



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I885035 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：109147094

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 31 日

(51)Int. Cl.：

C07C43/225 (2006.01)**C09K5/10 (2006.01)****H05K7/20 (2006.01)****H01M10/613 (2014.01)****H01M10/653 (2014.01)****H01M10/6567(2014.01)****H01M10/0525(2010.01)**

(30)優先權：2019/12/31

美國

62/955,594

(71)申請人：美商 3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：哈里森 丹尼爾 詹姆士 HARRISON, DANIEL JAMES (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 107235875A

WO 2019/067394A1

期刊 G.G.Furin et al., " Synthesis of Partially Fluorinated Organic Compounds from Perfluoro-2-methyl-2-pentene and Phenol Derivatives", " , Russian Journal of General Chemistry, Vol.75, No. 3, Nauka/Interperiodica, 2005, p. 394-401

審查人員：王鼎瀚

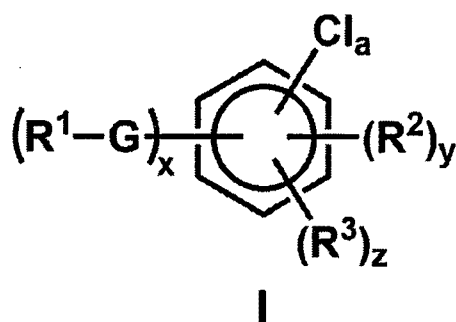
申請專利範圍項數：12 項 圖式數：0 共 35 頁

(54)名稱

氯化氟芳族化合物及其使用方法

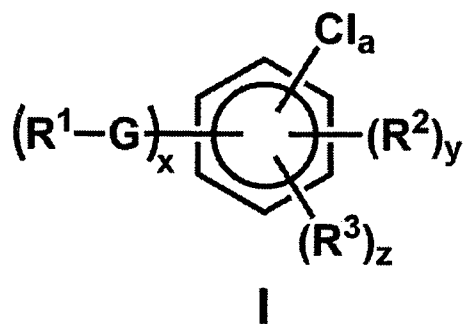
(57)摘要

一種氯化氟芳族化合物，其具有結構式(I)：



其中 G 係氧原子或硫原子；各 R^1 獨立地係具有 2 至 10 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烯基；各 R^2 獨立地係(i)氫原子或氟原子；或(ii)具有 1 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烷基或氟烯基； R^3 係氫原子或氟原子；a 係 1 至 3；x 係 1 或 2；y 係 1 至 4；且 $z=6-a-x-y$ 。

A chlorinated fluoroaromatic compound having structural formula (I):



where G is an oxygen or sulfur atom; each R^1 is, independently, a fluoroalkenyl group having 2 to 10 carbon atoms and optionally comprises one or more catenated heteroatoms; each R^2 is, independently, (i) a hydrogen atom or a fluorine atom; or (ii) a fluoroalkyl group or a fluoroalkenyl group having 1 to 9 carbon atoms and optionally comprises one or more catenated heteroatoms; R^3 is a hydrogen atom or a fluorine atom; a is 1-3; x is 1 or 2; y is 1-4; and $z = 6 - a - x - y$.

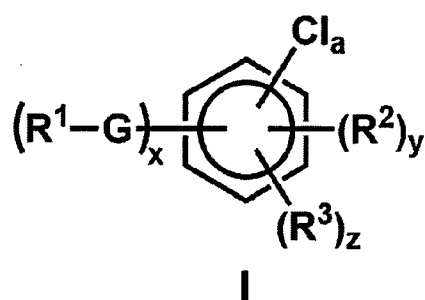
發明摘要

【發明名稱】 氯化氟芳族化合物及其使用方法

CHLORINATED FLUOROAROMATICS AND
METHODS OF USING SAME

【中文】

一種氯化氟芳族化合物，其具有結構式(I)：



其中 G 係氧原子或硫原子；

各 R^1 獨立地係具有 2 至 10 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烯基；

各 R^2 獨立地係(i)氫原子或氟原子；或(ii)具有 1 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烷基或氟烯基；

R^3 係氫原子或氟原子；

a 係 1 至 3；

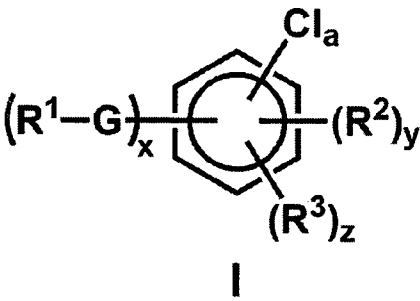
x 係 1 或 2；

y 係 1 至 4；且

$z = 6 - a - x - y$ 。

【英文】

A chlorinated fluoroaromatic compound having structural formula (I):



where G is an oxygen or sulfur atom;
each R^1 is, independently, a fluoroalkenyl group having 2 to 10 carbon atoms and optionally comprises one or more catenated heteroatoms;
each R^2 is, independently, (i) a hydrogen atom or a fluorine atom; or (ii) a fluoroalkyl group or a fluoroalkenyl group having 1 to 9 carbon atoms and optionally comprises one or more catenated heteroatoms;
 R^3 is a hydrogen atom or a fluorine atom;
a is 1-3;
x is 1 or 2;
y is 1-4; and
 $z = 6 - a - x - y$.

【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】 氯化氟芳族化合物及其使用方法

CHLORINATED FLUOROAROMATICS AND
METHODS OF USING SAME

【技術領域】

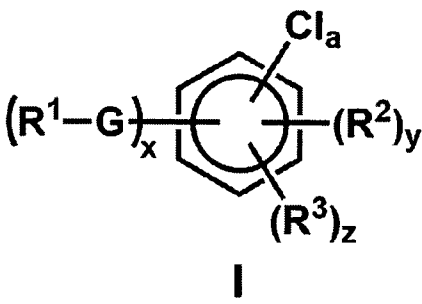
【0001】 本揭露係關於氯化氟芳族化合物及其製造及使用方法，且關於包括氯化氟芳族化合物之工作流體。

【先前技術】

【0002】 各種氟芳族化合物係描述於例如「The Reactions of the Dimers of Hexafluoropropene with O-Nucleophiles」，Nobuo, I.; Nagashima, A. *Bulletin of the Chemical Society of Japan* **1976**, 49, 502-505；「Mode of the nucleophilic reaction of F-2,4-dimethyl-3-heptene and phenol」，Maruta, M.; Ishikawa, N. *Journal of Fluorine Chemistry* **1979**, 13, 421-429。各種含氯之氟芳族化合物係描述於例如「Synthesis of partially fluorinated organic compounds from perfluoro-2-methyl-2-pentene and phenol derivatives」，Furin, G. G.; Zhuzhgov, E. L.; Chi, K.-V., Kim, N.-A. *Russian Journal of General Chemistry* **2005**, 75, 394-401；及 Takeshi, M.; Kazuyuki, O.; Yasunori, O.; Toshiya, I. Perfluoroalkenyl Derivative。日本專利申請案 2006335677，2006 年 12 月 14 日。

【發明內容】

【0003】 在一些實施例中，提供一種氯化氟芳族化合物，其具有結構式(I)。



其中 G 係氧原子或硫原子；
各 R^1 獨立地係具有 2 至 10 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烯基；
各 R^2 獨立地係(i)氫原子或氟原子；或(ii)具有 1 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烷基或氟烯基；
 R^3 係氫原子或氟原子；
a 係 1 至 3；
x 係 1 或 2；
y 係 1 至 4；且
 $z = 6 - a - x - y$ 。

【0004】 本揭露之上述發明內容並非意欲描述本揭露之各實施例。本揭露一或多個實施例之細節亦都在底下的說明中提出。本揭露之其他特徵、目的及優點將由本說明書及由申請專利範圍而為顯而易見。

【圖式簡單說明】 無

【實施方式】

【0005】 鑒於對環境友善的化學化合物的需求增加（因為環境考量以及產業法規），認知到存在對減少環境影響（例如，展現出低的全球暖化潛勢(global warming potential, GWP)）的新型工作流體的持續需求。除了環境考量外，此類化合物應符合各種應用（例如熱傳遞、浸沒式冷卻、溶劑清潔、及沉積塗佈溶劑）之性能要求（不可燃性、溶解力、穩定性、低毒性、低介電常數、及廣泛的操作溫度範圍），且符合成本效益地製造。更具體而言，需要用於高溫應用的不可燃、高沸點工作流體（諸如，以下論述者），該等工作流體額外擁有寬廣的液相範圍（例如，在 760 托時 <-50 至 $>180^{\circ}\text{C}$ ）、低介電常數（例如，在 1 kHz 時 <3 ）、及非常低的全球暖化潛勢(GWP)（例如， <100 ，如以下所定義）。

【0006】 通常，本揭露係關於某些氯化氟芳族化合物，其特別有用於作為高沸點熱傳遞流體、介電流體、浸沒式冷卻流體、或用於將熱能轉換成機械能之流體。值得注意的是，相較於在產業中使用的相關工作流體（例如，全氟碳化物(PFC)、全氟聚醚(PFPE)、及氫氟碳化物(HFC)），本揭露之化合物具有顯著較低的 GWP。此外，某些化合物展現不可燃性、低臭氧耗竭潛勢(ozone depletion potential, ODP)、及低毒性。

【0007】 更進一步地，本揭露之化合物展現令人驚訝地有利的介電性質（亦即，低介電常數及高介電強度）及高沸點。關於介電性質，發現較佳實施例展現小於 3 的介電常數及大於 40 kV (2.5 mm 間

隙)的介電強度，使化合物有利於浸沒式冷卻應用，其中電子組件係與工作流體直接接觸。

【0008】 應強調的是，對於產業中使用的高沸點氟化流體而言，本揭露之化合物展現出的低 GWP 及有利的介電性質的組合是令人驚訝的。舉例而言，沸點在約 130 至 200°C 之範圍內的全氟聚醚(PFPE)通常具有優異的介電性質(介電常數 ≈ 1.9 ，介電強度 ≈ 40 kV)，但亦具有非常高的 GWP ($\sim 10,000$)。相反地，沸點在約 130 至 170°C 之範圍內的氫氟醚(HFE)通常具有比 PFPE 低的 GWP (< 500)，但具有較高的介電常數及較低的介電強度(分別係 ≥ 5.8 及 < 30 kV)。因此，相較於 PFPE，本文中所述之氯化芳族化合物提供遠為較低的 GWP 及略高的介電強度。同樣地，相較於 HFE，氯化芳族化合物具有較低的 GWP、較低的介電常數、及較高的介電強度。

【0009】 關於操作溫度範圍，發現某些氯化氟芳族化合物的沸點顯著高於其非氯化類似物(差 $> 20^\circ\text{C}$)，且在一些實施例中，具有大於 190°C 的沸點及優異的熱穩定性。因此，這些化合物特別適用於高溫工作流體應用。最後，部分歸因於原料/起始材料的相對低的費用，某些本揭露之化合物可符合成本效益地製造。

【0010】 如本文中所使用，「鏈中雜原子(catenated heteroatom)」意指碳原子以外之原子(例如氧、氮、或硫)，其鍵結至碳鏈(直鏈或支鏈或環內)中之至少兩個碳原子而形成碳-雜原子-碳鍵結。

【0011】 如本文中所使用，「氟(fluoro-)」(例如，關於基團或部份，諸如在「氟烯(fluoroalkene)」或「氟烯基(fluoroalkenyl)」或「氟烷(fluoroalkane)」或「氟烷基(fluoroalkyl)」或「氟碳化物(fluorocarbon)」的情況下)或「氟化(fluorinated)」意指(i)部分氟化而使得有至少一個鍵結碳之氫原子(除了碳-氟鍵)，或(ii)全氟化。

【0012】 如本文中所使用，「全氟(perfluoro-)」(例如，關於基團或部份，諸如在「氟烯(fluoroalkene)」或「氟烯基(fluoroalkenyl)」或「氟烷(fluoroalkane)」或「氟烷基(fluoroalkyl)」或「氟碳化物(fluorocarbon)」的情況下)或「全氟化(perfluorinated)」意指完全氟化而使得除了可能另有指示以外，沒有可用氟置換的碳鍵結之氫原子。

【0013】 如本文中所使用，「烷基(alkyl)」意指包含可係直鏈、支鏈或環狀之原子價飽和的碳系骨架(亦即，衍生自烷烴)的分子片段。

【0014】 如本文中所使用，「烯基(alkenyl)」意指包含碳-鹼(carbon-base)骨架之分子片段，其含有至少一個碳-碳雙鍵(亦即，衍生自烯烴、二烯等)；烯基片段可係直鏈、支鏈、或環狀。

【0015】 如本文中所使用，「氟芳族化合物(fluoroaromatic/fluoroaromatic compound)」係指具有芳族部份之化合物(亦即，滿足 Hückel 之 $4n + 2$ 規則的平面環結構；例如，苯及吡啶衍生物)，其亦含有碳-氟鍵。芳族環可直接經氟化(亦即，具有芳基碳-氟鍵；例如，五氟苯酚衍生物)，其中(多個)基團附接至亦含有

(多個) 碳-氟鍵之芳族環 (例如, 氟烷基、氟烯基、以及含有 (多個) 鏈中雜原子之其衍生物)。或者, 芳族環可為非氟化的 (亦即, 無芳基碳-氟鍵; 例如, 苯酚衍生物), 其中 (多個) 基團附接至含有 (多個) 碳-氟鍵之芳族環 (例如, 氟烷基、氟烯基、及含有 (多個) 鏈中雜原子之其衍生物)。

【0016】 如本文中所使用, 「氯化氟芳族化合物(chlorinated fluoroaromatic)」係指滿足上述「氟芳族化合物」之定義且進一步具有一個或多個附接至芳族環之氯原子的化合物。

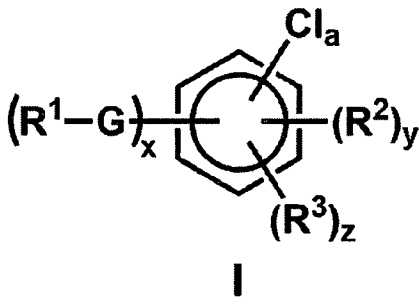
【0017】 如本文中所使用, 單數形式「一(a/an)」及「該(the)」皆包括複數個被指稱物(referents), 除非內文明確地另有指示。如本說明書及所附實施例中所使用者, 用語「或(or)」通常是用來包括「及/或(and/or)」的意思, 除非內文明確地另有指示。

【0018】 如本文中所使用, 以端點敘述之數值範圍包括所有歸於該範圍內的數值 (例如, 1 至 5 包括 1、1.5、2、2.75、3、3.8、4、及 5)。

【0019】 除非另有所指, 否則本說明書及實施例中所有表達量或成分的所有數字、屬性之測量及等等, 在所有情形中都應予以理解成以用語「約(about)」進行修飾。因此, 除非另有相反指示, 在前述說明書及隨附實施例清單所提出的數值參數, 可依據所屬技術領域中具有通常知識者運用本揭露的教示而企圖獲得之所欲性質而有所變化。起碼, 應鑒於呈報的有效位數的個數, 並且藉由套用一般四捨五入技

術，而詮釋各數值參數，但意圖不在於限制所請求保護的實施例之範疇均等論之應用。

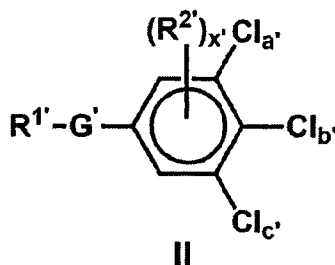
【0020】 在一些實施例中，本揭露係關於由下列結構式(I)表示之氯化氟芳族化合物：



其中 G 係氧原子或硫原子；
各 R^1 獨立地係具有 2 至 10、3 至 9、或 4 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烯基；
各 R^2 獨立地係(i)氫原子或氟原子；或(ii)具有 1 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烷基或氟烯基；
各 R^3 係氫原子或氟原子；
a 係 1 至 3、1 至 2、或 1；
x 係 1 或 2、或 1；
y 係 1 至 4、1 至 3、或 1 至 2；且
 $z = 6 - a - x - y$ 。

【0021】 在一些實施例中， R^1 及 R^2 之任一者或兩者（當 R^2 係氟烷基或氟烯基時）可經全氟化。

【0022】 在一些實施例中，本揭露係關於由下列結構式(II)表示之氯化氟芳族化合物：



其中 G'係氧原子或硫原子；

R^{1'}係具有 2 至 10、3 至 9、或 4 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烯基；

各 R^{2'}獨立地係(i)氫原子或氟原子；或(ii)具有 1 至 9 個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之氟烷基或氟烯基；

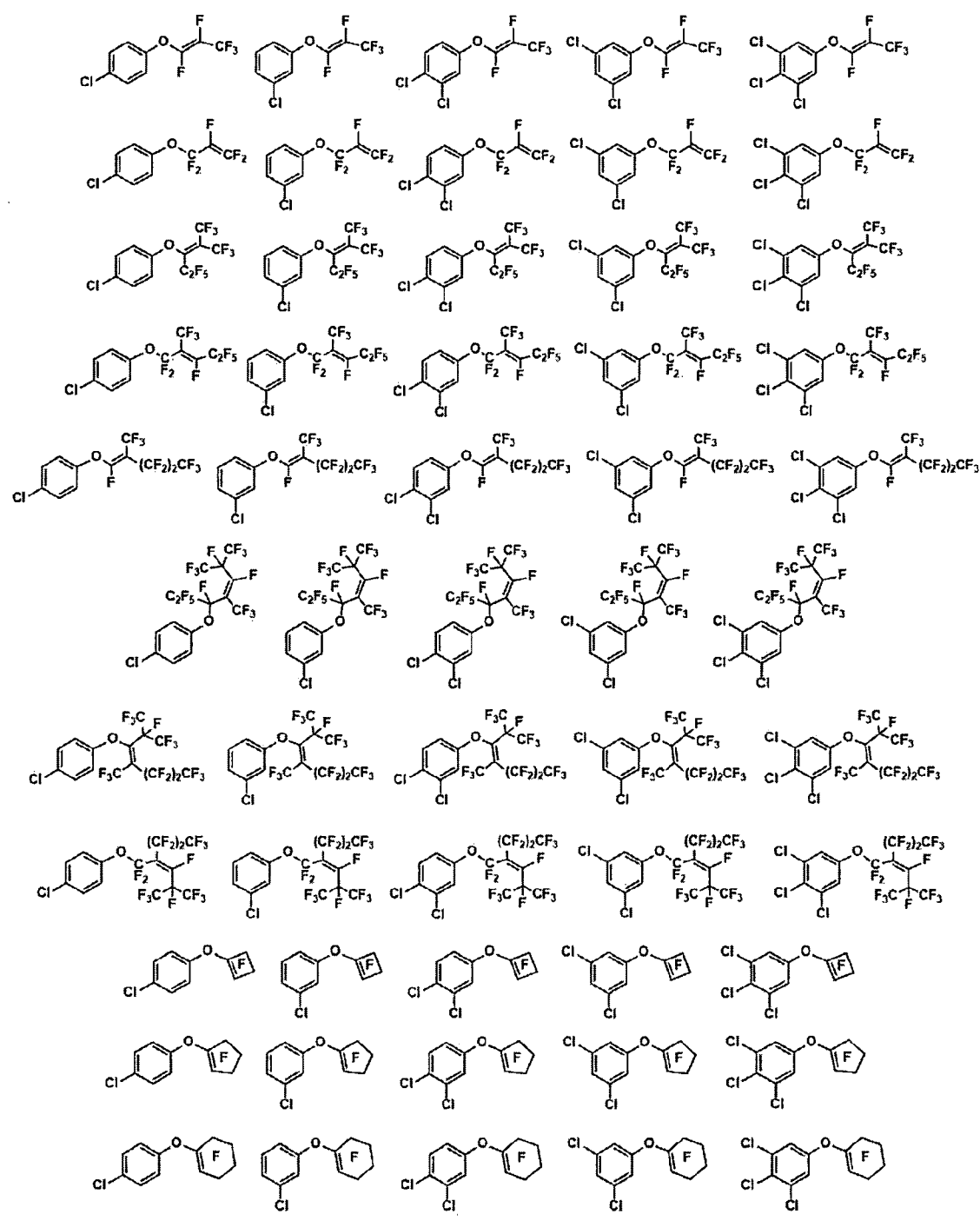
x'係 2 至 4 或 2 至 3；且

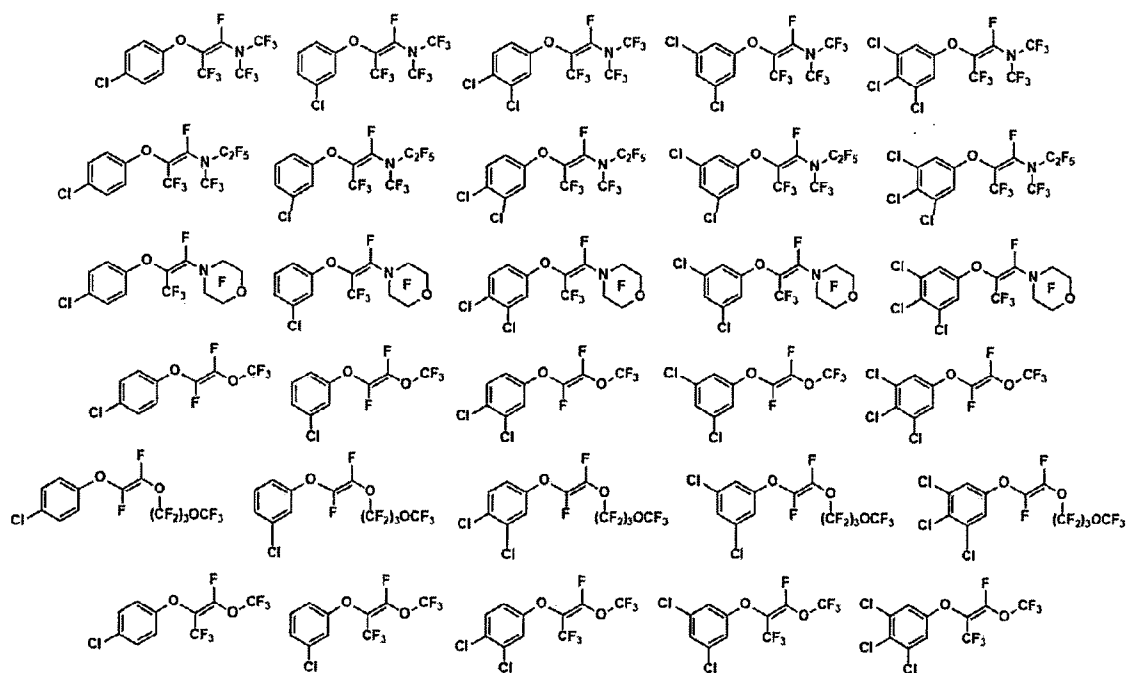
a'、b'、及 c'獨立地係 0 或 1。

【0023】 在一些實施例中，R^{1'}及 R^{2'}之任一者或兩者（當 R^{2'}係氟烷基或氟烯基時）可經全氟化。

【0024】 在一些實施例中，根據 ASTM D-3278-96 e-1 測試方法（「藉由小量封杯設備測量之液體閃點(Flash Point of Liquids by Small Scale Closed Cup Apparatus)」），本揭露之氯化氟芳族化合物中的氟含量可足以使得該等化合物不可燃。

【0025】 在各種實施例中，通式 I 或 II 之化合物的代表性實例包括下列：





【0026】 為了本揭露之目的，應瞭解不管任何通式或化學結構中所繪示的是哪一者，氯化氟芳族化合物之任何者可包括 *E* 異構物、*Z* 異構物、或 *E* 與 *Z* 異構物之混合物。

【0027】 在一些實施例中，本揭露之氯化氟芳族化合物可在寬廣的操作溫度範圍內有用。在此方面，在一些實施例中，本揭露之氯化氟芳族化合物可具有不小於攝氏 220、210、200、190、或 180 度之沸點。

【0028】 在一些實施例中，本揭露之氯化氟芳族化合物可係疏水性、相對不具化學反應性、且熱穩定的。氯化氟芳族化合物可具有低環境衝擊。在此方面，本揭露之氯化氟芳族化合物可具有小於 300、200、100、50、10、或小於 1 之全球暖化潛勢(GWP)。如本文中所使用，GWP 係基於化合物結構之化合物全球暖化潛勢相對量值。化合物的 GWP 如政府間氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate

Change, IPCC)於 1990 年所定義及 2007 年更新，係計算為經指定積分時程(integration time horizon, ITH)由於釋出 1 公斤化合物造成的暖化相對於由於釋出 1 公斤 CO₂ 造成的暖化。

$$GWP_i(t') = \frac{\int_0^{ITH} a_i[C(t)]dt}{\int_0^{ITH} a_{CO_2}[C_{CO_2}(t)]dt} = \frac{\int_0^{ITH} a_i C_{0i} e^{-t/\tau} dt}{\int_0^{ITH} a_{CO_2}[C_{CO_2}(t)]dt}$$

【0029】 在此方程式中，a_i 為大氣中每單位質量化合物增加所對應之輻射強迫（由於此化合物之 IR 吸收所產生之穿透大氣之輻射通量變化），C 為化合物之大氣濃度，τ為化合物之大氣壽命，t 為時間，且 i 為所關注之化合物。通常接受之 ITH 為 100 年，代表短期作用（20 年）與長期作用（500 年或更久）之間的折衷。假定有機化合物 i 在大氣中之濃度符合準一級動力學（亦即指數衰減）。CO₂ 在此相同時間間隔內之濃度結合了針對大氣中 CO₂ 交換及移除之更複雜模型（伯恩碳循環模型(Bern carbon cycle model)）。

【0030】 在一些實施例中，本揭露之氯化氟芳族化合物可使用自先前技術調適之程序，藉由用氯苯酚鹽離子（例如 4-氯苯酚鹽或 3,5-二氯苯酚鹽）親核置換來自氟烯之氟離子而製備。氯苯酚鹽物種可係預形成之鹼金屬鹽（例如，氯苯酚鈉或氯苯酚鉀）。替代地，於反應介質中，氯苯酚鹽可在布忍斯特(Brønsted)鹼之存在下自親體(parent)氯苯酚鹽形成；適合的鹼包括胺（例如，三乙胺）、鹼金屬碳酸鹽（例如，碳酸鈉或碳酸鉀）、或鹼金屬氫氧化物（例如，氫氧化鈉或氫氧化

鉀)。用於這些反應之合適介質包括有機溶劑，諸如 N,N-二甲基甲醯胺、丙酮、及四氫呋喃。

【0031】 在一些實施例中，本揭露係進一步關於包括上述氯化氟芳族化合物作為主要組分的工作流體。舉例而言，以工作流體之總重量計，工作流體可包括至少 25 重量%、至少 50 重量%，至少 70 重量%、至少 80 重量%、至少 90 重量%、至少 95 重量%、或至少 99 重量%的上述氯化氟芳族化合物。除了氯化氟芳族化合物以外，以工作流體之總重量計，工作流體可包括總共至多 75 重量%、至多 50 重量%、至多 30 重量%、至多 20 重量%、至多 10 重量%、或至多 5 重量%的一或多種下列組分：醇、醚、烷烴、烯烴、鹵烯烴、全氟碳化物、全氟化三級胺、全氟醚、環烷烴、酯、酮、環氧乙烷、芳族、矽氧烷、氫氟碳化物、氫氯氟碳化物、氫氟碳化物、氫氯烯烴、氫氯氟烯烴、氫氟醚、礬、或其混合物。此等額外組分可經選擇針對特定用途以修飾或增強組成物之性質。

【0032】 在一些實施例中，本揭露之氯化氟芳族化合物（或含有氯化氟芳族化合物之工作熱傳遞流體）可在各種應用中用作為熱傳遞劑（例如，用於半導體產業中之積體電路工具的冷卻或加熱，包括諸如乾式蝕刻器、積體電路測試器、微影蝕刻曝光工具（步進器）、灰化器(asher)、化學氣相沉積設備、自動化測試設備（探測器）、物理氣相沉積設備（例如，濺鍍機）、及氣相焊接流體、及熱衝擊流體之工具）。

【0033】 在一些實施例中，本揭露進一步關於一種用於熱傳遞之設備，其包括一裝置及用於將熱傳遞至該裝置或自該裝置傳遞之一機構。用於熱傳遞之機構可包括熱傳遞流體或工作流體，其包括一或多種本揭露之氯化氟芳族化合物。

【0034】 所提供的用於熱傳遞之設備可包括一裝置。該裝置可係待冷卻、待加熱、或待維持在一預定溫度或溫度範圍之一組件、工作件、總成等。此等裝置包括電組件、機械組件、及光學組件。本揭露之裝置的例子包括但不限於微處理器、用於製造半導體裝置之晶圓、功率控制半導體、配電開關裝置、功率變壓器、電路板、多晶片模組、封裝及未封裝半導體裝置、雷射、化學反應器、燃料電池、熱交換器、以及電化學電池。在一些實施例中，該裝置可包括一急冷器(chiller)、一加熱器、或其組合。

【0035】 又於其他實施例中，該等裝置可包括電子裝置，例如處理器，其包括微處理器。隨著這些電子裝置功率變得更高，每單位時間所產生之熱量增加。因此，該熱傳遞之機構在處理器效能中扮演重要角色。該熱傳遞流體一般而言具有良好熱傳遞效能、良好電相容性（即使用在諸如利用冷板者之「間接接觸」應用亦然）、以及低毒性、低（或不）可燃性、及低環境衝擊。良好電相容性要求熱傳遞流體候選者展現出高介電強度、高體積電阻率、及對極性材料之不佳溶解力。此外，熱傳遞流體應展現良好的機械相容性，即其不應以不利的方式影響典型構造材料，且其應具有低傾點及低黏度以在低溫操作期間維持流動性。

【0036】 所提供之設備可包括用於傳遞熱之機構。機構可包括熱傳遞流體。熱傳遞流體可包括一或多種本揭露之氯化氟芳族化合物。熱可藉由將該熱傳遞機構放置為與該裝置熱接觸來傳遞。熱傳遞機構當放置為與該裝置熱接觸時，會自該裝置移除熱或提供熱至該裝置，或將該裝置維持在經選定之溫度或溫度範圍。熱流動方向（自裝置或至裝置）係由該裝置與該熱傳遞機構之間的相對溫度差來判定。

【0037】 熱傳遞機構可包括用於管理該熱傳遞流體之設施，其包括但不限於泵、閥、流體圍阻系統、壓力控制系統、冷凝器、熱交換器、熱源、熱槽、致冷系統、主動式溫度控制系統、及被動式溫度控制系統。合適熱傳遞機構之實例包括但不限於在電漿增強化學氣相沉積(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)工具中之溫度控制晶圓卡盤、用於晶粒性能測試之溫度控制測試頭、在半導體程序設備內之溫度控制工作區、熱衝擊測試浴液儲槽、及恆溫浴。在一些系統中，諸如蝕刻器、灰化器、PECVD 室、氣相焊接裝置、及熱衝擊測試機，所欲之上限操作溫度可高達 170°C、高達 200°C、或甚至高達 220°C。

【0038】 熱可藉由將該熱傳遞機構放置為與該裝置熱連通來傳遞。該熱傳遞機構當放置為與該裝置熱連通時，會自該裝置移除熱或提供熱至該裝置，或將該裝置維持在經選定之溫度或溫度範圍。熱流動方向（自裝置或至裝置）係由該裝置與該熱傳遞機構之間的相對溫度差來判定。所提供之設備亦可包括致冷系統、冷卻系統、試驗設

備、及機械加工(machining)設備。在一些實施例中，所提供之設備可為恆溫浴或熱衝擊試驗浴。

【0039】 在一些實施例中，本揭露係關於一種用於電化學電池套組（例如，鋰離子電池組套組）之熱管理系統。系統可包括電化學電池套組及與電池組套組熱連通之工作流體。工作流體可包括一或多種本揭露之氯化氟芳族化合物。

【0040】 電化學電池（例如，鋰離子電池組）係在世界各地極為大量的電子及電裝置之中廣泛使用，範圍從油電混合及電動車至動力工具、可攜式電腦、及行動裝置。雖然鋰離子電池組通常是安全且可靠的能量儲存裝置，但在某些條件下會遭受稱為熱失控之災難性故障。熱失控是由熱所觸發之一系列內部放熱反應。過多熱的產生可能來自過度充電、過熱、或來自內部電短路。內部短路一般係由製造缺陷或雜質、樹枝狀鋰形成、及機械損壞所造成。雖然在充電裝置中且在電池組套組中一般會有保護電路，其會在發生過度充電或過熱時停用電池組，但其無法保護電池組免於由內部缺陷或機械損壞所造成的內部短路。

【0041】 經常需要用於鋰離子電池組套組之熱管理系統來最大化鋰離子電池組之循環壽命。此類型的系統會維持電池組套組內之各電池的均勻溫度。高溫可增加鋰離子電池組之容量衰退率及阻抗，同時減少其壽命。理想上，電池組套組內之各個別電池將在相同的環境溫度下。

【0042】 電池組之直接接觸流體浸沒可減輕低可能性但卻是災難性的熱失控事件，同時亦為鋰離子電池組套組之有效率正常操作提供必要的持續熱管理。當流體與熱交換系統搭配使用時，此類型的應用會提供熱管理以維持理想的操作溫度範圍。然而，在發生機械損壞或任何鋰離子電池發生內部短路時，該流體亦會防止熱失控事件經由蒸發冷卻而傳播或串級崩潰(cascading)至套組中的相鄰電池，因此顯著減輕涉及多個電池之災難性熱失控事件的風險。如同上述之電子設備浸沒式冷卻，電池組之浸沒式冷卻及熱管理可使用設計用於單相或兩相浸沒式冷卻的系統達成，且電池組冷卻之流體要求類似於以上針對電子設備所述者。在任一情況中，流體係設置為與電池組熱連通以維持、升高、或降低電池組之溫度（亦即，熱可經由流體傳入或傳出電池組）。

【0043】 直接接觸流體浸沒技術已顯示可用於電池組之熱管理，且可用於提供熱失控保護，但對於可提供更佳化學穩定性及系統耐久性，同時解決諸如高 GWP 之環境考量的改良流體仍然有需求。在用於電池組熱管理及熱失控保護之直接接觸流體浸沒熱傳應用中，氫氟醚及全氟酮係已顯示具有實用性的兩個實例，同時亦提供可接受的全球暖化潛勢。這些應用對於所採用之流體提出嚴格的效能要求，諸如不可燃性、可接受毒性、小的環境足跡、高介電強度、低介電常數、高體積電阻率、穩定性、材料相容性、以及良好熱性質，以長期維持高體積電阻率。在一些實施例中，本揭露應用至一種用於電化學電池套組之直接接觸流體浸沒熱管理系統。系統可包括電化學電池套組及與

套組熱連通之工作流體。工作流體可包括一或多種本揭露之氯化氟芳族化合物。

【0044】 在一些實施例中，本揭露描述關於一或多種氯化氟芳族化合物（或含有氯化氟芳族化合物的工作流體）作為電子裝置（例如，電腦伺服器）之單相浸沒式冷卻流體的用途。單相浸沒中沒有相變。而是，一般而言當流體流動或泵送通過電子裝置及熱交換器時，流體分別加溫及冷卻，從而將熱從電子裝置傳遞出去。

【0045】 在一些實施例中，本揭露可關於一種浸沒式冷卻系統，其藉由單相浸沒式冷卻操作。大致上，單相浸沒式冷卻系統可包括設置在殼體之內部空間內的熱產生組件（例如，電腦伺服器），使得其至少部分地浸沒（且至多完全浸沒）於工作流體的液相中。該單相系統可進一步包括泵及熱交換器，該泵運作以將工作流體移入並移出產生熱的電子裝置及熱交換器，且該熱交換器運作以冷卻該工作流體。熱交換器可設置在殼體內或外部。

實例

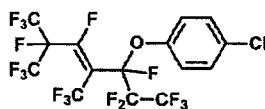
【0046】 藉由以下比較性及說明性實例進一步說明本揭露之目的及優點。除非另有註明，否則實例及說明書其餘部分中之所有份數、百分比、比率等皆以重量計，且實例中所使用之所有試劑係獲自、或可購自一般化學供應商，諸如例如 Sigma-Aldrich Corp. (Saint Louis, MO, US) 或 Oakwood Chemicals (Estill, SC, US)。在本文中使用下列縮寫：mL = 毫升，L = 公升，mm = 毫米，min = 分鐘，h = 小時，g =

克，mmol = 毫莫耳，mol = 莫耳，°C = 攝氏度，bp = 沸點，GC = 氣相層析術，FID = 火焰離子化偵測器，MS = 質譜術，*i* = 異且 *n* = 正（指基於碳之基團的結構排列，如異丙基或正丙基），Ph = 苯基(C₆H₅)，NMR = 核磁共振，cSt = 厘司，KHz = 千赫，kV = 千伏。

樣本製備程序

【0047】 應注意，以下實例 1 及 3 與比較例 CE1 及 CE3 的程序產生多種異構物。所示的結構為主要異構物(>90 wt%)。

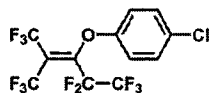
實例 1. 4-Cl(C₆H₄)O(C₉F₁₇) : (*E*)-1-氯-4-((1,1,1,2,2,3,5,6,7,7,7-十一氟-4,6-雙(三氟甲基)庚-4-烯-3-基)氧基)苯+異構物



【0048】 (*E*)-全氟-2,4-二甲基庚-3-烯[(*E*)-CF(*i*-C₃F₇)=C(CF₃)(*n*-C₃F₇)]係根據 K. N. Makarov, et al., *Journal of Fluorine Chemistry* 1977, 10, 323-327 中所述程序製備。將 4-氯苯酚(84.7 g, 659 mmol)、(*E*)-全氟-2,4-二甲基庚-3-烯(308 g, 684 mmol)、及 N,N-二甲基甲醯胺(300 mL)於 1 L 3 頸燒瓶中組合，該燒瓶配備有加料漏斗、溫度探針、及磁力攪拌棒。將淡黃色雙相混合物在冰浴中冷卻至約 12°C。在劇烈攪拌下，藉由加料漏斗在 1 h 內逐滴添加三乙胺(66.7 g, 659 mmol)，且溫度在 10 與 15°C 之間。將雙相混合物（黃色頂層，微黃色底層）在

環境溫度（21 至 23℃）下攪拌 1 h 30 min。分離各層。將底（氟碳化物）層用水(200 mL × 3)洗滌，用硫酸鎂乾燥並過濾（澄清的淺黃色液體）。藉由在真空下（在 5 托時 bp ≈ 80℃）蒸餾來純化此物質，然後通過二氧化矽(20 g)過濾。產率為 238 g (65%)，對於合併的 4-Cl(C₆H₄)O(C₉F₁₇)異構物，其純度> 99%，如藉由 GC-MS 及 NMR 確立。

實例 2. 4-Cl(C₆H₄)O(C₆F₁₁)：1-氯-4-((1,1,1,4,4,5,5,5-八氟-2-(三氟甲基)戊-2-烯-3-基)氧基)苯

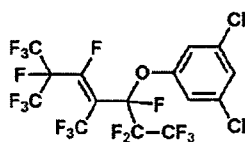


【0049】 將丙酮(250 mL)、粉末碳酸鉀（約 325 篩目，150.2 g，1087 mmol）、及全氟-2-(甲基)戊-2-烯[CF(C₂F₅)=C(CF₃)₂] (250.4 g, 834.7 mmol)組合（淡黃色懸浮液）於 1 L 3 頸燒瓶中，該燒瓶配備有加料漏斗、溫度探針、及磁力攪拌棒。將混合物在冰浴中冷卻至約 2℃。在劇烈攪拌下，在 45 min 內逐滴添加 4-氯苯酚(107.2 g, 833.6 mmol)於丙酮(50 mL)中之溶液，且溫度在 0 與 5℃之間。將黃色懸浮液在環境溫度（21 至 23℃）下攪拌 1 h 40 min。過濾混合物；將固體用丙酮(50 mL × 3)洗滌，並將這些洗滌物與其餘黃色濾液一起收集。在真空（約 0.5 至 1.0 托）下將濾液在水浴中濃縮，並將水浴保持在 12 與 20℃之間（移除約 350 mL 的丙酮）。將濃縮料用水(200 mL × 3)洗

滌，用硫酸鎂乾燥並過濾（澄清的黃色液體）。藉由在真空下（在 6.4 托時 $\text{bp} \approx 61^\circ\text{C}$ ）蒸餾來純化此物質，然後通過二氧化矽(10 g)過濾。4-Cl(C₆H₄)O(C₆F₁₁)之產率係 195 g (57%)，其純度 > 99%，如藉由 GC-FID 及 GC-MS 確立。

實例 3. 3,5-Cl₂(C₆H₃)O(C₉F₁₇) : (*E*)-1,3-二氯-5-

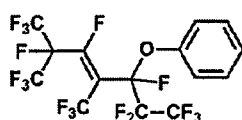
((1,1,1,2,2,3,5,6,7,7,7-十一氟-4,6-雙(三氟甲基)庚-4-烯-3-基)氧基)苯+異構物



【0050】 在氮氣氛下，將 3,5-二氯苯酚（52.5 g，322 mmol，100 質量%）、N,N-二甲基甲醯胺(170 mL)、及(*E*)-全氟-2,4-二甲基庚-3-烯[(*E*)-CF(*i*-C₃F₇)=C(CF₃)(*n*-C₃F₇)]，使用實例 1 中引用的程序製備(146 g, 324 mmol)於 500 mL 3 頸燒瓶中組合，該燒瓶配備有加料漏斗、溫度探針、及磁力攪拌棒。將雙相、黃棕色混合物在冰浴中冷卻至 5°C。在劇烈攪拌下，在 0.5 h 內逐滴添加三乙胺(33.0 g, 326 mmol)，且溫度在 5 與 7°C 之間。在 5 至 7°C 下 10 min 後，停止攪拌並分離各層。將底層（淺黃色）用鹽酸(5 wt. %, 135 mL × 2)及水(135 mL × 2)洗滌，用硫酸鎂乾燥並過濾。藉由在真空下（在 5.2 托時 $\text{bp} \approx 88^\circ\text{C}$ ）蒸餾來純化此物質。產率為 109 g (57%)，對於合併的 3,5-

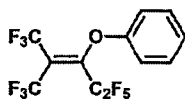
$\text{Cl}_2(\text{C}_6\text{H}_3)\text{O}(\text{C}_9\text{F}_{17})$ 異構物，其純度> 99%，如藉由 GC-FID 及 GC-MS 確立。

比較例 CE1. $\text{PhO}(\text{C}_9\text{F}_{17})$ ：(E)-((1,1,1,2,2,3,5,6,7,7,7-十一氟-4,6-雙(三氟甲基)庚-4-烯-3-基)氧基)苯+異構物



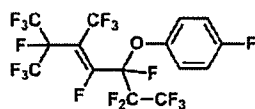
【0051】 在氮氣氛下，將三乙胺(210 g, 2080 mmol)藉由加料漏斗在 25 min 內逐滴添加至苯酚(193 g, 2050 mmol)、N,N-二甲基甲醯胺(1100 mL)、及(E)-全 氟-2,4-二 甲 基 庚-3-烯[(E)-CF(*i*-C₃F₇)=C(CF₃)(*n*-C₃F₇)]，使用實例 1 中引用的程序製備] (923 g, 2050 mmol)的劇烈攪拌之雙相混合物中。在添加期間，將內部溫度保持在 15 與 22℃之間。將混合物在環境溫度攪拌 3 h。分離各層；將氟有機層（底部）用 5 wt %的鹽酸(1 L × 2)及水(0.5 L × 2)洗滌，用硫酸鎂乾燥，並過濾。將粗材料藉由真空蒸餾（在 5.0 托時 bp ~ 61℃）純化。產率為 924 g (86%)，對於合併的 $\text{PhO}(\text{C}_9\text{F}_{17})$ 異構物，其純度> 99%，如藉由 GC-MS 及 NMR 確立。

比較例 CE2. $\text{PhO}(\text{C}_6\text{F}_{11})$ ：3,3,3-三氟-1-(1,1,2,2,2-五氟乙基)-2-(三氟甲基)丙-1-烯氧基]苯



【0052】 在氮氣氛下，將三乙胺(120 mL, 861 mmol)經由加料漏斗逐滴添加至苯酚(80 g, 850 mol)、N,N-二甲基甲醯胺(254 mL)、及全氟-2-(甲基)戊-2-烯[CF(C₂F₅)=C(CF₃)₂] (280.6 g, 935.2 mmol)的劇烈攪拌之雙相混合物中。在添加期間，將內部溫度保持在 20 與 40℃ 之間。將混合物在環境溫度 (21 至 23℃) 下攪拌 1 h 15 min。將氟-有機相 (底部) 分離，用水(300 mL × 3)洗滌，用硫酸鎂乾燥，並過濾。將粗材料藉由真空蒸餾 (在 6.5 托時 bp ≈ 55℃) 純化。 。 。 。 PhO[C(C₂F₅)=C(CF₃)₂]之產率係 655 g (83%)，其純度為 98%，如藉由 GC-MS 及 NMR 確立。

比較例 CE3. 4-*F*(C₆H₄)O(C₉F₁₇) : (*E*)-1-氟-4-((1,1,1,2,2,3,5,6,7,7,7-十一氟-4,6-雙(三氟甲基)庚-4-烯-3-基)氧基)苯+異構物



【0053】 將 4-氟苯酚(71.2 g, 635 mmol)、(*E*)-全氟-2,4-二甲基庚-3-烯[(*E*)-CF(*i*-C₃F₇)=C(CF₃)(*n*-C₃F₇)]，使用實例 1 中引用的程序製備] (300.7 g, 668.1 mmol)、及 N,N-二甲基甲醯胺(300 mL)於 1 L 3 頸燒瓶中組合，該燒瓶配備有加料漏斗、溫度探針、及磁力攪拌棒。將淡黃色雙相混合物在冰浴中冷卻至約 12℃。在劇烈攪拌下，藉由加料漏斗

在 45 min 內逐滴添加三乙胺(64.4 g, 636 mmol)，且溫度在 10 與 15°C 之間。將雙相混合物（黃色頂層，微黃色底層）在環境溫度（21 至 23 °C）下攪拌 1 h 30 min。分離各層。將底（氟碳化物）層用鹽酸(5 wt. %) (200 mL × 2)及水(100 mL × 2)洗滌，用硫酸鎂乾燥並過濾（澄清的無色液體）。藉由在真空下（在 5.1 托時 bp ≈ 66°C）蒸餾來純化此物質，然後通過二氧化矽(15 g)過濾。產率為 262 g (76%)，對於合併的 4-F(C₆H₄)O(C₉F₁₇)異構物，其純度> 99%，如藉由 GC-FID 及 GC-MS 確立。

測試方法

【0054】 記述於表 1 中之沸點係使用 ASTM E 1719-97「沸點測定法之液體蒸氣壓的標準測試方法(Standard Test Method for Vapor Pressure of Liquids by Ebulliometry)」中概述之程序判定。首先，測量蒸氣壓，然後如 ASTM 方法 E1719-97 之第 10 節中所述計算沸點。

【0055】 介電常數係使用 Alpha-A High Temperature Broadband Dielectric Spectrometer (Novocontrol Technologies, Montabaur, Germany)，根據 ASTM D150-11「固體電絕緣的 AC 損耗特性及介電率（介電常數）之標準測試方法(Standard Test Methods for AC Loss Characteristics and Permittivity (Dielectric Constant) of Solid Electrical Insulation)」測量。針對此測量選擇平行板電極配置。將平行板之樣本槽（Agilent 16452A 液體測試夾具，其係由 38 mm 直徑之平行板(Keysight Technologies, Santa Rosa, CA, US)所組成）介接至

Alpha-A 主架，同時使用 ZG2 Dielectric/Impedance General Purpose Test Interface（可購自 Novocontrol Technologies）。將各樣本準備在具有間距 d （一般為 $d = 1 \text{ mm}$ ）的平行板電極之間，然後自電極電壓差(V_s)及電流(I_s)之相位敏感測量來評估複數介電係數（介電常數及損耗）。頻率域測量係在 0.00001 Hz 至 1 MHz 之離散頻率下進行。10 毫歐姆至至多 1×10^{14} 歐姆之阻抗經測量至達 4.2 伏特 AC 的最大值。然而針對於此實驗，則使用 1.0 伏特之固定 AC 電壓。DC 傳導率（體積電阻率之倒數）亦可從最佳化寬頻介電弛豫適配函數（其含有低頻率 Havriliak-Negami 介電弛豫函數及一個分開之頻率相依傳導率項）來獲取。

【0056】 液體介電擊穿強度測量係根據 ASTM D877-87(1995)「絕緣液體之介電擊穿電壓之標準測試方法(Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Liquids)」而進行。使用直徑 25 mm 之圓盤電極（電極之間的間距為 2.5 mm (0.10")）搭配 Phenix Technologies 型號 LD 60（其專為在 7 至 60 kV，60 Hz（較高電壓）擊穿範圍內進行測試而設計）。針對此實驗，採用 60 Hz 之頻率及每秒 500 伏特之斜坡率，如典型所使用。

【0057】 根據 ASTM D445-94e1「透明與不透明液體之動黏度標準測試方法（動態黏度的計算）(Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (the Calculation of Dynamic Viscosity))」判定動黏度，不同的是浴溫控制在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，使用 ViscoSystem AVS 350 黏度計時器(Schott Instruments GmbH,

Hattenbergstraße 10 55122 Mainz Germany)及經 Hagenbach 校正的 545-03、545-13、或 545-20 Ubbelohde 黏度計(Cannon Instruments Company, Box 812, State College, PA)。針對低於 0°C 之溫度，使用 Lawler 溫度控制浴。

【0058】 密度係使用 DDM 2911 加上自動密度計(Automatic Density Meter)來測量。在測量之前，藉由將針筒尖端塞住並且拉柱塞以釋放氣泡，而將流體短暫除氣。

【0059】 閃點係根據 ASTM D-3278-96 e-1「以小規模閉杯設備測量液體閃點之標準測試方法(Standard Test Methods for Flash Point of Liquids by Small Scale Closed-Cup Apparatus)」中概述之程序測量。將根據 ASTM 測試方法未展現閃點之材料視為不可燃。

【0060】 Log K_{ow} (辛醇/水分配係數) 之值係使用經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)之測試方法 117「分配係數 (正辛醇/水)，HPLC 方法(Partition Coefficient (n-octanol/water), HPLC Method)」中所述之方法藉由 HPLC 判定。

【0061】 各測試材料之大氣壽命係由使用氯甲烷(CH₃Cl)作為參考化合物之相對速率研究判定。參考化合物及具有羥基自由基(OH)之測試化合物的準一級反應速率係在實驗室腔室系統中判定。參考化合物的大氣壽命係記錄在文獻中。基於此數值及在腔室實驗中所測量的準一級反應速率，各樣品之大氣壽命係由測試化合物相對於參考化合物之反應速率及參考化合物之報告壽命所計算，如下所示：

$$\tau_x = \tau_r \cdot \frac{k_r}{k_x}$$

其中 τ_x 為測試材料之大氣壽命， τ_r 為參考化合物之大氣壽命，且 k_x 及 k_r 係分別為羥基自由基與測試材料及參考化合物之反應的速率常數。測試腔室中之氣體濃度係以傅立葉轉換紅外線光譜儀(Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR)來定量。隨後使用所測得之各流體之大氣壽命值來計算 GWP。

【0062】 全球暖化潛勢(GWP)值係使用在政府間氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)第五次評估報告(Fifth Assessment Report, AR5)中所述之方法來計算。製備待評估之材料的氣體標準品（具有已知及已記錄之濃度），並將其用以獲得此化合物之定量 FTIR 光譜。使用質量流量控制器用氮將樣本標準品稀釋，以兩個不同濃度水準產生定量氣相、單組分 FTIR 資料庫參考光譜。流率係使用通過認證之 BIOS DRYCAL 流量計(Mesa Labs, Butler, NJ, US)在 FTIR 槽排出處進行測量。亦使用經過認證之乙烯校準氣體鋼瓶來驗證稀釋程序。使用 AR5 中所述之方法，用 FTIR 數據計算輻射效率，接著將其與大氣壽命合併以計算 GWP 值。

結果

【0063】 將實例 1 至 3 及比較例 CE1 至 CE3 的性質歸納於表 1 中。具有附接至芳族環之單一氯原子的實例 1 及 2 之沸點比其非氯化

類似物（CE1 及 CE2）高至少 22℃。具有附接至芳族環之兩個氯原子的實例 3 之沸點比其非氯化類似物(CE1)高 35℃。為了進行比較，4-氟類似物 CE3 的沸點僅比其非氯化類似物(CE1)高 5℃。因此，相較於非氯化化合物，芳族環的部分氯化明顯提高了沸點，從而實現較高溫度的應用。

【0064】 以氯原子置換芳族氫原子亦影響介電性質。相對於非氯化的情況（CE1 及 CE2），在芳族環的位置 4 具有氯原子（實例 1 及 2）或在位置 3、5 具有兩個氯原子的化合物（實例 3）展現出顯著較低的介電常數。此外，實例 1 的介電強度(46.6 kV)遠大於其非氯化類似物 CE1、其 4-氟類似物 CE3（兩者均為 38.1 kV）、及沸點相當（例如 170 至 270℃）的大多數市售氟化流體，諸如氫氟醚(< 30 kV)、全氟聚醚（約 40 kV）、及全氟三烷基胺(≤ 42 kV)。因此，如表 1 中的數據所示，甚至在芳族環上包括單一氯原子，也都對介電性質產生令人驚訝的顯著效應。有趣的是，基於實例 1 與其 4-氟類似物 CE3 的比較，這些效應對氯比對氟更為突出。

【0065】 如表 1 所示，實例 1 亦具有極低的全球暖化潛勢(< 10)。

表 1. 實例 1 至 3 及比較例 CE1 至 CE3 之性質。

	分子量(g/mol)	沸點(°C)	介電常數(@ 1kHz)	介電強度 (kV · 2.5 mm 間隙)	在 0°C 下的黏度(cSt)	在 25°C 下的密度 (g/cm ³)	閃點(°C)	大氣壽命(yr)	GWP (100 yr)	Log Kow
--	------------	--------	--------------	-----------------------	-----------------	----------------------------------	--------	----------	--------------	---------

實例 1	558.6	223	2.57	46.6	24.1	1.65	無	<0.3	<10	>6.4
實例 2	408.6	193	2.76	50.7	8.4	1.58	無	-	-	-
實例 3	593.1	237	2.54	-	40.8	1.70	無	-	-	-
CE1	524.2	201	4.42	38.1	8.7	1.62	無	0.16	<4	>6.4
CE2	374.0	169	5.16	31.1	3.6	1.51	無	0.27	11	5.5
CE3	542.2	206	2.63	38.1	11.8	1.68	無	-	-	>6.4

【0066】 為了評估熱穩定性，將含有實例 1 [1.0 g，4-Cl(C₆H₄)O(C₉F₁₇)之異構混合物]的火焰密封之硼矽酸鹽玻璃管（外徑 50 mm，壁厚 0.4 mm）完全浸入溫度控制在 200 ± 2℃的油浴中 31.5 天。在加熱之後，管中沒有壓力積累，指示沒有顯著的氣體分解產物。加熱後收集 GC-FID 數據，其顯示沒有分解或異構物分佈變化的證據[加熱前及後，藉由 GC-FID 為 99.9 ± 0.1% 4-Cl(C₆H₄)O(C₉F₁₇)異構物]。

【0067】 因此，本發明之氯化氟芳族材料由於其高沸點、優異的熱穩定性、低介電常數、高介電強度、及減少的環境足跡而非常適合於浸沒式冷卻應用。

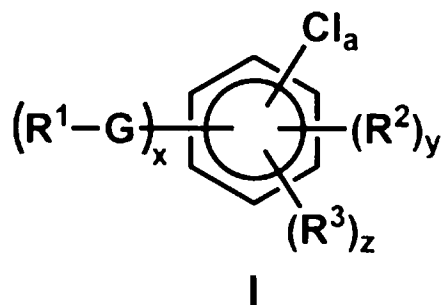
【0068】 本揭露中的各種修改與變更對於所屬技術領域中具有通常知識者將為顯而易見且不悖離本揭露之範圍與精神。應理解，本揭露不意欲受到本文所提出之說明性實施例及實例過度地限制，且此等實例及實施例僅係以舉例方式呈現，其中本揭露之範疇僅意欲由本文提出如下之申請專利範圍所限制。所有本發明所引用之參考資料係以參照方式被完整納入。

【符號說明】 無

申請專利範圍

【請求項1】

一種氯化氟芳族化合物，其具有結構式(I)：



其中G係氧原子；

R^1 係具有2至10個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之全氟化烯基；

各 R^2 係氫原子；

R^3 係氫原子；

a係1至3；

x係1；

y係1至4；

$z = 6 - a - x - y$ ；且

其中該氯化氟芳族化合物係藉由以4-氯苯酚鹽離子或3,5-二氯苯酚鹽離子親核置換來自氟烯之氟離子而製備。

【請求項2】

如請求項1之氯化氟芳族化合物，其中a係1。

【請求項3】

一種用於熱傳遞之設備，其包含：

裝置；及

用於傳遞熱至該裝置或自該裝置傳遞熱之機構，該機構包含工作流體，該工作流體包含如請求項1或2之氯化氟芳族化合物。

【請求項4】

如請求項3之用於熱傳遞之設備，其中該裝置係選自微處理器、用以製造半導體裝置之半導體晶圓、功率控制半導體、電化學電池、電池組套組、配電開關裝置、電力變壓器、電路板、多晶片模組、封裝或未封裝半導體裝置、燃料電池、及雷射。

【請求項5】

如請求項3或4之用於熱傳遞之設備，其中用於熱傳遞之該機構係用於維持該裝置之溫度或溫度範圍之系統中的組件。

【請求項6】

一種傳遞熱之方法，其包含：

提供裝置；及使用熱傳遞流體將熱傳遞至該裝置或自該裝置傳遞熱，該熱傳遞流體包含如請求項1或2之氯化氟芳族化合物。

【請求項7】

一種浸沒式冷卻系統，其包含：

殼體，其具有內部空間；

熱產生組件，其設置在該內部空間內；及

工作流體液體，其設置在該內部空間內，使得該熱產生組件與該工作流體液體接觸；

其中該工作流體包含如請求項1或2之氯化氟芳族化合物。

【請求項8】

如請求項7之浸沒式冷卻系統，其中以該工作流體之總重量計，該氯化氟芳族化合物係以至少25重量%之量存在於該工作流體中。

【請求項9】

如請求項7或8之系統，其中該熱產生組件包含電子裝置。

【請求項10】

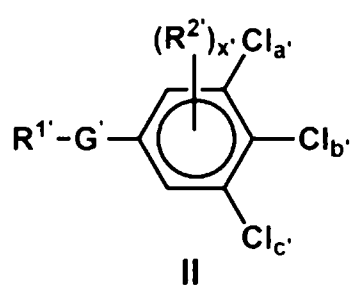
如請求項9之系統，其中該電子裝置包含電腦伺服器。

【請求項11】

一種用於鋰離子電池組套組之熱管理系統，其包含：
鋰離子電池組套組；及
工作流體，其與該鋰離子電池組套組熱連通；
其中該工作流體包含如請求項1或2之氯化氟芳族化合物。

【請求項12】

一種氯化氟芳族化合物，其具有結構式(II)：



其中G'係氧原子；
R¹係具有2至10個碳原子、且可選地包含一或多個鏈中雜原子之全氟化烯基；
各R²'係氫原子；
x'係2至4；
a'、b'、及c'獨立地係0或1，且

其中該氯化氟芳族化合物係藉由以4-氯苯酚鹽離子或3,5-二氯苯酚鹽離子親核置換來自氟烯之氟離子而製備。