

(19)



(11)

**EP 2 426 793 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.03.2012 Patentblatt 2012/10**

(51) Int Cl.:  
**H01R 39/10 (2006.01) H01R 43/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10174941.4**

(22) Anmeldetag: **01.09.2010**

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

(72) Erfinder:  
• **Holzner, Andreas**  
**83334, Inzell (DE)**  
• **Mathoy, Arno**  
**9472, Grabs (CH)**

(71) Anmelder: **Brusa Elektronik AG**  
**9466 Sennwald (CH)**

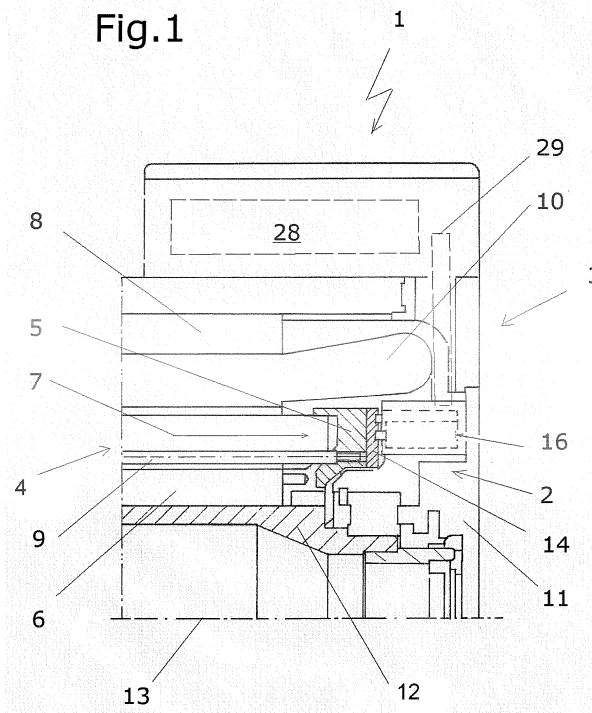
(74) Vertreter: **Rosenich, Paul et al**  
**Patentbüro Paul Rosenich AG**  
**BGZ**  
**9497 Triesenberg (LI)**

(54) **Schleifringbürstensystem für stromerregten Synchronmotor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Schleifring-Bürsten-System (2) für Übertragung von elektrischen Signalen bzw. Erregerstrom auf einen Rotor (4) von elektrischen Rotationsmaschinen, insbesondere stromerregten Synchronmotoren (1), mit am Rotor (4) befestigten Schleifringen (18, 19) und im drehfesten Teil ortsfest angeordneten Bürsten (15). Jede der Bürsten (15) steht mit je einem der Schleifringe (18,19) in einer signal- bzw. stromübertragenden Gleit-Reibverbindung. Das Wesen der Erfindung liegt darin, dass die Schleifringe (18, 19)

mindestens mit einer zusätzlichen Leiterplatte (17) und mindestens einer isolierenden Umhüllung (20) zu einer integrierten Schleifringeinheit (14) vereinigt sind, in welcher die Schleifringe (18, 19) koaxial und voneinander mit einem radialen, elektrisch isolierenden Abstand (A) angeordnet sind. Die Schleifringe (18, 19) mit je einem der Bürsten (15) zusammenwirken, die in axialer Richtung des Rotors (4) orientiert ist. Die integrierte Schleifringeinheit (14) ist stirnseitig am Rotor (4) mitdrehstarr befestigt.

**Fig.1**



**EP 2 426 793 A1**

## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schleifring-Bürsten-System, welches vorzugsweise für die Übertragung von Erregerstrom auf den Rotor eines stromerregten Synchronmotors für Hauptantriebe von Elektromobilen geeignet ist.

**[0002]** Wie bekannt, spielt die Dimensionierung der Erregerstromübertragung vom stehenden Motorgehäuse auf die rotierende Welle bei stromerregten Elektromotoren, insbesondere bei stromerregten Synchronmotoren (SSM) eine wichtige Rolle. Ohne diese externe Stromzufuhr verhält sich dieser Motor - abgesehen von der geringfügigen Magnetisierung durch allfällige Dauermagnete - wie ein Reluktanzmotor. Die ununterbrochene Stromversorgung der Rotorwicklungen ist somit eine Grundvoraussetzung, um die Vorteile des stromerregten Synchronmotors praktisch nutzbar zu machen. Durch die Stromerregung kann auf die Verwendung hochwertiger Magnete aus seltenen Erden verzichtet werden. Der weltweit steigende Bedarf an seltenen Erden, verbunden mit der beschränkten Förderkapazität erhöhen die Bedeutung der Entwicklung eines stromerregten Elektromotors und damit verbunden den Bedarf einer kostengünstigen, konduktiven Rotorstromübertragung mit Bürste und Schleifring.

### STAND DER TECHNIK

**[0003]** Bei elektrischen Rotationsmaschinen mit einer hohen Leistungsabgabe und einem hohen Wirkungsgrad wird bevorzugt, den elektrischen Verlust der Bürsten so weit wie möglich zu verringern, da der elektrische Verlust in den Bürsten den Gesamtwirkungsgrad der elektrischen Rotationsmaschine erheblich beeinträchtigt. Eine bekannte Möglichkeit zum Verringern des elektrischen Verlusts verwendet Bürsten, die aus Graphit und einem leitfähigen Metall, insbesondere aus Kupfer, hergestellt sind.

**[0004]** Das Anwendungsgebiet von Kohlebürste und Schleifring ist sehr groß und lässt sich in zwei Bereiche aufteilen:

- Kohlebürsten für Gleichstrommotoren (Anlasser-, Lüfter-, Scheibenwischer- und Stellmotor, Motor der Benzinpumpe)

- Kohlebürsten für Wechselstrommotoren (vorrangig in Haushaltsgeräten: Staubsauger, Quirl und Mixer)

**[0005]** Bei der Auslegung von Bürsten und Schleifringen beim stromerregten Synchronmotor kann jedoch nur bedingt auf den aktuellen Stand der Technik zurückgegriffen werden, da sich die Randbedingungen von den bisherigen Einsatzgebieten unterscheiden.

**[0006]** Bei stromerregten Synchronmotoren werden zurzeit ausschließlich radiale Bürstenanordnung zum Schleifring eingesetzt. Bei der radialen Bürstenanordnung herkömmlicher Generatoren oder Motoren wird in der Regel die gesamte Motorleistung über die Bürsten geführt, was eine besonders grosse Dimensionierung der Bürsten erfordert.

**[0007]** Selten werden axial angeordnete Kohlebürsten in der Praxis, z.B. bei einer nasslaufenden Kraftstoffpumpe, oder als Erdungskontakt einer Eisenbahn sowie für den Blitzschutz bei Windkraftrotoren verwendet.

**[0008]** Typischerweise werden Kohlebürsten radial auf die Welle angeordnet.

**[0009]** Aus der DE-102008059994 A1 ist eine typische elektrische Rotationsmaschine, nämlich ein Startermotor bekannt, bei welchem radial wirkende Bürsten auf Schleifringe gedrückt werden, die an der Rotorwelle befestigt sind, um einen Erregerstrom elektrisch zur Erregerwicklung am Rotor zu leiten.

**[0010]** Ein Nachteil des obigen Schleifring-Bürsten-Systems mit radialen Bürsten liegt darin, dass es einerseits einen großen Einbauraum im Maschinengehäuse zum Einsatz von Bürsten und Schleifring braucht, andererseits der Wechsel bzw. die Reparatur der Bürsten zu beschwerlich und arbeitsintensiv sind. Dies spielt allerdings bei einem Startermotor kaum eine Rolle, da seine Einschaltdauer gering ist und daher in der Regel die Lebensdauer ohne Bürstentausch der Lebensdauer des Kraftfahrzeugs entspricht. Die Baugröße wiederum ist akzeptiert, da der Startermotor im Vergleich zum übrigen Motor insgesamt nur relativ klein ist.

**[0011]** Anders verhält sich die Situation aber bei Rotationsmaschinen für den Fahrantrieb von Elektrofahrzeugen. Dort sind diese beiden Nachteile nicht erwünscht. Insbesondere für den Einsatz von stromerregten Synchronmotoren in Elektromobilen, ist ein geringer Platzbedarf des elektrischen Übertragungssystems und ein geringer Servicebedarf bzw. eine gute Zugänglichkeit für einen evtl. anstehenden Bürstenwechsel gefordert.

### WESEN DER ERFINDUNG

**[0012]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Schleifring-Bürsten-System zur Übertragung von elektrischem Erregerstrom auf einen Rotor elektrischer Rotationsmaschinen, z.B. Elektromotoren, insbesondere stromerregten Synchronmotoren für Elektromobile zu schaffen, durch welches die oben erwähnten Nachteile des Standes der Technik reduziert, bzw. eliminiert werden können. Zudem sollten spezielle Bedürfnisse des Elektromobilbaus optimiert wahrgenommen werden, ohne dabei den Aufwand für das Bürsten-system nennenswert zu erhöhen.

**[0013]** Durch das erfindungsgemäße System soll also verwirklicht werden:

- Eine kontinuierliche und störungsfreie Stromüber-

tragung zwischen relativ zueinander rotierenden Elementen elektrischer Rotationsmaschinen;

■ Eine kompakte Anordnung der Bürsten-Elemente mit leichter Zugänglichkeit der Bürsten, die als Verschleißteile einfach austauschbar sein sollten.

■ Eine geringe axiale Baulänge der Rotationsmaschine

**[0014]** Die gestellten Aufgaben werden durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der erfindungsgemäßen Lösung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0015]** Bei dem beispielhaft vorgeschlagenen Einsatzgebiet einer axialen Bürstenanordnung wird jedoch lediglich circa 2% der Nennleistung - als eine Erregerleistung - über die Bürsten geführt. Für einen sicheren Betrieb dieses Elektromotors ist bei dieser Lösung ein kontinuierlicher Bürstenkontakt zum Schleifring besonders wichtig.

**[0016]** Die nachfolgenden erfinderischen Erkenntnisse beeinflussten besonders das erfinderische Konzept und die darauf aufbauende Weiterentwicklung der Erfindung des erfindungsgemässen Schleifring-Bürsten-Systems, wie folgt:

■ Bauraumneutralität: Dies bedeutet eine Kompatibilität zu allen herkömmlichen Elektromotoren mit Permanentmagnetantrieb (z.B.: IPM), wobei die Außen-geometrie des Motors unverändert beibehalten aber die Innengeometrie der Lageschilde anpassbar ist;

■ Minimaler Bauraum für das Schleifring-Bürsten-Systems trotz axialer Bürstenposition (Bisher wurde in der Fachwelt eher von einer Baulängenerhöhung durch axiale Bürsten ausgegangen);

■ Bürsten sollen möglichst einfach auszuwechseln sein: Die Erfindung sieht daher ein en bloc auswechselbares Bürstenpaket mit Steckverbindung vor, so dass bei guter Zugänglichkeit der Bürstenwechsel schnell erfolgen kann;

■ Wicklungsverschaltung ist mithilfe einer kunststoffspritzten Leiterplatte bewerkstelligt. Daraus ergibt sich einerseits Variationsfreiheit in der Polverschaltung bei identischer Rotorbewicklung, andererseits jedoch auch eine bessere und wirtschaftlichere Basis für Schleifringe;

■ Schleifringe sind erfindungsgemäss einerseits integriert, andererseits aber voneinander hinreichend abgetrennt, um Luft- und Kriechstrecken einzuhalten;

■ Durch die Erfindung ergibt sich eine zuverlässige

mitdrehbare Befestigungsmöglichkeit der Schleifringe stirnseitig am Rotor.

■ Durch die Erfindung wird vor allem bei den hohen Drehzahlen von Hauptantrieben (bis ca. 12000 U/min) ein Bürstenfeuer unterbunden. Ähnlich dem Überdrehen der Schleifringe bei radialer Anordnung bietet die Leiterplatte die Möglichkeit einer nachträglichen, spanabtragenden Bearbeitung um damit den notwendigen Planlauf zu erreichen. Andererseits sind die Leiterplatten problemlos plan herstellend montierbar, so dass sich diesbezüglich ein Vorteil gegenüber den hülsenförmig aufzuziehenden Schleifringen ergibt.

■ Die erfindungsgemässe Ausbildung der Schleifringe erhöht zwar die die Umfangsgeschwindigkeit wenigstens eines Schleifrings gegenüber einer radialen Anordnung auf der Welle, dies hat jedoch auch den positiven Nebeneffekt, dass durch die erhöhte Fliehkraft eine verbesserte Reinigung der Isolationsteile der Schleifringe von Kohlenstaub erfolgt.

**[0017]** Die erfindungsgemässe Weiterentwicklung ging also von dem oben erörterten bekannten Schleifring-Bürsten-System für Übertragung von elektrischen Signalen bzw. Erregerstrom auf einen Rotor von elektrischen Rotationsmaschinen, insbesondere stromerregten Synchronmotoren aus, welches mit am Rotor befestigten Schleifringen, und mit ortsfest angeordneten Bürsten versehen ist. Jede der Bürsten steht mit je einem der Schleifringe in einer stromübertragenden Reibverbindung.

**[0018]** Das Wesen der Erfindung wird darin gesehen, dass die Schleifringe zusammen mit mindestens einer Leiterplatte und mindestens einer isolierende Umhüllung zu einer integrierten Schleifringeinheit vereinigt sind. In dieser integrierten Schleifringeinheit sind die Schleifringe koaxial und voneinander in einem radialen Abstand angeordnet und wirken mit den Bürsten zur elektrischen Stromübertragung zusammen. Die integrierte Schleifringeinheit ist stirnseitig am Rotor zentriert und mitdrehstarr befestigt. Die Bürsten sind in axialer Richtung des Rotors orientiert/angeordnet.

**[0019]** Da dieses System in gleicher Weise zur Übertragung von Signalströmen (z.B. zur Auswertung eines Temperatursensors auf dem Rotor verwendet werden kann, ist es nicht auf die Erregerstromübertragung eingeschränkt sondern ist allgemein auch für die Signalübertragung zwischen Rotor und den nichtrotierenden Teilen des Motors einsetzbar.

**[0020]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die integrierte und axial beaufschlagte Schleifringeinheit stirnseitig am Rotor durch einen, die Wicklungsköpfe des Rotors gegen axiale und radiale Belastungen abstützenden Stützring befestigt. Die integrierte Schleifringeinheit ist vorzugsweise ring-scheibenförmig ausgestaltet.

**[0021]** Auch eine solche Ausführung der Erfindung ist

denkbar, bei welcher in den radialen Abstand zwischen den koaxialen und im eingebautem Zustand vorzugsweise in der gleichen vertikalen Ebene liegenden Schleifringen der integrierten Schleifringeinheit eine zusätzliche elektrische Durchschlag-Isolierung eingebaut ist. Dadurch kann die Durchschlagsicherheit für höhere Spannungen weiter erhöht werden.

**[0022]** Verfahrenstechnisch ist es vorteilhaft, wenn die isolierende Umhüllung der integrierten Schleifringeinheit als eine Kunststoffumspritzung ausgebildet ist.

**[0023]** Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden die axialen Bürsten in einem isolierenden Gehäuse zu einer integrierten Bürsteneinheit vereinigt. Dadurch kann die integrierte Bürsteneinheit als Ganzes einfach und schnell ausgewechselt werden. Dazu ist es auch zweckmäßig, wenn die integrierte Bürsteneinheit mit einer elektrischen Steckverbindung versehen ist, die sich vorzugsweise alleine durch Entfernen der Bürsteneinheit löst und durch Anbringen der Bürsteneinheit verbindet.

**[0024]** Vorzugsweise sind die Bürsten der integrierten Bürsteneinheit aus Elektrographit "E43", und die Schleifringe der integrierten Schleifringeinheit aus CuSn10 (Kupfer-Zinn) hergestellt, um den Verschleiß beim erfindungsgemäßen Schleifring-Bürsten-System möglichst ausschließlich auf den Bürstenverschleiß zu beschränken, den elektrischen Übergangswiderstand zu minimieren und den Bürstenverschleiß möglichst gering zu halten. Die Auswahl des Bürstenmaterials ist mit der Wahl des Werkstoffs für den Schleifring eng verknüpft. Insofern können gegebenenfalls auch andere Kombinationen gewählt werden.

**[0025]** Das kompakte, erfindungsgemäße Schleifring-Bürsten-System kann vorzugsweise in einen relativ kleinen Einbauraum eines stromerregten Synchronmotors eingebaut werden, welcher axial von einem Stützring des Rotors und einem Lagerschild des Synchronmotors, sowie in radialer Richtung von Lagerschild und Statorwicklung begrenzt ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0026]** Die Erfindung wird eingehender anhand der beiliegenden Figuren nachstehend erläutert, welche ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung illustrieren. Es zeigt:

- Figur 1 eine Teilschnittansicht eines stromerregten Synchronmotors mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schleifring-Bürsten-Systems;
- Figuren 2A-2C Ansichten der Teile der erfindungsgemäßen integrierten Schleifringeinheit des Schleifring-Bürsten-Systems nach Fig. 1, im vergrößerten Maßstab;
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht der integrierten Schleifringeinheit nach Fig. 2C mit zwei axial ange-

ordneten Bürsten;

- Figur 4 eine perspektivische Ansicht des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen integrierten Bürsteneinheit des Schleifring-Bürsten-Systems nach Fig. 1;

- Figuren 5 und 6 zerlegte perspektivische Darstellungen der integrierten Bürsteneinheit nach Fig. 4;

- Figur 7 eine perspektivische Ansicht des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen integrierten Bürsteneinheit nach Figuren 5 und 6 in zusammengebautem Zustand;

- Figur 8 eine Schnittansicht der integrierten Schleifringeinheit entlang der Linien VIII-VIII in Figur 3.

#### BESCHREIBUNG EINES AUSFÜHRUNGSBEISPIELES DER ERFINDUNG

**[0027]** Fig. 1 zeigt eine Teilschnittansicht eines stromerregten Synchronmotors 1 insbesondere für Hauptantriebe von Elektromobilen, mit einem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schleifring-Bürsten-Systems 2, welches bezweckt, einen elektrischen Erregerstrom auf einen Rotor 4 des stromerregten Synchronmotors 1 zuverlässig zu übertragen.

**[0028]** Das erfindungsgemäße Schleifring-Bürsten-System 2 kann sinngemäß in allen anderen Anwendungsgebieten von elektrischen Drehvorrichtungen eingesetzt werden, bei welchen zwischen sich relativ zueinander rotierenden Einheiten elektrische Signale bzw. elektrischer Strom - insbesondere Erregerstrom - übertragen werden soll.

**[0029]** Am Rotor 4 ist in dieser Ausführung (Fig. 1) eine Schutzvorrichtung (so genanntes "Rückhaltesystem") vorgesehen, um an beiden Stirnseiten des Rotors 4 aus einem Blechpaket 6 in axialer Richtung hinausragende Wickelköpfe 7 auch bei höheren Drehzahlen des Rotors 4 gegen die Belastungen beidseitig mittels je eines Stützringes 5 abzustützen. Die beiden Stützringe 5 werden vorzugsweise durch axiale Schrauben 9 mit einer vorgegebenen Vorspannung verbunden; dadurch entsteht ein kompaktes und steifes Rotorpaket. In Fig. 1 ist ein Statorblechpaket mit 8, eine Statorwicklung mit 10, ein Lagerschild mit 11, eine Rotorwelle mit 12 und eine Rotationsachse des Rotors 4 mit 13 bezeichnet.

**[0030]** Bei der Erregerstromübertragung mit Bürsten und Schleifring ist - ähnlich wie bei permanent erregten Motoren - die hohe Dynamik des Motors eine Grundanforderung an die Erregerstromübertragung. Bei Elektromotoren für Elektromobile kann die Drehzahl bis über 12000 U/min und die Leistung über 100 kW betragen.

**[0031]** Damit werden - neben der Vermeidung der Nachteile teuren Magnetmaterials - zugunsten einer hohen Motordynamik die an sich bekannten Nachteile bekannter Schleifring-Bürsten-Systeme in Kauf genom-

men. Der Stand der Technik ist diesbezüglich jedoch noch nicht derart fortgeschritten, um die komplexen Anforderungen eines solchen stromerregten Synchronmotors gerecht zu werden. Daher war zusätzlicher elektrotechnischer Entwicklungsaufwand erforderlich, um eine Verbesserung der Erregerstromübertragung zwischen Bürsten und Schleifringen zu bewirken. Dies wird durch die vorliegende Erfindung gelöst.

**[0032]** Was die mögliche Platzierung des Schleifring-Bürsten-Systems 2 im Synchronmotor 1 anbelangt, wurde zuerst gezielt die Anforderung definiert, welche an die Einbauposition und das Übertragungssystem gestellt werden. Die Anforderung an die Bauraumneutralität, welche eine Kompatibilität zu allen bisherigen Anwendungen und somit jederzeit einen Wechsel bereits eingebauter Elektromotore ermöglicht, ist seitens der Anmelderin als eine wichtige Voraussetzung anzusehen.

**[0033]** Erfindungsgemäss wird das folgende Konzept der Erregerstromübertragung bewerkstelligt:

- Möglichst minimaler Bauraum für das Schleifring-Bürsten-System; Das Schleifring Bürstensystem nutzt im Wesentlichen den Raum innerhalb der stehenden Statorwickelköpfe der Erregerwicklung und kann von axialer Seite gewartet/ausgetauscht werden. D.h. es kann von der Stirnseite her auf die Bürsten zugegriffen werden und benötigt das Maschinengehäuse von radial her keine Zugriffsmöglichkeit. Dies erleichtert die Wartung und kommt den als Mechaniker geschulten KfZ-Werkstätten-Personal entgegen.

- Integrierte Schleifringeinheit - einfach zu montieren, geringes Gewicht, hohe Laufruhe; minimaler axialer Bauraum

- Wechselbares integriertes Bürstenpaket mit Steckverbindung;

- Variationsfreiheit für die Wicklungsverschaltung mithilfe einer kunststoffumspritzten Leiterplatte der integrierten Schleifringeinheit.

**[0034]** Ausgehend von der in Fig. 1 illustrierten Einbausituation konnte nun im Sinne der Erfindung ein für Hauptantriebe von Elektromobilen neues Konzept zur Stromübertragung vom Stator 3 auf den Rotor 4 entwickelt werden. Entgegen der traditionellen Anordnung von Kohlebürsten in radialer Richtung, wie dies beim Stand der Technik beschrieben ist, wurde erfindungsgemäss eine axiale Anordnung der Bürsten und ein neues Schleifring-Bürstensystem realisiert.

**[0035]** Sowohl die Schleifringkonstruktion als auch die Bürsten können in den zur Verfügung stehenden Bauraum des Motors eingebaut werden. Zusätzlich sind der Gleichstromanschluss von einem Rotorstromrichter/regler zum Elektromotor und gegebenenfalls einige elektronische Bauteile (nicht dargestellt) zur verbesserten

Betriebsweise im Bauraum integriert. Dies ist möglich, da die Bürsten einseitig der Motorwelle angeordnet sind.

**[0036]** Im Sinne der vorliegenden Erfindung besteht das vorgeschlagene Schleifring-Bürsten-System 2 bei dem zweiten Detail-Ausführungsbeispiel (siehe Fig. 3) aus einer integrierten Schleifringeinheit 14 und zwei, der Schleifringeinheit 14 zugeordneten und axial positionierten Bürsten 15.

**[0037]** Die Bürsten 15 sind erfindungsgemäss vorzugsweise als eine komplett auswechselbare integrierte Bürsteneinheit 16 zusammengebaut (dies wird nachstehend in Zusammenhang mit Figuren 4-7 näher beschrieben). Selbstverständlich liegt im Rahmen der Erfindung auch eine Variante, bei der die Bürsten einzeln getauscht werden können, indem sie etwa - wie herkömmliche Kohlebürsten - aus dem Bürstengehäuse einzeln entfernt werden können. Im Sinne einer kurzen Servicezeit und einfachen Montage ist jedoch die integrierte und steckbare Lösung bevorzugt.

**[0038]** Die Einzelheiten der erfindungsgemässen integrierten Schleifringeinheit 14 sind in Figuren 2A-2C und 8 illustriert. Die bevorzugte Ausführung der Schleifringeinheit 14 besteht aus einer Leiterplatte 17 als Ausgangsmaterial (einzeln illustriert in Fig. 2A), Schleifringen 18 und 19 und einer isolierenden Umhüllung 20 vorzugsweise als eine Kunststoffumhüllung ausgeführt. In Fig. 2B sind die Leiterplatte 17 mit den zugeordneten beiden Schleifringen 18 und 19, sowie in Fig. 2C die komplette integrierte Schleifringeinheit 14, zusammen mit der Leiterplatte 17, den beiden Schleifringen 18-19 und der Umhüllung 20 (vgl. Fig. 2b) zu sehen. Wie in Fig. 2C ersichtlich, ist die integrierte Schleifringeinheit 14 hier ringscheibenförmig ausgebildet.

**[0039]** In Figuren 2C und 8 sind auch koaxiale kreisförmige Nuten 21 und 22 in der Umhüllung 20 vorgesehen, um die beiden Schleifringe 18 und 19 der integrierten Schleifringeinheit 14 den Bürsten zugänglich zu machen. Die axial angeordneten Bürsten (hier nicht gezeigt) wirken durch eine federbelastete gleit-reibschlüssige Verbindung mit den Schleifflächen der Schleifringe 18 und 19 zusammen. Andererseits ist die Schleifringeinheit 14 entlang ihres Umfangs mit Aussparungen 23 versehen (Fig. 3), durch welche nicht gezeigte Schrauben hindurch geführt werden, um einerseits die Schleifringeinheit 14 stirnseitig am Stützring 5 des Rotorpakets koaxial zu befestigen (Fig. 1), andererseits die Leiterplatte 17 mit den Wicklungen in geeigneter Weise zu verbinden.

**[0040]** Die integrierte Schleifringeinheit 14 ist somit erfindungsgemäss zuverlässig, steif und mitdrehbar am Rotor 4 stirnseitig befestigt, um einen störungsfreien Reibkontakt mit den axialen Bürsten 15 jederzeit herzustellen bzw. aufrechtzuerhalten.

**[0041]** Diese integrierte Schleifringeinheit 14 wird beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 direkt an den Stützring 5 montiert, der über Füße (nicht näher gezeigt) direkt an dem Rotorblechpaket 6 abgestützt ist. Dadurch liegen die Schleifringe 18 und 19 die integrierte Schleifringeinheit 14 sowie eine Stirnfläche des Stützrings 5 des

Rotorpakets im Wesentlichen in einer gemeinsamen vertikalen Ebene auf, welche senkrecht zur Rotationsachse 13 angeordnet ist.

**[0042]** Details des Aufbaus und der Montage des Stützrings 5 sind der Patentanmeldung EP10169565.8 gleicher Anmelderin zu entnehmen, die hiermit auch zu späteren (gegebenenfalls prioritätsgestützten) Kombinationen der Lehren dieser zitierten Anmeldung mit der vorliegenden, als per Referenz vollständig eingeführt wird.

**[0043]** Durch diese verbesserte Befestigung der integrierten Schleifringeinheit 14 gibt es keine solche Störungsprobleme mit den Bürsten 15 beim Drehen des Rotors 4 - sogar bei höheren Drehzahlen um 12'000 1/min -, wie beim Stand der Technik. Durch die hohe Umdrehungszahl wirken auch Fliehkräfte auf die Schleifringe 18 und 19. Da diese radial weiter außerhalb der Rotorwelle 12 sind, werden sie aufgrund der höheren Fliehkräfte besser von allfälligem Abrieb oder Staub gereinigt.

**[0044]** Wie in Fig. 1 ersichtlich, steht ein relativ kleiner Einbauraum für die integrierte Schleifringeinheit 14 zur Verfügung, welcher axial links vom Rotorblechpaket 6, axial rechts von der integrierten Bürsteneinheit 16 und von dem Lagerschild 11, sowie in radialer Richtung durch das Lagerschild 11 und die Statorwicklung 10 begrenzt wird.

**[0045]** Im Sinne der Erfindung werden also in diesen Bauraum zielbewusst die folgenden Funktionen integriert:

a) Integration der Schleifringe, d.h. die integrierte Schleifringeinheit 14; Diese Maßnahme ist mit dem Vorteil verbunden, dass jeder Schleifring als separates Bauelement hergestellt werden kann, welches abhängig von den jeweiligen Prüfstandversuchen in der Zukunft durch Veränderung des Material jederzeit einfach angepasst werden kann;

b) Freiheit bei der Verschaltung der einzelnen Polwicklungen, d.h. Verbindung der Drahtenden:

Bei einem sechspoligen (3 Polpaare) Blechschnitt ergeben sich damit folgende Möglichkeiten der Wicklungsverschaltung: 3 x 2 parallel oder 6 x seriell. Dies ist vorteilhaft, da gleicher Fertigungsprozess mit Variationsfreiheit der Wicklungsverschaltung eine Entkopplung von Wicklungsprozess und Verbindung der zwölf Drahtenden zueinander ermöglicht. Die Erfindung kann jedoch auch bei anderen Konstruktionen mit mehr als zwei Erregerstrompolen verwendet werden, indem entsprechend mehr konzentrische Schleifringe an der Leiterplatte ausgebildet werden. Die erfindungsgemässe Ausführung der Schleifringeinheit ist hierbei auch exklusive der Wicklungsverschaltung denkbar. Die Wicklungsverschaltung kann dabei über die Drahtführung realisiert werden, wobei trotzdem

die Funktionalität bzw. die Vorzüge der beschriebenen Schleifringeinheit erhalten bleiben. In diesem Fall würden minimal zwei Drahtenden mit der Schleifringeinheit kontaktiert werden.

c) Isolations-Trennwand 30 der Schleifringe 18 und 19 voneinander in der integrierten Schleifringeinheit 14 zur Kooperation mit der Bürsteneinheit 16. Diese Maßnahme ist deshalb bevorzugt, da aufgrund der für erhöhte Dynamikanforderungen - hohen Spannungen die Luft- und Kriechstrecken auf diese Weise einzuhalten sind, um damit sowohl einen Überschlag als auch einen Masseschluss unterbinden zu können.

**[0046]** Eine Basis zur Umsetzung der obigen drei Funktionen bildet erfindungsgemäss einerseits die Leiterplatte 17 der integrierten Schleifringeinheit 14 (Fig. 2A), in welche die Kupferdrahtenden (nicht gezeigt) eingelötet und durch ein entsprechendes Layout miteinander verbunden werden können. Diese Leiterplatte 17 wird dann mit zwei Kupferringen, d.h. den Schleifringen 18 und 19 bestückt (Fig. 2B) und somit elektrisch in entsprechender Weise verbunden. Dies bedeutet, dass Kontakte bzw. Leiterbahnen (nicht gezeigt) der Leiterplatte 17 polrichtig einerseits mit Rotorwindungen 7 und andererseits mit den Schleifringen 18 und 19 verschaltet sind.

**[0047]** Da sich der radiale Bauraum und die einzuhaltenen Luft- und Kriechstrecken gegenläufig verhalten, wird die mit den Schleifringen 18 und 19 bestückten Leiterplatte 17 - wie schon erwähnt - mit einer Umhüllung 20 zur Erhöhung von Luft- und Kriechstrecken, als drittes Element der Schleifringeinheit 14 (Fig. 2C), vorzugsweise durch Kunststoffumspritzung, versehen. Diese Umhüllung 20 der integrierten Schleifringeinheit 14 (Fig. 2C) dient:

■ Einerseits als stoffschlüssige Verbindung zwischen den verwendeten Komponenten - namentlich der Leiterplatte 17 und den Schleifringen 18 und 19 - da die Verbindung z.B. durch Einlöten physikalisch aufgrund der großen Fliehkraftbelastungen nicht immer ausreichend ist;

■ Andererseits als elektrische Isolation der integrierten Schleifringeinheit 16, welche durch die freie geometrische Gestaltung den jeweiligen funktionalen Anforderungen einfach angepasst werden kann.

**[0048]** In Fig. 2C ist die integrierte Schleifringeinheit 14 als eine ringförmige Einheit ausgebildet. Zwischen den koaxial und voneinander mit einem radialen Abstand A angeordneten Schleifringen 18 und 19 kann die integrierte Schleifringeinheit 14 mit einer zusätzlichen Isolier-Trennwand 30 (siehe auch Fig. 8) versehen werden.

**[0049]** Ein in dieser Art ausgeführtes Isolationssystem hat eigentlich mindestens zwei Effekte: Erstens ermöglicht es eine verbesserte Isolation durch verlängerte Fun-

ken- bzw. Luft- und Kriechstrecken, und zweitens werden durch Bürsten in der Nut allfällige Kohlenstaubablagerungen jeweils "aufgelockert" und danach durch die Fliehkräfte vom Schleifring entfernt. Dadurch wird eine Langzeitstabilität des Isolierkörpers ermöglicht.

**[0050]** Mit diesem Schleifring-Bürsten-Konzept werden alle notwendigen Funktionen im vorhandenen Bauraum realisiert und damit die Bauraumneutralität eingehalten. Darüber hinaus wird eine Flexibilität hinsichtlich der Motorauslegung und Anpassung z.B. in der Materialwahl der Schleifringe oder der Verschaltung der Motorwicklungen beibehalten. Diese Variationsfreiheit ermöglicht ein rasches Reagieren auf neue Erkenntnisse und ist daher durchaus als bedeutender Vorteil anzusehen.

**[0051]** Selbstverständlich können die Schleifringe bereits integriert mit der Leiterplatte ausgebildet sein, indem die Schleifringe selbst die Leiterbahnen der Leiterplatte bilden. Leiterplatte und Schleifringe sind jedenfalls integriert umspritzt mit elektrisch isolierendem Kunststoff, der zusätzlich die Funken- bzw. Luft- und Kriechstrecke erhöht und die Steifigkeit der Schleifringeinheit 14 verbessert.

**[0052]** Bei einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung kann die Kunststoff-Trennwand 30 zwischen den Schleifringen 18 und 19 (Fig. 8) so hoch ausgebildet sein, dass sie mit einer entsprechenden Nut (andeutungsweise in Fig. 6 ersichtlich) der Bürsteneinheit 16 kooperiert und somit eine völlige Abschirmung der beiden Bürsten 15 gegeneinander beim Kontakt mit den Schleifringen 18 bzw. 19 bewirkt. In technischer Umkehr könnte der Bürstenkörper einen entsprechenden Vorsprung aufweisen, der mit einer Ringnut in der Isolations-Trennwand 30 zwischen den Schleifringen 18 und 19 reibungsfrei läuft. Gegebenenfalls kann in die Isolations-Trennwand 30 ein zusätzliches durchschlagverhinderndes Material eingegossen.

**[0053]** Das Funktionsprinzip von den axialen Bürsten 15 und den Schleifringen 18 und 19 beruht darauf, den Verschleiß durch hohe Gleiteigenschaften zu minimieren, und durch die Wahl einer geschickten Materialpaarung den Abrieb möglicherweise auf die Bürste 15 zu beschränken, da die Bürsten, im Gegensatz zur Schleifringeinheit, einfach austauschbar konzipiert sind und damit bewusst als Verschleißkomponente "geopfert" werden.

**[0054]** Nach der vorliegenden Erfindung wird jedoch eine axiale Anordnung der Bürsten 15 vorgeschlagen (Figuren 1 und 3). Nach Fig. 3 wird jede der beiden zueinander parallelen, axialen und ortfesten Bürsten 15 - durch je eine der Nuten 21 und 22 hindurch - mit je einem der Schleifringe 18 und 19 der rotierenden integrierten Schleifringeinheit 14 kraftschlüssig in Reibkontakt gehalten. In Fig. 3 ist es auch ersichtlich, dass bei dieser Anordnung Kohlenstaub von der integrierten Schleifringeinheit 14 durch die hohe Umdrehungszahl immer radial weggeschleudert wird.

**[0055]** Die Kohlebürsten sind zurzeit in sehr unter-

schiedlichen Ausführungen erhältlich. Durch die Verwendung einer standardisierten / industrialisierten Einheit ist die Bürste bereits samt Spannfeder und (Papier)Isolation (nicht bezeichnet) vordimensioniert und steht in zylindrischer Bauform zur Verfügung. Es ist notwendig, die einzelnen Bürsten am Schleifring in axialer Richtung richtig (tangential zum Schleifring) zu positionieren, sowie ihre elektrische Anbindung an eine Erreger-Spannungsquelle so einfach wie möglich durchzuführen. Andererseits ist es nach langem Betrieb eventuell notwendig, aufgrund der Abnutzung einen Bürstenwechsel vorzunehmen.

**[0056]** In Figuren 4-7 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der integrierten Bürsteneinheit 16 nach der Erfindung zu sehen. Diese integrierte Bürsteneinheit 16 ist als auswechselbare Einheit ausgebildet. Sie besteht aus einem isolierenden Gehäuse 24, vorzugsweise aus Kunststoff, welches mit zwei Bürsten 15, z.B. Kohlebürsten bestückt ist. Das Gehäuse 24 (Fig. 4) ist mit einem abnehmbaren Deckel 25 versehen, welcher am Gehäuse 24 - nach Einlegen oder Wechsel mindestens von einem der beiden Bürsten 15 - durch Schrauben 26 fixiert ist. Die integrierte Bürsteneinheit 16 ist mit weiteren Schrauben 27 versehen, die zur Befestigung der Bürsteneinheit 16 in ihrer zur Schleifringeinheit 14 axial eingestellten bzw. orientierten Stellung, - z.B. in einer Ausnehmung (nicht dargestellt) des Lagerschildes 11 - dienen. Die integrierte Bürsteneinheit 16 kann also als Ganzes einfach und schnell ausgetauscht werden, wenn die Bürsten 15 abgeschliffen sind.

**[0057]** Zur Anbindung und Auswechselbarkeit der integrierten Bürsteneinheit 16 wird eine Steckverbindung vorgesehen, durch welche die integrierte Bürsteneinheit 16 elektrisch an die Erregerstromzufuhr einfach angeschlossen werden kann. Wie in Figuren 5-7 dargestellt ist, werden zu dieser Steckverbindung zwei Steckkontakte 31 einerseits am Gehäuse 24, andererseits an einem Kontaktierungselement 32 vorgesehen. Das Gehäuse 31 kann einfach vom Kontaktierungselement 32 abgezogen werden, um die Steckkontakte 31 zu lösen.

**[0058]** Für die verschiedenen Einsatzgebiete stehen unterschiedliche Bürstenwerkstoffe zur Verfügung. Die Bürsten 15 werden gegebenenfalls auch aus Edelmetallen (und deren Legierungen) nur bei erhöhter Anforderung an die Kontaktgüte eingesetzt. Sind jedoch hohe Temperaturen und erhöhte mechanische Belastungen hinsichtlich Bürstengeschwindigkeit zu erwarten, wie z.B. bei Elektromotoren für Hauptantriebe von Elektromobilen, dann werden Kohlenstoffwerkstoffe (z.B. Hartkohle, Kohlegraphit, Spezialgraphit, Elektrographit, Metallgraphit, usw.) verwendet.

**[0059]** Die Auswahl des Bürstenmaterials ist jedoch mit der Werkstoffwahl für den Schleifring 18-19 eng verknüpft. Beispielsweise diffundiert der Kohlenstoff der Bürste 15 - bei einer Paarung Kupfer-Graphit - in die oxidierte Oberfläche des Kupfer-Schleifrings ein und wirkt dort sowohl härtend als auch schmierend, was ebenfalls in Betracht zu nehmen ist.

**[0060]** Um Verschleiß beim erfindungsgemäßen

Schleifring-Bürsten-System 2 möglicherweise ausschließlich auf den Bürstenverschleiß zu beschränken, stehen Werkstoffe für die Schleifringe 18-19 zur Verfügung, so z.B. ein Schleifring aus Cu oder Cu-Legierungen, CuZn, CuSn, Ag oder Ag-Legierungen, Au oder Au-Legierungen, Stahl, bzw. ein Überzug aus Ni oder Co, oder aus galvanisierter Au-Schicht.

**[0061]** Es wurde durch Prüfstand-Zyklusversuche bewiesen, dass die unsererseits vorgeschlagenen Materialpaarungen für die Rotorstromübertragung mit der axialen Bürste 15 und Schleifring 18-19 ausgezeichnet sind. Wir haben dabei zwei Materialpaarungen bevorzugt:

- Die bevorzugte elektrische Materialpaarung ist C72/CuAg0.1 (Bürste/Schleifring).
- Die bevorzugte mechanische Materialpaarung ist E43/CuSn10 anzusehen, d.h. die Bürsten 15 sind aus Elektrographit "E43" und die Schleifringe 18-19 sind aus CuSn10 (Kupfer-Zinn) gefertigt.

**[0062]** Sowohl die Materialwahl als auch die Dimensionierung der Bürsten 15 und der Schleifringe 18-19 erfordert große Erfahrung auf diesem Gebiet. Aufgrund der sensiblen, meist gegensätzlichen Beeinflussung vieler Parameter ist in erster Linie oft nur eine Abschätzung möglich. Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung wurden jedoch einige Parameter zusammengestellt, mit deren Hilfe eine erfinderische Auslegung durchgeführt werden konnte.

**[0063]** Einer dieser Parameter ist die Stromdichte in der Bürste 15. Bekannterweise ist neben der Limitierung durch die elektrische Überlastung auch ein unteres Limit der Stromdichte einzuhalten, um den Verschleiß der Bürste 15 minimal zu halten. Bei einer Elektrographit-Bürste war die Stromdichte bei unseren Versuchen zwischen 4,0-16,0 [A/cm<sup>2</sup>], bei kurzzeitiger Überlastung um 30,0 [A/cm<sup>2</sup>]. Diese Bürste 15 lieferte sehr gute Ergebnisse speziell bei hohen Schleifring-Geschwindigkeiten (um 88,0 - 96,0 m/s).

**[0064]** Ein zweites, aber ebenfalls wichtiges Dimensionierungskriterium ist die Temperatur. Aufgrund der mechanischen Reibung zwischen Bürste und Schleifring und der elektrischen Verlustleistung durch den Widerstand in der Bürste ergeben sich unmittelbar an der Bürste erhöhte Temperaturen. Die Auswirkungen der Temperatur auf das Verschleißverhalten sind sehr komplex. Es kann festgehalten werden, dass nach unseren Versuchen ein Temperaturbereich von 60-90°C einen bevorzugten Bereich darstellt. Damit ist eine geeignete Bildung der Oxidschicht gewährleistet, die wiederum unabdingbar für einen geringen Bürstenverschleiß anzusehen ist.

**[0065]** Über die Bürstenfläche wird Wärme in den Schleifring eingebracht, welche über die restliche Ringfläche wieder abgegeben werden muss um im thermischen Gleichgewicht zu bleiben. Daher bestand unser Ziel auch darin, die Bürstenfläche im Verhältnis zur üb-

rigen Schleifringfläche so klein wie möglich zu halten. Aufgrund der geringen Erregerleistung kann die Querschnittsfläche der axialen Bürsten 15 (siehe Fig.1) sehr gering gehalten werden.

5 **[0066]** In Fig. 1 sind eine Anschlussbox 28 für elektrische Sicherheitskomponenten und externe Stromzuführung, sowie ein elektrisches Verbindungselement 29 zwischen der Bürsteneinheit 16 und der Anschlussbox 28 nur schematisch mit gestrichelten Linien dargestellt.

10 **[0067]** Zusammenfassend ist zu bemerken, dass durch das erfindungsgemäße Schleifring-Bürsten-System 2 mindestens die folgenden Vorteile erreicht werden können:

- 15 • Kontinuierliche und störungsfreie Signal- oder Stromübertragung mit hoher Dynamik sogar bei stromerregten Synchronmotoren mit hoher Drehzahl;
- Bauraumneutralität, d.h. eine Kompatibilität hinsichtlich äusserer Motorgeometrie für verschiedene Elektromotortypen;
- 20 • Kompakte Konstruktion und minimale Baulänge bei axialer Bürstenposition (vgl. die Ausnutzung des Hohlraums unter bzw. innerhalb der Statorwickelköpfe 10 in Fig.1);
- 25 • Zuverlässige stirnseitige Befestigungsmöglichkeit der integrierten Schleifringeinheit 14 am Rotor;
- 30 • Kompakte und leicht auswechselbare integrierte Bürsteneinheit 16 mit elektrischer Steckverbindung;
- 35 • Flexibilität hinsichtlich der Motorauslegung und Anpassung in der Materialauswahl der Schleifringe 18 und 19 und der Bürsten 15, sowie der Verschaltung der Motorwicklungen;
- 40 • Kontinuierliche Gleichstromübertragung insbesondere bei Fahrzeugantrieben;
- Den Durchmesser des Motors, sowie die Bürstengeschwindigkeit zu reduzieren, was zu einem geringeren Verschleiß führt.

45 **[0068]** Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Auch weitere Ausführungsformen und Kombinationen sind denkbar innerhalb des beanspruchten Schutzzumfangs aufgrund der obigen Offenbarung.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN:

55 **[0069]**

- 1 - Stromerregter Synchronmotor
- 2 - Schleifring-Bürsten-System
- 3 - Stator

- 4 - Rotor
- 5 - Stützring
- 6 - Rotorblechpaket
- 7 - Wickelkopf
- 8 - Statorblechpaket
- 9 - Schraube
- 10 - Statorwicklung
- 11 - Lagerschild
- 12 - Rotorwelle
- 13 - Rotationsachse
- 14 - Integrierte Schleifringeinheit
- 15 - Bürste
- 16 - Integrierte Bürsteneinheit
- 17 - Leiterplatte
- 18 - Schleifring
- 19 - Schleifring
- 20 - Umhüllung/Kunststoffumspritzung
- 21 - Nut
- 22 - Nut
- 23 - Bohrung
- 24 - Gehäuse
- 25 - Deckel
- 26 - Schraube
- 27 - Schraube
- 28 - Anschlussbox
- 29 - Verbindungselement
- 30 - Isolier-Trennwand
- 31 - Steckkontakt
- 32 - Kontaktierungselement

### Patentansprüche

1. Schleifring-Bürsten-System für Übertragung von Erregerstrom auf einen Rotor elektrischer Rotationsmaschinen, insbesondere stromerregter Synchronmotoren, mit am Rotor befestigten Schleifringen und in einem drehfesten Teil ortsfest angeordneten Bürsten, wobei jede der Bürsten mit je einem der Schleifringe in einer stromübertragenden Gleit-Reibungsverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifringe (18, 19) an einer steifen Leiterplatte (17) ausgebildet sind und mit dieser durch eine isolierende Umhüllung (20) zu einer integrierten Schleifringeinheit (14) vereinigt sind, in welcher die Schleifringe (18, 19) koaxial und voneinander mit einem radialen Abstand (A) angeordnet sind und mit je einer der Bürsten (15) zusammenwirken, wobei die Bürsten (15) in axialer Richtung des Rotors (4) orientiert sind, und dass die integrierte Schleifringeinheit (14) stirnseitig am Rotor (4) mitdrehstarr befestigt ist.
2. Das Schleifring-Bürsten-System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte (17) der integrierten Schleifringeinheit (14) Kontakte bzw. Leiterbahnen umfasst, die polrichtig einerseits mit Rotorwindungen (7) und andererseits mit den

Schleifringen (18,19) verschaltet sind.

3. Das Schleifring-Bürsten-System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die integrierte Schleifringeinheit (14) an einem, die Wickelköpfe (7) des Rotors (4) abstützenden Stützring (5), stirnseitig befestigt ist.
4. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die integrierte Schleifringeinheit (14) ring-scheibenförmig ausgestaltet ist.
5. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im radialen Abstand (A) zwischen den koaxialen Schleifringen (18, 19) der integrierten Schleifringeinheit (14) eine zusätzliche elektrische Isolier-Trennwand (30) vorzugsweise aus Kunststoff eingebaut ist, in die gegebenenfalls noch weiteres durchschlagverhinderndes Material - gegebenenfalls aus Papier o.dgl. - eingegossen ist.
6. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die isolierende Umhüllung (20) der integrierten Schleifringeinheit (14) als eine Kunststoffumspritzung ausgebildet ist.
7. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Bürsten (15) in einem gemeinsamen Gehäuse (24) zu einer integrierten Bürsteneinheit (16) vereinigt sind.
8. Das Schleifring-Bürsten-System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die integrierte Bürsteneinheit (16) als ganzes Modul auswechselbar ausgebildet ist.
9. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die integrierte Bürsteneinheit (16) mit einer elektrischen Steckverbindung (31, 32) zur Verbindung mit einer Erregerstromquelle versehen ist.
10. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Bürsten (15) aus Elektrographit "E43" bestehen.
11. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der Ansprüche 1-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifringe (18, 19) der integrierten Schleifringeinheit (14) aus CuSn10 (Kupfer-Zinn-Legierung) bestehen.
12. Das Schleifring-Bürsten-System nach einem der An-

sprüche 1-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schleifring-Bürsten-System (2) in den stromerregten Synchronmotor (1) in einen Einbauraum einbaubar bzw. eingebaut ist, welcher axial von einem Stützring (5) des Rotors (4) und von einem Lagerschild (11) des Synchronmotors (1), sowie in radialer Richtung durch das Lagerschild (11) und den Wickelkopf einer Statorwicklung (10) begrenzt ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

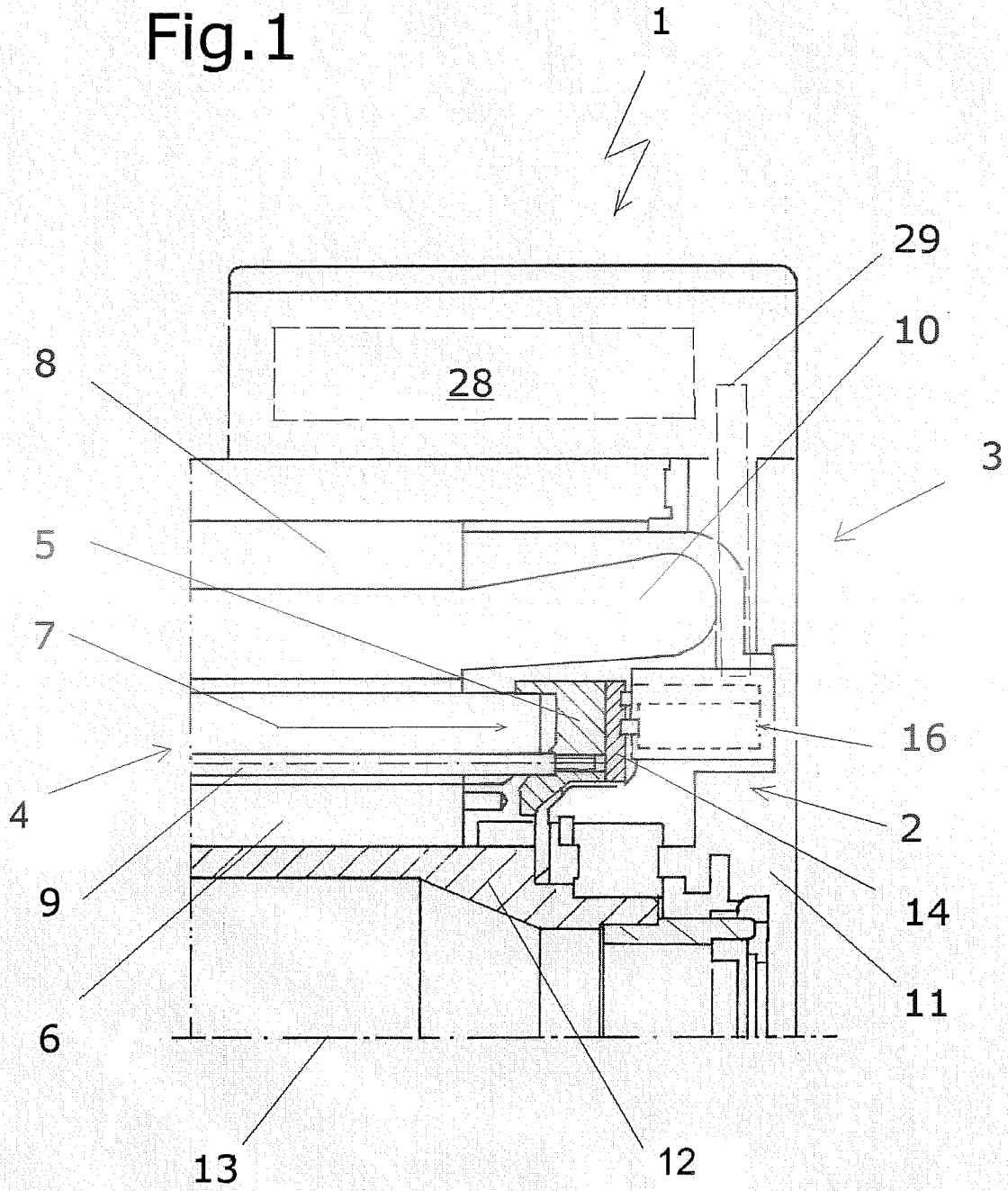


Fig.2A

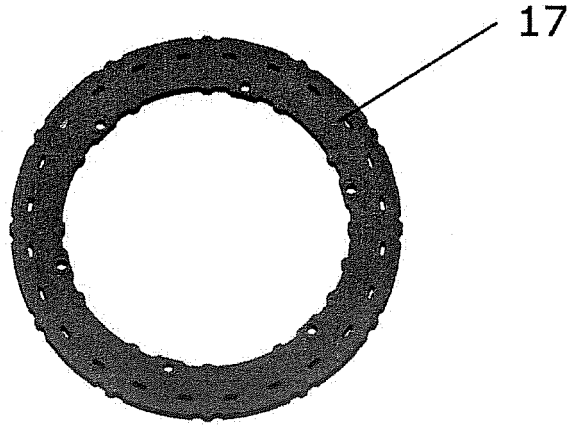


Fig.2B

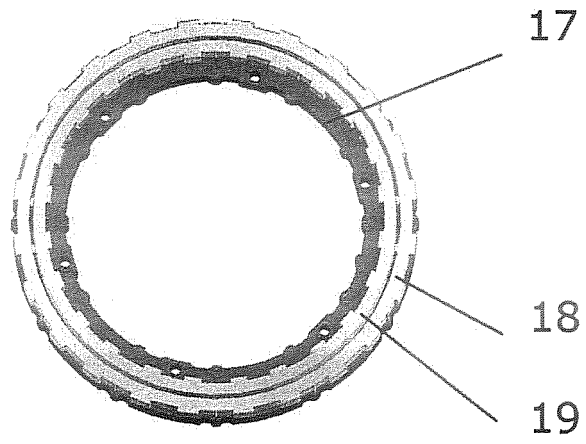
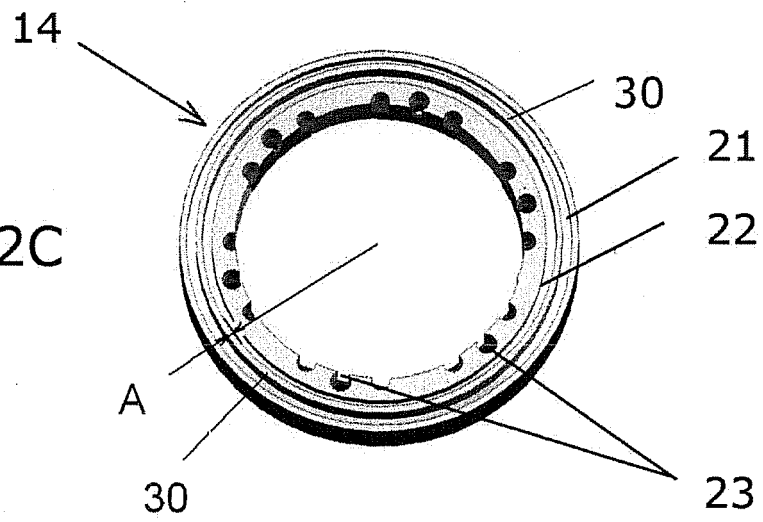


Fig.2C



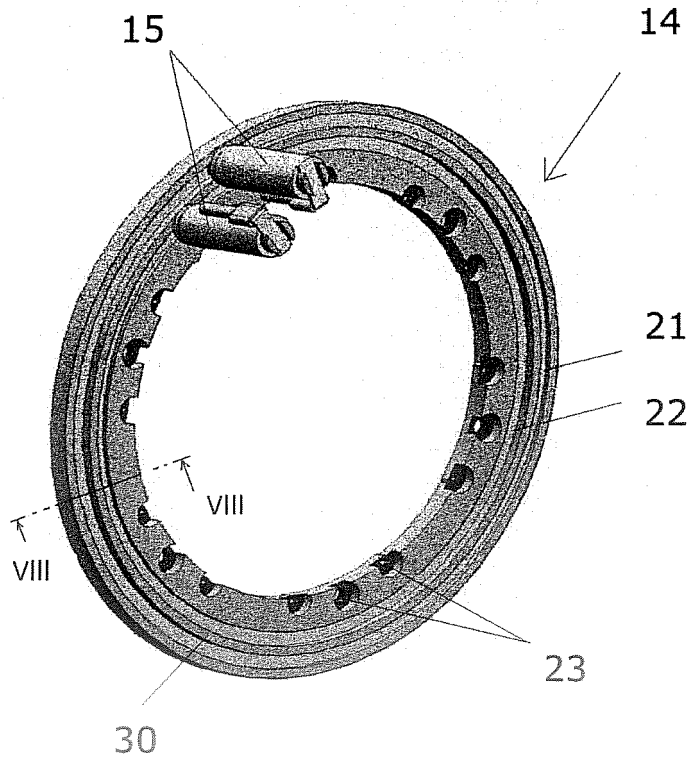


Fig.3

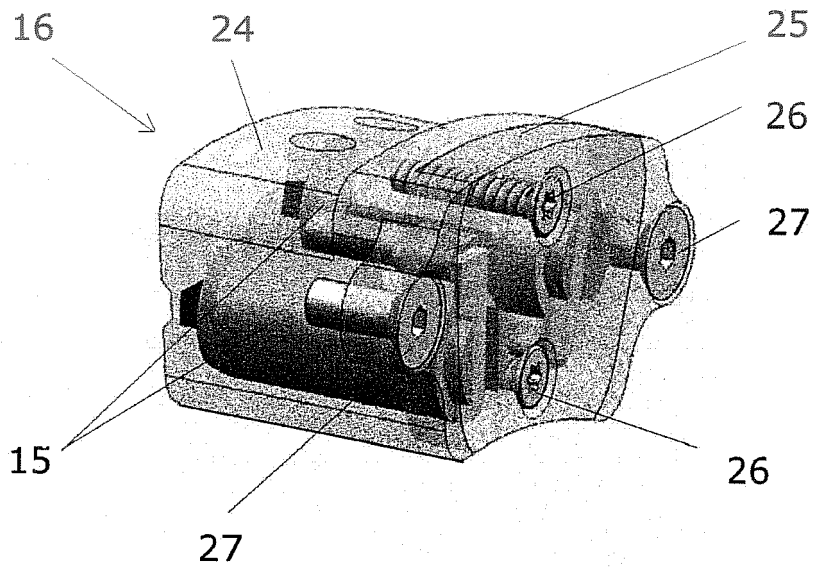


Fig.4

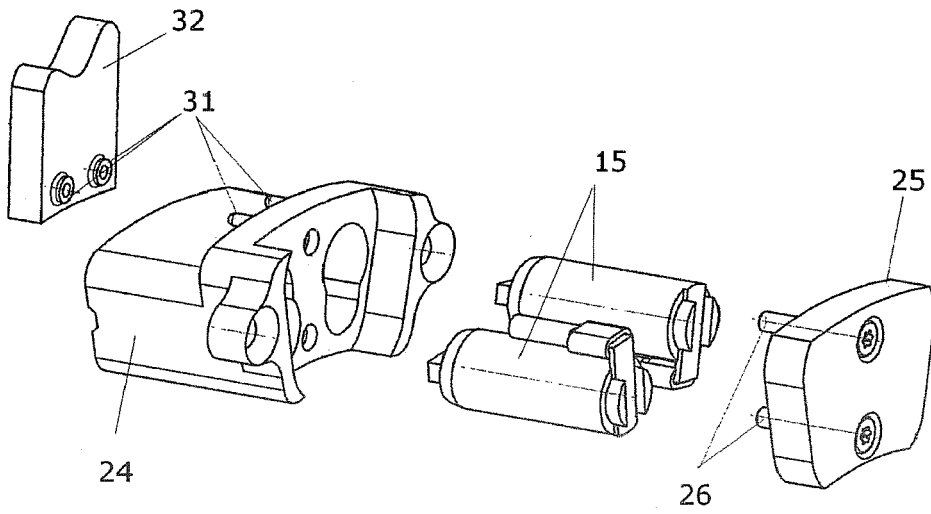


Fig.5

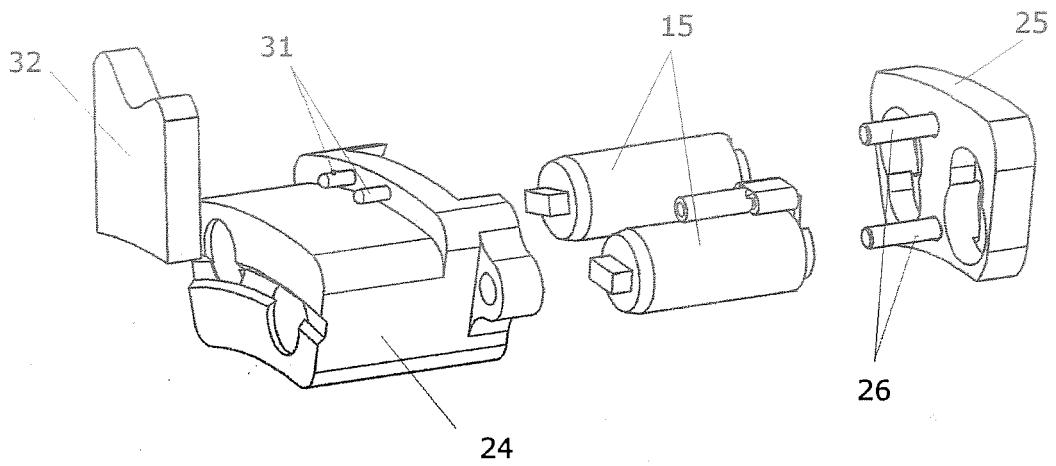


Fig.6

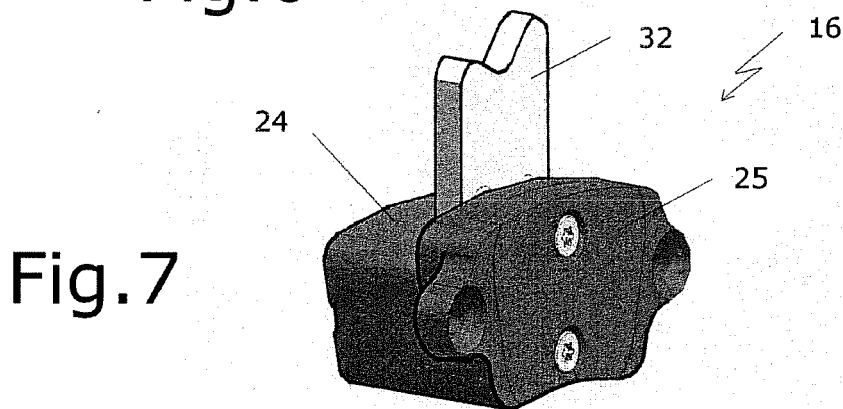


Fig.7

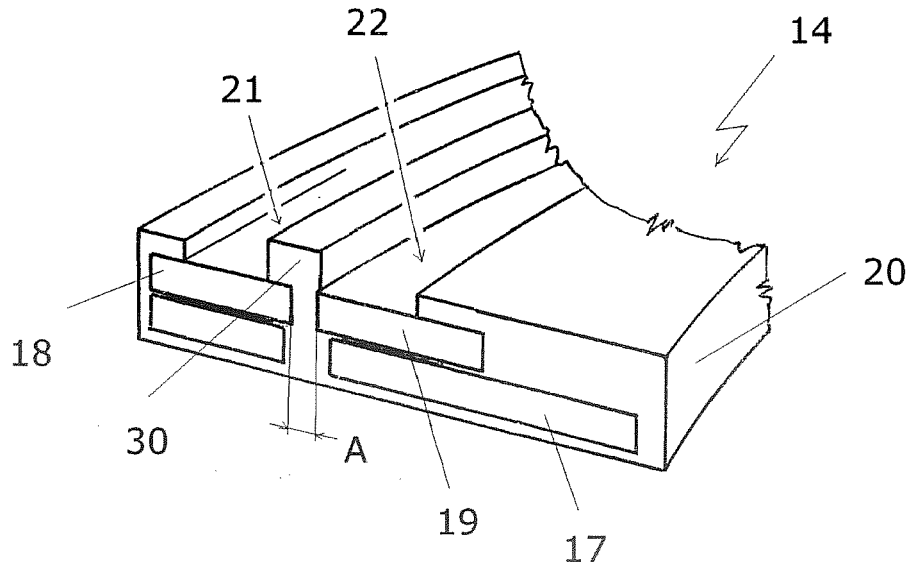


Fig.8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 10 17 4941

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)              |
| A   | EP 0 695 662 A1 (YANG CHEN CHI [TW])<br>7. Februar 1996 (1996-02-07)<br>* Spalte 6, Zeilen 28-40 *<br>* Spalte 7, Zeilen 10-25; Abbildungen 6,7 *<br>* Spalte 7, Zeile 44 - Spalte 8, Zeile 33; Abbildung 1 * | 1  | INV.<br>H01R39/10<br>H01R43/10                  |
| A   | US 6 806 603 B1 (CHOI JOON [KR] ET AL)<br>19. Oktober 2004 (2004-10-19)<br>* Spalte 4, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 32; Abbildungen 3,4,6b *  | 1  |   |
| A   | DE 11 87 312 B (LLOYD DYNAMOWERKE GMBH)<br>18. Februar 1965 (1965-02-18)<br>* das ganze Dokument *  | 1  |   |
| A   | US 3 314 038 A (RUTTEN DONALD E)<br>11. April 1967 (1967-04-11)<br>* Abbildungen 1-3 *  | 1  |   |
| A   | EP 0 077 076 A2 (HITACHI LTD [JP])<br>20. April 1983 (1983-04-20)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *   | 1  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>H02K<br>H01R |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |  |   |
| Recherchenort<br>Den Haag   |   | Abschlußdatum der Recherche<br>18. Februar 2011  | Prüfer<br>Tille, Daniel                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |

 2  
 EPO FORM 1503 03/82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 17 4941

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-02-2011

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0695662   | A1 | 07-02-1996                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| US 6806603   | B1 | 19-10-2004                    | CN 1574555 A                      | 02-02-2005                    |
|  |    |                               | JP 3712719 B2                     | 02-11-2005                    |
|  |    |                               | JP 2005012988 A                   | 13-01-2005                    |
|  |    |                               | KR 20040110627 A                  | 31-12-2004                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| DE 1187312   | B  | 18-02-1965                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| US 3314038   | A  | 11-04-1967                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| EP 0077076   | A2 | 20-04-1983                    | DE 3272917 D1                     | 02-10-1986                    |
|  |    |                               | JP 58066563 A                     | 20-04-1983                    |
|  |    |                               | US 4468580 A                      | 28-08-1984                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- DE 102008059994 A1 **[0009]**
- EP 10169565 A **[0042]**