

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4373793号  
(P4373793)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int. Cl. F I  
**GO2B 5/18 (2006.01)** GO2B 5/18  
**GO2B 5/30 (2006.01)** GO2B 5/30

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-568449 (P2003-568449)	(73) 特許権者	596013501
(86) (22) 出願日	平成15年2月12日 (2003.2.12)		オー・ツェー・エリコン・バルザース・アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2005-517973 (P2005-517973A)		OC Oerlikon Balzers AG
(43) 公表日	平成17年6月16日 (2005.6.16)		リヒテンシュタイン、エル・アイ-9496
(86) 国際出願番号	PCT/CH2003/000102		バルザース、イラマリ、18
(87) 国際公開番号	W02003/069381	(74) 代理人	100064746
(87) 国際公開日	平成15年8月21日 (2003.8.21)		弁理士 深見 久郎
審査請求日	平成18年1月23日 (2006.1.23)	(74) 代理人	100085132
(31) 優先権主張番号	60/356,284		弁理士 森田 俊雄
(32) 優先日	平成14年2月12日 (2002.2.12)	(74) 代理人	100083703
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サブミクロンの中空空間を含む成分

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロチャンネル(15, 15')を持つ基板(3, G)を含み、それぞれのマイクロチャンネルは底面および側壁面によって形成されており、前記底面および側壁面の被膜(11)をさらに含み、前記マイクロチャンネル(15, 15')の幅は前記底面からの距離の増加とともに減少し、それによって前記マイクロチャンネルの内部におよび前記マイクロチャンネルに沿って連続的な中空空間を規定する回折光学のための光学成分であって、

前記側壁面における前記被膜(11)の厚さは、少なくとも前記マイクロチャンネル(15, 15')の上部に隣接する領域に沿って前記底面からの距離の増加とともに増加し、それによって前記幅の前記減少に貢献することを特徴とする、回折光学のための光学成分。

【請求項 2】

前記マイクロチャンネル(15, 15')は中心体によって互いに分離されており、マイクロチャンネルの前記幅は、前記中心体の上部において極小値(17)を有する、請求項1に記載の光学成分。

【請求項 3】

前記極小値は、マイクロチャンネルの前記幅の最小値である、請求項2に記載の光学成分。

【請求項 4】

前記マイクロチャンネル(15, 15')は前記マイクロチャンネルの外部に対して閉ざされている、請求項1~3のいずれかに記載の光学成分。

【請求項5】

前記極小値は5nm以下であり、それによって前記マイクロチャンネル(15, 15')は前記マイクロチャンネルの外部に対して開かれている、請求項2または3に記載の光学成分。

【請求項6】

前記被膜は多層スタックコーティング(9')を含む、請求項2~5のいずれかに記載の光学成分。

【請求項7】

前記多層スタックコーティング(9')は少なくとも1つの金属層と、少なくとも1つの誘電体層とを含む、請求項6に記載の光学成分。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の背景

本発明は、埋込まれたマイクロチャンネルを含む光学および解析成分に関する。本発明はまた、このような光学および解析成分を生成する方法に関する。本発明はさらに、このような光学および解析成分の使用に関する。

【背景技術】

【0002】

ミクロンまたはサブミクロンの表面構造を含む光学成分は用途が広範にわたる。このような成分に関する光学分野は回折光学の分野である。異なる製造物の中で、最も有名な代表のうちの1つはコンパクトディスクであり、これは大まかに言えば金属でコーティングされたプラスチック基板における格子構造である。他の例として、反射防止格子、格子結合器およびワイヤ格子偏光子ならびに微小電極機械システムおよび共鳴格子素子が挙げられる。

【0003】

これらのシステムの多くは、光学性能を向上させるために、表面に電氣的に接触させるために、または構造を保護するために、コーティングされる必要がある。このような種類の構造で典型的に用いられる被膜には4つの異なる部類がある。

【0004】

・保護被膜：表面のすべての部分を薄い均質層で覆う必要があり、主に表面構造を保護する被膜(図1aを参照)。

【0005】

・充填被膜：構造を完全に充填する必要がある被膜。この部類の被膜は、被膜面上で表面形状を再生成する必要がある被膜(図1bの左側を参照)および構造を塗りつける必要がある被膜(図1bの右側を参照)にさらに分けることができる。

【0006】

・選択的被膜：構造の一部のみをコーティングする必要がある。他の部分の被膜を回避する必要がある(図1cを参照)。

【0007】

・カバー層：構造内部の指数分布を概して変えずに、谷間に浸透することなく、すなわち構造を埋めるまた埋め込むことなく構造のみを覆う被膜(図1dを参照)。

【0008】

保護被膜は、表面構造を少なくとも実質的に保護するという目的を有する。この被膜は、表面の特徴の配向から独立して、主として均一の厚さである必要がある。これはたとえば化学気相堆積(CVD)法で実現することができ、コーティングされる表面が化学的に活性化され、化学反応によって基板のすべての部分に均一に材料が堆積される。

【0009】

10

20

30

40

50

充填被膜を実現するために、化学気相堆積を用いることもできる。しかしながら、粒子の堆積は、使用される反応ガスの流束に強く依存し、小さな構造は乱流および不均一の流束をもたらす、結果として被膜の厚さが不均一になるかもしれない。さらに、溶着速度（単位時間ごとに堆積される粒子の数と定義される）は、ある領域に存在する表面に比例するため、この種類の被膜技術は、構造を非常に効率的に塗りつける傾向がある。構造が被膜において再生成される場合（図1bを参照）、この種類の充填技術を用いることはできない。

#### 【0010】

スパッタリング等の他の技術を用いて構造を充填することもできる。しかしながら、特に小さな形状および高い縦横比（縦横比＝最小形状に関する構造の深さ）の構造について、これは非常に難しいことが多い。なぜなら、自己減衰シャドーイング効果によって、張り出した構造および不均一の厚さの被膜がもたらされるからである。なお、これは半導体素子の被膜についても周知の問題である。DE19702388に記載されるように、小さな形状の半導体素子のスパッタリングプロセスは先述の不利な点を厳密に示している。

#### 【0011】

選択的被膜を実現するために、およそ遠い点光源から蒸発させることができる。このプロセスは、被膜粒子の平均の自由経路が、ソースからコーティングされる基板の距離よりも広くなるように実現され、被膜は方向性を有するプロセスであるため粒子運動の方向を規定する。方向が基板の法線に平行である場合、構造の垂直の接合部分に堆積される粒子はほとんどない。

#### 【0012】

時に表面構造を保護する必要がある、主として垂直表面をコーティングする必要がある。この場合、視準装置を用いることができる。さらに、US6,210,540に開示されるように、スパッタソースを適用することもできる。ここで、被膜マスクは、基板の法線に平行の方向に機械的に伝搬する粒子束を遮断する。被膜区間は、粒子束がコーティングされる基板の法線に対して斜めの入射角にある領域に制限される。

#### 【0013】

なお、この場合、高い割合の被膜材料がマスク上に堆積されるため、基板の被膜のための材料が失われる。これによって溶着速度が低くなり、スパッタを対象とする使用の効率性も低くなる。

#### 【0014】

傾いた方向性を有する選択的な被膜をシャドーイング効果と組合わせて用いて、構造の上部にエッチングマスクを生成し、上方部分のみを覆って、構造の下方部分を保護されない状態にして、次のエッチング手順のために開放する。これは点光源および被膜粒子の十分な平均の自由経路によって、または視準マスクのいずれかによって行なうことができる。

#### 【0015】

カバー層の場合、状況は非常に異なる。これらの層は主として基礎をなす構造を保護するために用いられる。先述の方法のいずれも追加の製造費をもたらす主要な修正なしに用いることはできない。これまでの技術は、このような構造にはたとえばUS6,288,840で開示されるような埋め込まれたワイヤグリッド偏光子が必要とされることを教示している。しかしながら、どのようにしてこのようなカバーシートを実現することができるかについては何も述べられていない。今日の適用例において、構造に機械的に接合された薄いガラスカバーシートを用いて構造を保護するのが一般的である。なお、多くの場合、構造領域において接着剤を使うことはできない。なぜなら、これは構造を充填し、素子の光学性能に影響を及ぼすからである。さらに、小さな特徴を完全に保護するために、このような素子は密封しなければならないことが非常に多い。これを実現するのは非常に高価であり、ガラスシートの不利な光学的影響を回避できないことが非常に多い。

#### 【0016】

記載された先行技術の手順に従うと、構造における溝をほぼ完全に充填することなく、

10

20

30

40

50

微細構造を実際的に覆う方法は知られていないことが、上記の説明から明らかである。たとえば、US 6,288,840（以下では「840と呼ぶ）に記載されたワイヤグリッド偏光子を用いると、金属ロッドの間の溝が中空空間を形成することが必要である。なぜなら、格子溝における屈折率の増加は、成分の性能に直接影響を及ぼすからである。しかしながら、「840に記載されるように、埋込まれたワイヤグリッド偏光子を用いることが有利である。「840に記載されるように、このような偏光子は、第1の層、第2の層、ならびに第1のおよび第2の層の間に挟まれた平行で細長い間隔をあけた要素の配列を含む。発明者は、好ましい実施例において、溝における材料は空気または真空であると述べているが、実用性の理由から、他の材料を用いてもよい。埋込まれた溝構造の実現は実際的ではないということが結論づけられる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

発明の簡単な概要

本発明の目的は、先述の先行技術の問題を克服することである。本発明の目的は、マイクロメータまたはマイクロメータ以下の範囲で、予め定められた幾何学的形状の埋込まれた中空空間もしくはチャンネルまたは体積を有する成分の実際的に実現可能な設計を開示することである。マイクロメータまたはマイクロメータ以下の範囲で予め定められた幾何学的形状の中空空間もしくはチャンネルまたは体積の総称として、「マイクロチャンネル」という用語が用いられる。本発明のさらに別の目的は、実用性および収益性を犠牲にすることなくこのような成分を生成する方法を開示することである。本発明のさらに別の目的は、このような素子に基づく複数の光学的および/または解析システムを開示することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0018】

先述の先行技術の問題は、独立クレームの主題によって克服される。本発明の有利なさらに他の実施例の特徴は従属クレームを構成する。

【0019】

光学成分は、光学成分の内部または境界で電磁界が作られるときに、予め定められた方法で特にこのような電磁界に影響を与えるための手段を含む成分である。

30

【0020】

本発明の実施例において、光学成分は、  
基板と、  
基板上の微細構造の配列と、

隣接する微細構造の側壁によって形成されたマイクロチャンネルと、基板までの距離の関数として変化するマイクロチャンネルの幅とを含み、上記幅は少なくとも1つの距離間隔内で基板からの距離が増すと連続して減少する。

【0021】

基板までの距離が増すとマイクロチャンネルの幅が狭まることの結果として、微細構造は環境に対してそれほど開放されなくなるために、保護される。なぜなら、大きな汚れまたは埃の粒子がマイクロチャンネルに侵入できないようになるからである。

40

【0022】

本発明に従った光学のさらに他の実施例において、上記配列の微細構造の少なくとも一部は、その上部がカバーでコーティングされた中心体を含み、上記カバーは中心体の側壁を少なくとも部分的に覆うことによって、上記幅が中心体の上部よりも高い極小値を有するように中心体の上部にわたって延在する微細構造の側壁の幾何学的形状を形成する。

【0023】

中心体の材料は、カバーの材料とは異なってもよい。これは、中心体の幾何学的形状がマイクロチャンネルにおける空気とともに光学的效果をもたらす矩形に選択することができるという利点を有する。カバーは、上記光学的效果に悪影響を及ぼすことなく、カバー

50

領域におけるマイクロチャンネルの幅を狭めるように選択することができるが、中心体のマイクロチャンネル構成を保護する。カバーが幅を狭めるため、少なくとも中心体の上部よりも高い極小値が実現される。少なくとも極小値は、対応するマイクロチャンネルの幅の一般的な最小値とすることができる。

【0024】

本発明のさらに他の実施例において、光学成分の極小値はゼロに等しく、マイクロチャンネルは成分の環境から完全に分離される。

【0025】

このような成分によって、マイクロチャンネルは完全に保護されて、微細構造に接触したりその性能を妨害することなく、ガラスプリズムの間で素子をさらにオーバーコートするかまたはさらに処理を施す、たとえば接合することもできる。

10

【0026】

本発明の実施例のうちの1つに追加の特徴は、上記要素は少なくともおよそ細長いロッドの形状を有し、少なくとも局部的に周期的な格子構造を形成することであるかもしれない。

【0027】

使用される波長に対する格子周期に依存して、周期的な格子構造は、回折格子、反射防止格子または特に複屈折被膜層として使用することができる。これらの性能は、格子溝の材料に強く依存する。記載された実施例によって、このような格子構造は光学性能を失うことなく埋込まれた構造として実現することができる。なぜなら、格子溝における指数分布はほぼ残存するからである。たとえば、これを用いてワイヤグリッド偏光子を実現することができる。

20

【0028】

本発明のさらに他の実施例において、極小値は少なくともゼロに近く、少なくともほぼ閉ざされたマイクロチャンネルが実現される。

【0029】

この最小値は、5 nmまたはそれ未満ほどに選択することができる。このような成分を実現するための本発明に従ったプロセスによって、マイクロチャンネルの幅の最終的な最小値を非常に適切に制御することができる。

【0030】

本発明のさらに他の実施例において、中心体は少なくとも1つの金属層を有する第1の層システムを含み、カバーは少なくとも1つの誘電体層を有する第2の層システムを含む。

30

【0031】

これによって、薄膜多層スタックの光学的効果を微細構造の利点と組み合わせることができる。

【0032】

解析プラットフォームは、測定サンプルが成分の内部またはその表面に存在するときに、流体、気体または固体の測定サンプルを操作するための少なくとも補助的な手段を含む成分である。

40

【0033】

本発明の実施例において解析プラットフォームは、  
基板と、  
基板上の微細構造の配列と、  
微細構造と、基板までの距離の関数として変化するマイクロチャンネルの幅とを含み、  
上記幅は、少なくとも1つの距離間隔内で基板からの距離が増すと連続して減少する。

【0034】

本発明のさらに他の実施例において、解析プラットフォームは、流体から所与のサイズの粒子を濾過するように設計される。この実施例において、上記距離間隔内または上記距離間隔よりも広い上記幅の最小寸法は、流体から濾過される粒子の最小寸法と等しいかまた

50

はそれよりも僅かに小さい。

【 0 0 3 5 】

流体から所与のサイズの粒子を濾過するための本発明に従った方法は、  
以下のものを含む解析プラットホームを与えるステップを含み、以下のものとは、  
基板と、

基板上の微細構造の配列と、

微細構造と、基板までの距離の関数として変化するマイクロチャンネルの幅とを含み、  
上記幅は、少なくとも1つの距離間隔内で基板からの距離が増すと連続して減少し、上記  
距離間隔内またはそれよりも大きい上記幅の最小寸法は、流体から濾過される粒子の最小  
寸法と等しいかまたはそれよりも僅かに小さく、上記方法はさらに、

濾過される流体をプラットホームの表面に与えるステップと、

毛管力を用いて、濾過される流体をマイクロチャンネルに入らせ、かつ濾過される粒子  
がマイクロチャンネルに入るのを防ぐステップと、

毛管力、重力および遠心力のうちの少なくとも1つを用いて、濾過された流体を、マイ  
クロチャンネルに沿って解析プラットホームのうち濾過される流体が表面に与えられな  
かった領域へ広げるステップとを含む。

【 0 0 3 6 】

本発明のさらに他の実施例において、少なくとも部分的に埋込まれたマイクロチャンネル  
の配列を生成するための方法は、

基板を与えるステップと、

表面の微細構造を上記基板に与えるステップと、

上記基板を蒸気処理に誘導するステップと、

物理蒸着法の技術を用いて上記微細構造にカバーを堆積して、被膜粒子を上記微細構造  
に誘導するステップと、

コーティング機構へのシャドーイング効果を用いて、微細構造の側壁の上方部分の幅を  
少なくとも部分的に狭めることによって、少なくとも部分的に埋込まれたマイクロチャン  
ネルを形成するステップとを含む。

【 0 0 3 7 】

本発明を要約すると、埋込まれた微細構造の配列は、先行技術で示されるように微細構  
造の上部を覆うだけでなく、埋込まれた微細構造の側壁を少なくとも部分的に覆うカバー  
材料を含む。本発明の主題は、この側壁被膜が、元の中心体の上部よりも上の側壁延長部  
が最小値を有するように、元のコーティングされていない構造の上部にわたって延在する  
新しい側壁の幾何学的形状を形成することである。この最小値はゼロとすることができ、  
マイクロチャンネルを環境から完全に分離する。半導体コンポーネントが分離して実現さ  
れる多くの適用例について、このような種類のマイクロチャンネルは標準のスパッタリン  
グ技術で偶然に製造される。これらの適用例において、このような構造を回避するために  
多くの努力および追加の処理が行なわれる。本発明の一部は、このような構造を光学成分  
および/または解析プラットホームの配置に組込むことである。中心体および中心体のカ  
バーが、異なる光学定数を有する材料の層システム、すなわち多層スタックを含むことが  
でき、かつ光学性能を向上させるために、または追加の特徴すなわち光学、化学または機  
械的特徴を追加するために、層システムの配置を選択することができるということも本発  
明の一部である。

【 0 0 3 8 】

延長された側壁被膜を実現するために、コーティングされる基板面に到達する被膜粒子  
の角溶着速度を操作することも本発明の一部である。本発明の主題は、被膜の条件の選択  
によって規定された方法でこの角溶着速度に影響を与えかつ被膜マスクの使用を回避す  
ることである。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 9 】

発明の詳細な説明

ここで図面を参照して、本発明のさまざまな要素および好ましい実施例が説明される。

【0040】

A 素子

図2に示されているのは埋込まれたマイクロチャンネル15, 15を有する成分1である。この成分1は、基板3、格子領域Gおよび被膜領域Cを含む。格子領域Gは、第1の構造領域5および第2の構造領域7を含む。第1の構造領域5は、空気とは異なる材料を含む。第1の構造領域5は、誘電体材料もしくは誘電体材料層の組合せ、または金属もしくは異なる金属層の組合せのいずれかを含むことができる。それは誘電体層および金属層の組合せを含むこともできる。

【0041】

第2の構造領域7は、マイクロチャンネル15, 15の下方部分を含む。被膜領域C内の第1の構造領域5の上部に被膜9がある。図2から見てとれるように、第1の構造領域5の側壁の少なくとも上方部分は側壁カバー11によって覆われる。カバー9および側壁カバー11に関して、第1の構造領域は、少なくとも部分的に包まれた中心体を形成する。第1の構造領域5は、格子領域Gにおける側壁カバー11およびカバー領域Cにおける被膜9とともに、微細構造を形成する。隣接する微細構造はマイクロチャンネル15, 15の側壁を形成する。

【0042】

格子領域G内のうち少なくとも側壁カバー11によって形成された上方部分にあるマイクロチャンネル15, 15の側壁は、カバー領域Cに連続して延在して、マイクロチャンネル15, 15の上方部分の側壁を形成する。マイクロチャンネル15, 15の上方部分の断面は、瓶の肩の断面形状である。図2aにおいて、ボトルネックは完全に閉じられるため、マイクロチャンネル15は、環境から分離される。しかしながら、図2bに示されるように、マイクロチャンネル15は、接続チャンネル17によって環境に接続することもできる。いずれの場合においても、マイクロチャンネル15, 15の幅は、基板までの距離の関数として変化し、少なくとも1つの距離間隔内で基板3までの距離が増すと連続して減少する。

【0043】

(5よりも多い)多数の間隔をあけた微細構造を基板に与え、隣接する微細構造の距離はせいぜい数ミクロンであり、マイクロチャンネル15, 15の配列を形成する。

【0044】

第1の構造領域5の側壁の少なくとも上方部分は、側壁カバー11でコーティングされる。マイクロチャンネル15, 15の底面の被膜および第1の構造領域5の下方部分の被膜さえも、本発明に従ったこのような成分を生成するためのプロセスで回避することができる。

【0045】

先述のように、マイクロチャンネル15, 15は、図2bに示されるように接続チャンネル17によって環境に接続することができる。小滴の流体をカバー領域の上部に与えて微細構造の少なくとも2つを覆う場合に、マイクロチャンネル15, 15を流体で充填することができ、したがって少なくとも1つの接続チャンネル17を密封する。次に毛管力によって流体を少なくとも1つのマイクロチャンネル15, 15に引き込む。この流体は、例として金属の溶解物または生物学的実験(biological assay)とすることができる。接続チャンネル17の幅は、マイクロチャンネル15, 15に入ることのできる粒子のサイズを決定する。このフィルタリング効果は、以下でさらに説明されるように、解析的な用途ににおいて用いることもできる。

【0046】

図2bにさらに示されるように、カバー領域Cに構造化多層スタック9を含ませることができる。これは、本発明に従った成分が光学成分であれば特に興味深い。この構造化多層スタック9は、反射防止層として作用するように設計することができる。ほとんどの場合において、石英もしくはBK7等の透明のガラス基板またはポリカーボネートもし

10

20

30

40

50

くはP M M A等の透明のプラスチック基板を用いることが好ましい。別の可能性として、基板上にカラーフィルタまたは減光フィルタを実現することもできる。微細構造およびマイクロチャンネル15, 15の寸法が、光学成分に影響を与える電磁界の波長の大きさの次数または波長よりも低い場合において、光学特徴を刺激し、かつ被膜構造の配置を最適化するために、厳密な回折理論または効果的な媒質理論を用いることができる。接続チャンネル17が図2aに示されるように閉じていれば、構造化多層スタックは非構造化多層スタックによって覆うことができる。さらに、基板3および格子領域Gの間に追加の多層スタックを含む成分を実現することができる。

【0047】

図2cには、第2の構造領域7の底面が、マイクロチャンネル15が薄くて細長いチャンネルを形成するようにコーティングされた成分が示されている。やはり毛管力を用いて、これらのチャンネルを流体で充填することができる。

【0048】

#### B 製造

上述のように、先行技術は、多くの場合において小さな深い構造に与えられる標準のスパッタ技術は中空空間をもたらすことを教示しており(D E 1 9 7 0 2 3 8 8)、当業者はこれらの中空空間を回避しようと試みている。本発明の主題は、マイクロチャンネル15, 15につながるこれらの中空空間の明確な形状が実現されるように、基板上の粒子溶着速度の角分布を制御することである。被膜粒子の角分布は、さまざまな数の被膜パラメータに依存する。

【0049】

角分布は、それが結晶質、多結晶質または非晶質であるかを対象構造に依存する。それが平坦であるかまたは湾曲しているかもターゲットの幾何学的形状に依存する。角分布は、粒子が一般的にどのようにしてたとえば視準または集束励起ビームによって目標ソースから励起されるのか、および励起ビームの発生率の角が鈍いか鋭いかにも依存する。被膜粒子の角分布はさらに、どの種類の励起ビーム(すなわち特に気体、イオン、電子、レーザー光が可能である)が使用されるかにも依存する。

【0050】

一旦粒子がターゲットから励起されると、気体圧力、使用される気体の原子の質量、気体の流束、ある程度までは気体の流束の配向に依存して、散乱が生じる可能性がある。散乱の可能性は経路にも依存し、粒子は基板に当たる前に伝搬しなければならない。

【0051】

コーティングされる第1の構造領域5を有する基板が、近接した距離でターゲットを通過する被膜手順において、電力変調またはプラズマ周波数の変調は、基板上の第1の構造領域5に影響を与える被膜粒子の角分布に影響を与えることができる。この角分布は、微細構造の最終的な幾何学的形状、したがってマイクロチャンネル15, 15の幾何学的形状を決定する。

【0052】

第1の構造領域5の側壁のシャドローイング効果は、このプロセスにとって重要な役割を果たす。例として、表面格子構造を有する基板を調べる。格子構造は層状の第1の構造領域5を含み、格子領域Gの厚さは500nmであり、第1の構造領域5および第2の構造領域7の幅は250nmである。第2の構造領域7の縦横比は500nm/250nm=2である(縦横比は形状の幅に対する形状の高さの比である)。非円錐の平面を格子ベクトルおよび基板の表面上の法線にまたがる面と定義する。格子領域G上およびGにおいて影響を与える被膜粒子の伝搬ベクトルは、非円錐の平面に平行なベクトル成分を有することができる。被膜を、このベクトル成分が基板の表面上の法線に対して45°またはそれ以上に傾けられた被膜粒子に制限すると、側壁の上半分のみがコーティングされる。これは、側壁の下半分が隣接する微細構造の反対側の側壁によって陰にされるからである。この効果は自己減衰する。なぜなら、側壁の上半分の被膜の厚さが増すと、コーティングされた側壁の間の距離が減少し、結果としてシャドローイング効果が増大するからである。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 3 】

図3は、シャドーイング効果をどのようにして実際に実現することができるかについての3つの典型的な被膜のスナップショットを示している。コーティング源21は被膜粒子を生じるターゲットを含む。構造化基板23は、回転マウントの位置3bにおいて構造化された面がコーティング源に面し、かつ格子線が回転マウントの回転軸に少なくともほぼ平行となるようにそれを回転基板マウント27に固定する。基板がターゲットの真正面にくれば被膜プロセスを終えることができる(図3bを参照)。図3aから図3cに従った位置の間に被膜プロセスを開始すると、第1の構造領域5の側壁および第1の構造領域の上部の大部分が対称的にコーティングされる。3aのみまたは3cのみに従った位置において被膜プロセスを開始すると、側壁が非対称にコーティングされる。なお、3つのすべての位置3a、3bおよび3cの間に被膜プロセスを開始すると、第2の構造領域7の縦横比が十分に高い、特に1よりも高い場合にシャドーイング効果をもたらす可能性がある。異なる溶着速度を連続して選択することができ、これはプロセスが開始・終了のステップの機能に限定されないことを意味する。すなわち、溶着速度はむしろ選択できる連続的な機能である。さらに、非対称的な被膜について、たとえば2つのターゲットが使用される場合(図示せず)、1つの材料を一方側にコーティングし、かつ別の材料を他方側にコーティングすることもできる。これは、たとえば効果的なブレード格子(たとえば非対称的な格子)を製造する可能性をもたらす。

10

## 【 0 0 5 4 】

溶着速度を制御するために、電力変調を用いることができる。別の可能性としてプラズマ周波数を変えることができる。発明者は、プラズマ周波数のある周波数の上限まで上げると溶着速度が低下し、かつ制限溶着速度(100kHz以上)は本質的にゼロであることを発見した。溶着速度における(基板の動きと同時の)高速の変化が必要とされるため、この高周波数の効果を用いることが有利である。なお、US6,210,540とは異なり、ターゲットのマスキングは必要とされない。

20

## 【 0 0 5 5 】

一旦異なるプロセスパラメータのための被膜粒子の可能な角分布が評価されると、たとえば粒子伝搬分散および堆積モデルに基づいて、コーティングされる構造化基板の表面の位置の関数としての基板上の堆積をシミュレートすることができる。異なるプロセスパラメータは、異なる被膜の幾何学的形状をもたらし、上記幾何学的形状は基板における微細構造の実際の幾何学的形状にも依存する。これらのシミュレーションに基づいて、おそらく粒子の溶着率の角分布の動的調整を含む最適な被膜方策を決定することができる。したがって、被膜材料の種類および粒子のエネルギーが被膜プロセスの際に、被膜粒子の溶着速度の角分布の能動的および動的制御とともに採用されて、所望の被膜の幾何学的形状を実現する。たとえば、電磁界の波長よりもかなり低い格子周期を有する格子構造を含む光学成分について、成分は殆どの場合、(ゼロ次数格子の)光学性能で照明され、周期が波長よりもかなり低い限り格子周期への依存は弱い。したがって、格子周期は比較的自由に選択し、かつ被膜要件に適合させることができる。短い格子周期は、同じ厚さの格子領域Gとともに第1の構造領域の高い縦横比をもたらす。

30

## 【 0 0 5 6 】

## C 適用例

埋め込まれたマイクロチャンネルを含む成分を用いた多数のシステムがある。マイクロチャンネルが空気で充填されたままのシステムと、空気で充填されたマイクロチャンネルを含む成分が中間生成物であり、最終的なシステムにおいてマイクロチャンネルは空気とは異なる材料で充填される成分とを区別することができる。

40

a) マイクロチャンネルが空気で充填されたままの適用例

i) 光学被膜技術において、有用な光学被膜材料の範囲は制限される。有用な硬い被膜材料の屈折率の下限値はMgF<sub>2</sub>で約1.38である。より低い率の材料があるが、これらは一般的に軟らかい被膜をもたらす、用途が幅広くない。

## 【 0 0 5 7 】

50

誘電体のサブミクロンの格子構造について、格子周期が使用される光の波長よりもかなり短ければ、格子層は人工的な反射率を有する人工的な材料として作用する。(ゼロ次格子との関連で)既知の「有効媒質理論」によって人工的な屈折率を決定することができる。これによって、 $MgF_2$ の率よりもかなり低い屈折率を有する安定した人工的な被膜層が可能になる。

#### 【0058】

層状の第1の領域構造および層状の第2の領域構造を有する基板上のゼロ次二元格子構造について考える。第1の領域構造は $MgF_2$ で充填され、第2の領域構造は空であるかまたは空気で充填される。人工的な屈折率は、格子の格子周期に対する第1の領域構造の比であるデューティサイクルに依存して純粋な $MgF_2$ の率よりもかなり低い。これらの構造は周知であるが、これまで第2の領域構造を充填することなく表面構造をオーバーコートすることが困難であったため、このような非常に低い率の材料に基づいた多層構造の製造は実際的ではなかった。本発明の手順に従えば、埋め込まれたマイクロチャンネルを実現することができる。第2の領域構造の部分の殆どは、空のままかまたは空気で充填されたままである。構造を完全に閉じることができるため、追加の連続的なまたは構造化された層を用いることができる。

10

#### ii) 複屈折層

一次元ゼロ次格子構造について、先述の有効媒質理論は配光依存有効率をもたらす。格子線に平行な有効率は格子線に垂直な有効率とは異なる。本発明に基づいて、多層スタック複屈折光を実現することができる。これによって、角度依存しない広帯域偏光ビームスプリッタ、非偏光カラーフィルタ、角度依存を示さない誘電体ミラーを設計、製造することができる。

20

#### 【0059】

より特定の例として、角度依存しない偏光ビームスプリッタを製造する可能性が説明される。非円錐の入射について、光はTM偏光およびTE偏光に直角に分離することができる。TM偏光について、電界ベクトルは、先に定義したような非円錐面の入射面において振動する。TE偏光について、電界ベクトルは入射面に垂直に振動する。偏光ビームスプリッタの基盤は屈折率が1.48の石英基板である。この石英基板上で、 $TiO_2$ に基づく誘電体ゼロ次格子が実現され、このデューティサイクルは、TM偏光について人工率が $n(TM) = 1.48$ に対応するように選択される。これは一次元の格子構造であるため、TE偏光の人工率はかなり高くなる。本発明の手順に従うと、この格子構造は反射率が $n = 1.48$ に近い $SiO_2$ 被膜で覆われる。別の $TiO_2$ 格子が、好ましくは同じ人工入射をもたらす同様のデューティサイクルでシステムに与えられる。このような方法で多層スタックを作ることができる。カバー材料が石英である場合、TM偏光の屈折率は常に $n = 1.48$ に近い。対照的に、TE偏光は高指数層および低指数層が交互になった多層システムにおいて伝搬する。これらの層の厚さは、TE偏光が非常に効率的に反射される一方で、TM偏光が非常に効率的に透過するように調整することができる。入射光の一部のみを反射して、たとえば画像投影装置に有益な波長依存の偏光ビームスプリッタをもたらすように層の厚さを設計することができる。ガラス、特にBK7, SF1, SF2またはプラスチック等の他の透明な基板材料を用いることができる。その場合、構造および層の配置を調整する必要がある。

30

#### iii) 単純なオーバーコート

環境に開放されたミクロンまたはサブミクロンの表面構造が埃や傷または他の環境の影響のために容易に破壊されることは広範な問題である。この問題は特に、第1の構造領域および空気で充填されたままの第2の構造領域を充填する薄い金属線を有する一次元ゼロ次格子構造に基づく、いわゆるワイヤグリッド偏光子にあてはまる。先行技術に従ったワイヤグリッドの被膜は、偏光子の光学性能に直接影響を与える。なぜならこれは第2の構造領域を被膜材料で充填するからである。本発明に従ってこれらのワイヤグリッド偏光子をオーバーコートでコーティングすることによって、ほぼ第2の構造領域を充填することなくこれらの構造が保護される。光学特徴に関する配置の設計の際にオーバーコートを考

40

50

慮に入れると、特にオーバーコートが多層スタック、典型的に交互の材料の誘電体スタックを含んでいても光学性能を向上させる可能性がある。別の局面では、銀がこれらの金属グリッドの選択の材料となる。しかしながら、保護がない状態で環境に晒された銀は非常に短期間に劣化し、劣った光学性能をもたらす。これが典型的にアルミニウムがワイヤグリッドに使用される所以である。環境的に銀を保護するために、第2の構造領域を充填することなく、またはこの構造領域を完全に充填することなく、銀格子をコーティングすることができれば、このような適用例において銀のワイヤ格子の使用が可能になる。この場合、銀を含む第1の構造領域をさらに保護するために、(薄い)側壁カバー11をマイクロチャンネル15, 15の底面まで延ばすことが有益であるかもしれない。

**【0060】**

b) 本発明に従った成分が中間生成物である適用例

薄い接続チャンネルを介して環境に接続された格子構造内でマイクロチャンネルを実現することができれば、マイクロチャンネルを流体で充填する可能性が開かれる。この充填プロセスは毛管力に基づくことができる。

**【0061】**

i) ワイヤ格子偏光子

図2に示されるように、マイクロチャンネル15, 15には異なった考え得る配置がある。場合によって、その形状は、1つの偏光を効果的に透過させる一方で他の偏光が反射されるように、金属ワイヤが持つ最適の形状に近い形状である。このような好ましい形状は、ワイヤが上部で長い接続チャンネル17を形成し、かつ底部が図4aにおいて示されたマイクロチャンネルのような1つ以上の鋭い縁部19の形状を有する構造である。なお、第1の構造化領域5の材料、被膜材料および基板材料は同じものとする事ができる。ここで金属の溶解物または溶剤を素子の上部に与えて、接続チャンネル17を密封することができ、毛管力はこの流体をマイクロチャンネルに引き込む。したがって、ここでマイクロチャンネルは流体37で充填され、これは図4bに示されるように好ましい幾何学的形状を有するワイヤ格子を形成する。一旦流体37がマイクロチャンネルに入ると、それは、たとえば溶解物を冷却することによって、その固体の状態に変化することができる。

**【0062】**

(ii) 流体を有する適用例

同じ毛管力を用いて、液体(またはより一般的には化学試薬または反応生成物)を二次元の成分(図5を参照)上で地点Aから地点Bに引き寄せることができる。地点Aは幾分機能することができる、すなわちその機能は、たとえば液滴または液体を堆積することができる、本発明に従った格子の上の疎水性のオーバーコートによって実現される試薬を制限することができる。それはさらに、たとえば分析される液体から血液の固体成分または沈殿されたペプチドを濾過するフィルタとして作用することができる。マイクロチャンネルを有する格子構造はそれにより化学反応が起こる地点Bへの移送媒体として作用する。ここで表面は、液体と反応しかつたたとえば蛍光検出スキームで検出することのできる化学物質によって覆うことができる。好ましい実施例において、格子のオーバーコートおよび表面の化学増感、素子上の地点Aおよび地点Bまたは追加の地点において互いに異なる。

**【0063】**

これは勿論、間に移送領域を有する2つの地点AおよびBに限定されず、地点の配列に適用される。

**【0064】**

地点のサイズは、0.05mmの典型的な寸法から5mmの典型的な寸法の中から選択することができる。勿論これは生物学的な化学反応以外にも適用することができる。

**【0065】**

より特定の例を与えるために、流体における粒子を濾過するための分析的なプラットフォームが記載されている(図5を参照)。接続チャンネルの幅を選択することができれば

10

20

30

40

50

、流体 33 に分散した粒子 35 を濾過する可能性が開かれる。たとえば、入口チャンネルの幅よりも大きいサイズの粒子 35 を含む液滴が素子上に分散されると、毛管力のために流体 33 がチャンネルに引付けられ、液滴の元の位置から離れた領域においてチャンネルに沿って広げられる。素子上で残りのより大きな粒子を分析することができる。チャンネルにおける純粋な流体を別々に分析することができる。

#### 【0066】

接続チャンネルの幅は非常に厳密に選択することができる。したがって、接続チャンネルでふさがれる大きな粒子をマイクロチャンネルに入ることのできるより小さな粒子から分離することができる。本発明に従った製造プロセスによって、マイクロチャンネルに沿って勾配特徴を実現することができる。これを実現させるには様々な可能性がある。1つの可能性は、基板上で領域構造 5 を実現することであり、この領域構造は間に空の第 2 の領域構造 7 を有する細長い要素であり、第 2 の領域構造 7 の幅および/または深さは、数マイクロメートルまたはそれ未満の範囲であり、第 2 の領域構造の幅は細長い要素の長さの少なくとも一部に沿って連続的に変化する。本発明に従って第 1 の領域構造 5 をコーティングすることによって、マイクロチャンネルの長さの少なくとも一部に沿った可変の幅を有するマイクロチャンネルが生じる。別の可能性は、被膜パラメータに細長い要素に沿った基板上的位置の関数として格子を導入することにより、細長い要素に沿った基板上的位置に対して被膜粒子の角分布の依存を導入することによって、マイクロチャンネルの幅の変化を実現することである。マイクロチャンネルにおける勾配の特徴を実現することによって、たとえば異なるサイズの粒子を互いからさらに分離することができる。

#### 【0067】

本発明の別の適用例において、解析成分が膜、特に生物学的な膜のための安定化手段として用いられ、安定化によって空気または流体において膜の自立領域が与えられる。これを達成するために、本発明に従った解析プラットフォームを明確な幅の接続チャンネル 17 とともに用いる。膜は、解析プラットフォームのカバー層 C の上部に直接または間接的に位置付けられる。膜の一部は、カバー 9 の表面に接続されるか、または少なくとも間接的にそれと接触する。膜の自立部分は接続チャンネル 17 を覆う。場合によって、コーティングされていない第 1 の構造領域で膜を安定化することも可能であるが、本発明に従って第 1 の構造領域をコーティングすることによって、自立部分の幅を直接かつ適切に制御することができる。自立部分は、膜、特に生物学的な膜の、蛋白質もしくは受容体または他の機能的手段を含む場合、ほとんど摂動されていないシステムの反応および/または動力学を検査することができる。流体を、膜の自立部分の両側で、すなわちマイクロチャンネルに接続された側、および膜のうちマイクロチャンネルと反対側の他方側で与えることができる。一方側の流体は他方側の流体とは異なる。たとえば、異なる濃度の鉄を実現させることができ、分散プロセスを検査することができる。

#### 【0068】

いくつかの生物学的なプロセスにおいて、膜の一方側の特定の物体の浸透は、膜の他方側での特定の反応をもたらす。たとえば特定の物質を環境から膜に結合することは、たとえば分析することのできるマイクロチャンネルに分散する膜を残すメッセンジャー物質において行なうことができる。場合によって、これは異なる光学的方法で検出することのできる流体の色に変化をもたらす可能性のある pH 値の変化をもたらす。

#### 【0069】

分析の目的のために異なる光学スキームを使用することができる。たとえば、第 1 の構造領域 5 は導波管を形成することができる。これらの導波管は、この導波管で伝搬する光がマイクロチャンネル 15, 15 において一過性の領域を設けるように設計することができる。図 5 b において、導波管におけるまたは導波管から出る光を結合するための結合格子 31 がさらに示されている。格子は、中空空間からの光を結合するために使用することもできる。一般的に、これによってたとえば蛍光性のマーカで表示された粒子の検出が可能になる。さらに一般的に、この装置によってラベルによる検出およびラベルによらない検出が可能になる。

## 【0070】

どのようにして埋込まれたマイクロチャンネルを有する成分がサブミクロンの構造に基づいて実現することができるかが示されてきた。典型的に、このような構造は典型的な形状のサイズが20nmから1 $\mu$ mの周期的な構造である。深さは、典型的に5nmから3 $\mu$ mの範囲である。しかしながら、これらの数字は典型的な値のみを示しており、他の寸法も可能である。実際的に製造可能なマイクロチャンネルの幾何学的形状にされた光学および/または解析成分の配置を選択する際の基本的な考えが、この開示を通して異なる例において記載されている。さらに、どのようにしてマイクロチャンネルの幾何学的形状が特定の被膜技術を用いて影響される可能性があるかが説明された。空気で充填されたおよびいくつかの他の材料で充填されたマイクロチャンネルを有するこのような成分の適用例が与えられている。これは、毛管力によって可能であることが述べられた。しかしながら、圧力、磁力または電力等の他の力を用いることもできることが明らかである。毛管力に加えて、流体をそれがマイクロチャンネルに入った点から離れてマイクロチャンネル内部に引き込むために、表面法線に平行な回転軸で素子を回転させることによって、遠心力を用いることができる。

10

## 【0071】

本発明の範囲は、例示のために与えられた例を超えることが明らかである。明らかに、本発明の範囲において、基板3および格子領域Gの間に、ならびに基板3の裏側またはカバー領域Cの上面に単一のまたは多層のスタックを有することができる。これらのスタックを用いて、圧力補償層をもたらし、光学性能を向上させ、導電層または他の電氣的、光学的、機械的および/または化学的效果をもたらすことができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0072】

【図1a】先行技術の保護被膜を有する構造の断面図である。

【図1b】先行技術の充填被膜を有する構造の断面図である。

【図1c】先行技術の選択的被膜を有する構造の断面図である。

【図1d】先行技術のカバー層を有する構造の断面図である。

【図2a】環境から分離されたマイクロチャンネルを有する本発明に従った被膜構造の断面図である。

【図2b】構造化された被膜スタックおよび環境に接続されたマイクロチャンネルを有する本発明に従った被膜構造の断面図である。

30

【図2c】薄くて細長いチャンネルを形成するマイクロチャンネルを有する本発明に従った被膜構造の断面図である。

【図3】被膜手順の3つの概略的なスナップショットであり、a)はコーティング源に移動する基板、b)はコーティング源に近い基板、c)はコーティング源を通過した基板を示す図である。

【図4】環境に接続されたマイクロチャンネルを有する構造の断面図であり、a)は空気で充填され、b)は流体で充填された図である。

【図5】解析プラットフォームとして使用される、環境に接続されたマイクロチャンネルを有する構造で、a)は断面図であり、b)は上面図である。

40

【 図 1 】

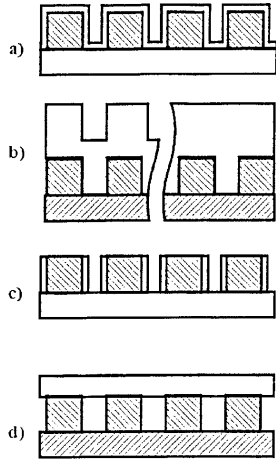


Fig. 1

【 図 2 】

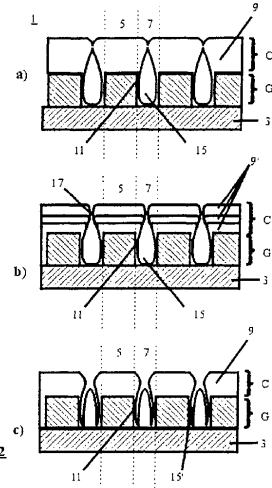


Fig. 2

【 図 3 】

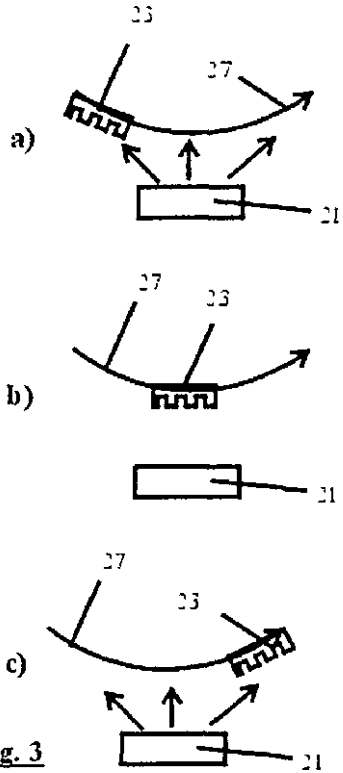


Fig. 3

【 図 4 】

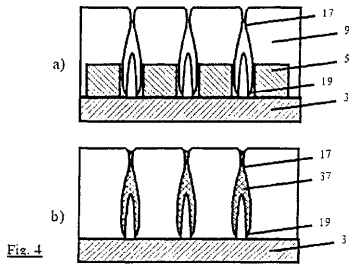


Fig. 4

【 図 5 】

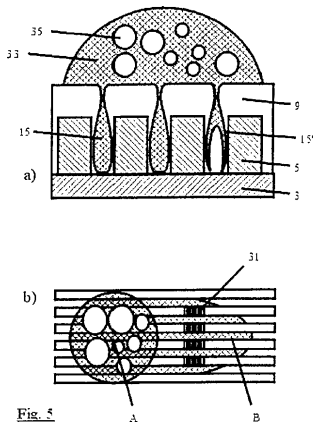


Fig. 5

## フロントページの続き

- (74)代理人 100098316  
弁理士 野田 久登
- (74)代理人 100109162  
弁理士 酒井 将行
- (72)発明者 エードリンガー, ヨハネス  
オーストリア、アー - 6 8 2 0 フラストانس、レッツェシュトラッセ、1
- (72)発明者 ハイネ - ケンプケンス, クラウス  
スイス、ツェー・ハー - 7 0 0 0 クール、レーシュトラッセ、9 9
- (72)発明者 ツェーガー, オトマール  
リヒテンシュタイン、エフ・エル - 9 4 9 5 トリーゼン、オーバーフェルト

審査官 大橋 憲

- (56)参考文献 特開2001-264527(JP, A)  
特開平03-103802(JP, A)  
特開平10-253808(JP, A)  
米国特許第06106677(US, A)  
特開平10-012737(JP, A)  
特開平11-014814(JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/18

G02B 5/30