

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-546208

(P2008-546208A)

(43) 公表日 平成20年12月18日(2008.12.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 41/22 (2006.01)	HO 1 L 41/22	Z
HO 1 L 41/193 (2006.01)	HO 1 L 41/18	1 O 2
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 1 L 41/08	C
HO 1 L 41/08 (2006.01)	HO 1 L 41/08	L
HO 1 L 41/26 (2006.01)	HO 1 L 41/08	H

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-515278 (P2008-515278)
 (86) (22) 出願日 平成18年6月5日 (2006.6.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年12月27日 (2007.12.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2006/002055
 (87) 国際公開番号 W02006/131716
 (87) 国際公開日 平成18年12月14日 (2006.12.14)
 (31) 優先権主張番号 0511460.8
 (32) 優先日 平成17年6月6日 (2005.6.6)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 0525212.7
 (32) 優先日 平成17年12月12日 (2005.12.12)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

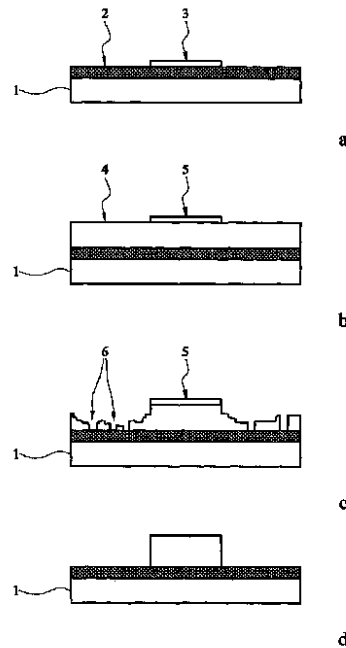
(71) 出願人 500430626
 ザ・ユニバーシティ・オブ・リバプール
 イギリス国 エル69 3ビーエックス
 リバプール, アバクロンビ・スクエア, セ
 ナット・ハウス
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳
 (74) 代理人 100149641
 弁理士 池上 美穂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合物の作製プロセス

(57) 【要約】

本発明は、複合機能ボディ / 基板を、エネルギー・ビームを用いた溶融によってまたはスピン・コーティングによって作製するためのプロセスに関する。機能材料は、好ましくは圧電材料 (P V D F) である。エネルギー・ビームは、好ましくはレーザー・ビームである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複合機能ボディ / 基板を作製するためのプロセスであって、
有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料の構築物を基板上に配置することと、

有向エネルギー・ビームを用いて、機能材料の構築物を選択的に溶融することと、
溶融した機能材料から複合機能ボディ / 基板の機能ボディを形成することと
を含むプロセス。

【請求項 2】

前記有向エネルギー・ビームは、レーザ・ビームおよび電子ビームからなる群から選択される請求項 1 に記載のプロセス。

10

【請求項 3】

複合機能ボディ / 基板は一部または多層複合物である請求項 1 または 2 に記載のプロセス。

【請求項 4】

複合機能ボディ / 基板は高アスペクト比の三次元複合物である請求項 1、2 または 3 に記載のプロセス。

【請求項 5】

金属コンタクト層を用いて前記基板をメタライズするステップさらに含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

20

【請求項 6】

前記機能材料は粒子状固体を含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 7】

前記機能材料は金属含有である前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 8】

金属含有の機能材料は、金属合金、亜鉛、チタン、アルミニウム酸化物、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、ジルコン酸ランタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、硫化カドミウムおよび鋼鉄からなる群から選択される請求項 7 に記載のプロセス。

【請求項 9】

前記機能材料は複数の機能材料成分を含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

30

【請求項 10】

前記機能材料は、第 1 のエネルギー・タイプを第 2 のエネルギー・タイプへ変換することができる少なくとも 1 つの機能材料成分を含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 11】

前記機能材料成分は、圧電材料、形状記憶材料およびオーセチック材料からなる群から選択される請求項 10 に記載のプロセス。

【請求項 12】

圧電材料は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、ポリフッ化ビニリデン (PVDF) およびチタン酸バリウム (BaTiO₃) からなる群から選択される請求項 11 に記載のプロセス。

40

【請求項 13】

前記機能材料は第 1 の機能材料成分および第 2 の機能材料成分を含み、第 1 の機能材料成分は、機能材料が有向エネルギー・ビームにさらされたときに、第 2 の機能材料成分とは異なる挙動を示すことができる請求項 9 に記載のプロセス。

【請求項 14】

第 1 の機能材料成分はポリマーであり、第 2 の機能材料成分は金属である請求項 13 に記載のプロセス。

【請求項 15】

50

ポリマーを選択的に溶融する一方で金属は溶融しないようにするのに十分な第 1 のパワーの有向エネルギー・ビームに前記機能材料の第 1 の部分または全体をさらすことをさらに含む請求項 13 または 14 に記載のプロセス。

【請求項 16】

ポリマーを蒸発させるのに十分な第 2 のパワーの有向エネルギー・ビームに前記機能材料の第 2 の部分をさらすことをさらに含む請求項 15 に記載のプロセス。

【請求項 17】

第 3 のパワーの有向エネルギー・ビームを用いて、金属の一部または全部を選択的に溶融することをさらに含む請求項 15 または 16 に記載のプロセス。

【請求項 18】

前記機能ボディは、複数の一体化された別個の要素を含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 19】

前記複数の一体化された別個の要素は、物理的もしくは化学的特性または物理的もしくは化学的特徴が異なる請求項 18 に記載のプロセス。

【請求項 20】

前記機能ボディは、電気的または熱的伝導性の第 1 の別個の要素と、電気的または熱的絶縁性の第 2 の別個の要素とを有する請求項 19 に記載のプロセス。

【請求項 21】

前記機能ボディは熱管理が可能である前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 22】

前記機能ボディは熱交換器または熱拡散器である請求項 21 に記載のプロセス。

【請求項 23】

前記基板は電子基板である請求項 21 または 22 に記載のプロセス。

【請求項 24】

機能材料を基板に配置させる前に、基板に界面材料を塗布するステップをさらに含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 25】

有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融するステップの間、基板および機能材料の構築物のいずれかが動いているか、あるいは有向エネルギー・ビームが動いている前記いずれか請求項に記載のプロセス。

【請求項 26】

選択的溶融のステップは、前記機能材料の化学的特徴が実質的に変わらないように行なわれる前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 27】

機能材料の構築物を選択的に溶融するステップは軸外で行なわれる前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 28】

機能材料の構築物を基板上に配置するステップは、機能材料の構築物を基板上に配置する複数の連続的なステップを含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 29】

有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融するステップは、有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融する複数の連続的なステップを含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 30】

機能材料の構築物を基板上に配置する連続的なステップと、有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融する連続的なステップとが交互に行なわれる請求項 29 に記載のプロセス。

【請求項 31】

溶融した機能材料から複合機能ボディ / 基板の機能ボディを形成するステップは、溶融

10

20

30

40

50

した機能材料を冷却することを含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 3 2】

機能材料を基板に配置させる前に、基板に薄膜材料を塗布して機能性薄膜を生成するステップをさらに含む前記いずれかの請求項に記載のプロセス。

【請求項 3 3】

前記機能性薄膜をパターニングすることをさらに含む請求項 3 2 に記載のプロセス。

【請求項 3 4】

複合 P V D F 薄膜 / 基板を作製する方法であって、

P V D F を基板に付着させて複合 P V D F 薄膜 / 基板の機能性 P V D F 薄膜を形成することを含む方法。

【請求項 3 5】

アルミニウム・コンタクト・パッドを用いて前記機能性 P V D F 薄膜をメタライズするステップをさらに含む請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】

請求項 1 ~ 3 3 のいずれかに記載のプロセスによって得られる複合機能ボディ / 基板。

【請求項 3 7】

請求項 3 4 または 3 5 に記載の方法によって得られる複合 P V D F 薄膜 / 基板。

【請求項 3 8】

P V D F 薄膜は、アルミニウム・コンタクト層とアルミニウム・コンタクト・パッドの間に挟まれる請求項 3 7 に記載の複合 P V D F 薄膜 / 基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合機能ボディ / 基板を作製するためのプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

シリコン・ベースのマイクロ・エレクトロメカニカル・システム (M E M S) の出現は主として、基本的に二次元 (2 D) の集積回路を製造するために開発されたプロセスから生まれたものである。M E M 技術を、三次元 (3 D) の応用例、例えばマイクロ流体バルブ、インクジェット・ノズル、プロジェクタ・マイクロ・ミラーに拡張するために、高アスペクト比のパターニング技術が開発された。例えば「L I G A」または X 線フォトリソ・プロセスである (例えば、エム・ジェイ・マドウ (M. J. Madou)、*「微細加工の基礎 (Fundamentals of Microfabrication)」* 第 6 章、C R C プレス、ボカ・ラートン (Boca Raton)、F L、1 9 9 7 年を参照)。

【0003】

選択的レーザ溶融法 (S L M) は、金属、セラミックスまたはポリマーの粉末供給原料から複雑な三次元コンポーネントを製造するために従来から実施されてきたプロセスである。このプロセスは、高い密度および均質性を示す複雑な構成要素、例えば工具ダイスや医療用インプラントを製造するために用いられてきた (例えば、欧州公開特許公報第 1 4 1 8 0 1 3 号を参照)。

【非特許文献 1】エム・ジェイ・マドウ、*「微細加工の基礎」* 第 6 章、C R C プレス、ボカ・ラートン、F L、1 9 9 7 年

【特許文献 1】欧州公開特許公報第 1 4 1 8 0 1 3 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、異種複合物を作製する際に選択的溶融を実施することができるという認識に基づいている。より詳細には、本発明は、有向エネルギー・ビームを用いた選択的溶融により複合機能ボディ / 基板を作製する改善プロセスに関する。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

したがって、本発明の一態様においては、複合機能ボディ/基板を作製するためのプロセスであって、有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料の構築物を基板上に配置することと、有向エネルギー・ビームを用いて、機能材料の構築物を選択的に溶融することと、溶融した機能材料から複合機能ボディ/基板の機能ボディを形成することとを含むプロセスが提供される。本発明のプロセスは、優位なことに、マイクロ・システムおよびラボ・チップ技術で用いる“スマート”・マイクロ・マシンおよびメカニズムを製造するための新しい手段を開くものである。

【 0 0 0 6 】

本発明のプロセスは、複合機能ボディ/基板として、例えば航空宇宙もしくは自動車産業用（機能ボディは、熱交換器もしくはスマート・マテリアルである）またはエレクトロニクス産業用（機能ボディは、冷/熱交換器である）のものを作製する際に優位である。

10

【 0 0 0 7 】

有向エネルギー・ビームは、レーザ・ビームであっても良いし電子ビームであっても良い。好ましくは、レーザ・ビームであり、選択的溶融のステップは選択的レーザ溶融法（SLM）のステップである。

【 0 0 0 8 】

好ましくは、複合機能ボディ/基板は、一部または多層複合物（例えばサンドイッチ層複合物）である。基板は基板層であっても良い。機能ボディは機能層であっても良い。あるいは、機能ボディは三次元であっても良い（例えば、円柱状もしくは柱状または複雑な3D構造もしくは構築物）。機能材料の構築物は機能材料の層であっても良い。隣接する層を、結合層と交互に重ねても良い。

20

【 0 0 0 9 】

複合機能ボディ/基板は、一体の部品、デバイスまたは構造を含んでも良い。一体の部品、デバイスまたは構造は、層状であっても良いし、三次元であっても良い。一体の部品、デバイスまたは構造は、機能的であっても良い。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、複合機能ボディ/基板は三次元複合物であり、特に好ましくは、高アスペクト比の三次元複合物である。典型的なアスペクト比（複合物の幅またはX-Yにおける複合物の寸法を、底面からの高さで割ったもの）は1000を超える。この値は、投影をベースとして2.5D複合物を生成する従来のプロセスでは実現することができない。

30

【 0 0 1 1 】

基板は誘電体であっても良い。基板は半導体であっても良い。基板は電子基板であっても良い。電子基板は、1つまたは複数の電子部品、デバイスまたは構造を含んでも良い。例えば、電子基板は、プリント配線板（その上に電子部品が実装される）であっても良いし、半導体ダイ（その上に電子デバイスが製造される）でも良い。

【 0 0 1 2 】

本発明のプロセスでは、基板は、シリコンおよび/または二酸化ケイ素であっても良いし、これらを含んでも良い。通常、基板はシリコンであるか、またはシリコンを含む。基板は、絶縁体層（例えば二酸化ケイ素絶縁層）を含んでも良い。例えば、本発明のプロセスでは、シリコン層に、酸化（例えば熱酸化）を施して二酸化ケイ素絶縁層を生成しても良い。基板はウェハであっても良い。

40

【 0 0 1 3 】

好ましくは、金属コンタクト層によって（例えば、ニッケル、チタン、あるいはアルミニウム薄膜コンタクト層などのアルミニウム・コンタクト層によって）基板はメタライズされる。例えば、本発明のプロセスにはさらに、アルミニウム・コンタクト層によって（例えば、アルミニウム薄膜コンタクト層によって）基板をメタライズすることが含まれていても良い。本プロセスにはさらに、アルミニウム・コンタクト層をパターニングすることが含まれていても良い。パターニングは、湿式エッチ・プロセスによって行なっても良い。

50

【0014】

機能ボディは、望ましい電気、磁気、機械、光学または熱特性を伴うボディであっても良い。例えば、機能ボディは、圧電性であっても良いし、オーセチックであっても良いし、形状記憶を示しても良い。これに関連して、複合機能ボディ/基板は、エレクトロニクス分野においてアクチュエータとして有用である。好ましくは、機能材料は、第1のエネルギー・タイプを第2のエネルギー・タイプに変換することができる。特に好ましくは、第1のエネルギー・タイプまたは第2のエネルギー・タイプは、電気エネルギーである。特に好ましくは、第1のエネルギー・タイプまたは第2のエネルギー・タイプは、機械的エネルギーである。あるいは、機能ボディは、触媒活性であっても良い。

【0015】

特に好ましい実施形態において、機能ボディは、圧電性ボディ（例えば、ポリマー圧電性ボディまたはセラミック圧電性ボディ）である。圧電性ボディは、鉛含有材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛セラミックなどの鉛セラミック）、クォーツ、またはポリマー（例えば、ポリビニルハロゲン化物）からなっても良い。具体例は、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、ジルコン酸ランタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、またはチタン酸バリウムである。好ましくは、以下の材料からなる群から選択される圧電材料である。PVDF（ d_{33} 、約23 pm/V（IEEE 第5回マイクロ・マシンおよび人間科学に関する国際シンポジウム会報（名古屋、1994年10月、75頁）を参照）、PZT（ d_{33} 、約250～300 pm/V）、およびBaTiO₃（ d_{33} 、約150 pm/V）。

【0016】

特に好ましい実施形態においては、機能ボディは形状記憶を示す。例えば、機能ボディは形状記憶合金からなっても良い。形状記憶合金は、チタン・ニッケル合金（例えば、ニチノール（NITINOL）などの50：50のTi：Ni合金）であっても良い。

【0017】

特に好ましい実施形態においては、機能ボディはオーセチック・ボディである。

特に好ましい実施形態においては、機能ボディは触媒活性である。例えば、機能ボディは、化学的に機能化された材料またはドーブされた材料からなっても良い。

【0018】

機能ボディは、素性が均一であっても良いし、不均一であっても良い。例えば、機能ボディは、複数の一体化された別個の要素を有していても良い。機能ボディは、均一または不均一な物理的または化学的特性を有していても良い。機能ボディは、不均一または不均一に熱的または電氣的絶縁性であっても良い。好ましくは、機能ボディは、均一または不均一に熱的または電氣的伝導性であっても良い。

【0019】

機能ボディは、異なる特徴（例えば、異なる化学的または物理的特徴）または特性（例えば、化学的または物理的特性）を伴う複数の一体化された別個の要素を有していても良い。例えば、機能ボディは、電氣的または熱的伝導性の第1の一体化された別個の要素と、電氣的または熱的絶縁性の第2の一体化された別個の要素とを有していても良い。

【0020】

好ましい実施形態において、機能ボディは熱管理が可能である。特に好ましい実施形態においては、機能ボディは熱管理が可能であり、かつ、基板は電子基板である。熱管理が可能な機能ボディは、基板から（例えば拡散によって）熱を移す熱拡散ボディ、または冷媒（例えば、機能ボディの中、上または付近を通過する冷却液）へ熱を移す熱交換器ボディであっても良い。機能ボディが熱管理可能である複合物を作製するための本発明のプロセスの実施形態が有する、熱管理特性を伴う配置を作製するための既存のプロセスに対する優位性としては、以下のものが挙げられる。単一ブロック材料からの加工と比べると廃棄物が最小であること、選択的除去の製造方法（例えばチャンネル）では実現できない熱拡散器/交換器の実現可能性、外部の熱管理システムをサーマル・ピアまたは熱管理層などの電子基板に一体化された要素と一体化すること。

10

20

30

40

50

【0021】

有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は通常、固体である。好ましくは、有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は粒子、特に好ましくは粉末状である。有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は、元素状態で存在していても良いし、元素状態で存在していなくても良い。

【0022】

有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は熱可塑性であっても良い。

好ましくは、有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は金属含有である。金属含有の機能材料には、1つまたは複数の金属種（例えば、元素金属、金属化合物、金属複合材料、金属合金、金属セラミックスまたは有機金属）が含まれていても良い。好ましい金属含有の機能材料は、金属合金（例えば、青銅およびコバルト・クロムなどの低融点合金）、亜鉛、チタン、アルミニウム酸化物、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、ジルコン酸ランタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、硫化カドミウム、および鋼鉄（例えば、ステンレス鋼）である。

10

【0023】

有向エネルギー・ビームによって溶融可能な機能材料は、金属含有ではない機能材料であっても良い。金属含有ではない機能材料の具体例は、炭化ケイ素である。

好ましくは、機能材料は、複数の材料成分（例えば、粉末状の材料成分）を含む機能材料組成物であって、そのうちの少なくとも1つ（好ましくは複数、より好ましくはすべて）の成分は、機能材料成分（例えば、粉末状の機能材料成分）である。特に好ましくは、材料成分は、少なくとも1つの物理的または化学的特性が異なっている。より好ましくは、機能材料組成物は、有向エネルギー・ビーム（例えばレーザー照射）にさらしたときに、不均一な挙動を示す。例えば、少なくとも1つの材料成分は、有向エネルギー・ビーム（例えばレーザー照射）にさらしたときに、別の材料成分とは異なる挙動を示す。有向エネルギー・ビームにさらされたときに異なる挙動（例えば、レーザー損傷に対して異なる閾値）を示すことによって、本発明のプロセスのこの実施形態を用いることで、選択的な素性（例えば、均一な素性または不均一な素性）を伴う機能ボディを作製することが実現可能である。例えば第1の材料成分はポリマーであっても良く、第2の材料成分は金属であっても良い。この実施形態においては、高いレーザー・パワーによって第1の材料成分を蒸発させて金属（すなわち第2の材料成分）だけを後に残し、均一な機能ボディを形成しても良い。より低いレーザー・パワーにおいて、どちらの材料成分も蒸発させずに、不均一な（すなわち金属・プラスチックの）機能ボディを形成しても良い。これは、例えば電気絶縁性要素と電気伝導性要素とを機能ボディ内に作製する際に、優位であり得る。

20

30

【0024】

好ましい実施形態においては、機能材料は、圧電材料（例えば、ポリマー圧電材料またはセラミック圧電材料）である。圧電材料は、鉛含有材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛セラミックなどの鉛セラミック）、クォーツ、またはポリマー（例えば、ポリビニルハロゲン化物）であっても良い。具体例は、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、ジルコン酸ランタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、またはチタン酸バリウムである。好ましくは、以下の材料からなる群から選択される圧電材料である。PVDF（ d_{33} 、約23 pm/V（IEEE 第5回マイクロ・マシンおよび人間科学に関する国際シンポジウム会報（名古屋、1994年10月、75頁）を参照）、PZT（ d_{33} 、約250～300 pm/V）、およびBaTiO₃（ d_{33} 、約150 pm/V）。

40

【0025】

好ましい実施形態においては、機能材料は形状記憶を示しても良い。例えば、機能材料は形状記憶合金であっても良い。形状記憶合金は、チタン・ニッケル合金（例えば、ニチノールなどの50：50のTi：Ni合金）であっても良い。

【0026】

好ましい実施形態においては、機能材料はオーセチックであっても良い。

50

好ましい実施形態においては、機能材料は触媒活性であっても良い。例えば、機能材料は、化学的に機能化されていても良いし、ドーブされていても良い。

【0027】

本発明のプロセスでは、機能材料を基板上に配置することで、それらを近傍に配置するかまたは接触させても良い。例えば、機能材料を基板表面上に塗布しても（例えば、コーティングするか、あるいは伸ばしても）良い。

【0028】

好ましくは、基板には界面材料が設けられる（例えばコーティングされる）。好ましくは、プロセスはさらに、機能材料を基板に配置させる前に、基板に界面材料を塗布することを含む。

10

【0029】

界面材料は、機能ボディの付着を促進することができる点で有用である。界面材料は、基板に対する損傷を防止することができる点で有用である。界面材料は、熱伝達を促進することができる点で優位である。これは、機能ボディが熱管理可能であり、かつ、基板が電子基板である場合に利用されると特に有用である。

【0030】

好ましくは、界面材料は金属含有材料である。例えば、界面材料は、金属含有膜（例えば金属膜）などの金属含有層であっても良い。金属含有界面材料には、1つまたは複数の金属種（例えば、元素金属、金属化合物、金属複合材料、金属合金、金属セラミックスまたは有機金属）が含まれていても良い。好ましくは、金属種は遷移金属種である。

20

【0031】

好ましくは、金属含有界面材料は、基板および機能ボディに付着することができる。好ましくは、金属含有界面材料の耐熱性は低い。好ましくは、金属含有界面材料は、有向エネルギー・ビーム（例えばレーザー）の反射を最小にするために不活性化することができる。

【0032】

好ましい金属含有界面材料は、元素または合金（例えば、遷移金属合金または元素）である。特に好ましい金属含有界面材料は、Ti、Cr、Niおよびステンレス鋼である。他の金属含有界面材料も、機能材料の種類によっては好適であり得る。金属含有界面材料の基板への塗布は、蒸着、プラズマ溶射、スピン・コーティング、コールド・ガス動的スプレー、または選択的レーザー溶融法によって行なっても良い。

30

【0033】

選択的溶融のステップでは、基板および機能材料の構築物は静止していても良いし、あるいは動いていても良い（例えば回転運動）。選択的溶融のステップでは、有向エネルギー・ビームは静止していても良いし、あるいは動いていても良い。好ましくは、基板および機能材料の構築物を回転させて、有向エネルギー・ビーム（例えば、レーザー）源を半径方向に往復させる。この結果、らせん状の構成を伴う機能ボディが形成されるため優位である。らせん状の構成によって、異なる流体（例えば冷媒）を運ぶのに有用たり得る経路が規定される。

【0034】

機能ボディには、流体用のチャンネル、ダクト、トラックまたはチャンバを作製しても良い。機能ボディは、ランダム、疑似ランダムまたは規則的な格子からなっても良い。必要な格子を得るために、あるいはチャンネル、ダクト、トラックまたはチャンバを導入するために、本発明のプロセスをソフトウェア制御しても良い。

40

【0035】

本発明のプロセスにおける選択的溶融のステップは一般に、実質的に無酸素の環境（例えばアルゴン環境）で行なわれる。

好ましくは、本発明のプロセスにおける選択的溶融のステップは、機能材料の化学的特徴が実質的に変わらないように行なわれる。

【0036】

50

通常、本発明のプロセスにおける選択的溶融のステップは、従来のレーザを用いて行なわれる。例えば、レーザは赤外（例えば近赤外）レーザであっても良い。レーザは通常、波長可変レーザである。

【0037】

通常、有向エネルギー・ビーム（例えばレーザ）の波長は700nm以上、好ましくは700～5000nmの範囲の波長、特に好ましくは900～1200nmの範囲の波長、より好ましくは1000～1100nmの範囲の波長である。選択的溶融のステップは、イッテルビウム・ファイバ・レーザ、電子ビームNd：YAGレーザ、またはCO₂レーザを用いて行なっても良い。好ましいレーザの具体例は、1068～1095nmの範囲で動作可能なイッテルビウム・ファイバ・レーザである。

10

【0038】

好ましくは、本発明のプロセスにおける選択的溶融のステップは、軸外で（すなわち、基板表面の法線に対してある角度をもって）行なわれる。この結果、有害な後方反射がオフセットされるため優位である。

【0039】

好ましくは、機能材料の構築物を基板上に配置するステップは、機能材料の構築物を基板上に配置する複数の連続的なステップを含む。

好ましくは、有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融するステップは、有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融する複数の連続的なステップを含む。

20

【0040】

好ましくは、機能材料の構築物を基板上に配置する連続的なステップと、有向エネルギー・ビームを用いて機能材料の構築物を選択的に溶融する連続的なステップとを交互に行なうことによって、機能ボディを徐々に形成する。

【0041】

有向エネルギー・ビーム（例えばレーザ）源のパワー出力、電流、照射時間および焦点パラメータ（例えば、ビーム・スポット・サイズ）は、要求に従って（例えば、機能材料の化学的特徴が実質的に変わらないことを確実にするために）当業者が選択しても良い。

【0042】

好ましくは、溶融した機能材料から複合機能ボディ/基板の機能ボディを形成するステップは、溶融した機能材料を冷却することを含む。これは、自然に行なわれても良いし、冷却手段にさらすことによって行なっても良い。溶融した機能材料から複合機能ボディ/基板の機能ボディを形成するステップによって、付着が生じても良い。

30

【0043】

本発明のプロセスにおける選択的溶融のステップは、好都合なことに、MCPトローリング・テクノロジズ（MCP Tolling Technologies）（英国 ストーン）から販売されているMCPリアライザにおいて、あるいはトライアンフ（Triumph）、EOS、コンセプト・レーザ社（Concept Laser GmbH）、およびアルカン（Arcam）によって製造されているシステムにおいて行なわれても良い。本発明のプロセスを行なうための装置が、国際公開特許公報第2004/08398号に記載されている。

40

【0044】

好ましくは、基板には機能性薄膜が設けられる（例えば、コーティングされる）。好ましい実施形態においては、プロセスはさらに、機能材料を基板に配置させる前に、基板に薄膜材料を塗布して機能性薄膜を生成することを含む。

【0045】

薄膜材料は、機能材料に対して先に規定されるのと同じであっても良い。好ましい薄膜材料はポリビニルハロゲン化物、特に好ましくはPVDFである。

好ましくは、薄膜材料を基板に塗布するステップは、薄膜材料を基板上にコーティング（例えば、スピン・コーティング）することを含む。

【0046】

50

機能性薄膜は、アルミニウム・コンタクト・パッド（例えば、アルミニウム薄膜コンタクト・パッド）を用いてメタライズされても良い。アルミニウム・コンタクト・パッドは、アルミニウム・コンタクト・パッド層であっても良い。プロセスはさらに、アルミニウム・コンタクト・パッドをパターニングすることを含んでいても良い。パターニングは、湿式エッチングによって行なわれても良い。

【0047】

プロセスはさらに、機能性薄膜をパターニングすることを含んでいても良い。パターニングは、乾式エッチング（例えば、乾式プラズマ・エッチング）によって行なわれても良い。こうする上で、先に記載した本発明の実施形態により適用されるアルミニウム・コンタクト・パッドは、有用なエッチング・マスクである。

10

【0048】

機能性薄膜は、数 μm （例えば、3～5 μm ）の厚さであっても良い。

プロセスはさらに、炭素繊維または炭素複合材料を複合機能ボディ/基板に設けることを含んでいても良い。これは、接合または超音波固化によって行なわれても良い。

【0049】

さらなる態様において、本発明は、複合PVD薄膜/基板を作製するための方法を提供し、その方法は、PVDを基板に付着させて複合PVD薄膜/基板の機能性PVD薄膜を形成することを含む。

【0050】

好ましくは、PVDを基板に付着させるステップは、PVDを基板上にコーティング（例えばスピン・コーティング）することを含む。

20

機能性PVD薄膜は、数 μm （例えば3～5 μm ）の厚さであっても良い。

【0051】

好ましくは、本方法はさらに、アルミニウム・コンタクト・パッド（例えば、アルミニウム薄膜コンタクト・パッド）を用いて、機能性PVD薄膜をメタライズすることを含む。アルミニウム・コンタクト・パッドは、アルミニウム・コンタクト・パッド層であっても良い。本方法はさらに、アルミニウム・コンタクト・パッドをパターニングすることを含んでいても良い。パターニングは、湿式エッチングによって行なわれても良い。

【0052】

本方法はさらに、機能性PVD薄膜をパターニングすることを含んでいても良い。パターニングは、乾式エッチング（例えば、乾式プラズマ・エッチング）によって行なわれても良い。こうする上で、アルミニウム・コンタクト・パッドは、有用なエッチング・マスクである。

30

【0053】

本発明の方法において、基板は、シリコンおよび/または二酸化ケイ素からなっても良い。通常、基板はシリコンであるか、あるいはシリコンを含む。基板は、絶縁体層（例えば、二酸化ケイ素絶縁層）を含んでいても良い。例えば、本発明の方法においては、シリコン層に酸化（例えば熱酸化）を施して、二酸化ケイ素絶縁層を生成しても良い。基板はウェハであっても良い。

【0054】

40

好ましくは、基板は、アルミニウム・コンタクト層（例えば、アルミニウム薄膜コンタクト層）を用いてメタライズされる。例えば、本発明の方法はさらに、アルミニウム・コンタクト層（例えば、アルミニウム薄膜コンタクト層）を用いて基板をメタライズすることを含んでいても良い。本方法はさらに、アルミニウム・コンタクト層をパターニングすることを含んでいても良い。パターニングは、湿式エッチ・プロセスによって行なわれても良い。この実施形態では、Alコンタクト層とAlコンタクト・パッドの間に機能性PVD薄膜が挟まれた複合PVD薄膜/基板を作製することができるため優位である。

【0055】

さらなる態様において、本発明は、先に規定されるようなプロセスによって得られる複合機能ボディ/基板を提供する。

50

複合機能ボディ / 基板、機能ボディおよび基板は、先に規定されるのと同じであっても良い。

【0056】

さらなる態様において、本発明は、先に規定したような方法によって得られる複合 P V D F 薄膜 / 基板を提供する。

複合 P V D F 薄膜 / 基板、P V D F 薄膜および基板は、先に規定されるのと同じであっても良い。

【0057】

好ましい実施形態においては、P V D F 薄膜は、アルミニウム・コンタクト層とアルミニウム・コンタクト・パッドの間に挟まれる。

以下、実施例および添付の図面を参照して、非限定的な意味において本発明を説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0058】

ウェハ・パターニング

シリコン・ウェハ・プラットフォーム（図1aを参照）を、従来のクリーン・ルーム・ステップを用いて処理した。Si(100)ウェハ(1)にSiO₂絶縁層(2)を熱的に成長させた(1000°Cで10時間)ものをまずメタライズした。メタライズは、Al薄膜(500nm)を真空下で蒸着してAlコンタクト層(3)を生成することによって行なった。スピン・コーティングしたポジ型フォトリソ膜を、ウェハ内で20秒間UV露光してパターニングした後、現像した。保護されたAlを、HCl/H₂O₂/H₂Oが8:1:1の湿式エッチを用いて、ウェハ内部にまでパターニングした。

【0059】

選択的レーザ溶融法

図2は、MCPリアライズの概略図であり、粉末の連続層103を示している。粉末の連続層103は、堆積されて(第1の層は基板102上に堆積される)ワイパおよび粉体堆積メカニズム100によって均一に拡げられている。こうするために、基板102を支持する支持テーブル104は、ワイパおよび粉体堆積メカニズム100の動作と同期して降下する。100Wのイッテルビウム・ファイバ・レーザ(波長1068~1095nm)101は、コンピュータ生成された特定のパターンに従って、粉末の連続層103を溶融する。単一成分の粉末粒子106は、粉末の連続層103上にレーザ・ビームがデザインを描くにつれて、レーザ・ビームによって完全にまたは部分的に溶融される。構築物の厚みは、走査当たり200μmもの高い値とすることができる。その後、溶融材料は固化され、こうして得られる作製物105は十分に高密度である。

【0060】

可変フォーカス用の光学部品は、シム(Sill)300mm焦点距離レンズである。このレンズにより、フォーカスされたビーム・スポット・サイズとして60μm直径のものが80ワット・パワーで生成される。粉末の連続層103はプロセス中に溶融を受けるため、SLM処理される部分を酸化から保護することが必須である。このため、すべての粉末処理はアルゴン雰囲気(O₂が0.2%未満)中で行なわれる。プロセスの制御は、専用の制御ソフトウェアのフスコ(Fusco)を用いて行なった。

【0061】

実施例1

メタライズされたSi(100)ウェハ(1)上に、平均粒径が50μmの鋼鉄粉末を用いて、高アスペクト比の3DのSLM構築物を実現した。図4a~図4cに、SLM鋼鉄製ボディの光学顕微鏡写真を示す。図4aでは、整列した鋼鉄製の柱状物(詳細には図面の挿入画を参照)が示されている。図4bおよび図4cは、より複雑なボディを示している。このような鋼鉄製ボディの作製時間はおよそ10分間である。図5は、メタライズされたSi基板(1)上のSLM鋼鉄製構築物を首尾良くするために必要なレーザ・パワー、照射時間およびレーザ光学焦点距離の間の相関関係を示す。

10

20

30

40

50

【0062】

メタライズされたSi(100)ウェハ上のSLM構築物を首尾良くするためには、MCPライザにおいて“軸外で”その構築が行なわれる必要がある。すなわち構築物は、レーザ光学/基板表面の法線に対してある角度をもって構成される。これは、高反射性のSi/Al表面に向かってパルスしているときにMCPレーザ光学において起こる“後方反射”をオフセットするためである。

【0063】

実施例2

本発明のプロセスの第2の実施形態においては、圧電性のポリフッ化ビニリデン(PVDF、圧電率 $d_{33} \sim 23 \text{ pm/V}$ (IEEE 第5回マイクロ・マシンおよび人間科学に関する国際シンポジウム会報(名古屋、1994年10月、75頁)を参照))を用いることを示している。こうするために、極小位置決め装置(図3)を作製した。極小位置決め装置は一般に、一对のアクチュエータ10、静止レグ11、および電気接地/バイアス・コンタクト13/14を備えている。一对のアクチュエータ10は、本発明のプロセスの実施形態によって作製される圧電素子16からなる。駆動時、偏向アーム15の移動は、移動式顕微鏡を用いて設定され得る。

10

【0064】

レーザ溶融ステップの間にPVDFに何らかの化学変化が起きたか否かを判定するために、SLM条件のある範囲においてラマン分光法による検査を行なった。図6に結果を示す。レーザ・パワーが増加するにつれて、スペクトル中のピークはグラファイトの存在を示し、最終的には、わずかな痕跡PVDFピークも無い、グラファイトの特徴だけが存在するラマン・スペクトルになる(図6e)。図6は、PVDFのレーザ溶融にとっての最適なSLM条件(10Aのレーザ電流、デフォーカスされたレーザ・スポットに相当する)を強調している(図6bのラマン・スペクトルと未溶融のPVDF粉末から得られるスペクトル(図6aを参照)との間の類似性によって示されるように)。

20

【0065】

活性なPVDF層の厚みは、極小位置決め装置の圧電機能において重要な因子である。SLM構築物プロセスにおいて実現することができる最も薄い活性領域は、PVDF粉体の直径(すなわち、この実験では $100 \mu\text{m}$)に依存する。

30

【0066】

実施例3

本発明のさらなる実施形態においては、ウェハ・パターニングの間に、PVDF層を薄膜(4)の内部にまでパターニングした。これを実現するために必要な付加的なステップ(図1b~図1dを参照)には、PVDF粉末を最初にN,N-ジメチルホルムアミド(DMF)溶媒へ溶解する(15~20重量%のPVDF)ことが含まれる。パターニングされたウェハ上にPVDF溶液をスピン・コーティングし、(3~5) μm の厚みのPVDF薄膜(4)を生成した。次に、第2のAlメタライゼーション/フォトレジスト・ステップ(前述した第1のメタライゼーションと同じ)をPVDFで覆われたウェハに施し、Alコンタクト・パッド(5)を生成した。次に、エッチ・マスクとしてAlコンタクト・パッド(5)を使用した誘導結合プラズマ(ICP)O₂異方性プラズマ乾式エッチ(6)によって、PVDF薄膜内にパターンを移動させた(図1dおよび図7を参照)。活性なPVDF薄膜(4)は、Alコンタクト層(3)とAlコンタクト・パッド(5)の間に挟まれている。鋼鉄製ボディは、前述した本発明の実施形態によりパターニングされたAlコンタクト・パッド(5)の上に作製されても良い。

40

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1a】本発明のプロセスの一実施形態を示す概略図である。

【図1b】本発明のプロセスの一実施形態を示す概略図である。

【図1c】本発明のプロセスの一実施形態を示す概略図である。

【図1d】本発明のプロセスの一実施形態を示す概略図である。

50

【図 2】本発明のプロセスを行なうための M C P リアライザを示す概略図である。

【図 3】本発明のプロセスの一実施形態により作製される複合物の特性を判定するために作製される極小位置決め装置を示す概略図である。

【図 4 a】本発明のプロセスの一実施形態により作製される S L M 鋼鉄製ボディの光学顕微鏡写真である。

【図 4 b】本発明のプロセスの一実施形態により作製される S L M 鋼鉄製ボディの光学顕微鏡写真である。

【図 4 c】本発明のプロセスの一実施形態により作製される S L M 鋼鉄製ボディの光学顕微鏡写真である。

【図 5】本発明のプロセスの一実施形態におけるレーザ・パワー、照射時間およびレーザ光学焦点距離の間の相関関係を示す図である。

【図 6】本発明のプロセスの一実施形態に供される P V D F 粉末の化学的特徴に対する S L M 条件の影響を示すラマン・スペクトログラフである。

【図 7】本発明の一実施形態により作製される複合 P V D F 薄膜 / 基板を示す図である。

【図 1 a】

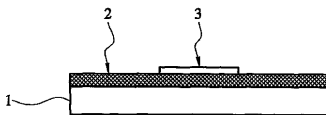


FIG. 1a

【図 1 d】



FIG. 1d

【図 1 b】

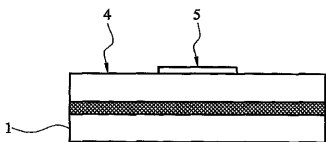


FIG. 1b

【図 1 c】

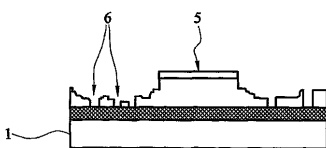


FIG. 1c

【 図 2 】

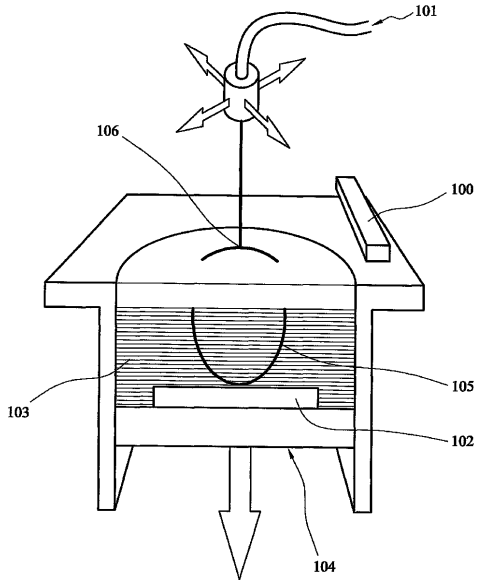


FIG. 2

【 図 3 】

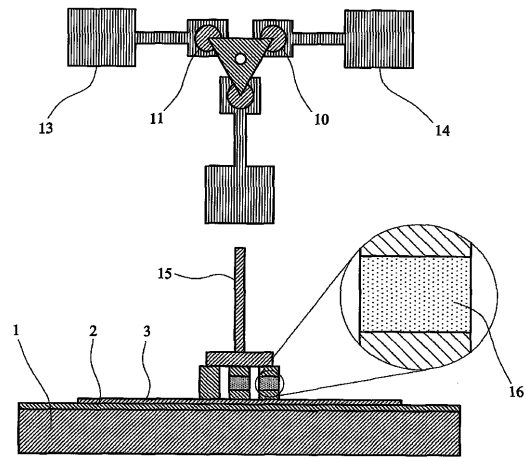


FIG. 3

【 図 4 a 】

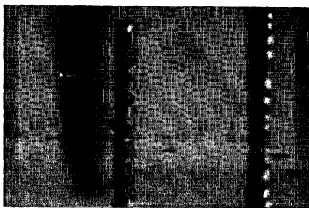


FIG. 4a

【 図 4 c 】

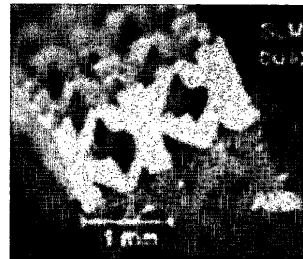


FIG. 4c

【 図 4 b 】

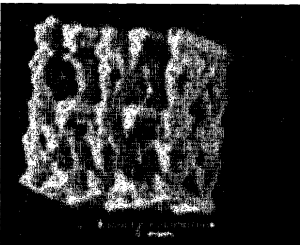
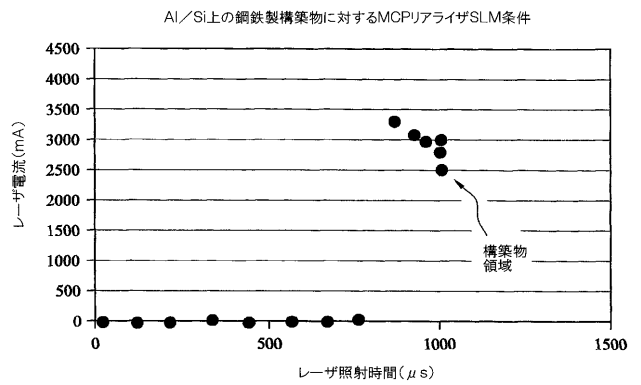
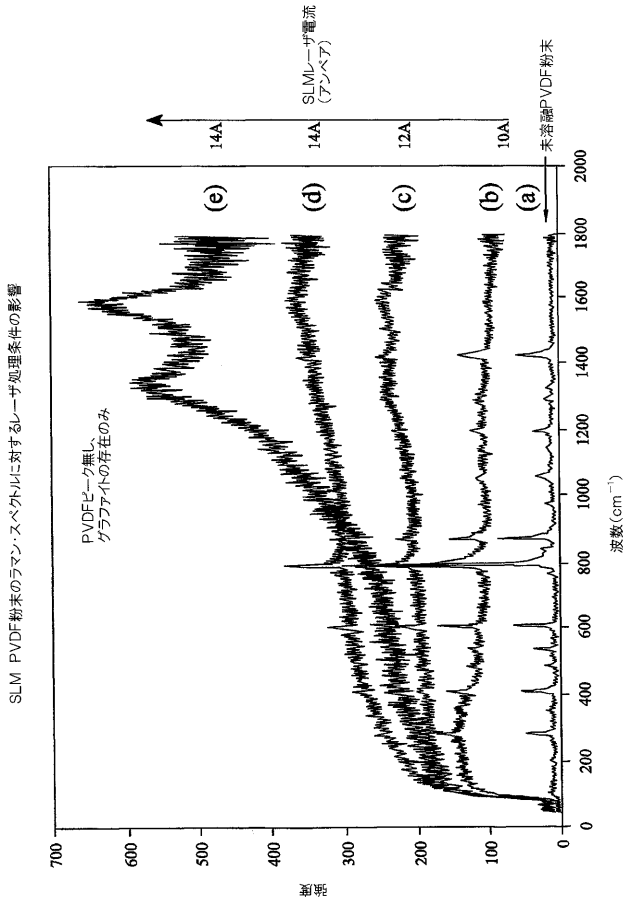


FIG. 4b

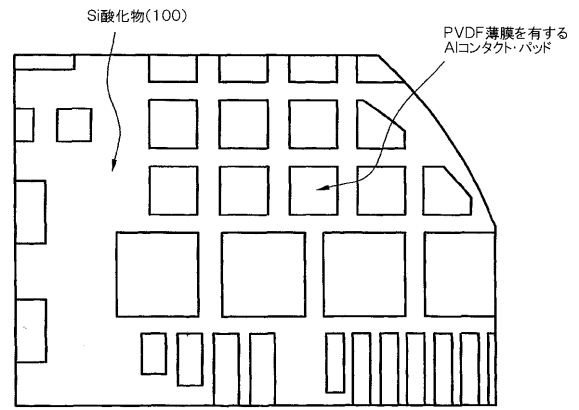
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2006/002055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B22F3/105 B29C67/00 B22F7/04 H01L41/083 B05D1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22F B29C H01L B05D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DUFAUD OLIVIER ET AL: "Stereolithography of lead zirconate titanate ceramics for MEMS applications" 2003, PROC SPIE INT SOC OPT ENG; PROCEEDINGS OF SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING 2003, VOL. 5116 I, PAGE(S) 28 - 37, XP002392391 abstract	1-26, 28-33,36
X	US 2004/184700 A1 (LI XIAOCHUN ET AL) 23 September 2004 (2004-09-23) paragraphs [0038], [0039]	1-26, 28-33,36
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 July 2006		Date of mailing of the international search report 29/05/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer ALVAZZI DELFRATE, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2006/002055

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-33, 36

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2006/002055

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-33, 36

Process of producing a composite functional body/substrate by melting a build of functional material with an energy beam and the resulting composite, the process being especially characterised by the provision of an off axis melting (claim 27) to offset back reflection (example 1).

2. claims: 34-35, 37-38

Process of producing a composite functional body/substrate by adhering a PVDF thin film to a substrate and the resulting composite.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2006/002055

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004184700 A1	23-09-2004	US 6876785 B1	05-04-2005

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/18 (2006.01)	H 0 1 L 41/22 C	
H 0 1 L 41/187 (2006.01)	H 0 1 L 41/18 1 0 1 Z	
	H 0 1 L 41/18 1 0 1 A	
	H 0 1 L 41/18 1 0 1 D	
	H 0 1 L 41/18 1 0 1 C	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 サトクリフ、クリストファー
イギリス国 L 1 8 2 E L リバプール メンラブ ガーデنز サウス 1

(72) 発明者 チョーカー、ポール レイモンド
イギリス国 C H 4 8 5 D U ウィラル ウエスト カービー ダーマンズ グリーン 8