

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3983949号  
(P3983949)

(45) 発行日 平成19年9月26日(2007.9.26)

(24) 登録日 平成19年7月13日(2007.7.13)

(51) Int.C1.

F 1

C09K	3/14	(2006.01)
B24B	37/00	(2006.01)
H01L	21/304	(2006.01)

C09K	3/14	550D
B24B	37/00	H
H01L	21/304	622D

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-331107  
 (22) 出願日 平成11年11月22日(1999.11.22)  
 (65) 公開番号 特開2000-239654(P2000-239654A)  
 (43) 公開日 平成12年9月5日(2000.9.5)  
 審査請求日 平成16年12月13日(2004.12.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願平10-362707  
 (32) 優先日 平成10年12月21日(1998.12.21)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000002004  
 昭和電工株式会社  
 東京都港区芝大門1丁目13番9号  
 (74) 復代理人 100094178  
 弁理士 寺田 實  
 (74) 代理人 100070378  
 弁理士 菊地 精一  
 (72) 発明者 貴堂 高徳  
 長野県塩尻市大字宗賀1 昭和電工株式会社 塩尻工場内  
 (72) 発明者 三林 正幸  
 長野県塩尻市大字宗賀1 昭和電工株式会社 塩尻工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】研磨用酸化セリウムスラリー、その製造法及び研磨方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

酸化セリウムを水に分散させた研磨用のスラリーであつて、スラリー中の酸化セリウム濃度を c 質量%としたとき、スラリー導電率が  $30 c \cdot \mu S / cm$  以下であることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリー。

## 【請求項2】

酸化セリウムの純度が 9.9 質量%以上である請求項1に記載の研磨用酸化セリウムスラリー。

## 【請求項3】

BET 法で測定した酸化セリウムの比表面積が  $5 m^2 / g$  以上、 $100 m^2 / g$  以下である請求項1または2に記載の研磨用酸化セリウムスラリー。 10

## 【請求項4】

動的光散乱法で測定した酸化セリウムの最大粒子径が  $1.0 \cdot 0 \mu m$  以下であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の研磨用酸化セリウムスラリー。

## 【請求項5】

酸化セリウムを水に分散させた研磨用酸化セリウムスラリーの製造法において、酸化セリウムを脱イオン水で洗浄することにより、スラリー中の酸化セリウム濃度を c 質量%としたとき、スラリー導電率を  $30 c \cdot \mu S / cm$  以下とすることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリーの製造法。

## 【請求項6】

酸化セリウムを水に分散させた研磨用酸化セリウムスラリーの製造法において、酸化セリウムを脱イオン水で洗浄及び加熱乾燥することにより、スラリー中の酸化セリウム濃度をc質量%としたとき、スラリー導電率を $30\text{ c}\cdot\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下とすることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリーの製造法。

【請求項7】

請求項1ないし4のいずれかに記載の研磨用酸化セリウムスラリーを用いて、被研磨材を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項8】

被研磨材が、半導体装置製造工程中の絶縁膜である請求項7に記載の研磨方法。

【請求項9】

絶縁膜が、二酸化ケイ素である請求項8に記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、研磨用酸化セリウムスラリーに関する。さらに詳しくは、本発明は、フォトマスク、レンズ等のガラス製品研磨、ならびに半導体装置製造工程中の絶縁膜研磨において、高い研磨速度で欠陥が非常に少ない仕上げ面を得ることができる研磨用酸化セリウムスラリーに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置製造の分野においては、半導体装置の集積度向上、多層化に伴ない、フォトリソグラフィー工程の焦点深度からの要求をはじめとする様々な問題に対処するため、研磨技術の導入が提案され、活発な検討がすすめられている。

半導体装置製造への研磨技術の適用は、絶縁膜平坦化工程での検討が最も進んでおり、そこで使用される研磨材は、フュームドシリカを水に分散させたアルカリ性懸濁液を中心である。

一方で、フォトマスク、レンズ等のガラス研磨に実績のある酸化セリウム研磨材を、物質的にはガラスと同じ二酸化ケイ素系の材料である絶縁膜を平坦化するための研磨に適用することが提案されてきている。

特開平5-326469号公報には、酸化セリウムを含む研磨剤によって絶縁膜を研磨する技術が開示されており、ポリシリコン配線に対応した段差の平坦化ができたこと、傷発生の問題から、酸化セリウムの最大粒径が $4\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいことが記載されている。

【0003】

特開平6-216096号公報には、主成分以外の各元素の比率が $100\text{ ppm}$ 以下の高純度酸化セリウムを使用した場合、ウェハの汚染を防ぐことに対して有利であることが記載されている。

特許第2592401号公報には、粒子サイズが $300\text{ nm}$ から $500\text{ nm}$ の「OPAL 1NE」酸化セリウムと、フュームドシリカ、沈殿シリカを所定の割合で混合した砥粒で絶縁膜を研磨すると、優れた平坦度が得られることが開示されている。

特表平8-501768号公報には、(a)水溶性3価セリウム塩と酸化剤から構成される水性溶液を形成すること、(b)液体の状態にある前記混合物を4時間以上にわたりエイジングすることで得られるサブミクロン粒子が開示されている。

【0004】

特開平8-153696号公報には、結晶子の大きさが $30\text{ nm}$ 以下または $60\text{ nm}$ 以上の酸化セリウム粒子を使用し、研磨液のpHを制御して有機絶縁膜または無機絶縁膜を研磨することが開示されている。

特開平9-82667号公報には、平均結晶子径の異なる酸化セリウムを複数種混合して得られる研磨剤が開示されている。

特開平8-134435号公報には、SEM(走査型電子顕微鏡)で測定した一次粒径

10

20

30

40

50

の平均が、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の酸化セリウムからなる、半導体デバイスの製造工程で用いるための研磨材が開示されている。

特許第2746861号公報には、半導体装置製造にも使用可能な粒径が、 $10\sim80\text{ nm}$ の単結晶酸化セリウム超微粒子の製造方法が開示されている。

#### 【0005】

特開平8-3541号公報には、2以上のカルボキシル基を有する有機酸を含有したアルカリ性酸化第二セリウムゾルからなる精密研磨剤が開示され、動的光散乱法で測定した平均粒子径については、 $2\sim200\text{ nm}$ の範囲であることが必要と記載されている。

特開平8-81218号公報には、遠心沈降式粒度分布測定装置で測定した平均粒径が、 $0.03\sim5\text{ }\mu\text{m}$ である半導体装置製造にも使用可能な酸化第二セリウム粒子の水性分散体と、その製造方法が開示されている。

電子材料1997年5月号113ページからの記事には、レーザー回折法による平均粒径が $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の酸化セリウムの基礎的研磨性能が開示されている。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上、従来の技術の項で詳述した通り、絶縁膜平坦化工程での使用が有望視される酸化セリウム研磨材については、これまでかなりの検討がなされてきているが、この分野ではまだ実用化には至っていない。絶縁膜、多くの場合、二酸化ケイ素膜に対して高い研磨速度と仕上げ面の欠陥の少なさを両立することが困難であることが主な理由である。

これまで、半導体装置製造における絶縁膜等を研磨するために検討されてきた酸化セリウム研磨材の製造方法は、次の二つに大別される。一つは、炭酸セリウムやしう酸セリウム等を焼成することで酸化セリウムを得、通常は粉碎を行うことで研磨材として適切な粒径とするいわゆる焼成法であり、いま一つは、硝酸セリウム等の水溶性セリウム化合物の水溶液とアンモニア水等のアルカリ性水溶液を混合して得たゲル状の水酸化セリウムを含むスラリーを、典型的には $80$ 以上、 $300$ 以下の温度で熟成するという、いわゆる湿式合成法である。

#### 【0007】

このようにして製造された従来の酸化セリウムスラリーは、例えば、酸化セリウム濃度 $10$ 質量%のときの脱気時のスラリー導電率（以下スラリー導電率は脱気時のものを云う）の値が、 $400\text{ }\mu\text{S/cm}$ 以上、通常は $600\text{ }\mu\text{S/cm}$ 以上であり（Sはジーメンス）、スラリー導電率と研磨速度の相関が見過ごされていたため、前記したように絶縁膜、多くの場合、二酸化ケイ素膜に対して、高い研磨速度と仕上げ面の欠陥の少なさを両立することが困難であった。

スラリー導電率は、スラリー中に存在するイオン性物質の濃度と共に増大するため、イオン性物質濃度の尺度となる。従来の酸化セリウムスラリーでは、酸化セリウム原料由来の不純物イオン、あるいは湿式合成法の場合には、合成時に副生する不純物イオンの存在がスラリー導電率を高めており、加えて、研磨用スラリーには分散剤やpH調整剤等、種々のイオン性物質が添加されることが一般的であり、さらにスラリー導電率が高いものとなっている。

本発明は、研磨速度と研磨後の仕上げ面の欠陥の少なさを、実用化可能なレベルにまで改善された研磨用酸化セリウムスラリーを提供することを目的とするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は前記問題点を克服すべく鋭意研究した結果、スラリー中に存在するイオン性物質を低減、即ちスラリー中の導電率を下げるにより上記の課題が解決されることを見出した。

即ち、本発明は基本的には以下の各項の発明からなる。

(1) 酸化セリウムを水に分散させた研磨用のスラリーであって、スラリー中の酸化セリウム濃度をc質量%としたとき、スラリー導電率が $30\text{ c}\cdot\mu\text{S/cm}$ 以下であることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリー。

10

20

30

40

50

(2) 酸化セリウムを水に分散させた研磨用酸化セリウムスラリーの製造法において、酸化セリウムを脱イオン水で洗浄することにより、スラリー中の酸化セリウム濃度をc質量%としたとき、スラリー導電率を $30\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下とすることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリーの製造法。

(3) 酸化セリウムを水に分散させた研磨用酸化セリウムスラリーの製造法において、酸化セリウムを脱イオン水で洗浄及び加熱乾燥することにより、スラリー中の酸化セリウム濃度をc質量%としたとき、スラリー導電率を $30\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下とすることを特徴とする研磨用酸化セリウムスラリーの製造法。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

本発明で使用する酸化セリウムは特に限定されるものではなく、前述の焼成法や湿式合成等の公知の手法で製造された酸化セリウムが利用できる。

酸化セリウムは半導体装置等を研磨し、洗浄した後に残留する酸化セリウム研磨材粒子からの不純物金属汚染を最小限にするため、酸化セリウムそのものの純度は99質量%以上であることが好ましい。

また、絶縁膜の研磨速度を確保するためにはBET法による酸化セリウムの比表面積値は、 $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが好ましく、 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることがさらに好ましい。一方、欠陥の発生を確実に抑制するためにはBET法による酸化セリウムの比表面積値が $5\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましく、 $8\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることがさらに好ましい。

加えて、欠陥の発生を確実に抑制するためには、酸化セリウムの動的光散乱法で測定した最大粒子径が、 $10.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

#### 【0010】

本発明の研磨用酸化セリウムスラリーの導電率は、スラリー濃度をc質量%としたとき、 $30\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。

スラリー導電率測定においては、炭酸ガス等の溶存による導電率の変動を防ぐため、測定対象のスラリーは、充分に脱気することが必要である。脱気はスラリーに例えばN<sub>2</sub>ガスを吹き込むことにより行なうことができる。

本発明の研磨用スラリーは、水または水溶液で希釈して使用するスラリーでもよいし、希釈しないそのまま使用できるスラリーであってもよいが、例えば、スラリー中の酸化セリウム濃度が10質量%の場合には、スラリー導電率が $300\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であり、好ましくは $200\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、さらに好ましくは $100\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。

#### 【0011】

なお、スラリー導電率が酸化セリウム表面の清浄度の尺度となるものであるが、この場合、当然のことながら、スラリー中の酸化セリウム濃度を考慮に入れなければいけない。一般に、スラリーを脱イオン水で希釈した場合、スラリーの希釈倍率とスラリー導電率はほぼ反比例の関係にあるので、スラリー中の酸化セリウム濃度をc質量%としたときには、スラリー導電率は、 $30\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であることが必要であり、 $20\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であることが好ましく、さらに好ましくは $10\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。

スラリー導電率が $30\text{ c}\cdot\mu\text{S}/\text{cm}$ を越えると、イオン性物質による酸化セリウム表面の汚染の程度が、酸化セリウムの研磨能力を阻害するようになり、研磨速度が低下する。なお、実際に研磨に使用される段階での酸化セリウム濃度は、0.1~30質量%が好ましい。0.1質量%を下回ると高い研磨速度を得がたくなるためであり、一方、30質量%を越えても增量による効果のアップが少なく、経済的でないためである。

#### 【0012】

##### (作用)

本発明者が見出した導電率と研磨速度との関係についてその詳細は不明瞭ながら、本発明者は次のように解釈している。

酸化セリウムが二酸化ケイ素系の材料を効果的に研磨できることの説明として、酸化セリ

10

20

30

40

50

ウム表面と被研磨材表面の相互作用（化学反応）に基づくとするものが最も広く受け入れられている。したがって、酸化セリウム表面が清浄であれば、高い研磨速度が得られることになる。しかるに、従来の酸化セリウムスラリーでは、前述の不純物イオンによって酸化セリウム表面が汚染されているため、酸化セリウム本来の研磨能力が阻害されるものと考えられる。一方、本発明においては、スラリー導電率を一定値以下に管理することで、酸化セリウム表面の汚染の程度を一定レベル以下にすることができるため、酸化セリウム本来の研磨能力が顕現化し、従来の酸化セリウムスラリーよりも高い研磨速度が得られるという解釈である。

#### 【0013】

次に研磨用酸化セリウムスラリーの製造法について説明する。本発明の酸化セリウムスラリーはイオン性物質を除去して導電率を上記の値以下とするものであるが、そのために酸化セリウムを脱イオン水で充分洗浄する。洗浄は例えば酸化セリウム粒子を脱イオン水中に分散し、イオン性物質を水中に溶出させ、次いで限外濾過、フィルタープレス、遠心沈降等で酸化セリウムを分離し、その酸化セリウムに脱イオン水を加え、前と同様のイオン性物質を系外に排出する。そして必要により、上記で分離した酸化セリウムに脱イオン水を加え、上記と同様の操作を繰り返す。脱イオン水としては導電率 $0.1 \mu S/cm$ 以下のものが好ましい。

また洗浄後の酸化セリウムを加熱乾燥し、再び脱イオン水を加えてスラリーとすることもできる。加熱乾燥は洗浄後のスラリーを蒸発乾固する方法や必要により、さらにこれを加熱する方法、あるいは洗浄後濾過等により分離した酸化セリウム粒子を加熱乾燥する。その温度は $100 \sim 300$ 程度でよい。加熱乾燥は有機物等揮発性のイオン性物質の除去に効果的である。

前述した操作により、イオン性物質を系外に排出した後、酸化セリウムの濃度を所定の濃度に調整することにより、研磨用の酸化セリウムスラリーを得る。このスラリーは、水または水溶液で希釈して使用するための酸化セリウム濃度の高いスラリーであってもよいし、または希釈しないでそのまま使用できるスラリーであってもよい。

#### 【0014】

希釈して使用するスラリーの場合には、脱イオン水で希釈して使用することが最も好ましいが、目的に応じ本発明の好ましい効果を損なわない範囲で種々のイオン性物質、または非イオン性物質を含む水溶液で希釈してもよいし、また、酸化セリウム以外の固体研磨材粒子を添加してもよい。イオン性物質を含む水溶液による希釈は、希釈後のスラリーの導電率が本発明の範囲を越えないようとする。

本発明の研磨用酸化セリウムスラリーを用いて研磨する被研磨材はフォトマスク、レンズ等のガラス製品、半導体装置製造工程中の絶縁膜等である。特にこの絶縁膜が二酸化ケイ素である場合好適に研磨することができる。

研磨方法は、例えば被研磨材とパットの間にスラリーを供給して被研磨材を回転させながら行なう一般的な方法を用いることができる。

#### 【0015】

##### 【実施例】

以下に、実施例をあげて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例によりなんら限定されるものではない。

#### 【0016】

##### 実施例1

純度 $99.95\%$ 質量%の酸化セリウムをナイロンポット、ナイロンボールを使用して粉碎を行ない、BET法による比表面積値 $12 m^2/g$ の酸化セリウム粉末を得た。この粉末を脱イオン水（導電率 $0.05 \mu S/cm$ ）に投入することで懸濁スラリーを造った。酸化セリウムスラリーの酸化セリウム濃度は $17\%$ 質量%であり、このときのスラリー導電率を堀場製作所（株）製導電率メーターES-12にて測定したところ、 $220 \mu S/cm$ であった。

このスラリーを遠心沈降させ、上澄みを除去し、脱イオン水を加えるという操作を繰り返

10

20

30

40

50

し、酸化セリウム濃度 10 質量%、導電率  $45 \mu S / cm$  のスラリーを得た。動的光散乱法（マイクロトラック粒度分析計 UPA 9340）による最大粒子径は  $0.9 \mu m$  であった。

このスラリーをさらに脱イオン水で 10 倍に希釈することで酸化セリウム濃度 1 質量%、導電率  $4.3 \mu S / cm$  のスラリーを造り、二酸化ケイ素膜に対する研磨性能評価を以下の方法で行なった。

#### 【0017】

##### (研磨条件)

被研磨材：6 インチ、厚さ  $625 \mu m$  のシリコンウェハ上に熱酸化法で形成した二酸化ケイ素膜（膜厚約  $1 \mu m$ ）10

パッド：二層タイプの LSI デバイス研磨用パッド（ロデール社製 IC1000/Subb a 400）

研磨機：LSI デバイス研磨用片面ポリシングマシン（スピードファム（株）社製、型番 SH-24、定盤径  $610 mm$ ）

定盤回転速度： $70 rpm$

加工圧力： $300 g f / cm^2$  ( $2.94 N / cm^2$ )

スラリー供給速度： $100 ml / min$

研磨時間： $1 min$

#### 【0018】

##### (評価項目と評価方法)

研磨速度：光干渉式膜厚測定装置（除去量を研磨時間で除することで算出）20

欠陥：光学顕微鏡暗視野観察（200 倍でウェハ表面 3 % の観察を行ない、検出欠陥個数を個/面に換算）

上記研磨試験の結果、研磨速度は  $6130 / min$  と高い値であった。また、欠陥は 2 個検出された。6 インチウェハ全体に換算すると 67 個/面であり、良好なレベルであった。

#### 【0019】

##### 実施例 2

実施例 1 で造った酸化セリウム濃度 10 質量%、導電率  $45 \mu S / cm$  のスラリーを、磁製蒸発皿に入れ蒸発乾固し、200 で乾燥を行い水分並びに揮発性物質の除去を行なった。得られた乾燥固体物をめのう乳鉢で解碎した上で脱イオン水に懸濁させ、超音波処理を 30 分行なうことで、酸化セリウム濃度 10 質量% のスラリーを造った。このスラリーの導電率は、 $22 \mu S / cm$  であり、動的光散乱法による最大粒子径は  $1.7 \mu m$  であった。30

このスラリーをさらに脱イオン水で 10 倍に希釈することで酸化セリウム濃度 1 質量%、導電率  $1.9 \mu S / cm$  のスラリーを造り、二酸化ケイ素膜に対する研磨性能評価を実施例 1 と同様の方法で行なったところ、研磨速度は  $7810 / min$  と極めて高い値であり、欠陥は 67 個/面と良好なレベルであった。

#### 【0020】

##### 実施例 3

実施例 1 で造った酸化セリウム濃度 17 質量%、導電率  $220 \mu S / cm$  のスラリーを、脱イオン水で希釈することで、酸化セリウム濃度 10 質量% のスラリーを造った。このスラリーの導電率は  $160 \mu S / cm$  であり、動的光散乱法による最大粒子径は、 $0.9 \mu m$  であった。

このスラリーを脱イオン水でさらに 10 倍に希釈することで酸化セリウム濃度 1 質量%、導電率  $16 \mu S / cm$  のスラリーを造り、二酸化ケイ素膜に対する研磨性能評価を実施例 1 と同様の方法で行なったところ、研磨速度は  $5100 / min$  であった。欠陥については 67 個/面と良好なレベルであった。

#### 【0021】

##### 比較例 1

10

20

30

40

50

実施例 1 と同様に、純度 99.95 質量 % の酸化セリウムをナイロンポット、ナイロンボールを使用して粉碎を行い、B E T 法による比表面積値  $12 \text{ m}^2 / \text{g}$  の酸化セリウム粉末を得、脱イオン水に投入することで酸化セリウム濃度 1 質量 % のスラリーを造った。このスラリーの導電率は  $40 \mu\text{S}/\text{cm}$  であり、動的光散乱法による最大粒子径は、 $0.9 \mu\text{m}$  であった。二酸化ケイ素膜に対する研磨評価を実施例 1 と同様の方法で行ったところ、研磨速度は  $4200 / \text{min}$  と本発明のスラリーと比較して低い値であった。欠陥については、67 個 / 面と良好なレベルであった。

#### 【0022】

##### 比較例 2

キャボット社製フュームドシリカスラリー (SC-1、30 質量 %) を脱イオン水で希釈することで 10 質量 %、pH 10.3 のスラリーを造った。このスラリーは、pH 調整剤として KOH を含むため、導電率は  $900 \mu\text{S}/\text{cm}$  と高い値である。また、動的光散乱法による最大粒子径は  $0.5 \mu\text{m}$  であった。

このスラリーについて、二酸化ケイ素膜に対する研磨性能評価を実施例 1 と同様の方法で行なったところ、研磨速度は  $1300 / \text{min}$  と低い値であった。欠陥については 67 個 / 面と良好なレベルであった。

実施例 1、2、3、比較例 1、2 の結果を表 1 に示す。

#### 【0023】

##### 【表 1】

	研磨材	研磨材濃度 (重量%)	導電率 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	最大粒子径 ( $\mu\text{m}$ )	研磨レート ( $\text{\AA}/\text{min}$ )	欠陥 (個/面)
実施例1	酸化セリウム	1	4.3	0.9	6130	67
実施例2	酸化セリウム	1	1.9	1.7	7810	67
実施例3	酸化セリウム	1	16	0.9	5100	67
比較例1	酸化セリウム	1	40	0.9	4200	67
比較例2	シリカ	10	900	0.5	1300	67

10

20

30

40

## 【0024】

## 【発明の効果】

本発明の研磨用酸化セリウムスラリーは、フォトマスク、レンズ等のガラス製品研磨、ならびに半導体装置製造工程中の絶縁膜研磨において、高い研磨速度で欠陥が非常に少ない仕上げ面を得ることができる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 辻野 史雄  
長野県塩尻市大字宗賀1 昭和電工株式会社 塩尻工場内  
(72)発明者 市川 景隆  
長野県塩尻市大字宗賀1 昭和電工株式会社 塩尻工場内

審査官 澤村 茂実

(56)参考文献 特開昭63-169262(JP,A)  
特開平10-152673(JP,A)  
特開平8-91834(JP,A)  
特開平1-148710(JP,A)  
特開平8-134435(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K 3/14  
B24B 37/00  
H01L 21/304