

Wirtschaftspatent

ISSN 0433-6461

(11)

0154 414

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes  
zum PatentgesetzInt.Cl.<sup>3</sup>

3(51) H 02 K 3/06

## AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP H 02 K/ 225 876

(22) 09.12.80

(44) 17.03.82

- (71) siehe (72)  
 (72) PLATZBECKER, KURT, DR. DIPLO.-ING.; NEUMANN, MANFRED; WEBER, BERND; DD;  
 (73) siehe (72)  
 (74) VEB ELEKTROMASCHINENBAU SACHSENWERK, 8017 DRESDEN, HENNIGSDORFER STR. 25

## (54) GEBLECHTER KURZSCHLUSSRING FUER KAEFIGWICKLUNGEN ELEKTRISCHER MASCHINEN

(57) Geblechter Kurzschlußring fuer Kaefigwicklungen elektrischer Maschinen, insbesondere Asynchronmotoren mittlerer und großer Leistung, deren Laeuerstaebe vorzugsweise einen rechteckfoermigen Querschnitt aufweisen und in der Umgebung der Laeuerblechpaketenden geringfuegig an den Staboberkanter abgefaest sind. Ziel der Erfindung ist die Minderung der mechanischen Beanspruchungen, die in den Loet- bzw. Schweißstellen der Stab-Ring-Verbindung auftreten. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die an der dem Laeuerblechpaket zugewandten Innenseite des Kurzschlußringes auftretenden Schweißnahtbeanspruchungen betraechtlich zu senken, da an dieser Stelle die Schweißnahtqualitaet und die Schweißnahtdicke nicht in geforderter Gute ausfuehrbar sind. Dies wird z. B. dadurch erreicht, daß die Innendurchmesser der Kurzschlußbleche nicht durchweg gleich ausgefuehrt sind, sondern eine diskontinuierliche, kontinuierliche oder eine auf einen Ringabschnitt beschraenkte kontinuierliche Aenderung aufweisen, wobei die Vergroesserung der Innendurchmesser der Kurzschlußbleche, in axialer Richtung fortschreitend betrachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annaeherung an das laeuerblechpaketseitige Ringende erfolgt. -Figur 1 und 2-

a) Titel der Erfindung

Geblechter Kurzschlußring für Käfigwicklungen elektrischer Maschinen

b) Anwendungsgebiet der Erfindung

5 Die Erfindung betrifft die konstruktive Ausführung geblechter Kurzschlußringe für Käfigwicklungen elektrischer Maschinen. Ihre Anwendung ist besonders bei Asynchronmotoren mittlerer und großer Leistung vorteilhaft, die mit geschweißten Aluminium- oder  
10 Kupferkäfigen oder mit Bronzestäben und Kurzschlußringen aus Kupfer ausgerüstet sind und deren Läuferstäbe einen vorzugsweise rechteckförmigen Querschnitt aufweisen.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

15 Es ist bekannt, daß die Verbindungsstellen zwischen den Läuferstäben und Kurzschlußringen von Käfigwicklungen hohen mechanischen Beanspruchungen unterliegen. Bei der Anwendung von Löt- bzw. Schweißverbindungen treten diese in Form einer einmaligen Beanspruchung bereits bei deren Herstellung auf und werden durch die technologisch bedingte hohe Erwärmung der zu verbindenden Ring- und Stabteile hervorgerufen. Zyklische Beanspruchungen treten beim Anlauf und Betrieb der Maschine infolge unterschiedlicher Erwärmungen der Käfigbauteile und des Läuferblechpaketes sowie aufgrund von Fliehkräften und  
20 elektromagnetischen Rüttelkräften auf.

25

30 Die hohen mechanischen Spannungen in den Löt- bzw. Schweißverbindungen der Käfigwicklung entstehen vor allem durch Einspannmomente und Querkräfte, die von der erwärmungs- und fliehkraftbedingten Ringaufweitung herrühren, durch die die Stabenden nach außen

gebogen werden. Diesen überlagert sind bei Hochstab-  
läufern Beanspruchungen, die von der während des An-  
laufes auftretenden Stromverdrängung herrühren und  
aufgrund der stärkeren Erwärmung der Staboberkanten  
5 eine Verkrümmung der Stäbe bewirken. Hinzu kommen Be-  
lastungen durch Fliehkräfte, die auf radial nicht  
vom Läuferblechpaket fixierte Stabteile wirken und  
Beanspruchungen, die von unterschiedlichen axialen  
Stabausdehnungen aufgrund des von Nut zu Nut unter-  
10 schiedlichen Einbauspieles der Stäbe, das unterschied-  
liche Erwärmungen bewirkt, herrühren.

Treten bei den genannten Beanspruchungen zyklisch hohe  
plastische Verformungen der Schweißstellen oder anderer  
Käfigteile auf, entstehen Ermüdungsbrüche, die zum  
15 Herausschleudern von Stabteilen und zur Zerstörung der  
Ständerwicklung führen. Aus diesem Grunde ist es er-  
forderlich, den Verbindungsstellen der Stäbe mit den  
Ringen eine solche Elastizität zu verleihen, daß un-  
zulässige Spannungen nicht auftreten. Man kann aber  
20 auch bei vergleichsweise niedriger Elastizität eine  
ausreichende Wechselfestigkeit der Konstruktion da-  
durch erzielen, daß man Spannungshäufungen bzw.  
Spannungsüberhöhungen durch geeignete Formgebung weit-  
gehend vermeidet.

25 Unzulässigen Belastungen der Stab-Ring-Verbindung wurde  
mit den Anordnungen nach WP 10 154, WP 14 246, WP 16 849  
und WP (Aktenzeichen WP H 02 K/221 375) begegnet, die  
als Verbindung der Kurzschlußstäbe mit den Ringen in  
axialer und radialer Richtung nachgiebige Elemente be-  
30 nutzen. Erwärmungs- und fliehkraftbedingte Formände-  
rungen der Käfigbauteile werden bei diesen Konstruk-  
tionen fast ausschließlich durch diese elastischen  
Konstruktionsteile aufgenommen. Nachteilig sind bei  
diesen Lösungen die Erhöhung des technologischen Auf-  
35 wandes und des Materialeinsatzes. Außerdem ist es be-

sonders bei kleinen Läuferdurchmessern bzw. hohen Nutzahlen schwierig, den für die elastischen Verbindungs-elemente benötigten Platz bereitzustellen.

5 Auf einfache Weise läßt sich eine gewisse Elastizität der Stab-Ring-Verbindung bei Hochstabläufern mit rechteckförmigem Querschnitt der Kurzschlußstäbe auch dadurch realisieren, daß man die Stäbe in der Umgebung der Blechpaketenden geringfügig an deren Oberkanten abfräst, so daß sie an diesen Stellen nicht mehr durch das Läuferblechpaket in radialer Richtung 10 fixiert sind. Die mit dieser Konstruktion erzielbaren Elastizitäten sind jedoch gering, da im Hinblick auf Fliehkraftbeanspruchungen und Stabverkrümmungen nur geringe Teile der Stabenden radial freigelegt werden 15 können und die relativ schlanken Rechteckstäbe bei der vorliegenden Biegung über die hohe Kante ein hohes Widerstandsmoment aufweisen.

Bei herkömmlicher Ausführung der geblechten oder massiven Kurzschlußringe entsteht außerdem in den Schweißverbindungen zwischen Stäben und Ringen ein sehr ungünstiger Spannungsverlauf in Achsrichtung. Dieser ergibt sich aufgrund der elastischen Bettung der Stäbe im Ring selbst dann, wenn man nur die Nennspannungen betrachtet und von formgebungsbedingten Spannungshäufungen sowie von Qualitätsminderungen der Schweißnaht an deren Enden absieht. Die höchsten Nennspannungen in der Schweißnaht treten konstruktionsbedingt an den dem Läuferblechpaket benachbarten Ringende auf. 20 Technologisch bedingt liegt jedoch an dieser Stelle eine verminderte Schweißnahtqualität vor, da es sich um den Schweißnahtbeginn oder das Ende handelt. Andererseits läßt sich die Schweißnaht in diesem Gebiet, da 25 das Material wegläuft, nur mit geringer Dicke ausführen. 30

Außerdem bewirken formgebungsbedingte Spannungshäufungen an dieser kritischen Stelle eine weitere Erhöhung der mechanischen Spannungen gegenüber dem bereits als ungünstig erkannten Nennspannungsverlauf.

5 Diese, die Schweißnahtausführung und -beanspruchung betreffenden Gegebenheiten bewirken, daß die beschriebene Konstruktion nur bei mäßigen Anfahrbeanspruchungen bzw. niedriger Schalthäufigkeit eingesetzt werden kann.

10 d) Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Minderung der mechanischen Beanspruchungen, die in den Stab-Ring-Verbindungen von Käfigwicklungen elektrischer Maschinen mittlerer und großer Leistung auftreten, deren Leiterstäbe einen vorzugsweise rechteckförmigen Querschnitt aufweisen und in der Umgebung der Läuferblechpaketenden zwecks Erzielung einer gewissen Nachgiebigkeit in radialer Richtung geringfügig an den Staboberkanten abgefräst sind. Auf diese Weise wird eine Steigerung der Anfahrbeanspruchungen bzw. der Schalthäufigkeit ermöglicht.

20 e) Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die tatsächlich auftretenden Schweißnahtbeanspruchungen in den Stab-Ring-Verbindungen von Hochstabkäfigwicklungen elektrischer Maschinen, deren Kurzschlußringe aus Blechen lamelliert sind und deren Leiterstäbe einen vorzugsweise rechteckförmigen Querschnitt aufweisen und zwecks Erzielung einer gewissen Elastizität der Stab-Ring-Verbindungen in radialer Richtung in der Umgebung der Läuferblechpaketenden geringfügig an den Staboberkanten abgefräst sind, beträchtlich zu reduzieren. Ihre Anwendung ist besonders bei Kurz-

schlußläufermotoren mittlerer und großer Leistung vorteilhaft. Bei vergleichsweise niedrigem technologischen Aufwand und geringer Vergrößerung des Material-einsatzes kann eine beträchtliche Steigerung der An-5 fahrbeanspruchungen bzw. der Schalthäufigkeit zuge lassen werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die in radialer Richtung wirksamen Elastizitäten der Kurzschlußbleche, 10 nachstehend als Radialelastizitäten bezeichnet, aus denen der lamellierte Kurzschlußring zusammengesetzt ist, in axialer Richtung fortschreitend betrachtet, nicht durchweg gleich ausgeführt, sondern in geeigneter Weise abgestuft bzw. kontinuierlich oder auf einen Ringabschnitt beschränkt kontinuierlich verändert werden.

15 Eine starke Vergrößerung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche an dem dem Läuferblechpaket zugewandten Ende eines Kurzschlußringes führt dazu, daß sich die 20 Stelle der höchsten Schweißnahtbeanspruchung vom Läuferblechpaketseitigen Schweißnahtende in Richtung des Ringteiles mit kleinerer Radialelastizität verlagert. Die negativen Einflüsse der schlechteren Schweißnahtqualität und der niedrigeren Schweißnahthöhe am Schweißnahtende sind dann nicht mehr für die höchstzulässigen Beanspruchungen der Stab-Ring-Verbindung maßgebend. Die 25 Schweißnaht kann vielmehr an der Stelle der höchsten Beanspruchung in guter Qualität ausgeführt und gegebenenfalls verstärkt werden.

30 Als weitere Vorteile ergeben sich bei geeigneter Abstufung bzw. Veränderung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche niedrigere formgebungsbedingte Spannungshäufungen und auch niedrigere Nennspannungen als bei herkömmlicher Ausführung der Kurzschlußringe. Unter dem Begriff Nennspannungen werden dabei die sich rechnerisch ergebenden Beanspruchungen verstanden, die

man ohne Berücksichtigung formgebungsbedingter Spannungshäufungen erhält.

- Eine Veränderung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche kann durch unterschiedliche konstruktive Maßnahmen realisiert werden. Führt man bei gleichem Außen-  
5 durchmesser der Kurzschlußbleche die zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Nuten mit einheitlicher Tiefe aus, ist eine Vergrößerung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche durch eine Vergrößerung der Rondeninnen-  
10 durchmesser möglich. Den gleichen Effekt erzielt man bei Beibehaltung des Außen- und Innendurchmessers der Kurzschlußbleche sowie der Nuttiefe, indem man die Rückenpartien der Bleche durch zusätzliche Ausstanzungen bzw. Ausnehmungen schwächt. Eine weitere Grundaus-  
15führungsform entsteht bei gleichem Außen- und Innendurchmesser der Kurzschlußbleche durch die Ausführung unterschiedlicher Nuttiefen. Die zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Nuten können dabei am Ringende wesentlich über die Stabunterkanten hinausreichen.  
20 Die beschriebenen Grundausführungsformen zur Veränderung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche können selbstverständlich auch miteinander kombiniert zur Anwendung gelangen. Dabei ist es sowohl möglich, den Ring aus Blechen zu schichten, die den verschiedenen Grundausführungsformen zuzuordnen sind, als auch Bleche einzusetzen, die die Gestaltungsmerkmale verschiedener Grundausführungsformen enthalten.  
25 Bleche mit größerer Radialelastizität werden aufgrund der Spezifik des Spannungsverlaufes in der Schweißnaht vorrangig auf der dem Läuferblechpaket zugewandten Seite des Kurzschlußringes zum Einsatz gelangen. Es kann aber auch erforderlich sein, derartige Bleche auf dem gegenüberliegenden Ringende anzuordnen.  
30

Eine günstige Beeinflussung des Spannungsverlaufes in der Schweißnaht ergibt sich besonders dann, wenn mit zunehmender Annäherung an das läuferblechpaketseitige Ringende bzw. an beide Ringenden eine fortschreitende Vergrößerung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche erfolgt. Die Veränderung der Radialelastizitäten kann dabei auf den bzw. die Randabschnitte des lamellierten Kurzschlußringes beschränkt sein und durch Verwendung mehrerer gleichgeformter Bleche diskontinuierlich erfolgen. Es ist aber auch eine kontinuierliche Änderung der Radialelastizitäten bzw. eine quasikontinuierliche Änderung durch Stufung jedes Bleches möglich.

f) Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 die Verbindung zwischen einem Rechteckstab und dem lamellierten Kurzschlußring bei mehrmaliger Abstufung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche durch Vergrößerung der Rondeninnendurchmesser;

Fig. 2 die gleiche Verbindung bei Ausführung unterschiedlicher Tiefen der zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Nuten.

Aufgrund der unterschiedlichen Ausführung der Kurzschlußbleche unterscheiden sich beide Figuren durch die der zeichnerischen Darstellung dienende Schnittführung. Während in Fig. 1 die Schnittebene durch die schlitzförmigen Hilfsnuten verläuft, die in der Mitte der Zähne der Kurzschlußbleche zwecks Erzielung einer axialen Nachgiebigkeit und aus schweißtechnischen

Gründen angeordnet sind, wurde die Schnittebene in Fig. 2 an die vordere Wand der zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Hauptnuten der Kurzschlußbleche gelegt. Aus Fig. 1 erkennt man, daß die Innendurchmesser der 5 Kurzschlußbleche 5, 6 und 7, die mit dem Läuferstab 2 durch die Schweißnaht 1 verbunden sind, bei zunehmender Annäherung an das Läuferblechpaket 3 beträchtlich vergrößert werden. Die im Bereich der Läuferblechpaketenden vorgenommene Abfräzung der Staboberkanten 4 dient 10 der Aufhebung der radialen Fixierung der Stabenden durch das Läuferblechpaket.

Fig. 2 zeigt, daß die Tiefen der zur Aufnahme der Läuferstäbe 2 dienenden Nuten der Kurzschlußbleche 5, 6, 7 mit zunehmender Annäherung an das Läuferblechpaket 3 beträchtlich vergrößert werden. Zur weiteren Senkung der 15 Schweißnahtbeanspruchungen wurde an der Stelle höchster Belastung, die vom Läuferblechpaketseitigen Schweißnahtende in Richtung Schweißnahtmittelteil verschoben wurde, eine zusätzliche Nahtverstärkung 1 vorgesehen. Die Abfräzung 4 der Staboberkanten dient in bekannter Weise 20 der Ermöglichung radialer Verformungen der Stabenden.

Erfindungsanspruch:

1. Geblechter Kurzschlußring für Käfigwicklungen mittlerer und großer elektrischer Maschinen, deren Läuferstäbe vorzugsweise einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen und im Bereich der Läuferblechpaketenden an den Staboberkanten geringfügig abgefräst sind und dessen zur Aufnahme der Läuferstäbe dienende Nuten auf vorzugsweise gleichem Durchmesser angeordnete Nutböden aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Innendurchmesser der Kurzschlußbleche nicht durchweg gleich ausgeführt sind, sondern eine diskontinuierliche, eine kontinuierliche oder eine auf einen Ringabschnitt beschränkte kontinuierliche Änderung aufweisen, wobei die Vergrößerung der Innendurchmesser der Kurzschlußbleche, in axialer Richtung forschreitend betrachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annäherung an das läuferblechpaketseitige Ringende erfolgt.
2. Geblechter Kurzschlußring nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückenpartien der Kurzschlußbleche nicht durchweg gleich gestaltet sind, sondern bei Ausführung von vorzugsweise gleichen Innendurchmessern unterschiedliche oder unterschiedlich dicht angeordnete Ausstanzungen bzw. Ausnehmungen aufweisen, wobei die Gesamtfläche dieser Ausnehmungen, in axialer Richtung forschreitend betrachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annäherung an das läuferblechpaketseitige Ringende zunimmt.

3. Geblechter Kurzschlußring nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurzschlußbleche bei Ausführung vorzugsweise gleicher Außen- und Innendurchmesser unterschiedliche Nuttiefen aufweisen, wobei das Vertiefen der zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Nuten so vorgenommen wird, daß diese über die Stabunterkanten hinausreichen und die Vergrößerung der Nuttiefen, in axialer Richtung fortschreitend betrachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annäherung an das Läuferblechpaketseitige Ringende erfolgt.
- 10 4. Geblechter Kurzschlußring nach Punkt 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring aus Blechen besteht, die eine Kombination der beschriebenen Ausführungsformen darstellen bzw. daß der Ring aus Blechen zweier oder mehrerer Ausführungsformen geschichtet wurde.
- 15 5. Geblechter Kurzschlußring nach Punkt 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergrößerung des Innendurchmessers der Kurzschlußbleche bzw. der Gesamtfläche der Ausstanzungen aus der Rückenpartie bzw. der Nuttiefe auch auf der dem Läuferblechpaket nicht benachbarten Seite des Ringes vorgenommen wird.
- 20
- 25

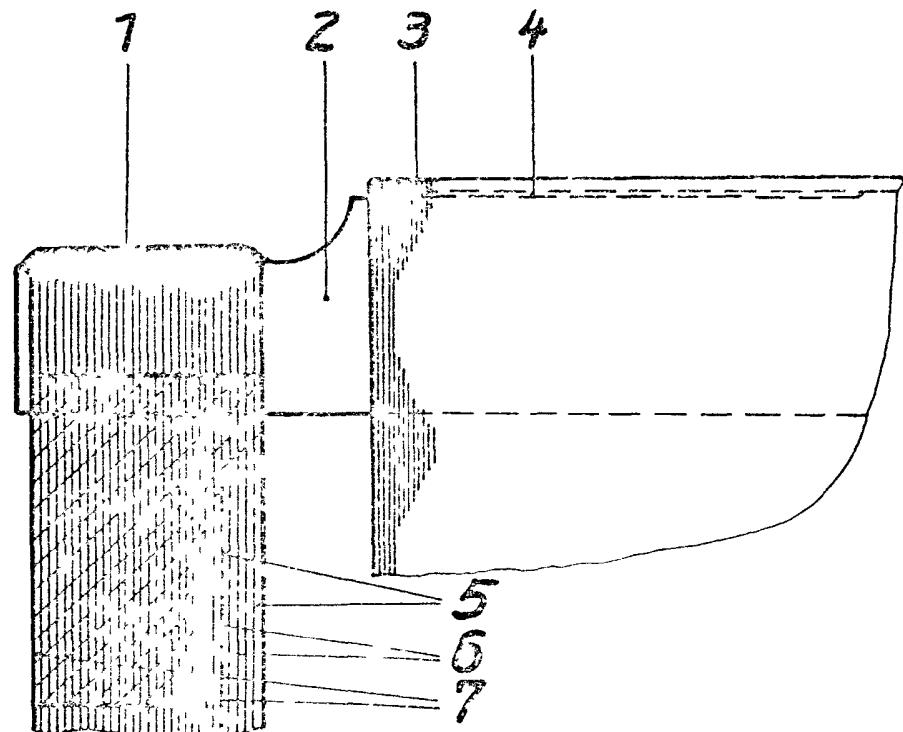


Fig. 1

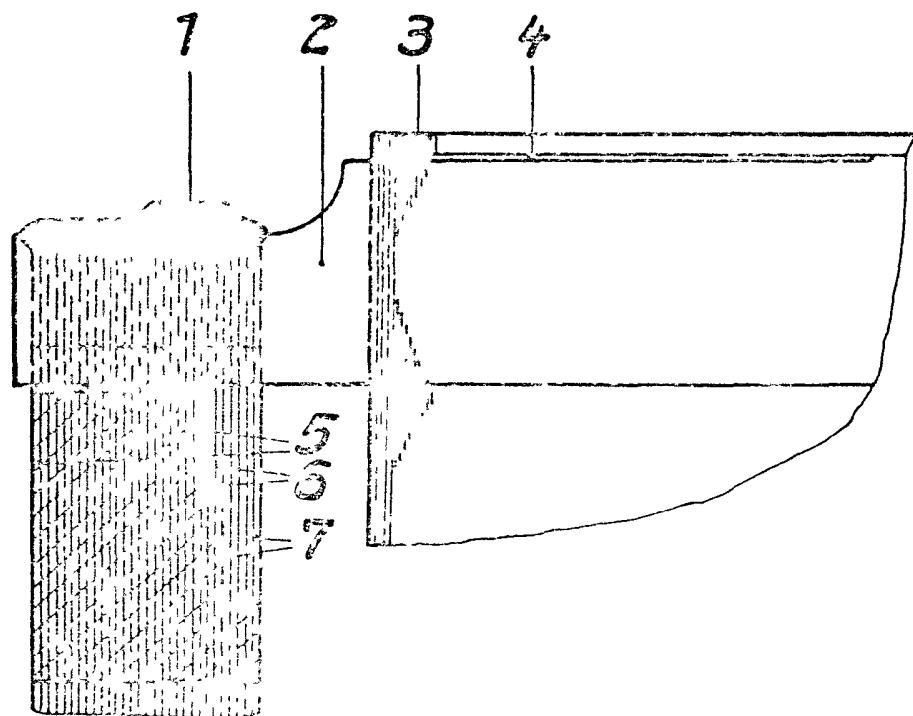


Fig. 2