



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

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102010901869764</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>06/09/2010</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>06/03/2012</b>

Classifiche IPC

Titolo

**SISTEMA FOTOVOLTAICO CON CONCENTRATORE SOLARE A DOPPIA RIFLESSIONE**

## DESCRIZIONE

del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"SISTEMA FOTOVOLTAICO CON CONCENTRATORE SOLARE A DOPPIA RIFLESSIONE"

di CPOWER S.R.L. CON SOCIO UNICO

di nazionalità italiana

con sede: VIA CAPITELLO DI SOPRA 42

MARANO VICENTINO (VI)

Inventori: ANTONINI Andrea, SARTORE Domenico

\* \* \*

La presente invenzione è relativa ad un sistema fotovoltaico comprendente almeno un concentratore solare a doppia riflessione.

Sono noti sistemi fotovoltaici che impiegano un concentratore solare del tipo a doppia riflessione, cioè comprendente un riflettore primario curvo per raccogliere e concentrare la luce solare verso una zona focale e un riflettore secondario piano disposto in un punto del cammino ottico della luce concentrata prima della zona focale per riflettere almeno parte della luce solare concentrata dal riflettore primario verso una diversa zona focale, e mezzi convertitori fotovoltaici disposti in modo da ricevere la luce solare concentrata.

Per esempio, la domanda di brevetto W0 2009/093128 descrive un sistema fotovoltaico avente un concentratore

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

solare a doppio riflettore, il quale comprende un riflettore primario parabolico e un riflettore secondario diecricoico piano disposto in asse con il riflettore primario per ricevere la luce riflessa e concentrata dal riflettore primario e riflettere indietro solo una porzione di spettro della luce solare ricevuta, un primo convertitore fotovoltaico accoppiato con il riflettore secondario per ricevere la parte di luce non riflessa dal riflettore secondario e un secondo convertitore fotovoltaico per ricevere la luce riflessa dal riflettore secondario. Una seconda forma di attuazione illustra una guida ottica disposta con l'ingresso sul fuoco del riflettore secondario e l'uscita sul secondo convertitore fotovoltaico per omogeneizzare la luce sul secondo convertitore.

I concentratori solari a doppia riflessione del tipo sopra descritto hanno diversi inconvenienti. Per esempio, tali concentratori sono molto sensibili agli errori di puntamento o allineamento del riflettore primario rispetto alla direzione di incidenza della luce solare. Inoltre, i sistemi fotovoltaici del tipo sopra descritto, cioè del tipo comprendente un concentratore a doppia riflessione, un separatore spettrale e un doppio convertitore fotovoltaico, hanno una configurazione spaziale che non permette un efficace raffreddamento passivo dei convertitori fotovoltaici senza diminuire l'efficacia ottica. Infatti,

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

per raffreddare efficacemente i convertitori fotovoltaici è necessario utilizzare dei dissipatori che vanno inevitabilmente a intercettare il fascio di luce incidente e/o il fascio di luce concentrata.

Scopo della presente invenzione è di realizzare un sistema fotovoltaico comprendente una concentratore solare a doppia riflessione, il quale sia esente dagli inconvenienti sopra descritti e, nello stesso tempo, sia di facile ed economica realizzazione.

In accordo con la presente invenzione viene fornito un sistema fotovoltaico secondo quanto definito nelle rivendicazioni allegate.

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 illustra, secondo una vista in sezione parallela alla direzione di incidenza della luce solare, il sistema fotovoltaico realizzato secondo i dettami della presente invenzione;

- la figura 2 illustra, secondo una vista laterale e con maggiore dettaglio, un gruppo ricevitore solare del sistema fotovoltaico della figura 1;

- la figura 3 illustra, secondo una vista frontale dall'alto, il gruppo ricevitore solare del sistema fotovoltaico della figura 1; e

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

- la figura 4 illustra, secondo una vista in sezione parallela alla direzione di incidenza della luce solare, una ulteriore forma di attuazione dell'invenzione.

Nella figura 1, con 1 è genericamente indicato, nel suo complesso, un sistema fotovoltaico comprendente una o più unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 disposte adiacenti tra loro per raccogliere e concentrare la luce solare. In particolare, la figura 1 mostra due unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2.

Con riferimento alla figura 1, ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 comprende un riflettore primario curvo 3 per raccogliere e concentrare la luce solare e un riflettore secondario piano 4 per riflettere almeno parte della luce solare riflessa e parzialmente concentrata dal riflettore primario 3. La luce solare incidente sul riflettore primario 3 è indicata con 5 ed è diretta secondo una direzione di incidenza D. La luce solare riflessa e parzialmente concentrata dal riflettore primario 3 è indicata con 6. Per luce solare parzialmente concentrata si intende, in questo documento, la luce solare non ancora completamente concentrata, cioè prima di una zona focale. Il riflettore primario 3 è atto a concentrare la luce solare verso una propria ipotetica zona focale, non illustrata e qui di seguito chiamata zona focale primaria, in cui la concentrazione della luce sarebbe massima. Il

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

riflettore secondario 4 è disposto tra il riflettore primario 3 e la zona focale primaria, cioè in posizione tale da intercettare la luce solare concentrata dal riflettore primario 3 ed evitare la formazione della zona focale primaria. Ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 presenta un piano di simmetria parallelo alla direzione di incidenza D. La figura 1 illustra il sistema fotovoltaico 1 secondo una vista in sezione lungo tale piano di simmetria.

Il riflettore secondario 4 è un riflettore dicroico in grado di separare la luce solare concentrata 6 in due porzioni di spettro di luce solare tali per cui una prima porzione di spettro attraversa il riflettore secondario 4 e la seconda porzione di luce viene riflessa dal riflettore secondario 4. Ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 comprende, inoltre, un primo convertitore fotovoltaico 7, il quale è costituito da una cella fotovoltaica sensibile alla prima porzione di spettro ed è disposto immediatamente dietro al riflettore secondario 3 per ricevere la prima porzione di spettro, e un secondo convertitore fotovoltaico 8, il quale è costituito da una cella fotovoltaica sensibile alla seconda porzione di spettro ed è disposto per ricevere la seconda porzione di spettro.

Il riflettore primario 3 è costituito da uno specchio

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

parabolico avente una distanza focale relativamente corta, cioè tale per cui l'angolo massimo che un qualsiasi raggio di luce solare concentrata 6 forma con il rispettivo raggio di luce incidente 5 è maggiore o uguale a  $90^\circ$ . L'angolo massimo si forma sul bordo del riflettore primario 3 più lontano riflettore secondario 4. La distanza focale corta del riflettore primario 3 permette di collocare il riflettore secondario 4 all'interno dell'ingombro massimo del riflettore primario 3. Inoltre, il riflettore primario 3 è un riflettore asimmetrico, nel senso che non ha forma simmetrica rispetto a qualunque piano che lo attraversi tranne che il suddetto piano di simmetria, in modo tale che la zona focale primaria sia localizzata fuori dal fascio di luce solare incidente 5. Ciò permette di disporre il riflettore secondario 4 al di fuori del fascio di luce solare incidente 5 in modo da non produrre ombreggiamenti sul riflettore primario 3. Il riflettore primario 3 presenta una curvatura definita da una porzione di una superficie parabolica di rotazione, tale porzione di superficie presentando, secondo una vista nella direzione di incidenza D, un perimetro quadrangolare, e in particolare un perimetro rettangolare.

Con riferimento alle figure 1 e 2, ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 comprende una rispettiva lente asferica 9, la quale è disposta tra il

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

riflettore primario 3 e il riflettore secondario 4, ha una superficie anteriore curva 10 (figura 2)) presentante una porzione di ingresso 11 che definisce una interfaccia rifrangente per ricevere la luce solare concentrata 6 ed ha una superficie posteriore piana 12 accoppiata otticamente col riflettore secondario 4 per definire una interfaccia riflettente, e una guida di luce 13, la quale ha una sezione di ingresso 14 (figura 2) accoppiata otticamente con la superficie anteriore 10 della lente 9 e una sezione di uscita 15 (figura 2) accoppiata otticamente con il convertitore fotovoltaico 8. La porzione di ingresso 11 della lente 9 è sagomata in modo tale che la luce solare entrata nella lente 9 si distribuisca sulla superficie posteriore 12, e quindi sul riflettore secondario 4, e si concentri, dopo essere stata riflessa dal riflettore secondario 4 ed avere riattraversato la lente 9 dalla superficie posteriore 12 alla superficie anteriore 10, in una zona focale F (figura 2) di forma sostanzialmente circolare localizzata sostanzialmente nella sezione di ingresso 14 della guida di luce 13. La porzione di ingresso 11 è convessa, e quindi la lente 9 è sostanzialmente una lente piano-convessa. Il riflettore secondario 4, i convertitori fotovoltaici 7 e 8, la lente asferica 9 e la guida di luce 13 formano, dunque, un singolo gruppo ricevitore solare.

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

Con particolare riferimento alle figure 2 e 3, che illustrano con maggior dettaglio il gruppo ricevitore solare secondo una vista laterale e, rispettivamente, una vista frontale dall'alto, la sezione di ingresso 14 della guida di luce 13 è accoppiata otticamente con una porzione periferica 18 della superficie anteriore 10 della lente 9. La lente 9 ha una struttura simmetrica rispetto al piano di simmetria, illustrato e indicato con S nella figura 3, della unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2. La porzione periferica 18 si estende per tutta la larghezza della lente 9 e quest'ultima è tagliata lateralmente in maniera parallela al piano di simmetria S. La porzione periferica 18 è periferica nel senso che è in posizione decentrata nella superficie anteriore 10, come risulta evidente dalle figure 2 e 3. Inoltre, la porzione periferica 18 è separata dalla porzione di ingresso 11 in modo da ricevere una quantità trascurabile della luce solare concentrata 6. In questo modo, il corpo della guida di luce 13 interferisce in maniera trascurabile con la luce solare concentrata 6 proveniente dal riflettore primario 3.

La guida di luce 13 è costituito da un corpo oblungo di materiale trasparente. La principale funzione della guida di luce 13 è di allontanare sufficientemente il convertitore fotovoltaico 8 dal riflettore secondario 4 per evitare che il convertitore fotovoltaico 8 intercetti la

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

luce solare proveniente dal riflettore primario 3. La luce solare si propaga all'interno della guida di luce 13 per riflessione totale interna lungo le proprie pareti laterali 19, come in una comune fibra ottica. In uso, i raggi di luce solare entrano nella sezione di ingresso 14 sostanzialmente concentrati nella zona focale F, divergono inizialmente da quest'ultima e si propagano lungo la guida di luce 13 subendo un numero variabile di riflessioni totali lungo le pareti laterali 19 fino a raggiungere la sezione di uscita 15 distribuiti in modo sostanzialmente uniforme nell'area della sezione di uscita 15. Dunque, la guida di luce 13 ha la ulteriore funzione di omogeneizzare la luce nella sezione di uscita 15, permettendo così di aumentare l'efficienza del convertitore fotovoltaico 8.

Il riflettore secondario 4 giace su di un piano attraversato obliquamente dalla direzione di incidenza D della luce solare. La guida di luce 13 si estende lungo un proprio asse longitudinale 20 che giace sul piano di simmetria P e che attraversa perpendicolarmente la sezione di uscita 15 e obliquamente il riflettore secondario 4. La direzione di incidenza D deve essere sostanzialmente parallela all'asse 20. In altre parole, il sistema fotovoltaico 1 risulta perfettamente allineato alla luce solare incidente 5 quando quest'ultima è diretta parallelamente all'asse 20. L'asse 20 può essere dunque

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

considerato come l'asse ottico del sistema fotovoltaico 1.

In uso, la luce solare entrante nella lente 9 dalla porzione di ingresso 11 subisce una rifrazione che permette di attenuare gli effetti di eventuali errori di allineamento del sistema fotovoltaico 1. Si ha un errore di allineamento quando la luce solare incidente 5 non diretta parallelamente all'asse 20. Gli errori di allineamento determinano uno spostamento della zona focale F. Fino a quando la zona focale F rimane all'interno della sezione di ingresso 14, i raggi di luce solare rimangono all'interno della guida di luce 13 e, quindi, la quantità di luce che esce dalla sezione di uscita 15 rimane la stessa. La presenza della lente 9 riduce gli spostamenti della zona focale F a parità di entità degli errori di allineamento e quindi permette di tollerare errori di allineamento più elevati. Inoltre, la superficie piana del riflettore primario 4 contribuisce a migliorare, rispetto ad una superficie riflettente curva, la tolleranza agli errori di puntamento del riflettore primario 3. Data una certa inclinazione del riflettore secondario 4, rispetto alla direzione media di incidenza della luce solare sul riflettore secondario 4 stesso, e data una certa sezione di ingresso 14 della guida di luce 13, la sagomatura della porzione di ingresso 11 della lente 9 viene determinata per approssimazioni successive con lo scopo di massimizzare

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

l'intensità della luce solare nella sezione di uscita 15.

La guida di luce 13 ha una sezione trasversale di forma circolare o quadrata. Vantaggiosamente, la sezione di ingresso 14 della guida di luce 13 presenta un'area maggiore di quella della sezione di uscita 15. In altre parole, la guida di luce 13 presenta una forma tronco-conica o tronco-piramidale che si allarga verso la sezione di ingresso 14. Ciò permette di aumentare la tolleranza agli errori di allineamento. Tuttavia, a parità di lunghezza della guida di luce 13, la sezione di ingresso 14 non deve essere troppo più ampia della sezione di uscita 15 per mantenere la lunghezza di cammini ottici della luce all'interno della guida di luce 13, e quindi le perdite ottiche, entro limiti accettabili. Inoltre, una sezione di uscita 15 molto grande comporta l'utilizzo di un convertitore fotovoltaico 8 altrettanto esteso, e quindi particolarmente costoso. Pertanto, si capisce il ruolo principale della lente 9 nell'attenuare gli effetti degli errori di allineamento. La particolare sagomatura della lente 9 e la particolare disposizione reciproca tra lente 9, guida ottica 13 e riflettore secondario 4 consente al sistema fotovoltaico di tollerare errori di allineamento fino a  $2^\circ$  per fattori di concentrazione geometrica circa compresi tra 600 e 700. Il fattore di concentrazione geometrica è definito come il rapporto tra l'area della sezione frontale, perpendicolare

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

alla direzione di incidenza D, del riflettore primario 3 e l'area della sezione di uscita 15 della guida di luce 13.

Con riferimento alla figura 2, la superficie posteriore 12 della lente 9 è accoppiata otticamente e meccanicamente con una faccia anteriore 16 del riflettore secondario 4. Il convertitore fotovoltaico 7 è accoppiato otticamente e meccanicamente con una faccia posteriore 17 del riflettore secondario 4. La figura 2 illustra, come esempio, alcuni raggi della luce solare concentrata 6 ed i rispettivi raggi rifratti nella interfaccia della porzione di ingresso 11, riflessi dal riflettore secondario 4 e convogliati dalla guida di luce 13. Tutti i raggi illustrati giacciono su un unico piano parallelo alla direzione di incidenza D (figura 1). Il riflettore secondario 4 è realizzato, per esempio, mediante una lastra di materiale trasparente alla luce solare la cui faccia anteriore 16 è ricoperta con un sottile rivestimento diecrico. Preferibilmente, la faccia anteriore 16 è completamente incapsulata nella lente 9 in corrispondenza, appunto, della superficie posteriore 12 della lente. L'incapsulamento della faccia anteriore 16 nella lente 9 fornisce un ottimo accoppiamento ottico e meccanico tra il riflettore secondario 4 e la lente 9 ed, inoltre, rallenta notevolmente l'invecchiamento del rivestimento diecrico, in quanto quest'ultimo non rimane esposto agli agenti

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

atmosferici. Il convertitore fotovoltaico 7 comprende un substrato 7a e uno strato sensibile alla luce 7b. Lo strato sensibile 7b è accoppiato otticamente alla faccia posteriore 17 del riflettore secondario 4 mediante uno strato di materiale trasparente 25 a base di silicone. Il substrato 7a è accoppiato meccanicamente al riflettore secondario 4 mediante piccole staffe 26 e otticamente alla faccia posteriore 17 del riflettore secondario 4 mediante un adesivo trasparente alla luce solare.

La guida di luce 13 è rigidamente accoppiato con la porzione periferica 18 della superficie anteriore 10 della lente 9 in corrispondenza della sezione di ingresso 14. Vantaggiosamente, la guida di luce 13 e la lente 9 sono realizzati in un solo pezzo di materiale trasparente alla luce solare. Ciò consente di eliminare le perdite ottiche nel passaggio dalla lente 9 alla guida di luce 13. Inoltre, il convertitore fotovoltaico 7 è rigidamente accoppiato, mediante le staffe 26, al riflettore secondario 4, il quale è accoppiato meccanicamente alla lente 9 in corrispondenza della superficie posteriore 12, e il convertitore fotovoltaico 8 è rigidamente accoppiato alla guida di luce 13 in corrispondenza della sezione di uscita 15. Dunque, il gruppo ricevitore solare, costituito dall'insieme di componenti 4, 7, 8, 9 e 13, ha una struttura rigida e compatta. Le unità di concentrazione e conversione

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

fotovoltaica 2 sono disposte adiacenti tra loro in modo tale il gruppo ricevitore solare di ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 siano disposti completamente dietro, rispetto al verso di incidenza D della luce solare, al riflettore primario 3 di una unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 adiacente. Tale disposizione è resa possibile dalla struttura compatta del gruppo ricevitore solare e dall'impiego di riflettori primari 3 asimmetrici e con distanza focale ridotta.

I convertitori fotovoltaici 7 e 8 sono, inoltre, rigidamente collegati tra loro tramite un singolo elemento di supporto 21. La particolare struttura e la particolare disposizione, rispetto al riflettore primario 3, del gruppo ricevitore solare fanno sì che l'elemento di supporto 21 possa essere sagomato e posizionato in modo da non interferire con la luce solare concentrata 6 proveniente dal riflettore primario 3. Nell'esempio illustrato dalle figure 1 e 2, l'elemento di supporto 21 ha forma di U ed è posizionato con la parte centrale 21a sotto alla porzione periferica 18 della lente 9. Alternativamente, l'elemento di supporto 21 può essere posizionato con la parte centrale 21a a lato della porzione periferica 18.

Con riferimento di nuovo alla figura 1, il sistema fotovoltaico 1 comprende un telaio di supporto 22 progettato per favorire la dissipazione di calore. Per

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

esempio, il telaio di supporto 22 può essere provvisto di alette di raffreddamento, di per sé note e quindi non illustrate. Le unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 sono montate adiacenti tra loro lungo un lato di montaggio 22a del telaio di supporto 22. Se presenti, le alette di raffreddamento sono disposte, ad esempio, sul lato 22b del telaio di supporto 22 opposto al lato di montaggio 22a. Più in dettaglio, per ciascuna unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2, il riflettore primario 3 è montato, con la propria schiena, sul lato di montaggio 22a mediante un rispettivo elemento di supporto 23 e il gruppo ricevitore solare costituito dai componenti 4, 7, 8, 9 e 13 è montato, anch'esso, sul lato di montaggio 22a in corrispondenza di una rispettiva sede 24 tramite l'elemento di supporto 21. Questo particolare e semplice montaggio è reso possibile grazie all'impiego di riflettori primari 3 asimmetrici e con distanza focale corta e grazie alla struttura compatta del gruppo ricevitore solare. Inoltre, il calore accumulato dai convertitori fotovoltaici 7 e 8 viene dissipato attraverso il comune elemento di supporto 21 e il telaio di supporto 22. Per tale scopo, l'elemento di supporto 21 deve essere realizzato di materiale ad elevata conducibilità termica, per esempio metallo.

Una prima ulteriore forma di attuazione non illustrata

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

della presente invenzione differisce da quella illustrata dalle figure da 1 a 3 per il fatto che il riflettore secondario 4 è costituito da un semplice specchio piano per riflettere totalmente la luce solare concentrata dal riflettore primario 3 e che non c'è più il convertitore fotovoltaico 7.

Una seconda ulteriore forma di attuazione della presente invenzione differisce da quella illustrata dalle figure da 1 a 3 per il fatto che i riflettori 3 e 4, la lente asferica 9, la guida di luce 13 e i convertitori 7 e 8 si estendono per una medesima lunghezza lungo un asse, qui di seguito chiamato asse di estrusione, perpendicolare alla direzione di incidenza D e sono generate per traslazione di rispettive linee curve o sagome lungo tale asse di estrusione. In altre parole: il riflettore primario 3 e la porzione di ingresso 11 della lente 9 presentano rispettive curvature generate per traslazione di rispettive linee curve lungo tale asse di estrusione; il riflettore secondario 4 si estende parallelamente all'asse di estrusione; e la guida di luce 13 è costituita da una lastra di materiale trasparente estendentesi nelle due direzioni definite dall'asse 20 e dall'asse di estrusione. Di conseguenza, la zona focale ha una forma sostanzialmente lineare che si estende lungo l'asse di estrusione e le sezioni di ingresso 14 e uscita 15 della guida di luce 13

**Andrea FIORINI**  
*(Iscrizione Albo N.1197/B)*

hanno una forma rettangolare con i lati maggiori paralleli all'asse di estrusione. La curva di generazione della curvatura del riflettore primario 3 è costituita, per esempio, da un ramo di parabola. Dunque, la figura 1 rappresenta la seconda ulteriore forma di attuazione del sistema fotovoltaico secondo una vista in sezione lungo un qualsiasi piano parallelo alla direzione di incidenza D.

Una terza ulteriore forma di attuazione della presente invenzione illustrata nella figura 4, in cui viene mostrata solo una unità di concentrazione e conversione fotovoltaica 2 e in cui gli elementi corrispondenti sono indicati con gli stessi numeri e sigle delle figure 1 e 2, differisce da quella illustrata dalle figure da 1 a 3 per i seguenti aspetti principali.

Il riflettore primario, indicato con 30 nella figura 4, è costituito da uno specchio parabolico simmetrico rispetto ad un proprio asse ottico 31 parallelo alla direzione di incidenza D per riflettere e concentrare la luce solare verso una zona focale primaria sostanzialmente centrata sull'asse ottico 31. Il riflettore primario 30 ha una distanza focale lunga, cioè tale per cui tale per cui l'angolo massimo che un qualsiasi raggio di luce solare concentrata 6 forma con il rispettivo raggio di luce incidente 5 è minore di  $90^\circ$ . Vantaggiosamente, tale angolo massimo è compreso tra  $30^\circ$  e  $60^\circ$ . Il riflettore secondario

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

4, che è disposto tra il riflettore primario 3 e la zona focale primaria e dunque produce una ombra sul riflettore primario 3, è perpendicolare all'asse ottico 31. La lente accoppiata col riflettore secondario 4, indicata con 32, è una lente sferica avente una superficie anteriore curva 33 e una superficie posteriore piana 34. La superficie anteriore 33 ha forma di calotta sferica con centro sostanzialmente localizzato nel fuoco del riflettore primario 30. La superficie anteriore 33 ha una porzione di ingresso 35 di forma anulare per l'ingresso della luce solare concentrata 6 proveniente dal riflettore primario 30 e una porzione centrale 36 accoppiata otticamente con la sezione di ingresso 14 della guida di luce 13. La guida di luce 13 è coassiale con l'asse ottico 30 ed ha la sezione di uscita 15 posta in prossimità della superficie riflettente del riflettore primario 30 in corrispondenza di un foro centrale 37 del riflettore primario 30 per facilitare il montaggio, tramite un elemento di supporto 38, del gruppo ricevitore solare 4, 7, 8, 13 e 32 sul lato di montaggio 22a del telaio di supporto 22. Il riflettore primario 30 è montato con la propria schiena sul lato di montaggio 22a tramite uno o più elementi di supporto 23.

Il lavoro di studio e sperimentazione che ha portato a questa invenzione ha beneficiato di un finanziamento del Settimo programma quadro della Comunità Europea (7° PQ/2007-2013) nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. [213514].

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

## RIVENDICAZIONI

1. Sistema fotovoltaico comprendente almeno una unità di concentrazione e conversione fotovoltaica (2), la quale comprende un riflettore primario (3; 30) curvo per raccogliere e concentrare luce solare, un riflettore secondario (4) piano per riflettere almeno parte della luce solare concentrata dal riflettore primario (3; 30), e mezzi convertitori fotovoltaici (7, 8) disposti in modo da ricevere la luce solare concentrata; il sistema fotovoltaico (1) essendo **caratterizzato dal fatto che** detta unità di concentrazione e conversione fotovoltaica (2) comprende una lente (9; 32), la quale è disposta tra il riflettore primario (3; 30) e il riflettore secondario (4), ha una superficie anteriore (10; 33) curva presentante una porzione di ingresso (11; 35) per ricevere la luce solare concentrata dal riflettore primario (3; 30) ed ha una superficie posteriore (12; 34) piana accoppiata con detto riflettore secondario (4), e una guida di luce (13), la quale ha una sezione di ingresso (14) accoppiata con la superficie anteriore (10; 33) della lente (9; 32) e una sezione di uscita (15) accoppiata con almeno parte di detti mezzi convertitori fotovoltaici (7, 8); detta porzione di ingresso (11; 35) della lente (9; 32) essendo sagomata in modo tale che la luce solare entrata nella lente (9; 32) si concentri, dopo essere stata riflessa dal riflettore

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

secondario (4), in una zona focale (F) sostanzialmente localizzata nella sezione di ingresso (14) di detta guida di luce (13).

2. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 1, in cui detto riflettore secondario (4) è un riflettore dicroico per separare la luce solare concentrata dal riflettore primario (3; 30) in due porzioni di spettro di luce, una prima attraversando il riflettore secondario (4) e la seconda venendo riflessa dal riflettore secondario (4); detta superficie posteriore (12; 34) di detta lente (9; 32) essendo accoppiata con una faccia anteriore (16) del riflettore secondario (4); detti mezzi convertitori fotovoltaici (7, 8) comprendendo un primo convertitore fotovoltaico (7) sensibile alla prima porzione di spettro e accoppiato con una faccia posteriore (17) del riflettore secondario (4), e un secondo convertitore fotovoltaico (8) sensibile alla seconda porzione di spettro e accoppiato con detta sezione di uscita (15) di detta guida di luce (13).

3. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 1, in cui detto riflettore secondario (4) è atto a riflettere totalmente la luce solare concentrata da detto riflettore primario (3) e detti mezzi convertitori fotovoltaici comprendono un convertitore fotovoltaico (8) accoppiato con detta sezione di uscita (15) di detta guida di luce (13).

4. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

rivendicazioni precedenti, in cui detto riflettore primario (3; 30) ha una distanza focale corta.

5. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 4, in cui detta lente è una lente asferica (9).

6. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 5, in cui detta sezione di ingresso (14) di detta guida di luce (13) è accoppiata con una porzione periferica (18) di detta superficie anteriore (10) di detta lente asferica (9).

7. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto riflettore primario (3) è un riflettore asimmetrico per raccogliere un fascio di luce solare incidente (5) diretto secondo una direzione di incidenza (D) e concentrare la luce solare fuori da detto fascio di luce solare incidente (5); detto riflettore secondario (4), detta lente (9) e detta guida di luce (13) essendo disposti fuori dal fascio di luce incidente (5).

8. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 7, in cui detto riflettore secondario (4) giace su un piano attraversato obliquamente da detta direzione di incidenza (D).

9. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta lente (9; 32) e detta guida di luce (13) sono realizzati in un solo pezzo di materiale trasparente alla luce solare.

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

10. Sistema fotovoltaico secondo la rivendicazione 2, e comprendente un telaio di supporto (22) progettato per favorire la dissipazione di calore; detti primo e secondo convertitore fotovoltaico (7, 8) essendo rigidamente collegati tra loro mediante un singolo primo elemento di supporto (21), il quale è realizzato di materiale avente elevata conducibilità termica ed essendo montati su un lato di montaggio (22a) di detto telaio di supporto (22) mediante detto primo elemento di supporto (21); detto riflettore primario (3) essendo montato, con la propria schiena, su detto lato di montaggio (22a) del telaio di supporto (22) tramite un secondo elemento di supporto (23).

11. Sistema fotovoltaico secondo le rivendicazioni 4 e 7, e comprendente almeno due unità di concentrazione e conversione fotovoltaica (2) disposte adiacenti tra loro in modo tale che detto riflettore secondario (4), detta lente (9) e detta guida di luce (13) siano disposti completamente dietro, rispetto a detta direzione di incidenza (D), al riflettore primario (3) di una unità di concentrazione e conversione fotovoltaica (2) adiacente.

12. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto riflettore primario (3) presenta una curvatura costituita da una porzione di una superficie parabolica di rotazione; detta porzione di superficie presentando, secondo una vista in una direzione

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

di incidenza (D) della luce solare sul riflettore primario (3), un perimetro quadrangolare.

13. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta guida di luce (13) è costituita da un corpo oblungo di materiale trasparente, il quale presenta un asse longitudinale (20) attraversante obliquamente detto riflettore secondario (4) e all'interno del quale la luce si propaga per riflessione totale interna.

14. Sistema fotovoltaico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 11, in cui detta guida di luce (13) è costituita da una lastra di materiale trasparente, all'interno della quale la luce si propaga per riflessione totale interna e la quale si estende lungo un primo asse (20) attraversante obliquamente detto riflettore secondario (4) e un secondo asse perpendicolare a detto primo asse; detto riflettore primario (3) e detta porzione di ingresso (11) di detta lente (9) presentando rispettive curvature generate per traslazione di rispettive linee curve lungo detto secondo asse; detto riflettore secondario (4) estendendosi parallelamente a detto secondo asse.

p.i.: CPOWER S.R.L. CON SOCIO UNICO

**Andrea FIORINI**

**Andrea FIORINI**  
(Iscrizione Albo N.1197/B)

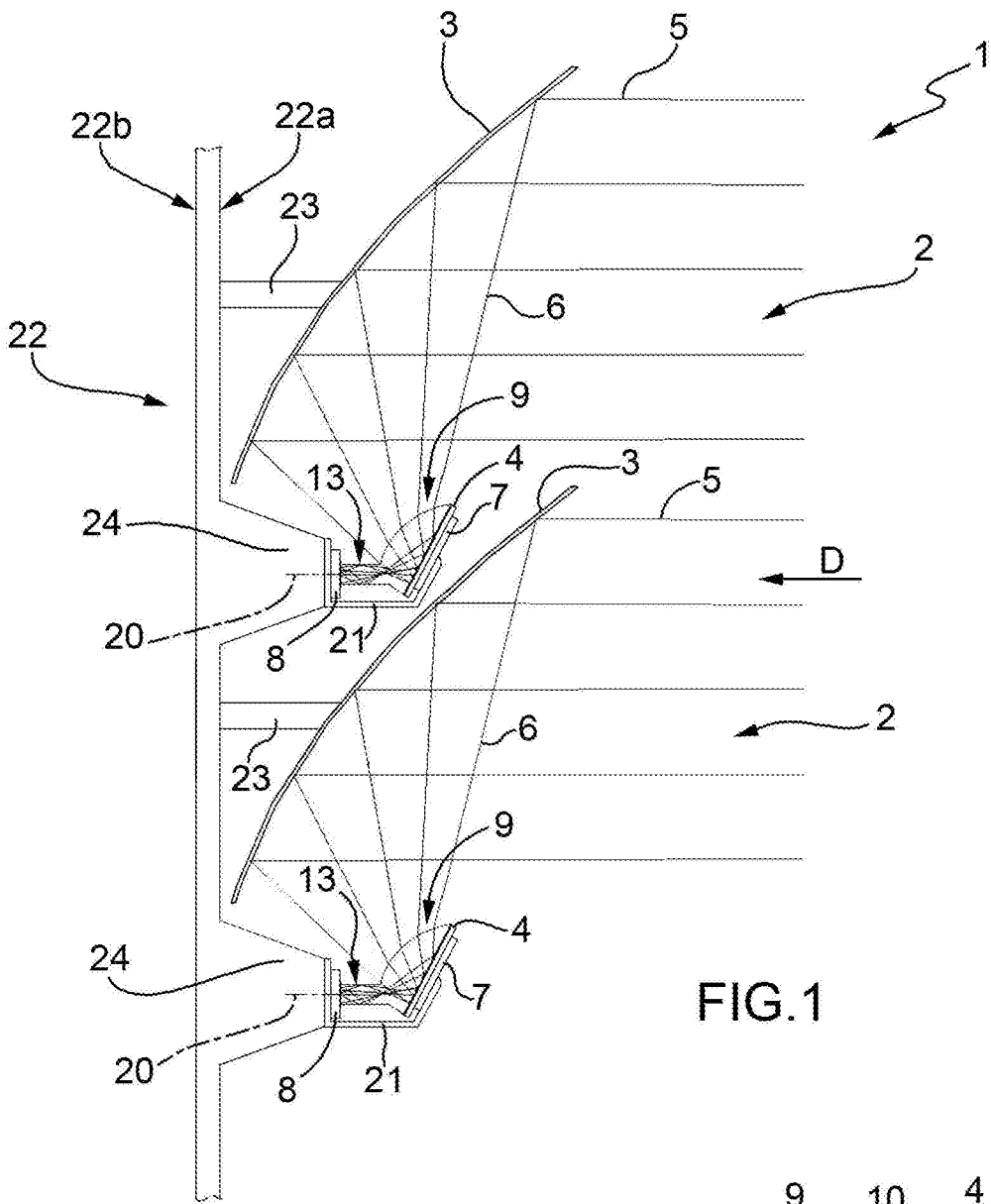


FIG.1

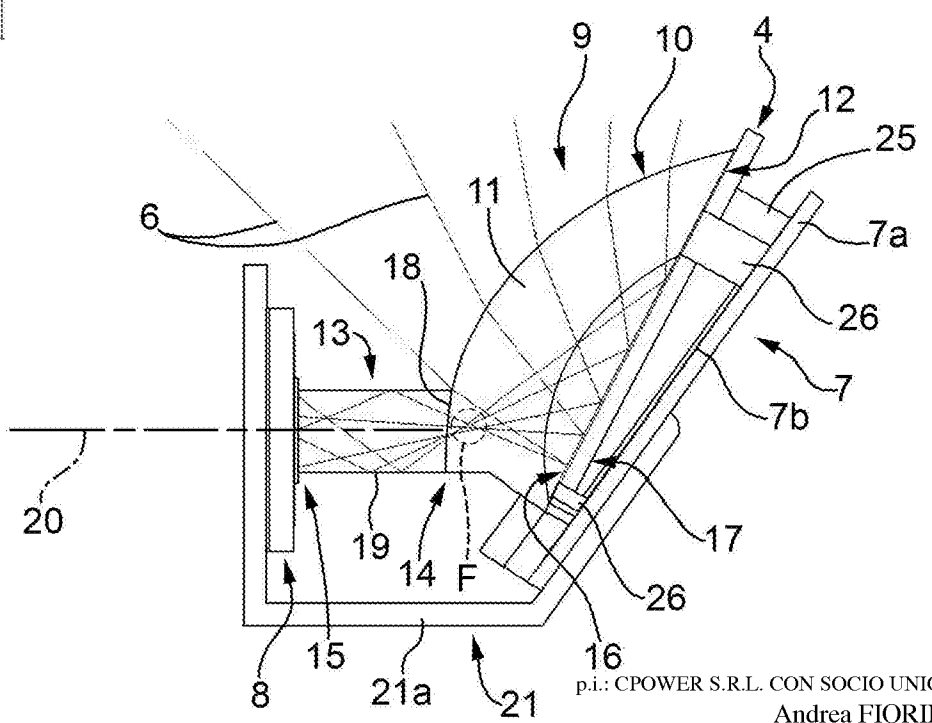


FIG.2

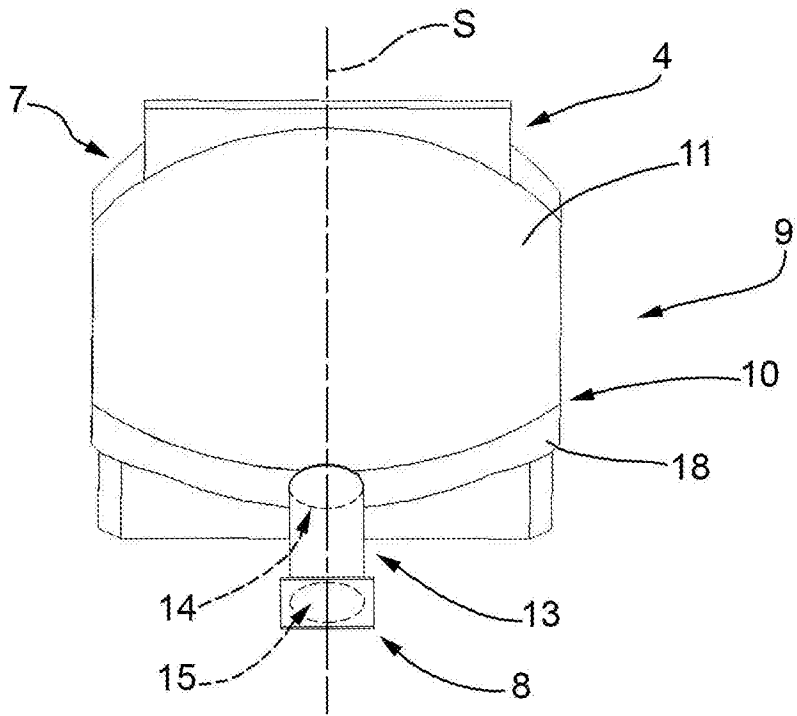


FIG.3

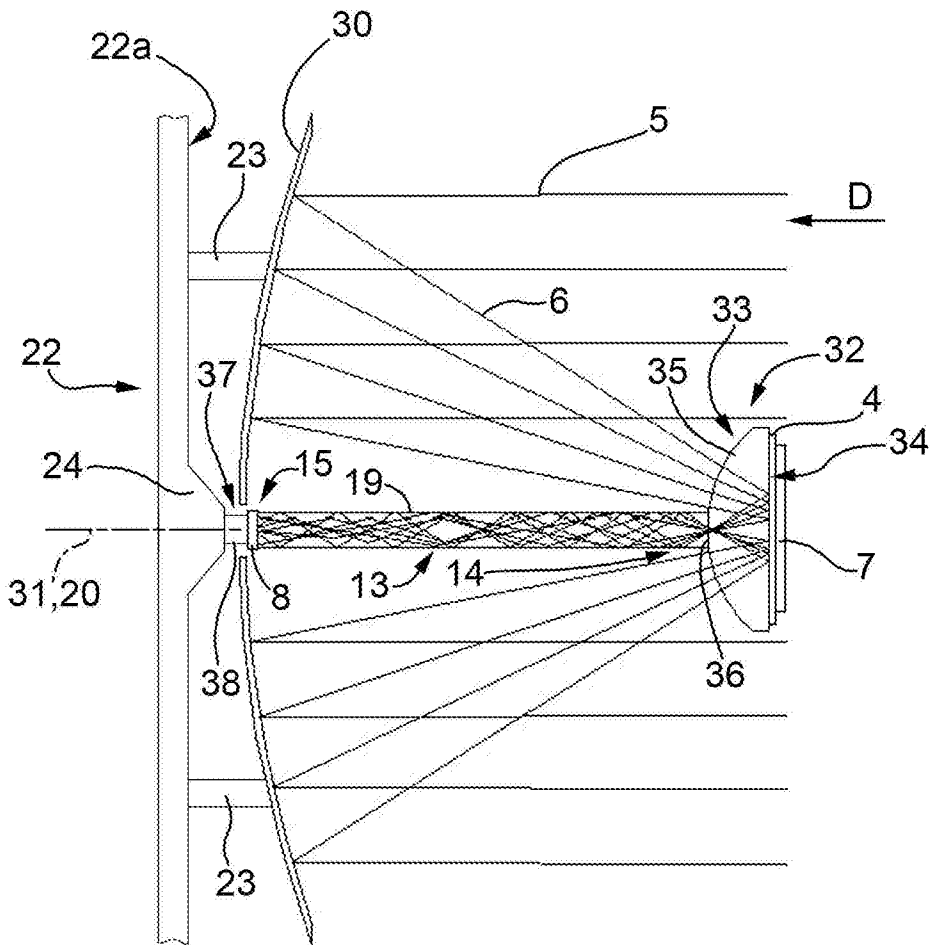


FIG.4