

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4634034号  
(P4634034)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>CO3B</b>	<b>23/047</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3B 23/047
<b>B29D</b>	<b>99/00</b>	<b>(2010.01)</b>	B29D 31/00
<b>GO2B</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 5/18
<b>GO2B</b>	<b>6/13</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 6/12
<b>GO2B</b>	<b>6/24</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 6/24

請求項の数 17 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2003-532415 (P2003-532415)	(73) 特許権者	504299782
(86) (22) 出願日	平成14年9月30日(2002.9.30)		ショット アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2005-505482 (P2005-505482A)		Schott AG
(43) 公表日	平成17年2月24日(2005.2.24)		ドイツ連邦共和国 マインツ ハッテンベルクシュトラーセ 10
(86) 国際出願番号	PCT/EP2002/010960		Hattenbergstr. 10, D-55122 Mainz, Germany
(87) 国際公開番号	W02003/029156	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開日	平成15年4月10日(2003.4.10)		弁理士 岡部 譲
審査請求日	平成17年9月29日(2005.9.29)	(74) 代理人	100064447
(31) 優先権主張番号	101 48 147.0		弁理士 岡部 正夫
(32) 優先日	平成13年9月28日(2001.9.28)	(74) 代理人	100085176
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 加藤 伸晃
(31) 優先権主張番号	102 25 618.7	(74) 代理人	100096943
(32) 優先日	平成14年6月7日(2002.6.7)		弁理士 白井 伸一
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造化された物体を造形する方法及び装置並びに前記方法に従って作製される物体

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

表面に細長い構造体を備えている物体を造形する方法であって、  
プレフォームが、表面(13)に、一方向に沿って延びている構造体(2から11, 2A, 11A, 2B, 11B, 41から50, 52から64, 66から72)を設けられ、  
構造体を設けられたプレフォームが、少なくとも1つの領域(14)において加熱され、  
そして、

該プレフォームの少なくとも一部は、所望されている断面形状又は最終的な断面形状に対応する断面を採るまで、該構造体が設けられているプレフォームを加熱された状態で引き出す工程を備え、

該工程では、該プレフォームは、 $10^5$  デシパスカル秒から  $10^{10}$  デシパスカル秒の範囲内の粘度で引き出し、

該プレフォームを、該プレフォームを介して単一のパスの間でパワーの高々半分が吸収されるようなスペクトル分布を有している放射線によって加熱して、放射線が反射または散乱した後に少なくとも一の領域上に影響を及ぼし、

これにより、吸収されることなく加熱されるべき領域を既に通過した放射線の要素は、反射または散乱によって材料の背面に導かれて加熱に寄与し、それにより少なくとも一の領域において断面に沿った最大の温度差が0.5未満となることを特徴とする方法。

## 【請求項2】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、

10

20

放射線のパワーの30%未満が、材料を通過する単一のパスの間に吸収されることを特徴とする方法。

【請求項3】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
短波長赤外領域にパワー密度の重心を備えている赤外線が、使用されることを特徴とする方法。

【請求項4】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
1500°K超の色温度を備えている熱放射線が、加熱に使用されることを特徴とする方法。

10

【請求項5】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォームには、凹部が設けられていることを特徴とする方法。

【請求項6】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォームの表面は、  
研削と、  
プレス金型内での熱成形と、  
打抜プレスと、  
処理されるべき表面の所望されている形状のネガを表しているスタンプによる熱押型と

20

、  
少なくとも1本の異形ストランドの融着と、  
のいずれか少なくとも1つの工程によって造形されることを特徴とする方法。

【請求項7】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォームが、100 から2000 の範囲内の温度での加熱状態で引き出されることを特徴とする方法。

【請求項8】

請求項7に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォームが、850 の温度での加熱状態で引き出されることを特徴とする方法

30

【請求項9】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォームが、 $10^8$  デシパスカル秒の粘度での加熱状態で引き出されることを特徴とする方法。

【請求項10】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該造形物体は、刻みを付けて折ることにより、所定の長さに切断され及び/又は個々の物体に分割されることを特徴とする方法。

【請求項11】

請求項10に記載の物体を造形する方法であって、  
該物体は、それらの表面において面研削されることを特徴とする方法。

40

【請求項12】

請求項1から11のいずれか一項に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォーム及び該引出された物体は、ガラスから成ることを特徴とする方法。

【請求項13】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、  
該プレフォーム及び該引出された物体は、ガラス - セラミックから成ることを特徴とする方法。

【請求項14】

50

物体(15)であって、この物体の一方向に沿って少なくとも延びている構造体(2から11, 2A, 11A, 2B, 11B, 41から50, 52から64, 66から72)を備えているものを作製する請求項1に記載の方法であって、出発物体(1)が、少なくとも2つの側部(12, 13)に、一方向に沿って延びている構造体(2から11, 2A, 11A, 2B, 11B, 41から50, 52から64, 66から72)を設けられている方法。

【請求項15】

請求項14に記載の物体を造形する方法であって、前記少なくとも2つの側部(12, 13)は、互いに反対の位置にある側部であることを特徴とする方法。

【請求項16】

請求項14に記載の物体を造形する方法であって、該出発物体は、断面において、作製されるべき物体の正確で細長い複製であることを特徴とする方法。

【請求項17】

請求項1に記載の物体を造形する方法であって、該加熱されるべき領域は、空間に関する所定の場所に保持されると共に、該プレフォームが、前進させられることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に凹部のような、細長い構造体をその表面に備えている物体を造形する方法と、この方法を用いて作製される物体と、このタイプの物体を具備している装置とに関する。

【0002】

光ファイバが、ファイバ・プレフォームから、加熱された状態で線引きされ、これにより、光導波路用の著しく縮小されたファイバ断面を得ることは、知られている。

【0003】

マイクロシステム技術の分野においては、複数の方法が、非常に微細な構造体を種々の材料内へ導入することを目指している。それらの構造体は、通常、点状の又は直線状の凸部又は凹部である。完成部品において、これらの構造体は、例えば、液体又は気体の非常に微細な流れを制御するための通路として使用される。

【0004】

多くの用途において、これらの構造体は、例えば連続的な通路又はリブの形体で、一方向において、例えば縦方向において、部品全体に亘り、均一に形成される。このタイプの部品は、例えば、小型化された熱交換器内に、又は光ファイバを定められた位置の中へ移動させ、次いで、それらをその定められた位置における所定の場所に保持するのに使用される部品内に、含まれる。

【0005】

更に、PCT/JPO0/07955は、実質的にロッドの形体であるレンズを製造する方法を記載しており、この方法においては、ブランクの縮小された断面が、このブランクを再線引きすることによって得られる。上述したファイバ及び実質的にロッドのようなレンズの両方は、各々、外面において丸みを付されており(この種の丸みは、表面張力により、粘稠材料によって自動的に形成され得るので、外面において丸みを付すことは、加熱されたガラスを造形するのに極めて好ましい)、これにより、造形している間、助けられる。

【0006】

精密に前以て定められた横方向の間隔を達成すべくエッチングによって作製されたV溝を備えているシリコン基板が、光情報通信技術において広く使用されている。この文脈において、横方向位置決定正確度がシリコンにおける結晶面によって実質的に定められるということと、高度に正確なフォトリソグラフィック工程を使用することが可能であるとい

10

20

30

40

50

うこととは、極めて有利である。しかしながら、欠点は、V字形の溝の角度が固定されているということであり、その角度は、シリコンの結晶配向とフォトリソグラフィック・パターンニングを行っている間の選択エッチング速度とにより、実質的に前以て決定される。シリコン基板(実質的に単結晶の形態にある)及びフォトリソグラフィック工程の両方における高価格は、廉価な大量生産に対する著しい障害となっている。

【0007】

これに対し、構造を与えられたプレフォームが線引き又は再線引きされつつある場合には、プレフォームの構造が均衡を保って変形させられることを初期の線引きはもたらさず、この結果、多くの用途に対し、線引きされた加工物においてプレフォームの形状が十分な正確度で複製され得ない、という問題が、生じている。例えば、このタイプの形状変化は、特に、温度、プレフォームの断面、線引きに使用される引張力及びプレフォーム材料の粘弾性に依存する、ということが、GB 2 108 483 Aから知られている。線引きの間に起こり得る変形は、糸巻形変形を含み、この糸巻形変形は、元は平坦であった表面の凹曲率を結果的にもたらすと共に、縁部の丸みをも結果的にもたらす。変形、凹又は凸のタイプに対する線引き温度の影響も、特にUS 5,721,050から知られている。

10

【0008】

GB 2 108 483 Aにおいて、この目的のために、プレフォームの作製の間に、形状における変化が考慮される、ということが、提案されている。しかしながら、形状における変化の作用は、線引きされた部分のサイズ及び/又は線引きされた部品に対するプレフォームのサイズ比に依存するので、変形作用の中和は、特定の縮小比において正確に達成されるだけである。従って、複製可能な結果を得るためには、引張力及び温度のような他のパラメータを考慮することも、必要である。

20

【0009】

本発明は、高レベルの横方向位置決定正確度を備えている部品(例えばスペーサ)を低コストで且つ大量に作製するのに使用され得る、安価な作製方法を提供するという目的に基づいている。更に、その方法で達成され得る溝形状及び溝寸法に関する制限は、可能な限り避けられることになり、このようにして、種々のサイズのファイバの溝内での使用が、可能になり、同時に、ファイバを溝の内部に成功裏に保持することが、可能になる。

【0010】

この目的は、その表面に細長い構造体(例えば凹部)を備えている物体を造形する方法により、驚くべき簡単な遣り方で達成され、その方法においては、プレフォームが、その表面に、特に凹部のような細長い構造体を設けられ、これらの構造体を設けられたプレフォームが、少なくとも1つの領域において又は少なくとも部分的に加熱され、そして、例えば凹部のような構造体を設けられているプレフォームが、所望されている断面形状又は最終的な断面形状に実質的に対応している断面をプレフォームの少なくとも部分が採るまで、加熱された状態で線引きされる。

30

【0011】

在来の加熱の場合においては、ガラスは、吸収又は対流により、表面において大いに加熱される。この場合、全体が、熱伝導と著しく長い波長の赤外線とによって加熱され、その著しく長い波長の赤外線は、ほんの短い距離で吸収される。これらのメカニズムは、線引きバルブ(draw bulb)に及び/又は被加熱領域に、温度勾配をもたらす。これは、粘度における勾配と結び付いている。これは、被加熱領域に及び/又は線引きバルブに、ガラスの不均一な流れをもたらす。

40

【0012】

表面張力に加えて、この作用は、均衡が保たれていない変形をもたらす、このことは、例えばGB 2 108 483 Aに記載されているように、非難されるべきである。しかしながら、これらの記載されている作用は、線引きされるべき材料が均一に加熱されることが可能であるならば、大部分は避けられ得る。このため、本発明によれば、プレフォームは、特に、少なくとも1つの赤外線放射装置を備えているもののような、放射線源によ

50

って加熱され、その放射線源からの放射線のうちの小さい割合の放射線だけが、材料を通過する間に吸収される。それに応じて、低レベルの吸収が、線引きされるべき物体全体に均質な加熱をもたらす。この均質な加熱は、線引きバルブ内に、非常に小さい温度勾配を、従って、ガラスの粘度における非常に小さい勾配のみを結果的にもたらし、もって、ガラスは、変形部が形成されることなく、均一に線引きされ得る。

**【 0 0 1 3 】**

物体の表面付近における放射線の大量の吸収を避けるべく、特にガラス又はガラス - セラミックから作られているプレフォームの場合には、スペクトルのパワー密度の大部分が短波長赤外領域内にあるようにして、放射線のスペクトル分布が選択されることが、可能である。大部分のガラス及びガラス - セラミックは、長波長赤外領域内に吸収端を有している。このことが、低い色温度を有している在来の加熱手段が使用される場合に、長波長赤外線(例えば加熱された材料それ自体によって放出される)が材料内へ遠くまで達しない及び/又は加熱されるべき材料の表面において過剰な吸収が起こる理由である。

10

**【 0 0 1 4 】**

赤外線を用いる均一加熱に関し、ここで、本願の出願人の以前の出願への参照も、なされるべきであり、それらの出願は、文献番号 DE 299 05 385 U1、DE 199 38 808 A1及びWO 00/56675であって、これらの開示の内容はその全体が本発明の主題に組み入れられている、ものを生んでいる。

**【 0 0 1 5 】**

勿論、放射線の吸収は、プレフォームの材料に大いに依存する。従って、例えば可視領域における他の放射線源を使用することも、この領域における材料の吸収が十分に少ないならば、考えられ得る。ともかくも、材料を通過する単一のパスの間に放射線のパワーの高々半分が吸収されるようなスペクトル分布を、加熱に使用される放射線が有している、ということが、意図されている。この値は、平均値として理解されるべきである。何故ならば、吸収は、プレフォームの材料にだけでなく、通過する材料の厚さにも依存するからである。しかしながら、その厚さは、線引き方向での断面における縮小を考慮するに、線引き方向において、被加熱領域に沿って変化し、更に、この厚さは、対応している光ビームの空間に関する方向に依存する。

20

**【 0 0 1 6 】**

パワー密度の重心を短波長赤外領域に有している赤外線が加熱に使用されるのが、特に好ましい。プレフォーム用の材料として有利に使用され得る多くのガラス又はガラス - セラミックは、ほぼ  $2.7 \mu\text{m}$  の波長に吸収端を有しており、この結果、これらの材料の透明度は、この値未満の波長において著しく上昇する。従って、放射線であって、その値を超えているところにおいて、この放射線のスペクトルのパワー密度が優勢に存在している、ものを放出する放射線源を使用することが、有利である。これは、例えば、それに対応している高い色温度を有している熱放射線を放射線源が放出するならば、達成される。吸収端が  $2.7 \mu\text{m}$  にあるならば、それより短い波長においてスペクトルのパワー密度が優勢に存在すべきであるという状態は、 $1500^\circ\text{K}$  の色温度で達成される。この場合、スペクトルの全パワー密度のほぼ  $51\%$  が、それより短い波長全体に亘って分布させられる。従って、プレフォームの材料の吸収は、減少し、そして、色温度が、より更に高ければ、例えば  $2000^\circ\text{K}$  超であるならば、材料は、より均一に加熱される。例えば、本発明の一実施形態においては、ほぼ  $2400^\circ\text{K}$  の色温度で作動させられ得る石英チューブ赤外線放射装置を使用するという規定が、存在する。 $2400^\circ\text{K}$  の色温度においては、ウィーンの変位法則によると、スペクトルの最大パワー密度を有している波長は、 $1210\text{nm}$  にあり、即ち  $2.7 \mu\text{m}$  より十分に短い。

30

40

**【 0 0 1 7 】**

更に、エネルギーの利用を向上させるためには、放射線源から加熱されるべき領域上へ直接的に衝突する直接的な放射線だけを用いるのではないということが、好都合である。むしろ、放射線パワーは、反射及び/又は散乱させられた後にその領域上に衝突する間接的な放射線成分をも備えていてもよい。吸収されることなく、加熱されるべき領域を既に

50

通過した放射線成分も、このようにして、散乱又は反射させられることにより、材料上へ戻るように方向付けられ、これにより、加熱に寄与し得る。このようにして、放射線源によって放出される放射線に対してプレフォームの材料が非常に透明であるときでさえ、効率的な加熱を達成することが、可能である。

【0018】

従って、本発明に係る方法を実行する及び/又は本発明に係る物体を作製する装置が、線引きされるべき材料を加熱する放射線源に加えて、反射素子又は放射線を散乱させる素子を含んでいるならば、好都合である。例えば、赤外線放射装置が使用されるならば、赤外線の拡散反射を結果としてもたらず石英の壁の素子を使用することが、可能である。

【0019】

プレフォームの材料によって吸収される放射線のパワーの割合が低ければ低いほど、プレフォームの領域は、より均一に加熱される。しかしながら、これは、また、放射線源からの放射線の全パワーの割合であって、プレフォームの材料を加熱するのに利用されるものを低下させる。例えば、プレフォームの材料が、特に均一な加熱が重要であるということであるならば、又は、線引き装置が、対応して良好な反射性の素子を設けられているならば、材料を通過する単一のパスの間に放射線のパワーの30%未満、更には10%未満が吸収されるように、放射線源は、有利に選択され得、この場合、放射線は、パワーの僅かな損失を伴うだけでプレフォーム上へ戻るようにして、何回も反射又は散乱させられ得る。

【0020】

勿論、線引きされるべきプレフォームの材料の加熱は、また、例えば抵抗加熱のような更なる加熱源によって増強させられ得る。例えば、比較的冷たい周囲空気内における表面冷却の結果として、加熱された材料の表面に温度勾配が生成されてしまうならば、そのことは、有利であり得る。この場合、そのタイプの追加の加熱は、表面に生じる温度勾配を相殺することを可能にする。

【0021】

非常に驚くべきことに、プレフォームを加熱し且つこのプレフォームを加熱された状態で線引きする作業は、粘稠材料の表面張力のために、凹部が基体から押し出され又は追い出されることを引き起こさなかった。更なる非常に驚くべき要素は、このタイプの凹部のサイズを10分の1に、更には100分の1に縮小することが可能であったということであり、この場合、それらの凹部の形状は、実質的に失われず、しかも、形状及び位置における絶対横方向許容差が、上述した縮小率だけ更に改善した。

【0022】

他の溝の表面に対する、溝の表面における10分の1ミリメートルの横方向許容差を有している基体は、10分の1に縮小された後には、ほんのほぼ100分の1ミリメートルの絶対横方向許容差を、そして、100分の1に縮小された後には、ほんの約1 $\mu$ mの絶対横方向許容差を有していた。

【0023】

これは、プレフォームの処理に関して、安価な造形方法が、高レベルの正確度即ち良好な絶対許容差値で且つ安価な材料で使用されることを、可能にした。線引き作業は、その方法によって入手可能にされたスペーサであって、これらのスペーサの絶対許容差値が優秀な高精度の範囲内へ駆り立てられた、ものの収率を劇的に向上させた。

【0024】

本発明に係る方法によって作製可能である物体は、マイクロ構造体を設けられている、同様の知られている部品と比較して、更なる特性によっても区別される。例えば、エッチングによって構造化されている部品と比較するに、本発明によって作製され得る物体の表面の荒さは、かなり減少されており、採用される測定方法内において殆ど検出不可能にさえされている。従って、本発明によって作製され得る部品の光学的な特性及び機械的な特性も、優れている。

【0025】

上述したような、本発明におけるプレフォームの線引き又は再線引きの間に達成される高い寸法精度の原因は、特に、特別に均一な加熱であり、これにより、被加熱領域における横断面全体に亘って、せいぜい僅かな温度勾配しか、結果的に生じない。従って、物体、特にその表面に細長い構造体を備えている物体を造形する方法を提供することも、本発明の範囲内であり、その方法は、プレフォームが、一方向に沿って延びている構造体を表面に設けられており、構造体を設けられたプレフォームが、少なくとも1つの領域において加熱され、構造体を設けられているプレフォームが、所望されている断面形状又は最終的な断面形状に実質的に対応している断面をプレフォームの少なくとも部分が採るまで、加熱された状態で線引きされ、この場合、加熱された領域における横断面全体に亘っての最大温度差が、0.5℃である、という事実により、特徴付けられる。

10

## 【0026】

そのような小さい温度勾配により、特にガラス又はガラス-セラミックが線引きされる場合には、縮小されたサイズの物体における、寸法に関して非常に正確な構造体の複製の所望されている結果を達成することが、可能になる。

## 【0027】

被加熱領域における横断面全体に亘っての最大温度差が0.1℃であるようにして加熱が実行されることが、特に好ましい。

## 【0028】

従って、本発明は、大量生産に適している安価な作製方法であって、この作製方法においては、極めて高いレベルの精度と得られる溝形状の実質的に無制限の選択との両方が達成される、ものを提供する。

20

## 【0029】

造形において達成される優れた結果の故に、特に横方向スペーサに関する、新しい幾何学的構成が、実現され、それらの幾何学的構成は、光通信技術デバイスにおける用途に、分光計における用途に、光コネクタにおける用途に、また、例えば光信号伝送用のファイバ-固体導波路インターフェースのような光通信技術デバイスにおける用途にも、大いに適している。

## 【0030】

プレフォームは、研削、融点より上に加熱されているプレス金型内での熱成形、打抜プレス、又は処理されるべき表面の所望されている形状のネガを表しているスタンプによる熱型押により、特に好都合に造形され得る。

30

## 【0031】

異形ストランドのプレフォーム上への融着であって、プレフォーム上へ融着させられたストランドが凸状構造体を形成する、ものは、そのような凸状構造体の作製に特に適している。

## 【0032】

再線引きに適した粘度が、例えば、伸ばされるべきセクションの温度を制御することにより、設定され得、この場合、プレフォーム用に使用される材料に依存して、通常、ほぼ1000~2000℃の温度が、適切である。

## 【0033】

ガラス(例えばボロフロートガラス)に本発明を大いなる成功裏に適用することが、可能であった。この場合、ほぼ850℃のボロフロートガラスに対して線引き作業が実行されるのが、好都合に可能であった。

40

## 【0034】

本発明の特に好ましい実施形態においては、プレフォームは、ほぼ $10^8$  dPa sの粘度において、加熱された状態で線引きされ、これにより、断面における縮小であって、元の形状をほぼ完全に維持していると共に、断面積の比に基づき、元の断面積の1/100の領域において、更には元の断面積の1/10000の領域において、寸法に関して非常に正確な造形物体を結果的にもたらすものが、結果的に起こった。

## 【0035】

50

線引きされた物体であって、この物体の長さが著しく増大させられたものは、刻みを付けて折ることにより、好都合な遣り方で、所定の長さに切断されて個々の物体に分割される。更なる有利な実施形態においては、刻みを付けて折ることにより、所定の長さに切断された及び/又は個々の物体に分割された物体は、これらの物体の上側部において表面研削され、このようにして、これらの物体は、更なるモジュールに機械的に連結することが可能になる。

【0036】

本発明方法は、また、プラスチックの物体、特に熱可塑性プラスチックから成っている物体にも有利に適用され得る。

【0037】

特に好ましい実施形態は、室温の領域において実質的に熱膨張しないガラス-セラミックを使用した。このことは、特に分光計用の回折格子の作製に関し、このタイプの分光計の極めて安定な動作が確実にされ、更に、高レベルの正確度が信頼性高く保証される、ということ、を、意味する。

【0038】

凹部の好ましい形体は、通常、造形された物体の縦軸に実質的に平行に延びている溝を具備している。

【0039】

第1の好適な実施形態においては、溝は、実質的にV字形の断面を具備しており、この断面は、同様に、溝の縦軸の周りで傾斜させられたVの形状を具備しており、このようにして、ブレイジングを備えている回折格子であって、これらの回折格子においては、回折光の強度が少なくとも1つの回折次数において増大させられる、ものが、もたらされた。

【0040】

本発明に係る造形物体の代替実施形態においては、溝は、実質的に長方形又は台形の断面を有利に有しており、これらの断面においては、V字形溝及びU溝の場合でもそうであるが、溝の側壁の傾斜は、所望されている、実質的に前以て定められ得るプレフォームの傾斜の角度に対応していた。

【0041】

このことは図には詳細に示されていないが、線引きに先立ってアンダーカットがプレフォームに導入され得るならば、アンダーカットを備えている溝を実現することも、可能である。線引き作業の間、溝のこれらの形体も、同様に、本発明方法によって得られる造形物体上に同じ形体で実質的に複製される。

【0042】

本発明の更なる構成においては、例えば、導波路が、溝内へ挿入されると共に、造形された物体は、光導波路の配設用のスペーサとして機能し、このようにして、その光導波路は、前以て整合させられた態様において、更なる導波路に高度の正確度で接続され得る。これらの更なる導波路は、中実物体の表面にフォトリソグラフィック正確度で形成され得る。このタイプの中実物体は、送信機、受信機、変調機、又は、一般的な表現で、光通信技術システムの光回路であり得る。

【0043】

更なる代替実施形態においては、基体とは異なる屈折率を有している透明材料が、溝内へ導入され、そして、このようにして、導波路が、溝それ自体の中に好都合に画成される。

【0044】

造形された物体が反射膜(例えば誘電体多層膜)を設けられているならば、このようにして、高度の正確度を有している反射回折格子であって、回折次数のブレイジングによって最適化されているものを提供することが、可能になる。

【0045】

この種の膜を備えることなく、回折格子は、透過回折格子として使用され得、この場合、透明な基体を選択され且つ反射防止膜が回折格子のそれぞれの表面に適用されるならば

10

20

30

40

50

、好都合である。

【 0 0 4 6 】

基体内を透過させられている光に対し、表面に形成されている回折格子は、それが適切に寸法を定められているならば、分布ブラッグ反射を有している回折格子として使用され得ると共に、光は、基体の外へ又は基体の中へ結合され得る。この種の結合動作は、例えばドーブ導波路増幅器、特に希土類をドーブされている導波路増幅器に対する興味をかなり起こさせるものである。更に、降雨センサの非常にシンプルな実施形態においては、自動車のフロントガラス内へ光が導入され且つ自動車のフロントガラスを通しての或る透過距離の後に光が結合されることが、可能になり、この場合、自動車のフロントガラスを雨粒が打った結果としての、フロントガラスにおいて蒙った透過損失の非常に正確な測定をもたすことが、可能になる。

10

【 0 0 4 7 】

更に、極めて微細に構造化された部品であって、2つ以上の側部に構造体を有しているものに対する要求が、かなり存在する。互いに反対の位置にある両方の側部に構造体を有している部品は、特に興味を起こさせるものである。例えば、部品の下側部における構造体は、部品をベース上で整合させるべく使用され得る。複数の部品が互いに別のものの上部に積み重ねられるべきであり且つ個々の部品の精密な向きが極めて重大であるならば、更なる基準になる場所が、発生する。

【 0 0 4 8 】

このタイプの部品を作製する既知の一方法は、マイクロエレクトロニクス加工で知られているシリコン・フォトリソグラフィー技法を利用しており、このシリコン・フォトリソグラフィー技法は、マスク技法によって非常に微細な構造を基板へ光学的に転写すべく使用され得、次いで、それらの非常に微細な構造が、エッチング工程において、より大きい幾何学的構造体へ変えられる。この非常に正確な工程は、かなりの費用を課し、この結果、低コストで作製されるべき部品の大量生産には適していない。更に、例えば単結晶の形態におけるシリコンのような、非常に少数の材料だけが、そのようにして処理され得る。

20

【 0 0 4 9 】

高コストは、同様に、その材料とも結び付いている。高コストに加えて、その方法では、互いに他方と精密に整合させられている構造体を、例えば部品の互いに反対の位置にある2つの側部に作製することは、可能ではない。何故ならば、一方の側部のみが、処理に対してアクセス可能であるからである。

30

【 0 0 5 0 】

その方法の更なる欠点は、基礎材料であるシリコンの格子面に従う構造体のみが作製され得る、ということである。このため、可能な構造体の選択に、かなりの制限が、課される。

【 0 0 5 1 】

L I G A 法(L I G A はドイツ語の “ L i t h o g r a p h i e , G a l v a n o f o r m u n g u n d A b f o r m u n g ” の省略形である)が、大量生産用のマイクロ構造化部品の作製のために開発されている。L I G A 法は、プラスチック、金属又はセラミックから、サブミクロンの範囲の構造体を備えている三次元部品を作製するのに使用され得る。しかしながら、L I G A 法用のマスクの作製は、高エネルギー高輝度X線を必要とし、この結果、マスクの露光は、通常、シンクロトロン放射を用いる複雑な遣り方で実行されなければならない、これは、大量生産に対して、かなりのコスト要因を構成する。この方法も、同様に、リソグラフィック・マスク加工を採用しているので、やはり、互いに他方と精密に整合させられているマイクロ構造体を2つ以上の側部に設けられている部品の作製は容易には可能ではない、という追加の問題が、生じる。

40

【 0 0 5 2 】

本発明では、ミクロンの範囲内にある構造体を2つ以上の表面に有している部品であって、それらの構造体が互いに精密に整合させられているものを作製することが、非常に簡単な遣り方で可能である。

50

## 【0053】

従って、本発明は、構造体を備えている物体を作製する方法を提供し、それらの構造体は、その物体の一方向に沿って延びており、この方法においては、出発物体が、作製され、この出発物体は、一方向に沿って延びている倍尺の構造体を少なくとも2つの側部に有しており、そして、この方法においては、出発物体が、この出発物体に力を加えることにより、構造体が延びている方向に伸ばされ、そして、プレフォーム上の構造体が、ロッド又はリボン上に縮尺されて複製される。

## 【0054】

2つ以上の表面上において一方向に延びている構造体を設けられているプレフォームは、本発明に係る方法を用いて、再線引き工程により、連続的なリボンへと、そのようにして変形させられ、その連続的なリボンの断面は、元の断面に、縮尺された状態で対応している。従って、プレフォーム上に存在していた構造体が、リボン又はロッドの表面上に、小型化された形体で複製される。

10

## 【0055】

本発明に係る方法は、極めて驚くべき簡単な遣り方で、縮尺されつつあるプレフォームの表面上に存在していた構造体を結果的に生ずるだけでなく、プレフォームの製造許容差における対応した縮小を結果的にもたらず。従って、本発明に係る方法は、非常に正確に加工されたマイクロ構造体を作製するのに使用され得る。更に、2つ以上の側部へのマイクロ構造体の適用は、部品の種々の側部における構造体が互いに正確に整合させられることをも可能にする。比較的粗く構造化されたプレフォームからの再線引きされたリボン又はロッドの全ての側部上への構造体の同時作製は、例えば下側部及び上側部における、互いに別のものに対する構造体の幾何学的な位置が、非常に小さい許容差で且つ複製可能な態様で作製され得る、ということの意味する。これは、これまでに開示されている方法では不可能である。更に、本発明に係る方法では、部品を作製する実際の工程を実行する前に、プレフォームの比較的大きい比率の幾何学的寸法を検査することにより、互いに別のものに対する構造体の位置を非常に高い正確度でチェックすることが、可能である。生産パラメータ(例えばプレフォームが再線引きされる際の温度及び線引き速度)の非常に正確な監視は、プレフォームの断面の全ての寸法が、このようにして作製されるロッド又はリボンにおいて縮尺で複製されることを可能にする。

20

## 【0056】

少なくとも2つの側部が実質的に互いに反対の位置にあるならば、本発明方法の更なる利点が、もたらされる。一の側部において構造化されているプレフォームの再線引きは、しばしば、作製されるロッド又はリボンの膨出及び曲折をもたらし、作製されるロッド又はリボンの断面輪郭における、所望されている幾何学的形状からの、受け入れることのできないずれをもたらす。その原因は、出発形体における、変形させられる材料の非対称分布であり、その非対称分布は、ガラスのリボンの制御不能に変形させられる傾向を押し上げる。構造化されている第1の側部とは実質的に反対の側にある側部上での構造体の形成は、その変形させられるべき傾向に反対に作用することを可能にする。プレフォームの少なくとも2つの実質的に互いに反対の位置にある側部への構造体の適用は、リボンの制御不能な状態で変形させられる傾向を排除する。

30

40

## 【0057】

力を加えることによってプレフォームを変形させるべく、材料が可塑的に変形させられ得るところの温度まで、出発物体の少なくとも1つのセクションが加熱されるのが、好ましい。プレフォームの材料の粘度は一般的に加熱された領域において低くなる、という事実により、プレフォームの伸長は、加えられつつある力の結果として、制御された態様で且つ実質的に加熱されたセクションにおいて、起こる。

## 【0058】

更に、本発明に係る方法においては、プレフォームが、一の側における受容部品内に保持されるならば、それは、好都合である。この場合、プレフォームを再線引きするのに使用される力がプレフォームの受容部品とは反対側の端部に加えられるのが、好ましい。

50

## 【 0 0 5 9 】

更に、被加熱領域が空間に関して固定された位置に保持され且つプレフォームが前進させられるのが、特に好ましく、もって、縮小された断面のストランドが、連続的に線引きされ得る。

## 【 0 0 6 0 】

更に、本発明に係る方法を実行する装置及び/又は本発明に係る造形物体を作製する装置を提供することも、本発明の範囲内である。従って、このタイプの装置は、

- プレフォームの少なくとも1つの領域を加熱する放射線源と、
- プレフォームを一の側において保持する受容部品と、
- プレフォームを線引きする線引き装置と、

を具備している。この場合、放射線源からの放射線は、スペクトル分布であって、材料を通過する単一のパスの間に放射線のパワーの高々半分が吸収されるようなものを有している。

10

## 【 0 0 6 1 】

更に、装置は、好適に、プレフォームを前進させるデバイスを備えている。このデバイスが、プレフォームの材料を被加熱領域及び/又は線引きバルブへ供給する一方、加熱された材料は、線引き装置により、線引きバルブの反対側において線引きされる。このようにして、線引き装置は、大いに縮尺された断面寸法を有している本発明に係る物体を、プレフォームから線引きする。

## 【 0 0 6 2 】

線引きバルブにおける温度分布に影響を与え得る外部の影響による破裂を低減させるべく、放射線源が加熱マッフル内に配設されることが、可能である。この構成は、例えば、加熱された領域の表面を冷却する空気の流れの大きさを低減させる。

20

## 【 0 0 6 3 】

特に、ガラス材料又はガラス - セラミック材料から作られているプレフォームを線引きすべく、放射線源が少なくとも1つの赤外線放射装置を具備しており、その赤外線放射装置は1500 K超又は2000 K超の色温度を備えている熱放射線を放出し得るように構成されているならば、それは、好都合であり、これにより、ガラス又はガラス - セラミックにおける吸収は、低レベルに保たれる。

## 【 0 0 6 4 】

上述したように、装置が、放射線源からの放射線を反射又は散乱させる少なくとも1つの素子を具備しているならば、それは、更に好都合であり、もって、良好なレベルの効率が、加熱の間、達成される。

30

## 【 0 0 6 5 】

以下に、本発明が、好適な実施形態に基づき且つ添付された図を参照して、より詳細に記載される。

## 【 0 0 6 6 】

本発明が、好適な実施形態に基づいて、以下に、より詳細に記載され、この文脈において、先ず第一に、プレフォームの平面図を示している図1への参照がなされ、そのプレフォームは、参照数字1によって全体が指示されていると共に、その中に形成されている溝を有している。

40

## 【 0 0 6 7 】

溝2 ~ 11に加えて、図1の左側には、プレフォームを線引き装置に装着するための凹部が、存在し、その線引き装置は、当業者には知られており、図には詳細に示されていない。

## 【 0 0 6 8 】

本発明に係る別のプレフォームが、図2に示されており、このプレフォームにおいては、溝2及び11が、省かれている。

## 【 0 0 6 9 】

図2は、プレフォーム1の更なる実施形態の斜視図を示している。V字形凸部の形体の

50

構造体 2 B 及び 1 1 B が、第 1 側部 1 2 0 とは反対側の側部 1 3 0 に配設されている。構造体 2 B 及び 1 1 B は、各々、溝構造体 2 A 及び 1 1 A と相補的な断面を有している。更に、凸部 2 B 及び 1 1 B は、相補的な溝状凹部 2 A 及び 1 1 A と同じ距離だけ互いに離れて配設されている。再線引きセクション及び分離セクションを介してこのプレフォームから得られる部品は、大いに縮尺された断面を有しており、互いに係合する構造体 2 A 及び 2 B 並びに 1 1 A 及び 1 1 B によって積み重ねられ得、この場合、第 1 の部品の第 1 側部と別の部品の第 2 側部とが、互いに別のものの上部の上に位置することになり、構造体が延びている方向を横切る方向の、互いに別のものに対する部品の正確な位置決定が、微小構造体が互いに係合するという事実により、達成される。

【 0 0 7 0 】

表面 1 3 に配設されている溝 3 ~ 1 0 であって、実質的に V 字形の輪郭を備えているものは、図 2 に示されているプレフォーム 1 の説明図から非常に明瞭に認識され得る。

【 0 0 7 1 】

以下の記載は、図 4 に言及し、この図 4 は、線引き作業の間に少なくとも部分的に加熱されている状態におけるプレフォーム 1 を示しており、簡単化のために、数本の凹部形成溝 3 ~ 6 のみが、図示されている。

【 0 0 7 2 】

プレフォーム 1 の被加熱領域 1 4 において、線引き力が、それ自体は知られている態様で、プレフォーム 1 に加えられ、このようにして、矢印 X によって指示されている方向における線引きであって、プレフォーム 1 を実質的に所望されている断面形状及び/又は最終的な断面形状へと造形するものが、実行され、これにより、この工程を用いて作製されるべき物体 1 5 が、形成される。

【 0 0 7 3 】

加熱は、当業者には知られている実質的に全ての加熱方法(例えば、熱放射若しくは非熱放射、層気流、又は加熱されるべき領域の周囲への加熱マットの巻回)により、実施され得る。線引きされるべき物体全体を均質に加熱する加熱技術を用いるのが、好ましい。これは、例えば、短波長 I R 放射線又はマイクロ波を用いることにより、達成される。しかしながら、加熱は、加熱される領域の横断面全体に亘る温度差が 0.5 未満、更には 0.1 未満であるようにして、特に実行される。これは、小さい又は無視し得る温度勾配のみが横断面領域内のいずれの方向に沿っても結果的に生ずるということを、意味する。この結果、被加熱領域 1 4 及び/又は線引きバルブにおける、横断面領域内での粘度における差異と、このタイプの横断面領域の境界曲線に沿う表面張力における差異とが、非常に小さくなる。これにより、元は平坦であった表面の丸まり変形及び凹変形のような変形が、そのような小さい温度差により、可能な限り避けられ得る。

【 0 0 7 4 】

しかしながら、被加熱領域 1 4 の横断面全体に亘って温度は一定である、ということを確認するための十分な注意が、払われるべきである。被加熱領域 1 4 内における即ち横断面全体に亘る、1/2 以上のずれ、好ましくは 1/10 以上のずれは、避けられるべきである。

【 0 0 7 5 】

図 3 A 及び図 3 B に、線引き作業によって形成された、V 字形の溝を備えている、物体 1 5 の 2 つの実施形態が、示されており、これらの物体 1 5 は、形状に関しては正確であるが断面に関しては縮小されている、プレフォーム 1 の複製に対応している。

【 0 0 7 6 】

図 3 B に示されている物体は、図 3 A に示されている物体とは異なり、V 字形の溝 2 A, 1 1 A, 3 ~ 1 0 に加えて、物体 1 5 の基体 1 8 における凸部 2 B, 1 1 B をも有している。

【 0 0 7 7 】

図 4 における断面領域 B - B に沿う断面図とほぼ正確に同一である断面形状は、変形させられていないプレフォーム 1 の領域内に配設されている、図 1 における断面領域 A - A

10

20

30

40

50

に、結果的に従うことになる。

【0078】

図1及び図2に示されているプレフォーム1は、加熱及び線引きに先立ち、研削、プレス金型内での熱成形、打抜プレス、又は処理されるべき表面の所望されている形状のネガを表しているスタンプによる熱型押により、このプレフォーム1の表面13において造形されている。

【0079】

更に、本発明によると、当業者に利用可能な更なる造形工程(例えば、フォトリソグラフィック工程又はエッチング工程)を、そのタイプの工程がコストの点で不適切でないならば、この造形作業に使用することが、可能である。

10

【0080】

その表面が処理された後、プレフォーム1は、線引き装置(図には示されていない)にクランプされ、その領域14において、ほぼ100 ~ 2000の温度まで加熱される。

【0081】

ポロフロートガラスの場合、この工程に応じて被加熱領域に使用される温度は、ほぼ850である。

【0082】

加熱処理の目的は、プレフォームが、その被加熱領域において、ほぼ $10^5$  dPas ~  $10^{10}$  dPasの範囲内の粘度になる、ということを確認にすることである。この文脈において、 $10^8$  dPasの粘度が、特に好ましい。

20

【0083】

線引き作業の後、線引きされた物体15は、徐々に且つその横断面全体に亘って均一に冷却され得、これにより、それは、その元の強度に回復させられる。

【0084】

特に好適な実施形態においては、造形物体は、その側部16(以下、下側部として言及される)において、線引き方向Xを横切る方向に刻みを付けられ、これにより、それは、所望されている長さで折られ、これにより、個々のピースに分割される。

【0085】

更に、鋸引きにより、レーザーカッティングにより又は他の適切な機械的工程により、個々のピースが形成されるのも、本発明の範囲内である。

30

【0086】

分割工程が分割時に荒れた面を後に残すならば、その荒さは、端面研磨により、所望されている残留荒さ値まで減らされる。このタイプの研磨工程は、当業者には良く知られている。

【0087】

ポロフロートガラスに加えて、他のガラス、特に石英ガラスも、本発明の文脈において使用される。

【0088】

更なる、特に好適な実施形態においては、プレフォーム1は、ガラス-セラミックであって、このガラス-セラミックが殆ど熱膨張しないところの温度範囲を備えているものから、又は造形後にガラス-セラミックに転換させられ得るガラスであって、このガラス-セラミックが殆ど熱膨張しないところの温度範囲を備えているものから、成っている。

40

【0089】

本発明の更なる構成においては、プレフォーム1及び線引きされた物体15は、熱可塑性プラスチックであって、加熱されることにより、上述の粘度値を同様にとり得るものから成っている。

【0090】

以下の記載は、図5に言及し、この図5において、溝3' ~ 10'は、非対称に配設されており、及び/又はV字形の断面であって、物体15'の縦軸に関してVが横方向に傾斜させられているものを有している。

50

## 【0091】

これは、ブレース回折格子として知られている回折格子を結果的にもたらし、この回折格子においては、位相前面ベクトル171～178によって例示として図示されている光が、反射・回折させられ、強められた光強度が、特定の回折次数に対して入手可能にさせられる。この目的に対して必要とされている溝3'～10'の側壁は、当業者には良く知られている。

## 【0092】

図5に示されている回折格子は、その上面13'に反射金属膜又は反射誘電体膜を設けられ得、これにより、上面13'の反射能は、著しく高められる。

## 【0093】

本発明が透過回折格子を提供すべく意図されているならば、上面13'における反射層に代えて、造形物体15'の上面13'及び下側部16'に反射防止膜が配設されるのが、有利である。

## 【0094】

以下の記載は、図6に言及し、この図6は、図3に示されている物体15(但し、充填された溝2～11を備えている)の断面図を示している。

## 【0095】

更なる材料(好適にガラス24又はプラスチック)であって、造形物体15の基体と異なる屈折率を有しているものが、溝2～11内に配設されている。

## 【0096】

この結果、導波路が、溝2～11の内側に画成され、これらの導波路は、例えば、図13に示されている、U字形の溝3～10を備えている造形物体15内の導波路の連続部として使用され、このことは、更なる固体導波路への簡単な遷移部が作られることを可能にし、この場合、図6に示されている造形物体15が、更なる固体導波路に接続される。

## 【0097】

図3及び図6に示されている溝に代わる構成においては、図7及び図8に示されているように、プレフォーム1及び造形物体15の両方が丸みを付された縁部を有することが、可能である。

## 【0098】

本発明の更なる構成においては、U字形の溝2～11が形成されている、造形物体15が、図11、図12及び図13に示されている。

## 【0099】

図12に示されている説明図によると、溝2～11は、更なる材料24(造形物体15とは異なる屈折率を備えているガラス)で充填されている。

## 【0100】

更なるガラス24の代替物として、プラスチック、特に熱可塑性プラスチックを使用することも、可能である。このタイプの更なる材料は、これらがプレフォーム1と同様な熱特性を有しているならば、プレフォーム内へ既に導入されていても良く、やはり、線引きによって変形させられ得る。

## 【0101】

代替物として、更なる材料24は、その熱的挙動がプレフォーム1の熱的挙動と異なっているならば、冷却させられた造形物体15内へ熱い状態で導入され得、又は、プラスチックの場合には、軟化させられた形態で導入され得、そして、溶剤の蒸発、重合又は当業者には知られている他の方法により、溝3～10内で硬化することを許容され得る。

## 【0102】

図13に示されている造形物体15の断面図においては、U字形の溝3～10の中の導波路25～32は、溝3～10の側面及び底面と密着した状態で保持されている。

## 【0103】

それ相当に溝3～10が寸法を定められているならば、導波路内で応力誘導複屈折損失が生ずることなく、信頼性の高いプレス嵌めを光導波路25～32にもたらすことが、可

10

20

30

40

50

能である。何故ならば、溝 3 ~ 10 の寸法の高い精度と、光導波路 25 ~ 32 の弾性クラッドの外径の正確度の高い精度とは、加えられる力に関する或る限界値が間違いなく超えられない、ということの意味するからである。

【 0 1 0 4 】

形状が維持されているところの正確度を測定することが可能であり、図 18 は、線引きされた物体 15 の形状を再現する測定結果を示している。

【 0 1 0 5 】

図 18 に示されている実施形態においては、断面積における縮小は、1 : 100 であるが、本発明によれば、それは、1 : 100 000 以上までにも達し得る。

【 0 1 0 6 】

プレフォームは、尖端部の領域(即ち溝の底部及び最高位置)においてのみ極めて小さい形状における変化を伴ってはいたが、正確に V 字形の断面を有していた。これらの形状における変化の程度は、図 14 に示されているポロフロートガラスについて測定された曲線から直ちに明らかになる。

【 0 1 0 7 】

最後に、図 9 に示されている、本発明の更なる実施形態も、記載され、この実施形態においては、実質的に長方形の溝 2 ~ 11 の内壁は、鏡面化されている。更に、造形物体 15 上に配設されている基体 14 の下側部 33 も、鏡面化されている。この結果、溝 2 ~ 11 は、中空の導波路を提供し、これらの導波路も、同様に、光信号の伝送に適している。

【 0 1 0 8 】

更に、このタイプの鏡面化されている溝 2 ~ 11 が更なる材料 24 で充填され、このようにして、光導波路が形成されることも、本発明の範囲内である。

【 0 1 0 9 】

実質的に垂直な側壁部を備えている溝が、図 9 ~ 図 13 に示されているが、本発明は、この特別な実施形態に制限されない。それどころか、それらの側壁が実質的に所望されている角度で配設されることも、本発明の範囲内であり、この場合、結果的に、特に台形の溝形状も、実現され得る。

【 0 1 1 0 】

以下の記載は、図 14 に言及し、この図 14 は、プレフォーム 1 の線引きによって得られる、部品即ち造形物体 15 の実施形態の断面の輪郭を示しており、線引き作業の結果、その部品即ち造形物体 15 の寸法は、プレフォームと比較して著しく縮小されている。

【 0 1 1 1 】

基体 18 内には、通路構造体 41 ~ 45 であって、この実施形態においては、台形の断面を有しているものが、部品 15 の長さに沿って延びている。他方の表面の形体は、複数の部品が、これらが正確に嵌合するようにして、互いに別のものの上部に配設されるのを可能にしている。この構成においては、側部 17 (以下、上側部として言及される)の表面 40 は、下側部 16 の表面 50 と関係することになり、この場合、横方向の位置付けは、フランク 46 と下方で接触することになるフランク 47 により、保証される。表面 48 は、下方に位置させられる部品の通路構造体 41 ~ 45 を塞ぐ。

【 0 1 1 2 】

図 15 は、プレフォームを線引きすることによって得られる、部品即ち造形物体 15 の更なる実施形態の断面の輪郭を示しており、線引き作業の結果、その部品即ち造形物体 15 の寸法は、プレフォームと比較して著しく縮小されている。この実施形態は、側部 17 が、V 字形の構造体 2A 及び 11A に加えて、台形の通路構造体 3 ~ 10 を有しているということを除いて、図 3B に示されている実施形態の断面と同様の断面を有している。この場合、下側部における突出部 2B 及び 11B であって、下にある同一の物体 15 の上側部における対応溝部 2A 及び 11A 内に係合するものは、複数の部品 15 が、それらが正確に嵌合するよう態様で、互いに別のものの上部に積重ねられ得る、ということを保証する。この場合も、台形の通路構造体 3 ~ 10 は、上に位置させられる部品 15 の側部 48 によって塞がれる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 3 】

図 1 6 も、同様に、本発明によって作製された部品の断面を示している。この場合においては、部品の一方の側部における V 字形の溝状構造体 5 2, 5 4, 5 6, 5 8, 6 0, 6 2 及び 6 4 は、上に配設される同一の部品 1 5 の更なる、実質的に反対側の側部における V 字形の溝状構造体 3 ~ 9 を補完しており、この場合、一体となるようにして積み重ねられた部品 1 5 の構造体 3 ~ 9 及び 5 2 ~ 6 4 は、菱形の又は正方形の断面を備えている通路を形成する。この場合も、突出部 2 B, 1 1 B 及び対応溝部 2 A, 1 1 A は、正確に嵌合している態様で部品 1 5 が積み重ねられることを可能にする。

## 【 0 1 1 4 】

以下の記載は、図 1 7 に言及し、この図 1 7 は、本発明に係る工程を用いて作製された部品即ち造形物体 1 5 の更に別の実施形態の断面を示している。上側部 1 7 及び下側部 1 6 に加えて、横表面も、細長い一軸構造体 6 6, 6 8, 7 0, 7 2 を設けられている。上側部における溝状構造体 3 ~ 1 0 は、例えば、光導波路の局部固定用に使用される。下側部における構造体 2 B 及び 1 1 B は、対応している凹部を有しているベース(図示せず)上に部品を非常に正確に固定するのを可能にする。同様に、複数のこれらの部品が、正確に嵌合している態様で、互いに別のものの上部の上に置かれることも、可能であり、この場合、構造体 2 B, 1 1 B 及び 2 A, 2 B は、互いに噛合する。部品 1 5 の側面における細長い一軸構造体は、凸部 7 0, 7 2 及び凹部 6 6, 6 8 を表している。複数の同一の部品 1 5 が、横表面上の凸部 7 0, 7 2 及び凹部 6 6, 6 8 により、やはり、互いに別のものの隣りに非常に正確に位置させられ得る。勿論、図示されている尖った構造体に加えて、垂直な壁を備えている構造体又は丸みを帯びた断面形状を備えている構造体を使用することも、可能である。

## 【 0 1 1 5 】

勿論、互いに別のものの上部に又は互いに別のものの隣りに積み重ねられ得るのは、本発明に係る同一の造形物体 1 5 だけではない。それどころか、異なる構造体を備えている部品が互いに組み合わされることも、互いにそれらを整合させる相補的な構造体をそれらが有しているならば、可能である。

## 【 0 1 1 6 】

図 1 9 は、本発明に従って短波長赤外線を用いて線引きされた物体の平坦度と、在来の抵抗加熱によって加熱され且つ線引きされた物体の平坦度との比較を示している。この図において、「1 1 0 0 f」及び「1 1 0 0 r」によって指示されている曲線は、それぞれ、構造化されている前側及び構造体を設けられていない後側における、在来の方法で加熱された物体の測定値を示している。従って、「I R 2 \_ 1 5 5 2」によって指示されている曲線は、短波長赤外線を用いる加熱によって線引きされた物体の構造化されている前側の平坦度を示しており、そして、「I R 2 \_ 1 5 5 2」によって指示されている曲線は、その物体の後側の平坦度を示している。これらの物体の断面形状は、図 3 A に示されている実施形態の断面形状に、V 字形の溝 2 及び 1 1 を除いて、実質的に対応している。測定値は、作製の間で使用される線引き方向に実質的に垂直である方向に沿って採られたものであり、従って、それらは、線引き方向に垂直な断面の輪郭を表している。

## 【 0 1 1 7 】

測定された物体の両方について、ボロフロートガラス(等級ボロフロート 4 0)から作られた、ほぼ 0.6 メートルの長さを有しているプレフォームは、研削により、8 本の V 字形凹部を設けられていた。プレフォームの幅は、4 8 ミリメートルであり、そして、その厚さは、1 1.5 ミリメートルあった。側部及び溝即ち凹部は、寸法に関し、5 ミクロンより良好な正確度のものである。

## 【 0 1 1 8 】

在来の加熱によって線引きされる物体を作製すべく、プレフォームが、在来の抵抗加熱装置を備えている加熱マッフル内へそのプレフォームの底端部が突入するようにして、所定の場所にクランプされた。次いで、加熱マッフルが、8 5 0 まで加熱された。ガラスが軟化した後、それが、2 7 0 ミリメートル/分の速度で線引きされ、且つ、プレフォー

10

20

30

40

50

ムは、3ミリメートル/分の速度で前進させられた。次いで、線引きされた製品は、個々のピースに分割され、そして、測定プローブを用いて分析された。

【0119】

本発明に従って作製された物体は、在来の加熱装置を備えている加熱マッフルの代わりに3個の短波長赤外線放射装置を備えている加熱マッフが加熱に使用されたということを除いて、同じ方法で作製された。図19から認識され得るように、短波長赤外線によって線引きされた物体は、在来の加熱によって作製された物体よりもかなり良好な寸法正確度を有している。例えば、本発明に従って作製された物体におけるV字形の溝の縁部は、丸みが付くのが少なくなっており、このことは、他方の物体と比較して、より深い溝の深さに表れている。

10

【0120】

図19において「1100r」及び「IR2\_1552r」によって指示されている曲線からの、物体の後側において採られた測定値は、また、本発明に従って作製された物体は「ドッグ-ボニング(dog-boning)」として知られている望ましくない作用を受けにくい、ということを示している。この作用は、平坦な表面の凹変形をもたらし、もって、線引きされる時には長方形のプレフォームが、犬の骨のような断面形状を備えている物体に類似し始める。

【0121】

次表は、量的な比較を提供しており、「V溝最大平坦度」及び「V溝最小平坦度」と記載されている変数は、図20に説明されている。この表に記載されているずれは、ミクロンで与えられている。

20

【0122】

【表1】

パラメータ	従来の加熱	短波長赤外線加熱
前側部の平坦度	16.31	7.53
後側部の平坦度	87.83	24.01
V溝最大平坦度	5.29	8.89
V溝最小平坦度	4.99	1.97

30

【0123】

図21は、図4に示されている線引きバルブ又は被加熱領域14を加熱する加熱マッフであって、短波長赤外線によって加熱するためのものの代表的な実施形態を示している。

40

【0124】

80によって全体的に指示されている加熱マッフは、石英シリンダ82を具備しており、この石英シリンダ82は、例えば、2つの半体シェルから作製され得る。石英シリンダは、拡散反射器として、従って、放射線源からの放射線を散乱させ又は反射させる素子として作用し、もって、加工物及び/又は被加熱領域14を通過する間に吸収されなかった放射線は、加工物上へ戻るように反射させられ得、そして、加熱されるべき材料をもう一度通過し得る。

【0125】

50

しかしながら、加熱マッフルが他の形態の反射器を具備することも、勿論、可能である。例えば、加熱マッフルは、鏡面化された表面を有していてもよい。

【0126】

更に、加熱マッフル80は、水冷用の冷却チューブ85を備えているハウジング81を有している。マッフル80の出口開口87は、2つの変位可能な石英部品83により、プレフォームの線引きの後に、線引きされた物体15用の小さい開口を除いて、塞がれ得る。これは、破裂スタック作用であって、線引きバルブ14における温度分布に影響を与え得、これにより、線引きされた物体15の望ましくない変形をもたらす得るものを、最小にする。

【0127】

赤外線放射装置84が、石英シリンダ82内に組み込まれており、その赤外線放射装置84から放出された放射線は、この放出された放射線のパワーの少なくとも50%に対して加熱されるべきプレフォームの材料が透明であるような、スペクトル分布を有しており、もって、材料を通過する単一のパスの間には、放射線のパワーの高々50%が、吸収されるだけである。個々の放射装置84は、別個に作動させられ得、もって、線引きバルブ14の膨張及び温度分布に対して目標とされた影響を及ぼすことが、可能になる。ガラス又はガラス-セラミックから作られたプレフォームに対しては、ほぼ2400°Kの色温度で動作させられ得る赤外石英チューブ放射装置を用いるのが、好ましく、もって、この種の色温度を有している熱放射線に対する、このタイプのプレフォーム材料の低吸収性の結果として、特に均一な加熱が、達成され得る。

【0128】

図21において、更に、放射装置を収容するための又は熱電対のための内腔(図示せず)も、石英シリンダ82内に存在していてもよい。高温計によってガラスの温度を測定するための更なる内腔も、石英シリンダ82内に形成され得る。

【0129】

加熱マッフルは、線引き装置の部分として、空間に関して固定された位置に好適に配設される。このため、作動時において、線引きバルブ14も、同様に、静止加熱マッフルの内部領域内の空間に関して固定された位置に留まり、そして、プレフォームは、線引き速度とサイズ縮小係数とに起因する速度で前進させられる。

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】本発明に係る方法を実行するためのプレフォームの平面図を示している図である。

【図2A】本発明に係る方法を実行するのに適している更なるプレフォームの斜視図を示している図である。

【図2B】本発明に係る方法を実行するのに適している更なるプレフォームの斜視図を示している図である。

【図3A】図4に示されている造形物体の、断面平面B-Bに沿う断面領域であって、図1に示されているプレフォームの、平面A-Aに沿う断面領域の形状に実質的に対応しているものを示している図である。

【図3B】図4に示されている造形物体の、断面平面B-Bに沿う断面領域であって、図1に示されているプレフォームの、平面A-Aに沿う断面領域の形状に実質的に対応しているものを示している図である。

【図4】造形物体への遷移時における、線引き作業の間のプレフォームの図を示している図である。

【図5】プレフォームを線引きすることによって得られる、基体の断面輪郭であって、この基体の寸法は、線引き作業によって著しく縮小されていると共に、この基体は、プレーズ回折格子としての用途に適している造形物体を作るべく、図3に対して改造されている、ものを示している図である。

【図6】プレフォームを線引きすることによって得られる、基体の断面輪郭であって、こ

10

20

30

40

50

の基体の寸法は、線引き作業によって著しく縮小されていると共に、この基体においては、溝が、透明な更なる材料で充填されている、ものを示している図である。

【図 7】V 字形の溝の非常に丸みを付された縁部を備えている、造形物体の更なる実施形態を示している図である。

【図 8】図 7 に示されている造形物体の実施形態であって、この実施形態においては、溝が、透明な更なる材料で充填されている、ものを示している図である。

【図 9】本発明の別の実施形態であって、実質的に長方形の、好ましくは正方形の溝を備えており、この実施形態においては、少なくとも、溝が、更なる基体で覆われている、ものを示している図である。

【図 10】図 7 に示されている断面輪郭であって、充填されている溝を備えてはいるが、図 9 に示されている更なる基体は備えていないものを示している図である。

10

【図 11】本発明の更に別の実施形態であって、実質的に U 字形の溝を備えているものを示している図である。

【図 12】実質的に U 字形の溝を備えている、図 11 に示されている本発明の更なる実施形態であって、この実施形態においては、溝が、透明な更なる材料で充填されている、ものを示している図である。

【図 13】造形物体であって、この造形物体の中には、光導波路が、配設されている、ものを示している図である。

【図 14】プレフォームを線引きすることによって得られる部品の実施形態の断面輪郭であって、この部品の寸法は、線引き作業の結果、プレフォームと比較して著しく縮小されている、ものを示している図である。

20

【図 15】プレフォームを線引きすることによって得られた、台形の通路構造体を備えている部品の更なる実施形態の断面輪郭を示している図である。

【図 16】両側において互いに補完している溝状構造体を備えている部品の、更に別の実施形態を示している図である。

【図 17】部品の更に別の断面輪郭であって、この部品は、上側部及び下側部においてだけでなく、横表面においても一軸構造体を有している、ものを示している図である。

【図 18】本発明に従って作製された物体の、測定された実際の断面形状を示している図である。

【図 19】本発明に従って短波長赤外線を用いて線引きされた物体の平坦度と、在来の抵抗加熱によって加熱され且つ線引きされた物体の平坦度との比較を示している図である。

30

【図 20】物体の線引きの間に起こり得る変形を定量化するための幾何学的測定変数の説明図を示している図である。

【図 21】短波長赤外線を用いて線引きバルブを加熱する加熱マッフルの概略断面図を示している図である。

#### 【符号の説明】

##### 【0131】

1 プレフォーム

2 ~ 11、

2A、11A、

40

52、54、56、

58、60、62、

64

溝、凹部、溝状構造体

2B、11B

凸部

120

1 の第 1 側部

130

1 の第 2 側部

13

1 の表面

14

1 の被加熱領域、線引きバルブ

15

造形物体

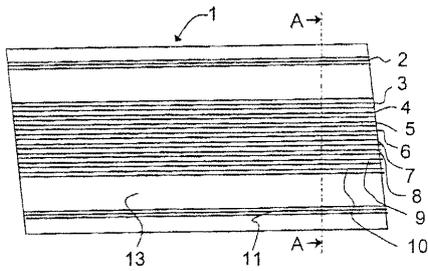
16

造形物体の下側部

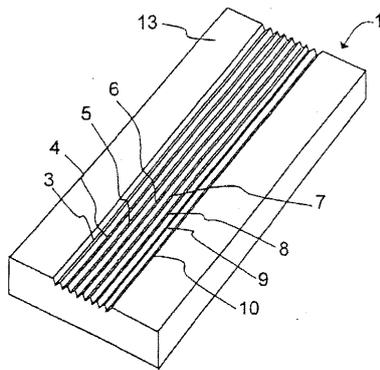
50

- 1 7 造形物体の上側部
- 1 7 1 ~ 1 7 8 位相前面ベクトル
- 1 8 造形物体の基体
- 2 4 更なるガラス、更なる材料
- 2 5 ~ 3 2 導波路
- 3 3 上側の基体 3 4 の下側部
- 3 4 上側の基体
- 4 0、5 0 表面、支持表面
- 4 1 ~ 4 5 通路構造体
- 4 6、4 7 フランク
- 4 8 クロージャ表面
- 6 6、6 8 側面上の凹部
- 7 0、7 2 側面上の凸部
- 8 0 加熱マッフル
- 8 1 8 0 のハウジング
- 8 2 石英シリンダ
- 8 3 変位可能な石英部品
- 8 4 赤外線放射装置
- 8 5 冷却チューブ

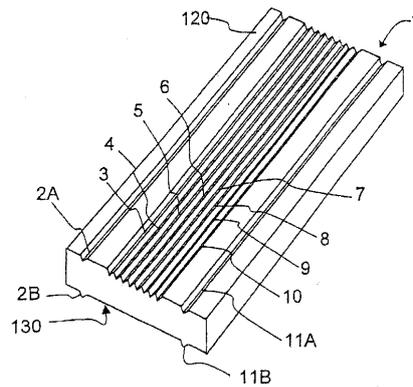
【図 1】



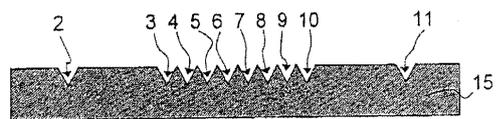
【図 2 A】



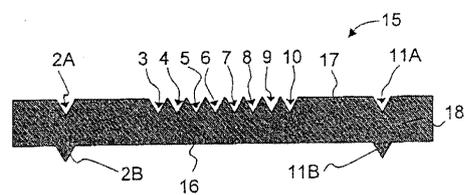
【図 2 B】



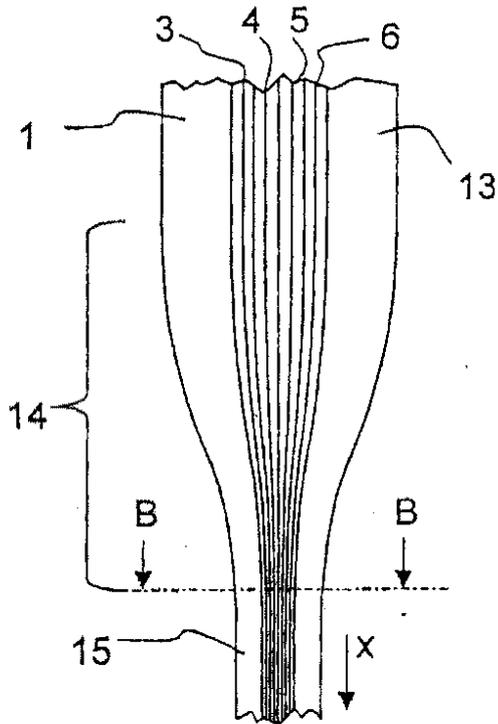
【図 3 A】



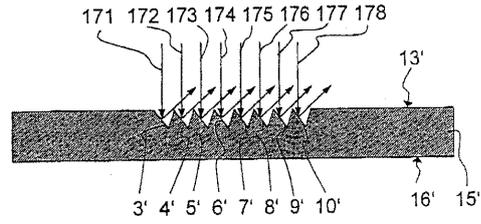
【図 3 B】



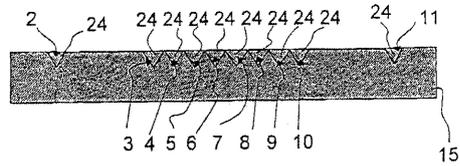
【図4】



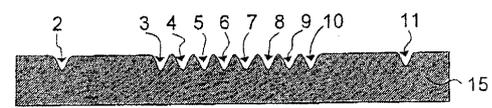
【図5】



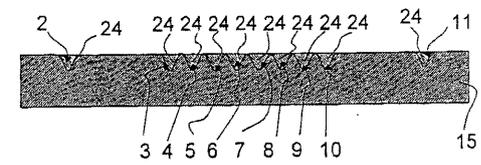
【図6】



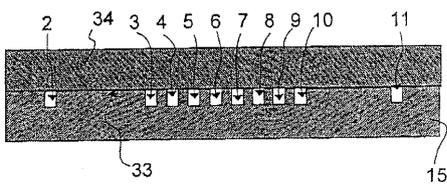
【図7】



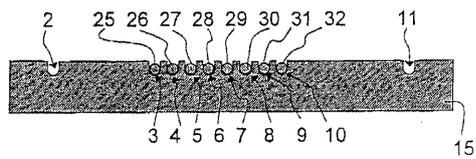
【図8】



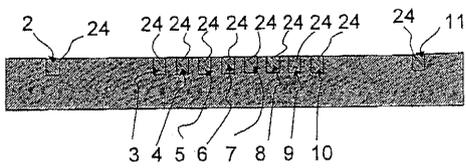
【図9】



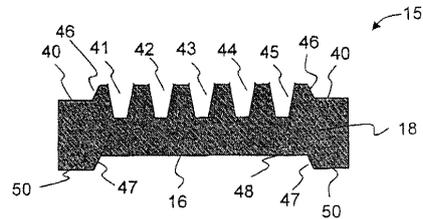
【図13】



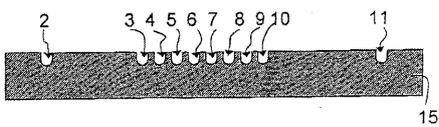
【図10】



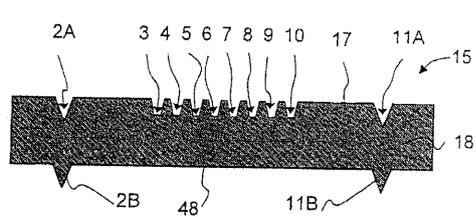
【図14】



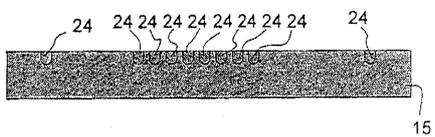
【図11】



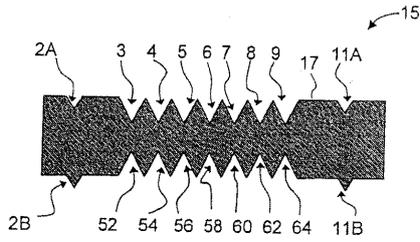
【図15】



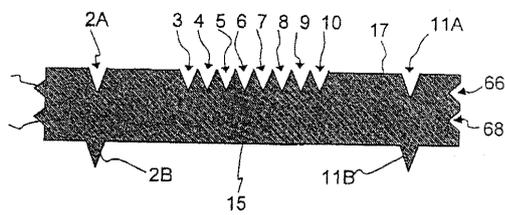
【図12】



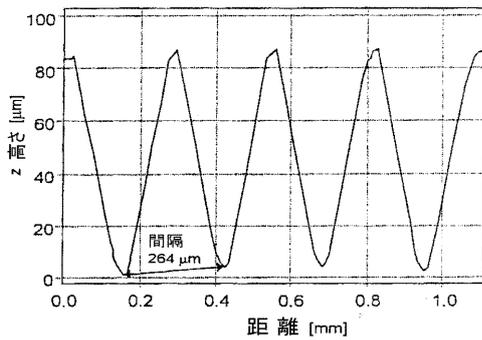
【図 16】



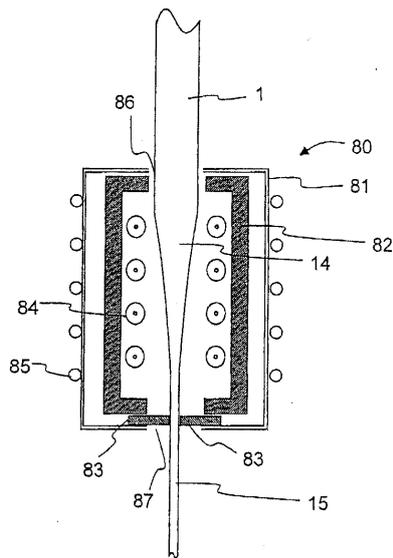
【図 17】



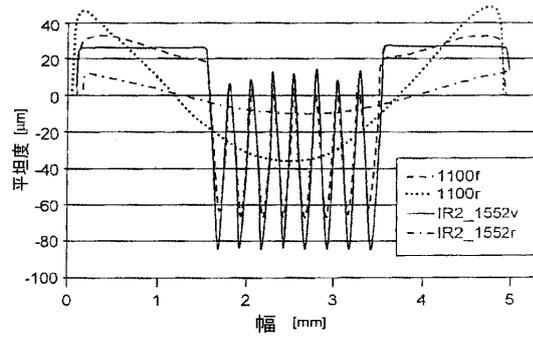
【図 18】



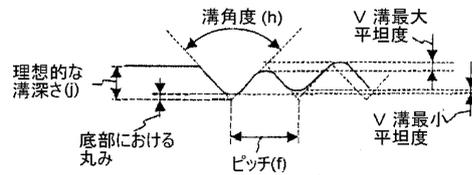
【図 21】



【図 19】



【図 20】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100091889  
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688  
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808  
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401  
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183  
弁理士 吉澤 弘司
- (74)代理人 100120064  
弁理士 松井 孝夫
- (74)代理人 100128646  
弁理士 小林 恒夫
- (74)代理人 100128657  
弁理士 三山 勝巳
- (74)代理人 100128668  
弁理士 齋藤 正巳
- (72)発明者 ビュレスフェルト, フランク  
ドイツ国, 6 0 3 1 4 フランクフルト, ウーラントシュトラッセ 4 6
- (72)発明者 キッスル, ポール  
ドイツ国, 5 5 1 2 4 マインツ, アム シュボルトフェルト 6 8
- (72)発明者 レーニッケ, ザビーネ  
ドイツ国, 5 5 2 7 0 エッセハイム, アム ドルフグラーベン 8
- (72)発明者 ツィンマーマン, マルチン  
ドイツ国, 7 7 9 7 2 マールブルグ, ハウプトシュトラッセ 4
- (72)発明者 クネルト, クリステリアン  
ドイツ国, 5 5 1 2 2 マインツ, イム ミュンヒフェルト 6 4
- (72)発明者 ホッペ, ベルント  
ドイツ国, 5 5 2 1 8 インゲルハイム, マインツアー シュトラッセ 5 2 エー
- (72)発明者 プラッパー, フォルカー  
ドイツ国, 5 5 2 9 1 ザウルハイム, フントシュトラッセ 2 4 エー

審査官 押見 幸雄

- (56)参考文献 特開2000-203857(JP, A)  
特表2002-540049(JP, A)  
特開平10-020141(JP, A)  
実開平05-011107(JP, U)  
独国特許出願公開第03902988(DE, A1)  
特開平10-268116(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C03B 23/047

B29D 31/00  
G02B 5/18  
G02B 6/12  
G02B 6/24