



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 658 335 A5

⑤ Int. Cl. 4: H 01 B 13/32  
H 01 F 41/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

// H 02 K 15/00

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 5984/82

⑲ Inhaber:  
Essex Group, Inc., Fort Wayne/IN (US)

⑳ Anmeldungsdatum: 13.10.1982

㉓ Priorität(en): 19.10.1981 US 312582

㉓ Erfinder:  
Saunders, Hollis S., Fort Wayne/IN (US)  
Carmer, Richard V., Fort Wayne/IN (US)  
Payette, Lionel J., Fort Wayne/IN (US)

㉔ Patent erteilt: 31.10.1986

㉕ Patentschrift  
veröffentlicht: 31.10.1986

㉔ Vertreter:  
Hug Interlizenz AG, Birmensdorf ZH

⑤④ Mit einem Gleitmittel versehener elektrischer Leiter.

⑤⑦ Beschrieben wird ein elektrischer Leiter mit einer äusseren elektrisch isolierenden Polyamid-imid-Beschichtung, der aufgrund einer bestimmten äusseren Gleitmittelbeschichtung innerhalb eines blockierenden Leiterstärkebereichs in Spulenschlitze eingeführt werden kann. Das äussere Gleitmittel besteht aus einem Gemisch von Paraffinwachs und hydriertem Triglycerid. Eine innere Gleitmittelzusammensetzung aus Estern von Fettalkoholen und Fettsäuren kann auch in die Polyamid-imid-Beschichtung eingeführt werden, um die Einführbarkeit weiter zu verbessern.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Mit einem Gleitmittel versehener elektrischer Leiter, bestehend aus einem elektrisch leitenden Substrat, das eine äussere Beschichtung aus einem elektrisch isolierenden Polyamid-imid aufweist, auf der sich ein Gleitmittelbelag befindet, dadurch gekennzeichnet, dass dieser Belag aus einem Gemisch von Paraffinwachs und hydriertem Triglycerid im Gewichtsverhältnis 1:30 bis 30:1 besteht.

2. Leiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Paraffinwachs zu hydriertem Triglycerid annähernd 1:1 beträgt.

3. Leiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Paraffinwachs einen Schmelzpunkt von 50 bis 52,8°C, einen Brechungsindex bei 80°C von 1,4270, ein spezifisches Gewicht bei 15,6°C von 0,839 und einen Flammpunkt von 212,8°C aufweist.

4. Leiter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das hydrierte Triglycerid einen Schmelzpunkt von 47 bis 50°C, eine Jodzahl von 22 bis 35, eine Verseifungszahl von 188 bis 195 und eine maximale Säurezahl von 5 aufweist und annähernd 8 % C<sub>14</sub>-, 34 % C<sub>16</sub>-, 27 % C<sub>18</sub>-, 16 % C<sub>20</sub>- und 15 % C<sub>22</sub> Fettsäuren enthält.

5. Leiter nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass er zusätzlich in der Polyamid-imid-Isolationsbeschichtung 0,05 bis 8 Gew.% eines inneren Gleitmittels aufweist, das Ester aus Fettsäuren und Fettalkoholen enthält.

6. Leiter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Gleitmittel in einer Menge von 0,1 bis 4 Gew.% vorliegt.

7. Leiter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Gleitmittel in einer Menge von ungefähr 1 Gew.% vorliegt, eine Verseifungszahl von 130-140 und eine Jodzahl von 85-95 aufweist und annähernd 54,6 % C<sub>12</sub>- bis C<sub>14</sub>-Fettalkoholester von Tallöl, 24,5 % Tripentaerythritester von Tallölfettsäuren, 9,8 % Tetrapentaerythritester von Tallölfettsäuren, 6,3 % freie Tallölfettsäuren und 4,8 % freie C<sub>12</sub>- bis C<sub>14</sub>-Alkohole enthält.

8. Leiter nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass er zusätzlich eine elektrisch isolierende Schicht aus einem Polyester zwischen dem Substrat und der äusseren Polyamid-imid-Beschichtung aufweist.

9. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die in Anspruch 1 bezeichnete Gleitmittelzusammensetzung als Lösung in einem aliphatischen Kohlenwasserstoff auf den mit einer Polyamid-imid-Isolation versehenen elektrischen Leiter aufbringt und den beschichteten elektrischen Leiter trocknet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der Lösung das Paraffinwachs in einer Menge von 0,1 bis 4,0 Gew.% und das hydrierte Triglycerid in einer Menge von 0,1 bis 10,0 Gew.% vorliegt.

11. Verwendung eines elektrischen Leiters nach Anspruch 1 zum maschinellen Einführen in Spulenschlitze.

12. Verwendung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das maschinelle Einführen im blockierenden Leiterstärkenbereich erfolgt.

13. Verwendung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter zusätzlich in der Polyamid-imid-Isolationsschicht 0,05 bis 8 Gew.% eines inneren Gleitmittels aufweist, das Ester von Fettsäuren und Fettalkoholen enthält.

14. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Paraffinwachs und das hydrierte Triglycerid in gleichen Mengen vorliegen und dass das innere Gleitmittel in einer Menge von ungefähr 1 Gew.% vorliegt.

Die Erfindung bezieht sich auf einen mit einem Gleitmittel versehenen elektrischen Leiter gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei der Herstellung von elektrischen Motoren ist es wichtig, dass man viel Magnetdraht in einen Stator Kern einbekommt, weil dann der Motor effizienter arbeitet. Die Motorhersteller sind aber nicht nur an einem effizienten Arbeiten des Motors interessiert, sondern auch an einer effizienten Herstellungsweise. Aus diesem Grunde werden Magnetwicklungen soweit wie möglich automatisch hergestellt, wobei es im allgemeinen zwei Verfahren gibt. Beim Pistolenverfahren erfolgt das Wickeln dadurch, dass man den Draht mit Hilfe einer hohlen Wickelnadel in den Statorschlitz einführt. Die Windungen werden dadurch erzeugt, dass man die Wickelnadel entsprechend den einzelnen Spulenschlitzen auf einer geschlossenen Bahn bewegt. Wie es in einem Aufsatz von Cal Towne mit dem Titel «Motor Winding Insertion», der auf der Electrical/Electronics Insulation Conference, Boston, Massachusetts, im September 1979 verteilt wurde, beschrieben ist, werden bei einem bevorzugten Verfahren zunächst Wicklungen auf einem Former hergestellt, dann auf ein Übertragungswerkzeug aufgebracht und schliesslich das Übertragungswerkzeug in die Schlitze des Stator Kerns hineingepresst, wobei Einführungswerkzeuge verwendet werden. Damit die Magnetspulendrähte für dieses automatische Verfahren verwendet werden können, haben die Hersteller Drähte entwickelt, die Isolationen mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten aufweisen. Verwiesen sei auf die US-PSen 3 413 148, 3 446 660, 3 632 440, 3 775 175, 3 856 566, 4 002 797, 4 216 263 sowie auf die EP-OS 0 033 244, die am 5. August 1981 (Europäisches Patentblatt 1981/31) veröffentlicht worden ist.

Aufgrund der Verfügbarkeit solcher Isolationen mit niedriger Reibung begannen die Motorhersteller, die Vorteile solcher Isolationen auszunützen, indem sie eine erhöhte Anzahl von Drähten je Schlitz in die Motoren einführen. Es ist jedoch bekannt, dass es bei dieser Technik einen blockierenden Drahtstärkenbereich gibt, bei dessen Verwendung Versuche zur gleichzeitigen Einführung einer gewissen Anzahl von Drähten in eine Schlitzöffnung mit einer gewissen Grösse eine Keilwirkung der Drähte zur Folge haben, wobei die isolierenden Drähte beschädigt werden. Trotz dieser Tatsache fahren die Motorhersteller zur Erzielung einer erhöhten Effizienz und eines besseren Produkts fort, in der Nähe des blockierenden Drahtstärkenbereichs zu arbeiten, obwohl die Hersteller der Einführungsmaschinen davon abraten. Zwar können mit einer Nylondeckschicht versehene Drähte auch im blockierenden Drahtstärkenbereich erfolgreich eingeführt werden, aber Drähte mit einer Polyamid-imid-Deckschicht, die verbesserte Magnete ergeben (beispielsweise im Hinblick auf die Wasserbeständigkeit und die Temperaturstabilität), konnten nicht erfolgreich im blockierenden Drahtstärkenbereich eingeführt werden.

Der Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, einen isolierten elektrischen Leiter mit einer Polyamid-imid-Isolation zu schaffen, der ohne Beschädigung auch im blockierenden Leiterstärkenbereich maschinell in einen Spulenschlitz eingeführt werden kann.

Gegenstand der Erfindung ist also ein elektrischer Leiter mit einer äusseren Isolationsschicht aus Polyamid-imid, auf der sich ein Gleitmittelbelag befindet, welcher eine zuverlässige maschinelle Einführung in einen Magnetspulenschlitz auch im blockierenden Leiterstärkenbereich ohne Beschädigung der Isolation gestattet. Das Gleitmittel besteht aus einem Gemisch von Paraffinwachs und einem hydrierten Triglycerid.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform enthält der beschriebene Leiter zusätzlich in der Polyamid-imid-Isolationsschicht ein inneres Gleitmittel, welches aus Estern von Fettsäuren und Fettalkoholen besteht.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung von solchen mit einem Gleitmittel versehenen elektrischen Leitern, wobei die in Lösung befindliche Gleitmittelzusammensetzung auf die Polyamid-imid-Isolation aufgebracht und die beschichteten Leiter getrocknet werden.

Schliesslich betrifft die Erfindung auch eine Verwendung des elektrischen Leiters, gemäss Erfindung, zum maschinellen Einführen in Spulenschlitze.

Für die weitere Erörterung wird auf die beigegefügte Figur verwiesen, welche den blockierenden Leiterstärkenbereich beim maschinellen Einführen als Funktion der Grösse der Schlitzöffnung in der Magnetspule erläutert.

Gemäss der Erfindung ist es wichtig, die Komponenten der Gleitmittelzusammensetzung in bestimmten Verhältnissen zu verwenden. In Lösung in aliphatischen Kohlenwasserstofflösungsmitteln sollte das Paraffinwachs in einer Menge von ungefähr 0,1 bis ungefähr 4 Gew.% und das hydrierte Triglycerid in einer Menge von ungefähr 0,1 bis ungefähr 10 Gew.% vorhanden sein, wobei der Rest aus Lösungsmittel besteht. Die bevorzugte Zusammensetzung enthält ungefähr 1 Gew.% Paraffinwachs und 1 Gew.% hydriertes Triglycerid, wobei der Rest aus Lösungsmittel besteht. Zwar wird das Aufbringen aus Lösung bevorzugt, aber es ist auch ein lösungsmittelfreies Arbeiten (beispielsweise in der Schmelze) möglich. In diesem Fall sollten das Paraffin und das Triglycerid in einem Gewichtsverhältnis von ungefähr 1:30 bis 30:1 und vorzugsweise von ungefähr 1:1 verwendet werden. Das Paraffinwachs basiert vorzugsweise auf Erdöl und hat einen Schmelzpunkt von 50 bis 52,8°C. Eskar R-25, das von der Amoco Oil Company hergestellt wird und das einen Brechungsindex von 1,4270 bei 80°C, einen Ölgehalt von 0,24%, ein spezifisches Gewicht (bei 15,6°C) von 0,839 und einen Flammpunkt von 212,8°C aufweist, hat sich als besonders geeignet erwiesen.

Das hydrierte Triglycerid ist in aliphatischen Kohlenwasserstoffen löslich und besitzt einen Schmelzpunkt von 47 bis 50°C. Ein hydriertes Triglycerid, welches sich als besonders geeignet erwiesen hat, ist Synwax Nr. 3, das von Werner G. Smith Inc. (Cleveland, Ohio) hergestellt wird und eine Jodzahl von 22-35, eine Verseifungszahl von 188-195 und eine Säurezahl von 5 (maximal) aufweist, wobei die annähernden Verhältnisse der Fettsäurekomponenten wie folgt sind: C<sub>14</sub>-Fettsäuren 8%, C<sub>16</sub>-Fettsäuren 34%, C<sub>18</sub>-Fettsäuren 27%, C<sub>20</sub>-Fettsäuren 16% und C<sub>22</sub>-Fettsäuren 15%.

Die Lösungsmittel für die Anwendung der Gleitmittelzusammensetzung als Lösung gemäss der Erfindung sind vorzugsweise aliphatische Kohlenwasserstoffe mit einer raschen Verdampfungsgeschwindigkeit, wobei aber der Flammpunkt nicht zu niedrig ist, um übermässige Entzündungsgefahren zu vermeiden. Aliphatische Kohlenwasserstoffe, wie z.B. Naphtha, Heptan und Hexan, können verwendet werden. Lacolene®, welches durch die Ashland Chemical Company hergestellt wird und bei welchem es sich um einen aliphatischen Kohlenwasserstoff mit einem Flammpunkt (Deckel geschlossen) von -5,6°C, einem anfänglichen Siedepunkt von 90,6°C, einem Siedebereich von 90,6 bis 110°C, einem spezifischen Gewicht bei 15,6°C von 0,6919 bis 0,7129 und einem Brechungsindex bei 25°C von 1,3940 handelt, hat sich als besonders geeignet erwiesen. Um Entzündungsgefahren zu verringern, können die obigen Stoffe in Mischung mit Freon®-Lösungsmittel (duPont de Nemours und Co., Inc.) verwendet werden.

Vorzugsweise wird eine kleine Menge Ester von Fettalkoholen und Fettsäuren, die nicht reaktionsfähig und in gehärtetem Polyamid-imid unlöslich sind, der Polyamid-imid-Isolationsschicht zugegeben, um weiter die maschinelle Einführbarkeit der behandelten Drähte zu verbessern. Wegen der Unlöslichkeit der Fettsäureesterzusammensetzung im gehärteten Polyamid-imid-Film wandert sie zur Oberfläche des Films, wodurch weiter die maschinelle Einführbarkeit im blockierenden Drahtstärkenbereich verbessert wird. Die Fettsäureesterzusammensetzung wird den Polyamid-imiden in Mengen von ungefähr 0,05 bis ungefähr 8 Gew.% zugegeben, wobei ungefähr 1 Gew.% bevorzugt wird. Die Fettsäureesterzusammensetzung kann der Amid-imid-Lackzusammensetzung bereits während der Formulierung oder nach der Formulierung und vor dem Aufbringen auf den Draht zugesetzt werden. Im letzteren Fall sollte die Lackzusammensetzung etwas über Raumtemperatur erwärmt werden, um ein gleichmässiges Mischen der Esterzusammensetzung im Lack zu unterstützen. Eine Fettsäureesterzusammensetzung, die sich als besonders geeignet erwiesen hat, ist Smithol 76, das von Werner G. Smith, Inc. hergestellt wird und eine Verseifungszahl von 130-140 und eine Jodzahl von 85-95 aufweist und die folgende annähernde Zusammensetzung besitzt: C<sub>12</sub>- bis C<sub>14</sub>-Fettalkoholester von Tallölfettsäuren 54,6%, Tripentaerythritester von Tallölfettsäuren 24,5%, Tetrapentaerythritester von Tallölfettsäuren 9,8%, freie Tallölfettsäuren 6,3% und freie C<sub>12</sub>- bis C<sub>14</sub>-Alkohole 4,8%.

Gemäss der Erfindung kann als elektrisch leitendes Grundmaterial jeder elektrische Leiter verwendet werden, der eine Gleitmittelbeschichtung braucht, obwohl die Erfindung besonders auf Drähte und insbesondere Magnetwicklungsdrähte anwendbar ist. Der Draht besteht üblicherweise aus Kupfer oder Aluminium mit einer Stärke von 0,05 bis 3,25 mm. Üblicherweise werden Drähte mit einer Stärke von 0,25 bis 1,60 mm behandelt. Die Drahtisolationen, auf welche das Gleitmittel aufgebracht wird, haben üblicherweise eine Stärke im Bereich von ungefähr 0,005 bis ungefähr 0,050 mm und im allgemeinen einen Bereich von ungefähr 0,018 bis 0,041 mm. Bei dem Polyamid-imid handelt es sich üblicherweise um ein bekanntes Material, welches als einzige Isolationsschicht oder als Teil eines mehrschichtigen Systems aufgebracht werden kann. Es kann jedes verträgliche Grundschichtmaterial für ein mehrschichtiges System verwendet werden. Polyester auf der Basis von Trishydroxyäthylisocyanurat (welches vorzugsweise ungefähr 80 bis ungefähr 90 Gew.% der gesamten Drahtbeschichtung ausmacht) ist die bevorzugte Grundschicht für eine Polyamid-imid-Oberschicht (die vorzugsweise ungefähr 10 bis ungefähr 20 Gew.% der gesamten Drahtbeschichtung ausmacht).

Das äussere Gleitmittel kann in jeder herkömmlichen Weise aufgebracht werden, beispielsweise mit Beschichtungsdüsen, Rollen oder Filzapplikatoren. Gemäss der Erfindung wird vorzugsweise eine Lösung des Gleitmittels in einem niedrigsiedenden Kohlenwasserstoff verwendet, die mit Filzapplikatoren aufgebracht und an der Luft getrocknet werden kann, wobei ein sehr dünner Film des Gleitmittels auf dem Draht verbleibt. Zwar kann die Menge des Gleitmittels in der Beschichtungszusammensetzung variieren, aber es wird besonders bevorzugt, etwa 1 bis 3% Gleitmittel in dem aliphatischen Kohlenwasserstofflösungsmittel zu verwenden. Es kann zwar jede Menge Gleitmittelbeschichtung aufgebracht werden, aber das Aufbringen wird vorzugsweise so ausgeführt, dass die Beschichtung ungefähr 0,003 bis ungefähr 0,004 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht, bei einem Kupferdraht und ungefähr 0,009 bis ungefähr 0,012 Gew.% bei einem Aluminiumdraht ausmacht.

*Beispiel 1*

Ein Kupferdraht mit einer annähernden Stärke von 0,57 mm wurde zuerst mit einer Isolationsschicht aus einem auf THEIC basierenden Polyesterkondensationspolymer von Äthylenglycol, Trishydroxyäthylisocyanurat und Dimethylterephthalat beschichtet. Darauf wurde eine Schicht aus einem Polyamid-imid-Kondensationspolymer von Trimellit-säureanhydrid und Methylendiisocyanat aufgebracht. Die Isolationsschichten waren annähernd 0,040 mm dick, wobei 80 bis 90% des Belaggewichts aus der Polyestergrundschicht und 10 bis 20 Gew.% aus der Polyamid-imid-Deckschicht bestanden.

500 g Paraffinwachs (Eskar R-25) und 50 g hydriertes Triglycerid (Synwax Nr. 3) wurden zu annähernd 9844 g eines aliphatischen Kohlenwasserstofflösungsmittels (Lacolene) zugegeben. Die erhaltene Lösung hatte ein klares Aussehen und einen Brechungsindex bei 25°C von 1,4005 bis 1,4023. Das Lösungsmittel wurde über Raumtemperatur erhitzt, und zwar vorzugsweise bis kurz unter seinen Siedepunkt. Das Paraffinwachs wurde langsam auf seinen Schmelzpunkt gebracht und dem warmen Lösungsmittel zugegeben. Das hydrierte Triglycerid wurde in ähnlicher Weise auf seinen Schmelzpunkt gebracht und dem warmen Lösungsmittel zugesetzt. Das Gemisch wurde 5 min sorgfältig durchgearbeitet. Der mit einem Deckbelag von Polyamid-imid-THEIC-Polyester versehene Draht wurde mit einer Geschwindigkeit von 21 bis 24 m/min zwischen zwei Filzkissen hindurchlaufen gelassen, die teilweise in die oben beschriebene Gleitmittelzusammensetzung eintauchten. Der dabei erhaltene Belag wurde an der Luft getrocknet. Das Gleitmittel machte ungefähr 0,003 bis ungefähr 0,004 Gew.% des gesamten Drahtgewichts aus.

*Beispiel 2*

Es wurde das gleiche Verfahren wie in Beispiel 1 durchgeführt, wobei jedoch 1 Gew.% der gesamten Polyamid-imid-Isolationsschicht aus Estern von Fettsäuren und Fettalkoholen (Smithol 76) bestand. Die Fettsäureesterzusammensetzung wurde dem Amid-imid-Lack als Lösung vor dem Aufbringen auf den Draht zugegeben.

Viele Windungen des so mit einem Gleitmittel versehenen Drahts wurden maschinell gleichzeitig in Statoren eingeführt, wobei die Drahtstärke im blockierenden Drahtstärkenbereich lag, wobei trotzdem keine Beschädigung des isolierten Magnetwicklungsdrahts auftrat. In der beigefügten Figur bedeutet die Fläche A den blockierenden Drahtstärkenbereich als Funktion der Schlitzöffnung der Spule (Spulenschlitzöffnung weniger als 0,8 mm), so dass ersichtlich ist, dass im vorliegenden Fall der beschichtete Draht klar innerhalb des blockierenden Drahtstärkenbereichs lag, wobei aber trotzdem keine Schwierigkeiten beim Einführen auftraten. Durch die vorliegenden mit einem Gleitmittel versehenen Drähte schrumpft die Fläche A in der Figur so weit zusammen, dass Drahtstärkenbeschränkungen beim maschinellen Einführen von Magnetdrähten nicht mehr auftreten.

Wie oben bereits erörtert, traten Schwierigkeiten bei der Verwendung von mit einem Gleitmittel versehenen Magnetwicklungsdrähten auf, wenn versucht wurde, maschinell Drähte im blockierenden Drahtstärkenbereich einzuführen. Man war früher der Ansicht, dass eine Ermittlung des Reibungskoeffizienten ausreicht, um Vorhersagen über die Möglichkeit einer maschinellen Einföhrung eines bestimmten Magnetwicklungsdrahts in Spulenschlitze zu machen. Es war aber nicht bekannt, dass Daten über den Reibungskoeffizienten bei senkrecht zueinander orientierten Drähten und über den Reibungskoeffizienten zwischen dem Draht und dem Einführungswerkzeug bei steigenden Druckkräften

nötig sind, um die Einföhrbarkeit richtig vorherzusagen zu können.

Beispielsweise hatten bei herkömmlichen Versuchen zur Ermittlung des Reibungskoeffizienten sowohl mit Gleitmittel behandelte Nylonbeläge als auch mit Gleitmittel behandelte Polyamid-imid-Beläge identische Reibungskoeffizienten, aber die mit Nylon beschichteten Drähte konnten erfolgreich eingeföhrt werden, was für die mit Polyamid-imid beschichteten Drähte nicht der Fall war. Die erfindungsgemässen Zusammensetzungen verleihen den isolierten Magnetwicklungsdrähten die nötigen Reibungskoeffizienteigenschaften bei steigendem Druck, so dass die maschinelle Einföhrbarkeit erfolgreich vorhergesagt werden kann.

Es wurden zwar viele der vorliegenden Komponenten als Gleitmittel verwendet und sogar auch als Gleitmittel auf dem Gebiet der isolierten elektrischen Drähte. Es lassen sich aber keinerlei Vorhersagen aus dem bekannten Verhalten solcher Gleitmittel machen, wie sie beim maschinellen Einföhren in Spulenschlitze im blockierenden Drahtstärkenbereich reagieren würden. Demgemäss ist es äusserst überraschend, dass die Kombination solcher herkömmlicher Materialien in den beschriebenen Bereichen die Einföhrung eines Polyamid-imid-Materials ermöglicht, von dem bisher angenommen wurde, dass es nicht erfolgreich beim maschinellen Einföhren im blockierenden Drahtstärkenbereich verwendet werden kann.

Ein Magnetpulendraht muss auch dazu fähig sein, auch unter feuchten Bedingungen oder unter den Bedingungen eines «Wassertests» maximale Spannungswerte aufrechtzuhalten. Da von mit Polyamid-imid isolierten Magnetpulendrahten bekannt ist, dass sie besser wasserbeständig sind als mit Nylon beschichtete Drähte, ergibt das erfindungsgemässe Gleitmittel diesen zusätzlichen Nutzen auf dem Gebiete der maschinell einföhrbaren Drähte. Ein weiterer wichtiger Vorteil der erfindungsgemässen Gleitmittel ergibt sich auf dem Gebiet der hermetisch abgeschlossenen Motoren. Bisher wurde die Verwendung von mit Gleitmittel beschichteten und maschinell eingeföhrten Wicklungen auf diesem Gebiete vermieden, und zwar wegen der Möglichkeit der Verstopfung von Kapillarröhren durch das Gleitmittel innerhalb der hermetisch abgeschlossenen Motoren. Die erfindungsgemässen Gleitmittel werden jedoch zu nahezu 100% im Verlaufe der üblichen 8stündigen Aushärtung des Lacks (150°C) bei der Herstellung von hermetisch abgeschlossenen Motoren entfernt.

Die Erfindung wurde zwar in erster Linie anhand des Vorteils beschrieben, dass die erfindungsgemässen Magnetwicklungsdrähte maschinell im blockierenden Drahtstärkenbereich eingeföhrt werden können, aber die erfindungsgemässen Gleitmittel verleihen den Magnetwicklungsdrähten zusätzliche Vorteile, auch wenn sie ausserhalb des blockierenden Drahtstärkenbereichs verarbeitet werden, und sogar auch dann, wenn die Magnetwicklungsdrähte überhaupt nicht maschinell eingeföhrt werden. Bei solchen Magnetwicklungsdrähten, die maschinell ausserhalb des blockierenden Drahtstärkenbereichs eingeföhrt werden, treten weniger Schäden an den Drähten auf als bei ähnlichen Drähten ohne Gleitmittel. Ausserdem ist es möglich, das Einföhren bei niedrigeren Drücken durchzuföhren, was weiter die Beschädigungsmöglichkeit der Drähte verringert. Dies hat eine viel geringere Ausschussrate (beispielsweise bei dem üblichen Test mit scharf steigender Spannung) beim maschinellen Einföhren von Wicklungen gemäss der Erfindung im Vergleich zu auf andere Weise mit einem Gleitmittel versehenen Drähten zur Folge. Bei den Drähten, die nicht maschinell eingeföhrt werden, wird diesen Drähten eine stark verbesserte Wickelbarkeit verliehen, was wiederum zu geringeren Schäden an den Drähten föhrt, als dies bei Verwen-

dung anderer Gleitmittel der Fall ist.

Es wurden hier zwar nur bestimmte Zusammensetzungen aufgeführt, aber es besteht Grund zu der Annahme, dass Ester, die mit der ausgehärteten Polyamid-imid-Isolation nicht reagieren und darin unlöslich sind und die durch Umsetzung von 1 bis 12 Hydroxylgruppen enthaltenden C<sub>8</sub>- bis C<sub>24</sub>-Alkoholen mit C<sub>8</sub>- bis C<sub>24</sub>-Fettsäuren erhalten werden, wobei auch etwas freier Alkohol und etwas freie Fettsäure vorliegen, als Gleitmittel gemäss der Erfindung verwendet werden können, und zwar entweder in Mischung mit Paraffin als äusseres Gleitmittel oder alleine als inneres Gleitmittel. Diese Materialien können auch hydriert sein, um ihre Unsättigung auf einen niedrigen Grad zu bringen.

Aus ersten Tests ist ausserdem anzunehmen, dass C<sub>12</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkohole und Gemische derselben in ähnlicher Weise geeignete Gleitmittel für die Verwendung gemäss der Erfindung sind. Aber auch in dieser breiten Klasse wurden nur bestimmte Kombinationen als brauchbar gefunden. Ohne Festlegung auf eine bestimmte Theorie wird angenommen, dass die hierfür verantwortlichen Faktoren die folgenden sind: 1) die Möglichkeit der Gleitmittel, in molekularer Weise mit der Metallkontaktfläche (beispielsweise dem Metall der Einführungswerkzeuge) zu reagieren, und 2) die Möglichkeit der Gleitmittel, unter Druckbedingungen, beispielsweise beim Einführungsverfahren, flüssiger und stabiler zu werden.

