

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7304870号
(P7304870)

(45)発行日 令和5年7月7日(2023.7.7)

(24)登録日 令和5年6月29日(2023.6.29)

(51)国際特許分類		F I	
B 8 1 C	1/00 (2006.01)	B 8 1 C	1/00
H 0 1 M	50/10 (2021.01)	H 0 1 M	50/10
H 0 1 M	50/183 (2021.01)	H 0 1 M	50/183
B 8 1 B	7/02 (2006.01)	B 8 1 B	7/02

請求項の数 12 (全19頁)

(21)出願番号	特願2020-541490(P2020-541490)	(73)特許権者	502124444
(86)(22)出願日	平成31年1月24日(2019.1.24)		コミッサリア ア レネルジー アトミック
(65)公表番号	特表2021-511973(P2021-511973 A)		エ オ ゼネルジ ザルタナティヴ
(43)公表日	令和3年5月13日(2021.5.13)		フランス国 エフ - 7 5 0 1 5 パリ ,
(86)国際出願番号	PCT/FR2019/050153	(74)代理人	100108453
(87)国際公開番号	WO2019/150019		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(74)代理人	100110364
審査請求日	令和4年1月17日(2022.1.17)		弁理士 実広 信哉
(31)優先権主張番号	1850735	(74)代理人	100133400
(32)優先日	平成30年1月30日(2018.1.30)		弁理士 阿部 達彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)	(72)発明者	メサウド・ベジャウイ
			フランス・3 8 3 4 0・ヴォルupp・リ ユ・ベル・スタンダール・1 2 2

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板及びノ又は封入カバーを薄化する段階を含む、マイクロ電子デバイスを封入する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

支持基板(200)に配されたマイクロ電子デバイス(300)を封入カバー(400)で封入する方法であって、

(a) マイクロ電子デバイス(300)が配される第1の主面(201)と、前記第1の主面(201)の反対側の第2の主面(202)とを含む、第1の材料で作られた支持基板(200)を提供する段階と、

(b) 前記マイクロ電子デバイス(300)の周囲で、前記基板(200)の第1の面(201)に、第2の材料で作られた結合層(500)を堆積する段階と、

(c) 前記第1の主面(401)と、前記第1の主面(401)の反対側の第2の主面(402)とを含む、第3の材料で作られた封入カバー(400)を前記結合層(500)に位置合わせする段階であって、前記支持基板(200)に前記封入カバー(400)の前記第1の主面(401)を固定し、前記マイクロ電子デバイス(300)を封入するようになる段階と、

(d) 化学エッチングによって、前記支持基板(200)の第2の主面(202)及び前記封入カバー(400)の第2の主面(402)を、200µm未満の厚さに同時に薄化する段階と、

を連続して含む、マイクロ電子デバイス(300)を封入する方法。

【請求項2】

前記第1の材料及びノ又は前記第3の材料が、ガラス及びシリコンから選択される、請

10

20

求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の材料及び前記第 3 の材料が同一である、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の材料及び前記第 3 の材料が異なる、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 5】

段階 (b) 中に、前記結合層 (500) がマイクロ電子デバイス (300) を完全に覆う、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 6】

段階 (b) 中に、前記結合層 (500) が、前記マイクロ電子デバイス (300) の周囲に封止ビーズを形成する、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記封止ビーズが、ガラスペーストで作られ、前記封止ビーズが、第 4 の材料で作られた保護層 (600) で囲まれる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 2 の材料及び / 又は前記第 4 の材料が、エポキシド、エーテル、ポリシロキサン、アクリル、それらのコポリマーの 1 つ、及び、ポリエチレンテレフタレートから選択されるポリマー材料である、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記マイクロ電子デバイス (300) が、リチウムマイクロ電池などの電気化学デバイスである、請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の方法。

20

【請求項 10】

いくつかの同一又は異なるマイクロ電子デバイス (300) が、前記支持基板 (200) の第 1 の面 (201)、及び / 又は、前記封入カバー (400) の第 1 の主面 (401) に配される、請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 11】

第 1 の材料で作られる支持基板 (200) に配される、例えば、リチウムマイクロ電池などの電気化学デバイスであるマイクロ電子デバイスを含む、請求項 1 から 10 の何れか一項に記載の方法によって得られる、マイクロ電子構造体であって、

前記デバイスが、第 2 の材料で作られ、その上に、第 3 の材料で作られる封入カバー (400) が固定される結合層 (500) によって囲まれ、

30

前記封入カバー (400) 及び / 又は前記支持基板 (200) が、200 μm 未満の厚さを有し、

前記結合層 (500) が、前記マイクロ電子デバイス (300) を完全に覆い、

前記結合層 (500) が、前記マイクロ電子デバイス (300) の周囲に、ガラスで作られた封止ビーズを形成し、

前記封止ビーズが、第 4 の材料で作られた保護層 (600) によって囲まれる、マイクロ電子構造体。

【請求項 12】

前記第 1 の材料及び / 又は前記第 3 の材料が、ガラス及びシリコンから選択される、請求項 11 に記載の構造体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、支持基板上に配されたマイクロ電子デバイスを封入カバーで封入する方法に関し、この方法は、支持基板及び / 又は封入カバーを薄化する段階を含む。

【0002】

本発明はまた、そのような方法によって得られるマイクロ電子構造体に関する。

【背景技術】

【0003】

50

近年、マイクロ電子部品、より具体的には、全固体薄層マイクロ電池は、車載インテリジェントシステムの開発に不可欠になっている。これらのインテリジェントシステムは、例えば、モノのインターネットと呼ばれる用途、エネルギー貯蔵、エネルギー回収、有機及び無機エレクトロニクス、さらには電力分野で使用される。

【0004】

これらのインテリジェントシステムの開発は、マイクロ電子部品の小型化につながり、ますます薄い支持基板の使用と並行して行われるはずである。これらのシステムに使用される基板は、薄い（通常100µm未満の厚さ）か、極薄（50µm未満の厚さ）でなければならない。

【0005】

マイクロ電子デバイス、特にリチウムマイクロ電池は、酸素や水蒸気などの大気要素に対して非常に高い感度を持っている。従って、これらのデバイスは、電子的又は電気化学的だけでなく、機械的な完全性を長期にわたって保証するために封入しなければならない。封入システムの性能は、水蒸気透過率（WVTR：Water Vapour Transmission Rates）又は酸素透過率（OTR：Oxygen Transmission Rate）で表されることがよくある。リチウムマイクロ電池の特定の場合には、必要なWVTR及びOTRレベルは、それぞれ $10^{-4} \text{ g/m}^2/\text{d}$ 、及び、 $10^{-4} \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$ 程度である。実際には、マイクロ電子デバイスの小型化の基準を満たすために、カバーも薄く、又は極薄でなければならない。

【0006】

それにもかかわらず、実際には、基板及び/又はカバーは、多数の技術的段階（転写、堆積、エッチング、洗浄など）に掛けられる。しかしながら、薄い基板の取り扱い、それらの機械的弱さのために非常に制限的である。

【0007】

この問題を解決するために、例えば、国際公開第2015/092254号に記載されているように、壊れやすい基板を、通常、一時的に固体支持体に固定して、技術段階中の取り扱い及び操作を容易にすることができる。それにもかかわらず、この解決策では、この方法の最後に、例えば、基板と一時的な支持体との間にブレードを挿入することによって、又は、せん断若しくは基板に牽引力を加えることによって、薄い基板をその剛性支持体から取り外すかなり複雑な段階を実行する必要がある。さらに、一部の一時的なボンディング解決策は、温度が300を超え熱履歴を必要とするマイクロ電子デバイスに適合しない。最後に、そのような結合及び分離段階は、製造コスト及び/又は生産時間の増加につながる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】国際公開第2015/092254号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、本発明の目的は、従来技術の欠点を克服する封入方法を提供すること、特に、空気及び/又は高温に敏感なマイクロ電子デバイスを薄い又は極薄の基板及び/又はカバーで封入する方法を提供することであり、この方法は、実施が容易でなければならず、従来技術のように分離段階を必要としない。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この目的は、支持基板に配されたマイクロ電子デバイスを封入カバーで封入する方法であって、

(a) マイクロ電子デバイスが配される第1の主面と、第1の主面の反対側の第2の主面とを含む、第1の材料で作られた支持基板を提供する段階と、

10

20

30

40

50

(b) マイクロ電子デバイスの周囲で、基板の第1の面に、第2の材料で作られた結合層を堆積する段階と、

(c) 第1の主面と、第1の主面の反対側の第2の主面とを含む、第3の材料で作られた封入カバーを結合層に位置合わせする段階であって、支持基板に封入カバーの第1の主面を固定し、マイクロ電子デバイスを封入するようになる段階と、

(d) 化学エッチングによって、支持基板の第2の主面及び封入カバーの第2の主面を、200 μm 未満、好ましくは、100 μm 以下、さらには、好ましくは50 μm 未満の厚さに薄化する段階と、

を連続して含む、マイクロ電子デバイスを封入する方法によって実現される。

【0011】

本発明による方法は、実施するのが簡単であり、いくつかの技術的段階を必要とする。本発明の方法は、一時的な固定及び取り外し段階を実施しない。封入方法の終わりに、マイクロ電子デバイスは、一方では、薄い又は極薄であり得る基板によって、他方では、薄い又は極薄であり得るカバーによって封入される。

【0012】

“薄い”とは、200 μm 未満、好ましくは100 μm 未満の厚さを意味し、“極薄”とは、50 μm 未満の厚さを意味する。

【0013】

本発明の方法は、マイクロ電子デバイスが空気及びその酸化剤から保護されている小型化されたデバイスを得ることを可能にする。

【0014】

薄化する段階(d)は、化学エッチングによって実行される。エッチング条件は、機械的エッチングに関して十分に制御されており、マイクロ電子デバイスでの欠陥の形成を回避する。

【0015】

有利には、支持基板の第2の主面及び封入カバーの第2の主面は、段階(d)中に同時に薄化される。

【0016】

有利には、第1の材料及び/又は第3の材料は、ガラス及びシリコンから選択される。これらの材料には、優れた障壁特性がある。

【0017】

第1の有利な変形例によれば、第1の材料及び第3の材料は、同一である。支持基板及び封入カバーの薄化は、例えば、化学エッチング溶液でアセンブリを浸漬又は噴霧することにより、同時に、かつ同じエッチング速度で行うことができる。薄化は、浸漬時間又は噴霧時間、及び使用する液体の化学組成に応じて制御することができる。

【0018】

第2の有利な変形例によれば、第1の材料及び第3の材料は、異なる。封入カバー又は支持基板のみをエッチングすること、それらを連続的にエッチングすること、又は、それらを異なる速度で同時にエッチングすることが可能である。

【0019】

特に有利な実施形態によれば、段階(b)中に、結合層は、マイクロ電子デバイスを完全に覆う。

【0020】

別の特に有利な実施形態によれば、段階(b)中に、結合層は、マイクロ電子デバイスの周囲に封止ビーズを形成する。

【0021】

有利には、封止ビーズは、ガラスペーストで作られ、封止ビーズは、第4の材料で作られた保護層で囲まれる。

【0022】

有利には、第2の材料及び/又は第4の材料は、エポキシド、エーテル、ポリシロキサ

10

20

30

40

50

ン、アクリル、それらのコポリマーの1つ、及び、ポリエチレンテレフタレートから選択されるポリマー材料である。

【0023】

有利には、段階(d)の終わりに、封入カバー及び/又は支持基板は、100µm以下、好ましくは50µm未満の厚さを有する。

【0024】

有利には、マイクロ電子デバイスは、リチウムマイクロ電池などの電気化学デバイスである。

【0025】

有利には、いくつかの同一又は異なるマイクロ電子デバイスは、支持基板の第1の面、及び/又は、封入カバーの第1の主面に配される。

10

【0026】

本発明による方法は、マイクロ電子デバイスの数及び位置合わせに関していくつかの構成を許可する。例えば、2つのマイクロ電池を積み重ねることができる。

【0027】

本発明はまた、第1の材料で作られる支持基板に配される、例えば、リチウムマイクロ電池などの電気化学デバイスであるマイクロ電子デバイスを含む、上記のような方法によって得られる、マイクロ電子構造体であって、デバイスが、第2の材料で作られ、その上に、第3の材料で作られる封入カバーが固定される結合層によって囲まれ、封入カバー及び/又は支持基板が、200µm未満、好ましくは100µm以下、さらに好ましくは50µm未満の厚さを有する、マイクロ電子構造体に関する。

20

【0028】

第1の実施形態によれば、結合層は、マイクロ電子デバイスを完全に覆う。

【0029】

第2の実施形態によれば、結合層は、マイクロ電子デバイスの周囲に、ガラスで作られた封止ビーズを形成し、封止ビーズは、第4の材料で作られた保護層によって囲まれる。

【0030】

この方法に関連する特徴は、マイクロ電子構造体に見られる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

本発明は、以下の説明及び添付の図面に基づいて、よりよく理解されるであろう。

30

【0032】

【図1】本発明の特定の実施形態による、支持基板上のマイクロ電池の断面及び輪郭の概略図である。

【図2】本発明の別の特定の実施形態による、いくつかのマイクロ電池が配される支持基板の三次元概略図である。

【図3A】本発明の方法の異なる実施形態による、少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを含む基板上的結合層の配置を示す図である。

【図3B】本発明の方法の異なる実施形態による、少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを含む基板上的結合層の配置を示す図である。

40

【図3C】本発明の方法の異なる実施形態による、少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを含む基板上的結合層の配置を示す図である。

【図4A】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された、基板上の少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを示す図である。

【図4B】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された、基板上の少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを示す図である。

【図4C】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された、基板上の少なくとも1つのマイクロ電子デバイスを示す図である。

【図5】本発明の特定の実施形態による、マイクロ電子デバイスを封入するための方法の異なる段階を示す図である。

50

【図 6】本発明の特定の実施形態による、マイクロ電子デバイスを封入するための方法の異なる段階を示す図である。

【図 7 A】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された基板上のマイクロ電子デバイスと電気接点とを含む小型システムを示す。

【図 7 B】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された基板上のマイクロ電子デバイスと電気接点とを含む小型システムを示す。

【図 7 C】本発明の方法の異なる実施形態による、保護カバーによって封入された基板上のマイクロ電子デバイスと電気接点とを含む小型システムを示す。

【発明を実施するための形態】

【0033】

図に示されている様々な部分は、図を読み易くするために、必ずしも一定の縮尺で示されているわけではない。

【0034】

異なる可能性（変形例及び実施形態）は、相互に排他的ではなく、互いに組み合わせることができるものと理解されなければならない。

【0035】

例えば、空気に対して（酸素及び水蒸気に対して）敏感な少なくとも一つのマイクロ電子デバイスを封入カバーで封入する方法について、次に説明する。この方法は、

(a) マイクロ電子デバイス 300 が配される第 1 の主面 201 と、第 1 の主面 201 の反対側の第 2 の主面 202 とを含む、第 1 の材料で作られた支持基板 200 を提供する段階と、

(b) マイクロ電子デバイス 300 の周囲で、基板 200 の第 1 の面 201 に、第 2 の材料で作られた結合層 500 を堆積する段階と、

(c) 第 1 の主面 401 と、第 1 の主面 401 の反対側の第 2 の主面 402 を含む、第 3 の材料で作られた封入カバー 400 を結合層 500 に位置合わせする段階であって、支持基板 200 に封入カバー 400 の第 1 の主面 401 を固定し、マイクロ電子デバイス 300 を封入するようになる段階と、

(d) 支持基板 200 の第 2 の主面 202 及び封入カバー 400 の第 2 の主面 402 を、200 μm 未満、例えば、100 μm 以下、好ましくは 50 μm 未満の厚さに薄化する段階と、

を連続して含む。

【0036】

支持基板 200 及び封入カバー 400 :

段階 (a) で提供される、ホスト基板又は支持基板とも呼ばれる支持基板 200 は、好ましくは剛性基板である。

【0037】

段階 (c) で提供される封入カバー 400 は、好ましくは、剛性の封入カバーである。

【0038】

剛性とは、厚さが 200 μm を超えるマイクロエレクトロニクスで簡単に使用できる全ての支持体を意味する。例えば、基板 200 及び / 又は封入カバー 400 は、最初に 250 μm よりも大きい、例えば 500 μm の厚さを有する。好ましくは、段階 (a) 及び (c) で提供される基板 200 及びカバー 400 は、最初に 200 μm を超える厚さを有し、両方とも、段階 (d) の間又は段階 (d) 及びその後の段階の間、薄化される。

【0039】

基板 200 及び封入カバー 400 は、同一又は異なる厚さを有することができる。カバーの厚さは、基板 200 の厚さより薄くてもよく、又は、逆である。この可能な構成により、封入カバーが基板 200 よりも薄い、又は、その逆のマイクロ電子デバイスを製造することが可能になる。

【0040】

図 1 及び図 2 に示すように、基板 200 は、第 1 の主面 201 及び第 2 の主面 202 を

10

20

30

40

50

有する。第1の面は、少なくとも1つのマイクロ電子デバイス300を含む。それは、能動面と呼ばれる面である。基板はまた、第1の面から第2の面に向かう側面を含む。

【0041】

カバー400は、第1の主面401及び第2の主面402、並びに、第1の面401から第2の面402に向かう側面を含む。

【0042】

基板200及び封入カバー400は、同一又は異なる幾何学的形状を有することができる。例えば、ウェハタイプの円形フォーマット又はシートフォーマット、すなわち、長方形フォーマットを使用することが可能である。

【0043】

支持基板200は、封入カバーの材料と同一又は異なる材料で作られる。

【0044】

基板200及び/又は封入カバー400は、有利には、リチウムマイクロ電池の封入に必要な性能を有する。それらは、シーラントセルへの空気及び水蒸気の十分な気密性を保証するために、最大でそれぞれ $10^{-4} \text{ g/m}^2/\text{d}$ 、及び、 $10^{-4} \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$ のWVTR及びOTRバリアレベルを持つ材料で作られる。

【0045】

支持基板200及び封入カバー400は、ガラス、(単結晶又は多結晶)シリコン、セラミック、マイカ及び石英から選択することができる。好ましくは、それらは、ガラスで作られる。それらは、同じ族又は異なる族のガラスで作ることができる。

【0046】

ガラスは、ホウケイ酸塩(D263(登録商標)LA、D263(登録商標)M、D263(登録商標)T、MEMpax(登録商標)、又は、SCHOTT(登録商標)社によって販売されるBorofloat(登録商標)など)、無アルカリホウケイ酸塩ガラス(AF32(登録商標)、AF45、Corning(登録商標)Willow・・・)などのホウケイ酸塩の誘導体、又は、例えば、Corning Lotus(商標)、EAGLE XG(登録商標)社によって販売されているアルカリ土類ボロアルミノケイ酸塩タイプのガラスであり得る。

【0047】

好ましくは、カバー400は、封止ビーズ(典型的には、約940nmのガラスペーストで作られた封止ビーズ)を凍結するために通常使用されているレーザーの波長に対して透過的である。透過的とは、カバー400を介して封止ビーズを加熱できるように、カバーがレーザーによって放出された光の少なくとも50%を通過することを意味する。

【0048】

好ましくは、支持基板200及び封入カバー400は、同じ厚さを有し、同じ材料で作られる。

【0049】

封入されるマイクロ電子デバイス300:

この方法は、デバイス又はいくつかのマイクロ電子デバイス300を同時に封入することを可能にする。電子デバイス300又はマイクロ電子部品は、5 μm から30 μm 、好ましくは10から15 μm の範囲の厚さを有する。

【0050】

同じタイプ又は異なるタイプの1つ又は複数の電子デバイス300を基板200の第1の主面201に配することができる。この構成により、3D統合によって機能スタックを生成する可能性が提供される。

【0051】

封入カバー400は、受動素子又は能動素子であってよく、すなわち、カバー400の第1の面401は、他の機能を実行することができる、基板200のものと同一性質又は異なる性質のマイクロ電子デバイス300を含むことができる。

【0052】

10

20

30

40

50

支持基板 200 及び/又は封入カバー 400 は、マイクロ電子部品を並列又は直列に配置することによって電気化学的性能を増大させるために 1 つ又は複数のマイクロ電子デバイス 300 を含むことができる。マイクロ電子デバイスは、例えば、マイクロ電池、キャパシタ、スーパーキャパシタ、光起電部品、トランジスタ、アンテナ、又は、接続された物を生成するために必要であると思われる他のデバイスから選択することができる。

【0053】

有利には、基板及びカバーのマイクロ電子部品は、3Dスタッキング手法に従ってそれらに関連付けることができるように、互いに向き合って配置される。

【0054】

マイクロ電子部品 300 とは、例えば、MEMS（電気機械マイクロシステム）、MOEMS（光電気機械マイクロシステム）、又は、赤外線マイクロ検出器、又は、トランジスタさえも意味する。より一般的には、マイクロ電子部品とは、制御された雰囲気下で封入されることを目的とした任意のデバイスを意味する。

10

【0055】

その後、説明が特にマイクロ電池、より具体的にはリチウムマイクロ電池に言及している場合でも、本発明は、酸化剤に対する保護を必要とするあらゆるマイクロ電子部品に適用することができる。それは、例えば、容量性スタック又はエレクトロクロミック部品であり得る。

【0056】

マイクロ電子部品 300、ここではマイクロ電池は、基板 200 の面 201（第 1 の主面）の 1 つに配される。マイクロ電池は、基板 200 に配されたカソード集電体 301 及びアノード集電体 302 を含む。一方が負極 303 を形成し、他方が正極 304 を形成する 2 つの能動層は、電解質層 305 によって分離される。各能動層 303、304 は、集電体 301、302 の 1 つと接触している。

20

【0057】

集電体 301、302 は、有利には金属製の集電体である。実例として、それらは、チタン、金、アルミニウム、プラチナ、又は、タングステンで作ることができる。

【0058】

正極 304（カソード）は、良好な電子伝導性及びイオン伝導性を有する材料（例えば、TiO₂、TiS₂、LiTiO₂、LiTiS₂、LiCoO₂、V₂O₅ など）である。好ましくは、正の酸化コバルト電極が選択される。このタイプのカソードは、マイクロ電池にとって最も効率的な層の 1 つであると考えられ、同時に製造段階中に最も制約を受ける。実際、カソード層の形成後に発生する機械的応力（ $10 \times 10^{-6} /$ から $15 \times 10^{-6} /$ の熱膨張係数及び 100 から 500 GPa のヤング率）は、一旦薄くなると剛性基板の動作に影響を与える可能性がある。

30

【0059】

電解質 305 は、大きなイオン伝導率を有する電子絶縁体（例えば、LiPON、LiPONB、LiSiCON など）である。

【0060】

負極 303（アノード）は、金属リチウム又はリチウム含有材料であり得る層である。

40

【0061】

任意に、構成に応じて、能動層は、この方法の様々な段階でマイクロ電池デバイスの完全性を保証することを主な役割とする 1 つ以上の基本障壁層を含む、示されない主要な封入システムによって保護することができる。

【0062】

マイクロ電池は、当業者に知られている技術によって作られる。

【0063】

マイクロ電子部品 300 は、特に化学エッチング（横方向の研削が行われる場合）のエッチング段階中に、それらを保護する支持基板及び/又は封入カバーの周辺輪郭の外側に配置される。有利には、この空間は、剛性基板及び/又は封入カバーの厚さの少なくとも

50

2倍になるように選択される。この輪郭は、図2、3A、4A、4Cに文字Dで表される。

【0064】

結合層500：

図3A、3B及び3Cに示されるように、段階(b)中に、結合層500は、マイクロ電子デバイス300の両方の側で、支持基板200の第1の面201に配される。

【0065】

結合層500は、封入されるマイクロ電子部品300の厚さ以上の厚さを有する。

【0066】

結合層500は、封入バー400の転写後に、マイクロ電子部品300の周囲に保護障壁を形成するように、マイクロ電子部品300を取り囲む。

10

【0067】

結合層500は、エッチング、特に化学エッチング溶液に対して耐性特性を有し、薄化段階中に能動層への化学物質の浸透のリスクを防止する。

【0068】

一般に、結合層500の役割は、3つある。実際、それは、まず、その接着性能のおかげで、封入カバーを基板200に結合することを可能にする。また、酸に対する耐薬品性により、化学エッチング液の起こり得る浸潤からマイクロ電池を横方向に保護する機能も保証する。最後に、この層は、そのポリマーの性質により、充電及び放電サイクル中のリチウムの挿入/脱挿入に対応するマイクロ電池の動作によって生じる体積膨張運動の機械的吸収のための解決策を提供する。

20

【0069】

図3Aに示される第1の実施形態によれば、結合層500は、基板200の第1の面201を完全に覆うことができる。“完全に”とは、基板200の第1の面201の表面の少なくとも90%を意味する。

【0070】

この目的のために、段階(b)中に、結合層500は、任意の適合された技術によって、マイクロ電子デバイスを含む基板200の表面全体に広げられる。異なる堆積技術を使用して、結合層500を堆積させることができる。液相堆積では、フルプレートで堆積された結合層を形成するために、スピンコーティング技術が好まれる。溶液は、有利には、1000cPs未満の粘度を有するであろう。スピナーの速度及び回転時間を変更することにより、結合層500の厚さを変えることができる。例えば、エポキシ層OG198-54の場合、合計の厚さは、1から25µmで変化する。

30

【0071】

結合層500は、好ましくは、例えばUV下で光重合可能なポリマーの重合又は熱硬化によって得られる。それは、低粘度ポリマー(例えば、2000cPs以下の粘度を有する)であり得る。

【0072】

ポリマーは、エポキシ、エーテル、シリコン、アクリレート、又は、それらのコポリマーの1つの族からのものである。製品(OG198-54、UD1355、OG653、UG1192、T7110、H70Eなど)など、UV又は熱によって架橋されたEpo-Tekシリーズの商用ポリマーを選択することができる。

40

【0073】

あるいは、結合層500は、接着フィルムであってもよい。接着フィルムは、基板上にラミネートされる。接着フィルムは、結合、適合性、電気絶縁、及び/又は、マイクロ電池の能動層との化学的適合性の特性に従って選択される。それは、圧力(感圧接着剤)、温度又は紫外線に敏感であり得る。それは、アクリル、シリコン、ゴム又はそれらの混合物の1つに基づくポリマーフィルムから得ることができる。示唆的かつ非網羅的な方法で、Tesa、Henkel、3M、Norland、又は、Novagardによって販売されている絶縁接着剤を使用することができる。例えば、Tesa社によって販売されている、厚さ25µmの接着層Tesa61562を使用して基板とカバーを固定する

50

。固定は、ラミネート法により、90 の温度で、1 bar を超える圧力と、3 m / 分未満の速度で実行することができる。

【0074】

1つ又は複数の接着剤を使用して、結合層500を形成することができる。

【0075】

結合層500はまた、それらの気密性を改善するために、粒子状含有物、及び/又は、酸素及び水吸収剤（ゲッター）を含み得る。

【0076】

段階（b）で堆積された結合層500は、フォトリソグラフィ又はレーザーエッチング技術によって構造化することができる。

10

【0077】

図3B及び3Cに示される第2の実施形態によれば、結合層500は、基板200の第1の面201を部分的にのみ覆うことができる。好ましくは、結合層500は、マイクロ電子デバイスの周囲に封止ビーズを形成する。

【0078】

封止ビーズ500は、カバー400が基板200に移されると、封入されるマイクロ電子部品300をビーズ500が囲って、それを大気から隔離するように配置される。マイクロ電池300の場合、封止ビーズ500は、空間を節約し、小型化を容易にするために、集電体301、302に配されることが有利である（図3C）。

【0079】

封止ビーズ500は、非導電性である。

20

【0080】

封止ビーズ500は、ポリマー材料で作ることができる。

【0081】

封止ビーズ500は、有利には、ガラスペーストから作られる。ガラスペーストは、有機バインダー中に分散されたガラス粒子を含む。例えば、ガラスペーストは、少なくとも70質量%のSiO₂粒子を含むことができる。有機バインダーは、ガラスペーストを加熱することによって破壊される。ガラスペーストは、300 から400 の範囲の温度でガラス化することができる。ガラス質のガラスペーストが溶接部を形成する。それらは、カバー400を基板200に機械的に保持する。それらはまた、空気酸化剤に対して密閉性である。

30

【0082】

焼結ガラスビーズは、一般的に、接着剤よりも著しく高い空気障壁性を持っている。

【0083】

例えば、参照符号DM2700/H848でNamic sによって販売され、参照符号4290D1、5115HT1、TNS062-Z27-TP12、5290D1でAGC (Asahi Glass Company)によって販売され、参照符号Vita (商標)でCorningによって販売されているガラスペーストは、封止ビーズ500の製造のために考えられる。これらのガラスペーストは、基板200及び/又は閉鎖及び封入カバー400用に選択されたガラス材料と互換性がある。

40

【0084】

好ましくは、ビーズ500は、DM2700P/H848ペーストから製造される。酸化種に対する固有の障壁特性（ $10^{-6} \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 及び $10^{-6} \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{d}$ 程度のWVTR及びOTR値）に加えて、この製品は、ガラス材料（20 で、 $7.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ のCET）に非常に近い良好な熱特性（20 で、 $7.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ）を有する。さらに、この製品は、レーザー照射下（60秒程度）で比較的短時間で封入することができるため、封止段階中の熱伝播のリスクが制限される。

【0085】

あるいは、参照番号5115HT1でAGCによって販売され、又は、参照番号Vita (商標)でCorningによって販売されている他の製品を、封止ビーズ500の製

50

造に使用することができる。

【 0 0 8 6 】

封止ビーズ 5 0 0 は、数ミクロンから 1 0 0 ミクロンまで変化し得る厚さを有する。“厚さ”とは、基板 / カバースタックに垂直な寸法を意味する。その厚さは、封入化方法が完了すると、マイクロ電池の充電及び放電サイクルを妨害しないのに十分な基板 2 0 0 と封入カバー 4 0 0 との間のキャビティを作り出すために、当業者によって選択される。2 つの電極間のリチウムの挿入 / 脱挿入現象に対応するこれらのサイクルは、一般に、電極の体積膨張の現象を引き起こす。従って、電極の自由な垂直移動のために十分に高いキャビティを形成することが不可欠である。そのようなキャビティの高さは、ビーズ 5 0 0 の厚さと電池 3 0 0 の能動層のスタックの厚さとの間の高さの差に依存する。通常、この高さの最小値は、マイクロ電池 3 0 0 の総厚さの値の約 5 % に固定される。封止ビーズ 5 0 0 の幅及び厚さは、保護されるべき要素のサイズに応じて最適化され、マイクロ電池デバイスの全表面に対するコード 5 0 0 の表面の密集を効果的に低減する。マイクロ電池 3 0 0 を備えた基板 2 0 0 の場合、封止ビーズ 5 0 0 の幅は、少なくとも 1 0 0 μm である。このような寸法は、必要な封入及び機械的特性を満たす。例えば、厚さ 5 0 μm 、幅 1 0 0 μm が使用される。

10

【 0 0 8 7 】

ビーズ 5 0 0 は、任意の適合された技術（例えば、ペンシル、ブラシ、セリグラフィーなどによる適用による例外）を使用して、基板 2 0 0 及び / 又は封入カバー 4 0 0 に形成することができる。

20

【 0 0 8 8 】

封止ビーズがガラスペーストで作られる場合、封止ビーズ 5 0 0 は、第 4 の材料で作られた保護層 6 0 0 で囲まれている（図 3 C）。保護層 6 0 0 は、封止ビーズ 5 0 0 の周りにクラウンを形成し、化学エッチング中にそれを保護する。

【 0 0 8 9 】

周辺リングの形態のこの保護層 6 0 0 は、エッチング段階に対するその化学的耐性のために、慎重に選択されたポリマー材料で作られることが好ましい。側方保護層 6 0 0 は、好ましくは、エポキシ、シリコンから選択されるポリマーで作られるか、さもなければ、P S A 接着剤又は U V 接着剤であり得る。ポリエチレンテレフタレート（P E T）も選択することができる。

30

【 0 0 9 0 】

ガラスペースト堆積段階の後、得られた封止ビーズ 5 0 0 は、熱処理を行うことによって有利にガラス化される。処理温度は、例えば、1 0 0 から 1 6 0、例えば、1 5 0 程度である。処理の継続時間は、例えば、数分から 1 時間の範囲であり、例えば、3 0 分の程度である。この熱処理は、有利には、ガラスペースト中に最初に存在する溶媒（1 0 から 1 5 体積 %）を脱気することを可能にする。

【 0 0 9 1 】

封入カバー 4 0 0 の配置：

図 4 A、4 B、及び 4 C に示されるように、段階（c）中に、封入カバー 4 0 0 は、基板の上に配置される。図 4 A 及び 4 B の大きな矢印によって表される、数ニュートン、例えば約 2 N の力 F は、カバー 4 0 0 の位置決めの間に加えられて、結合層 5 0 0 と支持基板 2 0 0 及び / 又は封入カバー 4 0 0 との間の均一な接触を保証することができる。

40

【 0 0 9 2 】

紫外線源（図 4 A の細かい矢印で表される）による照射及び / 又は熱加熱を使用して、結合層 5 0 0 を固化及び凍結することができるため、結合層 5 0 0 によるカバーへの支持体の機械的固定が可能になる。

【 0 0 9 3 】

例えば、基本構造体の固定は、2 8 0 n m から 8 0 0 n m の波長範囲で 2 分間、約 1 0 0 m W / c m² の線量を使用して、封入カバーを介した U V 露光によって保証される。U V 架橋は、例えば、2 0 分間、1 0 0 の温度での熱アニーリングによって補足すること

50

ができる。

【 0 0 9 4 】

封止ビーズ 5 0 0 は、有利には、封止ビーズを局所的に加熱するためにレーザー照射を使用して、封入カバー 4 0 0 の上面 4 0 2 を通してレーザー照射に曝される（図 4 B）。レーザー照射は、矢印 L で表される。レーザー照射による加熱は、基板 2 0 0 全体及びカバー 4 0 0 全体を加熱する必要がないため、特に有利である。それは、コード 5 0 0 を局所的に、3 0 0 以上、例えば 3 0 0 から 4 0 0 に加熱して、それらをガラス化し、封入に必要な溶接部を形成することを可能にする。従って、カバー 4 0 0 は、部品 3 0 0 を含む基板 2 0 0 に永久的に封入される。

【 0 0 9 5 】

有利には、照射をさらに特定するために、レーザファイバが選択される。

【 0 0 9 6 】

温度の上昇は、コード 5 0 0 の材料を溶融効果によってより容易に変形可能にし、ビーズ 5 0 0 とカバー 4 0 0 又は基板 2 0 0 との間の接触表面を増加させる。この温度は、レーザー照射中に局所的に 5 0 0 を超えることがある。

【 0 0 9 7 】

レーザーの主な特徴は、ビーズ 5 0 0 に使用されるガラスペーストの性質及びカバー 4 0 0 の光学特性に従って、当業者によって選択されるであろう。より具体的には、利用可能なレーザー波長の範囲は、赤外線（CO₂、Nd：YAGレーザーなど）から紫外光（エキシマレーザー及びNd：YAG高調波）までの範囲である。これは、ガラスペーストの効果的な結合を保証するために最も適切な波長を選択する可能性を提供する。例えば、近赤外範囲の波長、典型的には 9 4 0 nm での放射を選択することができる。

【 0 0 9 8 】

ビーズ 5 0 0 は、数十秒から数百秒の範囲の持続時間の間、レーザー照明に供することができる。

【 0 0 9 9 】

封止は、レーザー走査により行うことができる。ビームは、数 mm / s の速度で、例えば 2 mm / s 程度で変位することができる。

【 0 1 0 0 】

例えば、2 mm / s の変位で、8 0 W の出力で 6 0 秒間のレーザー照明は、ビーズ 5 0 0 の摩耗を引き起こすのに十分であり、封入されるデバイスを含む剛性基板で封入カバーを永久的にシールすることを可能にする。

【 0 1 0 1 】

この段階では、封止ビーズをガラス化して溶接し、封入の機械的凝集及び封止を確実にする。

【 0 1 0 2 】

この方法は、基板 2 0 0、カバー 4 0 0 及び封止ビーズ 5 0 0 によって境界が定められたキャビティを不活性ガスで満たすように、不活性環境で有利に実行される。ゲッターは、酸素及び水蒸気を捕捉するためにも使用することができる。この方法は、例えば、グローブボックス内で行われる。

【 0 1 0 3 】

支持基板 2 0 0 及び / 又は封入カバー 4 0 0 の薄化：

段階（d）の間に実行される薄化段階により、厚さ及び粗さが制御されたカバー及び / 又は基板を得ることができる（図 5）。

【 0 1 0 4 】

好ましくは、薄化は、エッチング段階で行われる。さらに、より好ましくは、それは、化学エッチング（化学研磨）である。機械的研磨と比較した化学的研磨の主な利点の 1 つは、化学的薄化によって生じる応力が低いことである。

【 0 1 0 5 】

化学エッチングに使用される溶液は、カバー 4 0 0 の第 2 の面 4 0 2 及び / 又は基板 2

10

20

30

40

50

00の第2の面202をエッチングするように適合されるように、当業者によって選択されるであろう。

【0106】

例えば、シリコン要素をエッチングするために、それは、本質的に基本的な解決方法になる。エッチング溶液は、80の温度で水酸化カリウム(KOH)であることができ、1.5 μm/分の程度のエッチング速度を可能にする。本質的に塩基性である溶液を使用する場合、塩基性溶液への耐性のために基本構造体を結合するためのポリシロキサン(シリコーン)タイプの材料が好ましい。

【0107】

ガラス要素をエッチングするには、酸性エッチングを選択する。これは、フッ化水素酸HF(49%)で非常に濃縮されたエッチング溶液、HFと塩酸HClの混合物、又は、HF、水及び硝酸の混合物であり得る。例えば、無アルカリガラスの場合、10%の塩酸(HCl)と2%のフッ化水素酸(HF)のバランスの取れた混合物を含む化学溶液は、1 μm/分までの標準のエッチング速度(25)を可能にする。この値は、35に加熱されたエッチング液の場合、2 μm/分程度になり得る。エッチング速度を上げるように混合物を調整することができるため、10%HFと37%HClの混合物で4 μm/分の速度に到達することができる。各成分の比率を調整し、及び/又は、温度を上げることによって、20から30 μm/分のエッチング速度値に到達することができる。

10

【0108】

一般に、エッチング溶液は、エッチングされる材料(シリコン、ガラス)、所望の最終厚さ、及び/又は、所望の表面粗さに応じた温度及び組成に適合させることができる。溶液と呼ばれる溶液中の化学エッチングを、バッチモード(浸漬)又は直列のジェット(噴霧)で検討することができる。

20

【0109】

液体は、基板及びカバーの製造に使用される材料の性質に合わせた化学組成を持っている。この操作は、個別に(インラインで実行するか、浴に浸すことによる単一の構造体)、又は、同時に複数の構造体のバッチで纏めて実行することができる。

【0110】

エッチング段階の後に、有利には、脱イオン水ですすぐ段階が続く、例えば、空気又は中性ガスの流れの下で乾燥する。これらの一連の洗浄/乾燥操作は、エッチングで 사용되는酸混合物の残留物が完全になくなるまで何度も繰り返すことができる。

30

【0111】

支持基板200と封入カバー400が同じ材料、例えばガラスで作られる場合、単一のエッチング溶液を使用してそれらを同時にエッチングすることができる。

【0112】

支持基板200及び封入カバー400が2つの異なる材料、例えば、一方がガラスで作られ、他方がシリコンで作られる場合、2つの異なるエッチング溶液を連続的に使用することができる。

【0113】

当業者は、この方法中に使用される異なるエッチング溶液に耐性のある材料を、結合層500及び/又は保護層600に対して選択するであろう。

40

【0114】

電気接点700の形成及び/又は基板200及び/又はカバー400の切断:

薄化段階の後、接点700が解放される、及び/又は、様々なマイクロ電子デバイスが単一の要素に分離される後続の段階が実行される。

【0115】

最初に、封入カバー400(図6)に開口部が作られる。この段階は、当業者に知られており、基板及び/又はカバーの材料に適合させた任意の切断方法によって実行することができる。特に、機械的な鋸切断(ソーイング)又はレーザー切断(CO₂レーザー、YAGレーザー、ピコ秒レーザー、フェムト秒レーザー、エキシマレーザー)である。開口

50

部は、例えば、 $100\ \mu\text{m}$ から $500\ \mu\text{m}$ の直径を有する。

【0116】

次に、開口部は、金属又は金属合金などの導電性要素700、又は、導電性樹脂で充填される。例えば、Epo-Tek社によって販売されている樹脂E4110などの導電性ポリマーに基づく樹脂を選択することが可能である。次に、熱処理を行うことができる。

【0117】

導電性フィルムをラミネートすること、又は、導電性層を開口部に電着することも可能である。

【0118】

最後に、マイクロ電子デバイスを個別に分離して、単一の要素を得る(図7A、7B、7C)。

10

【0119】

本発明の方法は、グループ化された同時様式で、同じ基板上又は基板及びカバー上に配された幾つかのマイクロ電子部品を封入することを可能にし、より具体的には、薄い又は極薄な基板及び/又はカバーを含む小型化されたマイクロ電子構造体を得ることを可能にする。

【0120】

本発明の実施形態の例示的かつ非限定的な例：

この例は、封入カバー400及びリチウムマイクロ電池300を含む硬質ガラス基板200の単一段階での薄化に関する。

20

【0121】

段階1：マイクロ電池のスタッキングの実行：

いくつかのリチウムマイクロ電池を、厚さ $500\ \mu\text{m}$ のガラスAF32で作られた基板200上に製造した。総厚さのばらつき(又は、TTV)は、 $1\ \mu\text{m}$ である。マイクロ電池は、当業者に知られている技術によって製造される。マイクロ電池は、剛性基板の端から距離Dに配置される。距離Dの最小値は、剛性基板の厚さの2倍、つまり、ここでは5mmである。

【0122】

集電体は、最初に基板上に堆積される。次に、カソード、電解質及びアノードが連続して堆積される。

30

【0123】

カソードは、真空蒸着(「物理蒸着」のPVD)とそれに続く600で10時間の熱アニーリングから得られた厚さ $20\ \mu\text{m}$ の酸化コバルト(LiCoO_2)で作られる。

【0124】

電解質は、LiPONで作られる $2\ \mu\text{m}$ 厚の層である。

【0125】

負極は、厚さ $2\ \mu\text{m}$ のリチウム金属層である。

【0126】

段階2：結合層500の堆積及び封入カバーの配置：

結合層500は、40秒間、 $1000\ \text{rpm}$ の回転速度でスピンコーティングにより固定することにより得られる、 $20\ \mu\text{m}$ の厚さを有するエポキシポリマーOG198-54である。

40

【0127】

封入カバーが配置されると、結合層500とマイクロ電池デバイスを含む基板との間の均一な接触を保証するために、封入カバーに適度な力F(2N程度)が加えられる。UV露光は、2分間で $280\ \text{nm}$ から $800\ \text{nm}$ の波長範囲内で約 $100\ \text{mW}/\text{cm}^2$ の線量を使用して、封入カバーを通して行われる。その後、20分間、 100 の温度での熱アニールが最後に実行される。

【0128】

封入カバーもガラスで作られる。

50

【 0 1 2 9 】

段階 3：基本構造体を化学的に薄化する：

化学エッチング液は、38 で 10% HCl と 2% HF の混合酸である。エッチング後、ホスト基板と封入カバーの厚さは、それぞれ 50 μm になる。薄化後の厚さの許容差は、通常、 $\pm 2\%$ 未満である。薄化されたガラスの表面には、最大値が薄化前の入力値の 2 倍である TTV (Total Thickness Variation) がある。薄化後、ガラス AF 32 の TTV は、2 μm になる。

【 0 1 3 0 】

段階 4：基本構造体を切断する：

開口部の作成と単位部品の切断は、50 μJ のエネルギーで可視 (530 nm) 内においてピコ秒レーザーを 10 回通過させることによって行われる。

10

【 0 1 3 1 】

直径 300 μm の開口部には、Epo - Tek 社によって販売されている導電性樹脂 E4110 が充填される。150 で 15 分間の熱処理が行われる。

【 0 1 3 2 】

次に、マイクロ電子デバイスが分離される。

【符号の説明】

【 0 1 3 3 】

2 0 0 支持基板

2 0 1 第 1 の主面

2 0 2 第 2 の主面

3 0 0 マイクロ電子デバイス

3 0 1 カソード集電体

3 0 2 アノード集電体

3 0 3 能動層

3 0 4 能動層

3 0 5 電解質層

4 0 0 封入カバー

4 0 1 第 1 の主面

4 0 2 第 2 の主面

5 0 0 結合層

6 0 0 保護層

7 0 0 電気接点

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

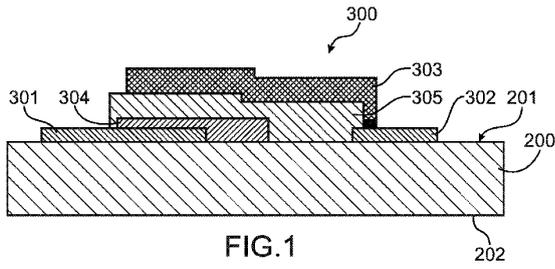


FIG.1

【図 2】

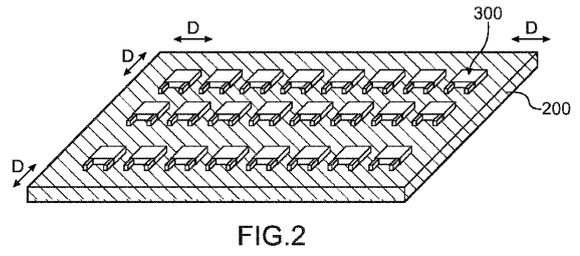


FIG.2

10

【図 3 A】

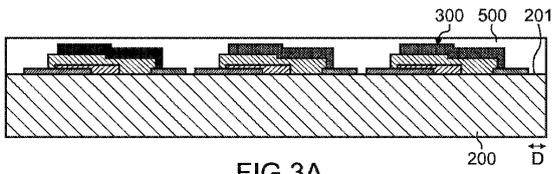


FIG.3A

【図 3 B】

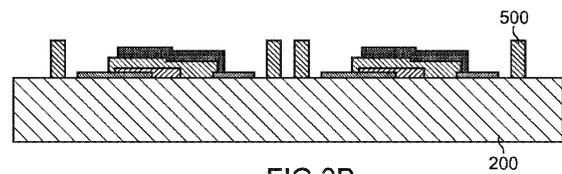


FIG.3B

20

【図 3 C】

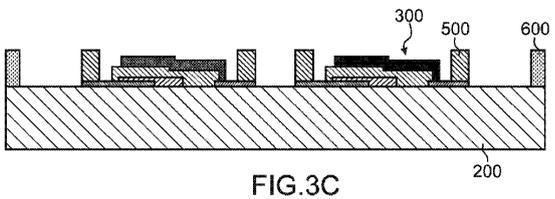


FIG.3C

【図 4 A】

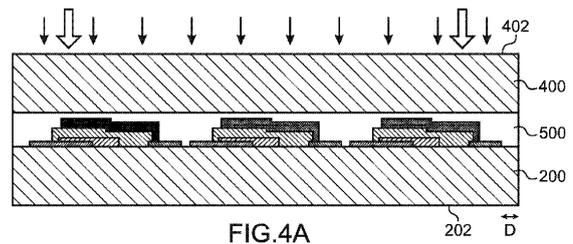


FIG.4A

30

40

50

【 7 C 】

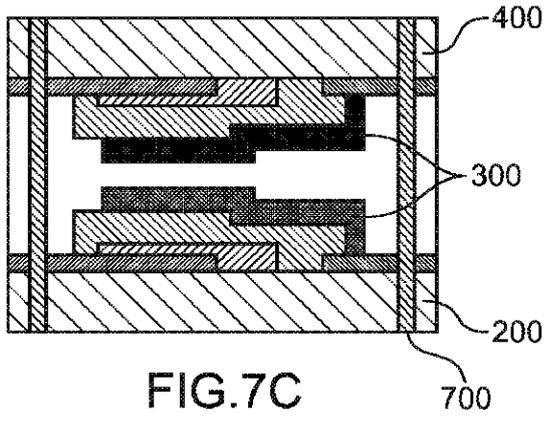


FIG.7C

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 ラファエル・サロ

フランス・38250・ラン・サン・ヴェルコール・ルート・デュ・マ・259・ロティスマン・
ヴェルデュレ

審査官 石田 宏之

(56)参考文献 特開2008-177481(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0277777(US,A1)
米国特許出願公開第2017/0111994(US,A1)
国際公開第2014/092013(WO,A1)
特開2017-041298(JP,A)
特開2002-043554(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0089955(US,A1)
特開2012-169564(JP,A)
特開2008-171732(JP,A)
特表2016-527676(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B81C 1/00
H01M 50/10
H01M 50/183
B81B 7/02