

(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  
6. Dezember 2012 (06.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/163467 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F01K 3/24* (2006.01) *F02C 6/18* (2006.01)  
*F01K 23/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001976
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Mai 2012 (08.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 102 929.3 31. Mai 2011 (31.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FERSTL, Johann** [DE/DE]; Feldmochinger Str. 255, 80995 München (DE).  
**TAUTZ, Hanno** [DE/DE]; Steiner Ring 29, 82538 Geretsried (DE).
- (74) Anwalt: **LINDE AG**; Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, D-82049 Pullach (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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING SUPERHEATED STEAM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PRODUKTION VON ÜBERHITZTEM DAMPF

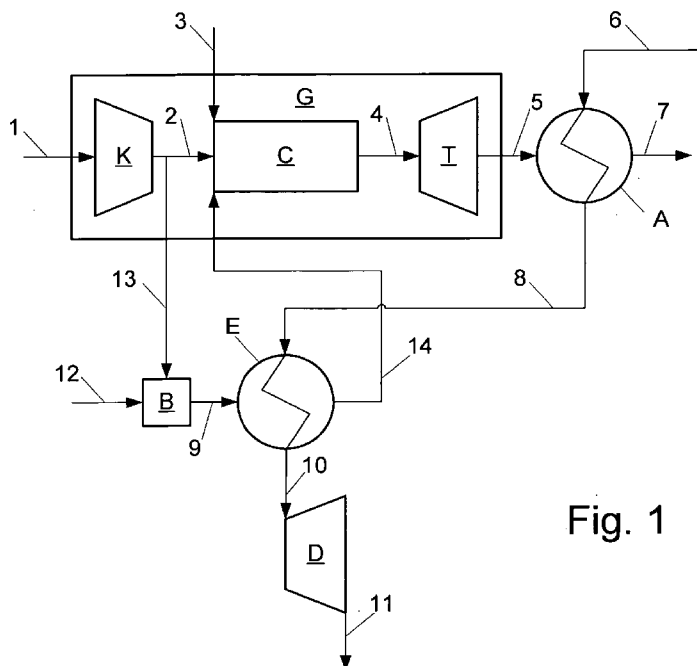


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for producing superheated steam (10), wherein steam (8) is superheated to a first steam temperature in the exhaust gas stream (5) of a gas turbine (G) by indirect heat exchange (A). The steam (8) superheated in the exhaust gas stream (5) of the gas turbine (G) is heated by indirect heat exchange (E) with a flue gas (9) produced outside the gas turbine (G) to a second steam temperature above the first steam temperature.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Produktion von überhitztem Dampf (10), bei dem Dampf (8) im Abgasstrom (5) einer Gasturbine (G) durch indirekten Wärmetausch (A) auf eine erste Dampftemperatur überhitzt wird. Der im Abgasstrom (5) der Gasturbine (G) überhitzte Dampf (8) wird durch indirekten Wärmetausch (E) gegen ein außerhalb der Gasturbine (G) erzeugtes Rauchgas (9) auf eine oberhalb der ersten Dampftemperatur liegende zweite Dampftemperatur aufgeheizt.



**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## Beschreibung

### Verfahren und Vorrichtung zur Produktion von überhitztem Dampf

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Produktion von überhitztem Dampf, bei dem Dampf im Abgasstrom einer Gasturbine durch indirekten Wärmetausch auf eine erste  
5 Dampftemperatur überhitzt wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Mit einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 60% sind Gas- und Dampfturbinen-  
10 Kraftwerke gegenwärtig die effektivsten Einrichtungen zur konventionellen Erzeugung elektrischer Energie. In der Brennkammer einer Gasturbine wird ein Brennstoff, wie beispielsweise Erdgas, mit Luft, die im Kompressor der Gasturbine auf einen Druck von bis zu 30bar verdichtet wurde, bei einer Temperatur von bis zu 1500°C verbrannt. Das dabei erzeugte heiße Gasgemisch wird unter Verrichtung mechanischer Arbeit im  
15 Turbinenteil entspannt, bevor es die Gasturbine als Abgas mit einer Temperatur von bis zu 620°C verlässt. Zur weiteren Nutzung seines Energieinhalts wird das Abgas durch einen Abhitzeessel geführt und dabei in indirektem Wärmetausch gegen Wasser bzw. Dampf abgekühlt. Der im Abhitzeessel erzeugte Dampf, der eine Temperatur von bis zu 570°C und einen Druck von bis zu 130bar aufweist, wird  
20 nachfolgend einer Dampfturbine zugeführt und dort arbeitsleistend entspannt. Sowohl die Gas- als auch die Dampfturbine sind mit einem Stromgenerator gekoppelt, so dass die Energie des Brennstoffs mit hohem Wirkungsgrad in elektrische Energie umgesetzt wird.

25 Der im Dampfturbinenprozess erreichbare elektrische Wirkungsgrad hängt in erster Linie von Druck und Temperatur ab, mit der der Dampf in die Dampfturbine eintritt. Je höher die beiden Parameter, desto höher ist auch der Wirkungsgrad. Der Hochdruckteil moderner Hochleistungs-Dampfturbinen erlaubt Dampfeintrittstemperaturen von bis zu 600°C bei einem Druck von 280bar. Gegenwärtig laufen Entwicklungen, diese  
30 Temperatur auf 700°C bei 340bar zu steigern, wodurch der Wirkungsgrad eines Dampfkraftwerks um 3-4%-Punkte angehoben werden könnte. Wegen der eingeschränkten Abgastemperaturen der Gasturbine können in Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken jedoch nur weit niedrigere Dampftemperaturen erreicht

werden, so dass das Wirkungsgradpotential von Dampfturbinen nicht voll ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs  
5 beschriebenen Art sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, durch die es möglich ist, den elektrischen Wirkungsgrad von Kombikraftwerken im Vergleich zum Stand der Technik zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der im Abgasstrom der Gasturbine überhitzte  
10 Dampf in indirektem Wärmetausch gegen ein außerhalb der Gasturbine erzeugtes Rauchgas auf eine oberhalb der ersten Dampftemperatur liegende zweite Dampftemperatur aufgeheizt wird.

Vorzugsweise wird die Aufheizung auf die zweite Dampftemperatur so durchgeführt,  
15 dass Hochdruckdampf mit einem Druck zwischen 300 und 340 bar und einer Temperatur zwischen 650 und 720°C erzeugt wird.

Zur Erzeugung des Rauchgases wird ein Brennstoff gemeinsam mit einem  
sauerstoffhaltigen Oxidationsmittel, bei dem es sich um Luft oder um mit Sauerstoff  
20 angereicherte Luft oder um technisch reinen Sauerstoff handelt, in einen Brennraum geführt und dort verbrannt. Bevorzugt werden Brennstoff und Oxidationsmittel dem Brennraum mit erhöhtem Druck zugeführt, so dass auch das bei der Verbrennung gebildete Rauchgas einen Druck aufweist, der höher ist als der Luftdruck.  
Zweckmäßigerweise wird das Oxidationsmittel im Kompressor der Gasturbine  
25 verdichtet. Insbesondere dann jedoch, wenn technisch reiner Sauerstoff als Oxidationsmittel eingesetzt wird, kann das Oxidationsmittel in einer von der Gasturbine unabhängigen Einrichtung verdichtet werden. Als Brennstoff kann eine Vielzahl von Flüssigkeiten oder Gasen, wie Erdgas, Wasserstoff, Synthesegas, Flüssiggas oder Kerosin, eingesetzt werden. Sinnvollerweise wird der Brennstoff für die Erzeugung des  
30 Rauchgases aus derselben Quelle bezogen, wie der Brennstoff für den Betrieb der Gasturbine.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass bei  
der Aufheizung auf die zweite Dampftemperatur abgekühltes Rauchgas zur  
35 Verrichtung mechanischer Arbeit in die Brennkammer und/oder den Turbinenteil der

Gasturbine eingeleitet wird, wobei zumindest ein Teil des Rauchgas als Kühlmedium durch das Kühlsystem der Turbinenschaufeln geführt werden kann. Hierzu wird vorgeschlagen, den Brennstoff und das Oxidationsmittel dem Brennraum mit einem Druck zuzuführen, der ausreichend hoch ist, um das abgekühlte Rauchgas ohne  
5 Druckerhöhung in die Gasturbine einleiten zu können.

Der auf die zweite Dampftemperatur aufgeheizte Dampf wird vorzugsweise in einer Dampfturbine unter Verrichtung mechanischer Arbeit in mehreren Druckstufen entspannt. Es ist jedoch auch denkbar, dass die gesamte oder ein Teil der  
10 Dampfmenge einem Verbraucher als Prozessdampf zugeführt wird.

In der Dampfturbine auf ein mittleres Druckniveau entspannter Dampf, der beispielsweise zwischen 40 und 120 bar vorliegt, wird zweckmäßigerweise einer Zwischenüberhitzung auf bis zu 720°C unterzogen, bevor er in der nächsten  
15 Druckstufe der Dampfturbine weiter entspannt wird. Erfindungsgemäß erfolgt die Zwischenüberhitzung mit einem außerhalb der Gasturbine erzeugten Rauchgas, das nach seiner Abkühlung ebenfalls in die Brennkammer und/oder den Turbinenteil der Gasturbine eingeleitet werden kann.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Produktion von überhitztem Dampf, mit einer Gasturbine und einem dieser nachgeschalteten Abhitzekessel, in dem Wasserdampf gegen das aus der Gasturbine abströmende Abgas auf eine erste Dampftemperatur überhitzt werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird vorrichtungsseitig erfindungsgemäß dadurch, dass sie einen außerhalb der Gasturbine angeordneten Brennraum zur Erzeugung eines Rauchgases sowie einen mit dem Brennraum verbundenen Wärmetauscher aufweist, in den der im Abhitzekessel gebildete überhitzte Dampf eingeleitet und gegen das im Brennraum erzeugte Rauchgas auf eine oberhalb der ersten Dampftemperatur liegende zweite  
30 Dampftemperatur aufgeheizt werden kann.

Vorzugsweise weist der Wärmetauscher eine aus einem oder mehreren Rohren gebildete erste Passage auf, durch die überhitzter Dampf geleitet werden kann, sowie eine zweite Passage, durch die Rauchgas entlang der Außenseite jedes der die erste  
35 Passage bildenden Rohre führbar ist, wobei jedes der die erste Passage bildenden

Rohre von einem druckfesten Mantel umgeben ist, der an seiner Innenseite eine wärmeisolierende Beschichtung aufweist und durch dessen Innenraum die zweite Passage verläuft. Ein derartiger Wärmetauscher ist in einer beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Nummer 102011010630.8 eingereichten Patentanmeldung  
5 beschrieben, deren Inhalt mit ihrer Zitierung vollständig in die vorliegende Beschreibung aufgenommen werden soll.

Eine zweckmäßige Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass der Brennraum mit der Gasturbine verbunden ist, so dass ein im Kompressor der  
10 Gasturbine verdichtetes Oxidationsmittel in den Brennraum eingeleitet werden kann. Eine weitere zweckmäßige Variante sieht vor, dass sowohl der Brennraum als auch die Gasturbine mit derselben Brennstoffquelle verbunden sind, so dass beiden der gleiche Brennstoff mit ähnlichem Druck zugeführt werden kann.

15 Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht eine Verbindung zwischen Wärmetauscher und Gasturbine vor, so dass im Wärmetauscher abgekühltes Rauchgas in die Brennkammer und/oder den Turbinenteil der Gasturbine eingeleitet werden kann. Um das Rauchgas mit einem für seine Einleitung in die Gasturbine ausreichenden Druck erzeugen zu können, sind ein oder mehrere von der  
20 Gasturbine unabhängige Verdichter zur Verdichtung des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels vorgesehen, die der Brennkammer vorgeschaltet sind.

Um den im Wärmetauscher erzeugten Dampf einer wirtschaftlichen Nutzung zuführen zu können, sieht die Erfindung vor, dass der Wärmetauscher mit einer Dampfturbine  
25 und/oder mit einem Verbraucher verbunden ist, so dass auf die zweite Dampftemperatur aufgeheizter Dampf zur Verrichtung mechanischer Arbeit der Dampfturbine und/oder als Prozessdampf dem Verbraucher zugeführt werden kann.

Durch die Erfindung ist es möglich, den Wirkungsgrad des Dampfturbinenprozesses im  
30 Vergleich zum Stand der Technik deutlich zu steigern. Wie Untersuchungen gezeigt haben, erhöht sich beispielsweise der elektrische Wirkungsgrad eines Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerks bei Anwendung der Erfindung um ca. 2%-Punkte auf 62%.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines in der **Figur 1** schematisch dargestellten  
35 Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Die Figur 1 zeigt einen Gas- und Dampfturbinen-Prozess, in der die Temperatur eines im Abgasstrom der Gasturbine erzeugten Dampfes durch Wärmetausch mit einem heißen Rauchgas erhöht wird.

5

Über Leitung 1 wird der Gasturbine G als Oxidationsmittel vorzugsweise Luft zugeführt und im Kompressor K auf einen Druck verdichtet, der typischerweise zwischen 17 und 30 bar liegt. Das verdichtete Oxidationsmittel 2 wird in die Brennkammer C eingeleitet und mit Brennstoff 3, bei dem es sich beispielsweise um Erdgas handelt, zur Reaktion  
10 gebracht. Das hierbei gebildete Gasgemisch 4 tritt mit einer Temperatur von bis zu 1500°C in die mit einem Generator (nicht dargestellt) gekoppelte Turbine T ein, in der es unter Verrichtung mechanischer Arbeit entspannt und dabei abgekühlt wird. Mit einer Temperatur von bis zu 620°C wird das abgekühlte Gasgemisch als Abgas 5 in den Abhitzeessel A geführt, wo ein Teil seiner fühlbaren Wärme zur Verdampfung von  
15 Kesselspeisewasser 6 und zur Überhitzung des erzeugten Dampfes genutzt wird, bevor es über Leitung 7 in die Umgebung freigesetzt wird.

Der im Abhitzeessel A erzeugte Dampf 8, der eine erste Dampftemperatur von bis zu 570°C und einen Druck von bis zu 340 bar aufweist, wird in den Wärmetauscher E  
20 geleitet und dort in indirektem Wärmetausch gegen das heiße Rauchgas 9 auf eine zweite Dampftemperatur überhitzt. Mit einer Temperatur zwischen 650 und 720°C verlässt der überhitzte Dampf 10 den Wärmetauscher E und wird nachfolgend in der ebenfalls mit einem Generator (nicht dargestellt) verbundenen Dampfturbine D in mehreren Stufen arbeitsleistend entspannt. Der bei der Entspannung abgekühlte bzw.  
25 kondensierte Dampf wird über Leitung 11 abgezogen.

Um das heiße Rauchgas 9 zu erzeugen, wird ein Brennstoff 12, der zweckmäßigerweise derselben Brennstoffquelle wie der Brennstoff 3 entnommen wird, gemeinsam mit verdichtetem Oxidationsmittel 13 in den Brennraum B geführt und  
30 verbrannt. Bei dem Oxidationsmittel 13 handelt es sich vorzugsweise um ein Oxidationsmittel, das im Kompressor K der Gasturbine G verdichtet und von dort abgezweigt wird. Das im Wärmetauscher E abgekühlte Rauchgas 14 wird der Brennkammer C oder direkt dem Turbinenteil T der Gasturbine G zugeführt, so dass ein großer Teil seines Energieinhalts wirtschaftlich genutzt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Produktion von überhitztem Dampf (10), bei dem Dampf (8) im Abgasstrom (5) einer Gasturbine (G) durch indirekten Wärmetausch (A) auf eine erste Dampftemperatur überhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der im  
5 Abgasstrom (5) der Gasturbine (G) überhitzte Dampf (8) durch indirekten Wärmetausch (E) gegen ein außerhalb der Gasturbine (G) erzeugtes Rauchgas (9) auf eine oberhalb der ersten Dampftemperatur liegende zweite Dampftemperatur aufgeheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Aufheizung auf  
10 die zweite Dampftemperatur Hochdruckdampf (10) mit einem Druck zwischen 300 und 340bar und einer Temperatur zwischen 650 und 720°C erzeugt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung des Rauchgases (9) ein im Kompressor (K) der Gasturbine (G) verdichtetes Oxidationsmittel (13) eingesetzt wird.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Aufheizung auf die zweite Dampftemperatur abgekühltes Rauchgas (14) zur Verrichtung mechanischer Arbeit in die Brennkammer (C) und/oder den Turbinenteil (T) der Gasturbine (G) eingeleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf  
20 die zweite Dampftemperatur aufgeheizter Dampf (10) in einer Dampfturbine (D) unter Verrichtung mechanischer Arbeit entspannt und/oder einem Verbraucher als Prozessdampf zugeführt wird.
6. Vorrichtung zur Produktion von überhitztem Dampf (10), mit einer Gasturbine (G) und einem dieser nachgeschalteten Abhitzekessel (A), in dem Wasserdampf  
25 gegen das aus der Gasturbine (G) abströmende Abgas (5) auf eine erste Dampftemperatur überhitzt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen außerhalb der Gasturbine (G) angeordneten Brennraum (B) zur Erzeugung eines Rauchgases (5) sowie einen mit dem Brennraum (B) verbundenen Wärmetauscher (E) aufweist, in den der im Abhitzekessel (A) gebildete überhitzte  
30 Dampf (8) eingeleitet und gegen das im Brennraum (B) erzeugte Rauchgas (9) auf

eine oberhalb der ersten Dampftemperatur liegende zweite Dampftemperatur aufgeheizt werden kann.

- 5 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (E) eine aus einem oder mehreren Rohren gebildete erste Passage, durch die überhitzter Dampf (8) geleitet werden kann, sowie eine zweite Passage aufweist, durch die Rauchgas (9) entlang der Außenseite jedes der die erste Passage bildenden Rohre führbar ist, wobei jedes der die erste Passage bildenden Rohre von einem druckfesten Mantel umgeben ist, der an seiner Innenseite eine wärmeisolierende Beschichtung aufweist und durch dessen Innenraum die zweite
- 10 Passage verläuft.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennraum (B) mit der Gasturbine (G) verbunden ist, so dass ein im Kompressor (K) der Gasturbine verdichtetes Oxidationsmittel (13) in den Brennraum (B) eingeleitet werden kann.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (E) mit der Gasturbine (G) verbunden ist, so dass im Wärmetauscher (E) abgekühltes Rauchgas (14) in die Brennkammer (C) und/oder den Turbinenteil (T) der Gasturbine eingeleitet werden kann.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (E) mit einer Dampfturbine (D) und/oder mit einem Verbraucher verbunden ist, so dass auf die zweite Dampftemperatur aufgeheizter Dampf (10) zur Verrichtung mechanischer Arbeit der Dampfturbine (D) und/oder als Prozessdampf dem Verbraucher zugeführt werden kann.

1/1

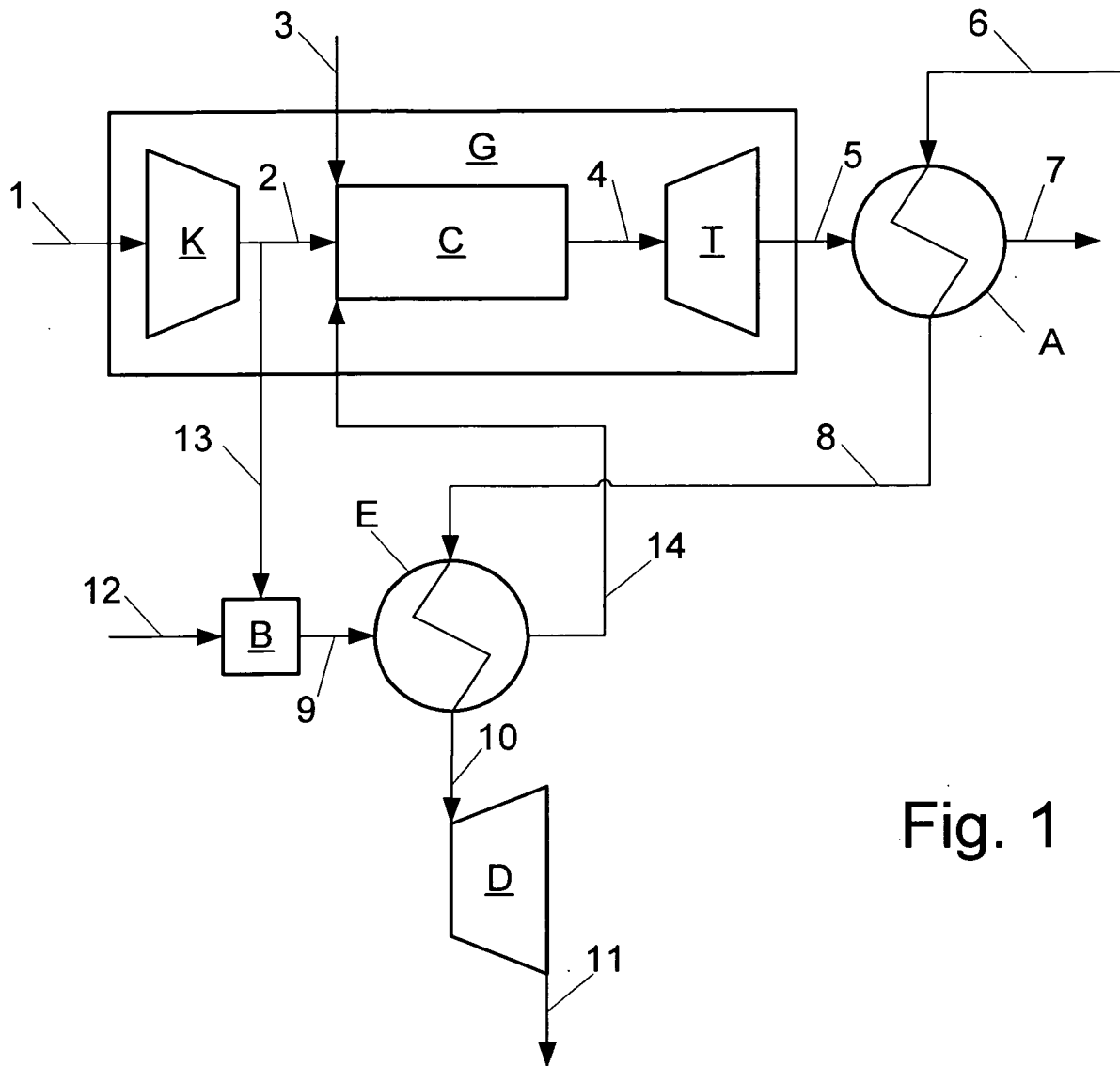


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/001976

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01K3/24 F01K23/10 F02C6/18  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01K F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | DE 916 913 C (VICKERS ELECTRICAL CO LTD)<br>19 August 1954 (1954-08-19)<br>page 1, right-hand column, line 80 - page<br>2, left-hand column, line 31; figure 1<br>-----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,2,5-7,<br>10        |
| X         | TSATSARONIS G ET AL: "COST OPTIMIZATION<br>OF AN ADVANCED CONCEPT FOR GENERATING<br>ELECTRIC POWER",<br>ENVIRONMENTAL IMPACT, ENERGY SYSTEMS, NEW<br>TECHNOLOGY FOR ENERGY UTILIZATION, POLICY<br>ISSUES, RENEWABLE ENERGY SOURCES, STIRLING<br>CYCLES. ATLANTA, AUG. 8 - 13, 1993;<br>[PROCEEDINGS OF THE INTERSOCIETY ENERGY<br>CONVERSION ENGINEERING CONFERENCE<br>(IECEC)], NEW,<br>vol. 2, 8 August 1993 (1993-08-08), pages<br>2.99-2.104, XP000430952,<br>figure 2<br>-----<br>-/-- | 1,2,5-7,<br>10        |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 July 2012

Date of mailing of the international search report

01/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Delaitre, Maxime

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/001976

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                            | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 8 338205 A (TOSHIBA CORP)<br>24 December 1996 (1996-12-24)<br>figure 1                                                     | 1,2,5-7,<br>10        |
|           | -----                                                                                                                         |                       |
| X         | WO 92/21860 A1 (SAARBERGWERKE AG [DE])<br>10 December 1992 (1992-12-10)<br>page 6, line 6, paragraph 2 - line 14;<br>figure 1 | 1,2,5-7,<br>10        |
|           | -----                                                                                                                         |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/001976

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 916913                                 | C  | 19-08-1954          | DE 916913 C                | 19-08-1954          |
|                                           |    |                     | GB 682410 A                | 12-11-1952          |
|                                           |    |                     | NL 79597 C                 | 25-07-2012          |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |
| JP 8338205                                | A  | 24-12-1996          | NONE                       |                     |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |
| WO 9221860                                | A1 | 10-12-1992          | AU 1694692 A               | 08-01-1993          |
|                                           |    |                     | DE 4117191 A1              | 03-12-1992          |
|                                           |    |                     | DE 59209451 D1             | 10-09-1998          |
|                                           |    |                     | DK 0586425 T3              | 03-05-1999          |
|                                           |    |                     | EP 0586425 A1              | 16-03-1994          |
|                                           |    |                     | ES 2121013 T3              | 16-11-1998          |
|                                           |    |                     | WO 9221860 A1              | 10-12-1992          |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001976

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F01K3/24 F01K23/10 F02C6/18  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F01K F02C

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | DE 916 913 C (VICKERS ELECTRICAL CO LTD)<br>19. August 1954 (1954-08-19)<br>Seite 1, rechte Spalte, Zeile 80 - Seite<br>2, linke Spalte, Zeile 31; Abbildung 1<br>-----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,2,5-7,<br>10     |
| X          | TSATSARONIS G ET AL: "COST OPTIMIZATION<br>OF AN ADVANCED CONCEPT FOR GENERATING<br>ELECTRIC POWER",<br>ENVIRONMENTAL IMPACT, ENERGY SYSTEMS, NEW<br>TECHNOLOGY FOR ENERGY UTILIZATION, POLICY<br>ISSUES, RENEWABLE ENERGY SOURCES, STIRLING<br>CYCLES. ATLANTA, AUG. 8 - 13, 1993;<br>[PROCEEDINGS OF THE INTERSOCIETY ENERGY<br>CONVERSION ENGINEERING CONFERENCE<br>(IECEC)], NEW,<br>Bd. 2, 8. August 1993 (1993-08-08), Seiten<br>2.99-2.104, XP000430952,<br>Abbildung 2<br>-----<br>-/-- | 1,2,5-7,<br>10     |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Delaitre, Maxime

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001976

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                         | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | JP 8 338205 A (TOSHIBA CORP)<br>24. Dezember 1996 (1996-12-24)<br>Abbildung 1<br>-----                                                     | 1,2,5-7,<br>10     |
| X          | WO 92/21860 A1 (SAARBERGWERKE AG [DE])<br>10. Dezember 1992 (1992-12-10)<br>Seite 6, Zeile 6, Absatz 2 - Zeile 14;<br>Abbildung 1<br>----- | 1,2,5-7,<br>10     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001976

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| DE 916913                                          | C  | 19-08-1954                    | DE                                | 916913 C    | 19-08-1954                    |
|                                                    |    |                               | GB                                | 682410 A    | 12-11-1952                    |
|                                                    |    |                               | NL                                | 79597 C     | 25-07-2012                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |             |                               |
| JP 8338205                                         | A  | 24-12-1996                    | KEINE                             |             |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |             |                               |
| WO 9221860                                         | A1 | 10-12-1992                    | AU                                | 1694692 A   | 08-01-1993                    |
|                                                    |    |                               | DE                                | 4117191 A1  | 03-12-1992                    |
|                                                    |    |                               | DE                                | 59209451 D1 | 10-09-1998                    |
|                                                    |    |                               | DK                                | 0586425 T3  | 03-05-1999                    |
|                                                    |    |                               | EP                                | 0586425 A1  | 16-03-1994                    |
|                                                    |    |                               | ES                                | 2121013 T3  | 16-11-1998                    |
|                                                    |    |                               | WO                                | 9221860 A1  | 10-12-1992                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |             |                               |