

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

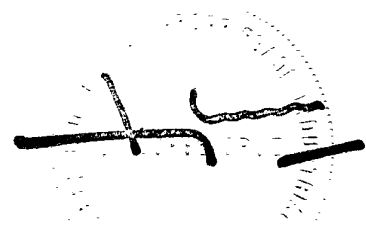
N.º 93.109

REQUERENTE: UNIVERSIDADE DE LISBOA, Instituição Educa-
cional, portuguesa, com sede na Alameda da
Universidade de Lisboa e ANTÓNIO MANUEL
BARROS GOMES DE VALLERA, engenheiro, resi-
dente na Av. António José de Almeida,
No.30-5º., Lisboa

EPÍGRAFE: "PROCESSO DE FABRICO DE FITAS DE SILICIO"

INVENTORES: ANTÓNIO MANUEL BARROS GOMES DE VALLERA e
JOÃO MANUEL DE ALMEIDA SERRA

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.



MEMORIA DESCRITIVA

Resumo

O presente invento refere-se a um processo de fabrico de fitas finas de silicio cristalino destinadas a ser utilizadas de preferênciã como substratos para células solares fotovoltaicas.

Este novo processo é essencialmente caracterizado pela possibilidade de controlo da espessura da fita produzida (F) através da razão entre a sua velocidade de extracção (Ve) e a de alimentação (Va) da pré-fita (Pf). A fita é obtida por cristalização a partir de uma zona fundida flutuante (Z) a toda a largura e espessura da fita, criada por um sistema de aquecimento capaz de criar e de manter esta zona

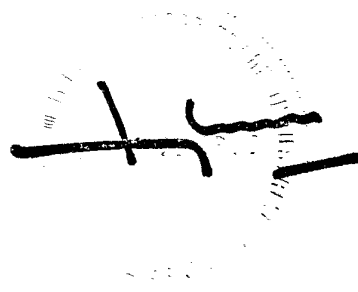
=====

UNIVERSIDADE DE LISBOA e ANTONIO MANUEL BARROS GOMES DE VALLERA.,
"PROCESSO DE FABRICO DE FITAS DE SILICIO"



com forma e dimensões convenientes, de preferência constituído essencialmente por um sistema de lâmpada (L) e de espelhos concentradores da radiação (E). A fita é produzida segundo a vertical, o que evita problemas de não planaridade e de estabilidade.

Este processo possibilita a obtenção de fitas de silício com boas características, em especial com uma espessura óptima e independente da pré-fita. E além disso um processo de baixo custo, tanto no equipamento como no consumo energético, e não contaminante, próprio para material de partida de alta pureza.



Area do Invento

O presente invento refere-se a um processo de fabrico de fitas finas de silicio cristalino, destinadas a ser utilizadas de preferência como substratos para células solares fotovoltaicas.

O processo usa como matéria prima uma pré-fita de silicio compacto ou de pó de silicio compactado e/ou sinterizado, normalmente de má qualidade cristalina e espessura não ideal, e converte-a numa fita de boa qualidade cristalina e espessura óptima para o fabrico de células solares fotovoltaicas.

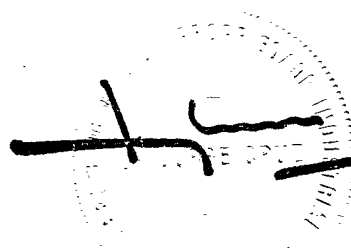
Técnica Anterior

Apesar dos avanços na técnica clássica de produção de substratos para células solares - que se baseia na preparação de lingotes e na sua divisão, por serração, em bolachas - uma produção futura em larga escala pressuppõe um processo económico de formação directa dos substratos sob a forma de fita ou placa.

Muitos destes processos têm por isso sido propostos e objecto de patentes, mas com sucesso limitado até agora, devido sobretudo a alguma(s) das seguintes razões:

1) Qualidade insuficiente do material, causada em particular por contaminação pelos elementos que lhe conferem a forma apropriada, feitos, por exemplo, de grafite.

2) Custo demasiado elevado, por uma combinação de factores, entre os quais avultam o consumo de energia e a quan-



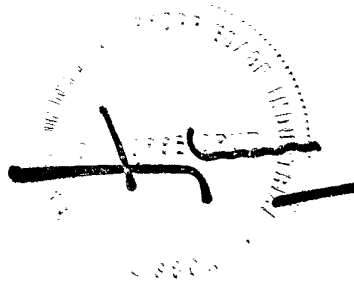
tidade de matéria prima - silício puro - por unidade de área.

Uma forma de evitar contaminação é usar uma zona fundida flutuante, sem contacto com qualquer material para além do próprio silício sólido, combinada com um método de aquecimento não contaminante, como a focagem da radiação de lâmpadas. Este foi o caminho seguido, antes de nós, por exemplo, por Eyer et al, como descrito na patente U.S.A. 4.960.797 de 1/9/1987. Estes inventores partem do pó de silício, compactam-no sobre um substrato, tipicamente de quartzo, e por tratamentos sucessivos por radiação focada produzem primeiro uma placa de pó sinterizado autosustentável que é depois recristalizada, após remoção do substrato e do excesso de pó. Todo o processo é conduzido segundo a horizontal; a placa sinterizada é sustentada por vigas laterais, de forma que (i) é impossível fundir e recristalizar a fita a toda a sua largura, o que leva sempre à necessidade de corte e rejeição dos seus bordos, e (ii) é necessário grande controlo do processo para evitar deformações que fariam perder a planaridade da fita. A espessura conseguida por este processo é de 0,3 a 1 mm, demasiada para as células do futuro; a tendência actual é procurar obter substratos mais finos, consumindo menos matéria prima e dando origem a células com rendimento mais elevado.

Descrição Detalhada

A descrição que se segue baseia-se na figura anexa que apresenta de modo esquemático e simplificado o referido processo.

O presente invento propõe um processo que resolve as deficiências acima apontadas, além de manter as características desejadas de não contaminação e de baixo



consumo de energia.

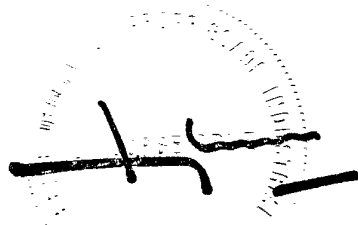
Conforme se pode observar na figura anexa, parte-se de uma pré-fita formada por silício compactado e/ou sinterizado, que pode ter uma má qualidade cristalina e uma espessura longe da ideal. Esta pré-fita (PF) é conduzida na vertical para uma zona de radiação concentrada, onde é fundida em toda a sua largura e espessura, formando-se uma zona de silício fundido (Z) completamente flutuante, sustentada apenas pela própria pré-fita no seu lado inferior, e pela fita (F), que vai crescendo á sua custa, no seu lado superior. A radiação provém de lâmpadas (L) situadas de cada lado da figura, e é concentrada por espelhos (E).

Como o material é fundido em toda a sua largura e espessura, é possível utilizar velocidades diferentes de alimentação da pré-fita (V_a) e de extracção da fita cristalizada (V_e). Aparte o efeito de ligeira retracção dos bordos, a razão entre a quantidade de material por unidade de área na fita e a na pré-fita é dada pela razão inversa das velocidades respectivas, isto é,

$$\frac{[\text{espessura da fita cristalizada}] \approx V_a}{V_e} \times \frac{[\text{massa de silício por unidade de área na pré-fita}]}{[\text{massa específica do silício}]}$$

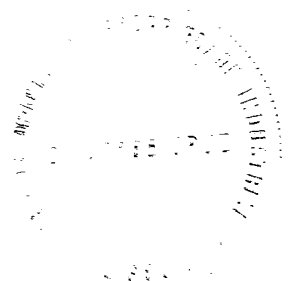
(As pré-fitas são normalmente demasiado espessas, pelo que habitualmente $V_e > V_a$, de forma a conseguir-se uma redução da espessura).

O nosso processo permite portanto produzir fita com uma espessura óptima e independente da espessura da pré-fita utilizada, mediante ajustamento das velocidades V_a e V_e .



Verifica-se ainda que não é necessária qualquer operação de corte e rejeição do material, obtendo-se portanto um óptimo aproveitamento da matéria prima. A geometria vertical evita ainda problemas de não planaridade.

Conforme será evidente aos peritos da técnica são possíveis alterações de pormenor no processo que se descreveu, as quais devem ser consideradas dentro do âmbito do invento que apenas deve ser considerado limitado, pelas seguintes reivindicações.



R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1ª. - Processo de fabrico de fitas de silicio cristalino por uma técnica de fusão de zona a partir de uma pré-fita, caracterizado pela possibilidade de controlo da espessura através da razão entre a velocidade de extracção da fita e a de alimentação da pré-fita, e pela disposição vertical da fita.

2ª. - Processo de fabrico de fitas de silicio, de acordo com a reivindicação anterior, caracterizado por o sistema de aquecimento ser de preferência constituído essencialmente por lâmpadas e espelhos concentradores da radiação.

3ª. - Processo de fabrico de fitas de silicio, de acordo com as reivindicações anteriores, caracterizado pela possibilidade de utilização de pré-fitas de qualquer espessura constituídas por material compacto ou não, incluindo material sintetizado ou simplesmente pó compactado.

Lisboa, 9 de Fevereiro de 1990

A handwritten signature in black ink, consisting of several bold, sweeping strokes, is positioned above the typed name of the official.

J. PEREIRA DA CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 10-A 3.º
1200 LISBOA

