



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 671 659 A5

⑤ Int. Cl.⁴: H 02 K 3/34
H 02 K 1/04

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 3896/85

㉒ Anmeldungsdatum: 10.09.1985

③① Priorität(en): 01.10.1984 US 656571

㉔ Patent erteilt: 15.09.1989

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.09.1989

㉗ Inhaber:
General Electric Company, Schenectady/NY (US)

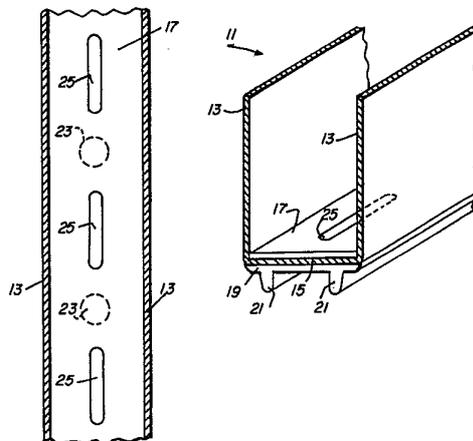
㉚ Erfinder:
Vogt, George Henry, Hendersonville/NC (US)
Derderian, Scott Kavork, Salem/MA (US)

㉜ Vertreter:
Ritscher & Seifert, Zürich

⑤④ Als Verbundwerkstück ausgebildete Nutarmierung und Unternutabdeckung für eine dynamoelektrische Maschine.

⑤⑦ Zum elektrischen Isolieren der Wicklungen in den Nuten des Rotors einer dynamoelektrischen Maschine werden Verbundwerkstücke vorgeschlagen. Jedes Verbundwerkstück (11) enthält eine U-förmige Armierung (13, 15) und eine Unternutabdeckung (17, 19). Diese Unternutabdeckung enthält zwei plattenförmige, ebene Schichten (17, 19), die auf der Unter- und der Oberseite des Basisteils (15) der Armierung angeordnet und durch Löcher (23) im Basisteil miteinander verbunden sind. Die Nutarmierung besteht aus Aramidpapier und die Unternutabdeckung aus Schichten aus einem Epoxy-Glas-Verbund.

Das Verbundwerkstück ist insbesondere für direkt gekühlte Maschinen vorgesehen. Dazu enthalten das Basisteil der Armierung und die Schichten der Unternutabdeckung miteinander ausgerichtete Schlitze (25) für den Durchfluss des Kühlmittels.



PATENTANSPRÜCHE

1. Als Verbundwerkstück ausgebildete Nutarmierung und Unternutabdeckung für eine dynamoelektrische Maschine, gekennzeichnet durch eine Nutarmierung mit einem aus Aramidpapier gefertigten, U-förmigen Kanal (13, 15), dessen Basisteil (15) eine Mehrzahl durchgehender, in axialer Richtung voneinander beabstandeter Löcher (23) aufweist und durch eine Unternutabdeckung (17, 21) aus Schichten aus einem Epoxy-Glas-Verbund, die einstückig mit dem Basisteil des U-förmigen Kanals verbunden sind, und durch Durchbrechungen im Basisteil und den Schichten aus Epoxy-Glas-Verbund, die in axialer Richtung verlängerte Ventilationsschlitze (25) bilden.

2. Verbundwerkstück nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten aus dem Epoxy-Glas-Verbund auf jeder Seite des Basisteils (15) angeordnet sind und diesen einschliessen.

3. Verbundwerkstück nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die auf jeder Seite des Basisteils (15) angeordneten Schichten aus Epoxy-Glas-Verbund durch die im Basisteil angeordneten, voneinander beabstandeten Löcher (23) miteinander verbunden sind.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine als Verbundwerkstück ausgebildete Nutarmierung und Unternutabdeckung für eine dynamoelektrische Maschine, die insbesondere für dynamoelektrische Maschinen mit einem rotierenden Feld geeignet ist, deren elektrisch leitende Wicklungen in einer Mehrzahl von in axialer Richtung verlaufender Nuten eingelegt sind.

Das rotierende Feld einer dynamoelektrischen Maschine durchdringt auch den Rotorkörper, der eine Mehrzahl in axialer Richtung verlaufender Nuten aufweist, in die die elektrischen Wicklungen eingelegt sind. Der Rotorkörper besteht gewöhnlich aus Stahl, während die Wicklungen aus einer Vielzahl Kupferdrähten gebildet sind. Bei einer direkt gekühlten dynamoelektrischen Maschine kann jede Nut eine zusätzliche, ebenfalls in axialer Richtung verlaufende Unternut aufweisen, die Teil eines bekannten Ventilationsschemas ist, um ein gasförmiges Kühlmittel, beispielsweise Luft oder Wasserstoff, in axialer Richtung längs des Rotors zu leiten. Jede Nut ist ausserdem für den radialen Durchfluss des gasförmigen Kühlmittels ausgebildet, vorzugsweise mittels in den Wicklungen angeordneten Ventilationsschlitzen, um die Wicklung und den Rotorkörper zu kühlen.

In den genannten Maschinen müssen die Rotorwicklungen vom Rotorkörper elektrisch isoliert werden, wozu nichtleitende Nut-Armierungen verwendet werden. Eine derartige isolierende Armierung ist in dem US-Patent 4 321 498 beschrieben. In diesem Patent, auf das hier ausdrücklich hingewiesen wird, ist eine bevorzugte Ausführungsform der Armierung offenbart, die ein Paar elektrisch isolierender Elemente enthält, von denen jedes eine in radialer Richtung zu orientierende Seitenwand und einen davon abgewinkelten Basisschenkel enthält. Diese elektrisch isolierenden Elemente werden paarweise derart in einer Nut angeordnet, dass die radial ausgerichteten Seitenwände den anliegenden Nutenwänden benachbart und die Basisschenkel gegeneinanderragend angeordnet sind. Weiter ist eine flache Unternut-Abdeckung vorgesehen, deren gegenüberliegende Seiten in axialer Richtung verlaufende Rillen aufweisen, die zum Aufnehmen der gegeneinanderragenden Basisschenkel vorgesehen sind, wobei eine ineinandergreifende Verbindung zwischen der Abdeckung der Unternut und der Armierung der Nut gebildet wird. In der Patentschrift wird weiter vorgeschlagen, dass beide, die Abdeckung der Unternut und die neben den Nutenwänden angeordnete, isolierende Armierung der Nut aus laminiertem Glasmaterial hergestellt werden.

Es war auch schon versucht worden, als Isoliermaterial für die Nutarmierung ein Aramidpapier, wie beispielsweise das von der Du Pont Company unter dem Handelsnamen «Nomex» angebotene Material, zu verwenden. Beim Nacharbeiten der Lehre aus dem erwähnten US-Patent 4 321 498 war jedoch gefunden worden, dass die 90°-Biegung des isolierenden Elements im Bereich des Ineinandergreifens von Isolierelement und Unternut-Abdeckung nicht ausreichend standfest ist. Bei zentrifugaler Belastung wandert das isolierende Element längs der Nutenwände aufwärts und entfernt sich aus dem Eingriff in der Unternut.

Ausserdem kann Aramidpapier bezüglich seiner Abmessungen instabil sein und bei veränderlicher relativer Feuchtigkeit eine Längenänderung von bis zu 1% aufweisen. Weil Änderungen der Feuchtigkeit die Ausrichtung der Ventilationsschlitze in der Abdeckung der Unternut und den isolierenden Elementen aufheben und damit den Querschnitt des Kühlmittelwegs verkleinern können, könnte U-förmiges Aramidpapier mit ausgestanzten Ventilationsschlitzen in direkt gekühlten Feldern bisher nicht verwendet werden.

Aramidpapier wird darum gegenwärtig nur in konventionell gekühlten Maschinen verwendet, die sich von direkt gekühlten Maschinen dadurch unterscheiden, dass die Kühlung der Wicklungen durch Wärmeübertragung von den Wicklungen durch den Rotorkörper in das Kühlmittel erfolgt, während bei direkt gekühlten Maschinen das Kühlmittel direkt durch die Wicklungen geleitet wird.

Es ist darum ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Nutarmierung für eine dynamoelektrische Maschine zu schaffen, bei der Aramidpapier für die Isolierung verwendet werden kann.

Erfindungsgemäss wird dieses Ziel mit einer als Verbundwerkstück ausgebildeten Nutarmierung und Unternutabdeckung erreicht, die gekennzeichnet ist durch eine Nutarmierung mit einem aus Aramidpapier gefertigten, U-förmigen Kanal, dessen Basisteil eine Mehrzahl durchgehender, in axialer Richtung voneinander beabstandeter Löcher aufweist und durch eine Unternutabdeckung aus Schichten aus einem Epoxy-Glas-Verbund, die einstückig mit dem Basisteil des U-förmigen Kanals verbunden sind, und durch Durchbrechungen im Basisteil und den Schichten aus Epoxy-Glas-Verbund, die in axialer Richtung verlängerte Ventilationsschlitze bilden.

Das erfindungsgemässe Verbundwerkstück ermöglicht eine vergrösserte Temperaturstabilität bei wesentlich verringerten Kosten, verglichen mit einer Nutisolierung, die gesamthaft aus einem Epoxy-Glas-Verbund besteht. Weil bei dem erfindungsgemässen Verbundwerkstück das Aramidpapier Teil eines glasverstärkten Epoxy-Werkstoffs ist, sind wegen der Rigidität dieses Werkstoffs die mit den Änderungen der Abmessungen verbundenen Probleme behoben.

Nachfolgend wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren an einem Ausführungsbeispiel beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 die orthogonale Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform des Verbundwerkstücks und

Fig. 2 eine Draufsicht auf das Verbundwerkstück gemäss der Figur 1.

In Fig. 1 zeigt der Pfeil 11 auf den Verbund einer Nutarmierung aus Aramidpapier mit einer Unternutabdeckung aus Glaslaminat. Die Nutarmierung besteht aus Seitenwänden 13, die sich in axialer und radialer Richtung erstrecken und von einem radial inneren, sich ebenfalls in axialer Richtung erstreckenden Basisteil 15 verbunden werden, um einen U-förmigen Kanal zu bilden. Die Abdeckung der Unternut enthält eine ebene, äussere Schicht 17 und eine ebene, innere Schicht 19. Gemäss der Lehre des US-Patents 4 321 498 kann die ebene innere Schicht vorteilhafterweise in axialer Richtung verlaufende, vorstehende Rippen 21 aufweisen, obwohl das in bezug auf die vorliegende Erfindung nicht wesentlich ist.

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf das Verbundwerkstück ge-

mäss der Fig. 1 gezeigt, aus der zu erkennen ist, dass das Aramidpapier voneinander beabstandete Löcher 23 aufweist, die ermöglichen, die innere und die äussere ebene Schicht 17 bzw. 19 miteinander und mit dem dazwischenliegenden Basisteil 15 der Nutarmierung zu verbinden. Nach der Verbindung werden in das Verbundwerkstück von Nutarmierung und Unternutabdeckung Ventilationsschlitze 25 eingearbeitet.

Bei der Herstellung solcher Verbundwerkstücke werden einzelne Bogen von etwa 0,75 mm (0,03 Zoll) dickem Aramidpapier, das von der Firma Du Pont unter der Bezeichnung «Nomex 410» verkauft wird, unter Wärmeeinwirkung zu einem U-förmigen Kanal geformt. Danach wird ein Epoxy-Glas-Werkstoff, der von der Firma 3M unter der Bezeichnung «3M Scotchply 1009-26» verkauft wird, unter Druckeinwirkung an den Basisteil der Nutarmierung angepresst, um die radial äussere und die radial innere Schicht 17 bzw. 19 zu bilden. Wahlweise können beim Herstellen des Pressprofils auch die in radialer Richtung nach innen vorstehenden Rippen 21 angeformt werden. Vor dem Pressformen des Verbundwerkstücks werden in den Basisteil 15 der Nutarmierung gleichmässig voneinander beabstandete Löcher 23 angebracht, zwischen denen die Ventilationsschlitze 25 angeordnet sind, um die Bindung zwischen der oberen und der unteren ebenen Schicht weiter zu verbessern. Die Ventilationsschlitze 25 werden erst erstellt, nachdem das Verbundwerkstück ausgebildet ist.

Wie bereits beschrieben wurde, besteht bei dem erfindungsgemässen Verbundwerkstück 11 die Nutarmierung mit den Seitenwänden 13 und dem Basisteil 15 aus Aramidpapier und die Abdeckung 19 der Unternut aus einem laminierten Epoxy-Glas-Werkstoff. Die spezifische, einstückige, gesamthaft ausge-

formte Konstruktion gibt dem gegen Feuchtigkeit empfindlichen Aramidpapier die erforderliche Stabilität, die seine Verwendung auch in einer direkt gekühlten Maschine erlaubt. Die Verwendung einer Armierung aus Aramidpapier, deren Basisteil zwischen Schichten aus einem Epoxy-Glas-Werkstoff eingeschlossen ist, als Nutisolierung hat, verglichen mit einer Nutisolierung aus einem glasverstärkten Kunststoff. Den Vorteil einer erhöhten Temperaturbeständigkeit (bis zu 200°C) bei wesentlich verringerten Kosten. Weil die Nutarmierung und die Abdeckung der Unternut zu einem einstückigen Verbundwerkstück geformt werden, ist eine Verschiebung zwischen den Ventilationsschlitzen im Aramidpapier und denen in den Schichten des Epoxy-Glas-Werkstoffs nicht möglich. Weil weiter die Nutarmierung als einstückige Konstruktion, nämlich als U-förmiger Kanal, ausgebildet ist, tendieren deren Seitenwände nicht mehr dazu, längs der Nutwände in der dynamoelektrischen Maschine nach oben zu wandern.

Der Basisteil des U-förmigen Kanals wird derart mit Löchern versehen, dass während des Pressformens die obere und die untere ebene Fläche miteinander und mit dem Aramidpapier dauerhaft verbunden werden.

Beim Verfahren zum Herstellen des Verbundwerkstücks wird zuerst ein U-förmiger Kanal aus Aramidpapier geformt, dann Löcher in den Basisteil des Kanals eingearbeitet, danach die obere und die untere Schicht der Unternutabdeckung unter Druckeinwirkung an das Basisteil angeformt, um ein zusammengesetztes, einstückiges, eine Nutarmierung und eine Unternutabdeckung aufweisendes Verbundwerkstück zu erhalten, in das schliesslich die Ventilationsschlitze eingearbeitet werden.

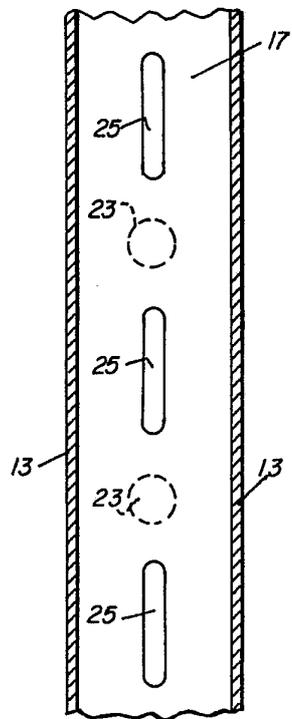


FIG. 2

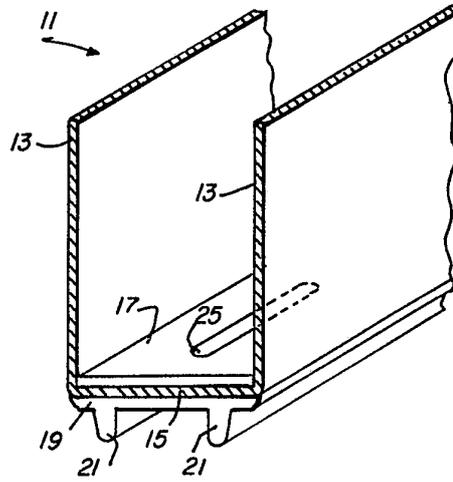


FIG. 1