

(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
3. Januar 2013 (03.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/000593 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 38/14 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/055540
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2012 (28.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102011107620.8 30. Juni 2011 (30.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **PAUL VAHLE GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Westicker Straße 52, 59174 Kamen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEINS, Jürgen** [DE/DE]; Am Hasengarten 18, 3126 Braunschweig (DE). **SCHMÜLLING, Benedikt** [DE/DE]; Berkelstraße 36, 44628 Herne (DE). **TURKI, Faical**; Sugambrestr. 33, 59192 Bergkamen (DE). **VOSSHAGEN, Thomas**; Bahnhofstr. 7, 57489 Drolshagen (DE).
- (74) Anwalt: **LENZING GERBER STUTE**; Partnerschaftsgesellschaft von Patentanwälten, Bahnstraße 9, 40212 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLAT COIL FOR A CONTACTLESS INDUCTIVE ENERGY TRANSMISSION

(54) Bezeichnung : FLACHSPULE FÜR KONTAKTLOSE INDUKTIVE ENERGIEÜBERTRAGUNG

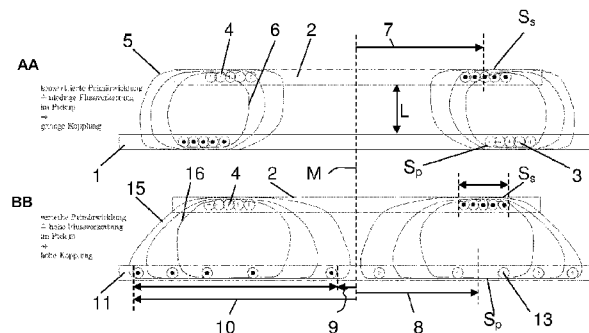


Fig. 2

AA concentrated primary winding low flux linkage in the pickup low coupling
BB distributed primary winding high flux linkage in the pickup high coupling

(57) Abstract: The invention relates to an inductive energy transmitting system for transmitting electric energy between a base station and a movable load, in particular a vehicle. Electric energy can be transmitted from a base station to the load and/or from the load to the base station by means of the energy transmitting system. The energy transmitting system has at least one primary-side flat coil (S_p) arranged in the base station and a secondary-side flat coil (S_s) arranged in the load, each coil comprising multiple windings (3, 4). The windings (3, 4) are arranged concentrically or spirally about a central point (M). The invention is characterized in that at least some adjacent windings (13) of a primary-side flat coil (S_p) are mutually spaced by a gap (d_i), and the distance (9, 10) between the winding that is arranged closest to the central point (M) and the winding that is arranged farthest from the central point (M) is greater in the primary-side coil (S_p) than in a secondary-side coil (S_s).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/000593 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von elektrischer Energie zwischen einer Basisstation und einem beweglichen Verbraucher, insbesondere einem Fahrzeug, wobei mittels des Energieübertragungssystems elektrische Energie von einer Basisstation zum Verbraucher und/oder vom Verbraucher zur Basisstation übertragbar ist, wobei das Energieübertragungssystem mindestens eine in der Basisstation angeordnete primärseitige und eine im Verbraucher sekundärseitig angeordnete Flachspule (S_s , S_p) mit jeweils mehreren Windungen (3, 4) aufweist, wobei die Windungen (3, 4) um einen Mittelpunkt (M) herum konzentrisch oder spiralförmig angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwischen einigen benachbarten Windungen (13) einer primärseitigen Flachspule (S_p) ein Abstand (d) zueinander besteht und die Entfernung (9, 10) zwischen der am nächsten zum Mittelpunkt (M) angeordneten und der am weitesten vom Mittelpunkt (M) entfernt angeordneten Windung bei der primärseitigen Spule (S_p) größer ist als bei einer sekundärseitigen Spule (S_s).

5

Flachspule für kontaktlose induktive Energieübertragung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von elektrischer Energie zwischen einer Basisstation und einem beweglichen Verbraucher, insbesondere einem Fahrzeug, wobei mittels des

15 Energieübertragungssystems elektrische Energie von einer Basisstation zum Verbraucher und/oder vom Verbraucher zur Basisstation übertragbar ist, wobei das Energieübertragungssystem mindestens eine in der Basisstation angeordnete primärseitige und eine im Verbraucher

20 sekundärseitig angeordnete Flachspule mit jeweils mehreren Windungen aufweist, wobei die Windungen um einen Mittelpunkt herum konzentrisch oder spiralförmig angeordnet sind.

Für das induktive Laden eines Fahrzeugs wird eine Basisstation mit einer Primärspule sowie eine sekundärseitige Pickup-Spule am Fahrzeug benötigt. Die Spulen sind in der Regel als Ladeplatten mit Flachspulen

25 ausgebildet, wobei die Basisstation oft die Maße 1m x 1m und die sekundärseitige Pickup die Maße 0,8m x 0,8m aufweist. Die sekundärseitige Pickup ist bevorzugt als Unterbodenpickup unter dem Fahrzeug angeordnet. Die Wicklungen der primär- und sekundärseitigen

Flachspulen sind konzentriert gewickelt, d.h. die benachbarten Windungen grenzen unmittelbar ohne einen Abstand aneinander an. Sie müssen aber nicht unbedingt aneinander liegen. Die Spulen können dabei konzentrisch oder spiralförmig gewickelt sein.

- 5 In die Primärspule wird ein Wechselstrom eingespeist, der ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Dieses magnetische Feld ist mit der Sekundärspule mittels des Kopplungsfaktors k gekoppelt und induziert dort eine elektrische Spannung. Mit den bislang verwendeten konzentrierten Wicklungen lässt sich jedoch in der Regel nur eine geringe
- 10 Kopplung erzielen, die von vielen Faktoren, insbesondere dem Abstand der Flachspulen zueinander, abhängt.

Es ist ferner bekannt Flachspulen derart zu wickeln, dass die benachbarten Windungen zueinander einen Abstand aufweisen, damit sich ein bestimmtes Magnetfeld oberhalb der Spule einstellt, damit mit

15 diesem Magnetfeld Teile geformt werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes System derart zu verbessern, dass es einen höheren Kopplungsfaktor aufweist.

Diese Aufgabe wird mit einem System mit den Merkmalen des Anspruchs

20 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass durch nicht konzentriert gewickelte Flachspulen ein Magnetfeld erzeugbar ist, bei dem sich eine höhere und damit bessere Kopplung zwischen der primärseitigen und

25 sekundärseitigen Flachspule ergibt. Dies wird erzielt, in dem zumindest für die primärseitige Spule eine Flachspule mit Wicklungen verwendet wird, bei denen zumindest einige der benachbarten Windungen einen Abstand zueinander aufweisen. Hierdurch kann die Feldverteilung vorteilhaft beeinflusst werden, wodurch eine bessere Kopplung erreicht

30 werden kann, in dem der Anteil des durch die Primärspule erzeugten magnetischen Flusses, der mit der Sekundärspule gekoppelt ist,

signifikant vergrößert wird. Die bessere Kopplung führt vorteilhaft zu höheren Wirkungsgraden, so dass ein vergleichsweise geringerer Primärstrom zur Erzeugung der gleichen Sekundärspannung erforderlich ist. Aufgrund des besseren Wirkungsgrades bzw. der besseren Kopplung
5 kann alternativ vorteilhaft mit kleinerer Windungszahl die gleiche Sekundärspannung erzeugt werden. Eine kleinere Windungszahl verringert vorteilhaft die ohmschen Verluste in der Spule. Hierdurch sinkt aufgrund des kleineren Scheinstroms der Blindleistungsbedarf, wodurch vorteilhaft die Verluste verringert werden.

10 Durch die verwendeten Abstände der einzelnen Windungen zueinander kann erreicht werden, dass sich ein homogenes Feld einstellt, wodurch lokale Feldmaxima vermieden werden, die lokal zu einer Überschreitung gesetzlicher oder für die funktionale Sicherheit notwendigen Grenzwerte führen könnten. Es ist jedoch nicht notwendig, dass sämtliche zueinander
15 benachbart angeordneten Windungen zueinander beabstandet sind. Es ist auch möglich, dass einige benachbart angeordnete Windungen bzw. Wicklungsdrähte unmittelbar aneinander oder in einem nicht signifikanten Abstand zueinander angeordnet sind.

Die Homogenisierung des magnetischen Feldes zwischen der
20 primärseitigen und sekundärseitigen Anordnung führt zudem dazu, dass das magnetisch leitfähige Material der Rückschlussjoche der Primär- und Sekundärseite besser ausgenutzt wird und diese somit vorteilhaft dünner ausgelegt werden muss. Hierdurch wird vorteilhaft Material und Gewicht gespart, was zu geringeren Herstellungskosten und einem geringeren
25 Energieverbrauch des Fahrzeugs führt.

Um ein möglichst homogenes Magnetfeld zumindest im Bereich der Windungen der Sekundärseite zu erzielen, besteht zumindest zwischen einigen benachbarten Windungen der primärseitigen Flachspule ein Abstand, wobei gleichzeitig die Entfernung zwischen der am nächsten
30 zum Mittelpunkt angeordneten und der am weitesten vom Mittelpunkt entfernt angeordneten Windung bei der primärseitigen Spule größer ist als bei einer sekundärseitigen Spule. Das bedeutet, dass die

Wicklungsbereiche der primär- und sekundärseitigen Flachspulen unterschiedlich breit ausgebildet sind.

Die Abstände zwischen den benachbarten Windungen der primärseitigen Spule sind dabei derart zu bemessen, dass sie größer als der
5 Durchmesser des Wicklungsleiters oder des Wicklungsdrahtes sind. Windungsverteilung und die Abstände der Windungen zueinander sind dabei vor allem empirisch oder mittels geeigneter Simulationsprogramme zu ermitteln. Auch können Optimierungsverfahren eingesetzt werden, die für den jeweiligen Anwendungsfall die optimale Windungsanordnung
10 berechnen.

So kann es vorteilhaft sein, wenn der Abstand zwischen den einzelnen Windungen vom Mittelpunkt aus hin zur äußersten Windung hin abnimmt oder die Abstände zwischen benachbarten Windungen zueinander zumindest teilweise unterschiedlich groß sind.

15 Auch kann es vorteilhaft sein, wenn die innere Windung der primärseitigen Flachspule näher zum Mittelpunkt angeordnet ist als die innere Windung der sekundärseitigen Flachspule und/oder dass die äußerste Windung der primärseitigen Flachspule weiter vom Mittelpunkt entfernt angeordnet ist als die äußerste Windung der sekundärseitigen
20 Flachspule.

Die Windungen der sekundärseitigen Flachspule können konzentriert zueinander angeordnet sein, das heißt, nebeneinander, insbesondere aneinander angrenzend. Hierdurch ergibt sich vorteilhaft eine minimale Breite des Windungsbereichs der Sekundärspule, so dass das Magnetfeld
25 nur in einem kleinen Bereich homogen ausgebildet sein muss, was die Anforderungen an die Windungsverteilung der Primärspule verringert.

Selbstverständlich können die Windungszahlen für die jeweils erforderlichen Einsatzzwecke frei gewählt werden. Sofern jedoch u.a. auch eine bidirektionale Energie und/oder Datenübertragung möglich sein
30 soll, sind die Windungszahlen der primär- und sekundärseitigen Flachspulen vorteilhaft gleich zu wählen.

Die primär- und sekundärseitigen Flachspulen können selbstverständlich kreisförmig, rechteckig oder oval ausgebildet sein. Auch ist es möglich, dass die Windungen entweder spiralförmig oder konzentrisch gewickelt sind.

- 5 Damit eine bidirektionale Energieübertragung möglich ist, kann bei einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen induktiven Energieübertragungssystems die Basisstation jeweils eine konzentriert gewickelte Flachspule sowie eine Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen aufweisen, wobei auch die sekundärseitige
- 10 Verbraucherseite jeweils eine konzentriert gewickelte Flachspule sowie eine Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen aufweist. Dabei wird je nach Übertragungsrichtung jeweils die Flachspule mit konzentrierter Wicklung als sekundärseitige Flachspule und die Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen als primärseitige Flachspule
- 15 verwendet. Es wird somit je nach Übertragungsrichtung die eine oder die andere Flachspule auf Seiten der Basisstation und des Fahrzeugs verwendet.

- Ebenso ist es möglich wenn die primärseitige und/oder sekundärseitige Flachspule jeweils einen Windungsbereich mit Windungen aufweist, die
- 20 konzentriert zueinander gewickelt sind und mindestens einen Windungsbereich aufweist, dessen benachbarte Windungen zueinander beabstandet sind. In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform können Schaltmittel vorgesehen sein, mit denen ein oder mehrere
- 25 Windungsbereiche aktiv schaltbar und somit mit einer nach- oder vorgeschalteten Elektronik verbindbar sind. Hierdurch kann das erzeugte Magnetfeld durch die Wahl der aktivgeschalteten Windungsbereiche beeinflusst werden. Eine derartige Flachspule kann somit als Sendespule mit zueinander beabstandeten Windungen und auch als Empfangsspule, d.h. sekundärseitige Spule, mit konzentrierter Wicklung, dienen.

- 30 Es ist ebenfalls möglich, dass die primärseitige und/oder sekundärseitige Flachspule jeweils mindestens eine einzelne Windung oder mindestens einen Windungsbereich aufweist, der bzw. die relativ zu anderen

Windungen verschieblich angeordnet sind und/oder deren Durchmesser sich ändern lässt, derart, dass das mit dieser Flachspule erzeugte Magnetfeld veränderbar ist. Hierdurch kann adaptiv der Kopplungsfaktor während des Betriebs oder der Inbetriebnahme optimiert werden.

- 5 Vorteilhaft wird der Kopplungsfaktor durch einen geringfügigen seitlichen Versatz der primärseitigen Anordnung zur sekundärseitigen Anordnung durch die erfindungsgemäße Windungsanordnung nur unwesentlich beeinflusst. Dies wird vorteilhaft dadurch erreicht, dass das magnetische Feld der Primärspule wesentlich homogener im Bereich der
- 10 Sekundärspule ist als bei einer Primärspule mit einer konzentrierten Wicklung.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße induktive Energieübertragungssystem anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- 15 Fig. 1: Magnetfeld einer konzentriert gewickelten Flachspule und einer Flachspule mit verteilt und zueinander beabstandeten Windungen;
- Fig. 2: vergleichende Feldverteilung;
- Fig. 3: Querschnittsdarstellung und Draufsicht auf eine Flachspule mit
- 20 zueinander beabstandeten Windungen;
- Fig. 4: Draufsicht auf den Deckel des Trägers für die Primärwicklung;
- Fig. 5: Draufsicht auf den Deckel des Trägers für die Sekundärwicklung;
- Fig. 6: Querschnittsdarstellung durch den Träger für die
- 25 Primärwicklung.

In Figur 1 ist auf der linken Seite die stationäre Ladeplatte 1 in Draufsicht und Seitenansicht mit einer konzentrierten Wicklung 3 dargestellt. Darüber ist einmal das sich theoretisch einstellende orthogonale B-Feld

und das sich unter realistischen Bedingungen einstellende orthogonale B-Feld der konzentriert gewickelten Flachspule 3 dargestellt. Die Unterschiede zwischen Theorie und Praxis sind hauptsächlich durch den großen Luftspalt L (siehe Figur 2) zwischen Ladeplatte 1 und Pickup 2 von in der Regel mindesten 80mm verursacht. Hierdurch konzentriert sich das B-Feld eher in der Nähe der Wicklung 3 anstatt die gesamte Ladeplatte 1 gleichmäßig auszunutzen. Die Mitte M der Ladeplatte 1 bleibt daher z.B. zu großen Teilen ohne B-Feld.

Auf der rechten Seite ist eine Flachspule 11 mit verteilt und zueinander beabstandeten Windungen 13 dargestellt. Darüber ist das sich theoretisch einstellende orthogonale B-Feld und das sich unter realistischen Bedingungen einstellende orthogonale B-Feld der rechten Flachspule 13 dargestellt. Eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Platzes wurde mittels Simulationen erreicht, indem die Windungen verteilt angeordnet werden, wodurch sich oberhalb der Primärspule ein homogeneres Magnetfeld ergibt. Dabei können die einzelnen Abstände d_i alle zueinander verschieden sein, müssen es aber nicht. Der Betrag des realistischen B-Feldes (unten) ist annähernd homogen über die gesamte Länge d der Ladeplatte und ähnelt eher dem theoretischen Feld (oben links) der konzentrierten Wicklung 3 (linke Wicklung).

Die Figur 2 zeigt die Ladeplatte 1, 11 der Basisstation und die Pickup 2 in der Seitenansicht. In der oberen Darstellung ist die Wicklung 3 der Ladeplatte 1 aus einer Standard-Flachspule S_s , S_p mit konzentriert angeordneten Windungen gebildet. Die Magnetfeldlinien 5, 6 bei der gattungsgemäßen Lösung umfassen nicht sämtliche Windungen 4 der Sekundärspule S_s . In der unteren Darstellung ist die Wicklung 13 als verteilte Flachspule S_p ausgebildet. Die Figur 2 verdeutlicht, dass es durch die Verteilung bzw. die Beabstandung der benachbarten Windungen 13 möglich ist, einen größeren Anteil des erzeugten magnetischen Flusses 15, 16 mit der sekundärseitigen Pickup-Wicklung 4 zu verketteten. Hierdurch wird die Kopplung zwischen Primär- und Sekundärseite S_s , S_p erhöht.

Durch die bessere Kopplung ist ein geringerer Primärstrom notwendig um die gleiche Induktionsspannung auf der Sekundarseite zu erzeugen gegenüber einem System mit schlechterer Kopplung. Der Wirkungsgrad des Systems ist daher höher als bei den gattungsgemäßen Systemen mit
5 konzentrierten Wicklungen.

In Figur 3 ist noch einmal vergrößert die Flachspule S_p mit verteilt angeordneten Windungen 13 dargestellt. Die Abstände d_1 bis d_4 sind jeweils derart zu wählen, dass sich ein B-Feld ergibt, dessen Magnetfeldlinien 15, 16 möglichst alle Windungen der sekundärseitigen
10 Wicklung 4 umschließen. Die Windungen sind konzentrisch um den Mittelpunkt M herum angeordnet. Dabei können die einzelnen Windungen über orthogonale Verbindungsstege miteinander verbunden sein, die hier nicht dargestellt sind. Die Wicklungen können wie dargestellt quadratisch sein. Sie können jedoch auch rechteckig, oval oder kreisförmig sein.
15 Ebenso können die Windungen spiralförmig um den Mittelpunkt herum angeordnet sein. Eine rechteckige Form bietet sich an, wenn die Pickup-Spule z.B. im Bereich des Nummernschildes eines Fahrzeugs angeordnet ist.

Die Figuren 4 und 5 zeigen Draufsichten auf die Deckel 26, 27 der Träger
20 11 und 2 für die Primär- und Sekundärwicklung. Die Abstände der einzelnen Windungen der Primärspule sind dabei so gewählt, dass sich bei einem Abstand von ca. 90 mm bis 180 mm ein homogenes Magnetfeld zwischen der Primär- und der Sekundärspule einstellt.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Effektivwert des
25 Primärstromes ca. 9A bis 14A beträgt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Strom nicht so hoch ist, dass das Flussleitmaterial in Sättigung geht. Die Frequenz kann im Bereich von 120 bis 180 KHz liegen. Die Primärwicklung hat in der dargestellten Ausführungsform gem. der Figuren 4 und 5 acht Windungen und die Sekundärwicklung hat ebenfalls
30 acht Windungen.

Die Flachwicklungen sind rechteckig ausgebildet, wobei die einzelnen Windungen konzentrisch zueinander angeordnet sind. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die Windungen spiralförmig ausgebildet sind.

Die Deckel 26, 27 weisen umlaufende Ausnehmungen 20₁₋₈ und 23 auf, welche z.B. durch eingeprägte, eingefräste oder ausgeformte Nuten gebildet sein können. In den Ausnehmungen 20₁₋₈ und 23 sind die Wicklungsdrähte der Wicklungen angeordnet bzw. liegen in diesen ein. Es ist selbstverständlich möglich, dass anstatt der Ausnehmungen 20₁₋₈ und 23 seitliche Begrenzungen, z.B. in Form von Erhebungen oder Vorsprüngen, vorgesehen sind, die die Wicklungsdrähte in Position und zueinander beabstandet halten.

In jeder rechteckig ausgebildeten Ausnehmung 20₁₋₈ des primärseitigen Trägers 26 kann jeweils ein eine Windung bildender Wicklungsdraht einliegen. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass in jeder Ausnehmung 20₁₋₈ mehrere Wicklungsdrähte, z.B. ein, zwei oder mehr, zueinander parallel angeordnet sind und einliegen. Die Wicklungsdrähte werden über die Ausnehmung 21 zu den einzelnen Ausnehmungen 20₁₋₈ geführt. Die Ausnehmung 21 ist orthogonal zu den Ausnehmungen 20₁₋₈ angeordnet, so dass der Strom, welcher durch die in der Ausnehmung 21 einliegenden Wicklungsabschnitten fließt keine Auswirkungen auf das erzeugte Magnetfeld der Primärspulenordnung hat. Die Ausnehmungen 20₁₋₈ sind durch die Zwischenbereiche ZW zueinander beabstandet, so dass sich eine verteilte Wicklung ergibt. In Figur 4 sind die Abmessungen der Ausnehmungen 20₁₋₈ angegeben. Die als Nuten ausgebildeten Ausnehmungen 20₁₋₈ haben jeweils eine Breite von 10mm. Die innerste Ausnehmung 20₁ hat einen äußeren Durchmesser von 120mm. Die Mitte des innersten Wicklungsdrahtes hat somit einen Abstand zum Mittelpunkt von 115mm. Die die innerste Ausnehmung 20₁ als nächstes umfassende Ausnehmung 20₂ hat einen äußeren Durchmesser von 270mm.

Die Seiten 26a, 26b des Deckels 26 sind jeweils gleich lang, so dass der Deckel 26 quadratisch ist. Es ist jedoch ebenso möglich, dass der Deckel 26 und somit der Träger 11 rechteckförmig ist.

Die Wicklungsdrähte der Sekundärwicklung sind in der Ausnehmung 23, welche sich um den mittleren Bereich 24 des Trägers 2 erstreckt, angeordnet. Die Wicklungsdrähte liegen dabei aneinander an und sind lediglich durch das elektrisch isolierende Material voneinander getrennt.

5 Der Deckel 27 weist Befestigungsstellen 25 zur Befestigung, z.B. an einem Fahrzeug, auf.

Die Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch die primärseitige Spulenanordnung. Der Träger 11 weist einen Deckel 26 auf, welcher vorzugsweise aus einem Glasfaserverbundmaterial hergestellt ist und

10 Ausnehmungen 20 in Form von Nuten aufweist, in denen die Wicklungsdrähte 13 einliegen. Auf einer Basisplatte 29, welche z.B. aus Aluminium hergestellt sein kann, ist als Flussleitmaterial eine Ferritplatte 28 angeordnet. Die Ferritplatte 28 kann auch durch kleine gestapelte Ferritplättchen zusammengesetzt sein. Der Deckel 26 und die Basisplatte

15 29 sind an den Seiten 29a miteinander verschraubt. Die Breite der Zwischenbereiche ZW bestimmt den Abstand der zueinander benachbarten Wicklungsdrähte 13 bzw. Windungen.

Die Deckel der primär- und sekundärseitigen Träger sind vorteilhaft aus einem leichten, robusten und verbiegungssteifen Material damit die

20 Wicklungen gut gegen äußere mechanische Kräfte geschützt sind. Heute wird als Flussleitmaterial in der Regel Ferritmaterial verwendet, welches spröde ist und daher die Gefahr besteht, dass es durch äußere Kräfte zerstört wird. Daher muss sichergestellt sein, dass der Träger das Ferritmaterial 28 hinreichend gegen Zerstörung schützt.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von
5 elektrischer Energie zwischen einer Basisstation und einem
beweglichen Verbraucher, insbesondere einem Fahrzeug, wobei
mittels des Energieübertragungssystems elektrische Energie von
einer Basisstation zum Verbraucher und/oder vom Verbraucher zur
Basisstation übertragbar ist, wobei das Energieübertragungssystem
10 mindestens eine in der Basisstation angeordnete primärseitige und
eine im Verbraucher sekundärseitig angeordnete Flachspule (S_s , S_p)
mit jeweils mehreren Windungen (3, 4) aufweist, wobei die
Windungen (3, 4) um einen Mittelpunkt (M) herum konzentrisch
oder spiralförmig angeordnet sind, **d a d u r c h**
15 **g e k e n n z e i c h n e t**, dass zumindest zwischen einigen
benachbarten Windungen (13) einer primärseitigen Flachspule (S_p)
ein Abstand (d_i) zueinander besteht und die Entfernung (9, 10)
zwischen der am nächsten zum Mittelpunkt (M) angeordneten und
der am weitesten vom Mittelpunkt (M) entfernt angeordneten
20 Windung bei der primärseitigen Spule (S_p) größer ist als bei einer
sekundärseitigen Spule (S_s).
2. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass zumindest
einige benachbarte Windungen der primärseitigen Spule (S_p) einen
25 Abstand (d_i) zueinander aufweisen, der größer als der Durchmesser
des Wicklungsleiters oder Wicklungsdrahtes ist, bevorzugt
mindestens dem 2 bis 10-fachen des Wicklungsleiters oder
Wicklungsdrahtes entspricht.
3. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
30 **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass der
Abstand (d_i) zwischen den einzelnen Windungen (13) vom

- Mittelpunkt (M) aus hin zur äußersten Windung hin abnimmt oder die Abstände (d_i) zwischen benachbarten Windungen (13) zueinander zumindest teilweise unterschiedlich groß sind.
4. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der
5 vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die innere Windung der primärseitigen Flachspule (S_p) näher zum Mittelpunkt (M) angeordnet ist als die innere Windung der sekundärseitigen Flachspule (S_s) und/oder dass die äußerste Windung der
10 primärseitigen Flachspule (S_p) weiter vom Mittelpunkt (M) entfernt angeordnet ist als die äußerste Windung der sekundärseitigen Flachspule (S_s).
5. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der
15 vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die Windungen (4) der sekundärseitigen Flachspule (S_s) konzentriert zueinander angeordnet sind, das heißt, nebeneinander, insbesondere aneinander angrenzend, angeordnet sind.
6. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der
20 vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die Windungen (13) der primärseitigen Flachspule (S_p) derart verteilt angeordnet sind, dass das Magnetfeld (15, 16) oberhalb der primärseitigen Anordnung betragsmäßig möglichst homogen ist.
- 25 7. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 6, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass das Magnetfeld keine lokalen Feldmaxima aufweist, derart, dass die maximale Magnetfeldstärke einen gesetzlich oder technisch bedingten Grenzwert überschreitet.
- 30 8. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h**

g e k e n n z e i c h n e t , dass die primär- und sekundärseitigen Flachspulen (S_s , S_p) die gleiche Anzahl Windungen (4, 13) aufweisen.

- 5 9. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t** , dass die Spulen (S_s , S_p) kreisförmig, rechteckig oder oval ausgebildet sind und/oder die Windungen entweder spiralförmig oder konzentrisch sind.
- 10 10. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t** , dass die Basisstation jeweils eine konzentriert gewickelte Flachspule sowie eine Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen aufweist und/oder die sekundärseitige Verbraucherseite jeweils eine konzentriert gewickelte Flachspule sowie eine Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen aufweist, derart, dass bidirektional elektrische Energie und/oder Daten zwischen Basisstation und Verbraucher übertragbar ist, wobei jeweils mittels einer Flachspule mit zueinander beabstandeten Windungen Energie und/oder Daten zu einer konzentriert gewickelten Flachspule übertragbar ist.
- 15 20
11. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t** , dass die primärseitige und/oder sekundärseitige Flachspule jeweils einen Windungsbereich mit Windungen aufweist, die konzentriert zueinander gewickelt sind und mindestens einen Windungsbereich aufweist, dessen benachbarte Windungen zueinander beabstandet sind.
- 25
12. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 13, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t** , dass Schaltmittel vorhanden sind, mit denen ein oder mehrere Windungsbereiche aktiv schaltbar und somit mit einer nach- oder
- 30

vorgeschalteten Elektronik verbindbar sind.

13. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 13 oder 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der
konzentriert gewickelte Windungsbereich zum Empfang von
5 elektrischer Energie als sekundärseitige Spule dient und dass alle
Windungsbereiche oder nur bestimmte Windungsbereiche,
insbesondere nur die Windungsbereiche mit zueinander
beabstandeten Windungen, die primärseitige Spule bilden.
14. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der
10 vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t , dass die primärseitige und/oder
sekundärseitige Flachspule jeweils mindestens eine einzelne
Windung oder Windungsbereiche aufweist, die relativ zu anderen
Windungen verschieblich angeordnet sind und/oder deren
15 Durchmesser sich ändern lässt, derart, dass das mit dieser
Flachspule erzeugte Magnetfeld veränderbar ist.
15. Induktives Energieübertragungssystem nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t , dass die sekundärseitige
20 Flachspule unter dem Fahrzeug oder im Bereich der Front oder des
Hecks des Fahrzeugs, insbesondere im Bereich des
Nummernschildes, angeordnet ist.

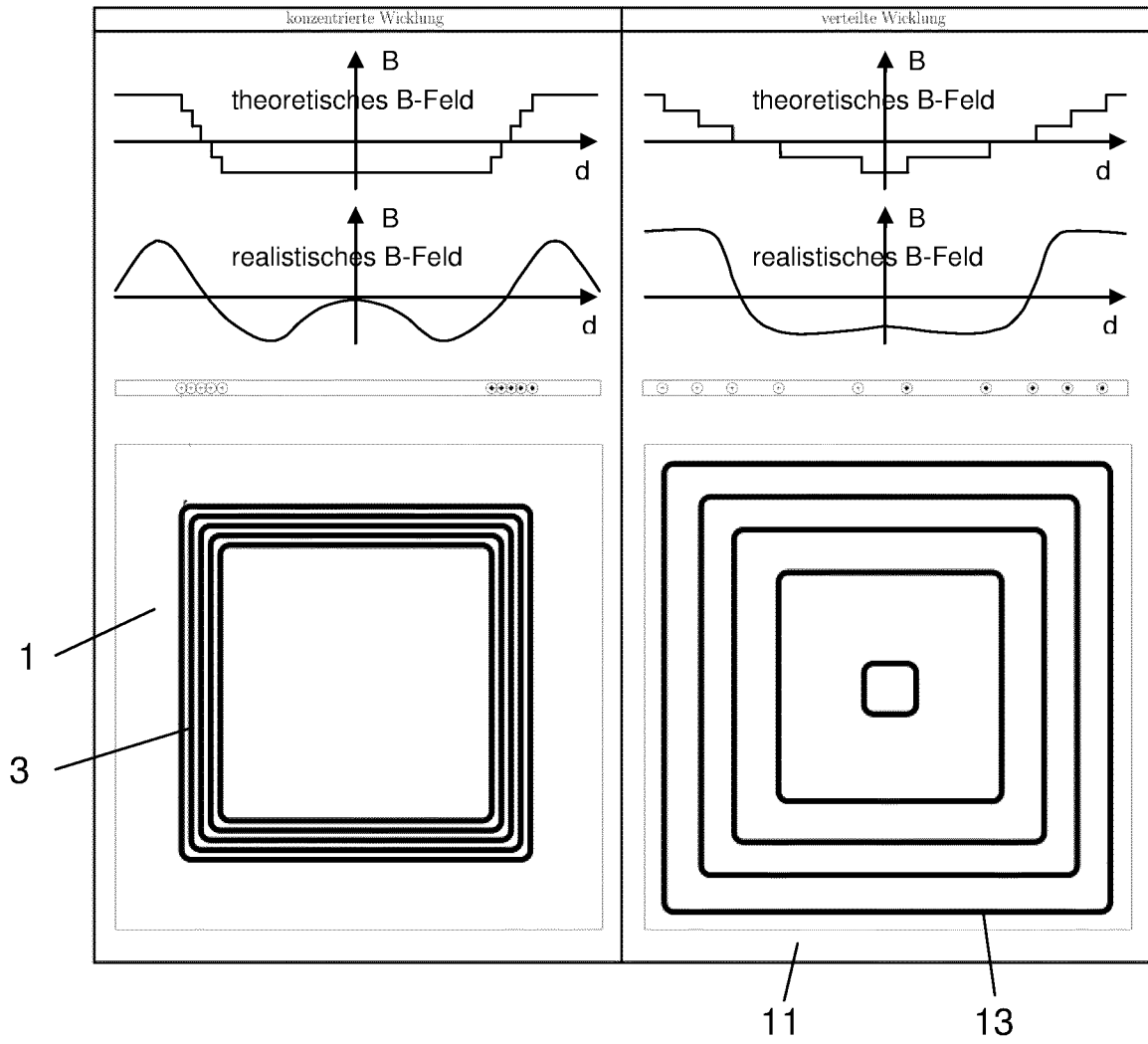


Fig. 1

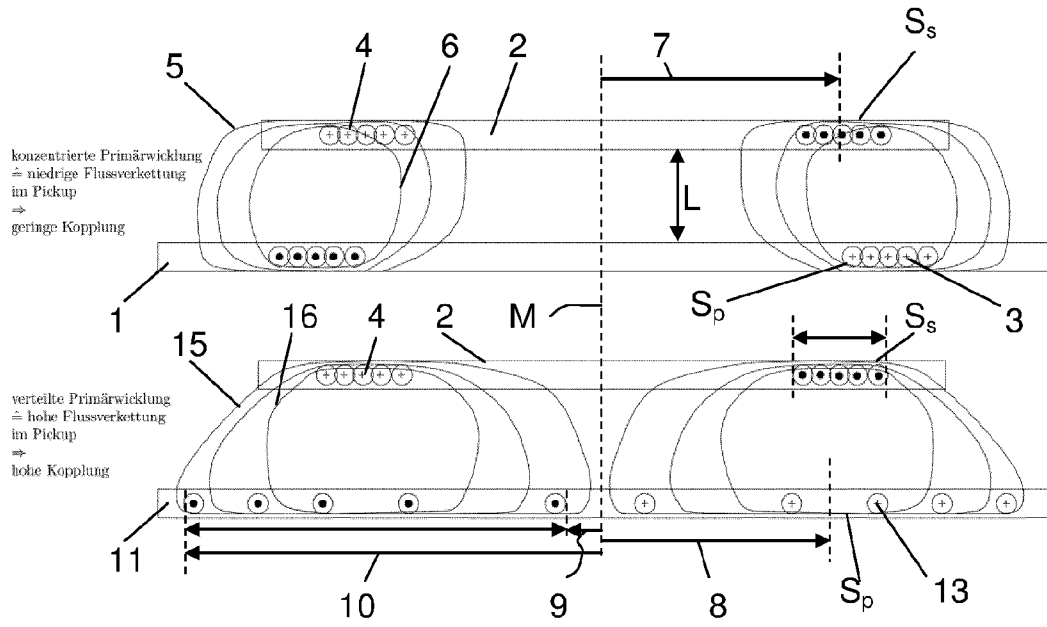


Fig. 2

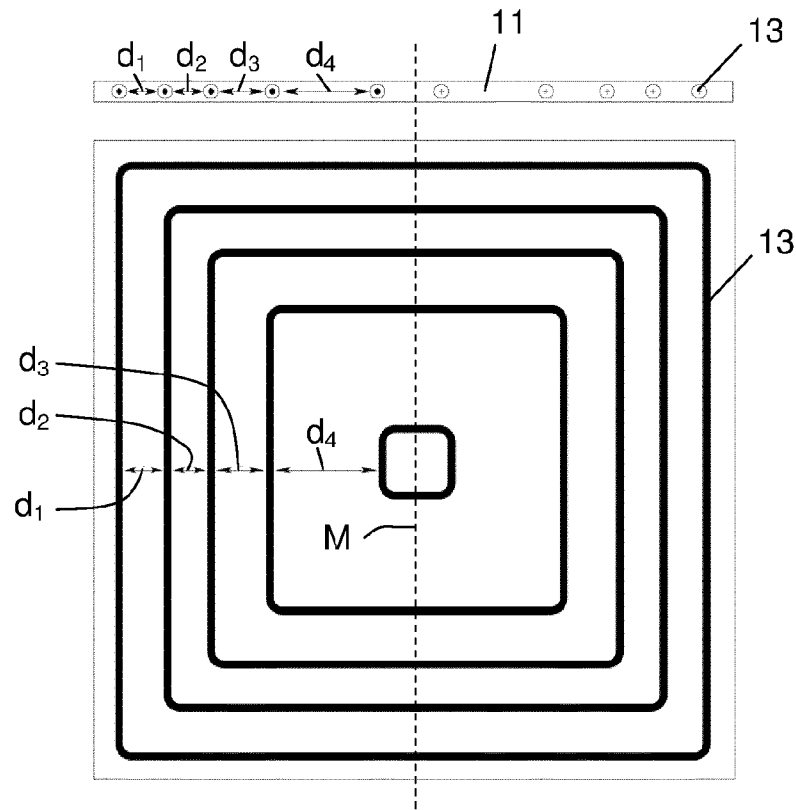


Fig. 3

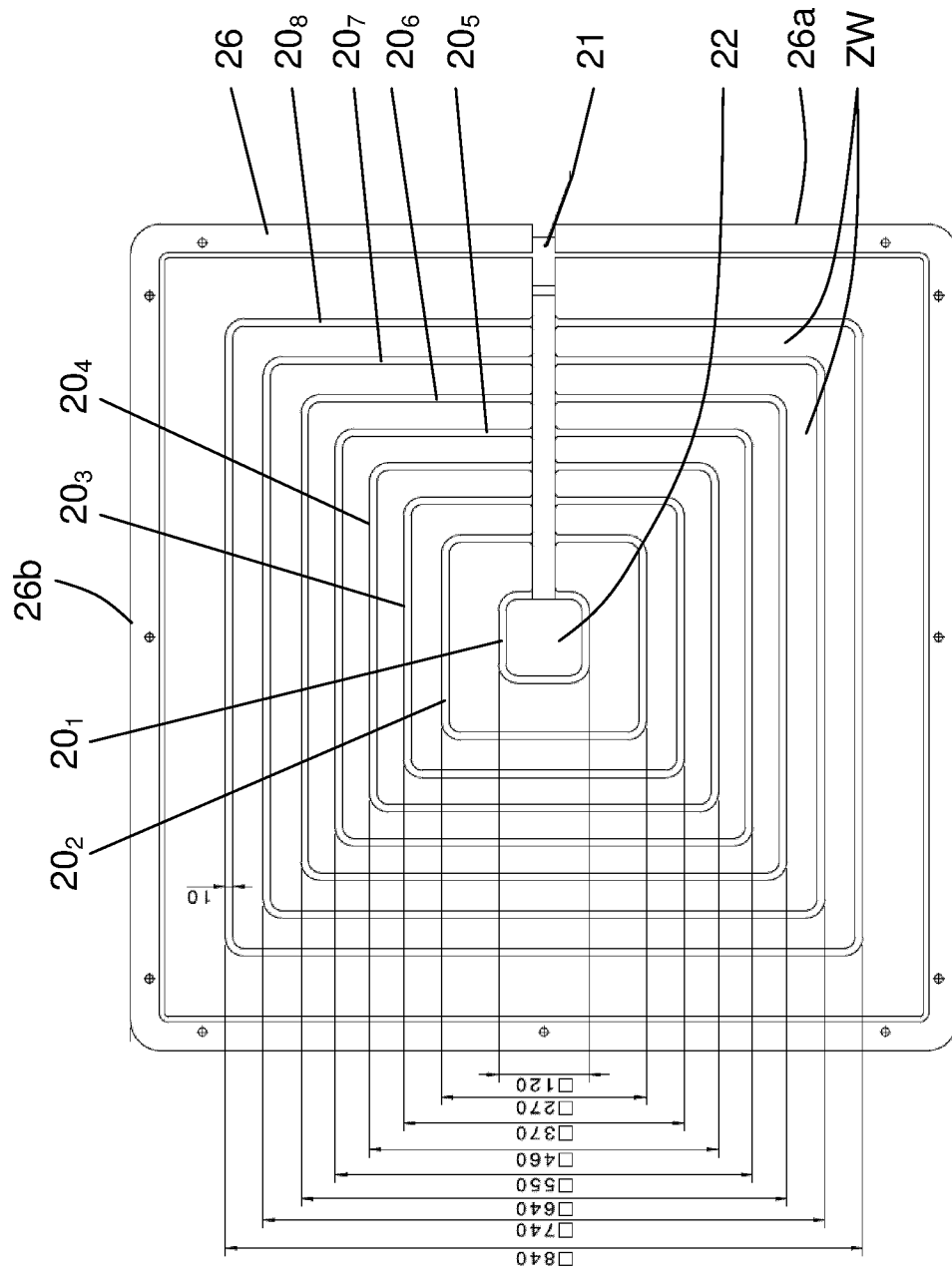


Fig. 4

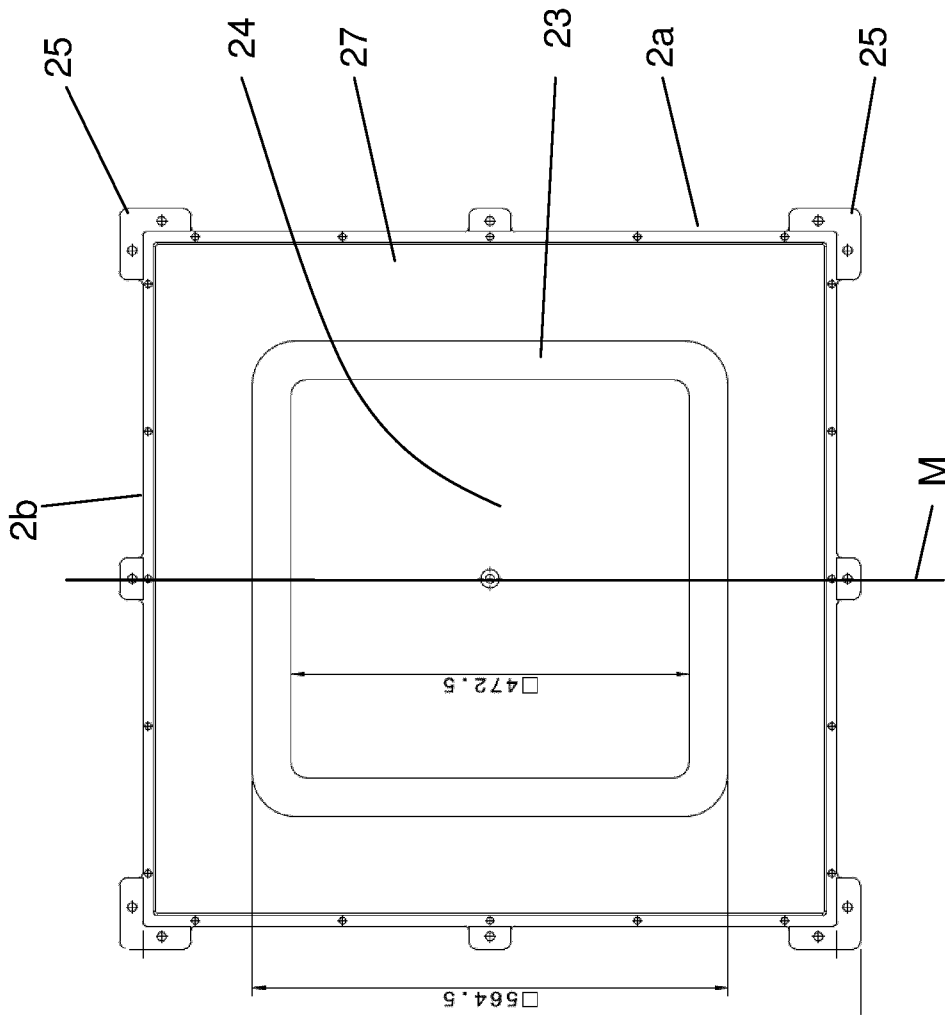


Fig. 5

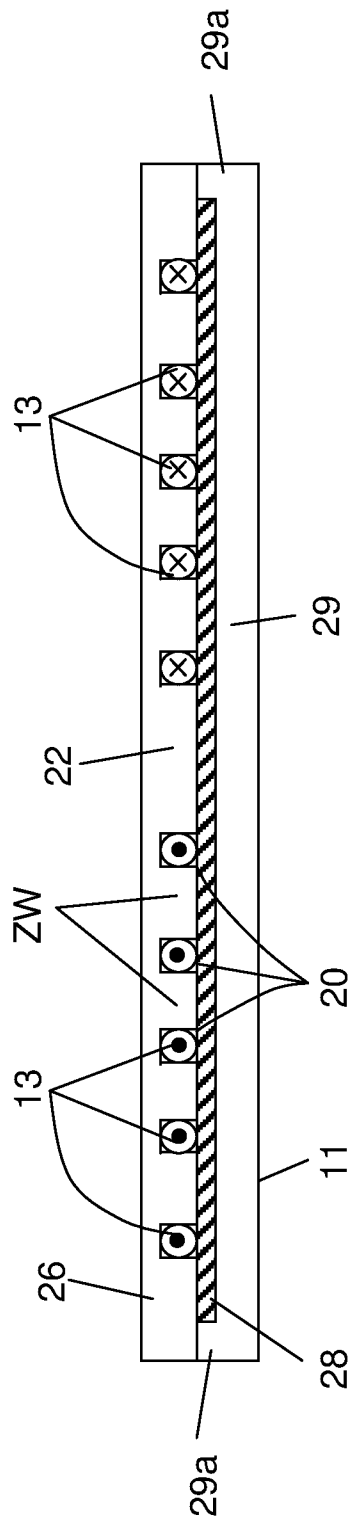


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F38/14
ADD.

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)
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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/013725 A1 (LS CABLE LTD [KR]; GWON GWANG-HEE [KR]; PARK DONG-YOUNG [KR]; CHOI SUN) 1 February 2007 (2007-02-01) page 1, paragraph 2 page 4, paragraph 25 - page 5, paragraph 27 page 5, paragraph 34 - page 8, paragraph 43 page 9, paragraph 60	1-15
X	US 2009/230777 A1 (BAARMAN DAVID W [US] ET AL) 17 September 2009 (2009-09-17) page 1, paragraph 3 page 2, paragraphs 30,31 page 4, paragraphs 47,50-52 page 5, paragraphs 55,56,60 ----- -/--	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <p align="center">27 July 2012</p>	Date of mailing of the international search report <p align="center">22/08/2012</p>
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p align="center">Gols, Jan</p>
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055540

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/007661 A1 (FUJIKURA CO LTD) 20 January 2011 (2011-01-20) page 1, paragraph 1 page 4, paragraph 16 - page 6, paragraph 25	1-7,9-14
X	----- US 2010/244579 A1 (SOGABE HARUHIKO [JP] ET AL) 30 September 2010 (2010-09-30) page 2, paragraph 16 page 2, paragraphs 18,19 page 2, paragraph 40 - page 3, paragraph 48 page 3, paragraph 50 page 4, paragraph 61	1,4, 8-10,12, 15
A	----- WO 2009/063975 A1 (MELEAGROS CORP [JP]; MATSUMOTO YOHSUKE [JP]) 22 May 2009 (2009-05-22) abstract figures 27A,28A	1-3,5, 9-14
A	----- EP 2 216 870 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 11 August 2010 (2010-08-11) page 2, paragraph 4 page 3, paragraph 16 - page 4, paragraph 16 page 4, paragraph 21-23 column 10, line 45 - column 11, line 1 page 7, paragraph 31 page 8, paragraphs 41,42 -----	1,8,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/055540

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007013725 A1	01-02-2007	CN 101233664 A	30-07-2008
		JP 2009504115 A	29-01-2009
		KR 20070014004 A	31-01-2007
		US 2009102419 A1	23-04-2009
		WO 2007013725 A1	01-02-2007

US 2009230777 A1	17-09-2009	AU 2009223084 A1	17-09-2009
		CA 2715984 A1	17-09-2009
		CN 101971452 A	09-02-2011
		EP 2266179 A1	29-12-2010
		JP 2011517926 A	16-06-2011
		KR 20100130985 A	14-12-2010
		RU 2010141703 A	20-04-2012
		TW 201004087 A	16-01-2010
		US 2009230777 A1	17-09-2009
WO 2009114671 A1	17-09-2009		

WO 2011007661 A1	20-01-2011	CN 102474135 A	23-05-2012
		EP 2456044 A1	23-05-2012
		JP 4705988 B2	22-06-2011
		JP 2011024360 A	03-02-2011
		US 2012098352 A1	26-04-2012
		WO 2011007661 A1	20-01-2011

US 2010244579 A1	30-09-2010	JP 2010252624 A	04-11-2010
		US 2010244579 A1	30-09-2010

WO 2009063975 A1	22-05-2009	NONE	

EP 2216870 A2	11-08-2010	EP 2216870 A2	11-08-2010
		JP 2010183814 A	19-08-2010
		KR 20100091117 A	18-08-2010
		US 2010201204 A1	12-08-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01F38/14
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/013725 A1 (LS CABLE LTD [KR]; GWON GWANG-HEE [KR]; PARK DONG-YOUNG [KR]; CHOI SUN) 1. Februar 2007 (2007-02-01) Seite 1, Absatz 2 Seite 4, Absatz 25 - Seite 5, Absatz 27 Seite 5, Absatz 34 - Seite 8, Absatz 43 Seite 9, Absatz 60	1-15
X	US 2009/230777 A1 (BAARMAN DAVID W [US] ET AL) 17. September 2009 (2009-09-17) Seite 1, Absatz 3 Seite 2, Absätze 30,31 Seite 4, Absätze 47,50-52 Seite 5, Absätze 55,56,60	1-15
	----- -/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juli 2012	22/08/2012

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 Gols, Jan
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2011/007661 A1 (FUJIKURA CO LTD) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Seite 1, Absatz 1 Seite 4, Absatz 16 - Seite 6, Absatz 25 -----	1-7,9-14
X	US 2010/244579 A1 (SOGABE HARUHIKO [JP] ET AL) 30. September 2010 (2010-09-30) Seite 2, Absatz 16 Seite 2, Absätze 18,19 Seite 2, Absatz 40 - Seite 3, Absatz 48 Seite 3, Absatz 50 Seite 4, Absatz 61 -----	1,4, 8-10,12, 15
A	WO 2009/063975 A1 (MELEAGROS CORP [JP]; MATSUMOTO YOHSUKE [JP]) 22. Mai 2009 (2009-05-22) Zusammenfassung Abbildungen 27A,28A -----	1-3,5, 9-14
A	EP 2 216 870 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 11. August 2010 (2010-08-11) Seite 2, Absatz 4 Seite 3, Absatz 16 - Seite 4, Absatz 16 Seite 4, Absatz 21-23 Spalte 10, Zeile 45 - Spalte 11, Zeile 1 Seite 7, Absatz 31 Seite 8, Absätze 41,42 -----	1,8,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055540

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007013725 A1	01-02-2007	CN 101233664 A	30-07-2008
		JP 2009504115 A	29-01-2009
		KR 20070014004 A	31-01-2007
		US 2009102419 A1	23-04-2009
		WO 2007013725 A1	01-02-2007
US 2009230777 A1	17-09-2009	AU 2009223084 A1	17-09-2009
		CA 2715984 A1	17-09-2009
		CN 101971452 A	09-02-2011
		EP 2266179 A1	29-12-2010
		JP 2011517926 A	16-06-2011
		KR 20100130985 A	14-12-2010
		RU 2010141703 A	20-04-2012
		TW 201004087 A	16-01-2010
		US 2009230777 A1	17-09-2009
		WO 2009114671 A1	17-09-2009
WO 2011007661 A1	20-01-2011	CN 102474135 A	23-05-2012
		EP 2456044 A1	23-05-2012
		JP 4705988 B2	22-06-2011
		JP 2011024360 A	03-02-2011
		US 2012098352 A1	26-04-2012
		WO 2011007661 A1	20-01-2011
US 2010244579 A1	30-09-2010	JP 2010252624 A	04-11-2010
		US 2010244579 A1	30-09-2010
WO 2009063975 A1	22-05-2009	KEINE	
EP 2216870 A2	11-08-2010	EP 2216870 A2	11-08-2010
		JP 2010183814 A	19-08-2010
		KR 20100091117 A	18-08-2010
		US 2010201204 A1	12-08-2010