

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02K 9/26, 9/193	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/38245 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Juli 1999 (29.07.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/00043 (22) Internationales Anmeldedatum: 13. Januar 1999 (13.01.99) (30) Prioritätsdaten: 198 02 801.6 26. Januar 1998 (26.01.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ADELMANN, Werner [DE/DE]; Kardinal-Graf-Galen-Strasse 11, D-45468 Mülheim an der Ruhr (DE). BECHER, Kurt [DE/DE]; Breslauer Strasse 2, D-45470 Mülheim an der Ruhr (DE). EICKELBECK, Uwe [DE/DE]; Klippe 35, D-42555 Velbert (DE). EMSHOFF, Horst-Werner [DE/DE]; Gerberstrasse 30, D-45468 Mülheim an der Ruhr (DE). FISCHER, Rainer [DE/DE]; Muldenstrasse 9, D-46145 Oberhausen (DE). LEHMANN, Christoph [DE/DE]; Zilleweg 4, D-47506 Neukirchen-Vluyn (DE). SPIEGELHOFF, Karl [DE/DE]; Höfmannstrasse 50 b, D-46045 Oberhausen (DE).	(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE). (81) Bestimmungsstaaten: CN, IN, JP, KR, PL, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: COOLING SYSTEM AND METHOD FOR COOLING A GENERATOR

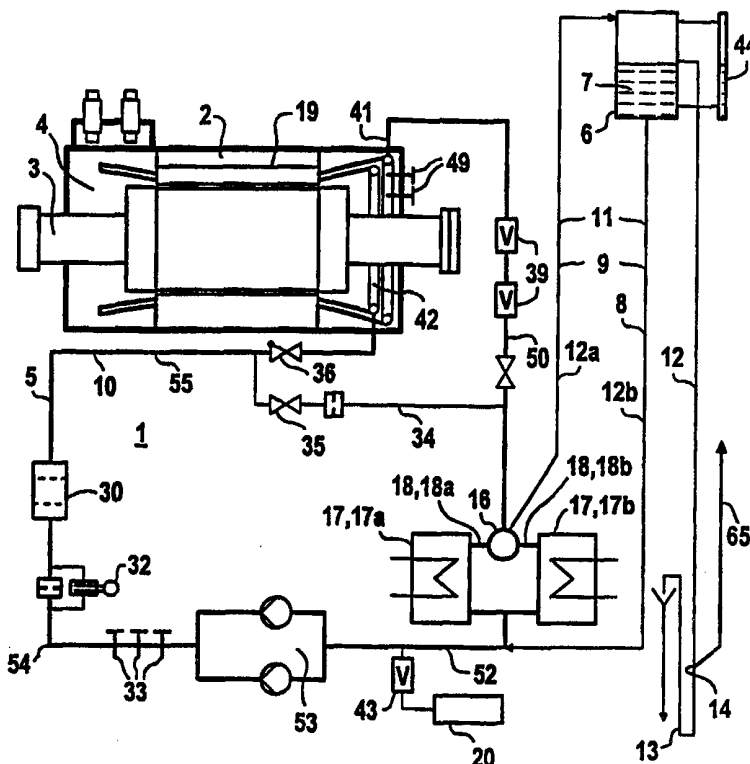
(54) Bezeichnung: KÜHLSYSTEM UND VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINES GENERATORS

(57) Abstract

The invention relates to a cooling system (1) for cooling the stator (2) and/or the rotor (3) of a generator (4). An equalising tank (6) for equalising the coolant (7) is situated in a parallel zone (9) which runs parallel to the cooling circuit (5). A steadying zone (16) is also located in said cooling circuit (5) for extensively degasifying the coolant (7).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem (1) zur Kühlung des Stators (2) und/oder des Rotors (3) eines Generators (4). Ein Ausgleichsbehälter (6) zum Ausgleich von Kühlmitteln (7) ist in einer parallel zum Kühlkreislauf (5) verlaufenden Parallelstrecke (9) angeordnet. Für eine weitgehende Entgasung des Kühlmittels (7) ist zusätzlich eine Beruhigungsstrecke (16) im Kühlkreislauf (5) angeordnet.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Kühlsystem und Verfahren zur Kühlung eines Generators

- 5 Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators und ein Verfahren zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators.

10 In dem Buch "Synchronmaschinen", AEG Telefunken Handbücher, Band 12, Berlin 1970, ist auf Seite 53 ein wasserstoffgekühlter Synchrongenerator mit wassergekühlter Ständerwicklung beschrieben. Bei Generatoren mit wassergekühlter Ständerwicklung ist ein Wasserkreislauf erforderlich. Er besteht aus den Pumpen zum Umwälzen des Primärkühlwassers, aus Rückkühlern
15 und Filtern, die dafür sorgen, daß die Ständerwicklung nicht verschmutzt, sowie einem Ausdehnungsgefäß, das oben auf der Maschine angebracht ist. Im Nebenschluß zu diesem Hauptkreislauf liegen Feinfilter und ein Ionentauscher zur Aufbereitung des Wassers. Da das Kühlwasser der Ständerwicklung über Iso-
20 lierschläuche zugeführt werden muß, kann über sie ein geringer Anteil Wasserstoff aus dem Maschineninneren in den Wasserkreislauf eindiffundieren. In dem nicht ganz gefüllten Ausdehnungsgefäß wird diesem Wasserstoffanteil Gelegenheit gegeben, aus dem Wasser zu entgasen. Er wird über ein Druck-
25 regelventil und eine Gasuhr ins Freie geführt.

Die DE-AS 22 22 487 zeigt eine Einrichtung zum Entfernen von nicht absorbierten Gasen in Flüssigkeiten bei flüssigkeitsgefüllten elektrischen Maschinen. Gemäß Figuren 1 und 2 werden
30 zwei Konzepte für einen Kühlkreislauf angewendet. Einerseits ist dem Kühlkreislauf ein Kühlmittelausgleichsbehälter über eine Stichleitung zugeschaltet, über den eine Kühlmittelergänzung erfolgt. Bei dieser Anordnung des Ausgleichsbehälters außerhalb des Kühlkreislaufs ist ein Entgasungsbehälter in
35 den Kühlkreislauf geschaltet, der vom gesamten Kühlmittelstrom durchströmt wird. In dem Entgasungsbehälter kommt es zu einer Ausgasung des Kühlmittels. Die Gase werden ins Freie

abgeführt. Bei dem anderen Konzept ist der Ausgleichsbehälter für das Kühlmittel in einen parallel zum Hauptkühlkreislauf geschalteten Nebenkreislauf integriert. Hierbei wird der Ausgleichsbehälter kontinuierlich von einem kleineren Kühlmittelstrom des Nebenkreislaufs durchströmt und dient gleichzeitig als Entgasungsbehälter.

In der Siemens-Zeitschrift Bd. 41, 1967, Heft 10, Seite 838 bis 839 ist anhand von Bild 5 ein Kühlwasserkreis für eine wassergekühlte elektrische Maschine erläutert. Das Kühlwasser muß aus Isolationsgründen eine niedrige elektrische Leitfähigkeit haben. Aus diesem Grunde sind chemische Filter oder Ionenaustauscher in den Kühlkreislauf geschaltet, die kontinuierlich die Ionenkonzentration im Kühlwasser reduzieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches und kostengünstiges Kühlsystem zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators bereitzustellen. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die auf ein Kühlsystem gerichtete Aufgabe gelöst durch ein Kühlsystem zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators, mit einem Kühlkreislauf und mit einem Ausgleichsbehälter für ein den Kühlkreislauf durchströmendes Kühlmittel, wobei der Ausgleichsbehälter außerhalb des Kühlkreislaufs angeordnet und mit dem Kühlkreislauf durch eine Leitung verbunden ist und wobei der Ausgleichsbehälter in eine zum Kühlkreislauf parallel geschaltete Parallelstrecke integriert ist. Im Kühlkreislauf ist eine Beruhigungsstrecke vorgesehen, die der Entgasung und Beruhigung des Kühlmittels dient.

Häufig wurde bei wassergekühlten Generatoren, wie oben ausgeführt, ein Ausgleichsbehälter so angeordnet, daß diesen das gesamte Kühlmittel durchströmt. Dies erfordert einen sehr groß dimensionierten Ausgleichsbehälter. Ein solcher Aus-

gleichsbehälter ist ein erheblicher Kostenfaktor. Bei der vorliegenden Ausführung wird der Ausgleichsbehälter aus dem Kühlkreislauf herausgenommen und in eine Parallelstrecke zum Kühlkreislauf integriert. Damit wird der Ausgleichsbehälter von in der Parallelstrecke strömenden Kühlmittel kontinuierlich durchströmt. Dies bietet insbesondere den Vorteil, daß das Kühlmittel im Ausgleichsbehälter nicht absteht. Durch Abstehen des Kühlmittels wird dieses mit der Zeit leitfähiger, was zu Isolationsproblemen führen kann. Bei einem kontinuierlichen Durchströmen werden durch Abstehen hervorrufbare Isolationsprobleme vermieden.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß es bei einer Parallelschaltung des Ausgleichsbehälters nur zu einer unvollständigen Entgasung des Kühlmittels kommt, da nur ein kleiner Teil des Kühlmittels durch den Ausgleichsbehälter strömt und dort entgasen kann. Um eine weitgehende Entgasung sichzustellen, wird im Kühlkreislauf eine Beruhigungsstrecke angeordnet. Eine solche Beruhigungsstrecke kann z.B. einfach eine dem Kühlkreislauf parallel geschaltete Leitung sein. In einer solchen Beruhigungsstrecke strömt das Kühlmittel langsamer und kann entgasen. Vorzugsweise zweigt die Parallelstrecke, in der der Ausgleichsbehälter angeordnet ist, von dieser Beruhigungsstrecke ab. Diese wird vom Hauptstrom des Kühlmittels durchströmt, so daß eine effektive Entgasung des Kühlmittels erreicht wird.

Bevorzugt faßt der Ausgleichsbehälter zwischen 50 und 800 l, insbesondere zwischen 100 und 300 l. Weiter bevorzugt ist durch den Kühlkreislauf ein primärer Kühlmittelstrom und durch die Parallelstrecke ein sekundärer Kühlmittelstrom führbar, wobei der primäre Kühlmittelstrom um den Faktor 10 bis 100, insbesondere um einen Faktor 50 bis 200, größer ist als der sekundäre Kühlmittelstrom. Bevorzugt beträgt der primäre Kühlmittelstrom zwischen 10 und 100 m³/h, insbesondere zwischen 20 und 40 m³/h. Bevorzugtermaßen trägt der sekundäre

Kühlmittelstrom zwischen 10 und 500 l/h, insbesondere zwischen 100 und 250 l/h.

Bevorzugt ist der Ausgleichsbehälter mit einer Abgabelleitung verbunden, welche der Abgabe von überschüssigem Kühlmittel aus dem Kühlkreislauf dient. Somit kann überschüssiges Kühlmittel in einfacher Weise über eine Abgabelleitung abgegeben werden, während bisher ein Überdruckventil vorgesehen werden mußte.

Weiter bevorzugt weist die Abgabelleitung eine U-förmige Krümmung auf, in deren Bereich eine Gasauslaßöffnung so angeordnet ist, daß bei Überschreiten eines Grenz-Gasdruckes im Ausgleichsbehälter Gas aus dem Ausgleichsbehälter über die Gasauslaßöffnung abgebar ist. Somit kann ein Überdruckventil entfallen. Vorzugsweise kann über ein Schauglas der Kühlmittellevel kontrolliert werden.

Bevorzugtermaßen ist der Ausgleichsbehälter getrennt vom Generator positioniert. Der Ausgleichsbehälter bildet somit keine Baueinheit mit dem Generator. Eine solche Ausführungsform ist durch den kleiner dimensionierten, außerhalb des Kühlkreislaufs angeordneten Ausgleichsbehälter möglich. Insbesondere ergibt sich dadurch der Vorteil, daß für den Ausgleichsbehälter keine aufwendige Schwingungsdämpfung vorgesehen werden muß. Eine solche Schwingungsdämpfung wird erforderlich, wenn der Ausgleichsbehälter wie bisher eine Baueinheit mit dem Generator bildet, also z.B. auf dem Generator angeordnet ist. Damit ist der Ausgleichsbehälter den Schwingungen ausgesetzt, die vom Generator während des Betriebs hervorgerufen werden.

Weiter bevorzugt ist im Kühlkreislauf ein Kühler mit einem Kühlmittleingang integriert, wobei dem Kühlmittleingang die Beruhigungsstrecke vorgeschaltet ist. Vorzugsweise sind zwei Kühler vorgesehen, deren Kühlmittleingänge durch die Beruhi-

gungsstrecke verbunden sind. Diese Ausgestaltung zeigt eine besonders geeignete Anordnung der Beruhigungsstrecke auf.

Bevorzugtermaßen sind im Stator oxidationsbeständige Kühlkanäle für das Kühlmittel vorgesehen. Durch solche oxidationsbeständigen Kühlkanäle, z.B. Kühlkanäle aus Edelstahl, sind folgende Vorteile erzielbar:

- a) Die Grenzen des Sauerstoffgehaltes des Kühlmittels können großzügig gestaltet werden.
- b) Von einer Stickstoffspülung zur Minimierung des Sauerstoffgehalts des Kühlmittels kann abgesehen werden.
- c) Die Höhe des pH-Wertes ist von untergeordneter Bedeutung.
- d) Ein Ionenaustauscher kann entfallen.
- e) Der erhebliche Zeitaufwand zur Konditionierung des Wassers während einer Inbetriebsetzung des Generators entfällt.

Weiter bevorzugt sind Mittel für eine Kühlmittelzufuhr zur Frischung des durch den Kühlkreislauf strömenden Kühlmittels vorgesehen. Eine solche Frischung dient dazu, das sich mit der Zeit an Ionen anreichernde Kühlmittel durch neues Kühlmittel geringer Leitfähigkeit zu ersetzen. Eine solche geringe Leitfähigkeit wird für eine gute Isolation angestrebt. Insbesondere bei oxidationsbeständigen Kanälen des Kühlsystems im Stator oder im Rotor kann dem Kühlkreislauf in einfacher Weise neues Kühlmittel zugeführt werden, da im Gegensatz zu Kühlkanälen aus z.B. Kupfer kein streng geschlossener Kühlkreislauf eingehalten werden muß.

Bevorzugt wird das Kühlsystem zur Kühlung des Stators eines wassergekühlten Turbogenerators, insbesondere eines Turbogenerators mit einer Leistung zwischen 500 und 1300 MVA verwendet.

Erfindungsgemäß wird die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Kühlung des Stators und/oder des Rotors eines Generators, bei dem ein Kühlmittel durch die
5 Stator- und/oder die Rotorwicklung und durch einen Kühler geführt wird, wobei das Volumen an Kühlmittel durch ein Reservoir etwa konstant gehalten und dieses Reservoir nicht vom gesamten Kühlmittel durchströmt wird, wobei das Kühlmittel in
10 einer Beruhigungsstrecke, insbesondere in einer dem Kühler vorgeschalteten Beruhigungsstrecke, entgast und beruhigt wird.

Die Vorteile eines solchen Verfahrens ergeben sich entsprechend den obigen Ausführungen zu den Vorteilen des Kühlsystems.
15

Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung in einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

20 Die einzige Figur zeigt die schematische Darstellung eines Kühlsystems für den Stator eines Generators.

In der Figur ist schematisch und nicht maßstäblich ein Kühlsystem 1 für einen Turbogenerator 4 dargestellt. Der Turbogenerator 4 umfaßt einen Rotor 3 und einen den Rotor 3 umgebenden Stator 2. Der Stator 2 weist eine hier nicht näher dargestellte elektrische Wicklung auf, die aus einer Vielzahl von elektrischen Leitern besteht. Durch diese elektrische Wicklung führen Kühlkanäle 19 aus Edelstahl, von denen ein Kühlkanal 19 schematisch angedeutet ist. Diese Kühlkanäle 19 sind
25 in einen Kühlkreislauf 5 integriert. In dem Kühlkreislauf 5 fließt Kühlmittel 7, hier Wasser. Die Kühlkanäle 19 sind mit einem Warmwassersammelrohr 41 verbunden. Vom Warmwassersammelrohr 41 führt eine Leitung 50 zu zwei parallel geschalteten Kühlern 17. In die Leitung 50 ist eine Volumenstrommeßeinrichtung 39 integriert. Die Temperatur im Warmwassersammelrohr 41 wird über eine Temperaturmeßeinrichtung 49 be-
30

stimmt. Der erste Kühler 17a weist einen Kühlmittleingang 18a auf. Der zweite Kühler 17b weist einen Kühlmittleingang 18b auf. Den Kühlmittleingängen 18a und 18b ist eine Beruhigungsstrecke 16 parallel geschaltet. Von den Kühlern 17a und 17b führt eine Leitung 52 zu einer Pumpeinheit 53. In die Leitung 52 mündet eine Frischung 20, welche durch ein Ventil 43 zu- und abschaltbar ist. Von der Pumpeinheit 53 führt eine Leitung 54 zu einem Filter 30. Der Filter 30 dient zur Ausfilterung von Schmutzpartikeln. In die Leitung 54 ist weiterhin eine Leitfähigkeitsmeßeinrichtung 32 sowie eine Temperaturmeßeinrichtung 33 eingebaut. Vom Filter 30 führt eine Leitung 55 zu einem Kaltwassersammelrohr 42. Das Kaltwassersammelrohr 42 ist wiederum mit den Kühlkanälen 19 verbunden.

Von der Beruhigungsstrecke 16 zweigt eine Leitung 12a ab, welche zu einem Ausgleichsbehälter 6 führt. Von dem Ausgleichsbehälter 6 führt eine Leitung 12b zur Leitung 52 strömungstechnisch hinter den Kühlern 17. Vom Ausgleichsbehälter 6 weg führt eine Abgabelleitung 12. Diese weist eine U-förmige Krümmung 13 auf. Über eine Gasauslaßöffnung 14 im Bereich der U-förmigen Krümmung 13 läßt sich Gas ablassen, wenn sein Gasdruck im Ausgleichsbehälter 6 so groß wird, daß Kühlmittel 7 unter die Gasauslaßöffnung 14 gedrückt wird. Weiterhin ist am Ausgleichsbehälter 6 eine Füllstandsanzeige 44 vorgesehen.

Der Kühlkreislauf 5 zur Kühlung des Stators 2 wird gebildet durch

- a) die Kühlkanäle 19 im Stator 2,
- b) das Warmwassersammelrohr 41,
- c) die Leitung 50
- d) die Beruhigungsstrecke 16 und die Kühler 17
- e) die Leitung 52
- f) die Leitung 54
- g) die Leitung 55 und
- h) das Kaltwassersammelrohr 42.

Weiterhin umfaßt der Kühlkreislauf 5 die in ihn integrierten Meß- und Betriebsgeräte, z.B. die Pumpeinheit 53 oder den Filter 30.

- 5 Es ist weiterhin eine Bypassleitung 60 vorgesehen, die zum Generator 4 parallel geschaltet ist. Sie kann über ein Ventil 61 zu- oder abgeschaltet werden. Ein Ventil 62 schließt oder öffnet die Leitung 55 zum Generator 4. Die Bypassleitung dient unter anderem zum Schutz der Pumpeinheit 53 beim Anfahren des Kühlsystems 1.

Dem Kühlkreislauf 5 ist eine Parallelstrecke 9 parallel geschaltet, welche

- 15 a) die Leitung 12a,
b) den Ausgleichsbehälter 6 und
c) die Leitung 12b umfaßt.

Ein wesentlicher Vorteil des Kühlsystems 1 ist, daß der Ausgleichsbehälter 6 außerhalb des Kühlkreislaufs 5 angeordnet ist. Durch den Ausgleichsbehälter 6 wird nur ein relativ kleiner sekundärer Kühlmittelstrom 11 über die Parallelstrecke 9 geführt. Damit kann der Ausgleichsbehälter 6 verhältnismäßig klein ausgeführt werden. Vorzugsweise umfaßt der Ausgleichsbehälter 6 zwischen 50 und 800 l, insbesondere zwischen 100 und 300 l. Der sekundäre Kühlmittelstrom 11 ist dabei z.B. um einen Faktor 50 bis 200 kleiner als ein primärer Kühlmittelstrom 10, welcher im Kühlkreislauf 5 geführt wird. Die kleine Ausführung des Ausgleichsbehälters 6 ist besonders kostengünstig. Zudem bildet der Ausgleichsbehälter 6 keine Baueinheit mit dem Generator 4. Damit kann er erstens ohne eine Schwingungsdämpfung ausgeführt werden und zweitens an einem beliebigen, besonders geeigneten Ort aufgestellt werden.

35 Ein weiterer Vorteil des Kühlsystems 1 liegt darin, daß den Kühlern 17 eine Beruhigungsstrecke 16 vorgeschaltet ist. In

dieser Beruhigungsstrecke 16 strömt das Wasser langsamer und kann entgasen. Das Gas wird über die Leitung 12a dem Ausgleichsbehälter 6 zugeführt. Von diesem kann es z.B. einfach über Dach abgelassen werden. Für den Ausgleichsbehälter 6
5 entfällt weiterhin ein Überdruckventil. Der Überdruckausgleich erfolgt über die Abgabelleitung 12.

Insbesondere für Generatoren mit oxidationsbeständigen Kühlkanälen 19 ist das gezeigte Kühlsystem 1 verwendbar.

10

Die einzelnen Komponenten werden im folgenden noch näher beschrieben.

1. Verrohrung des Generators

15 Kaltwasser wird dem Generator über einen nicht dargestellten Feinstfilter, welcher am Generatoreintritt angeordnet ist, zugeführt und in das Kaltwassersammelrohr 42 in senkrechter Mitte unten eingespeist. Das vom Generator 4 erwärmte Warmwasser wird dem Warmwassersammelrohr 41 in senkrechter Mitte
20 oben entnommen und außerhalb des Generators 4 nach unten zu den Kühlern 17 geführt. Diese Einbindung sichert während des Betriebes die selbständige Entlüftung von Sammelrohren und Streben. Im Zulauf, unmittelbar vor dem Generator, und im Rücklauf sind Absperrventile 60, 61 angeordnet, die einen
25 Spülbetrieb über die Bypassleitung 60 zulassen, ohne daß die Kühlkanäle 19 dabei mit Wasser volllaufen oder ungewollt benetzt werden. Der Volumenstrom in der Bypassleitung 60 wird durch geeignete Maßnahmen auf den Nennvolumenstrom der Pump-

30

2. Pumpen

Zur Umwälzung des Wasserkreislaufs stehen zwei Kreiselpumpen 53a, 53b gleicher Leistung zur Verfügung. Jede Pumpe 53a, 53b kann als Betriebspumpe oder Stand-by-Pumpe ausgewählt werden.
35 Die Stand-by-Pumpe wird automatisch zugeschaltet, sobald die Betriebspumpe ausfällt. Für den Antrieb der Pumpen 53a, 53b

sind Drehstrommotoren vorgesehen, die aus verschiedenen Netzen gespeist werden.

3. Filter

5 Das eingefüllte und umgewälzte Wasser muß weitgehend frei von Schwebestoffen sein, die sich ablagern und Strömungsbehinderungen aufbauen können. Das Wasser des primären Kühlmittelstroms 10 muß daher zum Filter 30 mit angemessener Filterfeinheit geleitet werden. Eine Umgehung ist nicht erforderlich.
10 lich. Der Verschmutzungsgrad ist über eine Druckdifferenzmessung erfaßbar. Standardmäßig ist ein Druckdifferenzmesser mit binärem Grenzwertgeber vorgesehen.

4. Kühler

15 Die Kühler 17 dienen der Rückkühlung des Primärwasserstroms 10. Standardmäßig sind zwei Kühler 17a, 17b vorgesehen, von denen jeder Kühler 17a, 17b 50% der Kühlleistung übernimmt. Als Kühler 17 werden Plattenkühler in gelöteter Ausführung eingesetzt. Alle benetzten Oberflächen bestehen aus nicht-rostendem Stahl. Eine Umgehung ist primärwasserseitig für die
20 Kühler 17 nicht vorgesehen. Für den Störfall übernimmt daher ein Kühler 17 den vollen Primärwasservolumenstrom. Der durch den Anstieg der Druckdifferenz bewirkte Rückgang des Volumenstroms führt dabei nicht zur Schutzauslösung. An den primärseitigen Kühlmittleingängen 18a, 18b der Kühler 17 befindet
25 sich ein Parallelschaltrohr, die Beruhigungsstrecke 16, welches als Bläschenseparator dient. Es sorgt dafür, daß die Strömung beruhigt wird und Gasblasen ausfallen können. Der Querschnitt der Beruhigungsstrecke 16 ist für diese Zusatzaufgabe bemessen. Über die Leitung 12a fließt ständig
30 eine kleine Kühlerbypassmenge zum Ausgleichsbehälter 6. Mit diesem sekundären Kühlmittelstrom werden ausgefallene Blasen aus der Beruhigungsstrecke 16 in den Ausgleichsbehälter 6 getragen.

35

5. Ausgleichsbehälter

Der Ausgleichsbehälter 6 ist über Stichleitungen 12a, 12b an

den Kühlkreis 5 gebunden. Er fängt die thermisch bedingte Volumenänderung des Wassers ab, leitet überschüssiges Wasser ab und dient als Entlüftungs- und Entgasungstank. Beim Auffüllen der Kühlkanäle 19 während der Inbetriebsetzung deckt er vorübergehend den zusätzlich benötigten Wasserbedarf. Der Ausgleichsbehälter 6 wird mit einem geringen Volumenstrom zwangsdurchströmt. Dieser Volumenstrom trägt Gasblasen des Kühlkreislaufs 5 in den Ausgleichsbehälter 6. Der Füllstand des Ausgleichsbehälters 6 ist von außen erkennbar und die Unterschreitung des Mindestfüllstands wird durch Warnung zur Kenntnis gebracht. Die Entwässerung und Entgasung ist über eine Wasservorlage so kombiniert, daß Wasser drucklos abfließen kann, Gas bei Überdruck im Ausgleichsbehälter 6 aber in eine Auspuffleitung 65 abgeleitet wird. Die Wasservorlage wird durch das Wasser der Frischung 20 dauernd erneuert. Eine Wartung und Überwachung der Wasserfüllung ist nicht erforderlich. Durch Diffusion und Mini-Leckagen dringt bei einem wasserstoffgekühlten Generator Wasserstoff in das Wasser ein. Im Ausgleichsbehälter 6 baut sich ein Überdruck auf, der die Wassersäule im Druckschenkel der U-förmigen Krümmung bis in die Höhe der Gasauslaßöffnung 14 für die Auspuffleitung 65 niederdrückt. Weiterhin eintretender Wasserstoff wird über die Abgabelleitung 12 in die Auspuffleitung 65 geführt und verursacht keinen zusätzlichen Druckanstieg. Ein Stickstoffanstieg am Bläschenseparator, der Beruhigungsstrecke, gibt die Möglichkeit, den Ausgleichsbehälter 6 mit Inertgas zu spülen.

6. Kühlmittelzufuhr

Das zur Frischung eingespeiste Wasser wird einem Deionatnetz mit geringer Leitfähigkeit entnommen. Das Wasser wird vor den Pumpen 53a, 53b eingespeist und vor der Einspeisung über ein Feinfilter geleitet. Der Volumenstrom wird von Hand mit einem Regelventil eingestellt und lokal angezeigt. Eine Rückflusssperre verhindert Primärwasserverlust, wenn das Deionatnetz drucklos ist.

Patentansprüche

1. Kühlsystem (1) zur Kühlung des Stators (2) und/oder des Rotors (3) eines Generators (4), mit einem Kühlkreislauf (5) und mit einem Ausgleichsbehälter (6) für ein den Kühlkreislauf (5) durchströmendes Kühlmittel (7), wobei der Ausgleichsbehälter (6) außerhalb des Kühlkreislaufes (5) angeordnet und in eine zum Kühlkreislauf (5) parallel geschaltete Parallelstrecke (9) integriert ist,
- 5 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im Kühlkreislauf (5) eine Beruhigungsstrecke (16) vorgesehen ist, die einer Entgasung und Beruhigung des Kühlmittels (7) dient.
- 10
2. Kühlsystem (1) nach Anspruch 1,
- 15 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Ausgleichsbehälter (6) zwischen 50 und 800 Liter, insbesondere zwischen 100 und 300 Liter, faßt.
3. Kühlsystem (1) nach Anspruch 1 oder 2,
- 20 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß durch den Kühlkreislauf (5) ein primärer Kühlmittelstrom (10) und durch die Parallelstrecke ein sekundärer Kühlmittelstrom (11) führbar ist, wobei der primäre Kühlmittelstrom (10) um den Faktor 10 bis 1000, insbesondere um einen Faktor 50 bis 200, größer
- 25 ist als der sekundäre Kühlmittelstrom (11).
4. Kühlsystem (1) nach Anspruch 3,
- da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der primäre Kühlmittelstrom (10) zwischen 10 und 100 m³/h , insbesondere zwischen 20 und 40 m³/h beträgt.
- 30
5. Kühlsystem (1) nach Anspruch 3 oder 4,
- da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der sekundäre Kühlmittelstrom (11) zwischen 10 und 500 l/h , insbesondere
- 35 zwischen 100 und 250 l/h beträgt.

6. Kühlsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Aus-
gleichsbehälter (6) mit einer Abgabelleitung (12) verbunden
ist, welche der Abgabe von überschüssigem Kühlmittel (7) aus
5 dem Kühlkreislauf (5) dient.
7. Kühlsystem (1) nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Abgabe-
leitung (12) eine U-förmige Krümmung (13) aufweist, wobei
10 eine Gasauslaßöffnung (14) im Bereich der U-förmigen Krümmung
(13) so angeordnet ist, daß bei Überschreiten eines Grenz-
Gasdrucks im Ausgleichsbehälter (6) Gas aus dem Ausgleichsbe-
hälter (6) über die Gasauslaßöffnung (14) ablaßbar ist.
- 15 8. Kühlsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Aus-
gleichsbehälter (6) getrennt vom Generator (4) positioniert
ist.
- 20 9. Kühlsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im Kühlkreis-
lauf (5) ein Kühler (17) mit einem Kühlmittleingang (18) in-
tegriert ist, wobei dem Kühlmittleingang (18) die Beruhi-
gungsstrecke (16) vorgeschaltet ist, insbesondere unmittel-
25 bar.
10. Kühlsystem (1) nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zwei Kühler
(17a, 17b) vorgesehen sind, deren Kühlmittleingänge (18a,
30 18b) durch die Beruhigungsstrecke (16) verbunden sind.
11. Kühlsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im Stator (2)
oxidationsbeständige Kanäle (19) für das Kühlmittel (7) vor-
35 gesehen sind.

12. Kühlsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (20) für eine Kühlmittelzufuhr zur Ergänzung des im Kühlkreislauf (5) strömenden Kühlmittels (7) vorgesehen sind.

5

13. Verwendung eines Kühlsystems (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kühlung des Stators (2) eines wassergekühlten Turbogenerators (4), insbesondere eines Turboenerators (4) mit einer Leistung zwischen 500 und 1300 MVA.

10

14. Verfahren zur Kühlung des Stators (2) eines Generators (4), bei dem ein Kühlmittel (7) durch die Statorwicklung und durch einen Kühler (17) geführt wird, wobei die Menge an Kühlmittel (7) durch ein Reservoir (6) etwa konstant gehalten wird und wobei dieses Reservoir (6) nicht vom gesamten Kühlmittel (7) durchströmt wird,

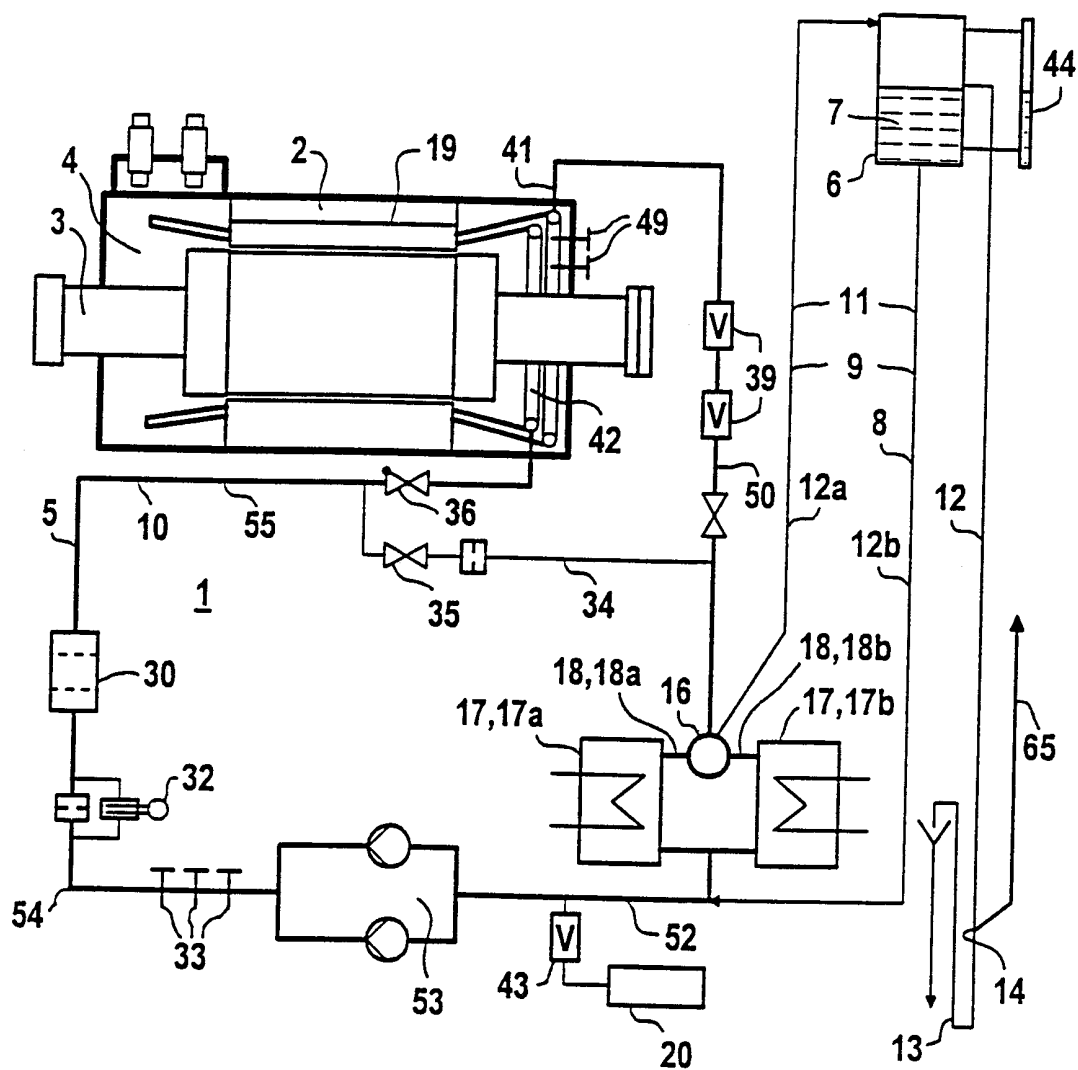
15

dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel (7) in einer Beruhigungsstrecke (16), insbesondere in einer dem Kühler (17) vorgeschalteten Beruhigungsstrecke

20

(16), entgast und beruhigt wird.

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/00043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H02K9/26 H02K9/193

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02K

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 22 22 487 A (GANZ VILLAMOSSAGI MUEVEK) 22 November 1973 cited in the application see page 5, line 29 - page 9, line 35; figures 1-3 ---	1-14
A	US 3 835 919 A (LAMBRECHT D ET AL) 17 September 1974 see column 3, line 25 - column 4, line 29; figure 1 ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 181 (E-037), 13 December 1980 & JP 55 125053 A (TOSHIBA CORP), 26 September 1980 see abstract --- -/--	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 May 1999

Date of mailing of the international search report

07/06/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tangocci, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/00043

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 255 (E-349), 12 October 1985 & JP 60 102838 A (MITSUBISHI DENKI KK), 7 June 1985 see abstract ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 226 (E-272), 17 October 1984 & JP 59 106851 A (FUJI DENKI SEIZO KK), 20 June 1984 see abstract -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/00043

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2222487 A	22-11-1973	NONE	
US 3835919 A	17-09-1974	DE 2207342 A	30-08-1973
		CH 549304 A	15-05-1974
		GB 1368045 A	25-09-1974
		JP 937715 C	26-12-1978
		JP 48093903 A	04-12-1973
		JP 53016881 B	05-06-1978

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00043

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02K9/26 H02K9/193

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 22 22 487 A (GANZ VILLAMOSSAGI MUEVEK) 22. November 1973 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 5, Zeile 29 - Seite 9, Zeile 35; Abbildungen 1-3 ---	1-14
A	US 3 835 919 A (LAMBRECHT D ET AL) 17. September 1974 siehe Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 4, Zeile 29; Abbildung 1 ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 181 (E-037), 13. Dezember 1980 & JP 55 125053 A (TOSHIBA CORP), 26. September 1980 siehe Zusammenfassung --- -/--	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Mai 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tangocci, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00043

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 255 (E-349), 12. Oktober 1985 & JP 60 102838 A (MITSUBISHI DENKI KK), 7. Juni 1985 siehe Zusammenfassung ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 226 (E-272), 17. Oktober 1984 & JP 59 106851 A (FUJI DENKI SEIZO KK), 20. Juni 1984 siehe Zusammenfassung -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00043

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2222487	A	22-11-1973	KEINE	
US 3835919	A	17-09-1974	DE 2207342 A	30-08-1973
			CH 549304 A	15-05-1974
			GB 1368045 A	25-09-1974
			JP 937715 C	26-12-1978
			JP 48093903 A	04-12-1973
			JP 53016881 B	05-06-1978