

(11) Número de Publicação: **PT 1930954 E**

(51) Classificação Internacional:

H01L 31/05 (2007.10) **H01L 31/42** (2007.10)

H01L 31/02 (2007.10) **H01L 25/04** (2007.10)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: **2006.12.05**

(30) Prioridade(s):

(43) Data de publicação do pedido: **2008.06.11**

(45) Data e BPI da concessão: **2009.07.29**
169/2009

(73) Titular(es):

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.**

HANSASTRASSE 27C 80686 MUNCHEN DE

(72) Inventor(es):

ANDREAS BETT DE
JOACHIM JAUS DE

(74) Mandatário:

MANUEL ANTÓNIO DURÃES DA CONCEIÇÃO ROCHA
AV LIBERDADE, Nº. 69 1250-148 LISBOA

PT

(54) Epígrafe: **MÓDULO FOTOVOLTAICO E SUA UTILIZAÇÃO**

(57) Resumo:

RESUMO**"MÓDULO FOTOVOLTAICO E SUA UTILIZAÇÃO"**

A presente invenção refere-se a um módulo fotovoltaico, que engloba pelo menos dois módulos de células (SCA) ligados entre si e dispostos numa estrutura base electricamente isolante, apresentando cada módulo uma célula solar colocada sobre um suporte térmica e electricamente condutor e um diodo bypass afastado dela, que estão unidos através de um condutor eléctrico, apresentando o diodo bypass uma polaridade invertida relativamente à célula solar e encontrando-se ambos no suporte condutor através de uma camada de ligação condutora.

DESCRIÇÃO

"MÓDULO FOTOVOLTAICO E SUA UTILIZAÇÃO"

A presente invenção refere-se a um módulo fotovoltaico, que se caracteriza por uma ligação em série especial de células solares num substrato de suporte. De modo a conseguir isto, é necessário que exista uma camada isolante, que no caso da invenção é concretizada por um diodo. No módulo fotovoltaico, este diodo serve simultaneamente como diodo de protecção ou bypass. Deste modo, neste caso são integradas duas funções num sistema, o que reduz vantajosamente os custos.

No fotovoltaico são normalmente reunidas várias células solares em unidades maiores (redes, módulos). Dentro de uma rede são ligadas várias células solares entre si, em paralelo ou em série. Isso requer uma ligação eléctrica condutora de uma célula a outra célula próxima. Segundo o estado actual da técnica, é também habitual utilizar diodos bypass em módulos ou redes para proteger as células solares. Isto é necessário, pois pode acontecer as células solares individuais serem num módulo sujeitas a uma tensão na área de bloqueio, que poderia causar a destruição destas células solares.

Uma área especial do fotovoltaico é o chamado "fotovoltaico concentrador", em que um sistema óptico (por ex. lente, espelho) concentra a luz solar, e o raio de luz concentrado incide sobre uma célula solar relativamente pequena - em função do tipo de sistema. Devido à concentração de luz forma-se calor local, que tem de ser

dissipado. Em função do sistema, isto acontece passivamente ou por aquecimento activo, como por ex. através de água.

O estado da técnica relativamente à ligação em série de células solares num módulo concentrador deste tipo é descrito por J. Jaus (J. Jaus, U. Fleischfresser, G. Peharz, F. Dimroth, H. Lerchenmüller, A.W. Bett, "HEAT SINK-SUBSTRATES FOR AUTOMATED ASSEMBLY OF CONCENTRATOR-MODULES", Proc. of 21st European Photovoltaic Conference and Exhibition, Dresden, September 2006, to be published). Nesta publicação é pormenorizadamente apresentada a chamada técnica de pré-impregnação e também a utilização de pequenas chapas de cobre com placas condutoras douradas. Esta conhecida técnica apresenta, porém, as seguintes desvantagens:

- Dependendo da tecnologia, é necessária uma maior quantidade de peças individuais, que resultam em mais custos na aquisição, no armazenamento e na logística de produção.
- Na montagem das peças individuais passa-se por várias etapas de trabalho "preparação das superfícies", "aplicação de materiais aderentes (cola, solda)", "captar e posicionar peça", "endurecer camadas de cola" ou "execução do processo de soldar", e frequentemente ainda outras operações que acompanham o processo.
- Estas diversas operações aumentam os tempos de ciclo, reduzem o rendimento da linha de produção e aumentam as despesas com material. Como consequência, os custos são mais elevados.

- As operações isoladas, como por ex. a ligação de cada chip de célula solar, fazem subir os custos do processo (processo de soldar) e de manuseamento.
- Na prática, a tecnologia de pré-impregnação demonstrou ser propícia a falhas: no fabrico surgem rebarbas, que podem causar curto-circuitos. Isto exige a realização de testes dispendiosos e encarece, comparativamente, cada pré-impregnação.

Porém, os módulos fotovoltaicos têm de ser fabricados a baixo custo. Neste sentido, é necessário manter uma baixa quantidade dos componentes por montar e os próprios componentes deviam ser económicos. Principalmente, a reunião de várias funcionalidades num elemento ajuda a reduzir os custos.

O objectivo da presente invenção é, por isso, apresentar um módulo fotovoltaico de montagem simples e económica e que permite, simultaneamente, um funcionamento seguro numa ligação em série.

Esta tarefa é levada a cabo por um módulo fotovoltaico com as características da reivindicação 1. As reivindicações dependentes apresentam versões privilegiadas. A reivindicação 19 fala sobre as possibilidades de utilização.

Em conformidade com a invenção, é proposto um módulo fotovoltaico, que compreende pelo menos dois módulos de células (SCA) ligados entre si e dispostos numa estrutura base electricamente isolante, apresentando cada módulo uma célula solar colocada sobre um suporte condutor e um diodo bypass afastado dela, que estão unidos através de um

condutor eléctrico, apresentando o diodo bypass uma polaridade invertida relativamente à célula solar e encontrando-se ambos no suporte condutor através de uma camada de ligação condutora, sendo que o diodo bypass é um diodo de semiconductor P-N de silício.

O módulo em conformidade com a invenção consegue assumir várias funções devido ao seu design especial, requerendo para isso, segundo o estado da técnica, vários componentes diferentes.

São muitas as vantagens daí resultantes, como por ex.:

- baixo custo logístico na preparação do trabalho, na manutenção em armazém e na montagem,
- pouco material utilizado,
- baixo custo mecânico e de mão-de-obra,
- baixos custos.

Em sistemas concentradores reais, como por ex. no sistema FLAT-CON (ver publicação de J. Jaus) o calor é libertado por dissipadores metálicos. A montagem da célula solar requer que a parte de trás e o contacto dos lados frontais sejam ligados, isolados um do outro, para evitar um curto-circuito da célula solar. Para isso, é aplicada uma camada intermédia electricamente não condutora, mas que não pretende limitar o transporte calorífico.

O módulo em conformidade com a invenção caracteriza-se pelo facto de permitir uma ligação das células a uma rede protegida por diodos bypass, e pelo facto de permitir um transporte calorífico optimizado. Deste modo, garante-se em princípio a aplicação do módulo em conformidade com a

invenção em qualquer sistema, que requer uma ligação eléctrica juntamente com uma boa dissipação de calor (por ex. também em redes de satélite).

No módulo em conformidade com a invenção, o suporte electricamente condutor de SCA é preferencialmente um suporte plano em cobre, em liga de cobre, aço galvanizado e/ou alumínio. É vantajoso quando o suporte condutor apresenta uma espessura de 20 a 1000 μm .

A camada aderente condutora é, preferencialmente, formada por uma solda e/ou cola condutora. A invenção engloba, porém, também todas as possibilidades tecnológicas actualmente conhecidas para o fabrico de uniões condutoras.

Outra versão privilegiada prevê a aplicação de uma camada de ouro, níquel, titânio e/ou de paládio no suporte condutor, pelo menos, na área do diodo bypass e/ou da célula solar.

A vantagem desta versão consiste no melhoramento da ligação ao respectivo condutor. O revestimento adicional descrito pode, por isso, ser também aplicado na área do suporte, na qual o condutor do diodo bypass está ligado ao próximo SCA.

Como célula solar pode utilizar-se na invenção uma célula solar qualquer, mas preferencialmente uma célula de semi-condutor III-V ou uma célula solar Si. Privilegiam-se as actualmente conhecidas células solares monolíticas. A invenção compreende também multi-células.

Podem também utilizar-se todos os diodos tecnologicamente conhecidos para efeitos de execução da invenção. Os diodos privilegiados para derivação são os diodos semi-condutores P-N planos.

A superfície do diodo é preferencialmente formada por uma camada de ouro, níquel, prata, titânio, paládio e/ou alumínio.

É particularmente vantajoso quando o condutor que liga a célula solar e o diodo bypass é um arame em ouro, alumínio ou cobre, podendo o alumínio conter ainda 0 a 2% de peso de silício e/ou 0 a 2% de peso de magnésio.

É essencial para a invenção que a ligação de, pelo menos, dois SCAs seja efectuada por um condutor, que vai do diodo bypass do primeiro SCA até ao suporte condutor do segundo SCA. O condutor é, mais uma vez, principalmente um arame em ouro, alumínio ou cobre, podendo o alumínio conter 0 a 2% de peso de silício e/ou 0 a 2% de peso de magnésio.

Relativamente à disposição geométrica da célula solar no suporte condutor, qualquer posição é possível, sendo particularmente vantajoso quando a célula solar se encontra essencialmente no centro do suporte metálico.

O suporte metálico não está também limitado a nenhuma versão especial. Privilegia-se o suporte metálico poligonal, mas principalmente rectangular. Outras versões privilegiadas são por exemplo estruturas hexagonais, que permitem (tal como as versões quadradas ou rectangulares) uma disposição que ocupa pouco espaço.

O diodo bypass pode situar-se em qualquer ponto do suporte metálico. Porém, o diodo bypass devia situar-se, preferencialmente, perto da célula solar. A distância até à célula solar pode ir por ex. de 0,5 a 50 mm, mas preferencialmente de 1 a 10 mm.

Em princípio pode ligar-se em série qualquer quantidade de SCAs (até um máximo de 1000), entre eles. De preferência, devem ligar-se 40 a 200 células.

A estrutura base isolante pode ser fabricada em qualquer material isolante. Os materiais são preferencialmente seleccionados a partir de uma placa de vidro ou uma placa metálica revestida com uma camada dieléctrica isolante. A espessura da camada dieléctrica isolante tem, preferencialmente 0,05 a 0,1 mm, enquanto a estrutura base isolante tem uma espessura privilegiada de 0,1 a 5 mm.

Em conformidade com a invenção, os módulos fotovoltaicos são principalmente utilizados em módulos fotovoltaicos de alta concentração.

Como foi descrito, o módulo em conformidade com a invenção caracteriza-se pelo facto de requerer somente elementos simples e económicos, como pequenas chapas de cobre, um diodo de ligação plana e a célula solar. A particularidade da invenção consiste no facto do diodo bypass necessário numa ligação de módulos assumir a funcionalidade de uma camada de contacto isolante, ao mesmo tempo que consegue uma excelente dissipação calorífica. Esta característica impede uma carbonização da base de contacto baseada em material de placas condutoras, como foi observado em experiências de campo. Isto é uma consequência de uma posição "off-point" do módulo na unidade de prosseguimento. Neste caso (anomalia do sistema) a luz não é focada sobre a célula solar, mas sim sobre uma célula indefinida no módulo. Esta anomalia pode realmente ocorrer e, por isso, é também testada na norma IEC "IEC 62108 Draft 8d: Concentrator Photovoltaic (CPV) Modules and Assemblies - Design Qualification and Type Approval". O raio de luz focado pode incidir por ex. sobre o bordo de corte de uma platina de condutor. Devido à elevada densidade de energia,

o material orgânico da platina do condutor queima, o que prejudica a funcionalidade como camada isolante. Se o diodo bypass estiver a servir de base de contacto, não existem substâncias orgânicas e o calor é muito bem dissipado pelo diodo Si. Reduzem-se, assim, substancialmente as probabilidades de falhas. Além disso, pode poupar-se a platina de condutor, o que reduz os custos.

O objecto da invenção permite, deste modo, instalar um elemento com base numa placa de cobre simples. Comparativamente à tecnologia de pré-impregnação, tal como foi apresentada na descrição do estado actual da técnica, consegue-se realizar com a instalação em conformidade com a invenção uma ligação economicamente mais vantajosa. Passamos a resumir as vantagens do módulo em conformidade com a invenção.

- A ligação eléctrica da parte de trás da célula solar directamente sobre o dissipador permite uma boa ligação térmica.
- O contacto dos lados frontais das células solares passa sobre o diodo bypass de ligação plana.
- O contacto de retorno do diodo bypass é directamente estabelecido na placa de cobre, o que permite uma boa dissipação térmica do calor.
- A função electricamente isolante é assegurada pela transição pn do diodo bypass - não se utilizam quaisquer materiais orgânicos.
- Utiliza-se a menor quantidade possível de componentes no fabrico do módulo de células solares, o que rentabiliza a produção.

- Em caso de anomalia no sistema (off-pointing), mantém-se a funcionalidade - reduz-se a probabilidade de ocorrerem erros no sistema concentrador.

A solução em conformidade com a invenção permite, assim, integrar muitas destas funções num componente, resultando daqui as habituais vantagens numa integração a nível de custos (menos operações do processo, menos material utilizado, etc.).

Passamos a explicar em pormenor a presente invenção através das figuras anexas, sem querer limitar a invenção às características especiais.

Nomeadamente:

a **Fig.1** mostra a instalação, em conformidade com a invenção, de um módulo fotovoltaico,

a **Fig.2** é uma apresentação esquemática de um módulo fotovoltaico com tecnologia de placas de condutor conforme o estado da técnica.

A Figura 1 mostra a instalação típica de uma ligação em conformidade com a invenção. O elemento eléctrico 2 (por ex. uma célula solar) é colocado sobre um substrato do suporte 1, por ex. em cobre. A parte de trás da célula solar 2 é ligada por uma união eléctrica ou termicamente condutora 3, como por ex. solda ou cola condutora de prata. A parte da frente do elemento é ligada a um condutor 4, por ex. através de uma tecnologia de soldadura. O comprimento do arame é limitado e passa por uma base de contacto 5

isolante em direcção ao substrato do suporte 1. Na presente invenção, a base de contacto 5 é composta por um diodo plano, que possui uma polaridade invertida relativamente à célula solar 2. A totalidade dos elementos 1 a 5 é designada de módulo de células (SCA). Na versão segundo a Figura 1, está adicionalmente colocado sobre o suporte 1 uma platinização Au/Ni (6, 7). Isto permite melhorar a ligação. Podem colocar-se vários módulos de células (SCAs) sobre uma estrutura base electricamente isolante, como por ex. uma placa de vidro (não ilustrada). Os módulos de células (SCAs) estão ligados desde a parte superior da base de contacto 5 até ao próximo suporte do SCA, por ex. através da soldadura de arames 9 ou pela tecnologia de solda de arame grosso. Esta disposição permite ligar os módulos (SCAs) em série. Dentro de cada módulo o diodo bypass 5 paralelamente ligado protege, como base de contacto, a célula solar 2 contra uma possível sobrecarga de retorno.

A Fig. 2 ilustra uma instalação de um módulo fotovoltaico já conhecido do estado actual da técnica.

O substrato do suporte 1 é formado por uma placa de cobre com 1 mm de espessura, que serve especialmente para a transferência térmica e a ligação eléctrica da parte de trás da célula solar. Sobre esta placa de cobre 1 situa-se um fino feltro em fibra de vidro impregnado de resina epóxida como camada dieléctrica 8. Sobre esta está, por sua vez, uma película de cobre 9, que serve para a ligação eléctrica dos contactos frontais da célula solar. A camada superior de cobre 9 apresenta ainda uma camada de níquel 7 e uma camada de ouro 6. De modo a garantir uma boa transferência térmica, é necessário colocar a célula solar

2 e o diodo bypass 5 directamente sobre a camada base de cobre. A ligação térmica ao substrato do suporte electricamente condutor 1 é, mais uma vez, estabelecida por uma solda termicamente condutora 3. Ao contrário da presente invenção, nos módulos fotovoltaicos, como são conhecidos no estado actual da técnica (por ex. na presente Figura 2), a célula solar 2 não é directamente ligada ao diodo bypass 5 através de um arame 4, sendo a ligação eléctrica estabelecida através das estruturas 10 colocadas sobre o substrato do suporte 1. De igual modo, a ligação eléctrica dos módulos fotovoltaicos entre si é estabelecida através dos contactos 9 não directamente a partir do diodo bypass, mas sim sempre indirectamente através das estruturas 10. Em suma, resulta daqui uma instalação muito mais complexa de um módulo fotovoltaico, o que se reflecte negativamente sobre o processo e custos de produção. Com a instalação muito mais simples do módulo fotovoltaico em conformidade com a invenção, como se pode ver na Figura 1, pode evitar estas desvantagens.

O objecto da invenção descrito permite acelerar visivelmente o processo de produção, utilizar menos componentes e aumentar substancialmente a fiabilidade. Resumindo, podem assim poupar-se muitos custos.

DOCUMENTOS APRESENTADOS NA DESCRIÇÃO

Esta lista dos documentos apresentados pelo requerente foi exclusivamente recolhida para informação do leitor e não faz parte do documento europeu da patente. Foi elaborada com o máximo cuidado; o IEP não assume, porém, qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Literatura não de patente exposta na descrição

• J. JAUS ; U. FLEISCHFRESSER ; G. PEHARZ ; F. DIMROTH ; H. LERCHENMÜLLER ; A.W. BETT. HEAT SINK-SUBSTRATES FOR AUTOMATED AS-SEMBLY OF CONCENTRATOR-MODULES. Proc. of 21st European Photovoltaic Conference and Exhibition, September 2006.

Lisboa, 25/08/2009

REIVINDICAÇÕES

1. Módulo fotovoltaico, compreendendo pelo menos dois módulos de células (SCA) ligados entre si e dispostos sobre uma estrutura base electricamente isolante, que incluem uma célula solar (2) de liga semicondutora III-V e um diodo bypass (5) afastado dela colocados sobre um suporte (1) térmica e electricamente condutor, que estão ligados entre si através de um condutor eléctrico, em que o diodo bypass apresenta uma polaridade invertida em relação à célula solar e da célula solar e do diodo bypass serem aplicados sobre o suporte condutor através de uma camada de união condutora

caracterizado pelo facto de o diodo bypass ser um diodo semicondutor P-N de silício.

2. Módulo fotovoltaico segundo a reivindicação 1, **caracterizado pelo facto** do suporte electricamente condutor do SCA ser um suporte plano em cobre, em liga de cobre, aço galvanizado e/ou alumínio.

3. Módulo fotovoltaico segundo a reivindicação 2, **caracterizado pelo facto** do suporte condutor possuir uma espessura de 20 a 1000 μm .

4. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo facto** da camada de união condutora ser formada por uma solda e/ou cola condutora.

5. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo facto** de ser aplicada uma camada de ouro, níquel, titânio e/ou de paládio no suporte condutor, pelo menos na área do diodo bypass e/ou da célula solar.

6. Módulo fotovoltaico segundo uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo facto** da célula solar ser uma célula solar monolítica.

7. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado pelo facto** do diodo bypass ser um diodo semicondutor P-N plano.

8. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 7, **caracterizado pelo facto** da superfície do diodo ser em ouro, níquel, prata, titânio, paládio e/ou alumínio.

9. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado pelo facto** do condutor que liga a célula solar e o diodo bypass ser um arame em ouro, alumínio ou cobre.

10. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado pelo facto** da ligação de, pelo menos, dois SCAs ser estabelecida por um condutor, que vai desde o diodo bypass do primeiro SCA até ao suporte condutor do segundo SCA.

11. Módulo fotovoltaico segundo a reivindicação 10, **caracterizado pelo facto** do condutor ser um arame em ouro, alumínio ou cobre.

12. Módulo fotovoltaico segundo uma das reivindicações de 9 a 11, **caracterizado pelo facto** do condutor ser um arame em alumínio com 0 a 2% de peso de Si e/ou 0 a 2% de peso de Mg.

13. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 12, **caracterizado pelo facto** da célula solar se encontrar essencialmente no centro do suporte metálico.

14. Módulo fotovoltaico segundo a reivindicação 13, **caracterizado pelo facto** do suporte metálico ser poligonal, preferencialmente rectangular.

15. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 14, **caracterizado pelo facto** de serem ligados em série um máximo de 1000 SCAs.

16. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 15, **caracterizado pelo facto** da estrutura base isolante ser uma placa de vidro ou uma placa metálica revestida com uma camada dieléctrica isolante.

17. Módulo fotovoltaico segundo uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo facto** da espessura da camada dieléctrica e isolante ter 0,05 a 0,1 mm.

18. Módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 17, **caracterizado pelo facto** da estrutura base isolante ter uma espessura de 0,1 a 5 mm.

19. Utilização do módulo fotovoltaico segundo, pelo menos, uma das reivindicações de 1 a 18 em módulos fotovoltaicos de alta concentração.

Lisboa, 25/08/2009

Fig. 1

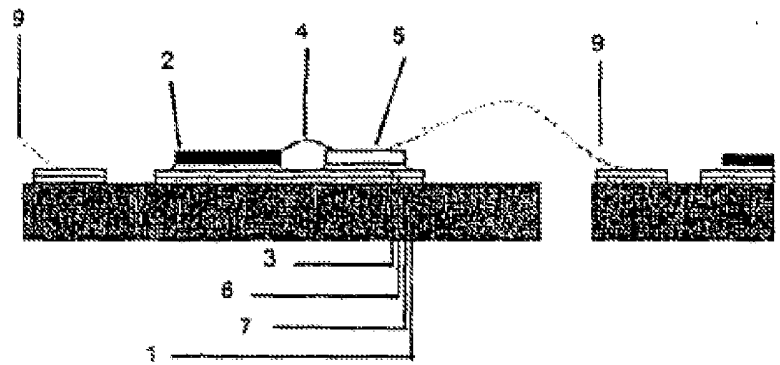


Fig. 2

