

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 773 348 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.1997 Patentblatt 1997/20

(51) Int. Cl.⁶: F01K 7/40, F22D 1/34

(21) Anmeldenummer: 96114056.3

(22) Anmeldetag: 03.09.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE DK ES FR GB GR IE NL PT

(30) Priorität: 08.11.1995 DE 19541543

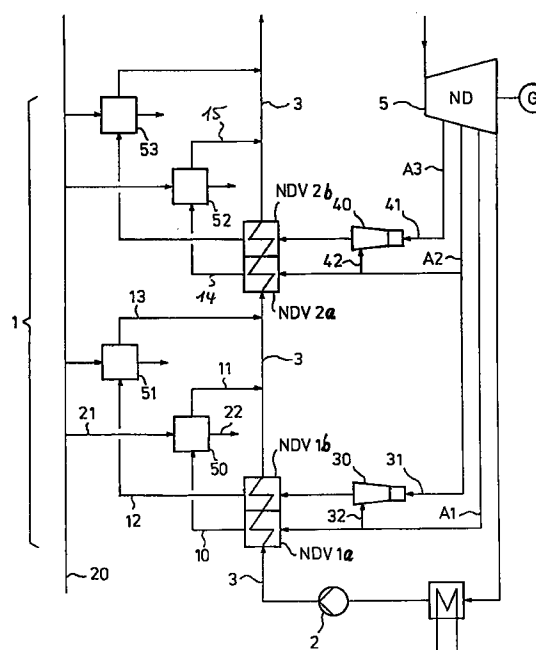
(71) Anmelder: STEAG AG
D-45128 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• Knüwer, Norbert, Dr. Dipl.-Ing.
45701 Herten (DE)
• Nietzschmann, Achim, Dipl.-Ing.
46562 Voerde (DE)
• Urbanczyk, Wolfgang, Dr. Dipl.-Ing.
42555 Langenberg (DE)

(54) Verfahren und Anordnung zum Vorwärmen des Hauptkondensats in Kraftwerksprozessen

(57) Verfahren zum Vorwärmen des Hauptkondensats in Kraftwerksprozessen in einer Niederdruck-Vorwärmstraße (1), deren Heizdampfanschlüsse mit Anzapfungen (A1, A2, A3) einer ND-Turbine (5) verbunden sind. Der Heizkondensat-Austritt jedes Niederdruck-Vorwärmers (NDV1a, 1b, 2a, 2b) ist mit einem Kondensatheber (50...53) verbunden. Ein Treibdampfanschluss (21) jedes Kondensathebers (50) ist an eine Treibdampf-Sammelschiene (20) angeschlossen, und der Förderauslaß (11, 13, 15, 17) des Kondensathebers ist mit der Hauptkondensatleitung (3) stromab des zugehörigen ND-Vorwärmers verbunden.

Fig. 1



EP 0 773 348 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorwärmen des Hauptkondensats in einem Kraftwerksprozeß mit einem Wasserdampfkreislauf, wobei Anzapfdampf unter Erwärmen von Hauptkondensat in einem Niederdruckvorwärmer kondensiert und entstehendes Heizkondensat dem Hauptkondensatsstrom zugeführt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei Kraftwerksprozessen ist es bekannt und üblich, aus Turbinenanzapfungen oder aus einer kalten Zwischenüberhitzung Dampf zu entnehmen und diesen Dampf in Hochdruck- und Niederdruck-Vorwärmern zur Speisewasser- und Kondensatvorwärmung zu nutzen. Durch Speisewasser- und Kondensatvorwärmung kann die Primärenergiezufuhr zum Dampferzeuger verringert werden.

Aus der DE-OS 1 551 263 ist es bekannt, aus der Turbinenanzapfung entnommenen Dampf zur Verdampfung eines unter einem höheren Druck stehenden Teilstromes des Speisewassers zu verwenden.

Ferner ist aus der DE-PS 3 616 797 eine Dampfturbinenanlage bekannt, bei der das Heizkondensat mehrstufig mit Dampf aus Turbinenanzapfungen vorgewärmt wird. Eine Turbinenanzapfung mit höherem Druck ist jeweils mit einem Wärmetauscher mit höherer Temperatur verbunden. Jedem Wärmetauscher ist ein Zusatzwärmetauscher vorgeschaltet, der an die Kompressionsseite eines Dampfstrahlkompressors angeschlossen ist.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß insbesondere bei der Planung neuer Kraftwerksanlagen eine spürbare Verbesserung des Kreislaufwirkungsgrades sowie des Kosten/Nutzungsverhältnisses bei der Speisewasservorwärmung durch geeignete Verfahrensführung bei der Kondensatvorwärmung und deren Einbindung in die ND-Vorwärmstraße erreicht werden kann. Dies ist Aufgabe der Erfindung.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch, daß aus dem Wasserdampfkreislauf Dampf eines höheren Druckniveaus als der als Heizdampf dienende Anzapfdampf einem Kondensatheber als Treibdampf zugeführt und das Heizkondensat aus dem Niederdruckvorwärmer von dem Kondensatheber in den den Vorwärmer verlassenden Hauptkondensatsstrom gefördert wird.

Die erfindungsgemäße Anordnung zeichnet sich dadurch aus, daß ein Heizkondensat-Austritt des Niederdruck-Vorwärmers mit einem Kondensatheber verbunden ist, daß ein Treibdampfanschluß des Kondensathebers mit Dampf höheren Druckniveaus beaufschlagt ist, und daß der Förderauslaß des Kondensathebers mit der Hauptkondensatleitung stromab des Niederdruck-Vorwärmers verbunden ist.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß in Kraftwerksprozessen anfallendes Sattwasser kavitationsfrei und außerordentlich wirtschaftlich

gefördert wird. Sattwasser fällt insbesondere in der Niederdruck-Vorwärmstraße in Form von Heizkondensat an; es entsteht aber auch bei Einsatz eines Dampf-Luftvorwärmers. Mit gleichen Vorteilen läßt sich die Erfindung überall dort anwenden, wo hohe Druckänderungsgeschwindigkeiten auf der Saugseite des zu fördernden Fluids zu einer Kavitationsgefährdung der Pumpen führen können.

Bei der Erfindung werden nicht nur die kostengünstigen, rein mechanischen Fördereigenschaften des Kondensathebers ausgenutzt, sondern durch Einbindung des Kondensathebers in die Niederdruck-Vorwärmstraße kann auch der Restwärmeinhalt des Heizkondensats thermodynamisch günstiger in den Wasserkreislauf eingebunden werden. Das einfache Förderprinzip der Kondensatheberanlage ermöglicht einen Verzicht auf elektrische Heizkondensatpumpen und deren Regelung. Der als Treibdampf für die Kondensatheberanlage dienende Dampf kann dem Wasser-Dampf-Kreislauf an geeigneter Stelle entnommen und nach Förderung des Heizkondensats wieder in den Wasser-Dampf-Kreislauf eingebunden werden.

Eine weitere Verbesserung des Kreislaufwirkungsgrades läßt sich in Weiterbildung der Erfindung dadurch erreichen, daß ein Doppelkammer-Niederdruck-Vorwärmer verwendet wird, dessen erste Kammer mit Anzapfdampf und dessen zweite Kammer mit einer durch Thermokompression gewonnenen Dampfmischung beaufschlagt wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Einzelheiten und weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Übersichtschaltung mit einem Ausschnitt der Niederdruck-Vorwärmstraße und deren Einbindung in den Kraftwerksprozeß; und
Fig. 2 ein schematisches Schaltbild des als Zweikammervorwärmer ausgebildeten Niederdruck-Vorwärmers in Verbindung mit dem in die Hauptkondensatleitung fördernden Kondensatheber.

Die im Schaltbild gemäß Fig. 1 dargestellte Niederdruck-Vorwärmstraße 1 weist Niederdruck-Vorwärmer NDV 1a/1b und NDV 2a/2b, vier Kondensatheber 50, 51, 52 und 53 und eine Treibdampf-Sammelschiene 20 auf. Die Vorwärmer NDV 1a und NDV 2a werden mit Dampf aus Anzapfungen A1 und A2 einer Niederdruck-Turbine 5 gespeist. Das in dem dargestellten Ausführungsbeispiel von einer Hauptkondensatpumpe 2 geförderte Kondensat wird in der ND-Vorwärmstraße 1 mehrstufig vorgewärmt und über eine Hauptkondensatleitung 3 in einen nicht dargestellten Speisewasserbehälter gefördert.

Der Treibdampf-Sammelschiene 20 entnommener Dampf dient den Kondensathebern 50 ... 53 als Treibdampf. Dieser Dampf wird anschließend an geeigneter

Stelle wieder in den Wasser-Dampf-Kreislauf eingebunden. Der ersten Vorwärmstufe NDV 1a wird weitgehend entspannter Dampf aus der Anzapfung A1 zugeführt. Im NDV 1a anfallendes Heizkondensat wird über eine Leitung 10 dem Kondensatheber 50 zugeführt und von diesem über eine Leitung 11 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert. Die zweite Vorwärmstufe NDV 1b erhält ein Dampfgemisch aus einem Dampfstrahler 30, dem Dampf aus der Anzapfung A2 über einen Treibdampfanschluß 31 zugeführt wird und der über einen Saugdampfanschluß 32 den exergetisch minderwertigen Dampf aus der Anzapfung A1 ansaugt. Durch Verdichtung des angesaugten Dampfs im Dampfstrahler 30 wird die Kondensationstemperatur angehoben. Das in der Stufe NDV 1b anfallende Heizkondensat wird über eine Leitung 12 dem Kondensatheber 51 zugeführt und von diesem über eine Leitung 13 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert.

Die Einbindung der nachgeschalteten Vorwärmstufen NDV 2a und NDV 2b, deren Beaufschlagung mit Anzapfdampf und der kavitationsfreien Förderung von Sattwasser mittels der Kondensatheber 52 und 53 sind analog. Der Treibdampf für die Kondensatheber 52 und 53 wird ebenfalls der Treibdampf-Sammelschiene 20 entnommen. Die Vorwärmstufe NDV 2a erhält Dampf aus der Anzapfung A2. Das Heizkondensat aus der Vorwärmstufe NDV 2a wird über die Leitung 14 dem Kondensatheber 52 zugeführt und von diesem über die Leitung 15 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert. Der nächsten Stufe NDV 2b wird ein Dampfgemisch aus einem Dampfstrahler 40 zugeführt, dessen Treibdampfanschluß 31 mit einer Anzapfung A3 verbunden ist und der über einen Saugdampfanschluß 42 Dampf aus der Anzapfung A2 ansaugt.

Der in Fig. 2 dargestellte Doppelkammer-Vorwärmer ist im beschriebenen Ausführungsbeispiel bekannter Bauart. Das Hauptkondensat tritt aus der Hauptkondensatleitung 3 in eine einlaßseitige Wasserkammer 4a ein, wird in einer ersten Wärmetauschkammer (Vorwärmstufe NDV 1a) mit Anzapfdampf A1 und in einem von der ersten Wärmetauschkammer druckdicht abgeschlossenen zweiten Wärmetauschkammer (Vorwärmstufe NDV 1b) mit dem Dampfgemisch aus dem Dampfstrahler 30 beaufschlagt und strömt schließlich über eine auslaßseitige Wasserkammer 4b in einen nachfolgenden Abschnitt der Hauptkondensatleitung 3.

Über die Ansaugleitung 32 wird Anzapfdampf A1 vom Treibdampf aus A2 durch Impulsaustausch angesaugt und strömt nach Druckerhöhung im Diffusor in den NDV 1b ein. Das im NDV 1a anfallende Heizkondensat wird durch ein Absperrventil 60 und ein Rückschlagventil 61 über die Leitung 10 in den Kondensatheber 50 geleitet. Im Kondensatheber ist ein Schwimmer angebracht, der über eine Hebelanordnung ein Treibdampf-Eintrittsventil 64 und ein Dampfauslaßventil 65 gegenläufig steuert. Die beiden zuletzt genannten Ventile sind in den Kondensatheber integriert.

Bei geschlossenem Treibdampf-Einlaßventil 64 strömt das Heizkondensat aus dem NDV 1a in den Kondensatheber 50. Der ansteigende Kondensatspiegel im Innenraum des Kondensathebers hebt den Schwimmer. Letzterer öffnet in seiner oberen Grenzposition über ein Gestänge das Treibdampf-Einlaßventil 64. Der aus der Sammelschiene 20 über die Treibdampfleitung 21 einströmende Treibdampf drückt nun das Heizkondensat über das in der Leitung 11 angeordnete Rückschlagventil 62 und das Absperrventil 63 in die Hauptkondensatleitung 3. Bei Erreichen einer unteren Grenzposition schließt der Schwimmer das Treibdampf-Einlaßventil 64 und öffnet das Austrittsventil 65. Der über die Leitung 22 ausströmende Dampf gibt den Weg für aus NDV 1a nachströmendes Kondensat frei.

Das aus NDV 1b und Kondensatheber 51 bestehende System ist analog aufgebaut und arbeitet dementsprechend.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vorwärmen des Hauptkondensats in einem Kraftwerksprozeß mit einem Wasserdampfkreislauf, wobei Anzapfdampf unter Erwärmen von Hauptkondensat in einem Niederdruckvorwärmer kondensiert und entstehendes Heizkondensat dem Hauptkondensatstrom zugeführt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß aus dem Wasserdampfkreislauf Dampf eines höheren Druckniveaus als der als Heizdampf dienende Anzapfdampf, einem Kondensatheber als Treibdampf zugeführt; und das Heizkondensat aus dem Niederdruckvorwärmer von dem Kondensatheber in den den Vorwärmer verlassenden Hauptkondensatstrom gefördert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Doppelkammer-Niederdruck-Vorwärmer verwendet wird, dessen erste Kammer mit weitgehend entspanntem Dampf und dessen zweite Kammer mit einer durch Thermokompression gewonnenen Dampfmischung beaufschlagt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Treibdampf für die Kondensatheber einer Treibdampf-Sammelschiene entnommen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom aus dem die erste Kammer des Niederdruckvorwärmers mit Heizdampf versorgenden Dampfstrom abgezweigt und als Ansaugdampf bei der Thermokompression verwendet wird.
5. Anordnung zum Vorwärmen des Hauptkondensats

in Kraftwerksprozessen mit einem Niederdruck-Vorwärmer, dessen Heizdampfanschluß mit einer Anzapfung einer Niederdruck-Turbine verbunden ist zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

5

daß wenigstens ein Heizkondensat-Austritt des Niederdruck-Vorwärmers (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) mit einem Kondensatheber (50,51,52,53) verbunden ist;

10

daß ein Treibdampfanschluß des Kondensathebers an eine Treibdampf-Sammelschiene (20) angeschlossen ist und

daß der Förderauslaß (11, 13, 15, 17) des Kondensathebers mit der Hauptkondensatleitung (3) stromab des zugehörigen Niederdruck-Vorwärmers verbunden ist.

15

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdruck-Vorwärmer als Doppelkammervorwärmer (NDV 1a,1b) ausgebildet ist, dessen erste Wärmetauscherkammer mit der letzten Anzapfung (A1) einer Niederdruckturbine (5) verbunden ist und dessen zweiter Wärmetauscherkammer ein Dampfstrahler (30) vorgeschaltet ist, dessen Treibdampfanschluß (31) aus einer zweiten Turbinenanzapfung (A2) gespeist wird.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansauganschluß (32) des Dampfstrahlers (30) und die erste Wärmetauscherkammer aus der gleichen Dampfquelle (A1) gespeist sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

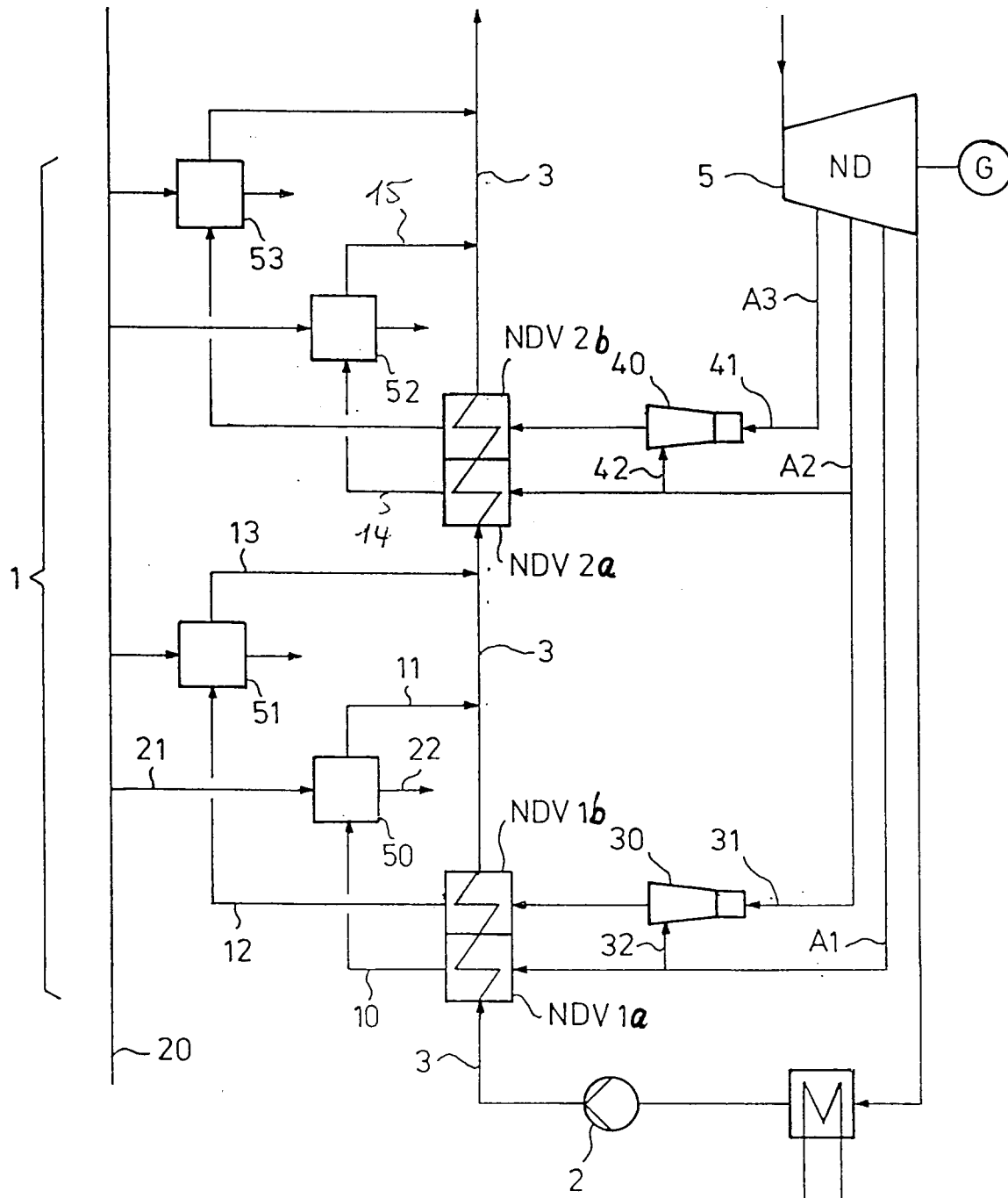
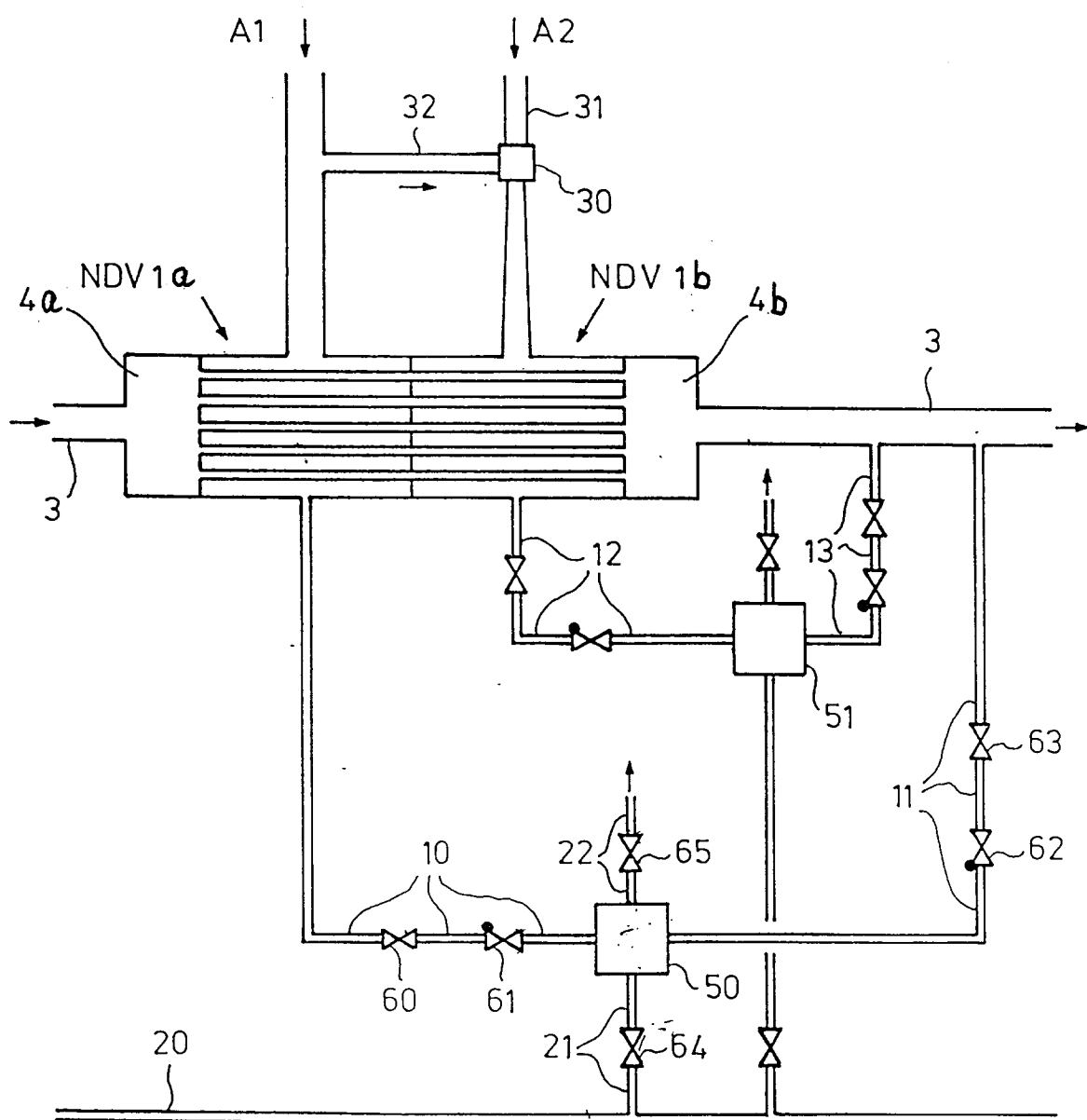


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 4056

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 320 (M-530), 30. Oktober 1986 & JP 61 126309 A (TOSHIBA CORP), 13. Juni 1986, * Zusammenfassung *	1	F01K7/40 F22D1/34
A	POWER, Bd. 137, Nr. 10, Oktober 1993, NEW YORK US, Seiten 83-84, XP000400297 W. O'KEEFE: "Be aware of pumpless methods for returning condensate" * das ganze Dokument *	1	
A	US 3 238 729 A (FRANKEL) * Spalte 4, Zeile 58 - Zeile 75; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01K F22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27. Januar 1997	
		Prüfer Van Gheel, J	
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)