

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6342730号
(P6342730)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.		F I			
CO3C	21/00	(2006.01)	CO3C	21/00	A
HO1L	23/15	(2006.01)	HO1L	23/14	C
HO5K	3/20	(2006.01)	HO5K	3/20	Z

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2014-132494 (P2014-132494)	(73) 特許権者	304021831 国立大学法人千葉大学
(22) 出願日	平成26年6月27日(2014.6.27)		千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
(65) 公開番号	特開2015-180584 (P2015-180584A)	(72) 発明者	松坂 壮太
(43) 公開日	平成27年10月15日(2015.10.15)		千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学 大学院工学研究科内
審査請求日	平成29年5月22日(2017.5.22)	(72) 発明者	前原 直友
(31) 優先権主張番号	特願2014-42210 (P2014-42210)		千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学工学部内
(32) 優先日	平成26年3月4日(2014.3.4)	(72) 発明者	森田 昇
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学大学院工学研究科内
		(72) 発明者	比田井 洋史
			千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学大学院工学研究科内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス基板内に金属層を埋設する方法、金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属膜が接触して配置されたガラス基板に、第一の電圧を印加した後、前記第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加して前記ガラス基板の内部に前記金属膜中の金属を集積させて金属層を形成する、ガラス基板内に金属層を埋設する方法。

【請求項2】

前記金属膜の金属は、銀及び銅の少なくともいずれかを含む請求項1記載のガラス基板内に金属層を埋設する方法。

【請求項3】

前記ガラス基板は、アルカリ金属イオンを含む請求項1記載のガラス基板内に金属層を埋設する方法。

【請求項4】

金属膜が接触して配置されたガラス基板に、第一の電圧を印加した後、前記第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加して前記ガラス基板の内部に前記金属膜中の金属を集積させて金属層を形成する、金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法。

【請求項5】

前記金属膜は金属薄膜であり、前記金属薄膜の金属は、銀及び銅の少なくともいずれかを含む請求項4記載の金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法。

【請求項6】

前記ガラス基板は、アルカリ金属イオンを含む請求項4記載の金属層が埋設されたガラ

ス基板を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス基板内に金属層を埋設する方法、金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法、及び、金属層が埋設されたガラス基板に関する。

【背景技術】

【0002】

ガラス基板は平坦性、透過性、耐薬品性に優れ、寸法等の変化も少なく、更には誘電率等の材料特性の安定性が高く、電子部品等の回路基板として優れた特性を有している。このガラス基板上だけでなくガラス基板内部に金属配線を形成することができればより高性能な電子部品等を実現することが可能となる。

10

【0003】

ガラス基板内部に金属線を形成する技術として、ガラス製インターポザー（積層半導体の中継基板）を加工し、ガラス基板内部に金属線を形成する技術が例えば下記特許文献1に記載されている。

【0004】

具体的に説明すると下記特許文献1には、ガラス基板に対してレーザー加工による穿孔を行った後電解メッキによって金属層を形成する板表面から裏面方向に穿孔し、メッキ、蒸着等の方法によって孔内面に金属膜を形成する手法が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-10651号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に記載の技術では、穿孔を行った後に金属層を形成するため、ガラス基板面に対して垂直な方向の配線しか形成できず、ガラスの面方向に配線を形成することは困難であるといった課題がある。

30

【0007】

そこで、本発明は上記課題を鑑み、ガラス基板の面方向に沿って金属層を埋設する方法及びガラス基板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一の観点に係るガラス基板内に金属層を埋設する方法は、金属が接触して配置されたガラス基板に、第一の電圧を印加した後、前記第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加することを特徴とする。

【0009】

また、本観点に係る金属は、金属薄膜であり、この金属薄膜は、限定されるわけではないが、銀及び銅の少なくともいずれかを含むことが好ましい。

40

【0010】

また、本観点に係るガラス基板は、限定されるわけではないが、アルカリ金属イオンを含むことが好ましい。

【0011】

本発明の他の一の観点に係る金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法は、金属が接触して配置されたガラス基板に、第一の電圧を印加した後、前記第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加することを特徴とする、金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法である。

【0012】

50

また、本観点に係る金属は金属薄膜であり、この金属薄膜の金属は、限定されるわけではないが、銀及び銅の少なくともいずれかを含むことが好ましい。

【0013】

また、本観点に係るガラス基板は、限定されるわけではないが、アルカリ金属イオンを含むことが好ましい。

【0014】

本発明の他の一の観点に係るガラス基板は、金属層が埋設されたことを特徴とするガラス基板である。

【0015】

また、本観点に係るガラス基板は、限定されるわけではないが、金属層によって二つに区切られるガラス領域において、一方のガラス領域において含まれる主たる金属イオンと、他方のガラス領域において含まれる主たる金属イオンとが異なる、金属層が埋設されたガラス基板であることが好ましい。

10

【発明の効果】

【0016】

以上、本発明により、ガラス基板の面方向に沿って金属層を埋設する方法及びガラス基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態に係るガラス基板内に金属層を埋設する装置の概略を示す図である。

20

【図2】本実施形態におけるガラス基板中に表裏面に平行に銀の層を析出した試料の外観を示す図である。

【図3】本実施形態におけるガラス基板中に表裏面に平行に銀の層を析出した試料断面の電子顕微鏡写真である。

【図4】本実施形態における金属イオン添加領域の深さ方向の銀とナトリウムの元素分析結果を表す図である。

【図5】本実施形態におけるガラス基板中に配線を形成した試料の外観を示した図である。

【図6】本実施形態におけるガラス基板中に表裏面に平行に銅の層を析出した試料の外観を示す図である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。ただし、本発明は多くの異なる形態による実施が可能であり、以下の実施形態、実施例に示す具体的な例示にのみ限定されるわけではない。

【0019】

図1は、本実施形態に係るガラス基板内に金属層を埋設する装置1（以下「本装置」1という。）の概略を示す図である。本実施形態において、本装置1は金属薄膜2が接触して配置されたガラス基板3に、第一の電圧を印加した後、この第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加することのできる装置である。

40

【0020】

具体的に本装置1は、金属薄膜が接触して配置されたガラス基板3を挟む一对の電極4と、この一对の電極に電圧を印加するための電源部5と、を有する。本実施形態ではこのような構成を採用することでガラス基板内に金属層を埋設することができる。

【0021】

本実施形態において、用いる一对の電極は、それぞれガラス基板3に接触するように配置されるとともに、この間に電圧を印加することでガラス基板3内において電荷移動させるためのものである。より具体的には、電圧を印加することでガラス内部に存在するイオンを移動させて金属薄膜から金属をガラス基板内部に浸透させる（イオン交換させる）ことが可能となる。電極の材料としては、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけ

50

ではないが、銀、銅、アルミニウム及び金並びにこれらの合金を例示することができる。なお、銀及び銅の少なくともいずれかを含む場合、電極そのものをガラス基板に接触する金属として採用することができる。

【0022】

また、本実施形態において、用いる一对の電極の形状は特に限定されないが、ガラス基板と接する電極の面の形状が、形成しようとする金属層の形状に対応していることが好ましい。本実施形態の効果については後述するが、電圧を印加した部分に金属層を形成することができるため、ガラス基板内に形成したい金属層の形状に合わせて金属薄膜及び電極を配置し、電圧を印加することで所望の形状に金属層を形成することができるようになる。もちろん、金属薄膜側の形状のみを形成したい金属層の形状とすることとしてもよい。また、金属薄膜自体を電極として使用する構成も可能である。

10

【0023】

本実施形態において、ガラス基板3の材質は、限定されるわけではないが、アルカリ金属イオンを含むガラスであることが好ましい。ガラスに含まれるアルカリ金属イオンとしては、限定されるわけではないが、例えばナトリウムイオン、カリウムイオン等を例示することができる。またガラス自体の材質も、内部に金属層を形成することができる限りにおいて限定されるわけではないが、ホウケイ酸ガラス等を例示することができる。

【0024】

また、ガラス基板3の厚さは、内部に金属層を埋設することができる程度の厚さを有していることが好ましい一方、あまりに厚すぎると電極間に電圧を印加しても十分な電界を印加することができなくなってしまうため、これらのバランスを保持することが好ましい。具体的なガラス基板の厚さは、限定されるわけではないが、例えば0.1mm以上10mm以下の範囲内にあることが好ましく、より好ましくは5mm以下である。

20

【0025】

また本実施形態において、金属薄膜は、ガラス基板に接触するよう配置されるものであって、ガラス基板内に浸透し、金属層として形成される限りにおいて限定されるわけではないが、イオン化されるものであることが好ましく、銀及び銅並びにこれらの合金が好ましい。

【0026】

また本実施形態において金属薄膜は、ガラス基板に接触するよう配置されている限りにおいて限定されず、さまざまな方法によって配置することが可能であり、例えば金属の箔をガラス基板上に配置して張り付ける方法や、スパッタリングを用いて金属薄膜を形成する方法等、多種多様な方法を採用することができる。

30

【0027】

また、本実施形態において金属薄膜2の厚さは、ガラス基板内に金属層を形成することができる程度の量があればよく、限定されるわけではないが、1 μ m以上あることが好ましい。なお上記のように、金属薄膜ではなく金属の厚い層であってもよく、例えば上記金、銀及びこれらの合金からなる電極をそのまま埋設する金属層の材料とすることも可能である。

【0028】

また、本実施形態では、本装置1を用いて、ガラス基板内に金属層を埋設する方法(以下「本方法」という。)を提供することができる。具体的に本方法は、金属(好ましくは金属薄膜)が接触して配置されたガラス基板に、第一の電圧を印加した後、前記第一の電圧とは符号の異なる第二の電圧を印加することを特徴とする。

40

【0029】

本実施形態に係る第一の電圧の値は、限定されるわけではないが、いわゆる直流電圧であることが好ましく、ガラス基板や金属薄膜の材質や厚さによって適宜調整可能なため電界の強さを基準に調整することが好ましい。好ましい電界の強さとしては、例えば10V/mm以上1000V/mm以下の範囲にあることが好ましく、より好ましくは50V/mm以上500V/mm以下の範囲である。

50

【0030】

また、本実施形態に係る第一の電圧の印加時間は、ガラス基板内部に金属層を形成することができる限りにおいて適宜調整可能であり限定されるわけではないが、1.8ks以上36ks以下が好ましく、より好ましくは3.6ks以上18ks以下の範囲内である。

【0031】

また、本実施形態に係る第二の電圧の値は、上記第一の電圧とは符合が異なる、より具体的には逆の符号の電圧となる。この電圧の値は、ガラス基板内部に金属層を形成することができる限りにおいて限定されるわけではなく、またガラス基板や金属の材質によって適宜調整可能であるが、いわゆる直流電圧であることが好ましく、更に、電界の強さを基準に調整することが好ましく、この電界の強さが10V/mm以上1000V/mm以下の範囲内にあることが好ましく、より好ましくは50V/mm以上500V/mm以下の範囲内である。なお、第一の電圧と第二の電圧の絶対値は必ずしも同じではなくてもよいが同じであってもよい。

10

【0032】

また、本実施形態に係る第二の電圧の印加時間も、ガラス基板内部に金属薄膜を形成することができる限りにおいて適宜調整可能であり限定されるわけではないが、1.8ks以上36ks以下の範囲内であることが好ましく、より好ましくは3.6ks以上18ks以下の範囲内である。

【0033】

また本実施形態において、第一の電圧および第二の電圧を印加する際の温度としては、金属薄膜およびガラス基板が溶解してしまわない程度の温度範囲内であればよいが、温度が高いほど金属の拡散速度が向上するため高い方が好ましい。温度範囲としては、特に限定されるわけではないが、100以上400以下であることが好ましい。

20

【0034】

また本実施形態において、ガラス基板および電極は、大気圧下で行ってもよく、減圧下で行ってもよい。また、ガラス基板及び電極は空気中で行ってもよいが窒素ガス等の非酸化性の雰囲気中に行っておくと電極等の酸化を防止することができるため好ましい。

【0035】

なお、本実施形態において、第一の電圧の印加と第二の電圧の印加の繰り返しは、限定されるわけではないが数回程度、より具体的には3回以下、より好ましくは2回以下、更に好ましくは1回にとどめておくことが好ましい。第一の電圧の印加後第二の電圧を印加することで十分な金属層の形成が可能であり、過度に繰り返しを行うことで金属の酸化が進み、黒ずんでしまう、電気的な特性が悪くなってしまうといった課題が生じてしまうおそれがある。そのため、繰り返し回数を抑え、第一の電圧の印加、第二の電圧の印加の時間で調整することが好ましい。

30

【0036】

また本実施形態に係る方法では、上記の方法により金属層を形成した後、ガラス基板を加熱し、基板自体の反りを修正する工程を行うことも好ましい。ガラス基板内に金属を埋設するとガラス基板の一部が膨張することとなるため、再びガラス基板を高温にし、この反りを修正する工程を入れることも好ましい。

40

【0037】

以上、本実施形態により、ガラス基板表裏面に平行な方向に金属層を埋設する方法、およびそれを実現するための装置を提供することができ、更に上記方法によって、金属層が埋設されたガラス基板を提供することができる。本方法の原理については推測の部分もあるがより具体的に説明すると、まず、第一の電極を印加して金属薄膜中の金属を金属イオンとしてガラス基板中に注入、浸透させる。次に、金属イオンがガラス基板内に十分に浸透した後で第二の電圧を印加する。すると、今度は浸透した金属が反対側に移動しようとする。しかしながら、一定の深さに達した金属はある深さ以上戻ることができず、その深さにおいて金属層として平面方向に広がり集積することとなる。この結果、金属層が埋設

50

されたガラス基板を作製することができるようになると考えられる。そして、この電圧を印加した部分に集中的に金属層を形成することができるため、金属層を形成したい領域のみ電圧を印加させることで、所望の範囲のみに金属層、好ましくは金属配線を形成することができる。もちろん、導電性を問わずガラス基板中に金属層を埋設した看板等オブジェとしても用途も考えられる。

【実施例】

【0038】

ここで、上記実施形態において説明した方法を用い、実際にガラス基板に金属層を埋設させて本発明の効果を確認した。以下具体的に説明する。

【0039】

10

(試料1：銀薄膜)

まず、ガラス基板としてBorofloat 33(厚さ1.1mm、Schott社製)を用い、これに10 μ mの銀薄膜を配置し、一對の銅電極の間に接触するように配置した。具体的な装置構成は上記図1で示したとおりである。なお、この場合において、電極およびガラス基板、金属薄膜はヒーター上に配置し、623Kとなるように配置するとともに、この周囲の圧力は1.0 \times 10⁻³Paとなるよう減圧した。

【0040】

そして、第一の電圧を100V、10.8ks印加し、次に逆方向に第二の電圧を100V、10.8ks印加した。この結果、図2で示すような銀からなる金属層が埋設されたガラス基板を得ることができた。なおこの金属層には、銀単体と同等の導電性を確認することができた。また金属層の厚みは、50~200nm程度の厚みの層が複数重なり合い、概ね5 μ m程度の幅の金属層を形成していることが確認できた。

20

【0041】

図3は上記の結果得ることのできたガラス基板の断面における走査型電子顕微鏡(SEM)の写真図を示す。この結果、ガラス表面から150 μ mの深さの位置において銀の金属層が形成されていることが確認できた。

【0042】

また、図4は、上記図3に対応した断面におけるEPMA析の結果を示す図である。この結果、銀の金属層を境界として、銀を多く含む領域と、ナトリウムを多く含む領域が明確に区別されていることが確認できた。

30

【0043】

(試料2：銀薄膜)

なお、上記と同様の条件とする一方、ガラス基板に対して印加する部分を一部だけにすることで、配線上の金属層を形成することとした。この結果を図5に示しておく。本図の結果から明らかなように、上記図2のように一様の面積を有する金属層だけでなく、所望の領域に線状となる金属層を形成することも可能であり、ガラス基板内に金属配線を埋設することができることを確認した。もちろん、本金属層においても銀単体の場合と同等の導電性が確保できていることを確認した。また、金属を析出させていない領域のガラスの可視域での透過率は、当然に金属を埋設していないガラスと同等であり、透明性は維持されていることを確認した。

40

【0044】

(試料3：銅薄膜)

次に、上記銀を用いた例において、銀を銅に替えた以外は同じ条件で同様の作業を行い、銅からなる金属層を埋設したガラス基板を作製した。この写真図を図6に示しておく。この結果、銅を用いた場合であっても、ガラス基板中に金属層を形成することができることを確認した。

【0045】

以上、本実施例の記載からも明らかなように、ガラス基板内に金属層を形成することが可能となり、本発明の効果を確認することができた。

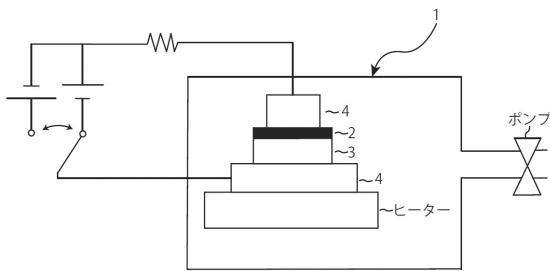
【産業上の利用可能性】

50

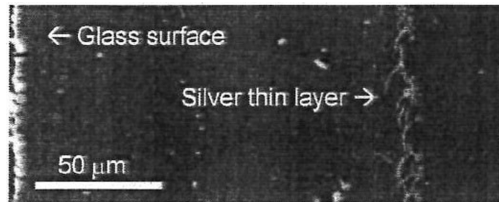
【 0 0 4 6 】

本発明は、ガラス基板内に金属層を埋設する方法、金属層が埋設されたガラス基板を製造する方法、及び、金属層が埋設されたガラス基板として産業上利用可能性がある。

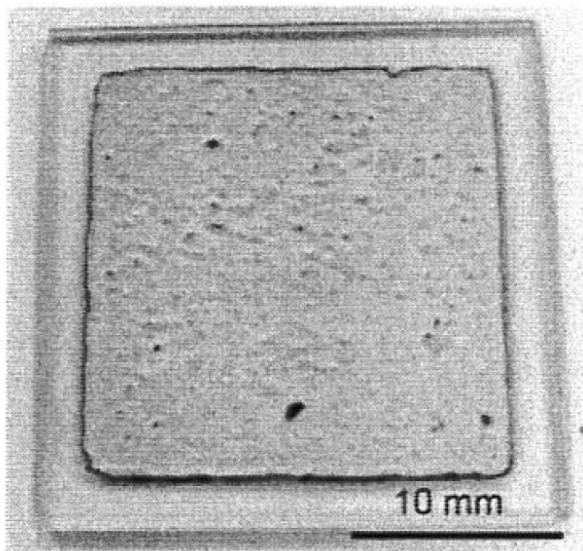
【 図 1 】



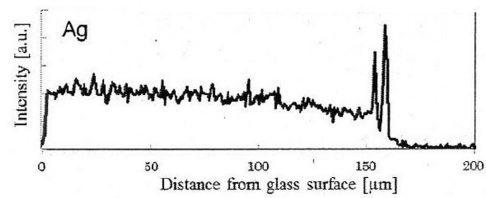
【 図 3 】



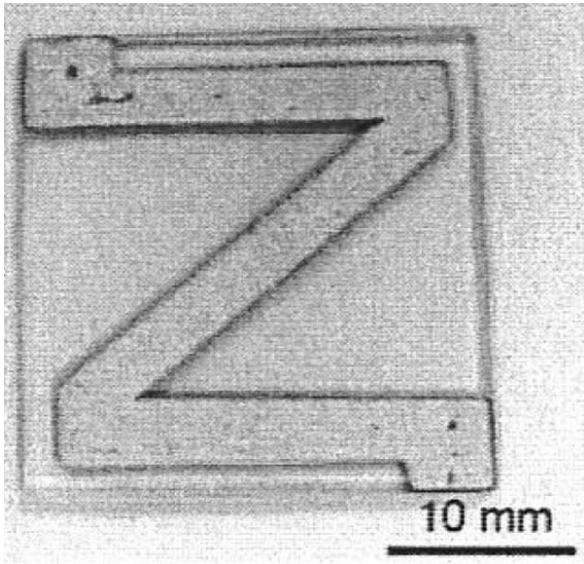
【 図 2 】



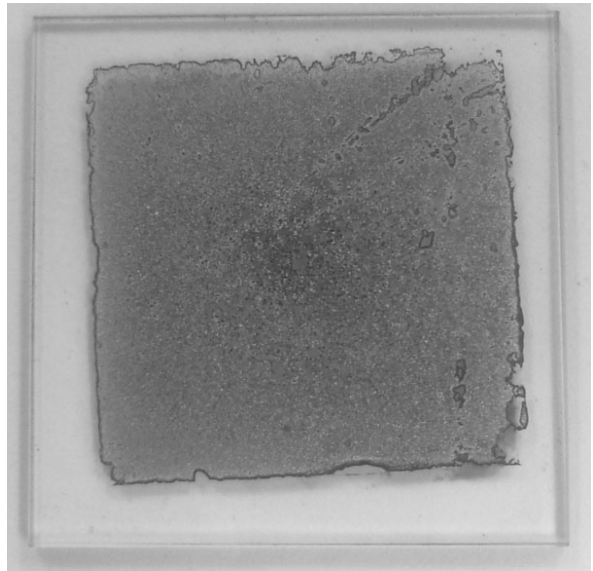
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 千葉 明

千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学大学院工学研究科内

審査官 吉川 潤

- (56)参考文献 多田篤志、他、電界を利用したガラスの表面改質技術、神鋼環境ソリューション技報、日本、神鋼環境ソリューション技術開発センター、2012年2月1日、第8巻、第2号、第8-16頁、URL、http://www.kobelco-eco.co.jp/development/docs/016_03.pdf
松坂壮太、他、固体イオン交換法によるレーザ加工用ガラスの開発、精密工学会誌、日本、公益社団法人精密工学会、2013年5月5日、第79巻、第5号、第455-459頁、ISSN:0912-0289
MATSUSAKA.S et al., Laser micro-machinability of borosilicate glass surface-modified by electric field-assisted ion-exchange method, Journal of Physics:Conference Series, 英国, IOP Publishing, 2012年8月7日, Vol.379, 012035, 1-6頁, DOI:10.1088/1742-6596/379/1/012035, URL, <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/379/1/012035/pdf>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C 21/00

H01L 23/15

H05K 3/20

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)