República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI 0712639-5 A2**

BRPI0712639A2

(22) Data de Depósito: 18/06/2007
(43) Data da Publicação: 29/05/2012
(RPI 2160)

(51) Int.Cl.:
H01L 31/0232

(54) Título: "APARELHO CONCENTRADOR DE ENERGIA SOLAR"

(30) Prioridade Unionista: 19/06/2006 IL 176390

(73) Titular(es): SOLADOR

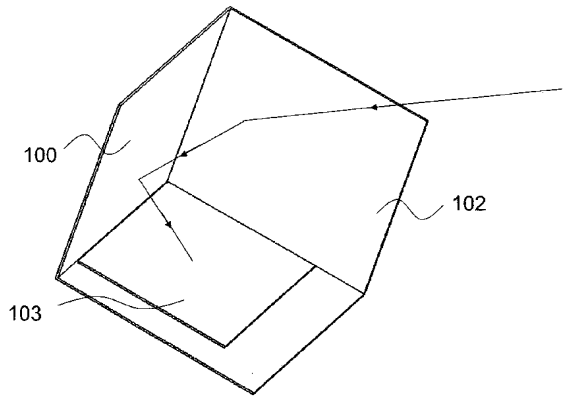
(72) Inventor(es): OREN AHARON

(74) Procurador(es): ANTONIO MAURICIO PEDRAS ARNAUD

(86) Pedido Internacional: PCT IL2007000734 de 18/06/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/148325de 27/12/2007

(57) Resumo: APARELHO CONCENTRADOR DE ENERGIA SOLAR. Um método e sua implementação para dispositivo concentrador de baixa radiaçêo solar baseado em um novo arranjo de espelhos e célula solar para gerar energia solar com uma eficiência aumentada. O método permitirá a construção de grandes coletcres solares eficientes transparentes e opacos em preço muito competitivo ao coletar energia solar direta enquanto opcionalmente permitindo luz do dia normal passar por eles.



"APARELHO CONCENTRADOR DE ENERGIA SOLAR".

Campo técnico da invenção

A presente invenção relaciona-se com energia solar, em particular com um aparelho de energia solar de baixo custo. Especificamente, a invenção relaciona-se com um arranjo de espelhos e células solares preferivelmente orientados entre si similar a um leiaute de retrorrefletor óptico.

Antecedentes da invenção

A energia solar desempenha um papel importante em uma variedade de aplicações tais como energia para locais remotos, agricultura, suporte à malha de utilidades, telecomunicações, processos industriais, e outras fontes verdes de energia ambiental. Dispositivos fotovoltaicos são usados na tecnologia líder para converter energia solar em eletricidade. Tecnologicamente, um sistema de energia fotovoltaico é capaz de prover energia para qualquer propósito, sua principal desvantagem sendo preço e eficiência.

Como o preço do combustível tem aumentado dramaticamente e o efeito adverso da energia fóssil está agora claro, o mercado para sistemas de energia solar tem aumentado dramaticamente. Em adição, outras características tais como confiabilidade, simplicidade, baixa manutenção, cordialidade ambiental, têm aumentado sua popularidade ainda mais.

O desenvolvimento de concentradores equipados com células solares para aumentar a eficiência da coleta de radiação solar ainda está evoluindo e não está maduro devido ao alto custo envolvido na construção de eficientes coletores e rastreadores.

A patente US 6.091.017 divulga um arranjo concentrador solar com filas paralelas de conjuntos de espelhos montados sobre uma placa-base tendo alta condutividade térmica. Cada conjunto de espelho compreende tiras de espelhos costa-com-costa tendo faces frontais refletivas. Células fotovoltaicas são colocadas sobre a placa entre

as filas de conjuntos de espelhos. As faces refletivas refletem a luz incidente sobre as células fotovoltaicas para produzir energia elétrica. Preferivelmente, as faces refletivas têm uma configuração parabólica cilíndrica com uma linha de foco aproximadamente ao longo da interface entre a célula fotovoltaica e a borda da tira de espelho oposta adjacente à célula.

Objetivos da invenção

É um objetivo da invenção corrente prover um sistema melhorado de energia solar, em particular com relação a pelo menos um de: preço, coleta de energia, eficiência, confiabilidade, simplicidade e quantidade de células solares. É um outro objetivo da presente invenção prover um aparelho de energia solar que reduza o custo global do sistema reduzindo a quantidade de material de células solares requerido para a conversão de energia sem sacrificar a performance.

É um outro objetivo da presente invenção prover um aparelho de energia solar que relacione o problema de altos custos de material de células solares removendo parcialmente este material e substituindo-o com espelhos de baixo custo preferivelmente arranjados em uma configuração de retrorrefletor.

Sumário da invenção

A presente invenção provê um aparelho de energia solar com um concentrador solar sem rastreador e um arranjo de espelhos e células solares orientados entre si de uma maneira similar a um leiaute de retrorrefletor óptico.

A invenção é baseada em elementos ópticos concentrando energia solar usando reflexão simples de espelho para uma ampla faixa de ângulos de incidência de radiação solar para construir um aparelho sem rastreador.

De acordo com uma outra configuração preferida da presente invenção, os espelhos são seletivamente revestidos para refletir parte da energia do sol que melhor ajuste a eficiência da geração de energia da célula solar, evitando assim aquecimento excessivo a

partir da citada célula solar.

De acordo com ainda uma outra configuração preferida da presente invenção, duas células solares são otimizadas para uma porção diferente do espectro solar e preferivelmente dispostas ortogonais entre si. Os espelhos são preferivelmente ortogonais aos dois elementos de células solares, criando uma configuração similar a um retrorrefletor óptico.

De acordo com ainda uma outra configuração preferida, o aparelho compreende três células solares, cada uma otimizada para uma porção diferente do espectro solar e preferivelmente dispostas ortogonais entre si.

De acordo com uma outra configuração preferida da presente invenção, é provido um conjunto ou sistema de unidades compreendendo uma combinação de espelhos e células solares conectados entre si para criar um arranjo de grande área.

Ainda em uma outra configuração alternativa, espelhos refletores são parcialmente transparentes à luz visível para criar um elemento gerador solar substancialmente transparente.

Portanto é provido, de acordo com a configuração preferida da presente invenção, um aparelho concentrador de radiação solar baseado em espelhos e células solares arranjados em um arranjo mutuamente ortogonal. O aparelho inclui uma ou mais células de energia solar para converter radiação para uma outra forma de energia, dois elementos espelhados planos orientados para refletir radiação solar e para concentrar a radiação sobre a citada célula de energia solar. Os dois elementos espelhados planos sendo orientados substancialmente ortogonalmente entre si e com a célula solar. Os dois elementos espelhados planos e a célula de energia solar arranjados em uma configuração de três superfícies unidas mutuamente perpendiculares.

De acordo com uma outra configuração preferida da presente invenção, as configurações, cada uma consistindo

de uma combinação de espelhos e células solares, são conectadas entre si para criar um arranjo de grande área. Em uma outra configuração alternativa, a radiação solar refletida é provida por um elemento refrativo transparente conformado similarmente a um retrorrefletor, enquanto a citada célula solar é posicionada e opticamente combinada em uma de suas bordas.

Preferivelmente, os espelhos são seletivamente revestidos para refletir parte da radiação do sol para melhorar a eficiência da geração de energia da célula solar, evitando assim aquecimento excessivo a partir da citada célula solar.

Descrição resumida dos desenhos

A Figura 1 é um leiaute esquemático de célula fotovoltaica montada sobre uma borda de um arranjo de espelhos tipo retrorrefletor oco de acordo com uma configuração da presente invenção;

A Figura 2 é uma descrição esquemática de um painel exemplar para gerar energia solar de acordo com uma configuração da presente invenção;

A Figura 3 é uma ilustração esquemática de um posicionamento uma unidade concentradora de célula solar com relação ao sol, e distribuição de radiação sobre sua superfície;

A figura 4 é um leiaute esquemático de célula fotovoltaica montada em uma borda de um retrorrefletor sólido refrativo;

A Figura 5 é uma ilustração gráfica de um cálculo exemplar da energia gerada pelo aparelho da invenção coletivamente para vários retrorrefletores e arranjos de células fotovoltaicas; e

A Figura 6 é uma representação gráfica de um cálculo descrevendo a eficiência da célula fotovoltaica da invenção com relação a painéis planos da técnica anterior.

Descrição detalhada de configurações da invenção

Referência é feito primeiro à fig. 1 a qual é um leiaute

esquemático de célula fotovoltaica 103 montada em uma borda de um retrorrefletor oco. O retrorrefletor é construído a partir de duas superfícies refletoras 100 e 102 ortogonais entre si enquanto a célula fotovoltaica é montada na terceira superfície ortogonal. A célula fotovoltaica 103 aceita tanto radiação direta incidente sobre ela quanto radiação refletida de uma ou duas outras superfícies refletoras 100 e 102 do retrorrefletor. A célula fotovoltaica 103 não necessariamente cobre toda a área da borda do retrorrefletor, e seu tamanho e formato são otimizados para máxima eficiência por área unitária de célula fotovoltaica.

As superfícies refletoras 100 e 102 podem ser revestidas com um revestimento dicróico para refletir a parte do espectro relevante para gerar energia solar. Além disso, as citadas superfícies refletoras 100 e 102 podem ser parcialmente transparentes para permitir uma janela transparente.

Na fig. 2 é mostrado um painel exemplar 200 intencionado a gerar energia solar compreendendo um arranjo bidimensional de células fotovoltaicas tais como a célula 202 montada sobre o retrorrefletor 204.

A fig. 3 mostra um posicionamento exemplar do retrorrefletor 204 montado no sistema de célula solar 301, com relação ao ângulo de zênite do sol 302 e trajetória 304. A imagem 306 mostra um exemplo de uma simulação de rastreio de raio da distribuição de energia de radiação sobre a área da célula fotovoltaica. A escala cinza mostra várias áreas recebendo radiação com intensidade variando de 1 W (radiação direta do sol) a 3 W devido à adição das radiações refletidas de duas outras superfícies retrorrefletoras. O ponto 305 denota o canto da célula fotovoltaica coincidente com o vértice do retrorrefletor. Deve ser notado que a célula fotovoltaica ainda recebe reflexões de outras superfícies até mesmo além do ângulo de aceitação regular para retrorreflexão do feixe de luz incidente.

Na fig. 4 está um leiaute esquemático do retrorrefletor 400 com a célula fotovoltaica 402 montada sobre uma borda. O retrorrefletor 400 é feito de um material transparente refrativo com três bordas ortogonais refletindo a radiação incidente por reflexão interna total e/ou revestimento refletivo adicional. A célula fotovoltaica 402 é montada sobre a superfície do retrorrefletor por meio de um material combinando índice de refração para otimizar o acoplamento da radiação. Uma imagem 403 mostra um exemplo de uma simulação de rastreio de raios da distribuição de radiação sobre a área da célula fotovoltaica. Um ponto 404 denota o canto da célula fotovoltaica coincidente com o vértice do retrorrefletor.

A fig. 5 mostra uma ilustração gráfica de um cálculo exemplar da energia produzida gerada pelo aparelho de acordo com a presente invenção. Uma célula fotovoltaica com eficiência de 13% e radiação incidente de 1000 W/cm^2 foi assumida. A plotagem mostra a energia gerada por 1 m^2 de células fotovoltaicas distribuídas sobre um painel plano da técnica anterior e diferentes exemplos de retrorrefletores *versus* o ângulo de zênite do sol. Para comparação, a linha de gráfico 501 mostra a energia gerada por um painel fotovoltaico plano da técnica anterior de 1 m^2 de área. A linha de gráfico 502 mostra a energia gerada por um painel fotovoltaico da presente invenção como mostrado na fig. 2, compreendendo 100 unidades retrorrefletoras ocas arranjadas sobre um painel de área de 175 cm^2, com a área total das células fotovoltaicas de 100 cm^2, cobrindo toda a faceta retrorrefletora até sua borda. A linha de gráfico 503 mostra a energia gerada pelas mesmas 100 unidades retrorrefletoras ocas, mas com uma área ativa de célula fotovoltaica de 50 cm^2 (isto é, cobrindo metade da área da faceta retrorrefletora) adjacente ao vértice do retrorrefletor. A linha de gráfico 504 mostra a energia gerada por 100 retrorrefletores refrativos, como

ilustrado na fig. 4 (isto é, com um material refrativo transparente) arranjados sobre um painel de 175 cm^2, sendo que a área total de células é de 50 cm^2, cobrindo metade da faceta retrorrefletora adjacente ao vértice do retrorrefletor.

A fig. 6 mostra a eficiência calculada relativa da célula fotovoltaica, baseada nos exemplos descritos na fig. 5. Na fig. 6 o gráfico mostra a eficiência de geração de energia solar de célula fotovoltaica baseada na presente invenção com relação a células fotovoltaicas da técnica anterior montadas sobre painéis planos. A eficiência é calculada para uma área de 1 m^2 de células fotovoltaicas montadas em retrorrefletores, com relação a células fotovoltaicas montadas em painel plano da técnica anterior. A linha de gráfico 601 representa a eficiência de 100 unidades de retrorrefletores ocos com uma célula fotovoltaica de 100 cm^2. A linha de gráfico 602 representa a eficiência de 200 unidades retrorrefletoras ocas com célula fotovoltaica de 50 cm^2 montadas próximas ao vértice do retrorrefletor. A linha de gráfico 603 representa a eficiência de 200 retrorrefletores refrativos com uma célula fotovoltaica de 50 cm^2 montada próxima ao vértice. Deve ser notado que o arranjo dos retrorrefletores refrativos tem eficiência quase constante para ângulos de zênite solar de -60° a +60°. Isto mostra claramente que a presente invenção permite até 250% mais energia solar ser gerada por células solares standard.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho concentrador de energia solar, caracterizado pelo fato de compreender:

• pelo menos uma célula de energia solar para converter radiação para uma outra forma de energia; e

• dois elementos espelhados planos, orientados para refletir radiação solar e para concentrar a radiação sobre a citada célula de energia solar, os citados dois espelhos sendo orientados substancialmente ortogonalmente entre si e a citada célula solar, os dois elementos espelhados planos e a célula de energia solar arranjados em uma configuração de três superfícies unidas mutuamente perpendiculares.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos citados elementos espelhados planos ser revestido para refletir a porção do espectro da radiação solar relevante para gerar energia solar.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos citados elementos espelhados planos ser parcialmente transparente à luz visível.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a citada configuração das três superfícies unidas mutuamente perpendiculares ser arranjada de uma maneira repetitiva para formar um arranjo de grande área.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o ponto de interseção das citadas superfícies mutuamente perpendiculares facear o sol.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as citadas três superfícies unidas mutuamente perpendiculares serem feitas de um material transparente refletivo para refletir radiação solar incidente por reflexão interna total, a citada célula de energia solar montada sobre uma das citadas

superfícies por meio de um material combinando índice de refração para otimizar o acoplamento de radiação.

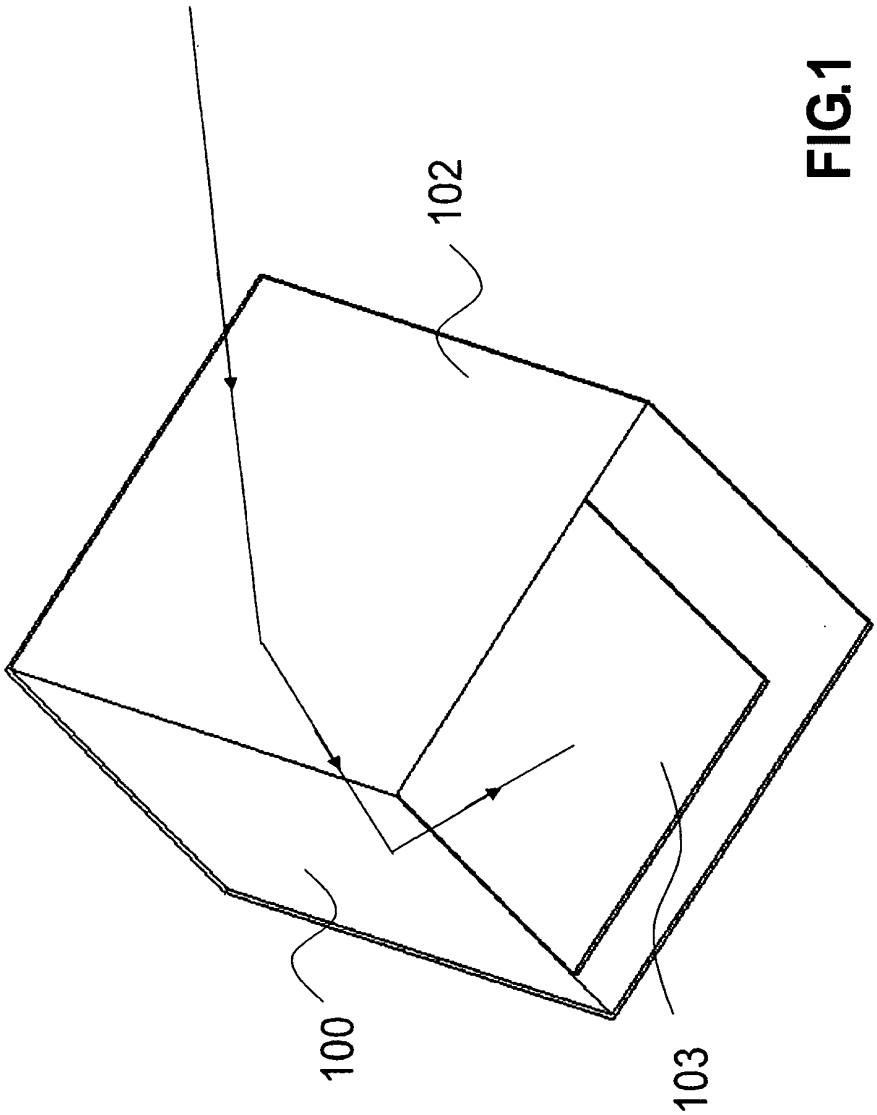


FIG.1

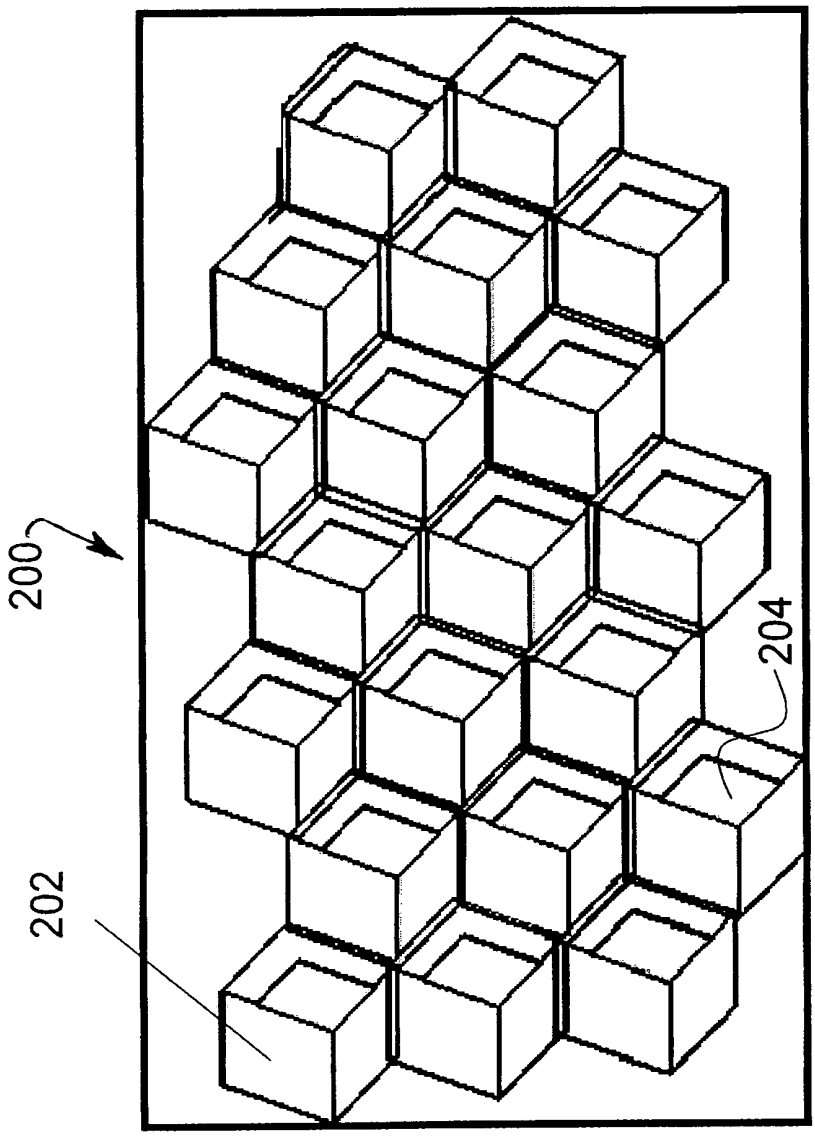


FIG.2

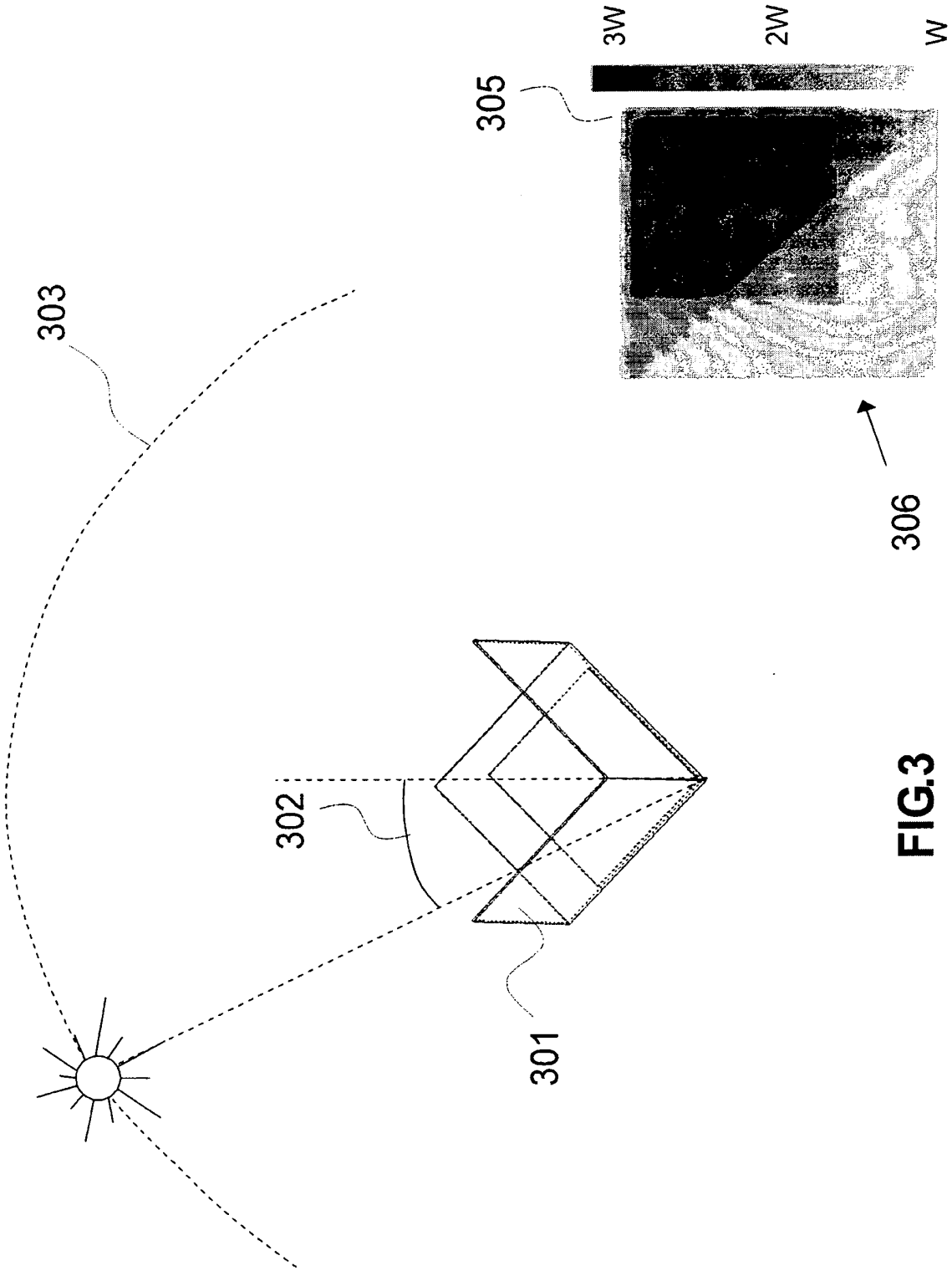


FIG.3

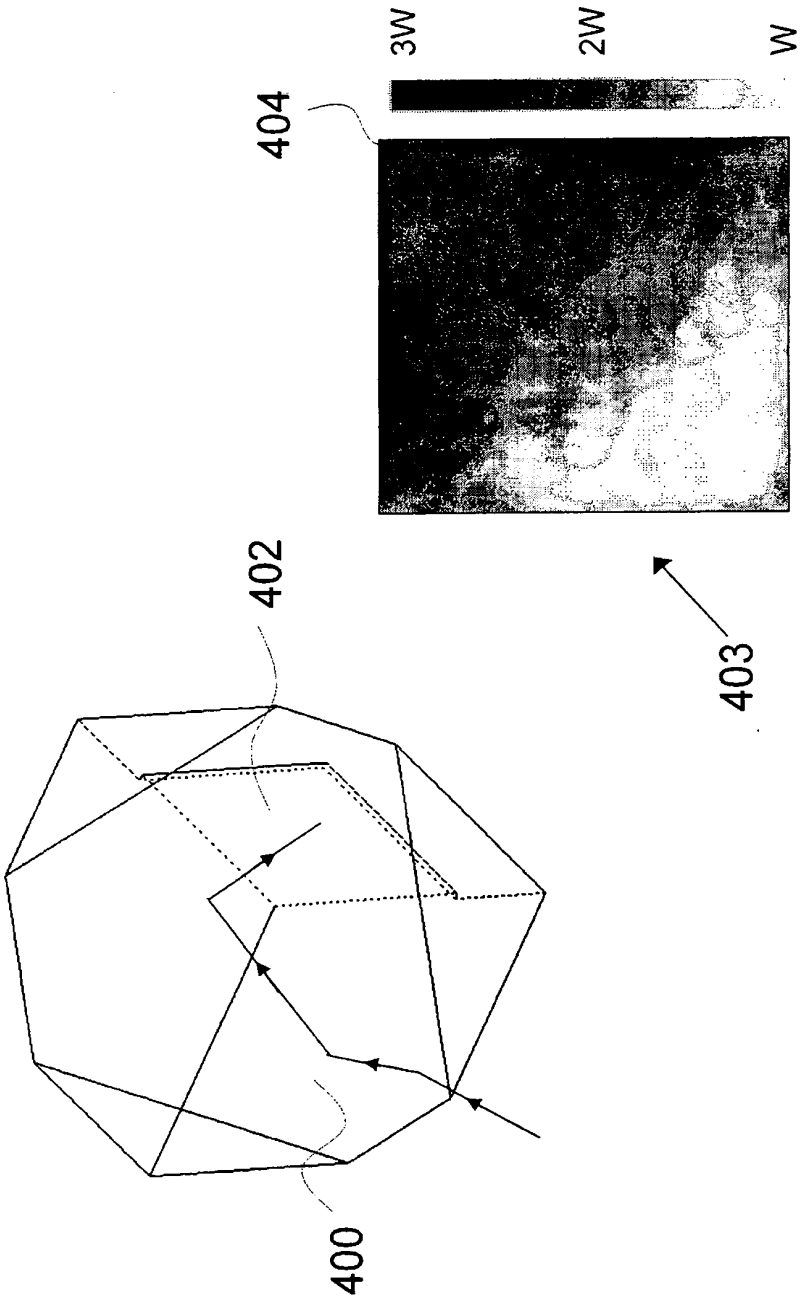


FIG.4

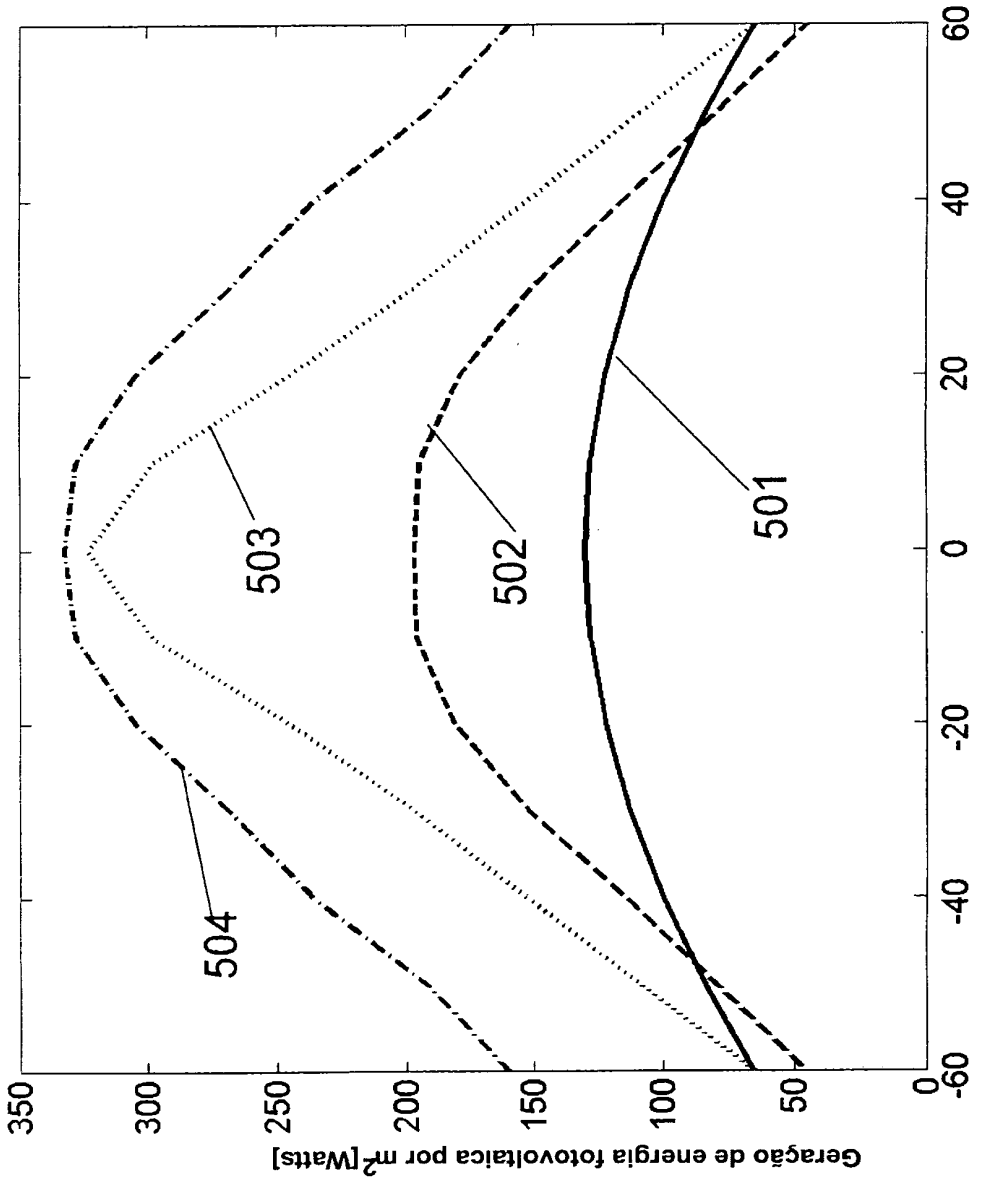

Geração de energia fotovoltaica por m² [Watts]
350
300
250
200
150
100
50
0
-60
-40
-20
0
20
40
60
ângulo de zênite (grau)
501
502
503
504

FIG.5

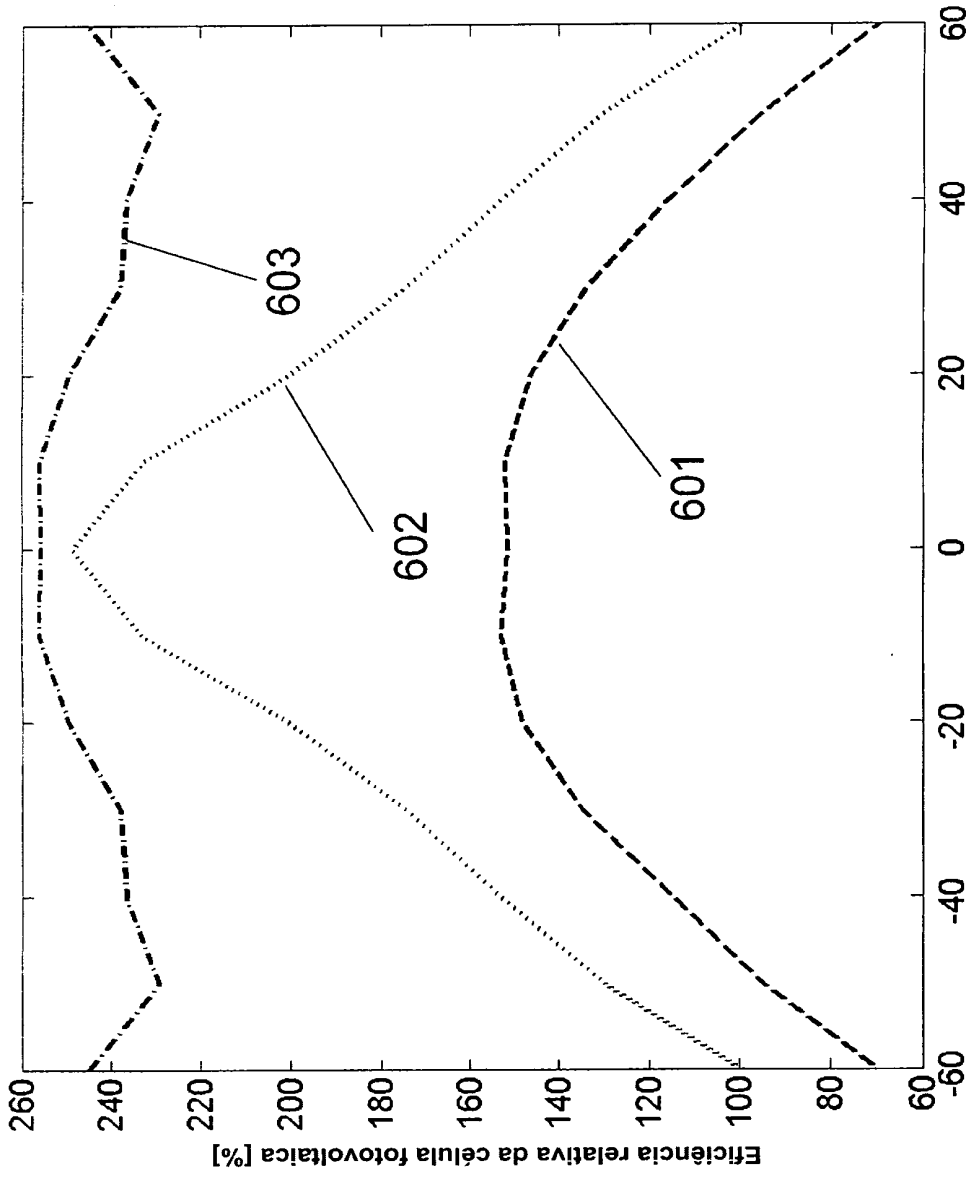

Eficiência relativa da célula fotovoltaica [%]
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
-60
-40
-20
0
20
40
60
ângulo de zênite (grau)
603
602
601

FIG.6

RESUMO

"APARELHO CONCENTRADOR DE ENERGIA SOLAR".

Um aparelho concentrador de radiação solar incluindo uma ou mais células de energia solar para converter radiação para uma outra forma de energia; dois elementos espelhados planos planos, orientados para refletir radiação solar e para concentrar a radiação sobre a célula de energia solar. Os elementos espelhados planos são orientados substancialmente ortogonalmente entre si e com a célula solar. Os dois elementos espelhados planos e a célula de energia solar são arranjados em uma configuração de três superfícies unidas mutuamente perpendiculares.