

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Januar 2025 (16.01.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/011997 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 13/00 (2006.01) *H01F 38/18* (2006.01)
H02K 19/10 (2006.01) *H02K 19/36* (2006.01)
H02K 19/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/068443

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. Juli 2024 (01.07.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 206 577.0
11. Juli 2023 (11.07.2023) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **MICHELBERGER, Robin**; Am Vogelschuß 7,
97422 Schweinfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: REDUCING COPPER LOSSES IN INDUCTIVE EXCITER DEVICES BY PURPOSEFUL FLUX GUIDANCE

(54) Bezeichnung: REDUKTION VON KUPFERVERLUSTEN IN INDUKTIVEN ERREGEREINRICHTUNGEN DURCH
GEZIELTE FLUSSFÜHRUNG

(57) Abstract: A rotor magnetic core for an inductive power transfer device for an externally-excited synchronous machine, comprising: a functional geometry which increases a distance between a secondary coil located on the rotor magnetic core and an air gap, the air gap existing between the rotor magnetic core and a stator magnetic core of the current transfer device, so that the stray fields in a winding space of the rotor magnetic core are weaker.

(57) Zusammenfassung: Rotormagnetkern für eine induktive Stromübertragungseinrichtung für eine fremderregte Synchronmaschine, umfassend: eine Funktionsgeometrie, die einen Abstand zwischen einer am Rotormagnetkern angeordneten Sekundärspule und einem Luftspalt zwischen dem Rotormagnetkern und einem Statormagnetkern der Stromübertragungseinrichtung erhöht, sodass die Streufelder in einem Wicklungsraum des Rotormagnetkerns schwächer sind.

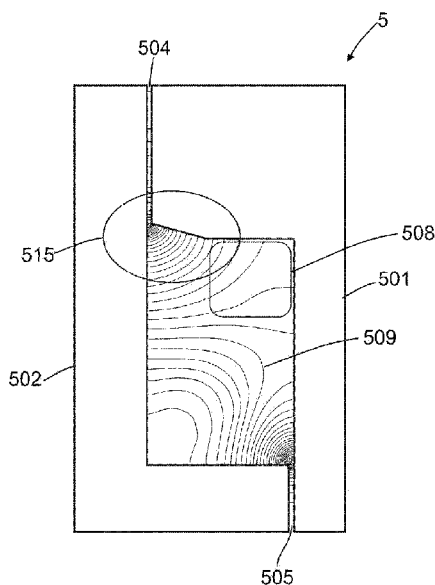


Fig. 5

WO 2025/011997 A1

Reduktion von Kupferverlusten in induktiven Erregereinrichtungen durch gezielte
Flussführung

Die Erfindung betrifft einen Rotormagnetkern für eine induktive Stromübertragungseinrichtung einer fremderregten Synchronmaschine, eine induktive Stromübertragungseinrichtung, eine fremderregte Synchronmaschine und eine Maschine.

Es ist bekannt, dass bei manchen Elektromaschinen elektrische Energie an Spulen einer rotierbaren Komponente übertragen wird, sodass die Spulen auch energetisiert sein können, wenn die Komponente rotiert. Die Übertragung elektrischer Energie kann beispielsweise mit sogenannten Bürsten realisiert sein.

Diese Übertragung elektrischer Energie ist auch bei fremderregten Synchronmaschinen notwendig. Die Übertragung kann durch eine induktive Übertragung mittels eines Transformators realisiert sein. Dabei ist das Joch bzw. der Magnetkern des Transformators geteilt, sodass ein Teil des Magnetkerns zusammen mit der Sekundärspule mit dem Rotor der fremderregten Synchronmaschine mitrotieren kann, während der andere Teil des Magnetkerns zusammen mit der Primärspule statisch ist. Die Magnetkerne sind dabei durch einen Luftspalt getrennt. Somit kann elektrische Energie verschleißfrei an Spulen des Rotors übertragen werden.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine effizientere induktive Stromübertragungseinrichtung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen Rotormagnetkern nach Anspruch 1 gelöst. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch eine erfindungsgemäße induktive Stromübertragungseinrichtung nach Anspruch 8, eine erfindungsgemäße fremderregte Synchronmaschine nach Anspruch 9 und eine erfindungsgemäße Maschine nach Anspruch 10.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, den Figuren und der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

Bei der Übertragung von Strom mittels einer induktiven Stromübertragungseinrichtung können durch Streufelder Verluste entstehen.

Ein erfindungsgemäßer Rotormagnetkern für eine induktive Stromübertragungseinrichtung für eine fremderregte Synchronmaschine, umfassend: eine Funktionsgeometrie, die einen Abstand zwischen einer am Rotormagnetkern angeordneten Sekundärspule und einem Luftspalt zwischen dem Rotormagnetkern und einem Statormagnetkern der Stromübertragungseinrichtung erhöht, sodass die Streufelder in einem Wicklungsraum des Rotormagnetkerns schwächer sind.

Eine induktive Stromübertragungseinrichtung funktioniert wie ein Transformator, indem ein Wechselstrom an der Primärwicklung am Stator ein oszillierendes Magnetfeld erzeugt. Die Magnetfeldlinien, die den magnetischen Fluss verdeutlichen, fließen primär durch den Magnetkern des Stators, die beiden Luftspalte und den Magnetkern des Rotors. Wodurch ein Wechselstrom in der Sekundärspule des Rotors induziert wird.

Die Primärspule und die Sekundärspule können in Wickelfenstern innerhalb des durch Rotor und Stator eingeschlossenen inneren Bauraum angeordnet sein.

Bei dem oszillierenden Magnetfeld ergeben sich jedoch auch oszillierende Streufelder im inneren Bauraum zwischen den beiden Magnetkernen (Rotor und Stator), in dem auch die Wickelfenster für die Primär- und Sekundärspule vorgesehen sind. Der magnetische Fluss, der aufgrund der Streufelder durch die Drähte der Sekundärspule fließt, ergibt Verluste in der Effizienz der Leistungsübertragung.

Die Verluste sind ohmsche Verluste in Drähten der Sekundärspule, die dem Luftspalt zwischen Rotor und Stator zugewandt sind.

Magnetischer Fluss durchdringt den Wickelbereich und induziert Spannungen aufgrund der Wechselfelder. Bei Speisefrequenzen von 100-150 kHz steigen die Verluste signifikant an.

Die Funktionsgeometrie des Rotors reduziert Streufelder im Wicklungsfenster des Rotors. Somit gibt es weniger magnetischen Fluss durch die Sekundärspule (die Drähte der Sekundärspule) im Wicklungsfenster des Rotors. Verluste in der induktiven Übertragung des Stroms werden somit vermindert.

Die Magnetkerne des Rotors oder Stators können gepresste oder gesinterte Ferritkerne sein.

Es gibt Ausführungen, bei denen die Funktionsgeometrie einen von einer Radialfläche abweichenden Übergangsbereich an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns umfasst, wobei die Umfangskante diejenige Kante des Rotormagnetkerns ist, an der der Luftspalt zwischen Rotormagnetkern und dem Statormagnetkern in den Wicklungsraum des Rotormagnetkerns übergeht.

Die als Übergangsbereich ausgeformte Funktionsgeometrie führt den magnetischen Fluss von (den Drähten) der Sekundärspule weg. Dabei wird kein zusätzlicher Bau- raum benötigt.

Es gibt Ausführungen, bei denen der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende konische Fase umfasst.

Der Übergangsbereich führt den magnetischen Fluss durch die zusätzliche Fase/Schräge von (den Drähten) der Sekundärspule weg.

Es gibt Ausführungen, bei denen der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende elliptische Abrundung umfasst.

Als weitere Geometrie in dem Übergangsbereich kann eine elliptische Abrundung verwendet werden, welche umlaufend an der Kante ausgeformt ist. Elliptisch kann in einem Spezialfall auch kreisförmig bedeuten. Die elliptische Abrundung führt den magnetischen Fluss weg von (den Drähten) der Sekundärspule. Diese Geometrie kann auch als Einbuchtung ausgeführt sein.

Es gibt Ausführungen, bei denen der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende Stufe umfasst.

Als weitere Geometrie in dem Übergangsbereich kann eine Stufe verwendet werden, welche umlaufend an der Kante ausgeformt ist. Die Stufe führt den magnetischen Fluss von (den Drähten) der Sekundärspule weg.

Es gibt Ausführungen, bei denen eine radiale Ausdehnung des Übergangsbereiches größer ist als die axiale Ausdehnung des Übergangsbereiches, insbesondere ist die radiale Ausdehnung 2- bis 10-mal größer als die axiale Ausdehnung.

Für die Erhaltung der Ausdehnung des effektiven Luftspaltes zwischen Rotor- und Statormagnetkern und Reduzierung der Streufelder ergibt sich somit ein optimaler Kompromiss.

Es gibt Ausführungen, bei denen die Funktionsgeometrie eine geometrische Vergrößerung um einen wicklungsfreien Bereich umfasst.

Damit wird die Distanz zwischen der Sekundärspule und dem Luftspalt erhöht und somit werden die Verluste aufgrund der Streufelder vermindert. Ferner bleibt der effektive Luftspalt gleich groß.

Eine erfindungsgemäße induktive Stromübertragungseinrichtung umfasst einen Rotormagnetkern nach einer der vorherigen Ausführungen.

Eine erfindungsgemäße fremderregte Synchronmaschine umfasst eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach obiger Ausführung.

Eine erfindungsgemäße Maschine, insbesondere ein Fahrzeug, umfasst eine fremderregte Synchronmaschine nach obiger Ausführung.

Fahrzeuge können jegliche Fahrzeuge sein, die zum Transport von Personen oder Gütern dienen, insbesondere an Land aber beispielsweise auch auf Wasser oder in der Luft.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Darin zeigt:

- Fig. 1 einen schematischen Aufbau zum Betreiben einer fremderregten Synchronmaschine nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2 einen Querschnitt einer induktiven Stromübertragungseinrichtung;
- Fig. 3 schematisch den magnetischen Fluss zwischen einem Statormagnetkern und einem Rotormagnetkern;
- Fig. 4 schematisch die Wirkung des magnetischen Flusses auf die Verluste in der Sekundärspule;
- Fig. 5 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 6 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 7 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 8 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 9 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 10 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 11 eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 12 eine Maschine mit einer fremderregten Synchronmaschine nach einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Aufbau zum Betreiben einer fremderregten Synchronmaschine nach einem Ausführungsbeispiel.

Das System 1 umfasst eine Batterie 2, einen DC-AC-Wandler 3, einen DC-AC-Wandler 4, eine induktive Stromübertragungsvorrichtung 5, einen Stator 6, einen Rotor 7 mit integriertem AC-DC-Wandler. Wobei zumindest Stator 6 und Rotor 7 eine fremderregte Synchronmaschine 9 bilden.

Die Batterie 2 gibt Gleichstrom an die DC-AC-Wandler 3 und 4 ab. Der DC-AC-Wandler 4 erzeugt aus dem Gleichstrom 3-Phasen-Drehstrom und gibt den Drehstrom an den Stator 6 der fremderregten Synchronmaschine 9 ab.

Der DC-AC-Wandler 4 erzeugt einen Wechselstrom, der über die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 an den AC-DC-Wandler im Rotor 7 übertragen wird. Der AC-DC-Wandler erzeugt einen Gleichstrom und speist den Rotor 7 mit dem Gleichstrom. Durch das rotierende Magnetfeld des Stators 6 und das konstante Magnetfeld des Rotors 7 wird eine Drehung des Rotors 7 erzeugt. Mit dem Rotor 7 dreht sich auch der AC-DC-Wandler und ein Rotorteil der induktiven Stromübertragungseinrichtung 5. Mit der Drehung ist ein Drehmoment M erzeugt.

Rotor 7 umfasst einen Rotormagnetkern und Stator 6 umfasst einen Statormagnetkern, so wie diese in den folgenden Fig. 2 bis 11 dargestellt sind.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer induktiven Stromübertragungseinrichtung.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501 und einen Statormagnetkern 502. Der Rotormagnetkern 501 und der Statormagnetkern 502 sind als Querschnitt auf einer Seite der Rotationsachse 503 der induktiven Stromübertragungseinrichtung 5 dargestellt. Bei dem Rotormagnetkern 501 und dem Statormagnetkern 502 handelt es sich also um Ringe mit unterschiedlichen Radii und einem L-förmigen Querschnitt, sodass diese ineinander geschachtelt angeordnet werden können.

In der ineinander geschachtelten Anordnung des Rotormagnetkerns 501 und des Statormagnetkerns 502 berühren diese sich nicht und sind rotierbar zueinander

gelagert (nicht dargestellt). Zwischen Rotormagnetkern 501 und Statormagnetkern 502 sind die Luftspalte 504 und 505 ausgestaltet.

Weiterhin ist ein innerer Bauraum 506 zwischen Rotormagnetkern 501, Statormagnetkern 502 und den Luftspalten 504 und 505 ausgestaltet. In diesem inneren Bauraum 506 ist ein Wickelfenster 507 für die Primärspule und ein Wickelfenster 508 für die Sekundärspule dargestellt.

Fig. 3 zeigt schematisch den magnetischen Fluss zwischen einem Statormagnetkern und einem Rotormagnetkern.

Der magnetische Fluss ist durch die Feldlinien(dichte) 509 zwischen dem Rotormagnetkern 501 und dem Statormagnetkern 502 dargestellt.

Die Feldliniendichte 509 ist in den Luftspalten 504 und 505 am höchsten, jedoch ergeben sich in dem Bereich 510 Störfelder, die einen magnetischen Fluss in dem Wicklungsfenster (508 in Fig. 2) bedeuten.

Fig. 4 zeigt schematisch die Wirkung des magnetischen Flusses auf die Verluste in der Sekundärspule.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501 und einen Statormagnetkern 502. An dem Rotormagnetkern 501 ist eine Sekundärspule 511 angeordnet. An dem Statormagnetkern 502 ist eine Primärspule 512 angeordnet.

In dem Bereich 513 ist eine Simulation der ohmschen Verluste der Sekundärspule 511 dargestellt, die durch die Störfelder (wie in Fig. 3 beschrieben) erzeugt sind. In dem markierten Bereich 514 sind die ohmschen Verluste besonders erhöht. Dieser Bereich 514 ist dem Luftspalt 504 zugewandt.

In Fig. 5 zeigt eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501 und einen Statormagnetkern 502.

Der Rotormagnetkern 501 weist eine als Übergangsbereich ausgeformte Funktionsgeometrie 515 auf. Der Übergangsbereich ist eine umlaufende Fase an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns, wobei die Umfangskante diejenige Kante des Rotormagnetkerns ist, an der der Luftspalt 504 zwischen Rotormagnetkern 501 und dem Statormagnetkern 502 in das Wickelfenster 508 des Rotormagnetkerns 501 übergeht.

Die Fase führt den magnetischen Fluss, dargestellt durch die Magnetfeldlinien 509 im Vergleich zu dem magnetischen Fluss (509) in Fig. 3 weiter von dem Wickelfenster 508 weg, wodurch die Verluste vermindert werden.

Fig. 6 zeigt eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501, einen Statormagnetkern 502 und eine als Übergangsbereich ausgeformte Funktionsgeometrie 515. Der Rotormagnetkern 501 und der Statormagnetkern 502 sind als Querschnitt auf einer Seite der Rotationsachse 503 dargestellt.

Der Übergangsbereich ist eine umlaufende kreisrunde Abrundung an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns. Die Umfangskante ist dieselbe Kante, wie diese bereits in Fig. 5 dargestellt ist.

Fig. 7 zeigt eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501, einen Statormagnetkern 502 und eine als Übergangsbereich ausgeformte

Funktionsgeometrie 515. Der Rotormagnetkern 501 und der Statormagnetkern 502 sind als Querschnitt auf einer Seite der Rotationsachse 503 dargestellt.

Der Übergangsbereich ist eine umlaufende elliptische Abrundung an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns. Die Umfangskante ist dieselbe Kante, wie diese bereits in Fig. 5 dargestellt ist.

Eine radiale Ausdehnung des Übergangsbereiches ist größer als eine axiale Ausdehnung des Übergangsbereiches, insbesondere ist die radiale Ausdehnung 2- bis 10-mal größer als die axiale Ausdehnung.

Für die Erhaltung der Ausdehnung des effektiven Luftspaltes zwischen Rotor- und Statormagnetkern und Reduzierung der Streufelder ergibt sich somit ein optimaler Kompromiss.

Fig. 8 zeigt eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501, einen Statormagnetkern 502 und eine als Übergangsbereich ausgeformte Funktionsgeometrie 515. Der Rotormagnetkern 501 und der Statormagnetkern 502 sind als Querschnitt auf einer Seite der Rotationsachse 503 dargestellt.

Der Übergangsbereich ist eine umlaufende Stufe an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns. Die Umfangskante ist dieselbe Kante, wie diese bereits in Fig. 5 dargestellt ist.

Fig. 9 zeigt eine Funktionsgeometrie für eine induktive Stromübertragungseinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel.

Die induktive Stromübertragungseinrichtung 5 umfasst einen Rotormagnetkern 501, einen Statormagnetkern 502 und eine als Übergangsbereich ausgeformte

Funktionsgeometrie 515. Der Rotormagnetkern 501 und der Statormagnetkern 502 sind als Querschnitt auf einer Seite der Rotationsachse 503 dargestellt.

Der Übergangsbereich ist eine umlaufende elliptische oder im Spezialfall kreisrunde Abrundung, die als Einbuchtung, an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns 501 ausgeführt ist. Die Umfangskante ist dieselbe Kante, wie diese bereits in Fig. 5 dargestellt ist.

Auch eine Kombination von Übergangsbereichen kann vorgesehen sein. Exemplarisch ist eine Kombination einer Stufe mit einer elliptischen Abrundung in Fig. 10 dargestellt und eine Stufe mit einer Fase in Fig. 11.

Ferner kann auch eine Vergrößerung des Innenraumes zwischen Rotormagnetkern 501 und Statormagnetkern 502 vorgesehen sein, sodass ein wicklungsfreier Bereich ausgestaltet ist. Dieser wicklungsfreie Bereich erhöht die Distanz zwischen der Sekundärspule, die am Rotormagnetkern angeordnet ist, und der Übergangskante, wobei die Umfangskante diejenige Kante des Rotormagnetkerns ist, an der der Luftspalt 504 zwischen dem Rotormagnetkern 501 und dem Statormagnetkern 502 in das Wickelfenster 508 des Rotormagnetkerns 501 übergeht.

Fig. 12 zeigt eine Maschine mit einer fremderregten Synchronmaschine nach einem Ausführungsbeispiel.

Die Maschine 600, insbesondere ein Fahrzeug, umfasst ein System 1 (ebenfalls in Fig. 1) mit einer fremderregten Synchronmaschine (9 in Fig. 1) mit einem Rotor (6, 7 und 8 in Fig. 1), wobei der Rotormagnetkern wie in Fig. 5 bis Fig. 11 dargestellt und beschrieben ausgeführt sein kann.

Die Maschine 600 kann ein Fahrzeug zum Transport von Personen und Gütern sein, insbesondere ein Landfahrzeug, aber auch ein Wasserfahrzeug oder ein Luftfahrzeug.

Eine Kombination der Ausführungsbeispiele ist vorgesehen. Insbesondere können die Ausführungsbeispiele der Übergangsbereiche aus Fig. 5 und Fig. 9 kombiniert werden. Ferner ist auch eine Kombination der Übergangsbereiche aus Fig. 5 und Fig. 9 mit einem zusätzlichen wicklungsfreien Bereich vorgesehen.

Eine radiale Ausdehnung des Übergangsbereiches ist größer als eine axiale Ausdehnung des Übergangsbereiches, insbesondere ist die radiale Ausdehnung 2- bis 10-mal größer als die axiale Ausdehnung.

Bezugszeichen

1	System
2	Batterie
3, 4	DC-AC-Wandler
5	induktive Stromübertragungsvorrichtung
6	Stator
7	AC-DC-Wandler
8	Rotor
9	fremderregte Synchronmaschine
501	Rotormagnetkern
502	Statormagnetkern
503	Rotationsachse
504, 505	Luftspalt
506	innerer Bauraum
507, 508	Wickelfenster
509	Magnetfeldlinien
510, 513, 514	Bereich
511	Sekundärspule
512	Primärspule
515	Übergangsbereich
600	Maschine

Patentansprüche

1. Rotormagnetkern für eine induktive Stromübertragungseinrichtung für eine fremderregte Synchronmaschine, umfassend:
eine Funktionsgeometrie, die einen Abstand zwischen einer am Rotormagnetkern angeordneten Sekundärspule und einem Luftspalt zwischen dem Rotormagnetkern und einem Statormagnetkern der Stromübertragungseinrichtung erhöht, sodass die Streufelder in einem Wicklungsraum des Rotormagnetkerns schwächer sind.
2. Rotormagnetkern nach Anspruch 1, wobei die Funktionsgeometrie einen von einer Radialfläche abweichenden Übergangsbereich an einer Umfangskante des Rotormagnetkerns umfasst, wobei die Umfangskante diejenige Kante des Rotormagnetkerns ist, an der der Luftspalt zwischen Rotormagnetkern und dem Statormagnetkern in den Wicklungsraum des Rotormagnetkerns übergeht.
3. Rotormagnetkern nach Anspruch 2, wobei der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende konische Fase umfasst.
4. Rotormagnetkern nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende elliptische Abrundung umfasst.
5. Rotormagnetkern nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Übergangsbereich eine an die Umfangskante angrenzende Stufe umfasst.
6. Rotormagnetkern nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei eine radiale Ausdehnung des Übergangsbereiches größer ist als die axiale Ausdehnung des Übergangsbereiches, insbesondere ist die radiale Ausdehnung 2- bis 10-mal größer als die axiale Ausdehnung.
7. Rotormagnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Funktionsgeometrie eine geometrische Vergrößerung um einen wicklungsfreien Bereich umfasst.
8. Induktive Stromübertragungseinrichtung umfassend einen Rotormagnetkern nach einem der vorherigen Ansprüche.

9. Fremderregte Synchronmaschine umfassend einer induktiven Stromübertragungseinrichtung nach Anspruch 8.
10. Maschine, insbesondere ein Fahrzeug, umfassend einer fremderregten Synchronmaschine nach Anspruch 9.

1/11

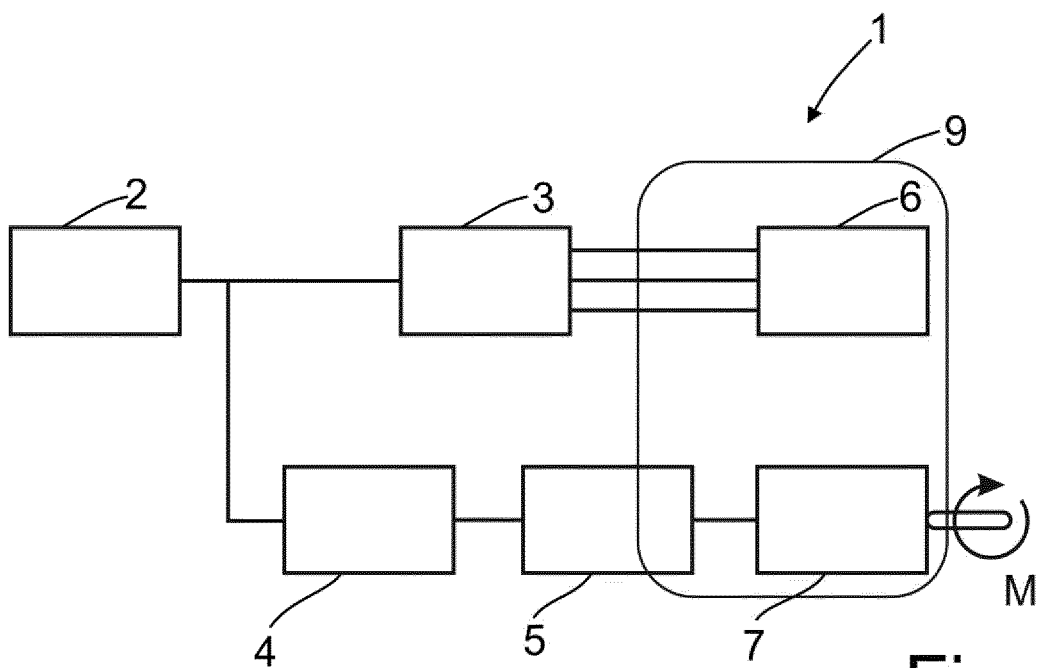


Fig. 1

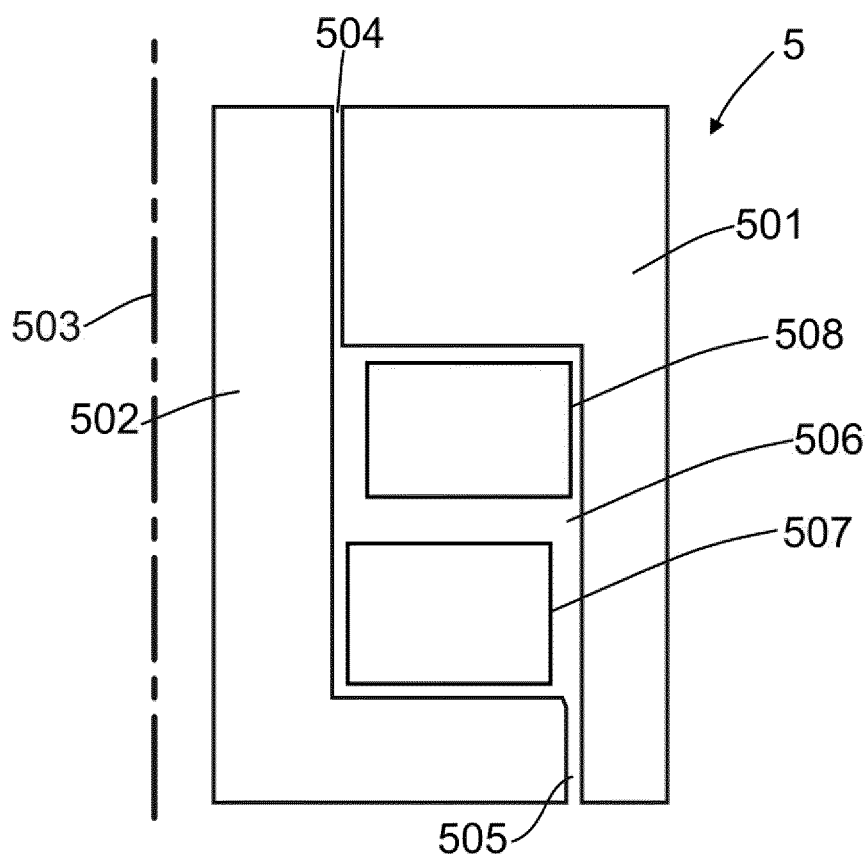


Fig. 2

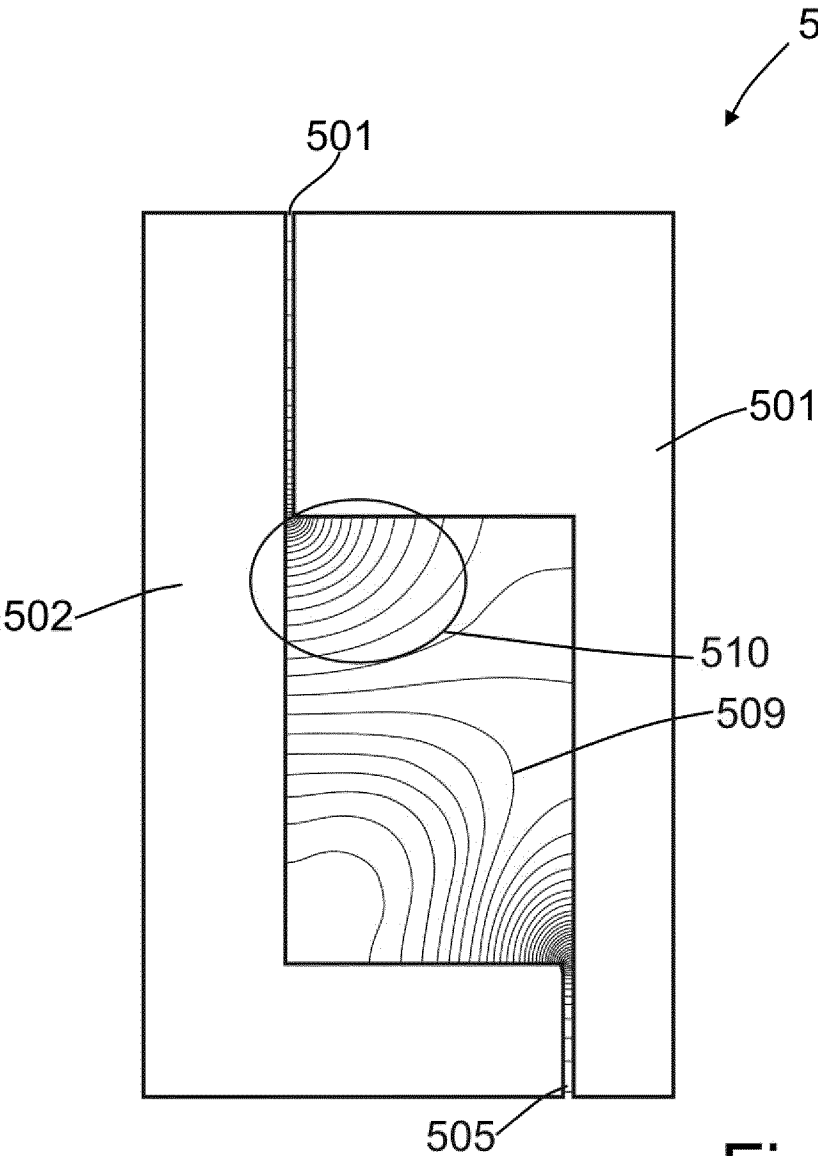


Fig. 3

3/11

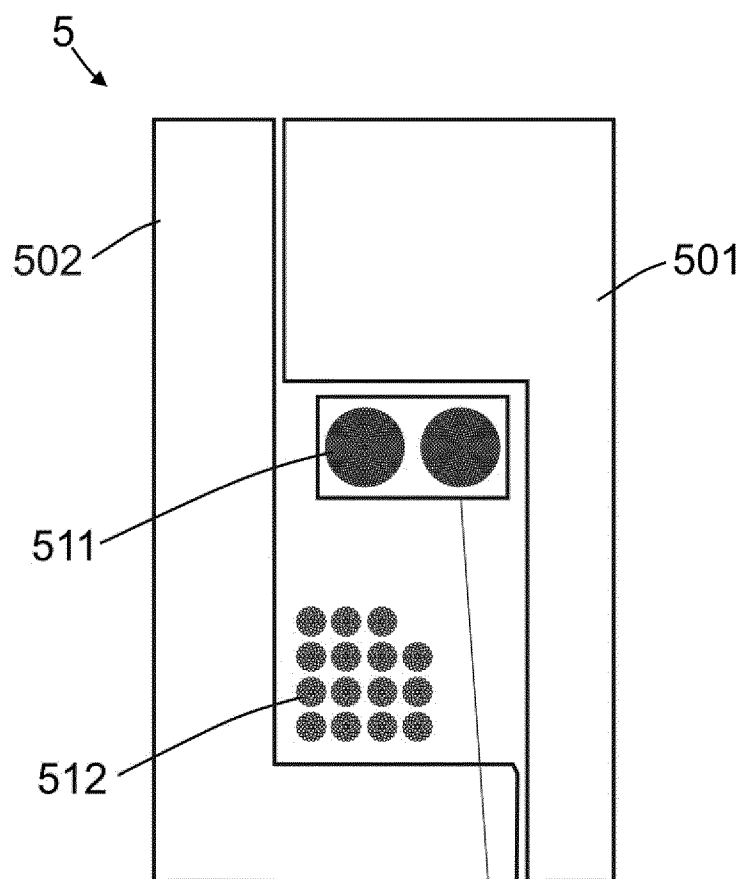
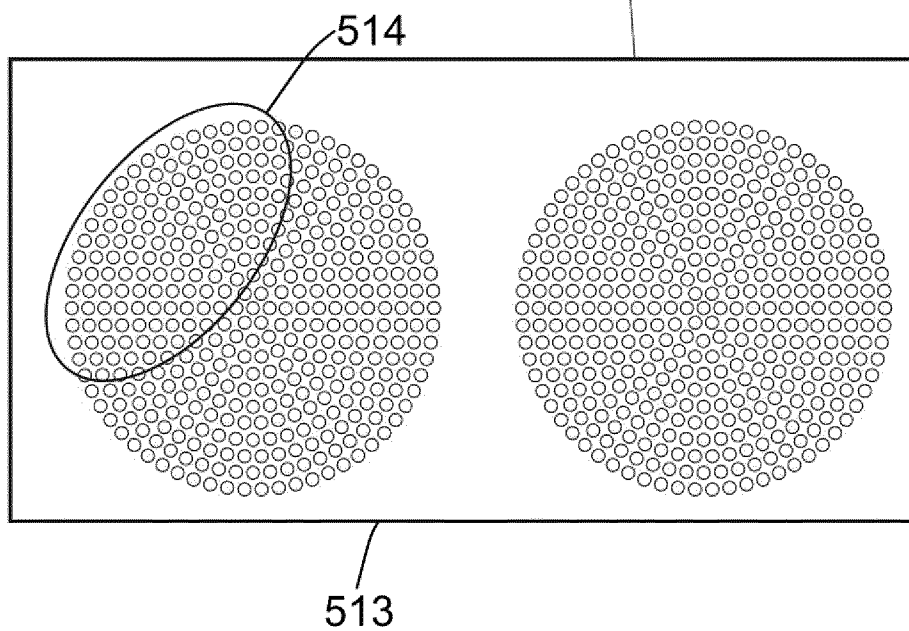


Fig. 4



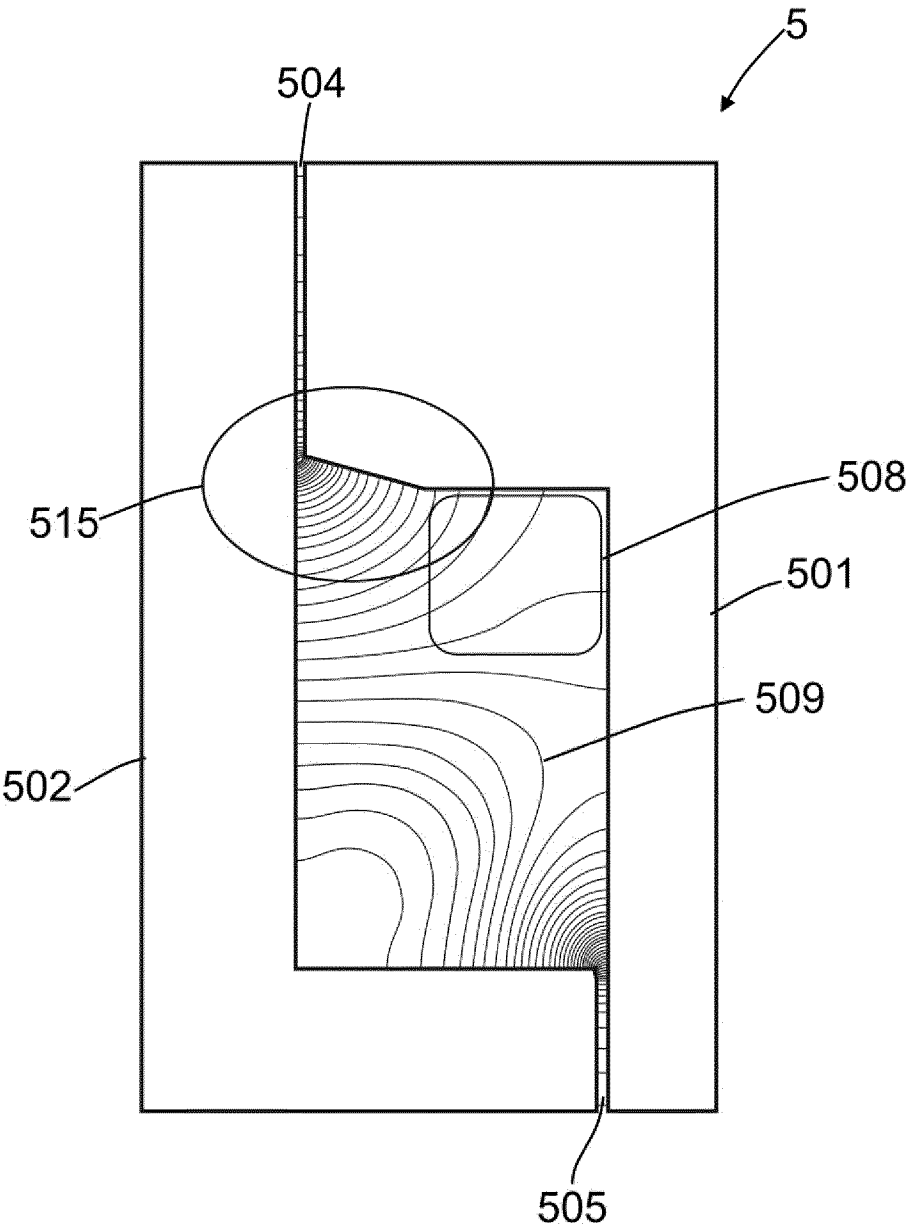


Fig. 5

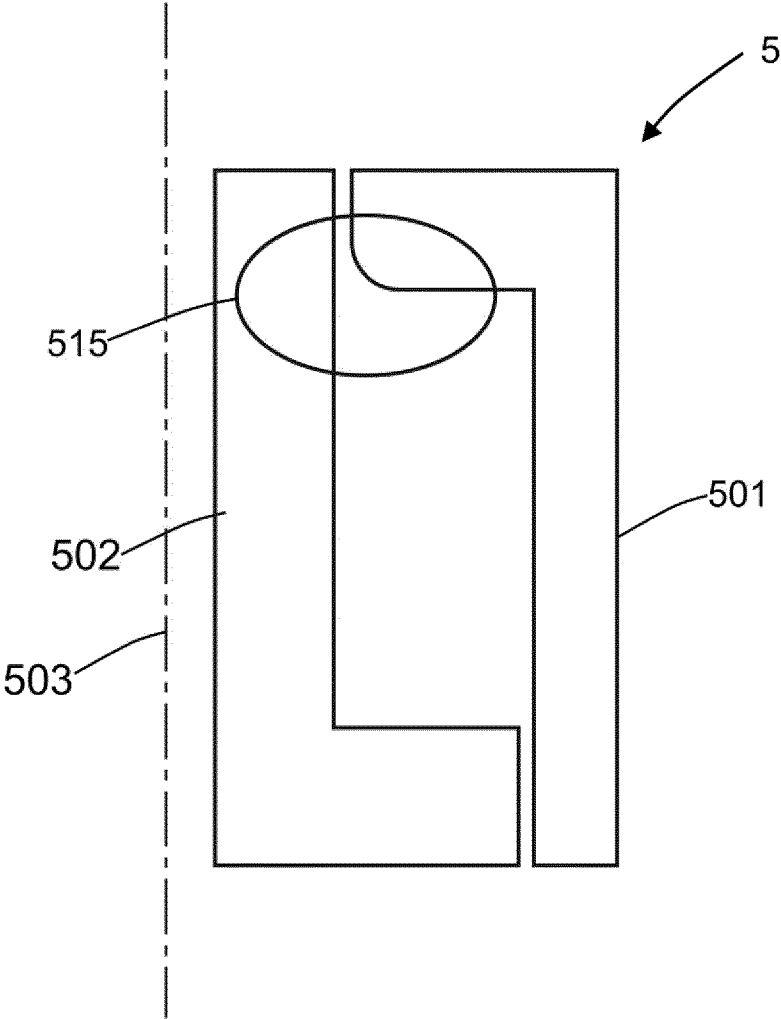


Fig. 6

6/11

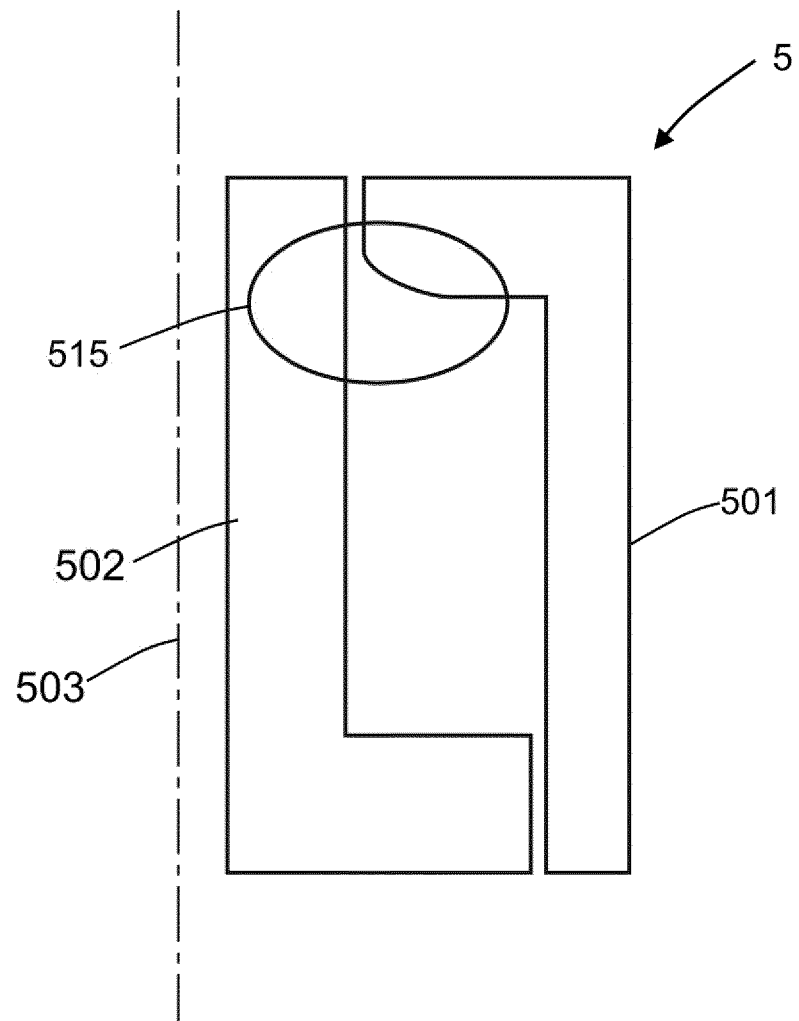


Fig. 7

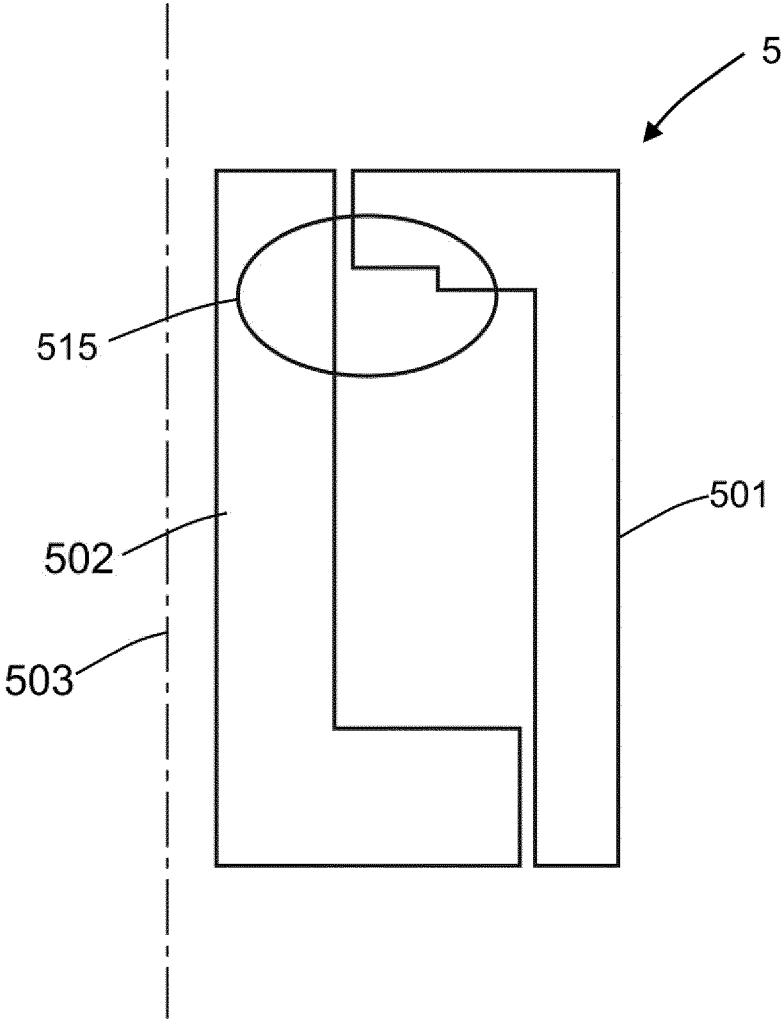


Fig. 8

8/11

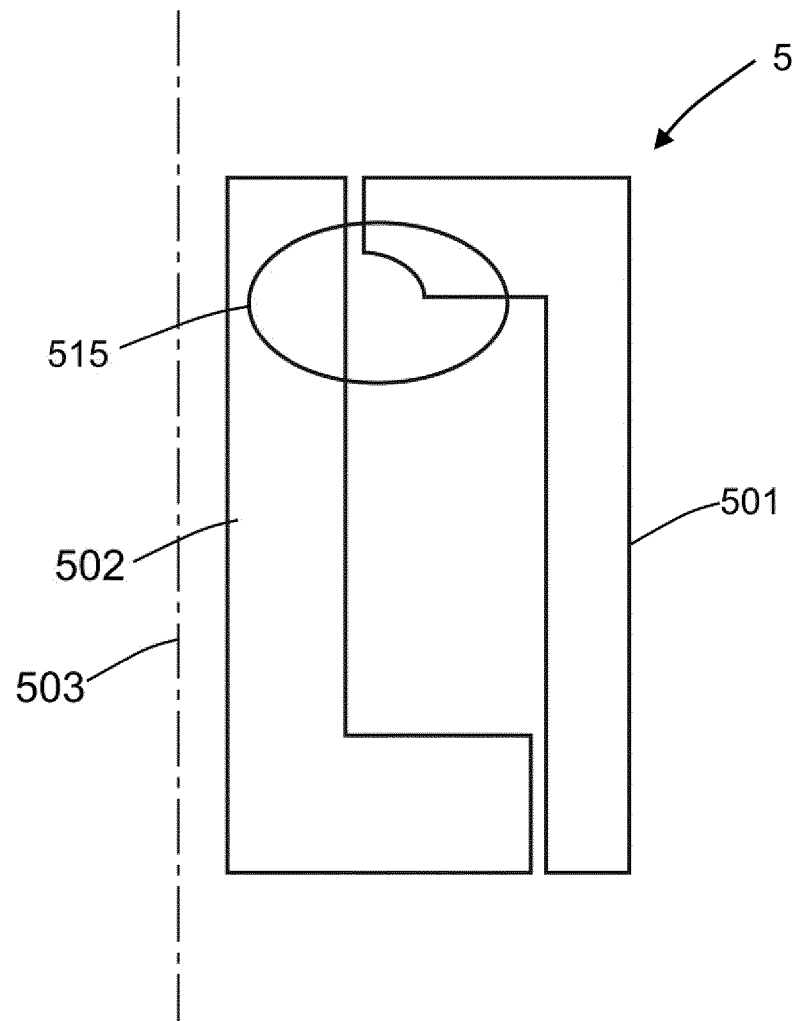


Fig. 9

9/11

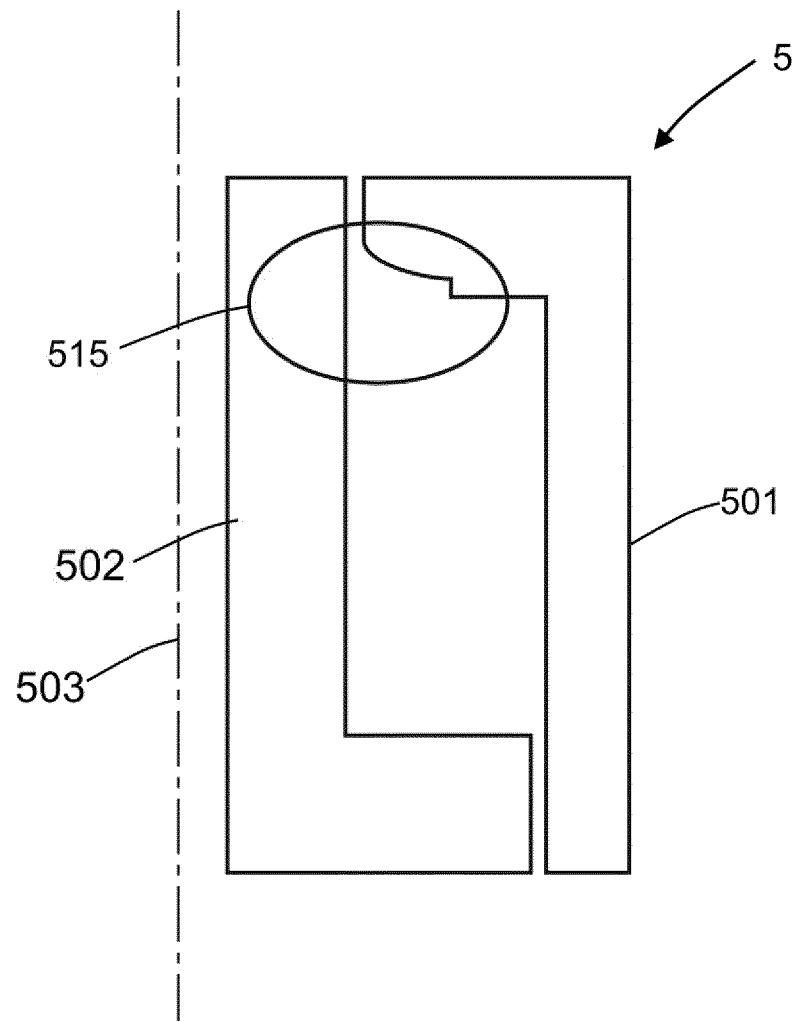


Fig. 10

10/11

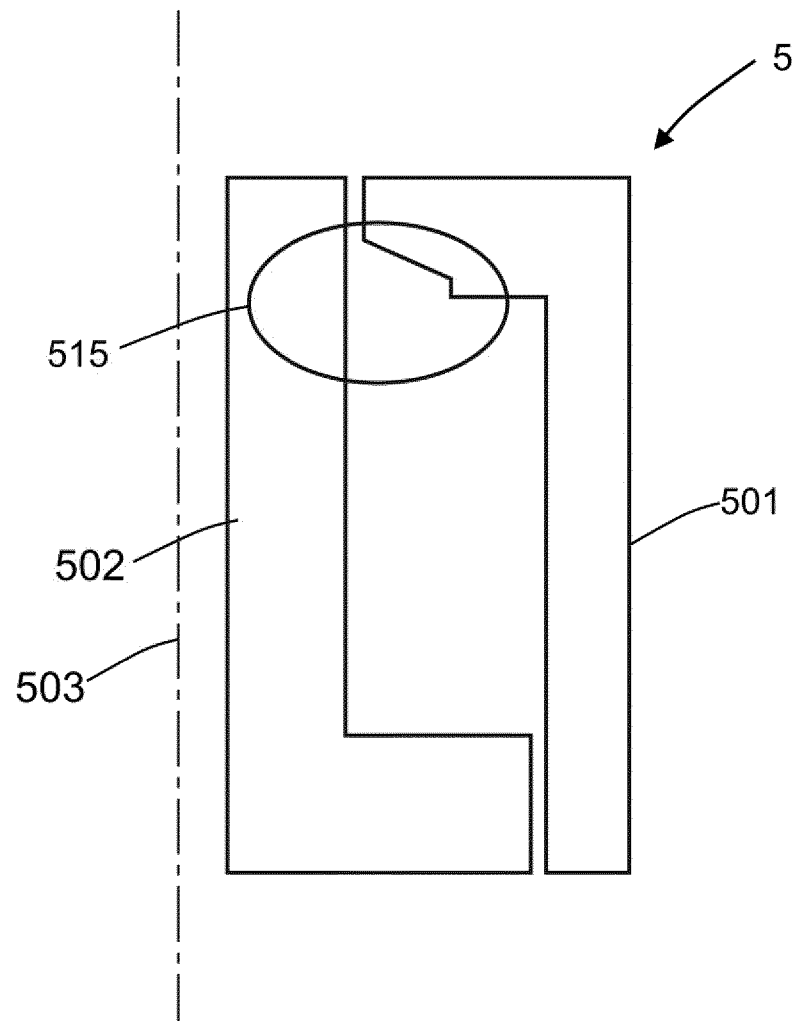


Fig. 11

11/11

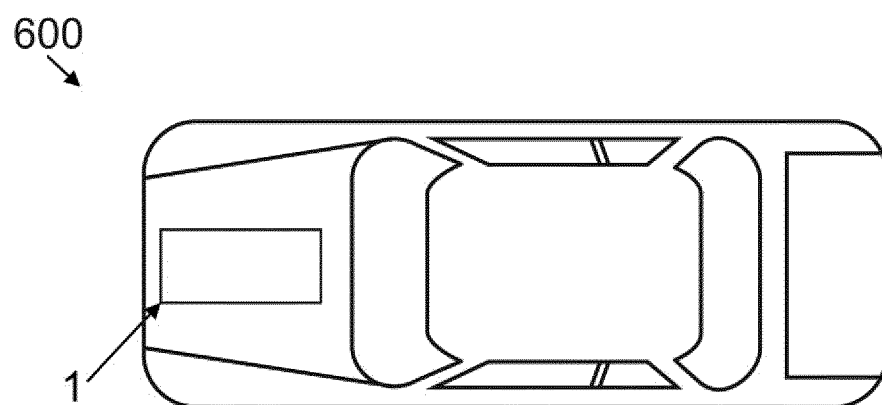


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/068443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 13/00**(2006.01)i; **H02K 19/10**(2006.01)i; **H02K 19/16**(2006.01)i; **H01F 38/18**(2006.01)i; **H02K 19/36**(2006.01)n

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)

H02K; H01F

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 2234472 A1 (SIEMENS AG) 24 January 1974 (1974-01-24) figures 7, 8 page 8, paragraphs 1,3	1-8 9, 10
X Y	AT 379706 B (EREVANSKY POLITEKHN I IM K MAR [SU]) 25 February 1986 (1986-02-25) figure 1 page 3, line 13	1,2,7,8 9, 10
Y	WO 2023072461 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 04 May 2023 (2023-05-04) figure 4	9,10
A	EP 0680060 A1 (EATON CORP [US]) 02 November 1995 (1995-11-02) figure 2	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family 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 application or patent 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

12 October 2024

Date of mailing of the international search report

24 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Le Chenadec, Hervé

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/068443

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	2234472	A1	24 January 1974	NONE			
AT	379706	B	25 February 1986	NONE			
WO	2023072461	A1	04 May 2023	CN	118160201	A	07 June 2024
				DE	102021212012	B3	06 April 2023
				JP	2024537447	A	10 October 2024
				WO	2023072461	A1	04 May 2023
EP	0680060	A1	02 November 1995	EP	0680060	A1	02 November 1995
				JP	H0851041	A	20 February 1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K13/00 H02K19/10 H02K19/16 H01F38/18
ADD. H02K19/36

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02K H01F

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)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 22 34 472 A1 (SIEMENS AG) 24. Januar 1974 (1974-01-24)	1 - 8
Y	Abbildungen 7,8 Seite 8, Absätze 1,3 -----	9,10
X	AT 379 706 B (EREVANSKY POLITEKHN I IM K MAR [SU]) 25. Februar 1986 (1986-02-25)	1,2,7,8
Y	Abbildung 1 Seite 3, Zeile 13 -----	9,10
Y	WO 2023/072461 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 4. Mai 2023 (2023-05-04) Abbildung 4 -----	9,10
A	EP 0 680 060 A1 (EATON CORP [US]) 2. November 1995 (1995-11-02) Abbildung 2 -----	1

☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren 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 12. Oktober 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 24/10/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Le Chenadec, Hervé

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/068443

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2234472	A1	24-01-1974	KEINE
AT 379706	B	25-02-1986	KEINE
WO 2023072461	A1	04-05-2023	CN 118160201 A 07-06-2024
			DE 102021212012 B3 06-04-2023
			WO 2023072461 A1 04-05-2023
EP 0680060	A1	02-11-1995	EP 0680060 A1 02-11-1995
			JP H0851041 A 20-02-1996