

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-537443

(P2010-537443A)

(43) 公表日 平成22年12月2日 (2010.12.2)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 1 L 31/04 (2006.01) H 0 1 L 31/04 S 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-522374 (P2010-522374)	(71) 出願人	509338950
(86) (22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		エリコン・ソーラー・アイピー・アーゲー
(85) 翻訳文提出日	平成22年3月31日 (2010.3.31)		・トリュブバッハ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/061316		スイス・9477・トリュブバッハ・ハウ
(87) 国際公開番号	W02009/027476		プトシュトラッセ・1アー
(87) 国際公開日	平成21年3月5日 (2009.3.5)	(74) 代理人	100108453
(31) 優先権主張番号	60/968,898		弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成19年8月30日 (2007.8.30)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜太陽電池システム及び薄膜太陽電池の製造方法

(57) 【要約】

薄膜太陽電池を製造するための方法は、少なくとも0.75m²の領域を有する基板の上に第1の導電層を提供することを含む。第1の導電層は、その領域の堆積部分に位置する。紫外線レーザービームがレンズを通して第1の導電層に適用される。第1の導電層の部分は、層を通してスクライビングされ（書き込まれ）トレンチを形成する。レンズはビームを合焦し、少なくとも100mmの焦点距離を持つ。合焦されたビームは、スクライビングするために有効な有効部分とスクライビングのために有効でない非有効部分とを含む。基板はたるんで、第1の導電層は、適用の段階の間に領域を横切る合焦されたビームの有効部分に残る。1つ以上の活性層が第1の導電層上に提供される。第2の導電層が1つ以上の活性層上に提供される。

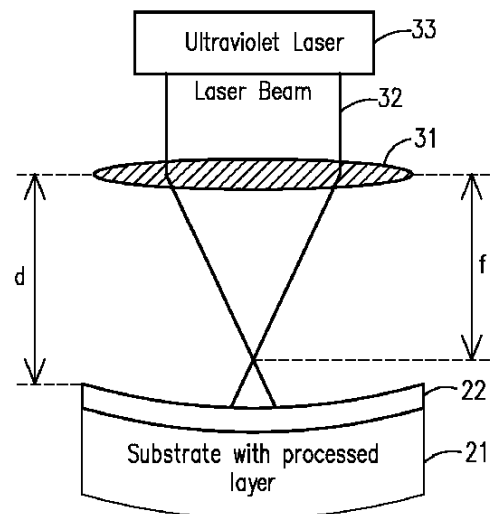


Fig. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の上に第 1 の導電層を提供する段階であって、前記基板が少なくとも 0.75 m^2 の領域を有し、第 1 の導電層が前記領域の堆積部分に位置するような段階と、

紫外線レーザビームを、レンズを通して前記第 1 の導電層に適用し、前記第 1 の導電層の部分を、前記基板を通してスクライビングして前記第 1 の導電層を通るトレンチを形成する段階であって、

前記レンズが紫外線レーザビームを合焦し、 100 mm 以上である焦点距離を持ち、合焦された紫外線レーザビームは、スクライビングするために有効である有効部分とスクライビングするために有効でない非有効部分とを含み、

基板は、適用の段階の間にスクライビングされた第 1 の導電層の部分が、スクライビング時に合焦される紫外線レーザビームの有効部分の中に位置するようにたるむ、段階と、

第 1 の導電層の上に 1 つ以上の活性層を提供する段階と、

1 つ以上の活性層の上に第 2 の導電層を提供する段階と、
を有することを特徴とする、薄膜太陽電池を製造するための方法。

【請求項 2】

紫外線レーザビームは 400 nm 以下の波長を持つことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

紫外線レーザビームは約 355 nm の波長を持つことを特徴とする請求項に記載の方法。

【請求項 4】

焦点距離は 150 mm 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

垂直方向におけるレンズの位置は、適用の段階の間、実質的に一定のままであることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記トレンチは少なくとも $20\text{ }\mu\text{m}$ の幅を持つことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の導電層は ZnO を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

スクライビングされる第 1 の導電層の部分は、前記トレンチが実質的に滑らかなトレンチの壁を含むように、紫外線レーザビームによって気化させられることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

1 つ以上の活性層の部分を前記第 1 の導電層までずっとスクライビングする段階と、前記第 2 の導電層の部分を下にある層までずっとスクライビングする段階と、
をさらに有することを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

直列に電気接続された複数の薄膜太陽電池が前記基板の上に形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

薄膜太陽電池システムであって、

少なくとも 0.75 m^2 の領域を持つ基板と、

前記領域の堆積部分における基板の上に位置する第 1 の導電層であって、前記第 1 の導電層は ZnO を含み、前記第 1 の導電層は複数の別個の第 1 の導電層部分を規定するために基板までずっとスクライビングされた複数の第 1 のトレンチを持ち、そして複数の別個の第 1 の導電層部分が前記複数の第 1 のトレンチによって互いに分離された、第 1 の導電

10

20

30

40

50

層と、

紫外線レーザーのレーザービームを前記第1の導電層に合焦する、100mm以上の焦点距離を持ったレンズを含み、前記複数の第1のトレンチをスクライビングする紫外線レーザーであって、

前記レーザービームは、複数の第1のトレンチをスクライビングするために有効である有効部分と複数の第1のトレンチをスクライビングするために有効でない非有効部分とを含み、

前記基板がたるんで、第1の導電層いくつかの部分は、複数の第1のトレンチがスクライビングされる間にレーザービームの有効部分に残る、紫外線レーザーと、

第1の導電層のいくつかの部分を覆う1つ以上の活性層であって、前記1つ以上の活性層は、複数の別個の活性層部分を規定するために第1の導電層までずっとスクライビングされた複数の第2のトレンチを持ち、複数の別個の活性層部分は複数の第2のトレンチによって互いに分離され、そして複数の別個の活性層部分のそれぞれの別個の活性層部分は、複数の別個の第1の導電層部分の対応するものの部分を覆う、1つ以上の活性層と、

1つ以上の活性層のいくつかの部分を覆う第2の導電層であって、前記第2の導電層は、複数の別個の第2の導電層部分を規定するために下にある層までずっとスクライビングされた複数の第3のトレンチを持ち、複数の別個の第2の導電層部分は複数の第3のトレンチによって互いに分離され、そして複数の第2の導電層部分のそれぞれの別個の第2の導電層部分は、対応する別個の活性層部分の1部を覆う、第2の導電層と、

を有し、

前記太陽電池システムは、前記第1の導電層と前記第2の導電層を接続することによって基板の上に直列に電気接続された、複数の隣接した太陽電池を含むことを特徴とする薄膜太陽電池システム。

【請求項12】

レーザービームは400nm以下の波長を持つことを特徴とする請求項11に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項13】

レーザービームは約355nmの波長を持つことを特徴とする請求項12に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項14】

焦点距離は150mm以下であることを特徴とする請求項13に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項15】

垂直方向におけるレンズの位置は、複数の第1のトレンチがスクライビングされる間、実質的に一定のままであることを特徴とする請求項14に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項16】

複数の第1のトレンチのそれぞれは少なくとも20μmの幅を持つことを特徴とする請求項14に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項17】

複数の第1のトレンチは実質的に滑らかなトレンチの壁を含むことを特徴とする請求項14に記載の薄膜太陽電池システム。

【請求項18】

薄膜太陽電池を形成するためのレーザースクライビング装置であって、

少なくとも0.75m²の領域と前記領域の堆積部分における太陽電池基板の上に位置するZnOを含む導電層とを持つ太陽電池基板を支持するよう適合させられた支持デバイスと、

400nm以下の波長を持つビームを発生させ、前記ビームを合焦するために少なくとも100mmの焦点距離を持つレンズを含む選択的に配置可能な紫外線レーザーであって、前記選択的に配置可能な紫外線レーザーが前記基板に対して選択的に配置可能であるような紫外線レーザーと、を有し、

10

20

30

40

50

前記レンズは、前記導電層を通してトレンチを形成するために前記基板までずっと前記導電層の部分をビームがスクライビングするように、前記導電層上にビームを合焦し、

前記ビームは、前記導電層の部分をスクライビングするために有効である有効部分と前記導電層の部分をスクライビングするために有効でない非有効部分とを含み、

前記基板は、前記ビームによってスクライビングされる導電層の部分がスクライビング時のビームの有効部分の中に位置するように、前記支持デバイスによって支持される時にたむ、

ことを特徴とするレーザスクライビング装置。

【請求項 19】

前記レーザは支持デバイスからある距離に位置し、該距離は、前記ビームが導電層上に合焦される間、実質的に一定のままであることを特徴とする請求項 18 に記載のレーザスクライビング装置。

10

【請求項 20】

前記レーザスクライビング装置はスクライビングプログラムを実行するためのプロセッサを含み、予め決定されたスクライビング経路に基づいてレーザの移動を制御することを特徴とする請求項 19 に記載のレーザスクライビング装置。

【請求項 21】

波長は約 355 nm であることを特徴とする請求項 20 に記載のレーザスクライビング装置。

【請求項 22】

20

焦点距離は 150 nm より大きくないことを特徴とする請求項 21 に記載のレーザスクライビング装置。

【請求項 23】

前記トレンチは少なくとも 20 μ m の幅を持ち、実質的に滑らかなトレンチの壁を含むことを特徴とする請求項 22 に記載のレーザスクライビング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連した出願への相互参照]

2007 年 8 月 30 日付けで出願された米国仮特許出願第 60/968, 898 号の優先権をここで主張する。そしてその開示内容は参照としてここに組み入れられる。

30

【0002】

本発明は、太陽電池およびその製造の方法、特にレーザスクライビング技術を使って大きな領域の基板上に薄膜太陽電池を製造するためのシステムと方法に関わる。

【背景技術】

【0003】

モノリシックな直列の相互接続を持つ薄膜太陽電池は、スクライビングレーザまたは機械的構造化を使うことによって形成されうる。機械的に構造化することはフォトリソグラフィまたは化学エッチング構造化を含むことができる。この構造化は光電池 (PV) モジュールまたは「アレイ」を形成するのに有用である。これらの概念は、PV モジュールを、要求される出力特性— V_{OC} (開路電圧)、 I_{SC} (短絡電流)、および FF (充填率—最大電力ポイントにおいて生成された最大電力を I_{SC} と V_{OC} で割ったものと定義され、常に 1 より小さい) に適合させることを可能にする。このように、これらの特徴は、特に使用者のニーズ/用途に向けて仕立てられ得る。

40

【0004】

基板の上に太陽電池を形成すること、およびそのような太陽電池の製造においてレーザスクライビング技術を使うことが知られている。スクライビングレーザを使って太陽電池を製造する方法が、ここに参照として組み入れられた特許文献 1 に開示されている。スクライビングレーザを使う太陽電池を製造する方法は、ここに参照として組み入れられた特許文献 2 にも開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第4, 292, 092号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2005/0272175A1号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの局面によれば、薄膜太陽電池を製造するための方法が提供される。この方法は、基板の上に第1の導電層を提供する段階であって、前記基板が少なくとも 0.75 m^2 の領域を有し、第1の導電層が前記領域の堆積部分に位置するような段階を含む。紫外線レーザビームがレンズを通して前記第1の導電層に適用される。前記第1の導電層の部分が、前記基板にずっとスクライビングされて前記第1の導電層を通るトレンチを形成する。レンズは紫外線レーザビームを合焦し、 100 mm 以上である焦点距離を持つ。合焦された紫外線レーザビームは、スクライビングするために有効である有効部分とスクライビングするために有効でない非有効部分とを含む。基板は、適用の段階の間にスクライビングされた第1の導電層の部分が、スクライビング時に合焦される紫外線レーザビームの有効部分の中に位置するように、たるむ。第1の導電層の上に1つ以上の活性層が提供される。1つ以上の活性層の上に第2の導電層が提供される。

【0007】

本発明の他の局面によれば、少なくとも 0.75 m^2 の領域を含む薄膜太陽電池システムが提供される。第1の導電層は前記領域の堆積部分における基板の上に位置する。第1の導電層は ZnO を含む。第1の導電層は複数の別個の第1の導電層部分を規定するために基板までずっとスクライビングされた複数の第1のトレンチを持つ。複数の別個の第1の導電層部分は複数の第1のトレンチによって互いに分離される。このシステムは、紫外線レーザのレーザビームを前記第1の導電層に合焦する、 100 mm 以上の焦点距離を持ったレンズを含み、複数の第1のトレンチをスクライビングする紫外線レーザを含む。該レーザビームは、複数の第1のトレンチをスクライビングするために有効である有効部分と複数の第1のトレンチをスクライビングするために有効でない非有効部分とを含む。基板がたるんで、第1の導電層いくつかの部分は、複数の第1のトレンチがスクライビングされる間にレーザビームの有効部分に残る。1つ以上の活性層は第1の導電層のいくつかの部分を覆う。1つ以上の活性層は、複数の別個の活性層部分を規定するために第1の導電層までずっとスクライビングされた複数の第2のトレンチを持つ。複数の別個の活性層部分は複数の第2のトレンチによって互いに分離される。複数の別個の活性層部分のそれぞれの別個の活性層部分は、複数の別個の第1の導電層部分の対応するものの部分を覆う。第2の導電層が1つ以上の活性層のいくつかの部分を覆う。第2の導電層は、複数の別個の第2の導電層部分を規定するために下にある層までずっとスクライビングされた複数の第3のトレンチを持つ。複数の別個の第2の導電層部分は、複数の第3のトレンチによって互いに分離される。複数の第2の導電層部分のそれぞれの別個の第2の導電層部分は、対応する別個の活性層部分の1部を覆う。太陽電池システムは、第1の導電層と第2の導電層を接続することによって基板の上に直列に電気接続された、複数の隣接した太陽電池を含む。

【0008】

本発明の他の局面によれば、薄膜太陽電池を形成するためのレーザスクライビング装置が提供される。この装置は、少なくとも 0.75 m^2 の領域と前記領域の堆積部分における基板の上に位置する ZnO を含む導電層とを持つ太陽電池基板を支持するよう適合せられた支持デバイスを含む。選択的に配置可能な紫外線レーザは 400 nm 以下の波長を持つビームを発生させる。該レーザは、前記ビームを合焦するために少なくとも 100 mm の焦点距離を持つレンズを含む。選択的に配置可能な紫外線レーザは基板に対して選択的に配置可能である。レンズは、前記導電層を通してトレンチを形成するために前記基板

までずっと前記導電層の部分をビームがスクライビングするように、前記導電層上にビームを合焦する。前記ビームは、前記導電層の部分をスクライビングするために有効である有効部分と前記導電層の部分をスクライビングするために有効でない非有効部分とを含む。前記基板は、前記ビームによってスクライビングされる導電層の部分がスクライビング時のビームの有効部分の中に位置するように、前記支持デバイスによって支持される時にたむ。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】太陽電池と直列接続されたいくつかの薄膜の概略図である。

【図2】スクライビング技術を使って、 ZnO TCO層によって実験的に測定されたLP-CVDの吸収を示すプロットである。

10

【図3】レーザビームと集束レンズを使うレーザスクライビング技術の概略図である。

【図4a】レーザビームと集束レンズの概略図である。

【図4b】レーザビームと集束レンズの概略図である。

【図5】レーザスクライビング装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1は、光電池(PV)モジュールを直列接続した薄膜の一部を示す概略図である。この図は、直列に連結された3つのセル($Cell_n$, $Cell_{n+1}$ 、および $Cell_{n+2}$)を示す。しかし、いくつかの要求されるセルの数が製造されうるし、またその代わりに個々のセルが並列に接続されうるし、あるいは要求されるように共に電氣的に接続されないこともありうる。

20

【0011】

一般に、図1に示されるように、例えばガラスでありうる通常の高導電性の基板21は、基板の上に提供された第1の導電層22を持つ。そして、1つ以上の活性層23が第1の導電層の上に提供され、外側の電極層または第2の導電層24が活性層の上に第2の導電層として提供される。種々の層は、それぞれ別個の太陽電池での使用のために、次の層が適用される前にレーザビームを使って個々の層をレーザスクライビングするというような、1つ以上の技術によって別個の部分に分離される。例えば、第1の導電層22の部分はレーザビームによって基板21までずっとスクライビングされ、複数の第1のトレンチ25によって互いに分離された複数の別個の第1の導電層部分を形成することができる。1つ以上の活性層23の部分は第1の導電層22までずっとスクライビングされ、複数の第2のトレンチ27によって互いに分離された複数の別個の活性層部分を形成することができる。第2の導電層24の部分は下にある層までずっとスクライビングされ、複数の第3のトレンチ26によって互いに分離された複数の第2の導電層部分を形成することができる。これは、導電層、活性層、および第2の導電層それぞれを別個の太陽電池に分離するトレンチ25、26、および27をもたらす。

30

【0012】

基板21および第1の導電層22は、光がそれらを通して活性層23に達することを可能にするように、通常は透明である。なぜならば、半導体の活性層が光を通過させるのに十分透明であるからである。さらに、第2の活性層23を通して光が二度通過させられるように背面リフレクターが適用され、効率を向上させるように最終的に吸収される。あるいは、第2の導電層24は、そちらの側から光が活性層に達することを可能にするように透明にされうる。

40

【0013】

さらに、1つのセルの第2の導電層24は、通常、個々の太陽電池を直列接続して、直列接続されたPVモジュールをもたらすために、第1の導電層の上の第2の導電層を重ねることによって隣接したセルの第1の導電層22に電氣的に接続される。例えば、 $Cell_n$ の第2の導電層部分は隣接した $Cell_{n+1}$ の第1の導電層部分に重なり、 $Cell_{n+1}$ の第2の導電層部分は、隣接した $Cell_{n+2}$ の第1の導電層部分に重なる。

50

【0014】

酸化亜鉛（ZnO）を含んだ透明な導電性の酸化物（TCO）層が第1の導電層22のために選ばれうる。第1の導電層22は、底圧化学蒸着法（LP-CVD）プロセス、またはプラズマ強化化学蒸着法（PECVD）プロセスのような方式を使うことによって、上の面の堆積部分における、基板21の上の面上に堆積されうる。あるいは、スパッタリングプロセスが、堆積部分における透明な基板の上にTCO層を堆積するために使われうる。第1の導電層22が位置する堆積部分とは、基板の上の面全部または上の面のいくらかの部分でありうる。例として、透明な基板は、ガラスおよび高度に透明なUV安定プラスチックを含む。基板の上への堆積の後に、ZnO TCO層の部分は、紫外線レーザービームを使って基板21までずっとレーザスクライビングされうる。そしてトレンチ25を形成し、また第1の導電層22を、それぞれが個々の太陽電池に対応した複数の別個の第1の導電層部分に区分する。

10

【0015】

1つ以上の活性層は、通常異なるドーブがされた、および／またはドーブされなシリコン膜を含むp-i-n接点を形成するために使われうる。これらの活性層は、LP-CVDプロセスまたはPECVDプロセスのような方式にによってZnO TCO層の上に堆積されうる。これは、図1に示されるように、1つ以上の活性層で満たされたTCOトレンチ25をもたらす。これらの適用の後、活性層23の部分が、第1の導電層22を露出するために下方にレーザスクライビングされうる。そして、トレンチ27を形成し、また活性層を、それぞれが個々の太陽電池に対応した複数の別個の活性層部分に区分する。

20

【0016】

次に第2の導電層24としての電極層は活性層の上にわたって適用され、個々の太陽電池の個々の外側の電極を形成する。第2の導電層24は、TCO、またはアルミニウムまたは他の適切な材料のような完全反射性の材料から構成されうる。第2の導電層24は、LP-CVDプロセスまたはPECVDプロセスを使って活性層上に適用されうる。しかし、スパッタリングのような代替りのプロセスも使われうる。適用の後に、第2の導電層の部分24は、下にある層を露出するために下方にレーザスクライビングされうる。そして、トレンチ26を形成し、また第2の導電層を、それぞれが個々の太陽電池に対応した複数の第2の導電層部分に区分する。

【0017】

30

3つのスクライビングトレンチ25、26、および27の適切な配置は、図1に示されるように、PVモジュールの直列接続されたセルをもたらす。利便性のために3つの個々のセルのみが示されているが、このプロセスは直列接続されたセルの要求されるいくつかの数についても類似である。

【0018】

ZnO TCOの第1の導電層22が400nm波長の下に強い吸収を持つので、355nm（～3.5eV）の波長において動作する紫外線Nd:YVP₄レーザ（例えば、コヒーレントなAV1A 355-X 10 Wattレーザ）が、TCOスクライビングステップのために適用されうる（以下に与えられるレーザの特性を参照）。ZnO TCOの第1の導電層22の上にこのような短い波長の紫外線レーザビームを使うことによって、レーザビームのほとんど大部分がZnO薄層によって効率的に吸収される。これは図2の実験的に得られたプロットによって示され、LPCVD形成されたZnO層の吸収を示す。横軸の上の目盛はレーザ波長を示し、下の目盛はTCO層に影響するレーザの等価エネルギーを表す。アルファはレーザエネルギーの相対的な吸収率を表す。B₂H₆（ジボラン）は、半導体プロセスにおけるpドーピングのためのTCO（ZnO）適用の際に混合されるホウ素-水素ドーピングガスである。「sccm」（毎分標準立方センチメートル）はガスのガス流基準を表す。この図から、光エネルギーの相対的な吸収が、2.9eVにおいてまたはその後、本質的に増加する、ということを見ることができる。従って、3.2eVレーザは、2.5または2.0eVレーザより約100倍効率的である。

40

50

【0019】

このような紫外線レーザをP V直列接続されたモジュールを形成するために使うことは、トレンチ25における基板21に切り落とされるZnO TCOの第1の導電層22の効率的な溶解と気化、および／または削り取り、をもたらす(図1参照)。このような紫外線レーザビームは単にZnO材料を溶解するだけではなく、レーザビームに接触するZnO材料のほとんどまたはすべてを気化させて、綺麗な切断と実質的に滑らかなトレンチ25とをもたらす(トレンチ内の好ましくないビード(玉)と隆起を低減または排除する)。これにより、適切な波長で(レーザエネルギーの要求される吸収を最適化するために)高エネルギー(短波長)の紫外線レーザビームを使うことは高い有効性を達成し、そして個々のセルの適切な絶縁による高い充填率FFをもたらす。同様に、ZnO以外の材料にとって高い吸収のために適切なレーザ波長を選ぶことも類似の結果を提供しうる。従って、TCO層をスクライビングするためにこのような短い波長のレーザビームを使うことによって、高いスクライビング速度(10m/分より大きな)での非常に良好な絶縁が達成されうる。

【0020】

図3は、P Vモジュールを形成するためのレーザスクライビングシステムの概略図である。レンズ31は、基板21の上の第1の導電層22上に、紫外線レーザ33からのレーザビーム32を合焦し、上述のように第1の導電層を通して基板にトレンチをスクライビングする(書き込む)。レンズ31は関連づけられた焦点距離(f)を持ち、距離(d)だけ第1の導電層22の上に位置する。

【0021】

堆積部分(第1の導電層22がPEVCDプロセスのような方式によって堆積される)を持った基板21の表面は、少なくとも 0.75m^2 の大きな領域を持つことができる。このような「大領域基板」は、その大きなサイズと対応する重量に起因して、スクライビングプロセスの際に大きな領域にわたってかなりのたるみを呈する傾向がある。基板21は、該基板に沿って種々のポイントで支持されうる。そしてたるみは、このような支持ポイントの間で起こる。たるみの量は、基板材料、その厚さ、および支持ポイントの間の距離のような要因に依存する。たるみは、1mm未満のように、可能な限り低く保持されうる。しかしながら、1mm以上のたるみもありうる。基板21のたるみは図3に概略的に示されている。

【0022】

合焦されたレーザビームは図4aおよび4bに示されるようにプロセスウインドウ(D)を持つ。プロセスウインドウ(D)は、第1の導電層にトレンチをスクライビングするために有効な合焦されたレーザビームの有効部分を提供する。プロセスウインドウ(D)は、合焦されたレーザビームの出力密度が所定の実効値よりも大きくなる距離範囲を提供する。実効値は、第1の導電層の部分を気化し、および／または削り取るために有効なパワー密度値でありうる。プロセスウインドウ(D)の外に存在する合焦されたレーザビームの部分はより低い出力密度を持ち、第1の導電層にトレンチをスクライビングするためには有効でない。

【0023】

プロセスウインドウ(D)の長さは、レーザビーム32の幅とレンズ31の焦点距離(f)に依存する。所定のレーザビーム幅に対して、プロセスウインドウ(D)は、より長い焦点距離(f)を持ったレンズ31を選択することによって長くされうる。これは概略的に図4aおよび4bに示される。図4aのレンズ31が63mmの焦点距離(f)を持つ一方で、図4bにおけるレンズ31は63mmより大きな焦点距離(f)を持つ。レーザビーム32の幅は図4aと4bで実質的に同じである。しかしながら、図4bのプロセスウインドウ(D)は、図4のレンズ31の長い焦点距離(f)に起因して図4aのプロセスウインドウよりも長い。

【0024】

従来技術のスクライビングレーザは、63mmの焦点距離を持ったレンズ31を使うこ

10

20

30

40

50

と知られている。このようなレンズによって構築されたプロセスウインドウ（D）は、小さな基板のために適切でありうるが、PEVCD堆積システムで使われるもののよう少なくとも 0.75 m^2 の大領域基板のためには不適切でありうる。小さな基板は、大領域基板よりも小さなたるみを示し、そして、主に機械的な理由から、レンズ31と処理された（すなわちスクライビングされた）層との間の距離（d）は容易に制御される。可動レンズ31とレーザ33が、レンズ31がスクライビングされた層の上に距離（d）だけ置かれた状態で、基板21とスクライビングされる層の上に配置されうる。可動レンズ31とレーザ33は、予め決定された（例えば予めプログラムされた）スクライビング経路に従ってスクライビング層にトレンチをスクライビングすることになる。 0.75 m^2 以上かそれに等しくなるように、基板21が大きくなるのに従って、それは、63mmレーザによって構築されたプロセスウインドウ（D）の外にたるみうる。そのことは、プロセスウインドウ（D）の外側に第1の導電層22が置かれることになりうる。

10

【0025】

基板のサイズが増加することにより、レーザ33とレンズ31のガイドシステム（例えばyデバイスまたはx-yデバイス）は益々基板のたるみに敏感になる。基板のたるみを補償することは、移動質量とスクライビングシステムの構築費を増やしうる。基板を工業的に大きな領域（例えば $\geq 0.75\text{ m}^2$ ）と想定する場合、この距離を摂動する変数はさらに関連し合い、特に反復可能なスクライビングが必要とされる時の困難につながる。しかしながら、より大きな焦点距離を持ったレンズは、基板のたるみのより良好な許容につながるような、より大きな被写界震度とより大きなプロセスウインドウ（D）を提供する。

20

【0026】

一実施形態において、基板21は少なくとも 0.75 m^2 の大領域基板であり、レーザビーム32は400nm以下の波長（例えば約355nm）を持つ紫外線レーザビームであって、レーザビーム32は6mmかそれ以下、例えば3.5mmの直径を持つ。第1の導電層22はPEVCDプロセスによって堆積部分における大領域基板の上に堆積され、そしてZnOを含む。レーザビーム32を合焦点するためのレンズ31は、少なくとも100mm（例えば100mmから150mmの間）の焦点距離を持つ。このようなシステムは、基板の大きな領域に起因するかなりの基板たるみにもかかわらず、上述のように第1の導電層22にトレンチをスクライビングするために有効であると決定された。大領域基板はスクライビングプロセスの間にたるむ。しかしながら、より大きなプロセスウインドウ（D）は、上部にレーザビーム32が方向付けられる基板21と第1の導電層22の部分が、合焦されたレーザビームの有効部分に保たれるように、そのようなたるみに適合させる。従って、z方向におけるレンズ31とレーザ33の位置（例えば縦方向）は、スクライビングプロセスの際、つまりレンズとレーザ、および／または基板が、xおよびy方向の一方または両方における予め決定されたスクライビング経路に沿って移動する間、実質的に一定のままでありうる。

30

【0027】

より大きな焦点距離は焦点でのビーム径を増やし、従って合焦されたレーザビームのスポットサイズを増やす。通常、エネルギー密度を局所的に増やすためにスポットサイズを減らすことが要求されるので、これは利点ではない。局所的にスポットサイズを減らすこととエネルギー密度を増やすことは、エネルギー消費のより少ないレーザの使用を可能にしうる。驚くべきことに、スクライビングプロセスのロバストネス（安定性）が、より大きな焦点距離を備えたレンズを使うことにより合焦されるレーザビームのスポットサイズを増やすことによって強化される、ということが見いだされた。例えばスクライビングプロセスは粒子にあまり敏感でない。別個の層部分（例えば別個の第1の導電層部分）の間の絶縁もまた、より大きなスクライビング幅（小さな63mmレンズに対する10～20 μm と比較して、典型的には20～35 μm ）によって改善されることが見いだされた。改善された絶縁は、大きなPVモジュールで有益でありうる。そこでは、電位差は200Vより大きくありうる。

40

50

【0028】

一例のレーザスクライビング装置を図5に概略的に示す。このレーザスクライビング装置は、第1の導電層22、および/または上述のような1つ以上の活性な、そして第2の電極層の部分をスクライビングするための、選択的に配置可能な紫外線レーザ33とレンズ31を含む。この装置はさらに、少なくとも 0.75 m^2 の領域を持つ基板21を支持するための基板支持デバイス35を含む。基板支持デバイス35は、基板をx方向に動かすためのxテーブルを含むことができる。基板21はピン38またはベルト／ローラ（図示せず）上に置くことができる。レーザ33とレンズ31は基板21に対して選択的に配置可能であって、デバイス35を支える。例えば、レーザ33とレンズ31はyデバイス36によってy方向に動かされうる。xテーブルによるx方向の基板21の移動とyデバイス36によるy方向のレーザ33およびレンズ31の混合された移動により、予め決定されたスクライビング経路をスクライビングすることができる。レンズ31は第1の導電層22上にレーザビーム32を合焦し、基板21とレーザ33とレンズ31がスクライビング経路に沿って動かされるのに従って、第1の導電層に要求されるトレンチをスクライビングする。

10

【0029】

あるいは、レーザ33とレンズ31がxおよびy方向の両方に動かされうる一方で、基板21がスクライビングの際に動かないままにいる、ということも理解されるべきである。また、基板21がxおよびy方向の両方に動かされうる一方で、レーザ33とレンズ31がスクライビングの際に動かないままにいることもある。

20

【0030】

図5では例としてxおよびz方向を概略的に示し、y方向はxおよびz方向の両方に垂直でありうる。xおよびy方向は水平方向でありうる。

【0031】

レーザスクライビング装置は、yデバイス36の移動、従ってレーザ33とレンズ31の移動を制御するためのコントローラ37を含みうる。コントローラ37はまた、xテーブルの動作と基板21および処理された層22の動きを制御することもできる。コントローラ37は電子制御装置とすることができ、プロセッサを含みうる。コントローラ37は1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）、分離論理回路、などを含むことができる。コントローラ37はさらにメモリを含むことができ、ここにはそれに属する機能をコントローラに提供させるプログラム命令をストアしうる。メモリは、1つ以上の揮発性、不揮発性、磁気、光学、またはリードオンリーメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、電氣的消去可能プログラマブルROM（EEPROM）、フラッシュメモリなどのような電氣的メディアを含みうる。

30

【0032】

一実施形態において、コントローラ37はプログラム可能で、スクライビングプログラムを実行する。そのスクライビングプログラムは予め決定されたスクライビング経路を含むことができ、またコントローラ37は、予め決定されたスクライビング経路に基づいてxテーブルとyデバイス36の動きを制御することができる。コントローラ37は、xテーブルとyデバイス36から、位置と速度入力のような種々のアナログおよび/またはデジタル入力を受け取ることができ、そしてxテーブルとyデバイスに種々のアナログおよび/またはデジタル制御信号を出力することができる。コントローラ37は、紫外線レーザ33の動作と連携し、それを制御することができる。

40

【0033】

支持デバイス35によって支持される時、基板21はたるむ。上述のように、レーザ33とレンズ31によって提供されたより大きなプロセスウインドウDは、上部にレーザビームが方向付けられる基板21と第1の導電層22の部分が、合焦されたレーザビームの有効部分に保たれるように、そのようなたるみを適合させる。従って、z方向におけるレ

50

レンズ 31 とレーザ 33 の位置は、スクライビングプロセスの際、つまりレンズとレーザが、y 方向における予め決定されたスクライビング経路に沿って移動し、基板が x 方向に移動させられる間、実質的に一定のままでありうる。例えば、レンズ 31 とレーザ 33 は、スクライビングプロセスの際に、支持デバイス 35 の上で実質的に一定の垂直距離において保たれうる。

【0034】

TCO 層として ZnO で覆われた大領域ガラス基板の薄層コーティングされた側において、一つの TCO トレンチをスクライビングするため許容できるレーザパラメータは、8 ワットかそれ以上のレーザパワーと、25 m/分かそれ以上のスクライビング速度を含む。TCO スクライビングレーザ合焦するために 100 mm から 150 mm の間の焦点距離を持った集束レンズが利用されうる。

10

【0035】

[適用例]

例として適用された UV レーザ (AV1A355-X) の仕様は以下の通りである。

- ・波長：355 nm
- ・パワー：60 kHz で 10.0 ワット
- ・パルス周波数範囲：1 Hz から 100 kHz
- ・パルス幅：< 30 ns から 60 kHz まで
- ・M2：< 1.3 (TEM00) (波動モード)
- ・偏光：> 100 : 1、水平
- ・ビーム径 (出側)：1/e² において 3.5 mm
- ・全角度におけるビーム広がり：< 0.3 mrad

20

【0036】

活性な、および/または第 2 の電極層 23, 24 をスクライビングするための既知の方法 (図 1) は、ここに参照として組み入れられた特許文献 1 に開示された方法のように利用されうる。これらの層は、例えば 532 nm レーザを使ってスクライビングされうる。

【0037】

他の方法 (スパッタリングなど) によって堆積された ZnO で、または ZnO に対する類似の吸収特性を備えた他の TCO 材料でコーティングされた基板のためのレーザスクライビングプロセス、または層構造化プロセスも、同様に上記で開示されたプロセスから利益を得られうる。

30

【0038】

この開示が例によるものであり、この開示に含まれた教示の正当な範囲から逸脱することなく、細部の付加、修正、または排除によって種々の変更がなされうる、ということは明白である。従って本発明は、添付の特許請求の範囲で必ず限定される範囲を除いては、この開示の特別な細部に限定されない。

【符号の説明】

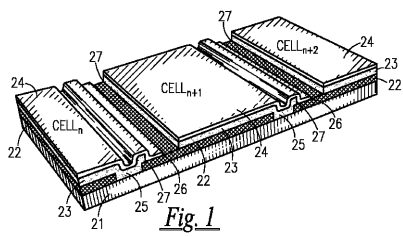
【0039】

- 21 基板
- 22 層
- 23 活性層
- 25 トレンチ
- 26 トレンチ
- 27 トレンチ
- 31 レンズ
- 32 レーザビーム
- 33 紫外線レーザ
- 35 基板支持デバイス
- 36 y デバイス
- 37 コントローラ

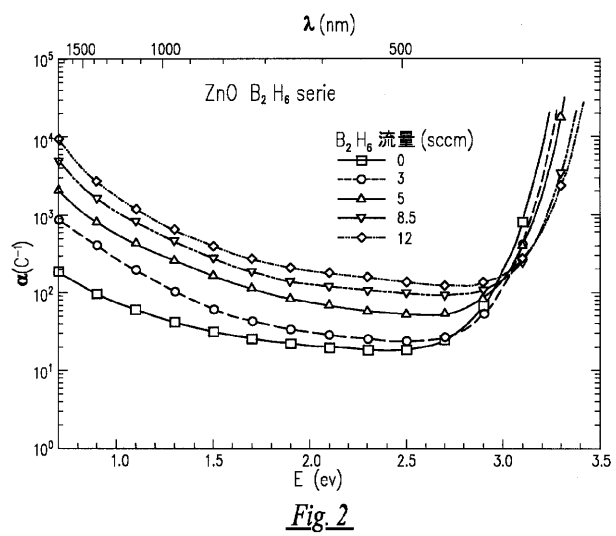
40

50

【図 1】



【図 2】



【図 3】

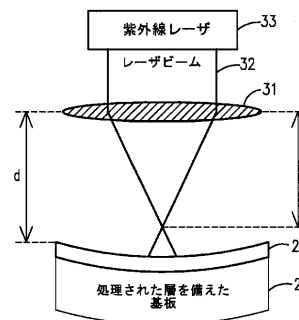


Fig. 3

【図 4 a】

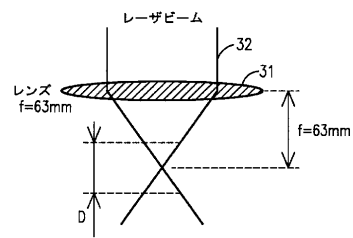
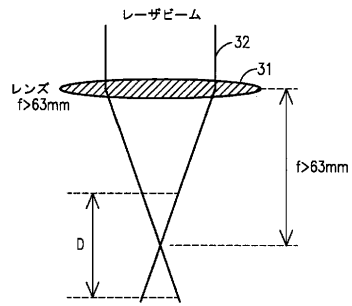
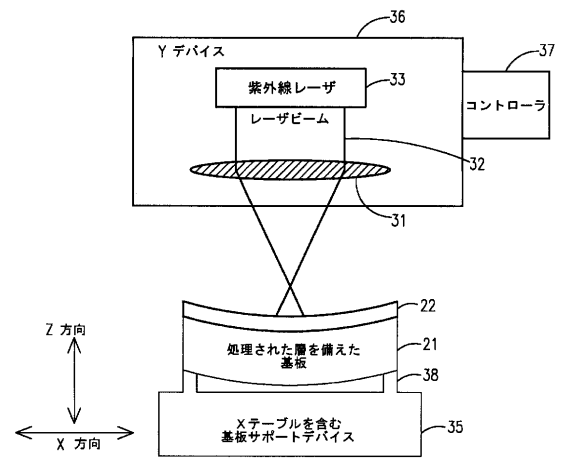


Fig. 4a

【図 4 b】

Fig. 4b

【図 5】

Fig. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/061316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L27/142		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/272175 A1 (MEIER JOHANNES [CH] ET AL) 8 December 2005 (2005-12-08) the whole document	1-23
A	US 5 296 674 A (PRASCHEK STEFAN [DE] ET AL) 22 March 1994 (1994-03-22) column 3, line 59 - column 4, line 31	1-23
A	COMPAAN A D ET AL: "Optimization of laser scribing for thin-film photovoltaics" 19960513; 19960513 - 19960517, 13 May 1996 (1996-05-13), pages 769-772, XP010208263 the whole document	1-23
A	WO 2005/119782 A (UNISEARCH LTD [AU]; WALSH TIMOTHY MICHAEL [AU]; ABERLE ARMIN GERHARD []) 15 December 2005 (2005-12-15) page 15, line 10 - line 18	1-23
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 April 2009		Date of mailing of the international search report 07/05/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Voignier, Vincent

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/061316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005272175 A1	08-12-2005	NONE	
US 5296674 A	22-03-1994	DE 59103714 D1 EP 0536431 A1 JP 5218472 A	12-01-1995 14-04-1993 27-08-1993
WO 2005119782 A	15-12-2005	CN 1993831 A EP 1787327 A1 US 2008289683 A1	04-07-2007 23-05-2007 27-11-2008

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 イリ・シュプリングエル

ドイツ・01109・ドレスデン・ザガルデルヴェーク・4

Fターム(参考) 5F151 AA05 CA14 CB12 CB28 DA04 EA16 FA02 FA06 GA03