

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5687175号
(P5687175)

(45) 発行日 平成27年3月18日 (2015. 3. 18)

(24) 登録日 平成27年1月30日 (2015. 1. 30)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/288 (2006. 01)

H O 1 L 21/288 Z

H O 1 L 21/768 (2006. 01)

H O 1 L 21/90 A

H O 1 L 21/3205 (2006. 01)

H O 1 L 21/88 J

H O 1 L 23/522 (2006. 01)

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-259001 (P2011-259001)
 (22) 出願日 平成23年11月28日 (2011. 11. 28)
 (65) 公開番号 特開2013-115177 (P2013-115177A)
 (43) 公開日 平成25年6月10日 (2013. 6. 10)
 審査請求日 平成26年9月9日 (2014. 9. 9)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 504034585
 有限会社 ナブラ
 東京都葛飾区東立石二丁目19番9号
 (74) 代理人 100081606
 弁理士 阿部 美次郎
 (72) 発明者 関根 重信
 東京都葛飾区東立石二丁目19番9号
 (72) 発明者 関根 由莉奈
 東京都葛飾区東立石二丁目19番9号

審査官 河合 俊英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細空間内に機能部分を形成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微細空間内に機能部分を形成する方法であって、
 熱溶解性を有する機能性微粉末を、液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を、微細空間内に充填し、
 次に、前記微細空間内の前記液状分散媒を蒸発させ、
 次に、熱処理により前記機能性微粉末を熱溶解させた後、加圧しながら硬化させて、前記機能性微粉末による前記機能部分を形成する工程を含み、
前記微細空間は、基板に形成された貫通孔もしくは非貫通孔または積層された基板間に生じる隙間の何れかであり、
前記機能部分は、電気的性質、誘電体特性、磁性又は光学特性の何れかの機能を発現させるものである、
方法。

【請求項 2】

微細空間内に機能部分を形成する方法であって、
 機能性微粉末及び結合材微粉末を液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を、微細空間内に充填し、
 次に、前記微細空間内の前記液状分散媒を蒸発させ、
 次に、熱処理により前記結合材微粉末を熱溶解させた後、加圧しながら硬化させて、前記機能性微粉末及び前記結合材微粉末による前記機能部分を形成する工程を含み、

前記微細空間は、基板に形成された貫通孔もしくは非貫通孔または積層された基板間に生じる隙間の何れかであり、

前記機能部分は、電氣的性質、誘電体特性、磁性又は光学特性の何れかの機能を発現させるものである、

方法。

【請求項 3】

微細空間内に機能部分を形成する方法であって、

機能性微粉末を液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を、微細空間内に充填し、

次に、前記微細空間内において、前記液状分散媒を蒸発させ、

次に、前記微細空間内の前記機能性微粉末の微粒子間の隙間に液状結合材を含浸させ、

次に、熱処理により前記液状結合材を前記機能性微粉末と反応させた後、加圧しながら前記液状結合材を硬化させて、前記機能性微粉末及び前記結合材による前記機能部分を形成する工程を含み、

前記微細空間は、基板に形成された貫通孔もしくは非貫通孔または積層された基板間に生じる隙間の何れかであり、

前記機能部分は、電氣的性質、誘電体特性、磁性又は光学特性の何れかの機能を発現させるものである、

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微細空間内に機能部分を形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、半導体デバイスによって代表される電子デバイスや、マイクロマシン等においては、内部に高アスペクト比を持つ微細な導体充填構造、絶縁構造又は機能構造を形成しなければならないことがある。このような場合、予め選択された充填材を微細孔内に充填することによって、導体充填構造、絶縁構造及び機能構造等を実現する技術が知られている。しかし、高アスペクト比を持つ微細孔内に、空隙や硬化後変形などを生じさせることなく、その底部まで充填材を十分に充填することは困難を極める。

【0003】

そのような技術的困難性を克服し得る先行技術として、特許文献 1 及び 2 に記載された充填方法及び装置が知られている。

【0004】

特許文献 1 に記載された技術は、ウエハに存在する微細孔に熔融金属を充填し硬化させる方法であって、前記微細孔内の前記熔融金属に対し、大気圧を超える強制外力を印加したままで、前記熔融金属を冷却し硬化させる工程を含む。前記強制外力は、プレス圧、射出圧又は転圧から選択された少なくとも 1 種で与えられ、前記微細孔の他端側を閉じた状態で、前記微細孔の開口する開口面側から前記熔融金属に印加される。特許文献 2 は、特許文献 1 に記載された方法を実施するための装置を開示している。

【0005】

上述した特許文献 1、2 に記載された技術によれば、空隙やボイドなどを生じることなく、微細孔を充填物によって満たし得ること、微細隙間で冷却された硬化金属の凹面化を回避し得ること、及び、工程の簡素化、歩留りの向上などに寄与し得ること、等の優れた作用効果を得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献１】特許第４２７８００７号公報

【特許文献２】特許第４５０５５４０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明の課題は、低温分散系機能性材料を用いて、微細空間内に空隙、隙間、または空洞のない機能部分を形成する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上述した課題を達成するため、本発明は、一つの発明概念に属する複数の方法を開示する。

10

【０００９】

まず、第１の方法は、微細空間内に機能部分を形成するに当たり、熱溶解性を有する機能性微粉末を、液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を、微細空間内に充填し、次に、前記微細空間内の前記液状分散媒を蒸発させ、次に、熱処理により前記機能性微粉末を熱溶解させた後、加圧しながら硬化させる。

【００１０】

上述したように、第１の方法では、機能性微粉末を液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を用いる。即ち、流動性充填材である分散系機能性材料を用いる。このため、本来、充填の困難な微粉末形態を有する機能性微粉末を、分散系機能性材料の流動性を利用して、微細空間内に確実に充填することができる。

20

【００１１】

分散系機能性材料を、微細空間内に充填する場合、真空チャンバ内の減圧雰囲気中で処理することが好ましい。減圧処理の後、真空チャンバの内圧を増圧する差圧充填方式を採用してもよい。この差圧充填によれば、分散系機能性材料を、微細空間の内部に確実に充填することができる。分散系機能性材料を微細空間内に充填する際、例えば、対象物又は装置に超音波振動等を与えると、充填作業を円滑に行うことができる。

【００１２】

次に、前記微細空間内の前記液状分散媒を蒸発させる。微細空間の内部には、機能性微粉末だけが残ることになる。この後、残った機能性微粉末を加熱処理により、溶解させた後、加圧しながら硬化させる。これにより、微細空間内に空隙、隙間、または空洞のない機能部分が形成される。

30

【００１３】

熱溶解性を有する機能性微粉末は、限定するものではないが、例えば、Sn合金などの低融点金属微粉末である。

【００１４】

本明細書において、機能性材料とは、材料の持つ電気的性質、誘電体特性、磁性、光学特性などの機能を発現させることを目的として用いられるタイプの材料をいう。機能性微粉末とは、そのような機能性材料を微粉末化したものをいう。分散系とは、微細な固体粒子が液体の分散媒中に分散した懸濁液又はペーストを言い、同じ粒度の粒子がそろった単分散系、粒度が不ぞろいに変化する多分散系の両系を含む。また、粗粒の分散系のみならず、コロイダルな分散系をも含む。

40

【００１５】

次に、第２の方法の特徴は、機能性微粉末及び結合材微粉末を液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料を用いる点にある。第２の方法においても、第１の方法で述べた作用効果が得られる。

【００１６】

機能性微粉末及び結合材微粉末は、限定するものではないが、高融点金属微粉末及び低融点金属微粉末の組合せである。

【００１７】

50

更に、第3の方法の特徴は、微細空間内において、液状分散媒を蒸発させた後、前記微細空間内の前記機能性微粉末の微粒子間の隙間に液状結合材を含浸させ、次に、熱処理により前記液状結合材を前記機能性微粉末と反応させた後、加圧しながら硬化させる点にある。第3の方法においても、第1の方法で述べた作用効果が得られる。

【0018】

第1乃至第3の方法を通して、液状分散媒としては、水性分散媒又は揮発性有機分散媒を用いることができる。

【発明の効果】

【0019】

以上述べたように、本発明によれば、低温分散系機能性材料を用いて、微細空間内に空隙、隙間、または空洞のない機能部分を形成する方法を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る第1の方法を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る第2の方法を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る第3の方法を示すブロック図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は、第1の方法を示す図である。この第1の方法は、微細空間3内に金属部分を形成する具体的方法に係る。まず、微細空間3を有する対象物1を準備する(図1(a))。対象物には、ウエハ、回路基板、積層基板、半導体チップ、MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems)等、微細空間を有するものが広く含まれる。微細空間には、TSV(Through Silicon Via)で代表される貫通孔、非貫通孔(盲孔)の他、積層された基板間に生じる微細隙間等が含まれる。機能性微粒子は、球状、鱗片状、扁平状等、任意の形状をとることができる。

20

【0022】

機能性微粒子を分散させる液状分散媒としては、水性分散媒又は揮発性有機分散媒を用いることができる。特に、常温で揮発するような揮発性有機分散媒が好ましい。そのような液状分散媒としては、種々のものが知られているので、それらを選択使用すればよい。

【0023】

対象物1に設けられた微細空間3は、この実施例では、貫通孔又は非貫通孔であり、開口部の孔径D1、深さH1を有している。孔径D1は、例えば25μm以下であり、深さH1は、孔径D1とのアスペクト比が、1以上、好ましくは5以上となる値である。対象物1が、例えばウエハである場合には、上述した微細空間3は、ウエハ面内に多数設けられる。

30

【0024】

上述した対象物1の微細空間3に、低融点金属微粉末を液状分散媒中に分散させた分散系機能性材料5を充填(流し込み)する(図1(b))。この場合の分散系機能性材料5は、分散媒51に、熱溶解性を有する機能性微粉末として、低融点金属微粉末52を分散させた分散系となる。低融点金属微粉末52の代表例は、Sn合金微粉末である。Sn合金微粉末は、nmサイズ(1μm以下とする)に属するナノ微粒子又はナノコンポジット構造を有する微粒子で構成されていることが好ましい。Sn合金微粉末をベースとし、他の金属微粉末、例えばBi、Ga又はInの微粉末の少なくとも一種を含んでもよい。微粒子は、球状、鱗片状、扁平状等、任意の形状をとることができる。充填工程では、前述した差圧充填を採用することが好ましい。

40

【0025】

分散系機能性材料5を、微細空間3内に充填する場合、真空チャンバ内の減圧雰囲気で処理することが好ましい。減圧処理の後、真空チャンバの内圧を増圧する差圧充填方式を採用してもよい。この差圧充填によれば、分散系機能性材料5を、微細空間3の内部に確実に充填することができる。

50

【 0 0 2 6 】

次に、微細空間 3 の内部において、低融点金属微粉末 5 2 を熱溶解させるとともに液状分散媒 5 1 を蒸発させる（図 1 (c)、(d)）。これにより、低融点金属微粉末 5 2 の微粒子の間に隙間 G 1 が生じるとともに、その隙間 G1 が溶解した低融点金属微粉末 5 2 によって埋められる。低融点金属微粉末 5 2 が S n 合金微粉末をベースとする場合には、その融点（約 2 3 1 ）で熱溶解させることができる。

【 0 0 2 7 】

更に、熱溶解した低融点金属微粉末 5 2 を加圧 F 1 しながら冷却し、硬化させる（図 1 (e)）。これにより、対象物 1 の微細空間 3 の内部に低融点金属でなる機能部分 5 0 が形成されることになる。上記プロセスのうち、少なくとも、図 1 (a) ~ (d) は、真空チャン

10

【 0 0 2 8 】

上述したように、分散系機能性材料 5 を、微細空間 3 の内部に充填するので、本来、充填の困難な微粉末形態を有する低融点金属微粉末 5 2 を、分散系機能性材料 5 の流動性を利用して、微細空間 3 の内部に確実に充填することができる。充填に当たっては、差圧充填方式を採用することができる。

【 0 0 2 9 】

また、低融点金属微粉末 5 2 を、液状分散媒 5 1 中に分散させた分散系機能性材料 5 を用いるので、熔融金属を用いる従来技術と異なって、熔融プロセスが不要である。低温状態にある分散系機能性材料 5 を、差圧充填方式などによって、微細空間 3 の内部に充填

20

【 0 0 3 0 】

第 1 の方法では、上述した分散系機能性材料 5 を、微細空間 3 の内部に充填し、次に、微細空間 3 の内部において、低融点金属微粉末 5 2 を熱溶解させるとともに液状分散媒 5 1 を蒸発させ、更に、熱溶解した低融点金属微粉末 5 2 を加圧しながら冷却し、硬化させるから、例えば、S n 合金等の低電気抵抗体の機能部分 5 0 が得られる（図 1 (e)）ことになる。

30

【 0 0 3 1 】

また、熱溶解した低融点金属微粉末 5 2 を加圧しながら冷却し、硬化させるので、冷却時の体積縮小によって微細空間 3 と成形体との間に生じることのある隙間、空隙の発生を、加圧によって回避し、隙間や空隙のない高品質の機能部分 5 0 を形成することができる。

【 0 0 3 2 】

更に、熱溶解した低融点金属微粉末 5 2 を加圧しながら冷却し、硬化させるから、低融点金属の粒成長、結晶成長が抑制される。この結果、柱状結晶の成長が抑制され、低融点金属が等軸晶化され、応力が低下し、微細空間 3 を有する対象物 1 にマイクロクラックが発生する等の不具合を回避することができる。

40

【 0 0 3 3 】

次に、図 2 は、第 2 の方法を示している。図において、図 1 に現れた構成部分と対応する部分については、同一の参照符号を付してある。図 2 に図示された第 2 の方法の特徴は、融点金属微粉末を、機能性材料及び結合材として兼用し、微細空間 3 内に高融点金属及び低融点金属でなる金属部分を形成する点にある。第 2 の方法では、微細空間 3 の内部に金属部分を形成するに当たり、第 1 の方法の場合と同様に、微細空間 3 を有する対象物 1 を準備する（図 2 (a)）。そして、図 2 に図示するように、低融点金属微粉末 5 2 及び高融点金属微粉末 5 3 を、液状分散媒 5 1 中に分散させた分散系機能性材料 5 を、前述した差圧充填法により、微細空間 3 の内部に充填（図 2 (b)）する。低融点金属微粉末 5 2 及び高融点金属微粉末 5 3 は、粒径が不揃いであっても、統一されていてもよい。

50

【 0 0 3 4 】

次に、微細空間 3 の内部において、低融点金属微粉末 5 2 を熱溶解させるとともに、液状分散媒 5 1 を蒸発させ（図 2 (c) ）、更に、高融点金属微粉末 5 3 及び低融点金属微粉末 5 2 の溶解物を加圧しながら冷却し、硬化させる。上記工程において、低融点金属微粉末 5 2 の溶解物により、高融点金属微粒子 5 3 - 5 3 間の隙間 G 1 を埋め、高融点金属粒子 5 3 と拡散接合させる。上記プロセスのうち、少なくとも、図 2 (a) ~ (c) は、真空チャンバ内で実行する。

【 0 0 3 5 】

低融点金属微粉末 5 2 としては、上述した S n 合金ベースの微粉末を用いることができる。S n 合金微粉末をベースとし、他の金属微粉末、例えば B i 微粉末、G a 微粉末、I n 微粉末を含んでいてもよいことは、前述したとおりである。高融点金属微粉末 5 3 は、具体的には、A g、C u、A u、P t、T i、Z n、A l、F e、S i 又は N i の群から選択された少なくとも 1 種を含む材料によって構成することができる。これらの高融点金属微粉末 5 3 は、n m サイズ（1 μ m 以下）に属するナノ微粒子又はナノコンポジット構造を有する微粒子で構成されていることが好ましい。低融点金属微粉末 5 2 及び高融点金属微粉末 5 3 は、粒径が不揃いであっても、統一されていてもよい。また、球状、鱗片状、扁平状等、任意の形状をとることができる。

【 0 0 3 6 】

第 2 の方法でも、本来、充填の困難な微粉末形態を有する低融点金属微粉末 5 2 及び高融点金属微粉末 5 3 を、分散系機能性材料 5 としての流動性を利用して、微細空間 3 内に確実に充填することができる。

【 0 0 3 7 】

また、低融点金属微粉末 5 2 及び高融点金属微粉末 5 3 を、液状分散媒 5 1 中に分散させた分散系機能性材料 5 を用いるので、溶融金属を用いる従来技術と異なって、溶融プロセスが不要である。低温状態にある分散系機能性材料 5 を、その流動性を利用して、ガス圧、プレス圧、射出圧、又は転圧から選択された少なくとも 1 種の加圧力を与える手段によって、微細空間 3 の内部に容易に充填することができる。また、微細空間 3 を有する対象物 1 が、既に、半導体回路等を形成したウエハ等である場合、半導体回路に対する熱的な悪影響を最小限に抑えることができる。更に、溶融のための熱エネルギーを必要としないから、消費エネルギーを低減し得る。

【 0 0 3 8 】

また、分散系機能性材料 5 を微細空間 3 の内部に充填し、次に、微細空間 3 の内部において、低融点金属微粉末 5 2 を熱溶解させるとともに液状分散媒 5 1 を蒸発させ、更に、高融点金属微粉末 5 3 及び低融点金属微粉末 5 2 の溶解物を加圧 F 1 しながら冷却し、硬化させる。上述したプロセスにより、高融点金属及び低融点金属でなる機能部分 5 0 が得られることになる（図 2 (e) ）。成型に当たっては、低融点金属微粉末 5 2 の溶解及び凝固による結合力を利用することができ、他に結合材を必要としない。このため、高融点金属微粉末 5 3 及び低融点金属微粉末 5 2 の持つ特性をそのまま発揮させることができる。

【 0 0 3 9 】

また、高融点金属微粉末 5 3 及び低融点金属微粉末 5 2 の溶解物を加圧 F 1 しながら冷却するので、冷却時の体積縮小によって微細空間 3 と成形体との間に生じることのある隙間、空隙の発生を、加圧 F 1 によって回避し、隙間や空隙のない高品質の機能部分 5 0 を形成することができる。

【 0 0 4 0 】

更に、熱溶解した低融点金属微粉末 5 2 を加圧しながら冷却し、成型するから、低融点金属及び高融点金属の粒成長、結晶成長が抑制される。この結果、低融点金属及び高融点金属が等軸晶化され、応力が低下し、微細空間 3 を有する対象物 1 にマイクロクラックが発生する等の不具合を回避することができる。

【 0 0 4 1 】

第 2 の方法によれば、低融点金属微粉末 5 2 の溶解物により、高融点金属微粉末 5 3 の

10

20

30

40

50

高融点金属微粒子間の隙間を埋め、前記高融点金属粒子と拡散接合させる。したがって、低融点金属及び高融点金属は、互いに一体化された状態で、成型体を構成することになり、両金属の特性に応じた機能が発揮される。

【0042】

図3は、第3の方法を図示している。図において、図1に現れた構成部分と対応する部分については、同一の参照符号を付してある。第3の方法は、微細空間3内に電気絶縁部分を形成する具体的方法に係る。図3を参照すると、微細空間3の内部に電気絶縁部分を形成するに当たり、絶縁性セラミック微粉末54を液状分散媒51中に分散させた分散系機能性材料5を、微細空間3の内部に充填し(図3(a)、(b))、次に、微細空間3の内部において、分散系機能性材料5に含まれる液状分散媒51を蒸発させ(図3(c))、次に、微細空間3の内部の絶縁性セラミック微粉末(微粒子)54の隙間G1に液状結合材55を含浸させる(図3(d))。そして、加熱処理によって、液状結合材55を絶縁性セラミック微粉末54と化学的に反応させるなどして、セラミック微粉末54及び液状結合材55を、加圧しながら、硬化させる(図3(e))。

10

【0043】

第3の方法でも、充填の困難な微粉末形態を有する絶縁性セラミック微粉末54を、液状分散媒51中に分散させた分散系機能性材料5を用い、その流動性を利用して、微細空間3の内部に容易に充填することができる。

【0044】

また、微細空間3の内部に充填された液状分散媒51を蒸発させ、次に、微細空間3の内部の絶縁性セラミック微粉末54の隙間に液状結合材55を含浸させ、最終的に、絶縁性セラミック微粉末54及び液状結合材55を、加圧しながら硬化させるプロセスにより、絶縁性セラミック及び結合材でなる電気絶縁性を有する機能部分50が得られることになる。

20

【0045】

さらに、絶縁性セラミック微粉末54及び液状結合材55を、加圧しながら、硬化させるので、微細空間3と成形体たる機能部分50との間に生じることのある隙間、空隙の発生を、加圧によって回避し、隙間や空隙のない高品質の機能部分50を形成することができる。

【0046】

液状結合材55は、液体ガラスであってもよいし、有機樹脂であってもよい。有機樹脂としては、熱硬化型樹脂が好的である。絶縁性セラミック微粉末54は、限定するものではないが、 SiO_2 、 Al_2O_3 等の金属酸化物又は SiN 等の窒化物の少なくとも一種を含むことができる。

30

【0047】

液状分散媒51として、水性分散媒又は揮発性有機分散媒を用いることができることは、既に述べたとおりである。揮発性有機分散媒の代表例としては、水酸基(OH)を有するアルコール類がある。次に、このような揮発性有機分散媒51を用いた場合の具体例について述べる。

【0048】

揮発性有機分散媒51として、水酸基(OH)を有するアルコール類を用いた場合、真空チャンバ内の減圧雰囲気では、そのほとんどが蒸発するので、絶縁性セラミック微粉末54の間に隙間G1が生じる。また、揮発性有機分散媒51に含まれていたOH基は、セラミック微粒子、例えば、 SiO_2 との結合力により、絶縁性セラミック微粉末54の表面に付着する。分散媒51を蒸発させた後、絶縁性セラミック微粉末54の集合体を加圧してもよい。

40

【0049】

揮発性有機分散媒としては、水酸基(OH)を有するアルコール類を用いた場合、液状結合材55として、液体シリカ又は液体Si化合物を用いることができる。液体シリカ又は液体Si化合物でなる液状結合材55は、絶縁性セラミック微粉末54の周りの隙間G

50

1 に浸透してゆく。この場合も、引き続き、真空チャンバ内の減圧雰囲気処理する。減圧処理の後、真空チャンバの内圧を増圧（差圧充填方式）してもよい。この差圧充填によれば、液状結合材 5 5 を、セラミック微粒子の周りに十分に浸透させることができる。

【 0 0 5 0 】

液体シリカを用いた場合は、その有機溶媒が蒸発し、シリカ転化が起こる。液体 S i 化合物を用いた場合、S i 化合物を、絶縁性セラミック微粉末 5 4 の表面に付着している O H 基と反応させ、シリカに転化させる。

【 0 0 5 1 】

液体 S i 化合物の例としては、シラザン、シロキサン、シラノール等がある。ここでは、シラザンの無機ポリマーであるポリシラザン（PHPS）を用いた場合を例にとって説明する。ポリシラザンは、水分や酸素と反応し、シリカに転化する。有機溶媒としては、キシレン、ミネラルターベン又は高沸点芳香族系溶媒等が用いられる。

【 0 0 5 2 】

絶縁性セラミック微粉末 5 4 の表面に O H 基を残し、ポリシラザンを、この O H 基と反応させることにより、シリカに転化させる。こうして得られたシリカは、通常は、アモルファスとなる。

【 0 0 5 3 】

シリカ転化を促進するために、加熱工程において、プレス板などを用いて加圧しながら、加熱することが好ましい。加熱温度は、ポリシラザンの種類によって異なるが、一般には、室温～450 の範囲で選択される。この加熱処理工程において、有機溶媒の分解ガスが排出される。

【 0 0 5 4 】

上述した工程の後、シリカ転化のさらなる促進、及び、分解ガス排出のために、例えば、1000 前後で焼成することが好ましい。

【 0 0 5 5 】

微細空間は、貫通孔または非貫通孔に限らない。多数の基板を積層する積層電子デバイスでは、基板間に発生する微小な隙間（微細空間）に電気絶縁物を充填するアンダーコート構造がとられる。本発明は、このようなアンダーコート形成にも適用することができる。

【 0 0 5 6 】

以上、好ましい実施例を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様及び説明されない他の適用技術分野を想到しえることは自明である。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

1	対象物
3	微細空間
5	分散系機能性材料
5 0	機能部分
5 1	分散媒
5 2 , 5 3	機能性微粉末

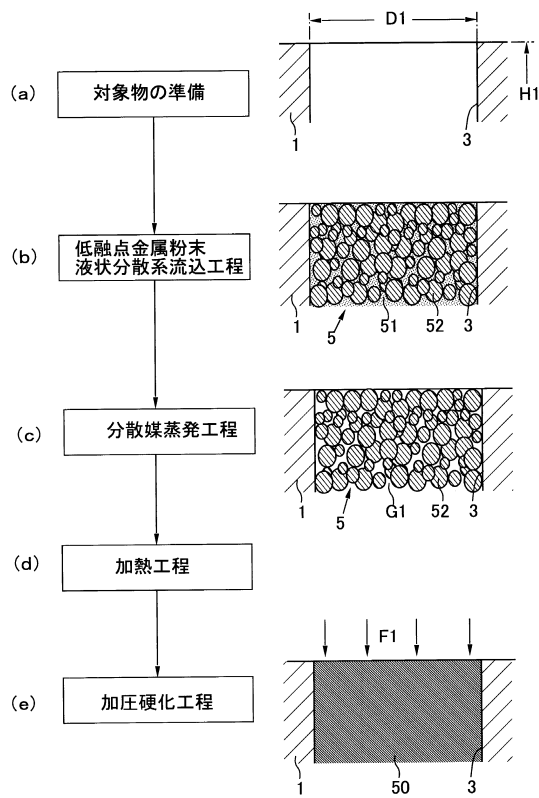
10

20

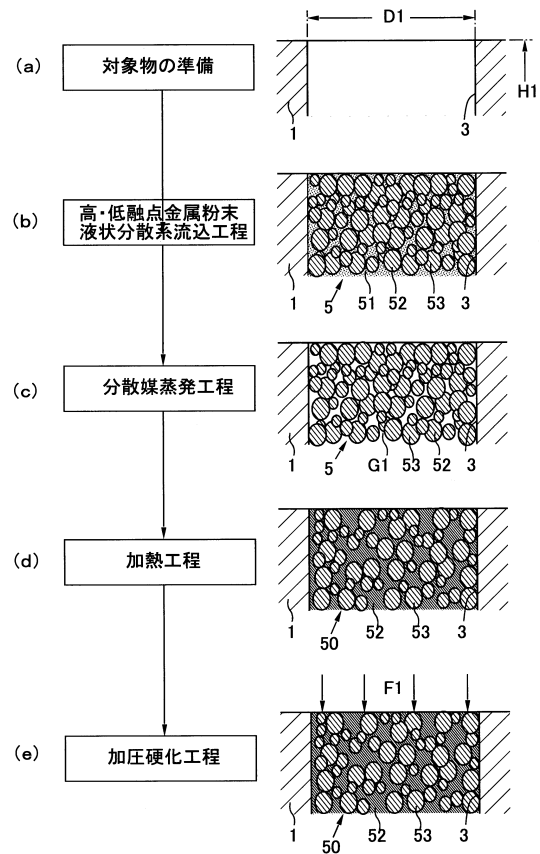
30

40

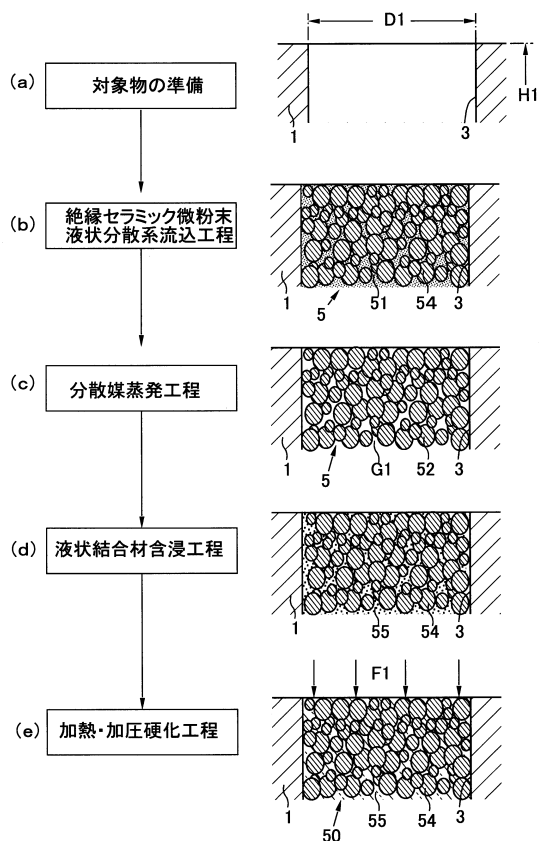
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第4563506(JP, B2)
特開2011-142093(JP, A)
特開2011-228571(JP, A)
特開2003-305588(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/288
H01L 21/3205
H01L 21/768
H01L 23/522