



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1089/87

(51) Int.Cl.⁶ : H02K 49/04
H02K 9/06

(22) Anmeldetag: 30. 4.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1996

(45) Ausgabetag: 25. 9.1996

(30) Priorität:

30. 4.1986 FR 8606279 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DE 2406133A1 DE 1918832A1

(73) Patentinhaber:

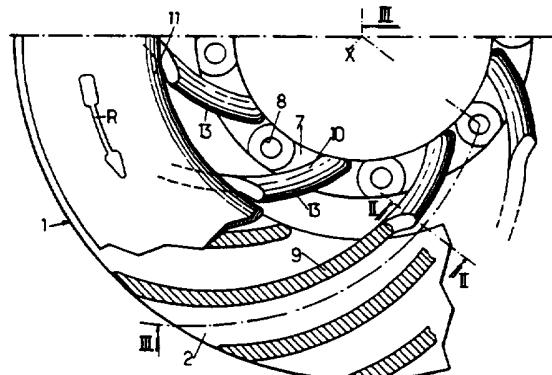
LABAVIA - S.G.E.
F-78391 MONTIGNY LE BRETONNEUX (FR).

(72) Erfinder:

ESTAQUE MICHEL
TAVERNY (FR).

(54) ROTOR FÜR FLEKTROMAGNETISCHE BREMSE

(57) Ein Induktionsrotor für eine elektromagnetische Bremse weist zumindest eine Induktionsscheibe (2) aus ferromagnetischem Material auf, die mit einem inneren Befestigungsring (7) über einen Kranz von Armen (10) verbunden ist. Die Arme (10) sind zu den entsprechenden Radien derart geneigt, daß sie Ventilationsschaufeln bilden. Die radial äußeren Abschnitte dieser Arme sind in Form von Ventilationsflügeln (9) ausgebildet und stehen in axialer Richtung von der Induktionsscheibe ab. Ihre Scheitel sind untereinander durch einen Ringflansch (11) verbunden. Die Gesamtheit aus Induktionsscheibe, Befestigungsring, Armen, Flügeln und Ringflansch besteht aus einem einzigen Gußblock. Der der Induktionsscheibe abgekehrte Angriffsrand (13) jedes Armes ist, bezogen auf die Drehrichtung (R) des Rotors, gegenüber der zylindrischen Mittelfläche des Restes dieses Armes in Drehrichtung (R) leicht gekrümmmt, wodurch eine verbesserte Ventilation erzielt wird.



B

AT 401 449

Die Erfindung betrifft Induktionsrotoren für elektromagnetische Bremsen, insbesondere für Fahrzeuge, wobei die Rotoren zumindest eine ringförmige Induktionsscheibe aus ferromagnetischem Material aufweisen, die mit der zu bremsenden Welle verbindbar ist und an einem Statorkranz von alternierend positiven und negativen elektromagnetischen Polen vorbeilaufen kann, von denen der Rotor lediglich durch einen Luftspalt getrennt ist, wobei die Induktionsscheibe auf diese Weise infolge der Bildung von Foucault'schen Wirbelströmen in der Scheibenmasse gebremst und erhitzt wird.

Die Erfindung betrifft insbesondere jene Rotoren, deren Induktionsscheibe mit einem inneren Befestigungsring verbunden ist, u.zw. über einen Kranz von Armen, die zu den entsprechenden Radien unter Bildung von Ventilationsschaufeln geneigt sind, wobei die radial äußeren Abschnitte dieser Arme in Form von Flügeln ausgebildet sind und axial von der dem Luftspalt gegenüberliegenden Scheibenfläche vorspringen, und die Scheitel dieser Flügel untereinander durch einen Ringflansch verbunden sind, wobei die Gesamtheit aus Induktionsscheibe, Befestigungsring, Armen, Flügeln und Ringflansch durch einen einzigen Gußblock gebildet ist, der vorzugsweise aus Stahl besteht.

Das Abführen der in der Induktionsscheibe eines solchen Rotors durch die Foucault'schen Wirbelströme im Betrieb der mit diesem Rotor ausgestatteten Bremse erzeugten Wärme erfolgt im wesentlichen durch Wärmeleitung gegen den Ringflansch über die Flügel und durch Wärmestrahlung und Konvektion von der Induktionsscheibe, den Armen, den Flügeln und dem Ringflansch, wobei das letztgenannte Phänomen durch die Ventilation stark begünstigt wird: Tatsächlich übt der Rotor die Funktion eines Ventilators aus, indem er mit einem Kühlstrom die zu kühlenden heißen Oberflächen der Induktionsscheibe, der Arme, der Flügel und des Ringflansches bestreicht, wobei diese Oberflächen Kanäle für den Luftstrom begrenzen.

Bei bekannten Ausführungsformen von Rotoren der erläuterten Art (z.B. DE-OS 24 06 133) bestehen die Arme aus flachen und dünnen Elementen, die über ihre gesamte Erstreckung von zylindrischen Flächen begrenzt sind, die sich parallel zur Achse der Bremse erstrecken.

Diese "zylindrische" Form der Arme ist nicht optimal, um die Kühlung der Umgebungsluft zu entnehmen. Sie ist aber bis heute als unerlässlich erachtet worden, u.zw. aus Entformungsgründen.

Tatsächlich erfolgt das Formen des Rotors in einer Form, die im wesentlichen einen Gießkern aus Gießsand enthält, der komplementär zu dem herzustellenden Rotor ist, wobei der Kern in einem "Kernkasten" ausgebildet wird, der seinerseits ein Modell enthält, welches aus einem harten Material besteht, wie ausgehärtetem Harz, und die Form des herzustellenden Rotors hat.

Der in Frage stehende Kern kann aus dem Kasten leicht entnommen und vom Modell getrennt werden, wenn die Arme des Rotors die vorstehend erläuterte zylindrische Form haben, andere Verhältnisse ergeben sich aber für schräge Formen dieser Arme.

Die Anmelderin hat gefunden, daß man entgegen von Vorurteilen mit Vorteil in Betracht ziehen kann, bestimmte schräge Formen für die Arme anzuwenden, wobei die leichte Erhöhung der Herstellungskosten zum größten Teil durch die resultierenden technischen Vorteile kompensiert werden.

Diese Vorteile beruhen im wesentlichen in einer Verbesserung der Abkühlung der Bremsscheiben der in Frage stehenden Art während des Betriebes, wodurch sich das von diesen Vorrichtungen erzeugte Drehmoment im heißen Zustand erhöht, wobei diese Verbesserung ohne merkbare Erhöhung des zum Antrieb der Rotoren erforderlichen Drehmomentes erzielt wird.

Zu diesem Zweck sind die Rotoren der in Frage stehenden Art erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß der der Scheibe abgekehrte Angriffsrand jedes Armes, bezogen auf die Drehrichtung des Rotors, gegenüber der zylindrischen Mittelfläche des Restes dieses Armes in Drehrichtung gekrümmmt ist, wobei der Krümmungswinkel jedes Angriffsrandes in einem Schnitt durch den Rotor nach einer Querebene betrachtet, d.h. senkrecht zur Rotorachse, zwischen 2° und 10° beträgt, und in einem Querschnitt des Armes betrachtet zwischen 3° und 30° beträgt.

Der in Frage stehende Angriffsrand ist insbesondere der stirnseitige Rand des Armes, nämlich jener, der von der Außenseite des Rotors her sichtbar ist, wenn man den Rotor stirnseitig oder von einem axialen Ende her betrachtet, bzw. auch jener Rand, welcher jeden Arm in axialer Richtung auf seiner einem axialen Ende der Bremse entsprechenden Seite begrenzt.

Infolge der in Betracht gezogenen Krümmung ist die von jedem Arm pro Zeiteinheit geschöpfte bzw. aufgenommene und vom Arm gegen die Scheibe und die Kanäle geleitete Umgebungsluftmenge gegenüber den Konstruktionen mit zylindrischen Armen stark erhöht.

Es findet sich hier die Wirkung von Hohlschaufeln, die zur Förderung eines Fluids wesentlich wirksamer sind als flache Schaufeln.

Es sei erwähnt, daß aus der DE-OS 1 918 832 eine gänzlich andersgeartete Lösung zur Verbesserung der Ventilationswirkung bekannt ist, gemäß welcher an die genannten Arme gesonderte Bimetallklappen axial angesetzt werden, was fertigungstechnisch überaus aufwendig ist.

Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung wird von dem einen und/oder anderen der nachfolgenden Merkmale Gebrauch gemacht:

- 5 - die Tiefe des gekrümmten Angriffsrandes liegt, in einem Querschnitt des Rotors gesehen, in der Größenordnung von 2 cm, für einen Rotor, dessen Gesamtdurchmesser zwischen 500 und 550 mm beträgt,
- 10 - jeder Arm weist zwei aufeinanderfolgende geradlinige Abschnitte auf, nämlich einen ersten axialparallelen Abschnitt, Axialabschnitt genannt, der an den Ring anschließt, und einen zweiten geneigten Abschnitt, welcher an den entsprechenden Flügel anschließt, wobei erfindungsgemäß der gekrümmte Angriffsrand zur Gänze auf dem geneigten Abschnitt liegt.

15 10 Die Erfindung weist abgesehen von diesen Hauptmerkmalen bestimmte weitere Merkmale auf, die vorzugsweise gleichzeitig angewendet werden und die nachfolgend genauer erläutert werden.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossene Zeichnung in nicht einschränkender Weise beschrieben. Fig. 1 dieser Zeichnung zeigt einen erfindungsgemäßen Rotor einer elektromagnetischen Bremse in einer halben Stirnansicht in Richtung des Pfeiles I in Fig. 3, wobei Teile weggelassen sind. Fig. 2 ist ein Teilschnitt des Rotors nach der Linie II-II in Fig. 1. Fig. 3 zeigt den gleichen Rotor in einem axialen Halbschnitt nach der Linie III-III in Fig. 1, wobei der entsprechende Stator teilweise angedeutet ist. Fig. 4 ist ein Teilschnitt des Rotors nach der Linie IV-IV in Fig. 3.

20 Der in der vorliegenden Beschreibung verwendete Ausdruck "Rotor" bezeichnet jede einstückige Untereinheit 1, die durch die Dreheinheit einer Achse X einer elektromagnetischen Bremse bzw. "Wirbelstrombremse" gebildet ist und die eine Induktionsscheibe 2 aus ferromagnetischem Material aufweist.

25 Bekanntlich ist eine solche Induktionsscheibe 2 mit einer zu bremsenden Welle 3 (Fig. 3), wie der Transmissionswelle eines Fahrzeugs, verbunden und derart montiert, daß sie sich unter Zwischenschaltung eines Luftspaltes E an einem Stator 4 der Bremse vorbeibewegen kann bzw. genauer gesagt vor einem Kranz von Induktionspolen 5, die alternativ positiv und negativ sind und Teile des Stators bilden, wobei die in Betracht gezogene Induktionsscheibe 2 somit der Sitz der Wirbelströme ist, die sich in einer Bremsung und einer Erhitzung dieser Scheibe auswirken.

30 30 Die Dreheinheit der Bremse weist außer dem Rotor bzw. der vorstehend definierten Untereinheit, der bzw. die einfach oder vorzugsweise doppelt und symmetrisch zu beiden Seiten des Stators angeordnet ist, ein Zwischenstück 6 auf, das als Drehkörper um die Achse X ausgebildet ist, wie eine Muffe, eine Nabe oder eine Platte, die ihrerseits im allgemeinen durch Verschrauben an der zu bremsenden Welle 3 befestigt ist, wobei jeder "Rotor" 1 seinerseits durch Verschrauben mit diesem Zwischenstück verbunden ist.

In an sich bekannter Weise weist jeder Rotor 1 außer der Induktionsscheibe 2 mit dieser durch Formgießen ausgebildete Teile auf, nämlich:

- 35 - einen Befestigungsring 7 mit einem mittleren Durchmesser, der kleiner als der Innendurchmesser der Induktionsscheibe 2 ist, wobei der Ring mit Axialbohrungen 8 versehen ist, die ein Gewinde aufweisen oder nicht und zur Aufnahme von (nicht gezeigten) Bolzen zum Befestigen dieses Ringes am Zwischenstück 6 dienen,
- 40 - einen Kranz von Ventilationsflügeln 9, die von jener Oberfläche der Induktionsscheibe 2 vorstehen, welche der den Luftspalt E begrenzenden Seite gegenüberliegt, wobei zumindest vorbestimmte dieser Flügel (insbesondere jeweils einer von zwei wie bei der dargestellten Ausführungsform, oder einer von drei) durch Arme 10 gegen die Achse X verlängert sind, welche die Induktionsscheibe mit dem Befestigungsring 7 verbinden,
- 45 - eine Felge bzw. einen Ringflansch 11, die bzw. der sich im allgemeinen parallel zur Scheibe erstreckt und die Scheitel der Ventilationsflügel 9 verbindet, um zwischen diesen Flügeln, der Induktionsscheibe und dem Ringflansch Führungskanäle 12 für Ventilationsluft zu bilden.

Die Ventilationsflügel 9 und die Arme 10, welche die Flügel gegebenenfalls verlängern, sind geneigt und vorzugsweise, bezogen auf die Drehrichtung R des Rotors, nach hinten gekrümmt, wenn man zunehmende Radien in Betracht zieht.

50 50 Die Arme 10 können "gerade" sein, wobei ihre Mittellinien dann im wesentlichen in der gleichen Querebene liegen.

Diese Arme 10 sind aber vorzugsweise axial geknickt, wie bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform, damit der Befestigungsring 7 in axialer Richtung in das Innere des Stators verlagert wird und auf diese Weise die Axialerstreckung des zentralen Rotorteiles vermindert werden kann.

55 55 Die Anzahl der Arme 10 jedes Rotors beträgt vorzugsweise 8 und die Gesamtanzahl der Ventilationsflügel 9 zwischen 16 und 24.

Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, das Abführen der in der Induktionsscheibe 2 durch die Erzeugung von Wirbelströmen während des Betriebes der Bremse hervorgerufenen Wärme zu verbessern.

Zu diesem Zweck werden erfindungsgemäß die der Induktionsscheibe abgekehrten Angriffsänder 13 der Arme 10, bezogen auf die Drehrichtung R des Rotors, leicht in Drehrichtung R gekrümmmt.

Die Erfahrung zeigt, daß durch eine solche Maßnahme die Kühlung der Induktionsscheibe und dadurch das durch die Bremse in heißem Zustand bewirkte Bremsmoment in einem merkbaren Ausmaß verbessert werden kann, wobei alle übrigen Eigenschaften gleich bleiben und lediglich in einem vernachlässigen Ausmaß das zum Antrieb des Rotors erforderliche Drehmoment erhöht wird.

Diese vorteilhafte Wirkung kann durch die Gesamtheit der nachfolgenden Gründe erklärt werden:

- die Führung und somit die Strömung der Luft am Eintritt des Rotors werden verbessert,
- die pro Zeiteinheit von dem Kranz der Arme aus der Umgebungsluft aufgenommene Luftmenge ist wesentlich höher, wenn die Arme ein leicht gekrümmtes Profil haben, wie dies vorstehend erläutert worden ist, als wenn sie ein zylindrisches Profil haben, wie bei den bekannten Ausführungsformen, wobei die erstgenannten Arme die einzigen sind, die als "Schaufeln" arbeiten können, wodurch sie die Umgebungsluft besser aufnehmen können, indem sie stärker in die Umgebungsluft eindringen und sie in der Folge noch länger halten können,
- das Verhältnis zwischen der Seitenfläche jedes Armes, die von der Umgebungsluft bestrichen wird und dem geraden Abschnitt jedes Armes ist bei dem erläuterten gekrümmten Profil etwas größer als bei einem flachen Profil, was den Wärmeaustausch verbessert.

Dieser letztgenannte Vorteil bewirkt bei vorgegebenen mechanischen Eigenschaften eine Verminderung der Volumina der Arme (welche stets der Gefahr unterliegen, bei ihrer Erhitzung im plastischen Bereich zu arbeiten), was es ermöglicht, den Querschnitt der Arme zu reduzieren und insbesondere ihre Dicke, ihr Gewicht und ihre Kosten.

Infolge der "schrägen" Form der Arme 10 ist es nicht mehr möglich, den Sandkern zum Ausformen des Rotors aus dem "Kernkasten" als einen einzigen Block zu entfernen. Es reicht aber aus, diesen Kern aus einem Kranz identischer Einzelkerne aus Sand auszubilden, deren Anzahl gleich jener der Arme ist: Jeder dieser Einzelkerne kann sehr leicht aus dem Formkasten und von dem Modell gelöst werden, und wird in der Folge neben den anderen angeordnet, um den Kern zur Formung des Rotors zu bilden.

Bei der dargestellten Ausführungsform weist jeder Arm 10, ausgehend vom Befestigungsring 7, im wesentlichen zwei aufeinanderfolgende Abschnitte auf, nämlich:

- einen ersten Axialabschnitt A, dessen Mittellinie geradlinig ist und sich parallel zur Achse X erstreckt,
- und einen zweiten geneigten Abschnitt B, dessen Mittellinie auf eine Axialebene projiziert, wie dies Fig. 3 zeigt, zwar geradlinig, aber zur Achse X geneigt ist, wobei dieser zweite geneigte Abschnitt an den Ventilationsflügel 9 anschließt, welchen der betrachtete Arm verlängert.

Mit anderen Worten ist die Einheit aus Ventilationsflügel 9 und Arm 10 nicht kontinuierlich gekrümmmt, sondern weist zwei aufeinanderfolgende Abwinkelungsstellen auf.

Der Grund für diese Formgebung besteht darin, daß es notwendig ist, im Inneren zumindest eines der Kränze von Armen 10 der Bremse einen kegelstumpfförmigen Raum auszusparen, der ausreichend groß ist, um ein mit der zu bremsenden Welle 3 gekuppeltes Kardangelenk aufzunehmen und um die Winkelabschläge dieses Organes zu gestatten.

In diesem Fall ist es im wesentlichen der geneigte zweite Abschnitt B, der in axialer Richtung einen Angriffsrand 13 aufweist, der in Drehrichtung R leicht umgebogen ist.

Dieser Rand kann eine verminderte Tiefe haben.

Wenn man diese Tiefe in einer Querebene in Betracht zieht, d.h. senkrecht zur Achse X des Rotors, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist, erstreckt sich daher die Tiefe, die mit dem Bezugszeichen p bezeichnet ist, nur über etwa 2 cm, für einen Rotor, dessen Gesamtdurchmesser zwischen 500 und 550 mm beträgt.

In Fig. 4 ist zum Vergleich die Form des Endes des Querschnittes der Einheit aus Ventilationsflügel 9 - Arm 10 entsprechend der Konstruktion nach dem Stand der Technik strichiert dargestellt.

Wenn man den gleichen Querschnitt wie in Fig. 4 in Betracht zieht, ist der Biegewinkel des Angriffsrandes 13 bezüglich des entsprechenden Randes bekannter Konstruktionen relativ klein und die Winkelneigung beträgt im allgemeinen zwischen 2 und 10°.

Dieser Winkel ist ein wenig stärker ausgeprägt, wenn man einen Querschnitt des Abschnittes B des Armes in Betracht zieht, wobei dieser Querschnitt senkrecht zur Mittellinie des Abschnittes verläuft, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist: Die Größe des Biegewinkels beträgt zwischen 3 und 30°.

Gemäß einer ebenfalls interessanten Variante gestattet es die Krümmung des Armes 10, daß der Arm eine Schöpfunktion nicht nur hinsichtlich seines Angriffsrandes ausübtspielt, sondern hinsichtlich seines gesamten Querschnittes, welcher allgemein die Form einer dünnen Bohne hat, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß gleichgültig welche Ausführungsform realisiert wird, ein Induktionsrotor für eine elektromagnetische Wirbelstrombremse geschaffen wird, dessen Aufbau, Funktionsweise und Vorteile aus den vorhergehenden Ausführungen in ausreichendem Maße hervorgehen (insbeson-

dere die verbesserte Abkühlung und infolge dessen die Erhöhung des Bremsmomentes im heißen Zustand).

Es versteht sich und ergibt sich auch aus dem Vorhergehenden, daß die Erfindung nicht auf die beiden speziell erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt ist; sie umfaßt vielmehr alle Varianten.

5

Patentansprüche

1. Induktionsrotor für eine elektromagnetische Bremse, mit zumindest einer ringförmigen Induktionsscheibe (2) aus ferromagnetischem Material, die mit einem inneren Befestigungsring (7) über einen Kranz von Armen (10) verbunden ist, die zu den entsprechenden Radien unter Bildung von Ventilationsschaufern geneigt sind, wobei die radial äußeren Abschnitte (9) dieser Arme in Form von Flügeln ausgebildet sind und in axialer Richtung von der Induktionsscheibe abstehen, die Scheitel dieser Flügel untereinander durch einen Ringflansch (11) verbunden sind, wobei die Gesamtheit aus Induktionsscheibe, Befestigungsring, Armen, Flügeln und Ringflansch aus einem einzigen Gußblock besteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der der Induktionsscheibe (2) abgekehrte Angriffsrand (13) jedes Armes (10), bezogen auf die Drehrichtung (R) des Rotors, gegenüber der zylindrischen Mittelfläche des Restes dieses Armes in Drehrichtung (R) gekrümmmt ist, wobei der Krümmungswinkel jedes Angriffsrandes (13) in einem Schnitt durch den Rotor nach einer Querebene betrachtet, d.h. senkrecht zur Rotorachse, zwischen 2° und 10° beträgt (Fig. 4), und in einem Querschnitt des Armes betrachtet zwischen 3° und 30° beträgt (Fig. 2).
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe (p) des gekrümmten Angriffsrandes (13), in einem Querschnitt des Rotors betrachtet, in der Größenordnung von 2 cm liegt, für einen Rotor, dessen Gesamtdurchmesser zwischen 500 und 550 mm beträgt.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, bei welchen jeder Arm (10), der sich in axialer Richtung in das Innere der Bremse zu dem dort liegenden Befestigungsring (7) des Rotors erstreckt zwei aufeinanderfolgende geradlinige Abschnitte aufweist, nämlich einen ersten Axialabschnitt (A), der an den Ring anschließt, und einen zweiten geneigten Abschnitt (B), welcher an den entsprechenden Flügel (9) anschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gekrümmte Angriffsrand (13) zur Gänze auf dem geneigten Abschnitt (B) liegt.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55

