



(10) **DE 10 2015 203 796 A1** 2016.09.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 203 796.7**

(22) Anmeldetag: **03.03.2015**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2016**

(51) Int Cl.: **H02J 50/10 (2016.01)**

H01L 27/32 (2006.01)

H01F 27/34 (2006.01)

H01F 38/14 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Eiermann, Franz, 96179 Rattelsdorf, DE

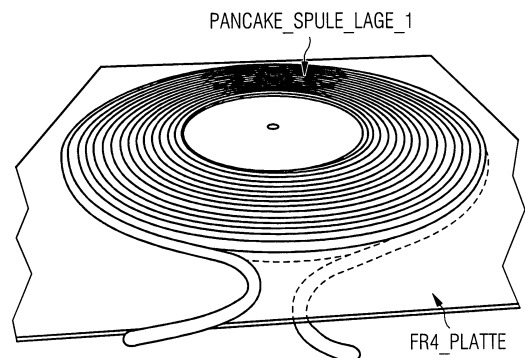
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	34 41 218	A1
US	2013 / 0 038 276	A1
JP	2013- 51 285	A
JP	2014- 197 586	A

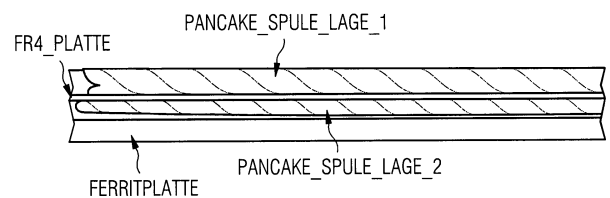
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verwendung und Anordnung von Pancake-Spulen zur drahtlosen Energieübertragung an Elektrofahrzeuge**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung eine Verwendung und Anordnung von Pancake-Spulen zur drahtlosen Energieübertragung an Elektrofahrzeuge bei denen zur drahtlosen Übertragung zumindest eine erste Spule der zur Übertragung notwendigen Spulen als Pancake-Spule ausgestaltet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung von so genannten Pancake-Spulen zur drahtlosen Energieübertragung an Elektrofahrzeuge gemäß dem Anspruch 1 sowie eine Anordnung zur drahtlosen Energieübertragung an Elektrofahrzeuge gemäß Anspruch 6.

[0002] Der Einsatz von Elektrofahrzeugen ist bekannt. Ferner ist es bekannt, dass derartige Fahrzeuge, sofern sie nicht über autonom beispielsweise über Solarzellen mit elektrischer Energie versorgt werden, häufig über einen Energiespeicher verfügen, der regelmäßig mit neuer Energie geladen werden muss.

[0003] Im Straßenverkehr befindliche Elektrofahrzeuge werden beim derzeitigen Stand der Technik mittels einer von einem Stecker zu einer passenden Kupplung hergestellten Verbindung an einer Ladestation angeschlossen. Hierzu sind Stationen mit entsprechenden Kabeln vorgesehen.

[0004] Diese Stationen bzw. die Kabel sind der Witterung ausgesetzt und auch anderen äußeren Faktoren ausgesetzt, die zur Beeinträchtigung der Funktion beitragen können.

[0005] Um zu laden muss ferner diese Verbindung von Stecker und Kupplung manuell hergestellt werden. Was zu weiterem Schaden führen kann.

[0006] Es ist auch bekannt eine Energieübertragung mittels Spulen durchzuführen. Für eine Anwendung im obigen Szenario besteht daher ein Bedürfnis auf dieser Technologie beruhende Lösungen zu finden.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine derartige Lösung anzugeben, diesen Anforderungen besonders vorteilhaft löst.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie die Merkmale des Anspruches 6 gelöst.

[0009] Erfindungsgemäß erfolgt eine Verwendung einer Pancake-Spule zur drahtlosen Energieübertragung an ein Elektrofahrzeug, wobei zur drahtlosen Übertragung zumindest eine erste Spule der zur Übertragung notwendigen Spulen als Pancake-Spule ausgestaltet ist.

[0010] Dies ermöglicht bzw. unterstützt die Automatisierung des Ladevorgangs, da es lediglich erforderlich ist das Elektrofahrzeug in geeigneter Weise in die Nähe der Ladespule zu bringen. Somit ist der Einsatz bei autonomen Elektrofahrzeugen wie sie aus Industrie bzw. in der Automatisierungstechnik bekannt sind, hierdurch unterstützt. Aber auch die einleitend genannten Nachteile von im Straßenverkehr befindli-

chen Elektrofahrzeugen und Ladeeinrichtungen werden überwunden.

[0011] Ferner zeichnet sich die Verwendung von Pancake-Spulen dadurch aus, dass sie kompakt und gleichzeitig flach ausgestaltet sind, wobei die einzelnen Spulen eine hohe Güte aufweisen, die Effizienz der Energieübertragung steigert. Beides ist u.a. durch die in der Regel übliche Ausgestaltung von Pancake-Spulen gegeben, die dadurch gekennzeichnet ist, dass es sich um 2-lagige Spiralspulen aus Litzen-draht gleichen Wicklungssinns handelt, wobei eine erste Spule, in einer ersten Lage von außen nach innen gewickelt und eine zweite Spule in einer zweiten Lage von innen nach außen gewickelt ist.

[0012] Vorteilhaft ist es dabei wenn die Verwendung derart weitergebildet wird, dass zur Verwendung der Pancake-Spule, Lagen der ersten Spule spannungsfest getrennt angeordnet sind.

[0013] Bevorzugt wird dies dabei durch eine Weiterbildung derart realisiert, dass für die Verwendung zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule zumindest eine, insbesondere dünne, insbesondere aus FR4 oder seinen Derivaten gebildete, Platte g zwischen den Lagen angebracht ist. Dies zeichnet sich insbesondere durch stabile Lagerung der Spulen aber auch durch Optimierung der Energieübertragungsfunktion aus. Derivate sei hierbei als Verbundstoffe, die zur Verwendung als Leiterplattenmaterial ausgestaltet sind, definiert.

[0014] Alternativ oder ergänzend hierzu kann gemäß einer Weiterbildung dies derart realisiert sein, dass zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule, eine Teflonfolie zwischen den Lagen angebracht ist. Als Alternative hat es den Vorteil Raum zu sparen und als Ergänzung bietet es weitere Freiheitsgrade zur Optimierung der Energieübertragungsfunktion durch entsprechende Dimensionierung.

[0015] Eine weitere Alternative oder Ergänzung ist gegeben, wenn die Verwendung derart erfolgt, dass zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule, mindestens eine aufgetragene Lack-schicht zwischen den Lagen angebracht ist. Dies bietet eine weitere Raumeinsparungsmöglichkeit bzw. Freiheitsgrade zur Optimierung der Energieübertragungsfunktion.

[0016] Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Pancake-Spule auf einer, insbesondere als Platte ausgestalten, Ferritanordnung angeordnet. Insbesondere ist die Ferritanordnung als Platte strukturiert. Hierdurch wird die Induktivität erhöht und damit das Wickelvolumen zu minimiert. Außerdem zwingt ein derartiger Ferritboden das (elektro-)magnetische Feld in das Feld des anderen Halbraums des Feldes bzw.

beschränkt das (elektro) magnetische Feld auf insgesamt einen Halbraum.

[0017] Erfindungsgemäß wird auch eine Anordnung zur drahtlosen Energieübertragung an ein Elektrofahrzeug vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Ladestation und/oder Elektrofahrzeug derart ausgestaltet ist, dass es mit einer der vorgehend beschriebenen Verwendungen beschriebenen Pancake-Spule ausgestaltet ist.

[0018] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand eines in den **Fig. 1a** und **Fig. 1b** gezeigten Ausführungsbeispiels erläutert. Dabei zeigt die

[0019] **Fig. 1a** eine Draufsicht auf eine erste Lage,

[0020] **Fig. 1b** eine Seitenansicht auf die gemäß Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Energieübertragung zu verwendeten Pancake-Spule.

[0021] Das in den **Fig. 1a** und **Fig. 1b** dargestellte Ausführungsbeispiel, weist wie alle erfindungsgemäßen Varianten der Pancake-Spule den Vorteil auf, dass sie beim induktiven Laden von Fahrzeugen (bzw. deren Batterien) sicherstellen, dass die leistungsübertragenden Spulen bzw. das durch Anordnung zweier solcher Spulen, also eine im Fahrzeug und eine in einer Ladestation gebildete Trafosystem, möglichst verlustarm ausgeführt ist.

[0022] Dies erfordert ein Spulensystem mit möglichst hohen Güten der Einzelspulen, wie es durch die erfindungsgemäße Verwendung von Pancake-Spule gebildet werden kann.

[0023] Eine zweite Anforderung beim Design des Spulensystems, die die erfindungsgemäße Verwendung erfüllt, ist die Größe der Einzelspulen, welche möglichst kompakt und flach auszuführen sind.

[0024] Dies wird im dargestellten Beispiel gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung auf einer Ferritfläche ausgeführt, welche die Vorteile aufweist, dass die elektromagnetische Feldverteilung auf einen Halbraum begrenzt und den Induktivitätswert der Pancake-Spule zu erhöht bzw. dadurch das Wicklungsvolumen erniedrigt wird.

[0025] Damit hebt sich die Erfindung deutlich von der Verwendung von einlagigen Spiralspulen oder Kombinationen daraus, wie beispielsweise Anordnungen als so genanntes „Butterfly“, ab.

[0026] Der Einsatz von Pancake-Spulen, wie in **Fig. 1a** (Draufsicht) und **Fig. 1b** (Seitenansicht) dargestellt, bedient die beiden Anforderungen optimal, dabei ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Spulen PANCAKE_SPULE_LAGE_1, PANCA-

KE_SPULE_LAGE_2 der Pancake-Spule als zweilagige Spiralspulen aus Litzendraht gleichen Wicklungssinns ausgestaltet, wobei die erste Spule PANCAKE_SPULE_LAGE_1 in der ersten Lage von außen nach innen gewickelt wird, und die zweite Spule PANCAKE_SPULE_LAGE_2 in der zweiten Lage von innen nach außen gewickelt ist.

[0027] Gemäß Ausführungsbeispiel ist dabei die spannungsfeste Trennung der beiden Lagen durch eine dünne Verbundstoffplatte, beispielsweise FR4-Platte, FR_4_PLATTE gegeben. Alternativen hierzu bzw. Ergänzungen sind Teflonfolie oder Lacke. Wie zu erkennen ist, geht dabei der Litzendraht am Ende der ersten Wicklung durch eine Bohrung in der Verbundstoffplatte FR_4_PLATTE auf die andere Lagen-seite der Verbundstoffplatte FR_4_PLATTE.

[0028] Ferner ist zu erkennen, dass diese Anordnung auf einer Ferritplatte FERRITPLATTE angebracht ist.

[0029] Um die (elektro)magnetische Feldverteilung der Pancakespule auf einen Halbraum zu begrenzen und den Induktivitätswert der Pancake-Spule zu erhöhen (um damit Windungen und Volumen zu sparen), liegt diese auf einer Ferritfläche, beispielsweise als Platte FERRITPLATTE oder sternförmige Ferritanordnung oder ähnlichen Ferritanordnung ausgestaltet. Diese stellt sicher, dass das (elektro-)magnetische Feld des anderen Halbraums des Feldes in die Ferritfläche gezwungen wird. Dadurch ist der Einfluss eines Metallbodens vernachlässigbar bzw. es kann dadurch eine Feldabschirmung sichergestellt werden.

[0030] Bei einer Versuchsanordnung unter Verwendung der in **Fig. 1a** und **Fig. 1b** dargestellten Ausführungsform zeigten sich durch die Erfindung erreichbare Werte für einen erfindungsgemäßen Einsatz von einer Induktivität von $L_{225} \mu\text{H}$ und $Q = 1000$ bei einer Frequenz $f = 100\text{kHz}$.

[0031] Q bezeichnete dabei die Spulengüte, die mit einem Wert von 1000 bei 100kHz, gemäß Beispiel mit Kupfer als Basismaterial und bei Raumtemperatur ein Optimum darstellt, welches bei dieser Frequenz durch die Erfindung erreicht werden kann, es beschreibt das Verhältnis der Reaktanz $= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ zu einem Verlustwiderstand R , ist also ein Maßstab für die Spulenverluste.

[0032] Die Spulenverluste können wie ersichtlich ist durch erfindungsgemäße Ausführung, wie hier beschrieben, zumindest minimiert werden.

[0033] Der Vorteil dieser Spulenart ist die optimale Nutzung der 2. Lage im Vergleich der Nutzung von einlagigen Spiralspulen. Denn die Rückführung des Spulendrahtes der einlagigen Spule, der dort

zwingend notwendig wäre, einen größeren Spulendurchmesser bei gleichbleibender Höhe erforderlich macht.

[0034] Durch die Erfindung können somit hochgütige Spulen bei optimaler Ausnutzung des Volumens realisiert werden.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Pancake-Spule zur drahtlosen Energieübertragung an ein Elektrofahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur drahtlosen Übertragung zumindest eine erste Spule der zur Übertragung notwendigen Spulen als Pancake-Spule ausgestaltet ist.

2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Verwendung der Pancake-Spule, Lagen der ersten Spule spannungsfest getrennt angeordnet sind.

3. Verwendung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule eine, insbesondere dünne, insbesondere aus FR4 oder seinen Derivaten gebildete, Platte zwischen den Lagen angebracht ist.

4. Verwendung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule, eine Teflonfolie zwischen den Lagen angebracht ist.

5. Verwendung nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur spannungsfesten getrennten Anordnung der ersten Spule, mindestens eine aufgetragene Lackschicht zwischen den Lagen angebracht ist.

6. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, die Pancake-Spule auf einer, insbesondere als Platte ausgestaltete, Ferritstruktur angeordnet ist.

7. Anordnung zur drahtlosen Energieübertragung an ein Elektrofahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ladestation und/oder Elektrofahrzeug derart ausgestaltet ist, dass es mit einer nach einem der Verwendungsansprüche 1 bis 6 verwendeten Pancake-Spule ausgestaltet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

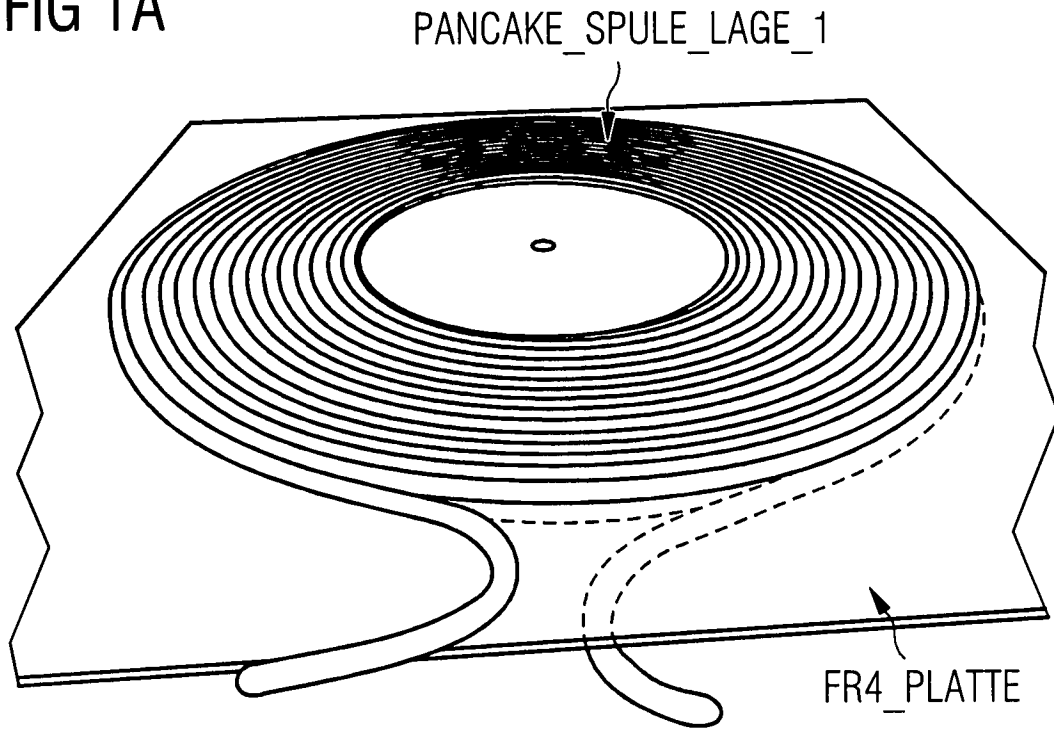


FIG 1B

