

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. August 2011 (04.08.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/091885 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F22B 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/068008

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. November 2010 (23.11.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 006 463.7
1. Februar 2010 (01.02.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRÜCKNER, Jan [DE/DE]; Habernhofer Weg 30, 91080 Uttenreuth (DE).
FRANKE, Joachim [DE/DE]; An der Fleischbrücke 1, 90403 Nürnberg (DE).

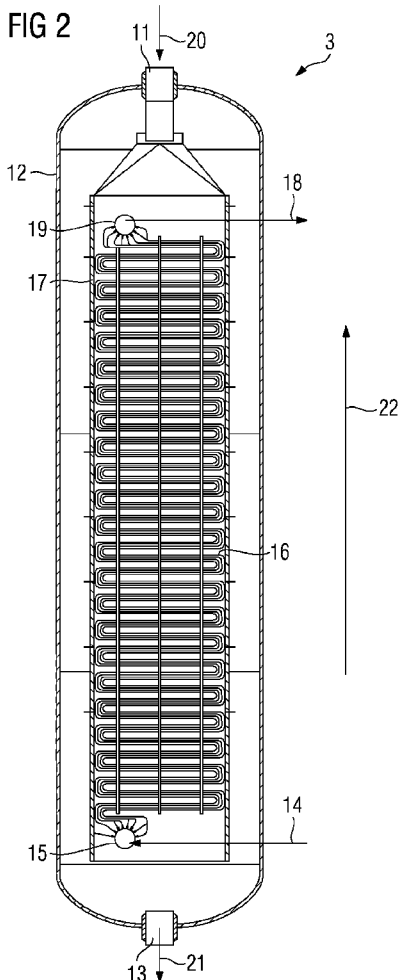
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SUPPRESSION OF STATIC AND DYNAMIC INSTABILITIES IN FORCED FLOW STEAM GENERATORS IN SOLAR THERMAL PLANTS BY EXPANDING THE HEATING SURFACE PIPES

(54) Bezeichnung : VERMEIDUNG STATISCHER UND DYNAMISCHER INSTABILITÄTEN IN ZWANGDURCHLAUF-DAMPFERZEUGERN IN SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN DURCH AUFWEITUNG DER HEIZFLÄCHENROHRE



(57) Abstract: The invention relates to a solar thermal steam generator (3), in particular for a solar thermal plant (1), through which a heat transfer medium (20, 21) can be guided and which comprises heat transfer pipes (16). One flow cross-section of the heat transfer pipes (16) increases counter to the direction of flow of the heat exchanger medium (20, 21).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen solarthermischen Dampferzeuger (3), insbesondere für eine solarthermische Kraftwerksanlage (1), durch den ein Wärmeträgermedium (20, 21) führbar ist, umfassend Wärmetauscherrohre (16), wobei ein Strömungsquerschnitt der Wärmetauscherrohre (16) entgegen einer Strömungsrichtung des Wärmetauschermediums (20, 21) zunimmt.



WO 2011/091885 A2



AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,

UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Beschreibung

Vermeidung statischer und dynamischer Instabilitäten in
Zwangdurchlauf-Dampferzeugern in solarthermischen Anlagen
5 durch Aufweitung der Heizflächenrohre

Die Erfindung bezieht sich auf einen solarthermischen Durch-
laufdampferzeuger, insbesondere für solarthermische Kraftwer-
ke mit Parabolrinnenkollektoren und indirekter Verdampfung.
10

Solarthermische Kraftwerke stellen eine Alternative zur her-
kömmlichen Stromerzeugung dar. Zurzeit werden solarthermische
Kraftwerke mit Parabolrinnenkollektoren und indirekter Ver-
dampfung ausgeführt.
15

In einer Ausführungsform dieses solarthermischen Kraftwerks
wird das Wärmeträgermedium in den Parabolrinnenkollektoren
aufgeheizt. Das heiße Wärmeträgermedium gibt seine Energie in
einem nachgeschalteten Wärmetauscher (Dampferzeuger) an das
20 vom Kondensator kommende Speisewasser ab. Der erzeugte Dampf
wird einer Dampfturbine zugeführt.

Der o.g. Dampferzeuger kann als Zwangdurchlaufdampferzeuger
mit vertikalem oder horizontalem Kanal für das Wärmeträgerme-
dium ausgeführt werden.
25

Grundsätzlich ist bei Dampferzeugern dieser Art die Möglich-
keit von statischen und dynamischen Instabilitäten gegeben.
Diese sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden.
30

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, bei solar-
thermischen Dampferzeugern der oben genannten Art dynamische
Instabilitäten zu vermeiden.

Dazu wird vorgeschlagen, dass bei einem solarthermischen
Dampferzeuger, insbesondere für eine solarthermische Kraft-
werksanlage, durch den ein Wärmeträgermedium führbar ist und
der Wärmetauscherrohre umfasst, ein Strömungsquerschnitt der
35

Wärmetauscherrohre entgegen einer Strömungsrichtung des Wärmetauschermediums zunimmt.

Die erzielte Verringerung des Reibungsdruckverlustes der
5 Zweiphasenströmung bzw. der Dampfströmung wirkt sich stabilisierend auf die Strömung aus.

Vorteilhafter Weise wird die Zunahme des Strömungsquerschnitts durch eine Rohrwandstärkenreduzierung der Wärmetauscherrohre erreicht.
10

Alternativ kann die Zunahme des Strömungsquerschnitts durch eine Vergrößerung eines Innenquerschnitts der Wärmetauscherrohre erreicht werden.
15

Zweckmäßiger Weise ist das Wärmeträgermedium ein Thermoöl oder eine Salzschnmelze.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird der solarthermischen Dampferzeuger nach der Erfindung als Zwangsdurchlaufdampferzeuger verwendet.
20

Eine solarthermische Kraftwerksanlage umfasst vorteilhafter Weise einen solchen Dampferzeuger.
25

Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn eine solarthermische Kraftwerksanlage Parabolrinnen umfasst.

Der Druckverlust der Zweiphasenströmung bzw. der Dampfstrecke wirkt wie eine Drossel am Austritt des Systems und ist destabilisierend. Der relative Anteil dieses Druckverlustes am Gesamtdruckverlust des Systems ist beim Auftreten einer Instabilität zu minimieren. Durch die in der Erfindung vorgeschlagene Maßnahme wird der o.g. Druckverlust im Austrittsbereich des Verdampfers minimiert. Bei richtiger Wahl der Lage der Strömungsquerschnittsverhältnisse im Dampferzeuger können so statische und dynamische Instabilitäten sicher vermieden werden.
30
35

Es zeigen schematisch und nicht maßstäblich:

- Figur 1 einen Wasser-Dampf-Kreislauf eines solarthermischen Kraftwerks und
5
Figur 2 einen Zwangsdurchlaufdampferzeuger.

Die Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft den Aufbau einer eines Wasser-Dampf-Kreislaufs eines solarthermischen Kraftwerks 1 nach dem Stand der Technik. Die solarthermische Kraftwerksanlage 1 umfasst ein in Figur 1 nicht gezeigtes Solarfeld, in dem die Sonnenstrahlung konzentriert und in Wärmeenergie umgewandelt wird. Das Solarfeld kann beispielsweise Parabolrinnenkollektoren oder Fresnel-Kollektoren aufweisen. Konzentrierte Sonnenstrahlung wird an ein Wärmeträgermedium, beispielsweise Thermoöl, abgegeben, das gegenüber Wasser einen wesentlich höheren Siedepunkt aufweist, so dass Temperaturen von 300-400 °C erreicht werden können. Über die Rohrleitung 2 wird das Wärmeträgermedium zum solarthermischen Dampferzeuger 3 transportiert, in dem ein Arbeitsmedium, beispielsweise Wasser, erwärmt, verdampft und der erzeugte Dampf überhitzt wird, wobei sich das Wärmeträgermedium wieder abkühlt. Das abgekühlte Wärmeträgermedium wird über die Leitung 4 zurück in das Solarfeld gepumpt.

25
Der überhitzte Dampf wird im sogenannten konventionellen Teil des solarthermischen Kraftwerks 1 über eine Frischdampfleitung 5 in eine Dampfturbine 6 als Arbeitsmedium eingeleitet. Die Dampfturbine 6 treibt einen Generator 7 an. In der Dampfturbine 6 wird das Arbeitsmedium entspannt und anschließend in einem Kondensator 8 verflüssigt. Eine Speisewasserpumpe 9 pumpt das verflüssigte Arbeitsmedium wieder zurück zum solarthermischen Dampferzeuger 3 womit der Wasser-Dampf-Kreislauf 10 des Arbeitsmediums geschlossen ist.

35
Figur 2 zeigt einen solarthermischen Dampferzeuger 3 mit einem Einlass 11 für das heiße Wärmeträgermedium 20 am oberen Ende eines druckdichten Behälters 12 und einem Auslass 13 für

das abgekühlte Wärmeträgermedium 21 am unteren Ende des Behälters 12.

Speisewasser 14 wird dem solarthermischen Dampferzeuger 3 an
5 seinem unteren Ende zugeführt und über einen Eintrittssammler
15 auf Wärmetauscherrohre 16 verteilt, die im Behälter 12 angeordnet sind. Die Wärmetauscherrohre 16 sind so ausgebildet, dass Wärme vom Wärmeträgermedium auf das Arbeitsmedium übertragbar ist. Damit das heiße Wärmeträgermedium aufgrund des
10 geringeren Strömungswiderstandes nicht an der Gesamtheit der Wärmetauscherrohre 16 vorbei und hauptsächlich entlang der Innenwand des Behälters 12 sondern durch die Wärmetauscherrohrzwischenräume strömt, wird das Wärmeträgermedium in einem Strömungskanal 17 durch den Behälter 12 des solarthermischen
15 Abhitzedampferzeugers 3 geführt. Der Strömungskanal 17 erweitert sich an seinem oberen Ende vom Einlass 11 her und ist unten offen. Der Behälter 12 ist im Betrieb innerhalb und außerhalb des Strömungskanals 17 mit dem Wärmetauschermedium gefüllt.

20 Beim Durchlaufen der Wärmetauscherrohre 16 wird das Speisewasser erwärmt, verdampft und überhitzt, so dass am Ende der Wärmetauscherrohre 16 überhitzter Dampf 18 in einem Austrittssammler 19 gesammelt und der Dampfturbine 6 zugeführt
25 werden kann.

Gemäß der Erfindung nimmt nun ein Strömungsquerschnitt der Wärmetauscherrohre 16 entgegen einer Strömungsrichtung des Wärmetauschermediums 20,21 zu. Pfeil 22 zeigt die Richtung
30 der Zunahme des Strömungsquerschnitts.

Patentansprüche

1. Solarthermischer Dampferzeuger (3), insbesondere für eine solarthermische Kraftwerksanlage (1), durch den ein Wärmeträgermedium (20,21) führbar ist, umfassend Wärmetauscherrohre (16), dadurch gekennzeichnet, dass ein Strömungsquerschnitt der Wärmetauscherrohre (16) entgegen einer Strömungsrichtung des Wärmetauschermediums (20,21) zunimmt.
5
2. Solarthermischer Dampferzeuger (3) nach Anspruch 1, wobei die Zunahme des Strömungsquerschnitts durch eine Rohrwandstärkenreduzierung der Wärmetauscherrohre (16) erreicht wird.
10
3. Solarthermischer Dampferzeuger (3) nach Anspruch 1, wobei die Zunahme des Strömungsquerschnitts durch eine Vergrößerung eines Innenquerschnitts der Wärmetauscherrohre (16) erreicht wird.
15
4. Solarthermischer Dampferzeuger (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Wärmeträgermedium (20,21) ein Thermoöl ist.
20
5. Solarthermischer Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Wärmeträgermedium (20,21) eine Salzschmelze ist.
25
6. Verwendung des solarthermischen Dampferzeugers (3) nach einem der vorherigen Ansprüche als Zwangsdurchlaufdampferzeuger.
30
7. Solarthermische Kraftwerksanlage (1) umfassend einen solarthermischen Dampferzeuger (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
35
8. Solarthermische Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 7 umfassend Parabolrinnen.

FIG 1

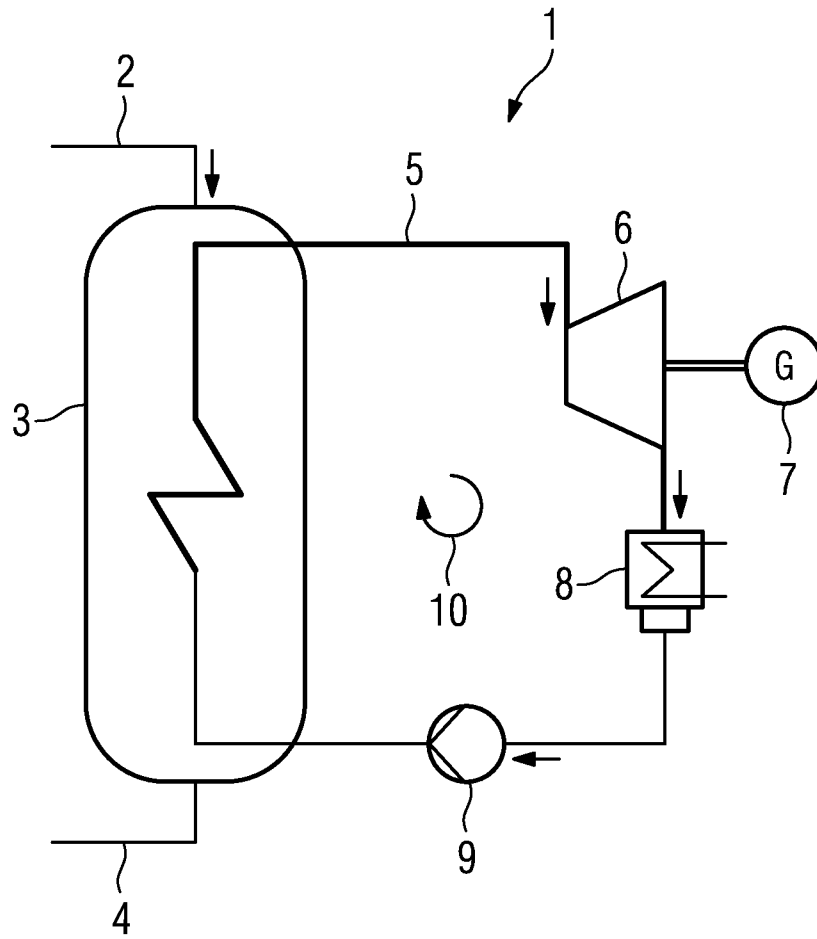


FIG 2

