



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: H 01 G 4/22

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



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

619 068

<p>⑲ Gesuchsnummer: 13202/74</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 01.10.1974</p> <p>㉓ Priorität(en): 05.10.1973 US 403787</p> <p>㉔ Patent erteilt: 29.08.1980</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 29.08.1980</p>	<p>⑦③ Inhaber: General Electric Company, Schenectady/NY (US)</p> <p>⑦② Erfinder: David Glenn Shaw, Glens Falls/NY (US) Vandos Shedigian, Houdson Falls/NY (US)</p> <p>⑦④ Vertreter: Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich</p>
---	--

⑤④ **Flüssiges dielektrisches Imprägnierungsmittel für elektrische Apparate.**

⑤⑦ Das flüssige dielektrische Imprägnierungsmittel für elektrische Apparate enthält einen aromatischen Ester und ist gekennzeichnet durch ein Antioxidationsmaterial und ein Epoxid, wobei das Antioxidationsmittel vorzugsweise mit 0,1 bis 10 Gewichtsprozent vorhanden ist. Dieses Imprägnierungsmittel wird in einem Wechselstromkondensator mit einem Gehäuse und wenigstens einer Kondensatorsektion im Gehäuse verwendet, wobei diese Sektion ein Elektrodenpaar und ein festes dielektrisches Material zwischen den Elektroden enthält. Die Sektion ist mit dem flüssigen dielektrischen Imprägnierungsmittel imprägniert. Dadurch wird ein wesentlich widerstandsfähiger Kondensator erreicht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Flüssiges dielektrisches Imprägnierungsmittel für elektrische Apparate, welches einen aromatischen Ester enthält, gekennzeichnet durch ein Antioxidationsmaterial und ein Epoxid.

2. Imprägnierungsmittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ester ein Ester der Phtalsäure ist.

3. Imprägnierungsmittel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ester ein Di(2-äthylhexyl)Phthalat ist.

4. Imprägnierungsmittel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Antioxidationsmittel im wesentlichen aus Naphthylaminen, Chinolinen, Thiobisphenolen, Chinonen und/oder gehinderten Phenolen besteht.

5. Imprägnierungsmittel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Chinon ein Hydrochinon oder Benzochinon, ein Anthrachinon oder ein gehindertes Phenol ist.

6. Verwendung des Imprägnierungsmittels nach Patentanspruch 1, in einem Wechselstromkondensator mit einem Gehäuse und wenigstens einer Kondensatorsektion im Gehäuse, wobei diese Sektion ein Elektrodenpaar und ein festes dielektrisches Material zwischen den Elektroden enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Sektion mit dem flüssigen dielektrischen Imprägnierungsmittel imprägniert ist.

7. Verwendung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Dielektrikum nur aus Papier besteht.

8. Verwendung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Dielektrikum nur aus einem Kunststofffilm besteht.

9. Verwendung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Dielektrikum nur aus Polypropylen besteht.

10. Verwendung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Dielektrikum sowohl aus einem Kunststofffilm als auch aus Papier besteht.

11. Verwendung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden aus metallisierten Metallüberzügen auf dem festen Dielektrikum bestehen.

Die Erfindung betrifft ein flüssiges dielektrisches Imprägnierungsmittel für elektrische Apparate, welches einen aromatischen Ester enthält.

Ganz allgemein gibt es eine grosse Anzahl von flüssigen Dielektrika, die als Imprägnierungsmittel für Kondensatoren geeignet wären, ausser dass sie einen hohen Leistungsfaktor und eine kurze Lebensdauer aufweisen; einige von ihnen sind auch nicht für den Grossteil von Kondensatortypen generell verwendbar. Viele der bekannten Kondensatorimprägnierungsmittel leiden auch unter ihrer begrenzten Verwendbarkeit in bestimmten Kondensatoren. Beispielsweise ist die Verwendung von Rizinusöl im allgemeinen auf Gleichstromkondensatoren begrenzt. Wegen dieser Nachteile wurde eine Anzahl von Stabilisatoren als Zusatz für Kondensatorimprägnierungsmittel entwickelt, um deren Stabilität zu verbessern. Vorrangig sollte der Zusatzstoff die Lebensdauer des Kondensators verlängern und gleichzeitig den Leistungsfaktor des Imprägnierungsmittels oder des Kondensators nicht nachteilig beeinflussen.

Eine Anzahl von Imprägnierungsmitteln aus der Klasse von Materialien, die als Ester bekannt sind, sind schon als Kondensatorimprägnierungsmittel beschrieben worden.

Es wurde nun gefunden, dass Antioxidationsmittel zusammen mit einem Epoxid verwendet werden können, um flüssige Ester, die als Kondensatorimprägnierungsmittel verwendet werden sollen, wirkungsvoll zu stabilisieren. Bestimmte Klassen von Verbindungen wie beispielsweise Naphthylamine,

Chinoline, Chinone und die Mono- und Polyphenole können besonders gut angewendet werden, um flüssige Ester gegen thermische Zersetzung in einem Kondensator oder einer elektrischen Vorrichtung wirkungsvoll zu stabilisieren. Diese stabilisierten Ester, insbesondere die aromatischen Ester, ergeben einen Kondensator, der gegen Oxidation bei erhöhten Temperaturen äusserst widerstandsfähig ist.

Die Erfindung zeichnet sich somit aus durch ein Antioxidationsmaterial und ein Epoxid.

Ein Beispiel eines bevorzugten Esters, der erfindungsgemäss verwendet werden kann, ist das Reaktionsprodukt von Phtalsäure und 2-Äthylhexylalkohol, das als Di(2-äthylhexyl)phthalat oder Dioctylphthalat (DOP) bekannt ist. Der Ausdruck DOP, wie er in dieser Patentschrift verwendet wird, steht für Di(2-äthylhexyl)phthalat.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel des Wicklungsteiles eines Kondensators, der Papier als Dielektrikum verwendet.

Fig. 2 zeigt einen fertigen Kondensator in Form eines versiegelten Behälters, der einen Wickelteil gemäss Fig. 1 enthält.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht eines Wickelteils eines Kondensators, der einen synth. Kunstharzfilm als Dielektrikum verwendet.

Fig. 4 zeigt die Ansicht eines Wickelteils eines Kondensators, der sowohl einen synthetischen Kurzharzfilm als auch Papier als Dielektrikum verwendet.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines Wickelteils eines Kondensators, der einen synthetischen Kunstharzfilm in einer anderen dielektrischen Anordnung in einem Kondensator verwendet.

Fig. 6 ist eine stark verkleinerte Ansicht eines Hochleistungskondensators, der eine Vielzahl von Wicklungen aufweist, wie sie im allgemeinen für die Leistungsfaktorkorrektur in grossem Umfange, für die Induktionswärme und für Hochfrequenzkondensatoren verwendet werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform eines Kondensators gemäss der vorliegenden Erfindung verwendet typischerweise eine oder mehrere Kondensatorwickelsektionen, die ziemlich dicht in einem engen Gehäuse oder Behälter, der mit einem flüssigen Imprägnierungsmittel versehen und der versiegelt ist, angeordnet sind. Die Kondensatorwickelsektion enthält abwechselnd Streifen aus dielektrischem Material und Elektrodenmaterial, das auf verschiedene Art und Weise angeordnet sein kann.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer Kondensatorwickelsektion 10, die ein Paar Elektrodenfolien 11 und 12 und dielektrische Papierstreifen 13 und 14 enthält. Die Elektrodenfolien können auch als metallisierte Überzüge auf den Papierstreifen 13 und 14 oder an getrennten und zusätzlichen dielektrischen Streifen verschiedener Materialien ausgebildet sein. Geeignete elektrische Verbindungsstücke oder Vorsprünge 15 und 16 werden dazu verwendet, die Elektrodenfolien mit den Kondensatoren zu verbinden. Die Wickelsektion 10 ist im Behälter 17 der Fig. 2 angeordnet und der Behälter ist mit einem flüssigen Imprägnierungsmittel versehen und versiegelt. Verbindungsstücke 18 und 19 des Behälters sind mit den Verbindungsstücken 15 und 16 der Wickelsektion 10 verbunden, um die elektrische Verbindung herzustellen. Jeder dielektrische Papierstreifen 13 und 14 kann durch eine Vielzahl von Papierstreifen ersetzt werden, um ein dickeres Dielektrikum zu haben oder um den elektrischen Vorzug der Vielzahl von Bögen auszunutzen. Jeder Streifen 13 und 14 kann durch einen oder mehrere synthetische Kunstharzstreifen 20 und 21, wie sie in Fig. 3 gezeigt werden, oder auch durch ein gemischtes Dielektrikum aus Papierstreifen 13 und einem Kunstharzstreifen 20, wie sie in Fig. 4 und 5 gezeigt werden, ersetzt werden. Zusätzliche typische Konstruktionen und Ausführungsformen sind in der US-PS 3 363 156 (Cox) beschrieben.

In diesen typischen Ausführungsformen wird das dielektri-

sche flüssige Imprägnierungsmittel dazu veranlasst, im wesentlichen alle Spalten, Hohlräume und Lücken, die in und zwischen den dielektrischen Streifen 13 und 14 vorliegen, auszufüllen, in sie einzudringen oder durchzusickern. Diese Art von Imprägnierung, wie sie in der vorher angegebenen Patentschrift beschrieben wird, ist für viele Kondensatoren notwendig, um das Auftreten von schädlicher Koronaentladung in Wechselstromkondensatoren, beispielsweise bei ihrer Verwendungsspannung, zu reduzieren und um eine Lichtbogenbildung zu verhindern. Das Imprägnierungsmittel, das im elektrischen Feld zwischen den Elektroden liegt, ist hohen elektrischen Belastungen ausgesetzt, einer Koronaentladung in geringem Umfange, erhöhten und schwankenden Temperaturen und anderen schädlichen Umwelteinflüssen. Andere Kondensatoren mögen weniger strenge Bedingungen oder auch Imprägnierungsmittel anderer Art verwenden.

Es wurde gefunden, dass der Zusatz von Antioxidationsmitteln zusammen mit Epoxiden zu DOP in einem Wechselstromkondensator dazu beitrug, die Stabilisierung des Kondensators gegenüber Wärmezersetzung und anderen schädlichen Faktoren, die dazu neigen, während der Lebensdauer des Kondensators anzuwachsen, zu erhöhen. Zusätzlich zu der stabilisierenden Funktion des Antioxidationsmitteltyps, wie es erfindungsgemäss verwendet wird, muss das Antioxidationsmittel relativ rein sein und im allgemeinen gegenüber anderen Verbindungen bzw. Materialien in der Kondensatorausführung inert sein, in kleinen Mengen während der langen Lebenszeit des Kondensators wirksam sein und darf die elektrischen Charakteristiken des Kondensators nicht nachteilig beeinflussen. Unter den am meisten bevorzugten Antioxidationsmitteln, die erfindungsgemäss verwendet werden können, sind gehinderte Phenole, Chinone und substituierte Chinone zu nennen, von denen herausgefunden wurde, dass sie mit dem Kondensator unter den spezifischen Kondensatorbedingungen verträglich sind. Vorzugsweise wird das Antioxidationsmittel einem bereits durch Epoxid modifizierten DOP zugesetzt. Entsprechende Tests zeigen bemerkenswerte Wirkungen, wie es in den folgenden Beispielen gezeigt wird.

In diesen Beispielen wurde das DOP durch ein Säulenfiltrationsverfahren unter Verwendung von Tonerde oder Fullererde als Filtrationsmaterial gereinigt, so dass es im wesentlichen frei von Verunreinigungen und insbesondere von Wasser war. Im allgemeinen entsprechen die Imprägnierungsverfahren dem in der US-PS 3 363 156 (Cox) beschriebenen Verfahren, womit auch das Trocknen der Kondensatoren eingeschlossen ist, in welchem man die erhöhten Temperaturen, die von 75 °C bis über etwa 125 °C variieren können, für mehrere Stunden unterwirft. Während dieses Zyklusses standen die Kondensatoren unter Vakuumbedingungen von weniger als etwa 200 µ Quecksilber. Nach der Imprägnierung mit DOP, die bei etwa 70 bis 80 °C erfolgt, wurden die Kondensatoren versiegelt und dann mehrere Stunden lang, d. h. von 4 bis 16 Stunden, bei etwa 10 °C in der Hitze getränkt. Diese Hitzetränkungszeit schliesst weder die Verzögerung ein, die notwendig ist, damit der Kondensator den gewünschten Temperaturbereich erreicht, noch die Abkühlzeit auf Raumtemperatur. Die gegebenen Zeiten betreffen die Zeiten bei der Temperatur.

In den folgenden Beispielen wird ein Vergleich aufgestellt zwischen einem unmodifizierten DOP und einem mit einem Antioxidationsmittel und mit einem Epoxid modifizierten DOP.

Beispiel I (Vergleichsversuche)

Verschiedene DOP-Antioxidationsmittelkombinationen wurden in eine Zelle vom Balsbaugh-Typ eingegeben, die eine isolierte Zelle oder einen Behälter mit in Abstand angeordneten, konzentrischen, zylindrischen Elektroden darin enthält. Die Balsbaugh-Zelle ist eine für diesen Zweck gut bekannte und verwendete Zelle. Eine eingehendere Beschreibung dieser Zelle ist in ASTM Standards, Electrical Insulation Materials, 1970, ASTM D924, S. 483, gegeben. Der betreffende Abschnitt ist mit «Standard Method of Test for Power Factor and Dielectric Constant of Electrical Insulating Liquids» betitelt.

Die Zelle wurde mit einer unmodifizierten, aber gereinigten DOP-Flüssigkeit zwischen den Elektroden angefüllt und die Messungen wurden mit der Zelle bei 100 °C durchgeführt.

Die Veränderungsrate des Verlustfaktors, wie er gemessen wurde, zeigte die Zersetzungsrate von DOP an. Für unmodifiziertes DOP stieg der Verlustfaktor von einer anfänglichen Ableseung von etwa 0,35% auf etwa 0,575% während einer Zeit von 80 Stunden bei 100 °C. Dies zeigte, dass DOP eine thermische Instabilität bei höheren Temperaturen aufwies. Eine solche Zersetzung konnte in Kondensatoren erwartet werden, die bei einer niedrigeren Durchschnittstemperatur arbeiteten, weil lokalisierte heisse Flecken und Stellen mit hoher Belastung auftraten.

Beispiel II (Vergleichsversuche)

Das oben beschriebene Beispiel wurde wiederholt, ausser dass das verwendete DOP etwa 1,0% eines gehinderten Phenol-Antioxidationsmittels, das als 2,6-Di-tert-butyl-p-cresol (butyliertes Hydroxytoluol) beschrieben ist, darin gelöst enthält. Dieses Antioxidationsmittel ist im Handel unter dem Handelsnamen Ionol der Shell Chemical Company erhältlich. Es wurde überraschenderweise gefunden, dass unter den gleichen Bedingungen, wie sie in Beispiel I beschrieben wurden, der Verlustfaktor leicht abfiel, und zwar von einem Anfangswert von etwa 0,4% auf etwa 0,35% innerhalb von 80 Stunden bei 100 °C.

Beispiel III (Vergleichsversuche)

Das oben beschriebene Beispiel I wurde wiederholt, ausser dass etwa 1,9% eines Epoxids (Diglycidyläther von Bisphenol-A, d. h. Dow Epoxid 330) dem unmodifizierten, aber gereinigten DOP zugesetzt wurde. Der Verlustfaktor stieg an, und zwar von einem Anfangswert von etwa 0,28% auf etwa 0,75% nach etwa 80 Stunden bei 100 °C, womit erwiesen ist, dass das Epoxid allein den Verlustfaktor nicht wesentlich stabilisieren konnte. Danach wurde dieses Beispiel wiederholt unter Zusatz von 1,0% Ionol Antioxidationsmittel zu dem DOP/Epoxid. Der Verlustfaktor nach 80 Stunden bei 100 °C lag im wesentlichen konstant bei etwa 0,375%.

Beispiel IV

Die Säurezahl von Estern stieg ebenfalls an mit der thermischen Alterung. Vorzugsweise sollte die Säurezahl eines Kondensatorimprägnierungsmittels unterhalb eines Maximums von etwa 0,1 liegen. Es wurde gefunden, dass im Falle von DOP die Säurezahl durch den Zusatz von Antioxidationsmitteln stabilisiert wurde. Die folgende Tabelle illustriert dieses.

Tabelle I

Imprägnierungsmittel	Anfängliche Säurezahl mg KOH/g Ester	Säurezahl nach 16 Std. bei 100 °C.
DOP	0,007	0,026
DOP + Ionol	0,007	0,009
DOP + Epoxid	0,006	0,041
DOP + Epoxid + 1% Ionol	0,006	0,006

		Säurezahl nach 16- 20 Std. bei 150 °C
Di-tert-Butylhydrochinon	0,007	0,044
p-Benzochinon	0,007	0,084
Hydrochinon	0,007	0,024
4,4-Thiobis-(3-methyl-6-tert-butylphenol)	0,007	0,020
1,2-Dihydro-2,2,4-trimethyl-chinolin	0,007	0,021
2,6-Di-tert-butyl-4-hydroxymethyl-phenol	0,005	0,008
2,6-Di-tert-butyl-p-cresol(butyliertes Hydroxytoluol)	0,005	0,009
Phenyl-alpha-naphthylamin	0,006	0,011
Dilaurylthiodipropionat	0,006	0,008
N,N'-Disalicyliden	0,006	0,138

In anderen Versuchen wurden die Säurezahlen anderer Ester wie folgt verglichen.

Tabelle II

Imprägnierungsmittel	Säurezahl nach 20 Std. bei 150 °C.
Di-tridecylphthalat	0,55
DTDP + 1% Epoxid	0,23
DTDP + 1% Epoxid + 1% Ionol	0,02
Dibutylphthalat (DBP)	2,02
DBP + 1% Epoxid	1,79
DBP + 1% Epoxid + 1% Ionol	0,03
Tricresylphosphat (TCP)	0,1
TCP + 1% Epoxid	0,2
TCP + 1% Epoxid + 1% Ionol	0,04
Di-isooctylphthalat (DIOP)	1,12
DIOP + 1% Epoxid	0,25
DIOP + 1% Epoxid + 1% Ionol	0,02

Beispiel V

Verschiedene Kondensatoren wurden bei der praktischen Durchführung der Erfindung zusammengebaut. Diese Kondensatoren waren insbesondere denen der Fig. 1 und 2 ähnlich. Eine Gruppe von Kondensatoren verwendete zwei Papierbögen als Dielektrikum 13. Diese Papierbögen waren 12,7 µm (0,5 mil) dick und 4,318 cm (1,75 inches) breit; der vollständige Kondensator ist als Ballast-Kondensator bekannt. Ein gleicher Kondensator wurde hergestellt, in welchem das Dielektrikum 13 aus einem einfachen Bogen aus 8,12 µm (0,32 mil) Polypropylen bestand. Kondensatoren beider Gruppen wurden unter Verwendung von DOP mit einem Epoxid und einem Antioxidationsmittel getestet, und zwar mit befriedigenden Ergebnissen.

Es wurde in dieser Erfindung angedeutet, dass die flüssigen Esterimprägnierungsmittel empfindlich gegenüber Oxidatio-

nen und/oder Hydrolyse sind, wodurch sowohl deren Säurezahlen als auch deren prozentuale Verlustfaktoren mit der Zeit bei erhöhten Temperaturen anstiegen, insbesondere bei etwa 100 °C und darüber. Diese Zersetzung (Oxidation, Hydrolyse) kann durch Wärme oder durch elektrische Entladungen induziert werden. Das Antioxidationsmittel wird jedoch hauptsächlich verwendet, um die chemischen Effekte der Oxidation auszugleichen. Eine bedeutende Stabilisierung wurde bei der Verwendung eines Oxidationsmittels zusammen mit einem Esterimprägnierungsmittel allgemein beobachtet und insbesondere zusammen mit aromatischen Estern.

Als Antioxidationsmittel können in der vorliegenden Erfindung beispielsweise Di-tert-butylhydrochinon, p-Benzochinone, Hydrochinone, 4,4-Thiobis-(3-methyl-6-tert-butylphenol), 1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinolin, 2,6-Di-tert-butyl-4-hydroxymethylphenol, 2,6-Di-tert-butyl-p-cresol (butyliertes Hydroxytoluol), Phenyl-alpha-naphthylamin, Dilaurylthiodipropionat, N,N'-Disalicyliden, p-Octylphenylsalicylat verwendet werden. Vorzugsweise wird das Antioxidationsmittel aus der Klasse der gehinderten Phenole, der Chinone und der substituierten Chinone gewählt.

Obwohl Antioxidationsmittel schon in kleineren Mengen von weniger als etwa 0,1% wirksam sind, wurden in der Praxis der vorliegenden Erfindung vorzugsweise von etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 1,0 Gew.-% zugesetzt. Zusatzmengen von etwa 1% und mehr sind über einen langen Zeitraum wirksam, ohne dass die elektrischen Eigenschaften des Imprägnierungsmittels nachteilig beeinflusst werden.

Versuche ergaben, dass die besondere Art des Antioxidationsmittels nicht kritisch ist. Verschiedene Antioxidationsmittel oder Mischungen von Antioxidationsmitteln können verwendet werden, solange wirksame Mengen zugesetzt werden. Die wirksame Menge hängt primär vom Molekulargewicht, von der Reaktionsrate und von der Löslichkeit des Imprägnie-

rungsmittels ab. Im allgemeinen werden Mengen zwischen etwa 0,1 Gew.-% bis zu etwa 10 Gew.-% mit befriedigenden Ergebnissen eingesetzt. Jedoch liegt der bevorzugte Bereich zwischen etwa 0,1% bis etwa 5,0%. Die phenolischen Antioxidationsmittel üben eine Funktion aus, von der man annimmt, dass sie allen phenolischen Antioxidationsmitteln wegen ihrer chemischen Struktur eigen sind. Ihre Reaktionszeit und ihre Wirksamkeit auf DOP in dem Kondensator sind äusserst zufriedenstellend.

Die erfindungsgemässen Imprägnierungsmittel können vorteilhafterweise in Kondensatoren mit einem Papierdielektrikum, Kondensatoren mit Polypropylenfilmen gemischt mit Papier und Kondensatoren mit Polypropylenfilmen als alleinigen Dielektrikum verwendet werden. Ein Beispiel eines gemischten dielektrischen Systems ist in der Anordnung von Fig. 4 gezeigt, in welcher ein Papierbogen 13 unmittelbar neben einer Elektrodenfolie 12 und ein Polypropylenbogen 20 unmittelbar neben der anderen Elektrode 11 angeordnet sind. Daraus ist ersichtlich, dass andere gemischte Dielektrika, wie sie in Fig. 5 gezeigt werden, auch zwei Bögen von Filmen 20 und 21 mit einem dazwischenliegenden Papierbogen 13 enthalten können oder andererseits zwei Papierbögen einen dazwischenliegenden Kunststoffbogen oder Film aufweisen können.

Der Polypropylenfilm, wie er in der oben angegebenen US-PS 3 363 156 (Cox) beschrieben wird, d. h. ein stereoregulär kristalliner, biaxial orientierter Film, wird ebenfalls bevorzugt. Unter dem Ausdruck «kristallin» ist ein Material zu verstehen, das einen wesentlichen kristallinen Gehalt aufweist und in welchem die Kristallinität über die physikalischen Eigenschaften des Materials dominiert. Die erfindungsgemässen Imprägnierungsmittel sind nicht auf die beschriebenen Dielektrika begrenzt, auch andere Mitglieder der Polyolefingruppe, sowie andere Kunststoffe, wie Polycarbonate, Polysulfone und Polyester können als Dielektrika verwendet werden. Bekanntlich enthalten einige Polyolefinfilme ein Antioxidationsmittel als Ergebnis des Herstellungsverfahrens des Films. Gemäss der vorliegenden Erfindung wird das flüssige Imprägnierungsmittel ausserhalb des Kondensators stabilisiert; und die Verteilung des Antioxidationsmittels muss gleichmässig sein. In dem Kondensator ergänzt das Imprägnierungsmittel das Antioxidationsmittel in dem Film, wenn ein Filmdielektrikum verwendet wird und wenn der Film ein Antioxidationsmittel enthält.

Das durch ein Antioxidationsmittel stabilisierte Imprägnierungsmittel gemäss der vorliegenden Erfindung ist ein verbessertes Imprägnierungsmittel für solche Kondensatoren, die einer Belastung mit hohen Spannungen und hohen Temperaturen unterworfen sind. Eine hohe Voltbelastung für das Dielektrikum, vorausgesetzt, dass das Dielektrikum ein synthetischer Harzfilm wie Polypropylen ist, liegt bei etwa 750 Volt Wechselstrom/25,4 μm (mil) Dicke des Polypropylenfilms bis zu mehr als 1200 Volt Wechselstrom/25,4 μm (mil), wobei der kritische Teil des hohen Belastungsbereiches bei etwa 900 Volt/25,40 μm

(mil) beginnt. Ein Beispiel eines solchen Leistungskondensators ist in Fig. 6 gezeigt.

Fig. 6 zeigt einen Kondensator von der Art eines Kondensators zur Leistungskorrektur, für dessen Verwendbarkeit ein niedriger Leistungsfaktor wesentlich ist. In Fig. 6 enthält Kondensator 22 einen grossen Behälter oder Gehäuse 23, beispielsweise mit Abmessungen von 22,65 dm³ (0.8 cu.ft.) Volumen, in welchem eine grosse Anzahl (10–40) von gestreckten Wickelsektionen 10 verwendet werden. Diese Wickelsektionen 10 können Abmessungen von 25,40 cm (10 inches) bis 63,50 cm (25 inches) in der Länge aufweisen. Um wirksam zu sein, muss das mit einem Antioxidationsmittel stabilisierte Imprägnierungsmittel durch jede Wickelsektion 10 hindurchdringen, weil ein Versagen von nur einer einzigen Sektion dazu führen würde, dass der ganze Kondensator versagt.

Die erfindungsgemäss verwendeten Antioxidationsmittel können auf verschiedenen Wegen in den Kondensator eingebracht werden. Vorzugsweise wird das Antioxidationsmittel mit dem Ester als Lösung kombiniert und die Lösung dazu verwendet, den Kondensator zu imprägnieren. Der primäre Grund für diese vorzugsweise Ausführung liegt darin, dass das Esterimprägnierungsmittel empfindlich gegenüber erhöhten Temperaturen ist und mit steigenden Temperaturen unerwünschten Veränderungen unterworfen sein könnte. Entsprechend dient der Zusatz des Antioxidationsmittels zu dem Ester vor dem Erhitzen, insbesondere während des Imprägnierungsprozesses, dazu, den Ester zu stabilisieren; dieser Vorgang betrifft also nicht die Stabilisierung des Kondensators.

Das erfindungsgemäss verwendete Antioxidationsmittel muss mit dem Kondensator verträglich sein, was bedeutet, dass es unter den Betriebsbedingungen des Kondensators wirksam sein muss. Die Betriebsbedingungen sind beispielsweise erhöhte Betriebstemperaturen in Gegenwart von einem oder mehreren Materialien, wie beispielsweise Papier, Eisen, Kupfer, Zinn, Aluminium und die üblichen Verunreinigungen. Ausserdem sind unter den Betriebsbedingungen auch das Esterimprägnierungsmittel und dessen Bestandteile bei erhöhten Temperaturen vorhanden sowie der Polypropylenfilm und dessen Bestandteile in Gegenwart des Esterimprägnierungsmittels. Der Polypropylenfilm ist erst ein kürzlich eingesetztes Dielektrikum für imprägnierte Kondensatoren, so dass deren Wirkungsweise noch nicht so im einzelnen erforscht ist wie jene von Papier.

Einige Antioxidationsmittel sind in verschiedenen Kondensatoren verschiedenen Ausmasses wirksam durch indirekte Mechanismen oder Bedingungen. Beispielsweise können einige Chinone weniger wirksame Antioxidationsmittel sein als andere und ihre Charakteristiken können insbesondere im Bereich von Materialien, wie beispielsweise Butylhydrochinon und Dichloranthrachinon und β -Chloranthrachinon verschiedenen ausfallen.

