

(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2012-503370
(P2012-503370A)

(43) 公表日 平成24年2月2日(2012.2.2)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4 R 17/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 0 H	5 D 0 1 9
HO 4 R 31/00 (2006.01)	HO 4 R 31/00 3 3 0	
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 0 J	
	HO 4 R 17/00 3 3 2 A	
	HO 1 L 41/08 U	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2011-527170 (P2011-527170)
 (86) (22) 出願日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年5月13日 (2011. 5. 13)
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2009/001363
 (87) 国際公開番号 W02010/031192
 (87) 国際公開日 平成22年3月25日 (2010. 3. 25)
 (31) 優先権主張番号 61/192, 690
 (32) 優先日 平成20年9月18日 (2008. 9. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/192, 661
 (32) 優先日 平成20年9月18日 (2008. 9. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

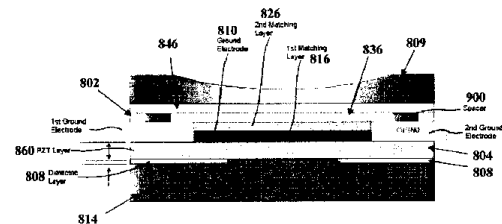
(71) 出願人 506352418
 ビジュアルソニックス インコーポレイテッド
 カナダ国 エム4エヌ 3エヌ1 オンタリオ,
 トロント, ヤング ストリート 3080,
 スイート 6100, ボックス 66
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100062409
 弁理士 安村 高明
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波変換器および他の構成要素の製造方法

(57) 【要約】

本発明は、超音波変換器等の電氣的構成要素の製造のための方法の特徴とする。具体的には、本発明は、例えば、電気回路への超音波変換器の接続の際に、電極をパターン化する方法、金属を表面に蒸着する方法、および超音波変換器用の統合整合層を作製する方法を提供する。本発明は、また、本明細書において説明される方法によって生産される超音波変換器の特徴とする。本発明はさらに、上述の方法によって生産される超音波変換器の特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

あるパターンで電極を生産する方法であって、該方法は、

(a) 第 1 の複数の電極を備える電氣的構成要素を提供するステップと、

(b) 該電氣的構成要素に近接して第 2 の複数の電極を備えるコネクタを設置するステップと、

(c) マトリクス材料および粒子材料を含む複合誘電体材料を該第 1 の複数の電極および該第 2 の複数の電極上に蒸着するステップであって、該マトリクス材料は、該粒子材料よりも低いフルエンスにおいてレーザ切除される、ステップと、

(d) マトリクス材料を除去して該複合誘電体材料の表面積を増大させるために、該複合誘電体材料の少なくとも一部分をレーザ切除し、該第 1 の複数の電極および該第 2 の複数の電極を露出させるために、該複合誘電体材料をレーザ切除し、および該第 1 の複数の電極の各々から該第 2 の複数の電極の対応する電極まで該複合誘電体材料の中にトレンチをレーザ切除するステップと、

(e) 導電性金属をステップ (d) において切除された領域上に蒸着するステップと、

(f) レジストを該導電性材料上に蒸着するステップであって、該レジストは、該第 1 の複数の電極、該第 2 の複数の電極、および該トレンチの上において、他の切除された領域と比較してより厚い、ステップと、

(g) ネガパターンで該導電性金属の一部分を露出させるために、該レジストの一部分を除去し、該パターンで該電極を生産するために、該導電性金属の該露出部分をエッチングするステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

(h) 前記エッチングされた導電性属の領域をレーザ切除するステップをさらに含み、それにより、その中の前記複合誘電体材料を除去する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ステップ (h) において、前記複合誘電体材料の実質的に全ておよび前記エッチングされた導電性金属の領域の下にある前記構成要素の一部分は、切除される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

あるパターンで電極を生産する方法であって、該方法は、

(a) 圧電層と、積層体の中に所定の深さで延在する複数の第 1 の切り溝スロットとを備える超音波アレイ変換器積層体を提供するステップであって、該複数の第 1 の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定する、ステップと、

(b) 該積層体に近接して該複数のアレイ素子の各々のための電気接続を有するコネクタを設置するステップと、

(c) マトリクス材料および粒子材料を含む複合誘電体材料を該積層体の底面および該コネクタの一部分上に蒸着するステップであって、該マトリクス材料は、該粒子材料よりも低いフルエンスにおいてレーザ切除される、ステップと、

(d) マトリクス材料を除去して該複合誘電体材料の表面積を増大させるために、該複合誘電体材料の少なくとも一部分をレーザ切除し、該複数のアレイ素子を露出させるために、該複合誘電体材料をレーザ切除し、および各アレイ素子から該コネクタの中の 1 つの電気接続まで、該複合誘電体材料の中にトレンチをレーザ切除するステップであって、該切除は、該複数の第 1 の切り溝スロットを露出させない、ステップと、

(e) 導電性金属をステップ (d) において切除された領域上に蒸着するステップと、

(f) レジストを該導電性材料上に蒸着するステップであって、該レジストは、該複数の第 1 の切り溝スロットと比較して、各アレイ素子およびトレンチの上においてより厚い、ステップと、

(g) 該電極のパターンのネガであるパターンで該導電性金属の一部分を露出させるために、該レジストの一部分を除去し、該パターンで該電極を生産するために、該導電性金

10

20

30

40

50

属の該露出部分をエッチングするステップと
を含む、方法。

【請求項 5】

(h) 前記エッチングされた導電性金属の領域をレーザ切除するステップをさらに含み、それにより、前記複数の第 1 の切り溝スロットの上の前記複合誘電体材料を除去して、個々のアレイ素子の間にくぼみを作成する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

(i) 個々のアレイ素子の間の前記くぼみをレーザ切除するステップをさらに含み、ステップ (i) は、ステップ (h) よりも高いフルエンスにおいて生じる、請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 7】

ステップ (i) の後に前記レジストを除去するステップをさらに含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

ステップ (i) の生産品をエッチングするステップをさらに含み、それにより、レーザ切除によって生産される導電性金属バリを除去する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記複数の第 1 の切り溝スロットは、固体材料で充填され、ステップ (h) において切除される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 10】

いかなるステップも 70 を超えた状態で生じない、請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 11】

ステップ (e) は、前記導電性金属の前に、接着層を蒸着するステップをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 12】

ステップ (g) における前記エッチングは、前記接着層上に蒸着される前記導電性金属を除去する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

ステップ (h) における前記レーザ切除は、ステップ (g) によって露出させられた前記接着層を除去する、請求項 12 に記載の方法。

30

【請求項 14】

前記導電性金属は、金である、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記接着層は、クロムを含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

ステップ (g) は、前記導電性金属を切除することに不十分なフルエンスにおいて、前記レジストをレーザ切除するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 17】

前記複数のアレイ素子のピッチは、最大でも 100 μm である、請求項 4 に記載の方法。

40

【請求項 18】

前記複数のアレイ素子のピッチは、最大でも 65 μm である、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 19】

前記マトリクス材料は、エポキシを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 20】

前記粒子材料は、シリカまたは炭化ケイ素を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 21】

(i) 積層体の中に所定の深さで延在する複数の第 1 の切り溝スロットを備えるアレイ変換器積層体であって、該複数の第 1 の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定する、アレイ変換器積層体と、(ii) 各アレイ素子用の電極を有するコネクタと、(

50

i i i) マトリクス材料および粒子材料を該積層体の底面および該コネクタの一部分上に含む複合誘電体材料であって、該マトリクス材料は、該粒子材料よりも低いフルエンスにおいてレーザ切除される、複合誘電体材料とを備える、超音波変換器であって、

該複合誘電体材料は、該積層体の該底面および該コネクタの一部分の上に配置され、該複合誘電体材料の中のトレンチは、各アレイ素子を該コネクタの該電極のうちの1つに接続し、各トレンチの中に蒸着される金属は、各能動素子と該コネクタの該電極のうちの1つとの間に電気接続を提供する、超音波変換器。

【請求項 2 2】

前記複数の第1の切り溝スロットは、固体材料で充填され、前記積層体の前記底面は、該固体材料の中にくぼみを備える、請求項 2 1 に記載の変換器。

10

【請求項 2 3】

前記複合誘電体材料、前記トレンチ、および各アレイ素子の少なくとも一部分の上に配置されるバッキング層をさらに備える、請求項 2 1 に記載の変換器。

【請求項 2 4】

前記積層体の頂面に取り付けられる整合層をさらに備える、請求項 2 1 に記載の変換器。

【請求項 2 5】

前記積層体の前記頂面に取り付けられる、レンズをさらに備える、請求項 2 1 に記載の変換器。

【請求項 2 6】

前記アレイ素子は、少なくとも 20 MHz の中心周波数において動作する、請求項 2 1 に記載の変換器。

20

【請求項 2 7】

前記複合誘電体層は、アポダイゼーションを提供し、サイドロープの仰角を抑制するために、前記アレイ素子の各々に隣接して傾斜させられる、請求項 2 1 に記載の変換器。

【請求項 2 8】

前記圧電積層体の中に画定される複数の第2の切り溝スロットをさらに備え、各第2の切り溝スロットは、該積層体の中に所定の深さで延在し、各第2の切り溝スロットは、少なくとも1つの第1の切り溝スロットに隣接して位置付けられ、該複数の第2の切り溝スロットは、複数のアレイ副素子を画定する、請求項 2 1 に記載の変換器。

30

【請求項 2 9】

超音波整合層を形成する方法であって、該方法は、

(a) 圧電層を備え、頂面および複数のアレイ素子を有する音響アレイ変換器積層体を提供するステップであって、該頂面は、該複数のアレイ素子の上に配置されない複数のスペーサを備える、ステップと、

(b) 頂面および底面を有するレンズアセンブリを提供するステップと、

(c) 該レンズアセンブリの該底面を該複数のスペーサと接触させるステップと、

(d) 該超音波整合層を形成するために、該変換器積層体の該頂面と該レンズアセンブリの該底面との間で接着剤を硬化させるステップであって、該接着剤は、該レンズアセンブリの該底面および該変換器積層体の該頂面に接合し、該複数のスペーサに起因する該変換器積層体の該頂面と該レンズアセンブリの該底面との間の距離は、超音波整合層に対して適切である、ステップと

40

を含む、方法。

【請求項 3 0】

前記レンズアセンブリは、レンズと、該アセンブリの前記底面を形成する第2の整合層とを備える、請求項 2 9 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記レンズは、R e x o l i t e または T P X を含む、請求項 3 0 に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記第2の整合層は、シアノアクリレートを含む、請求項 3 0 に記載の方法。

50

【請求項 33】

前記第2の整合層は、前記レンズに直接的に接着する、請求項30に記載の方法。

【請求項 34】

前記変換器積層体は、該積層体の中に所定の深さで延在する複数の第1の切り溝スロットをさらに備え、該複数の第1の切り溝スロットは、前記複数のアレイ素子を画定する、請求項29に記載の方法。

【請求項 35】

前記変換器積層体は、前記圧電層とステップ(d)の前記整合層との間に配置される第3および第4の整合層をさらに備える、請求項29に記載の方法。

【請求項 36】

頂面および底面を有するレンズアセンブリと、頂面および底面を有するアレイ変換器積層体と、該レンズアセンブリの該底面および該変換器積層体の該頂面に接着する整合層と、を備える超音波変換器であって、該変換器積層体は、圧電層と、複数のアレイ素子とを備え、該変換器積層体の該頂面は、該複数のアレイ素子の上に配置されない複数のスペーサを備え、該レンズアセンブリの該底部は、該複数のスペーサに接触している、超音波変換器。

10

【請求項 37】

前記変換器積層体は、該積層体の中に所定の深さで延在する複数の第1の切り溝スロットをさらに備え、該複数の第1の切り溝スロットは、前記複数のアレイ素子を画定する、請求項36に記載の変換器。

20

【請求項 38】

前記圧電積層体の中に画定される複数の第2の切り溝スロットをさらに備え、各第2の切り溝スロットは、該積層体の中に所定の深さで延在し、各第2の切り溝スロットは、少なくとも1つの第1の切り溝スロットに隣接して位置付けられ、該複数の第2の切り溝スロットは、複数のアレイ副素子を画定する、請求項37に記載の変換器。

【請求項 39】

前記レンズアセンブリは、レンズと、該アセンブリの前記底面を形成する第2の整合層を備える、請求項36に記載の変換器。

【請求項 40】

前記レンズは、RexoliteまたはTPXを含む、請求項39に記載の変換器。

30

【請求項 41】

前記第2の整合層は、シアノアクリレートを含む、請求項40に記載の変換器。

【請求項 42】

前記第2の整合層は、前記レンズに直接的に接着する、請求項39に記載の変換器。

【請求項 43】

前記変換器積層体は、前記圧電層と、前記レンズアセンブリの前記底面に接着する前記整合層との間に配置される第3および第4の層をさらに備える、請求項36に記載の変換器。

【請求項 44】

前記アレイ素子は、少なくとも20MHzの中心周波数において動作する、請求項36に記載の変換器。

40

【請求項 45】

各アレイ素子用の電極を有するコネクタと、マトリクス材料および粒子材料を前記積層体の底面および前記コネクタの一部分上に含む複合誘電体材料とをさらに備え、該マトリクス材料は、該粒子材料よりも低いフルエンスにおいてレーザ切除され、

該複合誘電体材料は、該積層体の該底面および該コネクタの一部分の上に配置され、該複合誘電体材料の中のトレンチは、各アレイ素子を該コネクタの該電極のうちの1つに接続し、各トレンチの中に蒸着される金属は、各能動素子と該コネクタの該電極のうちの1つとの間に電気接続を提供する、請求項37に記載の変換器。

【請求項 46】

50

表面上に材料を蒸着する方法であって、該方法は、

(a) マトリクス材料と、粒子材料とを含む複合誘電体基板を提供するステップと、

(b) 該複合基板の表面をあるフルエンスにおいてレーザ切除するステップであって、該フルエンスは、該複合基板の表面よりも大きい表面積を有する切除された表面を形成するために、該マトリクス材料を切除することには十分であるが、該粒子材料には十分でない、ステップと、

(c) 該材料を該切除された表面上に蒸着するステップであって、該切除された基板への該材料の接着強度は、切除されていない基板への該材料の接着強度よりも大きい、ステップと

を含む、方法。

10

【請求項 47】

前記マトリクス材料は、ポリマーを含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

前記粒子材料は、シリカまたは炭化ケイ素を含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 49】

ステップ(c)の前記材料は、金属または接着剤である、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 50】

ステップ(c)の前記材料は、金であり、前記方法は、ステップ(c)の前に接着層を適用するステップをさらに含む、請求項 47 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、米国仮特許出願第 61 / 192 , 661 号 (2008 年 9 月 19 日出願) および米国仮特許出願第 61 / 192 , 690 号 (2008 年 9 月 19 日出願) の利益を主張し、両方の出願は、本明細書に参考として援用される。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、超音波変換器等の電気的構成要素の製造の分野に関する。

【背景技術】

30

【0003】

概して、本発明は、アレイ超音波変換器等の電気的構成要素を製造する方法を提供する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

一側面において、本発明は、第 1 の複数の電極を有する電気的構成要素を提供するステップと、電気的構成要素に近接して第 2 の複数の電極を有するコネクタを設置するステップと、マトリクス材料および粒子材料を含む複合誘電体材料を第 1 の複数の電極および第 2 の複数の電極上に蒸着するステップであって、マトリクス材料は、粒子材料よりも低いフルエンスでレーザ切除される、ステップと、マトリクス材料を除去して複合誘電体材料の表面積を増大させるように、複合誘電体材料の少なくとも一部分をレーザ切除し、第 1 の複数の電極および第 2 の複数の電極を露出させるように、複合誘電体材料をレーザ切除し、かつ第 1 の複数の電極のそれぞれから第 2 の複数の電極の対応する電極まで、複合誘電体材料の中にトレンチをレーザ切除するステップと、導電性金属を切除された領域上に蒸着するステップと、レジストを導電性材料上に蒸着するステップであって、レジストは、他の切除された領域と比較して、第 1 の複数の電極、第 2 の複数の電極、およびトレンチの上でより厚い、ステップと、ネガパターンで導電性金属の一部分を露出させるように、レジストの一部分を除去し、該パターンで電極を生産するように、導電性金属の露出部分をエッチングするステップとによって、あるパターンで電極を生産する方法を特徴とす

40

50

る。方法はさらに、その中の複合誘電体材料を除去するために、エッチングされた導電性金属の領域をレーザ切除するステップを含んでもよい。この選択的なステップにおいて、複合誘電体材料の実質的に全ておよびエッチングされた導電性金属の領域の下にある構成要素の一部は切除されてもよい。

【0005】

関連する側面において、本発明は、圧電層と、積層体の中に所定の深さで延在する複数の第1の切り溝スロットとを備える、超音波アレイ変換器積層体を提供するステップであって、複数の第1の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定する、ステップと、積層体に近接して、複数のアレイ素子のそれぞれのための電気接続を有する、コネクタを設置するステップと、マトリクス材料および粒子材料を含む複合誘電体材料を、積層体の底面およびコネクタの一部分上に蒸着するステップであって、マトリクス材料は、粒子材料よりも低いフルエンスでレーザ切除される、ステップと、マトリクス材料を除去して複合誘電体材料の表面積を増大させるように、複合誘電体材料の少なくとも一部分をレーザ切除し、複数のアレイ素子を露出させるように、複合誘電体材料をレーザ切除し、かつ各アレイ素子からコネクタの中の1つの電気接続まで、複合誘電体材料の中にトレンチをレーザ切除するステップであって、切除は、複数の第1の切り溝スロットを露出させない、ステップと、導電性金属を、切除された領域上に蒸着するステップと、レジストを導電性材料上に蒸着するステップであって、レジストは、複数の第1の切り溝スロットと比較して、各アレイ素子およびトレンチの上でより厚い、ステップと、電極のパターンのネガであるパターンで導電性金属の一部分を露出させるように、レジストの一部分を除去し、該パターンで電極を生産するように、導電性金属の露出部分をエッチングするステップとによって、あるパターンで電極を生産するための方法とを特徴とする。この方法はさらに、複数の第1の切り溝スロットの上の複合誘電体材料を除去して、個々のアレイ素子の間にくぼみを作成するように、エッチングされた導電性金属の領域をレーザ切除するステップをさらに含んでもよい。この実施形態において、第1の切り溝スロットは、エポキシ等の固体材料で充填されてもよい。方法はまた、個々のアレイ素子の間にくぼみをレーザ切除するステップを含み、後続のくぼみの切除は、くぼみを作成するために使用されるフルエンスよりも高いフルエンスで生じてもよい。方法はさらに、パターン化電極からレジストを除去するステップを含んでもよい。方法はさらに、レーザ切除によって生産される導電性金属バリを除去するように、エッチングステップを含んでもよい。好ましくは、いかなるステップも70を超えて生じない。方法はまた、例えば金といった導電性金属の前に、例えばクロムを含む接着層を蒸着するステップを含んでもよい。エッチングステップは、接着層上に蒸着される導電性金属を除去し、一方で、複合材料のレーザ切除はまた、エッチングによって露出させられた接着層を除去してもよい。好ましくは、レジストは、導電性金属を切除するのに不十分なフルエンスで、切除によって除去される。複数のアレイ素子のピッチは、好ましくは、最大でも100 μm 、例えば最大でも65 μm である。複合誘電体材料の例示的なマトリクス材料は、エポキシであり、例示的な特定の材料は、シリカおよび炭化ケイ素である。

【0006】

本発明はさらに、上述の方法によって生産される超音波変換器を特徴とする。そのような変換器は、積層体の中に所定の深さで延在する、複数の第1の切り溝スロットを有する、アレイ変換器積層体であって、複数の第1の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定する、アレイ変換器積層体と、各アレイ素子用の電極を有する、コネクタと、マトリクス材料および粒子材料を、積層体の底面およびコネクタの一部分上に含む、複合誘電体材料であって、マトリクス材料は、粒子材料よりも低いフルエンスでレーザ切除される、複合誘電体材料とを有し、複合誘電体材料は、積層体の底面およびコネクタの一部分の上に配置され、複合誘電体材料の中のトレンチは、各アレイ素子をコネクタの電極のうちの1つに接続し、各トレンチの中に蒸着される金属は、各能動素子とコネクタの電極のうちの1つとの間に電気接続を提供する。複数の第1の切り溝スロットは、選択的に、固体材料で充填され、積層体の底面は、固体材料の中にくぼみを備える。変換器はさらに、

複合誘電体材料、トレンチ、および各アレイ素子の少なくとも一部分の上に配置される、バッキング層を含んでもよい。変換器はまた、積層体の頂面に取り付けられる整合層、および/または積層体の頂面に取り付けられるレンズを含んでもよい。アレイ素子は、典型的に、少なくとも20MHzの中心周波数で動作する。複合誘電体層はまた、アボダイゼーションを提供し、かつサイドロープの仰角を抑制するように、アレイ素子のそれぞれに隣接して傾斜させられてもよい。変換器はまた、圧電積層体の中に画定される、複数の第2の切り溝スロットを含み、各第2の切り溝スロットは、積層体の中に所定の深さで延在し、各第2の切り溝スロットは、少なくとも1つの第1の切り溝スロットに隣接して位置付けられ、複数の第2の切り溝スロットは、複数のアレイ副素子を画定する。

【0007】

別の側面において、本発明は、圧電層を備え、頂面および複数のアレイ素子を有する、音響アレイ変換器積層体を提供するステップであって、頂面は、複数のアレイ素子の上に配置されない、複数のスペーサを含む、ステップと、頂面および底面を有する、レンズアセンブリを提供するステップと、レンズアセンブリの底面を複数のスペーサと接触させるステップと、超音波整合層を形成するように、変換器積層体の頂面とレンズアセンブリの底面との間で接着剤を硬化させるステップであって、接着剤は、レンズアセンブリの底面および変換器積層体の頂面に接合し、複数のスペーサに起因する変換器積層体の頂面とレンズアセンブリの底面との間の距離は、超音波整合層に適切である、ステップとによって、超音波整合層を形成する方法を特徴とする。レンズアセンブリは、例えばRexoliteまたはTPXのレンズと、例えばシアノアクリレートを含み、アセンブリの底面を形成する第2の整合層とを含んでもよい。第2の整合層は、レンズに直接的に接着してもよい。変換器はさらに、積層体の中に所定の深さで延在する、複数の第1の切り溝スロットを含んでもよく、複数の第1の切り溝スロットは、記複数のアレイ素子を画定する。変換器積層体はまた、圧電層と生産される整合層との間に配置される、第3および第4の整合層を含んでもよい。

【0008】

関連する側面において、本発明は、頂部および底面を有する、レンズアセンブリと、頂面および底面を有する、アレイ変換器積層体と、レンズアセンブリの底面および変換器積層体の頂面に接着する、整合層とを含む、超音波変換器であって、変換器積層体は、圧電層と、複数のアレイ素子とを含み、変換器積層体の頂面は、複数のアレイ素子の上に配置されない、複数のスペーサを備え、レンズアセンブリの底部は、複数のスペーサに接触する、超音波変換器を特徴とする。変換器はさらに、積層体の中に所定の深さで延在する、複数の第1の切り溝スロットを含んでもよく、複数の第1の切り溝スロットは、複数のアレイ素子を画定し、選択的に、圧電積層体の中に画定される、複数の第2の切り溝スロットを含んでもよく、各第2の切り溝スロットは、積層体の中に所定の深さで延在し、各第2の切り溝スロットは、少なくとも1つの第1の切り溝スロットに隣接して位置付けられ、複数の第2の切り溝スロットは、複数のアレイ副素子を画定する。レンズアセンブリは、例えばRexoliteまたはTPXのレンズと、例えばシアノアクリレートを含み、アセンブリの底面を形成する第2の整合層とを含んでもよい。第2の整合層は、レンズに直接的に接着してもよい。変換器積層体はまた、圧電層と、レンズアセンブリの底面に接着する整合層との間に配置される、第3および第4の層を含んでもよい。アレイ素子は、好ましくは、少なくとも20MHzの中心周波数で動作する。変換器はまた、各アレイ素子用の電極を有するコネクタと、マトリクス材料および粒子材料を積層体の底面およびコネクタの一部分上に含む、複合誘電体材料とを含んでもよく、マトリクス材料は、粒子材料よりも低いフルエンスでレーザ切除され、複合誘電体材料は、積層体の底面およびコネクタの一部分の上に配置され、複合誘電体材料の中のトレンチは、各アレイ素子をコネクタの電極のうちの1つに接続し、各トレンチの中に蒸着される金属は、各能動素子とコネクタの電極のうちの1つとの間に電気接続を提供する。

【0009】

別の側面において、本発明は、例えばエポキシ等のポリマーといったマトリクス材料と

10

20

30

40

50

、例えばシリカまたは炭化ケイ素といった粒子材料とを含む、複合誘電体基板を提供するステップと、複合基板の表面よりも大きい表面積を有する切除された表面を形成するように、マトリクス材料を切除するのに十分であるが、粒子材料には十分でないフルエンスで、複合基板の表面をレーザ切除するステップと、材料を切除された表面上に蒸着するステップであって、切除された基板への材料の接着強度は、切除されていない基板への材料の接着強度よりも大きい、ステップとによって、例えば金属または接着剤といった材料を表面に蒸着する方法を特徴とする。蒸着のための例示的な金属は、金であり、方法はさらに、金を蒸着する前に接着層を適用するステップを含んでもよい。

【0010】

本発明の利点は、以下の説明に記載され、その説明から部分的に明らかになり、または本発明の実行によって学習され得る。本発明の利点は、添付の特許請求の範囲に特に指摘される要素および組み合わせによって実現され、達成される。上述の概要および下述の詳細な説明は、いずれも例示的かつ説明的なものであり、請求されている本発明を限定するものではないことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、PZT層と、PZT層の頂面的一部分に載置されてPZT層の縦縁部を超えて外向きに延在する接地電極層と、接地電極層の頂面的一部分に載置される第1および第2の整合層と、レンズと、レンズの底面に載置される第4の整合層と、第2の整合層の頂面および第4の整合層の底部的一部分に載置される第3の整合層と、変換器の非能動領域の下側にある誘電体層とを示す、概略的な圧電積層体（原寸に比例せず）の断面図である。さらに、第4の整合層の底面を、PZT層ならびに介在する第1および第2の整合層に対して所望の距離に位置付けることができるように、PZT層の頂面に対して所定の距離だけ上向きに延在する接地電極の上に形成される、複数のスペーサを示す。

【図2】図2は、例示的なレンズ（原寸に比例せず）の概略断面図である。

【図3】図3は、変換器の能動および非能動領域を示す、図1のPZT積層体の例示的な断面図である。

【図4】図4は、支持部材に載置されて示され、バッキング層および誘電体層を示す、完成したPZT積層体の断面図である。信号電極（本明細書では図示されないが、アレイ素子とそれぞれの可撓性回路との間の誘電体層部分を覆う）は、可撓性回路をPZT積層体の中に確定される特定のアレイ素子に動作可能に連結し、接地電極は、それぞれの可撓性回路の接地に電氣的に連結される。

【図5】図5は、取り付けられて示される整合層1および2を伴うPZT積層体の頂部の上面図である。

【図6】図6は、導電性接着剤でそれに載置される銅箔を伴うPZT積層体の頂部の上面図である。例示される箔は、PZT積層体の方位角長さを超えて延在するが、これらの2つの端部フラップは、最終的には後続の加工ステップにおいて除去される。

【図7】図7は、銅箔の端部フラップを除去した、図6のPZT積層体の頂部の上面図である。

【図8】図8は、それに載置されるレンズを伴うPZT積層体の頂部の上面図である。

【図9】図9は、下位層の整列、ならびに銅箔、スペーサの相対的整列および位置決め、ならびにレンズの曲率半径を理解するために、レンズを透明層として示す、PZT積層体の頂部の上面図である。

【図10】図10は、PZTが最終目標厚さに重ねられて、可撓性回路と統合してアレイアセンブリを作成する準備ができた後の、PZT積層体の概略断面図である。この実施形態において、積層体の残りの層は、後に完成される。

【図11】図11は、PZT積層体の中に機械加工される例示的な切り溝パターンの概略図である。この側面において、長い線は、アレイ素子間の第1の切り溝スロットの代表例であり、短い線は、第2の切り溝スロット、すなわちサブダイス切り溝の代表例である。

【図12】図12Aおよび12Bは、第1の縦方向に延在する側縁部部分および向かい合

10

20

30

40

50

う第2の縦方向に延在する側縁部部分を示し、それぞれの内面および向かい合う外面を各側縁部分が有する、図10のPZT積層体とともに使用するための支持部材の上面図および斜視図であり、第1および第2の縦方向に延在する側縁部分のそれぞれの内面の一部分は、限定するものではなく例えば可撓性回路基板等の、回路基板の遠位端をそれに接続できるように構成され、支持部材は、それぞれの第1および第2の縦方向に延在する側縁部分の間に、中央の、縦方向に延在する開口部を画定する、中間部分を有し、図10のPZT積層体は、支持部材の中間部分の一部分上に載置するように構成される。

【図13】図13は、図10のPZT積層体に接着されて示される、図12Aおよび12Bの支持部材の概略断面図である。

【図14】図14は、支持構造体の中にレーザで切り込まれ、それぞれのアレイ切り溝に対して位置付けられる可撓線の整列特徴を示す、その中に固定して載置されるPZT積層体を伴う支持部材の概略底面図である。一側面において、右側の可撓線の整列特徴は、アレイのピッチに実質的に等しい距離だけ、左側の特徴に対してオフセットされる。拡大上面図も示す。

【図15】図15は、可撓性回路対が、アレイ切り溝に対してどのように整列させられるのかを示す、その中に固定して載置されるPZT積層体を伴う支持部材の概略底面図である。赤色のバーは、可撓性回路の頂側部上の銅トレースを表す。

【図16】図16は、それが2つの可撓性回路にダイ取り付けされた後の、PZT積層体の概略断面図である。

【図17】図17は、適用された誘電体層を示す概略断面図である。

【図18】図18は、完成した誘電体層の概略断面図である。この側面において、誘電体層は、アレイの仰角次元を画定し、信号電極の蒸着のための準備の際に、可撓線から積層体まで、滑らかな遷移表面を提供する。

【図19】図19は、信号電極層の信号電極パターンの概略図である。この実施例において、橙色のバーは、除去された電極を表し、赤色のバーは、それぞれの可撓性回路のリードフレームを表す。この例示的な概略図では、各可撓性回路の上側および下側の付加的な電極パターンが示される。

【図20】図20は、例示的な256素子の変換器の、完全な信号電極パターンの概略図である。シアン色のボックスは、PZT積層体の能動領域を画定し、桃色のボックスは、包括的な信号電極の外辺部を画定する。レーザートリミング（橙色）は、各信号電極が単離されるように、Au外辺部を超えて延在する。

【図21】図21は、バッキング材料の適用を示す、概略断面図である。

【図22】図22Aおよび22Bは、支持部材上に載置され、信号電極パターンの蒸着前のアレイアセンブリの概略断面図である。図22Aは、可撓性回路に対する接地接続が行われる前のアレイアセンブリを表し、図22Bは、信号リターン経路が完成されるように接地接続が行われた後のアレイアセンブリを表す。

【図23】図23は、例示的なPZT積層体に接続される一対の可撓性回路を示す概略図である。例示的な一実施形態では、アセンブリのピン1（すなわち、素子1）が示され、アレイアセンブリの左側の可撓性回路に接続される。この限定的でない実施例では、アレイアセンブリの左側に対する可撓性回路は、奇数の素子に接続され、アレイアセンブリの右側に対する可撓性回路は、偶数の素子に接続される。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明は、超音波変換器等の電気的構成要素の製造のための方法の特徴とする。具体的には、本発明は、金属等の材料を表面上に蒸着する方法、例えば、電気回路への超音波変換器の接続の際に、電極をパターン化する方法、および超音波変換器用の統合整合層を製作する方法を提供する。本発明はまた、本明細書で説明される方法によって生産される超音波変換器の特徴とする。

【0013】

（材料の蒸着）

10

20

30

40

50

本発明は、例えば金属またはエポキシ等の接着剤の薄膜といった表面への材料の接着のための、改良された方法を提供する。方法は、複合材料の基板の使用を伴う。複合材料は、マトリクス材料と、粒子材料とを含み、マトリクス材料は、粒子材料よりも低いフルエンスで切除する。この基板が適切なフルエンスで切除されるときにマトリクス材料が除去されるが、粒子材料は、粒子を包囲している全てのマトリクス材料が除去されない限り保持される。プロセスの結果は、マトリクス材料および部分的に露出する粒子材料の組み合わせによって形成される、高度な3次元表面である。新しい形態の表面積は、切除されていない表面と比較して、大幅に増大される。次いで、金属または接着剤等の材料が、切除された表面に蒸着され、切除によって作成される形態のため、接着が増大される。改良された接着は、好ましくは、切除されていない領域の中の材料の層間剥離を伴わずに、選択された領域の中の材料の後の切除を可能にする。例示的なマトリクス材料は、エポキシ等のポリマーであり、例示的な粒子材料は、シリカおよび炭化ケイ素である。蒸着のための例示的な金属は、金である。また、従来技術において公知のように、金等のある種の金属について、例えばクロムを含有する接着層が蒸着されてもよい。方法の条件および使用の実施例を、本明細書に提供する。

10

【0014】

(電極のパターン化)

本発明はまた、電極をパターン化するための方法を提供する。このプロセスは、金属化ステップ(最高温度60~70°以下)に耐えることができる任意の電気的構成要素を、可撓線または他の回路基板型の構成要素に直接的に接続するために使用することができる。この方法は、X、Y、およびZにおけるmmスケール距離にわたって5μmより小さい特徴を作成するために使用することができる。

20

【0015】

概して、方法は、電極のパターン化を必要とする電気的構成要素を提供するステップを提供する。構成要素は、上記に説明された複合材料等の材料で被覆される。この被覆は、概して、切除されて、電極の所望のパターンに選択的に除去される。次いで、導電性金属層が、切除された表面の上に蒸着される。次いで、レジストが、金属層の上に適用される。被覆が電極のパターンで除去されたので、被覆が除去される場所に適用された金属は、トラフまたはトレンチの中に蒸着される。これらのトラフまたはトレンチは、レジストで充填され、電極のパターンの上にレジストのより厚い層をもたらす。次いで、レジストは、電極パターンの形成部分ではない領域から除去され、金属がエッチングされる。次いで、これらの領域の中のあらゆる残りの金属および被覆が切除される。最後に、レジストが除去され得、電極パターンをもたらす。本明細書でより詳細に説明されるように、例えば変換器の切り溝スロットの中の充填材料といった、電気的構成要素の一部は、パターン化電極に関連するくぼみを作成するために切除されてもよい。次いで、以前のステップによって残された余分な金属を除去するために、これらのくぼみにおける比較的の高いフルエンスでの切除が採用されてもよい。くぼみは、そうしなければ層間剥離をもたらす可能性が高い切除の副生物から、パターン化電極を保護する。

30

【0016】

方法の例示的な使用は、アレイ化超音波変換器に対する電気的接続を行うことである。アレイの各素子は、典型的に、同軸ケーブルに接続される。高周波数(例えば、20MHz以上)で、アレイを構成する素子は、典型的に、従来のワイヤ接合(通常、少なくとも約75μmを必要とする)に対しては、非常に小さくかつ脆弱である。加えて、ワイヤ接合に必要とされるサーマルバジェットも問題になり得る。高周波変換器の場合、金属の除去前にレジストが溶解し得るので、サーマルバジェットによりレジストの高温焼成が不可能であるため、ウェットエッチングも効果がない場合がある。薄膜は、除去することができるが、しばしばクラックを生じ、耐クラック性を提供するより厚い膜(約6000オングストロームを超える)は、レーザ切除中の金属の飛散により短絡を起こしやすいので、電極のレーザ切除も問題になり得る。また、切除プロセスは、電極の副次的損傷を引き起こし得る。しかしながら、本発明の方法は、例えば40μm以下のピッチ(例えば、25

40

50

μm 未満)で $16\mu\text{m}$ という小さい幅の副素子を伴うアレイの素子との電気接続を行うために用いてもよい。

【0017】

本発明と関連する切除に使用することができるレーザは、KrFエキシマレーザシステム(例えば、約 248nm の波長を有する)またはフッ化アルゴンレーザ(例えば、約 193nm の波長を有する)等の、短波長レーザである。別の側面において、圧電層を切削するために使用されるレーザは、短パルス長レーザである。例えば、 $\text{ps} \sim \text{fs}$ 程度の短パルス長を放射するために、改良型レーザを使用することができる。約0から $20\text{J}/\text{cm}^2$ の間のフルエンス範囲を伴う、KrFエキシマレーザシステム(約 248nm の波長を伴う紫外線)を採用することができる。レジストは、導電性材料を除去するのに必要なフルエンスを下回る(例えば、 $0.8\text{J}/\text{cm}^2$ 未満)フルエンスで除去されてもよい。切除によって、本明細書で説明されるように残留する導電性金属、接着層、および複合材料を除去するときには、フルエンスは、 0.8 と $1.0\text{J}/\text{cm}^2$ との間であってもよい。くぼみの中に位置する複合材料(および電氣的構成要素の下側にある部分)を除去するために、例えば最高で $5\text{J}/\text{cm}^2$ といった、より高いフルエンスでの切除を採用してもよい。

10

【0018】

方法の条件および使用のさらなる実施例を、本明細書に提供する。

【0019】

(統合整合層)

20

本発明はまた、統合整合層を作製するためのプロセスを特徴とする。高周波応用の場合、超音波アレイを集束させるためのレンズは、しばしば、別個の部品として製造し、これを変換器に取り付けなければならない。高周波では、レンズを取り付けるための接着剤の使用は、あらゆる接合線を、 20MHz の場合は約 $1\mu\text{m}$ 未満まで低減する、また、より高い周波数に対して薄くするという必要性によって難しくなる。そのような接合線を生産することは、以下のような課題を提示する。i)接着剤の中の小さい、概して球状の空洞が平坦に押しつぶされるときに、大きい空洞が作成される。このような空洞は、表面上か、または接着剤の中の小さい閉じ込められた空洞からの、濡れ性の問題に起因する可能性がある。ii)接合線をこのような寸法に押しつぶすことは、接着剤の中の分子の移動性を妨げ、性能を損なう可能性がある。iii)接合線を適切な寸法に押圧するために、接合される2つの部品の間から余剰の接着剤を追い出さなければならない。接合の厚さが減少するにつれて、接着剤内の剪断力を克服するために必要とされる力は、接合厚さとともに非線形に増大し、積層体および/またはレンズ材料のカバレッジを迅速に超える可能性がある。接合線が積層体に対するいかなる悪影響も有さないことを確実にするために、本発明は、接合線を整合層の中に作製する方法を提供する。このアプローチは、極薄層の必要性を排除し、したがって、上述の懸念を解消する。

30

【0020】

方法は、変換器の外辺部周辺に適用されるスペーサを採用し、次いで、統合整合層の所望の最終高さに重ねられる。次いで、整合層は、レンズ(およびレンズに取り付けられる任意の整合層)と、スペーサが取り付けられる表面との間で接着剤を硬化させることによって作製される。例えば音響インピーダンスを調整するために、接着剤の中に粒子が採用される場合、結果として生じる未硬化の糊を、(スペーサの頂部とレンズの底部との間に閉じ込められている粒子による)わずか $1\mu\text{m}$ の狂いも伴わずに、スペーサ上に押圧できることを確実にするように、ナノ粒子ドーパントが採用されてもよい。スペーサは、望ましくは、粉末のトラッピングを最小化するために小さいが、例えば直径が約 0.25 から $0.75\mu\text{m}$ といった、高さまで正確に包まれるように十分大きい。所望の周波数範囲の中で、接合線は比較的厚い(例えば、 5 と $25\mu\text{m}$ の間)ので、このプロセスに必要なとされるクランプ力は最小である。方法の条件および使用の実施例を、本明細書に提供する。

40

【0021】

50

(変換器の概要)

本発明は、本明細書で説明される方法で生産することができる超音波変換器に関して、さらに説明する。圧電層と、整合層と、レンズと、バッキング層とを含む、変換器積層体の構成要素は、従来技術において公知であり、米国特許第7,230,368号、米国特許公報第2007/0222339号、米国特許公報第2007/0205698号、および米国特許公報第2007/0205697号で説明されている。

【0022】

一側面において、超音波変換器は、第1の面と、向かい合う第2の面と、両者間に延在する縦軸Lsとを有する積層体を含む。積層体は、複数の層を含み、各層は、頂面と、向かい合う底面とを有する。一側面において、積層体の複数の層は、圧電層と、誘電体層とを含む(本明細書で説明されるように、蒸着およびパターン化されてもよい)。一側面において、誘電体層は、圧電層の少なくとも一部分に接続されて、その下にある。

10

【0023】

積層体の複数の層はさらに、接地電極層と、信号電極層と、バッキング層と、少なくとも1つの整合層と含むことができる。付加層には、一時的な保護層(図示せず)、音響レンズ、フォトレジスト層(図示せず)、導電性エポキシ(図示せず)、接着剤層(図示せず)、ポリマー層(図示せず)、金属層(図示せず)等が挙げられるが、これに限定されない。

【0024】

圧電層は、様々な材料でできていることができる。例えば、圧電層を形成する材料には、セラミック、単結晶、ポリマーおよびコポリマー材料、0-3、2-2、および/または3-1接続性を伴うセラミック-ポリマーおよびセラミック-セラミック複合材等が挙げられる。一実施例において、圧電層は、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)セラミックを含む。

20

【0025】

誘電体層は、圧電層の能動領域を画定することができる。誘電体層は、圧電層の底面に適用することができる。一側面において、誘電体層は、圧電層の底面全体を覆わない。一側面において、誘電体層は、積層体の縦軸に実質的に平行な方向に第2の所定の長さ延在する、開口部または間隙を画定する。誘電体層の開口部は、好ましくは、圧電層の底面の中央領域と整列される。開口部は、アレイの仰角次元を画定する。一側面において、アレイの各素子は、同じ仰角次元を有し、開口部の幅は、形成された切り溝スロットを有するデバイスの能動領域のために確保される圧電層の領域内で一定である。一側面において、誘電体層の開口部の長さは、アレイ素子の仰角次元の変動をもたらす積層体の縦軸に対して実質的に垂直な軸において、所定の手法で変動させることができる。

30

【0026】

誘電体層および圧電層の相対的厚さ、ならびに関連する誘電体層および圧電層の誘電率は、2つの層にわたる印加電圧が分割される程度を画定する。一実施例において、電圧は、誘電体層全体を90%に、圧電層全体を10%に分けることができる。誘電体層および圧電層にわたる分圧器の比率は、変動させることができることを意図する。次いで、いかなる下側の誘電体層もない圧電層の部分において、圧電層全体に最大の印加電圧が現れる。この部分は、アレイの能動領域を画定する。この側面において、誘電体層は、能動領域よりも幅の広い圧電層の使用を可能にし、また、アレイ素子およびアレイ副素子は能動領域の中に画定されるが、共通接地は頂面上に保持されるような方法で、切り溝スロットを能動領域の中に作製すること、およびこの領域を超えて延在することを可能にする。

40

【0027】

複数の第1の切り溝スロットは、積層体の中に画定される。各第1の切り溝スロットは、積層体の中に所定の深さ、および積層体の縦軸に実質的に平行な方向に第1の所定の長さ延在する。第1の切り溝スロットの「所定の深さ」は、第1の切り溝スロットのそれぞれの長さに沿った位置の関数である、所定の深さプロファイルに従ってもよい。各第1の切り溝スロットの第1の所定の長さは、誘電体層によって画定される開口部の第2の所定

50

の長さ少なくとも同程度であり、かつ、積層体の縦軸に実質的に平行な長さ方向で、積層体の第1の面と、向かい合う第2の面との間の縦距離よりも短い。一側面において、複数の第1の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定する。

【0028】

超音波変換器はまた、複数の第2の切り溝スロットを備えることができる。この側面において、各第2の切り溝スロットは、積層体の中に所定の深さ、および積層体の縦軸に実質的に平行な方向に第3の所定の長さ延在する。第2の切り溝スロットの「所定の深さ」は、第2の切り溝スロットのそれぞれの長さに沿った位置の関数である、所定の深さプロフィールに従ってもよい。各第2の切り溝スロットの長さは、誘電体層によって画定される開口部の第2の所定の長さ少なくとも同程度であり、かつ、積層体の縦軸に実質的に平行な長さ方向で、積層体の第1の面と、向かい合う第2の面との間の縦距離よりも短い。一側面において、各第2の切り溝スロットは、少なくとも1つの第1の切り溝スロットに隣接して位置付けられる。一側面において、複数の第1の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ素子を画定し、複数の第2の切り溝スロットは、複数の超音波アレイ副素子を画定する。例えば、2つのそれぞれの第1の切り溝スロット間の1つの第2の切り溝スロットを伴うアレイは、アレイ素子あたり2つのアレイ副素子を有する。アレイ素子あたり2つのサブダイスされた素子を伴う64素子アレイの場合、アレイの64の素子を構成する、128圧電副素子を生産するように、129のそれぞれの第1および第2の切り溝スロットが作製される。この数は、より大きいアレイに対して増大させることができることを意図する。サブダイシングを伴わないアレイの場合、65および257の第1の切り溝スロットは、それぞれ、64および256のアレイ素子を伴うアレイ構造に使用することができる。一側面において、第1および/または第2の切り溝スロットは、空気で充填することができる。代替の側面において、第1および/または第2の切り溝スロットはまた、例えばポリマー等の液体または固体で充填することができる。

【0029】

第1または第2のいずれの切り溝スロットも、積層体のそれぞれの第1および第2のいずれかまで延在する、すなわち、切り溝スロットが中間的な長さを有するので、形成されたアレイ素子は、積層体のそれぞれの第1および第2の面の近くで、積層体の隣接する部分によって支持される。

【0030】

積層体の圧電層は、現在の臨床撮像周波数標準に対して高いと考えられる周波数で共振することができる。一側面において、圧電層は、約30MHzの中心周波数で共振する。他の側面において、圧電層は、約10から200MHzの間の、好ましくは約20から150MHzの間の、より好ましくは約25から100MHzの間の中心周波数で共振する。

【0031】

複数の超音波アレイ副素子のそれぞれは、約0.2から1.0の間の、好ましくは約0.3から0.8の間の、より好ましくは約0.3から0.7の間の、高さに対する幅の縦横比を有する。一側面において、圧電素子の場合、約0.6未満の高さに対する幅の縦横比を使用することができる。この縦横比、およびそれに起因する幾何学形状は、音響エネルギーを作成するために使用される厚さ共振モードから、アレイ素子の横共振モードを分離するのに役立つ。したがって、上述の高さに対する幅の比率は、圧電バー内のあらゆる横共振モードが、支配的な厚さ共振モードを妨げることを防止するように構成される。類似した断面設計には、当業者によって理解されるように、他の種類のアレイを考慮することができる。各アレイ素子は、各アレイ素子が2つ以上のバーを効果的に含むように、少なくとも1つのサブダイス切り溝を備えることができ、それぞれの素子の全てのバーのための信号電極は、相互に電気的に短絡される。

【0032】

圧電バーの高さに対する幅の縦横比はまた、アレイ素子の指向性、すなわち、幅をより狭くすることに影響を与え、指向性が低くなるにつれて、アレイのステアリング角度が大

10

20

30

40

50

きくなる。約 0.5 μm よりも大きいピッチを伴うアレイの場合、被駆動素子の開口用に生産される格子ローブの振幅は増大する。これに限定されないが、種々の例示的な PZT バーは、以下の幅 / 高さ、縦横比を含むことができる。

【 0 0 3 3 】

【 表 1 】

およその周波数範囲	ピッチ (μm)	PZT (μm)	切り溝 (μm)	W/H
13-24 MHz	90	75	10	0.53
18-42 MHz	75	51	8	0.58
18-42 MHz	60	45	5	0.55
22-55 MHz	55	39	5	0.58
22-55 MHz	55	39	5	0.58
30-70 MHz	38	25	3-4	0.56

第 1 および / または第 2 の切り溝スロットは、空気、またはポリマー等の液体もしくは固体で充填することができる。充填剤は、アレイ構造内の隣接する圧電バー間の機械的結合を最小化する、低音響インピーダンス材料であることができる。選択される場合、低音響インピーダンス材料は、圧電バーとのあらゆる不要な結合を回避するように、圧電バーの帯域幅の外側である、音響応答を有することができる。充填剤の選択は、アレイ素子の有効幅に影響を与える可能性があり、すなわち、アレイ素子の有効幅は、素子間の任意の機械的結合により、アレイ素子の実際の幅に等しく、またはそれよりも大きくなることが理解されるであろう。さらに、有効幅が増大するにつれて、アレイ素子の指向性はわずかに増大する。例えば、限定することを意味しないが、E p o t e k 3 0 1 および / または 3 0 1 - 2 エポキシ等を、切り溝充填剤として使用することができる。

【 0 0 3 4 】

複数の第 1 および第 2 の切り溝スロットを使用した、「サブダイシング」による副素子の形成は、2 つの隣接する副素子が相互に電氣的に短絡され、それによって、短絡された素子の対がアレイの 1 つの素子としての役割を果たす、技術である。第 1 の切り溝スロットに起因するアレイ素子の空間の中心間の、所与の素子ピッチの場合、サブダイシングは、改良された高さに対する幅の縦横比を可能にし、それによって、素子内の不要な横共振は、デバイスの動作の所望の帯域幅の外側の周波数に移行させられる。

【 0 0 3 5 】

一側面において、積層体の圧電層は、約 7.5 から 300 ミクロンの間の、好ましくは約 10 から 150 ミクロンの間の、より好ましくは約 15 から 100 ミクロンの間のピッチを有する。一実施例において、限定することを意味しないが、30 MHz のアレイ設計の場合、1.5 の場合に結果として生じるピッチは、約 74 ミクロンである。

【 0 0 3 6 】

高周波数において、アレイ素子および切り溝スロットの幅を、1 から 1 / 10 ミクロン程度に縮小したときには、アレイ形成の際に、狭い切り溝スロットを作製することが望ましい。切り溝スロットを狭くすることで、アレイのピッチを最小化することができ、それによって、アレイデバイスの動作中の、エネルギーの格子ローブの影響を最小化することができる。さらに、切り溝スロットを狭くすることによって、素子の強度および感度は、圧電層をできるだけ少なく除去することによって、所与のアレイピッチについて最大化される。レーザ機械加工を使用することで、圧電層は、微細ピッチでパターン化され、機械的完全性を保持し得る。

10

20

30

40

50

【0037】

上述のように、複数の層はさらに、信号電極層と、接地電極層とを含むことができる。電極は、誘電体層、および圧電層の露出領域を覆う金属化層の適用によって画定することができる。電極層は、当業者によって理解されるように、任意の金属化表面を備えることができる。使用することができる電極材料の限定的でない例は、ニッケル(Ni)である。酸化しない、より低い抵抗(1~100MHz)の金属化層は、スパッタリング(蒸発、電気めっき等)等の薄膜蒸着技術によって蒸着することができる。Cr/Auの組み合わせ(それぞれ、300/3000オングストローム)は、このようなより低い抵抗の金属化層の例であるが、より薄い、およびより厚い層も使用することができる。Crは、Auのための界面接着層として使用される。当業者には明らかであるように、半導体およびマイクロ加工分野で公知である、他の従来界面接着層を使用できることを意図する。信号電極は、本明細書で説明されるようにパターン化することができる。

10

【0038】

積層体の複数の層はさらに、頂面および向かい合う底面を有する少なくとも1つの整合層を含むことができる。一側面において、複数の層は、2つのこのような整合層を含む。第1の整合層の底面の少なくとも一部分は、圧電層の頂面の少なくとも一部分に接続することができる。第2の整合層が使用される場合、第2の整合層の底面の少なくとも一部分は、第1の整合層の頂面の少なくとも一部分に接続される。整合層は、積層体の縦軸に実質的に平行な長さ方向で、誘電体層によって画定される開口部の第2の所定の長さと同程度であることができる。統合整合層を生産するための方法を本明細書で説明する。

20

【0039】

整合層は、整合層材料自体内で、デバイスの中心周波数で、通常、音声の波長の約またはおよそ1/4に等しい厚さを有することができる。整合層の特定の厚さ範囲は、実際の層の選択、それらの特定の材料特性、および意図するデバイスの中心周波数に依存する。一実施例において、限定することを意味しないが、ポリマーに基づく整合層材料の場合、30MHzで、約15~25μmという好ましい厚さをもたらす。

【0040】

一側面では、整合層の音響インピーダンスは、8から9Mraylの間であることができ、別の側面では、インピーダンスは、3から10Mraylの間であることができ、さらに別の側面では、インピーダンスは、1から33Mraylの間であることができる。

30

【0041】

積層体の複数の層はさらに、頂面および向かい合う底面を有するバッキング層を含むことができる。一側面において、バッキング層は、実質的に、誘電体層によって画定される開口部を充填する。別の側面において、バッキング層の頂面の少なくとも一部分は、誘電体層の底面の少なくとも一部分に接続される。さらなる一側面において、誘電体層の底面の実質的に全ては、バッキング層の頂面の少なくとも一部分に接続される。さらに別の側面において、バッキング層の頂面の少なくとも一部分は、圧電層の底面の少なくとも一部分に接続される。

40

【0042】

整合層およびバッキング層は、空気および/または水と、圧電層との間の音響インピーダンスを伴う材料から選択することができる。加えて、当業者には理解されるように、エポキシまたはポリマーは、可変の音響インピーダンスおよび減衰の材料を作成するように、種々の組成および比率の金属および/またはセラミック粉末と混合することができる。この開示では、そのような任意の材料の組み合わせを意図する。1~6つの離散層から1つの徐々に変化する層に及ぶ整合層、および0~5つの離散層から1つの徐々に変化する層に及ぶバッキング層の選択は、特定の中心周波数のための圧電層の厚さを変化させる。

【0043】

一側面において、変換器のバッキング層は、圧電素子が電氣的に励起される、または受信モードで動作させられるときに、バッキング層に向かって下方へ進行する音響エネルギー

50

ーが、バックング材料によって吸収されて、超音波変換器積層体の厚さ内の不必要な音響反射を回避するように構成することができる。一側面において、バックング材料に進入する音響エネルギーの所望の吸収を生じさせるために、高音響減衰を有する単一のバックング材料は、層が無限に厚い層として作用するように十分に厚く構成される。単一よりも多いバックング層を意図する場合、何らかの方法で変換器の帯域幅および/または周波数応答特徴を調整するために、次いで、それに応じて音響インピーダンスを選択する。例示的な一側面において、バックング層は、粉末ドープエポキシを含むことができる。

【0044】

一側面において、レンズは、積層体の最上層である層の頂面を実質的に覆って重ね合わせるように位置付けることができる。レンズは、音響エネルギーを集束させるために使用することができる。レンズは、当業者に公知であるように、ポリマー材料でできていることができる。1つの好ましい側面において、レンズは、水に対する適合度が高く、かつ低い音響損失を有する材料でできていることができる。例えば、3つの平坦側部および1つの曲面を有する、Rexoliteの予備成形または予備加工された部品は、レンズとして使用することができる。曲率半径(R)は、音響レンズの意図する焦点距離によって決定される。例えば、限定することを意味しないが、レンズは、従来、コンピュータ数値制御装置、レーザ機械加工、鋳造等を使用して成形される。一側面において、曲率半径は、湾曲(WC)の幅が、誘電体層によって画定される開口部の幅と少なくとも同程度に十分に大きい。例示的なレンズ材料は、ポリメチルペンテン(例えば、TPX(登録商標))および架橋ポリスチレン(例えば、Rexolite(登録商標))である。

【0045】

Rexoliteの音速の速さは、水中の音の速さよりも大きく、したがって、レンズは、凹状表面を伴って形成される。レンズの曲率半径は、アレイの仰角焦点深度を画定する。10mmの焦点距離の場合、曲率半径(R)は、3.65mmである。さらなる一側面において、レンズの湾曲の最大深さは、撮像中に使用される音響ゲルの中の空気溜まりのトラッピングを回避するように最小化することができる。付加的な側面において、レンズの最も薄い断面部分は、レンズの前面で形成する内部音響反射が、主たるパルスの近くに残るように、できる限り薄く作製することができる。さらなる一側面において、レンズの最も薄い断面部分は、IECの患者漏れ電流試験をBFおよび/またはCF等級で通過するのに十分な厚さであることができる。さらに別の側面において、レンズの湾曲は、レンズの境界不連続によるあらゆる不要な回折を回避するために、アレイの能動領域を超えて延在することができる。例示的なRexoliteレンズの例示的な焦点深度および曲率半径を以下に示す。

【0046】

【表2】

およその周波数範囲	レンズ焦点深度	Rexolite 曲率半径
13-24 MHz	15 mm	5.45 mm
18-42 MHz	10 mm	3.65 mm
18-42 MHz	9 mm	3.30 mm
22-55 MHz	7 mm	2.55 mm
22-55 MHz	6 mm	2.20 mm
30-70 MHz	5 mm	1.85 mm

1つの好ましい側面において、レンズの最小厚さは、誘電体層によって画定される開口部または間隙の中央の実質的に上にある。さらに、湾曲の幅は、誘電体層によって画定される開口部または間隙よりも大きい。一側面において、レンズの長さは、切り溝スロットの長さよりも広く、レンズが変換器デバイスの頂部上に載置されると、切り溝スロットの全てを保護し、かつ密閉することを可能にする。

【0047】

少なくとも1つの第1の切り溝スロットは、積層体の中のその所定の深さ/深さプロファイルに到達するように、少なくとも1つの層を通して、またはその中に延在することができる。積層体の層のうちいくつかまたは全ては、実質的に同時に切り通す、または切り込むことができる。したがって、複数の層を、実質的に同時に選択的に切り通すことができる。さらに、当業者に明らかであるように、複数の層を、同時に選択的に切り通すことができ、他の層をその後の時間に選択的に切り通すことができる。一側面において、1つの第1および/または第2の切り溝スロットの少なくとも一部分は、圧電層の頂面から圧電層の底面までの距離の少なくとも60%である所定の深さまで延在し、1つの第1および/または第2の切り溝スロットの少なくとも一部分は、圧電層の頂面から圧電層の底面までの距離の100%である所定の深さまで延在することができる。

10

【0048】

少なくとも1つの第1の切り溝スロットの少なくとも一部分は、誘電体層の中に所定の深さで延在することができ、1つの第1の切り溝スロットの少なくとも一部分も、バック層の中に所定の深さで延在することができる。当業者に明らかであるように、バック層の中への所定の深さは、0ミクロンから、圧電層自体の厚さ以上である深さまで変動させることができる。バック層を通してのレーザ微細加工は、隣接する素子間の分離に有意な改善を提供することができる。一側面において、1つの第1の切り溝スロットの少なくとも一部分は、少なくとも1つの層を通して延在し、バック層の中に所定の深さで延在する。本明細書で説明されるように、バック層の中への所定の深さは、変動してもよい。少なくとも1つの第1の切り溝スロットの少なくとも一部分の所定の深さは、その同じそれぞれの切り溝スロットの別の部分の所定の深さと比較して、または積層体の縦軸に実質的に平行な長さ方向で、別の切り溝スロットの少なくとも一部分の所定の深さと比較して、変動させることができる。別の側面において、少なくとも1つの第1の切り溝スロットの所定の深さは、少なくとも1つの他の切り溝スロットの所定の深さよりも深くすることができる。

20

30

【0049】

前述のように、少なくとも1つの第2の切り溝スロットは、第1の切り溝スロットについて前述のように、その所定の深さに到達するように、少なくとも1つの層を通して延在することができる。第2の切り溝スロットは、第1の切り溝スロットについて上記に説明したように、積層体の少なくとも1つの層の中に、またはこれを通して延在することができる。積層体の層が独立して切削され、各切り溝スロット積層体の所与の層の中にある場合、第1または第2のどちらの切り溝スロットも、隣接する層の中のその対応するスロットで実質的に覆って重ね合わせることができる。

40

【0050】

変換器はまた、変換器の種々の構成要素に機械的支持を提供して、加工プロセスを援助するように、支持部材を含んでもよい。

【0051】

以下、概して図1-23に示される変換器構成に関して本発明を説明する。超音波変換器は、第1の面802と、向かい合う第2の面804と、両者間に延在する縦軸Lsとを有する、積層体800を含む。積層体は、複数の層を含み、各層は、頂面828と、向かい合う底面830とを有する。積層体の複数の層は、例えば、圧電層806と、誘電体層808と、複数の整合層とを含む。誘電体層は、圧電層の少なくとも一部分に接続されて、その下にあってもよい。一実施例において、複数の整合層は、積層体の中に4つの整合層を含む。

50

【 0 0 5 2 】

積層体の複数の層はさらに、圧電層の頂面に配置される接地電極層 8 1 0 と、信号電極層 8 1 2 と、バッキング層 8 1 4 とを含むことができる。

【 0 0 5 3 】

図 1 および 3 に示されるように、変換器積層体は、能動領域および不活性領域を画定し、誘電体層は、分圧器として作用し、かつ圧電層全体に印加される電圧を制限する、接地電極の下に提供される。図中、積層体は、能動領域の中で（上から下に）以下の層を含む。

【 0 0 5 4 】

【表 3】

10

層	材料	Zac (MRayl)	20 MHz (μm)	30 MHz (μm)	30 MHz (μm)	40 MHz (μm)	50 MHz (μm)	
レンズ	Rexolite	2.47	250mm (最小厚さ)					
第4の整合層	CA	2.69	26.9 μm	17.9 μm	17.9 μm	13.4 μm	10.8 μm	
第3の整合層	SiC エポキシ	3.45	33.1 μm	22.1 μm	22.1 μm	16.6 μm	13.3 μm	
第2の整合層	W/SiC エポキシ	5.50	26.3 μm	17.5 μm	17.5 μm	13.1 μm	10.5 μm	
第1の整合層	W エポキシ	11.05	21.3 μm	14.2 μm	14.2 μm	10.6 μm	8.5 μm	
接地電極	Au	62.60	薄層 ~8000 Å					
圧電物質	PZT	33	75 μm	51 μm	45 μm	39 μm	25 μm	
信号電極	Au	62.60	~10000 Å					
バッキング	PZT エポキシ	8.50	> 5mm					

20

非能動領域の中で、積層体変換器は、（上から下に）以下の層を含む。

【 0 0 5 5 】

【表 4 - 1】

30

層	材料	Zac (MRayl)	20 MHz 厚さ	30 MHz 厚さ	30 MHz 厚さ	40 MHz 厚さ	50 MHz 厚さ	
レンズ	Rexolite	2.47	< 0.5 mm					
第4の整合層	CA	2.69	26.9 μm	17.9 μm	17.9 μm	13.4 μm	10.8 μm	
銅箔	銅	N/A	20 μm	20 μm	20 μm	20 μm	20 μm	
第3の整合層	SiC エポキシ	3.45	達成すべき能動領域の厚さに必要とされる通り	達成すべき能動領域の厚さに必要とされる通り	達成すべき能動領域の厚さに必要とされる通り	達成すべき能動領域の厚さに必要とされる通り	達成すべき能動領域の厚さに必要とされる通り	
第2の整合層	W/SiC エポキシ	5.50	26.3 μm	17.5 μm	17.5 μm	13.1 μm	10.5 μm	
第1の整合層	W エポキシ	11.05	21.3 μm	14.2 μm	14.2 μm	10.6 μm	8.5 μm	
接地電極	Au 銅	62.60 N/A	薄層 ~8000 Å 箔 ~15-25μm 厚					

40

【 0 0 5 6 】

【表 4 - 2】

誘電体	シリカ エポキシ	N/A	> 20 μm				
圧電物質	PZT	33	75 μm	51 μm	45 μm	39 μm	25 μm
信号電極	Au	62.60	~ 10000 \AA				
バッキング	PZT エポキシ	8.50	> 5mm				

圧電層 806 は、様々な材料でできていることができる。例えば、限定することを意味しないが、圧電層を形成する材料には、セラミック、単結晶、ポリマーおよびコポリマー材料、0 - 3、2 - 2、および / または 3 - 1 接続性を伴うセラミック - ポリマーおよびセラミック - セラミック複合材等が挙げられる。一実施例において、圧電層は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) セラミックを含む。

【0057】

図 6 - 7 に示されるように、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の内縁部は、接地電極が圧電層に接合されるときに、あらゆる不具合線の回避を援助する、のこぎり歯または段付き設計を有することができる。さらなる一側面において、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の外縁部は、圧電層のそれぞれの縦面の縁部を超えて延在するように構成され、よって、それらは、所望の接地接続を形成するように、回路基板との電気通信の際に所望されるように位置付けることができる。したがって、一側面において、接地電極から回路基板まで信号接地が接続されるのを可能にするために、接地電極層の一部は、典型的に、露出させられたままである。

【0058】

さらなる側面において、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の内縁部は、それぞれの第 1 および第 2 の整合層を、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の内縁部の間の圧電層の頂面上に逐次的に載置するのに十分な距離で相互に離間される。この側面において、第 1 および第 2 の整合層 816、826 の縦方向に延在する縁部は、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の内縁部から離間することができる。選択的に、複数のスペーサ 900 を提供することができる、これらは、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極の頂面の部分上に積層体の能動領域によって画定されるように、音場の外側に位置付けられる。各スペーサ 900 は、圧電層の頂面に対して所定の距離で上向きに延在し、それによって、第 4 の整合層 846 の底面は、圧電層および介在する第 1 および第 2 の整合層に対して所望の距離で位置付けることができる。この側面において、1 つのスペーサは、それぞれの第 1 および第 2 の接地電極ののこぎり歯状の内縁部の内向きに延在する部分上に位置付ける、または形成することができる。一側面において、積層体のアセンブリの完了時に、スペーサ 900 によって生成される間隔は、積層体の第 3 の整合層 836 の厚さに等しい。スペーサは、目標厚さまで重ねる、または積み上げることができる、あらゆる材料でできていることができることを意図する。

【0059】

例示的な一側面では、誘電体材料は、シリカドープ Epotek 301 エポキシを含み、これは、約 4 という低い比誘電率を有し、誘電体表面が低フルエンスの紫外線および / またはプラズマで処理されるときに、スパッタリングされた金に対する強い接着を提供する。さらなる側面において、誘電体の厚さは、少なくとも 10 μm 、好ましくは少なくとも 10 μm 、より好ましくは少なくとも 20 μm であることができる。選択的に、誘電体層の縁部は、いくらかのアポダイゼーションを提供し、かつサイドロープの仰角を抑制するのに役立つように、断面に対して傾斜させることができる。傾斜の正確な形状は、超音波への所望の影響に基づいて、当業者によって選択される。別の側面において、アレイの仰角次元を画定するドープエポキシ誘電体層の幅は、好ましくは約 0.5 mm から 3.5 mm の間、より好ましくは約 0.75 mm から 3.0 mm の間、最も好ましくは約 1.0

10

20

30

40

50

mmから3.0mmの間であることができる。

【0060】

積層体の複数の層はさらに、頂面および向かい合う底面を有する少なくとも1つの整合層を含むことができる。さらなる側面において、各整合層の音響インピーダンスは、音響インピーダンスが、圧電物質の上の第1の整合層からレンズの真下の最上整合層まで、単調に減少するように構成することができる。例示的な一側面では、整合層のうちの少なくとも1つは、ポリマーに基づく。整合層の全てが、ポリマーに基づくことができることも意図する。さらなる側面において、例示的な複数の整合層は、いかなる知覚できる位相の不連続性も伴わない、実質的に滑らかなパルス応答をもたらすことができる。パルス応答手段の滑らかな性質は、時間と変換器の周波数応答との間に予測可能な関係があることを意味する。

10

【0061】

1つの例示的な示される側面において、複数の整合層は、4つのこのような整合層を備える。例示的な一側面では、第1の整合層816の底面の少なくとも一部分は、前述のように、圧電層の頂面上に載置される、接地電極層の頂面の少なくとも一部分に接続することができる。第2の整合層826の底面の少なくとも一部分は、第1の整合層の頂面の少なくとも一部分に接続される。第1および第2の整合層は、少なくとも、積層体の縦軸に実質的に平行な長さ方向で、誘電体層によって画定される開口部の第2の所定の長さを実質的に同程度であることができる。

【0062】

20

図8-9に示されるように、レンズ809は、積層体の最上層である整合層の頂面を実質的に覆って重ね合わせるように位置付けることができる。この側面において、レンズは、音響エネルギーを集束させるために使用することができる、固定レンズである。例えば、3つの平坦側部および1つの曲面を有することができる、Rexoliteの予備成形または予備加工された部品は、レンズとして使用することができる。さらなる側面において、固定レンズ809は、仰角焦点を合わせるための方法を提供する。レンズの厚さは、圧電層または整合層よりも厚くなることができる。

【0063】

一側面において、第4の整合層846の頂面は、レンズの底部の平坦面に接合される。レンズがRexoliteから形成される実施形態において、第4の整合層846は、シアノアクリレート(CA)接着剤から作製することができる、これは、米国特許公報第2007/0205698号で説明されるように、Rexolite製レンズに確実に接合することができる、低音響材料である。当然、所望のレンズの材料に確実に接合することができる、あらゆる低インピーダンス材料を使用できることを意図する。1つのさらなる側面において、CA層、すなわち第4の整合層の底面は、第2の整合層の頂面に接着剤で連結されることが好ましい。この側面において、第4の整合層の底面は、複数のスペーサの頂面上に着座し、それによって、レンズは、第2の整合層から所望の距離で離間して位置付けることができる。この側面において、接着剤層は、積層体へのレンズの接合を提供する。

30

【0064】

40

適用された接着剤層はまた、レンズの底面に適用された接着剤層の厚さが、適切な波長の厚さ(例えば、限定することを意味しないが、1/4波長の厚さ)であるならば、第3の整合層836としての役割を果たすことができる。この実施例において、粉末および粉末の濃度の選択は、音響インピーダンスを調整して所望の音響プロファイルに一致させるように選択されることを意図する。当業者は、Epotek301エポキシ、Epotek301-2エポキシ等を、上述の第3の整合層を形成するために、接着剤層として使用できることを理解するであろう。Epotek301エポキシは、その純粋状態において2.9Mraylの音響インピーダンスを有し、異なる組成の粉末でドーブすることができ、また、音の密度および速度を制御することによって、所望の音響インピーダンスを有するように構成することができる、0~3つの複合材料を作成するようにサイズ決定する

50

ことができる。この例示的な側面において、C Aの層は、変換器の整合層のうちの1つとして作用する。したがって、1つの限定的でない実施例において、複数の整合層は、C Aの層を備えることができ、3つの下側の整合層は、粉末を装填したE p o t e k 3 0 1エポキシ、E p o t e k 3 0 1 - 2エポキシ等を含むことができる。

【0065】

さらなる側面において、レンズを積層体上に載置する前に、C A層およびレンズをレーザ切断することができ、これは、アレイ切り溝（すなわち、第1および/または第2のアレイ切り溝スロット）、および一側面では、サブダイシングした、すなわち第2の切り溝を、両方の整合層を通して（または2つの整合層が使用される場合）、レンズの中に効果的に延在させる。C Aおよびレンズがレーザ切断される場合、ピックアップブレース機（または相互に接合されている実際の構成要素の特定のサイズおよび形状にサイズ決定および成形される、整列治具）を、積層体の最上層の最上面上のXおよびYの両方でレンズを整列させるために使用することができる。C Aおよびレンズをレーザ切削するために、約0.5~5 J/cm²のレーザフルエンスを使用することができる。

【0066】

種々の例示的な側面において、アレイは、以下の音響設計特性を有する。

【0067】

【表5】

中心周波数	20 MHz	30 MHz	30 MHz	40 MHz	40 MHz	50 MHz
素子	256	256	256	256	256	256
ピッチ	90 μm (1.2 ラムダ)	75 μm (1.5 ラムダ)	60 μm (1.2 ラムダ)	55 μm (1.4 ラムダ)	55 μm (1.4 ラムダ)	38 μm (1.2 ラムダ)
仰角	2.8 mm	2.0 mm	2.0 mm	1.4 mm	1.2 mm	1.0 mm
焦点深度	15 mm	10 mm	9 mm	7 mm	6 mm	5 mm
パルス応答	60 ns (-6dB)	45 ns (-6dB)	45 ns (-6dB)	35 ns (-6dB)	35 ns (-6dB)	35 ns (-6dB)
	120 ns (-20dB)	90 ns (-20dB)	85 ns (-20dB)	70 ns (-20dB)	70 ns (-20dB)	70 ns (-20dB)
双方向帯域幅	> 65% (-6dB)	> 65% (-6dB)	> 65% (-6dB)	> 65% (-6dB)	> 65% (-6dB)	> 65% (-6dB)
指向性	> +/- 15°	> +/- 15°	> +/- 15°	> +/- 15°	> +/- 15°	> +/- 15°

（実施例1 - 電極のパターン化）

可撓性回路は、超音波アレイの面に対して45度傾斜した面上に設置され、可撓線の各フィンガーは、対応するアレイ素子とともに並べられる。アレイの各側部に1つずつある、2つの可撓線部品は、各可撓線がアレイのピッチの2倍であるように千鳥状にされる。可撓線は、この位置に恒久的に取り付けられる。アセンブリ全体は、可撓線フィンガーの全てを覆うシリカ粒子充填エポキシで充填される。エポキシは、アレイの全てにわたって滑らかな内部プロファイルを形成するように成形され、よって、一方の表面から他方へのいかなる突然の遷移もない。

【0068】

次いで、圧電物質は切除しないが、エポキシ混合物を除去するフルエンスを使用して、各素子に沿って、例えば各素子に従ったP Z Tといった、圧電物質の表面から粒子/エポキシを除去することによって、アレイの能動領域を選択的に露出させるために、エキシマレーザ（例えば、248 nm）を使用する。切り溝幅の稜は、能動領域の中の各素子の間に残される。次いで、エポキシ混合物を可撓線フィンガーの上から除去して、可撓線の銅を露出させる。次いで、各素子からそのそれぞれのフィンガーまで、トレンチを作製する。変換器をスパッタリングして、1 μmの金で内面全体を覆う。あらゆる標準的な金属が

使用され得る。クロム接着層を、金の蒸着と連動して使用してもよい。エポキシ混合物のレーザ切除および圧電物質のレーザ活性化は、金属の接着を向上させる。

【0069】

標準的なポジ型フォトリソが、金の上に被覆される。トレンチおよび稜のため、レジストは、トレンチの中に厚く溜まり、高い領域上に薄く残る。レジストは、乾燥できるが、ハードベークできない。下にある金を損なうことなくレジストを除去するために、非常に低いフルエンス（約 0.3 J/cm^2 ）に設定したレーザを使用する。これは、金の切除が、典型的に、残された電極への副次的損傷を直接的に引き起こすので、重要である。したがって、レジストの中の電極パターンのネガを露出させて、数分間、最高で50というわずかに高い温度で、標準的な金のウェットエッチングプロセスを使用して、金をエッチングする。この結果として、金のほぼ全てが、Cr/Au合金領域まで除去され、厚さは、わずか300オングストロームである。

10

【0070】

レーザは、残りの金属を除去するために、例えば約 0.8 J/cm^2 といったわずかに高いフルエンスにおいて使用される。このフルエンスは、残りの金属を除去して、金層の下にエポキシのトレンチを作成する。切り溝が $5 \mu\text{m}$ 未満である能動領域において、短絡を除去するために、第3の、高フルエンスのパス（例えば、約 3 J/cm^2 ）を使用してもよい。 0.8 J/cm^2 で行われるトレンチのパスは、レーザパルスによって引き起こされるプラズマのためのガイドとして作用し、それによって、最初に高いフルエンスを使用することによって引き起こされる、電極の副次的損傷を防止する。最終的なレーザパスの後、レーザ切削された縁部のバリ取りを行うために、短いウェットエッチングを使用することができる。最後に、室温で、好適な溶媒の中に溶解させることによって、レジストが除去される。

20

【0071】

（実施例2 - 回路への変換器の連結）

図4-23は、前述の変換器積層体を準備して、変換器積層体を回路基板に動作可能に連結する、方法論を示す。以下に説明される実施形態のいずれかは、概して、本発明の任意の方法とともに採用されてもよい。

【0072】

圧電層の頂面に連結される金属化接地電極層（図示せず）を伴う圧電層は、第1のステップで、最初は遮断され、その底面は、従来、第1の所望の厚さに重ねられる。一側面において、第1の所望の厚さは、典型的に、最終的な厚さではなく、圧電層が継続して機能することを可能にする厚さである。第2のステップでは、第1の整合層816が、金属化接地電極層の頂面の一部分に適用され、硬化した後に目標厚さに重ねられる。ステップの際に、第2の整合層826が、第1の整合層の頂面の一部分に適用され、続いて、硬化した後に目標厚さに重ねられる。一側面において、第1および第2の整合層はどちらも、圧電層の実質的に中央に位置付けられ、圧電層の細長い縁部の間の圧電層の頂面上に延在する。第1および第2の整合層816、826の縦方向に延在する縁部は、圧電層の縦方向に延在する縁部から離間することができる。

30

【0073】

続いて、銅箔910が、例えば導電性接着剤で、金属化接地電極層の頂面の一部分に連結される。図6に示されるように、銅箔は、第1および第2の整合層を円周方向に包囲するように位置付けられる。さらなる側面において、それぞれの第1および第2の接地電極を画定する銅箔910はまた、それぞれの第1および第2の接地電極の内縁部が、それぞれの第1および第2の整合層の縦方向に延在する縁部から離間されるように位置付けられる。さらに、それぞれの第1および第2の接地電極の外向きの縁部は、それらを、加工プロセスの後のステップで、回路基板の接地に動作可能に連結できるように、圧電層の縦面を超えて外向きに延在する。さらなる側面において、図に示されるように、第1および第2の接地電極の内縁部は、それぞれの第1および第2の接地電極を、圧電層のそれぞれの縦面に沿って容易に屈曲させることができるように、圧電層の縦面を超えて延在する、の

40

50

こぎり歯パターンを有する。図7に示されるように、続いて、銅箔のそれぞれの端部が、それぞれの第1および第2の接地電極を物理的に分離するように除去される。一側面において、隣接する銅箔は、圧電層への銅箔の接合に有用である。選択的に、個々の第1および第2の接地電極は、圧電層に別々に載置され得、図7に示されるものと同じ構造をもたらす。第1および第2の接地電極は、効果的に金属化接地電極層の延長部としての役割を果たす。

【0074】

別の側面では、それぞれの第1および第2の接地電極の頂面からの所望のスタンドオフを達成するために、複数のスペーサ900を、それぞれの第1および第2の接地電極の頂面の部分に位置付ける。複数のスペーサ900は、圧電層の全外周の周囲に位置付けられる、ピラーまたは点の形態であることができる。別の側面において、複数のスペーサ900は、それぞれの第1および第2の接地電極の内縁部に隣接する、それぞれの第1および第2の接地電極の頂面の部分上に位置付けることができる。さらに別の側面において、複数のスペーサは、積層体の能動領域から外向きに、すなわち積層体の非能動領域の中に位置付けることができる。スペーサは、所望の目標厚さに重ねることができる、あらゆる従来の材料から作製することができる。

10

【0075】

第4の整合層846は、レンズ809に接着剤で連結され、続いて、所望の目標厚さに重ねる前に、硬化させることが可能である。例示的な一側面では、レンズは、Rexoliteを含むことができ、第4の整合層は、CA接着剤を含むことができる。さらなる側面において、第4の整合層は、Rexoliteブランクに適用することができ、かつ、Rexoliteブランクをレンズに機械加工する前に、所望の目標厚さに重ねることができる。

20

【0076】

図1および8-10を参照すると、第4の整合層846は、レンズ/第4の整合層を接合するために使用される接着剤が、第3の整合層836を形成するのを確実にするように、複数のスペーサの頂面上に位置付けられ、接着剤が硬化したときに所望の目標厚さを有することができる。別の側面において、接着されたレンズ/第4の整合層は、圧電層との所望の重ね合わせで、積層体の実質的に中央に位置付けることができる。

30

【0077】

以下、図11を参照すると、一側面において、圧電層の底面は、第1および第2の切り溝スロットの形成前に、所望の厚さに重ねることができる。第1および第2の切り溝スロットは、積層体の中に所望の深さに形成される。第1および第2の切り溝スロットは、積層体の底部側から積層体の中に機械加工される。一側面において、第1および第2の切り溝スロットは、約3から10 J/cm²の間、好ましくは約5 J/cm²のレーザフルエンスを使用して、レーザ加工される。このレーザフルエンスは、積層体の圧電層に所望される切り溝の縦横比を作成するのに十分である。

【0078】

さらに、一側面では、例えば、限定することを意味しないが、レーザ加工によって、ピンマーカ基準点を圧電層の底面上にけがくことができる。ピンマーカ基準点は、例えば、複数の十字等の少なくとも1つのマーキングであることができる。ピンマーカは、使用される場合、後続の下流側の加工プロセスの際に、可撓性回路に対して積層体を正しく配向するために使用することができる。さらなる側面において、ピンマーカ基準点は、圧電層の底面がその最終目標厚さに重ねられたときに、ピンマーカ基準点を可視のままにするのに十分な深さで、圧電層の底面の中に延在すべきである。ピンマーカ基準点のエッチングパターンは、圧電物質の底面が重ねられるときに、ピンマーカ基準点の幅が変化しないように、実質的にまっすぐ下方に延在することが好ましい。

40

【0079】

図11に示されるように、さらなる側面において、レーザ整列マーカ930は、例えばレーザ加工によって、圧電層の底面にけがくことができる。レーザ整列マーカ930

50

は、1つが積層体のいずれかの端部にある、2つの十字等の少なくとも2つのマーキングであることができる。レーザ整列マーカ-930は、使用される場合、後続の下流側の加工プロセスの際に、積層体の整列および/または重ね合わせを支援するために使用することができる。さらなる側面において、整列マーカ-は、圧電層の底面がその最終目標厚さに重ねられたときに、マーカ-を可視のままにするのに十分な深さで、圧電層の底面の中に延在すべきである。レーザ整列マーカ-のエッチングパターンは、圧電物質の底面が重ねられるときに、レーザ重ね合わせマーカ-の幅が変化しないように、実質的にまっすぐ下方に延在することが好ましい。

【0080】

選択的に、形成された第1および第2の切り溝スロットは、前述のように充填され、充填材料を硬化させることが可能である。続いて、圧電層の底面が、その最終目標厚さに重ねられ、図10に示される積層体の断面をもたらす。当業者は、加工プロセスのこの段階で、誘電体層、信号電極層、およびパッキング層が形成されていないことを理解するであろう。

【0081】

以下、図12Aおよび12Bを参照すると、支持部材940の例示的实施形態が示される。支持部材は、第1の縦方向に延在する側縁部分942と、向かい合う第2の縦方向に延在する側縁部分944とを有し、各側縁部分は、それぞれの内面946と、向かい合う外面948とを有し、第1および第2の縦方向に延在する側縁部分のそれぞれの内面的一部分は、可撓性回路基板等の回路基板、または図23に示されるような回路基板対の遠位部分をそれらに接続できるように構成される。より少ないトレースを伴う他の可撓線デザインを使用することができる。例えば、より可撓性の回路は、合計で256のトレースを必要とする。支持部材はまた、それぞれの第1および第2の縦方向に延在する側縁部分の間に延在する、中央の、縦方向に延在する開口部を画定する、中間部分を有する。中間部分はまた、残りのアセンブリプロセス中に積層体が反るのを防止するように、支持体が積層体に接合されるときに機械的支持を提供するという理由から必要である、機械的強度および完全性を支持体に提供する。一側面において、第1および第2の縦方向に延在する側縁部分942、944は、相互に相対的に鋭角で位置付けることができ、またはそれらは、相互に対して実質的に平行に、もしくは相互に同一平面に位置付けることができる。

【0082】

例示的な一側面において、図10-15に示される例示の刻み線等の、複数の回路整列特徴960は、支持部材の中間部分の底面の部分の中に切削される、あるいは従来通り形成される。この側面において、複数の回路整列特徴は、それらが、それぞれの第1および第2の縦方向に延在する側縁部分および/または支持部材の開口部に隣接する、および/またはそれらまで延在するように位置付けることができる。当業者は、複数の回路整列特徴が、積層体内に切削される第1の切り溝スロットに対する、回路基板または回路基板対のリードフレーム(信号トレース)の遠位部分の正しい位置決めを可能にすることを理解するであろう。支持部材の開口部の向かい合う側部上の複数の回路整列特徴は、交互に並ぶ信号電極パターンを、回路基板または回路基板対とアレイ素子との間に形成することを可能にするように、変換器アレイのピッチに等しい距離だけ、相互に対してオフセットされることを意図する。一側面において、複数の整列特徴960は、積層体を支持部材に載置することに続く、別個のステップで形成することができる。選択的に、十分な重ね合わせを伴って支持体を積層体に載置することができるのであれば、複数の整列特徴は、積層体を支持部材に固定して載置する前に形成することができる。

【0083】

図13に示されるように、変換器積層体は、支持部材940の中間部分の頂面の少なくとも一部分に固定して載置され、回路整列特徴は、回路整列特徴が、圧電層のアレイ切り溝と重ね合わせるよう位置付けられるように形成される。一側面において、積層体アセンブリは、支持部材に接着剤で接合することができる。一側面において、複数の整列特徴960は、積層体を支持部材に固定して載置することに続く、別個のステップで、支持部材

10

20

30

40

50

の中に形成できることを意図する。選択的に、複数の整列特徴は、積層体を支持部材に固定して載置する前に、支持部材の中に形成することができる。

【0084】

図16に示される可撓性回路等の、回路基板の遠位端のそれぞれの底面は、第1および第2の縦方向に延在する側縁部分942、944のそれぞれの内面946に接続される。一側面において、可撓性回路は、CA接着剤等の接着剤を使用して支持部材に連結することができる。それぞれの可撓性回路は、それぞれの回路基板上の回路が、アレイ変換器の切り溝と約0.5のピッチ誤差未満の範囲内で整列させられるのを確実にするように、複数の回路整列特徴960と重ね合わせるように、第1および第2の縦方向に延在する側縁部分のそれぞれの内面に固定して載置される。

10

【0085】

図17に示されるように、誘電体層(例えば、本明細書で説明される複合材料)は、アレイの底部分に適用することができる。選択的なステップにおいて、基準点マーキングは、誘電体層の適用の前に脱マスクすることができる。一側面において、誘電体材料は、可撓性回路のリードフレーム、または支持フレームに取り付けられる可撓性回路対を覆うように延在させることができる。一側面において、誘電体材料は、所望された場合は、誘電体材料から別々に適用され得ることを意図する。さらなる側面において、誘電体層のプロファイルは、圧電積層体の短軸に対して中央に置かれ、圧電層の底面を覆う誘電体層の厚さが、圧電物質を非能動化する最小の電気要件を満たすように構成される。別の側面において、誘電体層は、可撓性回路から圧電層の底面への表面移行が、信号電極層の蒸着に備えての鋭い縁部の空洞またはアンダーカットである、制御された断面プロファイルを有するように構成することができる。ゼロから目標厚さへの誘電体の移行は、例えば、限定することを意味しないが、レジスト材料等の、比較的に一様な厚さの一時的な絶縁保護コーティングを、ブランケット信号電極層の頂部に適用するのを可能にし、これは、フォトリソグラフィプロセスの使用を、後続の信号電極層のパターン化中に使用するのを可能にする。

20

【0086】

実際には、図17に示されるように、圧電積層体の底部分全体に誘電体層を適用し、続いて、低フルエンスのレーザーを使用して能動領域の中の誘電体を切り取り、そして図18に示されるように、滑らかな移行を作成することが好ましい。このような低フルエンスは、可撓性回路上の金属酸化物粉末、PZT、またはCu金属を大幅に切除せずに、誘電体材料を安全かつきれいに除去することができる。248nmで動作する、エキシマレーザーの限定的でない事例において、妥当なフルエンスは、0.5から1.5J/cm²の範囲である。前述のように、誘電体層の中の形成された開口部は、アレイの仰角を画定し、開口部は、以下の特徴を有することができる。圧電積層体の短軸に対する第1および第2の切り溝スロットの長さをより短くすることができ、および/または圧電積層体の長軸に対する複数の第1の切り溝スロットの長さよりも長くすることができる。

30

【0087】

図19および20を参照すると、信号電極層のパターン化、および可撓性回路または可撓性回路対への電気相互接続は、これに限定されないが、フォトリソグラフィおよびワイヤボンディング、異方性導電膜およびテープ、または積層体と可撓性リードフレームとの間の直接接触等の、従来のパッケージング技術を使用して達成することができる。しかしながら、信号電極層のパターン化は、最小のパッケージング容積の範囲内で50MHzを超える周波数にスケールアップすることができる、複数のステップを使用して達成される。一側面において、信号電極は、以下の一般的なステップ(以下にさらに詳細に説明する)によって作成される。レーザーフォトリソグラフィによる電極用の表面を準備するステップ、ブランケット信号電極を真空蒸着し、積層体の底面を可撓性回路のトレースの全てに短絡させる、すなわち、積層体の256のアレイ素子を可撓性回路の256の全てのトレースに短絡させるステップ、およびスパッタリングされた金属の中に孤立電極をパターン化するように、レーザーフォトリソグラフィおよび化学エッチングを組み合わせるステップ。一側

40

50

面において、各信号電極は、金（Au）から形成され、厚さ約0.5から1.5 μm の間、好ましくは厚さ約0.6から1.2 μm の間、より好ましくは厚さ約0.8から1.0 μm の間となることを意図する。金の電極のための顕著な厚さは、金が、マクロ的またはバルクの金属層のように振る舞うこと、およびデバイスの信頼性を増大する所望の延性および可鍛特性を有することを可能にする。

【0088】

当業者は、Au電極を蒸着するときに、厚さ数100オングストロームの薄いCrまたはTi/W層を、従来通り接着層として使用できること、またはニクロムを、拡散バリアとして使用することを理解するであろう。従来、これらの付加層の厚さは、Au層に対して非常に薄く、共蒸着によって金属を合金化する場合、合金の量は、以下に説明される信号電極のパターン化技術に有意な影響を与えない。信号電極のパターン化を説明するときには、金属合金化の全ての組み合わせが含まれること意図する。

10

【0089】

信号電極を蒸着する前に、能動領域の中の圧電物質を覆ういかなる残留する誘電体層も伴わずに、圧電層の底部分の所望の部分を完全に露出させるのを確実にするように、レーザーを使用することができる。さらに、レーザーは、高い稜を形成するように第1の切り溝スロットの上にある、誘電体層をパターン化することができる。当業者は、能動領域の中で、第1の切り溝スロットの上側の形成された稜は、第1の切り溝スロットの上側の適用されたレジストの厚さを低減するのに役立つ、かつレジストを圧電物質の上側に溜めるのを可能にする。これは、信号電極の清浄な切り溝パターン化の提供を援助する。

20

【0090】

別の側面において、アレイの各能動素子から、可撓性回路リードフレーム上のその所定の銅トレースまで延在する、浅いトレンチまたは沈んだ経路を形成するために、レーザーを使用することができる。能動素子から可撓性回路までの誘電体の中のトレンチは、レジストをその中に溜めることを可能にし、これは、信号電極のパターン化中にAuを保護するのに役立つ。さらに別の側面において、それぞれの可撓性回路の銅トレースの上側の誘電体材料を除去して、銅トレースをきれいに露出させるために、このステップでレーザーを使用することができる。

【0091】

選択的に、信号電極によって覆われるアレイ変換器の部分上に「粗い」テクスチャ構造を作成するために、レーザーを使用することができる。テクスチャ構造は、本明細書で説明されるように、表面への信号電極の金属接着を促進するのに役立つことができる。

30

【0092】

例示的な256素子の変換器アレイの場合、信号電極層は、256の孤立信号電極できている信号電極パターンを形成する。一側面において、各孤立信号電極は、積層体の能動領域の中に、誘電体層への傾斜遷移を含む、近傍のアレイ素子間の第1の切り溝スロットの幅とほぼ同じ幅である、最小電極間隙を有することができる。この電極間隙は、誘電体層の片側から反対側まで延在することができ、好ましくは、第1の切り溝スロットの実質的に真上に位置付けられる。選択的に、サブダイスされた圧電バーは、前述のように互いに電氣的に短絡されるので、サブダイスされた切り溝、すなわち第2の切り溝スロットの上側には、いかなる電極間隙も必要ではない。別の側面において、誘電体層の頂部で、各孤立信号電極は、各アレイ素子に隣接した2つの電極間隙の間の中の金を除去することによって、誘電体層上で終端することができる。図19および20に示されるように、終端パターンは、各隣接する素子について左から右に交互に並び、可撓性回路リードフレームに整合する。付加的な側面において、積層体から可撓性回路上への終端パターンの延長部は、隣接する素子からの各信号電極の孤立を完了するように、誘電体の頂部上に提供することができる。当業者は、終端の延長部はまた、延長部が、可撓性回路上の2つの隣接するリードの間に入るように、左から右に交互に並び。

40

【0093】

一実施形態では、変換器の準備部分へのAu層の従来の蒸着の後に、複雑な信号電極バ

50

ターンを作成するために、マルチステップのレーザ切除およびエッチングプロセスを使用する。例示的な一側面では、従来のスパッタリング技術を使用して、金属を適用することができる。第1のステップで、蒸着された金属の上に実質的に一様な被覆を達成するために、レジスト層が適用される。積層体は、レジスト被覆が実質的に一様であることを確保するのに役立つように、傾ける、または揺動させてもよい。この側面では、レジストを、実質的に室温で乾燥できるようにすることを意図する。温度が、材料および積層体によって課されるサーマルバジェットまたは限度（例えば、これに限定されないが、50）を超えないのであれば、レジストのソフトベーキング温度以下の高い温度も許容される。後続のステップにおいて、例えば約0.3 J/cm²の低フルエンスを使用したレーザ等のレーザは、例えば全256のアレイ素子の信号電極パターン等の、完全な信号電極パターンだけの上のレジストをフォト切除することができる。後続のステップでは、適用された金属を薄くするために、信号電極パターンを従来通りにエッチングする。これに限定されないが、このエッチングステップは、エッチング材料を32に加温して3分間エッチングすることによって、例示的に達成することができる。

10

20

30

40

50

【0094】

続いて、第1の切り溝スロットの上側に残るあらゆる残留金属の大部分を除去するのに役立つように、レーザを、第1の切り溝スロットの実質的に上に適用することができる。さらに、このステップでは、圧電層の底面に隣接した第1の切り溝スロットの中の、充填材料の一部が除去されることを意図する。当業者は、この充填材料の除去が、圧電層の底面の面の下側に延在する浅いトレンチを、第1の切り溝スロット内の充填材料の中に作成することを理解するであろう。一側面では、レーザが、この切除ステップの場合、中間のフルエンス、すなわち約0.3から0.8 J/cm²の間を使用することを意図する。

【0095】

さらなる側面では、低フルエンスレベル、すなわち約0.3から0.4 J/cm²の間での、可撓性回路および他の潜在的に露出させられた領域の上の一般的なレーザパスを、各レーザ切除ステップの後に達成できることを意図する。この低フルエンスのレーザパスは、あらゆる残留する、不要なエッチング、スパッタリング後の金を取り除かれることを確実にするのに役立つことができる。

【0096】

選択的な付加的なステップにおいて、信号電極形成プロセスのこの段階で残存し得るあらゆるバリを除去するように、第1の切り溝スロットの上および終端パターンの上に、高フルエンスで最小回数のパルスにわたって、レーザを付加的に適用することができる。当業者は、以前に形成されたあらゆる沈んだ特徴が、高フルエンスのレーザ切除プロセス中に作成されるプラズマブルームから、蒸着された信号電極を保護することを援助できることを理解するであろう。

【0097】

当業者は、上記に説明された処理の後に、各信号電極が、変換器に動作可能に載置され、かつ可撓性回路の個々の回路および個々のアレイ素子の両方に電気的に連結されることを理解するであろう。選択的に、信号電極は、あらゆる短絡を識別することができ、かつ識別された短絡を修正するよう目標とする再加工を達成することができるように、短絡の試験が行われる。

【0098】

選択的に、信号電極パターンのバリを取り除くために、付加的なエッチングステップを行うことができる。これに限定されないが、このエッチングステップは、エッチング材料を32に加温して、1分間エッチングすることによって達成することができる。このステップは、バッキング層を適用したときに短絡を引き起こす危険があり得る、あらゆる最終的な残留物を除去するのに援助することができる。最後に、変換器/支持部材/可撓性回路アセンブリ、すなわちアレイアセンブリからレジストが取り除かれ、信号電極は、あらゆる短絡を識別することができ、かつ識別された短絡を修正するよう目標とする再加工を達成することができるように、再び短絡の試験が行われる。

【0099】

図21に示されるように、アレイアセンブリを完成するために、バッキング層を適用する。一側面において、バッキング層は、積層体の能動領域を覆って、それを越えて延在するように位置付けることができる。さらなる側面において、バッキング層は、支持部材の第1および第2の縦方向に延在する側縁部分のそれぞれの内面の間の支持部材の中に画定される空洞を、実質的に充填することができる。

【0100】

付加的なステップにおいて、および図22Aおよび22Bを参照すると、積層体から連結された可撓性回路への信号リターン経路は、信号電極の形成の前に、動作可能に連結されるべきである。これは、信号電極パターンが作成された後に、信号電極の電気的完全性を試験するのを可能にする。一側面において、銅テープ等の導電性材料は、それぞれの第1および第2の接地電極を可撓性回路上のそれぞれの接地に電気的に連結するように、アレイアセンブリ上に位置付けられる。銅テープは、信頼性のある電気接点を形成するために、付加的な導電性エポキシ材料または低温はんだで接合することができる。したがって、アセンブリからのリターン経路は、切り溝に概して平行に積層体の端部まで、導電性エポキシ接合線を通して上に向かって銅箔の中に入り、次いで、例示的な銅テープの付加的な導電性経路を介して、可撓性回路上に延在する。

【0101】

(他の実施形態)

本出願の全体にわたって、様々な刊行物が参照される。これらの出版の開示は、参照することによりその全体が本明細書に組み込まれる。

特に明示的に記述されていない限り、本願明細書に記載されたあらゆる方法が、そのステップを特定の順序で実行する必要があるものとして解釈されることを意図していない。したがって、方法クレームは、そのステップが従うべき順序を実際に列挙していない場合、または特にステップを特定の順序に限定する旨が請求項または説明に記述されていない場合、いかなる側面においても、順序が推測されることを意図していない。これは、ステップまたは動作フローの配列に関する論理的事項、文法構成または句読点に由来する平易な意味、および明細書に記載された実施形態の数または種類を含む、解釈のためのあらゆる可能な表現されていない基準にも当てはまる。

【0102】

当業者には、本発明の範囲または精神から逸脱することなく、種々の修正および変更を本発明に行うことができることが明らかになるであろう。当業者には、本明細書を考慮し、本明細書で開示される本発明を実行することによって、他の実施形態が明らかになるであろう。仕様および実施例は、例示的なものに過ぎず、本発明の真の範囲および精神は、以下の特許請求の範囲によって示されることを意図している。

【0103】

他の実施形態は、特許請求の範囲にある。

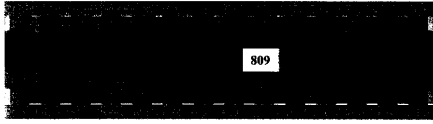
10

20

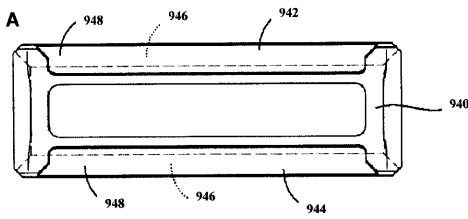
30

【 図 9 】

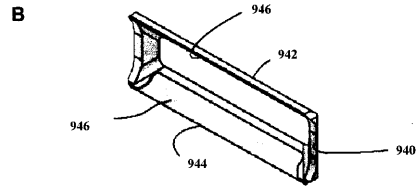
Figure 9



【 図 1 2 A 】

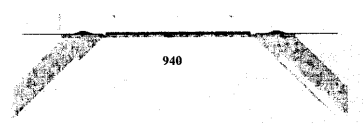


【 図 1 2 B 】



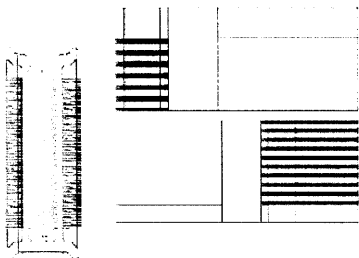
【 図 1 3 】

Figure 13



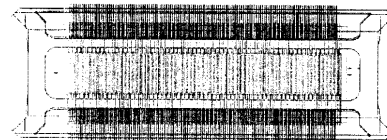
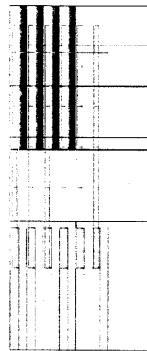
【 図 1 5 】

Figure 15



【 図 2 0 】

Figure 20



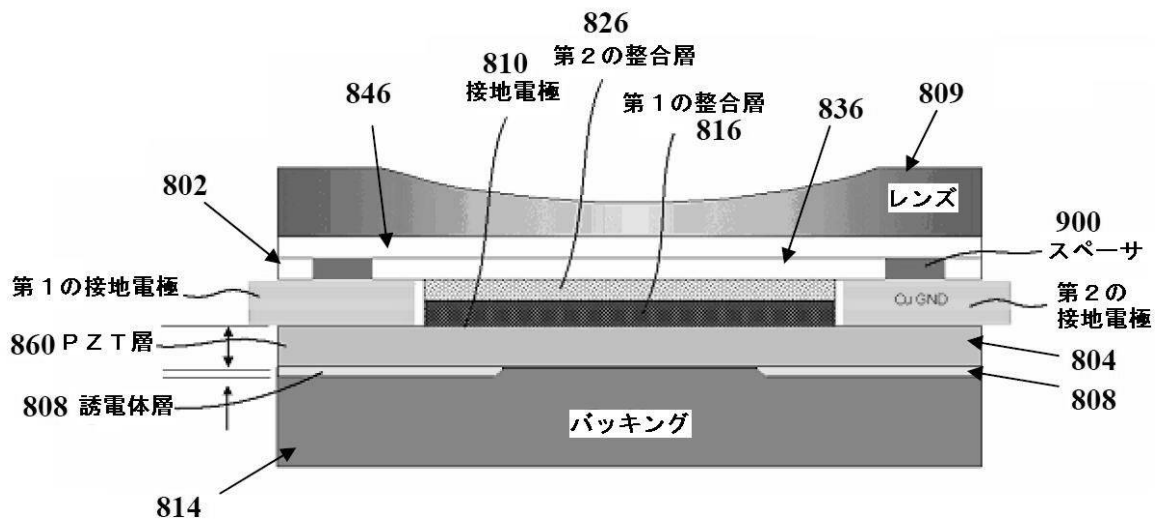
【 図 2 1 】

Figure 21



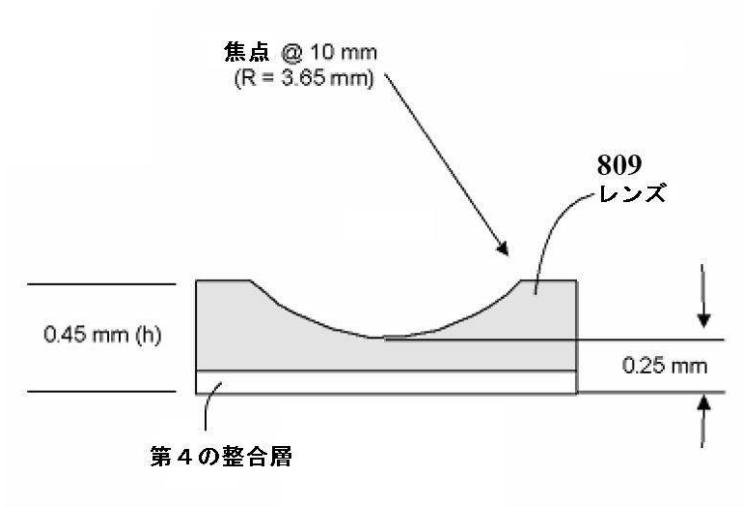
【 図 1 】

Figure 1



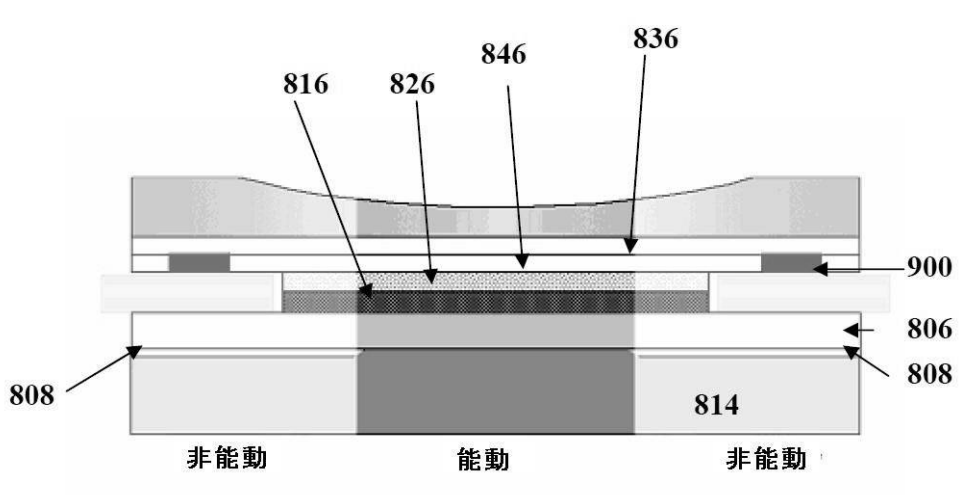
【 図 2 】

Figure 2



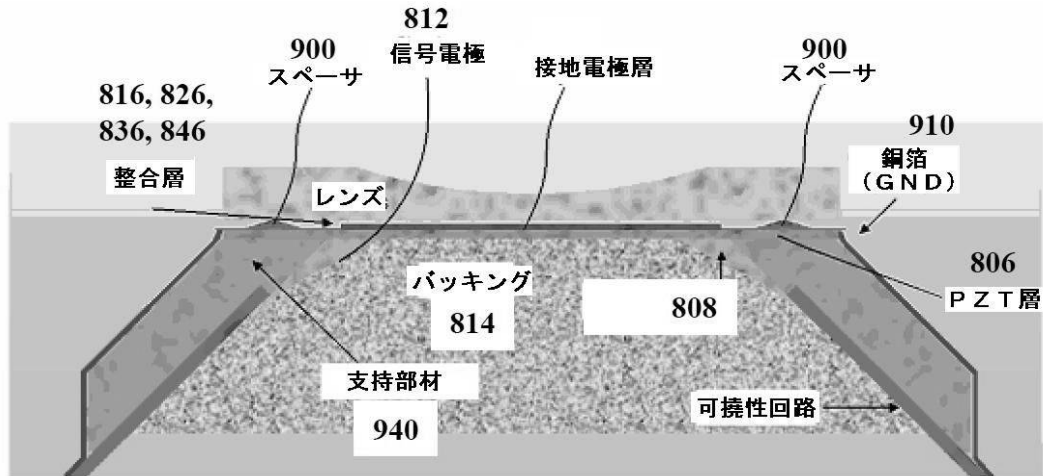
【 図 3 】

Figure 3



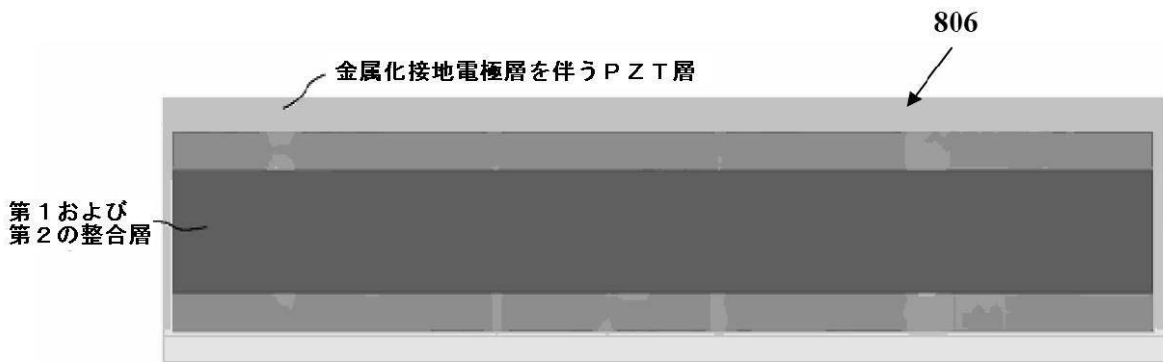
【 図 4 】

Figure 4



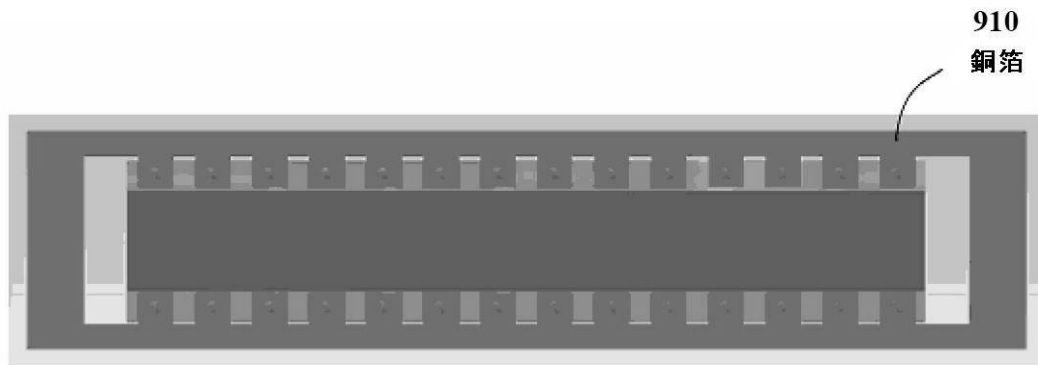
【 図 5 】

Figure 5



【 図 6 】

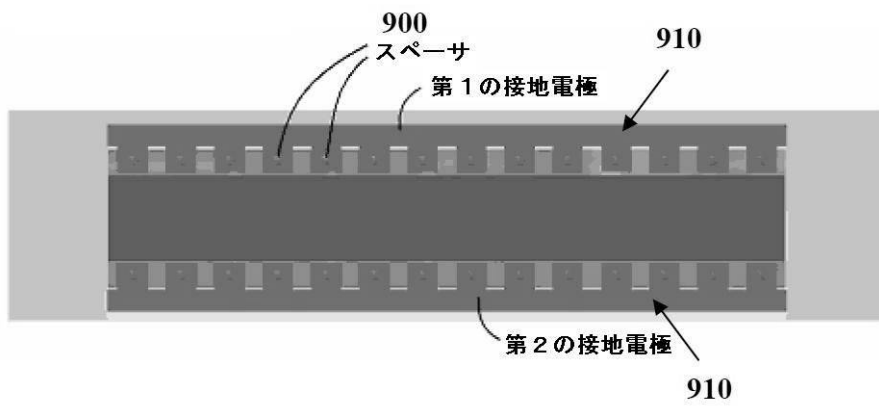
Figure 6



-

【図7】

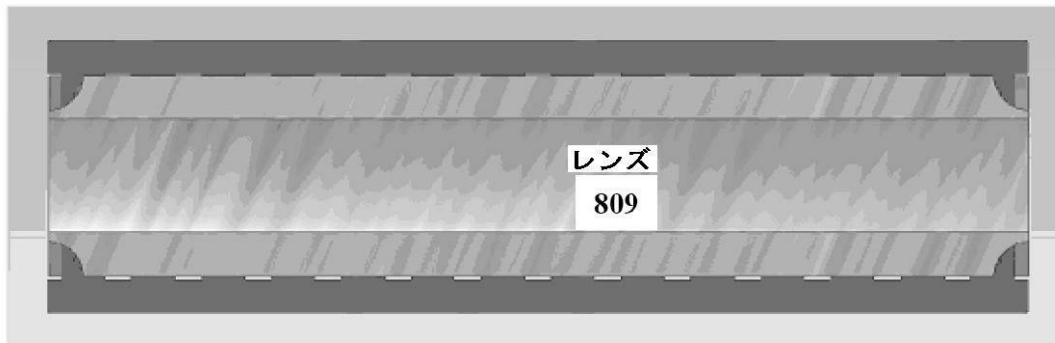
Figure 7



-

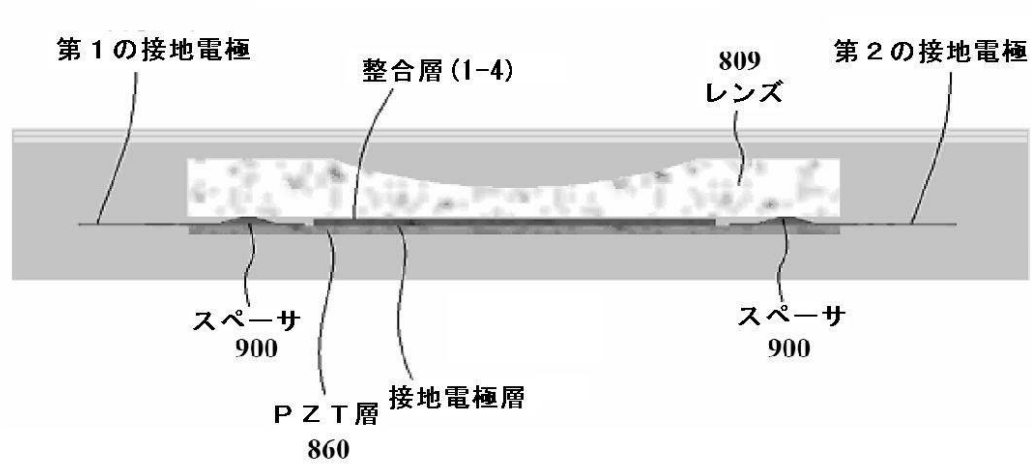
【 図 8 】

Figure 8



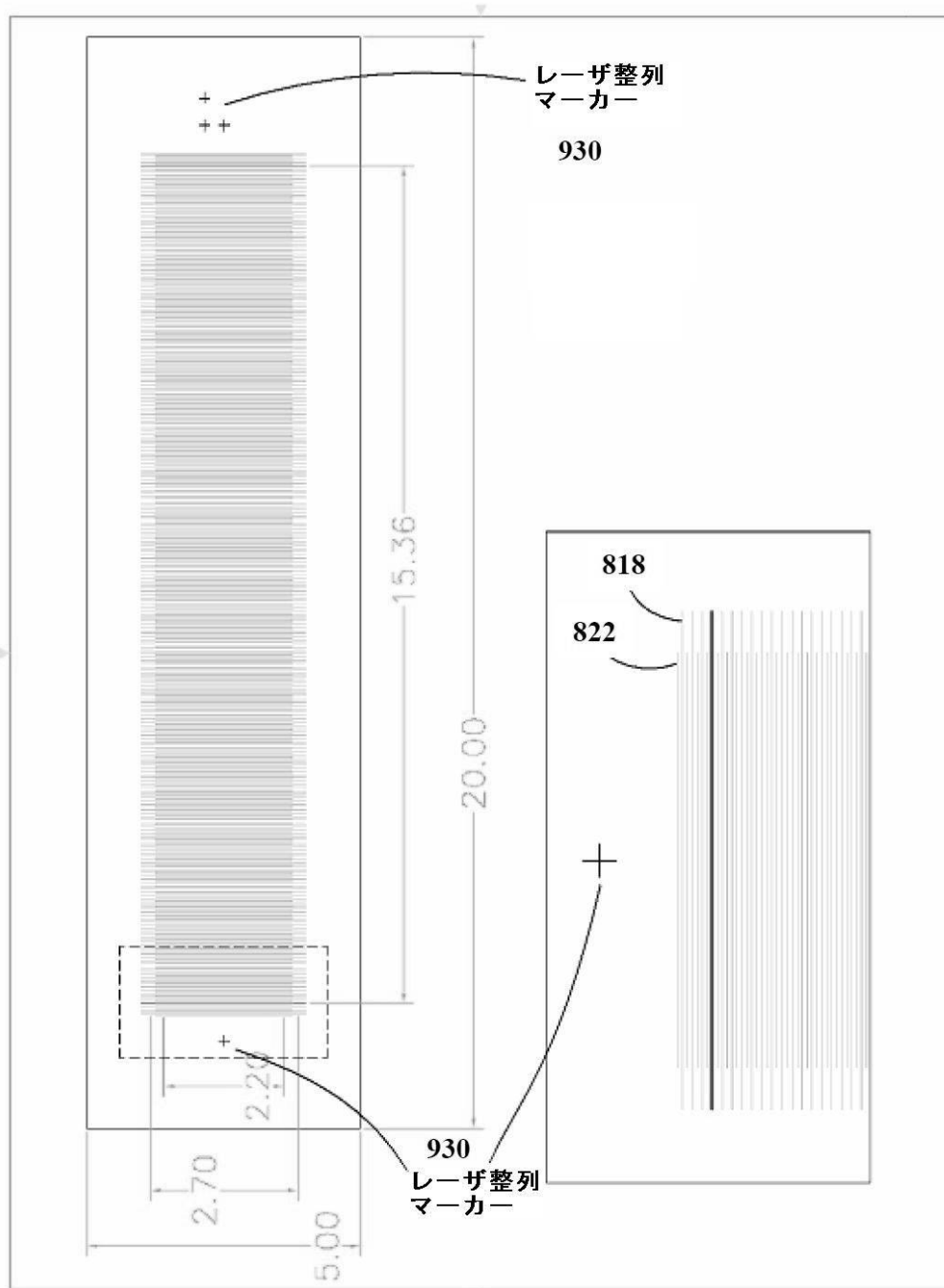
【図 10】

Figure 10



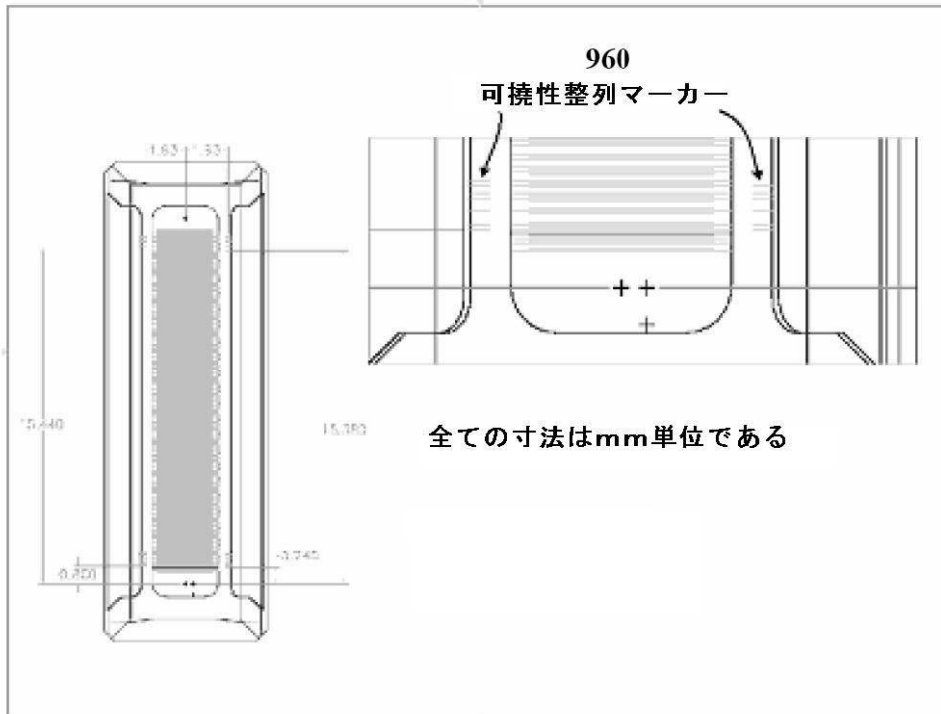
【図 11】

Figure 11



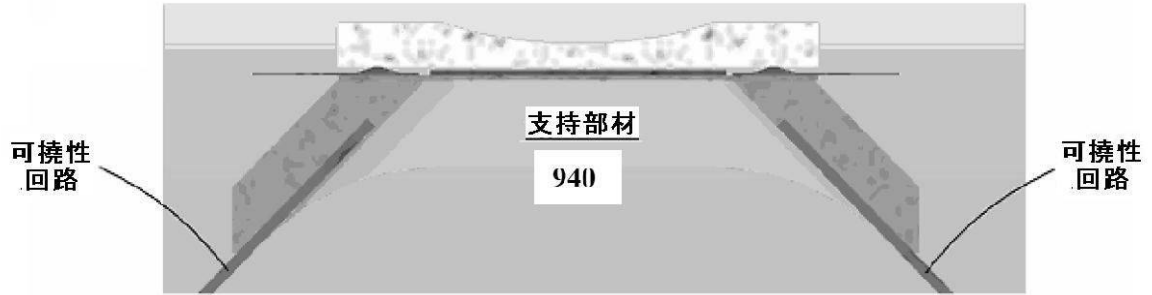
【 図 1 4 】

Figure 14



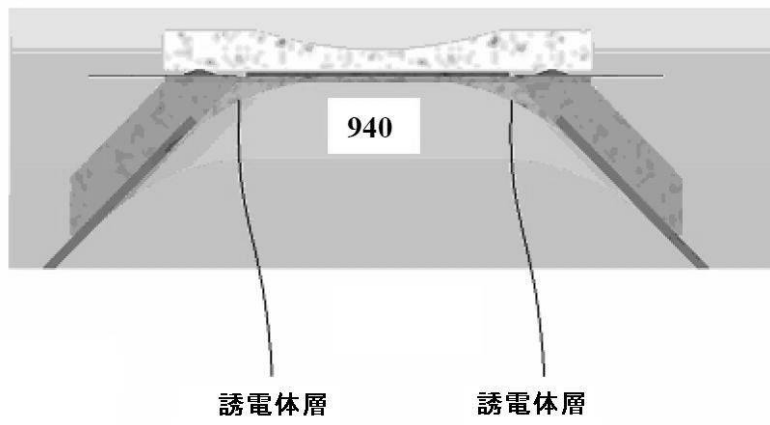
【 図 1 6 】

Figure 16



【 図 17 】

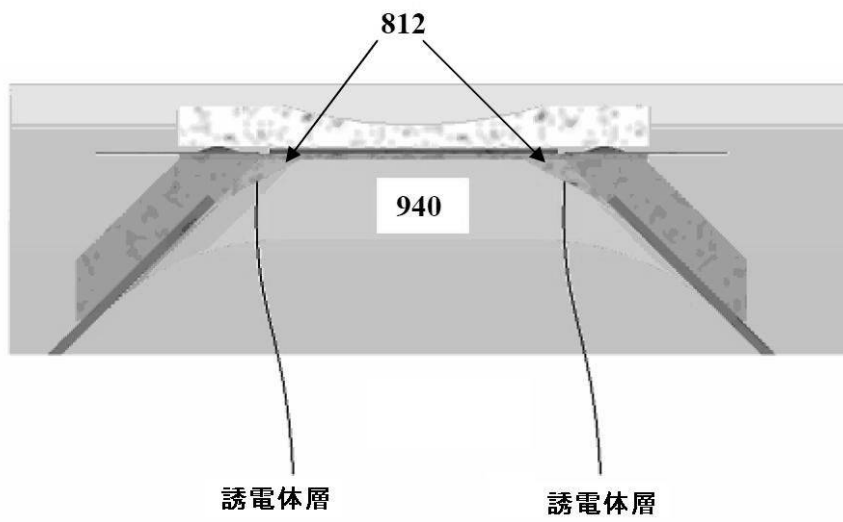
Figure 17



-

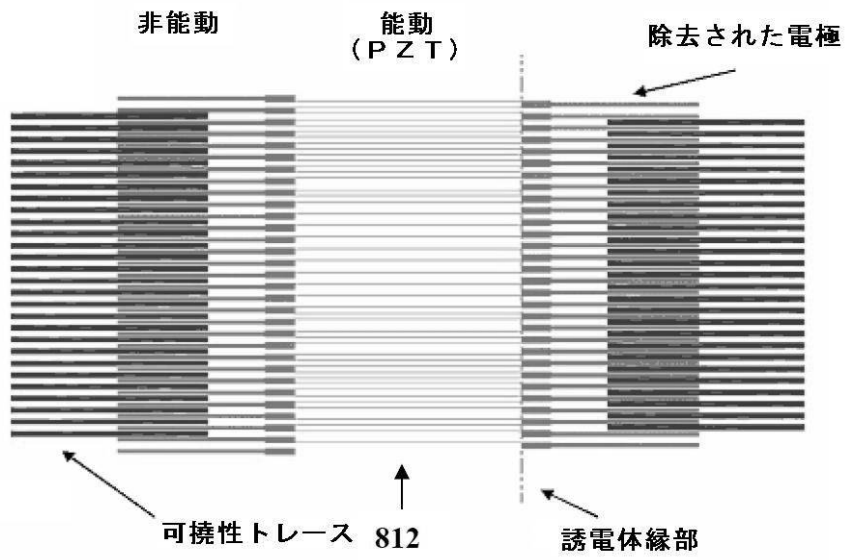
【 図 1 8 】

Figure 18



【 図 1 9 】

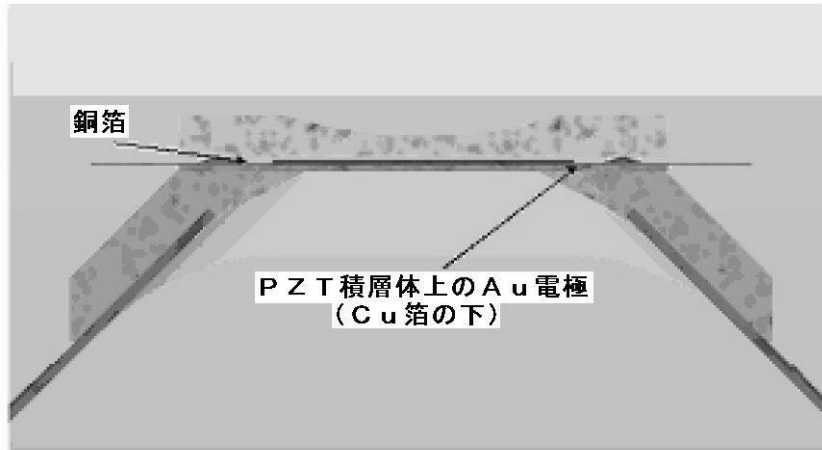
Figure 19



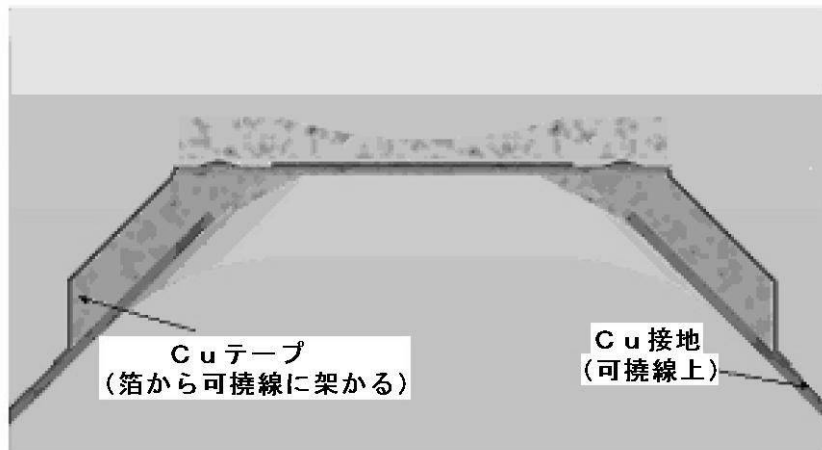
【図 2 2】

Figure 22

A

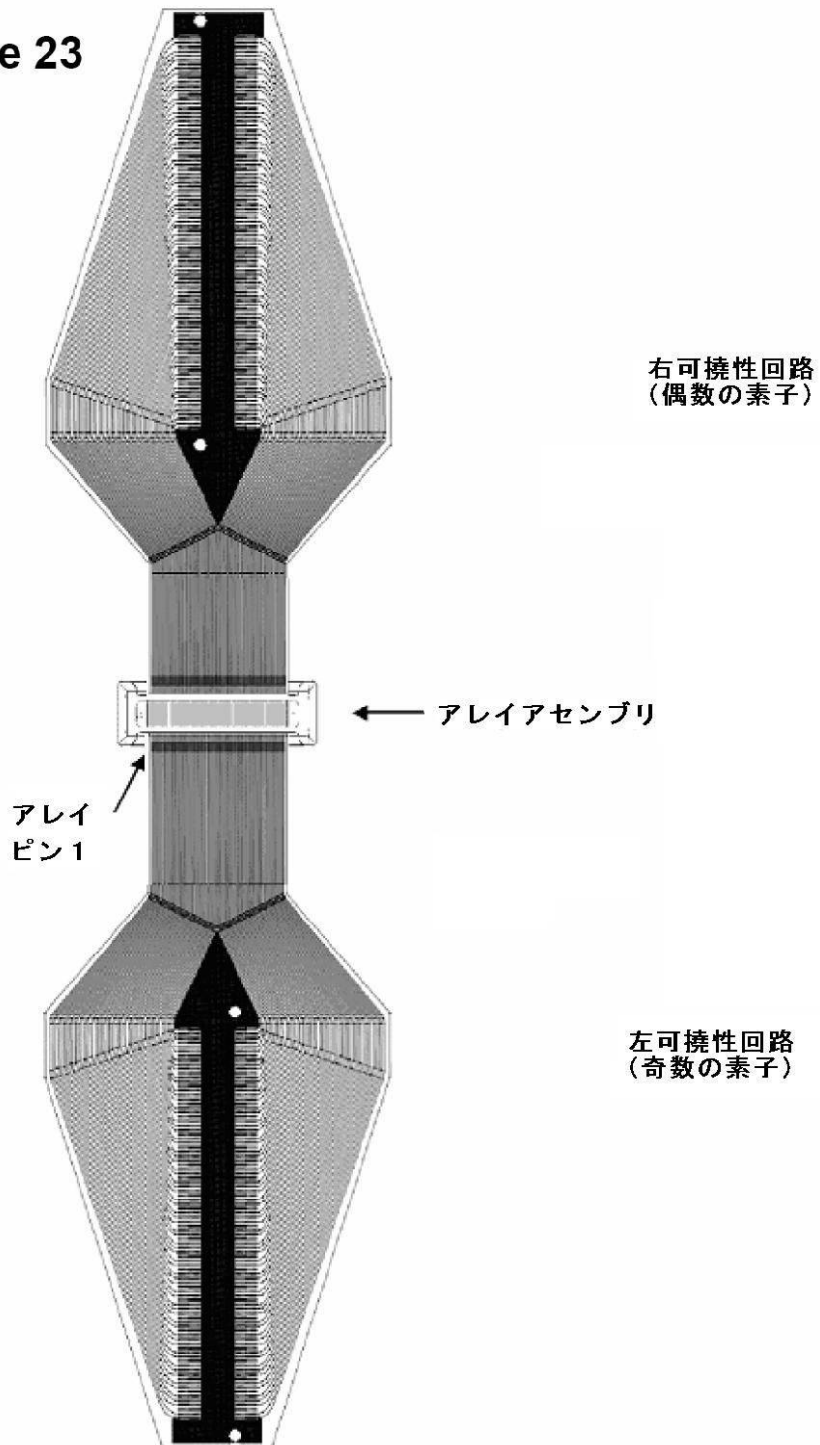


B



【 図 2 3 】

Figure 23



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2009/001363																		
<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: H01L 21/64 (2006.01), H04R 17/00 (2006.01), H04R 31/00 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H01L 21/64 (2006.01), H04R 17/00 (2006.01), H04R 31/00 (2006.01)</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Database: Epoque, delphion Keywords: ablated, laser, electrodes, dielectric, matrix, composite, ultrasonic, matching, layer, array, acoustic, piezoelectric</p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Category*</th> <th style="text-align: center;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: center;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>US7091125 B2 (15-08-2006) Werner et al. col. 2, line 55 - col. 3, line 37; col. 4, line 23 - col. 5, line 22; fig. 2</td> <td style="text-align: center;">1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>WO9945582 (10-09-1999) Nordal et al. whole document</td> <td style="text-align: center;">1-50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>WO03040427 (15-05-2003) Wu et al. whole document</td> <td style="text-align: center;">1-50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>WO2007029028 (15-03-2007) Cain et al. whole document</td> <td style="text-align: center;">1-50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>— US20070205698 (6-09-2007) Chaggares et al. abstract; para.0003, 0018-0019, 0021-0027, 0032, 0042-0081, 0099</td> <td style="text-align: center;">1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US7091125 B2 (15-08-2006) Werner et al. col. 2, line 55 - col. 3, line 37; col. 4, line 23 - col. 5, line 22; fig. 2	1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50	A	WO9945582 (10-09-1999) Nordal et al. whole document	1-50	A	WO03040427 (15-05-2003) Wu et al. whole document	1-50	A	WO2007029028 (15-03-2007) Cain et al. whole document	1-50	Y	— US20070205698 (6-09-2007) Chaggares et al. abstract; para.0003, 0018-0019, 0021-0027, 0032, 0042-0081, 0099	1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y	US7091125 B2 (15-08-2006) Werner et al. col. 2, line 55 - col. 3, line 37; col. 4, line 23 - col. 5, line 22; fig. 2	1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50																		
A	WO9945582 (10-09-1999) Nordal et al. whole document	1-50																		
A	WO03040427 (15-05-2003) Wu et al. whole document	1-50																		
A	WO2007029028 (15-03-2007) Cain et al. whole document	1-50																		
Y	— US20070205698 (6-09-2007) Chaggares et al. abstract; para.0003, 0018-0019, 0021-0027, 0032, 0042-0081, 0099	1-3, 26-36, 39-44, 46-47, 49-50																		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																				
<p>* Special categories of cited documents :</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <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> </td> <td style="vertical-align: top;"> <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> </td> </tr> </table>			<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>																
<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>																			
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>18 February 2010 (18-02-2010)</p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>19 February 2010 (19-02-2010)</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/CA</p> <p>Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Coralie Gill (819) 934-5143</p>																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CA2009/001363**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of the 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. Claim Nos. :
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely :

2. Claim 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. Claim 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 :

Claims 1-28, 46-50 – a method for producing electrodes in a pattern using laser ablated matrix material, and
Claims 29-45 – fabrication of an ultrasonic matching layer using an acoustic array transducer stack.

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 claim 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 claim Nos. :

- Remark on Protest** The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the 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
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2009/001363

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US7091125B2	15-08-2006	CN1495930A	12-05-2004
		CN100490204C	20-05-2009
		DE10236854A1	26-02-2004
		DE10236854B4	23-09-2004
		JP2004071545A	04-03-2004
		KR20040014144A	14-02-2004
		US2004051446A1	18-03-2004
		US7091125B2	15-08-2006
WO9945582A1	10-09-1999	AT377842T	15-11-2007
		CA2319428A1	10-09-1999
		CA2319428C	12-10-2004
		CA2319430A1	02-09-1999
		CA2319430C	11-05-2004
		CA2333973A1	23-12-1999
		CA2333973C	28-03-2006
		CA2334287A1	09-12-1999
		CA2334287C	22-01-2008
		CA2353496A1	29-06-2000
		CA2353496C	13-11-2007
		CN1191626C	02-03-2005
		DE69937485D1	20-12-2007
		DE69937485T2	21-08-2008
		EP1051741A1	15-11-2000
		EP1051745A1	15-11-2000
		EP1051745B1	07-11-2007
		EP1088343A1	04-04-2001
		EP1090389A1	11-04-2001
		EP1135807A1	26-09-2001
		HK1035438A1	03-06-2005
		HK1035602A1	23-09-2005
		HK1040002A1	18-02-2005
		HK1040824A1	21-10-2005
		HK1041982A1	29-04-2005
		JP2002518848T	25-06-2002
		JP3526552B2	17-05-2004
		JP2002533928T	08-10-2002
		JP3825257B2	27-09-2006
		JP2002512438T	23-04-2002
		JP4272353B2	03-06-2009
		JP2002515641T	28-05-2002
		JP2002517896T	18-06-2002
		JP2006253699A	21-09-2006
		US6403396B1	11-06-2002
		US6432739B1	13-08-2002
		US6541869B1	01-04-2003
		US2003085439A1	08-05-2003
		US6776806B2	17-08-2004
		US6787825B1	07-09-2004
		US6894392B1	17-05-2005
		WO0038234A1	29-06-2000
		WO9944229A1	02-09-1999
		WO9944229A9	02-12-1999
		WO9945582A1	10-09-1999
		WO9945582A9	11-11-1999
		WO9963527A2	09-12-1999
WO9963527A3	17-02-2000		
WO9966551A1	23-12-1999		
WO03040427A1	15-05-2003	GB0204634D0	10-04-2002
		GB2380978A	23-04-2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/CA2009/001363
--

WO03040427A1	15-05-2003	GB0204634D0	10-04-2002
		GB2380978A	23-04-2003
		GB2380978B	15-12-2004
		JP2003181659A	02-07-2003
		JP3779639B2	31-05-2006
		KR20030032804A	26-04-2003
		SG122749A1	29-06-2006
		US2003071020A1	17-04-2003
		US6822189B2	23-11-2004
		WO03040427A1	15-05-2003
WO2007029028A1	15-03-2007	EP1922775A1	21-05-2008
		GB0518105D0	12-10-2005
		GB0523141D0	21-12-2005
		JP2009507388T	19-02-2009
		US2009298299A1	03-12-2009
		WO2007029028A1	15-03-2007
US2007205698A1	06-09-2007	CA2644224A1	13-09-2007
		CN101442941A	27-05-2009
		EP2004063A2	24-12-2008
		JP2009528783T	06-08-2009
		US2007205698A1	06-09-2007
		WO2007103143A2	13-09-2007
		WO2007103143A3	24-04-2008

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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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

(72)発明者 ルーカックス, マーク
カナダ国 エム5 ブイ 3エヌ3 オンタリオ, トロント, カムデン ストリート 409 -
29

(72)発明者 シャガース, クリス
カナダ国 エル1 ケイ 2ピー8 オンタリオ, オシャワ, グレンボルン コート 970

(72)発明者 ヒルソン, デスモンド
カナダ国 エル4 ジェイ 7ティー4 オンタリオ, ソーンヒル, ベンチュラ アベニュー
73

(72)発明者 パン, グオファン
カナダ国 エル1 ティー 2エイチ9 オンタリオ, エージャックス, ブロックレスピー ク
レセント 9

Fターム(参考) 5D019 BB19 BB25 BB28 BB29 BB30 GG01 GG03