

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1687/1995**

(22) Anmeldetag: **11.10.1995**

(43) Veröffentlicht am: **15.04.2008**

(51) Int. Cl.⁸: **H02K 3/40 (2006.01),
H01B 9/02 (2006.01)**

(30) Priorität:

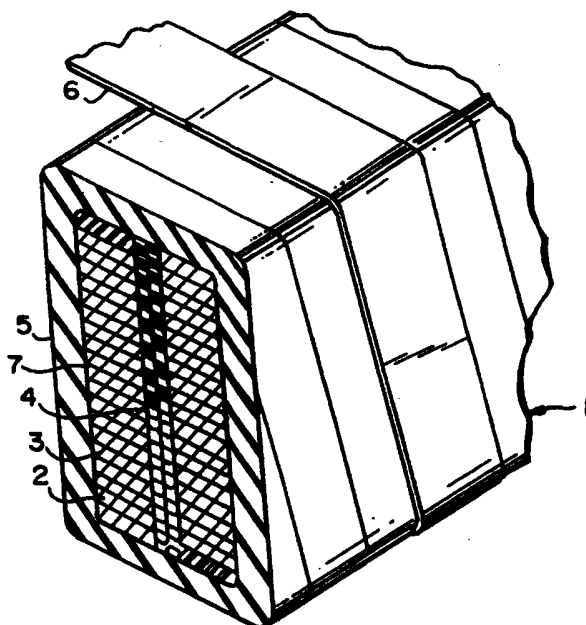
12.10.1994 US 321959 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

GENERAL ELECTRIC COMPANY
12345 SCHENECTADY (US)

(54) **STATORSTÄBE**

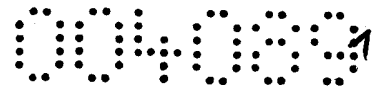
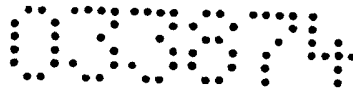
(57) Isolierter Statorstab für eine dynamoelektrische Maschine, der mit einem Innenglimmschutz versehen ist, wobei ein leitfähiges Band (7), das aus einem Gewebetragblatt gebildet ist, welches ein polymeres Bindemittelsystem enthält und ferner dieses Gewebetragblatt aus dispergierten Kohlenstoffteilchen in einer Polymermatrix besteht, und dieses leitfähige Band unmittelbar auf den Statorstab (1) aufgewickelt ist.



Zusammenfassung

Statorstäbe für dynamoelektrische Maschinen sind mit einem elektrisch leitfähigen Band bedeckt, das aus einem Gewebetragblatt gebildet ist, das ein elektrisch leitfähiges polymeres Bindemittelsystem aufweist, bestehend aus in einer polymeren Matrix dispergierten Kohlenstoffteilchen. Die Kohlenstoffteilchen werden vorzugsweise unter Kohlenstoffruß und/oder Graphit ausgewählt und liegen in dem polymeren Bindemittelsystem in einer Menge von wenigstens 5 Gew.%, bezogen auf das Gewicht des Bindemittelsystems, vor. Niedrige Anstiegswerte von kleiner als 0,025% und erhöhte Hochspannungsdurchschlagsfestigkeiten von wenigstens 700 VPM werden erzielt.

(Fig. 1)



Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf die innere Abstufung (d.h. die stufenweise Veränderung vom Leiter zum Isolator) von Hochspannungsstatorstäben, um konsistent niedrige Verlustfaktor-Anstiegswerte und eine hohe Spannungsdurchschlagsfestigkeit zu erzielen. In ihren bevorzugten Ausführungsformeln ist die vorliegende Erfindung in Form von isolierten Statorstäben von dynamoelektrischen Maschinen verkörpert, wobei der Statorstab mit einem elektrisch leitfähigen Band eingewickelt oder bedeckt ist, das aus einem Gewebeträgerblatt gebildet ist, welches ein Polymerbindemittelsystem trägt, das sich aus in einer Polymermatrix dispergierten Kohlenstoffteilchen zusammensetzt.

Hintergrund und Zusammenfassung der Erfindung

Niedrige Verlustfaktor-Anstiegswerte und eine hohe Spannungsdurchschlagsfestigkeit sind wünschenswerte Eigenschaften für isolierte Statorstäbe, die in dynamoelektrischen Maschinen verwendet werden, wie in elektrischen Leistungsgeneratoren. Der Anstiegswert ist ein Anzeichen des Leerraumgehaltes in einem isolierten Statorstab. Niedrige Verlustfaktor-Anstiegswerte sind wünschenswert, weil sie einen verhältnismäßig kleinen Unterschied zwischen den Verlustfaktoren bei verschiedenen elektrischen Beanspruchungen angeben und dadurch ein indirektes Maß für die Wirksamkeit der Isolation liefern. Hohe Spannungsdurchschlagsfestigkeiten sind hingegen wünschenswert, weil der Stator dann in extremen Hochspannungsumgebungen widerstandsfähiger sein wird.

Bisherige Versuche zur Erzielung niedriger Anstiegswerte in isolierten Statorstäben haben die Anwendung von leitfähigen Farben oder Anstrichen, üblicherweise auf der Basis von Kohlenstoff-gefüllten Epoxybindemitteln, zum Bedecken der Kopf- und Bodenkanten von nackten Statorstäben umfaßt, bevor die Grundisolierung auf Glimmerbasis aufgetragen wird. Während leitfähige Farben die Anstiegswerte in gewissem Ausmaß vermindern,

verglichen mit den Anstiegswerten, die bei Statorstäben ohne Farbauftrag auftreten, hat ihre Anwendung nicht dazu geführt, daß ausreichend niedrige Anstiegswerte erzielt werden.

Darüber hinaus sind leitfähige Anstriche für die innere Abstufung in einer Herstellungsanlage schwierig anzuwenden, weil eine spezielle Arbeitsstation vorgesehen werden muß, in welcher die Farbe vorsichtig auf die besonderen Stellen der Statorstäbe aufgebracht werden kann. Die als Farblösungsmittel und Verdünnern verwendeten flüchtigen organischen Verbindungen können auch ein Sicherheitsrisiko im Arbeitsbereich darstellen. Die Anwendung von Kohlenstoff-gefüllten leitfähigen Farben ist ein unvermeidbar schmutzendes Verfahren, unabhängig von der von den Arbeitern angewandten Sorgfalt, um die Farbe vorsichtig aufzutragen. Schließlich ist das Auftragen von leitfähigen Farben auf Statorstäbe ein zeitaufwendiger Vorgang, weil die mit dem Anstrich versehenen Stäbe trocknen gelassen werden müssen, bevor sie angegriffen oder zu einer anderen Arbeitsstation bewegt werden können.

Es ergibt sich somit, daß der bisherige Versuch zur inneren Abstufung isolierter Hochspannungsstatorstäbe durch die Anwendung von leitfähigen, mit Kohlenstoffteilchen gefüllten Farben keine befriedigende Lösung für die Probleme darstellt, die mit der Erzielung niedriger Anstiegswerte und hoher Spannungsdurchschlagsfestigkeiten einhergehen. Was daher benötigt wird, ist ein Mittel, durch das isolierte Hochspannungsstatorstäbe in einfacher Weise innerlich abgestuft werden könnten, um sowohl niedrige Anstiegswerte, als auch eine erhöhte Hochspannungsdurchschlagsfestigkeit zu erzielen. Auf die Erfüllung derartiger Bedürfnisse ist die vorliegende Erfindung gerichtet.

Allgemein gesprochen betrifft die vorliegende Erfindung isolierte Hochspannungsstatorstäbe, wobei die Statorstäbe mit einem elektrisch leitfähigen Band eingewickelt oder bedeckt sind. Das leitfähige Band umfaßt ein Gewebeträgerblatt, das ein polymeres Bindemittelsystem trägt. Das Gewebeträgerblatt ist in seiner am meisten bevorzugten Ausführungsform ein aus Glasfasern gebildetes Gewebe, doch könnten auch andere synthetische

03074

004000

Fasermaterialien, die mit den am Statorstab verwendeten Grundisoliermaterialien verträglich sind, eingesetzt werden. Das elektrisch leitfähige polymere Bindemittelsystem ist andererseits ein Gemisch aus Kohlenstoffteilchen, dispergiert in einer polymeren Matrix. Das leitfähige Band wird am meisten bevorzugt um die Statorstäbe derart herumgewickelt, daß es aneinanderstoßend-überlappend ist, das heißt, daß die Kanten aufeinanderfolgender benachbarter Windungen des um den Statorstab gewundenen Bandes aneinander stoßen, im wesentlichen ohne Überlappung.

Der Bereich des elektrischen Widerstandes des leitfähigen Bandes gemäß der vorliegenden Erfindung kann auf der Basis der Kohlenstoffteilchendichte in der polymeren Matrix und/oder dem Ausmaß der Aufnahme des leitfähigen polymeren Bindemittels auf den Gewebeträger "maßgeschneidert" werden. In dieser Hinsicht können die Bänder der vorliegenden Erfindung mit elektrischen Widerstandswerten im Bereich von 1×10^3 bis 1×10^9 und stärker bevorzugt von 2×10^4 bis 1×10^6 ausgestattet werden, sodaß die gewünschte innere Abstufung der Statorstäbe erreicht werden kann.

Weitere Gesichtspunkte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach genauem Studium der anschließenden eingehenden Beschreibung der nachfolgenden bevorzugten beispielhaften Ausführungsformen ersichtlich werden.

Beschreibung der beigeschlossenen Zeichnung

Nachstehend wird auf die angeschlossene Zeichnungsfigur 1 Bezug genommen, die eine End-Seitenansicht eines Statorstabes ist, der die vorliegende Erfindung verkörpert.

Eingehende Beschreibung der bevorzugten beispielhaften Ausführungsformen

Wie hier und in den angeschlossenen Ansprüchen verwendet, sollen der Ausdruck "Anstiegswert" (tip-up value, in der Folge manchmal als "TUV" abgekürzt) sowie ähnliche Ausdrücke sich auf den Unterschied im prozentuellen Verlustfaktor für Generator-

34-3074

004004

statorstäbe, gemessen bei 10 und bei 100 Volt per mil, VPM, beziehen. In dieser Hinsicht werden die Statorstäbe, die mit dem leitfähigen Band der vorliegenden Erfindung bedeckt sind, TUV-Werte von kleiner als 0,250% aufweisen, und üblicherweise wird der Wert in einem Bereich zwischen etwa -0,250% bis etwa 0,150% liegen. Weiterhin werden die isolierten Statorstäbe, bei denen das leitfähige Band gemäß der vorliegenden Erfindung zum Einsatz gelangt, gleichfalls Durchschlagsfestigkeiten von über etwa 700 VPM aufweisen.

Das in den leitfähigen Bändern der vorliegenden Erfindung verwendete Gewebeträgerblatt kann aus praktisch jedem faserigen Material gebildet werden, das mit den in den Statorstäben von dynamoelektrischen Maschinen verwendeten Grundisoliermaterialien verträglich ist, wie in Stromerzeugungsanlagen. Beispiele für derartige Materialien schließen Glas, Polyester, Polyacrylprodukte, Polyamide und dergleichen ein. Vorzugsweise ist jedoch das Gewebeträgerblatt ein aus Glasfasern (beispielsweise Glasfasern vom E-Typ) gebildetes Gewebe. Am meisten bevorzugt ist das in der vorliegenden Erfindung verwendete Gewebeträgerblatt eine einfache Webkonstruktion mit zwischen etwa 40 und etwa 60 Kettenenden je Zoll, zwischen etwa 25 bis etwa 35 Schüssen je Zoll und mit einem Gewicht zwischen etwa 1,00 und etwa 3,00 Unzen/yd².

Die physikalischen Abmessungen des Gewebeträgerblattes sind nicht kritisch. Wenn das Gewebeträgerblatt ein Glasfasergewebe ist, kann das Blatt eine Dickendimension zwischen etwa 2,0 mil und etwa 4,3 mil aufweisen. Gewebeträgerblätter mit Stärken außerhalb dieses beispielhaften Bereiches können jedoch ebenfalls verwendet werden.

Wie kurz zuvor angegeben, weist das Gewebeträgerblatt ein elektrisch leitfähiges Polymerbindemittelsystem auf, bestehend aus in einer Polymermatrix dispergierten Kohlenstoffteilchen. Praktisch jedes geeignete teilchenförmige Kohlenstoffmaterial kann für die Ausführung der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Bevorzugt werden jedoch Kohlenstoffruße und Graphite mit einer mittleren Teilchengröße zwischen etwa 0,1 und etwa 40 μm , vor-

zugsweise zwischen etwa 15 bis 30 μm und mit einer Schüttdichte von weniger als etwa 25 Pfund/ft³. Diese Materialien sind im Handel von mehreren unterschiedlichen Produzenten erhältlich, beispielsweise die VulkanTM-Kohlenstoffruße, erhältlich von Cabot Corp., sowie die Natur- oder Synthesegraphitpulver, erhältlich von UCAR Carbon Co., Lonza Inc. Superior Graphite Co., Asbury Graphite Mills und dergleichen.

Die Polymermatrix kann praktisch jedes polymere Material sein, das zur Anwendung im Hochspannungsbereich geeignet ist, wie lineare Copolymere von Epichlorhydrin und Bisphenol A, Epoxide, ungesättigte Polyester, Bismaleimide, Polyimide, Silicon- und Cyanatesterharze, Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)-Harze, Neopren, Polyamidimide, Polybutylenterephthalat (PBT), Polycarbonate, Polydimethylsiloxane, Polyetherketone, Polyetherimide, Polyethersulfone, Polyethylene, Polyethylenterephthalat (PET), Polyimide, Polymethylmethacrylate, Polypropylen, Polystyrol, Polysulfone und Polyurethane.

Speziell bevorzugt werden hingegen lineare Copolymere, die von Epichlorhydrin und Bisphenol A-Comonomeren abgeleitet sind. Diese bevorzugten Copolymere werden am meisten bevorzugt mit Methylethylketon, Glycolether oder Glycoletherester als Lösungsmittel verwendet. Die bevorzugten linearen Copolymere aus Epichlorhydrin und Bisphenol A werden im allgemeinen ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von über etwa 15.000 (stärker bevorzugt zwischen etwa 40.000 und 200.000), einen Hydroxylgehalt von weniger als etwa 0,40 Äq/100 Gramm und einen Epoxidgehalt von weniger als etwa 0,025 Äq/100 Gramm aufweisen. Solche bevorzugten linearen Copolymere aus Epichlorhydrin und Bisphenol A sind im Handel von mehreren Produzenten erhältlich, beispielsweise das EPOTUF[®] 38-525-Harz von Reichhold Chemical, Inc., die EPONOL[®] Harze 53 und 55 von Shell Chemical Co., und die GZ-488 Harze von Ciba Geigy Co.

Die Kohlenstoffteilchen sind im Bindemittelmaterial so zugegen, daß sie wenigstens etwa 5% Kohlenstoff, bezogen auf die Feststoffe des polymeren Bindemittelsystems, stärker bevorzugt zwi-

schen etwa 8,0% und etwa 30% Kohlenstoff, bezogen auf die Feststoffe des polymeren Bindemittelsystems, und am stärksten bevorzugt zwischen 10,0% und etwa 15,0% Kohlenstoff, bezogen auf die Feststoffe des polymeren Bindemittelsystems, ausmachen. In dieser Hinsicht kann bei Anwendung eines Lösungsmittels ein polymeres Bindemittelmaterial mit einem Gehalt an wenigstens etwa 5,0% Feststoffen (vorzugsweise etwa 25% Feststoffen) auf das Gewebeträgerblatt aufgebracht werden. Wenn jedoch ein lösungsmittelfreies polymeres Bindemittelsystem eingesetzt wird, so beträgt der Feststoffgehalt 100%. Der Kohlenstoffgehalt und/oder der Feststoffgehalt kann eingestellt werden, um die gewünschte Aufnahme der polymeren Matrix auf das Gewebeträgerblatt zu erreichen, sowie zur Regelung der Widerstandseigenschaften des resultierenden Bandes.

Das polymere Bindemittelsystem kann auf das Gewebeträgerblatt in jeder förderlichen Weise aufgebracht werden. Beispielsweise kann das polymere Bindemittel verflüssigt werden (beispielsweise durch das Vorliegen eines Lösungsmittels oder unter Hitzebedingungen) und auf die Trägerblattoberflächen nach konventionellen Methoden aufgebracht werden, wie klotzen, tauchen, sprühen oder dergleichen. Das polymere Bindemittel wird dann verfestigen gelassen (beispielsweise durch Lösungsmittelverdampfung, Trocknen oder Kühlen, in Abhängigkeit vom verwendeten Matrixharz, oder durch Aushärten bei Verwendung von Harz und Härter), um eine verfestigte, Kohlenstoffteilchen enthaltende polymere Matrix zurückzulassen, die das Gewebeträgerblatt bedeckt und/oder innerhalb der Hohlräume des Gewebeträgerblattes vorliegt. Das mit dem elektrisch leitfähigen polymeren Material bedeckte Gewebe wird zu einem Band geschlitzt, das vorzugsweise eine Breite von 0,625 bis 1,25 Zoll aufweist.

Eine Lage eines solcheart behandelten Bandes kann dann um den Statorstab derart herumgewickelt werden, daß zwischen aneinanderliegenden Windungen des behandelten Bandes praktisch keine Kantenüberlappung vorliegt. Dies bedeutet, daß das behandelte Band in der am meisten bevorzugten Weise derart um den Statorstab herumgewickelt wird, daß die aneinanderliegenden Kanten des Bandes aneinander stoßen. Über das elektrisch leitfähige

Band werden Mehrfachlagen eines Glimmerbandes aufgebracht, um den gewünschten Isolationsaufbau auf dem Statorstab zu erzielen. Das Glimmerband kann ein harzreiches Band sein, das anschließend in einem Autoklaven bearbeitet wird, oder ein bindemittelarmes Band, das anschließend mit einem Harz unter Vakuum und Druck imprägniert und dann gehärtet wird. Der solcheart gebildete isolierte Statorstab kann dann in eine dynamoelektrische Maschine nach üblichen Einbaumethoden eingebaut werden.

Das Glimmerband besteht aus Glimmerpapier, einem Glasgewebbandrücken für die Bandfestigkeit, einem non-woven-Polyester-mattenrücken und einem Epoxybindemittel. Der non-woven-Polyester-mattenrücken kann durch eine Polymerfolie wie Mylar-Polyester, Kapton-Polyimid oder Ultem-Polyetherimid ersetzt werden.

In diesem Zusammenhang zeigt die beigeschlossene Figur 1 eine perspektivische End-Seitenansicht eines Statorstabes 1, der die vorliegende Erfindung verkörpert. Der Statorstab 1 schließt eine Anzahl von leitenden Kupferlitzten 2 ein, die voneinander durch eine Litzenisolierung 3 in üblicher Weise isoliert sind. Der Statorstab umfaßt auch Litzenseparatoren 4. Die Grundisolierung 5 wird vorzugsweise aus mehreren Schichten Glimmerpapier 6 gebildet, das um die Außenseite des Statorstabes 1 gewickelt ist. Zwischen den Statorstablitzten 2 und der Grundisolierung 5 befindet sich eine Lage aus dem leitfähigen Band 7 gemäß der vorliegenden Erfindung. Das leitfähige Band 7 schafft somit eine innere Abstufung zwischen den Statorstableitern 2 und der Grundisolierung 5.

Die nachfolgenden, nicht beschränkenden Beispiele werden für das weitere Verständnis der vorliegenden Erfindung gegeben.

Beispiele

In den nachfolgenden Beispielen wurden einunddreißig (31) Statorstäbe hergestellt, um die Wirksamkeit der vorliegenden Erfindung zu untersuchen. Die in den Beispielen verwendeten Statorstäbe waren 13,8 kV-Stäbe, bei denen ein Isoliersystem "Y" zum Einsatz gelangte, das aus den folgenden Komponenten be-

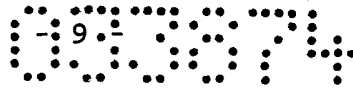


Tabelle 1

Stab Nr.	% Verlustfaktor bei 25°C (60Hz)		Anstiegswert (%)
	10 VPM	100 VPM	
1A	0,419	1,364	0,945
1B	0,490	1,470	0,980
2A	0,464	1,280	0,816
2B	0,454	1,920	1,466
3	0,477	1,625	1,148
4A	0,433	1,422	0,989
4B	0,444	1,510	1,066
5	0,441	1,690	1,249
6A	0,474	1,446	0,972
6B	0,468	1,740	1,272
7	0,344	1,050	0,706

Beispiel 2 (Vergleich)

Dreizehn 13,8 kV Stäbe wurden mit dem Glimmerband System "Y" isoliert, und für die innere Abstufung wurden sieben verschiedene leitende Farben verwendet. Die Farben unterschieden sich voneinander nur hinsichtlich der warmhärtenden Epoxybindemittel und des Gehaltes an Kohlenstoff, der als leitfähiger Füller verwendet wurde. Im speziellen waren die in diesem Beispiel 2 eingesetzten leitfähigen Farben die folgenden:

Stab Nr.	Zusammensetzung der leitfähigen Farbe (Prozentsätze bezogen auf Feststoffgewicht)
8-10 & 12	Epoxyfarbe mit einem Gehalt an 9,07% Beschleuniger, 47,5% Graphit (Dixon-Ticonderoga #057), Feststoffgehalt 60,0% in Methylethylketon
11&13	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und ein flüssiges Bisphenol A-Diglycidylether-Epoxyharz in einem Verhältnis 70:30) mit einem Gehalt an 6,96% Beschleuniger und 47,5% Graphit (Dixon-Ticonderoga #057), Feststoffgehalt 60,0% in Methylethylketon
14	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und ein flüssiges Bisphenol A-Diglycidylether-Epoxyharz in einem Verhältnis 50:50) mit einem Gehalt an 6,96% Beschleuniger und 47,5% Graphit (Dixon-Ticonderoga #057), Feststoffgehalt 60,0% in Methylethylketon
15	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und ein flüssiges Bisphenol A-Diglycidylether-Epoxyharz in einem Verhältnis 50:50) mit einem Gehalt an 18,0% Kohlenstoff (Cabot Corp. XC-72R), Feststoffgehalt 50,0% in einem Lösungsmittelgemisch aus Toluol, Xylol und 2-Propanol
16	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und ein flüssiges Bisphenol A-Diglycidylether-Epoxyharz in einem Verhältnis 70:30) mit einem Gehalt von 18,0% Kohlenstoff (Cabot Corp. XC-72R) Feststoffgehalt 55,0% in einem Lösungsmittelgemisch aus Xylol und Methylethylketon
17 & 18	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und 2-Ethyl-4-methylimidazol-Härter in einem Gewichtsverhältnis von 100,0:3,0) mit einem Gehalt an 18,0% Kohlenstoff (Cabot Corp. XC-72R), Feststoffgehalt 55,0% in einem Lösungsmittelgemisch aus Xylol und Methylethylketon

19 & 20	Epoxyfarbe (Epoxy-Novolac und 2-Ethyl-4-methylimidazol-Härter in einem Gewichtsverhältnis von 100,0:6,0) mit einem Gehalt an 18,0% Kohlenstoff (Cabot Corp. XC-72R), Feststoffgehalt 55,0% in einem Lösungsmittelgemisch aus Xylol und Methylethylketon
---------	---

Die Stäbe in Beispiel 2 waren identisch mit den im obigen Beispiel 1 verwendeten, mit dem Unterschied, daß im Beispiel 2 Farben für die innere Abstufung verwendet wurden. Wie aus den unten in Tabelle 2 angeführten Ergebnissen ersichtlich ist, verursachten zwar die Farben eine Abnahme des mittleren Anstiegswertes von 1,055 auf 0,741, innerhalb des Bereiches von 0,280 bis 1,243, dennoch blieben die Anstiegswerte noch hoch.

Tabelle 2

Stab Nr.	%Verlustfaktor bei 25°C (60Hz)		Anstiegswert (%)
	10 VPM	100VPM	
8A	0,727	1,593	0,866
8B	0,865	1,420	0,555
9A	0,862	1,420	0,558
9B	0,977	2,220	1,243
10	0,860	1,700	0,840
11	0,964	1,677	0,713
12A	1,110	1,380	0,280
12B	0,535	1,563	1,028
13A	0,624	1,303	0,679
13B	0,673	1,208	0,535
14A	0,617	1,230	0,613
14B	0,838	1,542	0,704

15A	0,395	1,036	0,641
15B	0,397	1,005	0,608
16A	0,398	1,195	0,797
16B	0,406	1,099	0,693
17A	0,687	1,400	0,713
17B	0,448	1,277	0,829
18A	0,670	1,560	0,890
18B	0,484	1,353	0,869
19A	0,497	1,331	0,834
19B	0,716	1,357	0,641
20A	0,397	1,261	0,864
20B	0,475	1,267	0,792

Beispiel 3 (erfindungsgemäß)

Drei Arten Glasfasergewebe wurden mit einem Gemisch überzogen, das durch Dispergieren von 7,06 Gewichtsteilen Kohlenstoffruß (Vulcan™ XC-72R, Cabot Co.) in einer Lösung von 40,00 Gewichtsteilen eines hochmolekularen linearen Copolymers aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (EPOTUF™ 38-525, Reichhold Co.) in 141,18 Gewichtsteilen Methylethylketon hergestellt worden war. Dieses Gemisch entsprach 15,0% Kohlenstoff, bezogen auf Bindemittelfeststoffe und 25,0% Feststoffe. Die Arten der Glasfasergewebe waren Nr.1070 (2,0 mil stark), Nr.1610 (4,3 mil stark) und Nr.1675 (4,3 mil stark). Die behandelten Glasfasergewebe wurden getrocknet, um das Lösungsmittel zu entfernen, und dann zu Bändern mit einer Breite von 1,0 oder 1,25 Zoll geschlitzt. Die behandelten Glasfaserbänder waren biegsam und hatten Oberflächenwiderstandswerte von $2,2 \times 10^4 - 9 \times 10^4$ Ohm je Quadrat, $5 \times 10^4 - 1 \times 10^5$ Ohm je Quadrat und $2 \times 10^4 - 1 \times 10^6$ Ohm je Quadrat. Die Glasgewebebänder wurden stumpf aneinanderstoßend um blanke Stäbe gewickelt und dann mit dem gleichen Glimmerband

System "Y", wie in den Beispielen 1 und 2 eingesetzt, isoliert. Wie durch die in der nachfolgenden Tabelle 3 angegebenen Werte bewiesen wird, führten die fünf Stäbe mit einer inneren Abstufung mit den Glasgewebebändern zu Anstiegswerten, die stets niedrig waren und im Bereich von unter 0,165 bis 0,112 lagen.

Tabelle 3

Stab Nr.	% Verlustfaktor bei 25°C (60 Hz)		Anstiegswert (%)
	10 VPM	100VPM	
21A	0,483	0,550	0,067
21B	0,454	0,547	0,093
22A	0,374	0,479	0,105
22B	0,364	0,476	0,112
23A	0,416	0,506	0,090
23B	0,455	0,535	0,080
24	0,249	0,300	0.051
25	0,864	0,699	-0,165

Beispiel 4 (erfindungsgemäß)

Ein Glasfasergewebe (Art Nr. 1610) wurde mit einem Gemisch überzogen, das durch Dispergieren von 5,45 Gewichtsteilen Kohlenstoffruß (Vulcan™ XC-72R, Cabot Co.) in einer Lösung von 40,00 Gewichtsteilen eines hochmolekularen linearen Copolymers aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (EPOTUF™ 38-525, Reichhold Co.) in 136,35 Gewichtsteilen Methylethylketon hergestellt worden war. Dieses Gemisch entsprach 12,0% Kohlenstoff, bezogen auf Bindemittelfeststoffe und 25,0% Feststoffe. Das behandelte Glasfasergewebe wurde getrocknet, um das Lösungsmittel abzutrennen, und dann zu Bändern mit Breiten von 0,625 und 1,25 Zoll geschlitzt. Mehrere Partien von mit dem 12,0% Kohlenstoff-

gemisch behandelten Glasgewebebändern wiesen einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 5×10^4 bis 1×10^6 Ohm je Quadrat auf. Das Glasgewebiband wurde stumpf aneinanderstoßend auf blanke Stäbe aufgewickelt und dann mit dem gleichen Glimmerpapierband System "Y", wie es für die Stäbe der Beispiele 1 und 2 verwendet worden war, isoliert. Drei Stäbe, die innerlich mit den mit 12,0% Kohlenstoffgemisch hergestellten Glasgewebebändern abgestuft worden waren, wiesen Anstiegswerte auf, die von kleiner als 0,043 bis 0,097% variierten, wie in den unten in Tabelle 4 angeführten Werten gezeigt wird.

Tabelle 4

Stab Nr.	% Verlustfaktor bei 25°C (60 Hz)		Anstiegswert (%)
	10 VPM	100VPM	
26	0,383	0,340	-0,043
27	1,009	1,078	0,069
28	0,703	0,800	0,097

Beispiel 5 (erfindungsgemäß)

Ein Glasgewebetuch (Art Nr. 1610) wurde mit einem Gemisch behandelt, das durch Dispergieren von 4,94 Gewichtsteilen Kohlenstoffruß (Vulcan™ XC-72R, Cabot Co.) in einer Lösung von 40,00 Gewichtsteilen eines hochmolekularen linearen Copolymers aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (EPOTUF™ 38-525, Reichhold Co.) in 134,82 Gewichtsteilen Methylethylketon hergestellt worden war. Dieses Gemisch entsprach 11,0% Kohlenstoff bezogen auf Bindemittelfeststoffe und 25,0% Feststoffe. Der Oberflächenwiderstand nach dem Trocknen zur Abtrennung des Lösungsmittels lag im Bereich von 3×10^4 bis 1×10^5 Ohm je Quadrat. Das behandelte Glasfasergewebe wurde zu einem 1,0 Zoll breiten Band geschlitzt, das stumpf aneinanderstoßend auf einen blanken Stab

aufgewickelt wurde. Der Stab wurde mit dem gleichen Glimmerpapierband System "Y" isoliert, das für die Stäbe der obigen Beispiele 1 und 2 verwendet wurde. Der Stab Nr. 29, der eine innere Abstufung mit dem Band dieses Beispiels 5 erhalten hatte, zeigte einen Anstiegswert von -0,116, wie in der nachfolgenden Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5

Stab Nr.	% Verlustfaktor		Anstiegswert (%)
	bei 25°C (60 Hz) 10 VPM	100 VPM	
29	0,438	0,322	-0,116

Beispiel 6 (erfindungsgemäß)

Ein 4-mil dickes Band wurde aus einem Glasgewebetuch (Art Nr. 1675) hergestellt, das mit einem Gemisch überzogen war, das durch Dispergieren von 4,44 Gewichtsteilen Kohlenstoffruß (Vulcan™ XC-72R, Cabot Co.) in einer Lösung von 40,00 Gewichtsteilen eines hochmolekularen linearen Copolymers aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (EPOTUF™ 38-525, Reichhold Co.) in 133,32 Gewichtsteilen Methylethylketon hergestellt worden war. Dieses Gemisch entsprach 10,0% Kohlenstoff, bezogen auf Bindemittelfeststoffe und 25,0% Feststoffe. Der Oberflächenwiderstand nach dem Trocknen zur Abtrennung des Lösungsmittels lag im Bereich von 9×10^4 bis 1×10^8 Ohm je Quadrat. Das behandelte Glasfasergewebe wurde zu einem 1,0 Zoll breiten Band geschlitzt, das stumpf aneinanderstoßend auf einen blanken Stab aufgewickelt wurde. Der Stab wurde mit dem gleichen Glimmerpapier-Bandsystem "Y" isoliert, das für die Stäbe der obigen Beispiele 1 und 2 verwendet worden war. Der Stab Nr. 30, der eine innere Abstufung mit dem Band des vorliegenden Beispiels 6 erhalten hatte, zeigte einen Anstiegswert von -0,236, wie in der nachfolgenden Tabelle 6 angegeben.

16-03074

004000

Tabelle 6

Stab Nr.	% Verlustfaktor		Anstiegswert (%)
	bei 25°C (60 Hz)		
	10 VPM	100 VPM	
30	0,683	0,447	-0,236

Beispiel 7 (erfindungsgemäß)

Ein 4-mil dickes Band wurde aus einem Glasgewebetuch (Art Nr. 1675) hergestellt, das mit einer Lösung aus 40,00 Gewichtsteilen eines hochmolekularen linearen Copolymers aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (EPOTUF™ 38-525, Reichhold Co.) in 120,00 Gewichtsteilen Methyläthylketon behandelt worden war. Diese Behandlung entsprach 25,0% Feststoffen. Der Oberflächenwiderstand nach dem Trocknen zur Abtrennung des Lösungsmittels war unendlich, weil kein Kohlenstoff zugegen war. Das behandelte Glastuch wurde zu einem 1,0 Zoll breiten Band geschlitzt, das stumpf aneinanderstoßend auf einen blanken Stab aufgewickelt wurde. Der Stab wurde mit dem gleichen Glimmerpapier-Bandsystem "Y" isoliert, das für die Stäbe der obigen Beispiele 1 und 2 verwendet worden war. Der Stab Nr. 31, der mit dem Band dieses Beispiels 7 umwunden worden war, zeigte einen Anstiegswert von 0,760, wie in der nachfolgenden Tabelle 7 gezeigt wird, wodurch demonstriert wird, daß das für die innere Abstufung des Stabes verwendete vorbehandelte Gewebband einen leitfähigen Füller enthalten muß, wie Kohlenstoff- oder Graphitteilchen, um niedrige Anstiegswerte zu erreichen.

Tabelle 7

Stab Nr.	% Verlustfaktor		Anstiegswert (5)
	bei 25°C (60 Hz)		
	10 VPM	100 VPM	
31	0,410	1,170	0,760

Beispiel 8

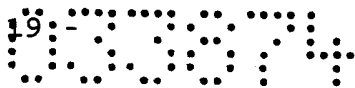
Isolierte Statorstäbe wurden auf ihre Durchschlagsfestigkeit getestet, eingetaucht in Öl, um einen Überschlag während des Testens zu vermeiden. Wie in der nachfolgenden Tabelle 8 gezeigt wird, trat eine deutliche Verbesserung in der Durchschlagsfestigkeit auf, wenn die vorbehandelten Glasgewebebänder gemäß der vorliegenden Erfindung für eine innere Abstufung verwendet wurden, wie in den obigen Beispielen 2 bis 6 veranschaulicht wurde. Der Oberflächenwiderstand der Bänder für die innere Abstufung, die für die Stäbe verwendet wurden, die auf Durchschlagsfestigkeit getestet wurden, lag im Bereich von 2×10^4 bis 1×10^8 Ohm je Quadrat.

Tabelle 8

Stab Nr.	Beispiel Nr.	Anmerkung	Durchschlagsfestigkeit (VPM)
3	Beispiel 1 (Vergleich)	Keine innere Abstufung	616
7	"	"	699
10	Beispiel 2 (Vergleich)	innere Abstufung mit Farben	597
11	"	"	632
31	Beispiel 7 (Vergleich)	Glasband, kein Kohlenstoff, Widerstand unendlich	603
24	Beispiele 3-6 (erfindungsgemäß)	Innere Abstufung mit Glasbändern, mit Kohlenstoff, 2×10^4 bis 1×10^8 Ohm/Quadrat	743
29	"	"	714
30	"	"	708
25	"	"	711
27	"	"	816
28	"	"	767

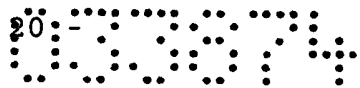
Die obigen Beispiele 1-7 zeigen die Ergebnisse der 10- bis 100-VPM-Anstiegswerte der 31 Statorstäbe, die mit dem gleichen Isoliersystem getestet wurden, die sich aber unterscheiden hinsichtlich der Abwesenheit einer inneren Abstufung (Beispiel 1), Technologie nach dem Stand der Technik (Beispiel 2), innere Abstufung mit Gewebebändern, die mit einem leitfähigen Bindemittel vorbehandelt waren, gemäß der vorliegenden Erfindung (Beispiele 3-6), sowie ein Kontrollstab, worin das Gewebeband mit dem gleichen Bindemittelsystem vorbehandelt war, das in den Beispielen 3 bis 6 verwendet wurde, worin aber kein Kohlenstoff zum Einsatz gelangte (Beispiel 7). Diese Werte demonstrieren die deutliche Verbesserung der Anstiegswerte, die mit der vorliegenden Erfindung erzielt werden. Weiterhin zeigt das Beispiel 8 die überlegene Spannungsdurchschlagsfestigkeit, die mit den leitfähigen Bändern gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht wird, welche Bänder für die innere Abstufung verwendet werden, im Vergleich mit Stäben, die entweder keine interne Abstufung erfuhren, oder die innerlich mit kohlenstofffreien Farben abgestuft wurden.

Während die Erfindung im Zusammenhang mit demjenigen, was derzeit als die praktischste und bevorzugte Ausführungsform angesehen wird, beschrieben wurde, versteht es sich, daß die Erfindung nicht auf die geoffenbarte Ausführungsform beschränkt sein soll, sondern im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen einschließen soll, die im Rahmen und Geist der anschließenden Ansprüche gelegen sind.



Patentansprüche

1. Isolierter Statorstab für eine dynamoelektrische Maschine, gekennzeichnet durch ein leitfähiges Band (7), das aus einem Gewebeträgerblatt gebildet ist, das ein polymeres Bindemittelsystem, bestehend aus in einer Polymermatrix dispergierten Kohlenstoffteilchen, enthält, welches leitfähige Band auf den Statorstab (1) aufgewickelt ist.
2. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen unter Kohlenstoffruß und Graphit ausgewählt sind.
3. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerblatt ein Gewebe ist.
4. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die polymere Matrix wenigstens ein Polymer ist, ausgewählt aus der aus linearen Copolymeren von Epichlorhydrin und Bisphenol A, Epoxiden, ungesättigten Polyestern, Bismaleimiden, Polyimiden, Silicon- und Cyanatesterharzen, Acrylnitril-Butadien-Styrolharzen, Neopren, Polyamidimiden, Polybutylenterephthalat, Polycarbonaten, Polydimethylsiloxanen, Polyetherketonen, Polyetherimiden, Polyethersulfonen, Polyethylenen, Polyethylenterephthalat, Polyimiden, Polymethylmethacrylat, Polypropylen, Polystyrol, Polysulfonen und Polyurethanen bestehenden Gruppe.
5. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerblatt ein Glasfasergewebe ist und daß die polymere Matrix ein lineares Copolymer aus Epichlorhydrin und Bisphenol A ist.
6. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge von größer als wenigstens etwa 5 Gew.% vorliegen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems.



7. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge zwischen etwa 10 und etwa 15 Gew.% vorliegen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems.

8. Isolierter Statorstab für Anlagen zur Erzeugung von elektrischem Strom, mit niedrigen Anstiegswerten und erhöhten Hochspannungsdurchschlagsfestigkeiten, nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein elektrisch leitendes Band (7), das die Außenseite des Statorstabes (1) bedeckt, worin das Band ein Glasfaser-Trägergewebe und ein polymeres Bindemittelsystem umfaßt, welches Bindemittelsystem von dem Träger gestützt wird und in einer polymeren Bindemittelmatrix dispergierte Kohlenstoffteilchen aufweist, wobei die Bindemittelmatrix im wesentlichen aus einem linearen Copolymer aus Epichlorhydrin und Bisphenol A besteht.

9. Isolierter Statorstab nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß er niedrige Anstiegswerte von kleiner als etwa 0,250% aufweist.

10. Isolierter Statorstab nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Hochspannungsdurchschlagsfestigkeit von größer als etwa 700 VPM aufweist.

11. Statorstab nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge von größer als wenigstens etwa 5 Gewichtsteilen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems, vorliegen.

003874

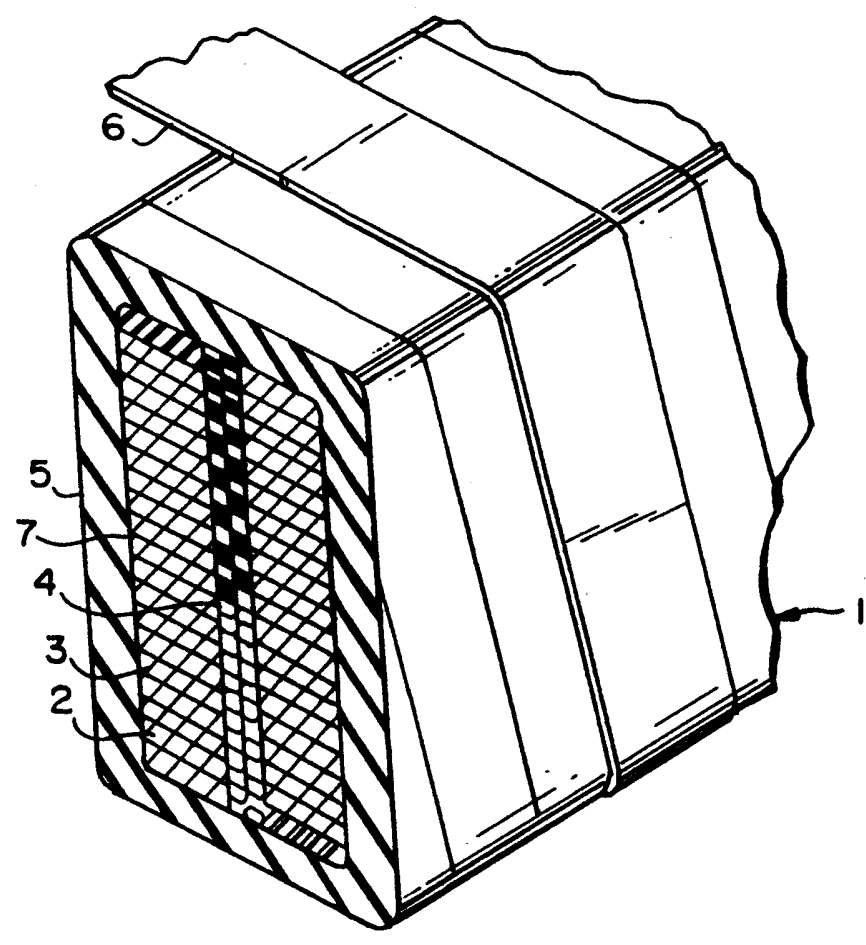


Fig. 1

PATENTANSPRÜCHE

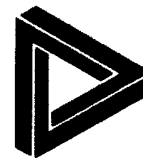
1. Isolierter Statorstab für eine dynamoelektrische Maschine, der mit einem Innenglimmschutz versehen ist, gekennzeichnet durch ein leitfähiges Band (7), das aus einem Gewebeträgerblatt gebildet ist, welches ein polymeres Bindemittelsystem enthält und ferner dieses Gewebeträgerblatt aus dispergierten Kohlenstoffteilchen in einer Polymermatrix besteht, und dieses leitfähige Band unmittelbar auf den Statorstab (1) aufgewickelt ist.
2. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen unter Kohlenstoffruß und Graphit ausgewählt sind.
3. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die polymere Matrix wenigstens ein Polymer ist, ausgewählt aus der aus linearen Copolymeren von Epichlorhydrin und Bisphenol A, Epoxiden, ungesättigten Polyestern, Bismaleimiden, Polyimiden, Silicon- und Cyanat-esterharzen, Acrylnitril-Butadien-Styrolharzen, Neopren, Polyamidimiden, Polybutylenterephthalat, Polycarbonaten, Polydimethylsiloxanen, Polyetherketonen, Polyetherimiden, Polyethersulfonen, Polyethylenen, Polyethylenterephthalat, Polyimiden, Polymethylmethacrylat, Polypropylen, Polystyrol, Polysulfonen und Polyurethanen bestehenden Gruppe.
4. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerblatt ein Glasfasergewebe ist und daß die polymere Matrix ein lineares Copolymer aus Epichlorhydrin ist.
5. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge von größer als wenigstens etwa 5 Gew.-% vorliegen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems.

NACHGERICHT



6. Isolierter Statorstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge zwischen etwa 10 und etwa 15 Gew.-% vorliegen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems.
7. Isolierter Statorstab für Anlagen zur Erzeugung von elektrischem Strom, mit niedrigen Anstiegswerten der Verlustfaktoren und erhöhten Hochspannungsdurchschlagsfestigkeiten, nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein elektrisch leitendes Band (7), das die Außenseite des Statorstabes (1) bedeckt, worin das Band ein Glasfaser-Trägergewebe und ein polymeres Bindemittelsystem umfaßt, welches Bindemittelsystem von dem Träger gestützt wird und in einer polymeren Bindemittelmatrix dispergierte Kohlenstoffteilchen aufweist, wobei die Bindemittelmatrix im wesentlichen aus einem linearen Copolymer aus Epichlorhydrin und Bisphenol A besteht.
8. Isolierter Statorstab nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er niedrige Anstiegswerte der Verlustfaktoren von kleiner als etwa 0,250 %-Punkte aufweist.
9. Isolierter Statorstab nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Hochspannungsdurchschlagsfestigkeit von größer als etwa 27559,0 V/mm aufweist.
10. Statorstab nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffteilchen in einer Menge von größer als wenigstens etwa 5 Gewichtsteilen, bezogen auf das Gewicht des polymeren Bindemittelsystems vorliegen.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : H01B9/02; H02K3/40
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA:
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H02K, H01B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, PAJ, WPI
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11. Oktober 1995 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ⁷⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	CH 656 752 A5 (KRAFTWERK) 15. Juli 1986 (15.07.1986) <i>Seite 3, Zeile 45 links bis Zeile 7 rechts; Seite 3, Zeile 20 rechts bis Zeile 28.</i>	1 - 4, 6, 7
	--	
Y	DE 1 244 896 B (LANTOR) 20. Juli 1967 (20.07.1967) <i>Spalte 3, Zeile 1 bis Spalte 4, Zeile 39; Spalte 4, Zeile 45 bis Spalte 5, Zeile 22; Spalte 6, Zeile 48 -65.</i>	1 - 4, 6, 7
	--	
Y	CH 656 751 A5 (KRAFTWERK) 15. Juli 1986 (15.07.1986) <i>Seite 2, Zeile 44 rechts bis Seite 3, Zeile 14 rechts.</i>	1 - 4, 6, 7
	--	
Y	DE 26 41 406 A (WESTINGHOUSE) 31. März 1977 (31.03.1977) <i>Seite 9, Zeile 15 - 25; Seite 12, Zeile 12 - 21; Seite 13, Zeile 7 - 25; Seite 14, Zeile 22 bis Seite 15, Zeile 1; Seite 25, Zeile 13 bis Seite 26, Zeile 2.</i>	1 - 4, 6, 7
	--	
Y	DE 27 55 050 A1 (LICENTIA) 13. Juni 1979 (13.06.1979) <i>Seite 4 und Seite 6, Zeile 10 bis Seite 7, Zeile 10.</i>	1 - 4
	--	

Datum der Beendigung der Recherche:
3. Mai 2005

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. HAWEL

⁷⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 25 06 790 A1 (CANADIAN) 21. August 1975 (21.08.1975) Seite 7, 3. Absatz bis Seite 11, vorletzte Zeile. ---	1 - 4