(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 213 847 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2010 Patentblatt 2010/31

(51) Int Cl.:
F01K 7/16 *(2006.01)* ***F01K 13/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08016801.6**

(22) Anmeldetag: **24.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

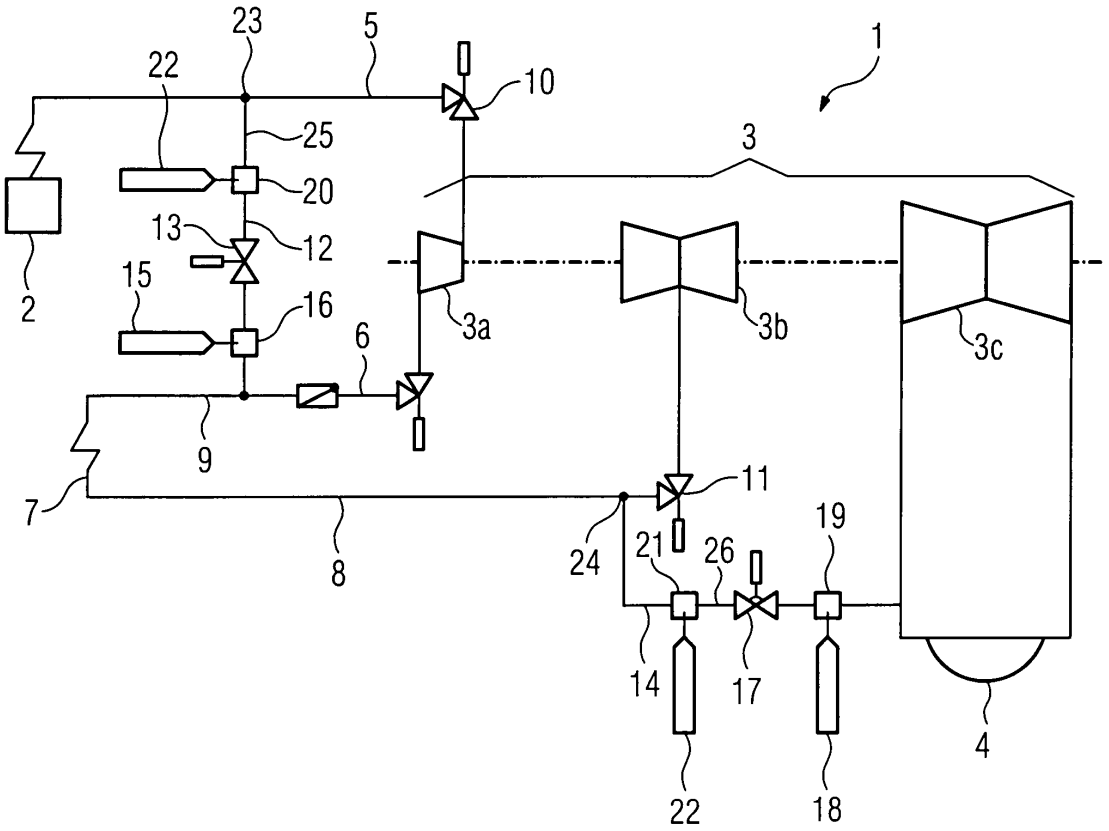
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Leu, Bernd**
  40670 Meerbusch (DE)
- **Logar, Andreas**
  45527 Hattingen (DE)
- **Lötters, Heinz**
  47475 Kamp-Lintfort (DE)
- **Minuth, Stephan**
  45475 Mülheim a.d. Ruhr (DE)

(54) Dampfkraftanlage zur Erzeugung elektrischer Energie

(57) Die Erfindung betrifft eine Dampfkraftanlage (1) mit einer Umleitrohrleitung (12), die die Frischdampfleitung (5) mit der Abdampfrohrleitung (6) strömungstechnisch verbindet, wobei in der Umleitrohrleitung (12) ein Umleitdampfkühler (20) angeordnet ist, der bei einem Schnellschluss, beim Anfahren oder beim Abfahren den in die Umleitrohrleitung (12) strömenden Dampf abkühlt, wodurch günstigere Materialien für die Umleitrohrleitung (12) verwendet werden können.

FIG 2



EP 2 213 847 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfkraftanlage zur Erzeugung elektrischer Energie umfassend eine Dampfturbine, einen Dampferzeuger und einen Kondensator sowie eine Frischdampfrohrleitung, die die Dampfturbine mit dem Dampferzeuger strömungstechnisch miteinander verbindet, einer Abdampfrohrleitung, die die Dampfturbine mit dem Kondensator strömungstechnisch miteinander verbindet und einer Umleitrohrleitung, die die Frischdampfrohrleitung mit der Abdampfrohrleitung strömungstechnisch miteinander verbindet.

[0002] In einer Dampfkraftanlage wird Wärmeenergie in mechanische Energie und schließlich in elektrische Energie umgewandelt, wobei Wasserdampf vom Dampferzeuger in eine Expansionsmaschine wie z.B. einer Dampfturbine strömt, wobei sich der Dampf in der Dampfturbine unter Arbeitsabgabe entspannt. Der aus der Dampfturbine ausströmende Dampf wird in einem nachgeschalteten Kondensator durch Wärmeentzug wieder verflüssigt. Das im Kondensator entstehende Wasser wird von einer Speisewasserpumpe wieder zum Dampferzeuger gefördert, wodurch ein geschlossener Kreislauf entsteht.

[0003] Im Betriebszustand strömt der aus dem Dampferzeuger strömende Dampf in die Dampfturbine und kühlt sich hierbei ab, wobei der Dampfdruck abnimmt. Der aus der Dampfturbine ausströmende Dampf wird dem Kondensator zugeleitet. Beim Anfahren, Abfahren oder bei einem Dampfturbinenschnellschluss wird ein vor der Dampfturbine angeordnetes Frischdampfventil geschlossen und der Frischdampf über eine Umleitrohrleitung geleitet, wobei die Umleitrohrleitung in eine Abdampfrohrleitung der Dampfturbine mündet. Die Abdampfrohrleitung wird in der Regel als kalte Zwischenüberhitzerleitung bezeichnet, sofern diese in einen Zwischenüberhitzer mündet, in dem der Dampf auf eine höhere Temperatur erhitzt wird. Je höher die Dampftemperaturen sind, desto höher sind die Kosten für die Rohrleitungen, Umleitstationen und der Umleitdampfeinspritzung zum Kondensator. Es werden Bestrebungen unternommen, Dampftemperaturen von ca. 720°C zu erreichen. Solch hohe Temperaturen erfordern den Einsatz von besonderen Werkstoffen, wie z.B. Werkstoffe aus Nickelbasis. Werkstoffe aus Nickelbasis sind Werkstoffe mit einem Nickelgehalt von ca. 40 bis 50 Gew.-%. Allerdings sind solche Werkstoffe aus Nickelbasis vergleichweise teuer. Auf der anderen Seite ist ein Werkstoff aus Nikkelbasis thermisch besonders belastbar.

[0004] Wünschenswert wäre es, Werkstoffe einsetzen zu können, die günstiger sind als Werkstoffe aus Nickelbasis. An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Dampfkraftanlage anzugeben, die für hohe Temperaturen geeignet ist und vergleichsweise günstig ausgebildet werden kann.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Dampfkraftanlage zur Erzeugung elektrischer Energie umfassend eine Dampfturbine, einen Dampferzeuger und einen Kondensator sowie eine Frischdampfrohrleitung, die die Dampfturbine mit dem Dampferzeuger strömungstechnisch miteinander verbindet, einer Abdampfrohrleitung, die die Dampfturbine mit dem Kondensator strömungstechnisch miteinander verbindet, einer Umleitrohrleitung, die die Frischdampfrohrleitung mit der Abdampfrohrleitung strömungstechnisch miteinander verbindet, wobei ein Umleitdampfkühler in der Umleitrohrleitung vorgesehen ist, der zum Kühlen eines in der Umleitrohrleitung strömbaren oder stehenden Dampfes ausgebildet ist.

[0006] Durch die Kühlung des Dampfes mit dem Umleitdampfkühler können die Komponenten hinter der Kühlung ohne Nickelbasis-Werkstoffe ausgeführt werden. Die nach dem Umleitdampfkühler angeordnete Rohrleitung wird somit gekühlt, was dazu führt, dass die Umleitrohrleitung weniger thermisch beansprucht wird. Durch die geringere thermische Beanspruchung, ist es nun nicht mehr erforderlich, teure Werkstoffe aus Nickelbasis zu verwenden.

[0007] Sofern die Abdampfrohrleitung in einen Zwischenüberhitzer mündet, wird diese auch als kalte Zwischenüberhitzerleitung bezeichnet. Im Zwischenüberhitzer wird Dampf auf eine höhere Temperatur erhitzt.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] So ist es vorteilhaft, wenn die Kühlung des Dampfes im Umleitdampfkühler durch Eindüsen von Kühlmedium wie Kondensat, Dampf oder einer Mischung aus Wasser und Dampf erfolgt. Die Verwendung von Kondensat, oder einer Mischung aus Wasser und Dampf ist in einer Dampfkraftanlage vergleichsweise einfach, da diese Kühlmedien in einer Dampfkraftanlage zur Verfügung stehen. Der Einsatz von zusätzlichen Rohrleitungen wird dadurch minimiert.

[0010] Vorteilhafterweise wird der Umleitdampfkühler unmittelbar nach einem ersten Abzweig von der Frischdampfrohrleitung zur Umleitrohrleitung angeordnet. Idealerweise sollte der Umleitdampfkühler so nah wie möglich nach dem ersten Abzweig angeordnet werden. Dies hat den Vorteil, dass die Kosten für die Herstellung der Dampfkraftanlage weiter verringert werden können, denn die Verwendung von teurem Nickelbasiswerkstoff wird vermieden. Je näher der Umleitdampfkühler an dem ersten Abzweig von der Frischdampfrohrleitung zur Umleitrohrleitung angebracht wird, umso weniger Nickelbasiswerkstoff wird zwischen dem ersten Abzweig zum Umleitdampfkühler benötigt.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist der Abstand zwischen dem Umleitdampfkühler und dem Hochdruck-Umleitventil derart gewählt, dass sich das Kühlmedium mit dem Dampf vollständig vermischt.

[0012] Eine vollständige Vermischung des Kühlmediums mit dem Dampf führt zu einer effizienten Kühlung der Umleitrohrleitung und dadurch zu einer weiteren Verringerung der Kosten bei der Herstellung der Dampfkraftanlage, da weniger Nickelbasiswerkstoff für die Umleitrohrleitung verwendet werden kann. Die Erfindung wird

beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert.
Es zeigen, teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

Figur 1 eine Dampfkraftanlage gemäß dem Stand der Technik

Figur 2 eine erfindungsgemäße Dampfkraftanlage.

[0013] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0014] Die Figur 1 zeigt eine Dampfkraftanlage 1 gemäß dem Stand der Technik. Die Dampfkraftanlage 1 umfasst einen Dampferzeuger 2, eine Dampfturbine 3, wobei die Dampfturbine 3 eine Hochdruck-Teilturbine 3a, Mitteldruck-Teilturbine 3b und Niederdruck-Teilturbine 3c umfasst sowie einem Kondensator 4. Des Weiteren ist eine Frischdampfrohrleitung 5 vorgesehen, die die Dampfturbine 3 mit dem Dampferzeuger 2 strömungstechnisch miteinander verbindet. Nach der Dampfturbine 3 ist eine Abdampfrohrleitung 6 angeordnet, die die Dampfturbine 3 mit dem Kondensator 4 strömungstechnisch miteinander verbindet. Zwischen der Hochdruck-Teilturbine 3a und dem Kondensator 4 ist ein Zwischenüberhitzer 7 vorgesehen. Der in den Zwischenüberhitzer 7 einströmende Dampf wird auf eine höhere Temperatur erhitzt und über eine heiße Zwischenüberhitzerleitung 8 zu der Mitteldruck-Teilturbine 3b geführt. Die Abdampfrohrleitung 6 kann auch als kalte Zwischenüberhitzerleitung 9 bezeichnet werden. Vor der Dampfturbine 3 ist ein Schnellschluss- und Regelventil 10 angeordnet. Vor der Mitteldruck-Teilturbine 3b ist ebenso ein Schnellschluss- und Regelventil 11 angeordnet. Die Frischdampfrohrleitung 5 ist mit der Abdampfrohrleitung 6 bzw. der kalten Zwischenüberhitzerleitung 9 strömungstechnisch über eine Umleitrohrleitung 12 verbunden. In der Umleitrohrleitung 12 ist ein Hochdruck-Umleitventil 13 angeordnet.

[0015] Die heiße Zwischenüberhitzerleitung 8 ist mit dem Kondensator 4 über eine Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 strömungstechnisch miteinander verbunden. In der Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 ist ein Mitteldruck-Umleitventil 17 angeordnet. Beim Anfahren, Abfahren oder bei einem Turbinenschnellschluss der Dampfturbine 3 wird der Dampf von der Frischdampfrohrleitung 5 über die Umleitrohrleitung 12 in die kalte Zwischenüberhitzerrohrleitung 9 geleitet. Dazu wird das Schnellschluss- und Regelventil 10 geschlossen und das Hochdruck-Umleitventil 13 geöffnet. Da die Temperatur des in die Umleitrohrleitung 12 strömenden Frischdampfes vergleichsweise hoch ist, wird vor Eintritt in die kalte Zwischenüberhitzerrohrleitung 9 der Dampf mit einem Kühlmedium 15 in einer Kühleinheit 16 abgespritzt. Der Dampf wird anschließend über den Zwischenüberhitzer 7, der heißen Zwischenüberhitzerleitung 8 zur Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 in den Kondensator 4 geführt. Dazu wird das Schnellschluss- und Regelventil 11 geschlossen und das Mitteldruck-Umleitventil 17 geöffnet. Nach dem Mitteldruck-Umleitventil 17 wird der Dampf wiederum mit einem Kühlmedium 18 in einer Kühleinheit 19 abgespritzt, damit der Kondensator die Energiemengen aufnehmen kann. Da die Temperaturen und der Druck des Dampfes vergleichsweise hoch sind, müssen die Frischdampfrohrleitung 5, die Umleitrohrleitung 12, die heiße Zwischenüberhitzerleitung 9 und die Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 für den Druck und die Temperatur des Zwischenüberhitzers 7 ausgelegt werden. Je höher die Dampftemperaturen sind, desto höher sind die Kosten für die Rohrleitungen 5, 12, 9, 8, 1, für die Ventile 17, 13 und die Kühleinheiten 16 und 19.

[0016] In der Figur 2 ist eine erfindungsgemäße Dampfkraftanlage 1 dargestellt. Der Unterschied zu der in Figur 1 dargestellten Dampfkraftanlage 1 besteht darin, dass in der Umleitrohrleitung 12 und in der Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 ein Umleitdampfkühler 20 bzw. ein Mitteldruck-Umleitdampfkühler 21 angeordnet sind. Der Umleitdampfkühler 20 und der Mitteldruck-Umleitdampfkühler 21 sind zum kühlen eines in der Umleitrohrleitung 12 und der Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 befindlichen strömbaren oder stehenden Dampfes ausgebildet. Mittels des Umleitdampfkühlers 20 und des Mitteldruck-Umleitdampfkühlers 21 wird Kondensat, Dampf oder ein Gemisch aus Wasser und Dampf in den strömenden oder stehenden Dampf eingespritzt. Somit wird die Temperatur des strömenden oder stehenden Dampfes verringert. Das in den Dampf zugeführte Kühlmedium 22 kühlt somit den Dampf ab. Die Eindüsung des Kühlmediums 22 in die Umleitrohrleitung 12, und in die Mitteldruck-Umleitrohrleitung 14 sollte möglichst nah an einem ersten Abzweig 23 bzw. nach einem zweiten Abzweig 24 angeordnet werden. Der Abstand zwischen dem Umleitdampfkühler 20 und dem Hochdruck-Umleitventil 13 wird derart gewählt, dass der Dampf mit dem Kühlmedium 22 vollständig vermischt wird. Ebenso wird der Abstand zwischen dem Mitteldruck-Umleitdampfkühler 21 und dem Mitteldruck-Umleitventil 17 derart gewählt, dass der Dampf mit dem Kühlmedium 22 vollständig vermischt werden kann.

[0017] Evtl. kann auf die Kühleinheit 16 bzw. 19 verzichtet werden, wenn die Frischdampfparameter entsprechende Werte aufweisen. Dafür müssen der Frischdampfmassenstrom, -druck und -temperatur, Wassereinspritzmenge und Temperatur zulässige Werte aufweisen. Der Umleitdampfkühler 20 und der Mitteldruck-Umleitdampfkühler 21 werden sobald das Umleitventil 13 und das Mitteldruck-Umleitventil 17 geöffnet ist, eingeschaltet. Dadurch wird eine unzulässige Temperaturüberschreitung in der gekühlten Umleitrohrleitung 25 bzw. 26 wirksam vermieden.

[0018] Sobald das Umleitventil 13 geschlossen wird, wird der Umleitdampfkühler 20 so lange betrieben, bis die Temperaturen vor dem Umleitdampfkühler 20 die zulässige Temperatur in den Rohrleitungen 25 unterschreitet. Sofern Entwässerungen oder Anwärmleitungen in den gekühlten Umleitrohrleitungen 25 und 26 angeordnet sind, müssen diese so lange geschlossen bleiben, bis die Temperatur vor dem Umleitdampfkühler 20 und

Mitteldruck-Umleitdampfkühler 21 die zulässige Temperatur in den gekühlten Rohrleitungen 25 bzw. 26 unterschreitet.

Patentansprüche

1. Dampfkraftanlage (1) zur Erzeugung elektrischer Energie, umfassend eine Dampfturbine (3), einen Dampferzeuger (2) und einen Kondensator (4) sowie eine Frischdampfrohleitung (5), die die Dampfturbine (3) mit dem Dampferzeuger (2) strömungstechnisch miteinander verbindet,
einer Abdampfleitung (6), die die Dampfturbine (3) mit dem Kondensator (4) strömungstechnisch miteinander verbindet, einer Umleitrohrleitung (12), die die Frischdampfrohrleitung (5) mit der Abdampfrohrleitung (6) strömungstechnisch miteinander verbindet,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Umleitdampfkühler (20) in der Umleitrohrleitung (12) vorgesehen ist,
der zum Kühlen eines in der Umleitrohrleitung (12) strömbaren Dampfes ausgebildet ist.

2. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 1,
wobei die Dampfturbine (3) eine Hochdruck- (3a), eine Mitteldruck- (3b) sowie eine Niederdruck-Teilturbine (3c) umfasst.

3. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 2,
mit einem Zwischenüberhitzer (7),
wobei eine kalte Zwischenüberhitzerrohrleitung (9) vorgesehen ist, die den Dampfaustritt der Hochdruck-Teilturbine (3a) mit dem Zwischenüberhitzer (7) strömungstechnisch verbindet,
wobei die Umleitrohrleitung (12) die Frischdampfrohrleitung (5) mit der kalten Zwischenüberhitzerrohrleitung (9) strömungstechnisch verbindet.

4. Dampfkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, mit einer heißen Zwischenüberhitzerrohrleitung (8), die den Zwischenüberhitzer (7) mit der Mitteldruck-Teilturbine (3b) strömungstechnisch verbindet,
wobei eine Mitteldruck-Umleitrohrleitung (14) vorgesehen ist, die die heiße Zwischenüberhitzerleitung (8) mit dem Kondensator (4) strömungstechnisch verbindet,
wobei ein Mitteldruck-Umleitdampfkühler (21) in der Mitteldruck-Umleitrohrleitung (14) vorgesehen ist, der zum Kühlen eines in der Mitteldruck-Umleitrohrleitung (14) strömbaren Dampfes ausgebildet ist.

5. Dampfkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei ein Hochdruck-Umleitventil (13) in der Umleitrohrleitung (12) vorgesehen ist.

6. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 4,
wobei ein Mitteldruck-Umleitventil (17) in der Mitteldruck-Umleitrohrleitung (14) vorgesehen ist.

7. Dampfkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 1, bis 6,
wobei die Kühlung des Dampfes im Umleitdampfkühler (20) durch Eindüsung von Kühlmedien (22) wie Kondensat, Dampf oder einer Mischung aus Wasser und Dampf erfolgt.

8. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 4,
wobei die Kühlung des Dampfes in der Mitteldruck-Umleitdampfkühlung (21) durch Eindüsung von Kühlmedien (22) wie Kondensat, Dampf oder einer Mischung aus Wasser und Dampf erfolgt.

9. Dampfkraftanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei der Umleitdampfkühler (20) unmittelbar nach einem ersten Abzweig (23) von der Frischdampfrohrleitung (5) zur Umleitrohrleitung (12) angeordnet ist.

10. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 4,
wobei der Mitteldruck-Umleitdampfkühler (21) unmittelbar nach einem zweiten Abzweig (24) von der heißen Zwischenüberhitzerleitung (8) zur Mitteldruck-Umleitrohrleitung (14) angeordnet ist.

11. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 5 oder 6,
wobei der Abstand zwischen dem Umleitdampfkühler (20) und dem Hochdruck-Umleitventil (13) derart gewählt ist, dass sich das Kühlmedium (15) mit dem Dampf vollständig vermischen kann.

12. Dampfkraftanlage (1) nach Anspruch 5 oder 6,
wobei der Abstand zwischen dem Mitteldruck-Umleitdampfkühler (21) derart gewählt ist, dass sich das Kühlmedium (22) mit dem Dampf vollständig vermischen kann.

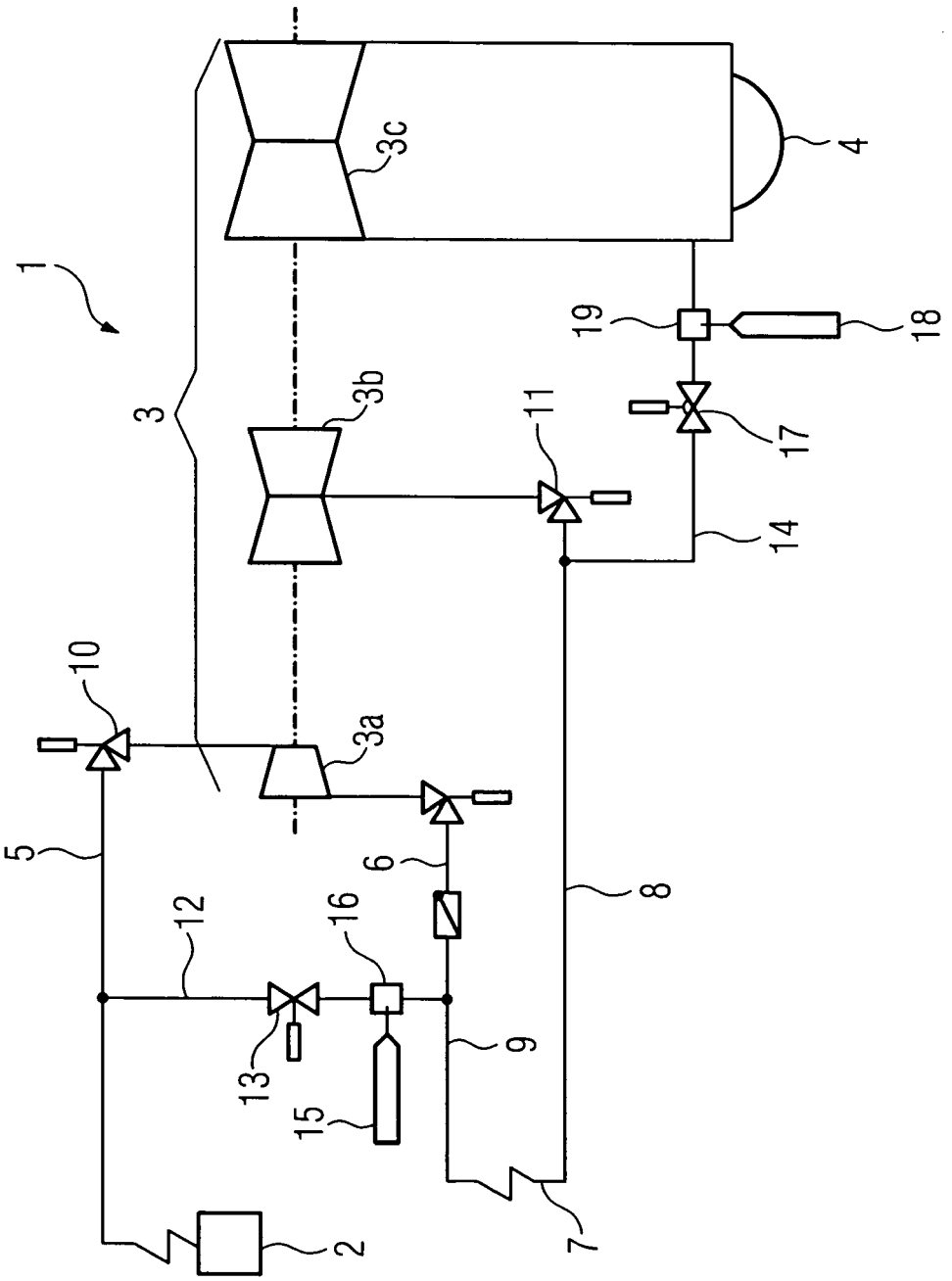


FIG 1

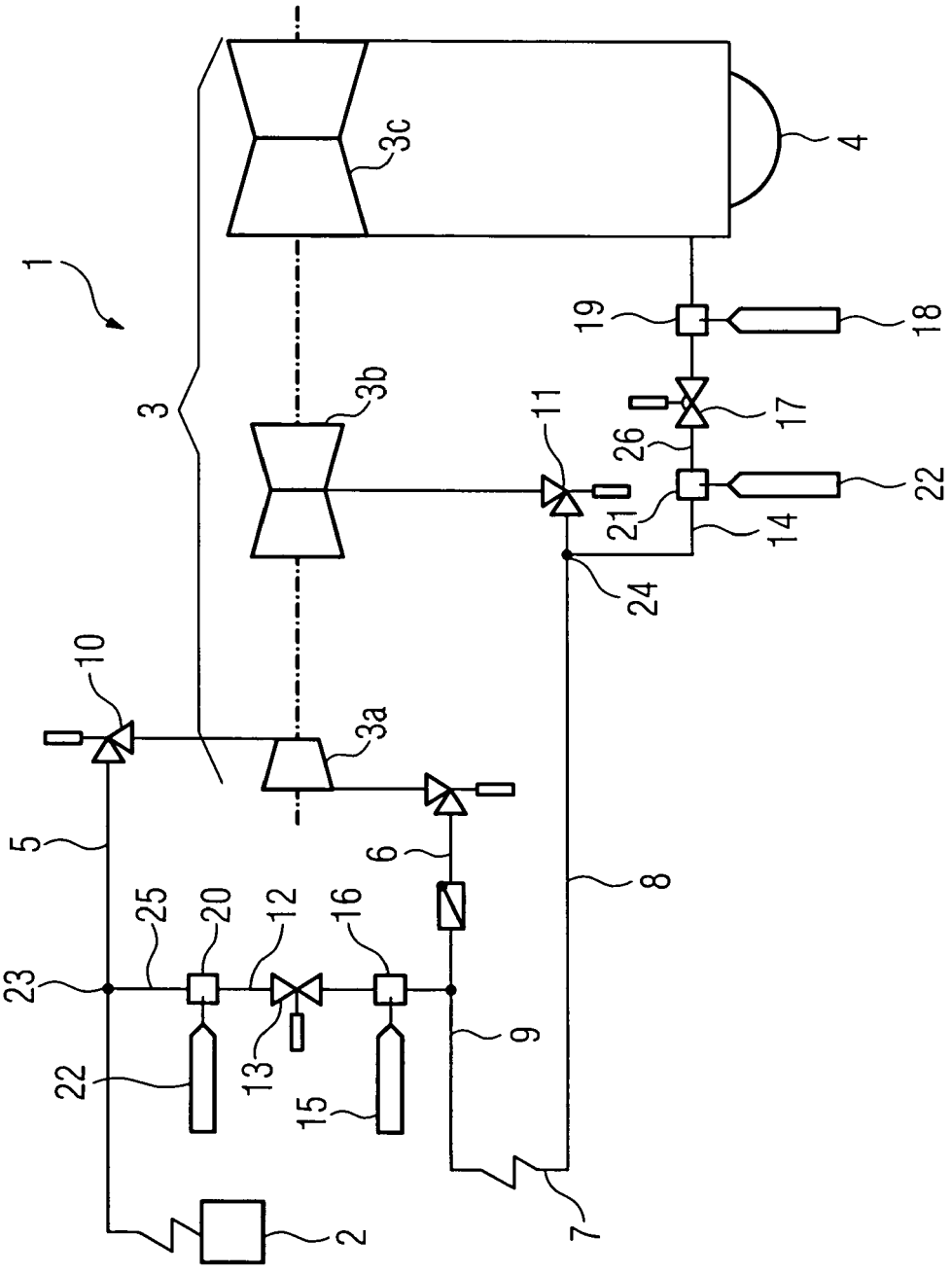

1
2
3
3a
3b
3c
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
22

FIG 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 6801

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 102 27 709 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 27. Februar 2003 (2003-02-27) * Absatz [0023] - Absatz [0039]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung * -----	1-8,11, 12 9,10	INV. F01K7/16 F01K13/02
X Y A	US 6 457 313 B1 (FUJII FUMINORI [JP]) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) * Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 8, Zeile 43; Ansprüche; Abbildung 4 * * Zusammenfassung * -----	1,3,5, 11,12 2,4,6 7-10	
Y A	EP 1 881 164 A1 (ANSALDO ENERGIA SPA [IT]) 23. Januar 2008 (2008-01-23) * Absatz [0013] - Absatz [0044]; Ansprüche; Abbildung 1 * * Zusammenfassung * -----	2,4,6 1,3,5, 7-12	
Y	EP 1 862 647 A1 (ANSALDO ENERGIA SPA [IT]) 5. Dezember 2007 (2007-12-05) * Absatz [0015] - Absatz [0039]; Ansprüche; Abbildung 1 * * Zusammenfassung * -----	2,4,6	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F01K

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	16. Juni 2010	Zerf, Georges

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 08 01 6801

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10227709 A1	27-02-2003	KEINE	
US 6457313 B1	01-10-2002	CA 2364328 A1	21-11-2002
		EP 1262851 A2	04-12-2002
		JP 2002341947 A	29-11-2002
EP 1881164 A1	23-01-2008	KEINE	
EP 1862647 A1	05-12-2007	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82