



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

DOMANDA NUMERO	102008901633398
Data Deposito	06/06/2008
Data Pubblicazione	06/12/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	J		

Titolo

GENERATORE DI ENERGIA DAL SOLE

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo: "Generatore di energia dal sole"

di: Xelos S.r.l., di nazionalità italiana, Piazza Manzoni 16, 21052 Busto Arsizio (VA)

Inventore designato: TESTA Roberto

depositata il: 6 giugno 2008

* * *

La presente invenzione si riferisce ad un generatore di energia dal sole.

L'invenzione è stata sviluppata con particolare riguardo ad un generatore di energia elettrica e/o termica mediante concentrazione dei raggi solari. In questo settore, sono noti svariati tipi di impianti in cui una serie di specchi, altrimenti detti anche eliostati o cielostati, concentra la radiazione solare su un ricevitore centrale, contenente un fluido ad elevata capacità di assorbimento termico, come ad esempio olio minerale o sali fusi. Questo fluido si riscalda, raggiungendo temperature elevate, anche ad esempio dell'ordine di 400-600 °C, e viene poi utilizzato ad esempio facendolo passare attraverso uno scambiatore di calore per la produzione di vapore, il quale a sua volta viene utilizzato in modo convenzionale per alimentare una turbina a vapore e in definitiva per produrre energia elettrica.

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un generatore di energia del tipo sopra indicato che operi ad alte temperature, che risulti più efficiente ed economicamente vantaggioso dei generatori della tecnica nota e che consenta intrinsecamente l'assorbimento e lo stoccaggio di energia da sfruttare anche in mancanza di radiazione solare. Un altro scopo della presente invenzione è quello di realizzare un generatore di energia che,

pur applicabile a cicli ad alta efficienza, possa essere di relativamente semplice realizzazione, di facile ed economica gestione e manutenzione, e che risulti affidabile nel tempo anche in condizioni gravose d'impiego.

Al fine di raggiungere gli scopi sopra indicati, l'invenzione ha per oggetto un impianto di generazione di energia dal sole le cui caratteristiche sono riportate nelle rivendicazioni che seguono.

Una caratteristica particolarmente vantaggiosa è il fatto che l'energia solare viene concentrata direttamente in un serbatoio ad alta temperatura, il che costituisce un elemento di notevole differenziazione rispetto alle tecnologie note attualmente utilizzate.

Nel generatore di energia secondo la presente invenzione, la radiazione solare viene assorbita ed immagazzinata in un ricevitore/serbatoio ad alta temperatura che viene sfruttato in un ciclo termodinamico ad alta efficienza, ad esempio ma non limitativamente un ciclo gas tipo turbogas o ciclo acqua vapore, preferibilmente con parametri supercritici, per la generazione di elettricità ad emissioni zero.

In un'applicazione più semplice il generatore della presente invenzione può essere utilizzato come fonte puramente termica, ad esempio ma non limitativamente per il riscaldamento di acqua per usi civili ed industriali con capacità di far fronte ai cicli giorno/notte, eventualmente combinato in un sistema di riscaldamento e raffrescamento di ambienti. In questo caso, le caratteristiche della presente invenzione fanno sì che si raggiungano efficienze e continuità di funzionamento decisamente superiori a quelle ottenibili con le tecnologie note disponibili.

Un'altra applicazione della presente invenzione è data dalla possibili-

tà di realizzare un assorbitore ad altissima temperatura per la produzione di idrogeno.

Nella forma di attuazione preferita, ma non limitativa, dell'invenzione, il generatore di energia mediante concentrazione dei raggi solari comprende tre gruppi funzionali fondamentali: un sistema di concentrazione dei raggi solari, mezzi di assorbitore ed accumulatore di calore, ed un impianto di sfruttamento del calore. Preferibilmente il sistema di concentrazione dei raggi solari comprende una molteplicità di specchi concentratori o collimatori, più preferibilmente, ma non limitativamente, realizzato in due stadi di concentrazione successiva grazie all'adozione di un insieme di specchi concentratori detti anche cielostati, che concentrano la radiazione solare su uno specchio collimatore che riflette la radiazione verso l'assorbitore/accumulatore di calore. Il sistema di concentrazione dei raggi solari può comprendere uno o più gruppi di cielostati e relativo specchio collimatore. Nel caso di più gruppi di cielostati e relativo specchio collimatore, i vari specchi collimatori possono essere usati puntando sullo stesso assorbitore.

Un elemento particolarmente caratteristico del generatore di energia dal sole secondo una forma di attuazione preferita della presente invenzione è il dispositivo assorbitore ed accumulatore di radiazione solare ad alta temperatura, che presenta caratteristiche particolarmente vantaggiose sia nella tipologia di assorbimento che nel sistema specifico di accumulo termico basato su una tecnologia che prevede l'impiego di sali fusi incapsulati. Più in particolare, l'assorbitore ed accumulatore di radiazione solare può comprendere un corpo cavo, in cui la cavità è praticamente completamente isolata dall'esterno, ad eccezione del foro o dei fori di entrata della radiazione e del-

l'ingresso e dell'uscita del fluido di processo del ciclo.

Nella cavità del corpo cavo dell'assorbitore e accumulatore sono alloggiare numerose capsule, intese come piccoli contenitori di forma preferibilmente ma non limitativamente sferica, ovoidale, tubolare, cilindrica o simili, di un materiale, ad esempio acciaio, adeguato alle alte temperature che possono essere raggiunte nell'interno dell'assorbitore ed accumulatore, contenenti un composto che alle temperature di esercizio dell'assorbitore e accumulatore presenta un comportamento almeno bifasico, come ad esempio può essere un sale alto fondente. La dimensione delle capsule o dei tubi viene selezionata sulla base dell'ottimizzazione dei parametri di rapporto peso sale/acciaio, costi di produzione, facilità di fluidizzazione e/o miscelazione da parte del gas circolante nell'assorbitore, e soprattutto sull'efficienza di scambio termico. Infatti, la dimensione contenuta delle capsule o dei tubi di sale consente uno scambio con il gas particolarmente efficiente grazie all'elevata superficie in gioco. I sali consentono inoltre l'assorbimento ed il mantenimento della temperatura durante la notte e durante le variazioni del grado di insolazione, anche grazie al calore latente di fusione dei sali stessi.

Il ciclo di sfruttamento del calore può essere un ciclo acqua-vapore di tipo convenzionale, oppure un ciclo tipo turbogas chiuso semplice rigenerativo o combinato. Nella presente invenzione, la fondamentale differenza rispetto ai cicli vapore convenzionali a vapore o a gas utilizzati abitualmente nelle applicazioni per produzione è legata al fatto che non c'è combustione, poiché il riscaldamento del fluido di processo avviene ad opera dell'assorbitore ed accumulatore termico solare. La conseguenza più immediata ed il vantaggio più evidente di una tale caratteristica è il fatto che la produzione

di energia del generatore della presente invenzione avviene ad emissioni zero. Un altro considerevole vantaggio è dato dal fatto che il fluido di processo è e rimane pulito, vale a dire non contaminato da agenti derivanti da combustione. La conseguenza è che non vi sono aggressioni ai tubi dello scambiatore nel caso di ciclo vapore, o alle pale dell'espansore nel caso di ciclo tipo turbogas, da parte di particelle e agenti corrosivi. Quest'ultimo fatto non solo allunga enormemente la vita dei componenti, ma consente l'impiego a temperature più alte e a più alta efficienza, aprendo la strada ad applicazioni ed impieghi molto più spinti di quanto non si sia potuto realizzare finora con i generatori della tecnica nota.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi risulteranno dalla descrizione che segue di una forma preferita di attuazione, con riferimento ai disegni annessi, dati a puro titolo di esempio, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica della sezione di concentrazione ed assorbimento dei raggi solari di un generatore di energia dal sole secondo la presente invenzione, e
- la figura 2 è una vista schematica in sezione di un assorbitore-accumulatore di un generatore di energia dal sole secondo la presente invenzione.

Con riferimento ora alle figure, un generatore di energia dal sole secondo la presente invenzione comprende tre gruppi funzionali fondamentali: un sistema di concentrazione 10 di raggi solari R, mezzi di assorbitore ed accumulatore di calore 12, ed un impianto di sfruttamento del calore 14.

Preferibilmente, il sistema di concentrazione 10 dei raggi solari comprende una molteplicità di specchi concentratori 16, detti anche cielostati, che concentrano la radiazione solare grazie alla loro forma ed alla loro di-

sposizione. Sono noti vari tipi di specchi concentratori 16 e loro disposizioni, atte a concentrare efficacemente la radiazione solare verso un punto focale predeterminato. Nel caso specifico della forma di attuazione preferita della presente invenzione, il sistema di concentrazione 10 dei raggi solari è preferibilmente a due stadi. In altre parole, una o più schiere di specchi concentratori 16 concentra i raggi solari su uno o più corrispondenti specchi collimatori 18 che riflettono la radiazione verso i mezzi di assorbitore ed accumulatore di calore 12. Complessivamente nel primo stadio di concentrazione della radiazione solare, realizzato dagli specchi concentratori 16, e nel secondo stadio di concentrazione collimazione, realizzato dallo o dagli specchi collimatori 18 si possono raggiungere fattori di concentrazione della radiazione molto elevati, ad esempio anche superiori a 10000 volte all'ingresso dei mezzi di assorbitore ed accumulatore 12.

Gli specchi concentratori 16 e gli specchi collimatori 18 possono assumere varie configurazioni, e in particolare possono essere individualmente concavi, ad esempio parabolici, per concentrare e collimare rispettivamente i raggi solari verso un punto focale, oppure, per semplicità costruttiva ed economicità, possono essere realizzati mediante combinazione e giustapposizione di un certo numero di specchi piani di più piccole dimensioni, disposti complessivamente secondo una configurazione concava, ad esempio approssimante una parabola, o lievemente convessa per i collimatori. In una configurazione tipica preferita, gli specchi concentratori 16 o cielostati sono composti e sono costituiti da un certo numero, preferibilmente ma non limitativamente da 10 a 20 specchi piani convergenti.

Gli specchi concentratori o cielostati 16 sono motorizzati ed automa-

tizzati per seguire l'arco diurno solare, mantenendo il proprio asse, su cui si trova il fuoco di concentrazione, sull'asse di direzione del sole, mentre l'uno o più specchio collimatore 18 viene orientato per deviare i raggi solari verso i mezzi di assorbitore ed accumulatore 12. Si possono utilizzare svariati blocchi cielostato – collimatore che puntano ai medesimi mezzi di assorbimento ed accumulazione.

I mezzi di assorbitore ed accumulatore 12 comprendono un corpo cavo 20 con una cavità interna o camera 22 che è praticamente completamente isolata dall'esterno, ad eccezione di un foro (o più fori) 24 di entrata della radiazione proveniente dal sistema di concentrazione dei raggi solari 10, in particolare dagli specchi collimatori 18, e dei fori o bocche di ingresso 26 ed uscita 28 del fluido di processo del ciclo. La camera 22 è sostanzialmente isoterma ad alta temperatura, e al suo interno si possono raggiungere temperature molto elevate, ad esempio di circa 850°, o più in generale superiori a circa 800 °C. In corrispondenza del foro di entrata 24 della radiazione può essere previsto un ulteriore specchio (non illustrato in figura), ad esempio uno specchio conico collimatore, per compensare possibili errori di allineamento.

Al fine di ottenere l'immagazzinamento del calore e l'omogeneizzazione della temperatura all'interno del corpo cavo 20, nella camera 22 sono alloggiato numerose capsule 30, preferibilmente ma non limitativamente sferiche, d'acciaio adeguato alle alte temperature che possono essere raggiunte nell'interno dell'assorbitore ed accumulatore, contenenti un sale alto fondente di tipo generalmente noto, o comunque un qualunque altro composto bifase, selezionato a seconda delle temperature di impiego dell'invenzione). Al-

l'interno del corpo cavo 20 circola un gas (frecce G di figura 2) che attraversa la camera 22 e provvede a fluidizzare e miscelare le capsule 30 in modo tale da omogeneizzare la temperatura all'interno della camera 22. Il gas all'interno dell'assorbitore ed accumulatore di calore 12 può circolare naturalmente per effetto convettivo, ma può anche essere fatto circolare forzatamente per garantire una maggiore uniformità ad esempio in fase di rilascio di calore durante la notte. Le capsule 30 possono anche essere parzialmente fluidizzate e miscelate dallo stesso fluido di processo (ad esempio aria/azoto, elio o altre miscele di gas) impiegato nell'impianto di sfruttamento del calore 14.

La dimensione ridotta delle capsule 30 consente uno scambio con il gas particolarmente efficiente grazie all'elevata superficie in gioco. I sali consentono inoltre l'assorbimento ed il mantenimento della temperatura durante la notte e durante le variazioni del grado di insolazione, anche grazie al calore latente di fusione dei sali stessi.

All'interno della camera 22, un distributore/riflettore (non illustrato nelle figure) garantisce di evitare un punto di surriscaldamento prossimo alla zona di ingresso 24 della radiazione, che comporterebbe maggiori perdite di riemissione radiativa.

Il ciclo di sfruttamento del calore può essere un ciclo acqua-vapore di tipo convenzionale, oppure un ciclo tipo turbogas chiuso semplice rigenerativo o combinato. Nell'ambito dei mezzi di assorbitore ed accumulatore 12 avviene lo scambio termico con il fluido di processo. Nel caso in cui il fluido di processo non attraversi esso stesso la moltitudine di capsule 30 all'interno della camera 22, è previsto un dispositivo scambiatore di calore 32.

Nel caso di un ciclo acqua-vapore, lo scambiatore 32 comprende un insieme di banchi di tubi 34, preferibilmente d'acciaio, posti all'interno del corpo cavo 20, che realizzano un generatore di vapore da utilizzare in una turbina 36, preferibilmente ma non limitativamente con parametri supercritici per raggiungere una più elevata efficienza. Nelle applicazioni con ciclo a gas il fluido di processo può venire direttamente riscaldato nell'assorbitore, con o senza l'interposizione di tubi di scambio in funzione dei parametri di pressione, dopo la fase di compressione, raggiungendo con una trasformazione sostanzialmente isobara la temperatura di immissione nell'espansore.

Nella forma preferita di attuazione, un generatore di energia dal sole secondo la presente invenzione può essere sviluppato con moduli di taglia da 0,2 a 5 MWel.

A titolo di puro esempio, il dimensionamento del generatore di energia dal sole secondo la presente invenzione viene effettuato stimando una efficienza di ciclo termico e valutando il coefficiente di potenza solare utilizzabile: quest'ultimo coefficiente è enormemente influenzato dal sito di installazione, e tiene conto del ciclo giorno-notte, dei livelli di insolazione medi, dell'efficienza del sistema di concentrazione a specchi, ecc. Da questi dati è possibile ricavare la superficie di specchi necessaria e, in base anche ai requisiti di funzionamento “al buio”, cioè con consumo ed autonomia senza luce solare o a bassa e bassissima insolazione), la dimensione e la quantità di capsule 30 necessarie per realizzare il volano termico, cioè il grado di accumulazione di calore desiderato, e lo scambio termico richiesti. Nel caso esemplificativo di un impianto pilota da 100 kW continui sia di giorno che di notte, con efficienza di ciclo di circa il 45% e coefficiente di insolazione

del 15%, occorrono circa 1000 m² di specchi concentratori 16 e di una camera 22 contenente circa 80-100 tonnellate di capsule 30.

Come menzionato nel preambolo della presente descrizione, in un'applicazione più semplice il generatore di energia dal sole della presente invenzione può essere utilizzato come fonte puramente termica (ad es., per il riscaldamento di acqua per usi civili ed industriali con la capacità di far fronte a cicli giorno/notte ed eventualmente combinato in un sistema di riscaldamento e raffrescamento. Si prevedono applicazioni anche nel settore della produzione di idrogeno tramite la realizzazione di mezzi assorbitori 12 ad altissima temperatura.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Generatore di energia dal sole, comprendente un sistema di concentrazione (10) di raggi solari (R), mezzi di assorbitore ed accumulatore (12) del calore dei raggi solari concentrati da detto sistema di concentrazione (10), ed un impianto di sfruttamento del calore (14) operativamente connesso ai mezzi di assorbitore ed accumulatore (12), caratterizzato dal fatto che i mezzi di assorbitore ed accumulatore (12) comprendono un corpo cavo (20) con una camera (22) sostanzialmente isoterma ad alta temperatura.
2. Generatore di energia secondo la rivendicazione 1, in cui l'impianto di sfruttamento del calore (14) comprende mezzi per l'attuazione di un ciclo termodinamico ad alta efficienza selezionato fra un ciclo gas tipo turbogas, un ciclo acqua vapore e un ciclo acqua vapore con parametri supercritici, per la generazione di elettricità ad emissioni zero.
3. Generatore di energia secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui i mezzi di assorbitore ed accumulatore (12) sono atti al raggiungimento di temperature superiori a circa 800 °C.
4. Generatore di energia secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 3, caratterizzato dal fatto che nel corpo cavo (20) è alloggiata una pluralità di capsule (30) contenenti un materiale o composto bifase con temperatura di transizione di fase sostanzialmente nell'intorno del campo di temperature raggiungibili all'interno della camera (22) soggetta ad irraggiamento da parte dei raggi solari concentrati da detto sistema di concentrazione (10).

5. Generatore di energia secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il sistema di concentrazione (10) dei raggi solari comprende una molteplicità di specchi concentratori (16) e collimatori (18) realizzato in due stadi di concentrazione successiva, gli specchi concentratori (16) concentrando la radiazione solare su almeno uno specchio collimatore (18) che riflette la radiazione verso i mezzi di assorbitore ed accumulatore (12).

