

## DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	<b>PCT/EP2018/067765</b>
International filing date:	<b>02 July 2018 (02.07.2018)</b>
Document type:	<b>Certified copy of priority document</b>
Document details:	Country/Office: <b>DE</b>
	Number: <b>10 2017 211 317.0</b>
	Filing date: <b>04 July 2017 (04.07.2017)</b>
Date of receipt at the International Bureau:	<b>22 August 2018 (22.08.2018)</b>

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung DE 10 2017 211 317.0 über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2017 211 317.0

**Anmeldetag:** 04. Juli 2017

**Anmelder/Inhaber:** Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809 München, DE

**Bezeichnung:** Stator einer elektrischen Maschine sowie  
Kühlvorrichtung hierfür

**IPC:** H02K 3/24; H02K 9/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am 04. Juli 2017 eingereichten elektronischen Dokumente dieser Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Druckverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 24. April 2018  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Die Präsidentin  
Im Auftrag

Kahle

### **Stator einer elektrischen Maschine sowie Kühlvorrichtung hierfür**

Die Erfindung betrifft einen Stator für eine elektrische Maschine, insbesondere zum Antrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Kühlvorrichtung für einen solchen Stator und eine elektrische Maschine mit einem solchen Stator beziehungsweise mit einer derartigen Kühlvorrichtung.

Eine elektrische Maschine, wie beispielsweise eine elektrische oder elektromotorische Antriebsmaschine, weist üblicherweise einen Elektromotor auf, der seinerseits typischerweise einen mit einer Statorwicklung (Drehfeldwicklung) versehenen Stator und einen um eine Motorachse drehbar gelagerten Rotor aufweist, welcher beispielsweise mittels Permanentmagneten ein statisches Magnetfeld erzeugt. Im Betrieb des Elektromotors, in dem die Statorwicklung von einem elektrischen Wechselstrom durchflossen und somit bestromt ist, rotiert der Rotor in einem vom Stator beziehungsweise dessen Statorwicklung erzeugten magnetischen Drehfeld.

Bei einer Verwendung einer solchen Antriebsmaschine in einem elektrisch oder elektromotorisch betriebenen beziehungsweise angetriebenen Fahrzeug (Elektro- oder Hybridfahrzeug) ist eine Kühlung des Stators und/oder des Rotors mit einem gasförmigen oder mit einem flüssigen Kühlmittel (Kühlmedium) typischerweise notwendig, um die gewünschte Dauerleistungsfähigkeit für solche Fahrzeuganwendungen sicherzustellen.

Zur Kühlung des Stators ist es beispielsweise möglich, einen sogenannten Wasser- oder Kühlmittelmantel als Kühlvorrichtung am Außenumfang des Stators anzuordnen. Eine derartige Mantelkühlvorrichtung hat den Nachteil,

dass sie den Stator lediglich von außen, das bedeutet im Bereich seines Außenumfangs, kühlt. Hierbei tritt das Problem auf, dass die Statorwicklung und/oder der Rotor nicht ausreichend gekühlt werden.

Des Weiteren sind Kühlvorrichtungen bekannt, bei denen ein Kühlmittel, insbesondere ein Motor- oder Getriebeöl, in Betrieb des Elektromotors auf den Stator und/oder den Rotor aufgebracht wird. Eine solche direkte Kühlung (oil spray cooling) erfordert zusätzliche Komponenten der Maschine, wie beispielsweise einen Ölkühler und/oder eine Ölpumpe, wodurch zusätzliche Kosten und ein erhöhter Baumraumbedarf entstehen. Des Weiteren sind Kühlvorrichtungen denkbar, bei denen die die Statorwicklung bildenden Leitungen als rohrartige oder rohrförmige Hohlleiter ausgeführt sind, welche im Betrieb von einem Kühlmittel durchströmt werden. Dadurch wird die Wicklungsdichte der Statorwicklungen reduziert, was sich nachteilig auf die Leistungsfähigkeit der elektrischen Maschine auswirkt.

Um die Abwärme aus einem als (Stator-)Blechkpaket mit Einzelblechen aufgebauten Stator abzuführen, ist es aus der EP 2 003 764 A2 bekannt, eine Anzahl von axial verlaufenden Kühlkanälen in das Blechkpaket einzubringen. Die Kühlkanäle sind an den gegenüberliegenden Statorstirnseiten mittels kreisringförmiger oder kranzartiger Verteilerstrukturen miteinander strömungstechnisch gekoppelt und von einem Kühlmittel durchströmt. Die Kühlkanäle sind hierbei beispielsweise in einem Statorjoch des Blechkpakets eingebracht. Nachteilig bei einer derartigen Kühlvorrichtung für einen Stator eines Elektromotors ist, dass die Statorwicklung sowie insbesondere der Rotor nicht ausreichend gekühlt werden. Des Weiteren werden die magnetischen Eigenschaften des Stators durch das Einbringen der Kühlkanäle in das Blechkpaket nachteilig reduziert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen besonders geeigneten Stator für eine elektrische Maschine, insbesondere für eine elektromotorische

Antriebsmaschine für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, anzugeben. Des Weiteren sollen eine geeignete Kühlvorrichtung für einen solchen Stator und eine elektrische Maschine mit einem solchen Stator sowie ein Kraftfahrzeug angegeben werden, das eine Antriebsmaschine mit verbesserter Stator Kühlung aufweist.

Hinsichtlich des Stators wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Kühlvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 sowie hinsichtlich der elektrischen Maschinen mit den Merkmalen des Anspruchs 11 und hinsichtlich des Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 12 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche. Dabei gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Stator sinngemäß auch für die Kühlvorrichtung sowie für die elektrische Maschine und für das Kraftfahrzeug und umgekehrt.

Der erfindungsgemäße Stator ist für eine elektrische Maschine, insbesondere für eine elektrische oder elektromotorische Antriebsmaschine für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, geeignet und eingerichtet. Hierzu weist der Stator ein Statorblechpaket mit einem Statorjoch und mit einer Anzahl von radial gerichteten Statorzähnen auf. Das Statorblechpaket weist hierbei zwischen den Statorzähnen eine entsprechende Anzahl von Statormuten zur Aufnahme einer Stator- oder Drehfeldwicklung auf. Der Stator kann auch eine Schrägung aufweisen. Des Weiteren ist eine Kühlvorrichtung mit einer Anzahl von Kühlkanälen (Kühlmittelkanälen) vorgesehen. Die Kühlkanäle sind hierbei jeweils in einer der Statormuten zumindest weitestgehend axial verlaufend angeordnet. Im Betrieb sind die Kühlkanäle von einem gasförmigen oder flüssigen Kühlmittel durchströmt. Das Kühlmittel nimmt hierbei Wärme aus dem Stator auf und führt diese nach außen ab. Die Kühlkanäle sind hierzu zweckmäßigerweise aus einem wärmeleitfähigen Material hergestellt und weisen vorzugsweise eine möglichst geringe (Kanal-)Wandstärke beziehungsweise

(Kanal-)Wanddicke auf, sodass ein effektiver Wärmeaustausch oder Wärmetransfer zwischen dem geführten Kühlmittel und der jeweiligen Umgebung des Kühlkanals sichergestellt ist. Dadurch ist eine effiziente und zuverlässige Kühlung des Stators gewährleistet, wodurch die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit des Stators wesentlich verbessert wird.

Im Gegensatz zum Stand der Technik sind die Kühlkanäle somit nicht innerhalb des Statorblechpakets sondern außerhalb, insbesondere in den durch die Statornuten gebildeten Freiräumen zwischen je zwei benachbarten Statorzähnen, angeordnet. Dadurch werden die magnetischen Eigenschaften des Statorblechpakets beziehungsweise des Stators durch die Kühlkanäle nicht nachteilig beeinflusst. Da im elektromotorischen Betrieb eine Wärmeentwicklung im Bereich der Statorwicklung auftritt, wird durch die erfindungsgemäße Anordnung der Kühlkanäle sichergestellt, dass der Stator in diesem Bereich ausreichend gekühlt ist. Des Weiteren wird durch die Anordnung der Kühlkanäle in den Statornuten kein zusätzlicher Baumraumbedarf des Stators bewirkt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung sind die Kühlkanäle der Kühlvorrichtung aus einem wärmeleitfähigen und elektrisch nicht leitfähigen Material, insbesondere einer Keramik bzw. einem Keramikmaterial oder einem Kunststoff, vorzugsweise einem glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) hergestellt. Aufgrund der elektrisch nicht leitfähigen, insbesondere nicht magnetischen, Ausführung der Kühlkanäle wird sichergestellt, dass keine elektrischen Verlustströme während des elektromotorischen Betriebs, bei welchem die Statorwicklung ein magnetisches Drehfeld erzeugt, induziert werden. Mit anderen Worten werden durch die Kühlkanäle somit keine unerwünschten Verlustleistungen im Stator bewirkt.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung sind die Kühlkanäle der Kühlvorrichtung mittels einer Vergussmasse wärmeleittechnisch an die jeweiligen

Statorzähne gekoppelt. Mit anderen Worten ist ein jeweiliger Spaltbereich in der Statornut zwischen dem Kühlkanal und einem Statorzahn zumindest teilweise mittels der Vergussmasse gefüllt. Vorzugsweise ist es hierbei beispielsweise denkbar, dass der jeweilige Kühlkanal in der Statornut mittels der Vergussmasse zusätzlich an die Statorwicklung wärmeleittechnisch angebunden ist. Dadurch wird die bewirkte Kühlleistung der Kühlvorrichtung im Betrieb des Stators verbessert.

Die Kühlvorrichtung weist mindestens einen Sammelring, in einer bevorzugten Ausgestaltung zwei einteilige Sammelringe (Endring, Verteilerring) auf, welche an den gegenüberliegenden Stirnseiten des Statorblechpakets angeordnet sind. Die kreisringförmigen oder kranzartigen Sammelringe koppeln die zwischen diese angeordneten Kühlkanäle strömungstechnisch miteinander. Die Sammelringe und die Kühlkanäle bilden somit eine etwa käfigartige oder käfigförmige Kühlvorrichtung des Stators. Dadurch ist eine besonders gleichmäßige und effiziente Kühlung des Stators gewährleistet.

In einer geeigneten Ausgestaltungsform weist einer der Sammelringe einen Einlass zur strömungstechnischen Kopplung an eine Kühlmittelversorgungsleitung zur Versorgung mit dem Kühlmittel beziehungsweise dem Kühlmedium auf. Der gegenüberliegend angeordnete Sammelring weist entsprechend einen Auslass zur Abführung des Kühlmittels auf. Durch die Sammelringe wird das zugeführte Kühlmittel im Wesentlichen gleichmäßig auf alle Kühlkanäle verteilt und wieder abgeführt. Dadurch ist eine zuverlässige Ableitung der im Betrieb entstehenden Wärme innerhalb des Stators gewährleistet.

In einer alternativen Ausführungsform ist es beispielsweise ebenso denkbar, dass die Kühlkanäle mittels dazu vorgesehener Hohlräume oder Kühlmittelleitungsstrukturen eines Stator- oder Motorgehäuses strömungstechnisch

kontaktiert werden. Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass die Kühlvorrichtung zusätzlich zu den Kühlkanälen in den Statornuten einen Kühlmittelmantel am Außenumfang des Statorblechpakets aufweist, wobei die Kühlkanäle und der Kühlmittelmantel miteinander strömungstechnisch gekoppelt sind. Dadurch ist eine besonders zuverlässige und effektive Kühlung des Stators möglich.

In einer zweckmäßigen Ausbildung weisen die Sammelringe jeweils einen Ringkörper mit einem integrierten Sammelkanal und einer Anzahl der Kühlmittelkanäle entsprechenden Anzahl von axial angeformten Verbindungsaufnahmen auf. Die Sammelkanäle der Sammelringe sind somit umlaufend im Bereich der gegenüberliegenden Endseiten der Kühlkanäle angeordnet. Die Endseiten der Kühlkanäle sind hierbei mittels der Verbindungsaufnahmen strömungstechnisch mit dem jeweiligen Sammelkanal gekoppelt. Dies bedeutet, dass die Kühlkanäle zueinander strömungstechnisch parallel zwischen den Sammelkanälen angeordnet sind. Mit anderen Worten bilden die Sammelkanäle und die Kühlkanäle ein im Wesentlichen geschlossenes Kühlmittelsystem zur Führung des Kühlmittels. Dadurch ist auf konstruktiv einfache Art und Weise eine gleichmäßige Verteilung und Führung des Kühlmittels im Stator sichergestellt. Dies überträgt sich in der Folge vorteilhaft auf die Kühlung des Stators.

Die Sammelringe sind im Montagezustand an den gegenüberliegenden Stirnseiten des Statorblechpakets angeordnet. Dies bedeutet, dass die Ringkörper im Wesentlichen im Bereich der Wickelköpfe der Statorwicklung und/oder eines Lagerschildes angeordnet sind. Die in den Ringkörpern der Sammelringe integrierten Sammelkanäle werden im Betrieb von dem Kühlmittel durchströmt. Dadurch wird eine zusätzliche Kühlwirkung der Kühlvorrichtung im Bereich der Wickelköpfe und/oder des Lagerschildes bewirkt.

In einer zweckmäßigen Weiterbildung sind die Kühlkanäle endseitig mit Verbindungsaufnahmen der Sammelringe gefügt. So sind die Kühlkanäle beispielsweise mit den Verbindungsaufnahmen endseitig verlötet oder verklebt. Vorzugsweise sind die Kühlkanäle in die Verbindungsaufnahmen eingesteckt. Dadurch ist eine zweckmäßige und aufwandsreduzierte Befestigung und Kopplung bei einer Montage realisiert.

Die Dichtigkeit der Kühlvorrichtung zur Vermeidung von Kühlmittel-Leckagen ist beispielsweise mittels eines Pressverbands der Kühlkanäle in den Verbindungsaufnahmen oder mittels eines Vergusses oder eines Klebers gewährleistet. In einer besonders kühlmitteldichten Ausgestaltung ist zwischen den Sammelringen und den Kühlkanälen mindestens ein Dichtelement (Dichtungselement) vorgesehen. Geeigneterweise ist hierbei jeweils ein Dichtelement zwischen einer Endseite eines Kühlmittelkanals und einer Innenwandung einer entsprechenden Verbindungsaufnahme eines Sammelrings angeordnet. Die Dichtelemente sind hierbei beispielsweise als Dichtungsringe oder Dichtungsschläuche ausgebildet. Dadurch wird einem ungewollten Austreten von Kühlmittel im Stator vorteilhaft und einfach entgegengewirkt.

Die Sammelringe sind geeigneter Weise einteilig ausgeführt. Jedoch kann ein Sammelring auch mehrteilig sein. So können beispielsweise in einer Alternativen Ausführung der Kühlvorrichtung mit einem Sammelring an einer Stirnseite jeweils zwei der Kühlkanäle paarweise mittels eines Umlenk Körpers strömungstechnisch verbunden sein. Dabei weisen die Umlenk Körper Steckaufnahmen zur Bildung einer Steckverbindung mit den Kühlkanälen auf. Um Kühlmittelleckagen zu vermeiden ist hierbei zwischen den Kühlkanälen und den Steckaufnahmen ein Dichtelement vorgesehen. Alternativ sind die Kühlkanäle mittels eines Pressverbands oder mittels eines Klebers an den Steckaufnahmen des entsprechenden Umlenk Körpers angebunden.

An der gegenüberliegenden Stirnseite ist dann jeweils, beispielsweise mittels eines Schlauchs, ein Kühlkanal der paarweise verbundenen Kühlkanäle an einen Zulauf für das Kühlmittel von einem Kühlmittelkreislauf des Kraftfahrzeugs und jeweils der andere Kühlkanal der paarweise verbundenen Kühlkanäle an einen Ablauf für das Kühlmittel an den Kühlmittelkreislauf angebunden. In anderen Worten wird lediglich an einer Stirnseite den Kühlkanälen das Kühlmittel entsprechend zu- bzw. abgeführt. Dadurch ist insbesondere eine alternative Ausführung für den Anschluss der Kühlvorrichtung an den Kühlmittelkreislauf ermöglicht, welche einer Bauraumanforderung der elektrischen Maschine besser genügen kann.

Die Umlenkkörper weisen einen im Betrieb der Kühlvorrichtung mit Kühlmittel durchflossenen Sammelkanal und beispielsweise eine Form derart auf, dass die Umlenkkörper die entsprechende Stirnseite zumindest teilweise überdecken. Zudem sind die Schläuche in geeigneter Weise an der entsprechenden Stirnseite angeordnet, so dass die Wickelköpfe der Statorwicklung mittels der kühlmitteldurchflossenen Schläuche bzw. Umlenkkörper gekühlt werden. Bei dieser Ausführungsform bilden die Umlenkkörper an der entsprechenden Stirnseite des Stators gemeinsam den dortigen Sammelring.

In einer geeigneten Ausführung weisen die Kühlkanäle eine kreisrunde Querschnittsform auf. Die Kühlkanäle liegen hierbei vorzugsweise zumindest abschnittsweise im Bereich ihres jeweiligen Außenumfangs an den Statorzähnen der jeweiligen Statornut und/oder der darin angeordneten Statorwicklung an. Vorzugsweise weisen die Kühlkanäle hierbei eine möglichst geringe Wandstärke auf, so dass ein besonders effektiver Wärmeaustausch zwischen den Statorzähnen und dem Kühlmittel innerhalb des Kühlkanals erfolgt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung sind die Kühlkanäle zu einer Rotorseite des Statorblechpakets hin radial versetzt zu der Statorwicklung geführt. Unter

der Rotorseite ist insbesondere die in einer Montage- oder Einbausituation einem Rotor zugewandte Fläche des Stators beziehungsweise des Statorblechpakets zu verstehen. Mit anderen Worten sind die Kühlkanäle im Bereich eines Luftspalts beziehungsweise eines Polschuhs des Statorblechpakets angeordnet. Dies bedeutet, dass die Kühlkanäle bei einem Innenläufer radial innenseitig in den Statornuten des Statorblechpakets angeordnet sind, sodass der Rotor im Wesentlichen käfigartig von der Kühlvorrichtung umgeben ist. Im Falle eines Außenläufers sind die Kühlkanäle entsprechend radial außenseitig am Statorblechpaket angeordnet. Dadurch sind die Kühlkanäle in einer Einbau- oder Montagesituation nahe dem Rotor angeordnet. Dadurch wird der Rotor im elektromotorischen Betrieb mittels der Kühlvorrichtung des Stators über einen Luftspalt und/oder der dadurch kühleren Umgebungsluft des Stators gekühlt.

Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung ist für einen vorstehend beschriebenen Stator geeignet und eingerichtet. Die Kühlvorrichtung weist hierbei eine Anzahl von Kühlkanälen auf, welche im Montagezustand jeweils in einer Statornut des Stators axial verlaufend angeordnet sind. Dadurch ist eine besonders baumraumkompakte und effiziente Kühlvorrichtung realisiert.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine ist insbesondere als eine elektromotorische Antriebsmaschine für ein elektrisch angetriebenes oder antreibbares Kraftfahrzeug, insbesondere einem Elektro- oder Hybridfahrzeug, ausgestaltet. Die elektrische Maschine ist beispielsweise als eine Asynchronmaschine mit einem bürstenlosen Elektromotor mit einem Stator und mit einem drehbar gelagerten Rotor ausgeführt. Der Stator ist hierbei mit einer vorstehend beschriebenen Kühlvorrichtung ausgestattet. Dadurch ist eine besonders geeignete elektrische Maschine realisiert, welche hinsichtlich ihrer Lebensdauer und Laufzeit verbessert ist.

In einer bevorzugten Anwendung ist die elektrische Antriebsmaschine Teil eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines elektrisch oder elektromotorisch betriebenen beziehungsweise angetriebenen Kraftfahrzeugs. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, wobei mindestens eine dessen Fahrzeugachsen von der elektrischen Antriebsmaschine angetrieben ist.

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einer schematischen Schnittdarstellung einen Elektromotor mit einem Stator mit einer Kühlvorrichtung,
- Fig. 2 in perspektivischer Darstellung ausschnittsweise die Kühlvorrichtung mit einem Sammelring und einer Anzahl von Kühlkanälen,
- Fig. 3a bis 3d in schematischer Schnittdarstellung unterschiedliche Ausführungsformen der Kühlkanäle,
- Fig. 4 in perspektivischer Darstellung den Sammelring,
- Fig. 5 in Schnittdarstellung den Sammelring, und
- Fig. 6 in Draufsicht den Sammelring.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Bei der in Fig. 1 dargestellten elektrischen Maschine 2 handelt es sich um eine elektromotorische Antriebsmaschine eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs, insbesondere für eine Traktionsanwendung. Die elektrische Maschine 2 ist hierzu zweckmäßigerweise als eine Asynchronmaschine ausgeführt, und innerhalb eines Antriebsstrangs des Elektro- oder Hybridfahrzeugs integriert. Die elektrische Maschine 2 umfasst ein (Motor-)Gehäuse 4, in dem ein

Rotor 6 rotationsbeweglich um eine Dreh- beziehungsweise Motorachse 8 gelagert ist.

Der Rotor 6 ist wellenfest auf einer Rotor- oder Motorwelle 10 angeordnet, welche mittels zweier Lager 12, an den gegenüberliegenden Stirnseiten des Gehäuses 4 gegenüber diesem gelagert ist. Der Rotor 6 ist gehäuseintern von einem Stator 14 umgeben. Der Stator 14 umfasst ein Statorpaket beziehungsweise Statorblechpaket 16 mit einem umlaufenden, kreisringförmigen Statorjoch 18. Das Statorjoch 18 weist hierbei eine Anzahl von innenumfangsseitig angebrachten, radial verlaufenden, Statorzähnen 20 auf. Zwischen zwei benachbarten Statorzähnen 20 ist jeweils eine axial verlaufende Statornut 22 ausgebildet, welche insbesondere im Wesentlichen parallel zur Motorachse 8 (Fig. 3a – 3d) verlaufen.

In den Statornuten 22 ist im Montagezustand eine verteilte Drehfeld- oder Statorwicklung 24 eingelegt, welche lediglich schematisch in den Figuren 3a bis 3d dargestellt ist. Im (elektromotorischen) Betrieb der elektrischen Maschine 2 wird die Statorwicklung 24 mit einem mehrphasigen elektrischen Drehstrom beaufschlagt. Dadurch erzeugt die Statorwicklung 24 ein magnetisches Drehfeld, in welchem der insbesondere mit Permanentmagneten versehene Rotor 6 um die Rotorachse 8 rotiert. Durch den Drehstrom entsteht im Betrieb unter anderem eine Verlustleistung der Statorwicklung 24 in Form einer Wärmeentwicklung.

Zur Kühlung der elektrischen Maschine 2 ist der Stator 14 mit einer Kühlvorrichtung 26 ausgestattet. Die in Fig. 2 ausschnittsweise dargestellte Kühlvorrichtung 26 umfasst zwei stirnseitig am Statorblechpaket 16 angeordnete kreisringförmige beziehungsweise kranzartige Sammelringe (Eindringe, Verteilerringe) 28, von denen in Fig. 2 lediglich einer beispielhaft dargestellt ist. Zwischen den stirnseitig angeordneten Sammelringen 28 ist eine Anzahl von

Kühlkanälen 30 angeordnet. In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Kühlvorrichtung 26 sechsunddreißig einzelne Kühlkanäle auf. Wie in den Fig. 3a bis 3d schematisch dargestellt ist, sind die Kühlkanäle 30 hierbei im Montagezustand in den Statornuten 22 axial verlaufend geführt. Die Kühlkanäle 30 sind in den Figuren lediglich beispielhaft mit Bezugszeichen versehen.

Die Kühlkanäle 30 sind zur Führung eines Kühlmittels oder Kühlmediums hohl, das bedeutet im Wesentlichen rohrartig, ausgeführt. Im Montagezustand ist somit eine etwa käfigartige Anordnung der Kühlkanäle 30 sowie der Sammelringe 28 um den Rotor 6 herum gebildet. Die Sammelringe 28 sind hierbei in nicht näher dargestellter Art und Weise an einen Kühlmittelkreislauf des Kraftfahrzeugs angebunden.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Kühlkanäle 30 anhand der Fig. 3a, 3b, 3c und 3d näher beschrieben.

Die Fig. 3a zeigt ausschnittsweise das Statorblechpaket 16 mit dem Statorjoch 18 und zwei radial nach innen gerichteten Statorzähnen 20. In der Statornut 22 zwischen den Statorzähnen 20 ist die Statorwicklung 24 angeordnet. Radial innenseitig zur Statorwicklung 24, das bedeutet zu einer Rotorseite 32 des Stators 14 hin versetzt, ist der Kühlkanal 30 angeordnet. Der Kühlkanal 30 ist hierbei zumindest teilweise in einem polschuhseitigen Spaltbereich 34 angeordnet. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3a weist der Kühlkanal 30 eine im Wesentlichen kreisrunde Querschnittsform auf. Der Kühlkanal 30 liegt hierbei außenumfangsseitig zumindest teilweise an den benachbarten Statorzähnen 20 der Statornut 22 an.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3b ist ein Kühlkanal 30 mit einer im Wesentlichen ovalen oder elliptischen Querschnittsform dargestellt. Dadurch

weist der Kühlkanal 30 effektiv eine vergrößerte Anlage- oder Kontaktfläche zu den Statorzähnen 20 auf.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 3c zeigt hierbei einen Kühlkanal 30, dessen Querschnittsform komplementär zu der im Spaltbereich 34 der Statornut 22 ausgebildeten Geometrie ausgeführt ist. Der Kühlkanal 30 weist hierbei eine mehreckige, insbesondere sechseckige Querschnittsform auf. Der Kühlkanal 30 liegt somit im Wesentlichen vollständig entlang seiner radial gerichteten Seitenflächen an den Statorzähnen 20 an. Somit ist eine besonders großflächige Kontaktfläche für einen Wärmeaustausch beziehungsweise Wärmetransfer ausgebildet, was sich vorteilhaft auf die Kühlleistung der Kühlvorrichtung 26 überträgt.

Die Fig. 3d zeigt im Wesentlichen eine kreisrunde Ausführungsform des Kühlkanals 30 gemäß Fig. 3a, wobei der Kühlkanal 30 in der Statornut 22 zusätzlich mit einer wärmeleitfähigen Kleber- oder Vergussmasse 36 thermisch kontaktiert ist. Die Vergussmasse 36 erzeugt hierbei einen wärmeleittechnischen Kontakt zwischen dem Außenumfang des Kühlkanals 30 und den Statorzähnen 20 sowie der Statorwicklung 24. Des Weiteren wird der Kühlkanal 30 somit in seiner Lage und Ausrichtung innerhalb der Statornut 22 befestigt.

Nachfolgend ist der Aufbau des Sammelrings 28 anhand der Fig. 4, der Fig. 5 und der Fig. 6 näher erläutert.

Der Sammelring 28 weist einen Ringkörper 38 mit einem integrierten Sammelkanal 40 auf. Der etwa kreisringförmige Sammelkanal 40 verläuft hierbei umlaufend geschlossen im Ringkörper 38. Wie insbesondere in der Schnittdarstellung der Fig. 5 ersichtlich ist, weist der Sammelkanal 40 eine im Wesentlichen mehreckige (Kanal-)Querschnittsform 42 auf. Die Querschnittsform 42 ist hierbei fünfeckig ausgeführt, wobei in einem den Kühlkanälen 30

zugewandten Eckbereich 42a entlang der Axialrichtung eine trichterartige Verjüngung vorgesehen ist. Der Eckbereich 42a mündet hierbei in einen Anschlussbereich 44 einer zugeordneten Verbindungsaufnahme 46. Hierbei ist eine der Anzahl der Kühlkanäle 30 entsprechende Anzahl an Verbindungsaufnahmen 46 axial emporstehend an den Ringkörper 38 des Sammelrings 28 einstückig, das bedeutet einteilig oder monolithisch, angeformt. Zur Montage werden die Kühlkanäle 30 an ihren jeweiligen stirnseitigen Endseiten (Anschlussseiten) in jeweils eine Verbindungsaufnahme 46 der Sammelringe 28 eingesteckt und somit kühlmitteldicht steckverbunden. In den jeweiligen Anschlussbereichen 44 der Verbindungsaufnahmen 46 ist vorzugsweise jeweils ein Dichtelement 47, insbesondere ein Dicht- oder Dichtungsring (O-Ring), angeordnet.

An den Außenumfang des Ringkörpers 38 sind zwei diametral gegenüberliegend angeordnete Fügeforsätze 48 radial emporstehend angeformt. Die Fügeforsätze 48 greifen im Montagezustand geeigneterweise in entsprechend axial eingebrachte Fügeaufnahmen an der Gehäuseinnenwand des Gehäuses 4 ein. Durch die Fügeforsätze 48 ist somit ein Verdrehenschutz der Kühlvorrichtung 26 im Gehäuse 4 realisiert, wodurch die Montage vereinfacht wird.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind ferner alle im Zusammenhang mit den Ausführungsbeispielen beschriebenen Einzelmerkmale auch auf andere Weise miteinander kombinierbar, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

**Bezugszeichenliste**

2	Maschine
4	Gehäuse
6	Rotor
8	Motorachse
10	Motorwelle
12	Lager
14	Stator
16	Statorblechpaket
18	Statorjoch
20	Statorzahn
22	Statornut
24	Statorwicklung
26	Kühlvorrichtung
28	Sammelring
30	Kühlkanal
32	Rotorseite
34	Spaltbereich
36	Vergussmasse
38	Ringkörper
40	Sammelkanal
42	Querschnittsform
42a	Eckbereich
44	Anschlussbereich
46	Verbindungsaufnahme
47	Dichtelement/-ring
48	Fügefortsatz

## Ansprüche

1. Stator (14) für eine elektrischen Maschine (2), insbesondere für eine elektromotorischen Antriebsmaschine für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, aufweisend
  - ein Statorblechpaket (16) mit einem Statorjoch (18) und mit einer Anzahl von radial gerichteten Statorzähnen (20) sowie mit einer entsprechenden Anzahl von zwischen den Statorzähnen (20) angeordneten Statornuten (22) zur Aufnahme einer Statorwicklung (24), und
  - eine Kühlvorrichtung (26) mit einer Anzahl von Kühlkanälen (30), die jeweils in einer der Statornuten (22) axial verlaufend angeordnet sind.
  
2. Stator (14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (30) der Kühlvorrichtung (26) aus einem wärmeleitfähigen und elektrisch nicht leitfähigen Material, insbesondere einer Keramik oder einem Kunststoff, vorzugsweise einem glasfaserverstärktem Kunststoff, hergestellt sind.
  
3. Stator (14) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (30) der Kühlvorrichtung (26) mittels einer Vergussmasse (36) wärmeleittechnisch an die Statorzähne (20) gekoppelt sind.
  
4. Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (26) mindesten einen Sammelring (28), vorzugsweise zwei einteilige, an den gegenüberliegenden Stirnseiten des Statorblechpakets (16) angeordnete Sammelringe (28), aufweist,

wobei der oder jeder Sammelring (28), insbesondere auch zur Kühlung von statorstirnseitigen Wickelköpfen, die Kühlmittelkanäle (30) strömungstechnisch miteinander koppelt.

5. Stator (14) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder Sammelring (28) einen Ringkörper (38) mit einem integrierten Sammelkanal (40) und eine Anzahl der Kühlmittelkanäle (30) entsprechende Anzahl von axial angeformten Verbindungsaufnahmen (46) zur strömungstechnischen Kopplung der Kühlmittelkanäle (30) mit dem jeweiligen Sammelkanal (40) aufweist.
6. Stator (14) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelkanäle (30) endseitig mit den Verbindungsaufnahmen (46) des oder jedes Sammelrings (28) gefügt sind.
7. Stator (14) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem oder jedem Sammelring (28) und den Kühlmittelkanälen (30) mindestens ein Dichtelement (47) vorgesehen ist.
8. Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelkanäle (30) eine kreisrunde Querschnittsform aufweisen.
9. Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelkanäle (30) zu einer Rotorseite (32) des Statorblechpakets (16) hin radial versetzt zu der Statorwicklung (24) geführt sind.

10. Kühlvorrichtung (26) für einen Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, aufweisend eine Anzahl von Kühlkanälen (30), die im Montagezustand jeweils in einer Statornut (22) axial verlaufend angeordnet sind.
11. Elektrische Maschine (2), insbesondere elektromotorische Antriebsmaschine für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, mit einem Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder mit einer Kühlvorrichtung (26) nach Anspruch 10.
12. Kraftfahrzeug mit einer elektrischen Antriebsmaschine, die einen Stator (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder eine elektrische Maschine (2) nach Anspruch 11 aufweist.

## Zusammenfassung

Stator (14) für eine elektrischen Maschine (2), insbesondere für eine elektromotorischen Antriebsmaschine für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, aufweisend ein Statorblechpaket (16) mit einem Statorjoch (18) und mit einer Anzahl von radial gerichteten Statorzähnen (20) sowie mit einer entsprechenden Anzahl von zwischen den Statorzähnen (20) angeordneten Statornuten (22) zur Aufnahme einer Statorwicklung (24), und eine Kühlvorrichtung (26) mit einer Anzahl von Kühlkanälen (30), die jeweils in einer der Statornuten (22) axial verlaufend angeordnet sind.

Fig. 2

1/5

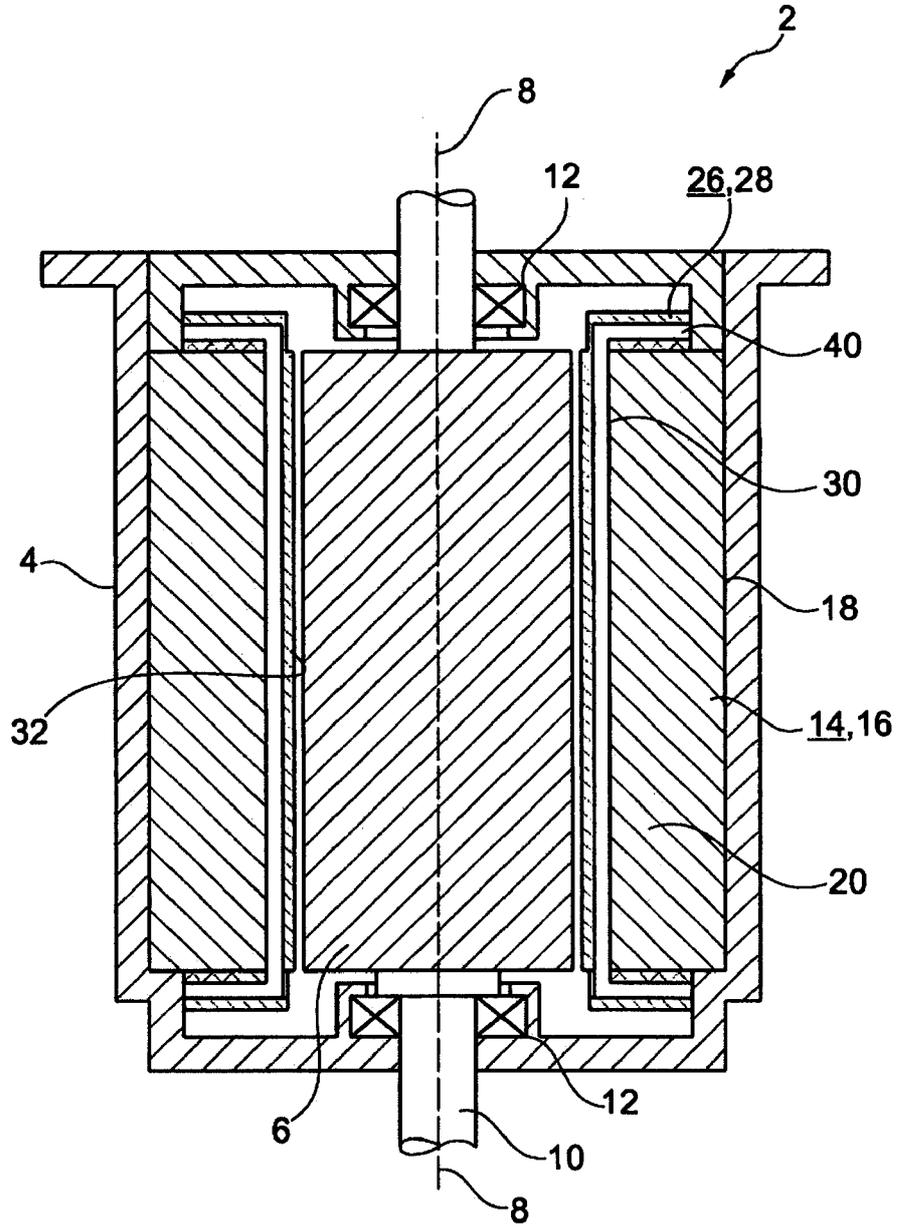


Fig. 1

2/5

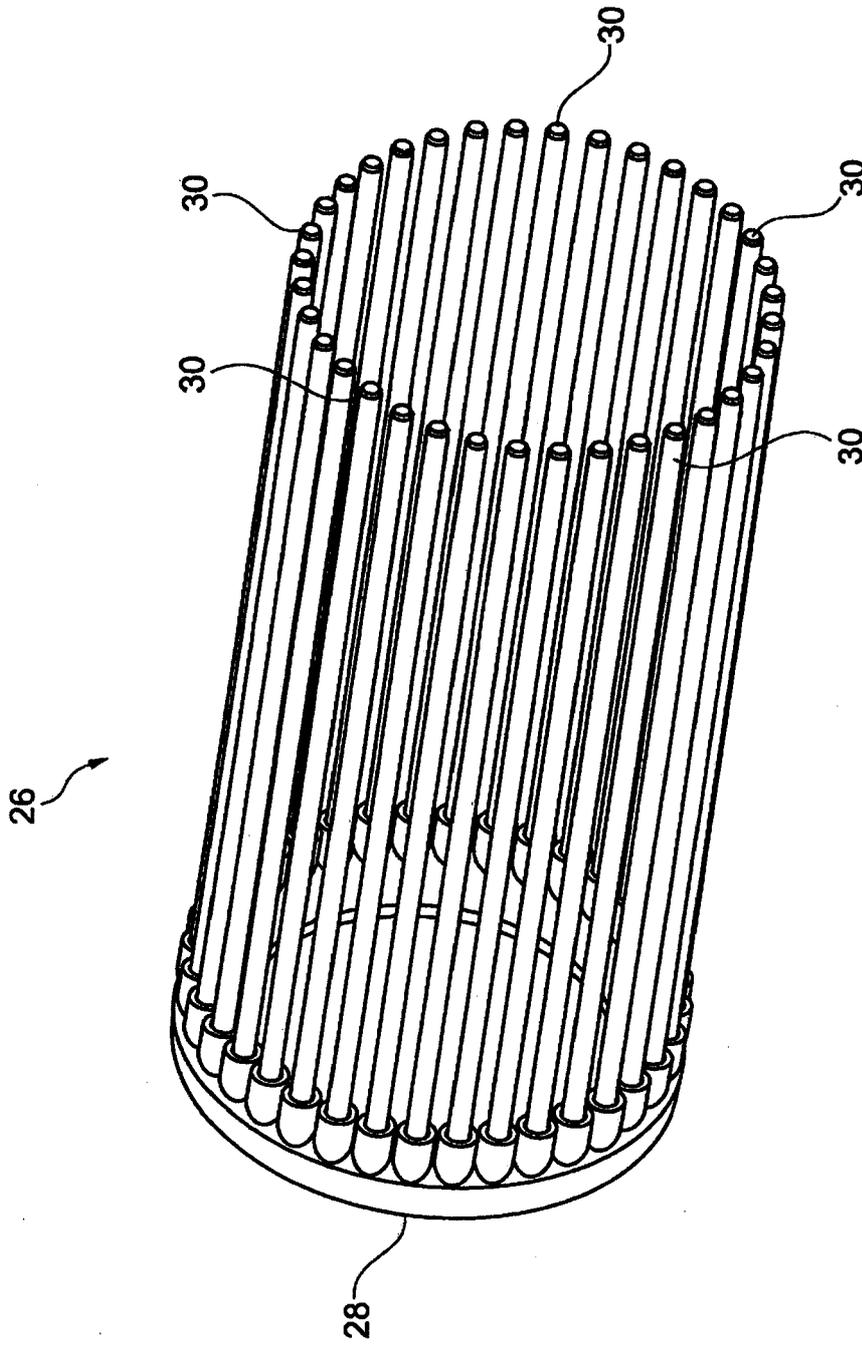


Fig. 2

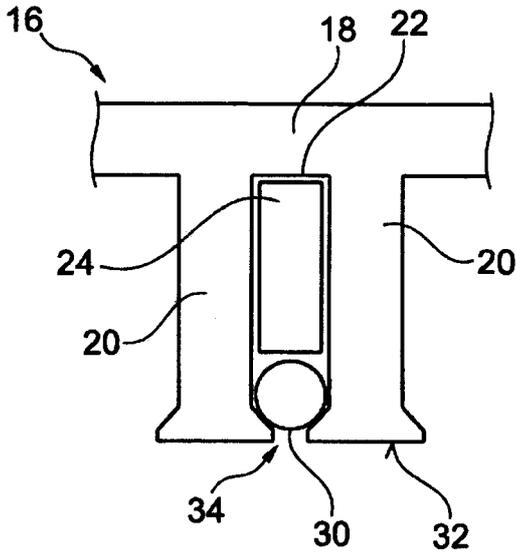


Fig. 3a

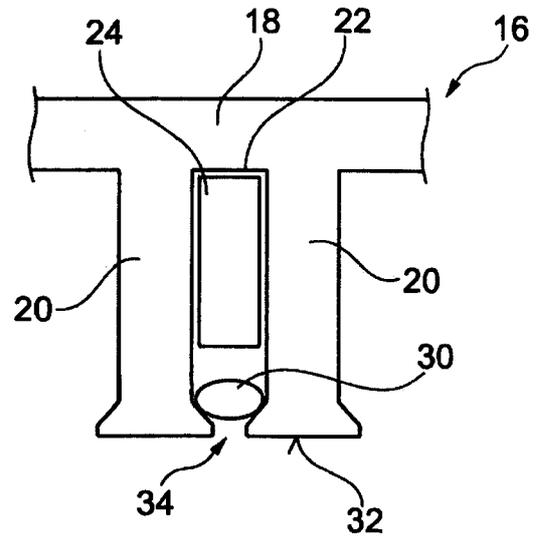


Fig. 3b

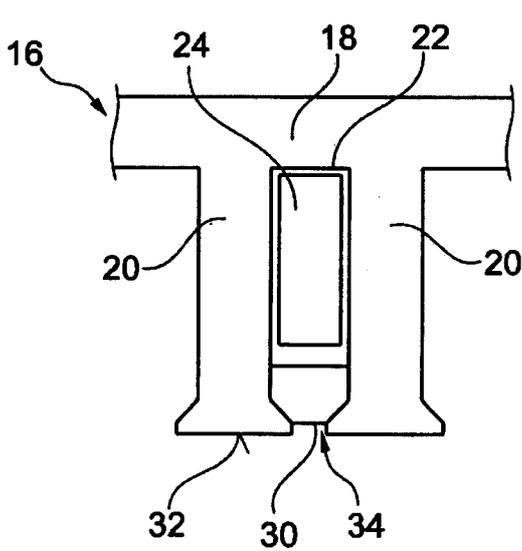


Fig. 3c

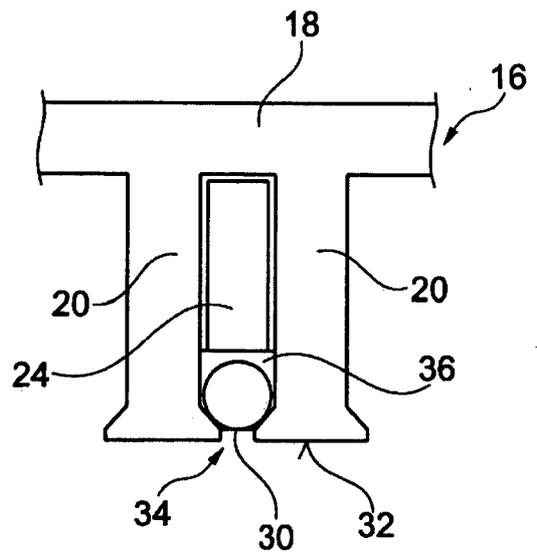


Fig. 3d

4/5

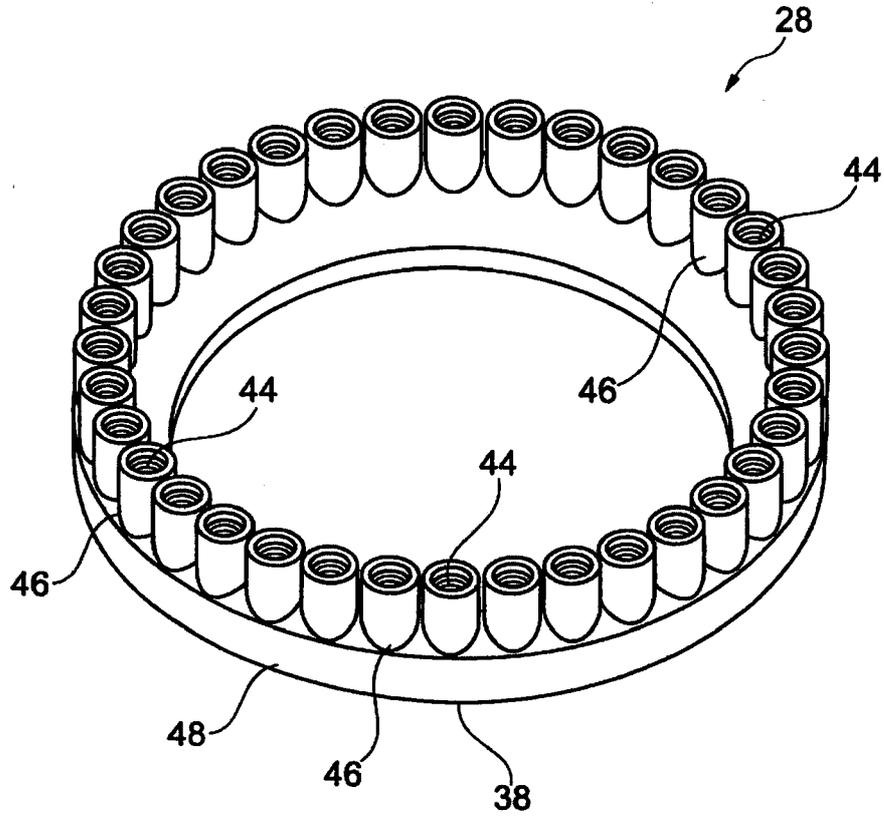


Fig. 4

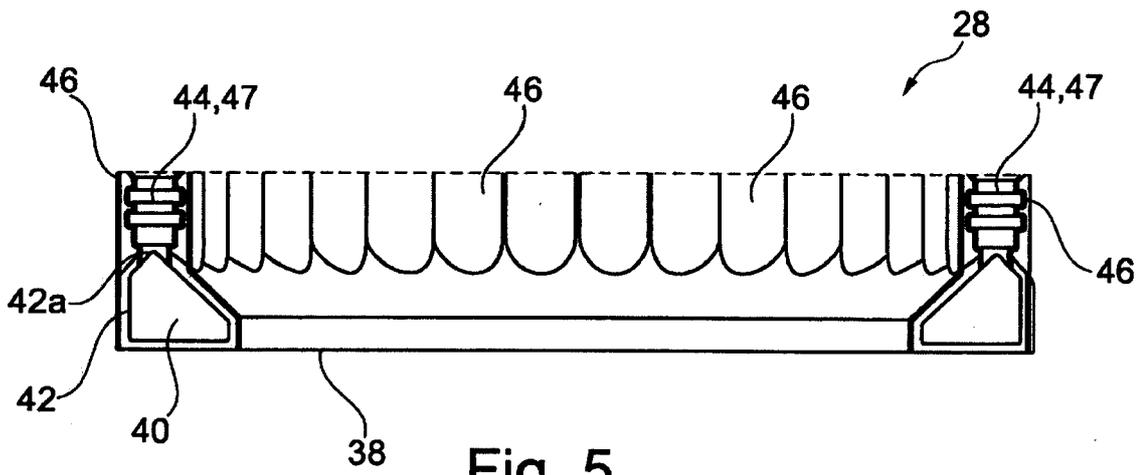


Fig. 5

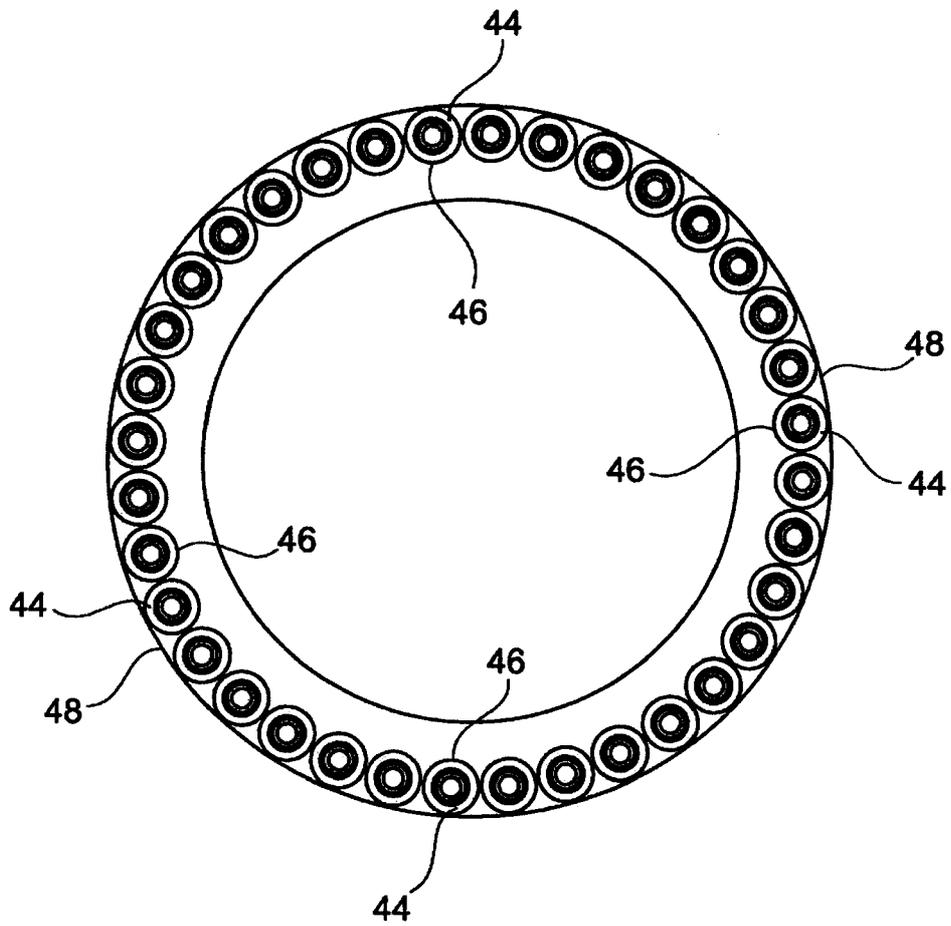


Fig. 6