

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-208355

(P2017-208355A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.
H01J 35/18 (2006.01)F I
H01J 35/18

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 7 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-144728 (P2017-144728)	(71) 出願人	501218636
(22) 出願日	平成29年7月26日 (2017. 7. 26)		モックステック・インコーポレーテッド
(62) 分割の表示	特願2013-84232 (P2013-84232) の分割		アメリカ合衆国ユタ州84057, オレム 、ウエスト 1260 ノース 452
原出願日	平成25年4月12日 (2013. 4. 12)	(74) 代理人	110000877
(31) 優先権主張番号	61/655, 764		龍華国際特許業務法人
(32) 優先日	平成24年6月5日 (2012. 6. 5)	(72) 発明者	マロリー ハッカー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国、ユタ州 84663、イ ースト スプリングヴィル 150 ノー ス 1535
(31) 優先権主張番号	61/663, 173	(72) 発明者	スティーブン ディ. リディアード
(32) 優先日	平成24年6月22日 (2012. 6. 22)		アメリカ合衆国、ユタ州 84663、サ ウス スプリングヴィル 550 イース ト 1513
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	13/855, 580		
(32) 優先日	平成25年4月2日 (2013. 4. 2)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

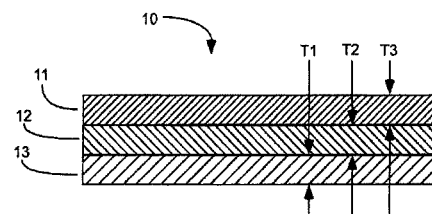
(54) 【発明の名称】 非晶質炭素およびアルミニウムのX線窓

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】強度が大きく、X線の減衰が最小化され、X線スペクトルへの混濁が最小化されるX線窓を提供する。

【解決手段】X線窓10は、少なくとも1つのアルミニウム層および少なくとも1つの非晶質炭素層を含む。さらに、少なくとも1つのポリマー層を含んでもよい。アルミニウム層は、窓のガス不浸透性を高めることができる。非晶質炭素層は、耐食性を与えることができる。ポリマー層は、構造的強度を強めることができる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アルミニウム層、ポリマー層、および非晶質炭素層を含む薄膜層の積層体を備える X 線窓。

【請求項 2】

前記非晶質炭素層の炭素は

- a . 25 %未満の sp³ と、
- b . 75 %以上の sp² とがハイブリッドされている請求項 1 に記載の X 線窓。

【請求項 3】

前記非晶質炭素層は、水素化非晶質炭素層である請求項 1 または 2 に記載の X 線窓。

10

【請求項 4】

前記水素化非晶質炭素層における水素の原子百分率は、1 % ~ 10 %である請求項 3 に記載の X 線窓。

【請求項 5】

前記ポリマー層は、ポリイミドである請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 6】

- a . 中心が空洞であり、開口を有し、チタンからなる囲みをさらに備え、
- b . 前記薄膜層の積層体は、前記囲みの前記開口に気密に閉止され、
- c . 前記非晶質炭素層は、空洞となっている前記中心から最も遠い層となるよう配置さ

れている

20

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 7】

前記薄膜層の積層体における層の順序は、前記ポリマー層、前記アルミニウム層、前記非晶質炭素層である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 8】

- a . 前記アルミニウム層は、第 1 アルミニウム層および第 2 アルミニウム層を含む、
- b . 前記薄膜層の積層体の順序は、前記第 1 アルミニウム層、前記ポリマー層、前記第 2 アルミニウム層、前記非晶質炭素層である

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 9】

30

- a . 前記非晶質炭素層は、第 1 非晶質炭素層および第 2 非晶質炭素層を含み、
- b . 前記アルミニウム層は、第 1 アルミニウム層および第 2 アルミニウム層を含み、
- c . 前記薄膜層の積層体における層の順序は、前記第 1 非晶質炭素層、前記第 1 アルミニウム層、前記ポリマー層、前記第 2 アルミニウム層、前記第 2 非晶質炭素層である

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 10】

- a . 前記第 1 非晶質炭素層の厚さは、5 ~ 25 ナノメートルであり、
- b . 前記第 1 アルミニウム層の厚さは、10 ~ 30 ナノメートルであり、
- c . 前記ポリマー層の厚さは、150 ~ 300 ナノメートルであり、
- d . 前記第 2 アルミニウム層の厚さは、10 ~ 30 ナノメートルであり、
- e . 前記第 2 非晶質炭素層の厚さは、5 ~ 25 ナノメートルである

40

請求項 9 に記載の X 線窓。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本願は、全般的に、X 線窓に関する。

【背景技術】**【0002】**

X 線窓を使用して X 線源または検出装置を包囲することができる。窓を使用すると、包囲内の真空状態を周囲空気から隔離しつつ、X 線を窓から通過させることができる。

50

【 0 0 0 3 】

X線窓は薄膜から形成することができる。X線（とくに、低エネルギーX線）の減衰は最小化されることが望ましく、したがって、膜はX線の減衰を最小化させる材料および厚さで形成されることが望ましい。薄い膜は、厚い膜よりもX線の減衰が少ない。しかし、膜は、薄すぎると、たるみや破損を生じうる。膜がたるむと、腐食防止コーティングが割れてしまう可能性がある。膜が破損した場合は、包囲内に空気が進入できるようになり、装置の機能が破壊されてしまうことが多い。したがって、破損またはたるみが回避される十分な強度を持ち、他方で、X線の減衰が最小化されるよう可能な限り薄い材料で膜を形成することが望ましい。

【 0 0 0 4 】

X線窓は、X線検出器とともに用いられることが多い。測定対象の試料から放射されるX線スペクトルへの混濁を回避するべく、X線検出器に衝突するX線は、測定対象の源だけから放射されていることが望ましい。あいにく、X線窓も蛍光発光可能であり、したがって、X線スペクトルに混濁する線を発生させるX線を放射する。低原子番号元素のX線スペクトルへの混濁は、通常、高原子番号元素の混濁よりも問題が少ない。したがって、このノイズを最小化するには、窓および支持構造は、原子番号が可能な限り低い材料から形成されることが望ましい。

【 0 0 0 5 】

これらの問題に取り組む試みに関する情報は、米国特許第5,090,046号に見受けられる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

強度が大きく、X線の減衰が最小化され、X線スペクトルへの混濁が最小化されるX線窓を提供することが有利であることは認識されてきた。本発明は、これらのニーズを満たすX線窓に関する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

一つの実施形態では、X線窓は、第1非晶質炭素層と第2非晶質炭素層との間に配置されたアルミニウム層を含む。別の実施形態では、X線窓は、アルミニウム層、ポリマー層、および非晶質炭素層を含む薄膜層の積層体を備える。上記の実施形態を、中心が空洞となった囲みに気密に閉止することができる。非晶質炭素層は、空洞となった中心から最も遠い層となるよう配置することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る3層の材料を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る、非晶質炭素層23、2層のアルミニウム層21a～b、およびポリマー層22を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係る2層の非晶質炭素層23a～b、2層のアルミニウム層21a～b、およびポリマー層22を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態に係る2層の非晶質炭素層23a～b、2層のアルミニウム層21a～b、およびポリマー層22を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態に係るポリマー層22とアルミニウム層21との間に設けられた非晶質炭素層23を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態に係るポリマー層22と非晶質炭素層23との間に設けられたアルミニウム層21を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 7 】 本発明の実施形態に係る2層の非晶質炭素層23a～bの間に設けられたアルミニウム層21を含むX線窓の概略的な側断面図である。

【 図 8 】 本発明の実施形態に係る、中心が空洞となった囲み83の開口に気密に閉止されたX線窓80の概略的な側断面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0009】

[定義]

本明細書で用いる非晶質炭素という用語は、結晶質構造を持たず、 sp^3 （四面体またはダイヤモンド様）結合および sp^2 （三方晶またはグラファイト）結合の両方を含む炭素の同素体を意味する。水素化非晶質炭素は、炭素原子のいくつかが水素原子に結合した非晶質炭素を意味する。

【0010】

図1に示すように、少なくとも3層の材料層11~13が積層されたX線窓10が示されている。層11~13は、少なくとも1層のアルミニウム層、少なくとも1層の非晶質炭素層、および/または、少なくとも1層のポリマー層を含むことができる。各層は、それぞれ厚さ $T_1 \sim T_3$ を持つことができる。

10

【0011】

ポリマー層の使用は、窓に構造的強度を与えるのに有利である。アルミニウム層は、窓のガス不浸透性を高めることができる。非晶質炭素層は、耐食性を与えることができる。これらの材料は、原子番号が極めて低く、したがって、X線スペクトルへの混濁が最小化される。

【0012】

アルミニウム層は、実質的に純アルミニウムであってよく、または、その他の元素を含むこともできる。たとえば、アルミニウム層におけるアルミニウムの重量パーセントは、一つの実施形態では、少なくとも80%とすることができ、別の実施形態では、少なくとも95%とすることができ、別の実施形態では、少なくとも99%とすることができ、別の実施形態では、多様な厚さを持つことができる。たとえば、アルミニウム層は、一つの実施形態では、10~30ナノメートルの厚さを持つことができ、別の実施形態では、10~60ナノメートルの厚さを持つことができる。

20

【0013】

非晶質炭素層は、炭素だけを含むことができ、または、一つの実施形態では、実質的に炭素だけを含むことができる。非晶質炭素層の炭素の割合は多様であってよい。たとえば、非晶質炭素層における炭素の重量パーセントは、一つの実施形態では、少なくとも80%とすることができ、別の実施形態では、少なくとも95%とすることができ、別の実施形態では、少なくとも99%とすることができ、別の実施形態では、多様な厚さを持つことができる。

30

【0014】

非晶質炭素層において炭素をハイブリッドする場合、 sp^3 ハイブリッドおよび sp^2 ハイブリッドの両方を多様な相対的割合で含めることができる。たとえば、 sp^3 ハイブリッドの割合は、一つの実施形態では5%~25%とすることができ、別の実施形態では15%~25%とすることができ、別の実施形態では5%~15%とすることができ、別の実施形態では25%未満とすることができ、 sp^2 ハイブリッドの割合は、一つの実施形態では75%~95%とすることができ、別の実施形態では75%~85%とすることができ、別の実施形態では85%~95%とすることができ、別の実施形態では、75%超とすることができ、別の実施形態では、多様な厚さを持つことができる。

40

【0015】

非晶質炭素層は、別の実施形態では、水素化非晶質炭素層とすることができ、非晶質炭素基質中の水素は、 sp^3 炭素原子の安定化の助けとなり、層の凝集性を高めることができる。水素化非晶質炭素層における水素の原子百分率は多様であってよい。たとえば、水素化非晶質炭素層における水素の原子百分率は、一つの実施形態では50%~70%とすることができ、別の実施形態では25%~51%とすることができ、別の実施形態では14%~26%とすることができ、別の実施形態では5%~15%とすることができ、別の実施形態では1%~10%とすることができ、別の実施形態では0.1%~2%とすることができ、別の実施形態では、多様な厚さを持つことができる。

50

【 0 0 1 6 】

非晶質炭素層は、多様な厚さを持つことができる。たとえば、水素化非晶質炭素層を含む非晶質炭素層は、一つの実施形態では5～25ナノメートルの厚さを持つことができ、別の実施形態では1～25ナノメートルの厚さを持つことができる。

【 0 0 1 7 】

ポリマー層は、多様な重量パーセントのポリマーを含むことができる。たとえば、ポリマー層におけるポリマーの重量パーセントは、一つの実施形態では少なくとも80%とすることができ、別の実施形態では少なくとも95%とすることができ、別の実施形態では少なくとも99%とすることができ。「ポリマーの重量」という用語は、層における選択したポリマーの元素、たとえば、炭素、水素、および、選択したポリマーによっては、その他の元素の重量パーセントを意味する。ポリマー層は、一つの実施形態では、一つのポリマーだけから構成することができ、別の実施形態では、その他の元素または分子を含めることができる。

【 0 0 1 8 】

ポリマー層は、多様な厚さを持つことができる。たとえば、ポリマー層は150～300ナノメートルの厚さを持つことができる。

【 0 0 1 9 】

ポリマーは、ポリイミドであってよく、またはポリイミドを含んでよい。ポリイミドは、その他の多くのポリマーと比べて、強度が高く温度耐性が高いので、有用である。

【 0 0 2 0 】

図2には、第1アルミニウム層21a、第2アルミニウム層21b、ポリマー層22、および非晶質炭素層23を含む薄膜層の積層体を備えるX線窓20が示される。薄膜層の積層順序は、非晶質炭素層23、第1アルミニウム層21a、ポリマー層22、第2アルミニウム層21bである。換言すると、第1アルミニウム層21aおよびポリマー層22が、非晶質炭素層23と第2アルミニウム層21bとの間に配置され、ポリマー層22が2つのアルミニウム層21a～bの間に配置される。ポリマー層22は、構造的サポートを与えることができる。ポリマー層22を挟む2つのアルミニウム層21a～bは、ガス不浸透性を与えることができる。非晶質炭素層23は、第1アルミニウム層21aを腐食から保護することができる。

【 0 0 2 1 】

図3には、第1アルミニウム層21a、第2アルミニウム層21b、ポリマー層22、第1非晶質炭素層23a、および第2非晶質炭素層23bを含む薄膜層の積層体を備えるX線窓30が示される。薄膜層の積層順序は、第1非晶質炭素層23a、第1アルミニウム層21a、ポリマー層22、第2アルミニウム層21b、第2非晶質炭素層23bである。換言すると、ポリマー層22は、2つのアルミニウム層21a～bの間に配置される。ポリマー層22および2つのアルミニウム層21a～bは、2つの非晶質炭素層23a～bの間に配置される。ポリマー層22は、構造的サポートを与えることができる。ポリマー層22を挟む2つのアルミニウム層21a～bは、ガス不浸透性を与えることができる。非晶質炭素層23a～bは、アルミニウム層21a～bを腐食から保護することができる。図2のX線窓20または図3のX線窓30の選択は、両アルミニウム層21a～bを腐食から保護する必要性があるか、製造可能性、コスト的観点、および第2非晶質炭素層23bによるX線減衰量に基づいて行ってもよい。

【 0 0 2 2 】

図4には、第1アルミニウム層21a、第2アルミニウム層21b、ポリマー層22、第1非晶質炭素層23a、および第2非晶質炭素層23bを含む薄膜層の積層体を備えるX線窓40が示される。薄膜層の積層順序は、ポリマー層22、第1アルミニウム層21a、第2非晶質炭素層23b、第2アルミニウム層21b、第1非晶質炭素層23aである。換言すると、第2非晶質炭素層23bが2つのアルミニウム層21a～bの間に配置される。第2非晶質炭素層23bおよび2つのアルミニウム層21a～bがポリマー層22と第1非晶質炭素層23aの間に配置される。ポリマー層22は、構造的サポートを与える

ことができる。２つのアルミニウム層２１ a ~ b は、ガス不浸透性を与えることができる。非晶質炭素層２３ a ~ b は、腐食からの保護を与えることができる。

【 ０ ０ ２ ３ 】

図５には、アルミニウム層２１、ポリマー層２２、および非晶質炭素層２３を含む薄膜層の積層体を備えるＸ線窓５０が示される。薄膜層の積層順序は、ポリマー層２２、第１非晶質炭素層２３、アルミニウム層２１である。換言すると、非晶質炭素層２３がポリマー層２２とアルミニウム層２１との間に配置される。この実施形態は、層の数が少ないので、Ｘ線減衰が最小化され、製造が容易であり、コストが削減されるので、有用である。アルミニウム層を、たとえば装置の真空部等の保護された環境に面するように配置し、ポリマー層を、たとえば周囲空気等のより腐食性の環境側に配置することで、アルミニウム層を腐食から保護することができる。

10

【 ０ ０ ２ ４ 】

図６には、アルミニウム層２１、ポリマー層２２、および非晶質炭素層２３を含む薄膜層の積層体を備えるＸ線窓６０が示される。薄膜層の積層順序は、ポリマー層２２、アルミニウム層２１、非晶質炭素層２３である。換言すると、アルミニウム層２１が、ポリマー層２２と非晶質炭素層２３との間に配置される。この実施形態は、層の数が少ないので、Ｘ線減衰の最小化およびコストの削減が可能であり、製造が容易であるので、有用である。アルミニウム層２１は、ポリマー層２２のガス不浸透性を高めることができ、非晶質炭素層は、アルミニウム層２１を腐食から保護することができる。

【 ０ ０ ２ ５ 】

20

図７には、アルミニウム層２１、第１非晶質炭素層２３ a、および第２非晶質炭素層２３ bを含む薄膜層の積層体を備えるＸ線窓７０が示される。薄膜層の積層順序は、第１非晶質炭素層２３ a、アルミニウム層２１、第２非晶質炭素層２３ bである。換言すると、アルミニウム層２１が、２つの非晶質炭素層２３ a ~ b の間に配置される。この実施形態は、層の数が少ないので、Ｘ線減衰を最小化することができ、製造が容易であり、コストが削減されるので、有用である。アルミニウム層は、強度およびガス不浸透性を高めることができる。非晶質炭素層２３ a ~ b は、アルミニウム層２１を腐食から保護することができる。

【 ０ ０ ２ ６ 】

図８に示すように、本明細書に記載した実施形態の一つに係る薄膜層の積層体８０を備えるＸ線窓は、囲み８３の開口に気密に閉止することができる。囲み８３は、中心８５が空洞であってよい。薄膜層の積層体８０は、内側層８１および外側層８２を含むことができる。内側層８１は、材料が異なる少なくとも２つの層を含むことができる。外側層８２は、空洞となっている中心８５から最も遠い層として配置することができる。外側層８２は、非晶質炭素層２３とすることができる。非晶質炭素層２３を外側層８２として使用すると、非晶質層２３は内側層８１を腐食から保護することができる。Ｘ線８６は、窓を透過して囲み８３に進入することができる。Ｘ線は、Ｘ線検出器８４に衝突することができる。

30

【 ０ ０ ２ ７ 】

囲み８３は多様な材料から形成することができるが、膜の熱膨張係数とチタンの熱膨張係数とが良好に適合するので、チタンが好ましい。一つの実施形態では、チタンは、その他の元素が最小限である実質的な純チタンであってよい。または、チタンは、所定パーセントのその他の元素を含むことができる。たとえば、チタンの重量パーセントは、一つの実施形態では９９％超であってよく、別の実施形態では９０％超であってよく、別の実施形態では９０％以下であってよい。エポキシ等の接着剤により、薄膜層の積層体８０を囲み８３に付着させてよい。

40

【 ０ ０ ２ ８ 】

内側層８１は、図２に示すように、２つのアルミニウム層２１ a ~ b の間に配置されたポリマー層２２であってよい。内側層８１は、図３に示すように、２つのアルミニウム層２１ a ~ b の間に配置されたポリマー層２２と、最内側層として配置された第２非晶質炭

50

素層 2 3 b とであってよい。内側層 8 1 は、図 4 に示すように、2 つのアルミニウム層 2 1 a ~ b の間に配置された第 2 非晶質炭素層 2 3 b と、最内側層として配置されたポリマー層 2 2 とであってよい。内側層 8 1 は、図 6 に示すように、ポリマー層 2 2 およびアルミニウム層 2 1 であってよい。図 7 に示すように、外側層 8 2 は、第 1 非晶質炭素層 2 3 a であってよく、内側層 8 1 は、アルミニウム層 2 1 および第 2 非晶質炭素層 2 3 b であってよく、アルミニウム層は、2 つの非晶質炭素層 2 3 a ~ b の間に配置されることとなる。最内側層の選択は、この最内側層の真空への作用に、たとえば、どの層が最も脱気が少ないか、どの層が最良に装置に閉止されうるか等に基づく。

【0029】

非晶質炭素層の代替として、H M D S (ヘキサメチルジシラザン) 層の使用がある。H M D S は、有機ケイ素化合物であり、分子式は、 $[(CH_3)_3Si]_2NH$ である。したがって、非晶質炭素層は、本明細書におけるいずれの部分においても、H M D S 層に置換してよい。非晶質炭素および H M D S のいずれかが腐食バリアとして作用することができる。H M D S は、スピンキャストまたは蒸着してよい。蒸着する場合、真空状態としてよいが、必須ではない。

【0030】

[製造方法]

アルミニウム層は、蒸着することができる。アルミニウム層および / または非晶質炭素層は、スパッタ堆積することができる。コストを削減するには、蒸着を選択しうる。膜の構造および接着性の制御性を向上させるには、スパッタを選択しうる。

【0031】

非晶質炭素層は、以下のパラメータおよび処理に基づき、マグネトロン反応性ガススパッタにより、堆積を成功させることができた。

- ・ D C 電力：400 ワット
- ・ターゲット：グラファイト (純度 99.999%)
- ・チャンバ圧力を 2.3×10^{-5} torr までポンプダウンさせる
- ・ Ar ガスを 7 mTorr まで流入させる
- ・ D C 電力を、2 分間で 50 W から 400 W まで上昇させる
- ・エチレンを Ar : エチレン比を 9 : 1 にして流入させ、1 分間滞留させる
- ・堆積を行うためにシャッターを開ける。基板プレートを回転させつつ約 30 分に維持する
- ・シャッターを閉じ、電力を 2 分間低下させる
- ・チャンバを通気する

【0032】

本明細書に記載した多様な非晶質炭素およびアルミニウムの窓膜は、支持構造、たとえば、シリコンまたは炭素等の合成支持構造に取り付けることができる。支持構造によってさらなる支持が与えられ、窓膜をより薄く、および / または、より広範囲に広がるように形成することができるようになる。窓膜は、たとえば、エポキシ、シアノアクリレート、ポリウレタン等の適切な接着剤により、たとえば、炭素合成支持構造等の支持構造に接着させることができる。

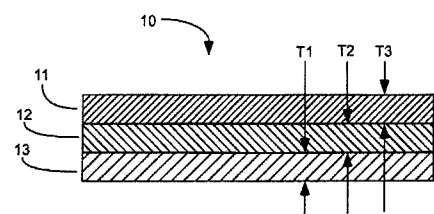
10

20

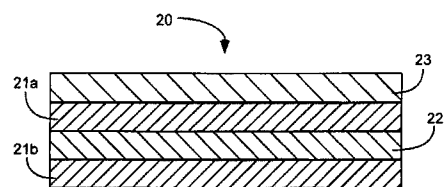
30

40

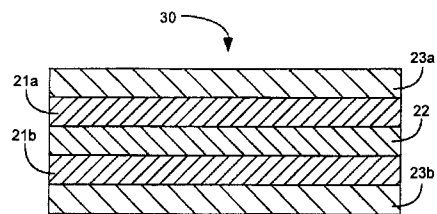
【図 1】



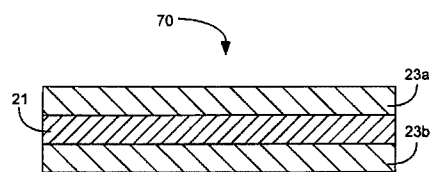
【図 2】



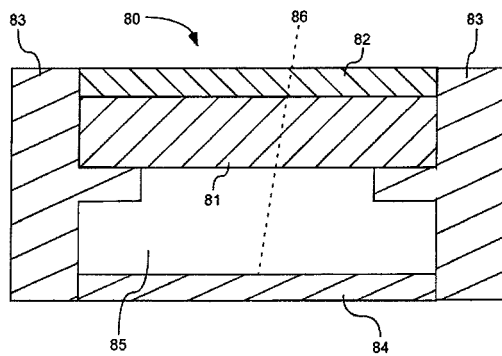
【図 3】



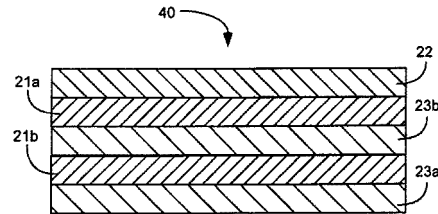
【図 7】



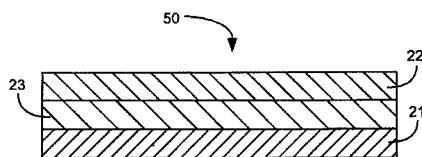
【図 8】



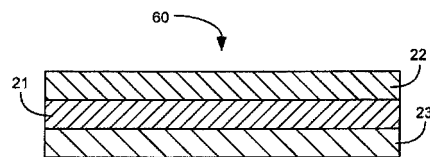
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成29年7月27日(2017.7.27)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム層、ポリマー層、およびヘキサメチルジシラザン層を含む薄膜層の積層体を備える X 線窓。

【請求項 2】

アルミニウム層、ポリマー層、およびヘキサメチルジシラザン層を含む薄膜層の積層体と、

中心が空洞であり、開口を有し、チタンからなる囲みと、
を備え、

前記薄膜層の積層体は、前記囲みの前記開口に気密に閉止され、
前記ヘキサメチルジシラザン層は、空洞となっている前記中心から最も遠い層となるよう配置されている、X 線窓。

【請求項 3】

前記ポリマー層は、ポリイミドである請求項 1 または請求項 2 に記載の X 線窓。

【請求項 4】

前記薄膜層の積層体における層の順序は、前記ポリマー層、前記アルミニウム層、前記ヘキサメチルジシラザン層である請求項 1 から 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 5】

前記アルミニウム層は、第 1 アルミニウム層および第 2 アルミニウム層を含み、
前記薄膜層の積層体の順序は、前記第 1 アルミニウム層、前記ポリマー層、前記第 2 アルミニウム層、前記ヘキサメチルジシラザン層である
請求項 1 から 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 6】

前記ヘキサメチルジシラザン層は、第 1 ヘキサメチルジシラザン層および第 2 ヘキサメチルジシラザン層を含み、

前記アルミニウム層は、第 1 アルミニウム層および第 2 アルミニウム層を含み、
前記薄膜層の積層体における層の順序は、前記第 1 ヘキサメチルジシラザン層、前記第 1 アルミニウム層、前記ポリマー層、前記第 2 アルミニウム層、前記第 2 ヘキサメチルジシラザン層である

請求項 1 から 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の X 線窓。

【請求項 7】

前記第 1 ヘキサメチルジシラザン層の厚さは、5 ～ 25 ナノメートルであり、
前記第 1 アルミニウム層の厚さは、10 ～ 30 ナノメートルであり、
前記ポリマー層の厚さは、150 ～ 300 ナノメートルであり、
前記第 2 アルミニウム層の厚さは、10 ～ 30 ナノメートルであり、
前記第 2 ヘキサメチルジシラザン層の厚さは、5 ～ 25 ナノメートルである
請求項 6 に記載の X 線窓。

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13/855,575

(32)優先日 平成25年4月2日(2013.4.2)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ジョナサン アボット

アメリカ合衆国、ユタ州 84045、サラトガ スプリングズ パミューダ ドライブ ダブリ
ュー . 58

(72)発明者 ロバート デーヴィス

アメリカ合衆国、ユタ州 84604、プロボ ノース 2100 イースト 426

(72)発明者 リチャード バンフリート

アメリカ合衆国、ユタ州 84604、プロボ ハイド パーク コート 726

(72)発明者 レイ ペイ

アメリカ合衆国、ユタ州 84606、プロボ ナンバー 107 イースト 300 ノース
476

【外国語明細書】
2017208355000001.pdf