



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.07.2009 Patentblatt 2009/29

(51) Int Cl.:
H01F 27/18^(2006.01) F28D 15/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09150099.1**

(22) Anmeldetag: **06.01.2009**

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

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

(72) Erfinder:
• **Meinke, Stefan**
27755, Delmenhorst (DE)
• **Bröske, Marc**
27374, Visselhövede (DE)
• **Niemann, Marco**
27749, Delmenhorst (DE)

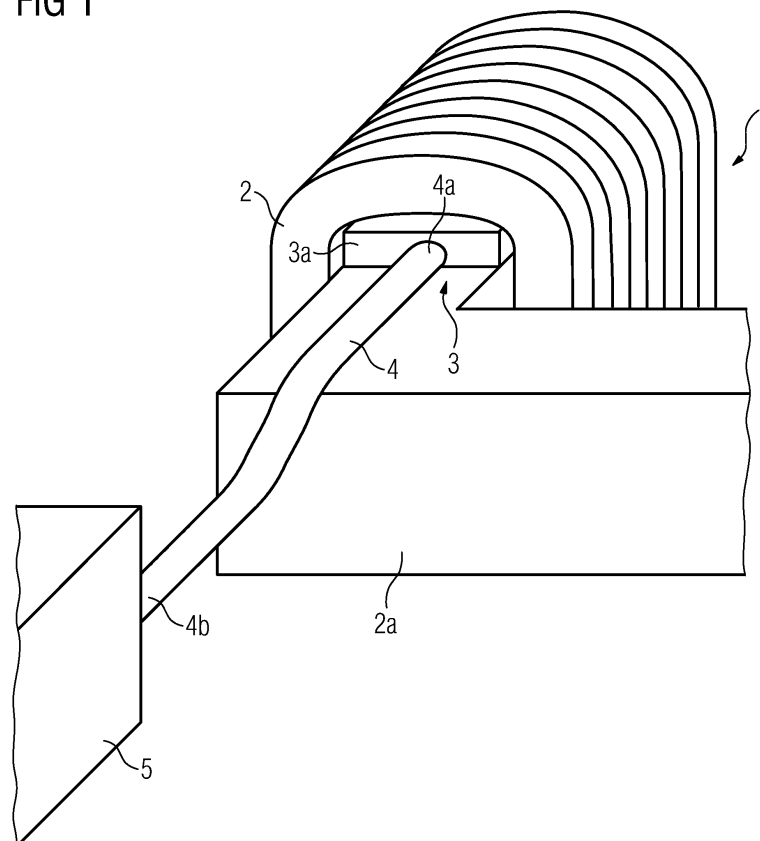
(30) Priorität: **09.01.2008 DE 102008004342**

(54) **Anordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung (2), wobei Mittel (3, 4, 5) zur Ableitung der im Betriebsfall entstehenden Wärme vorgesehen sind, welche ein Wärmerohr (4) umfassen. Um die Verlustwärme effektiver abzuführen und da-

durch insbesondere kleinere Anordnungen zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die Mittel (3, 4, 5) weiter einen Absorberblock (3a) umfassen, der zur Ableitung der Wärme mit dem Wärmerohr (4) verbunden ist, dessen Ende dazu in dem Absorberblock (3a) mündet.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Anordnungen, die mindestens eine elektrische Wicklung aufweisen, sind bekannt. Zu diesen gehören insbesondere Transformatoren und Drosseln, deren Wicklungen von einem ferromagnetischen Kern getragen werden bzw. diesen umschließen. Beim Betrieb dieser Anordnungen treten in den Wicklungen Verluste in Form von Wärme auf. Zusätzliche Wärmeverluste treten infolge von Ummagnetisierungen in den Kernen auf; diese nehmen mit höherer Frequenz zu. Bei ausgangsseitig an Umrichter angeschlossenen Drosseln entstehen aufgrund der erforderlichen hohen Taktfrequenzen besonders große Wärmeverluste.

[0003] Da die Wärmeverluste innerhalb des Kerns maßgeblich das thermische Verhalten der Anordnung bestimmen, ist man bestrebt, die Wärmeverluste in der Wicklung möglichst klein zu halten, um einen entsprechenden Ausgleich zu schaffen.

[0004] Eine Reduzierung der Wärmeverluste innerhalb des Kerns lässt sich zwar durch Verringerung der magnetischen Induktion im Kern erreichen, allerdings mit dem Nachteil, dass dies mit einer Verringerung der Nennleistung verbunden ist.

[0005] Bekannt ist es, die Verlustwärme mittels zwangsgeführte Luftströme abzuführen. Dazu wird die Anordnung häufig zur Vergrößerung der Gesamtoberfläche in einem Gehäuse vergossen, was aufwendig ist und nicht immer den gewünschten Erfolg liefert. Ein zwangsgeführter Luftstrom zur Kühlung ist immer dann besonders schwierig, wenn es um den gezielten Abtransport der Verlustwärme geht. Die Verwendung von geschlossenen Flüssigkeitskreisläufen (z.B. Wasserkreisläufe) verbessert die Kühlung in der Regel deutlich, ist aber auch mit erheblichem Aufwand verbunden. Insbesondere ist die gesamte Konstruktion aufwendig, wobei es oft auch noch erforderlich ist, spezielle Materialien zu verwenden. Auch muss das Flüssigkeitskühlsystem zusätzlich gewartet werden. Dabei ist bei Drosseln meist aggressives Reinstwasser erforderlich, um die Entstehung von Kurzschlusswindungen zu verhindern.

[0006] Aus der WO 96/31888 A1 ist ein Wandler bekannt, in dem zur Wärmeableitung eine Platte und mehrere Wärmerohre vorgesehen sind. Die Wärmerohre liegen mit ihrer seitlichen Umfangsfläche an der Platte an, welche als Wärmekollektor fungiert, dessen große Seitenfläche mit den seitlich anliegenden Wärmerohren in Wärmekontakt befindet. Zur Isolation sind die Wicklung und der Kern vollständig von einem dielektrischen Harz umgeben. Entsprechend findet die Wärmeableitung über diese Isolationsschicht statt.

[0007] Ferner ist aus der EP 1 641 003 A2 eine Kühlung einer Spulenanordnung einer elektrischen Komponente bekannt. Die Kühlung weist Rohrleitungen auf, durch welche eine Kühlflüssigkeit zirkuliert. Die Kühlroh-

re münden in eine Grundkühlplatte, welche von der Kühlflüssigkeit durchflossen wird.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Verlustwärme effektiver abzuführen und dadurch insbesondere kleinere Anordnungen zu ermöglichen.

[0009] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst; die Unteransprüche entsprechen vorteilhaften Ausgestaltungen.

[0010] Die Lösung sieht vor, dass die Mittel weiter einen Absorberblock umfassen, der zur Ableitung der Wärme mit dem Wärmerohr (Heat-Pipe) verbunden ist, dessen Ende in dem Absorberblock mündet. Der Einsatz von Wärmerohren ist im Vergleich zu wasserführenden Kreisläufen technisch relativ einfach einzusetzen.

[0011] Vorteilhaft ist es, wenn die wärme absorbierenden Elemente im Bereich der Wicklung und/oder, wenn die Wicklung von einem ferromagnetischen Kern getragen wird, im Bereich des Kerns angeordnet sind.

[0012] Um das bei Verwendung eines Wärmerohrs erforderliche niedrige Temperaturniveau zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass das andere Ende des Wärmerohrs mit einer zur Kühlung von Flüssigkeit durchströmten Kühlplatte verbunden ist. Derartige Kühlplatten werden auch als Cold Plates bezeichnet. Da die Kühlplatten kombiniert mit einem Wärmerohr mit normalem Industrierwasser betrieben werden können, entfallen die bekannten Probleme hinsichtlich einzuhaltendem Druckabfall, verfügbaren oder erforderlichen Durchflussmengen, Wasserqualität usw. Die Lösung mit der Kühlplatte kann relativ frei dimensioniert werden, wenn ausreichend Kühlleistung zur Verfügung steht. Bei entsprechenden örtlichen Gegebenheiten kann zur Kühlung der Kühlplatte selbstverständlich auch ein Luftstrom verwendet werden, allerdings mit dem Nachteil, dass dann eine weitere gezielte Wärmeleitung nicht mehr möglich ist.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung mit zwischen Wicklung und Kern angeordnetem wärme absorbierendem Element,

Figur 2 eine Anordnung mit im Kern angeordnetem wärme absorbierendem Element und

Figur 3 das wärme absorbierende Element mit Wärmerohr und Kühlplatte gemäß den Figuren 1 und 2.

[0014] Figur 1 zeigt eine Anordnung mit einer Drossel 1, die eine elektrische Wicklung 2 auf einem ferromagnetischen Kern 2a aufweist, wobei der Kern 2a von der Wicklung umschlossen wird. Die Wicklung 2 gehört hier zu einer elektrischen Drossel 1, kann aber auch die Wicklung eines Transformators und dergleichen sein.

[0015] Zwischen Wicklung 2 und Kern 2a ist ein wärme absorbierendes Element 3 in Form eines Absorberblocks 3a angeordnet. Dabei ist der Absorberblock 3a an ein

Ende 4a eines Wärmerohrs 4 angeschlossen, dessen Ende sich (in Längsrichtung des Wärmerohrs 4) in den Absorberblock 3a hinein erstreckt bzw. in dem Absorberblock 3a mündet, d.h. thermisch leitend mit dem Absorberblock 3a verbunden ist. Das andere Ende 4b des Wärmerohrs 4 ist mit einer Kühlplatte 5 (sogenannte Cold Plate) verbunden, welche zur Kühlung von einer nicht gezeigten Flüssigkeit durchströmt wird.

[0016] In Figur 2 ist eine gegenüber Figur 1 alternative Ausführungsform gezeigt. Bei dieser befindet sich das wärme absorbierende Element 3, das hier ebenfalls als Absorberblock ausgebildet ist, innerhalb des Kerns 2a und mit diesem zusammen innerhalb der Wicklung 2.

[0017] In Figur 3 ist das als Absorberblock 3a ausgebildete wärme absorbierende Element 3 ohne die Wicklung 2 und den Kern 2a zu sehen, angeschlossen an das Wärmerohr 4 und über dieses thermisch verbunden mit der Kühlplatte 5.

[0018] Beim Betrieb der Anordnung erzeugt der durch die elektrische Wicklung 2 der Drossel 1 fließende Strom ein Magnetfeld. Die Verlustwärme entsteht durch den Stromfluss in der Wicklung 2 sowie durch die ständigen Ummagnetisierungen im Kern 2a. Die Platte 5 wird mittels Flüssigkeit so gekühlt, dass zwischen den beiden Enden 4a, 4b des Wärmerohrs 4 eine ausreichende Temperaturdifferenz vorhanden ist. Diese bewirkt, dass die Wärme mittels des Wärmerohrs 4 vom wärme absorbierenden Element 3a jeweils zur Platte 5 transportiert wird. Dabei kühlt sich das Element 3a solange entsprechend ab, bis die absorbierte Wärmemenge gleich der vom Wärmerohrs 4 abgeführten Wärmemenge ist. In Figur 1 wird die in der Wicklung 2 entstehende Wärme von der einen (oberen) Seite und die des Kerns 2a von der anderen (unteren) Seite des Elements 3 aufgenommen und über das Wärmerohr 4 abgeführt.

[0019] In Figur 2 erfolgt die Wärmeabfuhr vorzugsweise nur aus dem Kern 2a.

[0020] Die Kühlplatte 5 sorgt jeweils für das erforderliche niedrige Temperatur-Niveau, das für die Wärmeabfuhr mittels Wärmerohr 4 erforderlich ist.

[0021] Der Einsatz des Wärmerohrs 4 in Verbindung mit wärme absorbierenden Elementen 3 in Form von Absorberblöcken 3a lässt sich gezielt an kritischen Stellen einsetzen. Dies ist beispielsweise bei Ausgangsdrosseln mit hohem Anteil an Kernverlusten direkt im Zentrum des Kerns 2a (des Kernpakets) erforderlich, bei Hochstrom-Spulen direkt im Bereich zwischen den einzelnen Windungen oder Wicklungslagen, aber auch im Bereich zwischen Wicklung 2 und Kern 2a.

Patentansprüche

1. Anordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung (2), wobei Mittel (3, 4, 5) zur Ableitung der im Betriebsfall entstehenden Wärme vorgesehen sind, welche ein Wärmerohr (4) umfassen
dadurch gekennzeichnet,

dass die Mittel (3, 4, 5) weiter einen Absorberblock (3a) umfassen, der zur Ableitung der Wärme mit dem Wärmerohr (4) verbunden ist, dessen Ende in dem Absorberblock (3a) mündet.

2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Absorberblock (3a) im Bereich der Wicklung (2) angeordnet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Absorberblock (3a) im Bereich des ferromagnetischen Kerns (2a) oder im Bereich zwischen dem ferromagnetischen Kern (2a) und der Wicklung (2) angeordnet ist, wenn die Wicklung (2) vom Kern (2a) getragen wird.
4. Anordnung nach Anspruch 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei dem Kern (2) um einen EI-Schnitt oder UI-Schnitt oder 3UI-Schnitt handelt.
5. Anordnung nach Anspruch 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei dem Kern (2) um einen Schnitt mit unterschiedlichen Proportionen handelt.
6. Anordnung nach Anspruch 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anordnung für einphasigen oder mehrphasigen Betrieb vorgesehen ist.
7. Anordnung nach Anspruch 1 - 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei dem ferromagnetischen Material des Kerns (2) um Dynamoblech oder Ferritmaterial oder Sintermetall oder Pulververbundwerkstoff handelt.
8. Anordnung nach Anspruch 1 - 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der die Wicklung (2) tragende Kern (2a) mit durch Luftspalten unterteilten Schenkeln aufgebaut ist.
9. Anordnung nach Anspruch 1 - 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das andere Ende (4b) des Wärmerohrs (4) mit einer zur Kühlung von Flüssigkeit durchströmten Kühlplatte (5) verbunden ist.

FIG 1

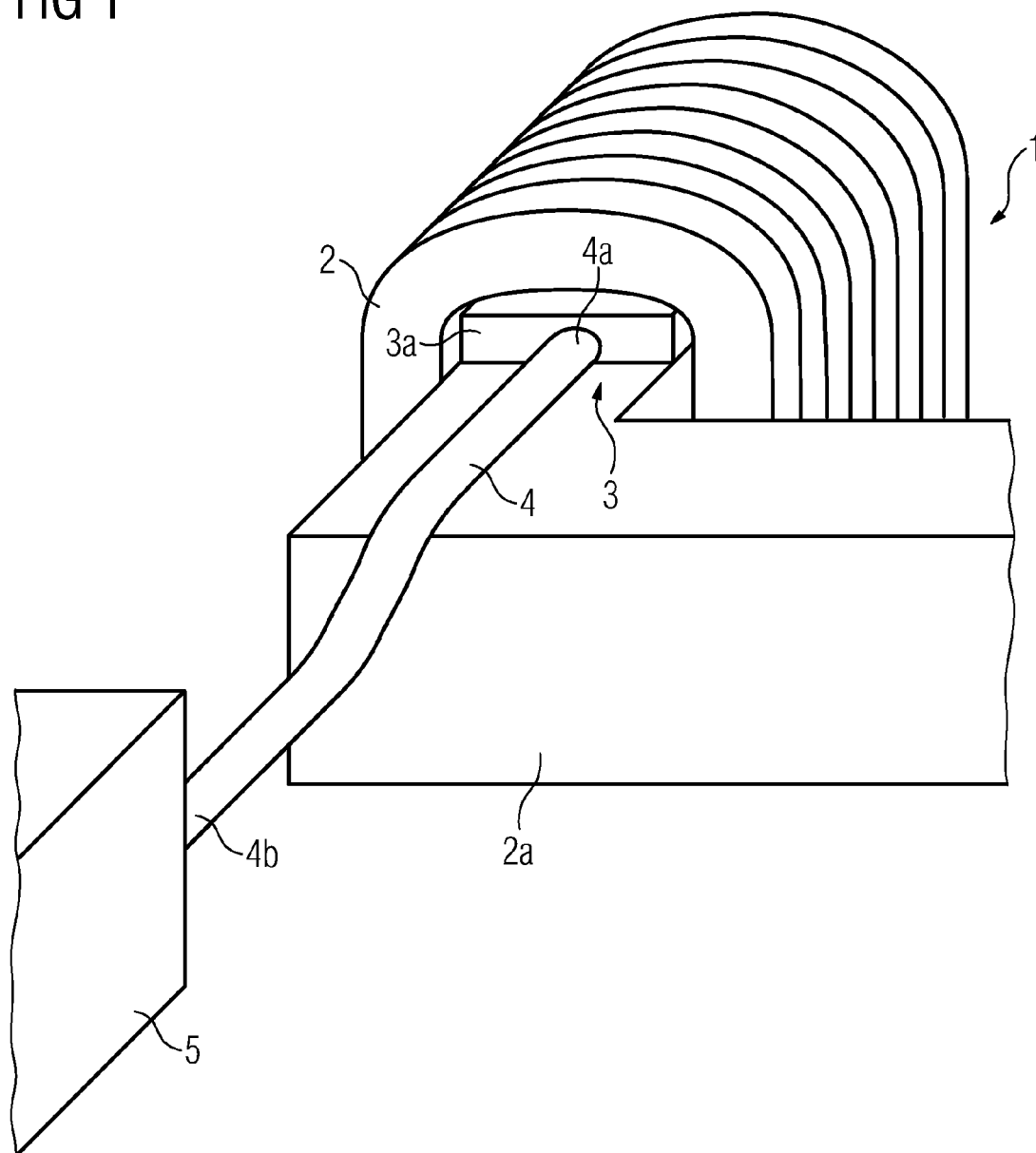


FIG 2

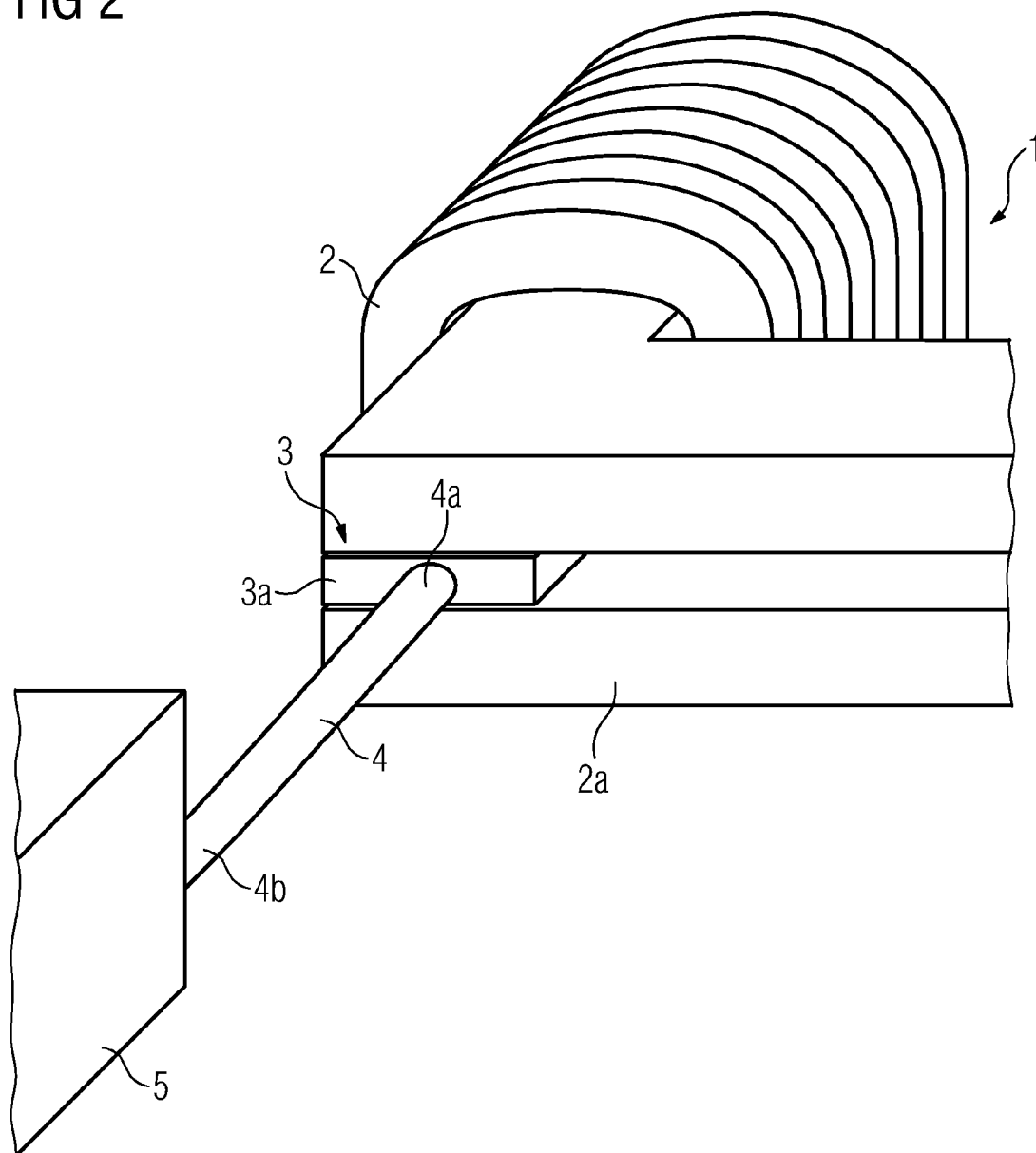
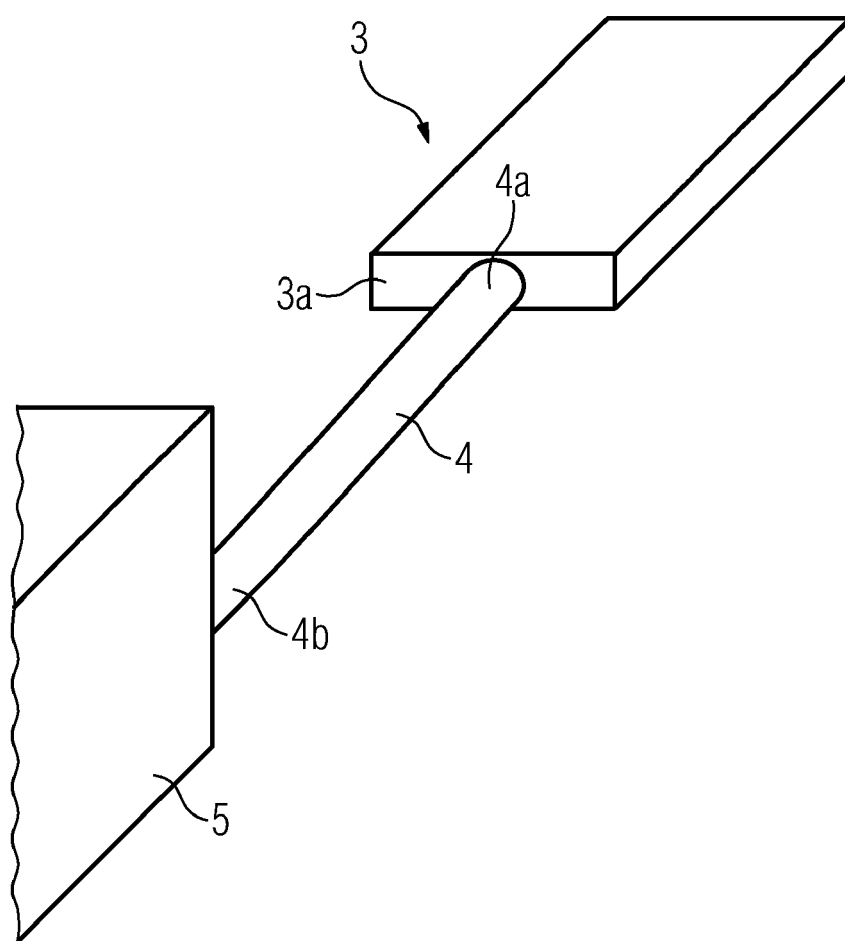


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 15 0099

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 60 163412 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26. August 1985 (1985-08-26) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1-9	INV. H01F27/18 F28D15/02
D,X	EP 1 641 003 A (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC [US]) 29. März 2006 (2006-03-29) * Absätze [0028], [0029], [0031], [0033]; Abbildungen 2,3,5,6,13 *	1-9	
X	US 2007/247266 A1 (YARGOLE ARUN D [IN] ET AL YARGOLE ARUN DATTATRAYA [IN] ET AL) 25. Oktober 2007 (2007-10-25) * Absatz [0030]; Abbildungen 3,6 *	1-9	
X	JP 57 017116 A (HITACHI LTD) 28. Januar 1982 (1982-01-28) * Zusammenfassung; Abbildungen 4-6 *	1-9	
A	US 3 541 487 A (LEONARD MERRILL G) 17. November 1970 (1970-11-17) * Spalte 3, Zeilen 63,64 * * Spalte 4, Zeilen 9-30; Abbildung 3 *	9	
A	WO 02/102124 A (LIEBERT CORP [US]) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) * Seite 7, Zeile 27 - Seite 8, Zeile 28; Abbildung 7 *	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. April 2009	Prüfer Teske, Ekkehard
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 09 15 0099

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.

03-04-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 60163412	A	26-08-1985	KEINE		
EP 1641003	A	29-03-2006	US	2006044103 A1	02-03-2006
US 2007247266	A1	25-10-2007	CN	101015026 A	08-08-2007
			EP	1787304 A1	23-05-2007
			WO	2006016377 A1	16-02-2006
			JP	2008510297 T	03-04-2008
JP 57017116	A	28-01-1982	KEINE		
US 3541487	A	17-11-1970	KEINE		
WO 02102124	A	19-12-2002	DE	10296928 T5	07-10-2004

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9631888 A1 [0006]
- EP 1641003 A2 [0007]