

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: 78200006.1

⑤① Int. Cl.²: **H 01 G 4/24, H 01G 1/01**

⑳ Anmeldetag: 01.06.78

③① Priorität: 02.07.77 DE 2730038

⑦① Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH,**
Postfach 50,
D-7000 Stuttgart 1 (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.01.79 Patentblatt 79/01

⑦② Erfinder: **Förster, Herbert,**
Rosenstrasse 13,
D-7064 Remshalden (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB NL SE

⑤④ **Selbstheilender elektrischer Kondensator.**

⑤⑦ Es wird ein selbstheilender elektrischer Kondensator, insbesondere für Wechselspannung, vorgeschlagen, bei dem das Problem des feldstärkeabhängigen Schichtabbaues bei dünnen Aluminiumschichten gelöst wird. Hierzu wird eine dünne Belagschicht verwendet, welche einen geringen, gleichmäßig verteilten Kupfer-Anteil enthält. Durch den Einbau von Kupfer in eine Aluminium-Belagschicht wird der bisher bei 50 Hz und mittleren effektiven Nennfeldstärken über 45 V/ μ m beobachtete Schichtabbau praktisch vollständig verhindert.

EP 0 000 210 A1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem selbstheilenden elektrischen Kondensator, insbesondere einem Wechselspannungskondensator, nach der Gattung des Hauptanspruches. Bei dünnen, auf die Oberflächen von Dielektrika als Kondensatorbeläge aufmetallisierten Aluminiumschichten mit Flächenwiderständen je quadratischer Einheit, im folgenden als Quadratwiderstand bezeichnet, von ca. 10^{-4} Ohm/cm² tritt bei mittleren elektrischen Feldstärken im Dielektrikum oberhalb einer bestimmten Grenze ein kreisförmiger, mit der Belastungsdauer fortschreitender Abbau der Aluminiumschichten ein, der aufgrund der Belagflächenverluste zu entsprechend fortschreitender Kapazitätsabnahme führt. Bei einer Polypropylen-Folie als Dielektrikum beginnt der Schichtabbau bei einer Frequenz von 50 Hz bei einer Effektivfeldstärke von ca. 40 V/ μ m.

Um diesen unerwünschten Kapazitätsverlust zu vermeiden werden derzeit kleinere Teilstäben angewendet, als es das Dielektrikum ansonsten zulassen würde. Beispielsweise werden Leuchtstofflampen-Kondensatoren mit metallisierter Polypropylen-Folien als Dielektrikum für Nennspannungen von 220 bis 250 V/50 Hz mit bekannten Aluminium-Belagschichten aus 8 μ m dicker Folie hergestellt, obgleich hierfür die Foliendicke von 6 μ m bei hinreichend dünnen Aluminiumschichten mit einem Quadratwiderstand größer 3,5 Ohm ausreichend wäre. Die sich ergebende Feldstärke ist jedoch zu hoch, weil zumindest durch die vorgeschriebenen elektrischen Prüfspannungen, beispielsweise 1,25 x Nennspannung oder höher, der genannte Schichtabbau auftritt. Dieser Schichtabbau verursacht also höhere Kosten für den Kondensator und größere Volumen als an sich notwendig sind.

Es wird angestrebt, den zuvor erwähnten Schichtabbau bis zu den höchsten, für das jeweilige Dielektrikum zulässigen Feldstärken, zumindest aber bei erhöhten oder

stärken zu verhindern oder auf ein praktisch unbeachtliches Maß zu reduzieren. Darüber hinaus sollen betriebs sichere einlagige Kondensatoren aus metallisierter Polypropylen oder Polycarbonat-Folie geschaffen werden für effektive Wechsel-Nennspannungen bis 320 V mit Foliendicken bis $6\ \mu\text{m}$, für 400 bis 500 V mit einer Foliendicke von $8\ \mu\text{m}$ und für Spannungen über 500 V mit Foliendicken von $9\ \mu\text{m}$ oder darüber.

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße selbstheilende elektrische Kondensator mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches besitzt den Vorteil, daß der feldstärkeabhängige Schichtabbau nicht mehr auftritt. Der mittlere Gewichtsanteil von Kupfer in einer Aluminiumschicht soll dabei vorzugsweise zwischen 2 und 5 % liegen. Kupferanteile unter etwa 0,5 %, wie sie beispielsweise als Verunreinigungen bei der Herstellung der Schichtmetalle auftreten können, haben keinen Einfluß im erfindungsgemäßen Sinne, bei Gewichtsanteilen über 10 % ist zu erwarten, daß in flächenartigen Niederschlägen des zugesetzten Kupfers die gleichen Abbauerscheinungen auftreten können wie in der Aluminiumschicht.

Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Belagschicht des Kondensators im Aufdampfverfahren hergestellt wird, weil hierbei mit relativ geringen Kosten Schichten in der gewünschten Art mit hoher Gleichmäßigkeit hergestellt werden können. Die Ausheileigenschaften des elektrischen Kondensators sind besonders günstig, wenn die Aluminium-Belagschicht eine mittlere Belegung kleiner als $10\ \mu\text{g Aluminium pro cm}^2$ der Belagfläche besitzt. Als untere Grenze empfiehlt sich etwa $4\ \mu\text{g/cm}^2$, um je nach Aufdampfbedingungen die Größe des Belagwiderstands zu begrenzen.

Beschreibung der Erfindung

Bei einem Ausführungsbeispiel wurde durch thermische Aufdampfung im Vakuum 6 μm dickes Polypropylen-Folienband einseitig mit einer Aluminiumschicht bedampft, die einen Gewichtsanteil von ca 4 % Kupfer enthielt und einen Quadratwiderstand von 5 bis 7 Ohm besaß. Als Verdampfungsmaterial wurde ein Legierungsdraht verwendet mit einem Kupfer-Legierungsanteil, wobei die gesamte mittlere Flächenbelegung mit dem Verdampfungsmaterial ca 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ betrug. Aus einem Rollenpaar dieser Bänder wurden Wickelkondensatoren hergestellt. Unter sonst gleichen Bedingungen und gleichen Abmessungen wurden zum Vergleich mit der gleichen Polypropylen-Folie Kondensatoren hergestellt, deren Beläge jedoch in bekannter Weise aus Aluminiumschichten mit Quadratwiderständen von 2,5 bis 3 Ohm bestanden. Verdampfungsmaterial war hierbei hochreiner Aluminiumdraht, die mittlere Flächenbelegung betrug ca 9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Nach einer Dauerspannungsprüfung der beiden Kondensatortypen über 350 Stunden bei der Temperatur 85° C und bei einer Prüfspannung von 412 V/50Hz, einer mittleren Effektivfeldstärke von ca 70 V/ μm , wurde bei den bekannten Belagschichten aus reinem Aluminium ein kreisförmiger Schichtabbau mit einem dadurch bedingten mittleren Kapazitätsverlust von ca. 7 % festgestellt. Dieser Schichtabbau nimmt mit der Belastungsdauer zu. Die Kondensatoren mit den erfindungsgemäßen Legierungsschichten als Belagschichten wiesen dagegen keinen feststellbaren Schichtabbau auf.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Belagschichten kann mit bekannten physikalischen oder chemischen Metallisierungsverfahren erfolgen, sofern in der Belagschicht eine ausreichend homogene Verteilung der Kupfer-Beimengungen im

erforderlichen Ausmaß und die Fernhaltung von schädlichen Zusätzen gewährleistet ist. Beispielsweise kann es zweckmäßig sein, die Schichten statt aus einem legierten Ausgangsmaterial aus zwei Ausgangsstoffen herzustellen, welche gegebenenfalls in zwei getrennten Tiegeln verdampft werden. Wenn unter gleichen Aufdampfbedingungen die Verdampfungsraten der verschiedenen Komponenten der Mehrstoffschicht unterschiedlich sind müssen unter Umständen im Ausgangsstoff veränderte Legierungsbestandteile verwendet werden oder beim Verdampfen aus getrennten Tiegeln entsprechende Regelungsrichtungen vorgesehen werden.

Die neuen Kondensatorbelagschichten können auch bei dünnen Mehrschichten auf einen Kondensatordielektrikum angewandt werden; beispielsweise kann eine Aluminium-Legierungsschicht in Kombination mit einer aufmetallisierten Zn-Belagschicht als korrosionshemmende dünne Aluminiumschicht dienen, die infolge ihrer Oxidhaut gegen Umwelteinflüsse resistenter ist als eine Zn-Schicht.

Durch die erfindungsgemäße Belagschicht ist es möglich geworden, höhere Nennfeldstärken bei den Kondensatoren vorzusehen und somit die Kondensatoren kleiner und preiswerter herzustellen. Das Aufbringen der Belagschicht erfordert insbesondere beim Aufdampfen praktisch keinen Mehraufwand und bringt erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile. Zwischenschichten oder Mehrschichtsysteme, wie sie bereits vorgeschlagen worden sind, sind nicht erforderlich. Bei der Kombination beispielsweise mit einer Zinkschicht könnte man jedoch aufgrund der höheren Leitfähigkeit von Aluminium und aufgrund der Schutzwirkung der Aluminium-Oxidhaut erreichen, daß der gesamte Auftrag für die Belagschicht reduziert wird.

Der erfindungsgemäße Aufbau der Belagschicht hat weiterhin den Vorteil, daß elektrische Durchschläge im Dielektrikum, die durch betriebsmäßige Überspannungsspitzen ausgelöst werden können, einwandfrei ausbrennen. Ferner sind höhere Prüfspannungen ohne Gefahr schlechter Ausbrände möglich, wodurch man bei Heraufsetzung der Prüfspannung mit einer kürzeren Prüfdauer auskommt. Schließlich ist es auch vorteilhaft, daß infolge der geringeren Schichtdicke kürzere Aufdampfzeiten und eine geringere thermische Belastung des Schichtträgers erreicht werden.

Die erfindungsgemäßen Belagschichten können sowohl bei imprägnierten wie bei nicht imprägnierten Kondensatoren vorteilhaft angewendet werden, denn auch bei imprägnierten Kondensatoren wird ab einer bestimmten mittleren Feldstärke ein Schichtabbau beobachtet. Beispielsweise bei Kondensatoren aus beidseitig metallisierten, feldfreien Papierbändern und Polycarbonat-Folien als Dielektrikum wird mit einer reinen Aluminiumschicht ein Schichtabbau bei einer mittleren Feldstärke von ca. 80 V/ μ m (50 Hz) beobachtet; bei Kondensatoren mit einem Mischdielektrikum aus 8 μ m dickem metallisiertem Papierband und 6 μ m Polypropylenfolie mit einem Quadratwiderstand der Aluminium-Schicht von ca. 15 Ω ist ein Schichtabbau feststellbar bei der Spannung 475 V/50 Hz.

Die Selbstheilfähigkeit von Kondensatoren wird umso besser, je weniger Material in der Schicht enthalten ist, weil beim Ausbrand die im Lichtbogen freigesetzte Energie dann umso geringer ist. Durch die erfindungsgemäße Belagschicht konnte bei der beschriebenen Aluminiumschicht die Belagmenge wesentlich reduziert werden; bei einem Aluminium-Belag ist dabei selbstverständlich stets ein Teil des Aluminiums gebunden, insbesondere als Oxid oder Hydroxid. Eine Belagschicht aus Aluminium kann dabei eine mittlere Belegung von 2 bis 10 μ g Aluminium pro cm^2 der Belagfläche besitzen,

R. **399 2**

30.6.1977 Rs/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Selbstheilender elektrischer Kondensator, insbesondere ,Wechselspannungskondensator, mit einem vorzugsweise aus Kunststoffolie bestehenden Dielektrikum und einer aufmetallisierten Belagschicht, vorzugsweise aus Al, dadurch gekennzeichnet, daß die Belagschicht dünn ausgebildet ist und zur Vermeidung eines feldstärkeabhängigen Schichtabbaus einen geringen, gleichmäßig verteilten Cu-Anteil enthält.
2. Kondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Belagschicht einen mittleren Gewichts-Anteil von 0,5 bis 10 %, vorzugsweise von 2 bis 5 % Cu enthält.
3. Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Belagschicht aufgedampft ist.

0000210

80

-2-

4. Kondensator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Al-Belagschicht eine mittlere
Al-Belegung von 4 bis 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ der Belagfläche besitzt.

EAD ORIGINAL



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ²)	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<p>US - A - 3 763 409 (DU PONT DE NEMOURS)</p> <p>* Patentansprüche *</p>	1	<p>H 01 G 4/24</p> <p>H 01 G 1/01</p>
			<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.²)</p>
			<p>H 01 G 4/24</p> <p>H 01 G 1/01</p>
			<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung</p> <p>A: technologischer Hintergrund</p> <p>O: nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: Zwischenliteratur</p> <p>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E: kollidierende Anmeldung</p> <p>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L: aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	SAD ORIGINAL