



(10) **DE 10 2017 109 486 A1** 2018.11.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 109 486.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2017**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2018**

(51) Int Cl.: **H02K 1/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074  
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:  
**Schwanemann, Peter, 72250 Freudenstadt, DE;  
Gramann, Matthias, 77871 Renchen, DE; Angrick,  
Carsten, 77767 Appenweiler, DE; Reik, Wolfgang,  
77815 Bühl, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

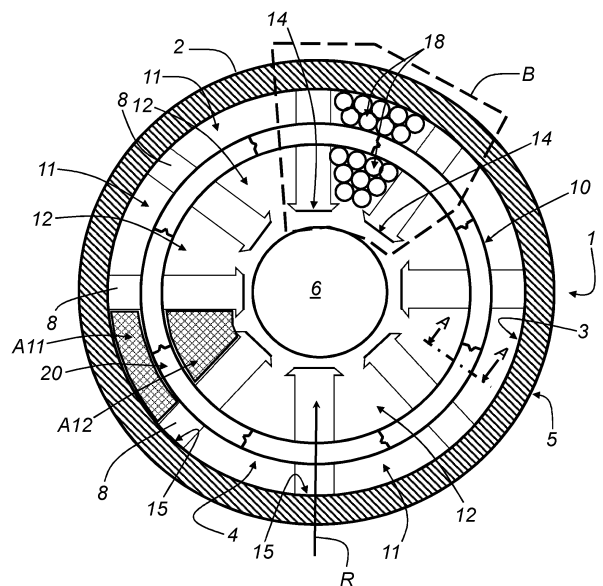
DE	37 16 771	A1
DE	10 2013 207 469	A1
DE	10 2015 100 090	A1
WO	2016/ 034 570	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit Kühlung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (1) mit Kühlung mit einem von einem Gehäuse (2) umgebenen Stator (4). Der Stator (4) besitzt eine Vielzahl von sich in radialer Richtung (R) auf einen Rotor (6) hin erstreckenden Statorzähnen (8). Ferner ist ein die Statorzähne (8) verbindendes Joch (10) derart angeordnet, dass mehrere erste Freiräume (11) zwischen dem Gehäuse (2) und dem Joch (10) und mehrere zweite Freiräume (12) zwischen dem Joch (10) und einem freien Ende (14) der Statorzähne (8) ausgebildet sind. Eine Kühlmittelführung (20) ist dabei flächig mit zumindest einer axialen Seitenfläche (16) des Jochs (10) in wärmeleitenden Kontakt



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit Kühlung. Die elektrische Maschine ist dabei von einem Gehäuse umgeben, in dem ein Stator sitzt, der eine Vielzahl von sich in radialer Richtung auf den Rotor hin erstreckenden Statorzähnen aufweist.

**[0002]** In der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2012 217 711 A1 wird eine elektrische Maschine mit Kühlung offenbart. Die elektrische Maschine umfasst einen Stator, wobei die elektrischen Wicklungen des Statorrings mit einer Vergussmasse umgeben sind. Zur Kühlung sind in der Vergussmasse Kanäle vorgesehen, die nahe an den elektrischen Wicklungen ausgebildet sind.

**[0003]** Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2015 100 090 A1 offenbart eine Kühlung von Statorspulen einer elektrischen Maschine. Zur Kühlung ist eine Kühlmittelzufuhr bereitgestellt, die Hohlräume zwischen Gruppen von Windungen ausfüllt. Die Kühlmittelzufuhr weist eine Mehrzahl von Fingern auf, wobei die Finger zwischen benachbarten Paaren von Spulen angeordnet sind. Die Kühlmittelzufuhr weist interne Passagen auf, um ein unter Druck stehendes Kühlmittel aufzunehmen, und Auslassöffnungen, um Kühlmittel auf die Spulen zu spritzen. In anderen Ausführungsformen transportieren die Finger das Kühlmittel bis zu allen Spulen mit Hilfe der Schwerkraft.

**[0004]** Ferner sind aus dem Stand der Technik verschiedene Methoden zur Kühlung (Entwärmung) drehender elektrischer Maschinen bekannt. Die marktüblichste Methode ist die indirekte Kühlung des Stators, wobei die Wärme über das Gehäuse bzw. über das Bauelement, das den Stator mechanisch mit dem Gehäuse verbindet, abgeführt wird. Die Wärme wird von dort üblicherweise passiv über Kühlrücken oder über Gas- oder Fluid-Konvektion aus der Maschine geführt. Ebenfalls marktüblich ist eine direkte Kühlung der Maschine über ein Ölbad bzw. eine aktive Ölkühlung, die die Wärme direkt von den wärmeerzeugenden Komponenten der elektrischen Maschine abgreift. Nachteil dieser Variante ist die Notwendigkeit einer zusätzlichen Ölpumpe sowie eines Wärmetauschers, um die abgeführte Wärme von Öl oder anderen Medien aus der elektrischen Maschine zu führen (siehe z. B. deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2012 020 958 A1).

**[0005]** Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Radialflussmaschinenstatoren werden die Wicklungen um die Zähne des Stators gewunden. Das Joch des Stators verbindet die Enden der Statorzähne miteinander, so dass die Außenkontur des Stators in der Regel rund ist. Es existieren auch Statoren mit nicht runden Außenkonturen. Diese werden zumeist

jedoch nur aus konstruktiven Gründen, wie der Verankerung mit dem Gehäuse oder ähnlichen, konstruiert.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Maschine zu schaffen, die eine effizientere Kühlung (Entwärmung) aufweist und dabei einen kostengünstigen und funktionalen Aufbau besitzt.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrische Maschine gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

**[0008]** Die elektrische Maschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist von einem Gehäuse umgeben, in dem der Stator sitzt, der eine Vielzahl von sich in radialer Richtung auf den Rotor hin erstreckenden Statorzähnen aufweist. Ein die Statorzähne verbindendes Joch ist derart angeordnet, dass mehrere erste Freiräume zwischen dem Gehäuse und dem Joch und mehrere zweite Freiräume zwischen dem Joch und einem freien Ende der Statorzähne ausgebildet sind. Eine Kühlmittelführung ist flächig zumindest an einer axialen Seitenfläche des Jochs in wärmeleitendem Kontakt. Der Stator ist dabei in formschlüssigem und wärmeleitendem Kontakt mit der inneren Seite des Gehäuses. Hierzu sind die Enden der Statorzähne, die den freien Enden der Statorzähne gegenüberliegen, an der Innenseite des Gehäuses verankert (Formschluss).

**[0009]** Gemäß einer vorteilhaften weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine Kühlmittelführung jeweils auf beiden axialen Seitenflächen des Jochs aufgebracht und mit diesen Seitenflächen ebenfalls in wärmeleitendem Kontakt.

**[0010]** Die Kühlmittelführung selbst ist als Hohlkörper ausgebildet, der eine flache Begrenzungswand und eine gewölbte Begrenzungswand aufweist. Die flache Begrenzungswand liegt dabei an der axialen Seitenfläche bzw. an den axialen Seitenflächen des Jochs an.

**[0011]** Das Joch ist dabei derart zwischen dem Gehäuse und den freien Enden der Statorzähne positioniert, dass eine Querschnittsfläche der ersten Freiräume und eine Querschnittsfläche der zweiten Freiräume im Wesentlichen gleich groß sind.

**[0012]** Die Spulen (Wicklungen) des Stators liegen dabei in den beiden Freiräumen, die oberhalb und unterhalb des Jochs sowie zwischen den Statorzähnen ausgebildet sind. Die Spulen können in jede im Stand der Technik bekannte Verteilung über das Joch umgesetzt werden. Insbesondere sind alle möglichen verteilten und konzentrierten Wicklungsarten sowie alle Ausführungsformen, wie z. B. Runddraht-, Flach- und Formdraht-, Stab- und Hairpinwicklung sowie ge-

gossene Wicklungen, möglich. Kostenmäßig besonders vorteilhaft ist die Ausführungsform von konzentrierten Wicklungen, d. h. Wicklungen, die jeweils zwischen den Statorzähnen um das Joch herumgewickelt sind, wobei jeweils eine oder jeweils mehrere Wicklungen (Single-Layer, Double-Layer, Triple-Layer,...) zwischen zwei Statorzähnen liegen können. Werden diese konzentrierten Wicklungen mit einzelnen Statorzähnen kombiniert, können die Wicklungen vorab gefertigt und erst bei der Montage des Stators aus den einzelnen Statorzähnen auf die Joche aufgebracht werden. Die Trennung der Statorzähne kann dabei je nach Art der Wicklungen konstruiert werden. So kann beispielsweise für eine Single-Layer-Wicklung eine Trennung des Jochs einseitig direkt am nächsten Statorzahn von Vorteil sein. Während wiederum bei einer Double-Layer-Wicklung eine Trennung auf halber Länge des Jochs vorteilhafter sein kann.

**[0013]** Wie bereits oben beschrieben, sind bei der elektrischen Maschine die Enden der Statorzähne des Stators, die den freien Enden der Statorzähne gegenüberliegen, in formschlüssigen und wärmeleitenden Kontakt mit einer Innenseite des Gehäuses der elektrischen Maschine. Über diesen Formschluss zwischen dem Stator (den Statorzähnen) und dem Gehäuse oder einem Kühlkanal greifen die Enden der Statorzähne in entsprechende Aussparungen ein, so dass eine formschlüssige Verzahnung erreicht wird. Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die Montage bzw. der wärmeleitende Kontakt des Stators zum Gehäuse bzw. zum Kühlkanal auch ohne eine entsprechende Verzahnung möglich. Die Wärme kann dadurch zusätzlich über eine Außenseite des Gehäuses und/oder mindestens einen Kühlkanal des Gehäuses abgeführt werden.

**[0014]** Der Stator selbst kann aus laminierten Elektroblechen, gesintertem magnetisch leitfähigem Material (SMC) oder aus einem massiven magnetisch leitfähigen Material aufgebaut sein. Der Stator kann dabei entweder als Ganzes gefertigt oder durch die Zusammensetzung aus Einzelteilen (einzelnen Statorzähnen) gefertigt werden.

**[0015]** Wie bereits vorstehend erwähnt, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Wicklungen der Spulen zwischen den Statorzähnen über das Joch und die mindestens eine Kühlmittelführung, die mit der axialen Seitenfläche des Jochs in Kontakt ist, geführt sind. Die Kühlmittelführung, welche ein- oder beidseitig auf der axialen Seitenfläche des Jochs aufgebracht ist, dient zu einer primären Kühlung (Entwärmung) des Stators. Damit die Wicklungen im optimalen Kontakt mit der Kühlmittelführung sind, hat die Kühlmittelführung eine einseitig gewölbte Begrenzungswand ausgebildet. Mit der flachen Begrenzungswand ist die Kühlmittelführung in Kontakt mit der axialen Seitenfläche des Jochs. Diese Konstruktion ist besonders

vorteilhaft, da die Kühlmittelführung zwischen dem Joch und den Wickelköpfen der Wicklungen verläuft. Die Wärme kann direkt von den Wickelköpfen abgeführt werden. Die Wärme aus dem Stator wird ebenfalls über das Joch aufgenommen und abgeführt. Darüber hinaus führt ein Verguss der Wicklungen im Stator zu einer verbesserten Wärmeabfuhr von den Wärmequellen hin zur Wärmesenke (Kühlmittelführung oder Kühlkanal bzw. Innenseite des Gehäuses). Als sekundäre Kühlung (Entwärmung) kann eine klassische Kühlung am Außenumfang des Stators dienen. Hier sind z. B. Kühlrippen oder ein Kühlkanal, der thermisch gut an den Stator angebunden ist, wie z. B. durch Verguss oder thermischen Kontakt des Stators mit der Innenseite des Gehäuses, vorgesehen. Der Statoraufbau ist auch hier vorteilhaft, da die eine Hälfte der Wicklung im ersten Freiraum dichter am Kühlkanal bzw. an der Innenseite des Gehäuses liegt.

**[0016]** Der Vorteil der gegenwärtigen Erfindung ist, dass die Wicklungen nicht um die Statorzähne des Stators, sondern um das Joch des Stators gewickelt sind. Hinzu kommt, dass die Kühlmittelführung zwischen dem Joch und den Wickelköpfen eingebracht ist, so dass eine gute wärmeleitende Kopplung zwischen dem Stator und den Wickelköpfen erzielt wird. Diese Art der Kühlung (Entwärmung) über die Kühlmittelführung unter den Wickelköpfen ist somit sehr effektiv, da sie die Wärme direkt von der Wicklung abgreift und abführt. Hinzu kommt, dass aufgrund der Anordnung der Wicklungen um das Joch herum die Kühlmittelführung als kostengünstiges, ringförmiges Rohr mit der beschriebenen Formgebung ausgeführt sein kann.

**[0017]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Maschine zu schaffen, die eine effizientere Kühlung (Entwärmung) aufweist und dabei einen kostengünstigen und funktionalen Aufbau besitzt.

**[0018]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrische Maschine gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

**[0019]** Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind. Dabei zeigen:

**Fig. 1** eine Querschnittsansicht einer elektrischen Maschine gemäß einer möglichen Ausführungsform der gegenwärtigen Erfindung;

**Fig. 2** eine Ausführungsform des Jochs mit der Kühlmittelführung entlang der in **Fig. 1** gezeigten Schnittlinie A-A;

**Fig. 3** eine weitere Ausführungsform des Jochs mit den Kühlmittelführungen gemäß der in **Fig. 1** gezeigten Schnittlinie A-A;

**Fig. 4** eine schematische Schnittansicht des Gehäuses, in dem der Stator eingesetzt ist; und

**Fig. 5** eine perspektivische Teilansicht des in **Fig. 1** mit B gekennzeichneten Bereichs.

**[0020]** Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind.

**[0021]** **Fig. 1** zeigt eine schematische Schnittansicht durch eine elektrische Maschine **1**, gemäß einer möglichen Ausführungsform der Erfindung. Die elektrische Maschine **1** besteht aus einem Gehäuse **2**, in dem ein Stator **4** und ein Rotor **6** untergebracht sind. Der Stator **4** ist dabei derart im Gehäuse **2** angeordnet, dass er mit einer Innenseite **3** des Gehäuses **2** in wärmeleitendem Kontakt ist. Der Stator **4** ist aus einer Vielzahl von Statorzähnen **8** aufgebaut, die miteinander über ein Joch **10** verbunden sind. Die Statorzähne **8** sind dabei derart angeordnet, dass deren freien Enden **14** auf einen zentralen Rotor **6** hingerichtet sind. Sämtliche Statorzähne **8** sind dabei in einer radialen Richtung **R** auf den Rotor **6** hin ausgerichtet. Erfindungsgemäß ist das Joch **10** derart angeordnet, dass das Joch **10** von der Innenseite **3** des Gehäuses **2** beabstandet ist. Durch diese erfindungsgemäße Anordnung des Jochs **10** ergibt sich somit ein erster Freiraum **11**, der zwischen der Innenseite **3** des Gehäuses **2** und dem Joch **10** ausgebildet ist. Ebenso resultiert aus der erfindungsgemäßen Anordnung des Jochs **10** ein zweiter Freiraum **12**, der zwischen dem Joch **10** und den freien Enden **14** der Statorzähne **8** ausgebildet ist.

**[0022]** In dem ersten Freiraum **11** und dem zweiten Freiraum **12** sind die Wicklungen **18** für die Statorspulen angeordnet. Vorteilhafterweise ist die Anordnung des Jochs **10** in Bezug zu der Innenseite **3** des Gehäuses **2** bzw. zu dem freien Ende **14** der Statorzähne **8** derart gewählt, dass eine Querschnittsfläche **A11** des ersten Freiraums **11** und eine Querschnittsfläche **A12** des zweiten Freiraums **12** im Wesentlichen die gleiche Fläche aufweisen. Durch diese Art der Anordnung des Jochs **10** kann somit im ersten Freiraum **11** und im zweiten Freiraum **12** die gleiche Anzahl der Wicklungen **18** geführt werden.

**[0023]** **Fig. 2** zeigt eine schematische Schnittansicht des Jochs **10** entlang der in **Fig. 1** gezeigten Schnittlinie A-A. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist eine Kühlmittelführung **20** mit einer axialen Seitenfläche **16** des Jochs **10** in wärmeleitendem Kontakt. Die Kühlmittelführung **20** ist dabei derart ausgebildet, dass sie eine flache Begrenzungswand **21** und eine gewölbte Begrenzungswand **22** besitzt. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass die Art der Wölbung der gewölbten Begrenzungswand **22** entsprechend den Anforderungen der Art der Wicklung der Wicklungen **18** um das Joch **10** ausgestaltet werden kann. Die in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellten Ausführungsformen der gewölbten Begrenzungswand **22** sollen in keinsten Weise als eine Beschränkung der Erfindung aufgefasst werden. Die flache Begrenzungswand **21** liegt dabei an der axialen Seitenfläche **16** des Jochs **10** an. Dadurch ist ein guter Wärmekontakt zwischen dem Joch **10** und dem Kühlmittelkanal **20** gegeben, um für eine effektive Abführung der Wärme aus dem Stator **4** zu sorgen.

**[0024]** **Fig. 3** zeigt eine weitere Ausführungsform der Anordnung der Kühlmittelführung **20** am Joch **10** des Stators **4**. Bei der hier dargestellten Ausführungsform sind zwei Kühlmittelführungen **20** vorgesehen. Dabei ist auf jeder axialen Seitenfläche **16** des Jochs **10** eine der Kühlmittelführungen **20** angebracht.

**[0025]** **Fig. 4** zeigt eine schematische Querschnittsansicht des Gehäuses **2** der elektrischen Maschine **1**. Wie aus der Darstellung der **Fig. 1** zu erkennen ist, sind die Enden **15** der Statorzähne **8**, die den freien Enden **14** der Statorzähne gegenüberliegen, in wärmeleitendem Kontakt mit der Innenseite **3** des Gehäuses **2**. Über das Gehäuse **2** kann somit eine sekundäre Kühlung (Entwärmung) ermöglicht werden. Hierzu kann im Gehäuse **2** selbst mindestens ein Kühlkanal **23** ausgebildet sein. Ebenso ist es möglich, dass der Kühlkanal **23** direkt an der Innenseite **3** des Gehäuses **2** vorgesehen ist und somit die Enden **15** der Statorzähne **8** in direktem wärmeleitendem Kontakt mit dem entsprechenden Kühlkanal **23** sind. Zusätzlich zu dem Kühlkanal **23** können auf der Außenseite **5** des Gehäuses **2** mehrere Kühlrippen **24** vorgesehen sein, die somit den Wärmeabtransport vom Gehäuse **2** unterstützen.

**[0026]** **Fig. 5** zeigt eine perspektivische Teilansicht der elektrischen Maschine **1** gemäß dem in **Fig. 1** mit B gekennzeichneten Bereich. Wie bereits in der Beschreibung zu **Fig. 1** erwähnt, ist das Joch **10** derart angeordnet, dass es von der Innenseite **3** des Gehäuses **2** beabstandet ist. Das Joch **10** ist dabei derart angeordnet, dass zwischen der Innenseite **3** des Gehäuses **2** und dem Joch **10** ein erster Freiraum **11** und zwischen dem Joch **10** und den freien Enden **14** der Statorzähne **8** ein zweiter Freiraum **12** ausgebildet ist. In dem ersten Freiraum **11** und dem zweiten

Freiraum **12** sind die Wicklungen **18** für die Spulen vorgesehen.

**[0027]** Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist der Stator **4** derart formschlüssig mit dem Gehäuse **2** verbunden, dass die Enden **15** der Statorzähne **8**, die den freien Enden **14** gegenüberliegen, in eine entsprechende Aussparung **17** an der Innenseite **3** des Gehäuses **2** eingreifen. Durch diese Verzahnung kann ein fester Sitz des Stators **4** im Gehäuse **2** sichergestellt werden. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass auch eine andere Befestigung des Stators **4** im Gehäuse **2** möglich ist. Folglich soll die hier dargestellte Ausführungsform der Befestigung des Stators **4** nicht als eine Beschränkung der Erfindung aufgefasst werden. Auf dem Joch **10** ist der Kühlmittelkanal **20** aufgesetzt und mit diesem in wärmeleitendem Kontakt, wie dies bereits hinlänglich in den **Fig. 2** und **Fig. 3** beschrieben worden ist. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist das Joch **10** mehrteilig ausgebildet und kann zusammen mit den Statorzähnen **8** zu dem fertigen montagefähigen Stator **4** zusammengesetzt werden.

**A-A**    Schnittlinie  
**B**        Bereich  
**R**        radiale Richtung

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	elektrische Maschine
<b>2</b>	Gehäuse
<b>3</b>	Innenseite
<b>4</b>	Stator
<b>5</b>	Außenseite
<b>6</b>	Rotor
<b>8</b>	Statorzähne
<b>10</b>	Joch
<b>11</b>	erste Freiräume
<b>12</b>	zweite Freiräume
<b>14</b>	freies Ende
<b>15</b>	Ende
<b>16</b>	axiale Seitenfläche
<b>17</b>	Aussparung
<b>18</b>	Wicklung
<b>20</b>	Kühlmittelführung
<b>21</b>	flache Begrenzungswand
<b>22</b>	gewölbte Begrenzungswand
<b>23</b>	Kühlkanal
<b>24</b>	Kühlrippen
<b>A11</b>	Querschnittsfläche
<b>A12</b>	Querschnittsfläche

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102012217711 A1 [0002]
- DE 102015100090 A1 [0003]
- DE 102012020958 A1 [0004]

**Patentansprüche**

1. Elektrische Maschine (1) mit Kühlung mit einem von einem Gehäuse (2) umgebenen Stator (4), der eine Vielzahl von sich in radialer Richtung (R) auf einen Rotor (6) hin erstreckenden Statorzähnen (8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein die Statorzähne (8) verbindendes Joch (10) derart angeordnet ist, dass mehrere erste Freiräume (11) zwischen dem Gehäuse (2) und dem Joch (10) und mehrere zweite Freiräume (12) zwischen dem Joch (10) und einem freien Ende (14) der Statorzähne (8) ausgebildet sind; und dass eine Kühlmittelführung (20) flächig mit zumindest einer axialen Seitenfläche (16) des Jochs (10) in wärmeleitenden Kontakt ist.

2. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, wobei auf beiden axialen Seitenflächen (16) des Jochs (10) jeweils eine Kühlmittelführung (20) mit den jeweiligen Seitenflächen (16) in wärmeleitenden Kontakt ist.

3. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kühlmittelführung (20) als Hohlkörper mit einer flachen Begrenzungswand (21) und einer gewölbten Begrenzungswand (22) ausgebildet ist, wobei die flache Begrenzungswand (21) an der axialen Seitenfläche (16) des Jochs (10) anliegt.

4. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Joch (10) derart zwischen dem Gehäuse (2) und den freien Enden (14) der Statorzähne (8) positioniert ist, dass eine Querschnittsfläche (A11) der ersten Freiräume (11) und eine Querschnittsfläche (A12) der zweiten Freiräume (12) im Wesentlichen gleich groß ist.

5. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Enden (15) der Statorzähne (8) des Stators (4), die den freien Enden (14) der Statorzähne (8) gegenüberliegen, in formschlüssigen und wärmeleitenden Kontakt mit einer Innenseite (3) des Gehäuses (2) sind, so dass über eine Außenseite (5) des Gehäuses (2) und/oder mindestens einen Kühlkanal (23) des Gehäuses (2) Wärme abführbar ist.

6. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Stator (4) aus laminierten Elektroblechen oder aus einem gesinterten, magnetisch leitfähigen Material oder aus einem massiven leitfähigen Material aufgebaut ist.

7. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 6, wobei der Stator (4) als Ganzes oder aus Teilen gefertigt ist.

8. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Wicklungen (18) für

Spulen des Stators (4) in den ersten Freiräumen (11) und den zweiten Freiräumen (12) zwischen den Statorzähnen (8) vorgesehen sind.

9. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 8, wobei die Spulen eine Vielzahl von Wicklungen (18) umfassen, die zwischen zwei Statorzähnen (8) über das Joch (10) und die mindestens eine Kühlmittelführung (20) geführt sind.

10. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 8, wobei die Spulen in den ersten Freiräumen (11) und den zweiten Freiräumen (12) vergossen sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

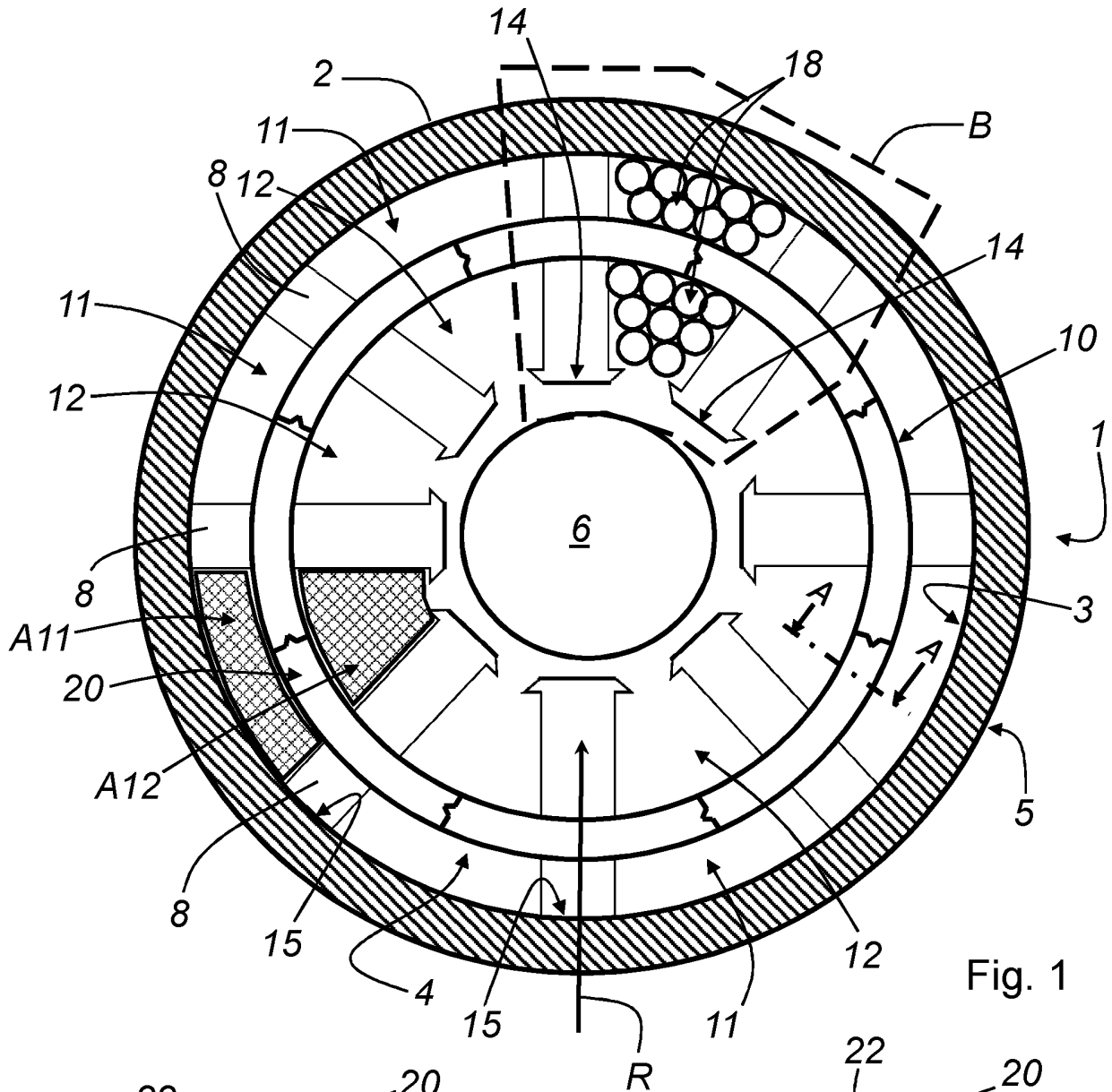


Fig. 1

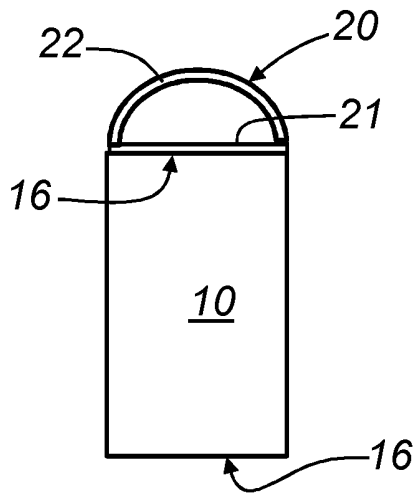


Fig. 2

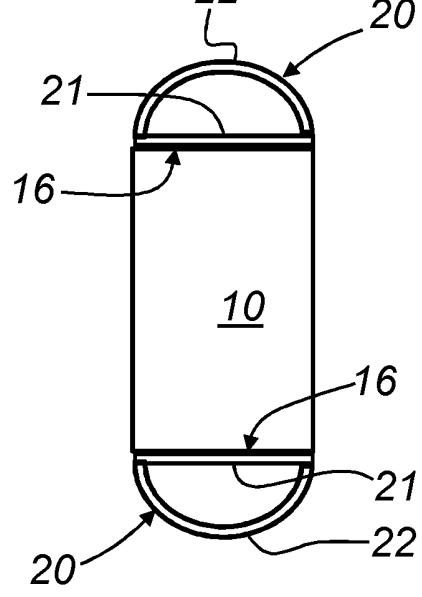


Fig. 3



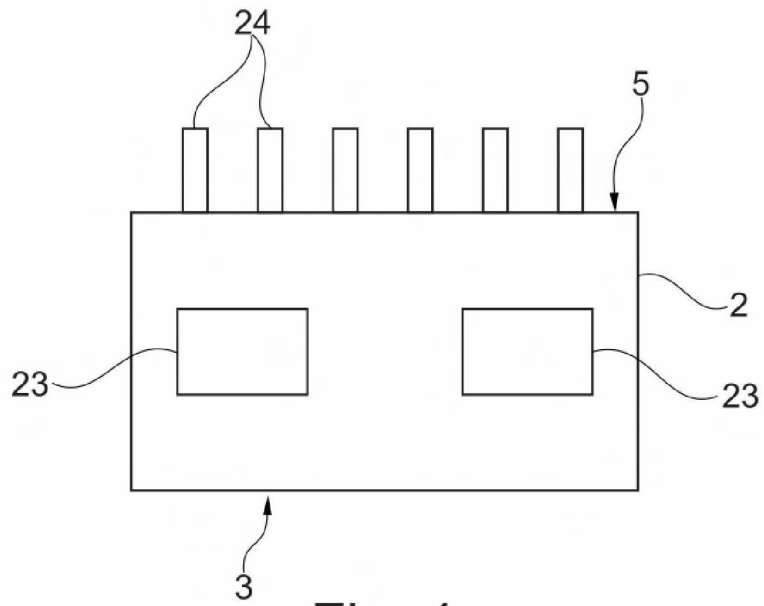


Fig. 4

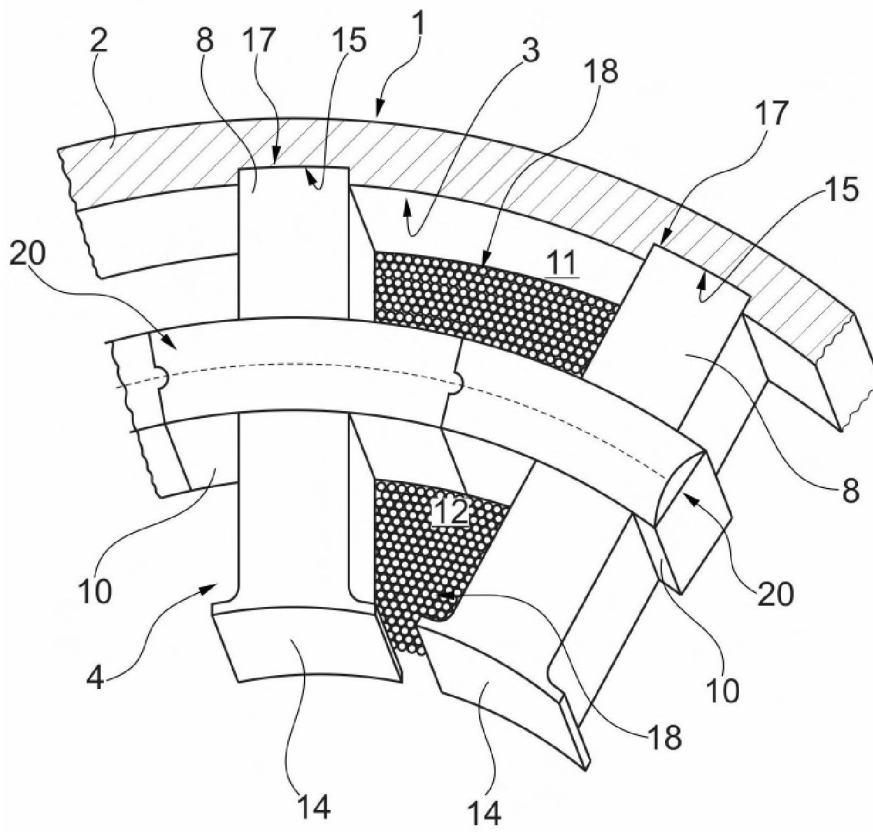


Fig. 5