

(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2012-23180

(P2012-23180A)

(43) 公開日 平成24年2月2日(2012.2.2)

(51) Int.Cl.
H01L 31/04 (2006.01)F I
H01L 31/04テーマコード (参考)
5 F 1 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-159517 (P2010-159517)
(22) 出願日 平成22年7月14日 (2010.7.14)(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100073184
弁理士 柳田 征史
(74) 代理人 100090468
弁理士 佐久間 剛
(72) 発明者 向井 厚史
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
富士フイルム株式会社内
(72) 発明者 青野 成彦
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

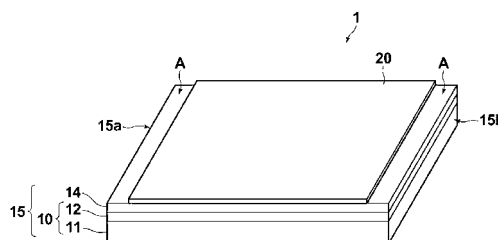
(54) 【発明の名称】 電子デバイス用基板および該基板を備えた光電変換装置

(57) 【要約】

【課題】絶縁層付金属基板上に裏面電極を備えた、裏面電極と金属基板との絶縁性の良好な電子デバイス用基板を得る。

【解決手段】金属基板10の表面に陽極酸化アルミナ膜14を備えてなる絶縁層付金属基板であって、少なくとも一辺に切断端面15a、15bを有する絶縁層付金属基板15と、該絶縁層付金属基板15上の切断端面15a、15bよりも200 μ m以上内側にのみ設けられた電極層20とから電子デバイス用基板1を構成する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属基板の表面に陽極酸化アルミナ膜を備えてなる絶縁層付金属基板であって、少なくとも一辺に切断端面を有する絶縁層付金属基板と、

該絶縁層付金属基板上の前記切断端面よりも $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上内側にのみ設けられた電極層とを備えていることを特徴とする電子デバイス用基板。

【請求項 2】

前記電極層が、前記切断端面よりも $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上内側にのみ備えられていることを特徴とする請求項 1 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 3】

前記金属基板が、Al よりも、線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属基材と、Al 材とが一体化されてなるものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 4】

前記金属基材が、鉄鋼材であることを特徴とする請求項 3 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 5】

金属基板の表面に陽極酸化アルミナ膜を備えてなる絶縁層付金属基板であって、少なくとも一辺に切断端面を有する絶縁層付金属基板と、

該絶縁層付金属基板上の前記陽極酸化アルミナ膜上に一様に形成されてなる電極層とを備え、

前記電極層が、前記絶縁層付金属基板の前記切断端面よりも $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上内側の所定位置で、端面領域と内側領域とに電氣的に分離されていることを特徴とする電子デバイス用基板。

【請求項 6】

前記所定位置が、前記切断端面よりも $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上内側に位置していることを特徴とする請求項 5 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 7】

前記金属基板が、Al よりも、線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属基材と、Al 材とが一体化されてなるものであることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 8】

前記金属基材が、鉄鋼材であることを特徴とする請求項 9 記載の電子デバイス用基板。

【請求項 9】

請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載の電子デバイス用基板と、

該電子デバイス用基板の前記電極層上に順次設けられた、光電変換層および透明電極層とを備え、

前記電極層、前記光電変換層および前記透明電極層により光電変換回路が形成されていることを特徴とする光電変換装置。

【請求項 10】

請求項 5 から 8 いずれか 1 項記載の電子デバイス用基板と、

該電子デバイス用基板の前記電極層上に順次設けられた、光電変換層および透明電極層とを備え、

前記光電変換層および前記透明電極層が、前記電極層と共に、前記所定位置で、端面領域と内側領域とに分離されており、該内側領域に形成された、前記電極層、前記光電変換層および前記透明電極層により光電変換回路が形成されていることを特徴とする光電変換装置。

【請求項 11】

前記光電変換層が、化合物半導体からなるものであり、

該光電変換層と前記透明電極層との間にバッファ層を備えてなることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の光電変換装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池、TFT等の電子デバイス用の基板およびその基板を備えた光電変換装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、太陽電池においては、バルクの単結晶Siまたは多結晶Si、あるいは薄膜のアモルファスSiを用いたSi系太陽電池が主流であったが、近年Siに依存しない化合物半導体系太陽電池の研究開発がなされている。化合物半導体系太陽電池としては、GaAs系等のバルク系と、Ib族元素とIIb族元素とVIb族元素とからなるCIS(Cu-In-Se)系あるいはCIGS(Cu-In-Ga-Se)系等の薄膜系とが知られている。CIS系あるいはCIGS系は、光吸収率が高く、高い光電変換効率が報告されており、モジュール製造コストを下げる可以降低次世代の太陽電池として注目されている。

10

【0003】

太陽電池モジュールを構成する基板としては、例えば、アルミニウム上に陽極酸化アルミニウム(アルミナ)が形成されてなる基板を用いることが提案されている(特許文献1、特許文献2等)。アルミナを絶縁層にすることで集積化が可能になるため、モジュール製造コストを下げる可以降低、また、フレキシブル化が可能で、ロール・トゥ・ロール方式を採用することができ、さらなる低コストが可能となると期待されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-132996号公報

【特許文献2】特開2009-267336号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本出願人は、アルミニウム基板の一面を陽極酸化した基板では、基板上に各種膜を形成する際の加熱プロセスでの熱膨張差による反り、クラック発生防止のため線熱膨張係数がCIGS層に近い金属基材とアルミニウム材とのクラッド材のアルミニウムの表面に陽極酸化膜を備えた基板を用いることを特願2010-053202号等において提案している。

30

【0006】

本発明者は、上記アルミクラッド材上に陽極酸化アルミ膜を備えてなる可撓性の長尺基板を用いてロール・トゥ・ロール方式にて集積化光電変換装置を形成する工程、およびその光電変換特性等について鋭意検討を行い、集積化のためのバターニングプロセスを含む光電変換素子形成工程後に、素子形成された基板を1モジュールに切断する際、陽極酸化アルミ膜上に形成される裏面電極と陽極酸化アルミ膜下の金属基材とが短絡する、あるいは素子の絶縁破壊電圧が低下するという不具合が発生することを見出した。

40

【0007】

裏面電極と金属基材間が短絡するとモジュールとして使用できず、絶縁破壊電圧の低下は光電変換素子の機能を低下させることとなり好ましくない。なお、絶縁基板上に設けることが好ましい他の電子デバイスについても、可撓性デバイスとするためには同様の問題が生じると考えられる。

【0008】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、基板上へ電子デバイスを形成する工程中に絶縁破壊を生じて電子デバイスが駆動不能となる恐れが低い、電子デバイス用の基板を提供することを目的とするものである。また、本発明は、そのような基板を備えた光電

50

変換装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

アルミと他の金属からなるクラッド材のアルミ上に陽極酸化膜を備えてなる絶縁層付金属基板の切断工程には、押し切りカッターやダイシングソーが用いられるが、本発明者らは、この切断時に陽極酸化膜がダメージを受け、絶縁層上に形成されている電極層下で亀裂が広がっていることを見出した。亀裂が生じると、裏面電極の破片が裏面電極と基板の金属層の間で接触し、短絡現象が生じる場合があること、また、亀裂部では、裏面電極と基板の金属層との間に空気層が生じることとなり、この空気層により、部分放電電圧が下がることを見出した。また、さらに、切断に伴い生じる亀裂発生範囲が切断部から限定的な範囲にあることを見出した。本発明はこれらの知見に基づいてなされたものである。

10

【0010】

本発明の第1の電子デバイス用基板は、金属基板の表面に陽極酸化アルミナ膜を備えてなる絶縁層付金属基板であって、少なくとも一辺に切断端面を有する絶縁層付金属基板と、

該絶縁層付金属基板上の前記切断端面よりも200 μ m以上内側にのみ設けられた電極層とを備えていることを特徴とするものである。

【0011】

前記電極層が、前記切断端面よりも300 μ m以上内側にのみ備えられていることより望ましい。

20

【0012】

前記金属基板が、Alよりも、線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属基材と、Al材とが一体化されてなるものであることが望ましい。

【0013】

前記金属基材としては、特に鉄鋼材が好ましい。

【0014】

本発明の第2の電子デバイス用基板は、金属基板の表面に陽極酸化アルミナ膜を備えてなる絶縁層付金属基板であって、少なくとも一辺に切断端面を有する絶縁層付金属基板と、

該絶縁層付金属基板上の前記陽極酸化アルミナ膜上に一様に形成されてなる電極層とを備え、

30

前記電極層が、前記絶縁層付金属基板の前記切断端面よりも200 μ m以上内側の所定位置で、端面領域と内側領域とに電氣的に分離されていることを特徴とするものである。

【0015】

前記所定位置が、前記切断端面よりも300 μ m以上内側に位置していることが望ましい。

【0016】

前記金属基板が、Alよりも、線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属基材と、Al材とが一体化されてなるものであることが望ましい。

【0017】

前記金属基材としては、特に鉄鋼材が好ましい。

40

【0018】

本発明の第1の光電変換装置は、本発明の第1の電子デバイス用基板と、

該電子デバイス用基板の前記電極層上に順次設けられた、光電変換層および透明電極層とを備え、

前記電極層、前記光電変換層および前記透明電極層により光電変換回路が形成されていることを特徴とするものである。

【0019】

本発明の第2の光電変換装置は、本発明の第2の電子デバイス用基板と、

該電子デバイス用基板の前記電極層上に順次設けられた、光電変換層および透明電極層

50

とを備え、

前記光電変換層および前記透明電極層が、前記電極層と共に、前記所定位置で、端面領域と内側領域とに分離されており、該内側領域に形成された、前記電極層、前記光電変換層および前記透明電極層により光電変換回路が形成されていることを特徴とするものである。

【0020】

光電変換装置としては、前記光電変換層が化合物半導体からなり、該光電変換層と前記透明電極層との間にバッファ層を備えていることが望ましい。

【発明の効果】

【0021】

10

本発明の第1の電子デバイス用基板は、陽極酸化膜を絶縁層として表面に備えてなる絶縁層付金属基板上の、切断端面よりも200 μ m以上内側にのみ電極層が設けられているので、切断時に切断端面近傍に生じる亀裂の影響をほとんど受けることなく、耐電圧性に優れている。基板上に電子デバイスを形成した場合においても、金属基板と陽極酸化膜上の電極層との間の絶縁性が良好であるため、駆動不能な電子デバイスとなる恐れが低く、本発明の基板を用いれば電子デバイスの製造効率を向上させることができる。

【0022】

本発明の第2の電子デバイス用基板は、陽極酸化膜を絶縁層として表面に備えてなる絶縁層付金属基板上の電極層が、切断端面よりも200 μ m以上内側の所定位置で、端面領域と内側領域とに電氣的に分離されているので、基板内側領域の電極層は、切断時に切断端面近傍に生じる亀裂の影響をほとんど受けることなく、耐電圧性に優れている。基板の基板内側領域の電極層上に電子デバイスを形成した場合においても、金属基板と基板内側領域の電極層との間の絶縁性が良好であるため、駆動不能な電子デバイスとなる恐れが低く、本発明の基板を用いれば電子デバイスの製造効率を向上させることができる。

20

【0023】

本発明の第1および第2の光電変換装置は、上記本発明の電子デバイス用基板を備えているので、絶縁破壊の耐電圧特性に優れ、高い信頼性を有する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】第1の実施形態の電子デバイス用基板の概略構成を示す斜視図

30

【図2】電子デバイス用基板1の端部領域および電極層形成領域を示す断面図

【図3】第1の実施形態の電子デバイス用基板の設計変更例を示す斜視図

【図4】第2の実施形態の電子デバイス用基板の概略構成を示す斜視図

【図5】第3の実施形態の電子デバイス用基板の概略構成を示す斜視図

【図6】電子デバイス用基板3の端部領域および電極層形成領域を示す断面図

【図7】第1の実施形態の光電変換装置の一部を示す断面図

【図8】図7の光電変換装置に備えられている電子デバイス用基板を示す斜視図

【図9】第2の実施形態の光電変換装置の一部を示す断面図

【図10】切断端面近傍の顕微鏡写真

【図11】亀裂侵入長の確率分布を示すグラフ

40

【図12】検証実験における抵抗測定方法を示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の電子デバイス用基板および光電変換装置の実施形態について図面を用いて説明するが、本発明はこれに限られるものではない。なお、視認しやすくするため、図面中の各構成要素の縮尺等は実際のものとは適宜異ならせてある。

【0026】

本発明の電子デバイス用基板の実施形態について説明する。本発明の電子デバイス用基板は、絶縁層付金属基板上に光電変換回路等の電子デバイスを形成しうる電極層が設けられてなるものである。

50

【0027】

「第1の実施形態の電子デバイス用基板」

図1は第1の実施形態の電子デバイス用基板1を模式的に示す斜視図である。

【0028】

本実施形態の電子デバイス用基板1は、金属基板10と、その表面に備えられた絶縁層14とからなる絶縁層付金属基板15と、その絶縁層14上に設けられた電極層20とを備えてなる。

【0029】

金属基板10は、A1材とは異なる金属からなる基材11と、A1材12とが貼り合わされて一体化されてなるものである。なお、金属基板10としては、少なくとも一面にA1層を備えてなるものであればよく、本実施形態のようにA1材とは異なる金属とA1材とが一体化されたもののみならず、A1材のみからなるものであってもよい。

【0030】

なお、金属基板10は、基材11とA1材12とを、加圧接合により一体化したものであることが好ましい。特に加圧接合時に、加熱を行うことなく接合したものであることが好ましい。ここで、加熱を行うことなく接合するとは、外的に熱を加えることなく常温下で接合を行うことを意味する。

【0031】

基材11は、A1よりも線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属からなるものであることが望ましい。

【0032】

基材11の材質は、A1よりも線熱膨張係数が小さく、かつ剛性が高く、かつ耐熱性が高い金属であることが望ましく、絶縁層付金属基板15とその上に設けられる電子デバイスの材料特性から応力計算結果により適宜選択することができる。電子デバイスとして、化合物半導体系太陽電池を構成する光電変換回路を想定した場合には、鋼材もしくはTi材が好ましい。好ましい鋼材としては、例えばオーステナイト系ステンレス鋼（線熱膨張係数： $17 \times 10^{-6} /$ ）、炭素鋼（ $10.8 \times 10^{-6} /$ ）、およびフェライト系ステンレス鋼（ $10.5 \times 10^{-6} /$ ）、42インパー合金やコパール合金（ $5 \times 10^{-6} /$ ）、36インパー合金（ $< 1 \times 10^{-6} /$ ）等が挙げられる。Ti材としては、例えば、Ti（ $9.2 \times 10^{-6} /$ ）を用いることができるが、純Tiに限らず、展伸用合金であるTi-6Al-4V、Ti-15V-3Cr-3Al-3Snについても、線熱膨張係数はTiとほぼ同様であるため、好ましく用いることができる。

【0033】

基材11の厚さは、製造プロセス時と稼働時のハンドリング性（強度と可撓性）により、任意に設定可能であるが、 $10 \mu\text{m} \sim 1 \text{mm}$ であることが好ましい。

【0034】

A1材12の主成分としては、純粋な高純度A1や日本工業規格（JIS）の1000系純A1でもよいし、Al-Mn系合金、Al-Mg系合金、Al-Mn-Mg系合金、Al-Zr系合金、Al-Si系合金、およびAl-Mg-Si系合金等のAlと他の金属元素との合金でもよい（「アルミニウムハンドブック第4版」（1990年、軽金属協会発行）を参照）。また、純粋な高純度A1に、Fe、Si、Mn、Cu、Mg、Cr、Zn、Bi、Ni、およびTi等の各種微量金属元素が固溶状態で含まれていてもよい。Al合金中のAl以外の成分の総量、あるいは、Al以外の不純物の総量としては、10wt%未満であること、すなわちAl純度が90wt%以上であることが、陽極酸化処理後の陽極酸化部分の絶縁性を担保する上で好ましい。特に、200V以上の高電圧が印加されたときにリーク電流をより抑制するためには、Al純度が99wt%以上であることがより好ましい。

【0035】

A1材12の厚さは、適宜選択できるが、絶縁層付金属基板15とした形態において0.1～500 μm が好ましい。

10

20

30

40

50

【0036】

絶縁層14は、金属基板10のA1材12の表面を陽極酸化することにより形成された陽極酸化膜（陽極酸化アルミナ膜）からなる。陽極酸化膜は、特にポーラス構造を有する、所謂ポーラスアルミナであることが好ましい。

【0037】

陽極酸化は、金属基板10を陽極とし、陰極と共に電解液に浸漬させ、陽極陰極間に電圧を印加することで実施できる。

【0038】

陽極酸化処理前に、必要に応じてA1材12の表面は洗浄処理・研磨平滑化処理等を実施す。陰極としてはカーボンやA1等が使用される。電解質としては制限されず、硫酸、リン酸、クロム酸、シュウ酸、スルファミン酸、ベンゼンスルホン酸、およびアミドスルホン酸等の酸を、1種または2種以上含む酸性電解液が好ましく用いられる。陽極酸化条件は使用する電解質の種類にもより特に制限されない。条件としては例えば、電解質濃度1～80質量%、液温5～70℃、電流密度0.005～0.60A/cm²、電圧1～200V、電解時間3～500分の範囲にあれば適当である。電解質としては、硫酸、リン酸、シュウ酸、若しくはこれらの混合液が好ましい。かかる電解質を用いる場合、電解質濃度4～30質量%、液温10～30℃、電流密度0.002～0.30A/cm²、および電圧20～100Vとすることが好ましい。

【0039】

陽極酸化処理時には、A1材12の表面から略垂直方向に酸化反応が進行し、A1材12表面に陽極酸化膜14が生成される。前述の酸性電解液を用いた場合、陽極酸化膜14は、多数の平面視略正六角形状の微細柱状体が隙間なく配列し、各微細柱状体の中心部には丸みを帯びた底面を有する微細孔が形成され、微細柱状体の底部にはバリア層（通常、厚み0.02～0.1μm）が形成されたポーラス型となる。このようなポーラスな陽極酸化膜は、非ポーラスな酸化アルミニウム単体膜に比較して膜のヤング率が低いものとなり、曲げ耐性や高温時の熱膨張差により生じるクラック耐性が高いものとなる。なお、酸性電解液を用いず、ホウ酸等の中性電解液で電解処理すると、ポーラスな微細柱状体が配列した陽極酸化膜でなく緻密な陽極酸化膜（非ポーラスな酸化アルミニウム単体膜）となる。酸性電解液でポーラスな陽極酸化膜を生成後に、中性電解液で再電解処理するポアフィリング法によりバリア層の層厚を大きくした陽極酸化膜を形成してもよい。バリア層を厚くすることにより、より絶縁性の高い被膜とすることができる。

【0040】

陽極酸化膜14は、一様な厚みで膜厚が5μm以上、50μm以下となるように形成することが望ましい。より好ましい膜厚は9μm以上、20μm以下である。

【0041】

陽極酸化膜14の厚みは、定電流電解や定電圧電解における電流、電圧の大きさ、および電解時間により制御可能である。

【0042】

電極層20は、絶縁層付金属基板15の絶縁層である陽極酸化膜14上に形成されており、特に、陽極酸化膜14の対向する二辺の端部領域Aを除く領域にのみ設けられている。

【0043】

図2は、基板15の端部領域Aと電極層20の形成位置との関係を説明するための断面図である。

【0044】

図2に示すように、電極層20は、端面15aから所定距離dの範囲である端部領域Aには備えられておらず、距離dよりも基板内方にのみ形成されている。電極層20の形成位置の端面15bからの距離も同様である。

【0045】

距離dは、200μm以上であり、300μm以上であることがより好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

なお、本実施形態のデバイス用基板 1 は、可撓性を有する長尺な基板が、巻き出し方向に垂直に切断されてなるものである。すなわち、本実施形態のデバイス用基板 1 は、長尺な金属基板に対してロール・トゥ・ロール方式により陽極酸化処理が行われ、さらにスパッタ等による電極層の形成もロール・トゥ・ロール方式により行われた後に、巻き出し方向に垂直に切断されて作製される。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示す基板 1 において、端部領域 A を備えた対向する二辺は、長尺基板が長辺に垂直に切断されて形成された辺である。すなわち、端面 1 5 a、1 5 b は切断面である。

【 0 0 4 8 】

作製工程において、絶縁層 1 4 上の端部領域 A にマスクを形成した状態で電極層を形成した後に、マスクを除去することにより、端部領域 A を除く領域のみに電極層 2 0 を形成することができ、端部領域 A 除く領域のみに電極層 2 0 を備えたものとして行うことができる。

【 0 0 4 9 】

あるいは、端部領域 A にマスクを形成することなく、絶縁層 1 4 上に一様に電極層を形成し、切断予定位置から距離 d の範囲の電極層を除去し、その後、切断予定位置で切断することにより、端部領域 A を除く領域のみに電極層を備えたものとしてもよいし、所望の位置で切断した後に、切断端面から距離 d の範囲の端部領域 A に形成された電極層をレーザースクライブ等により除去することにより、端部領域 A 除く領域のみに電極層 2 0 を備えたものとしてもよい。

【 0 0 5 0 】

電極層を、切断端面よりも 2 0 0 μ m 以上内側にのみ備えることにより、切断に伴い陽極酸化膜 1 4 に生じる亀裂の影響をほとんど受けず、電極層 2 0 と金属基板 1 0 間で高い絶縁性を維持できることを発明者らは見出している（後記検証実験参照。）。

【 0 0 5 1 】

さらには、電極層を、切断端面よりも 3 0 0 μ m 以上内側にのみ備えることにより、上述の亀裂の影響をさらに低減することができることを見出している。

【 0 0 5 2 】

また、本発明者らは、絶縁層付金属基板上に電子デバイスを形成し、駆動させた場合に、所定の条件下において絶縁層表面上から金属基板へ電流が流れる（表面リーク電流）現象が生じることを見出した。また、そのような表面リーク電流を抑制するためには、切断面よりも 3 0 0 μ m 以上内側において電子デバイスを形成することが好ましいことを見出している。

【 0 0 5 3 】

以上のように、本実施形態の電子デバイス用基板は、十分な絶縁性が担保された領域に電極層が設けられているので、該基板上に設けられる電子デバイスの信頼性を高めることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、上記実施形態において、電極層 2 0 は一様な層として記載されているが、基板上に設けられる電子デバイスに応じて種々のパターン状に形成されていてもよい。例えば、デバイスとして集積化太陽電池を設ける場合には、一様な電極層に複数の短冊状電極分離するスクライブラインが設けられてなるパターン状の電極層を備えるものとすればよい（図 8 参照）。また、電子デバイス用基板を配線基板として用いる場合には、配線状パターンの電極層を備えるものとすればよい。

【 0 0 5 5 】

電極層 2 0 の材料は電極として用いることができる材料であれば特に制限されない。また、その成膜方法も特に制限されず、電子ビーム蒸着法やスパッタリング法等の気相成膜法が挙げられる。

【 0 0 5 6 】

太陽電池用の基板として用いる場合には、電極層 20 の材料としては Mo が好適であり、電極層 20 の厚みは 100 nm 以上、さらには 0.45 ~ 1.0 μ m とすることが好ましい。

【0057】

なお、本実施形態の設計変更例を図 3 に示す。図 3 に示すように、絶縁層 14 と、電極層 20 との間には、SLG (ソーダライムガラス) などの絶縁層 18 が 50 ~ 200 nm 程度設けられていてもよい。この絶縁層 18 は基板の可撓性を阻害しない程度の厚みであればよい。

【0058】

電子デバイスとして化合物半導体系の光電変換素子が形成される場合、特に CIGS 系光電変換層を備えた光電変換素子が形成される場合、CIGS 系光電変換層へのアルカリ元素供給源として SLG からなる絶縁層 18 を備えた基板 1' とすることが好ましい。

10

【0059】

200 nm 程度の絶縁層が形成されていても、切断端面近傍において陽極酸化膜に生じる亀裂が大きいため、端部領域 A における電極層 20 と金属基板 10 間での短絡等の問題は同様であり、切断端面 15a、15b から 200 μ m 以上、より好ましくは 300 μ m 以上内側領域にのみ電極層 20 を備えることにより、電子デバイス形成時の信頼性を高めることができる。

【0060】

「第 2 の実施形態の電子デバイス用基板」

20

図 4 は第 2 の実施形態の電子デバイス用基板 2 を模式的に示す斜視図である。第 1 の実施形態の電子デバイス用基板 1 と同様の要素には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0061】

本実施形態の電子デバイス用基板 2 は、金属基板 10' と、その表面および裏面に備えられた絶縁層 14、14' とからなる絶縁層付金属基板 15' と、その一方の絶縁層 14 上に設けられた電極層 20 とを備えてなる。

【0062】

本実施形態の電子デバイス用基板 2 は、図 4 に示すように、金属基板 10' が、基材 11 の両面に Al 材 12、12' を有する 3 層構造を有し、両 Al 材 11 および 11' の表面を陽極酸化することにより、Al の陽極酸化膜 14、14' が両表面にそれぞれ電気絶縁層として形成されてなるものである。すなわち、絶縁層付金属基板 15' は、陽極酸化膜 14 / Al 材 12 / 基材 11 / Al 材 12' / 陽極酸化膜 14' の 5 層構造を有する。

30

【0063】

電極層 20 は、一方の陽極酸化膜 14 上にのみ形成されている。また、絶縁層付金属基板 15' は矩形状であり、その対向する二辺の端部領域 A を除く部分にのみ電極層 20 が設けられている。

【0064】

電極層 20 の形成範囲は第 1 の実施形態と同様であり (図 2 参照。)、本実施形態の電子デバイス用基板 2 も第 1 実施形態のものと同様の効果を得ることができる。

40

【0065】

「第 3 の実施形態の電子デバイス用基板」

図 5 は第 3 の実施形態の電子デバイス用基板 3 を模式的に示す斜視図である。ここでも第 1 の実施形態の電子デバイス用基板 1 と同様の要素には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0066】

本実施形態の電子デバイス用基板 3 は、図 1 に示した第 1 の実施形態の電子デバイス用基板 1 と同様の絶縁層付金属基板 15 を備えているが、絶縁層付金属基板 15 上において、端部領域 A にも電極層 21 が設けられている点で第 1 の実施形態の電子デバイス用基板 1 と異なる。

50

【0067】

電極層20と電極層21とは、スクライプライン22により電氣的に分離されている。電極層20と電極層21とは、絶縁層付金属基板15に同時に連続的な一様層として形成され、その後、レーザースクライプ処理がなされてスクライプライン22により分離することができる。

【0068】

なお、ロール・トゥ・ロール方式による作製工程において、その後に切断する切断予定位置から距離dの位置にスクライプライン22を形成し、その後切断予定位置で切断してもよいし、切断した後に、切断端面から距離dの位置にスクライプライン22を形成するようにしてもよい。

【0069】

図6を参照して、スクライプライン22の形成領域について説明する。図6は、基板15の端部領域Aとスクライプライン22の形成位置との関係を示す断面図である。

【0070】

図6に示すように、切断端面15aから距離dより内側に電極層20が形成されるように、スクライプライン22が形成されている。

【0071】

距離dは、200 μ m以上であり、300 μ m以上であることがより好ましい。

【0072】

上記のようにしてスクライプライン22により電極層20、21が分離されているので、本実施形態の電子デバイス用基板3についても、第1、第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0073】

なお、本実施形態の電子デバイス用基板3の設計変更例として、第2の実施形態のデバイス用基板2と同様に、基材11の両面にA1材12および陽極酸化膜14を備えた絶縁層付金属基板15'を備えるものとすることができる。また、電子デバイスとして光電変換回路を形成する場合には、図3と同様に、陽極酸化膜14と電極層20との間にSLG層を備えることが好ましい。

【0074】

以下、上述した電子デバイス用基板を備えた本発明の実施形態に係る光電変換装置について説明する。

【0075】

「第1の実施形態の光電変換装置」

図7は、第1の実施形態の光電変換装置である集積型の太陽電池5の一部を示す断面図である。

【0076】

本実施形態の太陽電池5は、化合物半導体からなる光電変換層30を備えた太陽電池であり、多数の光電変換素子構造を電氣的に直列接続することで高電圧出力とした集積型の太陽電池である。

【0077】

本実施形態の太陽電池5は、図1に示す電子デバイス用基板1の電極層20上に化合物半導体からなる光電変換層30とパuffers層40と表面電極(透明電極)50とが順次積層されてなるものである。

【0078】

ここでは、電子デバイス用基板1の電極層20に対してスクライプ処理を行い、図8に示すように、その電極層20を短冊状の複数の領域20aに分離するスクライプライン25が形成されたものが用いられている。この電極層20(20a)は、光電変換素子の裏面電極として機能することとなる。

【0079】

図7に示すように、光電変換層30は、スクライプライン25を埋め込むようにして電

10

20

30

40

50

極層 20 (20a) 上に形成され、さらにバッファ層 40 が光電変換層 30 上に形成されている。バッファ層 40 と光電変換層 30 には、裏面電極に至る第 2 のスクライプライン 28 が、スクライプライン 25 とは異なる位置に該スクライプライン 25 と平行に形成されており、この第 2 のスクライプライン 28 を埋め込むようにして透明電極層 50 が形成されている。透明電極層 50 には、透明電極層 50、バッファ層 40 および光電変換層 30 を貫通し電極層 20 に至る第 3 のスクライプライン 29 が、スクライプライン 25、28 と平行かつ異なる位置に形成されている。

【0080】

本実施形態の太陽電池 5 は、第 2 のスクライプライン 28 に透明電極層 50 が充填されていることにより、ある素子 (セル) C の表面電極 50 が隣接する素子 C の裏面電極層 20 に直列接続したものとなり、多数の素子 C が集積化された光電変換回路を有するものとなっている。

10

【0081】

すなわち、本実施形態の太陽電池 5 においては、図 7 に示すように、切断端面 15a から距離 d の端部領域 A には、電極層 20、光電変換層 30、バッファ層 40、電極層 50 が形成されておらず、距離 d よりも基板内方にのみ各層は形成されている。

【0082】

距離 d は、200 μm 以上であり、300 μm 以上であることがより好ましい。

【0083】

太陽電池 5 は、長尺な金属基板に対して陽極酸化処理がなされ、電極層が形成された後、切断して上述の電子デバイス用基板 1 を形成する前に、長尺基板のまま、さらにロール・トゥ・ロール方式により各層が形成され、その後切断されて作製される。

20

【0084】

より詳細には、電極層 20 上に光電変換層 30、バッファ層 40 が積層され、スクライプライン 28 を形成するためのスクライプライン処理がなされ、さらに透明電極層 50 が積層され、スクライプライン 29 を形成するためのスクライプライン処理がなされ、その後、長尺基板の巻き出し方向に垂直に切断されて作製される。

【0085】

上記作製工程の際、絶縁層 14 上の端部領域 A にマスクを形成した状態で各層 (電極層 20 ~ 透明電極層 50) の積層工程、スクライプ工程等を実施した後に、マスクを除去することにより、端部領域 A 除く領域のみに各層を備えたものとすることができる。

30

【0086】

あるいは、端部領域 A にマスクを形成することなく、絶縁層 14 上に一様に各層の積層工程、スクライプ工程等を実施し、最後のスクライプ工程時に、その後に切断する切断予定位置から距離 d の範囲の積層部分を除去し、その後、切断予定位置で切断することにより、端部領域 A を除く領域のみに各層を備えたものとしてもよいし、端部領域 A の積層部分を除去する前に、所望の位置で切断した後に、切断端面から距離 d の範囲の端部領域 A に形成された各層の積層部分をレーザースクライプ等により除去することにより、端部領域 A を除く領域のみに各層を備えたものとしてもよい。

【0087】

既述の通り、光電変換回路を、切断端面よりも 200 μm 以上内側にのみ備えることにより、切断に伴い陽極酸化膜 14 に生じる亀裂の影響をほとんど受けず、電極層 20 と金属基板 10 間で高い絶縁性を維持できることができるため、太陽電池として高い信頼性を得ることができる。

40

【0088】

さらには、光電変換回路を、切断端面よりも 300 μm 以上内側にのみ備えることにより、上述の亀裂の影響をさらに低減することができ、より高い信頼性を得ることができる。

【0089】

なお、上記実施の形態の光電変換装置においては、上述の第 1 の実施形態の電子デバイ

50

ス用基板 1 を備えるものとしたが、上述の第 1 の実施形態の設計変更例として説明した S L G 層 1 8 を備えた基板 1 ' を備えることにより、光電変換層にアルカリイオンを拡散させることができ、光電変換率向上効果を得ることができ、より好ましい。

【 0 0 9 0 】

また、上述の第 2 の実施形態の電子デバイス用基板を備える構成としてもよい。

【 0 0 9 1 】

以下、太陽電池 5 の各層の詳細について説明する。

【 0 0 9 2 】

(光電変換層)

光電変換層 3 0 は光吸収により電荷を発生する層であり、化合物半導体からなるものである。なお、光電変換層 3 0 を、絶縁層付金属基板上に下部電極を介して成膜する際には、基板温度 5 0 0 以上の条件下で成膜を行う。5 0 0 以上の成膜温度で成膜することにより、光吸収特性および光電変換特性の良好な光電変換層を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

光電変換層 3 0 の主成分は特に制限されず、少なくとも 1 種のカルコパイライト構造の化合物半導体であることが好ましい。このとき、化合物半導体は、I b 族元素とIII b 族元素とVI b 族元素とからなる少なくとも 1 種の化合物半導体であることが好ましい。

【 0 0 9 4 】

特に、光吸収率が高く、高い光電変換効率を得られることから、I b 族元素が、C u および A g からなる群より選択された少なくとも 1 種からなり、III b 族元素が、A l , G a および I n からなる群より選択された少なくとも 1 種からなり、VI b 族元素が、S , S e , および T e からなる群から選択された少なくとも 1 種からなるものであることが好ましい。

【 0 0 9 5 】

上記化合物半導体の具体例としては、

C u A l S ₂ , C u G a S ₂ , C u I n S ₂ ,
C u A l S e ₂ , C u G a S e ₂ , C u I n S e ₂ (C I S) ,
A g A l S ₂ , A g G a S ₂ , A g I n S ₂ ,
A g A l S e ₂ , A g G a S e ₂ , A g I n S e ₂ ,
A g A l T e ₂ , A g G a T e ₂ , A g I n T e ₂ ,
C u (I n _{1-x} G a _x) S e ₂ (C I G S) , C u (I n _{1-x} A l _x) S e ₂ , C u (I n _{1-x} G a _x) (S , S e) ₂ ,
A g (I n _{1-x} G a _x) S e ₂ , および A g (I n _{1-x} G a _x) (S , S e) ₂ 等
が挙げられる。

【 0 0 9 6 】

光電変換層 3 0 は、C u I n S e ₂ (C I S) 、および / またはこれに G a を固溶した C u (I n , G a) S e ₂ (C I G S) を含むことが特に好ましい。C I S および C I G S はカルコパイライト結晶構造を有する半導体であり、光吸収率が高く、高い光電変換率が報告されている。また、光照射等による効率の劣化が少なく、耐久性に優れている。

【 0 0 9 7 】

C I G S 層の成膜方法としては、多源同時蒸着法、セレン化法等いかなる方法を用いてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、光電変換層 3 0 の主成分は、II - V I 族化合物半導体である C d T e あってもよい。C d T e からなる光電変換層は、A l 陽極酸化膜上に下部電極として金属や黒鉛電極を設け、その上に近接昇華法により成膜することができる。近接昇華法とは、C d T e 原料を真空下で 6 0 0 程度にし、その温度より低温にした基板上に C d T e 結晶を凝縮させる手法である。

【 0 0 9 9 】

光電変換層 3 0 の膜厚は特に制限されず、1 . 0 ~ 3 . 0 μ m が好ましく、1 . 5 ~ 2

10

20

30

40

50

・ 5 μm が特に好ましい。

【0100】

(バッファ層)

バッファ層40は、CdS、ZnS、Zn(S, O)、あるいはZn(S, O, OH)、を主成分とする層からなる。例えば、CBD法(化学浴析出法)により作製することができる。バッファ層40の膜厚は特に制限されず、10nm~0.5 μm が好ましく、15~200nmがより好ましい。

【0101】

(透明電極)

透明電極層50の材料は、特に制限されないが、ZnO:Al等のn-ZnO等が好ましい。また、透明電極層50の膜厚は特に制限されず、50nm~2 μm が好ましい。

【0102】

(その他の層)

太陽電池5は必要に応じて、上記で説明した以外の任意の層を備えることができる。

【0103】

また、モジュール化の際には必要に応じて、カバーガラス、保護フィルム等を取り付けることができる。

【0104】

モジュール化に際しては、一般に、接着充填層を介して表面保護フィルム、バックシート等がラミネートされる。この際、接着充填層が、太陽電池5の基板端部において陽極酸化膜14が露出している部分に接着されていることが、表面リーク電流を抑制する観点から好ましい。接着充填層としては、EVA(エチレンビニルアセテート)が好適に用いられる。

【0105】

「第2の実施形態の光電変換装置」

図9は、第2の実施形態の光電変換装置である集積型の太陽電池6の一部を示す断面図である。

【0106】

本実施形態の太陽電池6は、上述の太陽電池5と同様に、化合物半導体からなる光電変換層30を備えた太陽電池であり、多数の光電変換素子構造を電氣的に直列接続することで高電圧出力とした集積型の太陽電池である。

【0107】

本太陽電池6は、電子デバイス用基板3に対して、上記第1の実施形態の太陽電池5の場合と同様に、スクライプ処理を行い、電極層20を短冊状に複数の領域に分離するスクライプライン25を形成したものを備えてなり、絶縁層付金属基板15上の端部領域Aにも電極層21、光電変換層30、バッファ層40および透明電極層50の各層が積層されてなる積層部を備えている点で第1の実施形態の太陽電池5と異なる。

【0108】

この端部領域Aに設けられている積層部分は、スクライプライン22により内方に設けられている素子Cと電氣的に分離されている。太陽電池の素子(光電変換回路)として機能するのは、スクライプライン22より基板内側に設けられている素子のみであり、端部領域Aに設けられている積層部分は太陽電池6の素子として機能するものではない。

【0109】

図9に示すように、スクライプライン22は、切断端面15aから距離dより内側に光電変換回路が配置されるように、形成されている。

【0110】

距離dは200 μm 以上であり、300 μm 以上であることがより好ましい。

【0111】

太陽電池6は、上記第1実施形態の太陽電池5と同様に、長尺な金属基板に対して陽極酸化処理がなされ、電極層が形成された後、切断して上述の電子デバイス用基板を形成す

10

20

30

40

50

る前に、長尺基板のまま、さらにロール・トゥ・ロール方式により各層が形成され、その後切断されて作製される。より詳細には、電極層20上に光電変換層30、バッファ層40が積層され、スクライプライン28を形成するためのスクライプライン処理がなされ、さらに透明電極層50が積層され、スクライプライン29を形成するためのスクライプライン処理がなされ、その後、長尺基板の巻き出し方向に垂直に切断されて作製される。

【0112】

上記作製工程の際、絶縁層14上に一様に各層の積層工程、スクライプ工程を実施し、最後のスクライプ工程時に、その後に切断する切断予定位置から距離dの位置にスクライプライン22を形成し、その後切断予定位置で切断することにより図9に示す太陽電池を作製することができる。

10

【0113】

なお、スクライプライン22を形成する前に所定位置で切断し、その後、さらなるスクライプ工程により切断端面から距離dの位置にスクライプライン22を形成するようにしてもよい。

【0114】

本実施形態においても、光電変換回路を、切断端面よりも200 μ m以上内側にのみ備えることにより、切断に伴い陽極酸化膜14に生じる亀裂の影響をほとんど受けず、電極層20と金属基板10間で高い絶縁性を維持できることができるため、太陽電池として高い信頼性を得ることができる。

20

【0115】

さらには、光電変換回路を、切断端面よりも300 μ m以上内側にのみ備えることにより、上述の亀裂の影響をさらに低減することができ、より高い信頼性を得ることができる。

【0116】

< 検証実験 >

以下、本発明についての検証実験について説明する。

【0117】

(絶縁層付金属基板の作製方法)

冷間圧延法により作製された、Al(30 μ m)/SUS(100 μ m)/Al(30 μ m)クラッド板を金属基板として用いた。Alの純度は99.5%のものをを用い、陽極酸化処理を施した。

30

【0118】

陽極酸化処理前に、金属基板をアセトン、エタノールにて洗浄した。陽極酸化処理の電解液として、0.5Mシュウ酸水溶液を用いた。シュウ酸水溶液を16に温調し、基板を水溶液中に浸漬させ、対極(陰極)としてAl板を用い、印加電圧40Vにて陽極酸化を実施した。陽極酸化膜(酸化アルミ)の膜厚が10 μ mになるように陽極酸化を行った。

【0119】

(切断処理)

上記処理を施して形成された金属基板表面に陽極酸化膜を備えた基板を3cm角に切り出(切断)した。切断には押し切りカッターを用いた。

40

【0120】

(切断端面の観察)

切断端面を観察したところ、切断部周辺の陽極酸化膜に亀裂が発生していることが認められた。図10は切断端面近傍の顕微鏡写真である。図10に示すように、基板の端面から亀裂(クラック)が生じていることが分かる。

【0121】

3cm各に切り出した複数の基板から、切断端面から亀裂が浸入する長さを測定した。マイクロステージ上にサンプルを置き、上方から基板端面にフォーカスを合わせた後、マイクロステージで顕微鏡視野内の最大亀裂侵入長を測定した。

50

【 0 1 2 2 】

図 1 1 は、複数の基板（サンプル数 1 3）についての切断端面から亀裂が侵入する長さ（亀裂浸入長）を、縦軸に累積確率（％）、横軸にクラック（亀裂）侵入長（ μm ）として、ワイブルプロットを行ったものである。

【 0 1 2 3 】

測定値は図示の直線に沿って分布しており、ワイブル分布に従うものとなっている。

【 0 1 2 4 】

図 1 1 に示す確率分布プロットから明らかなように、切断端面から最大侵入長 1 6 0 μm の亀裂が確認された。図 1 1 に示すように亀裂侵入長はワイブル分布に従うので、侵入長が 1 6 0 μm を超える亀裂が発生する確率は、1 0 % 未満であり、切断端面から 1 6 0 μm 超の領域であれば、亀裂の影響は非常に低いといえる。また、図 1 1 から、亀裂の侵入長が 2 0 0 μm 未満である累積確率が 9 9 % 超であり、2 0 0 μm 以上の亀裂が生じる確率は 1 % 未満であることから、望ましくは 2 0 0 μm 以上、さらには 3 0 0 μm 以上切断端面から離れた領域であれば、亀裂の影響はほとんどないと考えられる。

【 0 1 2 5 】

なお、陽極酸化膜の厚みにより亀裂侵入長は変化する可能性があるが、少なくとも陽極酸化膜が 5 μm ~ 1 8 μm の範囲においては、ほぼ同様の結果が得られた。

【 0 1 2 6 】

（絶縁破壊の切断端面からの距離依存性）

上記のようにして得られた 3 c m 角の絶縁層付金属基板について、絶縁層（陽極酸化アルミ）上に M o 電極を成膜して耐電圧を測定した。

【 0 1 2 7 】

このとき、図 1 2 に示すように、基板 1 0 0 の切断端面 1 0 1 から距離 d μm マスクし、距離 d μm よりも内側にのみ M o 電極 1 0 2 を形成した。電極面積は 1 c m² とした。電極 1 0 2 は基板 1 0 0 の他の端部からの影響がないように、他の端部から十分な距離（5 m m 以上）離して形成した。また、基板表面の陽極酸化膜を一部除去して陽極酸化膜の下層の金属層部（金属基板）を露出させてテスト接続領域 1 0 4 を形成した。

【 0 1 2 8 】

距離 d の異なる複数のサンプルを作製し、絶縁性能を検証した。

【 0 1 2 9 】

各サンプルについて、陽極酸化層の下層である金属層部（テスト接続領域 1 0 4）と M o 電極 1 0 2 との間の抵抗をテストで測定し、1 M Ω 以上であれば良（○）、1 M Ω 未満であれば不良（×）と評価した。

【 0 1 3 0 】

評価結果を表 1 に示す。

【表 1】

d [μm]	判定
0	×
70	×
90	×
140	○
160	×
200	○
300	○
395	○
780	○
1000	○

【 0 1 3 1 】

表 1 のように、切断端面からの距離 d が 2 0 0 μm 以上のサンプルでは全て良好な結果が得られた。

【 0 1 3 2 】

この結果は、図 1 1 に示した亀裂侵入長の結果と一致しており、陽極酸化膜を絶縁層として十分機能を発揮させるためには、切断端面から 2 0 0 μ m 以上離れた領域に電極層、電子デバイス等を形成する必要があることが明らかである。

【 0 1 3 3 】

以上の検証により、本発明の電子デバイス用基板のように、切断端面から 2 0 0 μ m 以上離れた基板内方領域にのみ電極層を備える、あるいは、切断端面から 2 0 0 μ m 以上離れた基板内包領域と端部領域との間をスクライブラインにより電氣的に分離した電極層を備えることにより、基板内方領域上の電極層と、絶縁層下の金属基板とは良好な絶縁性を有するものとすることができることが明らかになった。

10

【 0 1 3 4 】

なお、このような基板上に電子デバイスを備えた場合には、金属基板と電極層間の耐電圧性が高いので、高い信頼性を有することは明らかである。

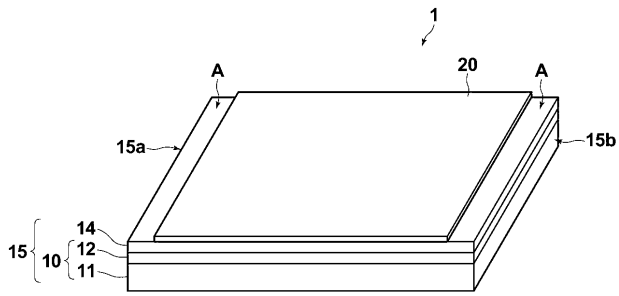
【 符号の説明 】

【 0 1 3 5 】

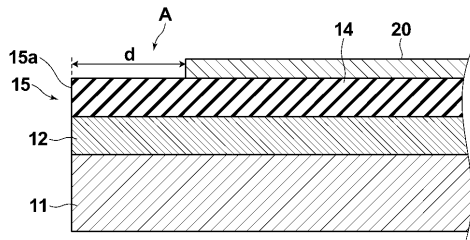
- 1、2、3 電子デバイス用基板
- 5、6 太陽電池（光電変換装置）
- 10、10' 金属基板
- 11 金属基材
- 12、12' Al 材
- 14、14' 陽極酸化膜
- 15 絶縁層付金属基板
- 20 電極層
- 22 スクライブライン
- 30 光電変換層
- 40 バッファ層
- 50 透明電極層

20

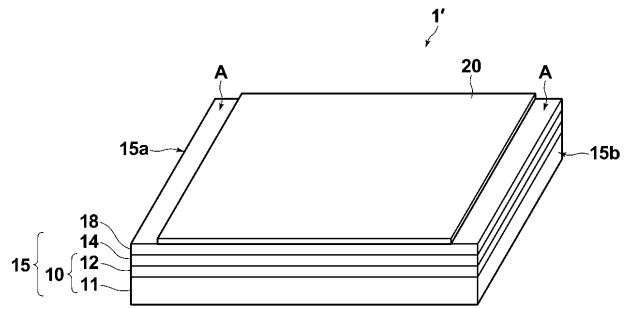
【図 1】



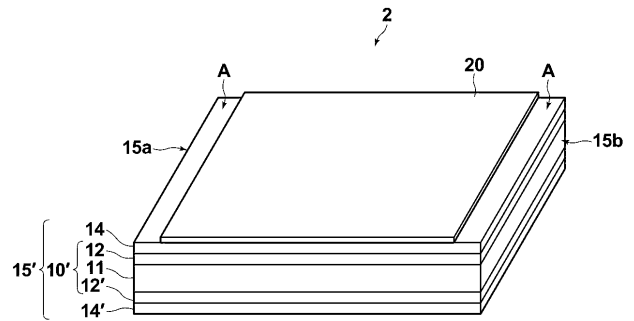
【図 2】



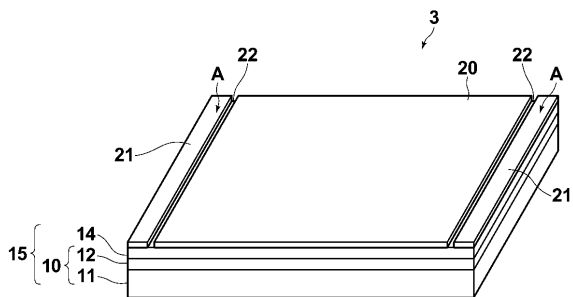
【図 3】



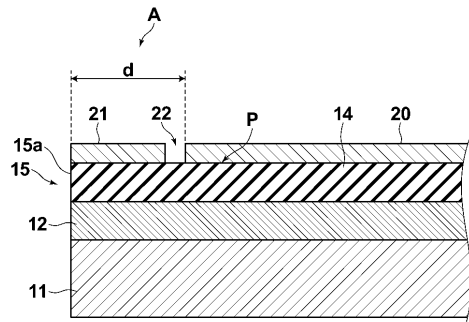
【図 4】



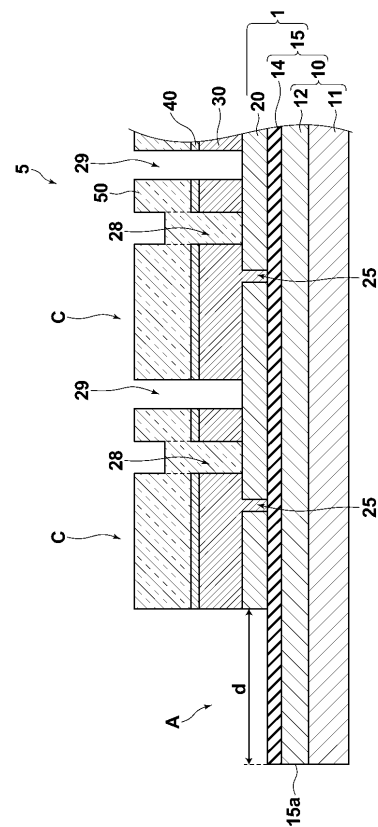
【図 5】



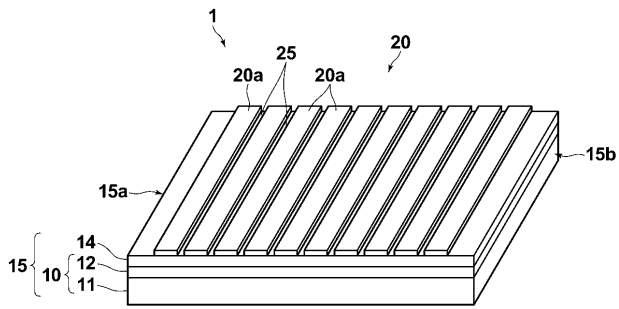
【図 6】



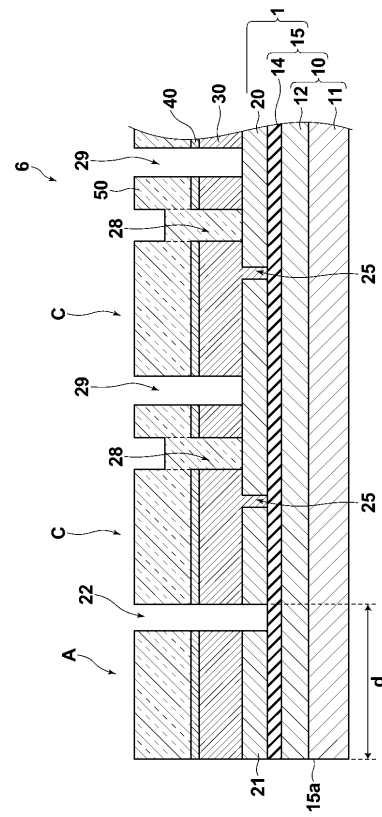
【図 7】



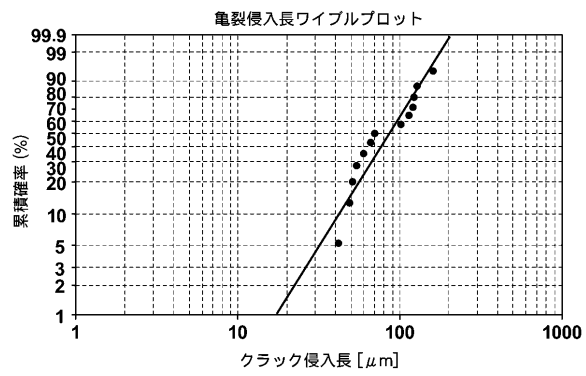
【図 8】



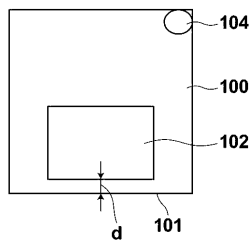
【図 9】



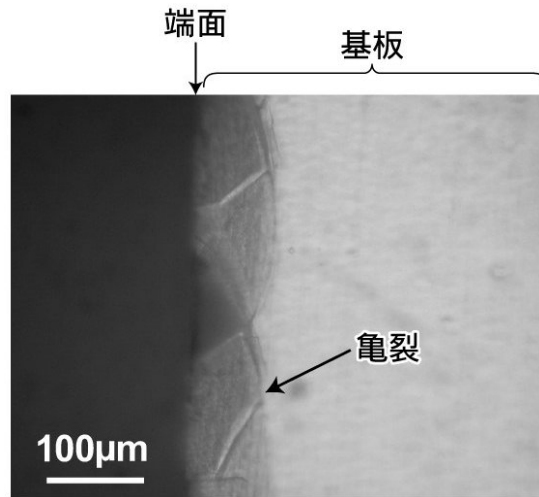
【図 11】



【図 12】



【図 10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F151 AA10 BA14 BA15 EA03 EA09 EA10 EA11 EA16 EA18 EA19
FA02 FA06 FA13 FA15 GA03 JA03 JA04 JA05 JA06