



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901727227
Data Deposito	28/04/2009
Data Pubblicazione	28/10/2010

Classifiche IPC

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI AD ELEVATO RENDIMENTO

**"PROCEDIMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI PANNELLI
FOTOVOLTAICI AD ELEVATO RENDIMENTO".**

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento.

Come noto al tecnico del ramo, i pannelli fotovoltaici, utilizzati per convertire energia solare in energia elettrica, sono costituiti da una pluralità di celle fotovoltaiche tra loro collegate elettricamente.

Ciascuna di queste celle fotovoltaiche è a sua volta costituita da un semiconduttore, generalmente Silicio, opportunamente drogato, generalmente con Boro e Fosforo, in modo tale da ottenere uno strato p (caratterizzato da un eccesso di lacune e quindi di cariche positive) ed uno strato n (caratterizzato da un eccesso di elettroni e quindi di cariche negative).

A cavallo della zona di giunzione p-n, che separa i due strati di cui sopra, si crea un accumulo di cariche di segno opposto e, quindi, un campo elettrico.

L'incidenza della luce solare sulle celle fotovoltaiche, in particolare sul loro strato n, provoca uno spostamento di elettroni e di lacune in senso opposto e, quindi, la circolazione di corrente elettrica.

Generalmente, le celle fotovoltaiche note sfruttano unicamente la luce solare che colpisce direttamente il loro strato n (sono posizionate tra loro affiancate con una faccia (corrispondente al relativo strato n) rivolta verso il sole, che quindi viene colpita direttamente dai raggi solari, ad una faccia (corrispondente al relativo strato p) che invece non viene raggiunta in modo diretto dai raggi solari).

Ad oggi, le celle fotovoltaiche sfruttano unicamente l'energia solare che colpisce i rispettivi strati n.

Inoltre, la potenza emessa da ogni singola cella fotovoltaica varia durante l'arco della giornata, in quanto varia l'intensità e la lunghezza d'onda della luce incidente.

Per migliorare il tempo di captazione della luce solare e la potenza che è possibile ricavare dalle celle fotovoltaiche, queste ultime vengono

trattate con due procedimenti descritti nei brevetti RM2003A000147 e VR2007A000148 di cui è titolare uno degli inventori.

Inoltre, al fine di ridurre l'effetto Joule che si verifica per effetto delle differenze di potenziale microscopiche presenti sulla superficie delle celle, su queste ultime vengono definite una o più piste di scorrimento della corrente, sulle quali convergono uno o più convogliatori di corrente.

Può accadere che, per sfruttare meglio le dimensioni e la tensione delle celle, queste ultime vengano tagliate in più sottocelle comprendenti ciascuna una porzione delle piste e dei convogliatori di cui sopra.

Generalmente, inoltre, i pannelli fotovoltaici vengono disposti tra loro in serie o in parallelo, e collegati elettricamente ad un unico inverter atto a trasformare la corrente continua emessa dai singoli pannelli in corrente alternata disponibile per l'immissione nella comune rete elettrica.

Poiché, come sopra detto, le condizioni di funzionamento di ogni singola cella cambiano durante l'arco della giornata in modo tra loro

differente, risulta che, la tensione alla quale le singole celle emettono la massima potenza (individuabile dalla curva caratteristica V/I nota al tecnico del settore), si sposta in continuazione durante il giorno.

Gli inverter noti utilizzati, sono caratterizzati da una funzione, detta MPPT (Maximum Power Point Tracker) che consente all'inverter stesso di cercare in modo continuo il miglior punto di funzionamento mediante variazioni continue a posteriori della tensione di funzionamento.

Queste celle fotovoltaiche note non sono scevre di inconvenienti tra i quali va annoverato il fatto che consentono di sfruttare solamente l'energia solare che incide direttamente il loro strato n.

Le celle fotovoltaiche note hanno quindi un'efficienza limitata.

Inoltre, le sottocelle che derivano dalla frammentazione delle celle fotovoltaiche note, hanno un'efficienza ancora inferiore rispetto alle celle stesse, in quanto il posizionamento delle porzioni delle piste e dei convogliatori di corrente non è adeguato alla conformazione delle relative sottocelle e, quindi, non consente di

ridurre a sufficienza l'effetto Joule su di esse.

Anche i gruppi di pannelli fotovoltaici noti non sono scevri di inconvenienti, tra i quali va annoverato il fatto che l'inverter ad essi associato, non consente di sfruttare al meglio la potenza massima messa a disposizione dalle singole celle nelle varie fasi della giornata.

Infatti l'inverter, sebbene sia dotato della funzione MPPT precedentemente descritta, deve utilizzare una tensione di lavoro tale da ottimizzare il funzionamento dell'insieme di tutti i pannelli ai quali è collegato.

Questa tensione di lavoro, che certamente non corrisponde a quella ottimale per almeno alcuni dei pannelli fotovoltaici, viene definita in pratica da una media delle tensioni ottimali per ogni singolo pannello.

Un altro inconveniente dei gruppi di pannelli fotovoltaici noti, consiste nel fatto che la superficie di ciascun pannello disponibile a ricevere la luce del sole viene generalmente limitata dalla presenza di corpi esterni che si appoggiano sui pannelli stessi.

Compito precipuo del presente trovato è quello di

eliminare gli inconvenienti sopra lamentati della tecnica nota escogitando un procedimento per la realizzazione di celle fotovoltaiche che consenta di aumentare l'efficienza delle celle così ottenute rispetto a quelle note, sfruttando anche l'energia solare che colpisce per diffusione lo strato p delle celle stesse.

Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare dei pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento.

Un altro scopo del presente trovato è quello di escogitare un procedimento di segmentazione delle celle fotovoltaiche per migliorare l'efficienza delle singole sottocelle ottenute dalla segmentazione.

Ancora uno scopo del presente trovato è quello di escogitare un gruppo di conversione dell'energia solare che consenta di ottimizzare la massima potenza disponibile per ciascun pannello fotovoltaico in qualsiasi condizione di irradiazione.

Un altro scopo ancora del presente trovato è quello di escogitare un procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici che

consenta di mantenere la superficie esterna dei pannelli fotovoltaici rivolta verso i raggi solari sempre libera da corpi esterni e quindi disponibile all'assorbimento della corrispondente energia solare.

Nell'ambito di tale compito tecnico, altro scopo del presente trovato è quello di assolvere i compiti precedenti con una struttura semplice, di relativamente facile attuazione pratica, di sicuro impiego ed efficace funzionamento, nonché di costo relativamente contenuto.

Questo compito e questi scopi vengono tutti raggiunti dal presente Procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento, comprendente:

- una fase di fornitura di almeno un pannello fotovoltaico sostanzialmente lastriforme, comprendente:
 - una pluralità di celle fotovoltaiche, tra loro collegate elettricamente e comprendenti ciascuna un semiconduttore trattato chimicamente con elementi predroganti per formare relativi strati n e p intercettabili dalla luce solare, rispettivamente, in modo diretto e per

diffusione;

- una fase di primo drogaggio nella quale una o più di dette celle fotovoltaiche è trattata chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati n, aggiungendo almeno un primo elemento drogante compreso fra i Gruppi 13 e 16 e le righe 2 e 5 della tavola periodica degli elementi;
- una fase di primo ricoprimento di dette celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati n, con una prima miscela comprendente un materiale polimerico in concentrazione dal 5 al 96% in peso del peso di detta prima miscela, uno o più elementi chimici compresi tra i Gruppi 11 e 16 della tavola periodica degli elementi in quantità da 0,01% a 9,5% in peso del peso di detta prima miscela ed acqua quanto basta al raggiungimento del 100% in peso del peso di detta prima miscela;
- una fase di prima solidificazione di detta prima miscela così da ottenere un primo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente che ricopre dette celle fotovoltaiche dalla parte dei relativi strati n;

caratterizzato dal fatto di comprendere:

- una fase di secondo drogaggio nella quale dette celle fotovoltaiche sono trattate chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati p, aggiungendo almeno un secondo elemento drogante compreso fra i Gruppi 14 e 17 e le righe 3 e 6 della tavola periodica degli elementi;
- una fase di secondo ricoprimento di dette celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati p, con una seconda miscela comprendente gli stessi elementi di detta prima miscela ma avente differente composizione in peso; detto secondo drogaggio e detto secondo ricoprimento essendo a consentire la captazione di luce solare anche dalla parte della seconda faccia di detto pannello;
- una fase di seconda solidificazione di detta seconda miscela così da ottenere un secondo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente; la composizione in peso di detta seconda miscela essendo tale che detto secondo strato è sostanzialmente opaco alla luce solare diffusa.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del presente

trovato risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione di dettaglio di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, di un procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento, descritta nel seguito.

Il presente trovato si riferisce ad un procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento.

Questo procedimento comprende innanzitutto una fase di fornitura di almeno un pannello fotovoltaico sostanzialmente lastriforme.

Tale pannello fotovoltaico comprende una pluralità di celle fotovoltaiche, tra loro collegate elettricamente e comprendenti ciascuna un semiconduttore trattato chimicamente con elementi predroganti per formare relativi strati n e p intercettabili dalla luce solare, rispettivamente, in modo diretto e per diffusione.

Opportunamente, le celle fotovoltaiche sono predrogate con Boro e Fosforo, rispettivamente in corrispondenza dei rispettivi strati n e dei rispettivi strati p.

Le celle fotovoltaiche sono inserite all'interno

di una struttura di contenimento definente una prima faccia ed una seconda faccia del pannello rivolte, rispettivamente, dalla parte degli strati n e degli strati p delle celle fotovoltaiche.

Il procedimento comprende, poi, una fase di primo drogaggio nella quale una o più delle celle fotovoltaiche è trattata chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati n, aggiungendo almeno un primo elemento drogante compreso fra i Gruppi 13 e 16 e le righe 2 e 5 della tavola periodica degli elementi.

In una particolare forma di realizzazione, il primo drogaggio è eseguito aggiungendo alle celle fotovoltaiche, in corrispondenza dei relativi strati n, uno strato micrometrico di Carbonio, mediante bruciatore a pressione atmosferica, ad esempio per 15 secondi ed una temperatura compresa tra 210 °C e 280 °C.

Il primo drogaggio è seguito da una fase di primo ricoprimento delle celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati n, con una prima miscela comprendente un materiale polimerico in concentrazione dal 5 al 96% in peso del peso della prima miscela, uno o più elementi chimici compresi

tra i Gruppi 11 e 16 della tavola periodica degli elementi, preferibilmente tra i Gruppi 14 e 16, in quantità da 0,01% a 9,5% in peso del peso della miscela ed acqua quanto basta al raggiungimento del 100% in peso del peso della prima miscela.

In una particolare forma di realizzazione, la prima miscela ha la seguente composizione: 10% di Ossigeno, 8% di Carbonio e 82% di Propano.

A seguito del primo ricoprimento si esegue una fase di prima solidificazione della prima miscela così da ottenere un primo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente che ricopre le celle fotovoltaiche dalla parte dei relativi strati n.

Secondo il trovato, il procedimento comprende una fase di secondo drogaggio nella quale le celle fotovoltaiche sono trattate chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati p, aggiungendo almeno un secondo elemento drogante compreso tra i Gruppi 14 e 17 e le righe 3 e 6 della tavola periodica degli elementi.

In una particolare forma di realizzazione, il secondo drogaggio viene eseguito aggiungendo il 62% di gruppi vinilici, il 18% di Carbonio (C), un

11% di Acqua (H_2O) ed un 9% di Azoto (N_2).

Secondo il trovato, inoltre, il procedimento comprende una fase di secondo ricoprimento delle celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati p, con una seconda miscela comprendente gli stessi elementi della prima miscela ma avente differente composizione in peso.

In una particolare forma di realizzazione, la seconda miscela ha la seguente composizione: 52% di gruppi vinilici, il 28% di Carbonio e la restante parte di Acqua.

Il secondo drogaggio ed il secondo ricoprimento sono atti a consentire la captazione della luce solare che colpisce per diffusione gli strati p delle celle fotovoltaiche che costituiscono il pannello.

Secondo il trovato, il procedimento comprende, poi, una fase di secondo raffreddamento/reticolazione chimica della seconda miscela così da ottenere un secondo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente che ricopre le celle fotovoltaiche dalla parte dei relativi strati p.

La composizione in peso della seconda miscela è

tale da rendere tale secondo strato sostanzialmente opaco alla luce solare diffusa.

Più particolarmente, il primo ed il secondo drogaggio comprendono una fase di riscaldamento delle celle fotovoltaiche, atta ad aumentare la distanza interatomica degli elementi predroganti ed una fase di inserimento degli elementi droganti; opportunamente la temperatura e la pressione del riscaldamento sono funzione della distanza interatomica degli elementi predroganti e del raggio atomico degli elementi droganti.

Più particolarmente, a parità di distanza interatomica degli elementi predroganti, maggiore è il raggio atomico degli elementi droganti e maggiore è la temperatura alla quale viene effettuato il riscaldamento, in quanto l'energia fornita deve essere tale che l'oscillazione degli atomi degli elementi predroganti dovuta alla loro eccitazione porti le relative distanze interatomiche ad essere maggiori del diametro degli atomi degli elementi droganti.

L'inserimento degli elementi droganti è seguito da una fase di raffreddamento delle celle fotovoltaiche atta a ridurre l'eccitazione degli

atomi degli elementi predroganti, riportando le relative distanze interatomiche al valore standard così da bloccare gli atomi degli elementi droganti tra gli atomi degli elementi predroganti.

Nel caso in cui le celle fotovoltaiche vengano predrogate in corrispondenza dei relativi strati n e p rispettivamente con Fosforo e Boro e che gli elementi droganti siano quelli sopra detti il riscaldamento viene eseguito ad una temperatura compresa tra temperatura minima di 110°C ed una temperatura massima di 380°C.

Vantaggiosamente il riscaldamento ed il raffreddamento sono eseguiti in un intervallo di tempo rispettivamente compreso tra un tempo minimo di 8 secondi ed un tempo massimo di 22 secondi e tra un tempo di 12 secondi ed un tempo massimo di raffreddamento di 32 secondi.

Il presente trovato si riferisce, inoltre, ad un procedimento per la segmentazione di celle fotovoltaiche, il quale, ad esempio, può essere eseguito congiuntamente o disgiuntamente al suddetto procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento.

Secondo il trovato tale procedimento di

segmentazione comprende una fase di fornitura di almeno una cella fotovoltaica presentante uno strato n, destinato ad essere colpito direttamente dalla luce solare, ed uno strato p opposto al corrispondente strato n.

Su almeno uno tra lo strato n e lo strato p, preferibilmente su entrambi, è definita almeno una prima pista di convogliamento della corrente ed uno o più primi convogliatori della corrente alla prima pista.

Come noto al tecnico del settore, le prime piste definite sugli strati n o p di una cella fotovoltaica si estendono da un lato della cella stessa fino al lato opposto e sono atte a portare le cariche elettriche al circuito esterno, mentre i primi convogliatori, che sono atti a portare le cariche elettriche superficiali alle prime piste, sono disposti ortogonalmente alle prime piste stesse e si diramano dalle estremità della cella fino alla prima pista più vicina.

Successivamente alla fornitura della cella fotovoltaica, si esegue almeno una fase di taglio della cella fotovoltaica stessa per ottenere più sottocelle, ciascuna delle quali comprendente, in

corrispondenza dei relativi strati n e/o p, un porzione della prima pista.

Il procedimento secondo il trovato comprende poi almeno una fase di realizzazione di almeno una seconda pista di convogliamento della corrente in corrispondenza dello strato n e/o p comprendente la relativa porzione della prima pista.

Il posizionamento delle seconde piste in corrispondenza degli strati n e/o p delle relative sottocelle, è definito in funzione della posizione della porzione della prima pista definita sulla medesima sottocella, in modo da ridurre le dispersioni di corrente.

Opportunamente, qualora le sottocelle ottenute dal taglio della cella fotovoltaica presentino, sui relativi strati n e/o p, almeno una porzione dei primi convogliatori di corrente e nel caso in cui queste ultime non siano distribuite in modo uniforme sulla superficie del relativo strato, si esegue la realizzazione di secondi convogliatori di corrente sulle singole sottocelle, in modo da ridurre la dispersione di corrente superficiale su ciascuna di esse.

Vantaggiosamente, la realizzazione delle seconde

piste e/o dei secondi convogliatori di corrente, viene seguita mediante serigrafia opportunamente "di precisione".

In una particolare forma di realizzazione, le seconde piste realizzate sulle sottocelle hanno sviluppo sostanzialmente curvilineo.

Inoltre, le seconde piste, possono avere larghezza e spessore variabile lungo il loro sviluppo, ad esempio opportunamente dimensionate in termini dimensionali e di materiale utilizzato a seconda dei parametri in gioco.

Il trovato così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo.

Inoltre tutti i dettagli sono sostituibili da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica i materiali impiegati, nonché le forme e le dimensioni contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze senza per questo uscire dall'ambito di protezione delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1) Procedimento per la realizzazione di pannelli fotovoltaici ad elevato rendimento, comprendente:

- una fase di fornitura di almeno un pannello fotovoltaico sostanzialmente lastriforme, comprendente:
 - una pluralità di celle fotovoltaiche, tra loro collegate elettricamente e comprendenti ciascuna un semiconduttore trattato chimicamente con elementi predroganti per formare relativi strati n e p intercettabili dalla luce solare, rispettivamente, in modo diretto e per diffusione;
- una fase di primo drogaggio nella quale una o più di dette celle fotovoltaiche è trattata chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati n, aggiungendo almeno un primo elemento drogante compreso fra i Gruppi 13 e 16 e le righe 2 e 5 della tavola periodica degli elementi;
- una fase di primo ricoprimento di dette celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati n, con una prima miscela comprendente un materiale polimerico in concentrazione dal 5 al

96% in peso del peso di detta prima miscela, uno o più elementi chimici compresi tra i Gruppi 11 e 16 della tavola periodica degli elementi in quantità da 0,01% a 9,5% in peso del peso di detta prima miscela ed acqua quanto basta al raggiungimento del 100% in peso del peso di detta prima miscela;

- una fase di prima solidificazione di detta prima miscela così da ottenere un primo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente che ricopre dette celle fotovoltaiche dalla parte dei relativi strati n;

caratterizzato dal fatto di comprendere:

- una fase di secondo drogaggio nella quale dette celle fotovoltaiche sono trattate chimicamente, in corrispondenza dei relativi strati p, aggiungendo almeno un secondo elemento drogante compreso fra i Gruppi 14 e 17 e le righe 3 e 6 della tavola periodica degli elementi;
- una fase di secondo ricoprimento di dette celle fotovoltaiche, dalla parte dei relativi strati p, con una seconda miscela comprendente gli stessi elementi di detta prima miscela ma avente differente composizione in peso; detto secondo

dragaggio e detto secondo ricoprimento essendo a consentire la captazione di luce solare anche dalla parte della seconda faccia di detto pannello;

- una fase di seconda solidificazione di detta seconda miscela così da ottenere un secondo strato di un materiale polimerico sostanzialmente trasparente; la composizione in peso di detta seconda miscela essendo tale che detto secondo strato è sostanzialmente opaco alla luce solare diffusa.

2) Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto primo drogaggio è eseguito aggiungendo alle celle fotovoltaiche, in corrispondenza dei relativi strati n, uno strato micrometrico di Carbonio; che detta prima miscela comprende sostanzialmente il 10% di Ossigeno, 8% di Carbonio e 82% di Propano; che detto secondo drogaggio è eseguito aggiungendo il 62% di gruppi vinilici, il 18% di Carbonio (C), un 11% di Acqua (H_2O) ed un 9% di Azoto (N_2).

3) Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo drogaggio

comprendono:

- una fase di riscaldamento di dette celle fotovoltaiche atta ad aumentare la distanza interatomica di detti elementi pre-droganti;
- una fase di inserimento di detti elementi droganti; la temperatura e la pressione di detto riscaldamento essendo funzione della distanza interatomica di detti elementi predroganti e del raggio atomico di detti elementi droganti;
- una fase di raffreddamento di dette celle fotovoltaiche per bloccare detti elementi droganti tra gli atomi di detti elementi pre-droganti;.

4) Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta fase di riscaldamento è eseguita in un tempo compreso tra un tempo minimo di 8 secondi ed un tempo massimo di 22 secondi e che detta fase di raffreddamento è eseguita in un tempo compreso tra un tempo di 12 secondi ed un tempo massimo di raffreddamento di 32 secondi.

5) Procedimento per la segmentazione di celle fotovoltaiche, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- una fase di fornitura di almeno una cella fotovoltaica presentante uno strato n, atto ad essere colpito direttamente dalla luce solare, ed uno strato p opposto a detto strato n; su almeno tra detto strato n e detto strato p essendo definita almeno una prima pista di convogliamento della corrente ed uno o più primi convogliatori della corrente a detta prima pista;
- almeno una fase di taglio di detta cella per ottenere più sottocelle ciascuna delle quali comprendente, in corrispondenza dei relativi strati n e/o p, una porzione di detta prima pista;
- almeno una fase di realizzazione di almeno una seconda pista in corrispondenza dello strato n e/o p di almeno una di dette sottocelle.

6) Procedimento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che il posizionamento di dette seconde piste su dette sottocelle, in corrispondenza dei relativi strati n e/o p, è definito in funzione della posizione di detta porzione della prima pista presente sulla relativa sottocella in modo da ridurre le dispersioni di

corrente.

7) Procedimento secondo la rivendicazione 5 o 6, caratterizzato dal fatto che detta realizzazione avviene mediante serigrafia.

8) Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni da 5 a 7, caratterizzato dal fatto che dette seconde piste hanno sviluppo sostanzialmente curvilineo.

9) Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni da 5 a 8, caratterizzato dal fatto che dette seconde piste hanno larghezza e/o spessore variabile lungo il loro sviluppo.

10) Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una fase di segmentazione di dette celle mediante un procedimento di segmentazione secondo una o più delle rivendicazioni da 5 a 9.