次に、送受波器が四分の一波長モード又は半波長モードで動作するかの決定がなされる(ステップ44)。これは高い裏当インピーダンス又は低い裏当インピーダンスのいずれが所望であるかを決定する(ステップ46)。この及び所望音響性能の検討から、裏当インピーダンスの実際の所望の大きさが決定される。次に、変成器14内に存在すべき構成要素が決定され、各構成要素の特性、例えば、各構成要素の材料及び厚さ並びに相互接続層の種類が決定される(ステップ48)。そのように構成された変成器14の音響性能が、例えば、上記の方法で或いは任意の既知の方法で決定される(ステップ50)。

10

【0053】

その後、所望のインピーダンスが達成されたかテストされ(ステップ52)、もし所望のインピーダンスが達成されないならば、構成要素の特性が変更され(ステップ54)、例えば、基板の材料及び/又は厚さ、及び/又は、音響活性層の数及び位置が変更され、次に、変更された変成器14の音響性能が決定される(ステップ50)。何れかが所望の音響インピーダンスをもたらすかを見るために、変成器14の1つ又はそれ以上の構成要素の1つ又はそれ以上の特性の反復的な変更、及び、変成器変更14の音響性能の後続的な決定がなされ且つ分析される(ステップ52)。もしそうであれば、圧電及び整合層の特性、例えば、音響インピーダンス及び厚さが選択され(ステップ56)、所望の音響性能が達成されたか見るために(ステップ60)、送受波器全体の音響性能が分析される(ステップ58)。もしそうであれば、送受波器10は所望の音響性能をもたらす特性を有する構成要素を備えて構成され得る(ステップ62)。

20

【0054】

そうでなければ、選択された裏当インピーダンスを用いて所望の音響性能を達成可能か決定される(ステップ64)。もしそうであれば、圧電層及び整合層の特性が変更され(ステップ66)、変更された送受波器の音響性能が分析される(ステップ58)。所望の音響性能が達成されたか見るために、圧電層の1つ若しくはそれ以上の特性又は整合層の1つ若しくはそれ以上の特性の反復的な変更がなされ且つ分析される。もし達成されていないならば、送受波器のための異なる動作モード又は新しい裏当インピーダンスを選択することによって所望の性能を達成し得る。そうでなければ、仮に所望の音響性能でないとしても、最高の音響性能をもたらすために、構成要素の特性を選択することが可能である。最適な音響性能を得るために設計過程も遂行し得る。

30

【0055】

構成要素の特性は単一的に変更し得る、例えば、基板の厚さだけを変更し得るし、或いは、組み合わせで変更し得る、例えば、基板の材料及び厚さの双方を変化し得る。

【0056】

例えば、1つ又はそれ以上の層が特別の材料で形成される必要があり、或いは、特定の最低限及び最大限の厚さを有するという点で、本発明に従ったインピーダンス変成器の設計には制約のあることが多い。これらの制約は、例えば、1つ又はそれ以上の他の層の厚さ又はインピーダンスを修正することのような、変成器の理想的な設計からの逸脱を求め得る。設計の最適化は、シミュレーションプログラムを用いたコンピュータの支援で達成される可能性が最も高いであろう。

40

【0057】

図6、7及び8に示されるような幾つかの実施態様において、音響層を電子回路を含む集積回路30の上下双方に配置し得る。即ち、音響層32, 34を集積回路30の下に配置し、音響層36は集積回路30の上に配置しうる。如何なる具体的な実施態様における全ての層の数、組成、及び/又は、厚さも設計過程によって決定され、少なくとも部分的

50

に、送受波器の所望の動作パラメータに依存することが理解されるべきである。

【0058】

一般的に、送受波器を設計し構成するとき、電子回路を含むチップの少なくとも厚さが特定される。シリコンウェハ上に製造される集積回路の場合、この厚さは集積回路産業で一般的に用いられている如何なるウェハ薄膜化処理を用いて製造され得る。

【0059】

相互接続層は、適用に適する材料層を集積回路に接続可能にするための如何なる既知の手段、例えば、伝導性エポキシ樹脂又は「フリップチップ」結合をも示す。変成器14の所望の音響性能を得るために、相互接続層の種類は設計段階で変更され得る。

【0060】

選択される特別な接続手段は、一定の音響特性及び厚さを層にもたらしべきである。音響変成器の最終形態における相互接続層に望まれる音響特性は、相互接続手段の選択を決定し得る。加えて、それらを製造し且つ音響設計に影響を及ぼす、利用可能な材料及び実行し得る厚さには制限がある。

【0061】

図3A乃至3C及び図10乃至12Cを参照して、本発明に従った送受波器における変成器14の設計の利点を以下に議論する。図3Aは、図2に示される従来技術の送受波器の裏当構造の生じ得る音響インピーダンス(裏当インピーダンス)のチャートであり、ここで、水平方向の目盛は、送受波器108の中心周波数に対して正規化された周波数(f/f_c)であり、垂直方向の目盛は、圧電材料のための典型的なインピーダンスによって分割された結果的な音響インピーダンスの大きさ(Z/Z_0)である。裏当構造は、裏当ブロック102と、集積回路110と、相互接続層112とを含む。集積回路110及び相互接続層112は、それらの音響特性に関係なく、裏当ブロック102上に配置される。集積回路110及び相互接続層112の音響特性を考慮又は最適化することなしに、圧電層106の背面によって見られる音響インピーダンスは、図3Aに示されるように、顕著なピークおよびナルを有する。

【0062】

図3Aに示されているグラフは例示的であり、実際のグラフは送受波器の詳細に依存するであろうが、インピーダンスにおける大きなピーク及びゼロは典型的であり、送受波器のために著しく劣化したスペクトルを生じさせるであろう。

【0063】

図3Bは、上記された裏当構造上に広帯域送受波器を構築する試みに起因する生じ得る周波数応答を示している。図3Aに示されるインピーダンスにおける大きなピークに対応してスペクトル内に著しい深いナルがある。その結果として得られる送信パルスは図3Cに示されており、そこでは、水平方向の目盛は中心周波数のサイクルで測定された時間であり、垂直方向の目盛はパルスの振幅である。波形及びその包絡線の双方が図3Cに示されている。主要パルスを越えた数サイクル波形の連続は、裏当構造上に構築された送受波器を現代の超音波撮像システムのために使用不能にする。具体的には、最も広く離間した-dBの包絡線で測定されたパルス幅は3サイクルを優に越える。

【0064】

図5に示されるように集積回路30と裏当ブロック12との間に単一の音響活性層32を有する本発明に従った送受波器10内の変成器14を用いて、圧電層16の背面に見られる音響インピーダンスは、図10Aに示されるように、図3Aに示される音響インピーダンスに比べて実質的により均一である。しかしながら、集積回路30の厚さ及び/又は相互接続層40の厚さは上記の設計過程を通じて調節され、次に、適切な裏当インピーダンスをもたらすために特定の厚さが選択されることが重要である。

【0065】

図10Bは、図10Aに示される音響インピーダンスを有する本発明に従った送受波器に起因する周波数応答を示しており、結果として得られる送信パルスが図10Cに示されている。波形及びその包絡線の双方が図10Cに示されている。周波数応答は、中心周波

10

20

30

40

50

数の約70%よりも僅かに大きい帯域幅を-3dBに有し、送信インパルス応答の幅は-10dBでおおよそ1.6サイクルである。

【0066】

ここで図11A乃至11Cを参照すると、図6に示される変成器14に関して、圧電層16の背面によって見られる音響インピーダンスは、図11Aに示されるように、図3Aに示される音響インピーダンスに比べて実質的により均一である。集積回路30の厚さ及び相互接続層40の厚さは、上記の設計過程を通じて調節され、次に、適切な裏当インピーダンスをもたらすために特定の厚さが選択される。

【0067】

図11Bは、図11Aに示される音響インピーダンスを有する本発明に従った送受波器に起因する周波数応答を示しており、結果として得られる送信パルスは図11Cに示されている。周波数応答は、中心周波数の約80%よりも僅かに大きい帯域幅を-3dBに有し、送信インパルス応答の幅は-10dBでおおよそ1.4サイクルである。

【0068】

ここで図12A乃至12Cを参照すると、四分の一波モードで動作するように設計されている場合の図6に示される変成器14に関して、変成器は圧電層の背面で可能な限り大きな音響インピーダンスをもたらすよう設計されており、それは変成器内の層の数及びそれらの層の特性の適切な選択によって達成される。それに反して、図5及び6に示される変成器を備える送受波器に関する図10A乃至図11C内のグラフは、半波長モードで動作する。

【0069】

この実施態様のための裏当音響インピーダンスの代表的なプロットが図12Aに示されている。垂直方向の目盛は図9A及び10A内の目盛よりも著しく増大されているが、インピーダンスの大きさは、関心のある帯域の部分に関して、この目盛さえ超過している。結果として生じ得る周波数応答及び送信パルスが、図12B及び12Cにそれぞれ示されている。周波数応答は、中心周波数の90%を超える帯域幅を-3dBに有し、送信インパルス応答の幅は-10dBでおおよそ1.2サイクルである。

【0070】

よって、本発明に従った送受波器10内の変成器14は、集積回路、相互接続層、及び音響活性層の厚さの制御によって、帯域幅及び中心周波数に対して、所望の周波数応答及び/又は送信パルスをもたらすよう設計され得る。変成器は、中心周波数の少なくとも70%、80%、又は、90%の帯域幅を-3dBに有する周波数応答、及び/又は、中心周波数の約1.6、約1.4、又は、約1.2よりも小さなサイクルの送信インパルス応答を-10dBでもたらすよう設計され得る。

【0071】

集積回路30、音響層32, 34, 36, 及び/又は, 38(及び場合によっては他の音響層)、及び、相互接続層40を含むための変成器14の設計及び構造は、変成器14の頂面で見られる音響インピーダンス(それは圧電層16の背面で見られるものと同位置である)を最適化する。

【0072】

本発明に対して、従来技術の送受波器素子では、構造は高性能のために最適化されていない。何故ならば、2つの層(即ち、半導体チップ110及び相互接続層112)があるだけであり、それらの特性は設計の他の側面によって制約されるからである。例えば、ほぼ全ての集積回路がシリコンチップとして製造される。発明者は、他の音響層の追加によって、これらの制約がより大きなインピーダンス変成器の設計内に組み込まれ、よって、半導体チップ自体上の制約を無視する能力を提供し得ることに気付いた。

【0073】

本発明の例示的な実施態様が添付図面を参照して本明細書において議論されたが、本発明がこれらの精密な実施態様に限定されず、多様な他の変更及び修正が本発明の範囲又は精神から逸脱することなく当業者によって達成され得ることが理解されるべきである。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】従来技術の送受波器素子を示す概略図である。

【図2】他の従来技術の送受波器の幾つかの素子を示す概略図である。

【図3】Aは、図2に示される従来技術の送受波器の裏当ブロックの生じ得る音響インピーダンスを示すグラフであり、Bは、図3Aに示される音響インピーダンスを有する図2に示される従来技術の送受波器の周波数応答を示すグラフであり、Cは、図3Bに示される周波数応答を有する図2に示される従来技術の送受波器の送信パルスを示すグラフである。

【図4】本発明の方法に従って製造された送受波器の第一実施態様の幾つかの素子を示す概略図である。 10

【図5】本発明の方法に従って製造された送受波器の第二実施態様の幾つかの素子を示す概略図である。

【図6】本発明の方法に従って製造された送受波器の第三実施態様の幾つかの素子を示す概略図である。

【図7】本発明の方法に従って製造された送受波器の第四実施態様の幾つかの素子を示す概略図である。

【図8】本発明の方法に従って製造された送受波器の第五実施態様の幾つかの素子を示す概略図である。

【図9】本発明に従った方法におけるステップを示すフロー図である。 20

【図10】Aは、図5に示される送受波器の変成器の生じ得る音響インピーダンスを示すグラフであり、Bは、図10Aに示される音響インピーダンスを有する本発明に従った送受波器の周波数応答を示すグラフであり、Cは、図10Bに示される周波数応答を有する本発明に従った送受波器の送信パルスを示すグラフである。

【図11】Aは、図6に示される送受波器の変成器の生じ得る音響インピーダンスを示すグラフであり、Bは、図11Aに示される音響インピーダンスを有する本発明に従った送受波器の周波数応答を示すグラフであり、Cは、図11Bに示される周波数応答を有する本発明に従った送受波器の送信パルスを示すグラフである。

【図12】Aは、四分の一波モードで動作可能な本発明に従った送受波器の変成器の生じ得る音響インピーダンスを示すグラフであり、Bは、図12Aに示される音響インピーダンスを有する本発明に従った送受波器の周波数応答を示すグラフであり、Cは、図12Bに示される周波数応答を有する本発明に従った送受波器の送信パルスを示すグラフである。 30

。

【 図 1 】

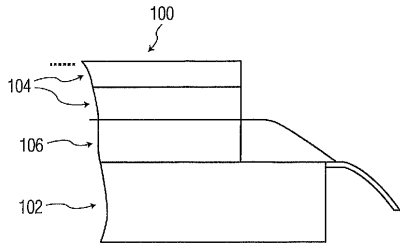


FIG. 1

【 図 2 】

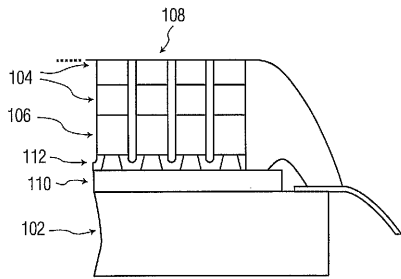


FIG. 2

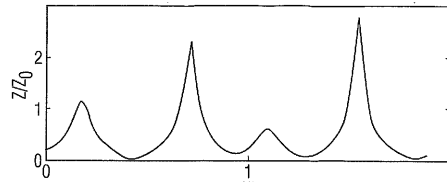


FIG. 3A

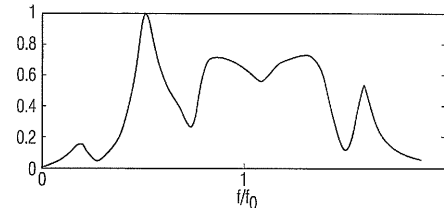


FIG. 3B

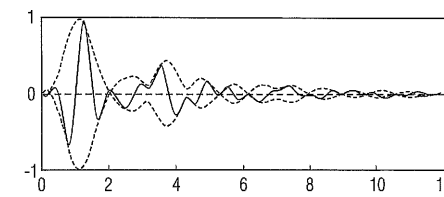


FIG. 3C

【 図 4 】

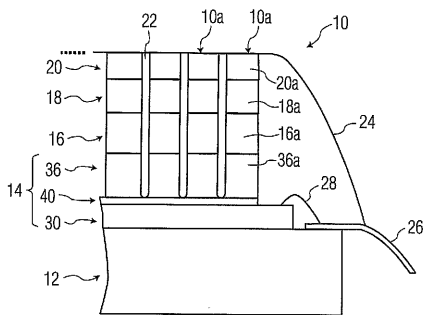


FIG. 4

【 図 6 】

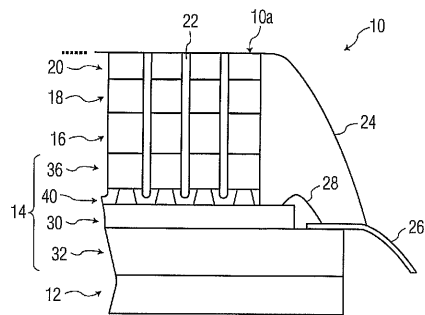


FIG. 6

【 図 5 】

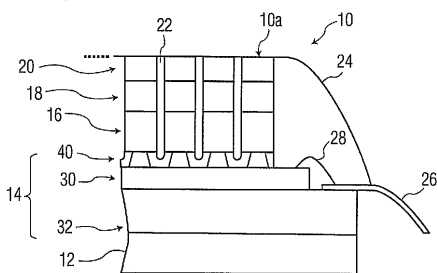


FIG. 5

【 図 7 】

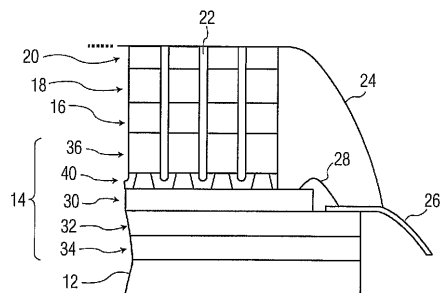


FIG. 7

【 図 8 】

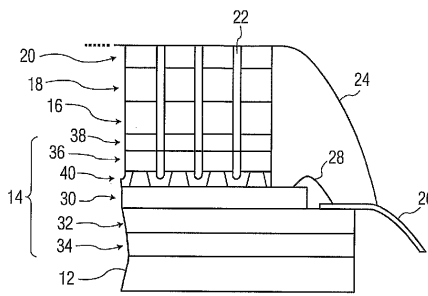


FIG. 8

【 図 9 】

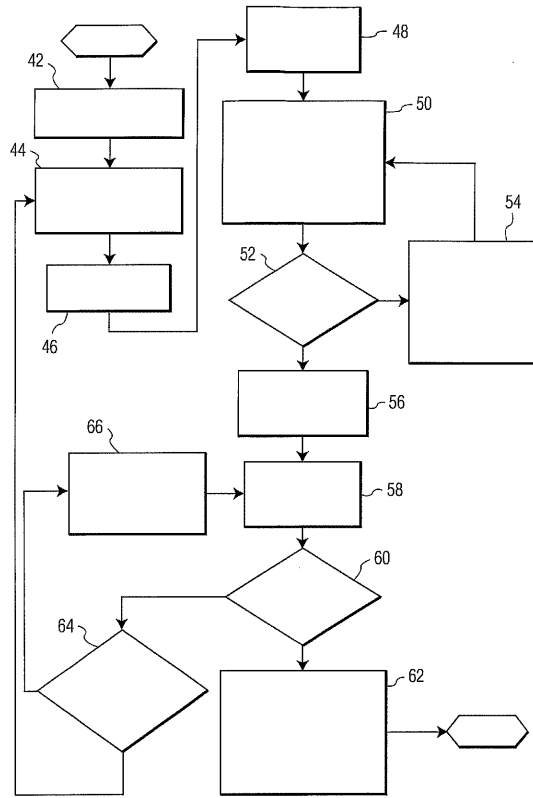


FIG. 9

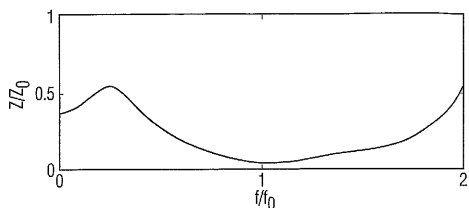


FIG. 10A

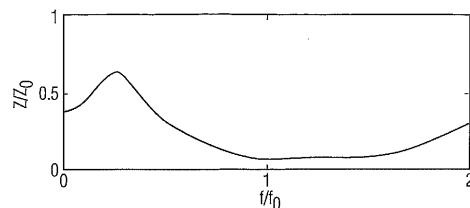


FIG. 11A

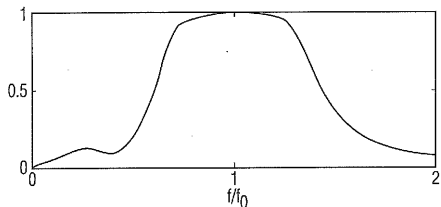


FIG. 10B

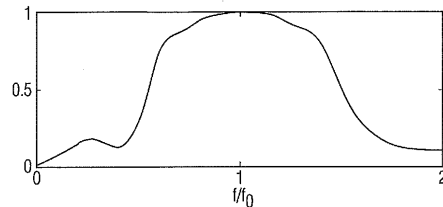


FIG. 11B

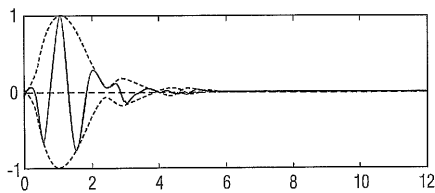


FIG. 10C

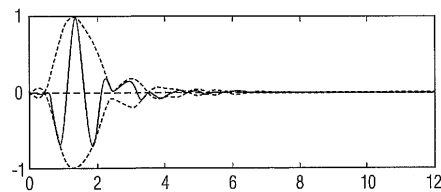


FIG. 11C

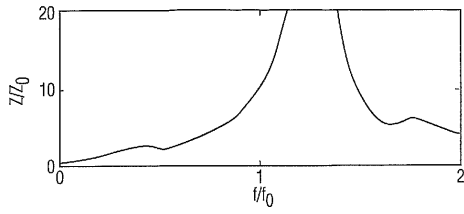


FIG. 12A

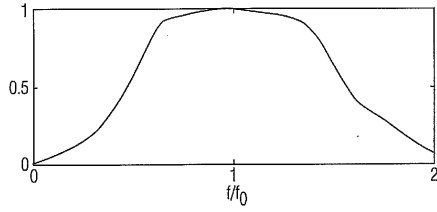


FIG. 12B

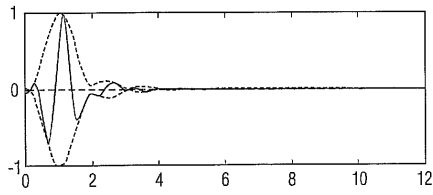


FIG. 12C

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International Application No PCT/IB2004/050851
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G10K11/00 B06B1/06		
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) IPC 7 G10K B06B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/024317 A1 (MILLER DAVID G) 6 February 2003 (2003-02-06) abstract page 1, paragraph 7 page 2, paragraph 20 - page 3, paragraph 32 figures 1-3	1, 4-8, 19, 20, 25
X	US 2003/028108 A1 (MILLER DAVID G) 6 February 2003 (2003-02-06) page 2, paragraph 30 - page 4, paragraph 41 page 5, paragraph 51-59 figures 2-4, 7-9	1, 4-8, 19, 20, 25
		-/--
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*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 *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 *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is considered with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 23 September 2004		Date of mailing of the international search report 05/10/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Modesto, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/IB2004/050851

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 087 762 A (CORBETT III SCOTT S ET AL) 11 July 2000 (2000-07-11) column 4, line 44 - column 6, line 16 figures 7-10	1-28
A	US 6 467 138 B1 (AIME FLESCH) 22 October 2002 (2002-10-22) column 5, line 3 - column 6, line 62 column 8, line 61 - column 9, line 13 figures 2-4,6	1-28
A	US 2001/044995 A1 (TEZUKA SATORU) 29 November 2001 (2001-11-29) page 5, paragraph 75 page 5, paragraph 85 - page 6, paragraph 94 figures 1-24	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB2004/050851

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003024317 A1	06-02-2003	CN 1428206 A JP 2003153391 A	09-07-2003 23-05-2003
US 2003028108 A1	06-02-2003	EP 1436097 A2 WO 03013181 A2	14-07-2004 13-02-2003
US 6087762 A	11-07-2000	US 5855049 A	05-01-1999
US 6467138 B1	22-10-2002	US 2003029010 A1	13-02-2003
US 2001044995 A1	29-11-2001	JP 2000166923 A US 6308389 B1	20-06-2000 30-10-2001

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(74) 代理人 100133983

弁理士 永坂 均

(72) 発明者 オスマン, ウィリアム

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー ピー・オー
・ボックス 3001

Fターム(参考) 5D019 AA22 GG01