(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009 年 10 月 22 日(22.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/128196 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 41/22 (2006.01) *H01L 41/187* (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01) *H03H 3/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/000952

(22) 国際出願日: 2009 年 3 月 3 日(03.03.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2008-109310 2008 年 4 月 18 日(18.04.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅野敬史(**ASANO, Hiroshi**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 堀川勝弘(**HORIKAWA, Katsuhiro**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 高田雅親(**TAKATA, Masachika**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 加藤正紀(**KATO, Masanori**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 宮▲崎▼主税(**MIYAZAKI, Chikara**); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町１丁目５番４号 大同生命ビル６階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

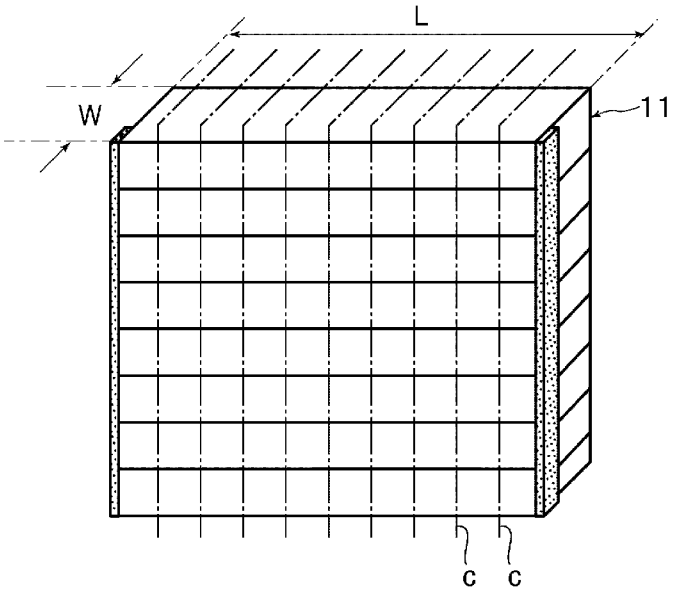
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: LAMINATED PIEZOELECTRIC CERAMIC ELEMENT FABRICATION METHOD

(54) 発明の名称: 積層型圧電セラミック素子の製造方法

[図5]



(57) **Abstract**: Disclosed is a laminated piezoelectric ceramic element fabrication method wherein the lamination step and the cutting step can be simplified, the cutting precision can be increased, and the cutting allowance can be minimized, even when the number of internal electrode laminations is increased. Disclosed is a laminated piezoelectric ceramic element fabrication method wherein a first laminated body (6), in which stripe-like internal electrodes are laminated with interleaved piezoelectric layers, is prepared; the first laminated body (6) is cut into a plurality of second laminated bodies (7), which have a width dimension W that corresponds to the width dimensions of the laminated piezoelectric ceramic element chips that will ultimately be obtained; two or more of the second laminated bodies (7) from the multiplicity of second laminated bodies (7) are laminated in the lamination direction to yield a third laminated body (8); and the third laminated body (8) is cut in the lamination direction parallel to the width direction W to yield a laminated piezoelectric body.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/128196 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

内部電極積層数を増加させた場合であっても、積層工程及び切断工程の簡略化を図ることができ、切断精度を高めることができ、切断代を小さくすることができる積層型圧電セラミック素子の製造方法を提供する。　ストライプ状の内部電極が圧電体層を介して積層されている第１次積層体６を用意し、第１次積層体６を最終的に得られる積層型圧電セラミック素子チップの幅寸法に応じた幅方向寸法Ｗを有する複数の第２次積層体７に切断し、複数の第２次積層体７のうち２以上の第２次積層体７を積層方向に積層し、第３次積層体８を得、第３次積層体８を積層方向にかつ幅方向Ｗと平行に切断して、積層型圧電体を得る、積層型圧電セラミック素子の製造方法。

明　細　書

積層型圧電セラミック素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、積層型圧電共振子や積層型圧電フィルタなどに用いられる積層型圧電セラミック素子の製造方法に関し、より詳細には、マザーの積層体を切断工程し、個々の積層型圧電セラミック素子用積層型圧電体を得る工程を備えた積層型圧電セラミック素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ハードディスクドライブのヘッドやプリンタのヘッドなどを駆動するのに、積層型圧電アクチュエータが用いられている。

[0003] 積層型圧電アクチュエータでは、より大きな変位量を得るために、内部電極の積層数が増大してきている。また、小型化を進めるために、内部電極間の圧電体層の厚みが薄くされてきている。このように、内部電極間の圧電体層の厚みを薄くし、かつ、内部電極積層数を増大した場合、焼成前に積層型圧電体を積層方向に圧着したとしても、従来の内部電極と圧電体層との密着性を高めることが困難となりがちであった。

[0004] そこで、特許文献１では、下記の積層型圧電体の製造方法が提案されている。

[0005] 図１３（ａ）～（ｆ）に示すように、特許文献１に記載の製造方法では、先ず、矩形のマザーのセラミックグリーンシート１０１を用意する。マザーのセラミックグリーンシート１０１上に、マザーの内部電極パターン１０２を形成する。内部電極パターン１０２が形成されたマザーのセラミックグリーンシート１０１と、内部電極パターン１０２とは位置がずらされた内部電極パターン１０４が上面に形成されたマザーのセラミックグリーンシート１０３とを図１３（ｂ）に示すように交互に積層する。図１３（ｂ）では、１枚のマザーのセラミックグリーンシート１０１と、１枚のマザーのセラミックグリーンシート１０３とが積層されているが、実際には、より多くのセラ

ミックグリーンシート１０１，１０３が交互に積層される。

[0006] さらに、無地のマザーのセラミックグリーンシート１０５が積層される。これらのマザーのセラミックグリーンシート１０１，１０３，１０５を積層し、厚み方向に加圧することにより、図１３（ｃ）に示す第１次圧着体１０６が得られる。

[0007] 次に第１次圧着体１０６を個々の積層型圧電体の平面形状を有するように厚み方向に切断する。このようにして、図１３（ｄ）に示すチップ１０７を得る。チップ１０７は、最終的に製造される積層型圧電体と同じ平面形状を有するが、内部電極積層数は、最終的に製造される積層型圧電体の積層数よりもかなり少ない。従って、チップ１０７では、内部電極１０２，１０４と圧着体層とが強固に密着される。

[0008] しかる後、図１３（ｅ）に示すように、複数個のチップ１０７を積層方向に積層し、加熱し、加圧することにより、図１３（ｆ）に示す積層体生チップ１０８を得ることができる。積層体生チップ１０８を得るにあたっては、積層体生チップ１０８における内部電極の積層数が最終的に製造すべき積層型圧電体における内部電極積層数と等しくなるように、複数のチップ１０７の数が選ばれている。

[0009] このようにして得られた積層体生チップ１０８を加熱し、バインダーを分解した後、焼成することにより、積層型圧電体を得ることができる。得られた積層型圧電体では、上記チップ１０７の段階で内部電極とセラミックグリーンシートとが強固に密着されているので、内部電極と圧電体層との剥離が生じ難い。

特許文献1：特開２００２－３１４１６１号公報

発明の開示

[0010] しかしながら、特許文献１に記載の製造方法では、製造工程が非常に煩雑であった。すなわち、第１次圧電体１０６を得た後、チップ１０７を切り出すために、厚み方向において二方向に切断しなければならなかった。また、第１次圧着体１０６を得るための積層工程を実施し、さらに複数のチップ１

０７を積層し、積層体生チップ１０８を得なければならなかった。さらに、複数のチップ１０７を積層するに際しては、チップ１０７が小さいため、その位置決めが非常に煩雑であった。

[0011] 通常、チップ１０７の積層数を減らすために、すなわち、複数のチップ１０７の積層工程における作業を容易とするために、チップ１０７では、厚み方向すなわち高さ方向の寸法に比べて、幅及び奥行きのほうがかなり小さくなっている。しかしながら、上記のように、第１次圧着体１０６の切断に際しては、チップ１０７の厚み方向に第１次圧着体１０６を切断しなければならなかった。従って、第１次圧着体１０６からチップ１０７を高精度に切断することが困難であった。

[0012] また、かなり厚い第１次圧着体１０６を切断しなければならないため、切断に際して用いる切断刃の厚みを薄くすることが困難であった。そのため、第１次圧着体１０６から得られるチップ１０７の個数を増大させることが困難であった。

[0013] 本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、内部電極積層数を増加させた場合であっても、切断工程及び積層工程を簡略化することができ、しかも従来よりも薄い切断刃を用いて高精度に切断することが可能である積層型圧電セラミック素子の製造方法を提供することにある。

[0014] 本発明によれば、圧電セラミックスを主体とする複数の圧電体層と、複数の圧電体層において隣り合う圧電体層間の少なくとも１つの界面に配置されたストライプ状の内部電極とを有する第１次積層体を用意する工程と、前記第１次積層体を切断後に最終的に得られる積層型圧電体の幅寸法に応じた幅方向寸法を有するように積層方向に切断し、該幅方向寸法を有する複数の第２次積層体を得る工程と、前記複数の第２次積層体の内の２以上の第２次積層体を前記圧電体層の積層方向に積層し、第３次積層体を得る工程と、前記第３次積層体において、積層されている第２次積層体同士を仮着するために、隣り合う第２次積層体間に跨がるように接合材を付与する工程と、第３次積層体を積層方向かつ前記第２次積層体の前記幅方向と平行な方向に切断し

、積層型圧電体を得る工程と前記積層型圧電体を焼成する工程とを備えることを特徴とする、積層型圧電セラミック素子の製造方法が提供される。

[0015] 本発明に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法のある特定の局面では、前記第１次積層体を切断して前記複数の第２次積層体を得るにあたり、前記第１次積層体において形成されているストライプ状の内部電極の長さ方向と平行な方向にかつ対向する一対の辺が前記幅方向寸法を有する矩形形状の平面形状を有するように前記第１次積層体を切断する。この場合には、３次積層体の切断時に内部電極の位置を気にせずに切断することができる。

[0016] また、本発明に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法の他の特定の局面では、前記第１次積層体を切断して前記複数の第２次積層体を得るにあたり、前記第１次積層体において形成されているストライプ状の内部電極の長さ方向と直交する方向にかつ対向する一対の辺が前記幅方向寸法を有する矩形形状の平面形状を有するように前記第１次積層体を切断する。この場合には、３次積層体の切断時に内部電極の位置を視認しながら切断することができる。そのため、電極の位置精度の高い積層体を得ることができる。

[0017] 本発明に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法のさらに別の特定の局面では、上記接合材として、接着剤が用いられ、その場合には、第３次積層体の外表面に接着剤を塗布するだけで、複数の第２次積層体を容易に仮接着することができる。

[0018] 本発明に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法の他の特定の局面によれば、上記接合材として、粘着もしくは接着シートが用いられる。この場合には、第３次積層体を得た後に、粘着もしくは接着シートを第３次積層体の外表面に貼付するだけで、複数の第２次積層体を容易に仮接着することができる。

（発明の効果）

[0019] 本発明に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法によれば、上記幅方向寸法を有する複数の第２次積層体を得るように第１次積層体を切断し、さらに第２次積層体を複数個積層して第３次積層体を得て、第３次積層体を積層

方向にかつ上記幅方向寸法と平行に切断することにより積層型圧電体が得られるため、積層工程及び切断工程の簡略化を図ることができる。

[0020] 特許文献１に記載の製造方法では、小さな複数のチップを積層方向に積層しなければならず、積層工程が煩雑であり、特に積層に際しての位置決めが煩雑であった。これに対して、本発明によれば、複数のチップを内部電極同士の位置関係を考慮して積層するという煩雑な作業を省略することができる。

[0021] しかも、全ての内部電極が積層された後の切断工程では、該第３次積層体を上記幅方向と平行な方向に切断すればよいため、すなわち切断長が上記幅方向寸法と等しくなるため、特許文献１に記載の製造方法の場合に比べて、切断長を短くすることができる。よって、切断精度を高めることができる。しかも、切断長を短くすることができるので、厚みの薄い切断刃を用いることができる。よって、切断により除去される材料を少なくすることができ、積層型圧電セラミック素子の量産性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る製造方法において、第１次積層体を得る工程を説明するための斜視図である。

[図2]図２（ａ）は、本発明の一実施形態で得られる第１次積層体の斜視図であり、（ｂ）は、第２次積層体における内部電極積層状態を説明するための略図的分解斜視図である。

[図3]図３は、本発明の一実施形態で得られる第２次積層体を示す斜視図である。

[図4]図４は、本発明の一実施形態の製造方法で得られる第３次積層体を示す斜視図である。

[図5]図５は、第３次積層体を圧着した後に切断する工程を説明するための斜視図である。

[図6]図６は、本発明の一実施形態の製造方法において、第３次積層体を切断する工程を説明するための模式的正面図である。

[図7]図７（ａ）は、第３次積層体から切り出された積層型圧電体を示す斜視図であり、（ｂ）は、該積層型圧電体における第１，２の内部電極の積層状態を説明するための略図的斜視図である。

[図8]図８は、本発明の一実施形態の製造方法で得られる積層型圧電セラミック素子を示す斜視図である。

[図9]図９は、本発明の一実施形態の変形例に係る製造方法において第１次積層体を切断する工程を説明するための斜視図である。

[図10]図１０は、図９に示した切断方向に沿って切断して得られた第２次積層体における内部電極積層状態を説明するための模式的分解斜視図である。

[図11]図１１は、本発明の一実施形態の製造方法の変形例において、第３次積層体を切断するに際しての切断方向を説明するための模式的平面図である。

[図12]図１２は、本発明の製造方法の他の変形例において、第３次積層体に粘着シートが貼付されている構造を示す斜視図である。

[図13]図１３（ａ）～（ｆ）は、従来の積層型圧電体の製造方法の一例を示す各斜視図である。

符号の説明

[0023] １，３…セラミックグリーンシート

２，４…内部電極

２ａ，４ａ…内部電極

２ｂ，４ｂ…内部電極

２ｃ，４ｃ…内部電極

５…セラミックグリーンシート

６…第１次積層体

７…第２次積層体

８…第３次積層体

８ａ，８ｂ…側面

９，１０…接着剤

１１…圧着体

１２，１３…積層型圧電体

１３ａ，１３ｂ…側面

１４，１５…外部電極

１６…積層型圧電セラミック素子

２１，２２…粘着シート

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0025] 図１～図８を参照して、本発明の一実施形態に係る積層型圧電セラミック素子の製造方法を説明する。

[0026] 本実施形態では、先ず、圧電セラミックス粉末としてチタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）系粉末と、樹脂バインダーと、分散剤とを含むセラミックスラリーをシート成形し、セラミックグリーンシートを得る。このセラミックグリーンシート上にストライプ状すなわち長手方向を有する矩形形状の複数の内部電極を含む内部電極パターンを印刷する。内部電極パターンの印刷に際しては、Ａｇ－Ｐｄ粉末などの金属粉末を含む導電ペーストをスクリーン印刷等によりセラミックグリーンシート上に印刷する方法が用いられる。もっとも、内部電極の印刷は、この方法に限定されるものではない。

[0027] 次に、上記内部電極パターンが印刷されたセラミックグリーンシートを打ち抜き、第１次圧着用金型内において積層する。なお、打ち抜かれたセラミックグリーンシートの寸法は、本実施形態では、１６０ｍｍ×１６０ｍｍ×厚さ１２０μｍとした。

[0028] 図１に示すように、上記マザーのセラミックグリーンシートとして、第１，第２のマザーのセラミックグリーンシート１，３を用意した。第１のマザーのセラミックグリーンシート１では、上面にストライプ状の複数の内部電極２を有する内部電極パターンが印刷されている。第２のマザーのセラミックグリーンシート３上には、複数のストライプ状の内部電極４を有する内部

電極パターンが印刷されている。内部電極２と内部電極４とは、その形成位置が図１の矢印Ａ方向によりずらされている。内部電極２及び内部電極４は、最終的に得られる積層型圧電セラミック素子において異なる電位に接続される内部電極を形成するために、異なる外表面部分に引き出されることによる。

[0029] 図１では、第１のマザーのセラミックグリーンシート１と、第２のマザーのセラミックグリーンシート３とが交互に２層積層されている部分が図示されているが、実際には、本実施形態では、第１のマザーのセラミックグリーンシート１を４０枚と第２のマザーのセラミックグリーンシート２を４０枚積層し、積層数を８０層とした。また、第１，２のマザーのセラミックグリーンシート１，３が積層されている部分の上方に１枚の無地のマザーのセラミックグリーンシート５を積層した。このようにして得られた第１次積層体を剛体プレスを用いて５０℃の温度で１００ＭＰａの圧力を加え、圧着した。このようにして得られた第１次積層体を図２（ａ）に斜視図で示す。第１次積層体の上記圧着後の寸法は、１６０ｍｍ×１６０ｍｍ×厚み８ｍｍである。

[0030] 第１次積層体６は、上記のように１６０ｍｍ×１６０ｍｍ×厚み８ｍｍを有する正方形板状の形状を有する。もっとも、第１次積層体６は、正方形の平面形状ではなく、長方形の平面形状を有していてもよい。

[0031] 次に、図２（ｂ）に一点鎖線Ｂで示すように、第１次積層体６を切断した。この切断により、図３に示す第２次積層体７を得る。

[0032] 第２次積層体７は、矩形板状の形状を有する。第２次積層体７の上面の長い方向の寸法を長さ方向寸法Ｌ、長さ方向寸法と直交する方向を幅方向とし、幅方向寸法をW、厚み方向寸法をＴとする。この幅方向寸法Wは、最終的に得られる積層型圧電体の幅寸法と等しくされている。

[0033] 上記第２次積層体７を得る切断工程では、第１次積層体６を積層方向に、かつ上記のように、幅方向寸法Wを有する第２次積層体７が得られるように切断が行われる。この切断に際しての切断深さ、すなわち切断長は、第１次

積層体６の厚みに相当する上記厚み方向寸法Ｔである。従って、切断長は８ｍｍであるため、厚みの薄い切断刃を用いて、高精度に切断を行うことができる。また、第１次積層体６から第２次積層体７を得るに際し、切断により除去される部分が少なくなるため、得られる第２次積層体７の数を増やすことができる。

[0034] また、上記一点鎖線Ｂに沿う切断は、前述した第１，２の内部電極２，４のストライプ状の形状の長さ方向と平行な方向に行われる。すなわち、図２（ｂ）に、第２次積層体７において積層されている切断後の内部電極２ａ，４ａを略図的に示すように、上記切断は、最初の内部電極２，４の長さ方向と平行な方向に行われる。

[0035] 上記のようにして、Ｌ＝１６０ｍｍ×Ｗ＝１０ｍｍ及びＴ＝８ｍｍの第２次積層体７が得られる。

[0036] 次に、複数の第２次積層体７を図４に示すように、第２次積層体７における積層方向に積層し、第３次積層体８を得る。

[0037] 図４では略図的に示したが、実際には、上記第２次積層体７を１３枚積層し、第３次積層体８を得た。従って、第３次積層体８では、長さＬが１６０ｍｍであり、幅Ｗが１０ｍｍであり、積層方向寸法が８×１３＝１０４ｍｍである。

[0038] 上記第３次積層体８において、隣り合う第２次積層体７同士を仮着するために、第３次積層体８の対向し合う一対の側面８ａ，８ｂに、それぞれ、接合材として接着剤９，１０を塗布した。接着剤９，１０には、隣り合う第２次積層体７，７間にまたがって付与されている。

[0039] 接着剤９，１０は、後述の脱脂焼成に先立って除去されるが、後述する脱脂工程または焼成工程において分解する適宜の接着剤を用いてもよい。接着剤９，１０としては、例えば、エポキシ系接着剤を挙げることができる。

[0040] しかる後、第３次積層体８を静水圧プレスにより６０℃の温度で１２０ＭＰａの圧力を加えて圧着した。それによって、図５に示す圧着体１１を得た。この圧着体１１では、長さＬは１６０ｍｍであり、幅Ｗは１０ｍｍである

が、積層方向寸法は１００ｍｍであった。

[0041] 次に、上記圧着体１１を図５の一点鎖線Ｃで示す位置にて、ダイシングソーにより切断した。ダイシングソーによる切断に際しては、厚み０．３ｍｍの切断刃を用い、外形を基準に、一点鎖線Ｃ－Ｃ間の距離が１０ｍｍとなるように切断を行った。上記切断に際しては、図６に模式的に示すように内部電極２ａ，４ａの延びる方向を基準とし、該方向に直交する方向に切断を行った。この一点鎖線Ｃに沿う切断方向は、上記幅方向寸法Ｗにおける幅方向と平行な方向であり、かつ上記積層方向と直交する方向である。このようにして、幅方向寸法Ｗが１０ｍｍ、積層方向寸法が１００ｍｍ、幅方向及び積層方向と直交する方向に沿う寸法すなわち一点鎖線Ｃ－Ｃ間の寸法が１０ｍｍである、図７（ａ）に示す積層型圧電体１２を得た。

[0042] 図７（ｂ）に模式的に示すように、積層型圧電体１２においては、上記切断により得られた第１の内部電極２ｂと第２の内部電極４ｂとが圧電体層を介して交互に積層されている。

[0043] 上記のようにして得られた積層型圧電体１２を加熱し、セラミックグリーンシート中のバインダーを除去する脱脂工程を行い、次にさらに積層型圧電体を加熱し、焼成を行った。このようにして、図８に示す焼成後の積層型圧電体１３を得た。この積層型圧電体１３の一対の側面１３ａ，１３ｂに第１，２の外部電極１４，１５を形成し、積層型圧電セラミック素子１６を得た。第１，２の外部電極１４，１５の形成は、導電ペーストの塗布・焼付、蒸着もしくはスパッタリング等の薄膜形成法、あるいは導伝性接着剤の塗布・硬化などの適宜の方法により行い得る。

[0044] 上記のように、本実施形態の製造方法では、第１次積層体６を切断して第２次積層体７を得る工程、第３次積層体８を切断して積層型圧電体を得る工程のいずれの切断工程においても、切断長は、最終的な積層型圧電体の幅方向寸法Ｗと以下とされている。従って、切断長を長くする必要がないため、容易にかつ高精度に切断することができる。

[0045] しかも、切断長を短くし得るので、厚みの薄い切断刃を用いて切断工程を

実施することができる。よって、切断に際しての切断代を小さくすることができるので、積層型圧電体の量産性を高めることができる。

[0046] 本願発明者の実験によれば、上記切断長を特許文献１に記載の製造方法における切断長に比べて１／５～１／４と非常に短くでき、従って切断に際しての精度を大幅に高め得ることが確認された。また、切断刃の厚みについても、特許文献１に記載の製造方法の場合に比べても、１／３～１／２とすることができ、それによって、切断代を大幅に小さくすることが可能であることも確かめられた。

[0047] 加えて、最初の切断工程後は、最終的な幅方向寸法Ｗを有する積層体のまま積層及び切断工程を実施することができるので、積層工程及び切断工程の簡略化を図ることができる。また、煩雑な位置決め工程を実施する必要もない。従って、内部電極積層数を増加させた場合であっても、信頼性に優れた積層型圧電セラミック素子を、容易にかつ高精度に得ることが可能となる。

[0048] 上記実施形態では、第１次積層体６を切断して第２次積層体７を得るにあたり、ストライプ状の内部電極２，４の長さ方向Ｌと平行に第１次積層体６が切断されていた。

[0049] しかしながら、図９に破線Ｄで示すように、第１次積層体６は、図２（ａ）の場合とは異なり、内部電極２，４の長さ方向と直交する方向に切断してもよい。この場合には、得られた第２次積層体７において、図１０に分解斜視図で示すように、複数の内部電極２，４が切断された複数の内部電極２ｃ，４ｃがそれぞれ、各高さ位置において複数形成されることになる。この場合、上下の内部電極２ｃ，４ｃは、第２次積層体７の長さ方向においてずらされて配置されることになる。

[0050] 従って、本変形例では、上記実施形態において、第３次積層体８を切断するに際し、内部電極２ａ，４ａの延びる方向と直交する方向に一点鎖線Ｃに沿って切断されていたが、本変形例では、図１１に示すように、上記内部電極２ｃ，４ｃの端部部分を目標に矢印Ｅで示すように第３次積層体８の切断を行えばよい。本変形例では、上記のように、第２次積層体７を得る場合の

切断方向が異なること、第３次積層体８の切断に際し、上記のように切断が行われることを除いては、上記実施形態と同様にして行われる。従って、本変形例においても、上記実施形態と同様に第２次積層体７を得るための切断工程及び第３次積層体８を切断する際の切断工程における切断長は、やはりW以下の寸法となる。よって、上記実施形態と同様に切断長を短くすることができるので、切断精度を高めることができる。従って、切断作業を容易に行うことができる。さらに、厚みの薄い切断刃を用いることができるので、切断代を小さくすることができる。

[0051] また、本変形例においても、上記実施形態と同様に、積層に際しての煩雑な位置決めを必要としないため、積層工程の簡略化をも図ることができる。

[0052] なお、図４では、複数の第２次積層体７を仮着するために接着剤９，１０を塗布したが、接合剤として、図１２に示すように粘着シート２１，２２を貼付してもよい。すなわち粘着シート２１，２２は、隣り合う第２次積層体７に跨がるように貼付し、隣り合う第２次積層体７同士を仮着してもよい。粘着シート２１，２２に変えて、接着シートを用いてもよい。

[0053] なお、接着剤９，１０や粘着シート２１，２２は、後の焼成工程において分解し、除去されるものであることが望ましい。その場合には、接着剤や粘着シートなどを除去する工程を省略することができる。もっとも、焼成後にこれらを除去してもよい。また、第３次積層体８から積層型圧電体を切り出すに際し、第３次積層体８の側面の接着剤９，１０や粘着シート２１，２２が貼付されている積層体部分を除去してもよい。

[0054] また、上述した実施形態では、積層型圧電体を焼成した第１，２の外部電極が形成されていたが、第１，２の外部電極は焼成前に積層型圧電体に付与されていてもよい。

[0055] また、上記実施形態の製造方法で得られる積層型圧電セラミック素子１６は、積層型圧電アクチュエータに好適に用いられるが、圧電共振子等の他の積層型圧電セラミック素子に用いてもよい。

請求の範囲

[1] 圧電セラミックスを主体とする複数の圧電体層と、複数の圧電体層において隣り合う圧電体層間の少なくとも１つの界面に配置されたストライプ状の内部電極とを有する第１次積層体を用意する工程と、

前記第１次積層体を切断後に最終的に得られる積層型圧電体の幅寸法に応じた幅方向寸法を有するように積層方向に切断し、該幅方向寸法を有する複数の第２次積層体を得る工程と、

前記複数の第２次積層体の内の２以上の第２次積層体を前記圧電体層の積層方向に積層し、第３次積層体を得る工程と、

前記第３次積層体において、積層されている第２次積層体同士を仮着するために、隣り合う第２次積層体間に跨がるように接合材を付与する工程と、

第３次積層体を積層方向かつ前記第２次積層体の前記幅方向と平行な方向に切断し、積層型圧電体を得る工程と前記積層型圧電体を焼成する工程とを備えることを特徴とする、積層型圧電セラミック素子の製造方法。

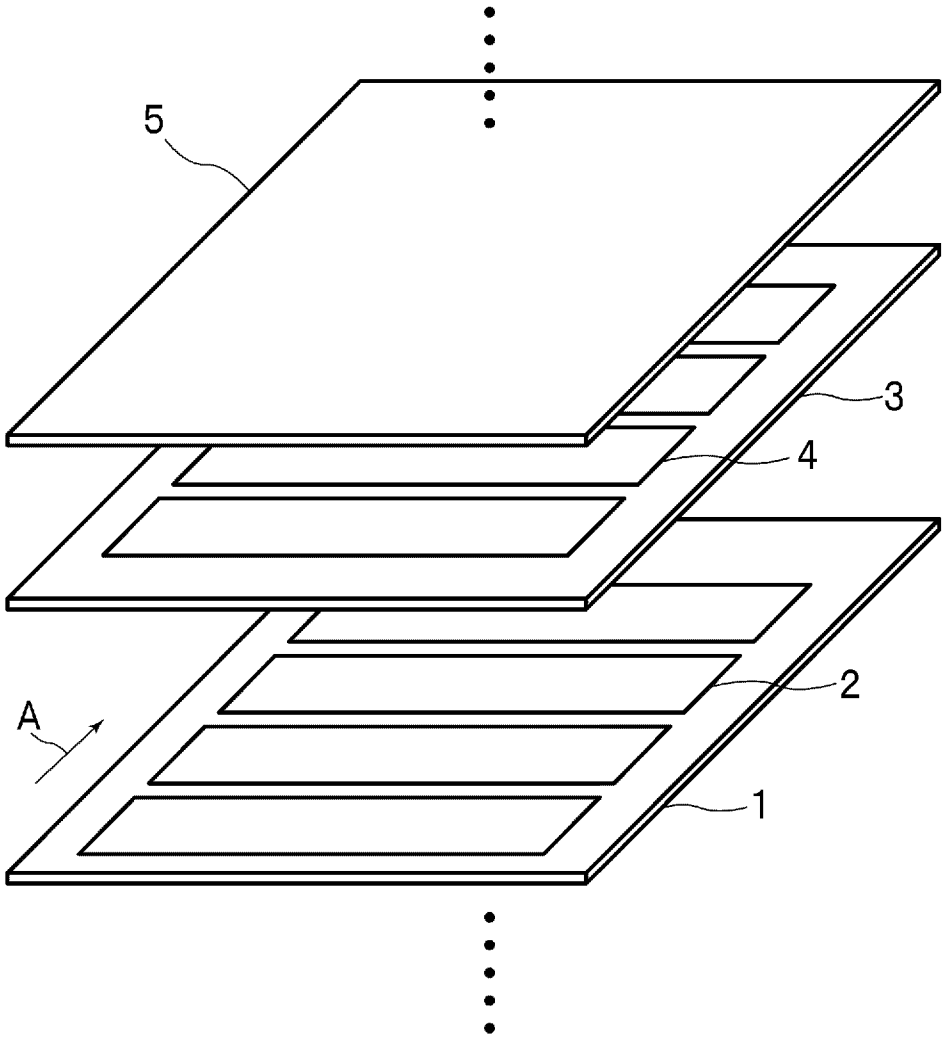
[2] 前記第１次積層体を切断して前記複数の第２次積層体を得るにあたり、前記第１次積層体において形成されているストライプ状の内部電極の長さ方向と平行な方向に、かつ対向する一対の辺が前記幅方向寸法を有する矩形形状の平面形状を有するように前記第１次積層体を切断する、請求項１に記載の積層型圧電セラミック素子の製造方法。

[3] 前記第１次積層体を切断して前記複数の第２次積層体を得るにあたり、前記第１次積層体において形成されているストライプ状の内部電極の長さ方向と直交する方向にかつ対向する一対の辺が前記幅方向寸法を有する矩形形状の平面形状を有するように前記第１次積層体を切断する、請求項１に記載の積層型圧電セラミック素子の製造方法。

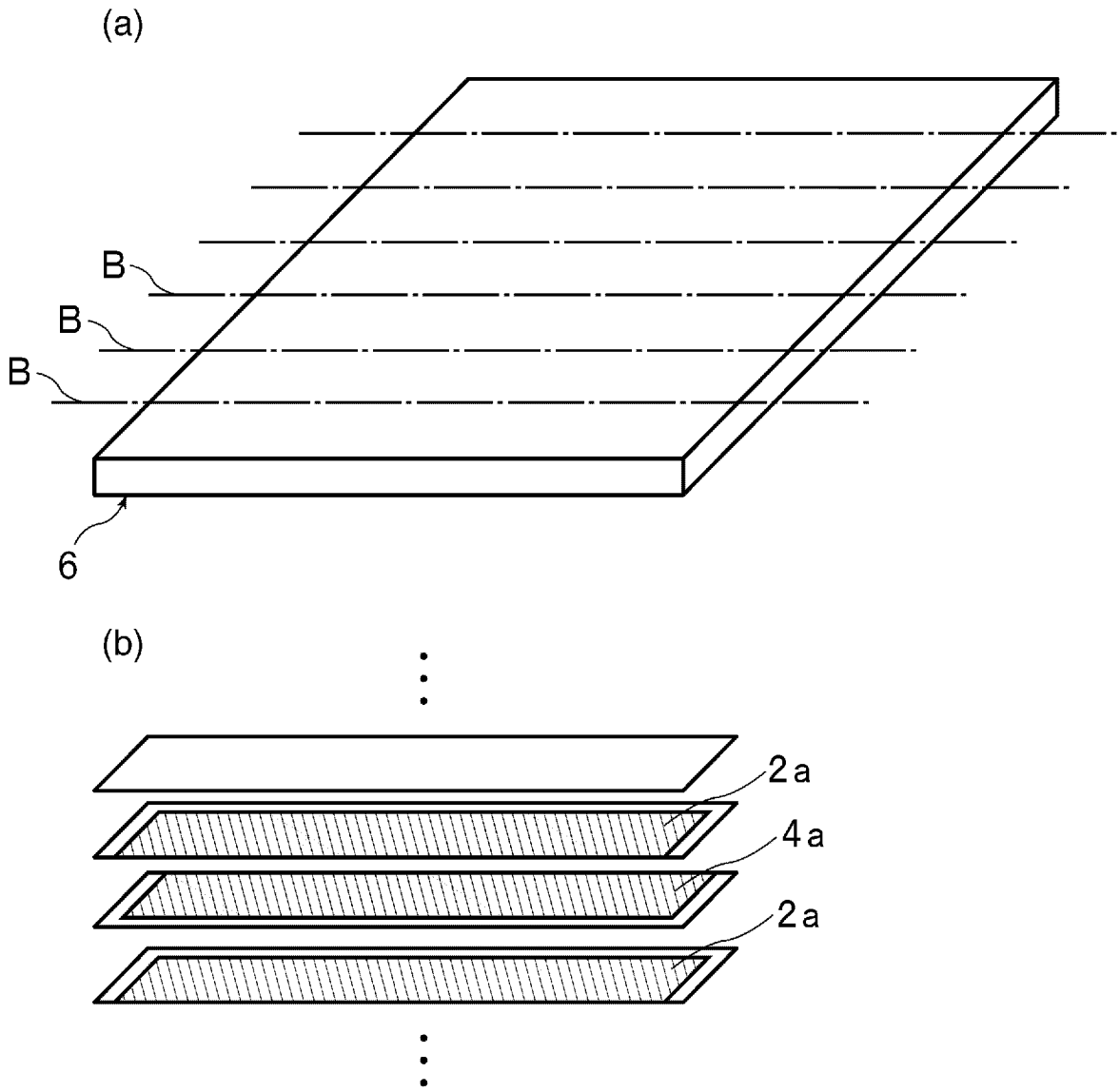
[4] 前記接合材が、接着剤である、請求項１～３のいずれか１項に記載の積層型圧電セラミック素子の製造方法。

[5] 前記接合材が、粘着もしくは接着シートである、請求項１～３のいずれか１項に記載の積層型圧電セラミック素子の製造方法。

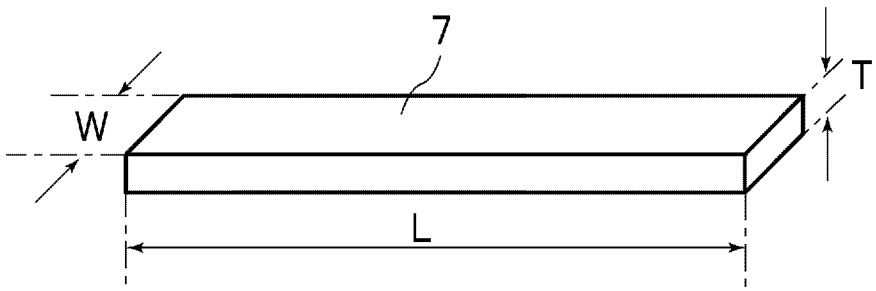
[図1]



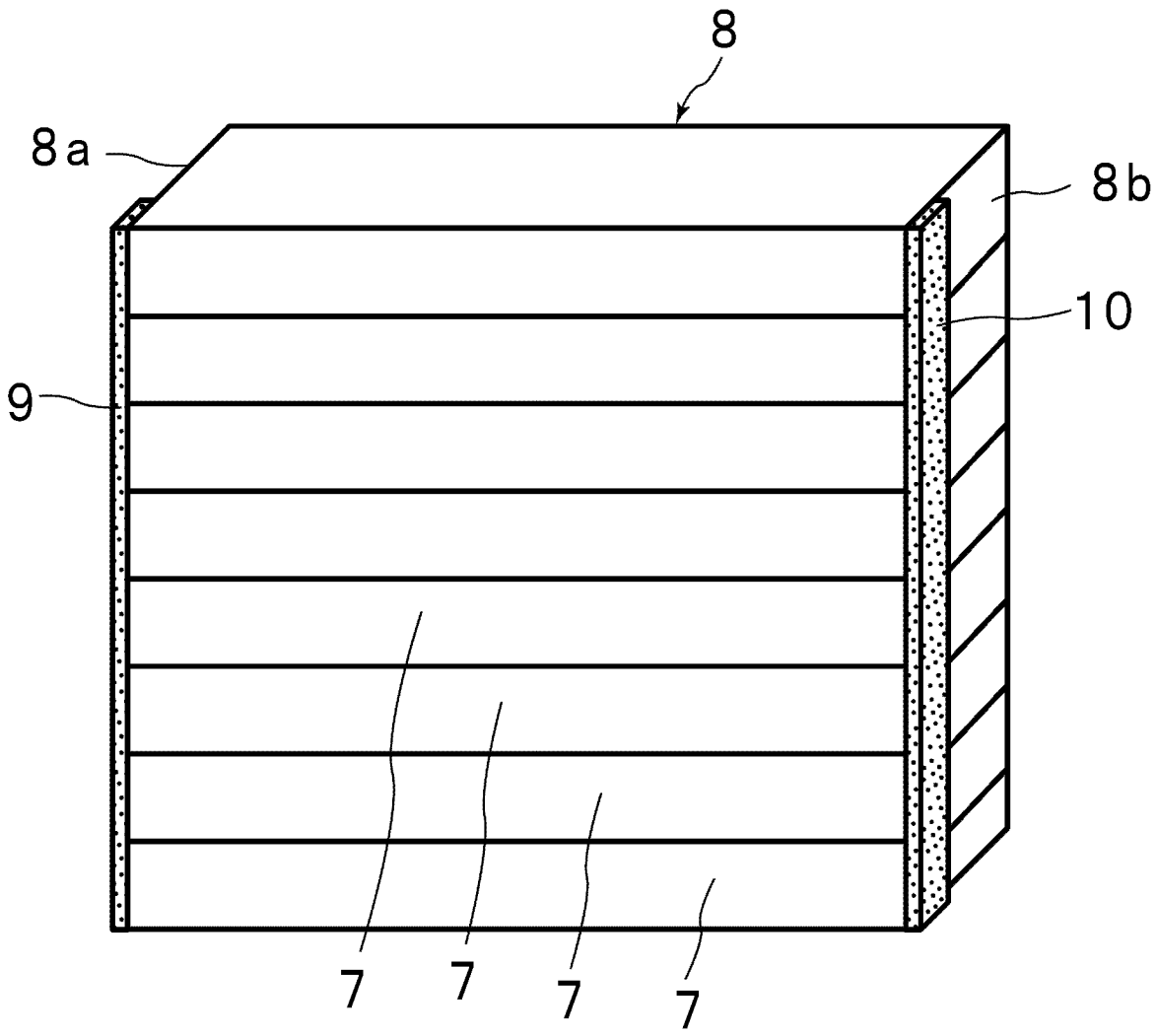
[図2]



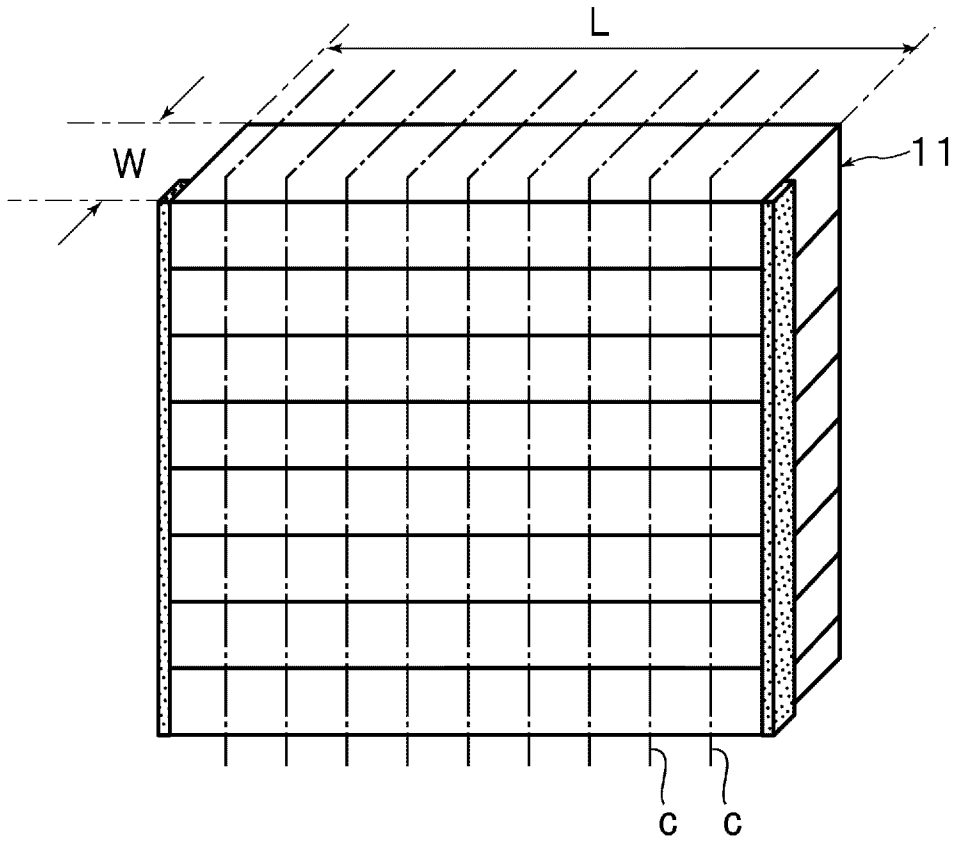
[図3]



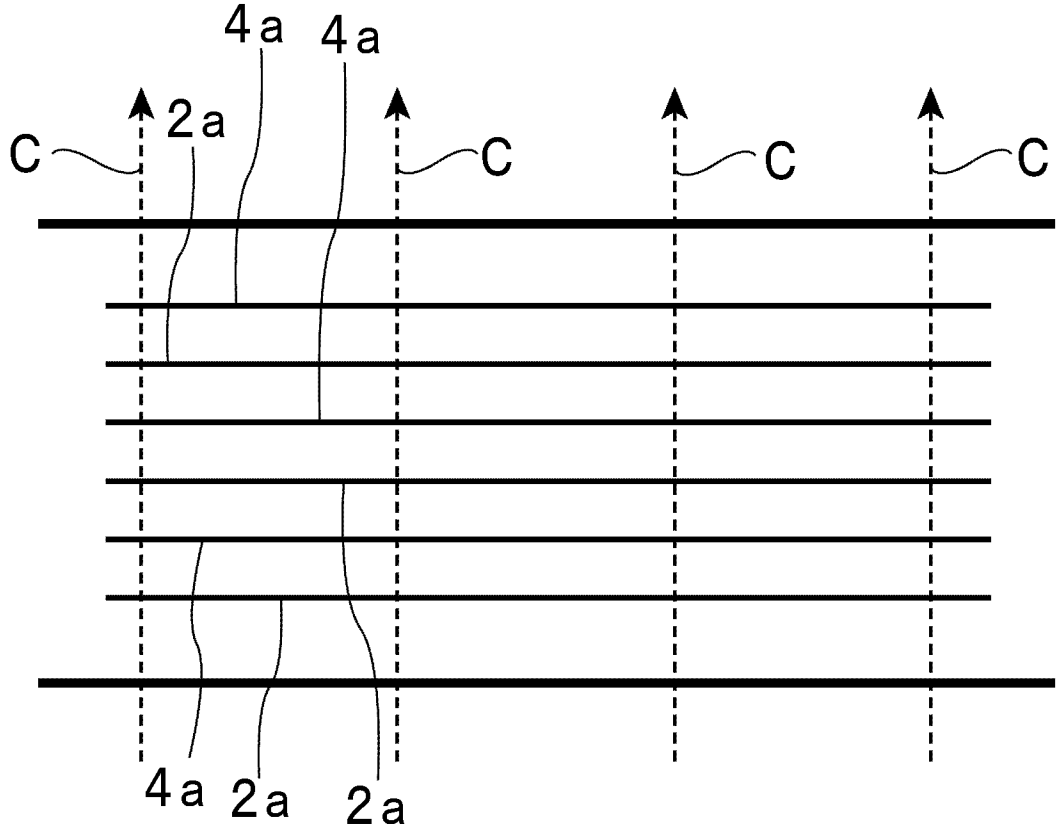
[図4]



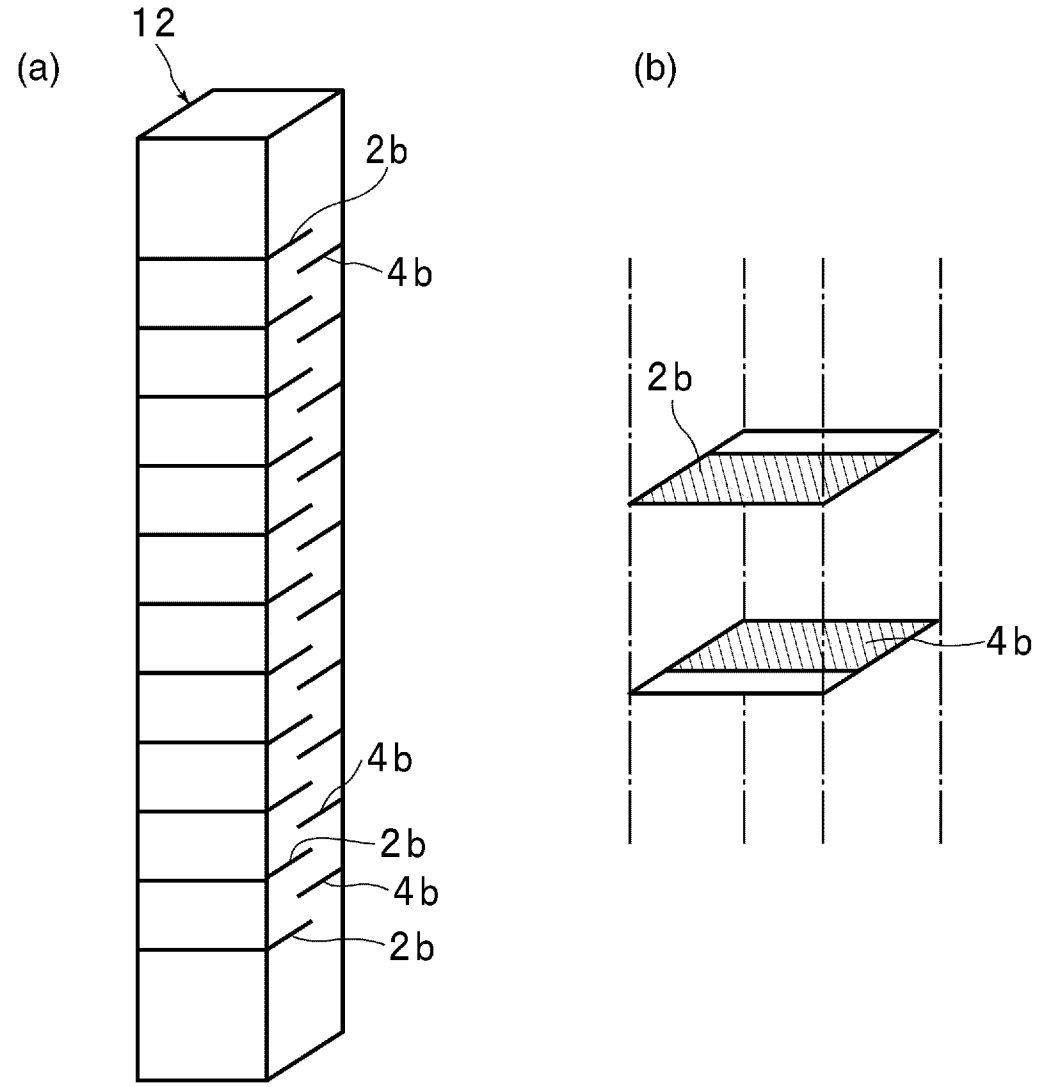
[図5]



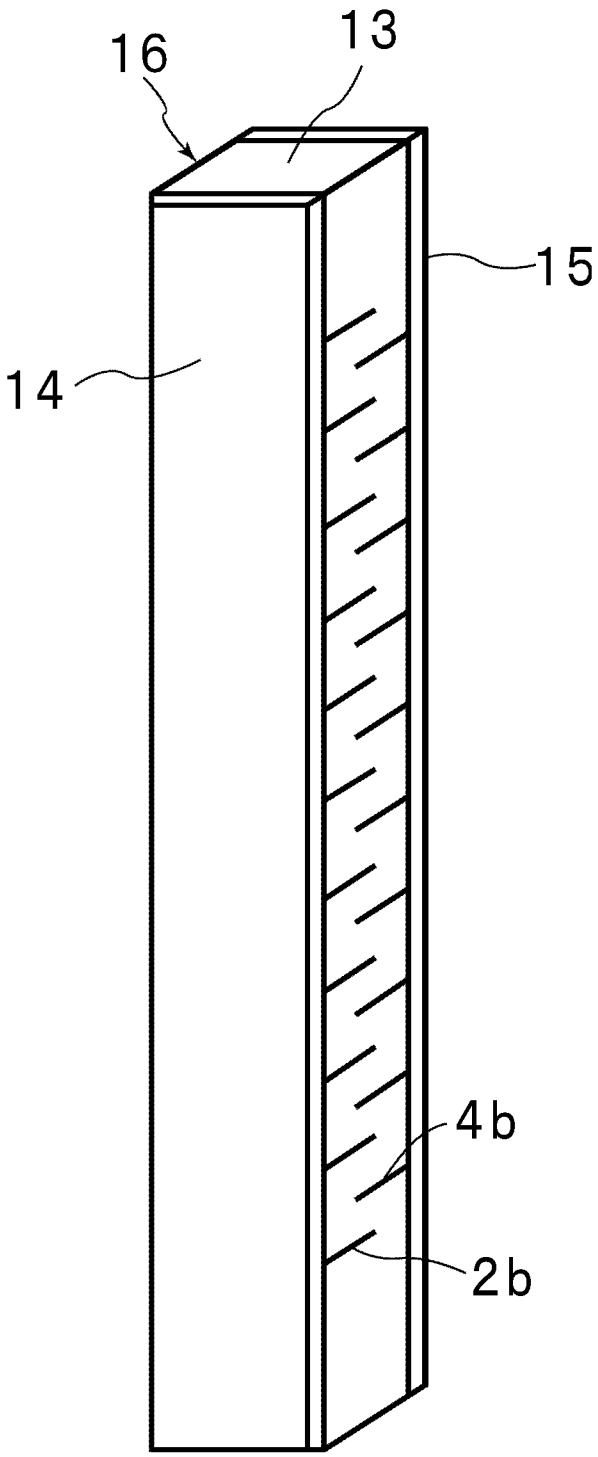
[図6]



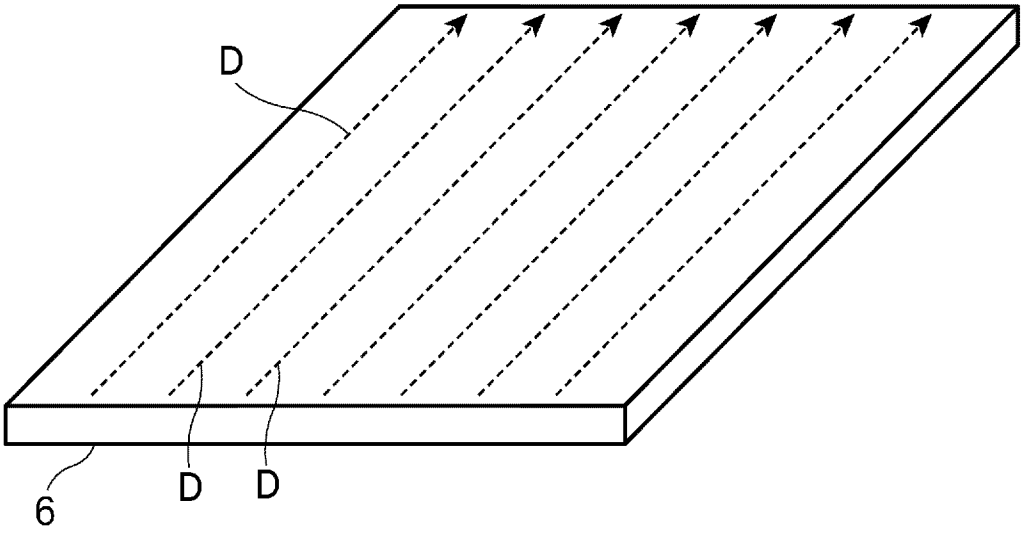
[図7]



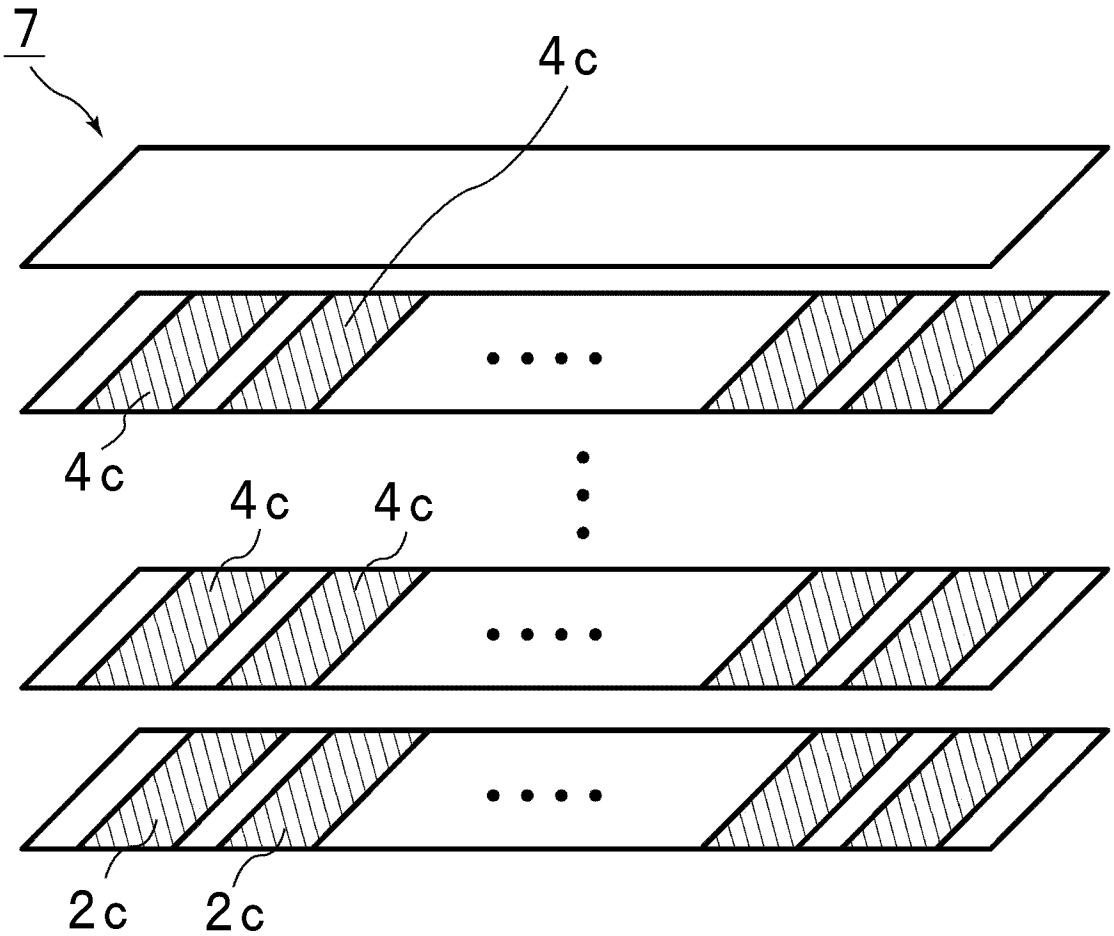
[図8]



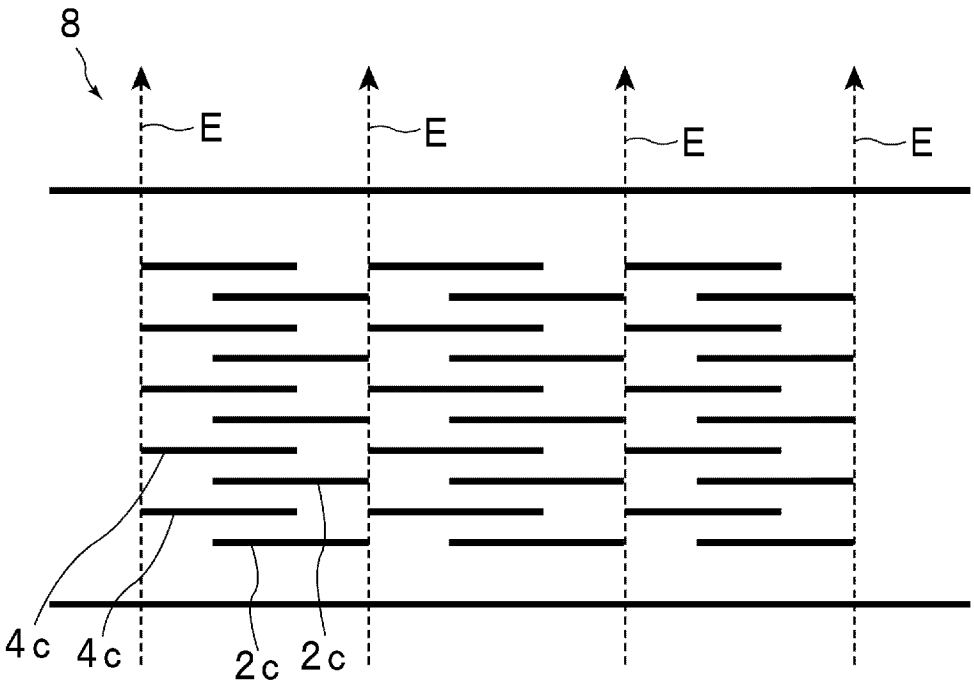
[図9]



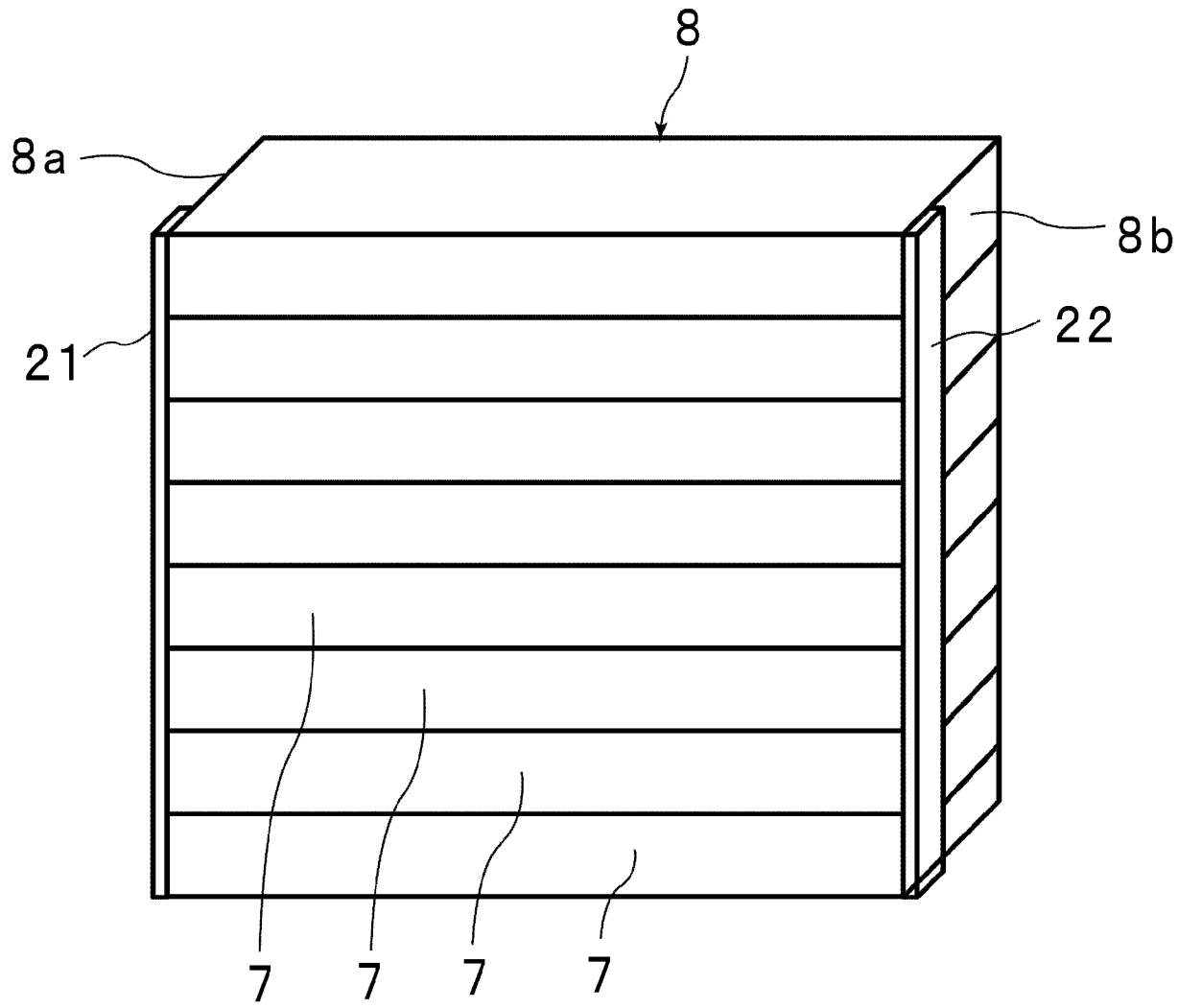
[図10]



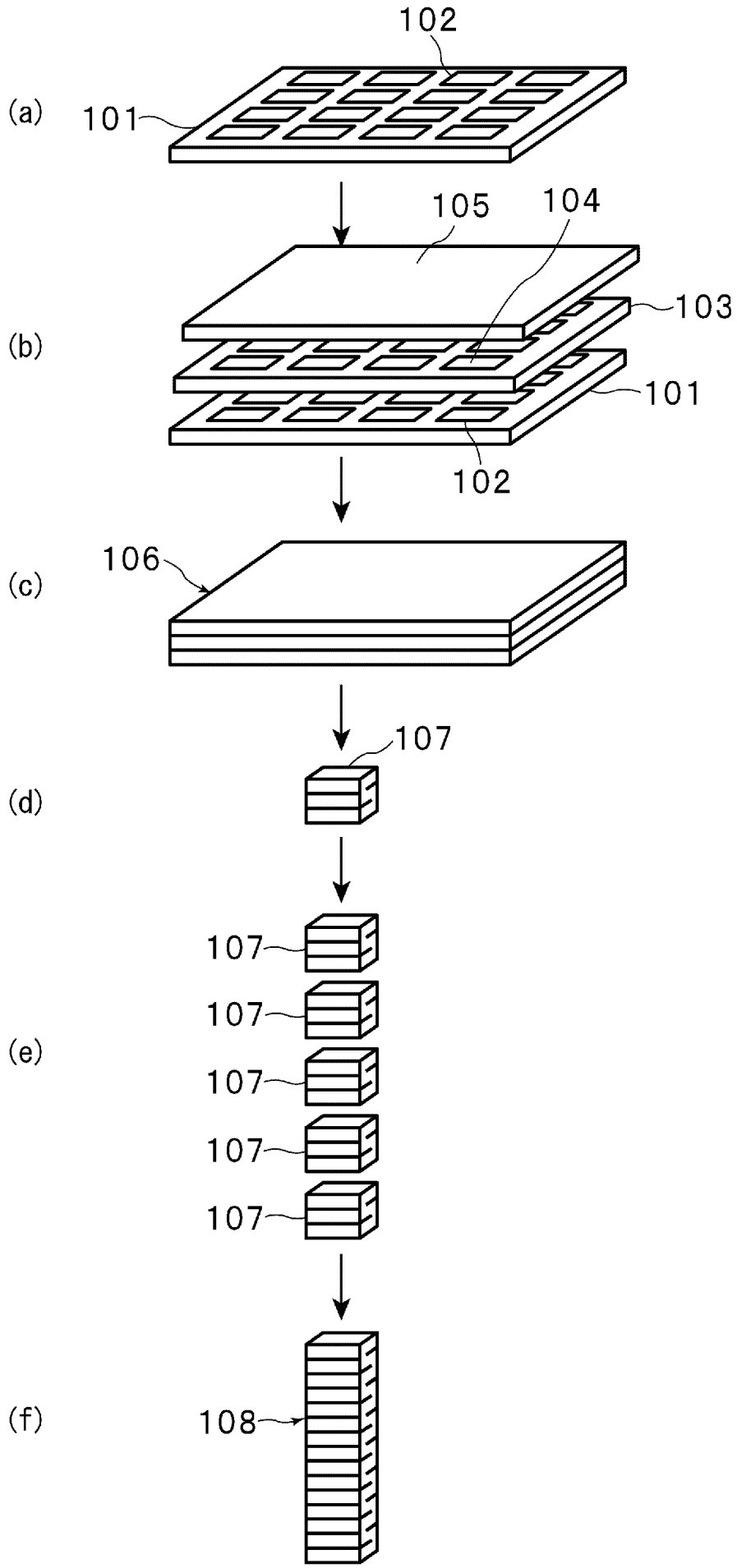
[図11]



[図12]



[図13]


(a)
102
101
(b)
105
104
103
101
102
(c)
106
(d)
107
(e)
107
107
107
107
107
(f)
108

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/000952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L41/22(2006.01)i, *H01L41/083*(2006.01)i, *H01L41/187*(2006.01)i, *H03H3/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L41/22, H01L41/083, H01L41/187, H03H3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-230463 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 August, 2001 (24.08.01), Full text (Family: none)	1-5
A	JP 2002-314161 A (Denso Corp.), 25 October, 2002 (25.10.02), Full text & US 2002/0152857 A1 & DE 10217097 A	1-5
A	JP 7-142780 A (Brother Industries, Ltd.), 02 June, 1995 (02.06.95), Full text (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family 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 application or patent 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 combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 March, 2009 (26.03.09)	07 April, 2009 (07.04.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０００９５２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L41/22(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H03H3/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L41/22, H01L41/083, H01L41/187, H03H3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2001-230463 A (松下電器産業株式会社) 2001.08.24, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-314161 A (株式会社デンソー) 2002.10.25, 全文 & US 2002/0152857 A1 & DE 10217097 A	1-5
A	JP 7-142780 A (ブラザー工業株式会社) 1995.06.02, 全文 (ファミリーなし)	1-5

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．０３．２００９	０７．０４．２００９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｍ　３２３８
河合　俊英
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６２