



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200923986

(43)公開日：中華民國98(2009)年6月1日

(21)申請案號：097139851

(22)申請日：中華民國97(2008)年10月17日

(51)Int. Cl. : **H01G4/04 (2006.01)**

(30)優先權主張：2007/10/18

美國

60/981,041

(71)申請人：庫博科技公司 COOPER TECHNOLOGIES COMPANY

美國

(72)發明人：菲爾斯 凱勒 琳吳德 FELLERS, CLAY LYNWOOD；梅森 馬可 詹姆士 MASON, MARCO JAMES；芽格斯 艾倫 保羅 YERGES, ALAN PAUL；史勒特森 莉莎 卡羅 SLETSON, LISA CAROL；格爾 蓋瑞 亞德 GAUGER, GARY ARDEN

(72)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：7 共 53 頁

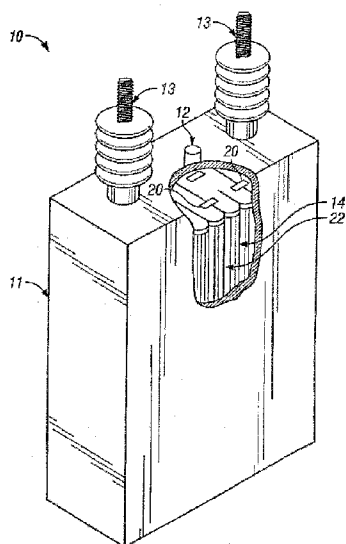
(54)名稱

改良電容效能之介電液

DIELECTRIC FLUID FOR IMPROVED CAPACITOR PERFORMANCE

(57)摘要

一種對裝置提供改良耐電容之耐故障性之介電液，包括某些蔥醌化合物與清除劑的組合。與以無此組合所製成之電容相較下，包含此介電液之電容可具有較高的開始放電電壓且可具有提昇之故障臨界電壓。因此，這些電容較具耐故障性。



10：電容

11：外殼

12：填充管

13：終端

14：套組

20：夾鉗

22：介電液



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200923986

(43)公開日：中華民國98(2009)年6月1日

(21)申請案號：097139851

(22)申請日：中華民國97(2008)年10月17日

(51)Int. Cl. : **H01G4/04 (2006.01)**

(30)優先權主張：2007/10/18

美國

60/981,041

(71)申請人：庫博科技公司 COOPER TECHNOLOGIES COMPANY

美國

(72)發明人：菲爾斯 凱勒 琳吳德 FELLERS, CLAY LYNWOOD；梅森 馬可 詹姆士 MASON, MARCO JAMES；芽格斯 艾倫 保羅 YERGES, ALAN PAUL；史勒特森 莉莎 卡羅 SLETSON, LISA CAROL；格爾 蓋瑞 亞德 GAUGER, GARY ARDEN

(72)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：7 共 53 頁

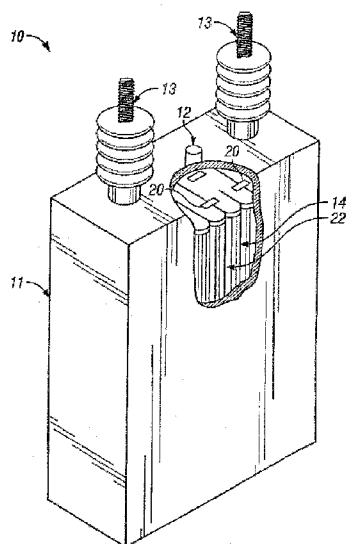
(54)名稱

改良電容效能之介電液

DIELECTRIC FLUID FOR IMPROVED CAPACITOR PERFORMANCE

(57)摘要

一種對裝置提供改良耐電容之耐故障性之介電液，包括某些蔥醌化合物與清除劑的組合。與以無此組合所製成之電容相較下，包含此介電液之電容可具有較高的開始放電電壓且可具有提昇之故障臨界電壓。因此，這些電容較具耐故障性。



10：電容

11：外殼

12：填充管

13：終端

14：套組

20：夾鉗

22：介電液

六、發明說明：

[交叉參考相關申請案]

本申請案依 35U.S.C. §119(e)主張 2007 年 10 月 18 日所申請之美國臨時專利申請案第 60/981,041 號之優先權利，此申請案之全部內容合併於本文做為參考文獻。

【發明所屬之技術領域】

一般而言本發明係有關介電液的組成物。尤其，本發明係有關具有改良耐故障性之電容之介電液的組成物。

【先前技術】

電容係為可用於貯存電荷之電子裝置。電容可包含包括由非導電材料(如聚合物膜)所隔開之導電平板之至少一種電容套組。導電平板與非導電材料可捲繞以形成繞組(winding)。此繞組可被容置在外罩(例如，金屬或塑膠外殼內)。此外殼保護繞組且使之與環境電氣隔離。在功率因素矯正電容上，繞組通常係浸泡在介電液中。介電液係作為絕緣材料以防止電容之平板間之空間中的局部電荷崩潰。若這些空間沒有以適合的介電材料填充，則在電應力下會發生局部放電，導致裝置故障。

避免裝置故障的習知技術係使電容的設計規格最佳化，如，例如針對下述設計主題：藉由減少加諸在電容上之電應力及/或使電容內之聚合物膜的厚度最佳化。然而，改變電容的設計規格可能限制裝置的功能性，增加裝置的尺寸，及/或增加裝置的製造成本。因此，本領域持續需求克服一種或多種前述缺點之避免裝置故障的替代技術。希

望提供一種不需改變設計規格及/或增加裝置尺寸之具有提升耐局部放電性或耐電荷崩潰性之改良電容。

因此本發明之目的係提供一種具有改良耐局部放電性或耐電荷崩潰性之介電液。

前述討論之陳述只是為了對本領域所遭遇之問題的本質有一較佳瞭解而提供，無論如何不應闡釋為認可其係本申請案的先前技藝。

【發明內容】

一種對裝置提供改良電容之耐故障性之介電液，包括某些蒽醌化合物與清除劑(scavenger)的組合。尤其，本發明之介電液可減少在昇高環境溫度時之裝置故障的可能性而不會犧牲在其他溫度範圍的效能。與以無此組合所製成之電容相較，包含此介電液之電容可具有較高的開始放電電壓且可具有提昇之故障臨界電壓。因此，這些電容對於某些故障來說較具耐故障性。

在本發明之一示例態樣，介電液可包括 β -甲基蒽醌及環氧化物。介電液可包括(i)約 0.1 至約 3wt%，較佳為約 0.3 至約 0.8wt%，更佳為約 0.3 至約 0.6wt%，最佳為約 0.35 至約 0.5wt%之 β -甲基蒽醌；及(ii)約 0.1 至約 1wt%，較佳為約 0.5 至約 0.9wt%，更佳為約 0.6wt%之環氧化物。

在本發明之另一示例態樣，環氧化物用量對 β -甲基蒽醌用量之比率可為約 1 至約 10，通常為約 1.0 至約 3.0，較佳為約 1.2 至約 2.8，更佳為約 1.8 至約 2.5。或者，環氧化物用量對 β -甲基蒽醌用量之比率可為約 1.5 至約

1.7。

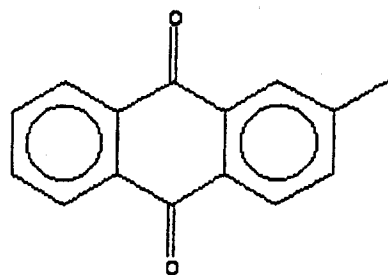
本發明之這些及其他態樣、目的、和特點將藉由參照下述示例性實施例的下述詳細說明，及一併參照附圖而更加瞭解。

【實施方式】

在本發明之示例實施例的下述說明中，應瞭解本文所用之用語具有本領域中常用且慣用的意義，除非另有說明。本文所指之所有重量百分比(wt%)皆以介電液之總組成之重量百分比計之，除非另有說明。

本發明係基於包括蔥醌化合物及某些蔥醌化合物與清除劑的組合之介電液添加劑可改良介電液的介電性質特別是在昇高環境溫度時。該種昇高之環境溫度可包含高於室溫之任何溫度。例如，昇高環境溫度可為 40°C 或高於 40°C，55°C 或高於 55°C，60°C 或高於 60°C，65°C 或高於 65°C，75°C 或高於 75°C。更明確地說，這些添加劑係對耐局部放電性或耐介電 DC 崩潰性提供改良。耐局部放電性或耐介電 DC 崩潰性可基於開始放電電壓(DIV)或 DC 電壓容忍能力予以量化。再者，已觀察到添加這些添加劑不會顯著地犧牲該介電液在其他溫度範圍的效能。

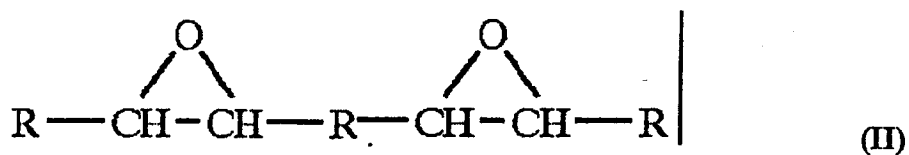
添加劑之一種為蔥醌化合物。蔥醌化合物可包含，例如， β -甲基蔥醌(CAS # 84-54-8)或 β -氯蔥醌(CAS # 131-09-9)。在示例實施例中，介電液包括具有式 I 所示之結構之 β -甲基蔥醌("BMAQ")。



(I)

BMAQ 係來自許多商行，包含 Sigma Aldrich 及 Alfa Aesar/Avacado 之約 95% 至高於 99% 純度之粉末的市售商品。介電液可包括約 0.1 至約 3wt%，較佳為約 0.3 至約 0.8wt%，更佳為約 0.3 至約 0.6wt%，最佳為約 0.35 至約 0.5wt% 之 BMAQ。或者，介電液可包括約 0.4 至約 0.8wt%，較佳為約 0.4 至約 0.6wt% 之 BMAQ。例如，BMAQ 可以約 0.5wt% 存在於介電液中。在另一示例實施例中，BMAQ 可以約 0.4wt% 存在於介電液中。

另一添加劑為清除劑。清除劑可中和在操作期間電容內所釋放或產生之分解產物。清除劑亦可改良電容的使用壽命。清除劑可包含環氧化物化合物，較佳為通常具有下述結構(式 II)之二環氧化物，



適合之環氧化物化合物的實例包含 1,2-環氧基-3-苯氧基丙烷、雙(3,4-環氧基環己基甲基)己二酸酯、3,4-環氧基-環己烷羧酸 3,4-環氧基環己基甲酯
(3,4-epoxy-cyclohexylmethyl-(3,4-epoxy)

cyclohexane carboxylate)、雙(3,4-環氧基-6-甲基環己基甲基)己二酸酯、4-環氧基-6-甲基環己烷羧酸 3,4-環氧基-6-甲基環己基甲酯

(3,4-epoxy-6-methylcyclohexylmethyl-4-epoxy-6-methylcyclohexane carboxylate)、雙酚 A 之二縮水甘油基醚、或類似化合物。在一示例實施例中，清除劑為環脂肪族環氧化物樹脂，包含，例如，雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯(市售商品名為 ERL-4299(Dow Chemical 公司))、3,4-環氧基環己烷羧酸 3,4-環氧基環己基甲酯

(3,4-epoxycyclohexylmethyl 3,4-epoxycyclohexane carboxylate)(市售商品名為 ERL-4221(Dow Chemical 公司))及 3,4-環氧基環己基羧酸(3',4'-環氧基環己烷)甲酯(3',4'-epoxycyclohexane) methyl, 3,4-epoxycyclohexyl carboxylate)(CAS #2386-87-0)(市售商品名為 Celloxide 2021P(Daicel Chemical Industries 公司))。

依據本發明之另一示例實施例，係提供用於改良耐局部放電性或耐 DC 崩潰性(特別是在昇高環境溫度時)之包括 BMAQ 及環氧化物作為添加劑之介電液。添加劑可包含於任何適合的介電液中。介電液較佳包括至少一種芳香族烴，如苯甲基甲苯、1,1-二苯基乙烷、1,2-二苯基乙烷、二苯基甲烷、苯基-1-(3,4-二甲苯基乙烷)、多苯甲基化甲苯等。介電液可具有低黏度及低蒸氣壓。

在一實施例中，添加劑可添加至包括苯甲基甲苯、二

苯基乙烷及二苯基甲烷之介電液中。苯甲基甲苯可包含鄰單苯甲基甲苯、間單苯甲基甲苯、對單苯甲基甲苯或其組合。苯甲基甲苯通常構成介電液之約 15 至約 65%。在一實施例中，苯甲基甲苯可構成介電液之約 15 至約 40%。在另一實施例中，苯甲基甲苯可構成介電液之約 52 至約 65%。尤其，苯甲基甲苯可構成介電液之 60.9%。或者，苯甲基甲苯可構成介電液之約 36 至約 50%，特別可包括 45%。

二苯基乙烷可包含 1,1-二苯基乙烷及 1,2-二苯基乙烷。介電液通常構成約 33 至約 85%之二苯基乙烷。在一實施例中，介電液可構成約 50 至約 60%之二苯基乙烷。在此實施例中，介電液可更明確地包括 53.1%之二苯基乙烷。又，介電液可包括小於 5wt%之 1,2-二苯基乙烷，較佳為約 0.1 至約 5wt%之 1,2-二苯基乙烷，更佳為約 0.1 至約 3wt%之 1,2-二苯基乙烷，最佳為約 0.1 至約 0.5wt%之 1,2-二苯基乙烷。在另一實施例中，介電液可包括約 60 至約 85%之二苯基乙烷。尤其，介電液可包括約 60 至約 80%之 1,1-二苯基乙烷及約 0.1 至約 5%之 1,2-二苯基乙烷。在又一實施例中，介電液可包括約 33 至約 44%之 1,1-二苯基乙烷及約 0.1 至約 2%之 1,2-二苯基乙烷。在一特別實施例中，介電液可包括 35.4%之 1,1-二苯基乙烷及 1.2%之 1,2-二苯基乙烷。

二苯基甲烷通常構成介電液之約 0.1 至約 5%。二苯基甲烷更典型可構成介電液之約 0.1 至約 4%。在一示例實施例中，二苯基甲烷可構成介電液之約 0.1 至約 2%。在特別

之示例實施例中，二苯基甲烷可構成介電液之 1.2%。或者，介電液可包括 0.8% 二苯基甲烷。

依據本發明之示例實施例之添加劑可添加至習知之介電液中。示例之適合的習知介電液為 Nisseki Chemical Texas 公司出品之商品名為 SAS-40、SAS-60、SAS-60E、及 SAS-70、SAS-70E 者。此外，其他示例之適合的習知介電液為 Cooper Industries 公司出品之商品名為 “Edisol ST”、“Edisol XT” 及 “Envirotemp” 者及 Arkema Canada 公司出品之 JARYLEC® C-100。

依據本發明之示例實施例之介電液可用來填充任何種類的介電裝置，如電容及變壓器。本發明之介電液較佳可使用於介電電容。本發明之介電液更佳可使用於交流電(AC)電容。介電電容可具有任何適合的設計特徵。在以下所提供之實施例中，電容包括 2 層或 3 層介電層，各具有 1.2 密耳(mil)之總厚度。然而，熟知此項技藝者可瞭解本發明之介電液可使用於填充任何適合設計的電容而不侷限於本文所提供之示例的電容設計特徵。適合於在昇高環境溫度時操作之電容亦為較佳。參照第 1 圖，電容 10 的示例實施例包含外殼 11，其將電容套組 14 包入其中。填充管 12 可位在外殼 11 的頂端，其可使電容的內部區域在減壓下乾燥及使介電液 22 可添加至電容。

參照第 2 圖，電容套組 14 的示例實施例包含兩層(2)藉由介電層 17 隔離金屬箔 15, 16 之捲繞層(wound layer)。介電層 17 可由一層或多層所組成。金屬箔 15, 16

係相對於介電層 17 及相對於彼此為偏移，使得金屬箔 15 延伸至介電層 17 之上方之套組頂部 18，且金屬箔 16 延伸至介電層 17 之下方之套組底部 19。

參照第 1 圖，藉由夾鉗(crimp)20 將一套組之金屬箔 15, 16 之延伸部份與相鄰套組之延伸金屬箔緊密夾持，而使電容套組 14 可互相連接。金屬箔 15, 16 之延伸部份可與相鄰套組絕緣以在電容 10 中提供一系列之套組 14。在介電液 22 經由填充管 12 添加至電容 10 之後，可藉由，例如夾鉗填充管 12 而密封電容的內部區域。可藉由導線(未示出)將兩個終端 13 電氣連接於接近端點套組之夾鉗，該終端 13 可經由外殼 11 的頂端突出。至少一個終端可與外殼 11 隔絕。終端 13 可連接於電子系統。

參照第 2 圖，金屬箔 15, 16 可由任何所欲導電材料(例如，鋁、銅、鉻、金、鈾、鎳、鉑、銀、不銹鋼、或鈦)所形成。介電層 17 可由聚合物膜或牛皮紙(kraft paper)所組成。聚合物膜可由，例如，聚丙烯、聚乙烯、聚酯、聚碳酸酯、聚對苯二甲酸乙二醇酯、聚偏氟乙烯、聚砜、聚苯乙烯、聚苯硫醚、聚四氟乙烯、或類似的聚合物所製成。金屬箔 15, 16 之介電層 17 的表面可具有足以使介電液穿透捲繞套組且充滿金屬箔與介電層間之空間之表面不規則性或變形。

電容在減壓下乾燥之後，介電液 22 可添加至電容。更明確地說，可以足以自電容 10 的內部移除水蒸氣及其他氣體的一段時間來乾燥含有電容套組 14 之電容外殼 11。通

常使用小於 500 微米(micron)之壓力，有些使用低於 100 微米之壓力實現。可使用長於 40 小時的乾燥時間，雖然此時間係視減壓強度而定。乾燥可在高於室溫的溫度下進行，且通常係在小於 100°C 的溫度下進行。

介電液 22 在導入電容 10 之前亦可先脫氣。介電液 22 可在，例如，小於 200 微米，或小於 100 微米的壓力下施加減壓處理。介電液 22 可藉由，例如，循環、攪拌或混合而予以攪動，以加速脫氣程序。脫氣的時間係視介電液 22 的黏度，減壓強度，及所使用的攪動種類而定。一般而言，介電液 22 可在低於 60°C 之溫度(如室溫)予以脫氣。

可藉由經由填充管 12 將介電液 22 添加至電容 10 而將經脫氣之介電液 22 導入已排空之電容外殼 11 中。填充之後，可對電容 10 的內部施加減壓以使介電液 22 浸泡至套組 14 中。可使用十二小時或更長的浸泡時間。然後可對電容 10 的內部施加，例如，在約 0.1 至 5.0 磅/平方英寸之表壓(psig)之範圍的正壓，歷時約 6 小時或更長以有助於以介電液 22 充滿套組 14。然後，例如，可密封外殼 11，同時保持一些正壓。

意欲包含藉由任何適合的方法將本文所述之添加劑併入介電液中。在一實施例中，添加劑可以濃縮物形式添加至介電液原料中。接著，可重新構成濃縮物至用於電容之適當濃度。在另一實施例中，製備各添加劑的濃縮物再個別地添加至介電液中，然後稀釋至適合的濃度。這些實施例允許商業規模製造的介電液的添加劑的平均分佈，更堅

固耐用的製造方法，及/或更容易的製備。可過濾含有創新添加劑之介電液以移除任何殘留的顆粒，此為選用步驟。

視需要而定，可在將介電液導入電容之前分析及證明重新構成之介電液內所包含之添加劑的用量。例如，可使用層析法分析重新構成之介電液的試樣以測定其內所包含之添加劑的濃度。若分析的結果與所欲添加劑濃度呈良好的一致性，則可將介電液添加至電容中。否則，介電液可進一步混合及/或修改直至得到所欲添加劑濃度。

已觀察到蔥醌化合物與清除劑的某些組合當在介電液中混合在一起時，形成沉澱物。例如，已觀察到當將在市售介電液 SAS-40(Nisseki Chemical Texas 公司)中之包括高於 2%市售供應之 BMAQ(Alfa Aesar, 97%純度)之溶液導入至含有環氧化物 ERL-4299(Dow Chemical 公司)之介電液中時，會形成固體殘留物。然而，預期此問題可藉由使用具有高度純度之市售 BMAQ 及/或在導入至包括環氧化物之介電液之前自 BMAQ 濃縮物濾除不溶性污染物而予以補救。或者，預期此問題亦可藉由在將其導入至包括環氧化物之介電液之前 BMAQ 濃縮物的黏土處理(clay treatment)而予以補救。黏土處理係一種自介電液移除極性污染物(此污染造成介電崩潰)之不可逆吸收製程。黏土處理可改良 BMAQ 濃縮物的介電性質。

濃縮物中之蔥醌化合物(如 BMAQ)，及/或清除劑(如環氧化物 ERL-4299)的適合用量可為不會促進沉澱物形成之量。例如，介電液可包括約 0.1%至約 3%之 BMAQ，與約 0.1%

至約 1%之 ERL-4299。在一示例實施例中，介電液可包括約 0.4%至約 0.8%之 BMAQ，與約 0.5%至約 0.9%之 ERL-4299。在另一示例實施例中，介電液可包括約 0.4%至約 0.6%之 BMAQ，與約 0.5%至約 0.9%之 ERL-4299。在一特別示例實施例中，介電液可包括約 0.5%之 BMAQ，與約 0.6%之 ERL-4299。

介電液中之清除劑(如環氧化物 ERL-4299)，及蔥醌化合物(如 BMAQ)的適合用量可為不會促進沉澱物形成之比率。例如，介電液可包括約 2 至約 10 之比率之 ERL-4299 及 BMAQ。在一示例實施例中，介電液可包括約 1.0 至約 3.0 之比率之 BMAQ 及 ERL-4299。在另一示例實施例中，介電液可包括約 1.2 至約 2.8 之比率之 ERL-4299 及 BMAQ。在一特別示例實施例中，介電液可包括約 1.8 至約 2.5 之比率之 ERL-4299 及 BMAQ。或者，介電液可包括約 1.5 至約 1.7 之比率之 ERL-4299 及 BMAQ。

介電液中之蔥醌與清除劑的組合可對裝置提供改良之耐故障性，特別是當在昇高環境溫度(其通常為高於 55°C，更典型為 75°C 或約 75°C)操作裝置時。此改良可以介電液之各種特徵的加成或協同改良顯現之。例如，此組合可提供改良之耐局部放電性或耐 DC 崩潰性。耐局部放電性或耐電荷崩潰性可基於開始放電電壓(DIV)或 DC 電壓容忍能力予以量化。

開始放電電壓(DIV)係測量當電壓在液體介電系統中增加時發生局部放電的臨界電壓。DIV 係 AC 電容的主要限

制設計參數，因為在大於或等於電容之 DIV 之電壓下操作會快速地導致設備故障。AC 電容通常設計成具有施加於電容之正常操作電壓，該電壓係經選擇而使在選定溫度（如室溫或升高之環境溫度）時該 DIV 為操作電壓之至少 180%。此設計限制防止在所欲操作條件下電容過度地曝露於傷害性放電。因此，增加介電液的 DIV 可增加設備的可靠度（換言之，減少設備故障或來自暫態過電壓之傷害的可能性）及/或可提供能夠抵抗較大量之電應力的改良電容。替代地或附加地，增加介電系統的 DIV 允許更有效地使用構成電容的材料，其接著可導致較小的單元尺寸及/或較低的成本。在某些情況下，此較低的成本可等於或優於新材料所致之額外成本。

預期包括依據本文所述之示例實施例之介電液之介電系統可在通常於室溫或升高之環境溫度之使用期間所遭遇到之電應力的時對介電系統提供耐局部放電性。典型的電應力可藉由在選定溫度之電容的操作電壓予以量化。

DC 電壓容忍能力係量化在 DC 施加下電容可抵抗之電應力的量。電性放電導致絕緣系統之介電性質劣化，而潛在地造成設備故障。因此，希望在於室溫或升高之環境溫度之通常使用期間遭遇到電應力時，賦與介電液改良之耐電荷崩潰性。依據本文所述之示例實施例之介電液可提供該種改良。

實施例

小型化電容

AC 至 DC 轉換測試

藉由製備具有包括此組合之介電液之小型化電容以研究蒽醌與清除劑之組合之改良裝置耐故障性的能力。示例之小型化電容具有至少下列特徵：1.2 密耳之墊厚度，2200V 額定，15 英吋之活性區域，及 14-15 奈法(nF)之電容。比較性組成物及實施例 1 至 4，係藉由添加依據表 1 所示之 BMAQ 及 ERL-4299(Dow Chemical 公司)至市售介電液 SAS-40(其中，在對照 A 試樣中添加 ERL-4299，而無 BMAQ)而在實驗室中以小批次予以各自製備。

表 1

	對照組 A	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4
成分	重量%				
BMAQ (Alfa Aesar, 97%純度)	--	0.4	0.8	0.8	0.4
ERL-4299 (Dow Chemical)環氧化 物清除劑	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8

具有 1.2 密耳之墊厚度之兩層(2)介電層之小型化電容及具有 1.2 密耳之墊厚度之三層(3)介電層之小型化電容係填充如下。將外殼放置於在大氣壓條件下於室溫之真空室中。以 25 至 30 間微米 Hg 之程度對此真空室抽真空四天。之後，將表 1 之介電液導入真空室中以製備小型化電容。小型化電容係藉由以介電液填充或充滿外殼而製備

之。在填充或充滿過程期間，真空室中的真空程度不超過 50 微米。

建構具有變化之電容套組設計之小型化電容。為了模擬重複使用，在 75°C 之昇高的環境溫度使小型化電容老化 1000 小時。對各介電液及電容設計之各五個小型化電容，在 75°C 之昇高的環境溫度進行測試及使用局部放電偵測器以測定 DIV、發生局部放電時之電壓、及放電消滅電壓(DEV) (即不再觀察到局部放電時之電壓)。通常，局部放電偵測器提供增加之電壓直至偵測到 DIV。電壓可以 1kV/s 之速率初始地增加，而當整體電壓接近預期之 DIV 時減至 100V/s 之速率。接著，可對小型化電容施加減少之電壓直至不再偵測到局部放電。

結果顯示具有兩層及三層介電層且填充包括 BMAQ 之介電液之小型化電容在耗損因數(dissipation factor)上並無顯著的改變。結果提供於下表 2。

表 2

介電液	介電層 數目	平均耗損 因數	標準差	介電層 數目	平均消耗因素	標準差
對照組 A	2	0.0144	0.00849	3	0.0109	0.00237
實施例 1	2	0.0130	0.00348	3	0.0144	0.00335
實施例 2	2	0.0184	0.00153	3	0.0163	0.00378
實施例 3	2	0.0143	0.00106	3	0.0161	0.00634
實施例 4	2	0.0128	0.00210	3	0.0134	0.00175

為了模擬典型的操作故障條件，在於 75°C 老化 1000 小時後，使對照組 A 及實施例 1 和 2 之各十個小型化電容以及實施例 3 和 4 之各九個小型化電容保持於 75°C 之環境溫度，並施加提昇之 AC 電壓，接著曝露於 DC 電壓。更明確地說，對小型化電容施加 4750V rms 之 AC 電壓五分鐘，然後另曝露於在 6698V 之 DC 充電五分鐘。選擇這些特殊電壓係因在這些條件下，填充有對照組 A 介電液之小型化電容被證實具高故障率。

結果顯示實施例 1 至 4 之包括 BMAQ 之介電液比不含 BMAQ 之對照組 A 在昇高溫度時對裝置提供更佳的耐故障性。與對照組 A 相較下，這些組成物中，以包括 0.4% 之 BMAQ 及 0.8% 之 ERL-4299 之實施例 4 在耐故障性上對裝置提供最顯著的改良。結果提供於下表 3。

表 3

	對照組 A	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4
總小型化電容	10	10	10	9	9
小型化電容故障：					
AC 電壓期間故障	9	4	2	2	1
DC 電壓期間故障	--	1	2	0	0
總故障	9	5	4	2	1

步進應力測試

使用示例之小型化電容研究包括蒽醌與清除劑之組合的介電液在各種溫度下容忍電應力的能力。使用上述 AC 至

DC 轉換測試之方法建構包括具有兩層介電層之電容套組之小型化電容及包括具有三層介電層之電容套組之小型化電容。這些小型化電容填充著在實驗室以小批次所製備且具有比較性組成物之實施例 5 及 6，其包括依據表 5 之 BMAQ 及 ERL-4299。對照組(對照組 A)依然與上述相同。表 5 之組成物中所使用之所有材料皆與先前所述者相同。

表 5

	對照組 A	實施例 5	實施例 6
成分	重量%		
BMAQ(Alfa Aesar, 97%純度)	--	0.4	0.8
ERL-4299(Dow Chemical) 環氧化物清除劑	0.8	0.8	0.8

為對照組 A，實施例 5 及實施例 6 各建構包括具有 1.2 密耳之墊厚度之兩層介電層之電容套組之三個小型化電容。此外，為實施例 5 建構具有 1.2 密耳之墊厚度之三層介電層之電容套組之三個小型化電容。這些小型化電容在室溫下平衡及不通電(unenergized)整夜。在整個測試中環境溫度保持在室溫。在 130%之額定電壓使小型化電容通電及操作 30 分鐘。對此特別之實施例而言，小型化電容的額定電壓為 2.64kV 且初始步驟係在 3.43kV。然後使小型化電容去電能至少 4 小時。去電能之後，接著使小型化電容於 10%增加(例如，264V 之增加)(其係 140%之額定電壓)再通電及操作 30 分鐘。使小型化電容去電能整夜。以 10%增

加值重複去電能/再通電循環(亦即，於 150%，160%，170%，180%，190%及 200%之額定電壓)直至發生介電故障。

此結果顯示添加 BMAQ 至介電液對室溫老化之小型化電容之裝置耐故障性不具顯著影響。關於室溫步進應力數據，具有兩層介電層及 1.2 密耳之墊厚度之對照組 A 小型化電容顯示在 170%至 180%額定電壓的範圍故障。尤其，67%之對照組 A 小型化電容在 170%之額定電壓故障。具有相同特徵但填充著實施例 5 及 6 之介電液之小型化電容顯示在與對照組 A 小型化電容類似的範圍故障，明確地說在 180%之額定電壓。然而，已觀察到 BMAQ 可對室溫老化之小型化電容之裝置耐故障性提供最低限度的改良。注意具有兩層介電層及 1.2 密耳之墊厚度且填充著實施例 5 或 6 之介電液之所有小型化電容皆在 180%之額定電壓故障，證明一致地較高之裝置耐故障性。相反地，對照組 A 介電液之小型化電容顯示僅有 33%之對照組 A 小型化電容之測試於 180%之額定電壓故障。室溫步進應力測試的結果示於下表 6。

表 6

	對照組 A	實施例 5		實施例 6
介電層數目	2	2	3	2
故障程度(額定電壓之%)	170	180	180	180
	180	180	180	180
	170	180	170	180

使用描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法製備具有 1.2

密耳之墊厚度且填充著對照組 A 介電液或填充著包括 BMAQ 之介電液之小型化電容。對各介電液及電容設計之三個小型化電容在室溫進行測試。這些小型化電容係在室溫老化整夜。這些小型化電容係在室溫進行測試以測定 DIV 及放電消滅電壓(DEV)。結果顯示添加 BMAQ 至介電液在室溫不會導致任何不利的效能。結果以仟伏(kV)示於下述表 7。

表 7

		對照組 A		實施例 5		實施例 6	
介電層數目：		2	3	2	3	2	3
DIV(kV)	平均	5.010	5.156	5.517	5.215	5.056	5.262
	標準差	0.1078	0.0163	0.0660	0.0800	0.0392	0.0547
DEV(kV)	平均	3.405	3.386	3.560	3.347	3.261	3.411
	標準差	0.0756	0.0615	0.1469	0.3039	0.3357	0.1066

為對照組 A，實施例 5，及實施例 6 各建構包括具有兩層介電層之電容套組之三個小型化電容。此外，為對照組 A，實施例 5，及實施例 6 各建構具有三層介電層之電容套組之三個小型化電容。使用這些小型化電容進行第二步進應力測試。這些小型化電容在 75°C 之升高之環境溫度下平衡及不通電整夜。在整個第二步進應力測試中環境溫度保持在 55°C。使用上述方法使小型化電容通電及去電能直至發生介電故障。

結果證明添加 BMAQ 至介電液係提供在升高溫度(亦即 55°C)操作之高溫(亦即 75°C)老化之小型化電容之裝置耐

故障性的改良。關於 55°C 之步進應力數據，具有 1.2 密耳之墊厚度之對照組 A 小型化電容顯示在 180 至 190% 之額定電壓的範圍內故障。明確的說，67% 之對照組 A 小型化電容在 180 % 之額定電壓故障，而 33% 之對照組 A 小型化電容在 190 % 之額定電壓故障。填充著實施例 5 及 6 之介電液之小型化電容顯示在 190 至 200% 之額定電壓的範圍內故障。更明確地說，91% 之小型化電容在 190 % 或更高之額定電壓故障。注意所提供之包括 0.8% 之 BMAQ 及 0.8% 之 ERL-4299 之實施例 6，且具有三層介電層時，證明所有測試之小型化電容試樣皆在 200% 之額定電壓故障。升高溫度之步進應力測試的結果示於下表 8。

表 8

	對照組 A		實施例 5		實施例 6	
介電層數目：	2	3	2	3	2	3
故障程度(額定電壓之%)	180	190	190	190	190	200
	190	180	190	200	190	200
	180	180	190	200	180	200

第 3 圖係說明室溫步進應力測試及升高溫度之步進應力測試兩者發生介電故障時之額定電壓的百分比。室溫步進應力測試發生介電故障時之額定電壓的百分比係在圖式的左側說明，而升高溫度之步進應力測試發生介電故障時之額定電壓的百分比係在圖式的右側說明。與填充包含 ERL-4299，但不含 BMAQ 之對照組 A 介電液之小型化電容相

較下可看出，分別填充包括 0.4 及 0.8% 之 BMAQ 之實施例 5 及 6 之介電液之小型化電容證明在室溫及 55°C 之升高之環境溫度具有改良之耐故障性。

使用描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法製備填充著對照組 A 介電液及包括 BMAQ 之介電液之小型化電容。在 75°C 之升高的環境溫度使小型化電容老化 1000 小時。於 55°C 使用局部放電偵測器對這些小型化電容進行測試以測定 DIV 及 DEV。

結果顯示填充包含 BMAQ 之介電液之小型化電容證明了在 55°C 之環境溫度，依 BMAQ 之添加量而具 4% 至 7.3% 之 DIV 之改良。結果亦提供了填充包含 BMAQ 之介電液之小型化電容顯示在 55°C 之環境溫度，依 BMAQ 之添加量而具 3% 至 9.1% 之 DEV 之改良。

使用上述 AC 至 DC 轉換測試所述之方法，建構對照組 A 及實施例 6 之包括具有三層介電層之電容套組之小型化電容各三個。使用該等小型化電容進行第三階段應力測試。使電容在室溫下平衡及不通電整夜。在整個第三階段應力測試中環境溫度保持在 -40°C。在 130% 之額定電壓使電容通電及操作直至發生介電損壞。此測試之明確實施例中，小型化電容之額定電壓為 2.64 kV 且起始階段為 3.43 kV。

結果顯示填充具有或不具有 BMAQ 之介電液之小型化電容於 -40°C 在 130% 之額定電壓皆故障。然而，添加 BMAQ 至介電液係大幅改良小型化電容可忍受電性應力之時間

量。特別是，填充包含 BMAQ 之介電液之小型化電容於 -40°C 能夠忍受電性應力(即 130%之額定電壓)明顯長於填充對照 A 介電液之小型化電容。通常，結果證明添加 0.8%之 BMAQ 至介電液係大幅改良小型化電容在 -40°C 之環境溫度之裝置耐故障性。 -40°C 階段應力測試結果係於一時間範圍記錄並顯示於下表 9。通常，填充實施例 6 之介電液之小型化電容忍受 130%之額定電壓之電性應力係明顯長於填充對照 A 介電液之小型化電容。

表 9

	對照組 A	實施例 6
介電層數目	3	3
在 130%之額定電壓下之操作時間	<1	20-30
	<1	1-2
	<1	20

表 9 的結果亦提供於第 4 圖。填充著對照組 A 介電液之小型化電容所容忍的時間量係在圖式的左側說明，而填充著包括 0.8%之 BMAQ 之介電液之小型化電容所容忍的時間量係在圖式的右側說明。

DC 崩潰測試

使用描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法為對照組 A，實施例 1，2，5，及 6 各建構包括具有兩層介電層(具有 1.2 密耳之墊厚度)之電容套組之十個小型化電容。此外，為對照組 A，實施例 1，2，5，及 6 各建構具有三層介電層(具

有 1.2 密耳之墊厚度)之電容套組之三個小型化電容。為了模擬高溫重複使用，在 75°C 之昇高的環境溫度使小型化電容老化 1000 小時。在整個 DC 崩潰測試中環境溫度保持在 75°C。利用增加之 DC 電壓使小型化電容通電直至發生介電故障。

雖然可看到廣範圍的偏差，但該結果依然建議添加 BMAQ 至介電液可提供在相同升高之溫度(亦即 75°C)時操作，高溫(亦即 75°C)老化之小型化電容之改良的耐 DC 崩潰性。亦觀察到具有不同用量之 BMAQ 之介電液亦證明類似程度的改良。此 DC 崩潰測試的結果示於下表 10。

表 10

介電液	介電層數目	平均 DC 崩潰(kV)	標準差	介電層數目	平均 DC 崩潰(kV)	標準差
對照組 A	2	9.88	1.478	3	10.12	1.012
實施例 1	2	10.85	1.940	3	10.23	2.215
實施例 2	2	10.68	2.075	3	11.22	0.887
實施例 5	2	11.08	1.850	3	10.28	1.794
實施例 6	2	10.70	1.873	3	11.22	1.704

第 5 圖係提供以匣狀圖表示此 DC 崩潰測試的結果。熟知此項技藝人士可瞭解匣狀圖係總結關於形狀，分散性及一系列數據之中心的資訊，且亦可鑑別出一系列數據之極端值之數據。各垂直條棒的頂端邊緣係表示一系列數據之第一四分位數(Q1)，而各垂直條棒的底部邊緣係表示該系

列數據之第三四分位數(Q3)。垂直條棒係表示該系列數據之四分位差範圍(IQR)，或中間 50%。穿過匣狀圖所拉出的線係表示數據的中位數。自各垂直條棒的頂端邊緣所延伸的線向著數據系列之最高值(排除離群值)向外延伸。同樣地，自各垂直條棒的底部邊緣所延伸的線向著數據系列之最低值向外延伸。以星號表示極端值或離群值。這些值鑑別為離群值係因為這些值以超過 IQR 之 1.5 倍大於 Q3 或小於 Q1。若數據相當地對稱，則中位數線大致上在 IQR 匣狀圖的中間且絲線的長度類似。若數據歪斜，則中位數線可能不會落在 IQR 匣狀圖的中間，而一邊的絲線可能比另一邊明顯地更長。熟知此項技藝人士可瞭解通常在評估介電崩潰時觀察到廣範圍的偏差。然而，數據的顯著性可歸因於數據系列的分佈。可看出與對照組 A 相較下，包括 BMAQ 之介電液的數據證明造成整體之 DC 崩潰的增加。

藉由以 500 伏特/秒(V/sec)之速率增加所施加之 DC 電壓直至觀察到介電故障以進行第二 DC 崩潰測試。使用描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法建構小型化電容。以對照組 A 介電液及比較性組成物，實施例 5 及 7(依據表 11，其包括 BMAQ 及 ERL-4299)各填充具有 1 密耳之墊厚度之十個小型化電容。實施例 5A 含有與實施例 5 相同用量之 BMAQ 及 ERL-4299。然而，實施例 5A 係使用市售之製造設備以大批次予以製備，而實施例 5 則在實驗室以小批次予以製備。

表 11

	對照組 A	實施例 5	實施例 5A	實施例 7
成分	重量%			
BMAQ(Alfa Aesar, 97%純度)	--	0.4	0.4	0.1
ERL-4299(Dow Chemical)環氧化 化物清除劑	0.8	0.8	0.8	0.8

雖然自每一種小型化電容之多個試樣所產生之數據之間有一些偏差值，但結果係使用統計 t-測試予以評估，其係測量兩組總體數據間之差異的統計顯著性，而以高信賴度證明添加 0.4%之 BMAQ 至介電液係改良耐 DC 崩潰性。第二 DC 崩潰測試的結果以每一種小型化電容之 15 個試樣的平均及標準差表示如下表 12。

表 12

	對照組 A	實施例 5	實施例 5A	實施例 6
平均：	6.96	9.45	8.93	8.31
標準差：	0.504	2.056	1.783	1.665

AC 及 DC 崩潰測試

使用描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法建構小型化電容。藉由添加依據表 13 之 BMAQ 及 ERL-4299(Dow chemical 公司)至 SAS-40(一種市售介電液)在實驗室中以小批次各製備比較性組成物，實施例 8 至 12，而在對照組 B 中係添加 ERL-4299，而非 BMAQ。以對照組 B 或實施例 8

至 12 各填充具有 1 密耳之墊厚度之小型化電容。

表 13

	對照組 B	實施例 8	實施例 9	實施例 10	實施例 11	實施例 12
成分	重量%					
BMAQ (Alfa Aesar, 97%純度)	--	0.1	1	0.1	1	0.5
ERL-4299(Dow Chemical) 環氧化物清除劑	0.6	0.1	1	1	0.1	0.8

為了模擬高溫重複使用，在 75°C 之昇高的環境溫度使小型化電容老化 4376 小時。在整個 AC 及 DC 崩潰測試中環境溫度保持在 75°C。利用增加之 DC 電壓使各對照組 B 及實施例 8 至 12 各者之某些小型化電容通電直至發生介電故障，而對照組 B 及實施例 8 至 12 各者之其他小型化電容則利用增加之 AC 電壓予以通電直至發生介電故障。

結果證明添加 BMAQ 至介電液可提供在相同升高之溫度(亦即 75°C)時操作，經高溫(亦即 75°C)老化之小型化電容之改良的耐 DC 崩潰性。使用各組成物之三個小型化電容進行三重覆測試，這些 AC 及 DC 崩潰測試的結果示於第 6 圖且具體數值示於表 14。此結果以各組成物之三個數據點(kV)之平均，與標準差一起提供。

表 14

	對照組 B	實施例 8	實施例 9	實施例 10	實施例 11	實施例 12
DC 崩潰						
平均：	7.81	10.33	11.48	9.26	9.97	7.73
標準差：	0.300	0.824	1.777	1.095	2.603	0.380
AC 崩潰						
平均：	6.72	7.40	7.03	6.80	7.15	6.98
標準差：	0.625	0.251	0.142	0.323	0.206	0.286

DC 崩潰測試

使用類似於描述於上述 AC 至 DC 轉換測試之方法建構具有 0.8 密耳及 1.2 密耳之墊厚度之小型化電容。製備比較性介電液組成物：(i) 具有 0.8% 之 ERL-4299 之 SAS-40 (對照組 A)，(ii) 等量摻合之具有 0.8% 之 ERL-4299 之 SAS-40 及單苯甲基甲苯，以及 (iii) 具有 0.8% 之 ERL-4299 及 0.5% 之 BMAQ 之 SAS-40 (實施例 12)。各介電液皆製備兩種小型化電容。

在室溫及 75°C 之升高之環境溫度進行另一個 DC 崩潰測試。為了模擬各種使用溫度範圍，在升高之環境溫度使一系列之小型化電容老化 1000 小時，在室溫使第二系列之小型化電容老化 1000 小時，及在室溫與 75°C 間之循環溫度使第三系列之小型化電容老化，各條件皆保持全期為 100 小時之一週。然後將各系列之小型化電容分成兩個次系列。在整個 DC 崩潰測試中，一次系列之小型化電容係使環

環境溫度保持在室溫，而另一次系列之小型化電容則使環境溫度保持在 75°C 之升高之環境溫度。利用增加之 DC 電壓使小型化電容通電直至發生介電故障。使用各組成物及條件之各三個小型化電容進行三重覆測試，這些 DC 崩潰測試的結果示於第 7 圖且將具有 1.2 密耳之墊厚度之小型化電容之具體數值(kV)示於表 15。此結果係以各組成物與條件組合之三個數據點之平均，與標準差一起提供。

表 15

老化 1000 小時		在 75°C		在室溫		在室溫與 75°C 間之 溫度循環	
DC 崩潰測試之溫度		室溫	75°C	室溫	75°C	室溫	75°C
對照組 A	平均	12.11	8.56	13.30	9.98	11.66	9.15
	標準差	1.67	0.09	0.74	0.25	0.4	1.19
實施例 12	平均	10.33	10.30	13.27	12.57	11.30	11.47
	標準差	0.81	1.56	0.23	0.59	0.35	1.05

AC 去電能模型

為了模擬在升高之環境溫度對電容的重複使用及應力，在約 65°C 之環境溫度對電容施加交替之 AC 及 DC 應力。建構各具有 1.2 密耳之墊厚度之填充著包括具有 0.6% 之 ERL-4299，但不含 BMAQ 之 SAS-40 之對照組 B 介電液之十個小型化電容，及填充著包括具有 0.6% 之 ERL-4299 和 0.4% 之 BMAQ 之 SAS-40 之本發明示例介電液(實施例 13)之十個小型化電容以評估此示例實施例之電容之 AC 去電能作

用。此外，亦建構各具有 0.8 密耳之墊厚度之填充著對照組 B 介電液之十個小型化電容，及填充著實施例 13 之十個小型化電容。

將這些小型化電容放置在此測試之具有 60°C 之升高之環境溫度之室中。利用 2.7kV/密耳之 AC 電壓使小型化電容通電及操作 10 分鐘。然後使小型化電容去電能。去電能之後，接著使小型化電容再通電並於 1.95 倍之電容之額定 DC 電壓操作 10 分鐘。電容之額定 DC 電壓通常係由電容單元之平均均方根(RMS)電壓獲得。然後使小型化電容去電能，再利用 2.7kV/密耳之 AC 電壓使小型化電容通電及操作 10 分鐘。每 10 分鐘重複交替之 AC 及 DC 應力去電能/再通電循環歷時 24 小時。若無發生介電故障，則使 DC 電壓增加至 2.1 倍之電容額定 DC 電壓，再利用保持於 2.7kV/密耳之 AC 應力重複 AC 及 DC 應力去電能/再通電循環歷時另一 24 小時。以增加 0.15 倍之額定電壓而每 24 小時重複 AC 及 DC 應力去電能/再通電循環直至小型化電容故障。針對每個故障之小型化電容，進行應力量與預先建立之 DIV 值的比較測試以確認該電容故障係由通電/去電能循環而非由局部放電所造成。AC 通電模型的結果提供於下表 16。

表 16

DC 電壓應力：X 倍 之額定 DC 電壓	0.8 密耳之墊厚度		1.2 密耳之墊厚度	
	對照組 B	實施例 13	對照組 B	實施例 13
1.95	10%		20%	
2.1	40%	10%		
2.25		20%		
2.4	50%			
2.55			30%	
2.7	80%	40%	40%	
2.85		50%		10%
3	90%	80%	50%	20%
3.15		90%		40%
3.3		100%		
3.45	100%			
3.6				70%
3.75			60%	90%
3.9			70%	100%
4.05			80%	
4.2			90%	
4.35				
4.5				

結果證明添加 BMAQ 至介電液對在於至少 3 倍之額定

DC 電壓之 DC 電壓應力之 60°C 之昇高溫度重複 AC 及 DC 應力去電能/再通電循環下之耐故障性提供顯著的改良。又，電容的典型操作暗示耐故障性最受關注的量在 2.7 倍之額定電壓。如上所示，在此 DC 電壓應力之特別量，填充著具有 BMAQ 之介電液之小型化電容清楚地顯示改良之耐故障性。注意對具有 0.8 密耳之墊厚度且在 2.7 倍之額定電壓測試之小型化電容而言，該等填充著沒有 BMAQ 作為添加劑之介電液者係以該等填充著含有 BMAQ 之介電液者兩倍的速率故障。又更明顯的是，對具有 1.2 密耳之墊厚度之小型化電容而言，40%之填充著沒有 BMAQ 之介電液之小型化電容在 2.7 倍之額定電壓之 DC 應力故障，而那些填充著含有 BMAQ 之介電液者直至對其施加 2.85 倍或更高之額定電壓之 DC 應力才開始故障。

全尺寸電容

亦藉由製備具有包括此組合之介電液之全尺寸電容研究蔥醌與清除劑之組合對改良裝置耐故障性的能力。示例之全尺寸電容係填充著包括 0.6%之 ERL-4299，但不含 BMAQ 之對照組 B 介電液，或填充著包括具有 0.6%之 ERL-4299 及 0.5%之 BMAQ 之 SAS-40 之本發明之示例介電液(實施例 14)。除非另有說明，全尺寸電容之介電液皆係使用市售製造設備以大批次製造之。然而，全尺寸電容設計之變化係依據下表 17 所示。

表 17

電容	墊厚度	額定電壓
電容 1	1.0 密耳	2200 V/密耳
電容 2	0.94 密耳	1767 V/密耳
電容 3	1.2 密耳	2000 V/密耳
電容 4	0.84 密耳	2143 V/密耳
電容 5	1.0 密耳	1990 V/密耳
電容 6	0.8 密耳	2000 V/密耳
電容 7	1.0 密耳	2000 V/密耳
電容 8	1.05 密耳	1895 V/密耳

調節測試(conditioning test)

為了研究全尺寸電容容忍重複使用的能力，對電容施加各種延長時間的電應力。十六個電容 1 的試樣係填充著包括 0.5%之 BMAQ 及 0.6%之 ERL-4299 之介電液(實施例 14)。對所有的電容 1 試樣施加許多例行性測試以評估電容的完整性。在開始調節測試之前，十六個電容中之一個故障。對剩下填充著實施例 14 之介電液之 15 個電容 1 試樣施加 15kV 之 AC 電壓歷時 60 小時。15 個電容 1 試樣全部成功地通過調節測試，並未發生介電系統的崩潰。

對填充著實施例 14 之介電液之六個電容 2 試樣施加 120%之額定電壓之 DC 電壓歷時 50 小時，接著施加 140%之額定電壓之 DC 電壓歷時 60 小時。六個電容 2 試樣全部成功地通過測試，並未發生介電系統的穿擊。

對填充著實施例 14 之介電液之五個電容 3 試樣施加 125%之額定電壓之 AC 電壓歷時 50 小時，接著施加 150%之額定電壓之 AC 電壓歷時 100 小時。僅有兩個試樣成功地通過測試。一試樣在 125%之額定電壓下 4 分鐘後故障。另一試樣在 125%之額定電壓 50 小時及 135%之額定電壓 32 小時後故障。第三個試樣在施加 125%之額定電壓之 AC 電壓時故障。

-40°C 步進應力測試

使用全尺寸電容研究包括蔥醌與清除劑之組合之介電液對容忍低溫電應力的能力。使電容在室溫下平衡及不通電整夜。在整個-40°C 步進應力測試中環境溫度保持在-40°C。在 130%之額定電壓使電容通電及操作。然後使電容去電能至少 4 小時。去電能之後，接著使電容以 10%增加(即 140%之額定電壓)再通電及操作 30 分鐘。使電容去電能整夜。以 10%電壓增加(亦即，於 150%，160%，170%，180%，190%及 200%之額定電壓)重複去電能/再通電循環直至發生介電故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 3 試樣施加-40°C 步進應力測試。一試樣在 160%之額定電壓下 6 分鐘後故障，而另一試樣在 150%之額定電壓下 5 分鐘後故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 4 試樣施加-40°C 步進應力測試。一試樣在 170%之額定電壓下 6 分鐘後故障，而另一試樣在 160%之額定電壓下 15 分鐘後故障。此外，亦測試填充著對照組 B 介電液之兩個電容 4 試樣。

兩個試樣皆在 170%之額定電壓下 6 分鐘後故障。再者，在實驗室中以小批次利用對照組 B 介電液製備兩個電容 4 試樣。一試樣在 170%之額定電壓下 7 分鐘後故障，而另一試樣在 180%之額定電壓下 1 分鐘後故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 5 試樣施加 -40°C 步進應力測試。一試樣在 150%之額定電壓故障，而另一試樣在 130%之額定電壓故障。此外，亦測試填充著對照 B 介電液之三個電容 5 之試樣。一試樣在 140%之額定電壓下 2 分鐘後故障，另一試樣在 130%之額定電壓下 7 分鐘後故障，第三個試樣在 160%之額定電壓下 18 分鐘後故障。再者，使用在實驗室中以小批次混合之對照組 B 介電液建構一個電容 5 試樣。此試樣在 130%之額定電壓下 23 分鐘後故障。

室溫步進應力測試

使用全尺寸電容研究包括蔥醌與清除劑之組合之介電液對容忍室溫電應力的能力。使電容在室溫下平衡及不通電整夜。在整個室溫步進應力測試中環境溫度保持在室溫。在 130%之額定電壓使電容通電及操作 30 分鐘。接著，使電容以 10%增加(即 140%之額定電壓)操作 30 分鐘。以 10%電壓增加(亦即，於 150%，160%，170%，180%，190%及 200%之額定電壓)重複電壓的增加直至發生介電故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 3 試樣施加室溫步進應力測試。一試樣在 180%之額定電壓下 28 分鐘後故障，而另一試樣在 170%之額定電壓下 2 分鐘後故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 4 試樣施加室溫步進應力測試。兩個試樣皆在 210%之額定電壓故障。此外，亦測試填充著對照組 B 介電液之兩個電容 4 之試樣。一試樣在 180%之額定電壓下 1.4 小時後故障，而另一試樣在 200%之額定電壓下 1 小時後故障。再者，使用在實驗室中以小批次混合對照組 B 介電液建構兩個電容 4 試樣。一試樣在 200%之額定電壓下 16 分鐘後故障，而另一試樣在 200%之額定電壓下 7 分鐘後故障。此結果進一步建議添加 BMAQ 至介電液不會導致在室溫之任何顯著的不利效能。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 5 試樣施加室溫步進應力測試。一試樣在 190%之額定電壓下 2 分鐘後故障，而另一試樣在 190%之額定電壓下 5 分鐘後故障。

55°C 步進應力測試

使用全尺寸電容研究包括蔥醌與清除劑之組合之介電液對容忍暖溫電應力的能力。使電容在 55°C 下平衡及不通電整夜。在整個 55°C 步進應力測試中環境溫度保持在 55°C。在 130%之額定電壓使電容通電及操作。然後使電容去電能至少 4 小時。去電能之後，接著使電容以 10%增加(即 140%之額定電壓)再通電及操作 30 分鐘。使電容去電能整夜。以 10%電壓增加(亦即，於 150%，160%，170%，180%，190%及 200%之額定電壓)重複去電能/再通電循環直至發生介電故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 3 之試樣施加 55°C 步進應力測試。一試樣在 170%之額定電壓下 13 分鐘

後故障，而另一試樣在 170%之額定電壓下立即地故障。

對填充著實施例 14 之介電液之兩個電容 4 試樣施加 55°C 步進應力測試。一試樣在 220%之額定電壓下 8 分鐘後故障，而另一試樣在 220%之額定電壓下 2 分鐘後故障。此外，亦測試填充著對照組 B 介電液之一個電容 4 之試樣。此試樣在 210%之額定電壓下 8 分鐘後故障。再者，在實驗室中以小批次使用混合之對照組 B 介電液建構兩個電容 4 試樣。一試樣在 200%之額定電壓下 18 分鐘後故障，而另一試樣在 210%之額定電壓下 3 分鐘後故障。

-20°C 步進應力測試

亦使用全尺寸電容在 -20°C 研究包括蔥醌與清除劑之組合之介電液對容忍低溫電應力的能力。使電容在室溫下平衡及不通電整夜。在整個 -20°C 步進應力測試中環境溫度保持在 -20°C。在 130%之額定電壓使電容通電及操作。然後使電容去電能至少 4 小時。去電能之後，接著使電容以 10%增加(即 140%之額定電壓)再通電及操作 30 分鐘。使電容去電能整夜。以 10%電壓增加(亦即，於 150%，160%，170%，180%，190%及 200%之額定電壓)重複去電能/再通電循環直至發生介電故障。

對填充著實施例 14 之介電液之四個電容 3 試樣施加 -20°C 步進應力測試。兩個試樣在 130%之額定電壓下故障，一個在 17 分鐘後而另一個在 5 分鐘後。其餘兩個試樣在 150%之額定電壓下故障，一個在 5 分鐘後，另一個在 4 分鐘後。

高溫 DC 殘留電壓測試

建構各具有 1.2 密耳之墊厚度之填充著包括含有 0.8% 之 ERL-4299，但不含 BMAQ 之 SAS-40 之對照 C 介電液之兩個全尺寸電容，及填充著包括具有 0.8% 之 ERL-4299 及 0.4% 之 BMAQ 之 SAS-60 之本發明之示例介電液(實施例 15)之兩個全尺寸電容。這些電容係設計成具有 7.2kV 之額定電壓，200 之額定仟伏-安培無效功率(kilovolt-ampere reactive power, KVAR)(其係測量 AC 電力系統中之無效功率)及 2000v/密耳之設計應力。

為了模擬電容在昇高之環境溫度之重複使用及應力，將電容放置在強制進氣環境室中並以 110%額定電壓之 AC 電流予以通電。室之環境溫度增加至 65°C。在這些溫度及 AC 電壓條件下使電容操作至少 336 小時(14 天)。接著，使電容去電能再測量各單元的電容量。然後將去電能之電容放置在 DC 測試室中再施加 2.12 倍之額定 DC 電壓量之 DC 電壓。在達到所要之 DC 電壓測試量後，立刻移除電壓供應，隔離電容 5 分鐘，而電容具有受限於其中之 DC 電荷。在 5 分鐘之隔絕時間後，電容短路，再度測量此單元的電容量。可觀察到填充著含有 0.4% 之 BMAQ 之介電液之兩個電容皆成功地完成所需之測試系列，且填充著對照組 C 介電液之兩個電容皆成功地完成測試之 AC 部份但在曝露於 DC 測試後故障。DC 測試前後之各上述電容的電容量提供於下表 18。

表 18

測試電容	於 110%, 65°C 之 AC 操作(小時)	DC 測試前之電容量 (uf)	DC 測試量 (kV)	最終電容量 (uf)
對照組 C 測試 1	336	10.39	15.3	15.53
對照組 C 測試 2	336	10.41	15.3	15.66
實施例 15 測試 1	336	10.27	15.3	10.27
實施例 15 測試 2	336	10.42	15.3	10.43

對熟知此項技藝人士而言，具有本發明揭露之益處之許多其他變化，特點，及實施例為清楚可知者。因此，應可感知本發明之許多面向僅係藉由上述實施例說明，而並不意謂其係本發明之所需或必須元件，除非另有明確地陳述。亦應瞭解本發明並非侷限於例示實施例，而在下述申請專利範圍之精神及範疇內可進行各種變化。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為依據示例實施例之電容的透視圖。

第 2 圖為依據示例實施例例示於第 1 圖之電容之電容套組的透視圖。

第 3 圖係說明以包括 β -甲基蒽醌("BMAQ")之介電液填充之小型化電容及以無 BMAQ 之對照介電液填充之小型

化電容在室溫 and 升溫時發生介電故障之額定 AC 電壓的百分比。

第 4 圖係說明在 -40°C 時，以包括 BMAQ 之介電液或無 BMAQ 之對照介電液填充之小型化電容能容忍 130%額定電壓之 DC 電壓的分鐘數。

第 5 圖係說明以包括 BMAQ 之介電液或無 BMAQ 之對照介電液填充之具不同設計之小型化電容在高溫老化和操作下的平均 DC 崩潰電壓(以仟伏為單位計)。

第 6 圖係說明以包括 BMAQ 之介電液或無 BMAQ 之對照介電液填充之具不同設計之小型化電容在高溫老化和操作下的 AC 和 DC 崩潰電壓(以仟伏為單位計)。

第 7 圖係說明以包括 BMAQ 之介電液或無 BMAQ 之對照介電液填充之小型化電容在不同條件下老化和在室溫或 75°C 操作的 DC 崩潰電壓(以仟伏為單位計)。

【主要元件符號說明】

10	電容	11	外殼
12	填充管	13	終端
14	套組	15、16	金屬箔
17	介電層	18	套組頂部
19	套組底部	20	夾鉗
22	介電液		

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97139851

※申請日：97.10.17

※IPC 分類：H01G 4/4 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

改良電容效能之介電液

DIELECTRIC FLUID FOR IMPROVED CAPACITOR PERFORMANCE

二、中文發明摘要：

一種對裝置提供改良耐電容之耐故障性之介電液，包括某些蒽醌化合物與清除劑的組合。與以無此組合所製成之電容相較下，包含此介電液之電容可具有較高的開始放電電壓且可具有提昇之故障臨界電壓。因此，這些電容較具耐故障性。

三、英文發明摘要：

A dielectric fluid that provides improved resistance to device failure in capacitors comprising combinations of certain anthraquinone compounds and scavengers. Capacitors including the dielectric fluid can have a higher discharge inception voltage and can have increased failure threshold voltages in comparison to capacitors made without the combination. Therefore, these capacitors are more resistant to failures.

七、申請專利範圍：

1. 一種交流電之電容，包括外殼及外殼中之介電液，該介電液包括：
約 0.1 至約 3wt%之 β -甲基蒽醌；以及
約 0.1 至約 1wt%之環脂肪族環氧化物樹脂。
2. 如申請專利範圍第 1 項之電容，其中環脂肪族環氧化物樹脂係選自由下列各者所組成之族群：雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯、3,4-環氧基環己烷羧酸 3,4-環氧基環己基甲酯、及-3,4-環氧基環己基-羧酸(3',4'-環氧基環己烷)甲酯。
3. 如申請專利範圍第 2 項之電容，其中環脂肪族環氧化物樹脂為雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯。
4. 如申請專利範圍第 1 項之電容，其中介電液包括約 0.3wt%至約 0.8wt%之 β -甲基蒽醌。
5. 如申請專利範圍第 4 項之電容，其中介電液包括約 0.3wt%至約 0.6wt%之 β -甲基蒽醌。
6. 如申請專利範圍第 5 項之電容，其中介電液包括約 0.35wt%至約 0.5wt%之 β -甲基蒽醌。
7. 如申請專利範圍第 6 項之電容，其中介電液包括約 0.5wt%之 β -甲基蒽醌。
8. 如申請專利範圍第 6 項之電容，其中介電液包括約 0.4wt%之 β -甲基蒽醌。
9. 如申請專利範圍第 1 項之電容，其中介電液進一步包括：

苯甲基甲苯；

1,1-二苯基乙烷；以及

約 0.1 至約 3wt%之 1,2-二苯基乙烷。

10. 一種介電液，包括：

約 0.1 至約 3wt%之 β -甲基蒽醌；以及

約 0.1 至約 1wt%之環脂肪族環氧化物樹脂。

11. 如申請專利範圍第 10 項之介電液，其中環脂肪族環氧化物樹脂係選自由下列各者所組成之群組：雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯、3,4-環氧基環己烷羧酸 3,4-環氧基環己基甲酯、及 3,4-環氧基環己基羧酸(3',4'-環氧基環己烷)甲酯。

12. 如申請專利範圍第 11 項之介電液，其中環脂肪族環氧化物樹脂為雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯。

13. 如申請專利範圍第 10 項之介電液，其中介電液包括約 0.3wt%至約 0.8wt%之 β -甲基蒽醌。

14. 如申請專利範圍第 13 項之介電液，其中介電液包括約 0.3wt%至約 0.6wt%之 β -甲基蒽醌。

15. 如申請專利範圍第 14 項之介電液，其中介電液包括約 0.35wt%至約 0.5wt%之 β -甲基蒽醌。

16. 如申請專利範圍第 15 項之介電液，其中介電液包括約 0.5wt%之 β -甲基蒽醌。

17. 如申請專利範圍第 15 項之介電液，其中介電液包括約 0.4wt%之 β -甲基蒽醌。

18. 如申請專利範圍第 10 項之介電液，其中介電液進一步

包括：

苯甲基甲苯；

1,1-二苯基乙烷；以及

約 0.1 至約 3wt%之 1,2-二苯基乙烷。

19. 一種減少於升高之環境溫度在交流電下操作之電容故障之可能性的方法，其中該電容包括電容外殼及複數層介電層，該方法包括：

以包括約 0.1 至約 3wt%之 β -甲基蒽醌及約 0.1 至約 1wt%之環脂肪族環氧化物樹脂之介電液填充該電容外殼。

20. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中環脂肪族環氧化物樹脂係選自由下列各者所組成之群組：雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯、3,4-環氧基環己烷羧酸 3,4-環氧基環己基甲酯、及 3,4-環氧基環己基-羧酸(3',4'-環氧基環己烷)甲酯。

21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中環脂肪族環氧化物樹脂為雙(3,4-環氧基環己基)己二酸酯。

22. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中升高之環境溫度係高於 40°C。

23. 如申請專利範圍第 22 項之方法，其中升高之環境溫度係高於 55°C。

24. 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中升高之環境溫度係約 75°C。

25. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中開始放電電壓

(DIV)或放電消滅電壓(DEV)係增加至少 3%。

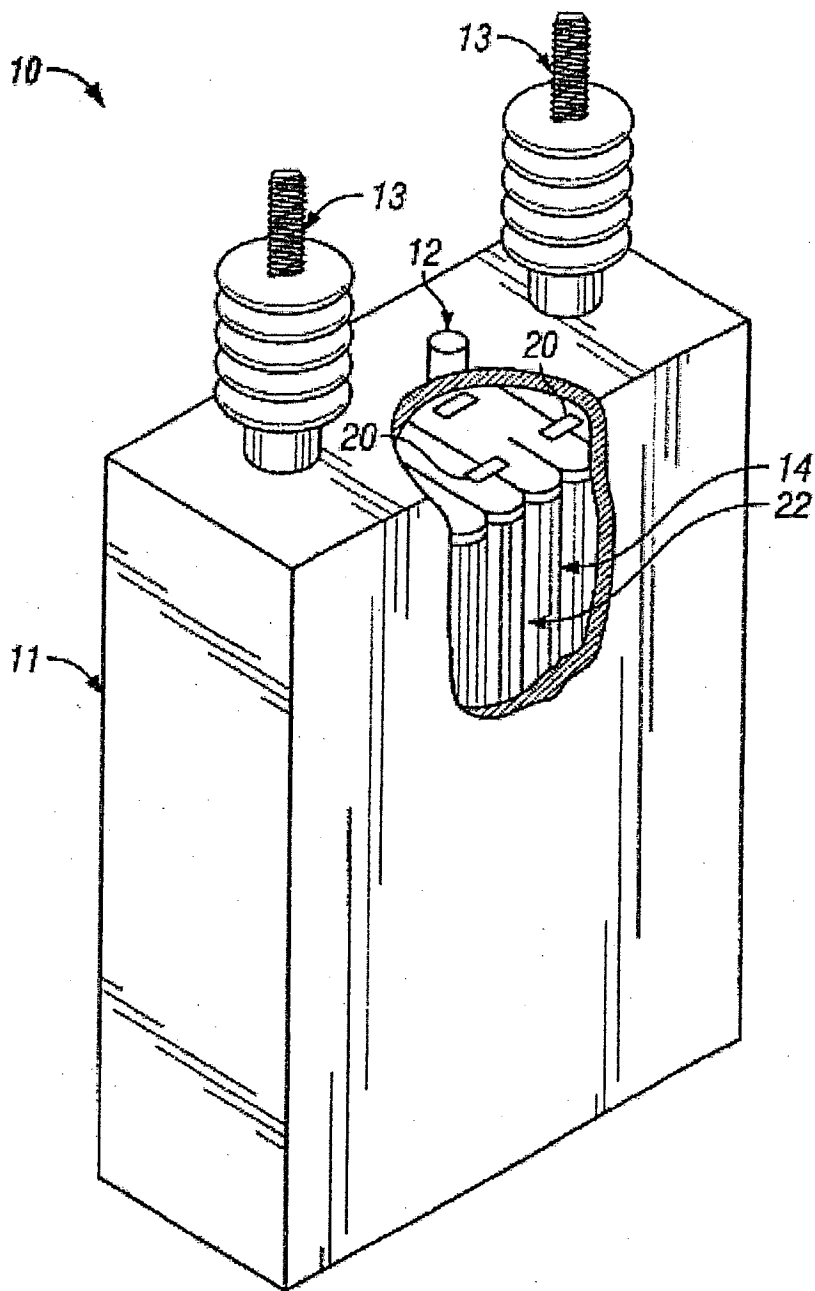
26. 一種減少交流電電容故障之可能性的方法，其中該電容包括電容外殼及複數層介電層且設計成具有額定電壓，該方法包括：

以用於減少該交流電電容在小於 3 倍之該額定電壓之直流電(DC)電壓量操作時之故障可能性之有效量之 β -甲基蒽醌之介電液填充該電容外殼。

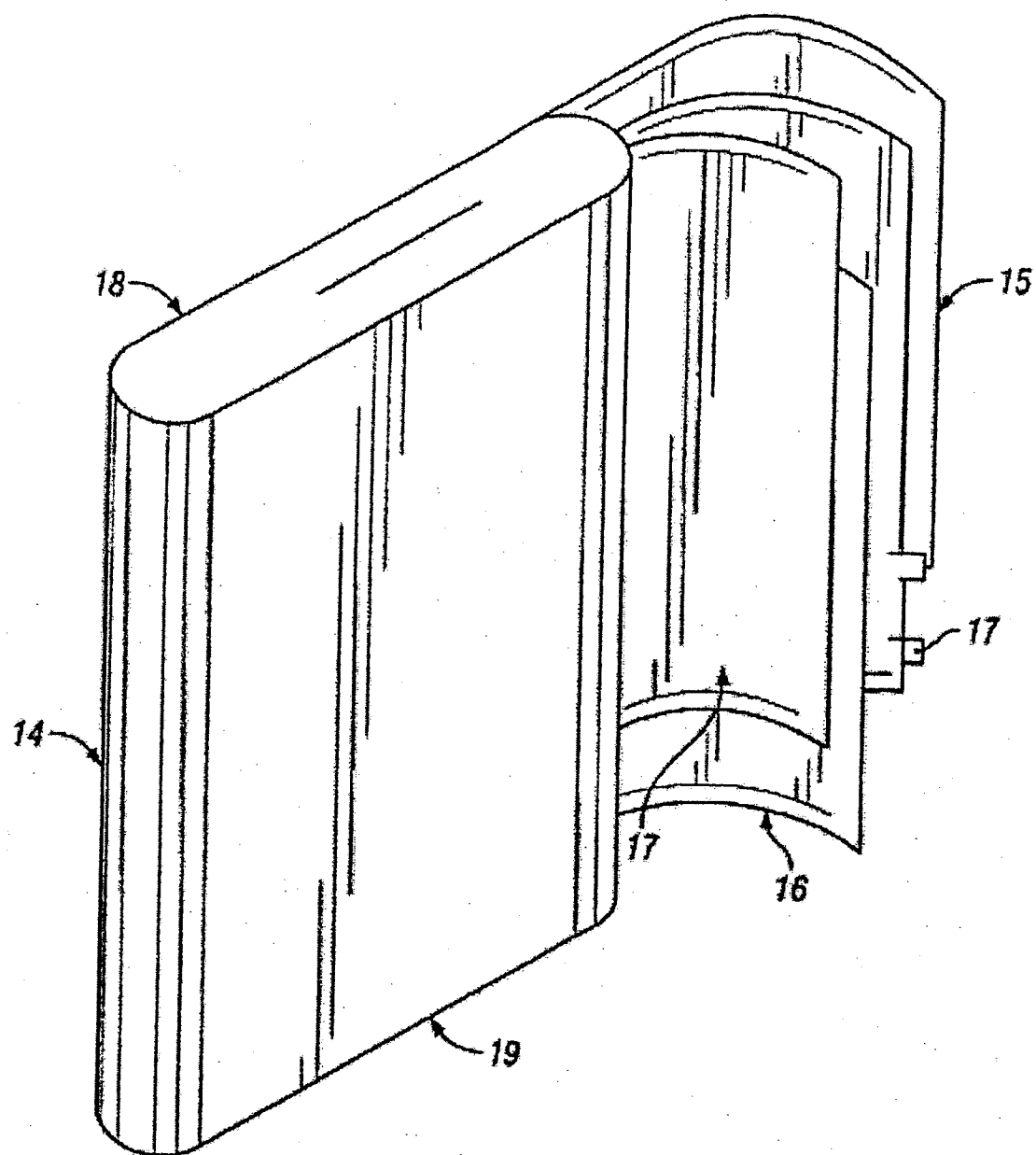
27. 如申請專利範圍第 26 項之方法，其中介電液包括約 0.4wt%之 β -甲基蒽醌。

28. 如申請專利範圍第 26 項之方法，其中該直流電(DC)電壓量係小於 2.7 倍之該額定電壓。

八、圖式：

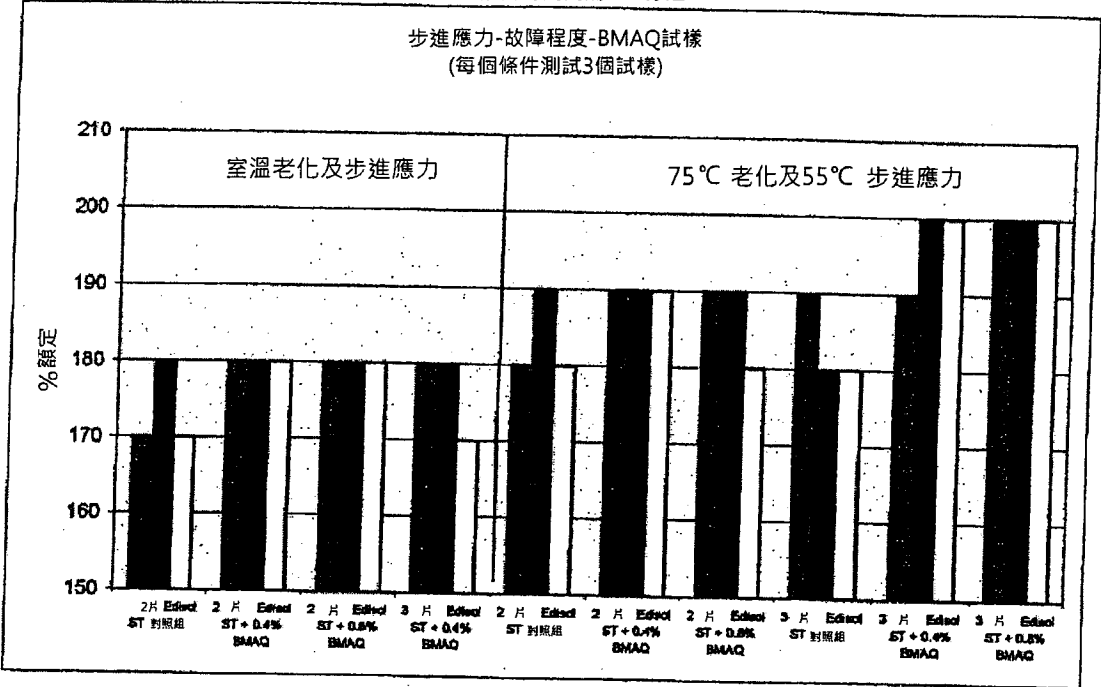


第1圖

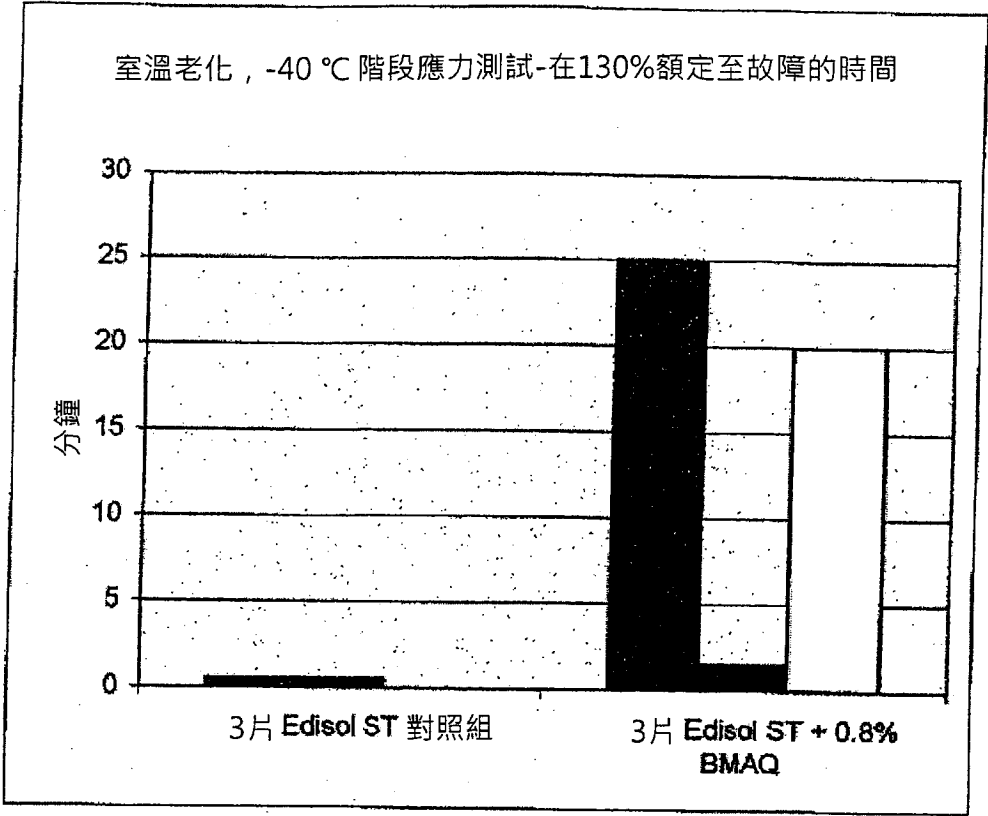


第2圖

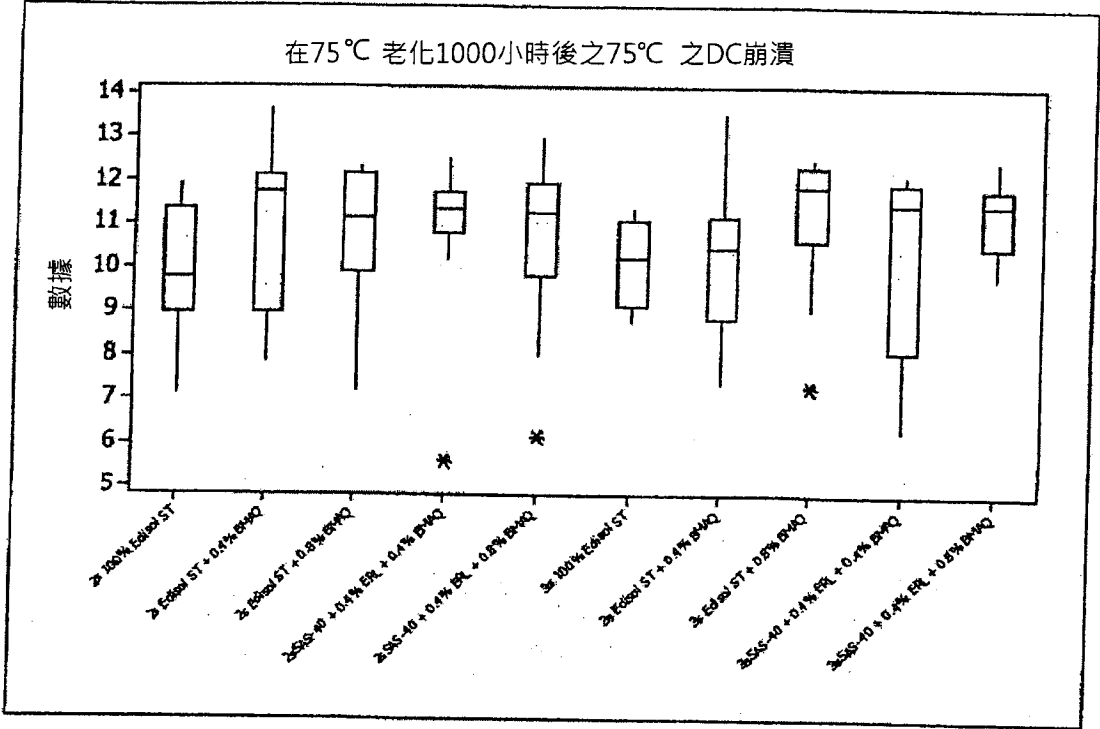
測試條件
額定電壓=2.64kV
以10%階段提昇直至崩潰
初始階段=130%額定電壓=3.43kV
階段電壓=264V
各階段之時間間隔=30分鐘



第3圖



第4圖



第5圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	電容	11	外殼
12	填充管	13	終端
14	套組	20	夾鉗
22	介電液		

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式