

(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2010-123720

(P2010-123720A)

(43) 公開日 平成22年6月3日(2010.6.3)

(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 F 5 F 0 5 1
 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-295373 (P2008-295373) (22) 出願日 平成20年11月19日 (2008.11.19)</p>	<p>(71) 出願人 000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号 (72) 発明者 官本 恵理 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 (72) 発明者 大和 丈仁 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Fターム(参考) 5F051 AA05 GA03 GA05 JA04 JA05 JA13 JA14 5F151 AA05 GA03 GA05 JA04 JA06 JA22 JA23</p>
--	---

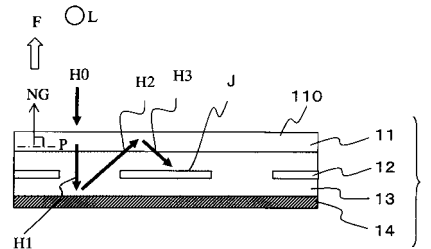
(54) 【発明の名称】 太陽電池裏面シート及び太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】従来の太陽電池モジュールは、単位面積当たりの発電効率を上げようという要望は多いが、損失となってしまう光があるため、まだ十分とはいえない。このような課題に鑑みてなされたものであって、本来は損失となってしまう光を再利用することによって、光の利用効率を向上させることができる裏面シート及びそれを用いた太陽電池モジュール用を提供することを目的とする。光の利用効率の向上に最適な凹凸形状を有した光再利用シート及びそれを用いた太陽電池モジュール用を提供することを目的とする。

【解決手段】少なくとも透光性前面板と太陽電池セルと封止材と裏面シートとを有する太陽電池モジュールにおいて、前記裏面シートの前面側に光散乱反射機能を有する凹凸構造が形成されていることを特徴とする太陽電池裏面シートである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも透光性前面板と太陽電池セルと封止材と裏面シートとを有する太陽電池モジュールにおいて、
前記裏面シートの前面側に光散乱反射機能を有する凹凸構造が形成されていることを特徴とする太陽電池裏面シート。

【請求項 2】

前記凹凸構造の表面にのみ、散乱要素を含む樹脂層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 3】

前記凹凸構造が、散乱要素を含む樹脂層から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 4】

前記散乱要素が、白色顔料、金属粒子、高屈折率粒子、中空粒子、のいずれかからなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 5】

前記裏面シートが、前記凹凸構造の前面側に前記凹凸構造を保護するトップコート層を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 6】

前記トップコート層が、電気絶縁性を有し、絶縁破壊電圧が 3 K V 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 7】

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造が、プリズム、多角錐形状、シリンドリカルレンズ、マイクロレンズ、あるいはこれらの逆型のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 8】

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造の単位構造の底辺と高さのアスペクト比が、0.15 以上 0.4 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 9】

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造の単位構造の底辺と高さのアスペクト比が、0.2 以上 0.35 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 10】

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造のピッチが、25 μm 以上 300 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 11】

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造のピッチが、50 μm 以上 200 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シート。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートを用いることを特徴とする太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、反射面を有する凹凸構造が形成され、前記構造によって光を反射し、本来は損失となる光を有効に活用できる裏面シート及びそれを用いた太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年、太陽電池モジュールの普及は大きな広がりを見せ、電卓等の小型電子機器に搭載される比較的小さなものから、家庭用として住宅に取り付けられる太陽電池モジュールや大規模な発電施設に用いられる大面積の太陽電池発電システム、さらには人工衛星の電源まで、様々な分野で利用が促進されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

太陽電池は、主に光が照射される面積に比例して発電量が増加する。したがって、発電効率を向上させるには封止技術、製膜技術等の製造技術を改善することに加え、いかにして太陽電池モジュールの開口率、すなわち全面積に対する発電可能な面積の割合を大きくするかが重要な課題となっている。

【0004】

また、特に単結晶シリコンや多結晶のシリコンでは、そのシリコンのコストが高いという問題がある。また、それを貼り付けるためのコストも加算されてくる。

そこで、太陽電池セルの構成部材であるシリコンの量が少なく、CVD等の技術により、成膜することができるような薄膜シリコンの太陽電池セルが用いられるようになってきている。

【0005】

しかし、上述のものは特に赤外の光が薄膜シリコンの太陽電池セルを透過しやすいため光の吸収率が低い。そこで光の利用効率を上げるために、あえて入射光を散乱させて、薄膜シリコンの太陽電池セルを透過する距離を稼ぐことで光の利用効率を向上させる。

【0006】

一般に、非晶質シリコン太陽電池には、2種類の構造のものがある。一つは、ガラス等の透光性基板上に、 SnO_2 やITO等の透明電導膜が形成され、その上に非晶質半導体(Si)のp層、i層、n層がこの順に積層されて成る構造のものである。もう一つは、金属基板電極の上に、非晶質半導体(Si)のn層、i層、p層がこの順に積層されて光電変換活性層が形成され、更にその上に透明電導膜が積層され成る構造のものである。

【0007】

特に、前者の構造のものでは、非晶質半導体をp-i-n層の順に形成するのに、透光性絶縁基板が太陽電池表面カバーガラスを兼ねることができ、また、 SnO_2 等の耐プラズマ性透明電導膜が開発されて、この上に非晶質半導体光電変換活性層をプラズマCVD法で形成することが可能になったことなどから、現在多く用いられている。

【0008】

なお、非晶質半導体光電変換活性層の形成に、原料ガスのグロー放電分解によるプラズマCVD法や、光CVD法による気相成長法を用いることができ、これらの方法によれば大面積の薄膜形成が可能であるという利点もある。

【0009】

非晶質Si太陽電池は、100～200程度の比較的低温で形成できるので、その非晶質Si太陽電池を形成するための基板として、様々な材質の基板を用いることが可能であるが、通常よく用いられるものはガラス基板やステンレス基板である。

【0010】

また、非晶質Si太陽電池は、光を電機に代える変換効率が最大となる時のシリコンの光吸収層の膜厚が500nm程度であるため、その変換効率を向上させるには光吸収層の膜厚内で光の吸収量を増大させることが重要なポイントとなる。そのため、ガラス基板上の表面に凹凸のある透明電導膜を形成したり、ステンレス基板上の表面に凹凸のある金属膜を形成したりすることにより、光吸収層中での光の光路長を増加させることが従来より行われてきた。

【0011】

このような方法で、光吸収層中での光路長を増加させた太陽電池の場合、その表面に凹凸がない平坦な基板上に非晶質Si太陽電池を形成した場合と比較して、光の利用効率が顕著に向上する。

【0012】

10

20

30

40

50

ところで、ガラス基板の表面上に凹凸を形成する一般的な方法としては、常圧CVD法により透明電極であるSnO₂膜を形成する方法があげられる。また、ステンレス等の金属基板上に凹凸を形成する方法としては、Agを蒸着法やスパッタリング法により形成する際に、その形成条件を調整したり、Agの形成後に熱処理を行ったりする方法が用いられていた。

【0013】

この薄膜太陽電池は、透光性絶縁基板の上に、透明導電膜、水素化アモルファスシリコンカーバイド(a-SiCH)_p層、水素化アモルファスシリコン(a-SiH)_i層、水素化アモルファスシリコン(a-SiH)_n層、透明導電膜、及び裏面電極が順次形成されて構成されるものである。そして、前述のようにして、透明導電膜の表面に凹凸形状が形成され、これによりその上部に形成された各層が凹凸構造を有するというものである。

10

【0014】

また、薄膜太陽電池等の半導体素子を可撓性基板あるいは軽量基板上に形成する場合、耐熱性の高いポリイミド樹脂が用いられてきた。このような樹脂に凹凸を形成する方法は、特許文献2等に関示されている。

【0015】

また、特許文献3には、V溝の周期構造により、光を再帰反射し、光の利用効率を上げるような特許が公開されており、V溝頂角は、50度から90度が望ましいとの記述がある。また、V溝の周期のピッチとしては、10μmから20μmが望ましいとの記述がある。

20

【0016】

また、太陽電池セル30の配置間隔を狭くするとリーク電流が生じてしまうため、隣り合う太陽電池セル30の間の領域が必要となる。図17に示すように、太陽電池モジュール200に入射する光H0のうち、この領域に入射する光H1を、裏面材300を太陽電池モジュール200の背面に配置することにより裏面材300反射し、光H2として再利用するもの(特許文献4)が知られている。しかし、まだ十分な発電効率は得られていない。

【特許文献1】特開2001-295437号公報

【特許文献2】特開平4-61285号公報

【特許文献3】特開平11-274533号公報

【特許文献4】特開平11-307791号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

上述のように、従来の太陽電池モジュールは、単位面積当たりの発電効率を上げようという要望は多いが、損失となってしまう光があるため、まだ十分とはいえない。

【0018】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであって、本来は損失となってしまう光を再利用することによって、光の利用効率を向上させることができる裏面シート及びそれを用いた太陽電池モジュール用を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

上述の目的を達成するために、本発明では、以下のような手段を講じる。

【0020】

請求項1の発明は、

少なくとも透光性前面板と太陽電池セルと封止材と裏面シートとを有する太陽電池モジュールにおいて、前記裏面シートの前面側に光散乱反射機能を有する凹凸構造が形成されていることを特徴とする太陽電池裏面シートである。

50

請求項 2 の発明は、

前記凹凸構造の表面にのみ、散乱要素を含む樹脂層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 3 の発明は、

前記凹凸構造が、散乱要素を含む樹脂層から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 4 の発明は、

前記散乱要素が、白色顔料、金属粒子、高屈折率粒子、中空粒子、のいずれかからなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 5 の発明は、

前記裏面シートが、前記凹凸構造の前面側に前記凹凸構造を保護するトップコート層を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 6 の発明は、

前記トップコート層が、電気絶縁性を有し、絶縁破壊電圧が 3 K V 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 7 の発明は、

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造が、プリズム、多角錐形状、シリンドリカルレンズ、マイクロレンズ、あるいはこれらの逆型のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 8 の発明は、

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造の単位構造の底辺と高さのアスペクト比が、0.15 以上 0.4 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 9 の発明は、

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造の単位構造の底辺と高さのアスペクト比が、0.2 以上 0.35 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 10 の発明は、

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造のピッチが、25 μm 以上 300 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 11 の発明は、

繰り返しからなる周期構造を有する前記凹凸構造のピッチが、50 μm 以上 200 μm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートである。

請求項 12 の発明は、

請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の太陽電池裏面シートを用いることを特徴とする太陽電池モジュールである。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、上述の手段により、従来は損失となる光を再利用することにより光の利用効率を向上し、発電効率の良い太陽電池モジュールを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

まず、本発明に係る太陽電池裏面シート及びそれを用いた太陽電池モジュールについて説明する。

図 1 は、本発明の太陽電池裏面シートを用いた太陽電池モジュール 1 に係る一様態を示す断面図である。本発明に係る太陽電池モジュール 1 は、前面板 11 と、太陽電池セル 12 と、封止材 13 と、裏面シート 14 を有する。

10

20

30

40

50

【0023】

前面板11は、太陽光や照明光などの光源Lの光を透過するものであり、太陽電池セル12を衝撃、汚れ、水分の浸入等から保護するもので、透過率が高い透明な材料からなる。光源Lの光が太陽光・照明光の側より入射面110に垂直に入射する光H0は、前面板11に入射後、前面板11を透過し、封止材21に入射する。

尚、入射面110の法線NGは、平面P上に前面板11をもっとも安定させた状態で置いた状態における平面Pの法線Nと平行な方向とする。入射面110に垂直に入射する光とは、法線NGに平行に太陽電池モジュール1に入射する光のことである。

【0024】

前面板11の材質は、強化ガラス、サファイアガラス等のガラスあるいは、PC（ポリカーボネート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）等の樹脂シートである。前面板11の厚さは強化ガラスであれば約3～6mm、樹脂シートであれば100μm～3000μmのものが用いられる。

10

【0025】

前面板11を射出した光は、封止材12に入射する。封止材12は、太陽電池セル13を固定するものである。前面板11に入射した光H0は、封止材12を透過し、太陽電池セル13へ入射する光H10となり、一部は裏面シート14に入射する光H1となる。封止材12には、入射した光H0を透過させるため光線透過率が高い材料が用いられ、耐熱性、耐高温、耐高湿、耐候性などの耐久性に優れるEVA（エチレン・ビニル・アセテート）が広く使用されている。

20

【0026】

太陽電池セル13は、光電効果により受光面Jに入射した光を電気へと変換する機能を持ち、単結晶シリコン型、多結晶シリコン型、アモルファスシリコン型、CISG（Cu・In・Ga・Seの化合物）系薄膜型など多くの種類が存在する。太陽電池セル13は、複数個を電極で接続し、モジュールを形成して用いられる。封止材12から太陽電池セル13に入射した光H10は、太陽電池セル13で電気へと変換される。

通常、入射面110に対し斜めに入射した光は、垂直入射の光H0と比較して入射面110で、反射する割合が多く、太陽電池セル13に入射する光が少ない、すなわち発電に利用できる光が少ない。

そのため、入射光H0が、入射面110に垂直に入射するとき、もっとも効率が高い。

30

【0027】

裏面シート14は、太陽電池セル13自体を透過した光や、太陽電池セル13に入射せず裏面シートに入射した光H1を反射する機能を有する。

裏面シート14の前面側には散乱要素を含む樹脂層143を有する凹凸構造142、もしくは散乱要素を含む樹脂から構成される凹凸構造142が設けられている。裏面シート14に入射した光H1は、散乱要素で反射される。反射された光H2は前面板11と大気の間等の界面で再度反射され、太陽電池セル13の受光面Jに入射する光H3となり光電変換される。これにより裏面シート14が反射層を有する凹凸構造を持たない構成と比較して光利用効率が向上する効果がある。

【0028】

図2は、本発明の裏面シート14の一様態を示す断面図である。本発明に係る裏面シート14は、基材141、凹凸構造142、散乱要素を含む樹脂層143（以下、散乱性反射層143と表記する）からなる。

40

【0029】

基材141に用いられる材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、アクリル系樹脂以外にも、耐熱性と透明性を併せ持つポリエステル系樹脂、メタクリル系樹脂、ポリメチルペンテン系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、透明ポリイミド、フッ素系樹脂、ポリ乳酸系樹脂、シリコン、ポリスルホン系樹脂、ポリエチレンナフタレート系樹脂、ポリエーテルイミド系樹脂、エポキシ樹脂などがある。

【0030】

50

基材 1 4 1 は単層であっても多層であってもよく、耐熱性、耐高温、耐高湿、難燃性などの長期耐候性や水蒸気バリア性などの各種性能を付与するために多層構造とすることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

例えば、最外層には、長期耐候性に優れる P V F (ポリ・フッ化・ビニル) などのフッ素樹脂フィルムやフッ素樹脂塗膜、もしくは低オリゴマー P E T フィルムなど耐熱タイプの P E T フィルムや耐熱性に優れる P E N フィルムなどを配するのが望ましい。

【 0 0 3 2 】

また、例えば、中間層として、水蒸気バリア性に優れるアルミニウム薄膜や、シリカ (S i O ₂) もしくはアルミナ (A l ₂ O ₃) 蒸着膜などを配するのが望ましい。

10

【 0 0 3 3 】

これらのどの組合せを採用するかは、要求性能によって異なるため、必要な性能に合わせて適宜設計するのが望ましい。

例えば、長期耐候性を重視する場合には、最外層として P V F などのフッ素樹脂フィルムを用いるのが好ましい。しかし、コストを重視する場合には、耐熱タイプの P E T フィルムを用いてもよい。近年では、P E T フィルムの耐熱性の改良が進み、十分な長期耐候性が得られる。

また、太陽電池セルとして単結晶シリコンや多結晶シリコンなどの結晶系を用いる場合には、シリカやアルミナ蒸着膜で対応可能であるが、アモルファスシリコンによる薄膜系を用いる場合には、耐湿熱性に劣るため、より水蒸気バリア性に優れるアルミニウム薄膜を用いるのが望ましい。

20

【 0 0 3 4 】

凹凸構造 1 4 2 は、基材 1 4 1 の前面側に形成されている。基材 1 4 1 の表面に直接形成してもよく (図 2 (a))、別の層を設けて形成してもよい (図 2 (b))。

【 0 0 3 5 】

凹凸構造 1 4 2 を基材 1 に直接形成する方法としては、金型を用いたプレス法・キャスト法・押し出し成形法・射出成形法などが挙げられる。これらの方法では、シート形成と同時に凹凸構造を形成することが可能である。

【 0 0 3 6 】

また、基材 1 4 1 上に別の層を設けて凹凸構造 1 4 2 を形成する方法として、平面スタンパやロールスタンプの凹凸形成面に熱硬化型樹脂、紫外線硬化型樹脂や電子線硬化型樹脂等を塗布または注入し、その上に基材 1 4 1 を配置して、硬化処理後にスタンプから離脱するといった方法が挙げられる。これらの方法では、使用する樹脂の粘度を低くすることができるため成形性がよいという利点がある。

30

【 0 0 3 7 】

上述の製造方法で使用する樹脂は、特に限定されるものではなく、例えばポリ (メタ) アクリル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂、ポリイミド系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、メタクリル系樹脂、ポリメチルペンテン系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、アクリロニトリル (ポリ) スチレン共重合体 (A S 樹脂)、アクリロニトリル ブタジエン - スチレン共重合体 (A B S 樹脂) 等のポリスチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリアリーールフタレート系樹脂、ポリスルホン系樹脂、ポリフェニレンスルフィド系樹脂、ポリエーテルスルホン系樹脂、リエチレンナフタレート系樹脂、ポリエーテルイミド系樹脂、アセタール系樹脂、セルロース系樹脂等が挙げられ、これらの樹脂を 1 種又は 2 種以上混合して使用することができる。

40

【 0 0 3 8 】

また、上述の樹脂の他に例えば散乱反射体、硬化剤、可塑剤、分散剤、各種レベリング剤、紫外線吸収剤、抗酸化剤、粘性改質剤、潤滑剤、光安定化剤等の各種添加剤が適宜配合されてもよい。

50

【0039】

これら成形法に使用する金型は、バイトによって金属板を切削する方法や、電子ビームによる描画やエッチングによって得られた母型の電鍍加工などにより得られる。

【0040】

凹凸構造142は、図3(a)~(d)に示すような、プリズム(a)、多角錐形状(b)、シリンダリカルレンズ(c)、マイクロレンズ(d)、あるいはこれらの逆型のいずれかの形状とするのが望ましい。

【0041】

これらの構造は、図4に示すような単位構造の底辺Xと高さYのアスペクト比が、0.4以下であることが望ましく、より望ましくは0.35以下である。上述の構造のアスペクト比が0.4より大きい場合には、凹凸構造142を成形するときに金型の先端部分に樹脂が残りやすく成形性が悪い。上述の構造のアスペクト比が0.35以下であれば、樹脂が金型に残る可能性が低くなり、設計通りの形状に成形できる。

10

【0042】

また、上述の構造のアスペクト比は、0.15以上であることが望ましく、より望ましくは0.2以上である。上述の構造のアスペクト比が0.2より小さいと、光利用効率を向上させる効果が弱くなる。上述の構造のアスペクト比が0.15より小さいと、光利用効率を向上させる効果がさらに弱くなる。この理由については後に詳細に説明する。

【0043】

凹凸構造142は、周期構造を有していてもよく、不定形でもよい。このとき、凹凸構造142の周期のピッチとしては、300 μ m以下であることが望ましく、より望ましくは、200 μ m以下である。上述の構造の周期のピッチが300 μ mより大きい場合には、凹凸構造142を成型するときの凹凸形状の先端部分の型に樹脂が十分に入らないため成型性が悪い。上述の構造の周期のピッチが、200 μ m以下であれば比較的粘度の高い樹脂でも成型が可能となる。また、上述の構造の周期のピッチが小さすぎると型の作製が難しくなるため、25 μ m以上であることが望ましく、より望ましくは、50 μ m以上である。上述の構造の周期のピッチが25 μ mより小さいと、金型を切削する時間が長くタクトが落ち生産効率が悪い。上述の構造の周期のピッチが50 μ mより小さいと、凹凸構造142を成形する際に樹脂がうまく溝に入らず凹凸形状の先端部分の形状を金型どおり作製することが困難である。

20

30

【0044】

散乱性反射層143は、白色顔料、金属粒子、高屈折率粒子、中空粒子のいずれかの散乱要素を樹脂中に分散させ、凹凸構造142の表面に塗布することにより得られる。

【0045】

散乱要素としては、特に限定されるものではないが、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、酸化チタン(TiO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)などの白色顔料(金属酸化物)、アルミニウム(Al)ペースト、銀(Ag)ペーストなどの金属粒子、シリカ(Si)などの高屈折率粒子、シリカ(Si)などの中空粒子などを採用することが可能である。このうち、酸化チタン(TiO₂)は、屈折率が高く、分散性も得られやすいため好ましい。また、散乱反射体の形状は、球状、針状、板状、鱗片状、破砕状等の任意の粒子形状でよく、特に限定されない。

40

【0046】

散乱要素を分散させる樹脂としては、特に限定されるものではなく、例えばポリ(メタ)アクリル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂、ポリイミド系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、メタクリル系樹脂、ポリメチルペンテン系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、アクリロニトリル(ポリ)スチレン共重合体(AS樹脂)、アクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体(ABS樹脂)等のポリスチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリフッ化ビニル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリアリールフタレート系樹脂、ポリスルホン系樹脂、ポリフェニレンスルフィド

50

系樹脂、ポリエーテルスルホン系樹脂、リエチレンナフタレート系樹脂、ポリエーテルイミド系樹脂、アセタール系樹脂、セルロース系樹脂等が挙げられ、これらの樹脂を1種又は2種以上混合して使用することができる。

【0047】

散乱性反射層143は、特定の方向へ光を散乱反射させるために、凹凸構造142に追従する形状に設けることが望ましい、すなわち、樹脂層143を形成したのちも凹凸構造142の形状が保たれていることが望ましい(図5(a))。凹凸構造142の形状が保たれていない場合(図5(b))、特定の方向へ光が反射する機能がなくなり、等方散乱となってしまう。

【0048】

図6は、本発明の裏面シート14の別の様態を示す断面図である。本発明に係る裏面シート14は、基材141、散乱要素を含む樹脂から構成される凹凸構造142(以下、散乱性凹凸構造142と表記する)からなる。

【0049】

図6に示す裏面シート14は、散乱要素を含む樹脂層(散乱性反射層)143を設けない、散乱要素を含む樹脂から構成される凹凸構造(散乱性凹凸構造)142を設ける、の2点でのみ図2に示す裏面シート14と異なっている。

【0050】

図6に示す裏面シート14に用いる基材141としては、図2に示す裏面シート14と同様の材料、構成を採用可能であり、単層であっても多層であってもよく、耐熱性、耐高温、耐高湿、難燃性などの長期耐候性や水蒸気バリア性などの各種性能を付与するために多層構造とすることが望ましい。図2に示す裏面シート14について説明したのと同様の各種構成を採用可能であり、要求性能に合わせて適宜設計するのが望ましい。

【0051】

散乱性凹凸構造142は、基材141の前面側に形成されている。基材141の表面に直接形成してもよく(図6(a))、別の層を設けて形成してもよい(図6(b))。

【0052】

散乱性凹凸構造142を基材141に直接形成する方法、及び基材141上に別の層を設けて散乱性凹凸構造142を形成する方法としては、図2に示す裏面シート14について説明したのと同様の各種製法を採用可能である。

【0053】

上述の製造方法で使用する樹脂は、特に限定されるものではなく、図2に示す裏面シート142について説明したのと同様の各種樹脂材料を採用可能である。

【0054】

また、上述の樹脂の他に、図2に示す裏面シート142について説明したのと同様の各種添加剤を適宜配合してもよい。

【0055】

散乱性凹凸構造142は、凹凸構造を構成する樹脂に、白色顔料、金属粒子、高屈折率粒子、中空粒子のいずれかの散乱要素を分散させることにより得られる。

【0056】

散乱要素としては、特に限定されるものではないが、図2に示す裏面シート142について説明したのと同様の各種材料、形状を採用可能である。

【0057】

散乱性凹凸構造142は、図2に示す裏面シート14について説明したのと同様に、図3(a)~(d)に示すような、プリズム、多角錐形状、シリンドリカルレンズ、マイクロレンズ、あるいはこれらの逆型のいずれかの形状とするのが望ましい。

【0058】

これらの構造は、図2に示す裏面シート14について説明したのと同様の理由で、図4に示すような単位構造の底辺Xと高さYのアスペクト比が、0.4以下であることが望ましく、より望ましくは0.35以下である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

また、上述の構造のアスペクト比は、図 2 に示す裏面シート 1 4 について説明したのと同様の理由で、0.15 以上であることが望ましく、より望ましくは 0.2 以上である。

【 0 0 6 0 】

散乱性凹凸構造 1 4 2 は、周期構造を有していてもよく、不定形でもよい。このとき、図 2 に示す裏面シート 1 4 について説明したのと同様の理由で、凹凸構造 1 4 2 の周期のピッチとしては、300 μm 以下であることが望ましく、より望ましくは、200 μm 以下である。また、25 μm 以上であることが望ましく、より望ましくは、50 μm 以上である。

【 0 0 6 1 】

図 2 及び図 6 に示す裏面シート 1 4 は、トップコート層 1 4 4 をさらに備えていてもよい。このとき、トップコート層 1 4 4 は、電気絶縁性を有する材料であることが望ましい。

10

【 0 0 6 2 】

太陽電池裏面シートに求められる重要な性能の一つとして、電気絶縁性がある。電気絶縁性は、太陽電池が内部に電極を含むモジュールであることから、長期使用での漏電などを防ぐために必ず必要な性能であり、特に、セル側の表面が電気絶縁性であることが求められている。

【 0 0 6 3 】

電気絶縁性を示す数値基準の一つとして、絶縁破壊電圧がある。絶縁破壊電圧は、絶縁破壊電圧以上の電圧が加わると絶縁状態が破壊される、という指標であり、絶縁破壊電圧が高い方が電氣的に安定であると言える。

20

【 0 0 6 4 】

一般的に、裏面シートのセル側の表面（最内面）には、電気絶縁用プラスチックフィルム、もしくは P V F（ポリ・フッ化・ビニル）などのフッ素樹脂フィルムやフッ素樹脂塗膜が配されている。

例えば、参考文献 1（「太陽光発電システム構成材料」（工業調査会））によると、各種電気絶縁用プラスチックフィルム（25 μm ）の絶縁破壊電圧（KV）のおおよその数値は、P E T（ポリエチレンテレフタレート） 6.5、P E N（ポリエチレンナフタレート） 7.5、P V C（延伸硬質塩ビ） 4.0、P C（ポリカーボネート） 5.0、O P P（延伸ポリプロピレン） 6.0、P E（ポリエチレン） 4.0、T A C（トリアセテート） 3.0、P I（ポリイミド） 7.0 である。これらはいずれも絶縁材料としての絶縁破壊電圧を満たしている（参考 J I S C 2 3 1 8 / 電気用二軸配向ポリエチレンテレフタレートフィルム）。

30

また、P V F（ポリ・フッ化・ビニル）の代表的な製品であるデュポン社のテドラーの絶縁破壊電圧は、約 3.0 KV である。

これらの各種材料、特に電気絶縁用 P E T 及び P V F は、電気絶縁材料として太陽電池裏面シートへの使用実績があり、要求性能を満たすことが確認されている。

以上より、絶縁破壊電圧は 3.0 KV 以上であるのが望ましい。絶縁破壊電圧が 2.0 KV 以下の場合、長期使用による漏電の可能性が高くなる。

40

【 0 0 6 5 】

上述の電気絶縁性トップコート層 1 4 4 は、上述の各種材料を図 2 及び図 6 に示す裏面シート 1 4 上に塗布することで得られる。このとき、使用する材料は透明あるいは半透明性の材料であることが好ましい。

また、用いる材料としては、上記に限ったものではなく、絶縁破壊電圧の基準値を満たす材料であれば、適宜採用することが可能である。

【 0 0 6 6 】

なお、トップコート層 1 4 4 は、単層でもよく多層でもよい。例えば、電気絶縁性を有する材料を直接塗布する単層構成とすることができる（図 7（a））。

また、例えば、上述の電気絶縁性プラスチックフィルム f を接着層 a を介して貼合する多

50

層構成としても良い(図7(b))。中でも、同時に要求される耐熱性、耐湿性、機械強度などにも優れ、コスト面でも有利である電気絶縁性PETフィルムが特に好ましい。

これら構成は、要求される特性によって、使用する材料が異なり、構成も異なるため、要求特性に応じて適宜設計するのが望ましい。

【0067】

図8に、裏面シート14の層構成の例を示す。

基材141は、耐熱性PETフィルム411、水蒸気バリア性を得るためのシリカ蒸着層412、シリカ蒸着層を保護するPETフィルム413からなる。基材141上には、凹凸構造142を形成する樹脂層が配置されている。凹凸構造142上には、散乱要素を含む樹脂層143が形成されている。

10

【0068】

図9に、裏面シート14の別の層構成の例を示す。

基材141は、長期耐候性を得るためのPVF層411、耐熱性PETフィルム412、接着層413、高い水蒸気バリア性を得るためのアルミニウム箔層414、接着層415、表面に凹凸構造142が一体成形されたPETフィルム416からなる。基材141上の凹凸構造142上には、散乱要素を含む樹脂層143が形成されている。散乱要素を含む樹脂層143上には、接着層441、電気絶縁性を得るための電気絶縁性PETフィルム442からなるトップコート層144が配置されている。

【0069】

図10に、裏面シート14のさらに別の層構成の例を示す。

20

基材141は、長期耐候性を得るためのPVF層411、耐熱性PETフィルム412、水蒸気バリア性を得るためのシリカ蒸着層413、シリカ蒸着層を保護し、かつ表面に凹凸構造142が一体成形されたPETフィルム414からなる。基材141上には散乱要素を含む樹脂により凹凸構造142が形成されている。凹凸構造142上には、長期耐候性をより強化し、かつ電気絶縁性を得るためのPVF層からなるトップコート層144が配置されている。

【0070】

図11に、裏面シート14のさらに別の層構成の例を示す。

基材141は、長期耐候性を得るためのPVF層411、耐熱性PETフィルム412、水蒸気バリア性を得るためのシリカ蒸着層413、シリカ蒸着層を保護するPETフィルム414、長期耐候性をより強化するためのPVF層415、接着層416、表面に凹凸構造142が一体成形され、かつ散乱要素を含む樹脂から成るフィルム417からなる。凹凸構造142上には、接着層441、電気絶縁性を得るための電気絶縁性PETフィルム442からなるトップコート層144が配置されている。

30

【0071】

裏面シート14の層構成は、例示した層構成に限るものではなく、例示した層構成以外にも、要求特性に応じて様々な変形が可能である。

【0072】

次に、裏面シート14による光利用効率の向上の手法について説明する。

【0073】

40

図12は図2に示す裏面シート14に入射した光が、散乱性反射層143を有する凹凸構造142によって反射され、太陽電池セル12の受光面Jに入射する機構を示した概略図である(層構成の詳細は図示せず)。なお、ここでは凹凸構造としてプリズムを採用している。

裏面シート14の前面側には散乱性反射層143を有する凹凸構造142が設けられている。裏面シート14に入射した光H1は、散乱性反射層143で反射される。反射された光はH2を中心に広がりを持つ。H2を中心とする反射光は前面板11と大気の間等の界面で再度反射され、太陽電池セル13の受光面Jに入射する光H3となり光電変換される。太陽電池セル13の受光面Jに入射する光H3が増えれば、光電変換量が増え、光利用効率の向上が見込める。

50

【 0 0 7 4 】

図 1 2 (c) にプリズムの頂角 α と反射角 θ (入射角 θ) の関係を示す。ここで、入射面 1 1 0 に対して垂直に光が入射した場合には、頂角 α と反射角 θ の間には以下の関係が成り立つ。

【 数 1 】

$$\alpha = (180 - \theta) / 2$$

10

【 0 0 7 5 】

散乱性反射層 1 4 3 で反射した光は、反射角 θ で反射する H 2 を中心に広がりを持った光となる。

【 0 0 7 6 】

散乱性反射層 1 4 3 で反射した光の中心成分 H 2 は、前面板 1 1 と大気の界面で反射する。このときの入射光 H 2 の入射角は θ である。

このとき、 θ が臨界角 θ_c 以上の場合には、前面板と大気の界面で全反射するため、入射光 H 2 はロスが極めて少なく反射光 H 3 となる (図 1 1 (a))。一方、 θ が臨界角より小さい場合には、反射光 H 3 の他に、透過光 H 4 が発生する (図 1 1 (b))。透過光 H 4 の発生によって反射光 H 3 の光量が減少する、すなわち太陽電池セル 1 2 の受光面 J に入射する光 H 3 の光量が減少するため、入射光 H 2 の入射角 θ が臨界角 θ_c 以上となることが望ましい。

20

【 0 0 7 7 】

臨界角 θ_c は、この場合には前面板 1 1 の屈折率 n_1 と大気の屈折率 n_2 によって決まり、以下の関係が成り立つ。

【 数 2 】

$$\sin \phi = n_1 / n_2$$

30

$$\text{但し、} n_1 > n_2$$

【 0 0 7 8 】

例えば、前面板 1 1 に強化ガラスなどのガラスを用いた場合には、屈折率 n_1 は約 1 . 5、大気の屈折率 n_2 は約 1 . 0 であるため、臨界角 θ_c は約 4 2 ° となる。

散乱性反射層 1 4 3 での反射光 H 2 を有効に利用するためには、 θ が臨界角 θ_c 以上となることが望ましい、すなわち、臨界角 θ_c が 4 2 ° のときには散乱性反射層 1 4 3 での反射角 θ が 2 1 ° 以上であることが望ましい。

【 0 0 7 9 】

40

散乱性反射層 1 4 3 で反射した光は広がりを持つため、中心成分 H 2 の反射角 θ が 2 1 ° 以上であっても、前面板 1 1 と大気の界面への入射角 θ が臨界角 θ_c 以下となる成分が存在する。この成分は、透過光 H 4 となりロスとなる。ただし、こまでは、前面板 1 1 の入射面 1 1 0 への入射角が 0 ° である場合を考えてきたが、実際には、入射する光の入射角は様々である。そのため、正面からの光に対してはロスとなる成分が発生するとしても、入射角が変わったときには逆に有効に利用できる成分が多くなる場合がある。

【 0 0 8 0 】

ここで、プリズムの底辺 X と高さ Y のアスペクト比に対する、頂角 α 及び反射層 1 4 3 での反射角 θ のおおよその値を下記の表 1 に示す。

【表 1】

アスペクト比	頂角 $\theta (^{\circ})$	反射角 $\alpha (^{\circ})$
0.15	145	17.5
0.20	135	22.5
0.25	125	27.5
0.30	115	32.5
0.35	110	35
0.40	100	40

10

【0081】

以上のことを考慮すると、プリズムのアスペクト比は、0.2以上であることが望ましい。しかし、実際には、反射層143に入射する光の入射角は様々であるので、アスペクト比が0.15以上であれば、最終的に受光面Jに入射する光は発生する。しかし、アスペクト比が0.15以下になると、反射層143で反射され、前面板11と大気の界面に入射する光H2の入射角 2 が臨界角よりも 10° 近く小さくなり、全反射する光が少なくなる。

20

【0082】

なお、既述の通り、プリズムのアスペクト比が0.4以上であると成形性が悪くなるためアスペクト比は、0.4以下であることが望ましく、0.35以下であればさらに成形性がよくなるため、より望ましくは0.35以下である。

【0083】

図13に示すような、PETフィルムからなる基材141、紫外線硬化性樹脂からなる凹凸構造142、散乱性反射層143、及び接着層441、PETフィルム442からなるトップコート層144からなる裏面シート14を作製し、光利用効率の向上の効果を確認した。このとき、凹凸構造142としてアスペクト比0.2、ピッチ $200\mu\text{m}$ のプリズムを採用した。

30

図12に示すような位置関係において、太陽電池セル12にあたる部分に光センサーを配置して光量を測定したところ、凹凸構造及び反射層がないときの光量を1とすると、図13に示す裏面シートを用いた場合の光量は相対比で1.2となった。これにより、反射層143を有する凹凸構造142を裏面シートの前面側に設けると、太陽電池モジュールの光利用効率の向上が可能であることが確認できた。

【0084】

また、図13に示す裏面シート14からトップコート層144を省いた構成の裏面シート14(図示せず)を作製し、同様の測定を行ったところ、トップコート層144がある場合と同じ結果が得られた。これにより、トップコート層144は光利用効率の向上を阻害するものではないことが確認できた。

40

【0085】

また、本発明の裏面シート14は、太陽電池モジュールへの使用に限るものではなく、LED照明やEL素子などの発光素子の光利用効率向上など、光利用効率向上が望まれる光学素子やディスプレイ部材への転用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明の太陽電池裏面シート及び太陽電池モジュールを概略的に示す断面図

【図2】本発明の太陽電池裏面シートを概略的に示す断面図

【図3】本発明の太陽電池裏面シートの凹凸構造の例を示す斜視図

50

- 【図4】本発明の太陽電池裏面シートの凹凸構造の例を示す断面図
- 【図5】本発明の太陽電池裏面シートの散乱性反射層の例を示す断面図
- 【図6】本発明の太陽電池裏面シートを概略的に示す断面図
- 【図7】本発明の太陽電池裏面シートのトップコート層の例を示す断面図
- 【図8】本発明の太陽電池裏面シートの層構成の例を示す断面図
- 【図9】本発明の太陽電池裏面シートの層構成の例を示す断面図
- 【図10】本発明の太陽電池裏面シートの層構成の例を示す断面図
- 【図11】本発明の太陽電池裏面シートの層構成の例を示す断面図
- 【図12】本発明の太陽電池裏面シートを概略的に示す断面図
- 【図13】本発明の太陽電池裏面シートの層構成の例を示す断面図

10

【符号の説明】

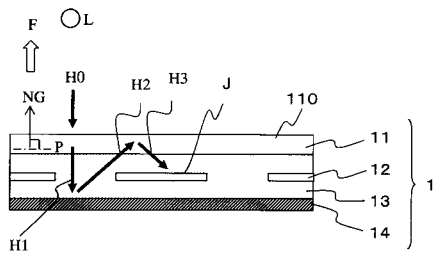
【0087】

1 ... 太陽電池モジュール、 11 ... 前面板、 12 ... 太陽電池セル、 13 ... 封止材、 14 ... 裏面シート、 141 ... 基材、 142 ... 凹凸構造、 143 ... 反射層、 144 ... トップコート層、 110 ... 入射面、 F ... 光源方向、 J ... 受光面、 N ... 法線、 NG ... 前面板 11 の法線、 H0 ... 太陽電池モジュールに垂直に入射する光、 H1 ... 反射層に入射する光、 H2 ... 反射光の中心成分、 H3 ... 再利用される光、 L ... 光源、 X ... 凹凸構造の底辺、 Y ... 凹凸構造の高さ、 e ... 電気絶縁性の層、 f ... 電気絶縁性フィルム、 a ... 接着層、 411、 412、 413、 414、 415、 416、 417 ... 基材 141 を構成する層、 441、 442 ... トップコート層 144 を構成する層、 ... プリズムの頂角、 ... 反射角、 ... 透過角、 ... 臨界角

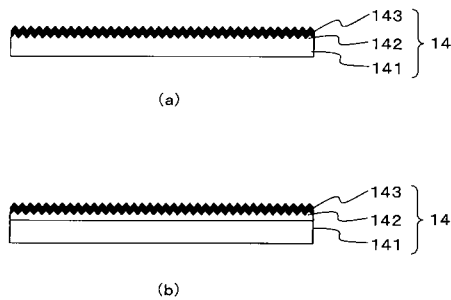
441、 442、 443 ... トップコート層 144 を構成する層、 ... プリズムの頂角、 ... 反射角、 ... 透過角、 ... 臨界角

20

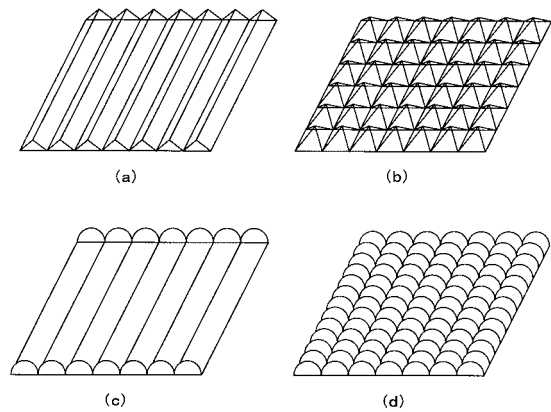
【図1】



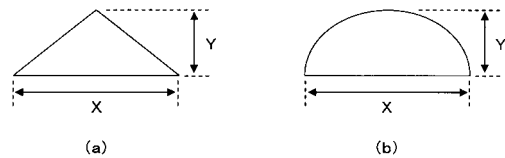
【図2】



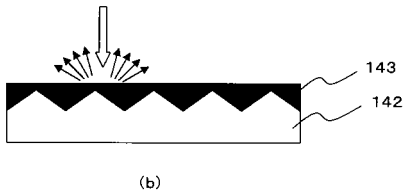
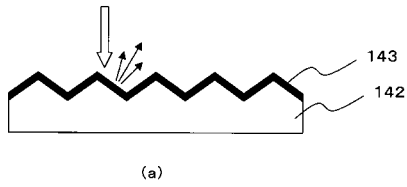
【図3】



【図4】



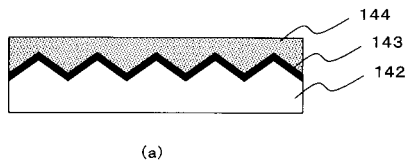
【 図 5 】



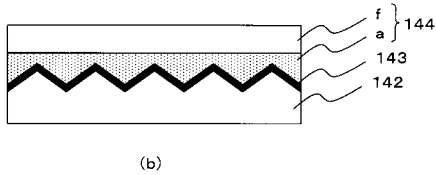
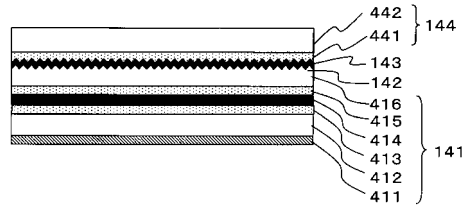
【 図 6 】



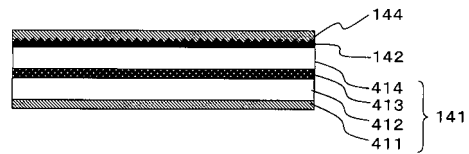
【 図 7 】



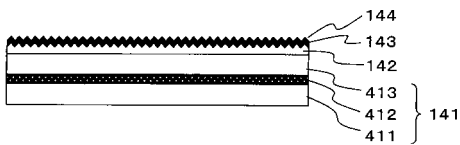
【 図 9 】



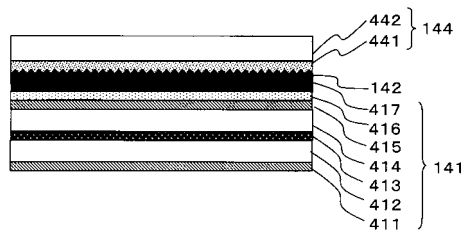
【 図 10 】



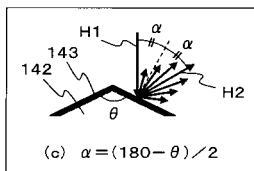
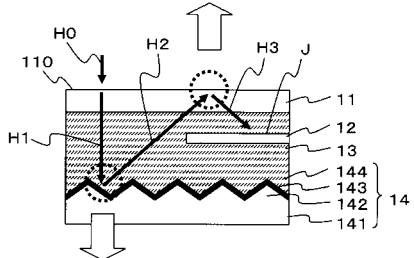
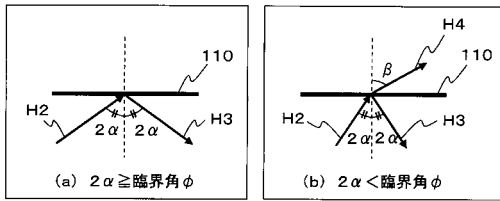
【 図 8 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

