

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4750670号  
(P4750670)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>H05K</b>	<b>3/20</b>	<b>(2006.01)</b>	H05K	3/20	Z
<b>H01L</b>	<b>23/13</b>	<b>(2006.01)</b>	H01L	23/12	C
<b>C04B</b>	<b>37/02</b>	<b>(2006.01)</b>	C04B	37/02	Z

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-291196 (P2006-291196)	(73) 特許権者	000003296
(22) 出願日	平成18年10月26日(2006.10.26)		電気化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-108957 (P2008-108957A)		東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年5月8日(2008.5.8)		日本橋三井タワー
審査請求日	平成21年9月15日(2009.9.15)	(72) 発明者	杉本 勲
			福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社 大牟田工場内
		(72) 発明者	西原 数英
			福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社 大牟田工場内
		(72) 発明者	村田 弘
			福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社 大牟田工場内
		審査官	奥村 一正
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミックス回路基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミックス回路基板の製造において、

(1) セラミックス基板の一主面に、パターン化された金属板を接合するため、接合用ろう材を塗布する工程、

(2) (1)の工程でろう材を塗布したセラミックス基板上に、パターン化された金属板をシアノアクリレート又はポリイソブチルメタクリレート系接着剤により接着固定する工程、

(3) (2)の工程でパターン化された金属板を接着固定したセラミックス基板を、シアノアクリレート系接着剤を用いた場合は、 $1 \times 10^{-2}$  Paより高真空で、温度800

以上に加熱処理し、ポリイソブチルメタクリレート系接着剤を用いた場合は、 $1 \times 10^{-2}$  Paより高真空で、500 以上に加熱処理することにより、セラミックス基板とパターン化された金属板をろう材を介して接合する工程、

を経ることを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法。

【請求項2】

セラミックス基板が、窒化アルミニウム基板、窒化珪素基板、アルミナ基板の群から選ばれることを特徴とする請求項1記載のセラミックス回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【0001】

本発明はセラミックス回路基板の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

電鉄や自動車、産業機器などの動力用電源に使用されているパワーモジュールには、窒化アルミニウム（AlN）や窒化珪素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）等のセラミックスを使用したセラミックス回路基板が使用されることが多い。

このセラミックス回路基板の回路パターン形成工程は、セラミックス基板上に塗布されたるろう材を介して金属板を熱処理により接合した後、レジスト印刷を行い、不要金属部分を塩化鉄溶液や塩化銅溶液などによりエッチングするという、いわゆる湿式の金属エッチング工程であることが多い。（特許文献1）

10

【特許文献1】特開平3-101153号公報

## 【0003】

エッチングによる回路形成は、生産性や経済性の点で実績のある優れた製造工程であり、セラミックス回路基板のみならず各種回路基板製造工程で採用されている。

しかしながら、エッチング工程に加えて、回路パターン形成のためにレジスト印刷工程が必要になる他、窒化アルミニウムや窒化珪素などの窒化物セラミックスが用いられているセラミックス回路基板については、セラミックスとろう材との反応により導電性反応層が生成するため、エッチングによる除去工程が更に必要になるという課題がある（特許文献2）。

20

【特許文献2】特開平9-181423号公報

## 【0004】

さらに、エッチング液は劇物である場合が多く、その廃液処理費は高価であるばかりでなく、最近では環境的な観点からもエッチング液の使用量をむやみに増やすことは好ましくない。

一方、エッチング工程を用いない基板製造工程も知られている。即ち、あらかじめ回路形状に加工された金属板を同一形状のろう材が印刷されたセラミックス基板上へ配置し、直接接合する製造工程である。

## 【0005】

これは回路パターン状に打ち抜き加工された金属板をろう材上に搭載して接合する工程であり（以後「パターン搭載法」と呼ぶ）、レジスト印刷工程とエッチング工程が不要であるため低コストな製造方法である。しかしながら、パターン搭載法はこれまでセラミックス回路基板の製造方法として主流になり得なかった。その理由として、回路金属板の位置ズレが発生し易いことや複雑形状の回路パターンの搭載が困難であることが挙げられる。

30

## 【0006】

電子機器の分野においてはコスト低減の対応が常に求められており、現状のエッチングによる製造方法ではコストダウン対応に限界がある。

一方、上述したようにパターン搭載法は複雑形状の回路について適用が難しいが、比較的単純な回路形状においてはパターン搭載法の方がエッチング工程よりもコスト面で有利である。

40

## 【0007】

パターン搭載法は、金属板は打ち抜き装置などにより最終形状に加工されるので、エッチング工程が不要であり、有害な廃液が排出されない。このため、環境的な側面からパターン搭載法は今後重要になると考えられる。パターン搭載法に関しては、接合体に不具合を残さないために位置ズレ対策が必要となる。

パターン搭載法において位置ズレが発生し易くなる原因は、粹治具などで位置決めしながらセラミックス基板へ金属板を搭載した後、接合時に治具が外されるため、基板の積層や接合炉への出し入れの際に金属板が動いてしまうためである。

## 【0008】

50

このような位置ズレを防止するため、高温でも劣化しない黒鉛治具などで固定し、位置ズレを防止しながら接合を行う方法があるが、セラミックス基板の接合時においては通常500以上の高温に曝されるため、黒鉛と金属の熱膨張率差に由来する寸法差により金属板が変形してしまう場合がある。例えば、黒鉛と銅板では800程度の加熱において約1%程度の寸法差(元の形状30mmに対して300 $\mu$ mもの寸法差)が発生してしまい、高温により軟化した金属を変形させてしまうことになる。一方、1%の寸法差に相当するクリアランスを黒鉛治具と銅板の間にあらかじめ設けようとする、位置決め精度が低下する。

#### 【0009】

黒鉛治具ではなくて、熱膨張率が近い金属を固定治具に使用する場合には、金属同士が融着してしまう場合や、金属治具の軟化により治具として再利用することが困難となるとい課題も生じる。このような理由から、治具で位置決めを行いながら接合することは困難である場合が多い。

10

一方、治具で固定するのではなく、セラミックス基板と金属板との接合温度が有機物の分解温度を超える500以上の高温であることを利用し、粘着剤や接着剤で固定する方法がある。しかし、熱分解性が悪い有機物であると、導電性の性質を持つ残留炭素により基板が汚れてしまうことから、残留炭素の除去が必要になる。また、ろう材自体に接着性を付与しようとする、接着剤からの残留炭素により接合部に接合不良が発生するという重大な欠陥がある。

#### 【0010】

20

以上のように、従来のパターン搭載法は、位置ズレの課題、或いは、治具などにより位置ズレを防止する場合は、接合後に銅板の変形や固着、接合不良などの不具合が生じるという課題があった。

#### 【0011】

パターン搭載法によく似た工程として、金属板同士が細いブリッジにより結合されて一体化されたものを搭載することにより位置ズレを防止し、接合後に不要なブリッジ部を切断処理するという方法がある(特許文献3)。

【特許文献3】特開2004-311691号公報

#### 【0012】

しかし、この製造方法ではブリッジ部の切断除去という非常に手間のかかる作業が必要となるうえ、ブリッジ化された金属板の加工コストも必要になることから、エッチング法以上のコストが必要になることがあり、本発明の目的であるコストダウン効果を得ることは困難であった。

30

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0013】

本発明の解決しようとする課題は、パターン搭載法における位置ズレを防ぎ、安価なセラミックス回路基板の製造方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

40

すなわち、本発明は、セラミックス回路基板の製造において、  
 (1)セラミックス基板の一主面に、パターン化された金属板を接合するため、接合用ろう材を塗布する工程  
 (2)(1)の工程でろう材を塗布したセラミックス基板上に、パターン化された金属板をシアノアクリレート又はポリイソブチルメタクリレート系接着剤により接着固定する工程  
 (3)(2)の工程でパターン化された金属板を接着固定したセラミックス基板を、500以上に加熱処理することにより、セラミックス基板とパターン化された金属板をろう材を介して接合する工程、を経ることを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法であり、セラミックス基板が、窒化アルミニウム基板、窒化珪素基板、アルミナ基板の群から

50

選ばれることを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法である。

本発明のプロセスと従来のプロセスを比較すると図 1 に示すようになる。

【発明の効果】

【0015】

本発明のセラミックス回路基板の製造方法は、パターン搭載法の課題である回路金属板の位置ズレ、並びに、銅板の変形や接合不良を防ぐことが可能で、安価なセラミックス回路基板の製造方法を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の詳細を更に詳しく以下に記述する。

10

セラミックス回路基板における活性金属ろう付け法については、例えば特許文献 4 に記載されている。

【特許文献 4】特開昭 60 - 177634 号公報

【0017】

活性金属ろう付け法におけるろう材の成分は、銀と銅を主成分とし、溶解時にろう材とセラミックス基板との濡れ性を確保するために活性金属を副成分とする。ろう材中の活性金属成分は、セラミックス基板と反応して酸化物や窒化物を生成し、金属とセラミックスとの結合を強固なものにする。

【0018】

活性金属の具体例を挙げれば、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、タンタル、バナジウムやこれらの化合物である。これら金属成分の割合としては、銀 80 ~ 95 質量部と銅 20 ~ 5 質量部の合計 100 質量部あたり活性金属 1 ~ 7 質量部が一般的である。

20

【0019】

ろう材は、ペースト状態にしてスクリーン印刷装置によりセラミックス基板へ塗布することが生産性の点から好ましい。ろう材のペースト化の方法は、上記のろう材成分に有機溶剤及び必要に応じて有機結合剤を加え、ロール、ニーダ、万能混合機、らいかい機等で混合することによって調整することができる。有機溶剤としては、例えば、トルエン、テルピネオール、メチルセルソルブ、イソホンなどが、有機結合剤としては、例えば、エチルセルロース、メチルセルロース、ポリメタクリレート、ポリイソブチルメタクリレート (PIBMA) などが挙げられる。また、複雑なパターンの場合には、インクジェット印刷用の装置を用いて、ろう材をセラミックス基板へ効率的に塗布することが可能である。

30

【0020】

接合はろう材が塗布されたセラミックス基板と金属板を搭載し、真空中で加熱することにより接合体が得られる。接合温度は接合する金属やろう材の組成に依存するが、例えば純銅の金属板を銀銅ろう材を用いて接合する場合には、真空加熱炉を使用し、温度 800 ~ 840 °C、真空度  $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-4}$  Pa の条件で接合することが好ましい。その際、タングステンなどの重しを載せながら荷重を加えて接合すると接合不良を防止することができる。

40

【0021】

セラミックス基板として使用されるセラミックスは、窒化アルミニウム、窒化珪素、アルミナなどが好ましいものとして挙げられるが、これに限定されるものではなく、これらを含む複合材であっても、又は他成分を加えて熱伝導率や電気特性または機械的特性の向上を図ったものでも構わない。

セラミックス基板の厚みは一般的には約 0.635 mm であるが、この厚みは熱抵抗や耐電圧などといった要求特性により変わり得るものであり、0.3 ~ 1 mm 程度の範囲が強度と熱抵抗などの点で好ましい。

【0022】

金属板の組成は、電気伝導性が良好な銅または銅合金の使用が一般的であるが、これに

50

限定されるものではなく、アルミニウム、アルミニウム合金等も使用できる。金属板の厚みについては、通常は0.3mm前後の厚みであるが、信頼性や熱特性などといった要求特性によって変わり得るものであり、0.1~1mm程度の範囲で使用されることが多い。

#### 【0023】

パターン化された金属板はプレス打ち抜き加工されたものがコストの点で望ましい。パターン搭載法では、余計なろう材のはみ出しを防ぐため金属板の形状がろう材の塗布パターンと一致している必要がある。また、接合中に金属板はセラミックス基板より大きく熱膨張するので、ろう材塗布パターンに対して約99%の大きさに縮小された形状であることが回路端部の未接合を防ぐ上で望ましい。

10

#### 【0024】

本発明に係る接着剤としては、接着性と良好な熱分解性を兼ね備えたものが好ましく、シアノアクリレート（シアノアクリル酸エステル）又はポリイソブチルメタクリレート系接着剤が好適である。ゴム成分を添加したシアノアクリレートを使用することも可能である。接着剤の熱分解性が悪いと加熱によりろう材上に炭素として残留してしまうため、ろう材の活性を失わせてしまい、接合不良を引き起こす場合がある。

回路基板の接合不良はパワーモジュールの信頼性低下に直結するため、避けなければならない。特に窒化アルミニウム回路基板や窒化珪素回路基板などにおいては、パワーモジュール用Siチップからの大量の発熱により、熱的に過酷な状態に晒されるので、パワーモジュールの信頼性低下が著しい場合が多い。

20

#### 【0025】

接着剤の塗布量は、多すぎると残留炭素分が多くなり接合不良を引き起こすので、接着するために必要最小限の量であることが好ましい。例えば、瞬間接着剤であるシアノアクリレート系接着剤は粘性が低く、30mm角の形状の場合、一滴の量（約0.04ml）もあれば金属板搭載時に横方向へ広がり十分な接着力が得られる。一方、ポリイソブチルメタクリレート系接着剤は、粘性が高いこともあり、30mm角の形状の場合、0.2ml程度の塗布量により十分な接着力が得られる。塗布方法は特に限定されるものではなく、スポイトやディスペンサーなどによる方法、スクリーン印刷やインクジェットプリンターなどの各種印刷方法が使用可能である。

#### 【0026】

ろう材による接合条件が、 $1 \times 10^{-2}$  Paより高真空で、温度500以上の条件の場合、ポリイソブチルメタクリレート系接着剤の使用が好ましい。ポリイソブチルメタクリレート系接着剤は、加熱によりほぼ100%モノマーに分解する（解重合する）理想的な高分子物質であるが、それ自身は常温で固体であることから接着性は無い。トルエンやテルピネオールなどの有機溶剤に溶解させた溶液を塗布し荷重を加えて乾燥させることで、搭載金属板をろう材へ固定するのに十分な接着強度が得られる。有機溶剤中のポリイソブチルメタクリレート系接着剤の濃度は、20~50質量%が一般的である。

30

#### 【0027】

真空度が $1 \times 10^{-2}$  Paより高真空で、温度800以上の条件で接合を行う場合は、瞬間接着剤であるシアノアクリレート系接着剤も、残留炭素が少なく、実用上問題はない。

40

#### 【実施例】

#### 【0028】

##### （実施例1）

銀粉90質量部、銅粉10質量部、水素化チタン粉末3質量部、及び、ジルコニウム粉末2質量部にテルピネオール15質量部、ポリイソブチルメタクリレート30質量部のトルエン溶液5質量部からなるペースト状のろう材を用意し、窒化アルミニウム基板（50mm×50mm×0.635mm、熱伝導率180W/m・K、曲げ強度360MPa）の

50

両面に 45 mm × 45 mm の矩形パターン形状にスクリーン印刷機にてろう材を 8 mg / cm<sup>2</sup> (乾燥後) になるよう塗布した。

(使用材料)

銀粉：高純度化学研究所社製、還元銀粉 (AGE09PB)

銅粉：高純度化学研究所社製、銅粉 (CUE08PB)

水素化チタン粉末：高純度化学研究所社製、水素化チタン (TII04PB)

ジルコニウム粉末：高純度化学研究所社製、ジルコニウム (ZREO2PB)

ポリイソブチルメタクリレート：三菱レイヨン社製、商品名「ダイヤナール BR10-5」

テルピネオール及びトルエン：関東化学社製 1級試薬

窒化アルミニウム基板：電気化学工業社製 高熱伝導グレード

【0029】

次に、図面2のように窒化アルミニウム基板両面に塗布された矩形型ろう材パターンの中央部にシアノアクリレート系接着剤を一滴(約0.04ml)垂らし、粹治具を使用して矩形に打ち抜かれた無酸素銅板(44.5mm×44.5mm×0.3mm)がろう材塗布パターンと形状が重なり、かつ、両者の中心が一致するようにセラミックス基板両面に搭載した。このとき、ろう材は金属板端部から僅かにはみ出している状態であった。この搭載作業は接着剤が固まらないよう速やかに行った。この段階における基板の積層状態を図3に示す。

(使用材料)

シアノアクリレート系接着剤：セメダイン社製、商品名「LOCTITE」

無酸素銅板：JIS規格C1020

【0030】

次に、位置決めを使用した粹治具を外し、この積層物を真空度  $1 \times 10^{-2}$  Pa、835 × 30分間の条件で加熱保持後、冷却し、窒化アルミニウム回路基板を製造した。

【0031】

(実施例2)

接着剤としてポリイソブチルメタクリレート系接着剤を使用した点と、接着力を向上させるため、図4に示すようにろう材塗布領域全域へ0.2mlの量を刷毛により均一に塗布したこと以外は、実施例1と同様にして窒化アルミニウム回路基板を作成した。

(使用材料)

ポリイソブチルメタクリレート系接着剤：三菱レイヨン社製、商品名「ダイヤナール BR10-5」

【0032】

(比較例1)

接着剤を使用しないこと以外は、実施例1と同様にして窒化アルミニウム回路基板を作製した。

【0033】

(比較例2)

接着剤を2液混合型エポキシ系接着剤に変更し、矩形パターン状ろう材塗布領域全域に刷毛にて均一に約0.2ml塗布したこと以外は、実施例1と同様にして窒化アルミニウム回路基板を作製した。

(使用材料)

2液混合型エポキシ系接着剤：セメダイン社製、商品名「EP-001」

【0034】

(比較例3)

接着剤をアクリル系粘着剤に変更し、矩形パターン状ろう材塗布領域全域に刷毛にて均一にろう材に約0.2ml塗布したこと以外は、実施例1と同様にして窒化アルミニウム回路基板を作製した。

(使用材料)

アクリル系粘着剤：綜研化学社製、商品名「SKダイン 1201」

【0035】

得られた窒化アルミニウム回路基板について、銅回路と窒化アルミニウム板との接合状態を超音波映像探傷装置（日立建機社製 商品名「AT-7000」）により測定し、接合率（％）＝（接合面積／銅板面積）×100 を求めた。また、接合金属銅板の位置ズレを、測定顕微鏡（ミットヨ社製 商品名「MF-1010」）を用いて測定し、銅板中心と基板中心との差を測定することにより算出した。セラミックス回路基板においては、接合率は大きい程好ましく、また、位置ズレは小さいほど好ましい。結果を表1に示す。表1からわかるように、実施例1, 2では接合状態と位置決め精度も共に良好である。これに対して、比較例1～3では位置決め精度と接合率が両立できていないことがわかる。

10

【0036】

【表1】

	接合率（％）	位置ズレ（mm）
実施例1	100％	0.03
実施例2	100％	0.05
比較例1	100％	0.80
比較例2	91％	0.09
比較例3	64％	0.60

20

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明によれば、パターン搭載法により、セラミックス基板上に位置決め精度良く金属板を搭載すること、並びに、接合不良や金属板の変形のないセラミックス回路基板の製造方法が提供される。本発明によって製造された接合体は、エレベーター、電鉄、自動車、その他産業用機器などのパワーモジュール用セラミックス回路基板として好適に用いられる。

30

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】従来のセラミックス回路基板製造プロセスと、本発明によるセラミックス回路基板製造プロセスの比較

【図2】本発明の一実施の形態である、シアノアクリレート系接着剤を使用した実施例

【図3】本願発明におけるセラミックス回路基板の積層状態（接合前）

【図4】本発明の一実施の形態である、ポリイソブチルメタクリレート系接着剤を使用した実施例

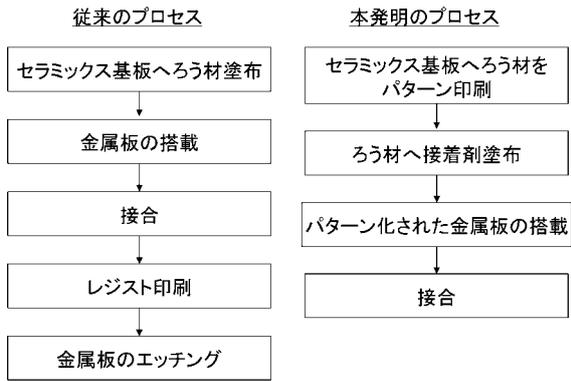
40

【符号の説明】

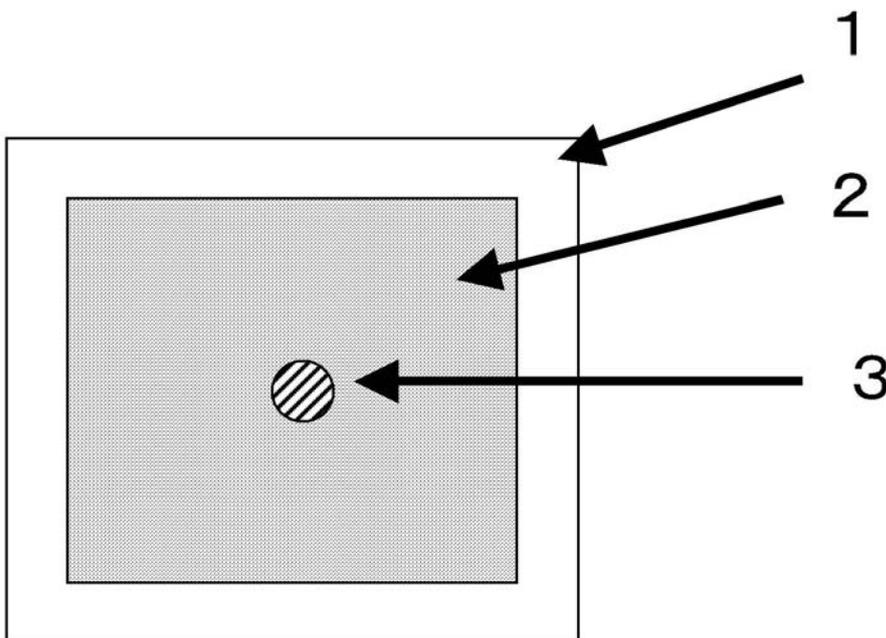
【0039】

- 1 セラミックス基板
- 2 ろう材
- 3 接着剤
- 4 金属板

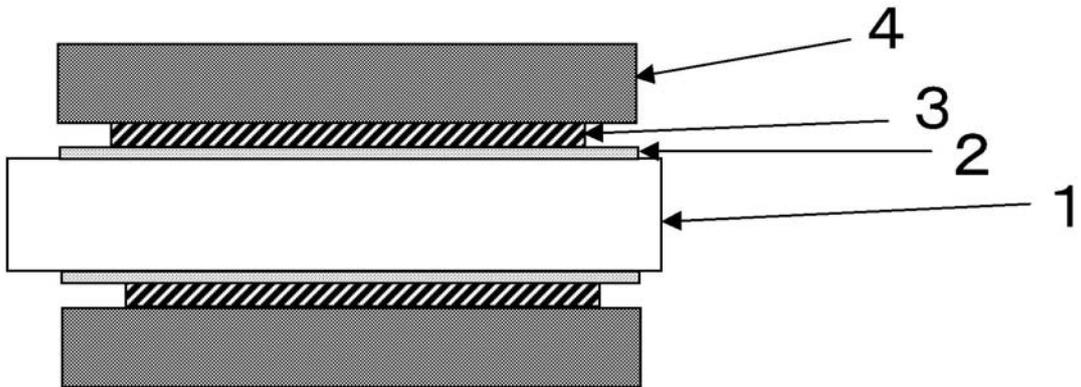
【 図 1 】



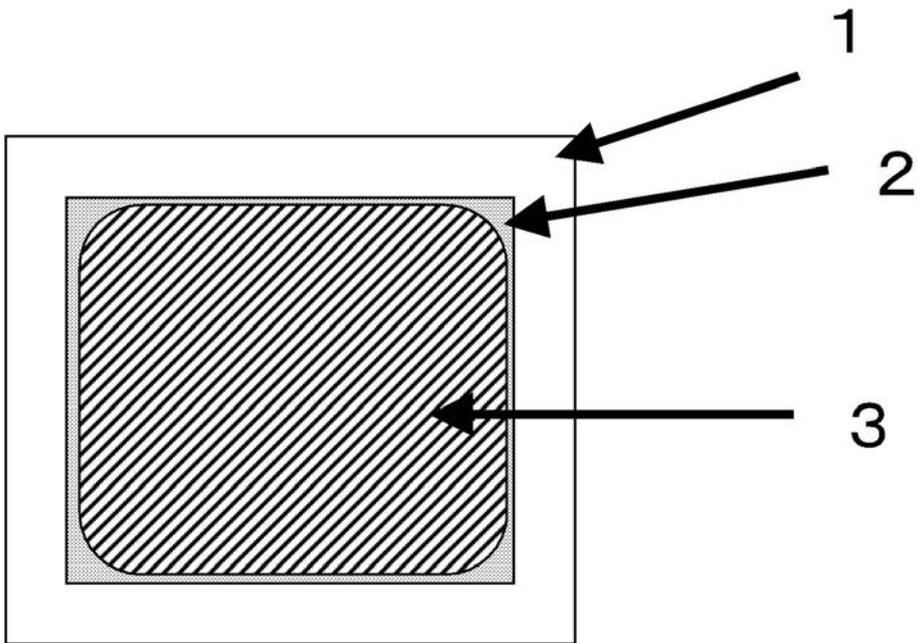
【 図 2 】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-189550(JP,A)  
特開2004-107128(JP,A)  
特開昭63-239162(JP,A)  
特開2005-112677(JP,A)  
特開平04-168792(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K	3/20
C04B	37/02
H01L	23/13