

(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
25. März 2010 (25.03.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/031375 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2009/001225
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
31. August 2009 (31.08.2009)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2008 048 096.7
19. September 2008 (19.09.2008) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** ECOENERGY GESELLSCHAFT FÜR ENERGIE- UND UMWELTECHNIK MBH [DE/DE]; Bei dem Gerichte 9, 37445 Walkenried (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SCHU, Reinhard [DE/DE]; Blankenburger Strasse 56, 37445 Walkenried (DE).
- (74) **Anwalt:** VOMBERG, Friedhelm; Schulstrasse 8, 42653 Solingen (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

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



WO 2010/031375 A2

(54) **Title:** METHOD FOR OVERHEATING VAPOUR

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR ÜBERHITZUNG VON DAMPF

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for solar overheating of vapour produced by solar energy, using different solar heat producers, wherein the process with the lower maximum possible temperature is essentially used for vapour production and the process with the higher maximum possible temperature is essentially used for vapour overheating.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur solaren Überhitzung von solar erzeugtem Dampf mit unterschiedlichen Solarthermieerzeugern, wobei der Prozess mit der niedrigen maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampferzeugung und der Prozess mit der höheren maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampfüberhitzung eingesetzt wird.

Verfahren zur Überhitzung von Dampf

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur solaren Überhitzung von solar erzeugtem Dampf.

Der einfache Wasser-Dampf-Kreislauf eines konventionellen Kraftwerks besteht mindestens aus einer Speisewasserpumpe, einem Dampferzeuger, einer Turbine und einem Kondensator. Die Speisewasserpumpe pumpt Wasser in einen Dampferzeuger, der beispielsweise ein Kessel sein kann, in dem mittels eines Brennstoffs Wasser erhitzt wird. Der entstehende Dampf treibt beispielsweise eine stromerzeugende Turbine an. Anschließend wird der Dampf in einem Kondensator verflüssigt, so dass das entstehende Wasser erneut in den Kreislauf eingespeist werden kann. Der Wirkungsgrad einer derartigen Wärmekraftmaschine ist abhängig von den höchsten und niedrigsten Temperaturen im System, wobei der Wirkungsgrad desto höher ist, je größer die entsprechende Temperaturdifferenz ist. Im Zuge der zunehmenden Rohstoffknappheit und insbesondere aus Umweltschutzgründen liegt es im allgemeinen Interesse die Wirkungsgrade vorhandener Kraftwerke zu verbessern, und somit ihre Effizienz zu steigern.

Beispielsweise ist aus der DE 10 2005 036 792 A1 ein Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf bekannt, wobei in einer Hauptanlage im wesentlichen Satt- oder Nassdampf erzeugt wird, der in einer Nebenanlage überhitzt wird, wobei der Überhitzer der Nebenanlage in Abhängigkeit von der Dampfproduktion der Hauptanlage geregelt wird. Das vorgeschlagene Verfahren dient vor allem zur Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades von Ersatzbrennstoffanlagen oder Atomkraftwerken.

Nach dem Stand der Technik sind auch Solarthermiekraftwerke bekannt, die die Sonnenenergie dazu nutzen, ein Thermalöl als Wärmeträgermedium aufzuheizen, welches wiederum das Wasser in dem Wasserdampfkreislauf verdampft. Derzeit bekannte Thermalöle sind allerdings thermisch instabil und nur auf Temperaturen unterhalb von 400° C erhitzbar. In jüngster Zeit werden statt des Thermalöls Salz-

schmelzen als Wärmeträgermedium verwendet, die eine wesentlich höhere Austrittstemperatur erlauben.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zu schaffen, mit dem der Wirkungsgrad von Dampfkraftmaschinen weiter erhöht wird, wobei gleichzeitig umweltbelastende Mittel vermieden werden sollen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zur solaren Überhitzung von solar erzeugtem Dampf unterschiedliche Solarthermieerzeuger eingesetzt werden, wobei der Prozess mit der niedrigen maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampferzeugung und der Prozess mit der höheren maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampfüberhitzung eingesetzt wird. Vorzugsweise wird die erzeugte Heißluft aus dem Prozess mit der höheren möglichen Temperatur durch Verwendung als Frischluft in einem Verbrennungsprozess weiter verbessert und zu noch höheren Temperaturen und Wirkungsgraden im Wasserdampfprozess geführt. Vorteilhafterweise ist zur Überhitzung von Dampf in einem Wasser-Dampf-Kreislauf eines Dampfkraftwerks vorgesehen, dass mindestens zwei unterschiedliche Solarthermieerzeuger verwendet werden, wobei mittels eines ersten Solarthermieerzeugers Dampf erzeugt wird und mittels eines weiteren Solarthermieerzeugers der Dampf überhitzt wird.

Durch die Verwendung unterschiedlicher Solarthermieerzeugern für die Erhitzung von Wasser und die Überhitzung von Dampf kann der Wirkungsgrad des Dampfkraftwerkes erhöht werden, da die einzelnen Prozesse unabhängig voneinander und von der Temperatur optimal auf die jeweiligen Verhältnisse abgestimmt werden können.

Nach einer besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass der erste Solarthermieerzeuger ein Parabolrinnensystem mit Thermalöl als Wärmeträgermedium ist. Ein Parabolrinnensystem besteht aus einem länglichen parabolförmigen Spiegel, der die Eigenschaft hat parallel einfallendes Licht in einem Brennpunkt zu bündeln. Entlang des Brennpunktes ist eine Leitung angeordnet, in der ein Wärmeträgermedium ge-

leitet und durch die Einwirkung der Sonnenstrahlung erhitzt wird. Als Wärmeträgermedium kann beispielsweise Thermalöl verwendet werden. Es ist zwar bekannt, dass Thermalöle nur auf Temperaturen bis maximal 400°C erhitzbar sind, allerdings können insbesondere Parabolrinnensysteme mit Thermalölen sehr groß dimensioniert sein, so dass sie aufgrund der gewählten Größenordnung hohes technisches Optimierungspotential im Bereich des Wasser-Dampf-Kreislaufs durch beispielsweise mehrstufige Kondensat- und Speisewasservorwärmung besitzen.

Als zweiter Solarthermieerzeuger ist vorzugsweise ein Solarturm oder ein Parabolrinnensystem mit Salzschnmelzen als Wärmeträger vorgesehen. Salzschnmelzen sind geschmolzene Salze oder ionische Flüssigkeiten, die eine Austrittstemperatur von derzeit bis zu 565°C erlauben, so dass damit der Dampf überhitzt werden kann.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mittels Solartürmen mit Receivern Heißluft erzeugt wird, mittels der die Dampfüberhitzung unterstützt wird. Ein Solarturm besteht aus einem Turm, in dem das zu erhitzende Medium einige Meter oberhalb des Erdbodens entlang fließt oder gelagert ist. Um den Turm herum sind etliche hundert bis tausend bewegliche Spiegel angeordnet, die sich derart ausrichten lassen, dass sie einfallende Sonnenstrahlen in einem Punkt bündeln können. Damit kann das Wärmeträgermedium innerhalb des Turms erhitzt werden. Bei direkter Luftvorwärmung können Temperaturen von 700°C bis 1.000°C erzeugt werden, so dass die Überhitzung des Dampfs weiter erhöht werden kann.

Ein konkretes Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der Figuren erläutert.

Dabei zeigt die

- Fig.1a eine perspektivische Ansicht einer Parabolrinne,
- Fig. 1b einen Querschnitt durch eine Parabolrinne,
- Fig. 2 eine Solarturmanlage und
- Fig. 3 eine schematische Ansicht eines Wasser-Dampf-Kreislaufs.

Ein Parabolrinnensystem 1 weist mindestens einen parabelförmigen Spiegel 2 auf, in dessen Brennpunkt F eine Leitung 3 angeordnet ist, in der das Wärmeübertragungsmedium fließt. Parallel einfallendes Sonnenlicht 4 wird von dem parabelförmigen Spiegel 2 an den Reflexionspunkten 5 derart gebrochen, dass sich das Licht im Brennpunkt F bündelt, wobei der Brennpunkt F (bzw. in diesem Fall die Brennpunktlinie) mit der Leitung 3 zusammenfällt. Derartige Anlagen können prinzipiell beliebig groß ausgestaltet werden. Insbesondere ist die Länge einer Parabolrinne 2 kaum begrenzt, wobei auch vorgesehen sein kann mehrere Parabolrinnen nebeneinander anzuordnen.

Eine Solarturmanlage 20 besteht aus einem Turm 21 auf dem ein Receiver 22 angeordnet ist in dem das Wärmeübertragungsmedium in einer Rohrleitung 23 geleitet wird. Um den Solarturm herum sind Spiegeleinheiten 24 angeordnet, die jeweils ausrichtbare Spiegel 25 aufweisen. Das von der Sonne 26 emittierte Licht wird von den ausrichtbaren Spiegeln auf den Receiver 22 des Solarturms gelenkt, wodurch das Wärmeübertragungsmittel erhitzt wird.

In Fig. 3 ist beispielhaft und schematisch ein möglicher Prozessablauf dargestellt. Der Wasser-Dampf-Kreislauf 31 besteht aus einer Speisewasserpumpe 32 die das Wasser in die Rohrleitung 33 pumpt. In dem Verdampfer 34 wird das Wasser verdampft, wobei der Verdampfer 34 dazu mit Solarenergie über ein Parabolrinnensystem 1 mit Thermalöl als Wärmeübertragungsmedium versorgt wird. Der entstehende Dampf wird anschließend in dem Überhitzer 35 überhitzt. Die dazu notwendige Energie kann beispielsweise von einem Parabolrinnensystem 1 oder einem Solarturm 20 erzeugt werden, wobei als Wärmeübertragungsmedium eine Salzschmelze vorgesehen ist. Unterstützt wird die Überhitzung durch einen Heißluftheizer 36, der ebenfalls eine Solarturmanlage sein kann. Der überhitzte Dampf treibt im weiteren Verlauf des Kreislaufs eine Turbine 37 an, in der kinetische Energie in elektrische Energie oder in Wärme umgewandelt wird. Abschließend wird der Dampf in dem Kondensator 38 kondensiert, so dass die Speisewasserpumpe 32 das Wasser zurück in den Wasser-Dampf-Kreislauf 31 pumpen kann.

Ansprüche

1. Verfahren zur solaren Überhitzung von solar erzeugtem Dampf mit unterschiedlichen Solarthermieerzeugern, wobei der Prozess mit der niedrigen maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampferzeugung und der Prozess mit der höheren maximal möglichen Temperatur im Wesentlichen zur Dampfüberhitzung eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erzeugte Heißluft aus dem Prozess mit der höheren möglichen Temperatur durch Verwendung als Frischluft in einem Verbrennungsprozess weiter verbessert und zu noch höheren Temperaturen und Wirkungsgraden im Wasserdampfprozess geführt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überhitzung von Dampf in einem Wasser-Dampf-Kreislauf (31) eines Dampfkraftwerkes zwei unterschiedliche Solarthermieerzeuger (1, 20), wobei mittels eines ersten Solarthermieerzeugers (1,20) Dampf erzeugt wird und mittels eines weiteren Solarthermieerzeugers (1,20) der Dampf überhitzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Solarthermieerzeuger (1,20) ein Parabolrinnensystem (1) mit Thermalöl als Wärmeträgermedium ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Solarthermieerzeuger (1,20) ein Solarturm (20) oder eine Parabolrinnensystem (1) mit Salzschnmelzen als Wärmeträger ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels Solartürmen (20) mit Receivertechnik Heißluft erzeugt wird, mittels der die Dampfüberhitzung unterstützt wird.

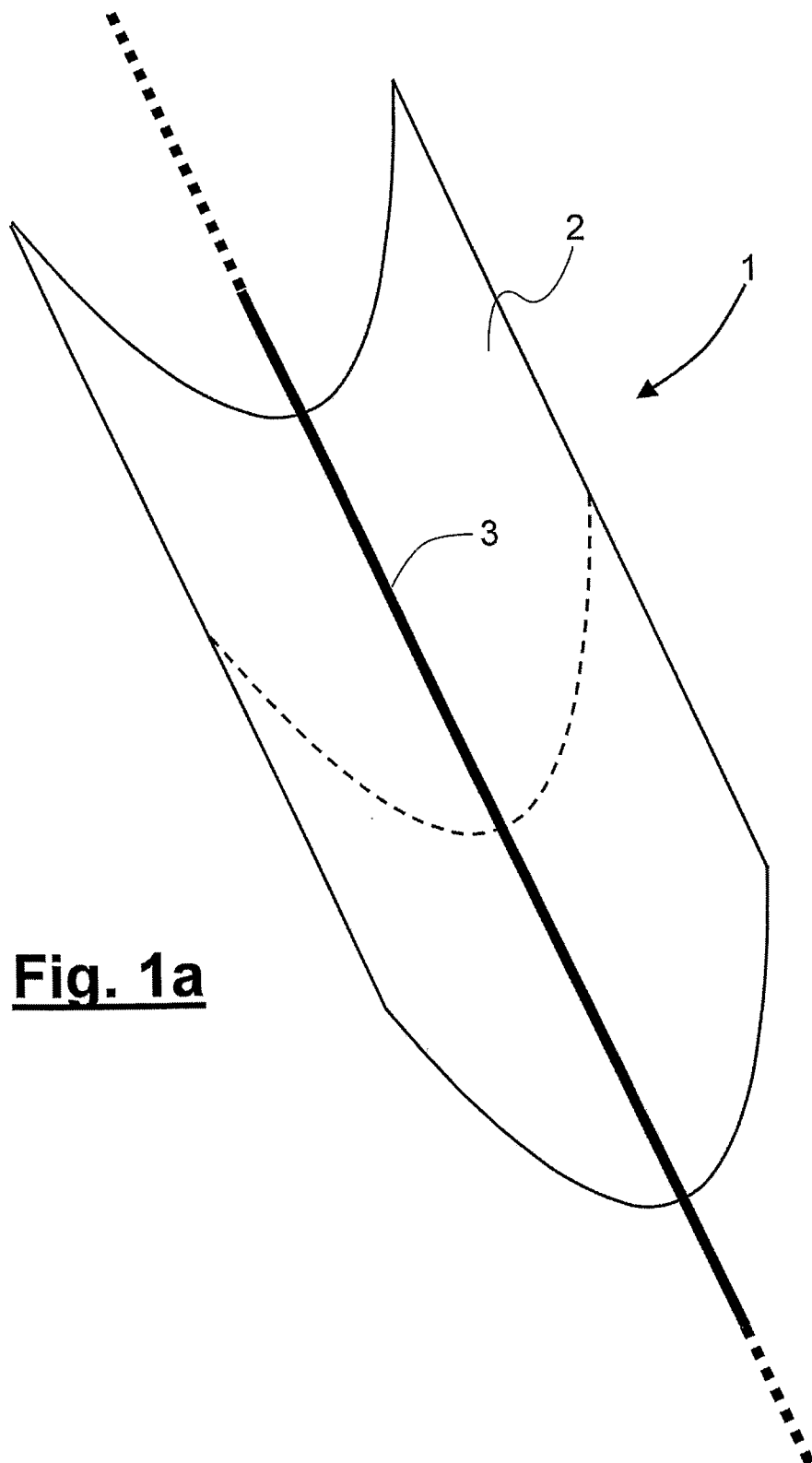


Fig. 1a

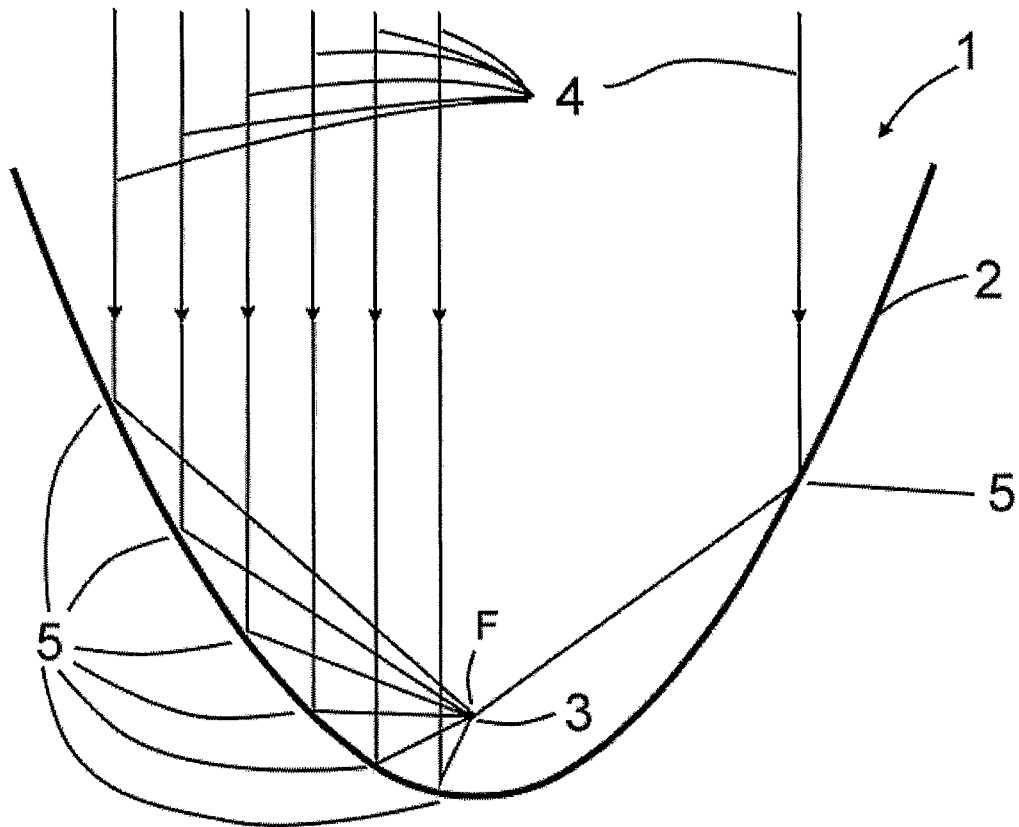


Fig. 1b

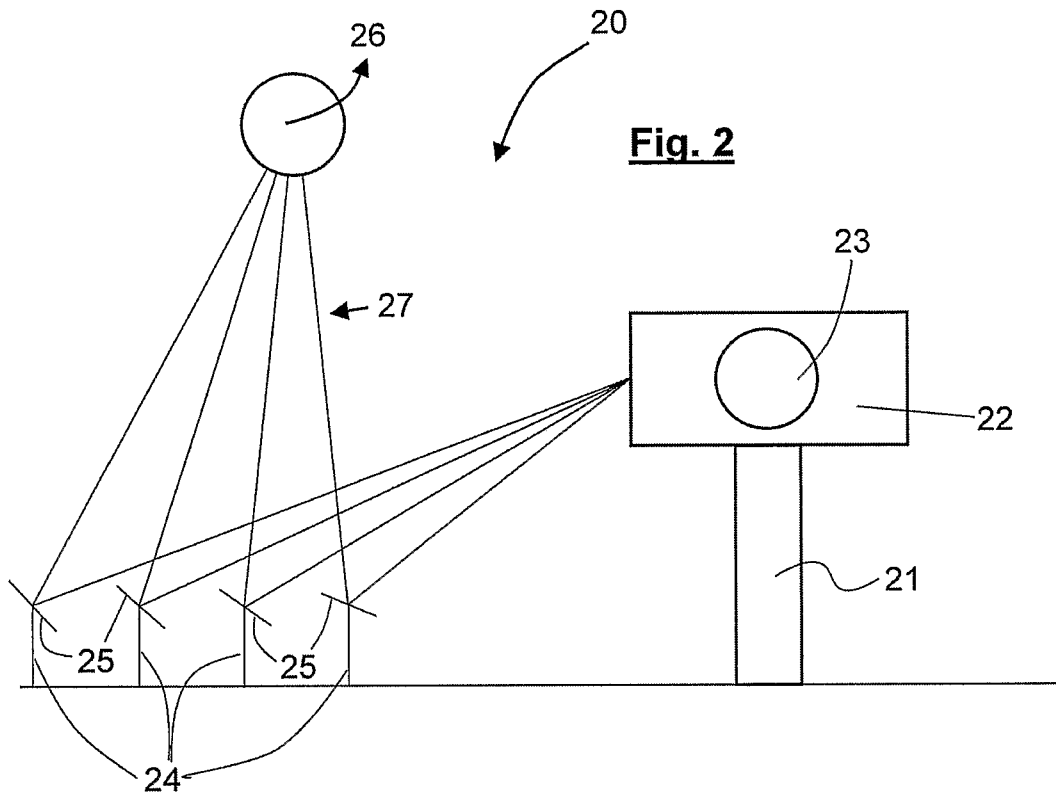


Fig. 3

