



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2006 Patentblatt 2006/26

(51) Int Cl.:
F01D 25/08^(2006.01) F01D 3/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04030350.5**

(22) Anmeldetag: **21.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Edelmann, Heiner, Dr.
91085 Weisendorf (DE)**

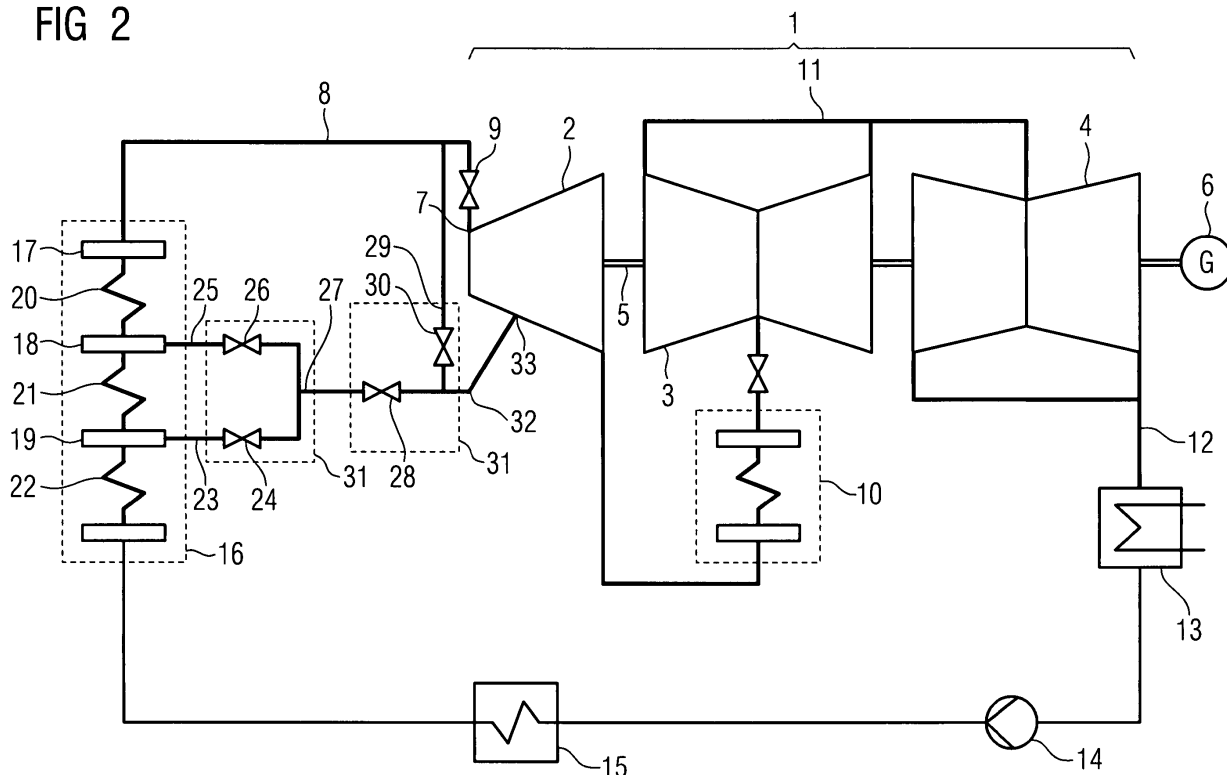
- **Haje, Detlef, Dr.
02826 Görlitz (DE)**
- **Heine, Werner-Holger
46487 Wesel (DE)**
- **Kral, Rudolf
92551 Stulln (DE)**
- **Wechsung, Michael
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Wiegardt, Kai, Dr.
44795 Bochum (DE)**

(54) **Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine**

(57) Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine (1), wobei zumindest ein erster eine erste Temperatur und einen ersten Druck aufweisender Kühldampf aus einem ersten Bereich eines Dampferzeugers (16) entnommen

wird und mit einem zweiten eine zweite Temperatur und einem zweiten Druck aufweisenden Kühldampf zu einem eine Hauptkühltemperatur und einen Hauptkühldruck aufweisenden Hauptkühldampf gemischt wird und in eine Kühleinlassöffnung (33) der Dampfturbine strömt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine und eine Dampfturbinenanlage.

[0002] Der Wirkungsgrad einer Dampfturbine wird vorwiegend durch ein Enthalpiegefälle des Strömungsmediums beeinflusst. Im Dampfturbinenbau werden große Anstrengungen unternommen, um die Möglichkeit zu schaffen, eine Dampfturbine derart auszubilden, dass die Einströmöffnung der Dampfturbine für höhere Temperaturen geeignet ist. Derzeitige Dampfturbinen sind für Temperaturen des Strömungsmediums in der Einströmöffnung für bis zu 620° bis 630°C ausgelegt. Eines der technischen Probleme die es zu lösen gibt, ist es, ein geeignetes Kühlkonzept für die eingesetzte Dampfturbine zu finden.

[0003] In der Regel wird eine Dampfturbinenanlage, die zur Energieversorgung ausgebildet ist, aus verschiedenen Teil-Turbinen zusammengesetzt, wobei die Teil-Turbinen für unterschiedliche Zustände des Strömungsmediums ausgelegt sind. In der Regel weist eine Dampfturbinenanlage eine Hochdruck-Teilturbine, eine Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbine auf. Der in die Hochdruck-Teilturbine einströmende Frischdampf weist Temperaturen von bis zu 620° bis 630°C und Drücke bis zu 300 bar auf. Nach der Durchströmung des Frischdampfes durch die Beschaufelung der Hochdruck-Teilturbine strömt das Strömungsmedium aus der Hochdruck-Teilturbine in der Regel in eine Zwischenüberhitzereinheit, wo das Strömungsmedium wieder auf eine Temperatur von ca. 600° bis 620°C erhitzt wird. Das Strömungsmedium strömt anschließend in die Mitteldruck-Teilturbine und von dort in die Niederdruck-Teilturbine. Die Energie des Strömungsmediums wird hierbei in Rotationsenergie eines Rotors, der an einen Generator gekoppelt ist, umgewandelt.

[0004] Wird die Hochdruck-Teilturbine mit einer Reaktionsbeschaufelung ausgeführt, was der Regelfall ist, führt die Expansion des zugeführten Strömungsmediums zu Kräften, die in axialer Richtung entlang einer Welle der Dampfturbine wirken. Eine Möglichkeit diese Kräfte auszugleichen, ist durch den Einsatz eines Schubausgleichskolbens gegeben. Der Schubausgleichskolben ist gleichzeitig Teil der Wellendichtung und beispielsweise in der DE 197 01 020 A1 sowie in der DE 68 097 08 U1 beschrieben.

[0005] Der Schubausgleichskolben wird hierbei an einer Stirnfläche mit Frischdampf beaufschlagt, was zu einer Gegenkraft, der so genannten Schubausgleichskraft führt. Da eine relativ große Beaufschlagungsfläche erforderlich ist, ist der Durchmesser des Kolbens vergleichsweise groß. Der große Durchmesser führt zu einer hohen Zentrifugalbeschleunigung.

[0006] Das Strömungsmedium wird über der auf der Mantelfläche des Kolbens befindlichen Wellendichtung gedrosselt und benetzt ebenfalls die rückwärtige Stirnwand. Der Kolben ist daher im Betrieb hohen Temperaturen ausgesetzt. Die hohen Temperaturen führen zu ei-

ner verringerten Festigkeit des Kolbens. Es liegt daher eine hohe Belastung bei verringerter Festigkeit vor.

[0007] Der Kolben unterliegt somit wesentlichen Einschränkungen hinsichtlich der Materialauswahl. Im Regelfall muss ein hochwertiges Material verwendet werden. Da der Kolben im Allgemeinen einstückig mit der Welle gefertigt wird, entstehen wesentlich höhere Kosten.

[0008] Um einen geeigneten Schubausgleichskolben zu erhalten, wird dieser in manchen Ausführungsformen einer Dampfturbine gekühlt. Eine solche Kühlung ist in der WO 01/86121 A1 beschrieben. Dabei wird dem Dampferzeuger Kühldampf entnommen, dessen Temperatur kleiner und dessen Druck größer ist als der des Frischdampfes. Nachteilig hierbei ist, dass der Kühldampf in der Regel eine gleich bleibende Temperatur aufweist. Die Erfinder haben erkannt, dass eine Zuführung des Kühldampfes zu einem plötzlichen Temperaturgefälle in den zu kühlenden Bauteilen führt. Diese plötzlich auftretenden Temperaturunterschiede führen zu unerwünschten Temperaturzyklen und verringern insgesamt die Lebensdauer der Dampfturbine.

[0009] In der Regel werden Hochdruck-Dampfturbinen nicht aktiv, d.h. durch separat zugeführtes Kühlmedium gekühlt. Die Kühlung wird hierbei durch geeignete Gestaltung der Expansion des Frischdampfes erreicht. Der einer Dampfturbine zuströmende Frischdampf wird ausschließlich durch ruhende Teile wie zum Beispiel Leitrinne oder radial wirkende Leitschaufeln zunächst expandiert und dabei um ca. 10 K abgekühlt. Dieser expandierte Dampf beaufschlagt anschließend rotierende Bauteile. In anderen Ausgestaltungen wird der zuströmende Dampf mittels eines separaten Diffusors durch das Außengehäuse hindurchgeführt. Das Außengehäuse wird anschließend mit einem teilexpandierten Kühlmedium kleinerer Temperatur beaufschlagt.

[0010] Eine Kühlung kann ebenfalls erfolgen durch einen zentralen Hohlraum, durch den ein Kühldampf fließt und von dort den zu kühlenden Bereichen zugeleitet wird. Nachteilig ist hierbei, dass die Bohrung in der Regel an der Stelle der höchsten Bauteilbeanspruchung angeordnet werden muss, was sich nachteilig auf die Festigkeit auswirkt.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine geeignete Kühlung für eine Dampfturbine bereitzustellen, insbesondere eine Kühlung für einen Schubausgleichskolben.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, bei dem zumindest ein erster eine erste Temperatur und einen ersten Druck aufweisender Kühldampf aus einem ersten Bereich eines Dampferzeugers entnommen wird und mit einem zweiten eine zweite Temperatur und einen zweiten Druck aufweisenden Kühldampf zu einem eine Hauptkühltemperatur und einen Hauptkühldruck aufweisenden Hauptkühldampf gemischt wird und in eine Kühleinlassöffnung der Dampfturbine strömt.

[0013] Durch das Entnehmen des Kühldampfes aus

dem Dampferzeuger kann auf einen separaten, aufwändigen Kühlkreislauf verzichtet werden. Die erfindungsgemäße Kühlung ist daher einfach zu realisieren. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung kann daher mit geringem Aufwand in bestehende Anlagen nachgerüstet werden.

[0014] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist, dass der Kühldampf an mehreren Stellen eines Wasserdampfkreislaufs entnommen wird. Ein zumindest erster Kühldampf kann zwischen einem Separator und einem Überhitzer des Dampferzeugers entnommen werden. Alternativ ist auch eine Entnahme aus einem Überhitzersammler des Dampferzeugers zwischen einzelnen Überhitzerelementen möglich. Der erste Kühldampf weist hierbei eine erste Temperatur und einen ersten Druck auf. Weitere Kühldämpfe können zwischen weiteren Überhitzern des Dampferzeugers entnommen werden. Diesem ersten Kühldampf bzw. gegebenenfalls ersten und weiteren Kühldämpfen wird ein zweiter Kühldampf zugemischt. Der somit entstehende Hauptkühldampf weist eine Hauptkühltemperatur und einen Hauptkühl-
druck auf, der durch eine Kühleinlassöffnung in die Dampfturbine strömt. Die Hauptkühltemperaturen und der Hauptkühl-
druck sind hierbei von dem Mischungsverhältnis des ersten Kühldampfes mit den gegebenenfalls weiteren Kühldämpfen und dem zweiten Kühldampf abhängig.

[0015] Die Druckdifferenz zwischen dem Hauptkühldampf und dem Frischdampf kann in etwa dem Druckverlust der umgangenen Überhitzerelemente entsprechen. Je nach Anwendungsfall liegt der Druck des Kühldampfes um etwa 1 bis 10 bar, insbesondere etwa 2 bis 7 bar höher als der Druck des Frischdampfes. Die Temperatur des Kühldampfes liegt bei dieser Ausführungsform entsprechend der Zahl der umgangenen Überhitzerelemente niedriger als die Temperatur des Frischdampfes. Dadurch wird zuverlässig ein Kühldampf mit geringerer Temperatur und größerem Druck als der Frischdampf bereitgestellt. Die Temperatur des Hauptkühldampfes kann beispielsweise zwischen etwa 350°C bis 500°C betragen.

[0016] Ein Aspekt der Erfindung ist, dass der Hauptkühldampf durch eine Durchtrittsöffnung in einen Bereich vor dem Ausgleichskolben der Hochdruck-Teilturbine eintritt. Von dort strömt es über den mit Dichtspitzen versehenen Kolbenbereich, was auch als Kolbenleckdampf bezeichnet wird. Dabei wird nur so viel Hauptkühldampf eingespeist, dass ebenfalls ein Anteil des Frischdampfes über den Kolben strömt, was auch mit dem Begriff Mangelzumischung bezeichnet wird. Dadurch wird gewährleistet, dass im Gegensatz zu einer Überschusskühlung erstens kein Hauptkühldampf in die Hauptströmung gelangt und zweitens ein moderater Temperaturgradient in den Hauptbauteilen auftritt. Der Bereich vor dem Ausgleichskolben ist dabei als Mischbereich ausgestaltet, in dem sich der Kühldampf mit dem Frischdampf vermischt, bevor er in den Kolben eintritt. Vorteilhafterweise wird der Hauptkühldampf vor Eintritt in alle Durchtrittsöffnun-

gen durch das Außengehäuse geführt. Durch diese Führung des Hauptkühldampfes wird das Außengehäuse, das Innengehäuse außen und im Kolbenbereich sowie der Rotor im Kolbenbereich gekühlt.

[0017] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist, dass eine geeignete Temperaturführung und für die Reduzierung von Lastwechseln aufgrund von Temperaturänderungen bei instationärem Betrieb ein Mischen des Kühlmediums aus verschiedenen Dampfzuständen vor dessen Eintritt in die Hochdruck-Teilturbine möglich ist. Die Aufgabe der Mischung ist es erstens einen Hauptkühldampf mit einer für den Betriebszustand und das zu kühlende Bauteil der Dampfturbine geeignete Temperatur bereitzustellen. Insbesondere soll beim Anfahren der Hauptkühldampf nicht kälter als die Hauptbauteile sein. Bei einer Temperaturerhöhung soll die maximal zulässige Temperatur des Hauptkühldampfes begrenzt werden. Des Weiteren sollen Differenztemperaturen zwischen Bauteil und Hauptkühldampf innerhalb zugelassener Freigrenzen eingehalten werden. Im Betrieb soll ein entsprechendes Temperaturniveau eingestellt werden. Beim Abfahren soll der Hauptkühldampf bereitgestellt werden, mit dem eine schnelle Abkühlung unter Einhaltung zulässiger Freigrenzen möglich ist. Durch die erfindungsgemäße Bereitstellung des Hauptkühldampfes sind Temperatursprünge, wie sie durch reines Umschalten von einer Kühlmediumquelle auf eine andere entstehen, vermieden.

[0018] Geeignete Entnahmestellen sind insbesondere vor Eintritt in die der Teilturbine vorgeschalteten Überhitzerteile des Dampferzeugers, nach dem Austritt aus dem Dampferzeuger z. B. beim Frischdampfsammler oder bei der Frischdampfleitung vor oder aus dem Frischdampfventil und vor Eintritt in den Dampferzeuger überhaupt. Durch den gegenüber dem Frischdampf und der Hauptströmung in der Beschauelung erhöhten Druck des Hauptkühldampfes wirkt dies stützend auf das Innengehäuse der Hochdruck-Teilturbine, was vorteilhaft für die Auslegung der Innengehäuse-Verschraubung ist.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der zweite Kühldampf aus einem zweiten Bereich des Dampferzeugers entnommen werden.

[0020] In einer weiteren Ausbildung der Erfindung kann der zweite Kühldampf aus einer mit einer Frischdampföffnung der Dampfturbine verbundenen Frischdampfleitung entnommen werden. Hierdurch ist es möglich, dass der Hauptkühldampf eine Hauptkühltemperatur und einen Hauptkühl-
druck aufweisen kann, der in einem maximalen Fall der Frischdampf-
temperatur und dem Frischdampfdruck und in einem minimalen Fall der ersten Temperatur und dem ersten Druck des ersten Kühldampfes entspricht.

[0021] In einer vorteilhaften Weiterbildung werden die Hauptkühltemperatur und der Hauptkühl-
druck durch Verändern des Durchflusses des zumindest ersten und des zweiten Kühldampfes eingestellt.

[0022] Dadurch wird eine besonders günstige Möglichkeit bereitgestellt, die Hauptkühltemperatur und den

Hauptkühl- und Druck des Hauptkühldampfes einzustellen. Insbesondere werden die Durchflüsse in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung über Ventile eingestellt.

[0023] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist es, die Strömungsparameter des zumindest ersten Kühldampfes und des zweiten Kühldampfes über eine Regeleinheit zu regeln.

[0024] Die Aufgabe wird ebenfalls durch eine Dampfturbinenanlage gelöst, wobei die Dampfturbinenanlage mit zumindest einer Dampfturbine und einen mit der Dampfturbine strömungstechnisch verbundenen Kondensator, wobei der Kondensator mit zumindest einer Speisepumpe strömungstechnisch verbunden ist, wobei ein Dampferzeuger strömungstechnisch zwischen der Speisepumpe und der Dampfturbine derart angeordnet ist, dass ein geschlossener Wasserdampf-Kreislauf ausgebildet ist, wobei der Dampferzeuger zum Erzeugen von Frischdampf mit einer Frischdampf-Temperatur und einem Frischdampf-Druck ausgebildet ist und dieser Frischdampf durch eine Frischdampfleitung in eine Frischdampfeinlassöffnung in die Dampfturbine strömt, wobei die Dampfturbine eine Kühleinlassöffnung aufweist, die derart ausgebildet ist, dass ein durch die Kühleinlassöffnung strömender Hauptkühldampf thermisch beanspruchte Bauteile der Dampfturbine kühlt, wobei der Wasserdampf-Kreislauf zumindest einen ersten Auslass für einen ersten Temperatur und einen ersten Druck aufweisenden ersten Kühldampf und einen zweiten Auslass für einen zweiten Temperatur und einen zweiten Druck aufweisenden zweiten Kühldampf aufweist, wobei eine Mischeinrichtung zum Mischen des zumindest ersten Kühldampfes mit dem zweiten Kühldampf mit dem Hauptkühldampf vorgesehen ist. Die Vorteile ergeben sich entsprechend den bei dem Verfahren beschriebenen Vorteilen.

[0025] Ein Vorteil der Erfindung ist unter anderem, dass der Hauptkühldampf durch die Mischeinrichtung einen variablen Temperaturbereich einnehmen kann sowie der Hauptkühl- und Druck ebenfalls einen variablen Bereich einnehmen kann.

[0026] Mit der Erfindung wird die Führung und Verwendung eines Hauptkühldampfes insbesondere im Hinblick auf Beanspruchungen im instationären Betrieb der Dampfturbinenanlage verbessert. Dabei werden sowohl Kaltstart- als auch Warmstart-Vorgänge in Betracht gezogen, bei denen durch die neue Lösung eine Reduktion der auftretenden Spannungen und teilweise der Anfahrzeiten erreicht wird. Mit der Erfindung können kostengünstigere Werkstoffe bei den zurzeit eingesetzten Parametern des Frischdampfes verwendet werden.

[0027] In einer vorteilhaften Ausbildung ist der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf und den zweiten Kühldampf im Bereich des Dampferzeugers vorgesehen. Der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf kann im Bereich des Dampferzeugers vorgesehen sein und der Auslass für den zweiten Kühldampf im Bereich der Frischdampfleitung vorgesehen sein.

[0028] In alternativen Ausführungsformen können die

Auslässe für den zumindest ersten Kühldampf und den zweiten Kühldampf in einem Überhitzer des Dampferzeugers vorgesehen sein. Alternativ hierzu kann der Auslass für den zweiten Kühldampf im Bereich der Frischdampfleitung vorgesehen sein.

[0029] Ein Aspekt der Erfindung ist es, dass je nach Ausführungsform des Dampferzeugers eine geeignete Stelle gefunden werden kann, um einen ersten bzw. zweiten oder mehrere Kühldämpfe zu erhalten.

[0030] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird der zumindest erste und zweite Auslass strömungstechnisch über eine zumindest erste bzw. zweite Leitung zu einer Hauptkühldampfleitung verbunden und die Hauptkühldampfleitung mit der Kühleinlassöffnung verbunden. Ein erstes Ventil ist hierbei zum Einstellen des Durchflusses des zumindest ersten Kühldampfes in der zumindest ersten Leitung und ein zweites Ventil zum Einstellen des zweiten Kühldampfes in der zweiten Leitung berücksichtigt.

[0031] Vorteilhafterweise wird das zumindest erste Ventil und das zweite Ventil mit einer Regeleinheit verbunden, wobei die Regeleinheit ausgebildet ist zum Regeln von Strömungsparametern des zumindest ersten Kühldampfes und des zweiten Kühldampfes. Dadurch ist eine Regelung des Hauptkühldampfes möglich.

[0032] Mit dem Verfahren und der Vorrichtung wird erstmals eine im Hinblick auf Temperatur und Druck geregelte Entnahme von Kühldampf aus dem Dampferzeuger vorgesehen, wobei die Temperatur des Kühldampfes kleiner ist und der Druck größer ist als die des Frischdampfes. Es wird damit eine einfache Kühlung ermöglicht, insbesondere eine sehr effiziente Kühlung des Kolbens zum Schubausgleich bereitgestellt.

[0033] Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt sind. Für gleiche und funktionsidentische Bauteile werden durchgehend dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0034] Dabei zeigen:

- Figur 1 eine Dampfturbinenanlage gemäß Stand der Technik,
- Figur 2 eine Dampfturbinenanlage mit einer ersten Variante der Hauptkühldampfleitung,
- Figur 3 eine Dampfturbinenanlage mit einer zweiten Variante einer Hauptkühldampfleitung,
- Figur 4 eine Hochdruck-Teilturbine mit einer Kühleinlassöffnung.

[0035] In der Figur 1 ist schematisch eine Dampfturbinenanlage mit einer Dampfturbine 1 dargestellt. Die Dampfturbine 1 weist eine Hochdruck-Teilturbine 2, eine Mitteldruck-Teilturbine 3 und eine Niederdruck-Teilturbine 4 auf. Die in Figur 1 dargestellte Dampfturbinenanlage stellt eine Anlage gemäß dem Stand der Technik dar. Die Dampfturbinenanlage ist mit einem Wellenstrang 5 ausgeführt. Der Wellenstrang 5 ist mit einem Generator

6 verbunden. Der Generator 6 ist zur Erzeugung von elektrischer Energie ausgebildet. Eine Kopplung an das elektrische Versorgungsnetz ist nicht näher dargestellt.

[0036] Die Hochdruck-Teilturbine 2 weist eine Frischdampfeinlassöffnung 7 auf. Durch diese Frischdampfeinlassöffnung 7 strömt ein Frischdampf in die Hochdruck-Teilturbine 2 ein. Die Frischdampfeinlassöffnung 7 ist mit einer Frischdampfleitung 8 verbunden, in der ein Hauptventil 9 angeordnet ist. Das Hauptventil 9 regelt den Durchfluss des Frischdampfes durch die Frischdampfleitung 8 in die Hochdruck-Teilturbine 2. Der Frischdampf strömt durch eine Beschaufelung der Hochdruck-Teilturbine 2 und strömt anschließend aus der Hochdruck-Teilturbine 2 heraus in einen Zwischenüberhitzer 10. Dort wird der Dampf wieder auf eine höhere Temperatur erhitzt und strömt anschließend in die Mitteldruck-Teilturbine 3. In der Mitteldruck-Teilturbine 3 wird der Dampf weiter entspannt und strömt anschließend über eine Überströmleitung 11 in die Niederdruck-Teilturbine 4. In der Niederdruck-Teilturbine 4 wird der Dampf anschließend weiter entspannt und abgekühlt. Der auf eine vergleichsweise niedrige Temperatur und einen niedrigen Druck entspannte und abgekühlte Dampf strömt anschließend über eine Abdampfleitung 12 in einen Kondensator 13. In dem Kondensator 13 kondensiert der Dampf wieder zu Wasser.

[0037] Über eine Speisewasserpumpe 14 wird das Wasser zu einem Vorwärmer 15 gepumpt. Im Vorwärmer 15 wird das Wasser erwärmt und zum Dampferzeuger 16 gefördert. Im Dampferzeuger 16 wird das Wasser in verschiedenen Heizflächen und Überhitzerteilen 17, 18, 19, 20, 21, 22 in Dampf umgewandelt bzw. die Dampftemperatur stufenweise erhöht.

[0038] In der Figur 2 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Dampfturbinenanlage dargestellt. Die Dampfturbinenanlage weist eine erste Leitung 23 auf, in der ein erstes Ventil 24 angeordnet ist. Des Weiteren weist die Dampfturbinenanlage eine zweite Leitung 25 auf, in der ein zweites Ventil 26 angeordnet ist. Die erste Leitung 23 und die zweite Leitung 25 werden strömungstechnisch zu einer gemeinsamen Leitung 27 verbunden. Diese gemeinsame Leitung 27 strömt durch ein weiteres Ventil 28 und wird anschließend mit einer dritten Leitung 29, in der ein drittes Ventil 30 angeordnet ist, verbunden. Die dritte Leitung 29 ist strömungstechnisch mit der Frischdampfleitung 8 verbunden.

[0039] In einer Mischeinrichtung 31 wird der erste Kühldampf mit dem zweiten Kühldampf zu einem Hauptkühldampf gemischt. Der Hauptkühldampf strömt über eine Hauptkühlleitung 32 in eine Kühleinlassöffnung 33 in die Hochdruck-Teilturbine 2. Der erste Kühldampf kann hierbei aus einem Sammler 19 entnommen werden. Ein weiterer Kühldampf kann aus einem weiteren Sammler 18 entnommen werden. Die Temperatur und der Druck des in der gemeinsamen Leitung 27 strömenden Kühldampfes kann durch die Ventile 24 und 26 eingestellt werden. Schließlich wird die Temperatur des Hauptkühldampfes über die Ventile 28 und 30 eingestellt.

[0040] In der Figur 3 ist eine weitere Ausführungsform der Dampfturbinenanlage dargestellt. Im Vergleich zur Figur 2 wird der zweite Kühldampf nicht aus der Frischdampfleitung 8 entnommen, sondern aus einem dritten Sammler 17 des Dampferzeugers 16. Wie in Figur 3 dargestellt, ist der dritte Sammler 17 über eine Leitung 34, in dem ein viertes Ventil 35 angeordnet ist, strömungstechnisch mit dem ersten Kühldampf verbunden. Eine weitere Mischeinrichtung 36 ist derart ausgebildet, dass der zumindest erste Kühldampf mit dem zweiten Kühldampf gemischt wird und über die Hauptkühldampfleitung 32 in die Kühleinlassöffnung 33 strömt.

[0041] Sowohl in der Figur 2 als auch in der Figur 3 sind nicht näher dargestellte Regeleinheiten berücksichtigt, die derart ausgebildet sind, dass die Strömungsparameter, insbesondere der Durchfluss der Kühldämpfe regelbar sind.

[0042] In der Figur 4 ist eine Hochdruck-Teilturbine 2 dargestellt. Die Hochdruck-Teilturbine 2 weist ein Außengehäuse 37 auf. Innerhalb des Außengehäuses 37 ist ein Innengehäuse 38 angeordnet. Innerhalb des Innengehäuses 38 ist ein Rotor 39 drehbar gelagert. An dem Rotor 39 sind Laufschaufeln angeordnet. In einem Raum 40 zwischen dem Innengehäuse 38 und dem Außengehäuse 37 strömt der Hauptkühldampf über die Kühleinlassöffnung 33 hinein. Der Hauptkühldampf breitet sich in diesem Raum 40 aus und strömt über eine Bohrung 41 in einen Bereich 42 vor einem Schubausgleichskolben 43. Frischdampf strömt über einen Einlass 44 in die Hochdruck-Teilturbine 2 hinein. Der Schubausgleichskolben 43 wird durch den Hauptkühldampf gekühlt. Bevorzugterweise strömt der Hauptkühldampf über eine Anzahl von Bohrungen 41 in den Bereich 42, um eine gleichmäßige Temperaturverteilung sicherzustellen.

[0043] Der Zustrom des Hauptkühldampfes sollte durch geeignete Ventile geregelt werden, die sicherheitstechnischen Anforderungen genügen. Schnellschluss und Stellvorgänge des Ventils 9 erfordern entsprechende Vorgänge für die Ventile 24, 26, 28. Es ist leittechnisch sicherzustellen, dass bei Ausfall des Hauptkühldampfes der Betrieb der Dampfturbine 1 unterbrochen wird. Die Temperatur des Hauptkühldampfes ist so festzulegen und leittechnisch zu überwachen, dass eine vorzeitige Kondensation bzw. Tröpfchenbildung in der Strömung auch bei Teillasten ausgeschlossen ist und dass eine Überhitzung der Bauteile insbesondere des Rotors 39 und des Innengehäuses 38 für alle relevanten Lastfälle ebenfalls ausgeschlossen ist.

[0044] Nach technischen Erfordernissen können die Ventile 24, 26, 28, 30, 35 derart eingestellt werden, dass bei Teillasten eine über- oder unterproportionale Menge an Hauptkühldampf eingebracht wird.

[0045] Da statt des Frischdampfes anteilig Hauptkühldampf über den Ausgleichskolben 43 strömt, kann unter Umständen ein moderater Wirkungsgradgewinn erzielt werden, in dem der Leckdampf durch Dampf geringerer Enthalpie gestellt wird.

[0046] Das Kühlsystem kann ggf. auch für Vorwärmzwecke vorteilhaft verwendet werden, indem geeignetes Medium beim Anfahrvorgang eingespeist wird. Dieses kann auch von anderen Stellen des Wasser-Dampf-Kreislaufes entnommen werden als der spätere eigentliche Hauptkühldampf. Analog könnte dieses Verfahren zur Schnellabkühlung in Frage kommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine (1),
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein erster eine erste Temperatur und einen ersten Druck aufweisender Kühldampf aus einem ersten Bereich eines Dampferzeugers (16) entnommen wird und
mit einem zweiten eine zweite Temperatur und einen zweiten Druck aufweisenden Kühldampf zu einem eine Hauptkühltemperatur und einen Hauptkühl-
druck aufweisenden Hauptkühldampf gemischt wird und in eine Kühleinlassöffnung (33) der Dampfturbine (1) strömt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Kühldampf aus einem zweiten Bereich des Dampferzeugers (16) entnommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Kühldampf aus einer mit einer Frischdampföffnung (7) der Dampfturbine (1) verbundenen Frischdampfleitung (8) entnommen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hauptkühltemperatur und der Hauptkühl-
druck durch Verändern des Durchflusses des zumindest ersten und des zweiten Kühldampfes eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Durchflüsse des zumindest ersten Kühldampfes und des zweiten Kühldampfes über Ventile (24, 26, 28, 30, 35) eingestellt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
Strömungsparameter des zumindest ersten Kühldampfes und des zweiten Kühldampfes über eine Regeleinheit geregelt werden.
7. Dampfturbinenanlage mit zumindest einer Dampfturbine (1) und einen mit der Dampfturbine (1) strömungstechnisch verbundenen Kondensator (13), wobei

der Kondensator (13) mit zumindest einer Speisewasserpumpe (14) strömungstechnisch verbunden ist, wobei

ein Dampferzeuger (16) strömungstechnisch zwischen der Speisewasserpumpe (14) und der Dampfturbine (1) derart angeordnet ist, dass ein geschlossener Wasser-Dampf-Kreislauf ausgebildet ist, wobei

der Dampferzeuger (16) zum Erzeugen von Frischdampf mit einer Frischdampf-Temperatur und einem Frischdampf-Druck ausgebildet ist und dieser Frischdampf durch eine Frischdampfleitung (8) in eine Frischdampfeinlassöffnung (7) in die Dampfturbine (1) strömt, wobei

die Dampfturbine (1) eine Kühleinlassöffnung (33) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass ein durch die Kühleinlassöffnung (33) strömender Hauptkühldampf thermisch beanspruchte Bauteile der Dampfturbine (1) kühlt,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Wasser-Dampf-Kreislauf zumindest einen ersten Auslass für einen eine erste Temperatur und einen ersten Druck aufweisenden ersten Kühldampf und einen zweiten Auslass für einen eine zweite Temperatur und einen zweiten Druck aufweisenden zweiten Kühldampf aufweist, wobei eine Mischeinrichtung (31, 36) zum Mischen des zumindest ersten Kühldampfes mit dem zweiten Kühldampf zu dem Hauptkühldampf vorgesehen ist.

8. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf und den zweiten Kühldampf im Bereich des Dampferzeugers (16) vorgesehen ist.
9. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf im Bereich des Dampferzeugers (16) vorgesehen ist und der Auslass für den zweiten Kühldampf im Bereich der Frischdampfleitung (8) vorgesehen ist.
10. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf und der Auslass für den zweiten Kühldampf in einem Überhitzer (17, 18, 19, 20, 21, 22) des Dampferzeugers (2) vorgesehen sind.
11. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Auslass für den zumindest ersten Kühldampf in einem Überhitzer (17, 18, 19, 20, 21, 22) des Dampferzeugers (16) vorgesehen ist und der Auslass für den zweiten Kühldampf im Bereich der Frischdampfleitung (8) vorgesehen ist.

12. Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

der zumindest erste und zweite Auslass strömungstechnisch über eine zumindest erste (23) bzw. zweite (25) Leitung zu einer Hauptkühldampfleitung (32) verbunden sind und die Hauptkühldampfleitung (32) mit der Kühleinlassöffnung (33) verbunden ist, wobei zumindest ein erstes Ventil (24) zum Einstellen des Durchflusses des zumindest ersten Kühldampfes in der zumindest ersten Leitung (23) und ein zweites Ventil (26) zum Einstellen des zweiten Kühldampfes in der zweiten Leitung (25) vorgesehen sind.

5

10

13. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 12,

15

dadurch gekennzeichnet, dass

das zumindest erste Ventil (24) und das zweite Ventil (26) mit einer Regeleinheit verbunden sind, wobei die Regeleinheit ausgebildet ist zum Regeln von Strömungsparametern des zumindest ersten Kühldampfes und des zweiten Kühldampfes.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

Stand der Technik

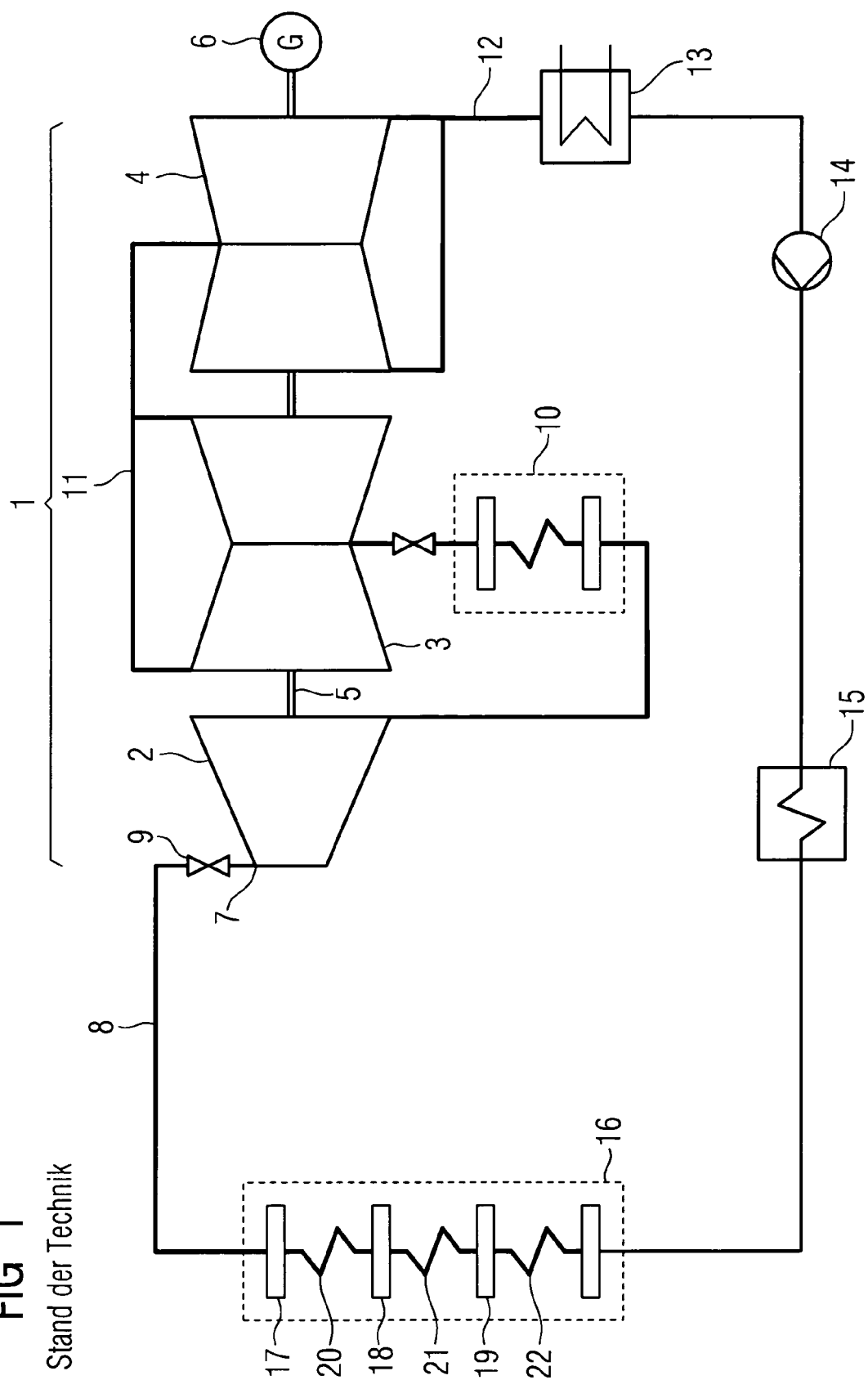


FIG 2

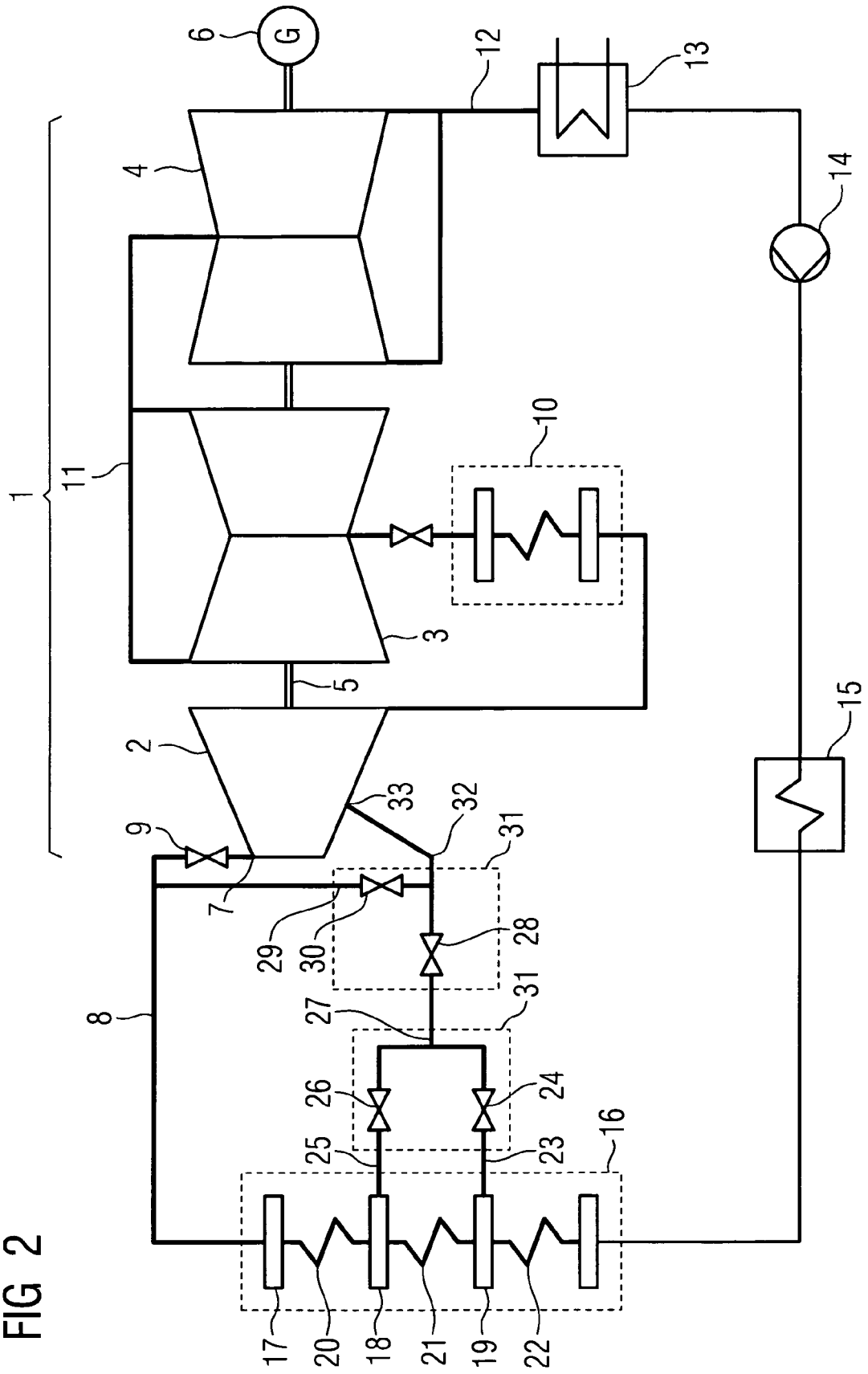
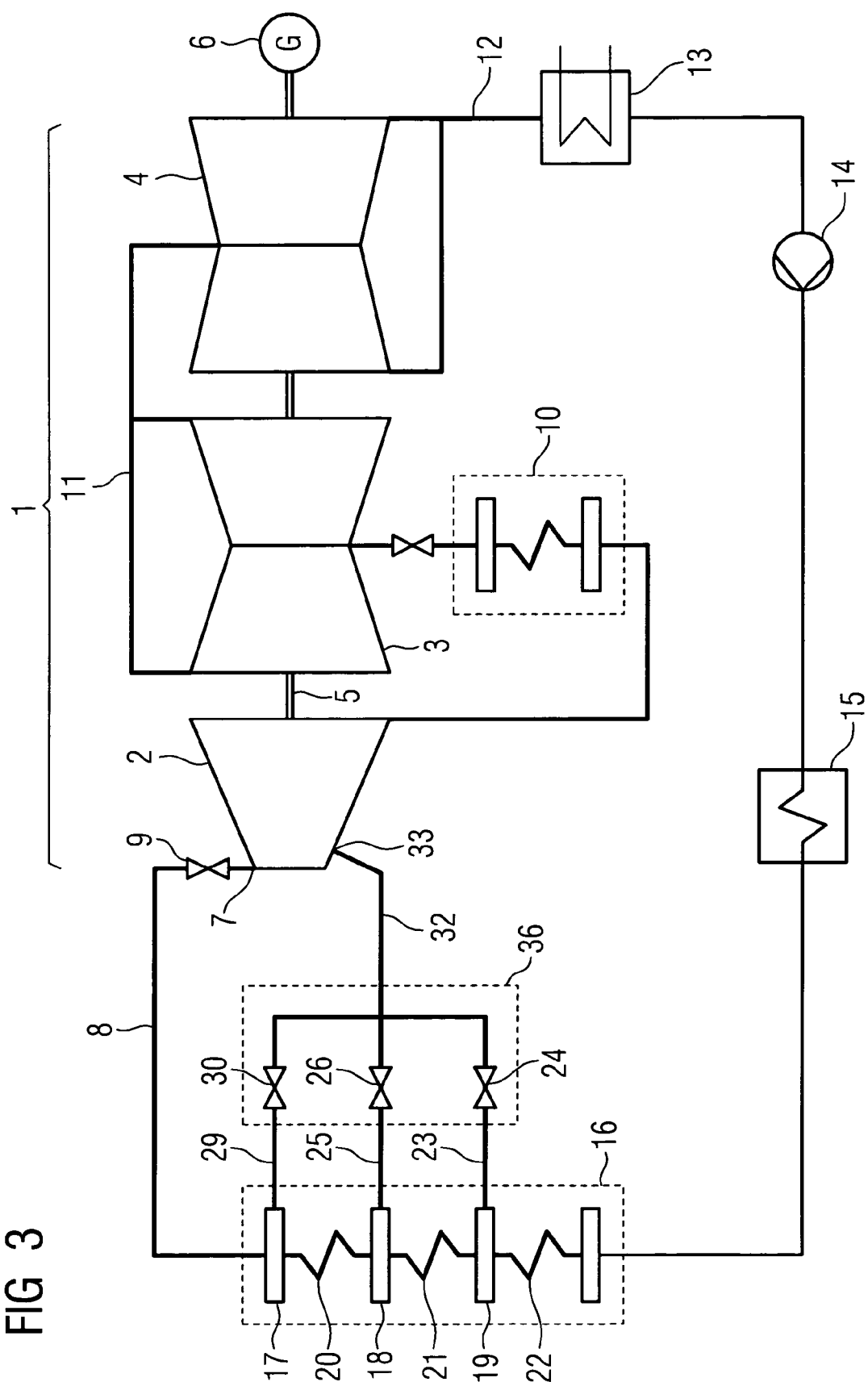


FIG 3



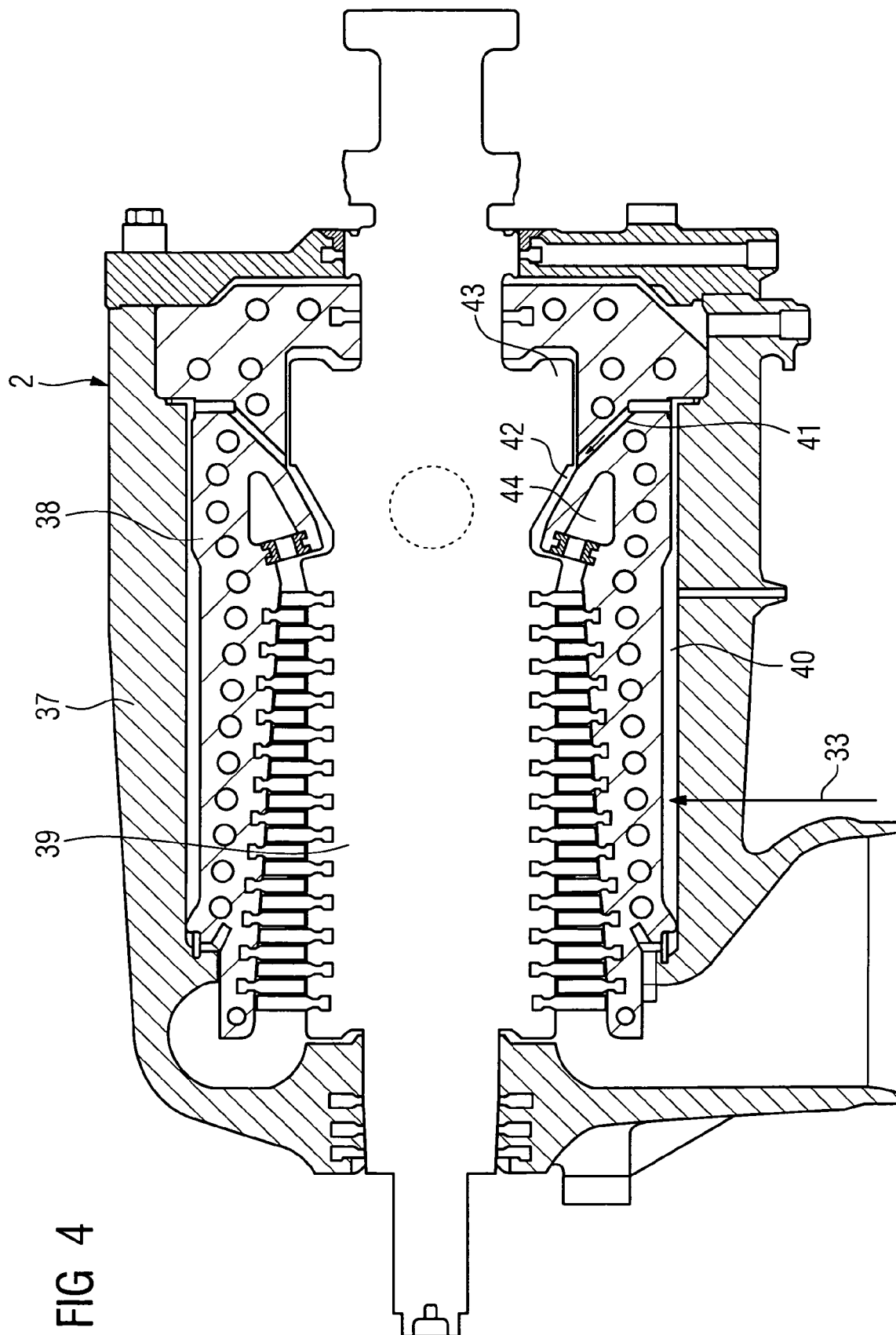


FIG 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 03 0350

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 04, 31. März 1998 (1998-03-31) -& JP 09 317405 A (TOSHIBA CORP), 9. Dezember 1997 (1997-12-09) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,2,4-8, 10,12,13	F01D25/08 F01D3/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 004, Nr. 037 (M-004), 27. März 1980 (1980-03-27) -& JP 55 010058 A (HITACHI LTD), 24. Januar 1980 (1980-01-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 3,5 *	1,3-7,9, 11-13	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 013, Nr. 484 (M-886), 2. November 1989 (1989-11-02) -& JP 01 190903 A (HITACHI LTD), 1. August 1989 (1989-08-01) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,4-7, 12,13	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 004, Nr. 017 (M-091), 9. Februar 1980 (1980-02-09) -& JP 54 153904 A (HITACHI LTD), 4. Dezember 1979 (1979-12-04) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,4,5,7, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D F01K
D,A	EP 1 154 123 A (SIEMENS AKTIENGESellschaft) 14. November 2001 (2001-11-14) * Abbildungen 1,6 *	1,4-7, 12,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2005	Prüfer Angelucci, S
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 03 0350

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.

19-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 09317405	A	09-12-1997	KEINE	
JP 55010058	A	24-01-1980	JP 1185890 C	20-01-1984
			JP 58017330 B	06-04-1983
JP 01190903	A	01-08-1989	JP 2036910 C	28-03-1996
			JP 7068885 B	26-07-1995
JP 54153904	A	04-12-1979	JP 1044482 C	30-04-1981
			JP 55034285 B	05-09-1980
EP 1154123	A	14-11-2001	EP 1154123 A1	14-11-2001
			WO 0186121 A1	15-11-2001
			EP 1280980 A1	05-02-2003

EPO FORM P0461

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