(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 210 674 A1** 2023.03.30

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 210 674.9**
(22) Anmeldetag: **24.09.2021**
(43) Offenlegungstag: **30.03.2023**

(51) Int Cl.: ***H02K 19/00*** (2006.01)
H02K 7/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
MAHLE International GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
BRP Renaud und Partner mbB Rechtsanwälte Patentanwälte Steuerberater, 70173 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Lorenz, Leonard, 70193 Stuttgart, DE; Albieri, Gustavo Esteves, 71540 Murrhardt, DE; Schmülling, Christoph, Dr., 71334 Waiblingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

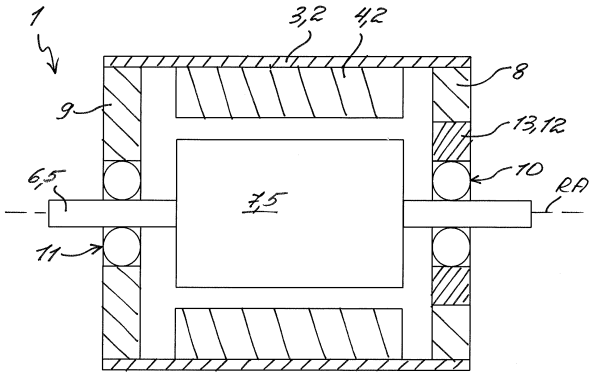
DE	**10 2004 028 595**	**A1**
DE	**22 34 472**	**A**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Synchronmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Synchronmaschine (1), die eine Statorgruppe (2) mit einem Gehäuse (3) und einem Stator (4) und eine Rotorgruppe (5) mit einer Welle (6) und einem Rotor (7) aufweist. Die Rotorgruppe (5) ist in dem Stator (4) um eine Rotationsachse (RA) drehbar angeordnet. Die Synchronmaschine (1) weist auch einen Lagerschild (8) für das Gehäuse (3) und ein Lager (10) für die Welle (6) auf. Die Synchronmaschine (1) weist zudem einen Energieübertrager (12) mit einem Magnetkern (13) auf.
Erfindungsgemäß ist der Magnetkern (13) radial zwischen dem Lagerschild (8) und dem Lager (10) angeordnet und bildet den Lagerschild (8) bereichsweise ab.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine induktiv elektrisch erregte Synchronmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine induktiv elektrisch erregte Synchronmaschine weist üblicherweise einen Stator und einen in dem Stator drehbar angeordneten Rotor auf. Dabei wird die Energie auf die Wicklungen in dem drehenden Rotor mittels eines Energieübertragers übertragen. Der Energieübertrager weist dabei eine statorseitige Primärspule und eine rotorseitige Sekundärspule auf, die elektromagnetisch miteinander wechselwirken. Ferner sind ein statorseitiger Wechselrichter und ein rotorseitiger Gleichrichter vorgesehen. Der Energieübertrager ist dabei außerhalb eines Gehäuses der Synchronmaschine angeordnet und erfordert nachteiligerweise einen zusätzlichen Bauraum.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, für eine Synchronmaschine der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest alternative Ausführungsform anzugeben, bei der die beschriebenen Nachteile überwunden werden.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Eine induktiv elektrisch erregte Synchronmaschine weist eine Statorgruppe mit einem Gehäuse und einem in dem Gehäuse angeordneten Stator auf. Zudem weist die Synchronmaschine eine Rotorgruppe mit einer Welle und einem mit der Welle drehfest verbundenen Rotor auf. Die Rotorgruppe ist dabei in dem Stator der Statorgruppe um eine Rotationsachse drehbar angeordnet. Des Weiteren weist die Synchronmaschine einen Lagerschild und ein in dem Lagerschild festgelegtes Lager auf, wobei der Lagerschild das Gehäuse der Statorgruppe axial verschließt und das Lager die Welle der Rotorgruppe drehbar aufnimmt. Zudem weist die Synchronmaschine einen Energieübertrager mit einem hohlzylindrischen Magnetkern auf. Der Magnetkern ist erfindungsgemäß radial zwischen dem Lagerschild und dem Lager angeordnet und bildet bereichsweise den Lagerschild ab.

[0006] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung sind die Begriffe „axial“ und „radial“ stets auf die Rotationsachse bezogen.

[0007] Der Magnetkern ist zwischen dem Lagerschild und dem Lager angeordnet und kann an dem Lagerschild und/oder an dem Lager stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder formschlüssig befestigt sein. Dabei kann der Magnetkern die in der Synchronmaschine auftretende mechanische Belastungen tragen. Durch die Anordnung des Magnetkerns zwischen dem Lagerschild und dem Lager kann der für den Energieübertrager erforderliche Bauraum reduziert werden und die Synchronmaschine axial kompakter ausgebildet sein. Zudem können Kosten der Synchronmaschine reduziert werden.

[0008] Der Energieübertrager der Synchronmaschine kann dabei neben dem Magnetkern auch weitere Komponenten aufweisen. So kann der Energieübertrager eine Primärspule, eine Sekundärspule, einen Gleichrichter und einen Wechselrichter aufweisen. Die einzelnen Komponenten des Energieübertragers sind dabei in primärseitige bzw. statorseitige bzw. stationäre Komponenten und sekundärseitige bzw. rotorseitige bzw. drehbare Komponenten aufgeteilt. Der Magnetkern, die Primärspule und der Wechselrichter sind dabei primärseitige bzw. statorseitige bzw. stationäre Komponenten. Die Sekundärspule und der Gleichrichter sind dabei sekundärseitige bzw. rotorseitige bzw. drehbare Komponenten. Die Primärspule und die Sekundärspule können dabei miteinander elektromagnetisch wechselwirken. Der Magnetkern kann dabei die Primärspule zumindest bereichsweise umfassen bzw. umgeben und dadurch die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen der Primärspule und der Sekundärspule verstärken. Der Magnetkern kann vorteilhafterweise aus einem ferritischen Material gebildet sein.

[0009] Bei einer Weiterbildung der Synchronmaschine kann der Energieübertrager ein Verstärkungselement aufweisen. Das Verstärkungselement kann den Magnetkern außenliegend zumindest bereichsweise umfassen bzw. umgeben. Das Verstärkungselement kann dabei mit dem Magnetkern stoffschlüssig und/oder formschlüssig und/oder kraftschlüssig festverbunden sein. Das Verstärkungselement kann dabei den Magnetkern vor mechanischen Belastungen schützen und dadurch die Lebensdauer des Magnetkerns erhöhen. Das Verstärkungselement kann beispielweise aus Stahl geformt sein.

[0010] Vorteilhafterweise kann das Verstärkungselement wenigstens einen hohlzylindrischen Abschnitt aufweisen. Der wenigstens eine hohlzylindrische Abschnitt des Verstärkungselements kann an dem Magnetkern anliegen und dem Lager oder dem Lagerschild zugewandt angeordnet sein. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Verstärkungselement C-förmig ausgebildet ist und auf den Magnetkern aufgesetzt ist. Das Verstärkungselement kann dann den Magnetkern an zwei die Rotationsachse umlaufenden und zueinander koaxialen Seiten und einer quer zur Rotationsachse ausgerichteten Axialseite des Magnetkerns umfassen. Dadurch kann der Magnetkern besonders wirksam

verstärkt und vor mechanischen Belastungen geschützt werden.

[0011] Das Lager kann dabei einen an der Welle drehfest angeordneten Innenring, einen Außenring und wenigstens zwei zwischen dem Außenring und dem Innenring angeordnete Wälzelemente aufweisen. Dabei kann der Außenring des Lagers mit dem Magnetkern oder mit dem oben beschriebenen Verstärkungselement unmittelbar in Kontakt stehen. Das Lager kann dabei an dem Außenring mit dem Magnetkern oder dem Verstärkungselement stoffschlüssig und/oder formschlüssig und/oder kraftschlüssig festverbunden sein.

[0012] Bei einer Weiterbildung der Synchronmaschine kann der Energieübertrager eine die Rotationsachse umlaufende Sekundärspule und eine die Sekundärspule tragende Scheibe aufweisen. Die Scheibe kann dabei quer zur Rotationsachse ausgerichtet und mit der Welle der Rotorgruppe drehfest verbunden sein. Die Sekundärspule kann dabei an einer von dem Magnetkern zumindest bereichsweise umfassten Primärspule induktiv wechselwirkbar angeordnet sein. Die Sekundärspule kann dabei insbesondere eine flach auf der Scheibe liegende Spule sein. Die Sekundärspule kann insbesondere axial zu der in dem Magnetkern angeordneten Primärspule benachbart angeordnet sein.

[0013] Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass der Magnetkern einseitig über das Lager axial hinausragt. Die Scheibe kann dann in den über das Lager axial hinausragenden Bereich des Magnetkerns in den Magnetkern radial hineinragen. Die an der Scheibe angeordnete Sekundärspule kann dadurch an der von dem Magnetkern zumindest bereichsweise umfassten Primärspule - insbesondere axial benachbart - angeordnet sein.

[0014] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0015] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0016] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0017] Es zeigen, jeweils schematisch

Fig. 1 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Synchronmaschine;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Synchronmaschine;

Fig. 3 und **Fig. 4** Schnittansichten der erfindungsgemäßen Synchronmaschine im Bereich eines Lagerschilds.

[0018] **Fig. 1** zeigt eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen induktiv elektrisch erregten Synchronmaschine 1. Die Synchronmaschine 1 weist dabei eine Statorgruppe 2 mit einem Gehäuse 3 und einem Stator 4 auf, wobei der Stator 4 in dem Gehäuse 3 drehfest aufgenommen ist. Zudem weist die Synchronmaschine 1 eine Rotorgruppe 5 mit einer Welle 6 und einem Rotor 7 auf, wobei der Rotor 7 mit der Welle 6 drehfest verbunden ist. Die Rotorgruppe 4 ist in der Statorgruppe 2 um eine Rotationsachse RA drehbar angeordnet. Dabei ist der Rotor 7 zu dem Stator 4 radial benachbart und beabstandet angeordnet, so dass der Rotor 7 und der Stator 4 elektromagnetisch miteinander wechselwirken können.

[0019] Die Synchronmaschine 1 weist zudem einen Lagerschild 8 und einen Zweitlagerschild 9 auf, die das Gehäuse 3 der Statorgruppe 2 an axialen Enden der Synchronmaschine 1 quer zur Rotationsachse RA verschließen. Zudem weist die Synchronmaschine 1 ein Lager 10 und ein Zweitlager 11 auf, die die Welle 6 der Rotorgruppe 5 an den axialen Enden der Synchronmaschine 1 drehbar aufnehmen. Das Zweitlager 11 ist in dem Zweitlagerschild 9 festgelegt. Die Festlegung des Lagers 10 in dem Lagerschild 8 wird im Folgenden näher erläutert.

[0020] Ferner weist die Synchronmaschine 1 einen Energieübertrager 12 auf. Primärseitig weist der Energieübertrager 12 eine Primärspule - hier nicht gezeigt - und einen Magnetkern 13 auf. Es versteht sich, dass der Energieübertrager 12 auch weitere primärseitige Komponenten aufweisen kann. Der Magnetkern 13 ist dabei hohlzylindrisch und umfasst bzw. schließt ein die Primärspule zumindest bereichsweise. Der Magnetkern 13 kann dabei aus einem ferritischen Material geformt sein. Der Magnetkern 13 ist radial zwischen dem Lager 10 und dem Lagerschild 8 angeordnet und fest mit diesen verbunden. Der Magnetkern 13 bildet dadurch bereichsweise den Lagerschild 8 ab bzw. ist in den Lagerschild 8 integriert.

[0021] Vorteilhafterweise ist der Energieübertrager 12 platzsparend in der Synchronmaschine 1 angeordnet. Dadurch kann die Synchronmaschine 1 axial kompakter ausgebildet sein und Kosten der Synchronmaschine 1 reduziert werden.

[0022] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Synchronmaschine 1. Hier ist besonders gut erkennbar, dass der Magnetkern 13 zwischen dem Lager 10 und dem Lagerschild 8 angeordnet ist und mit diesen unmittelbar im Kontakt steht. Der Magnetkern 13 kann mit dem Lager 10 und dem Lagerschild 8 stoffschlüssig und/oder formschlüssig und/oder kraftschlüssig festverbunden sein.

[0023] Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Synchronmaschine 1 im Bereich des Lagerschilds 8. Nach **Fig. 3** weist der Energieübertrager 12 eine sekundärseitige Scheibe 14 und eine auf der Scheibe 14 angeordnete Sekundärspule - hier nicht gezeigt - auf. Es versteht sich jedoch, dass der Energieübertrager 12 auch weitere sekundärseitige Komponenten aufweisen kann. Der Magnetkern 13 ragt dabei über das Lager 10 axial nach außen hinaus und die Scheibe 14 ragt radial in den Magnetkern 13 hinein. Dadurch kann die Sekundärspule auf der Scheibe 14 axial benachbart zu der Primärspule in dem Magnetkernt 13 angeordnet sein. Die Primärspule und die Sekundärspule bilden zusammen einen Transformator.

[0024] Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Synchronmaschine 1 im Bereich des Lagerschilds 8. Abweichend zu **Fig. 3** weist hier der Energieübertrager 12 ein Verstärkungselement 15 auf. Das Verstärkungselement 15 kann vorteilhafterweise aus Stahl geformt sein. Das Verstärkungselement 15 ist C-förmig und umfasst den Magnetkern 13 an zwei zueinander koaxialen Seiten und einer quer zur Rotationsachse RA ausgerichteten Axialseite. Dadurch verstärkt das Verstärkungselement 15 den Magnetkern 13 aus einem weicheren ferritischen Material, so dass der Magnetkern 13 den mechanischen Belastungen besser widerstehen kann.

Patentansprüche

1. Induktiv elektrisch erregte Synchronmaschine (1),
- wobei die Synchronmaschine (1) eine Statorgruppe (2) mit einem Gehäuse (3) und einem in dem Gehäuse (3) angeordneten Stator (4) aufweist,
- wobei die Synchronmaschine eine Rotorgruppe (5) mit einer Welle (6) und einem mit der Welle (6) drehfest verbundenen Rotor (7) aufweist,
- wobei die Rotorgruppe (5) in dem Stator (4) der Statorgruppe (2) um eine Rotationsachse (RA) drehbar angeordnet ist,
- wobei die Synchronmaschine (1) einen Lagerschild (8) und ein in dem Lagerschild (8) festgelegtes Lager (10) aufweist,
- wobei der Lagerschild (8) das Gehäuse (3) der Statorgruppe (2) axial verschließt und das Lager (10) die Welle (6) der Rotorgruppe (5) drehbar aufnimmt,
- wobei die Synchronmaschine (1) einen Energieübertrager (12) mit einem hohlzylindrischen Magnetkern (13) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetkern (13) radial zwischen dem Lagerschild (8) und dem Lager (10) angeordnet ist und den Lagerschild (8) bereichsweise abbildet.

2. Synchronmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetkern (13) aus einem ferritischen Material gebildet ist.

3. Synchronmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energieübertrager (12) ein Verstärkungselement (15) aufweist, wobei das Verstärkungselement (15) den Magnetkern (13) außenliegend zumindest bereichsweise umfasst und verstärkt.

4. Synchronmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verstärkungselement (15) aus Stahl geformt ist.

5. Synchronmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass das Verstärkungselement (15) wenigstens einen hohlzylindrischen Abschnitt aufweist, und
- dass der wenigstens eine hohlzylindrische Abschnitt an dem Magnetkern (13) anliegt und dem Lager (10) oder dem Lagerschild (8) zugewandt angeordnet ist.

6. Synchronmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass das Verstärkungselement (15) C-förmig ausgebildet ist und auf den Magnetkern (13) aufgesetzt ist, und
- dass das Verstärkungselement (15) den Magnetkern (13) an zwei die Rotationsachse (RA) umlaufenden und zueinander koaxialen Seiten und einer quer zur Rotationsachse (RA) ausgerichteten Axialseite umfasst.

7. Synchronmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lager (10) einen an der Welle (6) drehfest angeordneten Innenring, einen Außenring und wenigstens zwei zwischen dem Außenring und dem Innenring angeordnete Wälzelemente aufweist.

8. Synchronmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenring des Lagers (10) mit dem Magnetkern (13) oder mit einem den Magnetkern (13) außenliegend zumindest bereichsweise umfassenden und verstärkenden Verstärkungselement (15) unmittelbar in Kontakt steht.

9. Synchronmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Energieübertrager (12) eine die Rotationsachse (RA) umlaufende Sekundärspule und eine die Sekundärspule tragende Scheibe (14) aufweist,
- dass die Scheibe (14) quer zur Rotationsachse (RA) ausgerichtet und mit der Welle (6) der Rotorgruppe (5) drehfest verbunden ist, und
- dass die Sekundärspule an einer von dem Magnetkern (13) zumindest bereichsweise umfassten Primärspule induktiv wechselwirkbar angeordnet ist.

10. Synchronmaschine nach zumindest nach den Ansprüchen 7 und 9, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Magnetkern (13) einseitig über das Lager (10) axial hinausragt, und
- dass die Scheibe (14) in den über das Lager (10) axial hinausragenden Bereich des Magnetkerns (13) in den Magnetkern (13) radial hineinragt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

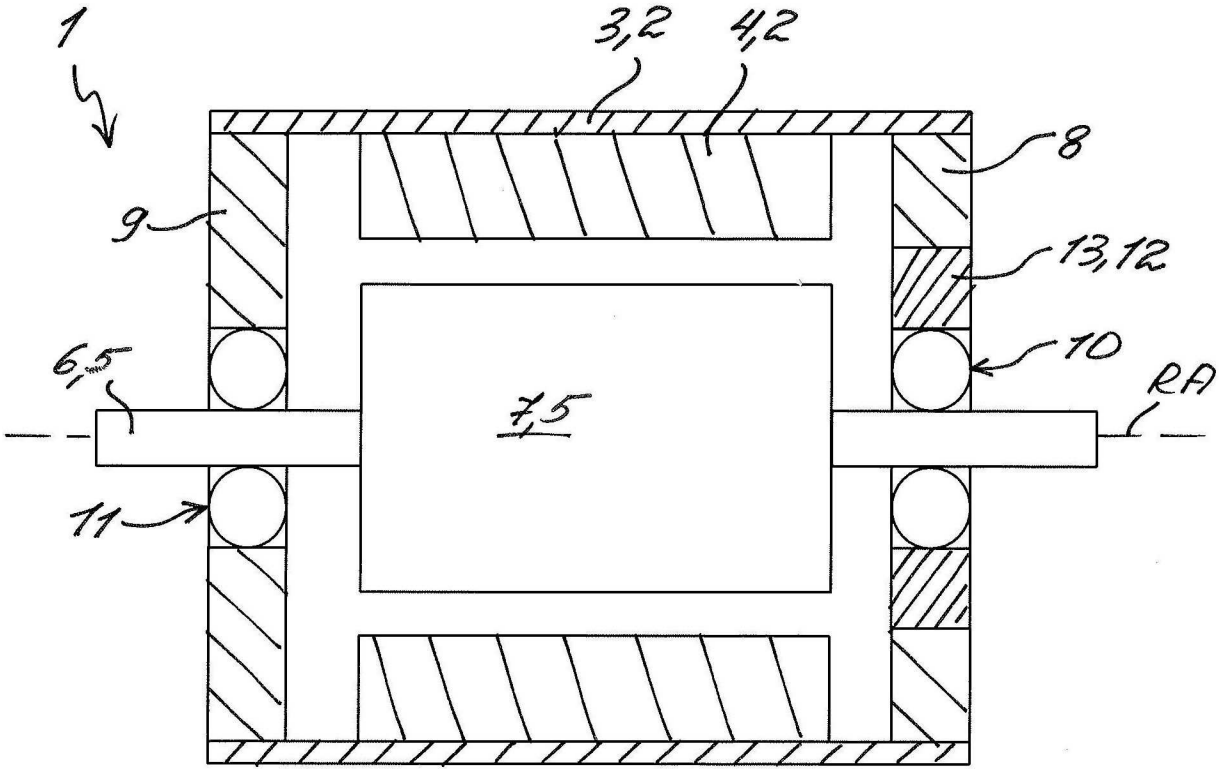


Fig. 1

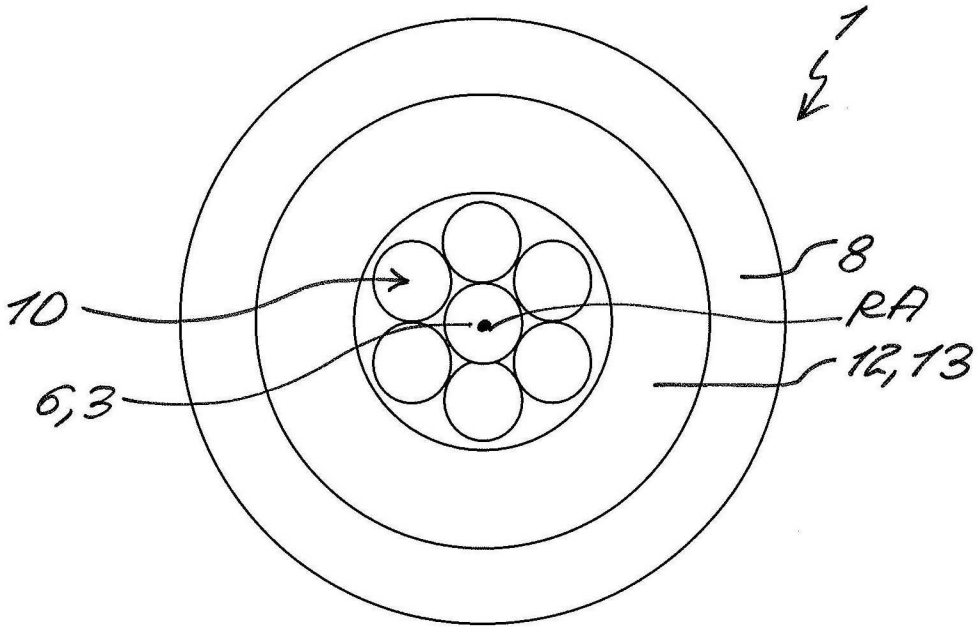


Fig. 2

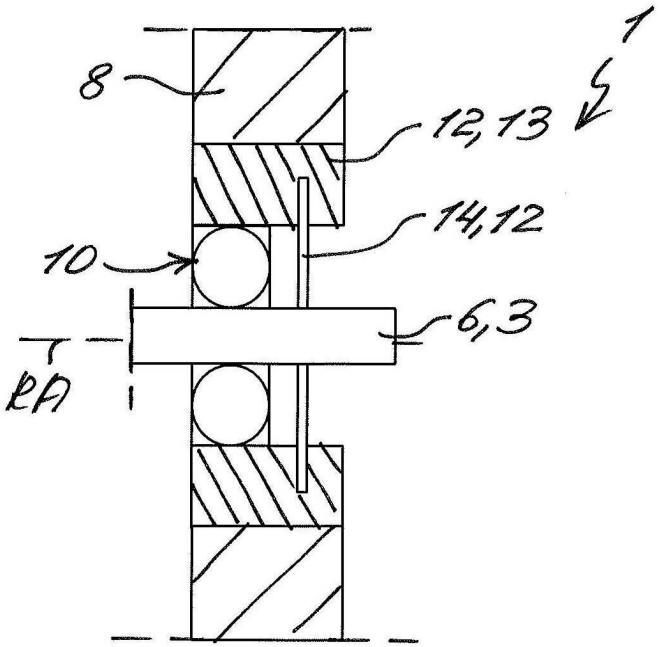


Fig. 3

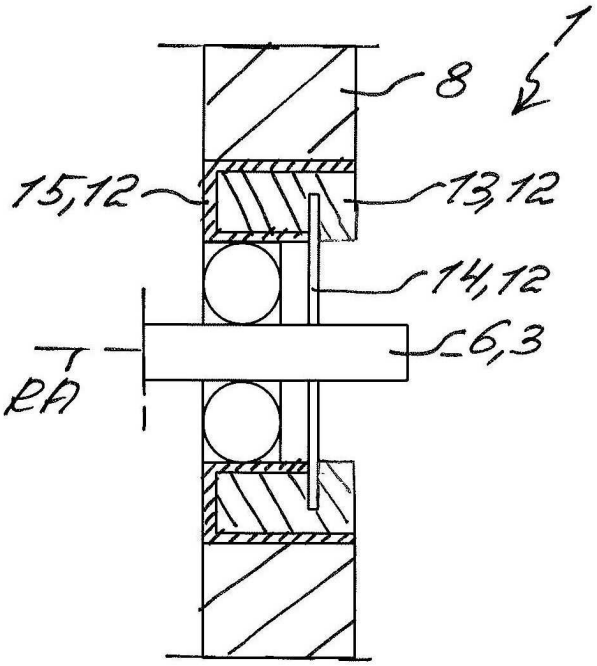


Fig. 4

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.