



INTRODUZIONE AL MICROMORPH

Nozioni di base



FOTOVOLTAICO

Un primo sguardo

Elettricità dalla luce



Il termine fotovoltaico deriva dall'unione di 2 parole:

'foto' (dal greco photòs) che significa **luce**
e 'voltaico' che si riferisce al *Volt*, unità di misura della tensione elettrica.

Per cui letteralmente...

...ELETTRICITÀ' DALLA LUCE

FOTOVOLTAICO

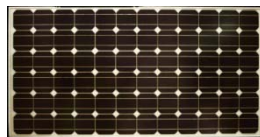
Un primo sguardo

Com'è costituito un modulo fotovoltaico

Il componente base di un modulo fotovoltaico è la cella

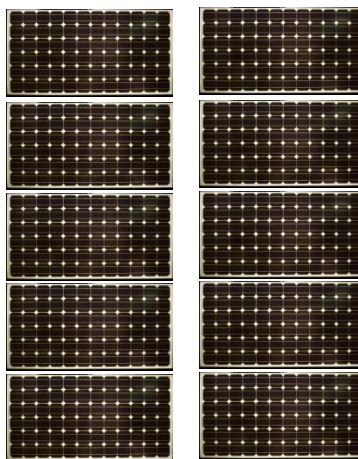


Cella



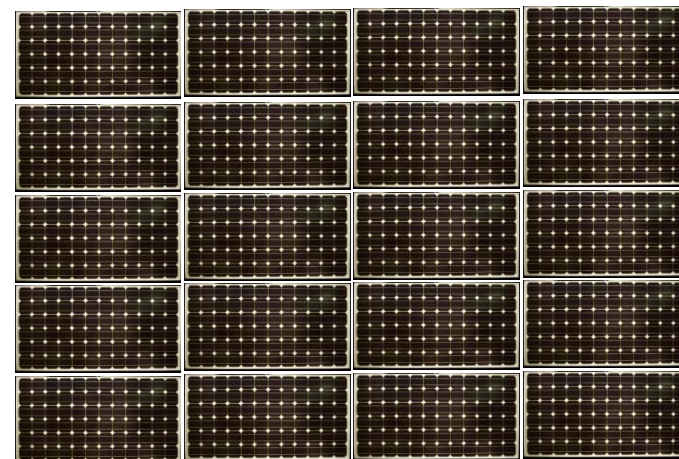
Modulo

Diverse celle
assemblate



Stringa

Diversi moduli
collegati



Campo

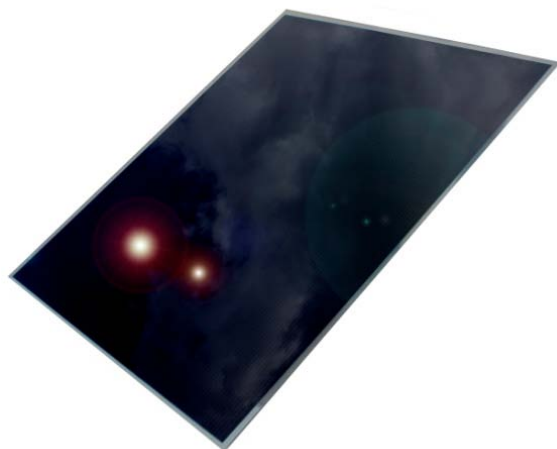
Diverse stringhe
collegate

FOTOVOLTAICO

Un primo sguardo

Com'è costituito un modulo fotovoltaico

Un'immagine di un modulo in silicio amorfo



In alcune tipologie di moduli il concetto di cella non è così ben definito.

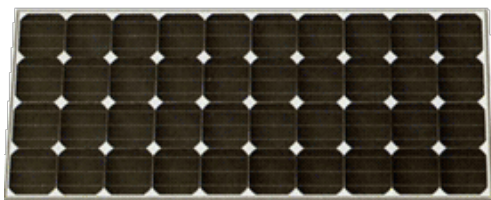
Questo perché il modulo viene realizzato depositando del composto di silicio sul substrato del pannello e solo dopo vengono realizzate le celle dividendo in parti di ugual superficie lo strato attivo depositato.

FOTOVOLTAICO

Un primo sguardo

Tipologie di moduli fotovoltaici

Sono **3** le tipologie di moduli fotovoltaici più diffuse:



Silicio mono cristallino



Silicio poli cristallino



- Silicio amorfo
- Rame-indio-seleniuro (CIS o CISG);
- Tellururo di Cadmio (TeCd);
- Microcristallino
- MICROMORPH

**Famiglia
Cristallino**

**Famiglia
Film sottile**

Vantaggi e svantaggi

	Cristallino	Film sottile
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Efficienza 16-18%*	<ul style="list-style-type: none">• Meno influenzati da temperatura e irraggiamento• Maggiore resa energetica• Estetica migliore• Minor costo al m²
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Decadimento delle prestazioni con scarso irraggiamento e alta temperatura	<ul style="list-style-type: none">• Efficienza 7-11%*• Maggiori dimensioni a parità di potenza

* in condizioni ambientali ottimali

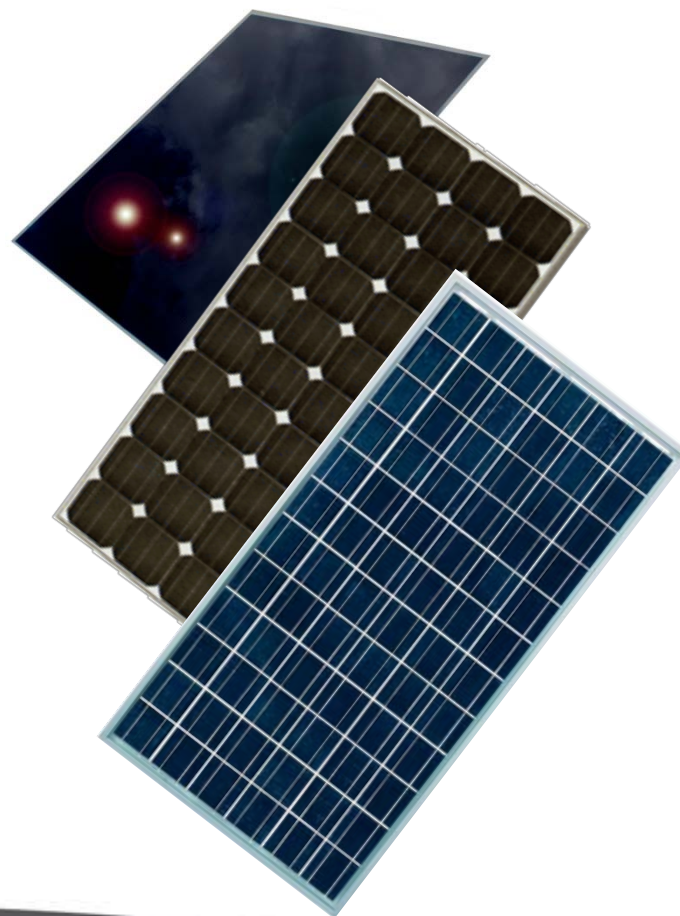
La tecnologia fotovoltaica

Le differenti tecnologie

La tecnologia fotovoltaica si divide in due famiglie principali:

- Moduli a silicio cristallino;
- Moduli a film sottile.

Approssimativamente, il 80% dei moduli fotovoltaici attualmente prodotti si basa sul silicio cristallino, il restante 20% è a tecnologia film sottile.

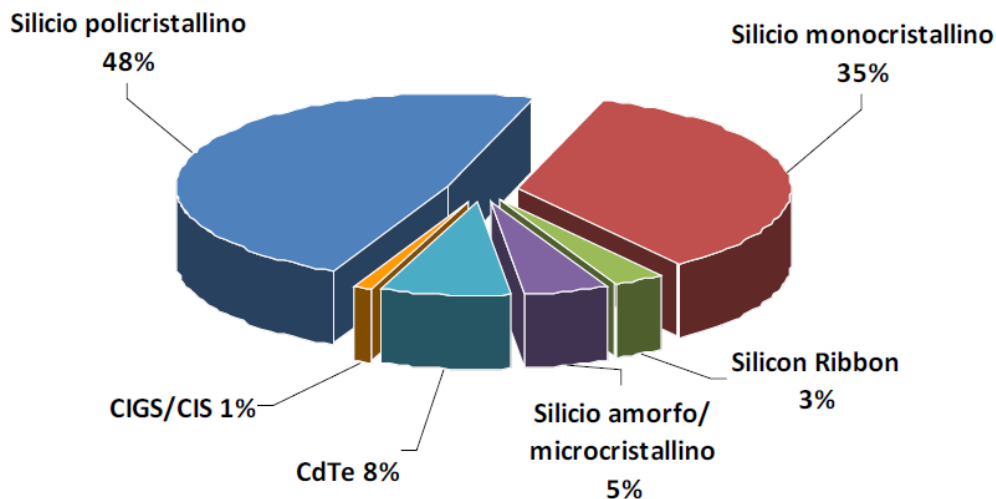


Il mercato del fotovoltaico

Quote di mercato

La tecnologia a film sottile ha avuto un tasso di crescita di circa il 120% negli ultimi anni e si configura quindi come la tecnologia più promettente per il futuro; si basa principalmente sul silicio amorfo e, in modo marginale, anche su altri semiconduttori

(tellururo di cadmio (CdTe) e il seleniuro rame-indio (CIS)). Negli ultimi anni sono state avviate produzioni su larga scala di nuove tecnologie TF come il microcristallino e il multi-junction.



Film sottile

Introduzione



I moduli fotovoltaici attualmente prodotti con questa tecnologia utilizzano come materia prima principalmente il silicio amorfo (a-Si) ed in minor misura altri materiali come il tellururo di cadmio (CdTe), il diseleniuro di rame e indio (CIS). È possibile anche realizzare giunzioni multiple sovrapponendo più strati di semiconduttori diversi per sfruttare una banda più ampia dello spettro della radiazione solare.

I pannelli a film sottile (Thin Film, TF) hanno una resa energetica migliore dei tradizionali ed un costo al m² inferiore, ma a parità di potenza installata richiedono più spazio. Inoltre, grazie alla migliore estetica possono essere ben integrati nelle facciate o come coperture di edifici (Building Application/Integration).

Quella dei film sottile è la tecnologia più promettente per il futuro.

Glossario

Efficienza

In una conversione di energia l'efficienza è il rapporto tra la potenza utile e la potenza fornita al sistema. L'efficienza è espressa da un valore compreso tra zero e uno o sotto forma di percentuale. Un sistema con un'efficienza uguale a 1 o 100% è un sistema privo di perdite dove l'energia primaria è convertita nella sua totalità in energia secondaria.

L'efficienza di un modulo è calcolata in termini di potenza. Conoscendo il valore della potenza massima (equivale alla potenza utile), le dimensioni del modulo in m^2 e la potenza di irraggiamento (equivale alla potenza fornita al sistema [W/m^2]), si può calcolare l'efficienza.

Il valore di irraggiamento stabilito dalle STC è costante e pari a $1000 W/m^2$.

Glossario

Rendimento

Il rendimento di un'installazione fotovoltaica è la capacità di convertire l'energia solare ricevuta in energia elettrica, ed è la parte più difficile da calcolare, perché l'irraggiamento reale e le condizioni ambientali possono influenzare notevolmente il rendimento del modulo.

In maniera generale i moduli cristallini hanno necessità di essere continuamente esposti in maniera ottimale nei confronti del sole, pena un calo dell'efficienza, e di conseguenza del rendimento.

I moduli a film sottile sono meno sensibili alla posizione relativa del sole a tal punto che si possano installare indifferentemente in posizione verticale (facciata) o orizzontale (tetto) senza variazioni apprezzabili dell'efficienza.

Per i moduli cristallini sono stati realizzati sistemi di intelaiatura mobile detti "inseguitori solari" che ruotano i pannelli in modo da mantenerli costantemente esposti il più possibile perpendicolarmente rispetto al sole.

I moduli thin film

Produzione del Film Sottile

A causa dell'elevato costo di produzione della tecnologia cristallina e della sua maturità che non consente più sensibili miglioramenti, ma anche per ridurre la quantità di silicio necessario, si nota un crescente interesse dei produttori per la tecnologia a Film Sottile.

Questa tecnologia permette di depositare un sottilissimo strato di materiale semiconduttore direttamente su un supporto solido o flessibile (ad es. vetro,

acciaio, plastica, stoffa...). Lo spessore ridotto (1-2 micron) permette di velocizzare il processo produttivo e di abbattere il costo della materia prima (silicio).

Gli attuali rendimenti dei moduli cristallini (circa 16-18%) sono superiori rispetto ai moduli a film sottile (7-11%), ma vi sono enormi possibilità di miglioramento per nel prossimo futuro.

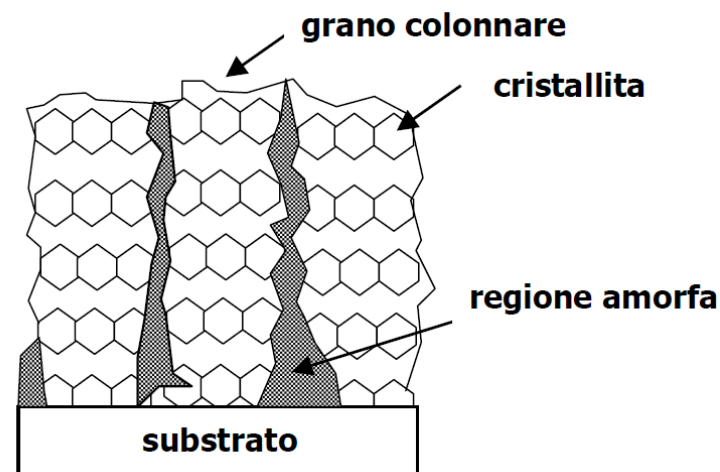
Film sottile micromorfo

Introduzione

Per coniugare i vantaggi offerti dalle tecnologie cristallina ed amorfa (in breve: maggiore efficienza l'una e minori costi l'altra), è nata la tipologia **micromorfa**. Essa è ottenuta sovrapponendo in serie una giunzione microcristallina ed una amorfa.

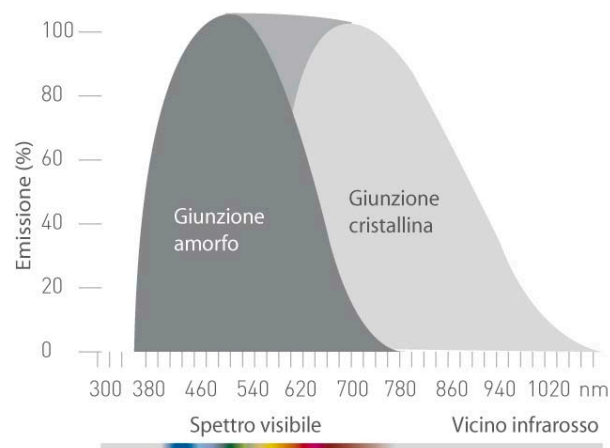
La giunzione microcristallina in pratica è un materiale a fase mista costituito da piccole regioni cristalline connesse tra loro da regioni amorse.

Rispetto alle tradizionali celle fotovoltaiche al silicio, il film sottile *Micromorph* costa meno ed è più efficiente: trasforma infatti il 10% dell'energia solare, contro il 6% dell'amorfo puro.



CORSO DI INTRODUZIONE AL FOTOVOLTAICO

L'energia solare e la conversione fotovoltaica



PRAMAC SWISS

FOTOVOLTAICO THIN FILM MICROMORPH: IL PRODOTTO

- Giunzione amorfa in serie a una giunzione microcristallina = cella micromorfa
- Maggiore rendimento del modulo senza rinunciare ai vantaggi della cella amorfa, e quindi continuando a ridurre il materiale attivo e i costi di produzione
- Spettro utile maggiore grazie allo strato cristallino che ha la capacità di assorbire e convertire i fotoni appartenenti alla zona del vicino infrarosso

Vantaggi:

- Minore costo e più efficiente: trasforma il 10% dell'energia solare, contro il 6% dei pannelli tradizionali amorfi
- Abbondanza e non tossicità della materia prima
- Stabilità delle caratteristiche tra le condizioni STC e NOCT
- Minor influenza dell'annuvolamento sull'energia prodotta
- Prezzo al KW inferiore ai moduli cristallini
- Rendimento maggiore dei cristallini (+ kWh per kWp)



CORSO DI INTRODUZIONE AL FOTOVOLTAICO

L'energia solare e la conversione fotovoltaica



PRAMAC SWISS

FOTOVOLTAICO THIN FILM MICROMORPH: IL PRODOTTO

$V_{oc} = 134,6 \text{ V}$

$I_{sc} = 1,45 \text{ A}$

$U_{mpp} = 103,2 \text{ V}$

$I_{mpp} = 1,21 \text{ A}$

$P_{max} = 125 \text{ W}$

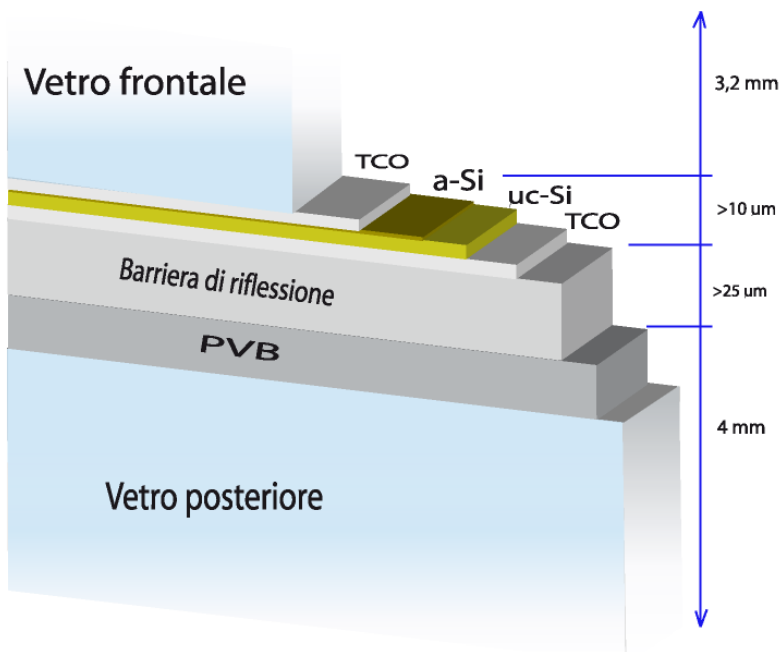
Peso = 24 kg

Dimensioni = 1300x1100 mm x 7mm

Superficie = 1,43 m²

Film sottile micromorfo

La composizione della cella



Nei moduli a film sottile lo strato assorbente pur essendo la zona più importante ha uno spessore assolutamente irrilevante rispetto al modulo stesso. Lo strato di silicio cristallino ha uno spessore di circa $0,8 \mu\text{m}$ mentre lo strato di silicio amorfo è di soli $0,2 \mu\text{m}$, mentre il modulo ha uno spessore totale di $6,7 \text{ mm}$.

$1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 0,0000001 \text{ m}$
 $200 \text{ nm} = 0,0002 \text{ mm} = 0,0000002 \text{ m}$

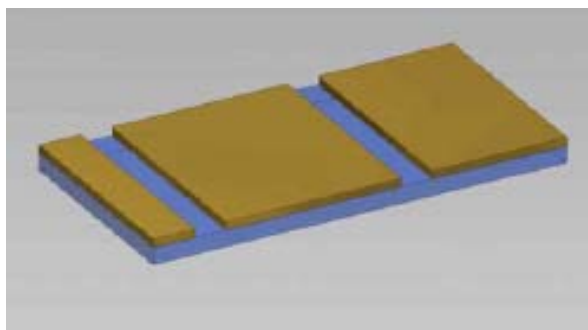
Fabbricazione

Deposizione dei contatti elettrici

La prima operazione è la deposizione del TCO (Ossido Conduttore Trasparente) che costituirà i contatti elettrici tra le celle che risulteranno così collegate in serie.

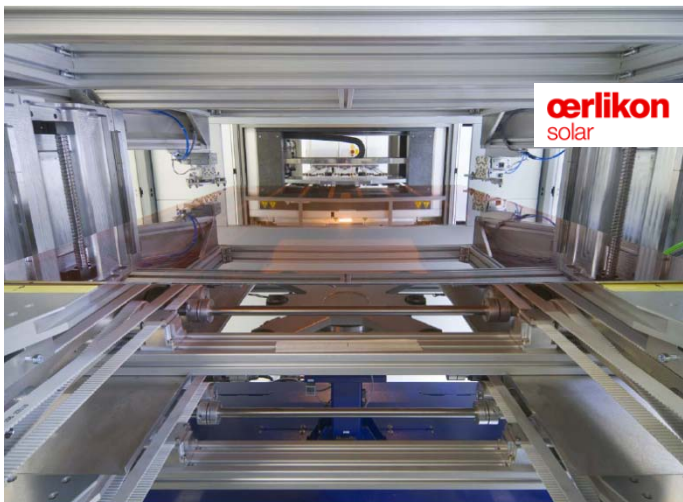
Dopo aver creato uno strato conduttore uniforme su tutta la superficie del vetro frontale si esegue un'incisione finissima al laser per delineare la struttura delle celle.

Il TCO è un ossido che ha la proprietà di essere un conduttore perfettamente trasparente.

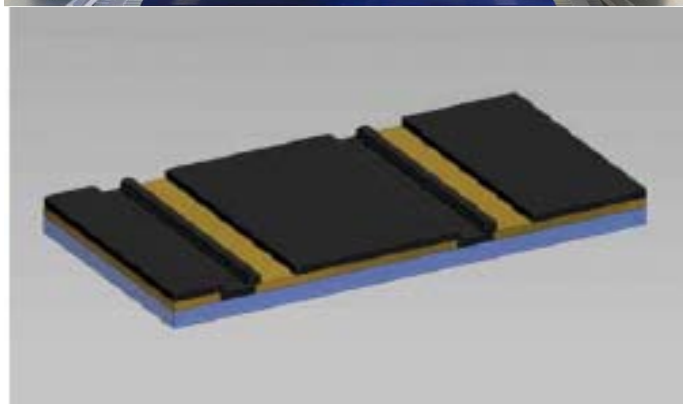


Fabbricazione

Deposizione dello strato attivo



Nella seconda fase il vetro viene ricoperto con lo strato attivo ovvero con le due giunzioni amorfa e cristallina.



Come nella prima fase, un'incisione al laser consente di isolare le singole celle.

CORSO DI INTRODUZIONE AL FOTOVOLTAICO

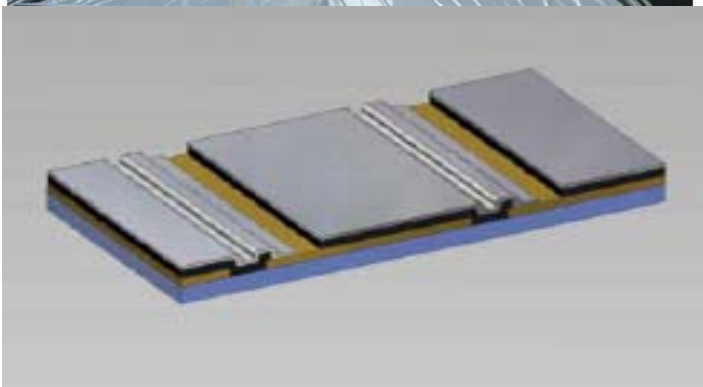
L'energia solare e la conversione fotovoltaica

Fabbricazione

Incisioni e contatti



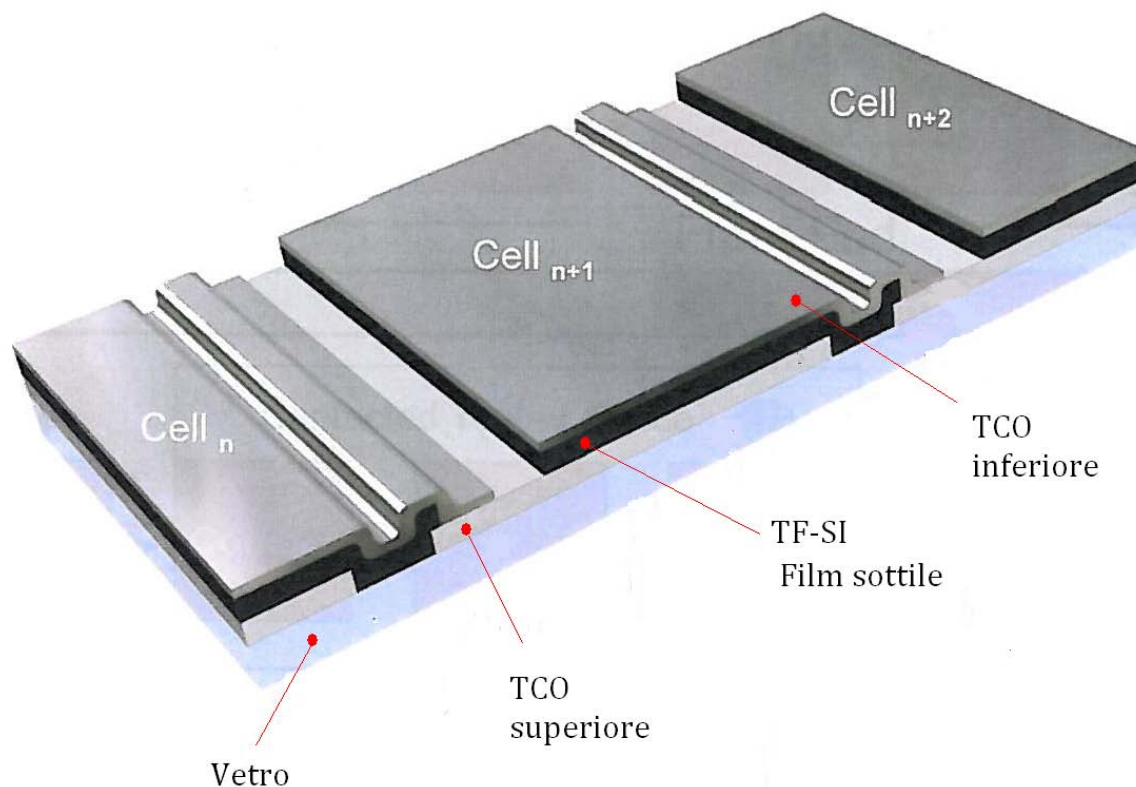
Prima di applicare la copertura al modulo viene depositato un ultimo strato di ossido ed eseguita l'ultima incisione; il risultato ottenuto è la connessione in serie di tutte le celle.



Fabbricazione

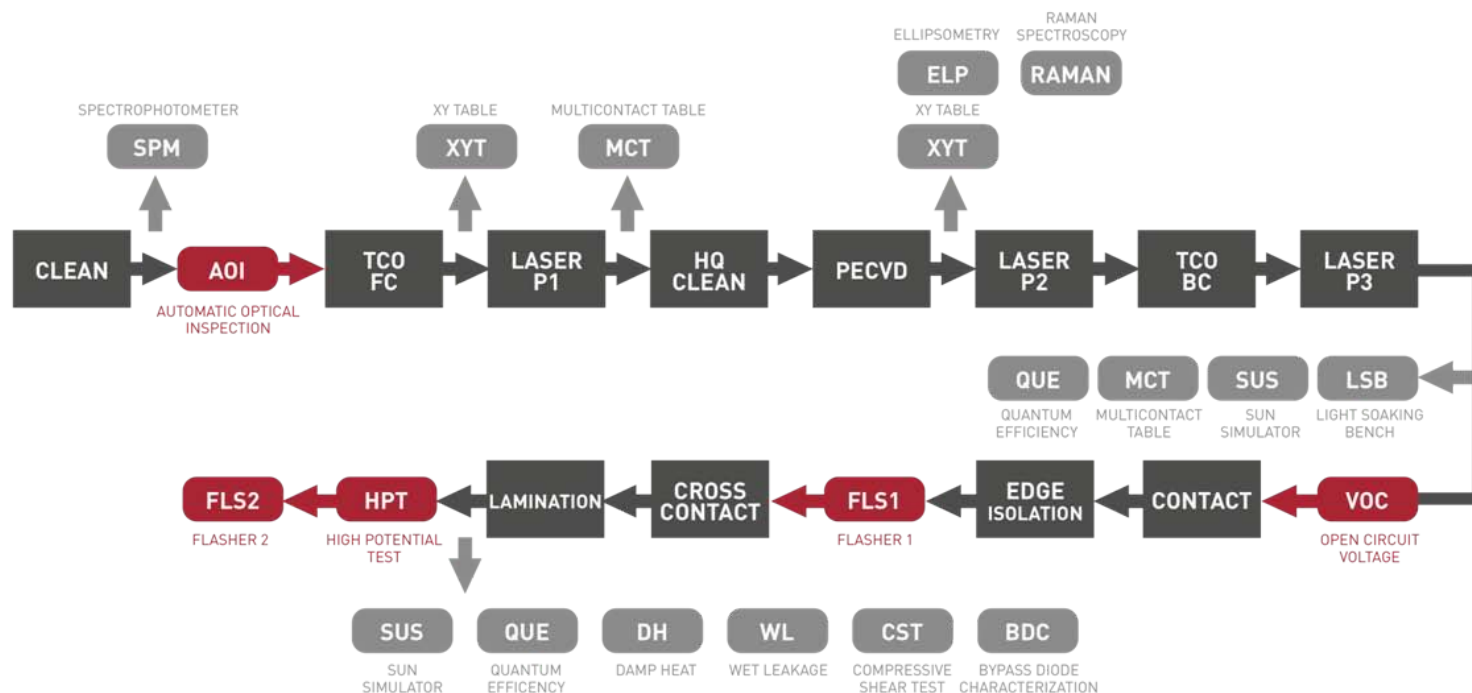
Connessione delle celle in serie

L'immagine qui a fianco mostra una porzione di 3 celle collegate in serie mediante gli strati di ossido. La corrente prodotta nella parte attiva (zona nera) può circolare nello strato di ossido inferiore per poi passare in quello superiore.



Introduzione

Processo di fabbricazione



Nel FRONT END si procede alla deposizione degli strati e alle incisioni, mentre nel BACK END vengono creati e testati i contatti, applicato il vetro posteriore, poi avviene la laminazione, l'applicazione della J-box ed infine la misura delle caratteristiche elettriche.



solar.pramac.com

Pramac Swiss SA

Via Campagna 19

6595 Riuzzino

Tel. +41 (0)91 850 58 58

Fax +41 (0)91 850 58 59

E-mail: solar@pramac.com

Web: solar.pramac.com