



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.10.2000 Patentblatt 2000/40

(51) Int Cl.⁷: **F01K 7/40**

(21) Anmeldenummer: **99810274.3**

(22) Anmeldetag: 31.03.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Youssef, Mustafa, Dr.**
8046 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
ABB Business Services Ltd,
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(54) **Schaltung zur Vorwärmung von Wasser**

(57) Eine Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat ist zwischen dem Kondensator (2) und Entgaser (18) eines Dampf- oder Kombikraftwerks angeordnet und weist mehrere Vorwärmerapparate (20-23) auf, die mit der Turbine durch Turbinenanzapfungen verbunden sind. Das Hauptkondensat aus dem Kondensator (2) und das in den Vorwärmerapparaten durch Kondensation des Anzapfdampfes anfallende Nebenkondensat werden durch die gesamte Schaltung getrennt voneinander geführt. Hierzu sind der zweite und die nachfolgenden Vorwärmerapparate (21-23) als Hybridvorwärmer (21-23) mit einem Oberflächenvorwärmer (25)

und Mischvorwärmerteil (24) ausgestaltet. Das Hauptkondensat wird nach dem ersten Vorwärmerapparat (20) durch die Oberflächenvorwärmerteile (25) der Hybridvorwärmer (21-23) gepumpt. Das Nebenkondensat wird jeweils in die Mischvorwärmerteile (24) des nächstfolgenden Apparats (21-23) vorwärts gepumpt und nach dem letzten Apparat (23) dem Hauptkondensat zugeführt. Die getrennte Führung und Vorwärmung des Haupt- und Nebenkondensats erbringt den Vorteil, dass alle Vorwärmerapparate gleich ausgelegt werden können und ihre Rohrheizfläche reduziert ist, wodurch die Schaltung kostengünstiger und ihr Wärmeverbrauch verbessert ist.

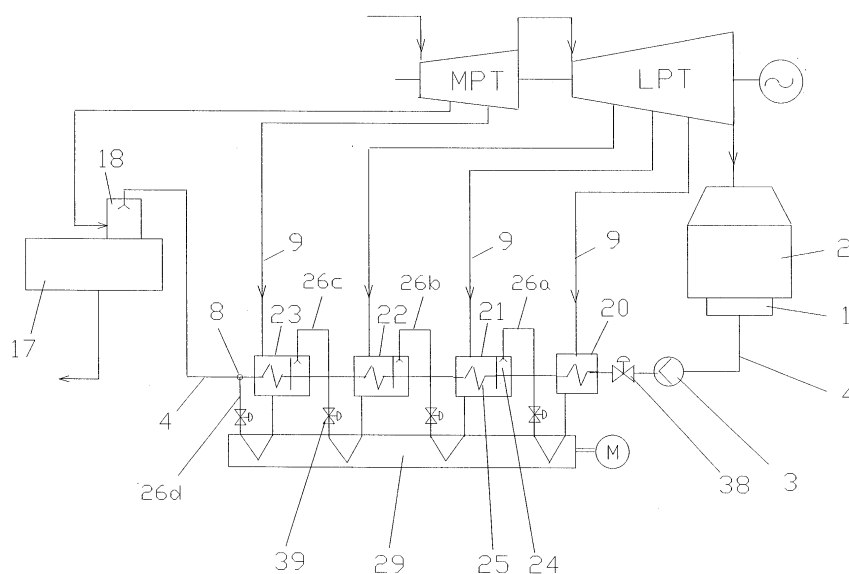


Fig. 5

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat in einem Dampfkraftwerk oder Kombikraftwerk mittels Anzapfdampf aus Turbinen, wobei die Schaltung im Niederdruckbereich zwischen Kondensator und Speisewasserbehälter des Kraftwerks angeordnet ist.

Stand der Technik

[0002] Niederdruck-Vorwärmerschaltungen sind allgemein bekannt. Sie dienen der Vorwärmung des Kondensats aus dem Kondensator mittels Turbinenanzapfdampf. Das Kondensat wird hierfür vom Kondensator durch eine Kondensatpumpe durch eine oftmals mehrstufige Vorwärmerschaltung gepumpt. Nach Durchlauf der Vorwärmerschaltung wird das Kondensat einem Entgaser und Speisewasserbehälter zugeführt, wonach das Speisewasser weiteren Vorwärmerstufen im Hochdruckbereich und schliesslich dem Kessel zugeführt wird. Das Kondensat, das im Hotwell des Kondensators angesammelt worden ist und der Vorwärmerschaltung zugeführt wird, hier Hauptkondensatstrom genannt, wird durch mehrere Wärmetauscher gepumpt. Dort wird es im Wärmetausch mit Dampf, der aus der Niederdruck- oder Mitteldruckturbine angezapft und in die Wärmetauscher gelangt, erwärmt. In den Wärmetauschern fällt durch die Kondensation des Anzapfdampfs Kondensat an, hier Nebenkondensat genannt, das auf verschiedene Weisen aus den Apparaten abgeführt und weiter verwendet wird.

[0003] In den Figuren 1 bis 3 sind Vorwärmerschaltungen des Standes der Technik dargestellt. Davon zeigt Figur 1 eine Vorwärmerschaltung mit Rückkaskadierung des Nebenkondensatstroms, wie sie oft in Kraftwerksanlagen kleinerer Leistung < 200 MW eingesetzt wird. Die Schaltung besteht aus 4 Stufen, wobei jede Stufe einen Oberflächenvorwärmer 10-13 aufweist. Der Hauptkondensatstrom aus dem Hotwell 1 des Kondensators 2 wird mit Hilfe einer Kondensatpumpe 3 über die Leitung 4 durch alle 4 Stufen gepumpt, wobei er in jeder Stufe durch Anzapfdampf der Menge Md1, Md2, Md3 bzw. Md4 erwärmt wird. Hiernach wird das erwärmte Kondensat dem Speisewasserbehälter 17 mit Entgaser 18 zugeführt. Das in den Vorwärmern 10-13 anfallende Nebenkondensat wird jeweils über die Unterkühler 14-16 und Leitungen 5a-d von der vierten zur dritten, von der dritten zur zweiten, von der zweiten zur ersten Vorwärmerstufe und von der ersten zum Kondensator rückkaskadiert. Die Unterkühler 14-16 dienen der Kühlung des rückgeführten Nebenkondensats und reduzieren stark die Aufwärmung des Hauptkondensats in den Vorwärmern durch die Kondensatwärme aus jeweils höheren Stufen. Die Leistungsverluste in der Turbine aufgrund der Dampfanzapfung werden dadurch reduziert.

[0004] Die Menge des rückkaskadierten Nebenkondensats ist bei jeder Vorwärmerstufe verschieden, wodurch die Unterkühler 14-16 jeweils gemäss der Grösse des Nebenkondensatstroms unterschiedlich gross ausgelegt werden müssen. Dieser ist bei der ersten Stufe am grössten und bei der vierten Stufe am kleinsten, wobei die erste Vorwärmerstufe normalerweise über keinen Unterkühler verfügt. Der hier aus allen Vorwärmerstufen kumulierte Nebenkondensatstrom wird zum Hotwell des Kondensators rückgeführt und gelangt dort in den Hauptkondensatstrom. Der Hauptkondensatstrom 4, der durch die Rohre der Oberflächenvorwärmer fliesst, besteht also aus dem kondensierende Abdampfstrom aus der Niederdruckturbine und dem kumulierten Nebenkondensatstrom aus sämtlichen Vorwärmerapparaten. Die Rohrheizfläche und Anzahl Rohre in den Oberflächenvorwärmern ist entsprechend dem Hauptkondensatstrom M(HK) ausgelegt, wobei

$$M(HK) = MT + \sum Md_{1-4}.$$

[0005] Die Rückkaskadierung des Nebenkondensatstroms hat ferner den Nachteil, dass sie mit Verlusten verbunden ist, da zwischen den Vorwärmerapparaten gedrosselt werden muss, um jeweils den Druck der höheren Stufe zu halten.

[0006] In Figur 2 ist eine bekannte Vorwärmerschaltung mit teilweisem Vorwärtspumpen und teilweiser Rückkaskadierung gezeigt. Diese Art Schaltung wird oft in Anlagen mittlerer und höherer Leistung > 200 MW eingesetzt. Die Schaltung weist wiederum vier Vorwärmerstufen mit Oberflächenvorwärmern 10-13 auf, wobei im Vorwärmern 12 der dritten Stufe ein Unterkühler angeordnet ist. Das Nebenkondensat aus der vierten Stufe wird über Leitung 6d vorwärts gepumpt und nach dieser Stufe mit dem Hauptkondensatstrom zusammengeführt. Das Kondensat aus der dritten Stufe wird über den Unterkühler 15 und Leitung 5c rückwärts zur zweiten Stufe kaskadiert. Jenes aus der zweiten Stufe wird über Leitung 6b vorwärts gepumpt und mit dem Hauptkondensatstrom 4 nach der zweiten Stufe zusammengeführt. Das Kondensat der ersten Stufe wird über die Leitung 5a und das Hotwell im Kondensator in den Hauptkondensatstrom geführt. Die Wassermenge, die durch die erste und zweite Vorwärmerstufe strömt ist gleich dem Hauptkondensatstrom 4 bestehend aus Turbinenabdampfstrom MT zuzüglich dem Nebenkondensat aus der ersten Stufe. Die Wassermenge in der dritten und vierten Stufe ist gleich dem Hauptkondensatstrom 4 zuzüglich dem Nebenkondensat aus der zweiten und dritten Stufe. Die einzelnen Vorwärmerapparate sind wiederum entsprechend der durch sie strömenden Wassermenge mit verschiedener Anzahl Rohre ausgestattet. Weiter unterscheidet sich der Vorwärmer der dritten Stufe von den anderen drei, indem er über einen Unterkühler zwecks Rückkaskadierung verfügt.

[0007] In Figur 3 ist eine bekannte Schaltung mit vier Stufen von Oberflächenvorwärmern gezeigt, wobei das Nebenkondensat auf allen Stufen vorwärtsgepumpt wird. Hier wird das Nebenkondensat jeder Stufe über Leitungen 6a-d mit dem Hauptkondensatstrom zusammengeführt. Die Wassermenge, die durch die einzelnen Oberflächenvorwärmer fließt ist von Stufe zu Stufe grösser, wodurch jeder der Apparate eine entsprechend Anzahl Rohre aufweist. Aus diesem Grund ist jeder Apparat verschieden gross ausgelegt. Der Wärmeverbrauch dieser Vorwärmerschaltung ist im Vergleich zu jenen der Figuren 1 und 2 verbessert.

[0008] Schliesslich ist eine Vorwärmerschaltung aus der DE 195 24 216 bekannt, in der anstelle von Oberflächenvorwärmern in jeder Stufe ein Mischvorwärmer eingesetzt ist, wobei das Nebenkondensat jeder Stufe vorwärts gepumpt wird und in jener Stufe dem Hauptkondensatstrom direkt zugeführt wird. Diese Schaltung hat im Gegensatz zu den oben erläuterten Schaltungen dank der Null-Grädigkeit der Mischvorwärmer einen besseren Wärmeverbrauch. Die Wassermenge, die durch die Apparate geführt wird, ist von Stufe zu Stufe durch das Vorwärtspumpen steigend. Der Nachteil dieser Schaltung liegt in der grösseren Anzahl grossen Pumpen, die im Hauptkondensatstrom geschaltet sind.

Darstellung der Erfindung

[0009] Es ist in Anbetracht des beschriebenen Standes der Technik die Aufgabe der Erfindung, eine Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat im Niederdruckbereich zwischen Kondensator und Speisewasserbehälter eines Kraftwerks zu schaffen, deren Abwicklungs-, Material- und Fabrikationskosten reduziert sind und deren Wärmeverbrauch verbessert ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Vorwärmerschaltung gemäss Anspruch 1 gelöst. Die erfindungsgemässe Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat, das im Hotwell des Kondensators eines Kraftwerks angesammelt worden ist, besteht aus einer Hauptkondensatpumpe, Nebenkondensatpumpen und mehreren Vorwärmer- oder Wärmetauschapparaten, die zwischen dem Kondensator und dem auf dem Speisewasserbehälter angeordneten Mischvorwärmer/Entgaser geschaltet sind. Die Vorwärmerapparate sind mit den Turbinen durch Anzapfungen verbunden. Das Kondensat aus dem Kondensator, auch Hauptkondensat genannt, wird mit Hilfe der Hauptkondensatpumpe durch alle Vorwärmerapparate gepumpt. Das Nebenkondensat, das durch Kondensation des Turbinenanzapfdampfes in den Vorwärmerapparaten anfällt, wird vorwärts durch die Nebenkondensatpumpen gepumpt. Die Schaltung zeichnet sich insbesondere durch eine Führung des Hauptkondensatstroms, die separat von der Führung des Nebenkondensatstroms ist. Hierfür bestehen der zweite sowie die nachfolgenden Vorwärmer aus Hybridvorwärmern mit jeweils einem Oberflächenvorwärmerteil und einem Mischvorwärmerteil. Der Haupt-

kondensatstrom fließt in allen Vorwärmern durch die Oberflächenvorwärmerteile. Der Nebenkondensatstrom jedes Vorwärmerapparates wird jeweils zum nächstfolgenden Hybridvorwärmer vorwärts gepumpt und dort im Mischvorwärmerteil desjenigen Vorwärmers gesprüht, wobei er dort auf Sättigungstemperatur des nächstfolgenden Vorwärmers erwärmt wird. Der Nebenkondensatstrom bleibt dabei stets ausserhalb der Rohre der Oberflächenvorwärmerteile und dadurch vom Hauptkondensatstrom getrennt. Das Nebenkondensat des letzten Vorwärmers der Schaltung, das heisst das kumulierte Nebenkondensat aller Wärmetauschapparate zwischen Kondensator und Entgaser, wird schliesslich vorwärts gepumpt und nach diesem letzten Vorwärmer, das heisst vor dem Entgaser mit dem Hauptkondensatstrom zusammengeführt.

[0011] Der erste Vorwärmer ist in einer ersten Ausführung als Oberflächenvorwärmer ausgestaltet. Das Hauptkondensat fließt durch die Rohre dieses Vorwärmers und die Rohre der Oberflächenvorwärmerteile aller nachfolgenden Hybridvorwärmer. Das im ersten Vorwärmer anfallende Nebenkondensat wird in den Mischvorwärmerteil des zweiten Vorwärmers und aller nachfolgenden Apparate vorwärts gepumpt.

[0012] In einer zweiten Ausführung ist der erste Vorwärmer als Hybridvorwärmer wie alle nachfolgenden Apparate ausgestaltet. Der Hauptkondensatstrom wird in dieser Ausführung vor der ersten Stufe in zwei Teilströme aufgeteilt, wovon der erste Teilstrom dem Oberflächenvorwärmerteil der ersten Stufe zugeführt wird und der zweite Teilstrom im Mischvorwärmerteil dieser Stufe versprüht wird.

[0013] In einer ersten Variante der Aufteilung des Hauptkondensatstroms in zwei Teilströme weist die Leitung zum Mischvorwärmerteil eine Nebenpumpe auf. Diese Leitung sowie die Leitung zum Oberflächenvorwärmerteil weisen je ein Regelventil auf. In einer zweiten Variante wird die Aufteilung mittels einer By-passdrosselung realisiert.

[0014] Für die Vorwärtskaskadierung des Nebenkondensatstroms werden jeweils einzelne Pumpen nach jedem Vorwärmer eingesetzt. In einer Variante zu dieser Ausführung ist anstelle der mehreren Einzelpumpen und mehreren elektrischen Antriebe eine Re-entry-Pumpe (mehrere Pumpen auf einer Welle) mit einem Antriebsmotor eingesetzt. Diese erbringt den Vorteil einer erhöhten Verfügbarkeit der Pumpe und einer Reduzierung des Risikos eines Pumpenausfalls.

[0015] In weiteren Ausführungen der Schaltung weisen die zwei letzten Stufen oder die letzte Stufe der Vorwärmerschaltung eine Zone zur Enthitzung des aus der Turbine angezapften Dampfes auf, durch welche der Nebenkondensatstrom geleitet wird. Die Enthitzungszonen bewirken eine Verbesserung des Wärmeverbrauchs der Vorwärmerschaltung, indem die überhohöte Temperatur des Dampfes für weitere Erwärmung des Nebenkondensats genutzt wird. Ferner besteht in diesen Enthitzerzonen keine Kondensationsgefahr des

Dampfes.

[0016] In der erfindungsgemässen Vorwärmerschaltung ist die im Hauptkondensatstrom geführte Wassermenge in allen Vorwärmerapparaten gleich. Hieraus entsteht der Vorteil, dass die Berohrung des Oberflächenvorwärmerteils der Apparate gleich ausgelegt werden kann. Es kann also für jeden Apparat das gleiche Design angewandt werden, womit die Abwicklungskosten für die Apparate reduziert werden.

[0017] Die Grösse des Hauptkondensatstroms ist gleich der Kondensatmenge, die aus dem Turbinenabdampf im Hotwell des Kondensators anfällt und ist im Vergleich zu der Wassermenge in den beschriebenen Schaltungen des Standes der Technik kleiner. Die Rohrheizflächen der Apparate in der erfindungsgemässen Schaltung ist deshalb im Vergleich zu bekannten Schaltungen reduziert. Da die rostfreie Rohrheizfläche sehr kostspielig ist, erbringt die Reduzierung der Anzahl Rohre eine bedeutende Ersparnis bei den Bau- und Materialkosten.

[0018] Die Vorwärtskaskadierung des Nebenkondensats erbringt ferner den Vorteil, dass keine Unterkühler notwendig sind, wodurch die Baukosten der Apparate wiederum reduziert werden.

[0019] Schliesslich bewirkt die Einführung eines Mischvorwärmerteils zur Erwärmung des Nebenkondensats eine Verbesserung des Wärmeverbrauchs der Schaltung und eine Erhöhung des Wirkungsgrads und Leistung des Kraftwerks.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Es zeigen:

Figur 1 eine Vorwärmerschaltung im Niederdruckbereich mit Rückwärtskaskadierung gemäss dem Stand der Technik,

Figur 2 eine Vorwärmerschaltung mit teilweiser Rückwärtskaskadierung und teilweiser Vorwärtsführung gemäss dem Stand der Technik,

Figur 3 eine Vorwärmerschaltung mit Vorwärtsführung gemäss dem Stand der Technik, bei welcher der Nebenkondensatstrom nach jedem Vorwärmerapparat dem Hauptkondensatstrom zugeführt wird, Figur 4 eine erfindungsgemässe Vorwärmerschaltung mit separater Führung von Neben- und Hauptkondensatstrom,

Figur 5 eine erfindungsgemässe Vorwärmerschaltung im Detail mit Einsatz von Hybrid-Vorwärmern bestehend aus einem Oberflächenvorwärmerteil und einem Mischvorwärmerteil,

Figur 6 einen Vorwärmerapparat der dritten oder vierten Stufe der Vorwärmerschaltung mit Enthitzungszone,

Figur 7a einen Vorwärmerapparat der ersten Stufe der Schaltung bestehend aus einem Oberflächenvorwärmer- und Mischvorwärmerteil und eine erste Variante zur Aufteilung des Hauptkondensatstroms

vor der ersten Stufe in zwei Teilströme, Figur 7b eine zweite Variante zur Aufteilung des Hauptkondensatstroms in zwei Teilströme.

5 Wege der Ausführung der Erfindung

[0021] Die erfindungsgemässe Schaltung wird anhand der Figuren 4 bis 7 näher erläutert.

[0022] Die Figur 4 zeigt den Fluss des Hauptkondensatstroms aus dem Hotwell 1 des Kondensators 2 mittels der Hauptkondensatpumpe 3 und über die Leitung 4 durch die Oberflächenvorwärmerteile der Apparate 20-23. Beim Durchfliessen der Heizrohre der Vorwärmer wird es im Wärmetausch mit dem Anzapfdampf, der aus der Turbine über Leitungen 9 in die Wärmetauschanlage gelangt, erwärmt. Nach dem letzten Vorwärmer 23, hier der vierten Stufe der Vorwärmerschaltung, wird das erwärmte Kondensat dem Entgaser 18 und Speisewasserbehälter 17 zugeführt.

[0023] Das Nebenkondensat, das durch Kondensation im ersten Vorwärmerapparat 20 anfällt wird über Leitungen 26a und eine Pumpe 28 zum zweiten Vorwärmer 21 vorwärts gepumpt und im Dampfraum des Vorwärmers 21 versprüht. Hier verbleibt es stets ausserhalb der Rohre mit dem Hauptkondensatstrom. Vom zweiten Vorwärmer 21 wird das Nebenkondensat wiederum über die Leitung 26b zum dritten Vorwärmer 22 vorwärts gepumpt, wo es wie im zweiten Vorwärmer versprüht wird und ausserhalb der Rohre mit dem Hauptkondensat bleibt. In gleicher Weise wird das Nebenkondensat weiter über Leitung 26c zum vierten Vorwärmer 23 gepumpt. Das Nebenkondensat im vierten Vorwärmer 23 wird über die Leitung 26d und eine Pumpe im Punkt 8 in den Hauptkondensatstrom in der Leitung 4 geführt.

[0024] Die Vorwärtsführung des Nebenkondensats wird in dieser Ausführung durch mehrere Pumpen 28 zwischen den einzelnen Vorwärmern realisiert. Der Hauptkondensatstrom in der Leitung 4 führt vom Hotwell 1 bis zum Punkt 8 stets die gleiche Wassermenge MT, die Kondensatmenge aus dem Turbinenabdampf, weshalb die Berohrung aller vier Vorwärmer 20-23 gleich ausgeführt ist.

[0025] Figur 5 zeigt nähere Details der erfindungsgemässen Schaltung. Sie zeigt insbesondere die Ausgestaltung der einzelnen Vorwärmerapparate. Der erste Vorwärmer 20 nach der Hauptkondensatpumpe 3 besteht hier aus einem Oberflächenvorwärmer. Anzapfdampf aus der Niederdruckturbine LPT gelangt über die Leitung 9 in diesen Vorwärmer 20. Das Hauptkondensat fliesst nach diesem Vorwärmer in der Leitung 4 dem Hybridvorwärmer 21 zu. Der Vorwärmer 21 ist ein Hybridvorwärmer und weist einen Mischvorwärmerteil 24 und einen Oberflächenvorwärmerteil 25 auf. Hier durchfliesst der Hauptkondensatstrom die Heizrohre des Oberflächenvorwärmerteils 25 und fliesst sodann dem dritten und vierten Vorwärmer 22 und 23 zu, die gleich ausgestaltet sind wie der Hybridvorwärmer 21.

[0026] Das im Vorwärmer 20 anfallende Nebekon-

densat wird über Leitung 26a und mit Hilfe der ersten Stufe von Re-entry-Pumpen 29 mit Antrieb M und Regelventilen 39 dem zweiten Vorwärmer 21, dem Hybridvorwärmer, zugeführt. Es wird in dem Mischvorwärmer-
 5 teil 24 versprüht und dort auf die Sättigungstemperatur des Dampfdrucks des zweiten Vorwärmers 21 erwärmt. Durch den Einsatz eines Mischvorwärmer-
 10 teils für die Erwärmung des Nebenkondensats wird einerseits die notwendige Rohrheizfläche des Oberflächenvorwärmer-
 teils jedes Vorwärmers reduziert. Andererseits erbringt der Direktkontakt des Nebenkondensats mit dem Anzapfdampf durch die geringe Kondensationsgrädigkeit
 15 eine Verbesserung des Wärmeverbrauchs der Vorwärmerschaltung und Erhöhung des Turbinenwirkungsgrades. Nach dem Vorwärmer 21 wird das Nebenkondensat über die Leitung 26b und mittels der zweiten Stufe der Re-entry-Pumpen 29 dem dritten Vorwärmer 22 zugeführt. Das Nebenkondensat wird auch hier in den Mischvorwärmer-
 20 teilen versprüht und auf Sättigungstemperatur erwärmt. Nach Erwärmung im vierten Vorwärmer 23 wird es schliesslich über die Leitung 26d im Punkt 8 mit dem Hauptkondensatstrom zusammengeführt und dann in den Entgaser 18 eingeführt.

[0027] Figur 6 zeigt eine besondere Ausführung des Vorwärmerapparates der vierten Stufe der Schaltung. Vor Verlassen des vierten Vorwärmers 23 durchfliesst das Nebenkondensat eine Enthitzerzone 35. Diese dient der Enthitzung des über die Leitung 9 angezapften Dampfes aus der Mitteldruckturbine MPT, dessen Wärme hier zur weiteren Erwärmung des Nebenkondensats
 25 über die Sättigungstemperatur des Dampfdruckes genutzt wird. Dies trägt zur weiteren Verbesserung des Wärmeverbrauchs der Schaltung bei. Die hier eingebaute Enthitzerzone 35 hat den Vorteil, dass auf ihrer Heizfläche keine Kondensationsgefahr besteht, da das Nebenkondensat eine Eintrittstemperatur besitzt, die bereits die Sättigungstemperatur des Dampfdrucks aufweist.

[0028] In einer Variante ist auch im dritten Vorwärmer 22 eine Enthitzerzone eingebaut, wodurch der Wärmeverbrauch der Schaltung weiter verbessert wird.

[0029] Figur 7a zeigt eine zweite Ausführung des ersten Vorwärmerapparates der erfindungsgemässen Schaltung. Dieser Apparat weist zusätzlich zum Oberflächenvorwärmer-
 35 teil 25 einen Mischvorwärmer-
 40 teil 24 auf. Er ist also gleich oder ähnlich den Vorwärmern der höheren Stufen, die mit einem Hybridvorwärmer ausgestattet sind. In dieser Schaltung wird der Hauptkondensatstrom in allen Vorwärmern weiter reduziert.

[0030] Zwischen dem Hotwell 1 und dem ersten Vorwärmer 20 wird der Hauptkondensatstrom in zwei Teilströme aufgeteilt. Der erste Teilstrom wird mit Hilfe der Hauptkondensatpumpe 3 in der Leitung 4 als Hauptkondensatstrom zum Oberflächenvorwärmer-
 50 teil 25 des ersten Vorwärmers 20 gepumpt. Die Leitung 4 weist ein Hauptregelventil 38 zur Regelung des Niveaus im Hotwell 1 auf. Das Hauptregelventil 38 wird hierzu über einen Regelkreis durch die Signalleitung 41 gesteuert.

[0031] Der zweite Teilstrom wird über die Leitung 26 mit Hilfe einer Nebenzpumpe 28' zum Mischvorwärmer-
 5 teil 24 des ersten Vorwärmers 20 gepumpt und dort aufgewärmt und mit dem Nebenkondensat des Vorwärmers zusammengeführt. Die Leitung 26 weist ebenfalls ein Regelventil, ein Nebenregelventil 39' auf, das durch die gleiche Signalleitung 41 gesteuert wird.

[0032] In einer Variante ist die Nebenzpumpe 28' auf der gleichen Welle mit Antrieb M (Re-entry-Pumpen) angeordnet wie die Pumpen 29 für das Vorwärtspumpen des Nebenkondensats aus den Vorwärmerapparaten 20-23.

[0033] Figur 7b zeigt eine zweite Variante der Aufteilung des Hauptkondensatstroms vor dem ersten Vorwärmer 20 mittels einer Bypassdrosselung. Nach der Kondensatpumpe 3 ist in der Leitung 4 für den Hauptkondensatstrom ein Regelventil 38 angeordnet, das gemäss dem Niveau im Hotwell über einen Regelkreis gesteuert wird. Nach dem Regelventil 38 wird gemäss der
 20 Einstellung eines Drosselventils 40 in der Leitung 26' ein Teil des Hauptkondensatstroms in diese Leitung 26', eine Bypassleitung 26' genannt, abgezweigt.

[0034] Die Aufteilung in die zwei Teilströme ist durch das Drosselventil 40 einstellbar. Beispielsweise wird der Hauptkondensatstrom zu 90% und 10% aufgeteilt, wobei der kleinere Teilstrom dem Mischvorwärmer-
 25 teil des ersten Vorwärmers 20 zugeführt wird. Durch die Reduktion des Hauptkondensatstroms zum ersten Vorwärmer werden die Rohrheizflächen in allen vier Vorwärmerapparaten reduziert, wodurch die Baukosten weiter reduziert und der Wärmeverbrauch weiter verbessert wird.

[0035] Die erfindungsgemässe Vorwärmerschaltung ist hier mit vier Vorwärmerapparaten dargestellt. Sie ist auch bei Anlagen mit zwei sowie auch bei Grossanlagen mit fünf oder sechs Apparaten ausführbar.

Bezugszeichenliste

[0036]

1	Hotwell
2	Kondensator
3	Hauptkondensatpumpe
4	Leitung für Hauptkondensatstrom
45 5a-d	Leitungen für Nebenkondensatstrom rückwärtskaskadiert
6a-d	Leitung für Nebenkondensatstrom vorwärtsgeführt
8	Zusammenführungspunkt von Neben- und Hauptkondensatstrom
50 9	Anzapfdampfleitungen aus den Turbinen
10-13	Vorwärmerapparate, Oberflächenvorwärmer
14-16	Unterkühler
55 17	Speisewasserbehälter
18	Mischvorwärmer/Entgaser
20	Vorwärmer erster Stufe
21-23	Hybridvorwärmer

24	Mischvorwärmerteil
25	Oberflächenvorwärmerteil
26	Leitung für zweiten Teilstrom zum ersten Vorwärmer
26'	Bypassleitung
26a-d	Leitungen für Nebenkondensatstrom
28, 28'	Einzelne Nebenkondensatpumpen
29	Re-entry-Pumpe
35	Enthitzerzone
38	Hauptregelventil
39, 39'	Nebenregelventil
40	Drosselventil
41	Signalleitung

Patentansprüche

1. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat eines Dampf- oder Kombikraftwerks mit mehreren Vorwärmerapparaten (20-23), die zwischen einem Kondensator (2) und einem auf einem Speisewasserbehälter (17) angeordneten Entgaser (18) geschaltet sind,

wobei das in einem Hotwell (1) des Kondensators (2) angesammelte Kondensat als Hauptkondensat mit Hilfe einer Hauptkondensatpumpe (3) aus dem Hotwell (1) des Kondensators (2) und durch alle Vorwärmerapparaten (20-23) gepumpt wird,
 und Anzapfdampf aus Turbinen (MPT, LPT) des Kraftwerks über Leitungen in die Vorwärmerapparate (20-23) gelangt, in den Vorwärmerapparaten (20-23) zu Nebenkondensat kondensiert und jeweils vorwärts gepumpt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hauptkondensat und das Nebenkondensat durch die gesamte Schaltung zur Vorwärmung des Kondensats voneinander getrennt geführt werden, indem der zweite Vorwärmerapparat (21) und die nachfolgenden Vorwärmerapparate (22, 23) als Hybridvorwärmer mit jeweils einem Oberflächenvorwärmerteil (25) und einem Mischvorwärmerteil (24) ausgestaltet sind,
 und das Hauptkondensat nach Vorwärmung im ersten Vorwärmerapparat (20) durch Rohre der Oberflächenvorwärmerteile (25) des zweiten Vorwärmerapparates (21) und der nachfolgenden Vorwärmerapparate (22, 23) gepumpt wird und das Nebenkondensat, das in jedem Vorwärmerapparat (20-23) anfällt, jeweils zum Mischvorwärmerteil (24) des nächstfolgenden Hybridvorwärmers (21-23) vorwärts gepumpt und dort versprüht und vorgewärmt wird,
 und das Nebenkondensat aus dem letzten Hy-

bridvorwärmer (23) der Schaltung nach diesem letzten Hybridvorwärmer (23) und vor dem Entgaser (18) mit dem Hauptkondensat zusammengeführt wird.

2. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 1
 dadurch gekennzeichnet, dass
 der erste Vorwärmerapparat (20) der Schaltung als Oberflächenvorwärmer zur Vorwärmung des Hauptkondensats aus dem Kondensator (2) ausgestaltet ist.
3. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 1
 dadurch gekennzeichnet, dass
 der erste Vorwärmerapparat (20) der Schaltung als Hybridvorwärmer mit einem Oberflächenvorwärmerteil (24) und einem Mischvorwärmerteil (25) ausgestaltet ist.
4. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 3,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Hauptkondensat aus dem Hotwell (1) des Kondensators (2) vor dem ersten Vorwärmerapparat (20) in zwei Teilströme aufgeteilt wird, wovon der erste Teilstrom in einer Leitung (4) dem Oberflächenvorwärmerteil (25) und der zweite Teilstrom in einer Leitung (26, 26') dem Mischvorwärmerteil (24) des ersten Vorwärmerapparates (20) zugeführt wird.
5. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 4,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 in der Leitung (4) zum Oberflächenvorwärmerteil (25) des ersten Vorwärmerapparates (20) nach der Aufteilung in die zwei Teilströme und vor dem ersten Vorwärmer (20) die Hauptkondensatpumpe (3) und ein Regelventil (38) angeordnet sind und in der Leitung (26) zum Mischvorwärmerteil (24) des ersten Vorwärmerapparates (20) nach der Aufteilung in die zwei Teilströme und dem ersten Vorwärmerapparat (20) eine Nebenkondensatpumpe (28') und ein Nebenregelventil (39') angeordnet sind.
6. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 5,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Hauptregelventil (38) und Nebenregelventil (39') durch ein Signal gemäss dem Niveau des Kondensats im Hotwell (1) über eine Signalleitung (41) gesteuert werden.
7. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach Anspruch 4,
 dadurch gekennzeichnet, dass

nach dem Hotwell (1) und vor der Aufteilung in die zwei Teilströme die Hauptkondensatpumpe (3) und ein Regelventil (38) zur Niveau-Regelung im Hotwell (1) angeordnet sind, und nach der Aufteilung in die zwei Teilströme in der Leitung (26') zum Mischvorwärmerteil (24) des ersten Vorwärmerapparates (20) ein Drosselventil (40) angeordnet ist.

8. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach einem der vorangehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet, dass
der letzte Vorwärmerapparat (23) oder die zwei letzten Vorwärmerapparate (22, 23) der Schaltung eine Zone zur Enthitzung (35) des Anzapfdampfes aus den Turbinen (MPT, LPT) aufweisen. 15
9. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach einem der vorangehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
das Nebenkondensat aus den einzelnen Vorwärmerapparaten (20-23) jeweils mit Hilfe mehrerer Pumpen auf einer Welle (29) in den Mischvorwärmerteil (24) des nächstfolgenden Hybridvorwärmers (21-23) vorwärts gepumpt wird. 25
10. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach einem der vorangehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass
das Nebenkondensat aus den einzelnen Vorwärmerapparaten (20-23) jeweils mit Hilfe einzelner Pumpen (28) in den Mischvorwärmerteil (24) des nächstfolgenden Hybridvorwärmers (21-23) vorwärts gepumpt wird.
11. Schaltung zur Vorwärmung von Kondensat nach den Ansprüchen 5 und 9, 35
dadurch gekennzeichnet, dass
die Nebenkondensatpumpe (28') in der Leitung (26) zum Mischvorwärmerteil (24) des ersten Vorwärmerapparates (20) zusammen mit den Pumpen 40
(29) zum Vorwärtspumpen des Nebenkondensats aus den Vorwärmerapparaten (20-23) auf der gleichen Welle angeordnet ist.

45

50

55

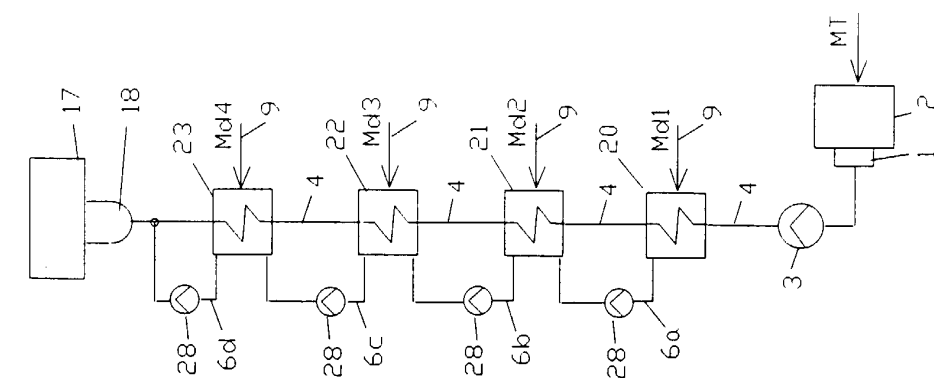


Fig. 1

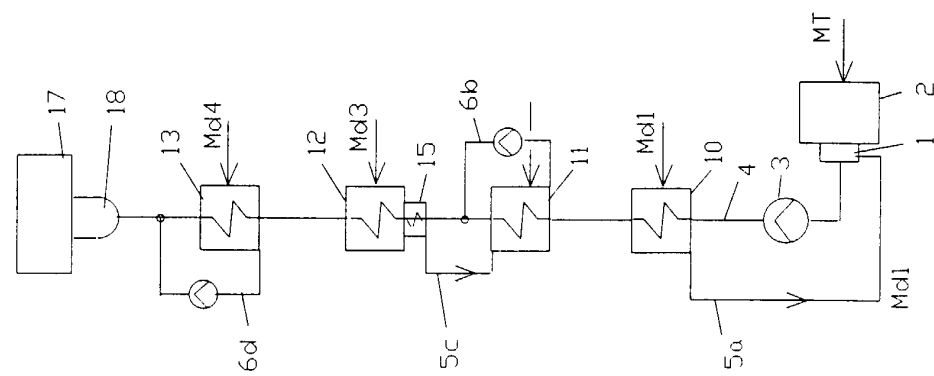


Fig. 2

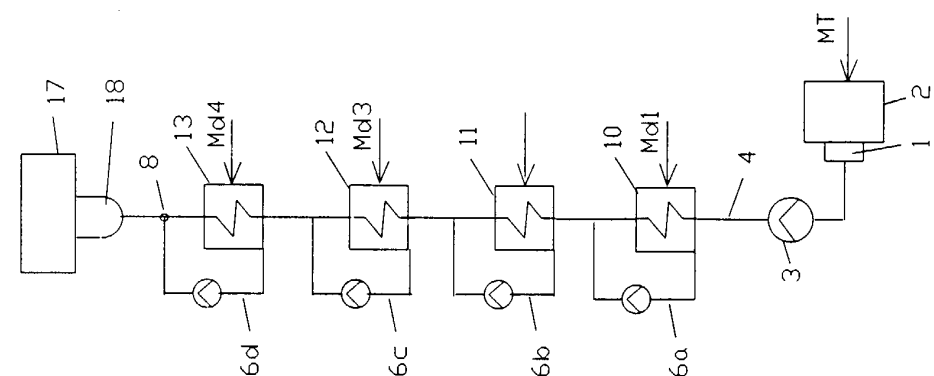


Fig. 3

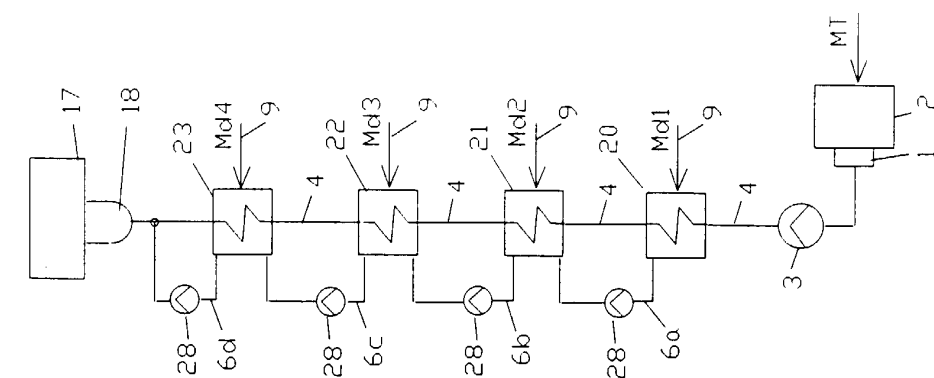


Fig. 4

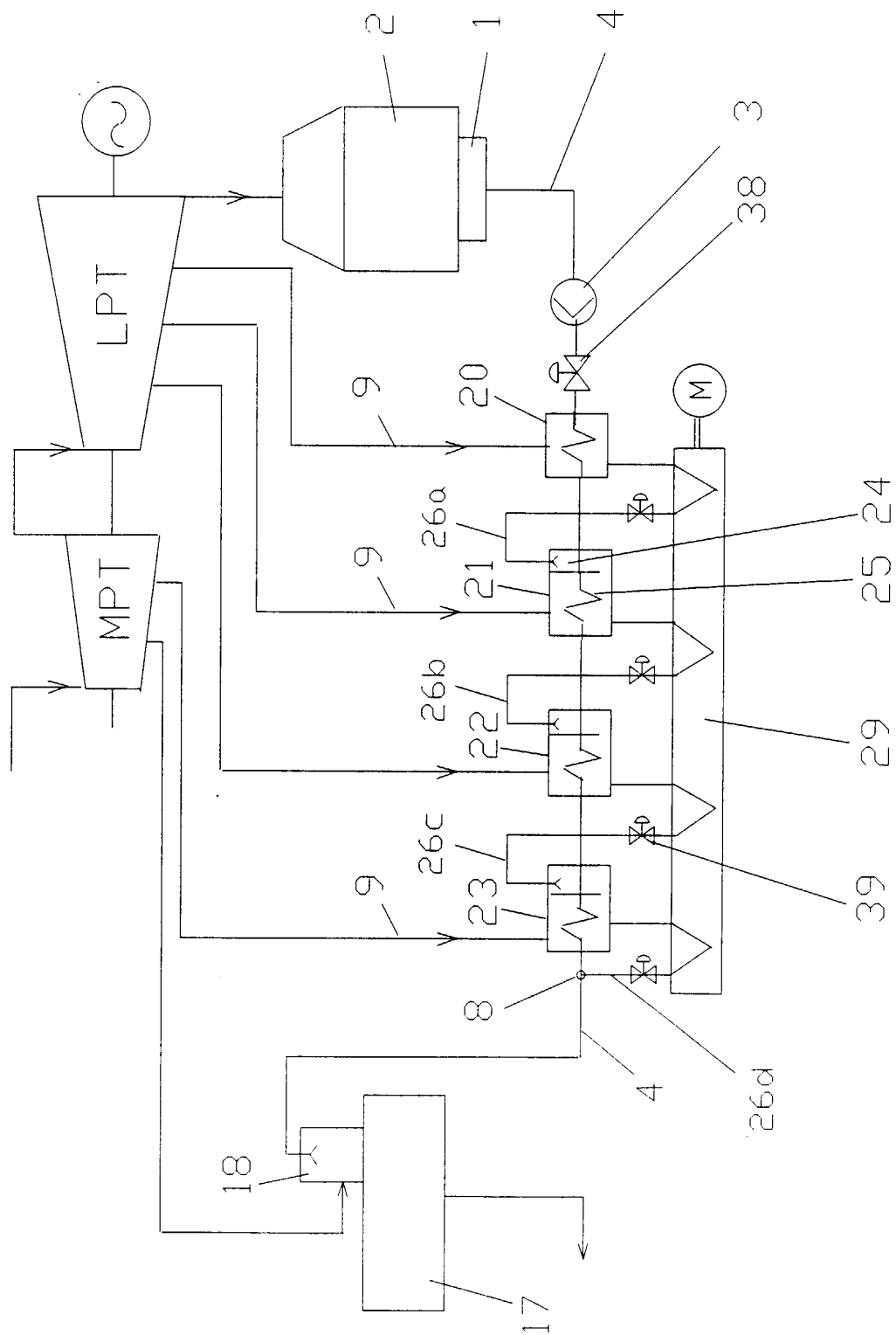


Fig. 5

Fig. 6

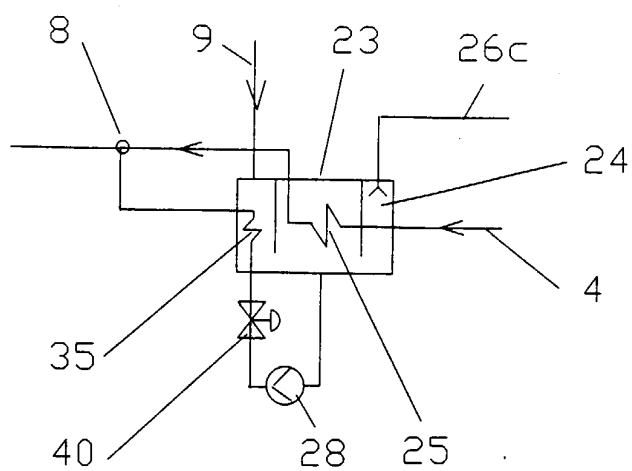


Fig. 7a

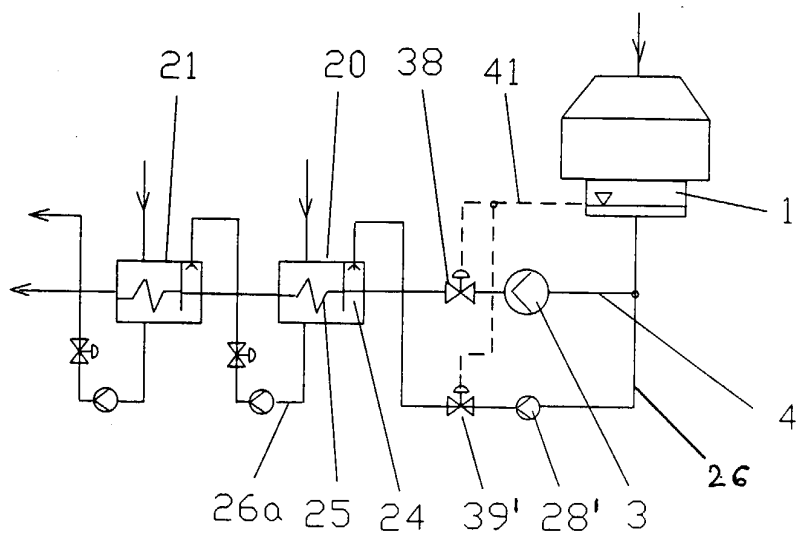
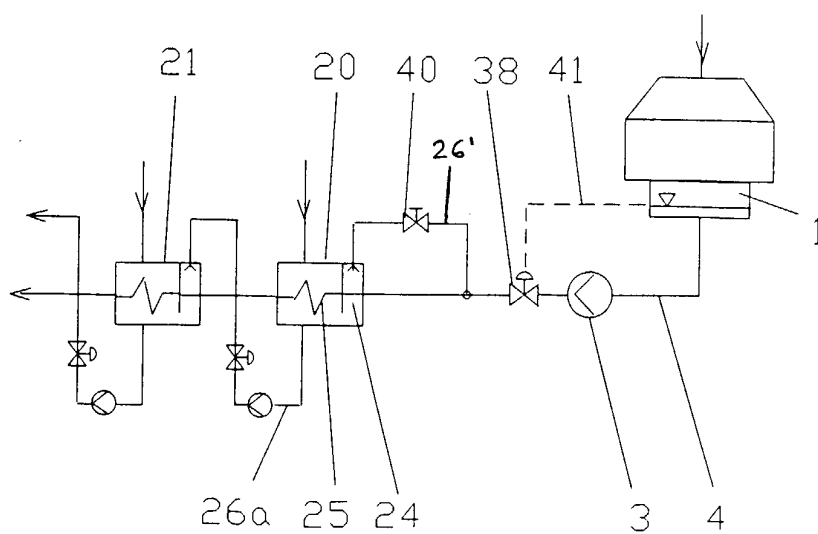


Fig. 7b





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 0274

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG
A	GB 1 152 441 A (STEINMULLER) 21. Mai 1969 (1969-05-21) * Seite 4, Zeile 21 - Zeile 43; Abbildung 7 *	1	F01K7/40
A	DE 14 26 443 A (SIEMENS) 27. März 1969 (1969-03-27) * Abbildung 2 *	1	
A	DE 11 19 874 B (JAROSLAV NEKOLNY) * Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 10; Abbildungen *	1	
A	GB 185 765 A (SEBASTIAN ZIANI DE FERRANTI) * Seite 3, Zeile 107 - Zeile 126; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE
			F01K F22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24. August 1999	Prüfer Van Gheel, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 81 0274

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.

24-08-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1152441 A	21-05-1969	DE 1551263 A	29-05-1969
		DE 1551264 A	26-06-1969
		US 3423933 A	28-01-1969
DE 1426443 A	27-03-1969	KEINE	
DE 1119874 B		KEINE	
GB 185765 A		KEINE	

EPO FORM P0461

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