

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4875151号
(P4875151)

(45) 発行日 平成24年2月15日 (2012. 2. 15)

(24) 登録日 平成23年12月2日 (2011. 12. 2)

(51) Int. Cl.	F I
B O 1 J 19/00 (2006. 01)	B O 1 J 19/00 3 2 1
C O 3 C 27/10 (2006. 01)	C O 3 C 27/10 B

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-510439 (P2009-510439)	(73) 特許権者	397068274
(86) (22) 出願日	平成19年5月14日 (2007. 5. 14)		コーニング インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2009-537300 (P2009-537300A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8
(43) 公表日	平成21年10月29日 (2009. 10. 29)		3 1 コーニング リヴァーフロント プ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/054641		ラザ 1
(87) 国際公開番号	W02007/131988	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成19年11月22日 (2007. 11. 22)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成22年3月18日 (2010. 3. 18)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	06300471.7		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成18年5月15日 (2006. 5. 15)	(72) 発明者	ネデレク, ヤン
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		フランス国 F-77210 アヴォン
			アレ デ ペルスーネージュ 10
		審査官	北村 龍平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結されたガラスおよびガラスセラミック構造および製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

間に配置された、焼結されパターン化されたガラスまたはガラスセラミックフリット材料によって一体に融着された2枚またはそれ以上の平坦な基板を備え、前記焼結されパターン化されたフリット材料のパターンは内部に通路を画成し、前記焼結されパターン化されたフリット材料が、前記基板と平行な方向に前記通路間の最短距離に対応する第1の最小要素サイズを有する単一構造であって、

前記フリット材料の粒子は、最大長さ寸法において最大フリット粒子サイズまでの多分散サイズ分布を有し、かつ前記焼結されパターン化されたフリット材料の第1の最小要素サイズは、前記最大フリット粒子サイズの2倍よりも大きく、かつ該最大フリット粒子サイズの6.25倍よりも小さいことを特徴とする構造。

10

【請求項 2】

前記焼結されパターン化されたフリット材料の最小要素サイズが、前記最大フリット粒子サイズの3倍から5倍までの範囲内にあることを特徴とする請求項1記載の構造。

【請求項 3】

前記焼結されパターン化されたフリット材料の最小要素サイズが、前記最大フリット粒子サイズの3倍から4倍までの範囲内にあることを特徴とする請求項1記載の構造。

【請求項 4】

前記焼結されパターン化されたフリット材料が、前記基板と垂直な方向に該基板と前記通路との最短距離に対応する第2の最小要素サイズを有し、かつ前記焼結されパターン化

20

されたフリット材料の第2の最小要素サイズが、前記最大フリット粒子サイズの2.5倍以下であることを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載の構造。

【請求項5】

前記焼結されパターン化されたフリット材料が、前記基板と垂直な方向に該基板と前記通路との最短距離に対応する第2の最小要素サイズを有し、かつ前記焼結されパターン化されたフリット材料の第2の最小要素サイズが、前記最大フリット粒子サイズの1.5倍以下であることを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載の構造。

【請求項6】

前記粒子が2:3から2:6までの範囲内の平均縦横比を有することを特徴とする請求項1から5の何れか1項記載の構造。

10

【請求項7】

前記粒子が1:2の平均縦横比を有することを特徴とする請求項1から5の何れか1項記載の構造。

【請求項8】

前記第1の最小要素サイズが100 μmから2000 μmまでの範囲内にあることを特徴とする請求項1から7の何れか1項記載の構造。

【請求項9】

前記第1の最小要素サイズが500 μmから1500 μmまでの範囲内にあることを特徴とする請求項1から7の何れか1項記載の構造。

【請求項10】

20

前記粒子サイズ分布が連続的であることを特徴とする請求項1から9の何れか1項記載の構造。

【発明の詳細な説明】

【優先権主張】

【0001】

本願は、「焼結されたガラスおよびガラスセラミック構造および製造方法」と題して2006年5月15日付けで提出された欧州特許出願第06300471.7号の優先権を主張した出願である。

【技術分野】

【0002】

30

本発明は、一般的に言えば、焼結されたガラスおよびガラスセラミック構造およびそれらの形成方法に関し、特に中実な基板上に形成されたガラスおよびガラスセラミック構造およびその形成方法に関するものである。

【背景技術】

【0003】

流体デバイスまたはマイクロ流体デバイスとして用いられるガラスまたはガラスセラミック構造等のガラスまたはガラスセラミック構造の一つの有用な製造方法は、ガラスフリットとバインダの混合物を基板上で成形することによって、比較的高純度の三次元構造を形成することである。上記基板およびガラスフリットは、次にそれぞれが自身のパターン化されたフリット三次元構造を有する1枚または複数枚の他の基板と重ねられ、共に焼結されて一体型のまたは単一のデバイスを形成する。この形式のものの製造方法の一例の全体の記載内容に関しては、本願の譲受人に譲渡された特許文献1を参照されたい。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】 米国特許第6,769,444号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、パターン化されたフリット材料の要素サイズのある範囲に亘り最終的な

50

デバイスに高い強度を付与するには課題が存在する。形成されたフリット材料からなる三次元構造が焼結されるときに、基板の物理的制約によって亀裂が発生する可能性がある。その結果、最終的な完全に焼結された製品に弱い箇所、すなわち破損の可能性のある点が生じる。したがって、このような亀裂形成を阻止するデバイスまたは方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一つの実施の形態によれば、本発明は、間に配置された、焼結されパターン化されたガラスまたはガラスセラミックフリット材料によって一体に融着された2枚またはそれ以上の平坦な基板を有する単一構造を備えている。上記焼結されパターン化されたフリット材料のパターンは内部に通路を画成し、この焼結されパターン化されたフリット材料が、上記基板と平行な方向に第1の特徴的な最小要素サイズを有する。上記フリット材料の粒子は、最大長さ寸法において最大フリット粒子サイズまでの多分散粒子サイズ分布を有し、上記焼結されパターン化されたフリット材料の第1の最小要素サイズは、上記最大フリット粒子サイズの2倍よりも大きく、望ましくは約3倍以上であり、かつ最大フリット粒子サイズの6.25倍よりも小さく、望ましくは約5倍以内、最も望ましいのは約4倍以内である。最大フリット粒子サイズに対して最小要素サイズを十分に小さく設定すると、亀裂の形成を阻止することによって構造がより強固になり、一方、最小要素サイズを大きく保つと、成形等の有用な形成工程において十分な分解能を確保することによって構造の製造がより容易になる。

【0007】

別の実施の形態によれば、本発明はまた、所望のパターンを有する焼結された構造を基板上に形成する方法をも含む。この方法は、粘性焼結される材料からなる多分散フリットを提供し、このフリットを十分な量のバインダと混合して、フリット・バインダ混合物を形成することを可能にすることを含む。この方法は、1枚の基板上に上記フリット・バインダ混合物を所望のパターンをもって形成することをさらに含み、このパターンは、上記基板と平行な方向に第1の最小要素サイズを有し、次いで上記形成された混合物を焼結させて、焼結された構造を形成する。この方法によれば、上記多分散フリットが、上記第1の最小要素サイズの0.16倍、望ましくは約0.2倍以上、最も望ましくは約0.25倍以上で、かつ上記第1の最小要素サイズの0.5倍未満、望ましくは約0.3倍以内の最大粒子サイズを有する。粒子サイズを十分に大きく選ぶと、得られた構造をより強固にすることができるが、十分に小さく保つと、この構造の製造が容易になる。この方法は、ボールミルによる粉碎または類似の適当な工程によって多分散フリットを提供し、次いでこのフリットをフリットに関する最大粒子サイズの1.5倍のサイズの篩で篩分けし、フリットの含有物に関して篩を通過した全ての粒子を用いることを含む。本発明の方法により、多分散粒子サイズ分布を伴った高性能フリットを提供するための極めて簡単な方法が提供される。

【0008】

本発明のさらなる特徴および効果は、下記の詳細な説明に記載されており、その一部は、当業者にとってその説明から直ちに明らかであり、あるいは下記の説明、請求項および添付図面を含む記載内容の実施によって認識されるであろう。

【0009】

上述した概要説明および下記の詳細な説明の双方は、本発明の実施の形態を提示するものであり、かつ請求項に記載された本発明の性質および特徴を理解するための概観および骨組みの提供を意図するものであることを理解すべきである。図面は、本発明の種々の実施の形態を示すものであり、かつ記述内容とともに本発明の原理および動作の説明に資するものである。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明のマイクロ流体デバイスの一実施の形態の概略的断面図である。

【図2】図2A～2Eはフリット構造20の一部分の顕微鏡写真である。

【図3】粒子サイズ分布および図2A～2Eの構造を作製するのに用いられたフリットの粒子サイズ分布および成果を示すグラフである。

【図4】63 μm で篩分けされたフリットが1000 μm 台の最小幅の構造に対して用いられた場合の隆起した長円形構造の根元に生じた亀裂を示す、焼結後の三次元フリット構造からなる層44の斜視図的顕微鏡写真である。

【図5】図4のものと類似しているが、125 μm で篩分けされたフリットが用いられた場合には隆起した長円形構造の根元に亀裂が存在しないことを示す、焼結後の三次元フリット構造からなる層44の斜視図的顕微鏡写真である。

【図6】先ず切断され、次いでエッチングされて、焼結された構造材料20における結晶の境界線が露わにされた、図1と同様のデバイス10の一部分の断面の顕微鏡写真である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1のデバイス10等のマイクロ流体デバイスは、三次元(3D)焼結フリット構造20を備えており、このフリット構造は、焼結されかつこれにより流体通路70を内部に備えたモノリシックなデバイス10を画成するように2枚の基板30および40の間に融着され、図1に表されたデバイス10におけるように、3Dフリット構造からなる一つの層44が、望ましくは成形によって、一方の基板上に形成され、次いで薄い平坦なフリット層50のみを有する別の基板に焼結され、その結果、破線46により示されているような溶融接合が三次元フリット構造20内に生じる。あるいは、別のデバイスまたはデバイスの一部において、初めに別個の基板上に形成された2個の三次元フリット構造が互いに焼結されたものであってもよい。

20

【0012】

どちらの場合においても、得られたパターン化された焼結されたフリット構造20は、基板30、40と平行な方向に特徴的な最小要素サイズすなわち寸法60を有する。寸法60は、フリット構造20の自由(拘束されない)表面間の特徴的な最短距離、または通路70の特徴的な壁の厚さに対応する。

【0013】

パターン化され焼結されたフリット構造20はまた、基板30、40と直角な方向に特徴的な最小要素サイズすなわち寸法62または64を有する。この寸法62または64は、フリット構造20の拘束された(基板30または40の接触によって拘束された)表面とフリット構造20の拘束されない表面(通路70の内表面等)との間の特徴的な最短距離に相当する。寸法62はまた残余層の厚さとも呼ばれ、この残余層は、3Dフリット構造の層44の一部として基板30上に生成されたフリットからなる基板被覆層である。寸法64はまた、平坦層50の厚さと呼んでもよい。寸法62および64は等しいが、異なってもよく、その場合には、二つの寸法のうちの短い方が、基板30、40と直角な方向の特徴的な最小要素サイズを表す。

30

【0014】

図1に示された形式のマイクロ流体デバイスの破断原因分析によると、最終デバイスの機械抵抗は、フリット壁構造の底部における、すなわち流体通路70の内面コーナーにおける、またはその近傍における亀裂、明らかに収縮亀裂によって変わり得ることが明らかにされている。さらに、破壊が所望の仕様の下側で生じたか上側で生じたかにかかわらず、内部圧力の可能性を測定するための圧力テストを最終的デバイス10が受けたときに、亀裂が最も頻度の高い破壊原因であることが確認された。

40

【0015】

63 μm 以下に篩分けされた多分散粒子サイズ分布(PSD)を有するフリットを用いて作製された、寸法60が約500 μm の図1と同様の構造を有する構成は、いかなる亀裂も有していないことが研究の結果判明した。しかしながら、基板と平行な最小要素サイズ60が約1000 μm のフリット構造20を同じフリットで作製した場合には、最終製

50

品に亀裂が観測され、これらの亀裂の形成は予備焼結（不完全焼結）中に検出され、かつ最終焼結段階を通じて存続した。亀裂が生じる問題の解決を試みるために熱処理が研究されたが、それらの効果は、せいぜい二次的な役割しか演じていないようであった。

【0016】

セラミック粉末の形成および焼結においては、最小の粒子サイズおよび最高の粒子一様性が一般的には好ましい。しかしながら、 $20\text{ }\mu\text{m}$ で篩分けされたすべての通過粒子を用いたフリットのように、より小さい最大粒子サイズと粒子サイズのより高い一様性を備えた粒子を用いたフリットのテストによれば、亀裂不良が劇的に増大することが判明した。 $125\text{ }\mu\text{m}$ および $160\text{ }\mu\text{m}$ で篩分けされた双方のすべての通過粒子を用いたフリットのように、より大きい多分散PSDを有する粒子を用いたフリットのテストによれば、亀裂が形成されないことが判明した。したがって、より大きい最大粒子サイズを有する多分散フリットは、より小さい最大粒子サイズを有する多分散フリットよりも良好に機能することが判明した。亀裂の形成は排除または明確に低減され、 $63\text{ }\mu\text{m}$ で篩分けされたフリットに比較して、 $125\text{ }\mu\text{m}$ で篩分けされたフリットは、圧力抵抗が8%台から32%台にまで著しく改善された。

10

【0017】

これらの実験の結果は、不完全に焼結された、または「予備焼結」されたフリット構造20の断面の顕微鏡写真である図2A～Eに示されている。このような予備焼結は、最終的な焼結のための所望の多数の基板の組付けに先立って、形成されたフリット構造に対し物理的強度および凝集力を与えるために利用されるのが望ましい。フリット構造20を形成するために用いられるフリットを生成させるのに採用された各篩のサイズは、図2A～Eの左から右に向かって、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $63\text{ }\mu\text{m}$ 、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 、 $125\text{ }\mu\text{m}$ および $160\text{ }\mu\text{m}$ であった。上記顕微鏡写真において、亀裂80は白色の領域として現れている。図から明らかなように、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $63\text{ }\mu\text{m}$ および $80\text{ }\mu\text{m}$ の篩サイズに関しては亀裂が存在しているが、 $125\text{ }\mu\text{m}$ および $160\text{ }\mu\text{m}$ の篩サイズに関しては亀裂が存在していない。これらの結果は、レーザー粒度計により検出された等価粒子サイズ(μm)の関数としての累積体積パーセントによってPSDを示す図3にさらに集約されている。曲線102、104、106、108および110はそれぞれ、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $63\text{ }\mu\text{m}$ 、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 、 $125\text{ }\mu\text{m}$ および $160\text{ }\mu\text{m}$ 以下の篩分けから得られた粒子サイズ分布を示す。

20

【0018】

フリットとバインダとの混合物の粘度を同一に保ちながら、 $125\text{ }\mu\text{m}$ で篩分けられたフリットの増大された粒子サイズとともに用いられたバインダの量も（同じ混合状態で20重量%のバインダから17.6重量%までに、さらに十分な混合状態で15.3重量%までに）低減することができた。

30

【0019】

バインダと混合される粒子の初期緻密性を改善するためには、個々に調製された、いくつかの単分散PSDを混合しなければならないというセラミック産業において一般的に行なわれている方法に比較して、本発明の方法により、乾式粉碎および篩分けによって完全な望ましいPSDが極めて単純に得られた。ここでは従来とは対照的に、篩分け後に一つのサイズ値以下の全体的な多分散PSDが得られ、その結果、良好な緻密性、極めて小さい粒子を備えた連続的PSDが乾式粉碎自体によって本質的に生成された。

40

【0020】

単一の理論的表現に縛られる意図はないが、本発明者は、本発明の効果をこのように理解する。

【0021】

層44等の三次元的に整形されたフリット構造が基板上で焼結されると、その結果、制約下での、すなわち固定された基板寸法の制約下での焼結となる。本発明の方法においては、予備焼結または最終的焼結の初期において層44の頂部が非常に自由でありながら、残余層と基板30との間の界面が制約される態様で、三次元構造が厚さ62を有する残りの平坦なフリット層とともに形成されるのが好ましい。収縮が著しい場合には、高い応力

50

が発生し、亀裂を生じる結果となる。

【0022】

乾式粉碎によって提供される極めて小さい粒子および連続的な粒子サイズ分布を保ちながらのより大きいサイズの篩分けにより、より大きい粒子をPSDに効果的に加えることは、バインダをより少量しか必要としないことになる。何故ならば、バインダによって置き換えられる微粒子間の空隙が、より大きい粒子の材料によって本質的に置き換えられるからである。より少量のバインダとこれに伴うより少ない全空隙容積とは、焼結時の収縮をより少なくする。

【0023】

この実験においてはガラスが使用されたが、ガラスセラミックおよび多分その他のセラミック材料等の粘性焼結に耐え得る何れの材料も同様に使用可能である。

10

【0024】

フリット混合物は下記のように調製される。所望のガラスまたはガラスセラミックをボールミルで粉碎し、次いで所望の粒子サイズ以下の粒子を篩分けし（ここでは $125\mu\text{m}$ の篩が用いられるのが好ましい）、かつ所望の粒子サイズ以下の粒子をペースト（フリットおよびバインダ）調製に使用する。最大の粒子から篩を保護するために、より大きい篩を追加する。篩を保護するためには、例えば 1mm の篩を $125\mu\text{m}$ の篩の上方に用いればよい。ボールミルのサイズ、ガラスの初期量、ボール負荷、または粉碎持続時間または速度に関しては制約がなく、目標は所望の粒子サイズ分布を得ることである。

20

【0025】

粉碎後に一般的に得られる粒子は、篩分け時に篩を通過し得る最大の粒子が篩の目の寸法の約2倍に等しい長さを有することを意味するおよそ1:2の縦横比を有する。その結果、 $63\mu\text{m}$ 以下に篩分けられたPSD中の最大粒子の最大寸法はおよそ $126\mu\text{m}$ であり、 $125\mu\text{m}$ 以下に篩分けられたPSDに関してはおよそ $250\mu\text{m}$ である。これらの値は、粒子の全ての寸法が特徴付けられるレーザー粒度計によって得られるPSD曲線上で計測された最高値にも相当する。PSD曲線上の最低値は、検出された最も細かい粒子の寸法に相当し、その値はここに記載されている全ての場合においておよそ $1.3\mu\text{m}$ である。もしPSDが、溶液中の粒子沈殿を採用する機器を用いることによって特徴付けられた場合には、最も抵抗が低い方向に粒子の沈殿が流動するので、粒子の長さのみが特徴付けられ、PSD曲線は、レーザー粒度計で得られたものとは異なったものになる筈である。したがって、PSDの特徴付けに用いられた機器に応じて、特に粒子が著しく球形でない場合に、PSD曲線の解釈には注意を払わなければならない。

30

【0026】

図2および図3は、図1の最小平行要素サイズ寸法60が $1000\mu\text{m}$ である場合に、 $80\mu\text{m}$ で篩分けられたフリット中には、殆ど、しかしながら全くではなく亀裂問題が存在しないことを示している。粒子の縦横比が2:1であると仮定すると、 $80\mu\text{m}$ で篩分けられたフリットは、最大寸法方向に $160\mu\text{m}$ の最大粒子サイズを有する。したがって、最小平行要素サイズは、最大粒子サイズの約6.25倍以内が、望ましくは最大粒子サイズの約5倍以内が望ましい。図2および図3に示されかつ上記に説明されているように、 $125\mu\text{m}$ で篩分けされたフリットは、 $1000\mu\text{m}$ の最小平行要素サイズに対して亀裂を示さず、一方 $63\mu\text{m}$ で篩分けされたフリットは、 $500\mu\text{m}$ の最小平行要素サイズに対して亀裂を示さなかった。したがって、最小平行要素サイズは、最大粒子サイズの約4倍以内が最も望ましい。

40

【0027】

垂直方向寸法62および64が大き過ぎる場合に、亀裂が生じることも判明している。特に、垂直方向の最小要素サイズは最大粒子サイズの2.5倍以内、望ましくは可能であれば1.5倍以内が望ましい。

【0028】

上述のように、 $63\mu\text{m}$ 以下に篩分けされたPSDから $125\mu\text{m}$ 以下に篩分けされたPSDにまで進むと、同じ混合処理に対して同様のペースト粘度を保った状態で、ペース

50

ト中のバインダの比率が20重量%から17.6重量%にまで低減される。混合時間の増大による混合改善によって、同様のペースト粘度を保った状態でバインダの量が15.3重量%にまで低減される可能性がある。バインダの量を減らすことは、成形または形成された部分から焼結された部分への全体の収縮に歯止めをかけるために正しい方向に進んでおり、125 μm 以下に篩分けされたPSDに切り換えると、追加されたより大きい粒子の存在が原因で空隙が少なくなるという事実によって説明可能である。

【0029】

この方法に用いられた、したがって得られたデバイスに用いられたフリット材料は粘性焼結されるので、大きい粒子を構造体に焼結することは、一般のセラミック粉末と同様に問題はない。焼結スケジュールは、十分に完全な焼結がなされるように、時間を延ばしまたは温度を高めることによって調整する必要があるかも知れない。

10

【0030】

上述のように、用いられるフリットの最大サイズの粒子は大きな粒子であることが望ましく、かつ大きい粒子の焼結は、粘性焼結材料を用いることにより実行可能であるとしても、もしPSD中の最大の粒子が、形成される三次元構造の最小要素サイズに対して大き過ぎる場合には、パターン化された構造を形成するのに用いられるのが望ましい成形工程の途中で、分解能を失う、すなわち小さいまたは細かい要素を失う虞がある。分解能問題が生じないようにするためには、最小平行要素サイズが最大フリット粒子サイズの2倍を超えることが望ましく、最大フリット粒子サイズの約3倍以上がより望ましいことが経験的に判明している。

20

【0031】

図4は、63 μm で篩分けされたフリットが1000 μm 台の最小幅の構造に対して用いられた場合の隆起した長円形構造の根元に生じた亀裂を示す、焼結後の三次元フリット構造からなる層44の斜視的顕微鏡写真である。

【0032】

図5は、図4のものと類似しているが、125 μm で篩分けされたフリットが用いられた場合には隆起した長円形構造の根元に亀裂が存在しないことを示す、焼結後の三次元フリット構造からなる層44の斜視的顕微鏡写真である。予備焼結中には亀裂は形成されていない。

【0033】

図6は、先ず切断され、次いでエッチングされて、焼結されたフリット構造20における結晶の境界線が露わにされた、図1と同様のデバイス10の一部分の断面の顕微鏡写真である。エッチングを施さなければ、結晶の境界線が見られず、断面構造は一様かつ平滑に見える。焼結された三次元フリット構造の内部には通路70が画成され、かつこれらの通路によって約1000 μm の特徴的最小平行距離60によって分離されている。図から明らかなように、構造20の最終的焼結後において、これらの通路70のコーナー部の何処にも亀裂は見られない。エッチングにより露わにされた粒子のサイズからも注目されるように、125 μm 台の最大粒子は十分にまれであり、かつそれらの粒子の向きは十分にランダムなので、125 μm の粒子の長い寸法の向きがこの断面に沿って見えてはいない。最大寸法に沿った最大粒子を観察するのには、多くの断面図が必要になる。

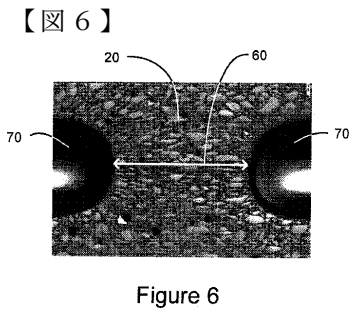
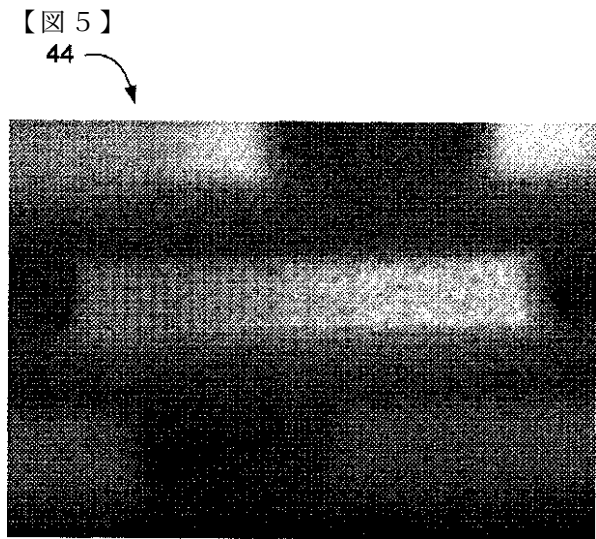
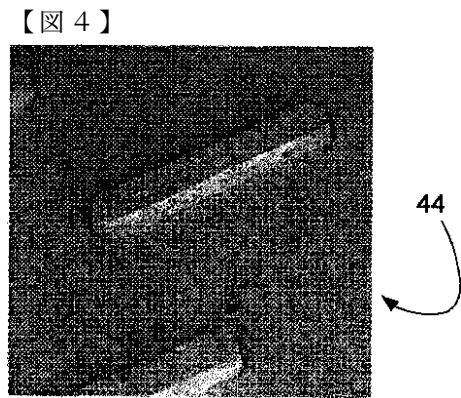
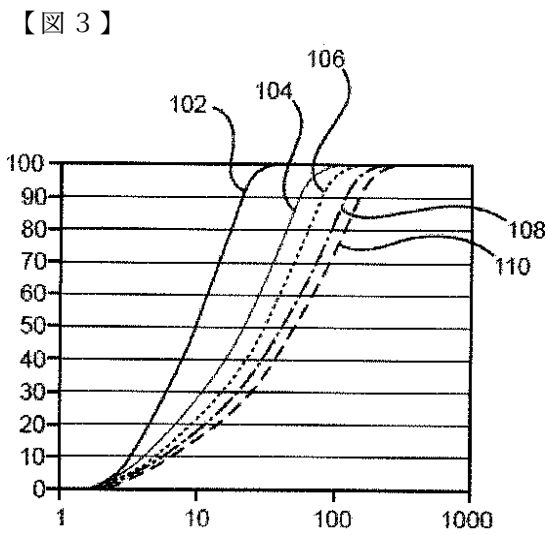
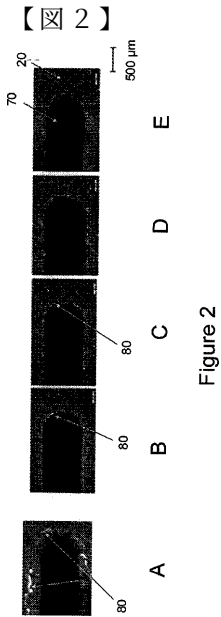
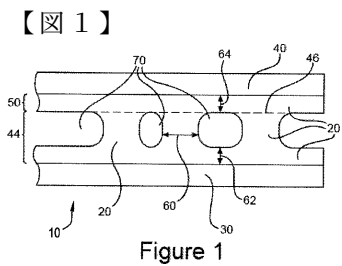
30

40

【符号の説明】

【0034】

- 10 マイクロ流体デバイス
- 20 フリット構造
- 30, 40 基板
- 44, 50 フリット層
- 60, 62, 64 最小要素サイズ
- 80 亀裂



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2005-503923 (JP, A)
国際公開第2004/050575 (WO, A1)
米国特許第05853446 (US, A)
特開2004-131317 (JP, A)
特開2004-203639 (JP, A)
特開2004-352580 (JP, A)
特表2005-505668 (JP, A)
特開平04-279085 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 19/00

B81B 1/00

G01N 37/00