(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 171 730 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.04.2017 Patentblatt 2017/14

(21) Anmeldenummer: **08775091.5**

(22) Anmeldetag: **15.07.2008**

(51) Int Cl.:
H01F 27/32 *(2006.01)* ***H01F 41/076*** *(2016.01)*
H01F 5/04 *(2006.01)* ***H01F 17/04*** *(2006.01)*
H01F 27/28 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/059232

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/010508 (22.01.2009 Gazette 2009/04)

(54) **ELEKTRISCHE SPULE**

ELECTRIC COIL

BOBINE ÉLECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **18.07.2007 CH 11672007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(73) Patentinhaber: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Erfinder:
- **SCHERER, Clemens**
  82205 Gilching (DE)
- **PILLET, Yvan**
  CH-2502 Bienne (CH)
- **KÄUFER, Guido**
  CH-4543 Deitigen (CH)
- **MAEDER, Daniel**
  CH-2540 Grenchen (CH)
- **DURAND, Friedrich**
  CH-4500 Solothurn (CH)

(74) Vertreter: **Goulette, Ludivine et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 489 635
US-A- 4 759 120
US-A1- 2002 101 319

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 171 730 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Spule gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Kontaktierung einer Spule und eine Anordnung aus einer Spule und zwei Kontakten einer elektrischen Zuleitung.

[0002] Derartige Spulen sind hinreichend bekannt. Bei diesen bekannten Spulen werden die einzelnen Wicklungen, die Startwicklung, die Hauptwicklung und die Endwicklung separat voneinander auf einen Spulenkörper gewickelt und die jeweiligen Endabschnitte der einzelnen Wicklungen werden miteinander verlötet oder verschweißt. Diese Vorgehensweise ist fertigungstechnisch sehr aufwendig, und durch die Lötstellen beziehungsweise Schweißstellen enthält die gesamte Spulenanordnung potentielle Fehlerquellen, da in diesem Bereich Übergangswiderstände oder im Laufe der Lebensdauer einer derartigen Spulenanordnung auch Unterbrechungen des Stromflusses, beispielsweise durch aufgrund von mechanischen Schwingungen brechende Lötstellen, auftreten können. Zudem müssen die Wicklungen zum Teil über die Lötbeziehungsweise Schweißstellen gelegt werden. US4759120 offenbart eine einheitliche elektrische Spule welche, mittels ihren Windungen, auf einer Leiterplatte fixiert ist. Die Fixierung bedingt hier mehrere Anzapfungen die die Spule an mehrere Stellen unterteilen. Einen Drahtdurchmesser wird hier nicht berücksichtigt.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Spule so auszugestalten, dass der Herstellungsprozess vereinfacht und die Fehleranfälligkeit des fertigen Produktes reduziert wird. Zudem soll die Spule möglichst einfach kontaktiert werden können. Dies ist bisher insbesondere dann schwierig, wenn Drähte mit einem Durchmesser von 50 μm oder weniger verwendet werden, da derart dünne Drähte sich aufgrund der ihnen fehlenden Steifigkeit nur schwer mit herkömmlichen Verfahren kontaktieren lassen. Sowohl die Herstellung der Spulen als auch deren Kontaktierung sollen im Übrigen auch bei einer Herstellung von großen Serien einfach, schnell und vor allem fehlerfrei realisierbar sein.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale gelöst.

[0005] Durch das Vorsehen eines einzigen Wicklungsdrahtes für die Hauptwicklung, die Startwicklung und die Endwicklung treten keine Verbindungsstellen zwischen den jeweiligen Wicklungen auf, wodurch sowohl der Fertigungsprozess vereinfacht und beschleunigt wird, als auch die Fehleranfälligkeit reduziert und damit die Lebensdauer der Spulenanordnung erhöht wird.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen elektrischen Spule sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Vorzugsweise ist zumindest die Hauptwicklung, vorzugsweise auch die Startwicklung, unmittelbar auf den Spulenkern gewickelt. Bei dieser Ausgestaltungsform kann auf einen zusätzlichen Spulenkörper verzichtet werden, sodass die Kosten für die Herstellung einer Spule sinken und auch die Baugröße der Spule in Radialrichtung verringert ist. Der Spulenkörper kann im Prinzip einen beliebigen Querschnitt haben, in Frage kommen insbesondere ein rechteckiger oder auch ein kreisrunder Querschnitt.

[0008] Der Spulenkern ist dabei vorzugsweise mit Hilfe eines Gleitschleif-Verfahrens bearbeitet (trowalisiert) worden, so dass seine Oberfläche frei von Graten und Unebenheiten ist.

[0009] Weiter vorteilhaft ist es, wenn der Spulenkern zumindest im Bereich der Hauptwicklung mit einer vorzugsweise auf den Spulenkern aufgebrachten Isolationsschicht versehen ist, und wenn zumindest die Hauptwicklung, vorzugsweise auch die Startwicklung, auf die Isolationsschicht gewickelt ist. Das Vorsehen dieser Isolationsschicht erhöht die Zuverlässigkeit der Spulenanordnung, indem das Risiko reduziert ist, dass sich die den Wicklungsdraht umgebende Isolation am Spulenkern aufscheuert. Dabei nimmt die unmittelbar auf den Spulenkern aufgebrachte Isolationsschicht im Gegensatz zu einem im Stand der Technik vorgesehenen zusätzlichen Spulenkörper einen nur unbedeutenden zusätzlichen radialen Bauraum ein. Die Isolationsschicht kann aus einem um den Spulenkörper gewickelten geeigneten Isolierband bestehen. Vorzugsweise handelt es sich jedoch, insbesondere wenn die Spulen in größeren Serien gefertigt werden, um eine Polymerschicht, die mit Hilfe eines geeigneten Beschichtungs-Verfahrens auf den Spulenkern aufgebracht wird. Besonders gut eignet sich beispielsweise eine Parylene-Beschichtung, die durch eine chemische Gasphasenabscheidung erzeugt worden ist. Diese Art von Beschichtung zeichnet sich unter anderem durch ihre guten elektrischen Isolationseigenschaften auch bei sehr dünnen Schichten aus.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umgibt die Endwicklung einen Abschnitt der Hauptwicklung. Dabei kann die Lage der Endwicklung auf der Hauptwicklung frei gewählt werden, sodass eine beliebige, nur von den Anforderungen der vorgesehenen Applikation der Spule bestimmte Position der Endwicklung gewählt werden kann. Zudem ermöglicht diese Anordnung ein vergleichsweise kompaktes Design.

[0011] Gemäß einer alternativen Ausführungsform liegt sowohl die End- als auch die Startwicklung außenseitig von der mittigen Hauptwicklung. Diese Anordnung führt zu einer insgesamt flacheren Spule, was je nach vorhandenem Bauraum von Vorteil sein kann.

[0012] Eine weitere besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die jeweilige Anzahl der Windungen des Spulendrahts der Startwicklung und der Endwicklung so bemessen ist, dass die jeweilige elektrische Wirksamkeit der Startwicklung und der Endwicklung nach erfolgter Kontaktierung mit jeweiligen elektrischen Zuleitungen innerhalb vorgegebener Toleranzen liegt. Auf diese Weise kann die elektrische Wirksamkeit der gesamten Spule bei der Fertigung genau festgelegt und in einem vorgegebenen To-

leranzbereich gehalten werden, sodass die Fertigungsqualität gegenüber herkömmlichen Fertigungsmethoden wesentlich verbessert ist.

[0013] Der Spulendraht ist wie üblich mit einem Lack beschichtet, und zwar vorzugsweise mit einem so genannten Backlack, das heißt mit einem Klebelack, dessen Klebewirkung durch Wärme aktiviert wird. Die vorliegende Erfindung eignet sich besonders für sehr kleine Spulen, bei denen sehr dünner Draht verwendet wird, erfindungsgemäss mit einem Durchmesser im Bereich von weniger als 50 μm.

[0014] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kontaktierung einer Spule, insbesondere einer Spule nach der Erfindung, wird ein erster, mit der Startwicklung zu verbindender Kontakt einer elektrischen Zuleitung mit zumindest einer äußeren Windung der Startwicklung elektrisch leitend verbunden, und ein zweiter, mit der Endwicklung zu verbindender Kontakt einer elektrischen Zuleitung wird mit zumindest einer äußeren Windung der Endwicklung elektrisch leitend verbunden.

[0015] Die Verbindung zwischen den Kontakten der elektrischen Zuleitung und der Start- bzw. der Endwicklung wird dabei gemäß der Erfindung durch Schweißen oder Löten hergestellt, wobei jeweils mehrere Windungen der Start- bzw. der Endwicklung elektrisch leitend mit den jeweiligen Kontakten der elektrischen Zuleitung verbunden werden können. Vorzugsweise wird dabei ein jeweils geeigneter Laser zum Schweißen oder Löten verwendet.

[0016] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weisen die Kontakte der elektrischen Zuleitung jeweils in einem Befestigungsbereich eine Vertiefung auf, wobei beim Herstellen der Verbindung zunächst der Befestigungsbereich so auf die zu kontaktierende Wicklung aufgelegt wird, dass diese Vertiefung die Wicklung berührt, und anschließend ein Laserstrahl im Bereich der Vertiefung auf den Befestigungsbereich gerichtet wird. Diese Vertiefung ist vorzugsweise rinnenförmig, wobei ein V- oder U-förmiger Querschnitt sich als besonders vorteilhaft erwiesen haben. Der Befestigungsbereich des Kontaktes kann aus einem einfachen Blech, beispielsweise einem Kupferblech, gebildet sein, welches mit dem V-förmigen oder einem U-förmigen Profil versehen ist, um die vorzugsweise rinnenförmige Vertiefung zu bilden. In diesem Fall handelt es sich bei der Verbindung dann um eine Schweißverbindung, da das Kupferblech direkt mit einem oder mehreren Spulendrähten verbunden wird. Um die notwendige hohe Temperatur (hier die Schmelztemperatur des Kupfers) zu erreichen, muss ein Laser mit entsprechend hoher Energiedichte verwendet werden.

[0017] Alternativ kann der Befestigungsbereich im Bereich seiner Vertiefung auch an seiner Außenseite, d.h. an der Seite, die in Richtung der Spule weist, mit einem Lot beschichtet sein, so dass mit Hilfe des Lasers eine Lötverbindung hergestellt wird. Dabei kann sowohl ein Hartlot, wie beispielsweise die unter dem Handelsnamen Silfos vertriebene Silber-Phosphor-Mischung, als auch ein Weichlot, wie beispielsweise Zinn, verwendet werden. Um die entsprechenden Temperaturen zu erzeugen, genügen Laser mit einer geringeren Energiedichte.

[0018] Während des Schweiß- oder Lötvorganges erwärmt sich das ggf. mit einem Lot beschichtete Blech, so dass die Lack- bzw. Backlackschicht, mit der die Drähte umhüllt sind, plastisch wird. Das Blech sinkt mit der vorzugsweise rinnenförmigen Vertiefung voran zwischen den Windungen der zu kontaktierenden Wicklung ein und verdrängt den plastifizierten Backlack. Es entsteht eine Schweiß- bzw. Lötverbindung zwischen dem mit einer Rinne versehenen Befestigungsbereich des Kontaktes und den Drähten der obersten Windungen der zu kontaktierenden Wicklung, über die die gewünschte elektrische Verbindung hergestellt wird.

[0019] Die Qualität der Schweiß- bzw. Lötverbindung zwischen den Drähten der Spule und den Kontakten wird in erster Linie durch die Einkopplung des Laserstrahls in das Material bestimmt. Bei ungleichmäßigen Oberflächenstrukturen erhält man eine ungleichmäßige und kaum vorhersehbare Einkopplung. Durch die in dem Befestigungsbereich ausgebildete Vertiefung wird hier eine deutliche Verbesserung erzielt. Der in die Vertiefung gerichtete Laserstrahl wird an deren seitlichen Wänden reflektiert, so dass die Energie sich in einem genau definierten Bereich gleichmäßig verteilt. Eine besonders gute Kontaktierung erzielt man dabei mit einer rinnenförmigen Vertiefung. Diese kann grundsätzlich einen beliebigen Querschnitt besitzen. Als besonders vorteilhaft hat sich ein im wesentlich V-förmiges Profil erwiesen, ein U-förmiger Querschnitt ist ebenfalls denkbar.

[0020] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Anzahl der mit dem jeweiligen Kontakt elektrisch leitend verbundenen Windungen so gewählt, dass die elektrischen Eigenschaften der gesamten Spule innerhalb vorgegebener Toleranzen liegen. Hierfür kann beispielsweise während des Schweißens oder Lötens eine elektrische Größe, wie beispielsweise der Widerstand, der Spule gemessen werden. Erreicht man den gewünschten Wert, wird der Laserstrahl unterbrochen, so dass das Fügeverfahren unterbrochen wird. Auf diese Weise kann die Spule so konfektioniert werden, dass die Startwicklung und die Endwicklung bezüglich der gesamten elektrischen Eigenschaften der Spule vernachlässigbar sind. Die elektrischen Eigenschaften der Spule werden somit nahezu ausschließlich durch die Hauptwicklung bestimmt.

[0021] Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der erste, mit der Startwicklung zu verbindende Kontakt der elektrischen Zuleitung mit zumindest einer unter den äußeren Windungen der Startwicklung liegenden Windung elektrisch leitend verbunden.

[0022] Weiter vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der zweite, mit der Endwicklung zu verbindende Kontakt der elektrischen Zuleitung mit zumindest einer unter den äußeren Windungen der Endwicklung liegenden Windung elektrisch leitend verbunden.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Anordnung aus einer Spule der beschriebenen Art und zwei Kontakten einer elektrischen Zuleitung, wobei ein erster Kontakt mit der Startwicklung der Spule elektrisch leitend verbunden ist, und ein zweiter Kontakt mit der Endwicklung der Spule elektrisch leitend verbunden ist: Beide Kontakte weisen jeweils in einem Befestigungsbereich eine vorzugsweise rinnenförmige Vertiefung auf, und diese Vertiefung sitzt jeweils zwischen den äußeren Windungen der Start- bzw. Endwicklung.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen die Figuren im Einzelnen:

- Fig. 1: eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Spule,
- Fig. 2: eine perspektivische Darstellung einer Anordnung aus einer Spule und zwei Kontakten einer elektrischen Zuleitung, und
- Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Befestigungsbereiches eines Kontaktes beim Kontaktieren einer Spule.

[0025] Die Spule 1 weist einen Spulenkern 10 auf, der vorzugsweise aus einer Silizium-Eisen-Legierung (SiFe) oder einer Nickel-Eisen-Legierung (NiFe) besteht. Die Oberfläche des Spulenkernes ist mit einem Gleitschleifverfahren behandelt (trowalisiert), so dass keine Gratreste oder Unebenheiten verbleiben. Der Spulenkern 10 ist entlang der Spulenachse A mit einem mittleren Spulenabschnitt 11 versehen. Der mittlere Spulenabschnitt 11 ist an seinem Umfang mit einer Isolationsschicht 12 versehen, die von einem elektrisch isolierenden Klebeband gebildet ist, das auf den Umfang des mittleren Spulenabschnitts 11 aufgeklebt ist. Alternativ kann die Isolationsschicht 12 auch anderweitig aufgebracht sein, beispielsweise durch Beschichten oder Lackieren des mittleren Spulenabschnitts 11, z.B. mit einer Parylene-Beschichtung, wie sie oben bereits erwähnt wurde. In den Figuren ist ein Spulenkern 10 mit einem rechteckigen Querschnitt dargestellt. Ein kreisförmiger oder ovaler Querschnitt ist jedoch ebenfalls denkbar. Die Isolationsschicht 12 kann im Übrigen auch weggelassen werden.

[0026] Im Bereich des ersten axialen Endes des mittleren Spulenabschnitts 11 ist auf die Isolationsschicht 12 eine mehrere Windungen eines elektrisch leitenden Spulendrahts umfassende Startwicklung 14 koaxial um die Spulenachse A gewickelt. Das in der Figur gestrichelt gezeichnete erste freie Ende 13 des Spulendrahts liegt dabei am radial inneren Umfang der Startwicklung 14. Das andere Ende der Startwicklung 14 ist in Axialrichtung seitlich aus der Startwicklung 14 herausgeführt und bildet einen ersten Verbindungsdraht 15 zwischen der Startwicklung 14 und einer in Axialrichtung von dieser beabstandeten Hauptwicklung 16. Die Hauptwicklung 16 besteht aus einer Vielzahl von axial nebeneinander und radial übereinander gelegenen Windungen des Spulendrahts, der derselbe Wicklungsdraht ist, wie der Spulendraht der Startwicklung 14. Der Spulendraht ist mit einem so genannten Backlack oder Klebelack umhüllt. Die Hauptwicklung 16 erstreckt sich bis in die Nähe des zweiten Endes des mittleren Spulenabschnitts 11 und ist ebenfalls auf die den mittleren Spulenabschnitt 11 umgebende Isolationsschicht 12 gewickelt. Das Ende der Hauptwicklung 16 liegt auf dem radial äußeren Umfang der Hauptwicklung 16 und ist dort als zweiter Verbindungsdraht 17 zu einem konstruktiv vorgegebenen Ort am Außenumfang der Hauptwicklung 16 geführt, an welchem der Spulendraht eine aus einer Mehrzahl von Windungen bestehende Endwicklung 18 bildet, die die Hauptwicklung 16 umgibt. Das zweite freie Ende 19 des die drei Spulendrähte und die beiden Verbindungsdrähte bildenden Wicklungsdrahts ist folglich am radialen Außenumfang der Endwicklung 18 gelegen.

[0027] Gemäß einer in den Figuren nicht dargestellten Variante kann die Endwicklung auch symmetrisch zu der Startwicklung angeordnet sein. In diesem Fall umgibt sie also nicht die Hauptwicklung, sondern befindet sich im Bereich des zweiten axialen Endes des mittleren Spulenabschnittes und damit axial neben der Hauptwicklung. Das Grundprinzip ist bei beiden Varianten dasselbe, da auch bei dieser Variante nur ein einziger Draht verwendet wird. Welche Anordnung von Start-, Haupt- und Endwicklung man wählt, hängt insbesondere von dem vorhandenen Einbauraum und von eventuellen Vorgaben an die Lage der Kontakte ab.

[0028] Nach Fertigstellung der Spule werden die Startwicklung 14 und die Endwicklung 18 jeweils mit in Fig. 2 dargestellten Kontakten 20, 20' einer elektrischen Zuleitung durch Schweißen oder Löten elektrisch leitend verbunden.

[0029] Wie man in Fig. 2 sieht, enden die Kontakte 20, 20' jeweils in einer lang gestreckten flexiblen Zunge 22, 22', die aus einem dünnen Kupferblech besteht. Das andere Ende der Kontakte 20, 20' ist mit hier nicht dargestellten elektrischen Zuleitungen verbunden. Wichtig für die vorliegende Erfindung sind jedoch in erster Linie die Zungen 22, 22', über die der Kontakt mit der erfindungsgemäßen Spule hergestellt wird. Diese Zungen 22, 22' sind in einem Befestigungsbereich, der in Fig. 3 vergrößert und im Schnitt dargestellt ist, mit einer rinnenförmigen Vertiefung 24 versehen, die einen im Wesentlichen V-förmigen Querschnitt besitzt. Diese V-förmige Rinne erstreckt sich in Bezug auf die Zunge 22 bzw. 22' in Längsrichtung, und damit parallel zu den Windungen der Start- bzw. Entwicklung 14, 18 (vgl. Fig. 2 und 3). Bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt die rinnenartige Vertiefung 24 in dem Befestigungsbereich der Kontakte zwar einen V-förmigen Querschnitt, ein U-förmiger Querschnitt, beliebige andere Rinnenformen oder eine einfache kraterähnliche Vertiefung sind jedoch ebenfalls denkbar.

[0030] Das Verfahren zum Herstellen der Verbindung zwischen der Startwicklung 14 bzw. der Endwicklung 18 und dem jeweils dazugehörigen Kontakt 20', 20 wird nachfolgend anhand der Endwicklung 18 beschrieben;

es wird analog aber auch zur Kontaktierung der Startwicklung angewandt.

[0031] Zunächst wird der eventuell schon vorab erhitzte Befestigungsbereich der Zunge 22 des Kontaktes 20 radial auf die Endwicklung 18 gepresst, wobei die rinnenförmige Vertiefung 24 mit ihrem tiefsten Punkt auf den außen liegenden Windungen der Endwicklung 18 zu liegen kommt. Der radiale Anpressdruck ist in Figur 3 durch Pfeile F angedeutet. Wie in Figur 3 dargestellt, wird anschließend ein Laserstrahl 40 in die V-förmige Vertiefung gerichtet. Dadurch wird das dünne Kupferblech der Zunge 22 im Bereich der Vertiefung 24 erwärmt. Aufgrund der "Bündelung" des Laserstrahls durch die Seitenwände der rinnenförmigen Vertiefung erhält man eine gleichmäßige Erwärmung und eine gleichmäßige und vorhersehbare Einkopplung des Laserstrahles 40. Durch die auftretende Wärme erweicht die Backlack-Hülle um die Drähte derjenigen Windungen 27, die unmittelbar unter dem Befestigungsbereich des Kontaktes 20 liegen. Der Befestigungsbereich dringt somit durch die Wirkung von Anpressdruck und Laserstrahl 40 mit der V-förmigen Spitze voran zwischen die Windungen ein, wobei der plastifizierte Backlack verdrängt wird. Ein unkontrolliertes Verbacken der Drähte miteinander wird vermieden, und man erhält durch die plastifizierte und verdrängte Backlack-Hülle die gewünschte Abisolierung des kontaktierten Drahtes.

[0032] Mit dem geschilderten Verfahren kann auch eine Lötverbindung hergestellt werden, wobei dann die in Richtung der Spule weisende Außenseite der Zunge 22 im Vorfeld mit einem Lot beschichtet wird. Dieses Lot wird durch die von dem Laserstrahl 40 erzeugte Hitze weich und verbindet sich im Prinzip genauso mit den Drähten der zu kontaktierenden Wicklung, wie oben für die unbeschichtete Zunge 22 geschildert.

[0033] Je nach der Stärke des Anpressdruckes und je nachdem, wie lange der Laserstrahl 40 in die V-förmige Vertiefung 24 der Zunge 22 gerichtet wird, werden dabei mehr oder weniger Windungen 27 elektrisch kontaktiert. Die genannten Faktoren lassen sich dabei so einstellen, dass man genau so viele Windungen kontaktiert, wie es erforderlich ist, um die elektrischen Eigenschaften der Spule (z.B. die Impedanz oder den gesamten elektrischen Widerstand) innerhalb vorgegebener Toleranzen zu halten. So kann man beispielsweise während des Kontaktierungsvorganges den Widerstand oder eine andere elektrische Größe der Spule elektronisch überwachen, wobei ein Signal zur Beendigung des Schweiß- bzw. Lötvorganges gegeben wird, wenn ein gewünschter Wert erreicht ist.

[0034] Sowohl die Position der Startwicklung 13 entlang der Achse A auf dem mittleren Spulenabschnitt 11, als auch die Lage der Endwicklung 18 in axialer Richtung auf der Hauptwicklung 16 ist frei wählbar, sodass sich diese Lage nach den konstruktiven Randbedingungen der späteren Anwendung der Spule richten kann, wobei dafür beispielsweise die Lage der elektrischen Zuleitungen am späteren Montageort der Spule maßgeblich ist.

[0035] Die Anzahl der Windungen der Startwicklung 14 und der Endwicklung 18 ist so kalkuliert, dass die elektrische Wirksamkeit sowohl der Startwicklung 14, als auch der Endwicklung 18 nur innerhalb vorgegebener Toleranzen liegt, sodass die Startwicklung 14 und die Endwicklung 18 bezüglich der gesamten elektrischen Eigenschaften der Spule unbedeutend sind. Die elektrischen Eigenschaften der Spule werden somit nahezu ausschließlich durch die Hauptwicklung 16 bestimmt.

[0036] Die Erfindung ist nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, das lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dient. Im Rahmen des Schutzumfangs kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vielmehr auch andere als die oben beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen. Die Vorrichtung kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den jeweiligen Einzelmerkmalen der Ansprüche darstellen.

[0037] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzumfang nicht einschränken.

Patentansprüche

1. Elektrische Spule mit

- einem Spulenkern (10);
- einer den Spulenkern (10) umgebenden, einen elektrisch leitenden Spulendraht aufweisenden Hauptwicklung (16);
- einer den Spulenkern (10) umgebenden, einen elektrisch leitenden Spulendraht aufweisenden Startwicklung (14), die dazu bestimmt ist, mit einem ersten Kontakt verbunden zu werden; und
- einer den Spulenkern (10) umgebenden, einen elektrisch leitenden Spulendraht aufweisenden Endwicklung (18), die dazu bestimmt ist, mit einem zweiten Kontakt verbunden zu werden;

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Spulendraht der Hauptwicklung (16), der Spulendraht der Startwicklung (14) und der Spulendraht der Endwicklung (18) von einem durchgehenden Wicklungsdraht gebildet sind, und zumindest die Hauptwicklung (16), vorzugsweise auch die Startwicklung (14), unmittelbar auf den Spulenkern (10) gewickelt ist, wobei der Spulendraht einen Durchmesser von höchstens 50 μm aufweist.

2. Elektrische Spule nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (10) zumindest im Bereich der Hauptwicklung (16) mit einer vorzugsweise auf den Spulenkern (10) aufgebrachten Iso-

lationsschicht (12) versehen ist, und dass zumindest die Hauptwicklung (16), vorzugsweise auch die Startwicklung (14), auf die Isolationsschicht (12) gewickelt ist.

3. Elektrische Spule nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Isolationsschicht (12) um eine Beschichtung aus einem polymeren Beschichtungsmaterial handelt, die vorzugsweise mittels Gasphasenabscheidung auf den Spulenkern (10) aufgebracht ist.

4. Elektrische Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endwicklung (18) einen Abschnitt der Hauptwicklung (16) umgibt.

5. Elektrische Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige Anzahl der Windungen des Spulendrahts der Startwicklung (14) und der Endwicklung (18) so bemessen ist, dass die jeweilige elektrische Wirksamkeit der Startwicklung (14) und der Endwicklung (18) nach erfolgter Kontaktierung mit jeweiligen elektrischen Zuleitungen innerhalb vorgegebener Toleranzen liegt.

6. Verfahren zur Kontaktierung einer Spule, nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei welchem ein erster, mit einer Startwicklung (14) zu verbindender Kontakt (20') einer elektrischen Zuleitung mit zumindest einer äußeren Windung der Startwicklung (14) elektrisch leitend verbunden wird, und
bei welchem ein zweiter, mit einer Endwicklung (18) zu verbindender Kontakt (20) einer elektrischen Zuleitung mit zumindest einer äußeren Windung (27) der Endwicklung (18) elektrisch leitend verbunden wird,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung durch Schweißen oder Löten, vorzugsweise unter Verwendung eines Laserstrahles (40), hergestellt wird, wobei jeweils mehrere Windungen (27) der Start- bzw. der Endwicklung (14; 18) elektrisch leitend mit den jeweiligen Kontakten (20, 20') der elektrischen Zuleitung verbunden werden.

7. Verfahren zur Kontaktierung einer Spule nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontakte (20, 20') der elektrischen Zuleitung jeweils in einem Befestigungsbereich (22, 22') eine Vertiefung (24), wobei beim Herstellen der Verbindung zunächst der Befestigungsbereich so auf die zu kontaktierende Wicklung (14, 18) aufgelegt wird, dass die Vertiefung (24) die Wicklung (14, 18) berührt, und anschließend ein Laserstrahl (40) im Bereich der Vertiefung (24) auf den Befestigungsbereich (22, 22') gerichtet wird.

8. Verfahren zur Kontaktierung einer Spule nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefung (24) rinnenförmig ist und vorzugsweise ein im Wesentlichen V- oder U-förmiges Profil aufweist.

9. Verfahren zur Kontaktierung einer Spule nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befestigungsbereich (22, 22') im Bereich seiner Vertiefung (24) auf seiner in Richtung der Spule weisenden Außenseite mit einem Lot beschichtet ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste, mit der Startwicklung (14) zu verbindende Kontakt (20') der elektrischen Zuleitung mit zumindest einer unter den äußeren Windungen der Startwicklung (18) liegenden Windung elektrisch leitend verbunden wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite, mit der Endwicklung (18) zu verbindende Kontakt (20) der elektrischen Zuleitung mit zumindest einer unter den äußeren Windungen der Endwicklung (18) liegenden Windung elektrisch leitend verbunden wird.

12. Verfahren zur Kontaktierung einer Spule nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der mit dem jeweiligen Kontakt (20, 20') elektrisch leitend verbundenen Windungen (27) so gewählt wird, dass die elektrischen Eigenschaften der gesamten Spule innerhalb vorgegebener Toleranzen liegen.

13. Anordnung aus einer Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und zwei Kontakten (20, 20') einer elektrischen Zuleitung, wobei ein erster Kontakt (20') mit der Startwicklung (14) der Spule elektrisch leitend verbunden ist, und ein zweiter Kontakt (20) mit der Endwicklung (18) der Spule elektrisch leitend verbunden ist, beide Kontakte (20, 20') jeweils in einem Befestigungsbereich (22, 22') eine vorzugsweise rinnenförmige Vertiefung (24) aufweisen, deren im Querschnitt gesehener tiefster Punkt jeweils zwischen den äußeren Windungen der Start- bzw. Endwicklung sitzt.

Claims

1. Electric coil with

   • a coil core (10),
   • a main winding (16) surrounding the coil core (10) and having an electrically conductive coil wire;
   • a start winding (14) surrounding the coil core (10) and having an electrically conductive coil wire, which is intended to be connected to a first

contact; and

• an end winding (18) surrounding the coil core (10) and having an electrically conductive coil wire, which is intended to be connected to a second contact;

characterised in that

• the coil wire of the main winding (16), the coil wire of the start winding (14) and the coil wire of the end winding (18) are formed by a continuous winding wire, and at least the main winding (16), preferably also the start winding (14), is wound directly onto the coil core (10), wherein the coil wire has a diameter of 50 μm at most.

2. Electric coil according to claim 1, **characterised in that** at least in the region of the main winding (16) the coil core (10) is provided with an insulation layer (12) preferably applied to the coil core (10), and that at least the main winding (16), preferably also the start winding (14), is wound onto the insulation layer (12).

3. Electric coil according to claim 2, **characterised in that** the insulation layer (12) is a coating composed of a polymer coating material, which is preferably applied to the coil core (10) by means of vapour deposition.

4. Electric coil according to one of the preceding claims, **characterised in that** the end winding (18) surrounds a section of the main winding (16).

5. Electric coil according to one of the preceding claims, **characterised in that** the respective number of windings of the coil wire of the start winding (14) and of the end winding (18) is dimensioned so that the respective electrical efficacy of the start winding (14) and the end winding (18) lies within predefined tolerances after contacting with respective electrical supply lines has been accomplished.

6. Method for contacting a coil according to one of the preceding claims, in which a first contact (20') of an electrical supply line to be connected to the start winding (14) is connected electrically conductively to at least one outer winding of the start winding (14), and

in which a second contact (20) of an electrical supply line to be connected to an end winding (18) is connected electrically conductively to at least one outer winding (27) of the end winding (18),

characterised in that the connection is produced by welding or soldering, preferably using a laser beam (40), wherein multiple windings (27) of the start or the end winding (14; 18) are respectively connected electrically conductively to the respective contacts (20, 20') of the electrical supply line.

7. Method for contacting a coil according to claim 6, **characterised in that** the contacts (20, 20') of the electrical supply line have a recess (24) in a respective fastening region (22, 22'), wherein during production of the connection the fastening region is firstly placed onto the winding (14, 18) to be contacted so that the recess (24) touches the winding (14, 18), and then a laser beam (40) is directed onto the fastening region (22, 22') in the region of the recess (24).

8. Method for contacting a coil according to claim 7, **characterised in that** the recess (24) is groove-shaped and preferably has a substantially V- or U-shaped profile.

9. Method for contacting a coil according to claim 7 or 8, **characterised in that** in the region of its recess (24) the fastening region (22, 22') is coated with a solder on its outer surface pointing in the direction of the coil.

10. Method according to one of claims 6 to 9, **characterised in that** the first contact (20') of the electrical supply line to be connected to the start winding (14) is connected electrically conductively to at least one winding located below the outer windings of the start winding (18).

11. Method according to one of claims 6 to 10, **characterised in that** the second contact (20) of the electrical supply line to be connected to the end winding (18) is connected electrically conductively to at least one winding located below the outer windings of the end winding (18).

12. Method for contacting a coil according to one of claims 6 to 11, **characterised in that** the number of windings (27) connected electrically conductively to the respective contact (20, 20') is selected so that the electrical properties of the entire coil lie within predefined tolerances.

13. Arrangement comprising a coil according to one of claims 1 to 5 and two contacts (20, 20') of an electrical supply line, wherein a first contact (20') is connected electrically conductively to the start winding (14) of the coil, and a second contact (20) is connected electrically conductively to the end winding (18) of the coil, both contacts (20, 20') having a preferably groove-shaped recess (24) in a respective fastening region (22, 22'), the deepest point of which viewed in cross-section respectively sits between the outer windings of the start or end winding.

Revendications

1. Bobine électrique comprenant :

- un noyau de bobine (10) ;
- un enroulement principal (16) présentant un fil de bobine électriquement conducteur entourant le noyau de bobine (10) ;
- un enroulement de départ (14) présentant un fil de bobine électriquement conducteur entourant le noyau de bobine (10), agencé pour être relié à un premier contact ; et
- un enroulement terminal (18) présentant un fil de bobine électriquement conducteur entourant le noyau de bobine (10) agencé pour être relié à un deuxième contact ;

caractérisé en ce que :

le fil de bobine de l'enroulement principal (16), le fil de bobine de l'enroulement de départ (14) et le fil de bobine de l'enroulement terminal (18) sont formés d'un fil d'enroulement continu, et **en ce qu'**au moins l'enroulement principal (16), de préférence également l'enroulement de départ (14), est enroulé directement sur le noyau de bobine (10), le fil de bobine présentant un diamètre d'au plus 50 μm.

2. Bobine électrique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le noyau de bobine (10) est muni, au moins dans la région de l'enroulement principal (16), d'une couche d'isolation (12) rapportée de préférence sur le noyau de bobine (10), et **en ce qu'**au moins l'enroulement principal (16), de préférence aussi l'enroulement de départ (14), est enroulé sur la couche d'isolation (12).

3. Bobine électrique selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la couche d'isolation (12) est une couche réalisée en un matériau de

4. Bobine électrique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'enroulement terminal (18) entoure une section de l'enroulement principal (16).

5. Bobine électrique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le nombre respectif d'enroulements du fil de bobine de l'enroulement de départ (14) et l'enroulement terminal (18) est dimensionné de manière que l'efficacité électrique respective de l'enroulement de départ (14) et de l'enroulement terminal (18) se trouvent dans des tolérances prédéterminées après la réalisation d'un contact avec les alimentations électriques respectives.

6. Procédé pour contacter une bobine selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un premier contact (20') d'une alimentation électrique, destinée à être reliée à l'enroulement de départ (14), est reliée électriquement à au moins un enroulement extérieur de l'enroulement de départ (14), et
dans lequel un deuxième contact (20) d'une alimentation électrique destinée à être reliée à un enroulement terminal (18) est reliée électriquement à au moins un enroulement extérieur (27) de l'enroulement terminal (18),
caractérisé en ce que la liaison est réalisée par soudage ou brasage, de préférence avec utilisation d'un rayon laser (40), dans lequel plusieurs enroulements (27) de l'enroulement de départ ou de l'enroulement terminal sont respectivement reliés électriquement aux contacts respectifs (20,20') de l'alimentation électrique.

7. Procédé pour contacter une bobine selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les contacts (20, 20') de l'alimentation électrique présentent un évidement (24) dans une région de fixation (22, 22') respective, dans lequel, pendant la réalisation de la connexion, la région de fixation est tout d'abord placée sur l'enroulement (14, 18) à contacter de manière que l'évidement (24) touche l'enroulement (14, 18), et ensuite un faisceau laser (40) est dirigé sur la région de fixation (22, 22') dans la région de l'évidement (24).

8. Procédé pour contacter une bobine selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'évidement (24) présente la forme d'une rainure et présente de préférence un profil essentiellement en V ou en U.

9. Procédé pour contacter une bobine selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la région de fixation (22, 22') est recouverte d'une soudure dans sa région de l'évidement (24) sur son côté extérieur dirigé vers la bobine d'une charge.

10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** le premier contact (20') de l'alimentation électrique destiné à être relié avec l'enroulement de départ (14) est relié électriquement avec au moins un enroulement situé sous les enroulements extérieurs de l'enroulement de départ (18).

11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** le deuxième contact (20) de l'alimentation électrique destiné à être relié avec l'enroulement terminal (18) est relié électriquement avec au moins un enroulement situé sous les enroulements externes de l'enroulement terminal (18).

12. Procédé pour contacter une bobine selon l'une des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce que** le

nombre d'enroulements reliés électriquement au contact (20, 20') respectif est choisi de manière que les propriétés électriques de l'ensemble de la bobine se trouvent dans des tolérances prédéterminées.

13. Arrangement comprenant une bobine selon l'une des revendications 1 à 5 et deux contacts (20, 20') d'une alimentation électrique, dans lequel un premier contact (20') est relié électriquement à l'enroulement de départ (14) de la bobine et dans lequel une deuxième contact (20) est relié électriquement à l'enroulement terminal (18) de la bobine, les deux contacts (20, 20') présentant chacun un évidement (24) de préférence en forme de rainure dans une zone de fixation (22, 22') respective, dont le point le plus bas vu en coupe se trouve entre les enroulements externes de l'enroulement de départ respectivement de l'enroulement terminal.

Fig. 1

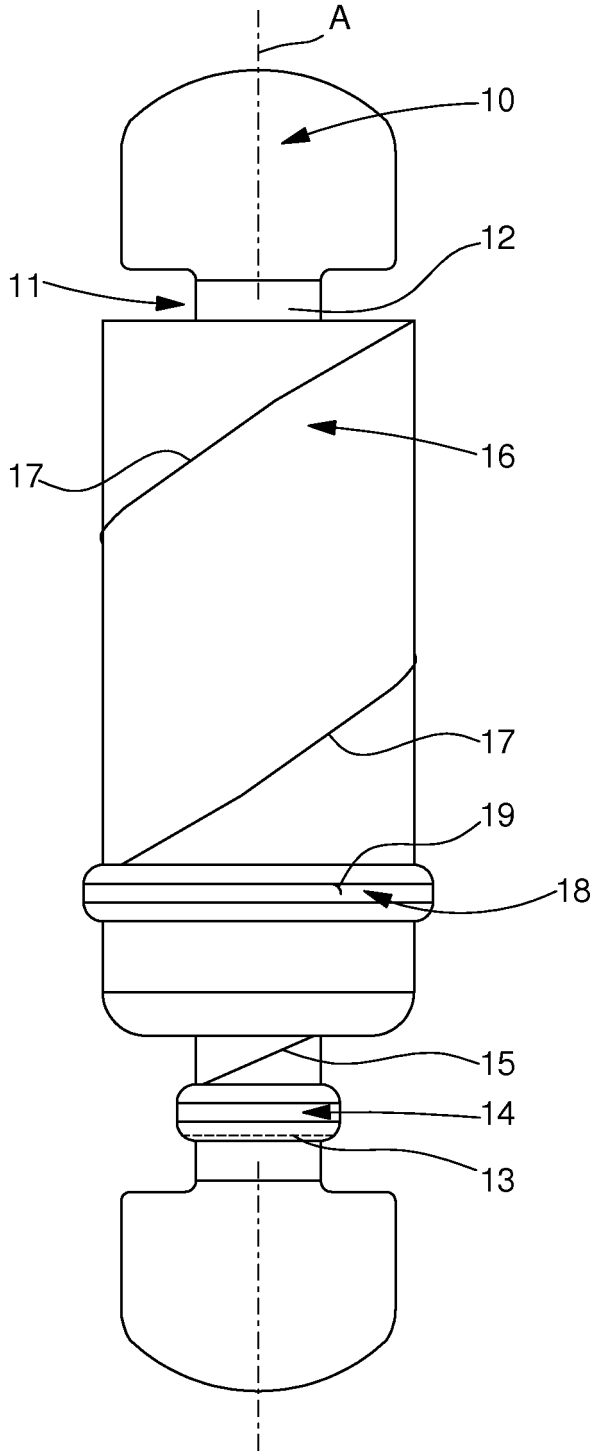


Fig. 2

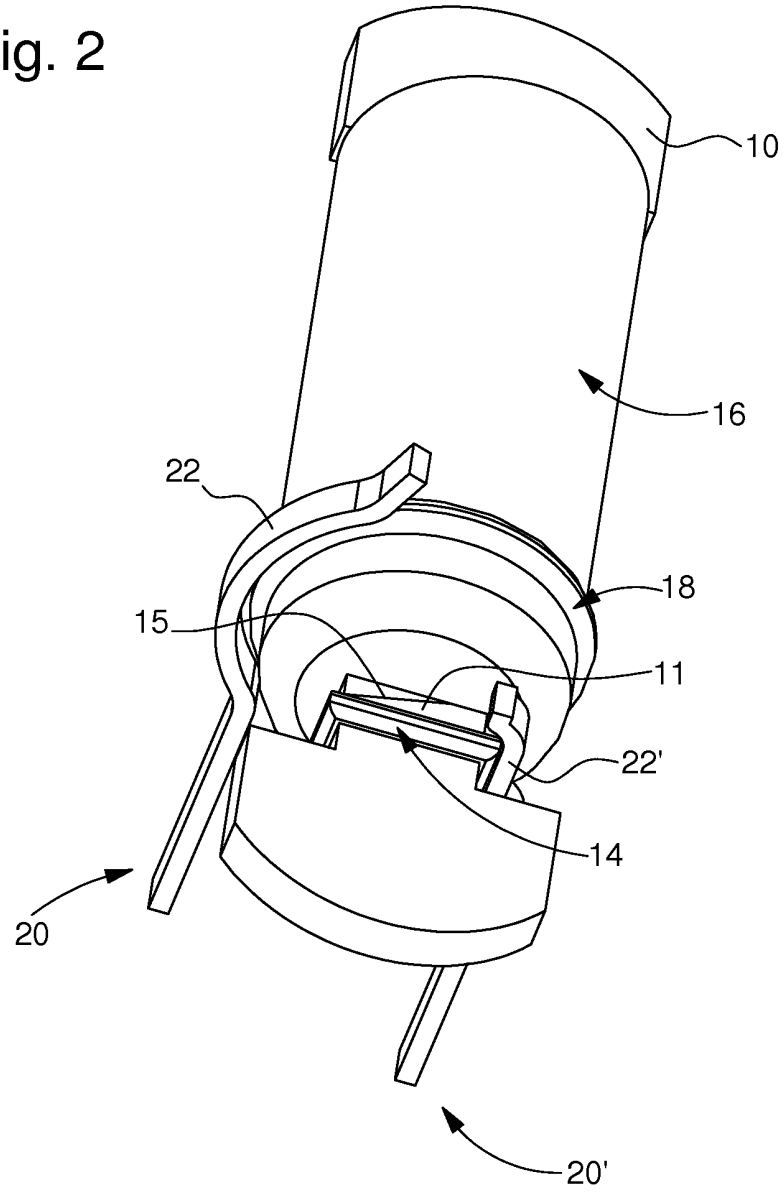
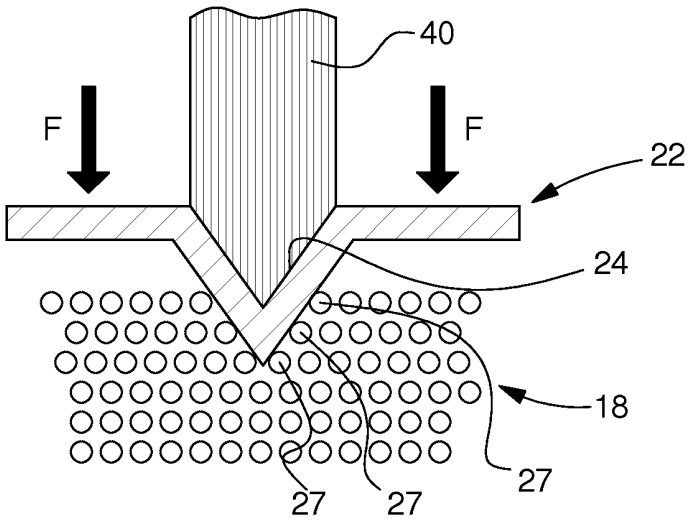


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4759120 A **[0002]**