

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4074672号
(P4074672)

(45) 発行日 平成20年4月9日(2008.4.9)

(24) 登録日 平成20年2月1日(2008.2.1)

| (51) Int.Cl. | | | F I | | |
|----------------|---------------|------------------|---------|--------|---|
| C 2 3 C | 14/54 | (2006.01) | C 2 3 C | 14/54 | D |
| C 2 3 C | 14/34 | (2006.01) | C 2 3 C | 14/34 | K |
| C 2 3 C | 14/56 | (2006.01) | C 2 3 C | 14/34 | L |
| H O 1 L | 21/203 | (2006.01) | C 2 3 C | 14/56 | E |
| H O 1 L | 31/04 | (2006.01) | H O 1 L | 21/203 | S |

請求項の数 2 (全 6 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平7-213150 | (73) 特許権者 | 000005234 |
| (22) 出願日 | 平成7年8月22日(1995.8.22) | | 富士電機ホールディングス株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開平9-59775 | | 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成9年3月4日(1997.3.4) | (74) 代理人 | 100133167 |
| 審査請求日 | 平成13年4月18日(2001.4.18) | | 弁理士 山本 浩 |
| 審判番号 | 不服2005-5387(P2005-5387/J1) | (72) 発明者 | 藤掛 伸二 |
| 審判請求日 | 平成17年3月30日(2005.3.30) | | 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 |
| | | | 富士電機株式会社内 |

合議体
 審判長 大黒 浩之
 審判官 森 健一
 審判官 斉藤 信人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタリング方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

搬送される可とう性基板が直線状に張られた箇所の近傍で放電を発生させ、基板表面上にターゲット材からなり表面がテクスチャ化された電極層を形成するロールツーロール方式のスパッタリング方法において、電極層形成時の基板温度を測定し、測定した温度に基づいて前記基板の温度が一定となるように放電電源出力を制御するとともに、スパッタ室壁面および放電電極を水冷するようにしたことを特徴とするスパッタリング方法。

【請求項2】

前記可とう性基板は、二つのスパッタ室間に設けられた温度調整可能なロール間を通され、冷却および加熱を行うようにしたことを特徴とする請求項1記載のスパッタリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜太陽電池製造などのために可とう性基板の上に電極層を形成する場合等を行うスパッタリング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

厚さ数十ないし数百 μm 程度の高分子材料フィルムやステンレス鋼箔を可とう性基板として用い、光電変換層を非晶質シリコン薄膜で形成する薄膜太陽電池は、高い量産性が得ら

れることから、低コスト太陽電池として期待されている。この種の太陽電池は、通常、高い変換効率を得るために反射率の高いAgやAlの層が電極層として基板上に形成される。さらなる高効率化技術として、テクスチャ化、すなわち、電極層表面に高さ0.05~0.5μm程度の凹凸を設け光を太陽電池内部で散乱させることが考えられている。このテクスチャ化の方法として特願平7-111141号明細書に記載のようにAgを約300~400で高温形成して凝集させる方法や特願平7-185315号明細書に記載のようにAlを約250~350で高温形成して凝集させその上に200程度でAgを形成する方法があげられる。いずれの場合も、テクスチャ化には300程度に最適値があり、温度が低すぎても高すぎても太陽電池の特性を低下させることにつながる。特に、基板としてポリイミドのような耐熱性プラスチックフィルムを用いた場合、約300以上で急激な熱収縮が生じることから、テクスチャ化電極形成時には300程度の温度領域で±10程度の非常に精密な基板温度制御が要求される。

10

【0003】

図2および図3は、フィルム基板上に金属電極層を形成するために用いたロール方式スパッタリング装置を示す。図2に示す装置は、送り室1、スパッタ室2、巻き取り室3の三つの部分により構成されている。送り室にはフィルムの巻き出しのための送りロール4、巻き取り室には巻き取りロール5がそれぞれ設置され、さらに搬送ガイドロール6が双方の部屋に設置されている。スパッタ室2にはフィルム加熱用のヒータ9、カソード7および環状のアノード8が設置されている。カソード7はターゲット材料71、バックングプレート72およびマグネット73により構成され、直流あるいは高周波の電圧を印加することによりマグネトロンスパッタリングが行われ、送りロール4から巻き取りロール5へ搬送されるフィルム基板10上に成膜される。図3に示す装置は、送りロール4から巻き取りロール5へフィルム基板10がキャンロール11の表面に接しながら搬送される。そしてキャンロール11に対向するカソード7およびアノード8の間の電圧印加によりスパッタが行われる。

20

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

スパッタ時にはスパッタされた粒子やイオンの基板への衝突やプラズマ自身からの輻射によって基板が加熱される。フィルム基板は熱容量が極めて小さいために、図2の装置を用いた場合、瞬時に100~200程度基板10の温度が上昇する。さらに、スパッタ室2の内部がスパッタ時にしだいに加熱され、その二次的な輻射によって基板温度が上昇する。通常、バックングプレート72には冷却機構が設けられているが、放電電源出力を一定に制御して長さ数百メートルのフィルムに数時間で成膜する場合、上記の二次的な輻射の効果で、成膜終了時は成膜開始時に比べて基板温度が50~100程度上昇する。このため、前述の±10程度の精密な温度制御を行うことは困難であった。

30

【0005】

図3の装置を用いた場合は、フィルム10が熱容量の大きなキャンロール11に接触しているため、温度上昇が抑えられ、キャンロール11自体の温度を調整することによって精密な温度制御が可能になる。しかしながら、装置が大型になり装置コストもアップする。さらにターゲット71交換等のメンテナンスが困難、基板温度が一つのロール11で限定されるため異なる成膜温度で多層膜を形成することができない等の問題があった。

40

【0006】

本発明の目的は、上述の問題を解決し、基板温度を精密に制御して表面がテクスチャ化された金属電極層の成膜を可能にするスパッタリング方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は、搬送される可とう性基板が直線状に張られた箇所の近傍で放電を発生させ、基板表面上にターゲット材からなり表面がテクスチャ化された電極層を形成するロールツーロール方式のスパッタリング方法において、電極層形成時の基板温度を測定し、測定した温度に基づいて前記基板温度が一定となるように放電電

50

源出力を制御するとともに、スパッタ室壁面および放電電極を水冷するものとする。これにより、電極層形成開始後基板温度が変化しても、その変化に追従して基板温度を狭い範囲に抑えることができ、しかも放電電力の変化に基づいて基板表面上の膜厚が時間とともに変化することが防止される。基板を温度調整可能なロール間を通過させることによって、少ない時間遅れで基板温度を所定の値にすることができ、同一基板上に成膜温度の異なる多層膜を連続して形成することも可能である。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の実施には、従来のロールツーロール方式のスパッタリング装置に、温度測定手段として赤外線温度計、あるいは熱容量の十分小さいシート状熱電対を設置し、測定温度を放電電源出力あるいは温度調節ロールにフィードバックする機能をもたせればよい。同一可とう性基板上に連続して多層膜を積層する場合、異なる温度制御方法を組み合わせてもよい。また、本発明による温度制御方式の成膜と通常電力制御方式の成膜とを組み合わせることもできる。

【0009】

【実施例】

以下、図2と共通の部分に同一の符号を付した図を引用して本発明の実施例のスパッタリング方法について述べる。

図1に示したスパッタリング装置は、本発明の一実施例のスパッタリング方法に用いるもので、図2のスパッタリング装置とほとんど同一であるが、スパッタ室2に非接触式の赤外線温度計12が設置され、図示しない放電電源の制御装置に接続されている。本装置を用いて厚さ50 μ mのポリイミドフィルム上に平均膜厚約15nmのテクスチャ化Ag電極層を形成する場合について説明する。フィルム基板10をセットした装置内部はクライオポンプあるいはターボ分子ポンプ等により $10^5 \sim 10^7$ Torrに真空排気されている。ヒータ9は予め250~300に加熱されている。次にAr等の不活性ガスを導入し、その後、圧力コントローラによって室内は $10^3 \sim 10^2$ Torrに圧力制御される。フィルム基板10を0.5~2m/分の搬送速度で送りながらカソード7に直流あるいは高周波の電圧を印加してAg成膜が開始される。成膜時のフィルム基板10の温度は赤外線温度計12により常時モニタリングされており、測定された温度を放電電源にフィードバックすることで温度一定に制御される。なお本装置は、モード切り替えによって、通常の定電力制御や定電流制御による成膜を行うことも可能である。図4にフィードバックを行った定温度制御および通常の定電力制御の場合の成膜時間と基板温度の関係を線41および42に示す。双方の場合とも、放電開始初期に放電からの輻射によって温度が急激に上昇している。その後の温度変化をみると、線42の定電力制御の場合、緩やかに温度が上昇し続けている。これは、放電によってスパッタ室壁面およびアノードがゆっくり加熱され、その二次的な輻射によってフィルムが加熱されたものと考えられる。この方法で成膜したものはテクスチャ形状が時間とともに変化しており、成膜終了直前の部分ではフィルムに著しい熱収縮がみられた。一方、温度制御を行った場合、テクスチャ形状は時間によって変化しておらず、フィルムの熱収縮もみられなかった。本実施例では、放電電力が時間とともに変化するため、膜厚も時間とともに変化するという問題がある。この現象を極力少なくするに、スパッタ室2の壁面およびアノード8に水冷を行った。図5に水冷を行った場合および行わなかった場合の成膜時間とAg膜厚の関係を線51および線52に示す。この結果から、水冷によってスパッタ室内部の温度上昇が抑えられ、膜厚の安定性が向上することがわかった。

【0010】

図6に本発明の他の実施例のスパッタリング方法を示す。この装置は、二つのスパッタ室21、22を有する。基板10は、スパッタ室22の上流で二つの温度調節ロール13の間を通され、ここで、冷却および加熱を行うことができる。この温度調節ロール13の温度の調節は、例えば水や油、空気などの流体媒体により行われる。本装置によれば、スパッタ室21および22で、成膜温度の異なる多層膜を連続形成することが可能である。以

10

20

30

40

50

下、本装置でAl / Ag膜を形成する場合を例にとり説明する。前述の温度制御によりスパッタ室21で平均膜厚100nmの表面がテクスチャ化されたAl膜を形成する。その際の成膜温度は300である。その後、温度調節ロール13で瞬時に冷却されスパッタ室22に搬送される。ここで、成膜温度200で膜厚100nmのAg膜が形成され、その後、巻き取りロール5に巻き取られる。

【0011】

【発明の効果】

本発明によれば、従来のスパッタリング装置に基板表面温度の測定機能を測定温度のフィードバック機能を備える比較的小型の装置で、可とう性基板上に、ロールツーロール方式で極めて温度制御性の良好なスパッタ成膜が可能になる。この方法を太陽電池用の電極形成に用いることで非常に良好な形状のテクスチャ電極を安定して形成できる。これによって低コストかつ高性能の非晶質シリコン太陽電池を安定して生産することが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のスパッタリング方法に用いる装置の縦断面図

【図2】従来のロール方式スパッタリング装置の一例の縦断面図

【図3】従来のロール方式スパッタリング装置の別の例の縦断面図

【図4】本発明による定温度制御と従来の定電力制御の場合の基板温度の時間変化線図

【図5】スパッタ室の壁面およびアノードを水冷した場合と水冷しなかった場合のAg膜厚の時間変化線図

【図6】本発明の別の実施例のスパッタリング方法に用いる装置の縦断面図

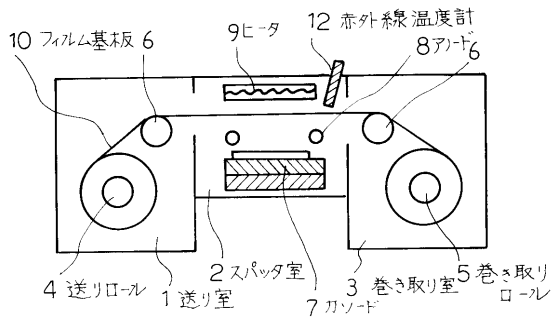
20

【符号の説明】

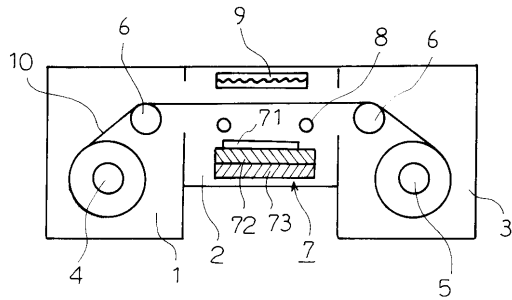
- 1 送り室
- 2、21、22 スパッタ室
- 3 巻き取り室
- 4 送りロール
- 5 巻き取りロール
- 7 カソード
- 8 アノード
- 9 ヒータ
- 10 フィルム基板
- 12 赤外線温度計
- 13 温度調節ロール

30

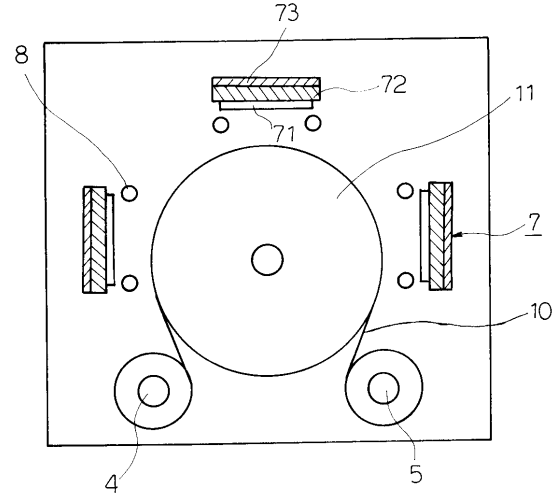
【図1】



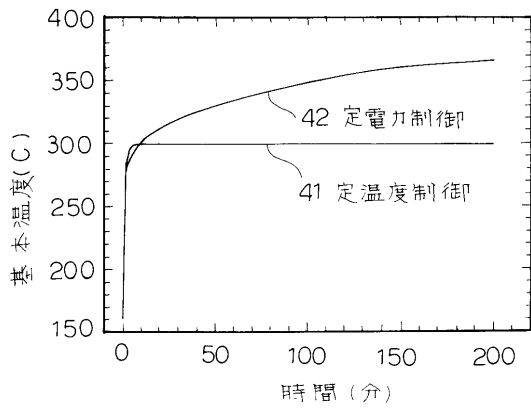
【図2】



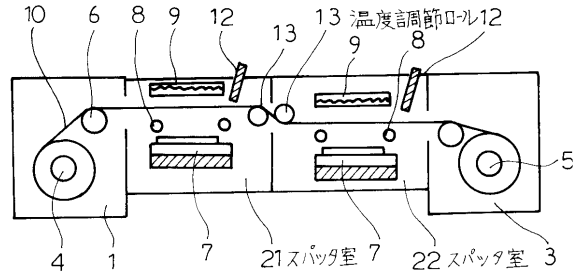
【図3】



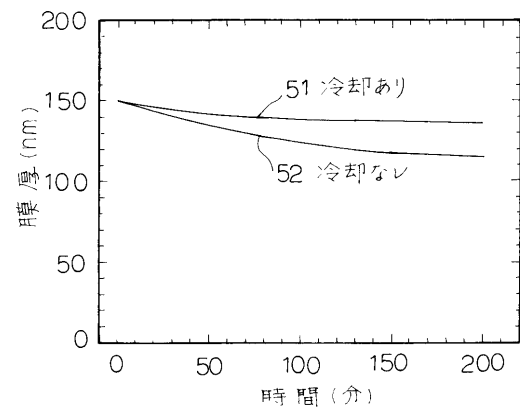
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 31/04

M

(56)参考文献 特開昭61-87223(JP,A)
特開昭61-196430(JP,A)
特開平6-145982(JP,A)
特開平1-129966(JP,A)
特開平3-232968(JP,A)
特開平6-330285(JP,A)
特開平6-204541(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C14/00-14/58

C23C16/00-16/56