201802135

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201802135 A

(43)公開日： 中華民國 107 (2018) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：106108157 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 03 月 13 日

(51)Int. Cl.： *C08G59/68 (2006.01)* *H01B3/04 (2006.01)*
H01B3/40 (2006.01) *H02K3/30 (2006.01)*

(30)優先權：2016/03/15 歐洲專利局 16160275.0

(71)申請人：亨斯邁先進材料授權（瑞士）有限公司 (瑞士) HUNTSMAN ADVANCED MATERIALS LICENSING (SWITZERLAND) GMBH (CH)
瑞士
艾賽維塔股份有限公司 (奧地利) ISOVOLTA AG (AT)
奧地利

(72)發明人：貝瑟爾 克里斯鈞 BEISELE, CHRISTIAN (DE)；巴爾 丹尼爾 BAER, DANIEL (CH)；史黛雀爾 哈瑞德 STECHER, HARALD (AT)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：0 共 40 頁

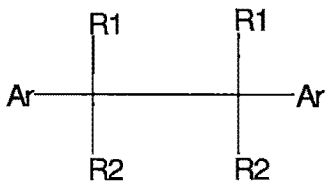
(54)名稱

用於發電機及馬達之基於環氧樹脂的電絕緣系統

ELECTRICAL INSULATION SYSTEM BASED ON EPOXY RESINS FOR GENERATORS AND MOTORS

(57)摘要

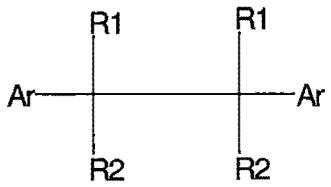
揭示一種用於電動引擎之載流結構部件的無酸酐絕緣系統，其包含：(A)用於包裹該電動引擎之部件的雲母紙或雲母帶，該等部件在該引擎操作期間可能載流，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而被熱可固化環氧樹脂調配物滲透且包含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑由以下組成：芳族-雜環化合物(含有 1 或 2 個氮原子)及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，該起始劑之量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之結構部件在真空壓力浸漬步驟期間所吸收的環氧樹脂固化；(B)用於真空壓力浸漬之熱可固化浴液調配物，其包含一或多種環氧樹脂，該調配物基本上或較佳完全不含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，尤其不含芳族-雜環化合物(含有 1 或 2 個氮原子)及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $[Al(OC(CF_3)_3)_4]$，及(C)一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或

苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之雲母紙或雲母帶(A)中，且/或該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之熱可固化環氧樹脂浴液調配物(B)中且存在於該雲母紙或雲母帶(A)熱可固化環氧樹脂浴液調配物(B)中的總量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之結構部件在該真空壓力浸漬步驟期間、在該步驟後所吸收的環氧樹脂固化。

Disclosed is an anhydride-free insulation system for current-carrying construction parts of an electric engine which comprises: (A) a mica paper or mica tape for wrapping parts of said electric engine that are potentially current-carrying during operation of the engine, which mica paper or mica tape is impregnable via vacuum pressure impregnation with a thermally curable epoxy resin formulation and comprises a thermally activatable curing initiator for the epoxy resin formulation consisting of one or more quarternary ammonium salts of an aromatic-heterocyclic compound, which contains 1 or 2 nitrogen atoms, and a complex anion selected from the group consisting of BF_4^-, PF_6^-, SbF_6^-, $SbF_5(OH)^-$, AsF_6^- and $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$ in an amount sufficient to cure the epoxy resin taken up by the mica paper or mica tape and the construction part of the engine during the vacuum pressure impregnation step; (B) a thermally curable bath formulation for the vacuum pressure impregnation comprising one or more epoxy resins, which formulation is substantially or, preferably, entirely free of a thermally activatable curing initiator for the epoxy resin formulation, in particular of quarternary ammonium salts of aromatic-heterocyclic compounds containing 1 or 2 nitrogen atoms, and of a complex anion selected from the group consisting of BF_4^-, PF_6^-, SbF_6^-, $SbF_5(OH)^-$, AsF_6^- and $[Al(OC(CF_3)_3)_4]$ and (C) one or more co-initiator for the thermally activatable curing initiator selected from a diarylethane derivative of formula:



wherein Ar is phenyl, naphthyl, or C_1-C_4alkyl- or chloro-substituted phenyl, R1 is hydroxy, C_1-C_4alkoxy, -O-CO-R3 or -OSiR4R5R6, wherein R3 is C_1-C_8alkyl or phenyl, and R5, R5 and R6 are each independently of one another C_1-C_4alkyl or phenyl, and R2 is C_1-C_4alkyl or cyclohexyl or has the same meaning as Ar, wherein one or more of said co-initiators may be contained in the mica paper or mica tape (A) of the system and/or one or more of said co-initiators may be contained in the a thermally curable epoxy resin bath formulation (B) of the system and is present in said mica paper or mica tape (A) thermally curable epoxy resin bath formulation (B) in an overall amount sufficient to cure the epoxy resin taken up by the mica paper or mica tape and the construction part of the engine during the vacuum pressure impregnation step after said step.

201802135

發明摘要

※ 申請案號：106108157

※ 申請日： 106/03/13 ※IPC 分類： C08G 59/68 (2006.01)
H01B 3/04 (2006.01)
H01B 3/40 (2006.01)
H02K 3/30 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

用於發電機及馬達之基於環氧樹脂的電絕緣系統

ELECTRICAL INSULATION SYSTEM BASED ON EPOXY RESINS FOR GENERATORS AND MOTORS

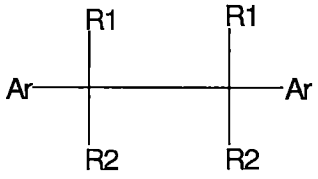
【中文】

揭示一種用於電動引擎之載流結構部件的無酸酐絕緣系統，其包含：

（A）用於包裹該電動引擎之部件的雲母紙或雲母帶，該等部件在該引擎操作期間可能載流，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而被熱可固化環氧樹脂調配物滲透且包含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑由以下組成：芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，該起始劑之量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之結構部件在真空壓力浸漬步驟期間所吸收的環氧樹脂固化；

（B）用於真空壓力浸漬之熱可固化浴液調配物，其包含一或多種環氧樹脂，該調配物基本上或較佳完全不含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，尤其不含芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及$[Al(OC(CF_3)_3)_4]$，及

（C）一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之雲母紙或雲母帶（A）中，且/或該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中且存在於該雲母紙或雲母帶（A）熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中的總量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之結構部件在該真空壓力浸漬步驟期間、在該步驟後所吸收的環氧樹脂固化。

【英文】

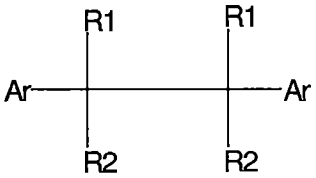
Disclosed is an anhydride-free insulation system for current-carrying construction parts of an electric engine which comprises:

(A) a mica paper or mica tape for wrapping parts of said electric engine that are potentially current-carrying during operation of the engine, which mica paper or mica tape is impregnable via vacuum pressure impregnation with a thermally curable epoxy resin formulation and comprises a thermally activatable curing initiator for the epoxy resin formulation consisting of one or more quarternary ammonium salts of an

aromatic-heterocyclic compound, which contains 1 or 2 nitrogen atoms, and a complex anion selected from the group consisting of BF_4^-, PF_6^-, SbF_6^-, $SbF_5(OH)^-$, AsF_6^- and $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$ in an amount sufficient to cure the epoxy resin taken up by the mica paper or mica tape and the construction part of the engine during the vacuum pressure impregnation step;

(B) a thermally curable bath formulation for the vacuum pressure impregnation comprising one or more epoxy resins, which formulation is substantially or, preferably, entirely free of a thermally activatable curing initiator for the epoxy resin formulation, in particular of quarternary ammonium salts of aromatic-heterocyclic compounds containing 1 or 2 nitrogen atoms, and of a complex anion selected from the group consisting of BF_4^-, PF_6^-, SbF_6^-, $SbF_5(OH)^-$, AsF_6^- and $[Al(OC(CF_3)_3)_4]$ and

(C) one or more co-initiator for the thermally activatable curing initiator selected from a diarylethane derivative of formula:



wherein Ar is phenyl, naphthyl, or C_1-C_4alkyl- or chloro-substituted phenyl, R1 is hydroxy, C_1-C_4alkoxy, -O-CO-R3 or -OSiR4R5R6, wherein R3 is C_1-C_8alkyl or phenyl, and R5, R5 and R6 are each independently of one another C_1-C_4alkyl or phenyl, and R2 is C_1-C_4alkyl or cyclohexyl or has the same meaning as Ar, wherein one or more of said co-initiators may be contained in the mica paper or mica tape (A) of the system and/or one or more of said co-initiators may be contained in the a

thermally curable epoxy resin bath formulation (B) of the system and is present in said mica paper or mica tape (A) thermally curable epoxy resin bath formulation (B) in an overall amount sufficient to cure the epoxy resin taken up by the mica paper or mica tape and the construction part of the engine during the vacuum pressure impregnation step after said step.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

用於發電機及馬達之基於環氧樹脂的電絕緣系統

ELECTRICAL INSULATION SYSTEM BASED ON EPOXY RESINS FOR GENERATORS AND MOTORS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於電機，尤其是大型電機之真空壓力浸漬的新穎電絕緣系統，該絕緣系統基於熱可固化環氧樹脂。本發明進一步關於一種用於該絕緣系統之特定雲母紙或雲母帶，且關於該絕緣系統在製造發電機或馬達之轉子或定子中的用途。

【先前技術】

【0002】 電動引擎（諸如發電廠所用之發電機或大型電動馬達）含有載流部件，例如電線及/或線圈，該等部件需要彼此電絕緣及/或與其將以其他方式直接接觸之引擎的其他導電部件電絕緣。在中電壓或高電壓引擎中，此絕緣典型地由雲母紙雲母帶提供。用雲母紙或雲母帶包裹其載流部件後，用通常基於環氧樹脂的可固化液體樹脂調配物浸漬整個設備或其單獨一個部件，該調配物亦滲透雲母紙或雲母帶。此浸漬可有利地使用所謂的真空壓力浸漬（VPI）法進行。為此目的，將待浸漬之引擎的結構組件插入容器中，隨後將容器抽成真空，以便自容器中的組件之所有間隙及空隙（包括雲母紙或雲母帶中的間隙及空隙）中移除濕氣及空氣。隨後將浸漬調配物饋入抽成真空的容器中，隨後向含有組件之容器施加一段時間的例如超壓乾燥空氣或氮氣，視情況小心加熱以充分降低浸漬調配物之黏度，

從而允許在合理時間內進行適當浸漬，且該調配物在真空與施加於組件之高壓之間的壓力差的驅使下滲透雲母紙或雲母帶及存在於組件中之間隙及空隙。此後將殘餘浸漬調配物自容器中移至儲槽，視情況補充新鮮調配物且通常在冷卻下儲存以供其後續使用。亦自容器中移除浸漬組件且進行熱固化，從而以機械方式將組件之經雲母包裹的載流部件彼此固定及/或將此等部件或整個組件嵌入電絕緣的聚合物塊中。浸漬組件且臨時儲存浸漬調配物直至進一步使用之此循環通常重複進行，直至浸漬調配物之黏度提高至一定程度，即其在合理時間內不能再充分滲透組件之空隙以確保調配物固化後達成適當電絕緣。

【0003】 針對尤其大型電動引擎或其組件之成功的工業真空壓力浸漬，關於材料之適用性存在若干重要態樣。

【0004】 浸漬調配物之黏度在較大程度上決定調配物之浸漬有效度及能力。調配物之黏度愈低，其可愈佳且愈快地填充浸漬組件及雲母紙或雲母帶中的間隙及空隙。

【0005】 此外，當第一次使用前述調配物之初始黏度（亦即，調配物之黏度）時，其應在用調配物浸漬且在後續使用之間儲存調配物所適用的溫度下僅隨時間推移極緩慢地提高，以使調配物維持合理的浸漬有效度及能力且不必經歷相當長的時間段用新鮮調配物進行替換，且此較佳不需要在未使用時冷卻調配物。

【0006】 與此相反，浸漬調配物在較高溫度下應較佳具有高度反應性，以確保浸漬後調配物的快速固化。

【0007】 工作衛生為有關處理浸漬調配物之另一重要態樣，其意謂將

潛在有害的化合物釋放至工作環境。

【0008】 此外，固化浸漬調配物之長期熱穩定性、其電特性及其機械特性必須良好，以確保引擎之浸漬組件的較長耐久性及壽命。

【0009】 基於聚合物之電絕緣系統的尤其重要的描述詞為系統或其固化聚合物調配物之「熱等級」，其根據工作壽命為 20 年之絕緣系統所適用的最大連續工作溫度來對系統或其固化聚合物調配物進行分類。中型尺寸及大型電動引擎（如馬達或發電機）之兩種尤其重要的熱等級為「F 級」及「H 級」，且其允許之固化絕緣材料可達到的最高連續使用溫度分別為 155℃及 180℃。

【0010】 固化電絕緣材料之另一尤其重要的參數為其介電損耗因數 tan δ，其為量化交流電場中通常以熱量形式自然損耗於絕緣材料之電能的參數。其對應於在絕緣材料中損耗的電力與所施加的電力之比，且因此常表示為百分率，例如根據此表示法，tan δ 為 0.1 對應於 10%。通常需要低損耗因數，以減少操作期間絕緣體材料之升溫，且因此減少其熱分解及熱破壞。損耗因數不僅取決於絕緣材料之化學組成，且亦取決於若干加工參數，諸如絕緣材料之固化程度、其空隙、水分及雜質等的含量，且因此為電絕緣實際情況之有效指標。指定頻率之聚合材料的損耗因數隨材料溫度而提高。為了確保適當絕緣且防止引擎損壞，即使在根據材料絕緣等級之最高容許工作溫度下，損耗因數大體仍應小於約 10%。

【0011】 因為環氧樹脂調配物之綜合特性及特徵大體良好，所以其常用於製備高品質電機工程用絕緣系統。

【0012】 當前，電組件之真空壓力浸漬絕緣使用最廣泛之環氧樹脂調

配物基於雙酚 A 及/或雙酚 F 及/或環脂族環氧樹脂的二縮水甘油醚、甲基六氫鄰苯二甲酸酐（MHHPA）或六氫鄰苯二甲酸酐（HHPA）作為固化劑（硬化劑）及適當固化催化劑（固化促進劑），諸如環烷酸鋅。基於此等調配物之絕緣通常定級為 H 級絕緣。此外，此等調配物具有非常低的初始黏度，且因此提供極佳浸漬有效度。此外，至少在固化催化劑併入雲母紙或雲母帶中時（其量確保在浸漬步驟期間使充足的固化催化劑釋放至待浸漬組件所吸收之部分調配物中，以在自剩餘調配物浴液中移除組件後使其有效熱固化），該浸漬浴液隨時間推移之黏度提高量可保持在合理界限內，因為在浴液調配物與包裹有雲母之結構部件接觸前，浴液調配物中不存在或僅存在最少剩餘量之固化催化劑。因此，基於此等調配物之浸漬浴液通常具有良好儲存壽命。然而，建議在未使用時冷卻此等調配物。

【0013】 然而，因為化學品監管框架正在發展，所以預期在不久的將來酸酐硬化劑在環氧樹脂調配物中的使用將受到限制，因為其 R42 標記為呼吸道敏化劑。因此，一些酸酐已在 REACH 規章之 SVHC 候選清單（關注度極高的物質）上。因為所有已知酸酐均為 R42 標記酸酐，且毒理學家甚至認為尚未知的酸酐亦將變為 R42 標記酸酐，所以有可能在若干年內，在無特別授權之情況下可能不再使用類似上文提及之彼等物的基於環氧樹脂及酸酐硬化劑之浸漬調配物。

【0014】 用於真空壓力絕緣之基於環氧樹脂的調配物為已知的，其不含酸酐硬化劑。舉例而言，基於雙酚 A 二縮水甘油醚或雙酚 F 二縮水甘油醚或其混合物及用於均聚合之潛在固化催化劑的單組分環氧樹脂組成物為市售的，諸如 ARALDITE® XD 4410。諸如此類之浸漬調配物具有額外優點，

即終端使用者不必在現場具有混合設備以混合環氧樹脂與酸酐硬化劑，但另一方面具有缺點，即因為此等系統中不存在基於酸酐之絕緣調配物的酸酐組分（通常該組分之黏度顯著較低且因此降低含酸酐之調配物的總黏度），所以浸漬浴液具有較高初始黏度。因此，此類調配物通常必須升溫至約 60℃溫度，以達成充分浸漬有效度。因此，在未使用期間，此等調配物之黏度的增量亦相當高。

【0015】 此外，對許多引擎而言，此等系統之熱等級 F 不再滿足要求。

【0016】 因此，仍需要尤其適於真空壓力浸漬之改良的無酸酐環氧樹脂絕緣系統。因此，本發明之目標為提供該絕緣系統，其加工特徵類似於上述當前用於真空壓力浸漬之基於液體環氧樹脂及酸酐硬化劑的「最高準則」系統之加工特徵的，或甚至具有更佳特性，尤其是浸漬有效度、儲存穩定性、固化速度、可達成的熱等級以及長期熱特性、機械特性及電特性，尤其包括在容許 F 級及 H 級絕緣系統之所有工作溫度下足夠低的介電損耗因數。

【發明內容】

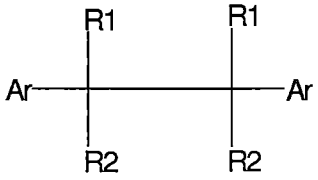
【0017】 現已發現，前述目標藉由用於電動引擎之載流結構部件的無酸酐絕緣系統而實現，其例如呈分裝部件之相應套組形式，其包含：

（A）用於包裹該電動引擎之部件的雲母紙或雲母帶，該等部件在操作引擎期間可能載流，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而滲透熱可固化環氧樹脂調配物且包含用於環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑含有芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-

及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，該起始劑之量足以使雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件在真空壓力浸漬步驟期間、在該步驟後所吸收的環氧樹脂固化；

（B）用於真空壓力浸漬之熱可固化浴液調配物，其包含一或多種環氧樹脂，該調配物基本上或較佳完全不含用於環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，尤其不含芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，及

（C）一或多種用於熱可活化固化起始劑之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



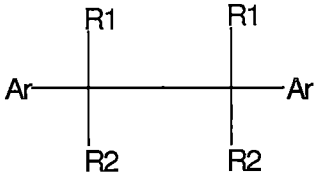
其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R4、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該共起始劑（C）中的一或多者含於系統之雲母紙或雲母帶（A）中，及/或該共起始劑（C）中的一或多者含於系統之熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中，且其存在於該雲母紙或雲母帶（A）及/或該熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中的總量足以使雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件在真空壓力浸漬步驟期間、在該步驟後所吸收的環氧樹脂固化。

【0018】　包含環氧樹脂及用於聚合環氧樹脂的熱可活化起始劑之環

氧樹脂調配物，該起始劑由包含以下之混合物組成：

芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之至少一種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及$Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，及

至少一種熱基團形成劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8烷基或苯基，且 R4、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4烷基或環已基或具有與 Ar 相同之含義，本身為已知的且已描述於例如美國專利 4,393,185 及 6,579,566 中以及 WO 00/04075 中，該等案件之全部揭示內容以引用的方式併入本描述中。此等先前技術參考文獻亦揭示，此等調配物通常尤其適用作電絕緣組成物。

【0019】 US 6,579,566 進一步揭示，前述環氧樹脂調配物適用於經由滴浸或熱浸滾塗來固定電線圈之繞組，例如電動引擎之轉子的繞組。然而，滴浸及熱浸滾塗為使用絕緣調配物浸漬繞組之程序，其中在使包含待浸漬之繞組的結構組件接觸浸漬調配物之前，將其加熱至 110℃至 200℃之溫度，亦即浸漬調配物已進行快速固化之溫度。因此顯而易見的是，在如 US 6,579,566 中所提及之滴浸法或熱浸滾塗法中，實際上必須進行浸漬之結構部件區域（亦即，繞組內部）中的浸漬條件（例如，就調配物之黏度而言）完全不同於在經由真空壓力浸漬來浸漬結構部件期間所需之條件，其中不

提高浸漬調配物之溫度，或在需要降低浸漬調配物之黏度的情況下僅適當地提高浸漬調配物之溫度，例如至多約 60℃，且絕緣調配物之完全固化僅在浸漬結構部件結束後進行。因此，用於滴浸或熱浸滾塗浸漬之此等環氧樹脂調配物的已知適用性未能使一般技術者預測，US 6,579,566 中所提及之該組化合物亦可用於設計真空壓力浸漬之絕緣系統，該系統基於根據 US 6,579,566 之環氧樹脂調配物中所用之化合物。

【0020】 在真空壓力浸漬步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂調配物中，固化起始劑之量取決於待固化之環氧樹脂浴液調配物的性質及所需聚合條件。適合量可由熟習此項技術者使用若干前導測試而測定。較佳地，按環氧樹脂計，該量介於約 0.05 至約 15 重量%之間，更佳介於約 0.1 至約 10 重量%之間，最佳介於約 0.1 與約 5 重量%之間。

【0021】 在真空壓力浸漬步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂調配物中，共起始劑之量亦取決於待固化之環氧樹脂浴液調配物的性質及所需聚合條件。適合量可由熟習此項技術者使用若干前導測試而測定。較佳地，按環氧樹脂的重量計，該量介於約 0.05 至約 15 重量%之間，更佳介於約 0.1 至約 10 重量%之間，最佳介於約 0.1 與約 5 重量%之間。

【0022】 在真空壓力浸漬步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂調配物中，固化起始劑與共起始劑之間的重量比可在很大程度上變化。較佳地，該比率介於約 0.05：約 1 與約 1：約 0.05 之間，更佳介於約 0.5：約 2 與約 2：約 0.5 之間。在需要的情況下，特定的一對固

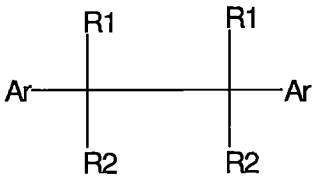
化起始劑與共起始劑之重量比的適合量可由熟習此項技術者使用若干前導測試而輕易測定。

【0023】 雲母紙及雲母帶為此項技術中所熟知的。

【0024】 出於本發明的目的，術語雲母紙在通常意義上用於指代雲母粒子之片狀聚集體，尤其是鋰雲母，或更佳為白雲母或金雲母粒子，視情況經一定時間段（例如，約 5 分鐘至 1 小時）將其加熱至約 550℃至約 850℃之溫度以使其部分脫水，且在水溶液中研磨成細粒，且隨後藉由習知紙製備技術形成雲母紙。

【0025】 如本申請案中所使用之術語雲母帶指代由一或多層如上文所描述之雲母紙組成的片狀複合材料，其使用少量（約 1 至約 10 g/m^2雲母紙）樹脂、較佳環氧樹脂或丙烯酸系樹脂或其混合物膠合成片狀載體材料，通常為非金屬無機織物（諸如玻璃或氧化鋁織物）或聚合物膜（諸如聚對苯二甲酸乙二酯或聚醯亞胺）。雲母紙及織物之膠合宜在高於黏著樹脂的熔點之溫度下於壓力機或砑光機中進行。

【0026】 隨後用以下浸漬雲母紙或雲母帶：熱可活化固化起始劑，其含有芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及$Al[OC(CF_3)_3]_4^-$；及視情況一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8烷基或苯基，且 R4、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義。

【0027】 浸漬有上文所描述之化合物的雲母紙及雲母帶仍為新穎的，且因此為本發明之另一主題。

【0028】 為了製備根據本發明之雲母紙或雲母帶，例如將熱可活化固化起始劑及視情況上述用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑中的一或多者溶解於適合低沸點溶劑（諸如甲基乙基酮及類似者）中。例如藉由浸沒於溶液中或藉由噴灑使雲母紙或雲母帶與該溶液接觸，且移除溶劑以使熱可活化固化起始劑及視情況上述共起始劑中的一或多者留在雲母紙或雲母帶之結構上及/或結構內。若雲母紙或雲母帶浸漬有熱可活化固化起始劑及共起始劑中的一或多者，則通常較佳使用包含固化起始劑及共起始劑之溶液進行此浸漬，儘管當然有可能使用僅含固化起始劑之溶液及含有共起始劑之另一溶液同時或連續浸漬雲母紙或雲母帶。在溶液中，固化起始劑及視情況選用之共起始劑的濃度不具決定性，且可在例如約 0.1 與約 25 重量%之固化起始劑及 0 至約 25%之共起始劑之間變化。浸漬溶液中固化起始劑及視情況選用之共起始劑的濃度愈高，在浸漬步驟期間雲母紙或雲母帶所達成之最終負載量愈高。

【0029】 根據本發明之雲母紙或雲母帶所含熱可活化固化起始劑之量必須足以固化在真空壓力浸漬期間由雲母紙或雲母帶吸收且最終由引擎之結構部件吸收的環氧樹脂。出於此目的，雲母紙或雲母帶所包含的熱可

活化固化促進劑之量較佳為雲母紙或雲母帶之約 0.1 至約 15 g/m^2，更佳為約 0.2 至約 7.5 g/m^2，且共起始劑之量為 0 至約 15 g/m^2，較佳為 0 至約 7.5 g/m^2，其中欲併入環氧樹脂浴液調配物中的共起始劑愈少，併入雲母紙或雲母帶中的共起始劑之量應愈多。若絕緣系統之環氧樹脂浴液調配物不含任何共起始劑，則雲母紙或雲母帶所含固化起始劑與共起始劑之重量比較佳為約 0.05：約 1 至約 1：約 0.05，重量比更佳為約 0.5：約 2 至約 2：約 0.5。

【0030】 在一較佳具體實例中，共起始劑（C）之總量含於系統之熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中。

【0031】 如上文已指示，適用作熱可活化起始劑之四級銨鹽例如揭示於 US-A-4393185、WO-A-0004075 及 US-A-6579566 中。其為具有非親核基的芳族-雜環氮鹼（例如錯合物陰離子）之鹽，錯合物陰離子諸如 BF_4^-（四氟硼酸根）、PF_6^-（六氟磷酸根）、SbF_6^-（六氟銻酸根）、$SbF_5(OH)^-$（五氟羥基銻酸根）、AsF_6^-（六氟砷酸根）及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$（肆 1,1-雙(三氟甲基)-2,2,2-三氟-1-乙氧基鋁酸根）。

【0032】 適合四級銨鹽之個別實例包括：1-甲基喹啉鎓六氟磷酸鹽、1-甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽、1-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽、1-甲基喹啉鎓六氟砷酸鹽、1-甲基喹啉鎓五氟羥基銻酸鹽、1-甲基喹啉鎓四氟硼酸鹽、1,2-二甲基喹啉鎓六氟磷酸鹽、1-乙基喹啉鎓六氟磷酸鹽、1-丁基喹啉鎓六氟磷酸鹽、1-苯甲醯基甲基喹啉鎓六氟磷酸鹽、1-苯甲醯基甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽、1-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽、1-甲基-2,3-二苯基吡啶六氟磷酸鹽、1,2-二甲基-3-苯基吡啶六氟磷酸鹽、1-苯甲醯基甲基吡啶六氟磷酸鹽、1-乙氧基乙基喹啉六氟磷酸鹽、2-甲基異喹啉六氟磷酸鹽、10-甲基吖啶六氟磷酸鹽、

10-苯甲醯基甲基吖啶六氟磷酸鹽、10-丁基吖啶六氟砷酸鹽、5-甲基啡啶六氟磷酸鹽、5-苯甲醯基甲基啡啶六氟磷酸鹽、1-甲基□奈啶六氟磷酸鹽、1-甲基-2,3-二苯基喹□㗁啉鎓六氟磷酸鹽、1,2,3-三甲基喹□㗁啉鎓六氟磷酸鹽、1,2,4,6-四甲基噻錠六氟磷酸鹽、1-甲基-2,4-二苯基噻錠六氟磷酸鹽、1-甲基-3-苯基嗒□井鎓六氟磷酸鹽、1-甲基-2,5-二苯基嗒□井鎓六氟磷酸鹽、1-甲基啡啉鎓六氟磷酸鹽、5-丁基啡□井鎓六氟磷酸鹽、1-甲基喹□㗁啉鎓六氟磷酸鹽及 1-苯甲醯基甲基喹□㗁啉鎓六氟磷酸鹽，較佳為 1-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽（N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽）。

【0033】 出於本申請案之目的，N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽為尤佳的固化起始劑。

【0034】 原則上，根據本發明之用於真空壓力浸漬的熱可固化浴液調配物（B）中所含之環氧樹脂可為環氧樹脂領域中通常使用之任何化合物，其在環境溫度或適當提高之溫度下（諸如約 20℃至約 60℃）為液體。適合環氧樹脂之說明性實例為：

【0035】 I）聚縮水甘油酯及聚(β-甲基縮水甘油)酯，其可藉由使分子中含有至少兩個羧基之化合物與表氯醇或 β-甲基表氯醇反應而獲得。反應宜在鹼存在下進行。

【0036】 分子中含有至少兩個羧基之化合物可適當地為脂族聚羧酸。該等聚羧酸之實例為乙二酸、丁二酸、戊二酸、己二酸、庚二酸、癸二酸、辛二酸、壬二酸或二聚或三聚亞麻油酸。然而，亦可使用環脂族聚羧酸，諸如四氫鄰苯二甲酸、4-甲基四氫鄰苯二甲酸、六氫鄰苯二甲酸或4-甲基六氫鄰苯二甲酸。亦可使用芳族聚羧酸，典型地為鄰苯二甲酸、間苯

二甲酸及對苯二甲酸。

【0037】 II）聚縮水甘油醚或聚(β-甲基縮水甘油)醚，其可藉由在鹼性條件下或在酸催化劑存在下，使含有至少兩個游離醇羥基及/或酚羥基之化合物與表氯醇或 β-甲基表氯醇反應，且隨後用鹼處理而獲得。

【0038】 此類醚可衍生自非環醇，典型地衍生自乙二醇、二乙二醇及更高聚(氧基乙)二醇、1,2-丙二醇或聚(氧基丙)二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、聚(氧基四亞甲)二醇、1,5-戊二醇、1,6-己二醇、2,4,6-己三醇、甘油、1,1,1-三羥甲基丙烷、季戊四醇、山梨糖醇，以及衍生自聚表氯醇。其亦可衍生自環脂族醇，諸如 1,3-二羥基環己烷或 1,4-二羥基環己烷、1,4-環己烷二甲醇、雙(4-羥基環己基)甲烷、2,2-雙(4-羥基環己基)丙烷或 1,1-雙(羥甲基)環己-3-烯，或其含有芳核，諸如 N,N-雙(2-羥乙基)苯胺或 p,p'-雙(2-羥基-乙胺基)二苯基甲烷。

【0039】 環氧化合物亦可衍生自單核酚，典型地衍生自間苯二酚或對苯二酚，或其衍生自多核酚，諸如雙(4-羥苯基)甲烷、4,4'-二羥基聯苯、雙(4-羥苯基)碸、1,1,2,2-肆(4-羥苯基)乙烷、2,2-雙(4-羥苯基)丙烷、2,2-雙(3,5-二溴-4-羥苯基)丙烷，以及衍生自酚醛清漆，該酚醛清漆可藉由使醛（諸如甲醛、乙醛、氯醛或糠醛）與酚（諸如較佳苯酚或甲酚）或與核中由氯原子或 C_1-C_9 烷基取代之酚（例如 4-氯酚、2-甲酚或 4-第三丁基酚）縮合而獲得，或其可藉由與上文所引用之類型的雙酚縮合而獲得。

【0040】 II）聚(N-縮水甘油基)化合物，其可藉由使表氯醇與含有至少兩個胺基氫原子之胺的反應產物去氯化氫而獲得。此等胺典型地為苯胺、正丁胺、雙(4-胺基苯基)甲烷、間二甲苯二胺或雙(4-甲胺基苯基)甲烷。

聚(N-縮水甘油基)化合物亦包括異氰尿酸三縮水甘油酯、環伸烷基脲（諸如乙烯脲或 1,3-丙烯脲）之 N,N'-二縮水甘油基衍生物及乙內醯脲（典型地為 5,5-二甲基乙內醯脲）之二縮水甘油基衍生物。

【0041】 IV）聚(S-縮水甘油基)化合物，較佳雙(S-縮水甘油基)衍生物，其衍生自二硫醇（諸如 1,2-乙二醇）或雙(4-巰基甲基苯)醚。

【0042】 V）環脂族環氧樹脂，亦即環氧樹脂分子中包含至少一個稠合至環脂族環之環氧基的環氧樹脂，如乙烯基環己烯或二環己二烯或二環戊二烯之二環氧化物、雙(2,3-環氧基環戊)醚、2,3-環氧基環戊基縮水甘油醚、1,2-雙(2,3-環氧基環戊基氧基)乙烷、3,4-環氧基環己基-3',4'-環氧基環己烷甲酸酯或 3,4-環氧基環己基甲基-3',4'-環氧基環己烷甲酸酯。

【0043】 亦可使用 1,2-環氧基連接至不同雜原子或官能基之環氧樹脂。此等化合物典型地包含 4-胺基酚之 N,N,O-三縮水甘油基衍生物、水楊酸之縮水甘油醚-縮水甘油酯、N-縮水甘油基-N'-(2-縮水甘油基氧基丙基)-5,5-二甲基乙內醯脲或 2-縮水甘油基-氧基-1,3-雙(5,5-二甲基-1-縮水甘油基乙內醯脲-3-基)丙烷。

【0044】 基於雙酚之二縮水甘油醚（較佳雙酚 A 或雙酚 F 之二縮水甘油醚）的環氧樹脂可進一步用於本發明。

【0045】 基於聚羧酸之聚縮水甘油酯（較佳鄰苯二甲酸二縮水甘油酯、六氫鄰苯二甲酸二縮水甘油酯或偏苯三甲酸三縮水甘油酯）的環氧樹脂亦適用作組分 A。

【0046】 其他適合環氧樹脂基於三羥甲基丙烷三縮水甘油醚或環脂族環氧樹脂。

【0047】 環氧樹脂浴液調配物應具有低黏度，較佳在 25℃下不超過約 5000 mPa.s，更佳在 25℃下不超過約 1000 mPa.s。

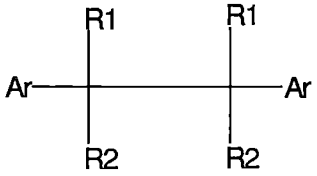
【0048】 出於本發明之目的，尤佳為衍生自環脂族聚羧酸之環氧樹脂，諸如六氫鄰苯二甲酸或 4-甲基六氫鄰苯二甲酸之二縮水甘油酯；及環脂族環氧樹脂，諸如上文所描述之環氧樹脂分子中包含至少一個、較佳兩個稠合至環脂族環之環氧基的環氧樹脂，如乙烯基環己烯或二環己二烯或二環戊二烯之二環氧化物、雙(2,3-環氧基環戊)醚、2,3-環氧基環戊基縮水甘油醚、1,2-雙(2,3-環氧基環戊基氧基)乙烷、3,4-環氧基環己基-3',4'-環氧基環己烷甲酸酯或 3,4-環氧基環己基甲基-3',4'-環氧基環己烷甲酸酯。

【0049】 一方面，此等環氧樹脂在室溫下或在適當提高之溫度下（約 20℃至約 60℃）具有極低黏度，且另一方面，在用根據本發明之固化起始劑/共起始劑系統熱固化時，其產生絕緣 F 級或 H 級之固化絕緣材料，亦即分別允許 155℃及 180℃之最高連續使用溫度，此外該絕緣材料在 155℃下呈現明顯低於 10%的極佳介電損耗因數（tan δ）。

【0050】 出於本發明之目的，最佳環氧樹脂為 3,4-環氧基環己基甲基-3',4'-環氧基環己烷-甲酸酯。

【0051】 儘管不較佳且通常不必要，但將額外助劑添加至根據本發明之系統的熱可固化浴液調配物（B）中亦在本發明之框架內，只要此等試劑在固化前對調配物之特性，如對其黏度或儲存壽命，及/或對最終獲得之固化絕緣材料的特性，尤其對其介電損耗因數及其熱等級（絕緣等級）不具有負面影響即可。該等助劑包括例如塑化劑、增量劑、顏料、染料以及阻燃劑、消泡劑、黏著促進劑、抗氧化劑及類似者。

【0052】 下式之 1,2-二芳基頻哪醇（1,2-diarylpinacol）衍生物、1,2-二芳基頻哪醇醚衍生物及 1,2-二芳基頻哪醇酯或矽烷基衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，該等衍生物形成根據本發明之用於真空壓力浸漬的無酸酐絕緣系統之共起始劑組分（C）。適合化合物亦描述於例如已提及之美國專利 4,393,185 及 6,579,566 中以及 WO 00/04075 中。

【0053】 可適用作共起始劑之頻哪醇或頻哪醇衍生物之說明性實例為 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇（苯頻哪醇）、苯頻哪醇二甲醚、苯頻哪醇二乙醚、苯頻哪醇二異丙醚、苯頻哪醇二乙酸酯、苯頻哪醇二丙酸酯、苯頻哪醇二丁酸酯、苯頻哪醇二辛酸酯或苯頻哪醇二苯甲酸酯、1,2-雙(三甲基矽烷氧基)四苯基乙烷、苯乙酮頻哪醇二甲醚、苯乙酮頻哪醇二丙醚、苯乙酮頻哪醇二乙酸酯、苯乙酮頻哪醇戊酸酯、苯乙酮頻哪醇二苯甲酸酯、苯丙酮頻哪醇二甲醚、苯丙酮頻哪醇二丁醚、苯丙酮頻哪醇二乙酸酯、2,3-二苯基-2,3-雙(三苯基矽烷氧基)丁烷或 3,4-二苯基-3,4-雙(三甲基矽烷氧基)己烷，較佳為苯乙酮頻哪醇或 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇（苯頻哪醇）及其混合物。

【0054】 尤其在與作為固化起始劑之 N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽一起使用時，最佳共起始劑為 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇（苯頻哪醇）。

【0055】 共起始劑（C）可含於根據本發明之絕緣系統的雲母紙或雲

母帶（A）中或含於系統之熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中，或含於雲母紙或雲母帶（A）及熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）二者中。

【0056】 但根據本發明之絕緣系統的雲母紙或雲母帶（A）不包含共起始劑時，按浴液中的環氧樹脂計，較佳應將約 0.05 至 15、較佳約 0.1 至約 5 重量%之共起始劑（C）添加至浴液調配物中。相反地，當雲母紙或雲母帶（A）包含一定量足以固化在真空壓力浸漬步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂之共起始劑（C）時，在隨後的熱固化步驟中，環氧樹脂浴液調配物當然可不含共起始劑。另外，根據本發明之絕緣系統的組分（A）與（B）之間的共起始劑數量分佈絲毫不具決定性且可任意選擇，只要系統之組分（A）及/或（B）中共起始劑（C）之存在總量足以在真空壓力浸漬步驟後固化在該步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂即可。在需要的情況下，併入雲母紙或雲母帶（A）及/或環氧樹脂浴液調配物（B）中的共起始劑之適合量亦可由熟習此項技術者使用若干前導測試而輕易測定。

【0057】 根據本發明之尤佳絕緣系統為以下系統，其中雲母紙或雲母帶（A）包含 N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽作為熱可活化固化起始劑，

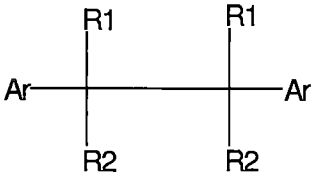
熱可固化浴液調配物（B）包含 3,4-環氧基環己基甲基-3',4'-環氧基環己烷-甲酸酯較佳作為唯一的環氧樹脂，且共起始劑（C）為 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇，

尤其在熱可固化浴液調配物包含該共起始劑（C）之總量時。

【0058】 根據本發明之絕緣系統尤其適用於製造發電機或馬達（尤其大型發電機或馬達）之轉子或定子。因此，此用途為本發明之另一主題。

【0059】 根據本發明之電絕緣系統可例如用於根據一種方法製造發電機或馬達之轉子或定子，其中

（a）用雲母紙或雲母帶包裹轉子或定子之可能載流的部件或其結構部件，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而滲透熱可固化環氧樹脂調配物且包含用於環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑由以下組成：芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$；及視情況至少部分量之一或多種熱可活化固化起始劑固化環氧樹脂調配物所需之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該雲母紙或雲母帶所包含之熱可活化固化起始劑的量足以固化在真空壓力浸漬步驟期間由雲母紙或雲母帶及引擎之結構部件吸收的環氧樹脂，

（b）將轉子或定子或其結構部件插入容器中，

（c）將容器抽成真空，

（d）將包含一或多種環氧樹脂的熱可固化浴液調配物饋入抽成真空的容器中，該調配物基本上或較佳完全不含用於環氧樹脂調配物之熱可活化

固化起始劑，尤其不含芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，且該調配物包含剩餘量之一或多種熱可活化固化起始劑固化環氧樹脂調配物所需之共起始劑，隨後向含有轉子或定子或其結構部件之容器施加一段時間超壓（例如，乾燥空氣或氮氣），視情況小心加熱以充分降低容器中熱可固化浴液調配物之黏度以允許在所需時間段內，該調配物滲透該雲母紙或雲母帶及因真空與施加於組件之高壓之間的壓力差而受到加壓的轉子或定子或其結構部件之結構中存在的間隙及空隙，

（e）自容器中移除剩餘熱可固化浴液調配物，及

（f）自容器中移除浸漬有熱可固化浴液調配物之轉子或定子或其結構部件，且在自容器中移除後進行加熱，以固化該轉子或定子或其結構部件所包含之熱可固化浴液調配物。

【0060】 使用根據本發明之無酸酐絕緣系統的相應方法為本發明之另一主題。

【0061】 向容器施加超壓之時長可由熟習此項技術者選擇，其取決於例如熱可固化浴液調配物之黏度、所用雲母紙或雲母帶之結構及可滲透性、待浸漬之轉子或定子或其結構部件的尺寸及其結構之複雜性，且範圍通常介於約 1 與約 6 小時之間。

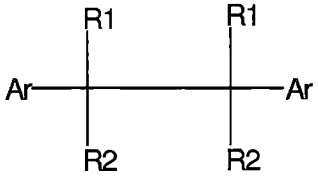
【0062】 為了固化轉子或定子或其結構部件所包含之熱可固化浴液調配物，對其進行加熱。固化溫度取決於所塗覆之環氧樹脂調配物及所塗覆之特定固化起始劑及共起始劑，且範圍通常為約 60℃至約 200℃，較佳約 90℃至約 160℃。

【0063】 在使用根據本發明之絕緣系統製造轉子、定子或其結構部件之上述方法的一個尤佳具體實例中，將熱可固化浴液調配物自儲槽饋入抽成真空的容器中，且在自容器中移除後使其再次返回至該儲槽，且儲存於該槽中（視情況在冷卻下）以供進一步使用。在進一步使用之前，所用浴液調配物可補充有新鮮調配物。

【0064】 在另一態樣中，本發明係關於用於上文所描述之絕緣系統的雲母紙或雲母帶，其包含由以下組成之熱可活化固化起始劑：芳族-雜環化合物（含有 1 或 2 個氮原子）及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$。

【0065】 較佳地，該雲母紙或雲母帶所包含的熱可活化固化促進劑之量為雲母紙或雲母帶之約 0.1 至約 15 g/m^2，較佳為約 0.2 至約 7.5 g/m^2。

【0066】 根據本發明之雲母紙或雲母帶的一個特別具體實例為額外包含一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑的雲母紙或雲母帶，該共起始劑選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其量較佳為 0.1 至約 15 g/m^2，較佳為約 0.2 至約 7.5 g/m^2。

【0067】 根據本發明之雲母紙或雲母帶的較佳具體實例包括：其中熱可活化固化起始劑為 N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽之雲母紙或雲母帶；

其中共起始劑為 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇之雲母紙或雲母帶，及

不含用於熱可活化固化起始劑之共起始劑的雲母紙或雲母帶。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

實施例：

【0068】 以下實施例用於說明本發明。除非另外指示，否則溫度以攝氏度為單位，份數為重量份且百分比指重量百分比（重量%）。重量份指以公斤與公升之比為單位之體積份。

（A）用於實施例之成分的描述：

CY 179：	雙(環氧基環己基)-甲基甲酸酯，供應商：Huntsman，瑞士；
FK XB 6079 A	N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽，供應商：Huntsman，瑞士；
苯頻哪醇：	1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇，供應商：Natland，美國；
MY 790-1 CH：	蒸餾之雙酚 A 二縮水甘油醚（BADGE），環氧樹脂當量：5.7-5.9 當量/公斤，供應商：Huntsman，瑞士；
HY 1102：	甲基六氫鄰苯二甲酸酐（MHHPA），供應商：Huntsman，瑞士；
XD 4410：	單組分基於環氧樹脂的 VPI-樹脂，該樹脂基於

BADGE、雙酚 F 二縮水甘油醚（BFDGE）及 2,3-環氧基丙基-鄰甲苯醚

DY 9577：　用於環氧樹脂酸酐硬化劑系統之固化促進劑，其基於三氯化硼-辛基二甲基胺加合物（1:1），供應商：Huntsman，瑞士；

DY 073-1：　用於環氧樹脂酸酐硬化劑系統之固化促進劑，其基於三級胺

【0069】　雲母帶由雲母紙構成，視情況含有一或多種用於固結雲母紙的添加劑或樹脂，及用非反應性或反應性黏著劑黏著於雲母紙以用於機械支撐之由 E-玻璃製成的輕型玻璃織物或聚合物膜。以下雲母帶用於實施例：

含有 XB 6079 A 之本發明的新穎雲母帶，供應商：Isovolta，奧地利

Poroband ME 4020：含有環烷酸鋅之雲母帶，供應商：Isovolta，奧地利

Poroband 0410：無促進劑之雲母帶，供應商：Isovolta，奧地利

（B）無雲母帶之情況下比較例調配物與本發明之調配物的特性比較：

a）**比較實施例 1**（MY 790-1CH / HY 1102 / DY 9577 / DY 073）

【0070】　進行此比較實施例以比較固化之純樹脂（無雲母帶）的特性。為了固化比較實施例 1，使用少量固化促進劑 DY 9577 及 DY 073-1 替代環烷酸鋅（含於典型市售雲母帶中），因為環烷酸鋅非常難以均勻分散於環氧樹脂/酸酐混合物中。

【0071】　為了在 23℃下測試浴液穩定性，歷時 5 分鐘在環境溫度下用錨式攪拌器在鋼容器中將 1 kg 之 MY 790-1 CH 及 1 kg 之 HY 1102 混合在一起。隨後將此混合物保存於惰性玻璃瓶中達 80 天以用於 23℃下浴液穩定

性之儲存測試。

【0072】 在 60℃之量測溫度下於儲存前後測定混合物之黏度。雖然在 60℃下初始黏度為 32 mPas，但在 80 天儲存時間期間，黏度提高了 12%。

【0073】 為了測試固化材料之所有其他特性，將 0.8 g 之 DY 9577 及 0.2 g 之 DY 073-1 添加至 1 kg 之上文所描述的混合物（其為通常將促進浸漬帶之固化的環烷酸鋅之替代物）中，且再混合 10 分鐘。隨後以相應厚度將此混合物澆注於模具中以製備用於各種測試之片材。在將材料倒入模具後，將此等模具放入烘箱中，在 90℃下維持 16 小時且在 140℃下維持 10 小時。

b）**比較實施例 2**（XD 4410）

【0074】 此實施例關於組成中含有催化劑之可均聚合芳族環氧樹脂系統（單組分系統）。其通常伴隨不含催化劑之雲母帶。

【0075】 市售產品 Araldite® XD 4410 直接用於檢測 409 天內 23℃下的儲存穩定性。XD 4410 呈現 78 mPas 之黏度（60℃下的初始黏度）且在 409 天期間提高了小於 6%。

【0076】 在 80℃及 140℃下用膠凝計時器檢測此混合物之反應性。

【0077】 為了產生用於其他測試之片材，以相應厚度將其倒入模具中以製備用於各種測試之片材。在將材料倒入模具後，將此等模具放入烘箱中，在 125℃維持 4 小時且在 170℃下維持 12 小時。

c）**本發明實施例 1**

【0078】 用於根據本發明系統之絕緣系統的熱可固化浴液調配物（B）之實施例為 996.2 g 之樹脂 CY 179 與 2.2 g 之苯頻哪醇的混合物（在

10 分鐘期間於 80℃下溶解）。

【0079】 在 23℃下儲存 180 天期間檢測此浴液調配物之穩定性。在 23℃下儲存 180 天期間，46 mPas 之初始黏度僅提高了 6.5%。

【0080】 為了產生無雲母帶之測試片材，在 40℃下將 0.8 g 之 N-苯甲基-喹啉鎓-六氟銻酸鹽溶解於 499.2 g 之浴液調配物（亦即， 2.2 g 之苯頻哪醇於 996.2 g 之樹脂 CY 179 中的上述溶液）中。（所得絕緣系統含有 0.22% 苯頻哪醇及 0.16% N-苯甲基喹啉鎓-六氟銻酸鹽於 CY 179 中）。

【0081】 在 80℃及 140℃下用膠凝計時器檢測此混合物之反應性。

【0082】 為了產生用於其他測試之片材，將調配物倒入具有相應厚度的模具中以製備用於各種測試之片材。在將材料倒入模具後，將此等模具放入烘箱中，在 90℃下維持 2 小時，在 130℃下維持 2 小時且在 180℃下維持 2 小時。

d）**測試結果**

【0083】 前述針對比較實施例 1 及 2 以及本發明實施例 1 之可固化環氧樹脂浴液調配物的測試結果概括於下文表 1 中（在無雲母帶之情況下測定資料，僅用於說明該等絕緣系統之環氧樹脂基質的特性）。

表 1

	比較實施例 1	比較實施例 2	本發明實施例 1
MY 790-1	100		
HY 1102	100		
XD 4410		100	
CY 179			99.62
XB 6079A			0.16
苯頻哪醇			0.22
DY 9577	0.16		
DY 073-1	0.04		
工作衛生	可能的酸酐接觸	極佳	極佳
60℃下的黏度[mPa.s]	32	78	46.4
於 23℃儲存時，調配物之黏度提高	12%（80 天）（無 DY 9577 / DY 073-1）	<6%（409 天）	6.5%（180 天）（無 XB 6079A）
需要冷卻儲槽	是	否	否
混合之組分數目	2	1	1
80℃下的膠凝時間	不適用	>> 1000 min	8 h 50 min
140℃下的膠凝時間	不適用	30 min	2 min
玻璃轉移溫度 T_g	144℃	130℃	173℃
固化時間	16 h（90℃）/10 h（140℃）	4 h（125℃）/12 h（170℃）	2 h（90℃)/2 h（130℃）/2 h（180℃）
155℃下的損耗因數 tan δ	8%	12%	5.8%
（TGA 20K/min）之 5%重量損失	390℃	400℃	390℃
熱絕緣等級	H	F	H

根據 ISO 6721/94 測定 T_g；

根據 IEC 60250 測定介電損耗因數 tan δ；

（TGA 20K/min）之 5%重量損失：所指示之溫度為在以 20 K/min 加熱速率加熱樣品期間，重量損失恰好到達 5%之溫度。

（C）根據本發明之雲母紙及雲母帶的製備及其塗覆測試

【0084】 將面積重量為 160 g/m²之基於未經煅燒之雲母片的雲母紙片材切成尺寸為 200 × 100 mm 之矩形形狀。為了浸漬雲母紙，製備 XB 6079 A 於甲基乙基酮（MEK）中之溶液，其含有 0.25 wt%之 XB 6079 A。用 2.0 g

之溶液浸漬雲母片材，且在 120℃烘箱中歷時 1 min 移除溶劑。

【0085】 以原樣使用或與玻璃織物組合使用經處理之雲母紙。在該情況下，使用熔點為約 100℃之固體環氧樹脂將先前已塗佈有 3 g/m²之環氧樹脂/丙烯酸系樹脂混合物之玻璃織物 792 型（23 g/m²，26 × 15 5.5 特/5.5 特）黏著於雲母帶。出於此目的，固體環氧樹脂均勻地分散於經處理之雲母紙上。隨後將玻璃織物置於頂部。將樣本放入加熱壓力機中以使環氧樹脂熔化（130℃達 30 s）。在自壓力機中移除後，玻璃織物及雲母紙黏附在一起。

【0086】 將所獲得之雲母紙片材及玻璃/雲母樣本切成兩半，獲得 100 × 100 mm 樣品。堆積 4 層雲母紙，各層之間均勻分散有 1.5 g 浸漬樹脂，獲得 4.5 g 之總樹脂重量。

【0087】 浸漬之樣本用於監測在 Tettex 儀器中固化期間的損耗因數 tan δ，或在加熱壓力機中固化。在 Tettex 儀器中之固化及 tan（δ）量測在 155℃下進行。根據以下溫度週期進行熱壓機中之固化：90℃2 巴 2 h-130℃2 巴 2 h-180℃無壓力 10 h。在固化期間將過量樹脂淬離層製品。

【0088】 在 155℃下對固化複合物進行 tan δ 量測，且將用於根據 IEC 61006 在 3 點彎曲模式下使用動態機械分析（DMA）進行 T_g 測定之樣本切成 50 mm × 10 mm 形狀。

【0089】 前述針對具有 Poroband ME 4020 之比較實施例 1（不含 DY9577 及 073-1）（參考系統 1）及具有 Poroband 0410 之比較實施例 2（參考系統 2）以及本發明實施例 1 之可固化環氧樹脂浴液調配物的測試結果概括於下文表 2 中。

表 2

	參考系統 1	參考系統 2	本發明系統	
			僅雲母紙	雲母紙/玻璃織物
損耗因數 tan δ（155℃）	4.4%	-	5.4 %	8.0 %
玻璃轉移溫度 T_g	151.4℃	121.7℃	160.8℃	161.0℃

以 400 V/50 Hz 使用護環電極在 Tettex 儀器中根據 IEC 60250 測定損耗因數 tan δ；

使用 tan δ 最大值根據 IEC 61006 以 5 K/min 加熱速率在 3 點彎曲模式下使用 DMA 測定之 T_g 為 T_g。

（D）自上文實施例得出之結論：

a）基於無雲母帶之比較得出的結論

【0090】 關於工作衛生之第一關鍵態樣，本發明之無酸酐實施例優於傳統基於酸酐之參考物，因為本發明之無酸酐實施例不含呼吸道敏化劑且因此不視為 SVHC。

【0091】 雖然基於酸酐之參考物的黏度非常低，但現有根據比較實施例 2（XD 4410）之無酸酐溶液的黏度相對較高，且因此更難以浸入雲母帶及繞組中。本發明之浴液調配物具有與基於酸酐之參考物非常相似的黏度水平，且其浸漬可比基於 XD 4410 之無酸酐參考物浴液調配物更佳。

【0092】 關於浴液穩定性，在僅 80 天期間，基於酸酐之參考物已在 23℃下將黏度提高了 12%。為了解決此問題，通常應用冷卻儲存。無酸酐參考物浴液調配物（XD 4410）非常穩定，且因此不需要冷卻。出人意料地，使用基於 CY 179 及苯頻哪醇之新穎浴液系統時，浴液穩定性非常好（在 180 天期間提高 6.5%）。因此，本發明之浴液組成物典型地亦將不需要冷卻。

【0093】 本發明之系統相比於傳統參考物之另一優點在於，因為其可

作為單組分產物進行塗覆，所以不需要在更新浴液時混合 2 種組分。因為在塗覆過程期間不存在可部分蒸發離開浴液之酸酐且因此影響與參考物之理想混合比，所以此問題不會發生於本發明之實施例，得到更佳品質穩定性。

【0094】 在高達 80℃之溫度下，本發明之產物的反應性非常低，但在約 140℃之溫度下反應較快。此意謂，此系統極具潛伏性，且因此在儲存溫度下穩定但在較高溫度下具有高度反應性。

【0095】 根據比較實施例 2 之單組分參考物在 80℃下亦非常慢，然而，其在較高固化溫度下仍緩慢（140℃下的膠凝時間為 30 分鐘）。

【0096】 本發明系統之 T_g 非常高。因為距離 155℃之塗覆臨界溫度較遠，所以此結果為正面的。

【0097】 最正面且出人意料的發現在於，介電損耗因數 tan δ 在 155℃下甚至更低，且因此優於含有三級胺或三氯化硼-辛基二甲基胺加合物作為固化促進劑之基於酸酐的參考物之介電損耗因數。

【0098】 在 155℃下> 10%之介電損耗因數 tan δ 為比較實施例 2 之無酸酐參考實施例（XD 4410）的主要問題，且為該等系統無法用於 H 級塗覆之原因，儘管根據表中給出之重量損失短期實驗其甚至將具有更佳溫度穩定性。就此而言，本發明之實施例至少與未改質的參考物同樣穩定。

【0099】 因此得出結論：本發明之新穎絕緣系統出人意料地消除了用於真空壓力浸漬之傳統絕緣系統的所有問題、酸酐/SVHC/REACH 問題以及已知無酸酐系統之問題，諸如高黏度、高溫下的低反應性、限制於 F 級及大於 10%之過高介電損耗因數 tan δ 。

a）基於比較浸漬之雲母紙及雲母帶的結論

【0100】 實驗呈現雲母紙及玻璃/雲母帶樣本在低溫下具有良好可滲透性。亦可顯示與聚酯-多元醇之相容性，該聚酯-多元醇可用於浸漬之雲母紙及玻璃/雲母組合的機械強化。聚酯-多元醇僅略微提高 tan δ 值，T_g與不含聚酯-多元醇之樣品相等。

【0101】 針對浸漬有不同含量 N-苯甲基-喹啉鎓-六氟銻酸鹽（0.12 - 0.5 g/m²）之雲母紙的測試顯示，濃度對絕緣材料之 tan δ 及 T_g 值影響較小。

【符號說明】

無

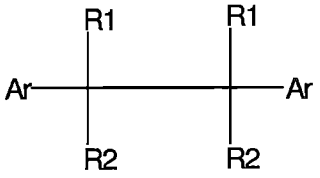
申請專利範圍

1. 一種用於電動引擎之載流結構部件的無酸酐絕緣系統，其包含：

（A）用於包裹該電動引擎之部件的雲母紙或雲母帶，該等部件在該引擎操作期間可能載流，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而被熱可固化環氧樹脂調配物滲透且包含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑含有含 1 或 2 個氮原子之芳族-雜環化合物及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，該起始劑之量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之該結構部件在該真空壓力浸漬步驟期間所吸收的該環氧樹脂固化；

（B）用於該真空壓力浸漬之熱可固化浴液調配物，其包含一或多種環氧樹脂，該調配物基本上或較佳完全不含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，尤其不含含 1 或 2 個氮原子之芳族-雜環化合物及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，及

（C）一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R4、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環

己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之該雲母紙或雲母帶（A）中，且/或該等共起始劑中的一或多者可含於該系統之該熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中且存在於該雲母紙或雲母帶（A）中及/或存在於該熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中的總量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之該結構部件在該真空壓力浸漬步驟期間、在該步驟後所吸收的該環氧樹脂固化。

2. 如申請專利範圍第 1 項之絕緣系統，其中該雲母紙或雲母帶（A）所包含之該熱可活化固化促進劑的量為每平方公尺該雲母紙或雲母帶約 0.1 至約 15 g，較佳為約 0.2 至約 7.5 g/m^2。

3. 如申請專利範圍第 2 項之絕緣系統，其中該雲母紙或雲母帶（A）所包含之共起始劑（C）的量介於 0 與約 15 g/m^2 之間。

4. 如申請專利範圍第 3 項之絕緣系統，其中該整個量的共起始劑（C）均含於該系統之該雲母紙或雲母帶（A）中。

5. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之絕緣系統，其中該整個量的共起始劑（C）均含於該系統之該熱可固化環氧樹脂浴液調配物（B）中。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之絕緣系統，其中該熱可固化浴液調配物（B）中之該環氧樹脂衍生自環脂族聚羧酸及/或環脂族環氧樹脂，該等環脂族環氧樹脂的環氧樹脂分子中包含至少一個、較佳兩個稠合至環脂族環之環氧基。

7. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之絕緣系統，其中該熱可活化固化起始劑包含或較佳為 N-苯甲基喹啉鎓六氟銻酸鹽。

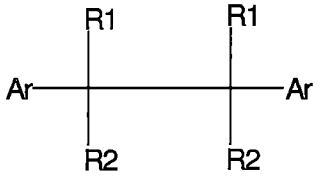
8. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之絕緣系統，其中該共起始劑（C）包含 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇（苯頻哪醇），或較佳地，該共起始劑為 1,1,2,2-四苯基-1,2-乙二醇。

9. 如申請專利範圍第 1 項之絕緣系統，其中該熱可固化浴液調配物包含該共起始劑（C）。

10. 一種雲母紙或雲母帶，其包含由以下組成之熱可活化固化起始劑：含有 1 或 2 個氮原子之芳族-雜環化合物及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及$[Al(OC(CF_3)_3)_4]$。

11. 如申請專利範圍第 10 項之雲母紙或雲母帶，其所包含之該熱可活化固化促進劑的量為每平方公尺該雲母紙或雲母帶約 0.1 至約 15 g，較佳為約 0.2 至約 7.5 g/m^2。

12. 如申請專利範圍第 10 項或第 11 項之雲母紙或雲母帶，其額外包含一或多種用於該熱可活化固化起始劑之共起始劑，該共起始劑選自下式之二芳基乙烷衍生物：

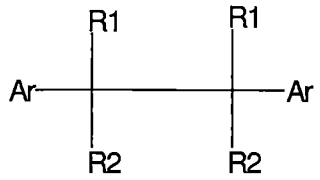


其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4 烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4 烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8 烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4 烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4 烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義。

13. 一種如申請專利範圍第 1 項至第 9 項中任一項之用於電動引擎之載流結構部件、呈分裝部分之套組形式的無酸酐絕緣系統之用途，其用於製造發電機或馬達之轉子或定子。

14. 一種使用如申請專利範圍第 1 項至第 9 項中任一項之用於電動引擎之載流結構部件的無酸酐絕緣系統或如申請專利範圍第10項至第12項中任一項之雲母紙或雲母帶製造發電機或馬達之轉子或定子的方法，其中

（a）用雲母紙或雲母帶包裹該轉子或定子之可能載流的部件或其結構部件，該雲母紙或雲母帶可經由真空壓力浸漬而被熱可固化環氧樹脂調配物滲透且包含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，該起始劑由以下組成：含有 1 或 2 個氮原子的芳族-雜環化合物及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之一或多種四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$；及視情況存在的至少部分量之使該熱可活化固化起始劑固化該環氧樹脂調配物所需之一或多種共起始劑，其選自下式之二芳基乙烷衍生物：



其中 Ar 為苯基、萘基、或 C_1-C_4烷基或氯取代之苯基，R1 為羥基、C_1-C_4烷氧基、-O-CO-R3 或-OSiR4R5R6，其中 R3 為 C_1-C_8烷基或苯基，且 R5、R5 及 R6 彼此獨立地各自為 C_1-C_4烷基或苯基，且 R2 為 C_1-C_4烷基或環己基或具有與 Ar 相同之含義，其中該雲母紙或雲母帶所含的該熱可活

化固化起始劑之量足以使該雲母紙或雲母帶及該引擎之該結構部件在真空壓力浸漬步驟期間所吸收的該環氧樹脂固化，

（b）將該轉子或定子或其結構部件插入容器中，

（c）將該容器抽真空，

（d）將包含一或多種環氧樹脂的熱可固化浴液調配物饋入該抽成真空的容器中，該調配物基本上或較佳完全不含用於該環氧樹脂調配物之熱可活化固化起始劑，尤其不含含有 1 或 2 個氮原子的芳族-雜環化合物及選自由以下組成之群的錯合物陰離子之四級銨鹽：BF_4^-、PF_6^-、SbF_6^-、$SbF_5(OH)^-$、AsF_6^-及 $Al[OC(CF_3)_3]_4^-$，且該調配物包含剩餘量之使該熱可活化固化起始劑固化該環氧樹脂調配物所需之該一或多種共起始劑，隨後向含有該轉子或定子或其結構部件之該容器施加一段時間的例如超壓乾燥空氣或氮氣，視情況小心加熱以充分降低該容器中的該熱可固化浴液調配物之黏度以允許該調配物在真空與施加於該等組件之高壓之間的壓力差的驅使下、在所需時間段內滲透該雲母紙或雲母帶及存在於該轉子或定子或其結構部件之結構中的間隙及空隙，

（e）自該容器中移除該殘餘的熱可固化浴液調配物，及

（f）自該容器中移出經該熱可固化浴液調配物浸漬之該轉子或定子或其結構部件，且自該容器中移出後進行加熱，以使該轉子或定子或其結構部件所包含之該熱可固化浴液調配物固化。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中將包含一或多種環氧樹脂的該熱可固化浴液調配物自儲槽饋入步驟（d）中之該抽成真空的容器中，且在步驟（e）中自該容器中移出後使其返回至該儲槽中，且儲存於該儲

槽中，視情況冷卻，以供進一步使用。