



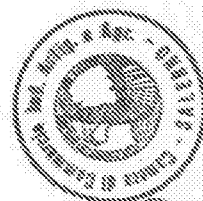
MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102011901940185
Data Deposito	28/04/2011
Data Pubblicazione	28/10/2012

Classifiche IPC

Titolo

CELLA SOLARE - TERMOIONICA



DESCRIZIONE dell'invenzione avente per TITOLO:

"Cella solare-termoionica"

a nome di D'Amato Giustino di nazionalità italiana nato l'08/06/1976 e residente in Salerno (SA) in Via Guadalupo n 27, 84126.

Depositato in data 28/04/2011 con il n° SA 2011/1000009

Testo della descrizione

Esistono diversi dispositivi per la conversione energia elettromagnetica solare in energia elettrica. La maggior parte di essi è costituita da singoli elementi, denominati celle fotovoltaiche, delle dimensioni dell'ordine delle decine di centimetri quadri per qualche millimetro e collegati elettricamente tra loro. Altri sono impianti complessi di specchi o concentratori parabolici che focalizzano grandi flussi di luce solare su accumulatori termodinamici, collegati a loro volta a macchine termiche o turbine a vapore con efficienze dichiarate che vanno dall'8% a circa il 30%. I costi di realizzazione di tali impianti, benché, a parità di superficie, più bassi rispetto a quelli realizzati con celle fotovoltaiche, risultano elevati. Le celle fotovoltaiche, a parte qualche eccezione "sperimentale" non ancora commercializzata a causa dei costi di produzione, hanno un rendimento che non supera il 19% e che decresce all'aumentare della temperatura. In particolare le celle fotovoltaiche al silicio (monocristallino o policristallino) sono le più diffuse e garantiscono rendimenti intorno al 18% in condizioni ottimali. Tuttavia, il loro costo, relativamente alto, limita la costruzione di grandi impianti fotovoltaici. Per incrementare l'efficienza, si è tentato di sfruttare in parte, insieme all'effetto di foto-conversione dei semiconduttori, l'effetto termoionico, che consiste nell'emissione di elettroni da parte di un materiale riscaldato ad alte temperature. Tuttavia questa soluzione è stata abbandonata; la sperimentazione non è mai stata sviluppata pienamente e non è presente nessuna documentazione tecnica che giustifichi questa scelta. In linea generale si può supporre che:

1. l'uso dei semiconduttori, a differenza dei metalli o dei metalli ricoperti da uno strato omogeneo di ossidi metallici, risulta poco efficace nella generazione di corrente termoionica, a causa del gap tra la banda di valenza e quella di conduzione;
2. l'effetto di foto-conversione per un semiconduttore ha un'efficienza che decresce al crescere della temperatura mentre l'efficienza della generazione termoionica cresce all'aumentare della temperatura e non si è trovato un materiale per cui, le due efficienze risultassero contemporaneamente accettabili al fine di realizzare un

dispositivo presentabile sul mercato.

3. l'eventuale dispositivo, una volta realizzato, risultava troppo costoso per essere competitivo sul mercato;

Da alcune di queste considerazioni, appare chiaro che i fenomeni di foto-conversione in semiconduttori ed emissione termoionica sono in concorrenza tra loro.

Codesta richiesta di brevetto ha per oggetto un dispositivo mai proposto prima, che consente di trasformare l'energia elettromagnetica solare in energia elettrica sfruttando unicamente il fenomeno dell'emissione termoionica con efficienze di gran lunga superiori alle comuni celle a semiconduttore e con bassi costi di realizzazione data la semplicità di progettazione e costruzione e l'economicità dei materiali utilizzati.

Per realizzare un efficiente dispositivo di conversione di energia elettromagnetica solare in energia elettrica sfruttando esclusivamente il fenomeno dell'emissione termoionica è necessario ridurre l'irraggiamento termico dell'elemento che, riscaldandosi, emette elettroni. Inoltre, individuando le geometrie più opportune per tale elemento, è possibile incrementare la capacità del dispositivo di assorbire al meglio la radiazione solare.

Il dispositivo è composto da tre parti distinte: Involucro Esterno, Anodo e Catodo (vedi Figure 1 e 2).

L'Involucro Esterno (a) è di forma cilindrica, internamente cavo e chiuso alle basi. Esso è costituito di materiale isolante quale vetro o quarzo. Una delle basi (i) costituisce una finestra ottica con un trattamento esterno antiriflesso per lo spettro solare. Alla parte interna della finestra ottica è applicato un substrato ad alta riflettività con un taglio massimo della lunghezza d'onda di $2\ \mu\text{m}$, al di sotto della quale il substrato risulta trasparente.

L'Anodo (b) è di forma conica, internamente cavo e a base aperta. Il suo diametro esterno e la sua altezza sono inferiori rispettivamente al diametro interno e all'altezza dell'Involucro Esterno. L'Anodo, costituito di materiale con elevata conducibilità elettrica, ha la sua superficie interna liscia o rivestita da uno strato metallico omogeneo altamente riflettente.

Il Catodo (c), di materiale metallico, è di forma conica ed internamente cavo con la base aperta. Il suo diametro esterno e la sua altezza risultano rispettivamente inferiori al diametro interno ed all'altezza dell'Anodo. L'angolo solido del cono del Catodo e dell'Anodo sono identici. La sua superficie esterna è liscia o ricoperta da uno strato omogeneo di ossidi metallici che prevengono la sublimazione del metallo ed incrementano l'efficienza del dispositivo, mentre la superficie interna è scabra o rivestita da uno strato scabro di grafite.

Al vertice del cono del Catodo è saldato, in asse con lo stesso, un filo (d) conduttore. Al vertice del cono dell'Anodo è praticato un foro di diametro maggiore del diametro del filo saldato al Catodo. Sulla superficie esterna dell'Anodo, sono saldati uno o più fili conduttori (l) (h). Il Catodo è inserito nell'Anodo in modo che i loro assi coincidano e che il filo saldato al Catodo fuoriesca dal foro praticato nell'Anodo. Il filo non deve toccare il corpo dell'Anodo. La superficie esterna del Catodo deve risultare quanto più possibile equidistante da quella interna dell'Anodo. Anodo e Catodo sono inseriti all'interno dell'Involucro Esterno in modo che i fili "passino" attraverso la base (g) e contemporaneamente assicurino la tenuta stagna dell'Involucro Esterno. Lungo la superficie laterale del Catodo sono saldati due o più fili conduttori (e) (f), che passando da fori laterali nell'Anodo usciranno anch'essi dalla base (g) dell'Involucro Esterno. Affinché il dispositivo funzioni correttamente è necessario che nell'Involucro Esterno sia stato praticato il vuoto ad una pressione inferiore a 0.133 Pascal. Minore sarà la pressione interna al dispositivo, minore sarà la probabilità di urti tra elettroni e molecole e/o atomi di gas residuo e maggiore sarà l'efficienza del dispositivo.

Attraverso la finestra ottica dell'Involucro Esterno, la luce solare, concentrata tramite una lente o un concentratore parabolico (esterno al dispositivo), arriva nel cono del Catodo che assorbe rapidamente la radiazione. Quindi il Catodo si riscalda ed emette elettroni che vengono accumulati dall'Anodo. Il flusso di elettroni che viaggia dal Catodo all'Anodo è detta "corrente termoionica" ed è descritta dalla legge di Richardson:

$$I = \sigma e^{\beta T} A T^2$$

Dove:

I è la corrente termoionica;

A e β sono costanti che dipendono dal materiale di cui è costituito il Catodo;

T e σ sono rispettivamente la temperatura e la superficie esterna del Catodo.

Il Catodo emettendo elettroni si carica positivamente, mentre l'Anodo assorbendo elettroni si carica negativamente. Tra il Catodo e l'Anodo si genera una differenza di potenziale dipendente dalla temperatura e dal materiale che costituisce il Catodo.

Questo dispositivo è descrivibile tramite un semplice modello termodinamico classico e non quantistico. Se a questo si unisce il fatto che l'Involucro Esterno è ermeticamente sigillato (non sono presenti scambi di materiale con l'esterno), qualunque previsione teorica sarà confermata con un'ottima approssimazione sperimentale. Si può dimostrare, partendo dal principio di conservazione dell'energia, che la temperatura del Catodo $T(t)$ al tempo t , sarà

Handwritten signature

calcolabile dalla seguente equazione:

$$\partial T[t]^*(M\gamma) = W(1-Y) - \alpha(T[t]^* - T_c) - nkS(T[t]^* - T_c)/d - e^{\beta T[t]^*}(\sigma A^* T[t]^* V[T[t]^*])$$

Dove:

W è la potenza della luce incidente;

M e γ sono rispettivamente la massa e la capacità specifica del Catodo;

Y è la riflettività della finestra ottica;

α è il parametro relativo allo scambio energetico tra il Catodo ed il resto del dispositivo;

n , k , S e d sono rispettivamente il numero, il coefficiente di conducibilità, la sezione e la lunghezza dei fili saldati al Catodo;

A , β e σ sono stati descritti nella legge di Richardson citata in precedenza;

T_c è la temperatura ambiente;

$V[T[t]^*]$ è la ddp tra il Catodo e l'Anodo che dipende dal materiale di cui è costituito il Catodo e dal carico elettrico applicato al dispositivo (convertitori DC-AC, batterie, motori, ecc.).

Essendo la massa dei fili molto minore di quella del Catodo, nella precedente formula si è ipotizzato, senza perdere in generalità, che la loro capacità termica e la loro massa sia nulla.

Per ridurre le perdite di calore del Catodo, è opportuno allungare quanto più possibile (m) i fili ad esso saldati, prima che arrivino all'Involucro Esterno. Inoltre, più sono lunghi e minore sarà la loro temperatura nel punto in cui sono a contatto con l'Involucro Esterno.

Tutte le caratteristiche fisiche ed elettriche del dispositivo dipendono dalla conoscenza di $T[t]$ che dopo un certo t (se W è costante), si stabilizza ad un valore costante.

E' importante considerare che, il Catodo, riscaldandosi emette radiazione elettromagnetica sia dalla superficie interna che da quella esterna, per cui risulta che:

1. quanto maggiore sarà la riflettività della superficie interna dell'Anodo, tanto maggiore sarà l'efficienza della conversione di energia elettromagnetica in energia elettrica;
2. quanto maggiore sarà compatibile il substrato ad alta riflettività, applicato alla finestra ottica dell'Involucro Esterno, con lo spettro di emissione del Catodo alla temperatura di regime, tanto maggiore sarà l'efficienza della conversione di energia elettromagnetica in energia elettrica.

Con la scelta del taglio della lunghezza d'onda a 2 μm (oggi i trattamenti di superfici per l'ottica sono molto economici), per il substrato ad alta riflettività, sarà riflesso circa il 5% della luce solare entrante nel dispositivo, mentre per una temperatura del Catodo di 2000 °C

verrà trattenuto circa il 52% della radiazione termica irraggiata. Per una temperatura del Catodo di 1100 °C verrà trattenuto circa il 90% della radiazione termica irraggiata. Guardando ora il bilancio energetico del dispositivo, si osserva che:

$$Q_m = Q_{in} + Q_{tr} + Q_{el} + Q_{ref}$$

Dove:

Q_{in} è l'energia entrante nel dispositivo;

Q_{tr} è l'energia termica che esce dal dispositivo attraverso i fili collegati al Catodo;

Q_{el} è l'energia termica (elettromagnetica) irraggiata dal Catodo e dispersa all'esterno del dispositivo;

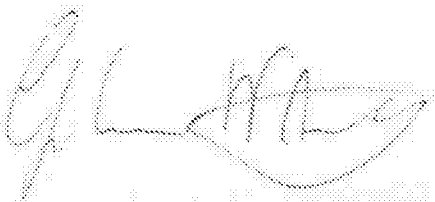
Q_{ref} è l'energia elettrica fornita dal dispositivo.

Q_{ref} è l'energia solare riflessa dal dispositivo.

Da questa formula si comprende che, se si trascurano Q_{tr} (ed ai fini pratici può essere trascurato se si minimizza la sezione dei fili e/o si massimizza la loro lunghezza) e Q_{ref} (la scelta della forma e del trattamento della superficie interna del Catodo permettono un assorbimento prossimo al 100%), minore sarà Q_{el} , maggiore sarà l'efficienza del dispositivo che è definita come:

$$Q_{el}/Q_{in}$$

Appare ora chiaro che, una volta stabilizzata la temperatura (che deve rimanere al di sotto della temperatura di fusione del materiale che costituisce il Catodo), con Q_{tr} che risulti il 50% di Q_{in} , l'efficienza del dispositivo sarà del 50%; con Q_{tr} che risulti il 10% di Q_{in} , l'efficienza del dispositivo sarà del 90% (se si trascurano i contributi di Q_{tr} e Q_{ref} che a tutti gli effetti non sono molto rilevanti nella pratica). Dimensionando opportunamente il Catodo e l'Anodo (e di conseguenza l'Involucro Esterno) è possibile coprire un ampio intervallo energetico relativo all'intensità della radiazione solare entrante.





RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di conversione di energia elettromagnetica solare in energia elettrica che sfrutta il fenomeno dell'emissione termoionica e composto dalle seguenti parti: un Catodo metallico, un Anodo metallico ed un Involucro Esterno. Il Catodo è contenuto all'interno dell'Anodo che, a sua volta, è contenuto all'interno dell'Involucro Esterno. Il Catodo e l'Anodo sono concentrici ed immersi in un'atmosfera rarefatta a pressione inferiore a 0.133 Pascal. Un lato dell'Involucro Esterno costituisce una finestra ottica che consente l'ingresso della luce nel dispositivo.
2. Metodo di utilizzo del dispositivo di conversione di energia elettromagnetica in energia elettrica di cui una possibile realizzazione è descritta nella rivendicazione 1. La luce solare concentrata, attraverso lenti e/o specchi concentratori parabolici, sferici o piani, dopo aver attraversato la finestra ottica, incide sul Catodo che si riscalda ed emette elettroni che vengono accumulati dall'Anodo.
3. Dispositivo di conversione formato da uno o più dispositivi di conversione secondo le rivendicazioni 1 e 2.
4. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 1 in cui la finestra ottica ha subito un trattamento superficiale antiriflesso adatto allo spettro solare.
5. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 4 in cui la finestra ottica ha subito un trattamento superficiale che consiste nel rivestimento di un substrato ad alta riflettività.
6. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 1 dove la superficie interna dell'Anodo è liscia.
7. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 1 dove la superficie del Catodo preposta all'assorbimento della luce è scabra ed ossidata.
8. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 1 dove la superficie interna dell'Anodo è ricoperta da uno strato metallico ad alta riflettività.
9. Dispositivo di conversione secondo la rivendicazione 1 dove la superficie del Catodo, preposta all'assorbimento della luce, è rivestita da uno strato scabro di grafite.
10. Dispositivo di conversione secondo le rivendicazioni 1, 7 e 9 dove la superficie del Catodo, non preposta all'assorbimento della luce, è rivestita da uno strato di ossidi metallici.

SK 30 M A 000009

TAV. I

8

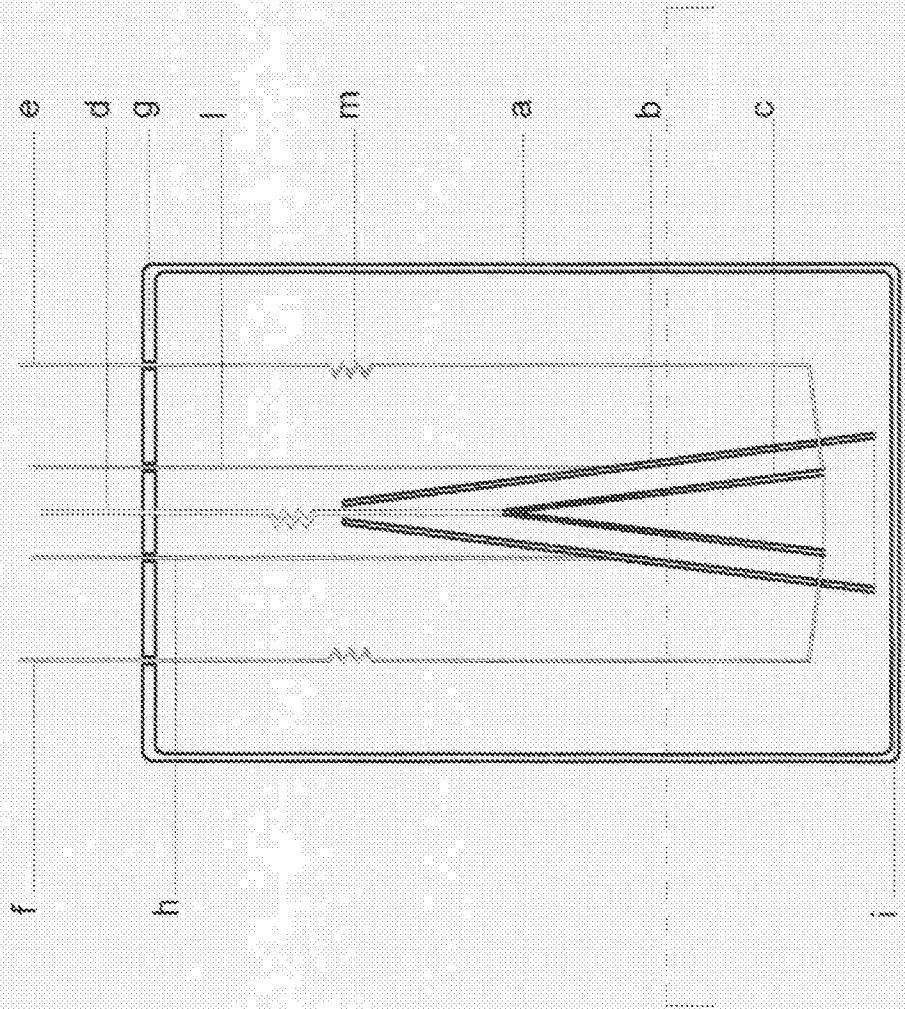
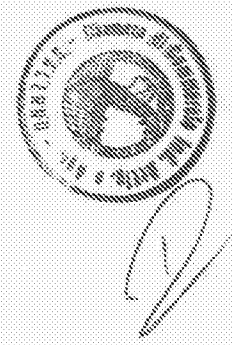


figura 2 - sezione A - A

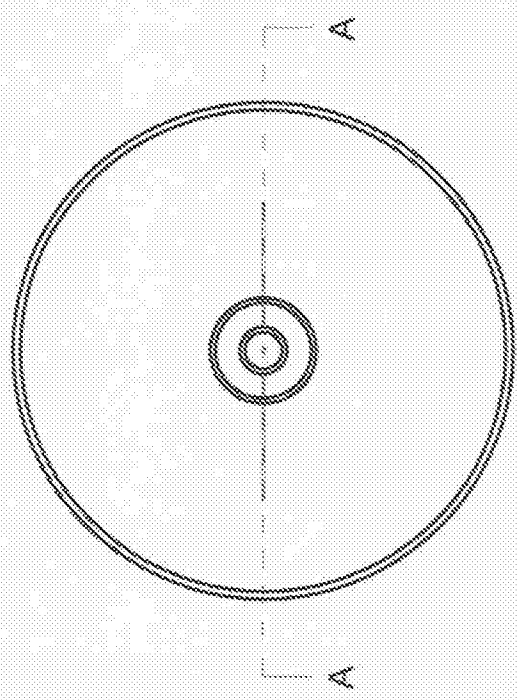


figura 1 - pianta

Handwritten signature