

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6574207号
(P6574207)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 41/04 (2006.01)	HO 1 F 41/04 C
HO 1 F 17/00 (2006.01)	HO 1 F 17/00 B

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-567006 (P2016-567006)	(73) 特許権者	516218823
(86) (22) 出願日	平成27年5月5日(2015.5.5)		スリーディー グラス ソリューションズ
(65) 公表番号	特表2017-516307 (P2017-516307A)		, インク
(43) 公表日	平成29年6月15日(2017.6.15)		3D GLASS SOLUTIONS,
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/029222		INC
(87) 国際公開番号	W02015/171597		アメリカ国 ニューメキシコ87113
(87) 国際公開日	平成27年11月12日(2015.11.12)		アルバカーキ スイートディー エヌイー
審査請求日	平成29年2月14日(2017.2.14)		ヴェニスアベニュー5201
(31) 優先権主張番号	61/988, 615	(74) 代理人	100107984
(32) 優先日	平成26年5月5日(2014.5.5)		弁理士 廣田 雅紀
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100102255
			弁理士 小澤 誠次
		(74) 代理人	100096482
			弁理士 東海 裕作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光活性基板を製造する、2D及び3Dインダクタ、アンテナ、並びにトランス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光画定性ガラスの中又は上に作出される誘導デバイスを製造する方法であって、
少なくともシリカ、酸化リチウム、酸化アルミニウム、及び酸化セリウムを含む感光性
ガラス基板を準備するステップ、

前記感光性ガラス基板上に1又は2以上の電気伝導チャンネルを形成するための1又は2
以上の構造を含むデザインレイアウトをマスクングするステップであって、前記1又は2
以上の構造が1又は2以上の湾曲部分を含むステップ、

前記感光性ガラス基板の少なくとも1部分を活性エネルギー源に露光させるステップ、
前記感光性ガラス基板のガラス転移温度を超える温度の少なくとも10分間の加熱相に
前記感光性ガラス基板をさらすステップ、

前記感光性ガラス基板を冷却して、露光したガラスの少なくとも一部を結晶性材料へ転
換して結晶性ガラス基板を形成するステップ、

前記結晶性ガラス基板をエッチャント溶液でエッチングして、前記デバイス中に1又は
2以上の傾斜チャンネルを形成するステップであって、

前記1又は2以上の傾斜チャンネルに隣接する前記結晶性ガラス基板がセラミック相へ変
換され得るステップ、

前記1又は2以上の傾斜チャンネルを1又は2以上の金属で被覆するステップ、

前記誘導デバイスの全て又は一部を誘電性媒体で被覆するステップ、

前記誘電性媒体の全て又は一部を除去して電気接点又は自立型誘導デバイスを与えるス

トップを含み、

前記金属が表面又は埋設接点を通して電気回路に接続される、前記方法。

【請求項 2】

誘導デバイスが、電流を貯蔵し、電流貯蔵デバイスとして機能する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

1 又は 2 以上の金属が、所望の周波数でインダクタとして動作するように設計される、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

誘導デバイスが、100 MHz を超える周波数に対し、銅より大きい又は銅と等しい透磁率を有する、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 5】

セラミック相が、片側又は両側からエッチングされて、結晶性ガラス基板のセラミック相が部分的又は完全に除去され得る、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

ガラスの少なくとも一部分をセラミックへ変換し、前記セラミックをエッチング除去して誘導デバイス中の金属構造を少なくとも部分的に露出させる、又は前記誘導デバイス中の金属構造を完全に露出させるステップをさらに含む、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

20

1 又は 2 以上の誘導コイルを取り囲むガラスセラミック材料を含み、前記 1 又は 2 以上の誘導コイルが少なくとも部分的に空気に取り囲まれ、前記 1 又は 2 以上の誘導コイルが、前記ガラスセラミック材料中に 1 又は 2 以上の傾斜チャンネルを含み、金属が前記 1 又は 2 以上の傾斜チャンネルの少なくとも一部分を被覆し、前記誘導コイルが、透磁性材料にさらに取り囲まれる、誘導デバイス。

【請求項 8】

誘導コイルが透磁性材料に接触しない、請求項 7 に記載の誘導デバイス。

【請求項 9】

1 又は 2 以上の誘導コイルが、ガラスセラミック材料の中に空洞を形成し、前記空洞が、透磁性材料で充填される、請求項 7 に記載の誘導デバイス。

30

【請求項 10】

1 又は 2 以上の誘導コイルが、相互に作用する、請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載の誘導デバイス。

【請求項 11】

1 又は 2 以上の誘導コイルが、透磁性材料を共有する、請求項 7 に記載の誘導デバイス。

【請求項 12】

金属被覆が、部分的にガラスセラミック材料の間に、全体に前記ガラスセラミック材料の間に、若しくは前記ガラスセラミック材料の上に、又はそれらの組合せで存在し得る、請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載の誘導デバイス。

40

【請求項 13】

1 又は 2 以上の第 2 の金属層をさらに含む、請求項 7 ~ 12 のいずれかに記載の誘導デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光画定性ガラス(photo definable glass)構造中の誘導電流デバイスの作出、とりわけ、電子、マイクロ波、及び無線周波数に一般に用いられる、ガラスセラミック基板中の、インダクタデバイス、アンテナデバイス、及びトランスデバイス、並びにインダクタアレイ、アンテナアレイ、及びトランスアレイの作出に関する。

50

【背景技術】

【0002】

感光性ガラス構造は、他の素子システム又はサブシステムと共に、集積電子素子といった数多くのマイクロマシニング (micromachining) 処理及びマイクロファブ리케이션 (microfabrication) 処理のために提案されている。従来のガラスのシリコンマイクロファブ리케이션は、射出モデリング又はエンボス加工処理が整合しない形状を与えるため、高価でありかつ収量が低い。シリコンマイクロファブ리케이션処理は、高価な基礎装備、一般的に各々100万ドルを超える費用がかかる、フォトリソグラフィー及び反応性イオンエッチング又はイオンビームミリング器具に依拠し、さらに数百万から数十億の費用がかかる超清浄な高生産シリコン加工設備を要する。射出成形及びエンボス加工は、三次元形状を与える、より安価な方法であるが、転移において欠陥が生じる、又は確率的硬化工程に起因する差がある。

10

【発明の概要】

【0003】

本発明は、費用効率の良いガラスセラミック誘導単独デバイス又はアレイデバイスの作出を提供する。ガラスセラミック基板は、個別に又は同時に、垂直面及び水平面の両面の加工を通してそのような構造を形成する能力を示しており、二次元又は三次元誘導デバイスを形成する。

【0004】

本発明は、感光性ガラス基板を準備し、さらに1又は2以上の金属を被覆又は充填するステップによって、1又は2以上の二次元又は三次元の誘導デバイスを備える基板を製造する方法を含む。

20

【0005】

製造方法、並びに少なくともシリカ、酸化リチウム、酸化アルミニウム、及び酸化セリウムを含む感光性ガラスセラミック複合基板を準備するステップ、感光性ガラス基板中に1又は2以上の二次元又は三次元の誘導デバイスを含むデザインレイアウトをマスクングするステップ、感光性ガラス基板の少なくとも1部分を活性エネルギー源に露光させるステップ、感光性ガラス基板のガラス転移温度を超える温度の、少なくとも10分間の加熱相に感光性ガラス基板をさらすステップ、感光性ガラス基板を冷却して、露光したガラスの少なくとも一部を結晶性材料へ転換して結晶性ガラス基板を形成するステップ、並びに結晶性ガラス基板をエッチャント溶液 (etchant solution) でエッチングして、その後誘導デバイスに使用される1又は2以上の傾斜チャネル又は貫通孔を形成するステップによって作製される、デバイス。

30

【0006】

本発明は、光画定性ガラスの中又は上に作出される誘導デバイスを製造する方法であって、少なくともシリカ、酸化リチウム、酸化アルミニウム、及び酸化セリウムを含む感光性ガラス基板を準備するステップ、感光性ガラス基板上に1又は2以上の電気伝導路を形成するための1又は2以上の構造を含むデザインレイアウトをマスクングするステップ、感光性ガラス基板の少なくとも1部分を活性エネルギー源に露光させるステップ、感光性ガラス基板のガラス転移温度を超える温度の、少なくとも10分間の加熱相に感光性ガラス基板をさらすステップ、感光性ガラス基板を冷却して、露光したガラスの少なくとも一部を結晶性材料へ転換して結晶性ガラス基板を形成するステップ、結晶性ガラス基板をエッチャント溶液でエッチングして、デバイス中に1又は2以上の傾斜チャネルを形成するステップであって、トレンチに隣接する結晶性ガラス基板もセラミック相へ変換され得るステップ、1又は2以上の傾斜チャネルを1又は2以上の金属で被覆するステップ、インダクタ構造の全て又は一部を誘電性媒体で被覆するステップ、誘電性媒体の全て又は一部を除去して電気接点又は自立型誘導デバイスを与えるステップを含み、金属が表面又は埋設接点を通して電気回路に接続する、方法を提供する。

40

【0007】

誘導デバイスは、電流を貯蔵し、電流貯蔵デバイスとして機能する。1又は2以上の金

50

属は、適切な周波数でインダクタとして動作するよう設計される。誘導デバイスは、100 MHzを超える周波数に対し、銅よりも大きい又は銅と等しい透磁率を有する。誘導デバイスは、100 MHz未満の周波数に対し、銅よりも大きい透磁率を有する。セラミック相は、片側又は両側からエッチングされて、ガラスセラミック材料が部分的又は完全に除去され得る。本発明の方法は、ガラスの少なくとも一部分をセラミックへ変換するステップ、及びセラミックをエッチング除去して金属構造を少なくとも部分的に露出させるステップをさらに含むことができる。本発明の方法は、ガラスの少なくとも一部分をセラミックへ変換するステップ、及びセラミックをエッチング除去して金属構造を完全に露出させるステップをさらに含むことができる。

【0008】

本発明は、1又は2以上の誘導コイルを取り囲むガラスセラミック材料を有し、当該1又は2以上の誘導コイルが少なくとも部分的に空気に取り囲まれる、誘導デバイスも含む。

【0009】

1又は2以上の誘導コイルは、結晶性ガラス基板中に1又は2以上の傾斜チャネルを含み、金属が当該1又は2以上の傾斜チャネルの少なくとも一部分を被覆する。誘導素子は、透磁性材料によってさらに取り囲まれる。誘導素子は、透磁性材料に接触しない。誘導素子は、片側、両側、又はガラスセラミック材料の中に、透磁性材料で充填された空洞を含む。1又は2以上のインダクタは、相互に作用する。1又は2以上のインダクタは、透磁性材料を共有する。金属被覆は、部分的にガラスセラミック材料の間に、全体にガラスセラミック材料の間に、若しくはガラスセラミック材料の上に、又はそれらの組合せで存在し得る。誘導デバイスは、1又は2以上の第2の金属層を任意の表面上にさらに含む。

【0010】

本発明は、1又は2以上の誘導コイルを取り囲む結晶性ガラス基板を有し、当該1又は2以上の誘導コイルが少なくとも部分的に空気に取り囲まれる、誘導デバイスも含む。誘導デバイスは、結晶性ガラス基板上の1又は2以上のレールに支持される1又は2以上の誘導コイルを含む。誘導デバイスは、結晶性ガラス基板中の1又は2以上のピットに位置する1又は2以上の誘導コイルを含む。誘導デバイスは、金属被膜、多層金属被膜、合金被膜、多層合金被膜を含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

本発明の特徴及び利点をより完全に理解するために、次に発明の詳細な説明を添付の図面と併せて参照する。

【図1】コアレストランス(coreless transformer)のデザインを示す図である。

【図2】APEX(登録商標)ガラスにエッチングされた連結角型スパイラルを示す図である。

【図3A】APEX(登録商標)ガラス中/上の誘導デバイスの上面図である。

【図3B】APEX(登録商標)ガラス中/上の誘導デバイスの側面図である。

【図4A】自立型銅RFアンテナブリッジ構造の画像である。

【図4B】自立型コイルの画像である。

【図5】主として空気が誘導デバイスを取り囲むよう、取り囲んでいるセラミックが部分的にエッチング除去された、部分的にエッチングされたインダクタの画像である。

【図6】空気のみが誘導デバイスを取り囲むよう、取り囲んでいるセラミックが完全にエッチング除去された、完全にエッチングされたインダクタの等大の画像である。

【図7A - 7B】空気のみが誘導デバイスを取り囲むよう、取り囲んでいるセラミックが完全にエッチング除去された、完全にエッチングされたインダクタの側面の画像である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の様々な実施形態の作製及び使用が以下に詳細に説明されるが、本発明は、幅広い様々な特定の状況で具体化され得る、多くの応用可能な発明概念を提供すると理解され

10

20

30

40

50

るべきである。本明細書で説明される特定の実施形態は、本発明を作製及び使用する特定の
方法の単なる説明に過ぎず、発明の範囲を限定するものではない。

【 0 0 1 3 】

本発明の理解を容易にするために、多くの用語を以下に定義する。本明細書で定義される
用語は、本発明に関する分野の当業者が通常理解する意味を有する。「ある (a) 」、
「ある (an) 」及び「その (the) 」といった用語は、単数の実体のみを意味することを
意図するものではなく、説明のために使用され得る特定の例示の一般的な分類を含む。本
明細書における専門用語は、本発明の特定の実施形態を説明するために使用されるが、そ
れらの用法は、特許請求の範囲において概説される場合を除き、発明の範囲を定めない。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、コアレストランスのデザインを示す。図 2 は、APEX (登録商標) ガラスにエッ
チングされた連結角型スパイラルを示す。図 3 A は、APEX (登録商標) ガラス中 / 上の誘
導デバイスの上図である。図 3 B は、APEX (登録商標) ガラス中 / 上の誘導デバイスの
側面図である。図 4 A は、自立型銅 R F アンテナブリッジ構造の画像である。図 4 B は、
自立型コイルの画像である。図 5 は、主として空気が誘導デバイスを取り囲むよう、取り
囲んでいるセラミックが部分的にエッチング除去された、部分的にエッチングされたイン
ダクタの画像である。図 6 は、空気のみが誘導デバイスを取り囲むよう、取り囲んでいる
セラミックが完全にエッチング除去された、完全にエッチングされたインダクタの等大の
画像である。図 7 A 及び図 7 B は、空気のみが誘導デバイスを取り囲むよう、取り囲んで
いるセラミックが完全にエッチング除去された、完全にエッチングされたインダクタの側
面の画像である。

【 0 0 1 5 】

これらの要求に対応するため、本発明の発明者らは、半導体、R F 電子機器、マイクロ
波電子機器、及び光学撮像用の新規の包装及び基板材料として、ガラスセラミック (APEX
(登録商標)) ガラスセラミックを開発した。APEX (登録商標) ガラスセラミックは、
第 1 世代半導体機器を用いて、簡単な 3 段階の工程で加工され、最終物は、ガラス、セラ
ミックのいずれかに作り上げることができる、又はガラス及びセラミックの両方の領域を
含有することができる。APEX (登録商標) ガラスセラミックは、高密度のピアが容易に製
造される、微小流体能を示す、マイクロレンズ又はマイクロレンズアレイ、より強固な包
装のための高いヤング率、ハロゲンフリーな製造、及び安価な製造が例として挙げられる
、現在の材料に対する幾つかの利点を有する。フォトエッチング可能なガラスは、多種多
様なマイクロシステム要素の製造に対し幾つかの長所を有する。微細構造は、従来の半導
体加工機器を用いて、これらのガラスで比較的安価に作られている。一般的に、ガラスは
、高い温度安定性、良好な機械及び電気特性を有し、かつプラスチック及び多くの金属よ
りも高い耐化学性を有する。我々の知る限り、唯一の市販のフォトエッチング可能なガラ
スは、Schott Corporation社が生産し、Invenios Inc.社のみが米国に輸入するFOTURAN (登
録商標) である。FOTURAN (登録商標) は、微量な銀イオンに加え微量な他の元素を含
有するケイ酸アルミニウムリチウムガラス、具体的には 7 5 ~ 8 5 重量%の酸化ケイ素 ($S i O_2$)、
7 ~ 1 1 重量%の酸化リチウム ($L i_2 O$)、3 ~ 6 重量%の酸化アルミニ
ウム ($A l_2 O_3$)、1 ~ 2 重量%の酸化ナトリウム ($N a_2 O$)、0 . 2 ~ 0 . 5 重量
%の三酸化アンチモン ($S b_2 O_3$) 又は酸化ヒ素 ($A s_2 O_3$)、0 . 0 5 ~ 0 . 1 5
重量%の酸化銀 ($A g_2 O$)、及び 0 . 0 1 ~ 0 . 0 4 重量%の酸化セリウム ($C e O_2$)
を含む。本明細書で用いられる「APEX (登録商標) ガラスセラミック」、「APEX (登録
商標) ガラス」又は単なる「APEX (登録商標) 」という用語は、本発明のガラスセラミ
ック組成物の一実施形態を表すために用いられる。

【 0 0 1 6 】

酸化セリウムは、酸化セリウムの吸収バンド範囲内の U V 光に露光される際、例えば
 $C e^{3+} + A g^+ = C e^{4+} + A g^0$
のように光子を吸収し、隣接する酸化銀を還元して銀原子を形成させる電子を失う、増感
剤として作用する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

焼き付け工程において、銀原子は集合して銀ナノクラスターとなり、周囲のガラスが結晶化するための核生成サイトを誘導する。マスクを介してUV光に露光される場合、ガラスの露光された領域のみが続く熱処理において結晶化する。

【 0 0 1 8 】

この熱処理は、ガラス転移温度付近の（例えば、FOTURAN（登録商標）に関しては空气中で465よりも高い）温度で行う必要がある。結晶相は、未露光のガラス質の非晶質領域よりも、フッ化水素酸（HF）といったエッチャントに溶解する。特に、FOTURAN（登録商標）の結晶領域は、非晶質領域よりも約20倍速く10% HF中でエッチングされ、露光領域が除去された際に、約20：1の壁斜面比の微細構造を可能とする。参照により本明細書に援用する、T. R. Dietrich et al., "Fabrication technologies for microsystems utilizing photoetchable glass," Microelectronic Engineering 30, 497 (1996)を参照されたい。好ましくは、成形されたガラス構造は、少なくとも1又は2以上の二次元又は三次元誘導デバイスを含む。誘導デバイスは、自立型インダクタ形成するよう一連の接続されたループを作製することによって形成される。ループは、矩形、円形、楕円形、フラクタル、又は誘導を発生させるパターンを作出する他の形状のいずれかであり得る。APEX（登録商標）ガラスのパターン領域は、めっき又は気相蒸着が例として挙げられる多くの方法によって、金属、合金、複合材料、ガラス、又は他の磁気媒体で充填することができる。媒体の透磁率は、寸法及びデバイス中の構造の数（ループ、巻数、又は他の誘導素子）と併せて、デバイスのインダクタンスを与える。動作周波数に依存して、誘導デバイス設計は、異なる透磁性材料を要するだろう。100MHz未満の低周波数において、デバイスは、フェライト又は他の異なる高透磁性材料を使用することができる。100MHzを超えるより高い周波数において、異なる高透磁性材料は、大きな電気損失を生む渦電流を生成する可能性がある。そのため、より高周波数での動作においては、銅又は他の類似材料といった材料が、誘導デバイスに適する媒体となる。ひとたび誘導デバイスが作られると、支持するAPEX（登録商標）ガラスはその場に留まる又は除去され、自立構造を作出することができる。本発明は、層貫通構造又は層内構造を含み、レンズとして使用される成形APEX（登録商標）ガラス構造による撮像用途に使用するための、光画定性/光パターン化可能APEX（登録商標）ガラスを用いる、光学微細構造の製造のための単一材料アプローチを提供する。

【 0 0 1 9 】

一般的に、性能、均一性、他者による使い易さ、及び有効性の問題に悩まされる微細構造形成において、ガラスセラミック材料の収める成功は限られている。これまでのガラスセラミック材料は、おおよそ15：1のエッチングアスペクト比を得、その一方APEX（登録商標）ガラスは、50：1を超える平均エッチングアスペクト比を有する。これにより使用者は、より小さくより深い形体を作出することができるようになる。加えて、我々の製造方法は、90%を超える製品収量を可能とする（従来のガラスの収量は50%前後である）。最後に、従来のガラスセラミックにおいては、当該ガラスのおおよそ30%のみがセラミック状態へ変換するのに対し、APEX（商標）ガラスセラミックを用いると、この変換は70%前後である。

【 0 0 2 0 】

APEX（登録商標）組成物は、その性能向上のための3つの主要な機構を提供する：（1）より多量の銀が、粒界でより速くエッチングされる、より小さいセラミック結晶の形成をもたらす、（2）シリカ含有量（HF酸によりエッチングされる主要成分）の低下が未露光材料の望ましくないエッチングを減少させる、及び（3）より高いアルカリ金属及び酸化ホウ素の総重量百分率が、製造時に各段に均一なガラスを生産する。

【 0 0 2 1 】

本発明は、電磁伝達、トランス、及びフィルタリング用途に使用される誘導構造の形成に使用するガラスセラミック構造を製造する方法を含む。本発明は、ガラスセラミック基板の複数平面に作出される誘導構造を含み、そのような工程は、（a）基板又はエネルギー

10

20

30

40

50

一源のいずれかの向きを変えることにより、様々な角度で露光が起こるような、励起エネルギーへの暴露、(b)焼き付けステップ、及び(c)エッチングステップを用いる。角度の大きさは鋭角又は鈍角のいずれかであり得る。実行不可能ではないものの、ほとんどのガラス基板、セラミック基板、又はシリコン基板に湾曲構造及びデジタル構造を作出することは難しい。本発明は、ガラスセラミック基板に関し、そのような構造を垂直平面及び水平平面の両面に作出する能力を生み出した。本発明は、ガラスセラミックの上又は中の誘導構造を製造する方法を含む。

【0022】

ガラスのセラミック化は、おおよそ 20 J/cm^2 の 310 nm の光でガラス基板全体を露光することによって達成される。セラミック内部にガラス区域を作出しようとする場合、使用者は、ガラスをガラスのまま残す箇所を除き、全ての材料を露光する。一実施形態において、本発明は、異なる直径の様々な同心円を含む石英/クロムマスクを提供する。

10

【0023】

本発明は、電気的マイクロ波及びラジオ周波数用途ガラスセラミック構造の中又は上の誘導デバイスを製造する方法を含む。ガラスセラミック基板は、 $60\sim 76$ 重量%のシリカ、 6 重量% ~ 16 重量%の K_2O 及び Na_2O の組合せを伴う少なくとも 3 重量%の K_2O 、 $0.003\sim 1$ 重量%の、 Ag_2O 及び Au_2O からなる群から選択される少なくとも 1 つの酸化物、 $0.003\sim 2$ 重量%の Cu_2O 、 0.75 重量% ~ 7 重量%の B_2O_3 及び B_2O_3 と Al_2O_3 とを組み合わせて 13 重量%を超えない $6\sim 7$ 重量%の Al_2O_3 、 $8\sim 15$ 重量%の Li_2O 、並びに $0.001\sim 0.1$ 重量%の CeO_2 が例として挙げられるがそれらに限定されない、広範な組成変動を有する、感光性ガラス基板であってもよい。この、及び他の多様な組成物は、一般的にAPEX(登録商標)ガラスと称される。

20

【0024】

露光部分は、ガラス基板をガラス転移温度付近の温度まで加熱することによって結晶化材料へ転換され得る。ガラス基板をフッ化水素酸といったエッチャント中でエッチングする場合、ガラスが広域スペクトル中間紫外線(約 $308\sim 312\text{ nm}$)フラッドランプ(flood lamp)で露光される際、未露光部に対する露光部の異方性エッチング比は少なくとも $30:1$ であり、少なくとも $30:1$ のアスペクト比を有する成形ガラス構造を提供し、かつ誘導構造を作出する。露光用のマスクは、誘導構造/デバイスを作出するために、連続する階調の露光を提供して湾曲構造を形成する、ハーフトーンマスクであり得る。デジタルマスクも、フラッド露光と併せて使用することができ、かつ誘導構造/デバイスの作出をもたらすために使用できる。露光されたガラスは、次いで典型的には 2 段階工程で焼き付けられる。銀イオンが銀ナノ粒子へと集合するため、 10 分 ~ 2 時間の間、 $420\sim 520$ の間の温度範囲で加熱され、酸化リチウムが銀ナノ粒子周囲に形成するよう 10 分 ~ 2 時間の間、 $520\sim 620$ の間の温度範囲で加熱される。ガラスプレートは次いでエッチングされる。

30

【0025】

ガラス基板は、典型的には 5 体積% ~ 10 体積%の、HF溶液の、エッチャント中でエッチングされ、露光部の未露光部に対するエッチング比は、広域スペクトル中間紫外線フラッドライトで露光する場合少なくとも $30:1$ であり、レーザーで露光する場合 $30:1$ を超え、異方性エッチング比が少なくとも $30:1$ の成形ガラス構造を与える。

40

【0026】

誘導デバイスを取り囲む材料は、金属の充填前にセラミックへ変換される。エッチングされた構造を充填するために使用される金属材料は、銅以外の金属(すなわちニッケル、鉄合金)である。誘導デバイスの表面は、誘電材料で被覆される。誘導デバイスの表面は、最初に誘電材料でパターン化され、次いでパターン化された金属でパターン化される。

【0027】

セラミック相で取り囲まれた実施形態に関し、セラミックは片側又は両側からエッチン

50

グされて、ガラスセラミック材料が部分的又は完全に除去されて、金属構造が部分的に露光される。複数の固有の誘導性部品からなる誘導デバイス。異なる誘導性部品が、エッチングされた異なる形体に、異なる金属で選択的にめっきされる、前記デバイス。

【図 1】

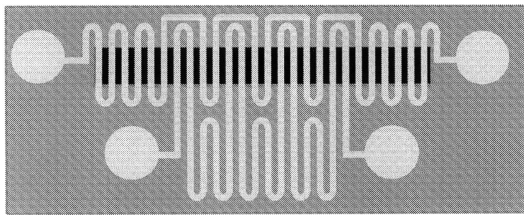


FIGURE 1

【図 2】

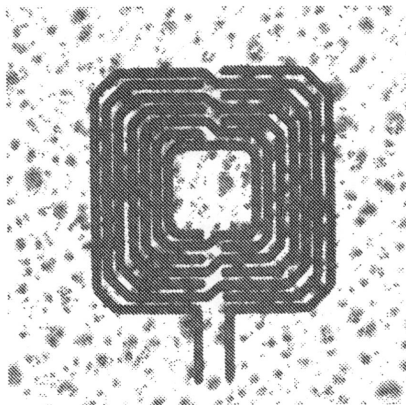


FIGURE 2

【図 3 A】

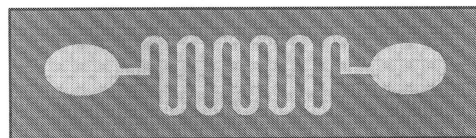


FIGURE 3A

【図 3 B】



FIGURE 3B

【図 4 A】

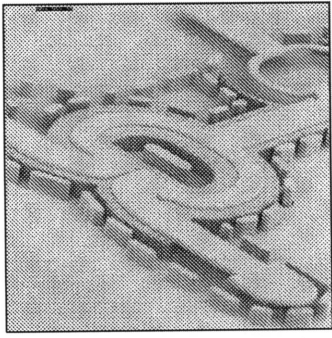


FIGURE 4A

【図 4 B】

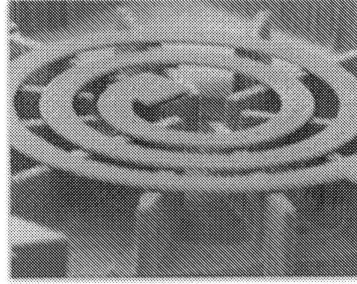


FIGURE 4B

【図 5】

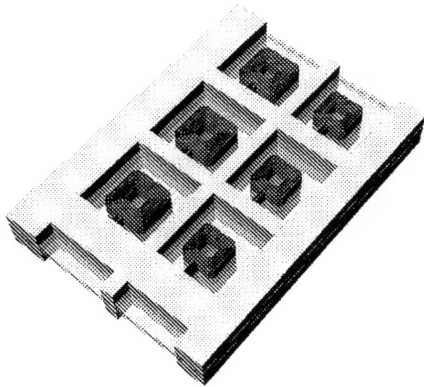


FIGURE 5

【図 6】

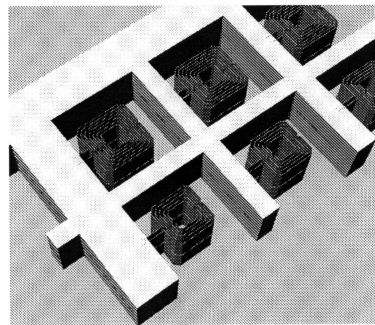


FIGURE 6

【図 7】

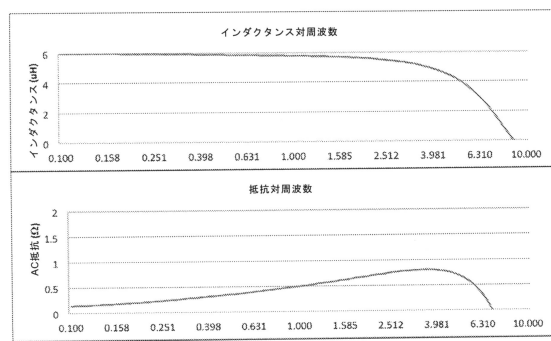


FIGURE 7A and 7B

フロントページの続き

- (74)代理人 100188352
弁理士 松田 一弘
- (74)代理人 100131093
弁理士 堀内 真
- (74)代理人 100150902
弁理士 山内 正子
- (74)代理人 100141391
弁理士 園元 修一
- (74)代理人 100198074
弁理士 山村 昭裕
- (74)代理人 100145920
弁理士 森川 聡
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (72)発明者 フレミング ジェブ エイチ .
アメリカ国 ニューメキシコ 87106 アルバカーキ エスイーサンタモニカ 2817
- (72)発明者 バリントン ジェフ
アメリカ国 フロリダ 32801 オーランド #2406 ウェストチャーチストリート 55
- (72)発明者 クック ロジャー
アメリカ国 ニューメキシコ 87111 アルバカーキ エヌイー グレンウッドヒルズドライブ
4912
- (72)発明者 マクウェシー カイル
アメリカ国 ニューメキシコ 87107 アルバカーキ エヌダブリュー サラマンカ 900

審査官 鈴木 孝章

- (56)参考文献 国際公開第 2014/062311 (WO, A1)
米国特許出願公開第 2013/0142998 (US, A1)
特開 2008-252797 (JP, A)
特開 2005-057211 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 41/04
H01F 17/00
C03C 15/00
C03C 1/00
H01L 21/30