

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-158397

(P2005-158397A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 4/66	HO 1 M 4/66 A	5 HO 1 7
HO 1 M 4/06	HO 1 M 4/06 X	5 HO 2 4
HO 1 M 6/16	HO 1 M 6/16 C	5 HO 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-393712 (P2003-393712)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成15年11月25日 (2003.11.25)		日本特殊陶業株式会社
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
		(74) 代理人	100095751
			弁理士 菅原 正倫
		(72) 発明者	後藤 智久
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	松本 弘
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	原田 定光
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		最終頁に続く	

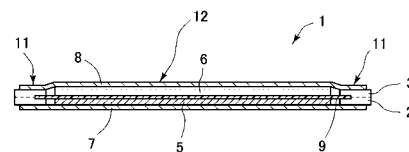
(54) 【発明の名称】 リチウム電池およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 リチウム箔と金属集電板の密着性が良好であり長期安定性に優れるリチウム電池と、その製造方法を提供する。

【解決手段】 リチウム箔またはリチウム合金箔を負極活物質5として使用した本発明のリチウム電池1は、リチウム箔またはリチウム合金箔が直接接する負極集電板7の主表面7pがレーザ加工により粗面化されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リチウム箔またはリチウム合金箔を負極活物質（５）として使用したリチウム電池（１）において、前記リチウム箔または前記リチウム合金箔が直接接する金属集電板（７）の主表面（７p）がレーザ加工により粗面化されていることを特徴とするリチウム電池（１）。

【請求項 2】

セパレータ（９）と、該セパレータ（９）により互いに分離された負極活物質（５）および正極活物質（６）と、それら電極活物質（５，６）をセパレータ（９）の主面上において包囲する互いに接着された１対の枠状シート部材（２，３）と、前記枠状シート部材（２，３）の各々に固定されて前記セパレータ（９）との間に電極活物質（５，６）を保持する１対の金属集電板（７，８）とを備え、前記負極活物質（５）がリチウム箔またはリチウム合金箔であり、前記金属集電板（７）の前記リチウム箔または前記リチウム合金箔が接する領域には、肉盛部（７K）と窪み部（７s）とからなるクレータ状のレーザ加工スポット（LS）が形成されていることを特徴とするリチウム電池（１）。 10

【請求項 3】

前記金属集電板（７）を構成する材料がステンレス鋼である請求項 1 または 2 記載のリチウム電池（１）。

【請求項 4】

前記レーザ加工スポット（LS）が規則的に配列されている請求項 2 記載のリチウム電池（１）。 20

【請求項 5】

前記レーザ加工スポット（LS）は、その径（ D_1 ）が $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるように設けられている請求項 4 記載のリチウム電池（１）。

【請求項 6】

前記レーザ加工スポット（LS）は、前記肉盛部（７K）と前記窪み部（７s）との高低差（ D_2 ）が $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるように設けられている請求項 4 または 5 記載のリチウム電池（１）。

【請求項 7】

リチウム箔またはリチウム合金箔を負極活物質（５）として使用したリチウム電池（１）の製造方法において、負極用の金属集電板（７）の主表面（７p）にレーザ光を照射して面粗し処理したのち、面粗し処理が施された前記主表面（７p）に前記リチウム箔または前記リチウム合金箔を密着させることを特徴とするリチウム電池（１）の製造方法。 30

【請求項 8】

前記金属集電板（７）をステンレス鋼で構成するとともに、前記レーザ光の光源にはシングルモード発振が可能な YVO₄ レーザ発振器（４０）を用いる請求項 7 記載のリチウム電池（１）の製造方法。

【請求項 9】

前記金属集電板（７）の主表面（７p）に、肉盛部（７K）と窪み部（７s）とからなるクレータ状のレーザ加工スポット（LS）が形成されるように、前記レーザ光の照射条件を調整するとともに、その前記レーザ光を走査することにより規則的に配列した前記レーザ加工スポット（LS）を形成する請求項 7 または 8 記載のリチウム電池（１）の製造方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウム電池とその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

IC カードや各種電子機器のメモリバックアップ用電源として、従来から薄板状のリチ 50

ウム電池が使用されている。このリチウム電池では、リチウム箔を負極活物質、二酸化マンガン等の遷移金属酸化物を正極活物質に使用している。1対の金属集電板の間に、リチウム箔と、二酸化マンガンを含む合材とをセパレータにより分離する形で配置する。

【0003】

このようなリチウム電池においては、リチウム箔と金属集電板との密着性が高いほうが、電池の内部抵抗を低減する観点から望ましい。ところが、リチウム箔と金属集電板とは容易に密着しない。そこで、両者の密着性を高める試みが検討されている。たとえば、下記特許文献1には、リチウム箔を負極缶に収容する際に、捻りを加えながら強く押し付けることにより、両者の密着性を高める技術が開示されている。また、下記特許文献2には、金属集電板の表面に微細凹凸を付与することで、密着性を高める技術が開示されている。 10

【特許文献1】特開平5-277760号公報

【特許文献2】特許第3046323号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

リチウム電池の薄型化にともない、薄いリチウム箔を使用する。薄いリチウム箔に大きい力を加えると、変形や破断を招く恐れがある。また、単純に強い力で押し付けるだけで、製造時の密着性を長期間保てるかという問題について疑問が残る。また、リチウム箔を金属集電板に取り付ける目的のためだけに、特別な製造設備を導入することは、製造コストの観点から見て必ずしも賢明でない。 20

【0005】

また、金属集電板に凹凸を付するといっても、その形態や大きさによってリチウム箔の密着性は大きく変化する。さらには、金属集電板の材料と手法のミスマッチにより、良好な凹凸を付与することが困難だったり、全く凹凸を付与できなかつたりする場合もある。

【0006】

上記の問題に鑑み、本発明の1つの目的は、リチウム箔と金属集電板の密着性が良好であり長期安定性に優れるリチウム電池を提供することにある。他の1つの目的は、リチウム電池の製造方法において、リチウム箔と金属集電板との密着性を容易に高めることができる方法を提供することにある。 30

【課題を解決するための手段および発明の効果】

【0007】

上記課題を解決するために本発明は、リチウム箔またはリチウム合金箔を負極活物質として使用したリチウム電池において、リチウム箔またはリチウム合金箔が直接接する金属集電板の主表面がレーザ加工により粗面化されていることを主要な特徴とする。

【0008】

また、他の局面において本発明のリチウム電池は、セパレータと、該セパレータにより互いに分離された負極活物質および正極活物質と、それら電極活物質をセパレータの主面上において包囲する互いに接着された1対の枠状シート部材と、枠状シート部材の各々に固定されてセパレータとの間に電極活物質を保持する1対の金属集電板とを備え、負極活物質がリチウム箔またはリチウム合金箔であり、金属集電板のリチウム箔またはリチウム合金箔が接する領域には、肉盛部と窪み部とからなるクレータ状のレーザ加工スポットが形成されていることを主要な特徴とする。 40

【0009】

上記本発明においては、金属集電板がレーザ加工により粗面化されている。これにより、微細な凹凸が軟質なりチウム箔またはリチウム合金箔に食い込んでアンカー効果が働くので、長期にわたって高い密着性を確保できるようになる。また、リチウム箔またはリチウム合金箔との接触面積が増大し、接触抵抗が低下する。

【0010】

また、課題を解決するために本発明は、板状の形態を有し、リチウム箔またはリチウム 50

合金箔を負極活物質として使用したリチウム電池の製造方法において、負極用の金属集電板の主表面にレーザ光を照射して面粗し処理したのち、面粗し処理が施された主表面にリチウム箔またはリチウム合金箔を密着させることを主要な特徴とする。

【0011】

上記本発明によれば、金属粒を電着する方法や、化学エッチングにより面粗し処理する方法に比べて、形状均一性が高く、且つ微細な加工スポットを金属集電板に形成することができる。また、ブラスト処理により粗面化するときのように、コンタミが残る恐れがない点で優れる。電池内部にコンタミが残存すると、不要な化学反応を引き起こし、電池容量などの諸特性に悪影響を及ぼすので好ましくない。

【0012】

好適な態様において、金属集電板をステンレス鋼で構成するとともに、レーザ光の光源として、シングルモード発振が可能なYVO₄レーザ発振器を用いることができる。シングルモード発振が可能なYVO₄レーザ発振器によれば、極小ビーム径を実現する上で有利である。また、YVO₄レーザはYAGレーザ等と比べて急峻なパルスを得ることができるので、高いピークパワーが得られる。したがって、高精度かつ微細な凹凸を付与するうえで優れている。特に、対象がステンレス鋼の場合においては、CO₂レーザやYAGレーザでの粗面化は困難となるため、YVO₄レーザの使用が特に推奨される。

【0013】

また、金属集電板の主表面に、肉盛部と窪み部とからなるクレータ状のレーザ加工スポットが形成されるように、レーザ光の照射条件を調整するとともに、そのレーザ光を走査することにより、規則的に配列したレーザ加工スポットを形成することができる。肉盛部と窪み部とが形成されるようにすれば、より高いアンカー効果を望める。また、こうしたレーザ加工スポットを規則的な配列を以って形成すれば、リチウム箔の面内に均一な密着力が働くようになり、ひいては製品ごとの特性バラツきの発生防止につながる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、添付の図面を参照しつつ本発明の実施形態について説明する。

図1に示すのは、本発明のリチウム電池1の斜視図、図2は図1中のA-A断面図である。図1および図2に示すごとく、リチウム電池1は方形板状の形態を有し、セパレータ9と、該セパレータ9により互いに分離された負極活物質5および正極活物質6と、それら活物質5、6をセパレータ9の主面上において包囲する1対のウィンドウフレーム2、3（枠状シート部材）と、セパレータ9との間に活物質5、6を挟む1対の集電板7、8と、集電板7、8の各々に一体成形された帯状のリード端子7t、8t（タブ）とを備えている。各リード端子7t、8tは、電力取出部として機能する。

【0015】

集電板7、8は、当該リチウム電池1の外装材を兼ねている。ウィンドウフレーム2、3同士、さらにはウィンドウフレーム2、3と正極および負極の両集電板7、8とが各電極側において互いに接着されることにより、電池内部の気密を保持するシール部11が形成されている。セパレータ9は、その周縁部が1対のウィンドウフレーム2、3の間に挟持されている。1対のウィンドウフレーム2、3は、内周側においてセパレータ9を挟持し、外周側で相互に接着されている。シール部11に包囲された内側の部分が電池の本体部12とされる。リチウム電池1の第1側（負極側）は、シール部11と本体部12とが概ね面一となり、第2側（正極側）が台地形状を呈している。シール部11の厚さは本体部12の厚さよりも小さく調整されている。

【0016】

図3の拡大断面図に示すように、ウィンドウフレーム2、3は、たとえばポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の熱可塑性樹脂で構成された基材2a、3aの両面に、エチレンビニルアセテート（EVA）、エチレン・メタクリル酸共重合体（EMAA）、酸変性ポリエチレン（PE-a）、酸変性ポリプロピレン（PP-a）等のホットメルト型接着剤層2b、3bが形成されたもので

10

20

30

40

50

ある。本実施形態では、2軸延伸ポリプロピレン（OPP）をエチレン・メタクリル酸共重合体で挟んだ3層構造の樹脂シートを、ウィンドウフレーム2, 3に使用している。ISO規格（ISO/IEC 7810）のICカードに使用する薄型電池の場合、ウィンドウフレーム2, 3の厚さは、たとえば90 μm 以上150 μm 以下に調整とするとよい。ウィンドウフレーム2, 3と集電板7, 8との接着、ウィンドウフレーム2, 3とセパレータ9との接着は、上記接着剤層2b, 3bを介して行われる。

【0017】

負極活物質5には、リチウム金属からなるリチウム箔を使用することができる。リチウム金属とは、リチウムまたはリチウム合金を意味する。リチウム箔の厚さは、ISO規格のICカードに使用するリチウム電池の場合、たとえば50 μm 以上150 μm 以下とされる。正極活物質6（正極合材）には、たとえば60質量%以上70質量%以下の二酸化マンガン粉末と、1質量%以上5質量%以下のカーボンと、電解液25質量%以上35質量%以下を含むものを好適に使用できる。

10

【0018】

電解液としては、ジメトキシエタン（DME）、エチレンカーボネート（EC）、プロピレンカーボネート（PC）などの有機溶媒に、リチウムパークロレート塩（ LiClO_4 ）、リチウムトリフレート塩（ LiCF_3SO_3 ）などのリチウム塩を溶解させたものを使用できる。セパレータ9は、正極と負極を隔離し且つ電解液が充分浸透する薄い膜状の部材である。具体的にセパレータ9は、ポリエチレンやポリプロピレンなどの樹脂からなる多孔、多層構造を持つシート片である。その厚さは、ISO規格のICカードに使用するリチウム電池の場合、たとえば20 μm 以上60 μm 以下とするとよい。

20

【0019】

集電板7, 8とリード端子7t, 8tの材質としては、銅、銅合金、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケルおよびニッケル合金からなる良導性金属群から選択される1種を好適に使用することができる。とりわけ、ステンレス鋼は加工性、耐食性、経済性に優れるので好適である。リチウム電池1がバックアップ電源として使用される場合、集電板の構成材料が電池内部に溶出しないことが重視される。この点について、ステンレス鋼には分がある。具体的には、オーステナイト系ステンレス鋼として代表的なSUS301、SUS304、SUS316、SUS316Lや、析出硬化系ステンレス鋼として代表的なSUS631は、バネ性にも優れるのでその採用が推奨される。

30

【0020】

負極集電板7は、負極活物質5であるリチウム箔と接触する側の主表面7pには、レーザー加工により微細な凹凸が付与されている。これにより、負極集電板7とリチウム箔との密着性の向上が図られている。図4の斜視図に示すごとく、負極集電板7の主表面7pの中央部には、全域にわたってレーザー加工スポットLSが形成されている。拡大して見ると、1つ1つのレーザー加工スポットLSは円状をなしており、互いに重なり合わないような規則的な配置をとっている。

【0021】

図5にレーザー加工スポットLSの拡大断面模式図を示す。図5に示すように、レーザー加工スポットLSはクレータ形状（凹曲面状）を呈している。すなわち、環状の肉盛部7Kと窪み部7sとを1つのレーザー加工スポットLSとすることができる。このレーザー加工スポットLSの径 D_1 は、たとえば20 μm 以上100 μm 以下の範囲に調整することが望ましい。レーザー加工スポットLSの径 D_1 が大きすぎると、密着力向上効果を十分に得られない恐れがあり、逆に小さすぎるとレーザー加工コストの増大を招く。なお、レーザー加工スポットLSの径 D_1 のより望ましい調整範囲は40 μm 以上100 μm 以下である。

40

【0022】

また、肉盛部7Kと窪み部7sの高低差 D_2 （＝最大高さ R_y ）については、たとえば0.5 μm 以上5 μm 以下の範囲に調整することが望ましい。高低差 D_2 が小さすぎると、密着力向上効果を十分に得られない恐れがあり、逆に大きすぎるとレーザー加工コストの増大を招く。また、レーザー加工スポットLSの形成領域は、ウィンドウフレーム2によっ

50

て包囲されるほぼ全体であることが望ましい。そうすれば、リチウム箔の面内全体に、粗面化によるアンカー効果が及ぶことを期待できる。なお、肉盛部 7 K と窪み部 7 s の高低差 D_2 のより望ましい調整範囲は $1\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下である。

【0023】

レーザ光の照射による面粗し処理は、図 7 の模式図に示すようにして行なうことができる。レーザ発振器 40 よりパルス発振したレーザ光は、図示しない光路スイッチとマスク 48 を通り、ガルバノスキャナ 43, 44 によって $f\theta$ レンズ 42 に導かれ、XY ステージ 45 上に配置された金属集電板 7 に照射される。レーザ光は、同一箇所にも複数回の照射を繰り返す、つまりパルス光のショットを繰り返すようにしてもよい。これにより、十分な高低差のレーザ加工スポット LS の形成が容易になる。レーザ光のスポット径、エネルギー、ショット回数等の条件については、図 5 で説明したレーザ加工スポット LS が形成されるように調整するとよい。

10

【0024】

また、レーザ加工スポット LS が規則的な配列で形成されるように、ガルバノスキャナ 43, 44 の制御を行なうことができる。これにより、金属集電板 7 の面内で均一な面粗し処理が可能となり、場所によって密着力に差が生じたりしない。配列については、たとえば正方格子状、千鳥格子状、ハニカム状などの種々の形態を採用することが可能である。また、レーザ光の走査にあたっては、ラスタスキャンおよびベクタスキャンのいずれの走査方式も採用可能である。

【0025】

また、上記の面粗し処理には、 CO_2 レーザ、Ar レーザおよびエキシマレーザなどの各種気体レーザや、YAG レーザ、YLF レーザおよび YVO_4 レーザなどの各種固体レーザを使用することができる。なかでも、 YVO_4 レーザが好適である。 YVO_4 レーザは、シングルモード発振が可能なので、ビーム径を小さく調整するうえで有利である。図 6 に示すごとく、マルチモード発振の YAG レーザが比較的ブロードなエネルギー分布を持つのに対し、 YVO_4 レーザのエネルギー分布は極めて急峻であり、しかも高いピークパワーが容易に得られる。そのため、金属の表面加工に適している。

20

【0026】

また、市販のレーザマーカ装置をそのまま使用することが可能である。「レーザマーク」とは、レーザ光を使って物質表面の一部を蒸発させたり、傷を付けたり、熱的もしくは化学的に変成させたりして、対象物の表面に文字や記号、図形などを形成することや、あるいは、薄肉状の対象物に孔を明けて文字等を形成すること等をいう。

30

【0027】

次に、リチウム電池 1 を製造工程について図 8 を参照しながら説明する。まず、既に説明した方法により、負極用の金属集電板に面粗し処理を予め施しておく。次に、負極側の集電板 7 をウィンドウフレーム 2 に面接触させ、超音波溶着法あるいは熱溶着法によりウィンドウフレーム 2 の接着剤層を溶融させて、集電板 7 をウィンドウフレーム 2 に接着させる (8-1)。次に、ウィンドウフレーム 2 と集電板 7 との組立体を裏返し、集電板 7 の上に負極活物質であるリチウム箔 5 を載置する。さらにリチウム箔 5 の上から、セパレータ 9 をその周縁部がウィンドウフレーム 2 に面接触するように載置する (8-2)。このとき、セパレータ 9 の位置ズレが生じないように、予めセパレータ 9 とウィンドウフレーム 2 とを熱溶着しておくことが好ましい。

40

【0028】

次に、メタルマスクを用いた厚膜印刷法により、セパレータ 9 の主面上に MnO_2 、導電助剤および電解液を調合した合材を正極活物質として印刷する (8-3)。そして、予めウィンドウフレーム 3 に接合させておいた正極側の集電板 8 を正極活物質 6 に被せる (8-4)。最後に、真空雰囲気中、もしくはウィンドウフレーム 2, 3 の間から空気を吸引しながら超音波ホーン 52 を集電板 8 に接触させて、ウィンドウフレーム 2, 3 同士を溶着させることによりリチウム電池 1 が得られる (8-5)。

【0029】

50

なお、正極集電板 8 についても面粗し処理を施すようにしてもよいが、密着性向上の要請が低い場合は、負極集電板 7 のみに面粗し処理を施すようにしてもよい。面粗し処理を施せば、正極集電板 8 であっても接触面積の増大による接触抵抗の低減効果はある。

【実験例】

【0030】

本発明の効果を確かめるために以下の実験を行なった。まず、負極集電板として厚さ $30\mu\text{m}$ のステンレス板 (SUS304) を用意した。このステンレス板の表面粗さを予め測定した。その後、YVO₄ レーザマーカ装置 (キーエンス社製 MD-V9600) を用い、印字速度 4000mm/sec 、周波数 20KHz 、レーザ出力 3W の条件にて表面の面粗し処理を行ない、表面粗さ測定を行なった。測定により得られた表面粗さプロファイルを図 9 に示す。 10

【0031】

図 9 (a) は、面粗し処理を行なったステンレス板の、レーザ加工スポットの直径方向に関する表面粗さプロファイルである。横軸が面内方向の長さ、縦軸が厚さ方向の長さを表している。図 9 (a) のプロファイルより、算術平均粗さ $R_a = 0.192\mu\text{m}$ 、最大高さ $R_y = 1.350\mu\text{m}$ (JIS B0601-1994) であった。他方、図 9 (b) は、面粗し処理を行なう前のステンレス板の表面粗さプロファイルである。横軸および縦軸は、図 9 (a) と同様である。図 9 (b) のプロファイルより、算術平均粗さ $R_a = 0.039\mu\text{m}$ 、最大高さ $R_y = 0.310\mu\text{m}$ であった。

【0032】

続いて、面粗し処理を施したステンレス板に、厚さ $55\mu\text{m}$ のリチウム箔を取り付け、プレス治具にて圧着した。次に、圧着したリチウム箔に粘着テープを貼着し、その粘着テープをステンレス板から剥離することでリチウム箔の引き剥がしを試みた。比較のため、同じ試験を、面粗し処理を施していないステンレス板と、塩酸系の薬液を用いた化学エッチングにより面粗し処理を施したステンレス板とに対して行なった。それぞれの結果を実体写真にて図 10 に示す。 20

【0033】

図 10 は、それぞれ未処理ステンレス板 (左)、化学エッチングにより面粗し処理されたステンレス板 (中)、レーザ光により面粗し処理されたステンレス板 (右) の結果を示している。この結果から明白なように、レーザ光で面粗し処理を行なうことにより、リチウム箔と集電板との優れた密着性を容易に確保できる。 30

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】 本発明のリチウム電池の斜視図。

【図 2】 本発明のリチウム電池の断面図。

【図 3】 枠状シール部材の構成を示す拡大断面図。

【図 4】 本発明にかかる面粗し処理された集電板の斜視図。

【図 5】 レーザ加工スポットの拡大断面模式図。

【図 6】 レーザ光のエネルギー分布を示す模式図

【図 7】 レーザ加工の模式図。 40

【図 8】 本発明のリチウム電池の製造工程説明図。

【図 9】 集電板の表面粗さプロファイル。

【図 10】 リチウム箔の剥離試験の結果を示す実体写真。

【符号の説明】

【0035】

1 リチウム電池

2, 3 枠状シート部材

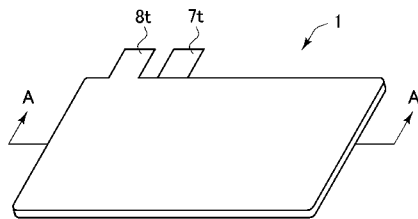
5, 6 金属集電板

7 負極活物質 (リチウム箔)

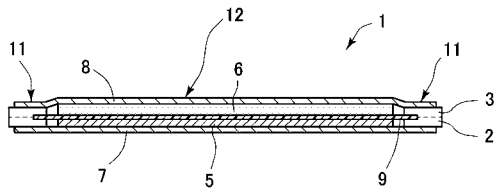
7K 肉盛部 50

- 7 s 窪み部
 8 正極活物質
 9 セパレータ
 L S レーザ加工スポット

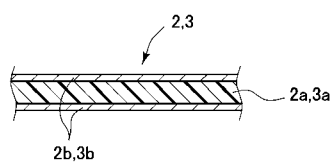
【図 1】



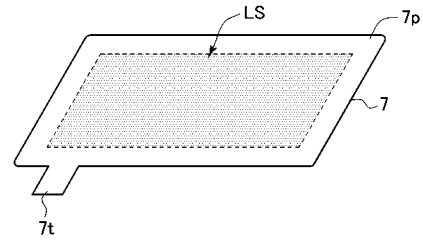
【図 2】



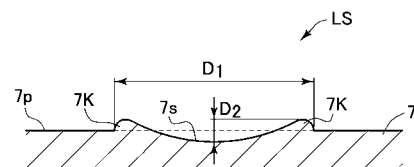
【図 3】



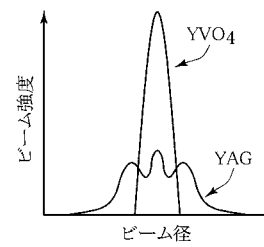
【図 4】



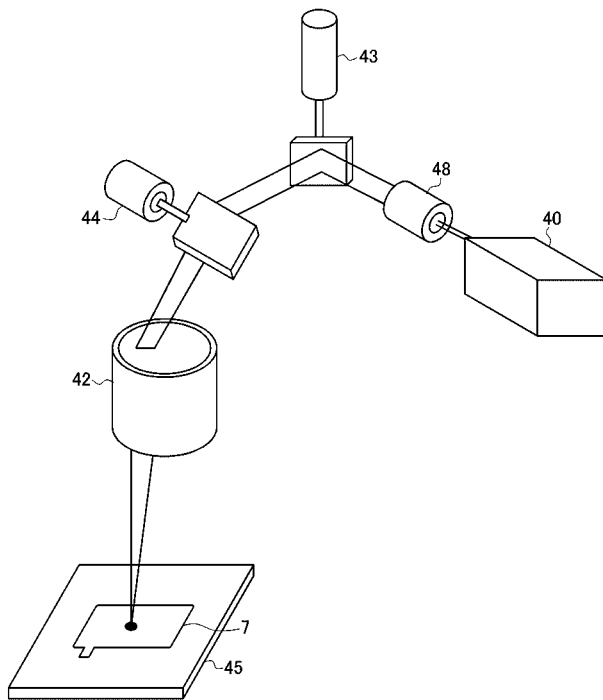
【図 5】



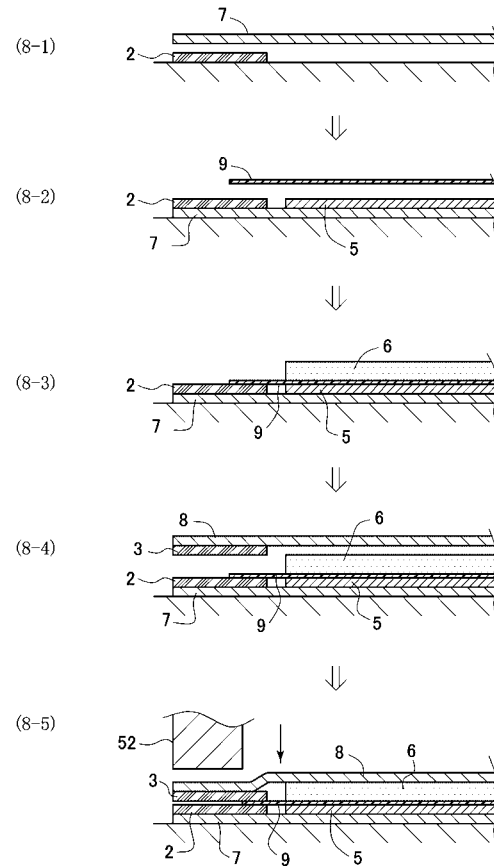
【図 6】



【図 7】

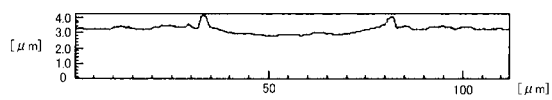


【図 8】

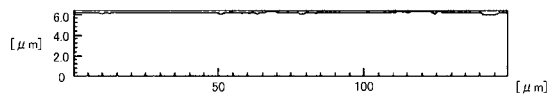


【図 9】

(a)



(b)



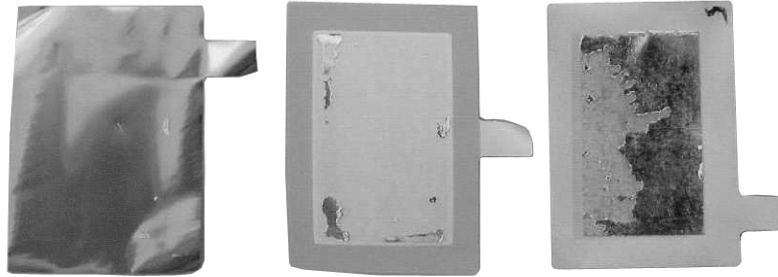
【図 10】

テープによる引き剥がし試験後

左) 残らなかった

中) 僅かに残った

右) 半分以上残った



フロントページの続き

(72)発明者 鈴鹿 純一

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 5H017 AA03 AS02 BB06 BB08 BB11 BB14 BB19 CC03 DD01 EE04

HH03

5H024 AA12 BB04 BB05 BB08 BB14 BB19 CC03 DD15 EE01 FF14

HH13

5H050 AA09 AA14 BA06 CB12 DA03 DA06 FA02 GA03 GA04 GA07

GA08 GA25 GA29 HA06