



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 669 485 A5
⑤① Int. Cl.4: H 02 K 1/18

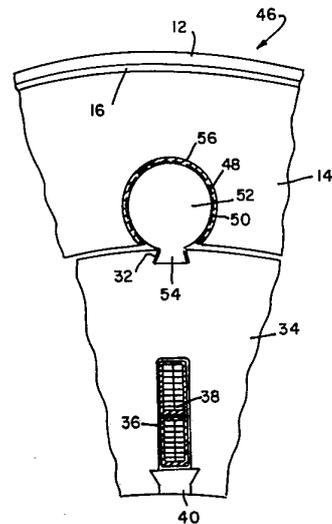
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 3658/85</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 26.08.1985</p> <p>⑳③ Priorität(en): 14.09.1984 US 650392</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.03.1989</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.03.1989</p>	<p>⑦③ Inhaber: General Electric Company, Schenectady/NY (US)</p> <p>⑦② Erfinder: Terry, Vincent Glenwood, jun., Beverly/MA (US)</p> <p>⑦④ Vertreter: Ritscher & Seifert, Zürich</p>
---	---

⑤④ Stator einer dynamoelektrischen Maschine.

⑤⑦ Die Keilstäbe (50) zum Befestigen der Sektoren (34) eines Statorkerns an ringförmigen Stehblechen (14') eines Statorrahmens enthalten einen zylindrischen und einen schwalbenschwanzförmigen Teil (52 bzw. 54). Der zylindrische Teil wird dicht in genau ausgebohrte und axial ausgerichtete zylindrische Ausnehmungen (48) in den ringförmigen Stehblechen eingepasst. Beim vorläufigen Zusammenbau werden die zylindrischen Teile der Keilstäbe in die ausgerichteten Ausnehmungen der Stehbleche eingesetzt, wobei die schwalbenschwanzförmigen Teile radial nach innen gerichtet sind. Wegen der genauen Position der gebohrten zylindrischen Ausnehmungen kann das Positionieren der Keilstäbe längs des inneren Umfangs der Stehbleche vor dem Schweißen mit einer zwischen benachbarten Keilstäben eingelegten Lehre erreicht werden. Während des Schweißens werden die Keilstäbe radial nach innen gestossen, um alles Spiel zwischen den zylindrischen Teilen der Keilstäbe und den gebohrten zylindrischen Ausnehmungen der Stehbleche in den radial äusseren Bereich des zylindrischen Teils zu verschieben.



PATENTANSPRÜCHE

1. Stator einer dynamoelektrischen Maschine, gekennzeichnet durch

eine Mehrzahl parallel zueinander angeordneter, ringförmiger Stehbleche (14),

die längs der inneren Kanten eine Mehrzahl gleichmässig voneinander beabstandete zylindrische Ausnehmungen (48) aufweisen, deren Achsen parallel zur Achse des Stators verlaufen,

wobei ein Teil des Umfangs jeder der zylindrischen Ausnehmungen einen Teil des inneren Umfangs des zugehörigen ringförmigen Stehblechs schneidet, um eine Öffnung zu bilden,

und wobei die einander entsprechenden zylindrischen Ausnehmungen in ringförmigen Stehblechen in axialer Richtung miteinander ausgerichtet sind, um eine Mehrzahl Sätze axial zueinander ausgerichteter Ausnehmungen zu bilden,

sowie durch eine Mehrzahl Keilstäbe (50), deren Anzahl derjenigen der zylindrischen Ausnehmungen entspricht, von denen jeder einen zylindrischen Teil (52) und einen schwalbenschwanzförmigen Teil (54) aufweist, welcher zylindrische Teil genau in einen der Sätze der axial zueinander ausgerichteten Ausnehmungen hineinpasst, und welcher schwalbenschwanzförmige Teil durch die Öffnung der Ausnehmung in radialer Richtung zur Mitte des Stators vorsteht,

und mindestens eine Schweissnaht (56) längs der Berührungsfläche jeder zylindrischen Ausnehmung mit dem anliegenden zylindrischen Teil des Keilstabs, um die Keilstäbe fest an den ringförmigen Stehblechen zu befestigen.

2. Stator nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl Sektoren (34) mit einer Lamellenstruktur, die zur Bildung eines Statorkerns aneinanderlegbar sind, wobei jeder dieser Sektoren mindestens eine erste und eine zweite schwalbenschwanzförmige Nut (32) aufweist, und die schwalbenschwanzförmigen Teile (54) eines benachbarten Paares Keilstäbe (50) in die erste und die zweite Ausnehmung hineinpassen, um die Sektoren an den ringförmigen Stehblechen (14) zu befestigen.

3. Verfahren zur Herstellung des Stators einer dynamoelektrischen Maschine nach Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch

das Ausrichten einer Mehrzahl ringförmiger Stehbleche (14) parallel zueinander, um einen Zylinder zu bilden,

das Erstellen einer Mehrzahl längs der inneren Kante jedes der ringförmigen Stehbleche gleichmässig voneinander beabstandeter zylindrischer Ausnehmungen (48), von denen jede eine parallel zur Achse des Zylinders verlaufende Achse aufweist und deren Umfang die innere Kante des ringförmigen Stehblechs schneidet, um eine Öffnung zu bilden,

das Ausrichten einander entsprechender zylindrischer Ausnehmungen in der Mehrzahl der ringförmigen Stehbleche, um eine Mehrzahl von Sätzen aus axial zueinander ausgerichteten zylindrischen Ausnehmungen zu bilden,

das Einsetzen des zylindrischen Teils (52) eines zylindrischen Keilstabs (50) in jeden der Sätze der axial zueinander ausgerichteten Ausnehmungen,

wobei ein schwalbenschwanzförmiger Teil (54) jedes der zylindrischen Keilstäbe durch die Öffnungen gegen die Mitte des mittels den Stehblechen gebildeten Zylinders vorsteht,

das Ausrichten der schwalbenschwanzförmigen Teile, um gleiche Abstände zwischen benachbarten Teilen längs einer Umfangslinie zu erreichen,

das Einwirken einer radial nach innen gerichteten Kraft auf einen Keilstab nahe einer Berührungsfläche mit einer zylindrischen Ausnehmung, um den zylindrischen Teil (52) des Keilstabs mit einem radial inneren Teil der zylindrischen Ausnehmung (48) in Berührung zu bringen,

das Ausführen einer Schweissnaht längs der Berührungsfläche, während die radial nach innen gerichtete Kraft aufrechterhalten bleibt und

das Wiederholen des Einwirkens einer radial nach innen ge-

richteten Kraft und Ausführen einer Schweissnaht, bis alle Berührungsflächen zwischen den zylindrischen Teilen der Keilstäbe und den zylindrischen Ausnehmungen der Stehbleche Schweissnähte aufweisen.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator einer dynamoelektrischen Maschine sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Stators.

Grosse dynamoelektrische Maschinen, beispielsweise grosse elektrische Generatoren, enthalten einen zylindrischen Stator-kern, der aus einer aus dünnen Schichten magnetischen Materials zusammengesetzten, in Segmente unterteilten Lamellenstruktur besteht. Üblicherweise wird dieser Stator-kern von einem zylindrischen Rahmen gehalten, wozu am Statorrahmen befestigte, einen Schwalbenschwanz aufweisende Keilstäbe verwendet werden, die mit schwalbenschwanzförmigen Ausschnitten in den Schichten der Lamellenstruktur zusammenwirken. Die zusammengesetzten dünnen Schichten der Lamellenstruktur sind mittels von den Enden in axialer Richtung wirkenden Kräften zu einem praktisch einstückigen Stator-kern zusammengepresst.

Bei der Herstellung des Stator-kerns wird zuerst eine Mehrzahl ringförmiger Stehbleche innerhalb einer äusseren zylindrischen Hülle angeordnet. Danach werden die Keilstäbe eines Satzes von beispielsweise zwölf bis achtzehn Keilstäben in in axialer Richtung ausgerichtete Ausnehmungen am inneren Umfang der ringförmigen Stehbleche eingepasst. Jeder Keilstab hat einen Schwalbenschwanz, der in radialer Richtung gegen die Mitte des Stator-kerns abragt. Jedes der Segmente der Lamellenstruktur enthält eine Mehrzahl gleichen Abstand voneinander aufweisender, schwalbenschwanzförmiger Ausnehmungen, die mit den Schwalbenschwänzen der Keilstäbe zusammenpassen.

Die magnetischen Kräfte, denen der Stator-kern einer grossen dynamoelektrischen Maschine ausgesetzt ist, bewirken eine schwache, ovale Verformung des Stator-kerns. Wenn der Rotor der dynamoelektrischen Maschine mit beispielsweise 3600 Umdrehungen pro Minute rotiert, rotiert die ovale Verformung mit. Jeder Punkt um den Stator-kern ist darum periodisch radialen Kräften ausgesetzt, deren Frequenz doppelt so gross wie die Rotationsfrequenz des Rotors ist. Darum ist ein straffer Sitz der Schwalbenschwänze der Keilstäbe in den schwalbenschwanzförmigen Ausnehmungen der Lamellenstruktur wesentlich, um Vibrationen zwischen der Lamellenstruktur und den Keilstäben sowie das Anregen eines störenden Summens mit der zweifachen Rotationsfrequenz zu vermeiden.

Bei einer Konstruktion, die so gross ist wie der Stator einer grossen, dynamoelektrischen Maschine ist es schwierig, den Grad von Präzision zu erreichen und beizubehalten, der für das genaue Aufsichten von genau passenden, schwalbenschwanzförmigen Ausnehmungen in den Lamellen auf die Schwalbenschwänze der Keilstäbe erforderlich ist. Bei dem gebräuchlichen Verfahren zum Positionieren der Keilstäbe werden darum zuerst in die ringförmigen Stehbleche rechteckige Ausnehmungen mit Übermass eingeschnitten, in die dann rechteckige Keilstäbe eingesetzt werden. Die Keilstäbe werden in ihrer Stellung fixiert und an den ringförmigen Stehblechen befestigt. Zum Überbrücken der durch das Übermass der Ausnehmungen bedingten Spalte werden U-Ringe verwendet, die an die Keilstäbe und an die ringförmigen Stehbleche angeschweisst sind. Das Aufrechterhalten der Ausrichtung während des Befestigens der U-Ringe wird durch die Verformung erschwert, die während des relativ schweren Schweissens erzeugt wird. Wenn dann die schlechte Ausrichtung eines Keilstabs das Zusammenpressen mit der schwalbenschwanzförmigen Ausnehmung in einer Lamelle ver-

hindert, kann es notwendig werden, eine Kante des Schwalbenschwanzes nachzufeilen oder nachzuschleifen. Das Feilen oder Schleifen kann die Genauigkeit der Passung beeinträchtigen und damit zu Vibrationen beitragen. Eine verbesserte Technik für eine genaue Ausrichtung der Keilstäbe ist darum anzustreben.

An der Berührungsfläche zwischen den Keilstäben und den ringförmigen Stehblechen sind wesentliche mechanische Kräfte wirksam. Die gebräuchliche Verwendung von rechteckigen Ausnehmungen mit Übermass in den ringförmigen Stehblechen kann zur Entwicklung von Spannungskonzentrationen führen, insbesondere in den Ecken der Ausnehmungen, die zum Einleiten von Rissen beitragen können. Es ist darum auch eine Technik wünschenswert, die die Möglichkeit von Spannungskonzentrationen an der Berührungsfläche der Keilstäbe und der ringförmigen Stehbleche vermindert.

Es ist darum das Ziel der vorliegenden Erfindung, einen zum Befestigen der Lamellen eines Statorkerns an den Stehblechen des Statorrahmens geeigneten Keilstab sowie eine Keilstab-anordnung zu schaffen, bei denen die Berührungsfläche des Keilstabs mit den ringförmigen Stehblechen die Möglichkeit von Spannungskonzentrationen an diesen Flächen wesentlich verringert.

Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen des Statorkerns einer dynamoelektrischen Maschine anzugeben, das eine erhöhte Genauigkeit beim Positionieren der Keilstab-Schwalbenschwänze und eine Verringerung der Spannungskonzentrationen an der Berührungsfläche zwischen den Keilstäben und den ringförmigen Stehblechen ermöglicht und beim Verbinden eines Keilstabs mit einer Mehrzahl ringförmiger Stehbleche nur eine wesentlich verringerte thermische Verformung der Keilstäbe erzeugt.

Erfindungsgemäss werden diese Ziele mit einem Stator erreicht, der gekennzeichnet ist durch eine Mehrzahl parallel zueinander angeordneter, ringförmiger Stehbleche, die längs der inneren Kanten eine Mehrzahl gleichmässig voneinander beabstandete zylindrische Ausnehmungen aufweisen, deren Achsen parallel zur Achse des Stators verlaufen, wobei ein Teil des Umfangs jeder der zylindrischen Ausnehmungen einen Teil des inneren Umfangs des zugehörigen ringförmigen Stehblechs schneidet, um eine Öffnung zu bilden, und wobei die einander entsprechenden zylindrischen Ausnehmungen in ringförmigen Stehblechen in axialer Richtung miteinander ausgerichtet sind, um eine Mehrzahl Sätze axial zueinander ausgerichteter Ausnehmungen zu bilden, sowie durch eine Mehrzahl Keilstäbe, deren Anzahl derjenigen der zylindrischen Ausnehmungen entspricht, von denen jeder einen zylindrischen Teil und einen schwalbenschwanzförmigen Teil aufweist, welcher zylindrische Teil genau in einen der Sätze der axial zueinander ausgerichteten Ausnehmungen hineinpasst, und welcher schwalbenschwanzförmige Teil durch die Öffnung der Ausnehmung in radialer Richtung zur Mitte des Stators vorsteht, und mindestens eine Schweissnaht längs der Berührungsfläche jeder zylindrischen Ausnehmung mit dem anliegenden zylindrischen Teil des Keilstabs, um die Keilstäbe fest an den ringförmigen Stehblechen zu befestigen.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung des Stators einer dynamoelektrischen Maschine ist gekennzeichnet durch das Ausrichten einer Mehrzahl ringförmiger Stehbleche parallel zueinander, um einen Zylinder zu bilden, das Erstellen einer Mehrzahl längs der inneren Kante jedes der ringförmigen Stehbleche gleichmässig voneinander beabstandeter zylindrischer Ausnehmungen, von denen jede eine parallel zur Achse des Zylinders verlaufende Achse aufweist und deren Umfang die innere Kante des ringförmigen Stehblechs schneidet, um eine Öffnung zu bilden, das Ausrichten einander entsprechender zylindrischer Ausnehmungen in der Mehrzahl der ringförmigen Stehbleche, um eine Mehrzahl von Sätzen aus axial zueinander

ausgerichteten zylindrischen Ausnehmungen zu bilden, das Einsetzen des zylindrischen Teils eines zylindrischen Keilstabs in jeden der Sätze der axial zueinander ausgerichteten Ausnehmungen, wobei ein schwalbenschwanzförmiger Teil jedes der zylindrischen Keilstäbe durch die Öffnungen gegen die Mitte des mittels den Stehblechen gebildeten Zylinders vorsteht, das Ausrichten der schwalbenschwanzförmigen Teile um gleiche Abstände zwischen benachbarten Teilen längs einer Umfangslinie zu erreichen, das Einwirken einer radial nach innen gerichteten Kraft auf einen Keilstab nahe einer Berührungsfläche mit einer zylindrischen Ausnehmung, um den zylindrischen Teil des Keilstabs mit einem radial inneren Teil der zylindrischen Ausnehmung in Berührung zu bringen, das Ausführen einer Schweissnaht längs der Berührungsfläche, während die radial nach innen gerichtete Kraft aufrechterhalten bleibt und das Wiederholen des Einwirkens einer radial nach innen gerichteten Kraft und Ausführen einer Schweissnaht, bis alle Berührungsflächen zwischen den zylindrischen Teilen der Keilstäbe und den zylindrischen Ausnehmungen der Stehbleche Schweissnähte aufweisen.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Hilfe der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 die Draufsicht auf eine Keilstabanordnung zum Befestigen der Lamellenstruktur eines Statorkerns an einem Statorrahmen gemäss dem bekannten Stand der Technik,

Fig. 2 die perspektivische Ansicht eines Teils des Stators einer elektrodynamischen Maschine mit einem zylindrischen Keilstab gemäss der vorliegenden Erfindung und

Fig. 3 die vergrösserte Draufsicht auf die in Fig. 2 gezeigte Ausnehmung mit einem zylindrischen Keilstab.

Zum besseren Verständnis des der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Gedankens und der damit erreichbaren Vorteile wird nachfolgend zuerst kurz der diesbezügliche Stand der Technik beschrieben.

Die Fig. 1 zeigt einen Teil eines in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik aufgebauten Stators 10. Eine äussere Hülle 12, von der nur ein Teil zu sehen ist, bildet einen Zylinder, der die äusseren Abmessungen des Stators 10 bestimmt. Innerhalb der äusseren Hülle 12 und in axialer Richtung voneinander beabstandet ist eine Mehrzahl ringförmiger Stehbleche 14, wovon wiederum nur ein Teil eines Stehblechs gezeigt ist, angeordnet. Bei der gezeigten Konstruktion des Stators 10 sind die ringförmigen Stehbleche 14 mittels Schweissnähten 16 rigide an der äusseren Hülle 12 befestigt. Bei einer anderen bekannten (nicht gezeigten) Ausführungsform sind die ringförmigen Stehbleche 14 rigide an Federstäben befestigt, die ihrerseits an der äusseren Hülle befestigt sind. Gegenüber der zu beschreibenden vorliegenden Erfindung können die direkte Befestigung und die Befestigung mittels Federstäben als gleichwertig angesehen werden, weil die Erfindung für beide Befestigungsarten gleichermaßen verwendbar ist.

Bei dem Stator gemäss dem Stand der Technik ist eine Mehrzahl rechteckiger und ein Übermass aufweisender Ausnehmungen 18 (von denen nur eine gezeigt ist) längs des inneren Umfangs jedes ringförmigen Stehblechs 14 gleichmässig beabstandet voneinander angeordnet. Die in Fig. 1 gezeigte, ein Übermass aufweisende, rechteckige Ausnehmung 18 ist mit entsprechenden rechteckigen Ausnehmungen in jedem der anderen ringförmigen Stehbleche 14 genau ausgerichtet. In die rechteckige, ein Übermass aufweisende Ausnehmung 18 ist ein rechteckiger Keilstab 20 eingesetzt, wobei wegen des Übermasses ein beträchtlicher Abstand 22 zwischen dem Keilstab und der Ausnehmung verbleibt. Der diesbezügliche Freiraum 22 wird von einem U-Ring 24 ausgefüllt, der die Fläche zwischen dem ringförmigen Stehblech 14 und dem Keilstab 20 ausfüllt. Der rechteckige Keilstab 20 ist mittels einer Schweissnaht 26 am U-Ring 24 und vorzugsweise an dessen beiden Seiten befestigt. Der U-Ring 24 ist mittels einer Schweissnaht 28 ebenfalls vorzugsweise auf beiden Seiten an dem ringförmigen Stehblech 14 befestigt.

Das bedeutet, dass bei der Konstruktion gemäss dem Stand der Technik gesamthaft vier Schweissnähte erforderlich sind, um den rechteckigen Keilstab 20 mittels des dazwischengelegten U-Rings 24 an dem ringförmigen Stehblech 14 zu befestigen. Von dem rechteckigen Keilstab 20 erstreckt sich ein Schwalbenschwanz 30, der in die Lamellenstruktur 34 eingreift, radial nach innen.

Der Vollständigkeit wegen ist einer aus einer Mehrzahl von im Stator 10 angeordneter Statorschlitz 36 gezeigt, in denen, wie jedem Fachmann bekannt ist, die den Strom führenden Leiter 38 eingelegt sind. Die Leiter 38 werden üblicherweise mittels schwalbenschwanzförmiger Keile 40 in den Statorschlitz 36 gehalten.

Die Überlagerung bei der Herstellung einer Konstruktion gemäss der Fig. 1 beruht auf der Forderung nach dem Freiraum 22 um jeden der rechteckigen Keilstäbe. Vor dem Befestigen jedes dieser Keilstäbe an dem zugeordneten, ringförmigen Stehblech 14 wird der Keilstab derart in der vorgesehenen Stellung blockiert, dass er den geforderten seitlichen Abstand vom benachbarten Keilstab und den geforderten radialen Abstand zur Statormitte aufweist. Der Freiraum 22 ermöglicht das Positionieren des rechteckigen Keilstabs 20 bezüglich des ein Übermass aufweisenden rechteckigen Schlitzes 18, um den längs des Umfangs zu messenden Abstand vom benachbarten Keilstab einzustellen. Wenn dann der längs des Umfangs gemessene und der radiale Abstand eingestellt sind, werden die Verschweissungen 26 und 28 ausgeführt, um den rechteckigen Keilstab in dieser Position rigid zu befestigen. Bei diesem Arbeitsgang wird viel Wärme in die ringförmigen Stehbleche 14 und die rechteckigen Keilstäbe 20 eingeleitet, was eine Verformung dieser Teile und eine entsprechende Störung der vorgängigen Ausrichtung bewirken kann. Wenn eine derart gestörte Ausrichtung der Genauigkeit der Passung von Schwalbenschwanz 30 und schwalbenschwanzförmiger Nut 32 entgegenwirkt, kann das Bemühen, die Passung durch Entfernen von Material vom Schwalbenschwanz 30 wiederherzustellen, zu einer Lockerung führen, die entweder sofort nach dem Zusammenbau oder später, wenn während des Betriebs Restspannungen freigesetzt werden, das Entstehen von Geräuschen ermöglicht.

Ausser der Möglichkeit, dass eine gelockerte Schwalbenschwanzpassung entsteht, kann die Rechteckform mit Übermass in der rechteckigen Ausnehmung 18 in den Ecken 42 die Bildung von Spannungskonzentrationen erzeugen, die möglicherweise in deren Nachbarschaft einen Materialbruch einleiten. Ein ähnliches Problem kann an den inneren Ecken 44 des U-rings 24 auftreten.

Es war nun gefunden worden, dass die geforderte Genauigkeit für den längs des Umfangs gemessenen und den radialen Abstand der Keilstäbe durch die Verwendung einer neuen Anordnung und eines neuen Verfahrens wesentlich einfacher und mit höherer Genauigkeit erreicht werden kann. Diese ermöglichen eine erhöhte Präzision durch direktes Positionieren der Keilstäbe anstatt diese in dem Freiraum 22 zu positionieren und danach in der angestrebten Position zu sichern. Es war weiter gefunden worden, wie die Entwicklung von Spannungskonzentrationen an der Berührungsfläche von Keilstab und Stehblechen derart, wie sie in der obigen Beschreibung des Stands der Technik offenbart sind, wesentlich verringert oder sogar eliminiert werden können.

In den Fig. 2 und 3 ist ein Teil eines gemäss einer bevorzug-

ten Ausführungsform der Erfindung ausgebildeten Stators 46 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind an der radial inneren Kante des ringförmigen Stehblechs 14' kreisrunde Löcher 48 gebohrt. In jedes kreisrunde Loch 48 ist der zylindrische Teil 52 eines zylindrischen Keilstabs 50 eingepasst, dessen schwalbenschwanzförmiger Teil 54 sich radial nach innen erstreckt. Der Umfang des zylindrischen Teils 52 ist mittels einer Schweissnaht 56 am Umfang des kreisrunden Lochs 48 befestigt.

Es war auch gefunden worden, dass es im Gegensatz zu dem für den Stand der Technik oben beschriebenen Problem der genauen Bearbeitung der das Übermass aufweisenden rechteckigen Ausnehmung 18 möglich ist, die Position der kreisrunden Löcher 48 längs des inneren Umfangs des Stehblechs 14' mit gebräuchlichen Maschinen und Werkzeugen mit ausreichender Genauigkeit zu erstellen, so dass das nachträgliche Ausrichten der zylindrischen Keilstäbe 50 vor dem Erstellen der Schweissnaht 56 nicht erforderlich ist. Statt dessen kann eine (nicht gezeigte) einfache Aufspannvorrichtung oder Schablone verwendet werden, um den längs des Umfangs gemessenen Abstand benachbarter zylindrischer Keilstäbe 50 einzustellen. Eine Aufspannvorrichtung wird ebenfalls verwendet, um vor und während des Schweissens auf jeden Keilstab 50 eine radial nach innen wirkende Kraft auszuüben, um die Umfangsfläche des zylindrischen Teils 52 in kontrollierter Weise mit dem kreisförmigen Loch 48 in standfeste Berührung zu bringen. Wegen des während des Schweissens radial nach innen gerichteten Drucks auf den zylindrischen Keilstab 50 sind alle freien Abstände längs des radial äusseren Teils des zylindrischen Teils 52 angeordnet. Auf diese Weise wird eine einheitliche Positionierung erreicht, die praktisch unabhängig ist von den Fabrikationstoleranzen für die Passung und dem Abstand zwischen dem zylindrischen Teil 52 und dem kreisrunden Loch 48. Die Genauigkeit des mit der vorliegenden Erfindung erreichbaren, längs des Umfangs und radial gemessenen Abstands der Schwalbenschwänze ist ausreichend verbessert, so dass eine genaue Passung zwischen dem schwalbenschwanzförmigen Teil 54 und der schwalbenschwanzförmigen Nut 32 schon während des Zusammensteckens der Lamellen 34 erreicht wird, ohne dass zum Zusammenpassen ein Nachfeilen oder -schleifen erforderlich ist, was, wie bereits beschrieben, einen losen Sitz bewirken kann, der zu Vibrationen und Brummen im Stator 46 führt.

Die Verwendung von kreisrunden Löchern 48 vermeidet auch die Entwicklung von Spannungskonzentrationen, die an den Ecken der rechtwinkligen Ausnehmungen nach dem Stand der Technik auftreten können. Die mit dem erfindungsgemässen Verfahren erzeugte kreisrunde Schweissnaht 56 ist ebenfalls widerstandsfähiger gegen die Entwicklung von Spannungskonzentrationen als die praktisch rechtwinkligen Schweissnähte nach dem Stand der Technik. Schliesslich erübrigt der dichte Sitz des zylindrischen Teils 52 in dem kreisförmigen Loch 48 die Notwendigkeit, Überbrückungselemente wie den beschriebenen U-Ring 24 zu verwenden. Als Folge davon ist das Ausmass der Schweissung und die dadurch bewirkte thermische Verformung mindestens auf die Hälfte verringert. Das heisst, anstelle eines Paares Schweissnähte zum Anschweissen des U-Rings 24 an einen rechteckigen Keilstab 20 und eines weiteren Paares Schweissnähte zum Anschweissen des U-Rings 24 an das ringförmige Stehblech 14 ist bei der Ausführung der vorliegenden Erfindung nur ein einziges Paar Schweissnähte 56 jede auf einer Seite des ringförmigen Stehblechs 14' erforderlich.

