



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0154 414

Int.Cl.³

3(51) H 02 K 3/06

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 K/ 225 876

(22) 09.12.80

(44) 17.03.82

(71) siehe (72)

(72) PLATZBECKER, KURT, DR. DIPL.-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 Läuferstabe vorzugsweise einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen und in der Umgebung der Läuferblechpaketenden geringfügig an den Staboberkanten abgefräest sind. Ziel der Erfindung ist die Minderung der mechanischen Beanspruchungen, die in den Löt- bzw. Schweißstellen der Stab-Ring-Verbindung auftreten. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die an der dem Läuferblechpaket zugewandten Innenseite des Kurzschlußringes auftretenden Schweißnahtbeanspruchungen beträchtlich zu senken, da an dieser Stelle die Schweißnahtqualität und die Schweißnahtdicke nicht in geforderter Güte ausfuehrbar sind. Dies wird z. B. dadurch erreicht, daß die Innendurchmesser der Kurzschlußbleche nicht durchweg gleich ausgeführt sind, sondern eine diskontinuierliche, kontinuierliche oder eine auf einen Ringabschnitt beschränkte kontinuierliche Änderung aufweisen, wobei die Vergrößerung der Innendurchmesser der Kurzschlußbleche, in axialer Richtung fortschreitend betrachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annäherung an das Läuferblechpaketseitige 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 elek-
trischer Maschinen. Ihre Anwendung ist besonders bei
Asynchronmotoren mittlerer und großer Leistung vor-
teilhaft, die mit geschweißten Aluminium- oder
10 Kupferkäfigen oder mit Bronzestäben und Kurzschluß-
ringen aus Kupfer ausgerüstet sind und deren Läu-
ferstäbe einen vorzugsweise rechteckförmigen Quer-
schnitt aufweisen.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

15 Es ist bekannt, daß die Verbindungsstellen zwischen
den Läuferstäben und Kurzschlußringen von Käfigwick-
lungen hohen mechanischen Beanspruchungen unterlie-
gen. Bei der Anwendung von Löt- bzw. Schweißverbin-
dungen treten diese in Form einer einmaligen Bean-
20 spruchung bereits bei deren Herstellung auf und
werden durch die technologisch bedingte hohe Erwär-
mung der zu verbindenden Ring- und Stabteile hervor-
gerufen. Zyklische Beanspruchungen treten beim An-
lauf und Betrieb der Maschine infolge unterschied-
25 licher Erwärmungen der Käfigbauteile und des Läufer-
blechpaketes sowie aufgrund von Fliehkräften und
elektromagnetischen Rüttelkräften auf.

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

gebogen werden. Diesen überlagert sind bei Hochstabläufers Beanspruchungen, die von der während des Anlaufes auftretenden Stromverdrängung herrühren und aufgrund der stärkeren Erwärmung der Staboberkanten eine Verkrümmung der Stäbe bewirken. Hinzu kommen Belastungen durch Fliehkräfte, die auf radial nicht vom Läuferblechpaket fixierte Stabteile wirken und Beanspruchungen, die von unterschiedlichen axialen Stabausdehnungen aufgrund des von Nut zu Nut unterschiedlichen Einbauspieles der Stäbe, das unterschiedliche Erwärmungen bewirkt, herrühren.

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

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 benutzen. Erwärmungs- und fliehkraftbedingte Formänderungen der Käfigbauteile werden bei diesen Konstruktionen fast ausschließlich durch diese elastischen Konstruktionsteile aufgenommen. Nachteilig sind bei diesen Lösungen die Erhöhung des technologischen Aufwandes und des Materialeinsatzes. Außerdem ist es be-

sonders bei kleinen Läuferdurchmessern bzw. hohen Nutzahlen schwierig, den für die elastischen Verbindungselemente 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
10 durch das Läuferblechpaket in radialer Richtung 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
20 an deren Enden absieht. Die höchsten Nennspannungen in der Schweißnaht treten konstruktionsbedingt an dem dem Läuferblechpaket benachbarten Ringende auf.

25 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 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
15 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 Anfahr-
20 beanspruchungen bzw. der Schalthäufigkeit ermöglicht.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die tatsächlich auftretenden Schweißnahtbeanspruchungen in den Stab-Ring-Verbindungen von Hochstabbkäftwicklungen elektrischer Maschinen, deren Kurzschluß-
25 ringe aus Blechen lamelliert sind und deren Läuferstäbe einen vorzugsweise rechteckförmigen Querschnitt aufweisen und zwecks Erzielung einer gewissen Elastizität der Stab-Ring-Verbindungen in radialer Richtung
30 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 Materialeinsatzes kann eine beträchtliche Steigerung der Anfahrbeanspruchungen bzw. der Schalzhäufigkeit zugelassen werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die in radialer Richtung wirksamen Elastizitäten der Kurzschlußbleche, 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.

Eine starke Vergrößerung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche an dem dem Läuferblechpaket zugewandten Ende eines Kurzschlußringes führt dazu, daß sich die 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 Schweißnaht kann vielmehr an der Stelle der höchsten Beanspruchung in guter Qualität ausgeführt und gegebenenfalls verstärkt werden.

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.

- 5 Eine Veränderung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche kann durch unterschiedliche konstruktive Maßnahmen realisiert werden. Führt man bei gleichem Außendurchmesser der Kurzschlußbleche die zur Aufnahme der Läuferstäbe dienenden Nuten mit einheitlicher Tiefe aus, ist eine Vergrößerung der Radialelastizitäten der Kurzschlußbleche durch eine Vergrößerung der Rondeninnendurchmesser 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 Grundausführungsform 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.
- 10
- 15
- 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
- 30 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.

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.

5 Aus Fig. 1 erkennt man, daß die Innendurchmesser der 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 Läuferblechpaket-

10 enden vorgenommene Abfräsung der Staboberkanten 4 dient 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 be-

15 trächtlich vergrößert werden. Zur weiteren Senkung der Schweißnahtbeanspruchungen wurde an der Stelle höchster Belastung, die vom läuferblechpaketseitigen Schweißnaht-

20 ende in Richtung Schweißnahtmitte verschoben wurde, eine zusätzliche Nahtverstärkung 1 vorgesehen. Die Abfräsung 4 der Staboberkanten dient in bekannter Weise der Ermöglichung radialer Verformungen der Stabenden.

Erfindungsanspruch:

1. Geblechter Kurzschlußring für Käfigwicklungen
mittlerer und großer elektrischer Maschinen,
deren Läuferstäbe vorzugsweise einen rechteck-
förmigen Querschnitt aufweisen und im Bereich
der Läuferblechpaketenden an den Staboberkanten
geringfügig abgefräst sind und dessen zur Auf-
nahme der Läuferstäbe dienende Nuten auf vor-
zugsweise 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 kon-
tinuierliche Änderung aufweisen, wobei die Ver-
größerung der Innendurchmesser der Kurzschluß-
bleche, in axialer Richtung fortschreitend be-
trachtet, vorzugsweise mit zunehmender Annähe-
rung an das läuferblechpaketseitige Ringende
erfolgt.
2. Geblechter Kurzschlußring nach Punkt 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Rückenpartien der Kurz-
schlußbleche nicht durchweg gleich gestaltet
sind, sondern bei Ausführung von vorzugsweise
gleichen Innendurchmessern unterschiedliche
oder unterschiedlich dicht angeordnete Aus-
stanzungen bzw. Ausnehmungen aufweisen, wobei
die Gesamtfläche dieser Ausnehmungen, in axialer
Richtung fortschreitend betrachtet, vorzugsweise
mit zunehmender Annäherung an das läuferblech-
paketseitige 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.
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.
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.

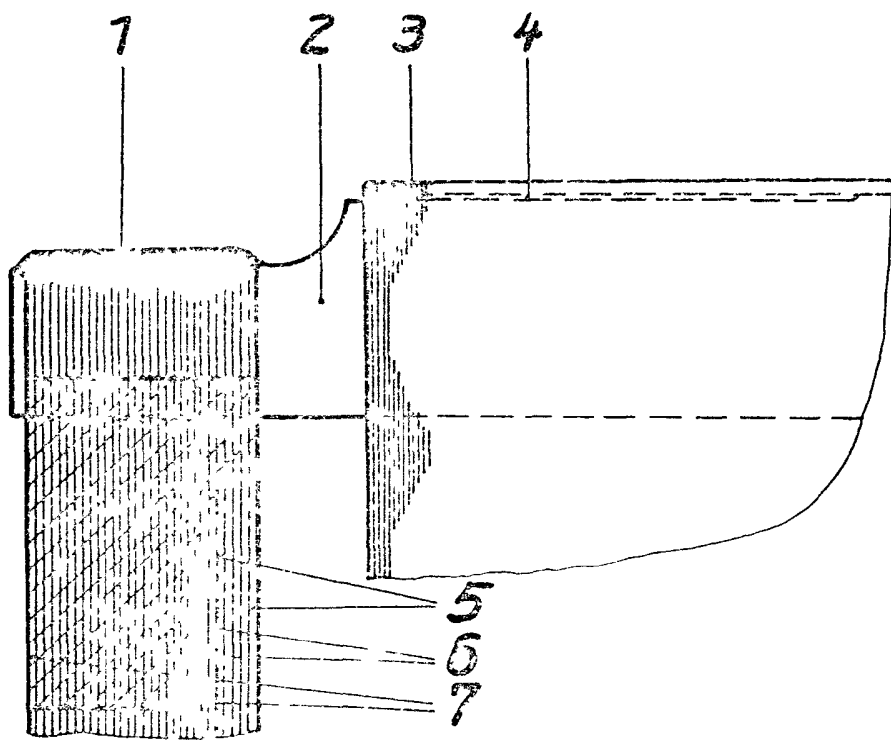


Fig. 1

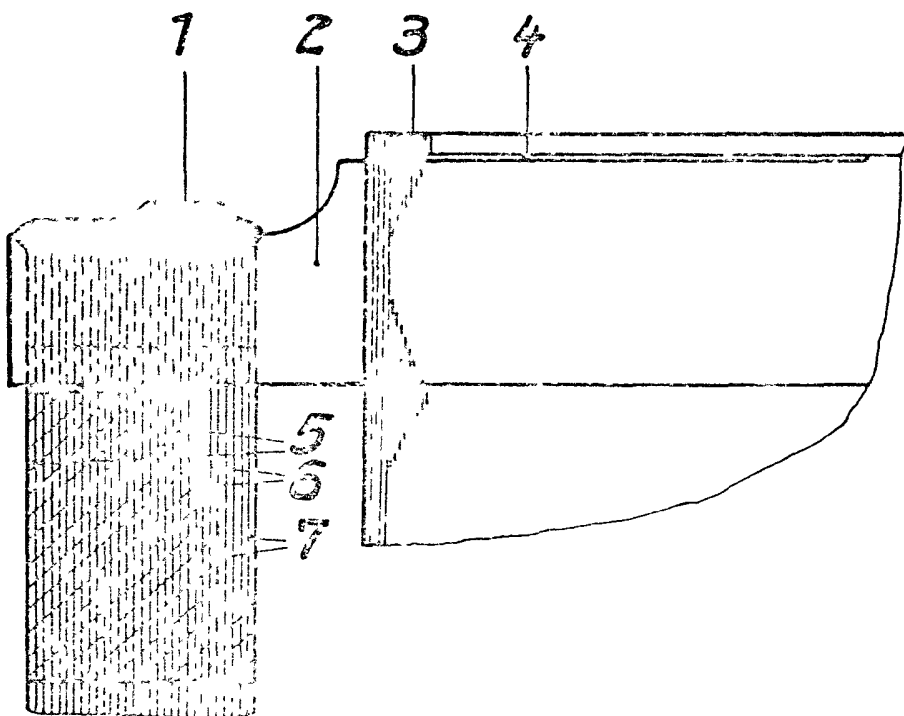


Fig. 2