

# DE 102011100121 A1

Anmeldeland: DE  
Anmeldenummer: 102011100121  
Anmeldedatum: 26.04.2011  
Veröffentlichungsdatum: 31.10.2012  
Hauptklasse: H02K 3/12(2011.01,A)  
Nebeklasse: H02K 3/28(2011.01,A)  
MCD-Hauptklasse: H02K 3/12(2006.01,A)  
MCD-Nebeklasse: H02K 3/28(2006.01,A)  
CPC: H02K 3/522  
CPC: H02K 3/28  
CPC: H02K 2203/03  
ECLA: H02K 3/52 A1  
Erfinder: Esch, Hans-Jürgen, 13053, Berlin, DE  
Anmelder: Esch, Hans-Jürgen, 13053, Berlin, DE

**[EN]Wiring for stator used in electrical machine, has windings that are led out from front ends of stators, and are connected to printed circuit board**

**[DE]Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen**

**[EN]**The wiring has three windings that are electrically wound around teeth of the stators. The windings led out from the front ends of the stators are connected to a printed circuit board. Mutually insulated conductor patterns and connectors in form of flat packages are formed on the printed circuit board. Mounting holes are formed in the printed circuit board for mounting stators using bolts and rivets.

**[DE]**Die Erfindung betrifft eine besondere Wicklungsausführung und Verdrahtung der Statoren, die in elektrischen Maschinen unterschiedlicher Art eingesetzt werden kann, gekennzeichnet durch beidseitig aus den Nutungen des Stators herausgeführte Wicklungsenden und deren Verdrahtung mittels beidseitig des Stators montierte, sich wiederholende Leiterstrukturen entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs I. Die Erfindung ist vorteilhaft überall dort einsetzbar, wo aufgrund der Bauform des Motors beide Seiten des Stators zur Verdrahtung der Wicklungen herangezogen werden können und aus fertigungstechnischen Überlegungen die Wicklung des Stators in eine bestimmte Anzahl von Teilwicklungen aufgeteilt werden soll, die erst nach der Bewicklung verschaltet werden.

---

Seite 1 --- ()

Seite 2 --- ()

Stand der Technik

**[0001]** Elektrische Maschinen benötigen einen Stator, auch als Ständer bezeichnet, der für gewöhnlich als Ring aus magnetisierbarem Material mit einem bestimmten Durchmesser und einer passenden Höhe realisiert wird, meist in Form geschichteter magnetisch leitender Bleche, versehen mit entsprechender Nutung am inneren oder äußeren Durchmesser, so dass eine bestimmte Anzahl von Zähnen entsteht, sowie entsprechender elektrischer Wicklungen. Die Wicklungen werden um die Zähne herum innerhalb des durch die Nutung sich ergebenden Raumes geführt und entsprechend verdrahtet. Im einfachsten Fall wird gemäß des umzusetzenden Wicklungsschemas, das je Phase zunächst einen elektrisch unabhängigen Wicklungsstrang vorsieht, der in einer bestimmten Abfolge um die einzelnen Zähne herumzuführen ist, jeder dieser Stränge mit einem einzigen Draht oder zu einem Bündel zusammengefassten Drähten fortlaufend gewickelt. Sodann werden die meist drei unabhängigen Phasenwicklungen, vorzugsweise auf Anschlüsse geführt, entsprechende zusammenschaltet, z. B. als Stern oder Dreieck im Falle eines für den Betrieb mit Drehstrom vorgesehenen Motors. Eine andere Möglichkeit ist die unabhängige Bewicklung jedes einzelnen Zahnes und die nachträgliche Verdrahtung mittels Leiterbrücken bzw. Leiterringen, wobei die Leiterstrukturen meist zu flachen Paketen mit entsprechenden Isolierungen zusammengefasst werden, oder durch Leiterplatten mit entsprechendem Leiterbild. Je nach Verdrahtungslösung kommt als punktuelle Verbindungstechnik zwischen Wicklungsenden und Verbindungsstruktur schweißen, verpressen oder löten infrage.

Kritik am Stand der Technik

**[0002]** Ein Nachteil der beschriebenen herkömmlichen Ausführung ist die bei bestimmten Wicklungsschemata ungünstige Drahtführung zwischen den einzelnen, um die Zähne des Stators herumgeführten Wicklungen, wenn mit einem einzigen Draht oder zu einem Bündel zusammengefassten Drähten fortlaufend bewickelt werden soll. Ein anderer Nachteil ergibt sich bei vereinzelter Wicklungen je Zahn, wenn Leiterplatten zur Verdrahtung eingesetzt werden sollen, aus dem Umstand, dass einerseits eine Vielzahl von Verbindungspunkten unterzubringen sind und andererseits bei drei zu verdrahtenden Phasen Leiterplatten mit drei Verbindungsebenen vorzusehen sind, zumindest wenn möglichst flächige Verbindungsbereiche für höhere Ströme erforderlich sind.

Vorteile der Erfindung

**[0003]** Die erfindungsgemäße Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen eignet sich bei bestimmten Wicklungsschemata zur Vereinfachung der Bewicklung des Stators und der Verdrahtung der Wicklungen untereinander. Sie ermöglicht für die Verdrahtung den Einsatz von Leiterplatten mit nur zwei Verbindungsebenen oder zu flachen Paketen zusammengefassten Leiterstrukturen und kommt mit deutlich weniger Verbindungspunkten aus. Ein weiterer Vorteil ist die Segmentierbarkeit der Leiterplatten oder Leiterstrukturen, die bei relativ großen Statordurchmessern und/oder hochpoligen Maschinen zu Kosteneinsparungen führen und zudem elektrisch unabhängige Teilmaschinen entstehen lässt.

Beschreibung

**[0004]** Mehrphasige, vorzugsweise dreiphasige Wicklungen, die auf den Stator einer elektrischen Maschine mit mehr als drei Statorzähnen aufgebracht werden, unterscheiden sich, abhängig von der Auslegung der Maschine, in ihrer elektrischen Verschaltung untereinander. Je mehr Zähne im Stator vorhanden sind, desto komplexer können die Verschaltungen der einzelnen, um die Zähne herumgeführten Wicklungen werden. Bei bestimmten Maschinenauslegungen sind Wicklungsschemata möglich, die eine fortlaufende Bewicklung zweier oder mehrerer Zähne mit einem einzigen Draht oder zu einem Bündel zusammengefassten Drähten erlauben und die darin vorteilhaft über Leiterplatten oder mit zu flachen Paketen zusammengefassten Leiterstrukturen verdrahtet werden können.

**[0005]** Dies vorausgeschickt, soll die erfindungsgemäße Wicklungsausführung und Verdrahtung am Beispiel eines Stators mit 12 Zähnen sowie folgendem Wicklungsschema erklärt werden (die Großbuchstaben A, B, C symbolisieren je eine der drei Phasen, das + oder - Zeichen gibt den Wicklungssinn an und das Zeichen | steht für die Statornutung, die die einzelnen Zähne entstehen lässt): A+|A-|B-|B+|C+|C-|A-|A+|B+|B-|C-|C+|. Ein derartiges Wicklungsschema kann z. B. bei synchronen isotropen und mit Dauer magneten erregten arbeitenden Maschinen zur Anwendung kommen.

**[0006] Fig.** zeigt einen schematisierten Ausschnitt von zwei Zähnen a und b des beispielhaft verwendeten Stators mit 12 Zähnen mit Blick auf eine gedachte, vertikal verlaufende Maschinenachse, der zur Vereinfachung dieser, wie der folgenden Abbildungen, eine ebene Abwicklung des zylindrischen Stators darstellt. Die Wicklungen zeigen eine durchaus übliche konventionelle Bewicklung jedes einzelnen Zahnes. Im gezeigten Fall ergeben sich die beiden Wicklungen c und d, beispielsweise der Phase A. Da der Wicklungssinn gleich ausgerichtet ist, wird das umzusetzende Wicklungsschema A+|A-| durch die unterschiedliche Stromflussrichtung der beiden benachbarten Wicklungen erreicht, was zur Verdrahtung mittels der Brücke e und den Anschlüssen f für A+ und g für A- führt. Die **Fig.** verdeutlicht Wicklungssinn und Lage der Anschlüsse auf die Rotationsachse der Maschine gesehen, also auf die Stirnfläche des Stators. Es ist einleuchtend, dass zur Verdrahtung dieses Wicklungsschemas in dieser Art der Einzelzahnwicklung - es folgen ja gemäß der oben dargestellten Wicklungsabfolge jeweils aufeinander die drei Phasen A, B und C mit jeweils zwei benachbarten Wicklungen - eine lediglich zweilagige Leiterplatte keine brauchbare Lösung darstellt, zumal wenn die Verbindungen hohe Ströme führen müssen und damit entsprechend breite und durchgängige Strukturen nötig werden. Eine gewisse Vereinfachung der Verdrahtung, die durch eine Halbierung der Kontaktpunkte erreicht wird, ergibt sich aus einer über zwei, im Beispiel benachbarte Zähne, geführte Bewicklung, wie sie in **Fig.** und **Fig.** gezeigt ist, wobei die im vorigen Beispiel nötige Verdrahtung e in diesem Fall im Zuge der Bewicklung entsteht. Nachteilig ist jedoch dabei, dass die Drahtlängen und damit die wirksame Windungszahl, wie zu erkennen ist, um eine halbe Windung unterschiedlich ausfällt, was sich im Betriebsverhalten besonders bei geringen Windungszahlen negativ auswirkt.

**[0007]** Eine Verbesserung im Sinne einer identischen Drahtlänge und Wicklungszahl stellt die erfindungsgemäße neue Umsetzung des beispielhaften Wicklungsschemas gemäß **Fig.** dar, wobei nunmehr, wie auch in **Fig.** erkennbar, die Wicklungsenden auf den jeweils entgegengesetzten Stirnseiten des Stators herausgeführt sind. Auf die **Fig.** bezogen wäre der Anschluss f nach vorne zu führen, der Anschluss g nach hinten auf die andere Stirnseite des Stators. Damit kann jetzt die erfindungsgemäße neue Ausführung der Verdrahtung, die auf beiden Seiten des Stators erfolgt, angewendet werden, wobei hierzu bevorzugt, jedoch keineswegs ausschließlich, Leiterplatten in zweilagiger Ausführung zum Einsatz kommen können. **Fig.** zeigt das Verdrahtungsschema mittels zweier weitgehend identischer Leiterplatten am Beispiel der kompletten ebenen Statorabwicklung mit 12 Zähnen und den vollständig ausgeführten drei Phasenwicklungen - der gesamte Stator ist hier als Kreisschluss zu begreifen, der durch ein Zusammenfügen des linken und rechten Endes der Abwicklung entsteht. Zur Verdeutlichung der Verdrahtung sind in dieser Abbildung die beiden Leiterplatten h und i, die sich normalerweise auf den beiden entgegengesetzten Stirnseiten des Stators befinden, um 90 Grad in die Ebene geklappt, also auf die gedachte, vertikal verlaufende Maschinenachse. Die Phasenanschlüsse A, B und C liegen direkt auf der Leiterplatte, ebenso die mögliche Verdrahtung des Sternpunktes j, sofern eine Sternschaltung erfolgen soll. Die Wicklungen werden über die Verbindungsterminals k und l angeschlossen, hier nur für die Wicklungen c und d bezeichnet, die im Falle einer Leiterplatte als Lötungen ausgeführt werden können. Die Verbindungen, beispielsweise m in **Fig.**, sind in Form sich nicht kreuzender Leitungszüge oder sonstiger Verbindungsstrukturen realisierbar.

**[0008]** Diese erfindungsgemäße Art der Verdrahtung des bewickelten Stators kann bei komplexeren und/oder hochpoligeren Maschinen auch in Form von identischen oder weitgehend identischen Leiterplattensegmenten oder zu flachen Paketen zusammengefassten Leiterstrukturen erfolgen, die zu vollen Kreisen zusammengesetzt werden und auf beiden Stirnseiten des Stators zum Einsatz kommen. **Fig.** verdeutlicht die Verdrahtung einer Maschine, die aus vier Teilmotoren besteht, die wiederum jeweils beispielsweise 12 Statorzähne besitzen und demnach mit je Seite vier, also mit insgesamt acht Segmenten verdrahtet wird, wobei die Leiterführung auf den Leiterplatten der Einfachheit halber nicht eingetragen ist; sie entspricht dem Beispiel in **Fig.**. Zur weiteren Vereinfachung ist in **Fig.** lediglich eine Stirnseite des Stators mit den vier Segmenten n bis q dargestellt, die für die Verbindung der Phasen A und C dienen. Die Phase B wird analog der **Fig.** auf die gegenüberliegende Seite des Stators geführt. Diese vier Teilmaschinen können nun entweder, gemäß dem Beispiel in **Fig.**, einzeln herausgeführt, oder hintereinander geschaltet werden, so dass sich für die so verschaltete komplette Maschine lediglich drei Phasenanschlüsse A, B und C und eine Sternverschaltung r ergeben. Die Verbindung zwischen den einzelnen Leiterplattensegmenten übernehmen Drahtbrücken, beispielsweise s und t. Um die Segmente einfach auf die beiden Stirnseiten des Stators zu montieren, sind Befestigungsbohrungen u nahe am inneren - oder bei Innenläufermaschinen äußeren - Radius sinnvoll.

### Seite 3 --- ()

#### [1] Anspruch I (Hauptanspruch)

Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen, gekennzeichnet durch die Bewicklung mehrerer, mindestens jedoch zweier, bevorzugt, jedoch nicht zwingend, benachbarter Zähne des Stators in der Weise, dass die beiden sich ergebenden Wicklungsenden an dem Ende der Zähne, das mittels der offenen Nutungen die Zähne voneinander separiert, jeweils in Richtung der entgegengesetzten beiden Stirnseiten des Stators herausgeführt werden. Weiter gekennzeichnet durch die Ausführung der Verdrahtung auf den beiden Stirnseiten des Stators, bevorzugt, jedoch keineswegs ausschließlich, mittels Leiterplatten in jeweils bevorzugt, jedoch nicht zwingend, zweilagiger Ausführung.

2. bis 6 Unteransprüche

#### [2] Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen nach mindestens einem

### Seite 4 --- ()

der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verwendeten Leiterplatten, die zur Verdrahtung der Wicklungen auf den beiden Stirnseiten des Stators angeordnet sind, identisch oder weitgehend identisch sind.

**[3]** Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verwendeten Leiterplatten, die zur Verdrahtung der Wicklungen auf den beiden Stirnseiten des Stators angeordnet sind, auch segmentiert, also als Kreisbogenausschnitt, ausgeführt werden und aus vorzugsweise, jedoch nicht zwingend, identischen Leiterplatten bestehen können.

**[4]** Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung von segmentierten Leiterplatten zur Verdrahtung der Wicklungen auf den beiden Stirnseiten des Stators einfache Leiterbrücken oder andere Leitungsverbindungen an korrespondierenden radialen Punkten auf den Leiterplatten zur Verbindung der Segmente verwendet werden können.

**[5]** Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle von Leiterplatten auch Verbindungselemente in Form von flachen Paketen aus zusammengefassten und entsprechend gegeneinander isolierten Leiterstrukturen, die beispielsweise aus gestanzten oder per Laser geschnittenen Blechen zusammengesetzt sind, verwendet werden können.

**[6]** Wicklungsausführung und Verdrahtung für Statoren elektrischer Maschinen nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Verdrahtung der Wicklungen auf den beiden Stirnseiten des Stators verwendeten Ringe oder Segmente aus Leiterplatten oder zusammengefassten Leiterstrukturen in der Nähe des inneren - oder bei Innenläufermaschinen äußeren - Radius eine Anzahl von radial

angeordneten Befestigungsbohrungen erhalten, die eine feste Verbindung zum Stator oder eine den Stator tragende Struktur ermöglicht, etwa durch einfaches Verschrauben oder Nieten.

**Seite 5 --- ()**

**Seite 6 --- ()**

**Seite 7 --- ()**