

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97141839

※ 申請日期： 97.10.30

※IPC 分類：C09K 5/00 (2006.01)

07C 19/16 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

包含碘三氟甲烷之組合物及其用途

COMPOSITIONS COMPRISING IODOTRIFLUOROMETHANE AND
USES THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商杜邦股份有限公司

E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

代表人：(中文/英文)

馬瑞安 迪 麥克奈海

MECONNAHEY, MIRIAM D.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德來懷州威明頓市馬卡第街1007號

1007 MARKET STREET, WILMINGTON, DELAWARE 19898, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

迪帕可 柏堤

PERTI, DEEPAK

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年10月31日；60/984,173

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明揭示內容係關於包括碘三氟甲烷之低GWP致冷劑組合物領域。該等組合物作為低GWP替代品用於為R22、R407C、R410A、R404A或R507A而設計之設備中，該等設備包含固定空調或致冷系統、滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器。

【先前技術】

業內正在尋找具有較小(若有)環境影響且可用於多種應用之工作流體。作為氟氟碳化物之替代品被採用的氫氟碳化物工作流體不具有臭氧消耗潛能值，但已發現其促使全球變暖。

因此，業內正尋求目前正使用氫氟碳化物之替代品作為致冷劑、傳熱流體、清洗溶劑、氣溶膠噴射劑、發泡劑及滅火劑或阻燃劑。

作為引入現有設備中之替代品，替代品須接近或匹配設計用於設備之初始工作流體的特性。吾人期望確定能提供允許替代現有致冷劑之平衡性能且亦作為致冷劑適用於為類似應用而設計之新穎設備中之組合物。

【發明內容】

本發明提供特定碘三氟甲烷合物且具體而言用來替代R22、R407C、R410A、R404A或R507A之致冷劑，該等特定碘三氟甲烷組合物具有低全球變暖潛能值(GWP)及與欲替代之致冷劑類似的能效及致冷容量。此外，本發明為具

有熱交換器(即，蒸發器或冷凝器)且經優化以利用滑移之傳熱系統提供具有低或指定量滑移之致冷劑。

具體而言，本文所揭示組合物可作為工作流體用來替代固定空調或固定致冷系統中之R22、R404A、R407C、R410A或R507A，或者用來替代滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹(DX)冷卻器中之R22、R407C或R410A。如本文所揭示組合物可用於新穎設備或現有設備中。

根據本發明，其提供組合物，該組合物包括碘三氟甲烷、二氟甲烷及選自由下列組成之群之另外化合物：戊烷、丁烷、異丁烷、丙烯、環丙烯及丙烷。

在特定實施例中，另外化合物係丙烷。在該實施例中，該組合物可進一步包括五氟乙烷。

進一步根據本發明，其提供基本上由下列組成之組合物：碘三氟甲烷及1,1,1,2-四氟乙烷；或碘三氟甲烷、1,1,1,2-四氟乙烷及二氟甲烷；或碘三氟甲烷及五氟乙烷；或碘三氟甲烷、二氟甲烷、五氟乙烷及1,1,1,2-四氟乙烷。

進一步根據本發明，其提供基本上由約0.01-約67.25重量%二氟甲烷及約32.75-約99.99%碘三氟甲烷組成之組合物。

同樣根據本發明，其提供用來替代滿液式蒸發冷卻器、直接膨脹冷卻器或固定空調系統或固定致冷系統中之R22、R407C、R-410A、R404A或R507A的方法。該方法包括將上述組合物中之任一種提供給固定空調系統或固定致

冷系統，其中該組合物係致冷劑。根據該方法，固定空調或固定致冷系統中之R22、R404A、R407C、R410A或R507A係由上述組合物中之任一種來替代，且滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器中之R22、R407C或R410A係由上述組合物中之任一種來替代。

進一步根據本發明，其提供在固定空調系統或固定致冷系統、滿液式蒸發器或直接膨脹冷卻器中產生冷卻之方法。該方法包括在蒸發器中蒸發上述組合物(其中該組合物係致冷劑)中之任一種以形成蒸氣致冷劑，使該致冷劑蒸氣冷凝以形成致冷劑液體並使致冷劑液體返回蒸發器中。

在一個實施例中，用來產生冷卻之方法包括在固定致冷或固定空調系統中產生冷卻。

根據另一實施例，產生冷卻之方法包括在滿液式蒸發冷卻器中產生冷卻。在該方法中，使第一冷卻介質循環經過蒸發器入口、經過蒸發器中之盤管並到達蒸發器出口，從而在第一冷卻介質自蒸發器入口到達出口時降低其溫度。隨後第一冷卻介質流經欲冷卻物體，由此產生冷卻。本發明方法之此實施例可在滿液式蒸發冷卻器中實施。

根據再一實施例，產生冷卻之方法包括在直接膨脹冷卻器中產生冷卻。在該方法中，蒸發致冷劑組合物之步驟包括使致冷劑組合物循環經過蒸發器入口、經過蒸發器中之盤管並經過蒸發器出口，從而降低蒸發器中所包含之第一液體冷卻介質之溫度。隨後使第一液體冷卻介質流出蒸發

器到達欲冷卻物體，從而產生冷卻。本發明方法之該實施例可在直接膨脹冷卻器中實施。

【實施方式】

在詳細說明下文所闡述實施例之前首先定義或闡釋一些術語。

全球變暖潛能值(GWP)係用來評估向大氣中釋放1公斤特定溫室氣體與釋放1公斤二氧化碳相比所致之相對全球變暖貢獻值的指標。可計算不同時間區間內之GWP以展示既定氣體在大氣壽命期間之影響。通常以100年時間區間之GWP作為參考值。對於混合物而言，可根據各種組份之各GWP來計算加權平均值。

致冷容量(有時稱為冷卻容量)係定義蒸發器中每磅所循環致冷劑之致冷劑焓變化(即，每既定時間由蒸發器中致冷劑所移除之熱量)的術語。致冷容量係致冷劑或傳熱組合物產生冷卻之能力的量度。因此，容量越高，則可產生之冷卻越大。

性能係數(COP)係所移除熱量除以運作循環所需的能量輸入。COP越高，能效越高。COP與能效比(EER)直接相關，能效比(EER)係在特定內部及外部溫度設定值下致冷或空調設備之效能等級。

滑移(有時亦稱為溫度滑移)定義為在不包括任何過冷或過熱之致冷或空調系統之組件內介於致冷劑相變過程之起始溫度與終止溫度之間之差的絕對值。該術語通常描述非共沸物之冷凝或蒸發。具體而言，冷凝器中致冷劑滑移係

在冷凝壓力下介於其露點與泡點溫度之間之差，而在蒸發器中其係在蒸發壓力下介於入口溫度與飽和蒸氣溫度之間之差。純化合物致冷劑具有零滑移，共沸組合物在具體溫度及壓力下亦如此。與共沸混合物表現相似之近共沸(有時稱為類共沸)組合物將具有低滑移。作為非共沸物之組合物可具有明顯較高的滑移。平均滑移意指蒸發器中之滑移與冷凝器中之滑移的平均值。

術語"過冷"係指對於既定壓力使蒸氣溫度降低低於蒸氣飽和點。飽和點係於其下蒸氣通常冷凝為液體之溫度，但在既定壓力下過冷產生較低溫度蒸氣。藉由將蒸氣冷卻到低於飽和點，可增加淨致冷容量。從而過冷改良系統(例如蒸氣壓縮傳熱系統(意指致冷或空調系統))之致冷容量及能效。過熱係定義加熱蒸氣組合物時高於其飽和蒸氣溫度多少之術語。

本文所用非共沸組合物包括不共沸且亦不接近共沸者，意指其表現為組份之簡單混合物且從而將在蒸發或煮沸期間分餾。在自傳熱系統洩漏期間，此分餾將使得較低沸點(較高蒸氣壓力)組份首先自裝置洩漏出來。從而，傳熱系統內剩餘傳熱組合物之蒸氣壓力降低。此壓力降低可進行量測且可用作洩漏之早期指示。

本文所用共沸組合物包括表現為單一物質之兩種或更多種物質的恒沸混合物。定性共沸組合物之一種方式係藉由部分蒸發或蒸餾液體所產生之蒸氣與所蒸發或蒸餾之液體具有相同的組成，即混合物蒸餾/回流而組成未發生變

化。恒沸組合物被定性為共沸係由於其與相同化合物之非共沸混合物的沸點相比呈現最大或最小沸點。共沸組合物在作業期間於傳熱系統內不分餾，此可降低系統之效能。另外，共沸組合物在自傳熱系統洩漏後亦不分餾。

本文所用近共沸組合物(通常亦稱為"類共沸組合物")包括主要表現為單一物質之兩種或更多種物質之實質上恒沸液體混合物。定性近共沸組合物之一種方式係藉由部分蒸發或蒸餾液體所產生之蒸氣與所蒸發或蒸餾液體具有實質上相同的組成，即混合物蒸餾/回流而實質上組成未發生變化。定性近共沸組合物之另一方式係在特定溫度下組合物之泡點蒸氣壓力與露點蒸氣壓力實質上相同。本文中，若(例如)藉由蒸發或煮沸去除50重量%組合物後介於初始組合物與該初始組合物之50重量%去除後剩餘組合物之間之蒸氣壓力的差低於約10%，則組合物為近共沸。

本文所用傳熱系統可係利用傳熱組合物之任何致冷系統、致冷機、空調系統、空調器、熱幫浦、滿液式蒸發冷卻器、直接膨脹冷卻器及諸如此類。

本文所用傳熱組合物包括用來將熱量自熱源攜帶至散熱片之組合物。

本文所用致冷劑包括其中傳熱組合物經受由液體至氣體之相變及相反情形的循環中用作傳熱組合物之化合物或化合物混合物。

本文所用術語"包括(comprise、comprising)"、"包含(include、including)"、"具有(has、having)"或其任何其他

變形皆意欲涵蓋非排他性包含。舉例而言，包括一系列元素之製程、方法、物件或裝置並非一定僅限於此等元素，而是可包含未明確列出或此等製程、方法、物件或裝置所固有的其他元素。此外，除非明確說明相反之情形，否則"或(or)"係指包含性或且非指排他性或。舉例而言，條件A或B係藉由下列中任何一個來滿足：A為真(或存在)且B為假(或不存在)、A為假(或不存在)且B為真(或存在)，以及A與B二者皆為真(或存在)。

同樣，使用"一(a或an)"來闡述本文所述之元件及組件。此僅出於方便之目的且給出本發明範圍之廣泛意義。除非該闡述明顯意指其他情形，否則其應理解為包含一或至少一個且單數形式亦包含複數形式。對應於元素週期表中各行的族編號使用如 *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 第81版(2000-2001)中所見之"新符號"慣例。

除非另有定義，否則本文所用所有技術及科學術語皆具有與普通熟習本發明所屬技術者通常所瞭解之含義相同的含義。儘管與本文所述方法及材料類似或等同之彼等皆可用於實施或測試本發明實施例，但下文闡述適宜方法及材料。除非引用特定段落，否則本文所提及之所有公開案、專利申請案、專利、及其他參考文獻之全部內容皆以引用方式併入本文中。倘若出現矛盾，則以本說明書(包括定義)為準。此外，該等材料、方法及實例僅出於闡釋之目的而非意欲進行限制。

組合物

本揭示內容概言之係關於包括碘三氟甲烷(CF_3I)之組合物。碘三氟甲烷可購自不同來源或可由業內所習知之方法來製備。

根據一個實施例，本發明組合物包括碘三氟甲烷(CF_3I)、二氟甲烷(R-32)及至少一種烴。下文將該實施例之組合物稱為A組組合物。另外烴示於表1中。

表 1

代碼	結構	名稱	其他名稱
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	正戊烷	
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	正丁烷	
異丁烷(i-butane)	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	異丁烷(isobutane)	
	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-甲基丁烷	
HC-1270	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	丙烯	R1270
HC-C270	環- $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$ -	環丙烷	RC270
HC-290	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	丙烷	R290

表1之烴可由業內所習知之方法來製備或可購得。

根據一個特定實施例，另外烴可包括具體而言丙烷。在該實施例中，本發明組合物可另外包括五氟乙烷。

或者，本發明組合物可主要由碘三氟甲烷(CF_3I)及至少一種氫氟碳化物組成。該等氫氟碳化物示於表2中。該實施例之組合物可包含表2中所列示之一或多種氫氟碳化物。

表2

代碼	結構	名稱	其他名稱
HFC-134a	CF ₃ CH ₂ F	1,1,1,2-四氟乙烷	R134a
HFC-125	CF ₃ CHF ₂	五氟乙烷	R125
HFC-32	CH ₂ F ₂	二氟甲烷	R32

在一個實施例中，本發明組合物主要由碘三氟甲烷及1,1,1,2-四氟乙烷組成。

在另一實施例中，本發明組合物主要由碘三氟甲烷、1,1,1,2-四氟乙烷及二氟甲烷組成。

在再一實施例中，本發明組合物主要由碘三氟甲烷、1,1,1,2-四氟乙烷、二氟甲烷及五氟乙烷組成。

在又一實施例中，本發明組合物主要由碘三氟甲烷及五氟乙烷組成。

表3中標題為"組合物"之行中所列示之任何組合物在下文中稱為B組組合物。本發明B組組合物之具體重量%範圍在表3中給出。在本發明範圍內包含納入以下所給定任何範圍內之彼等範圍。

表3

組合物	範圍(重量%)	替代範圍A (重量%)	替代範圍B (重量%)
CF ₃ I/32	32.75-99.9/0.01-67.25	40-60/60-40	60-99.9/40-0.1
CF ₃ I/R32/R125/ R290	30-40/0.1-60/1-10/1-10	30-40/0.1-55/1-10/1-6	30-40/0.1-35/1-10/1-3
CF ₃ I/R134a	30-60/70-40	30-50/70-50	
CF ₃ I/R134a/R32	5-35/5-40/30-70	5-35/5-40/30-60	5-35/5-40/30-40
CF ₃ I/R32/R125/ R134a	25-50/0.1-60/0-50/5-50	25-50/40-60/5-10/5-50	25-50/0.1-40/10-50/5-50

本發明組合物可藉由任何簡便方法組合如表3中所闡述之期望量的各組份來製備。較佳之方法係稱重所期望組份量且其後在適當器皿中組合該等組份。若需要，可使用攪動。

進一步根據本發明，其提供基本上由約0.01-約67.25重量%二氟甲烷及約32.75-約99.99重量%碘三氟甲烷組成之組合物。該實施例之組合物在下文稱為C組組合物。

本發明提供具有零或低臭氧消耗潛能值及低全球變暖潛能值(GWP)之組合物。如本文所揭示之組合物將具有低於目前正使用之多種氫氟碳化物致冷劑之全球變暖潛能值。本發明之一個態樣係提供全球變暖潛能值低於1000、且低於500、且在某些情況下低於350、或甚至低於150、或低於100、或低於50之組合物。

此外，不可燃性及低GWP二者皆係當組合物用作致冷劑時之期望特性。業內已習知R32及丙烷(R290)二者皆係可燃性化合物。在一個實施例中，含有該等可燃性化合物之表2替代範圍A中所提供之彼等組合物預期不具可燃性或較小可燃性。在另一實施例中，表2替代範圍B中所提供之彼等組合物預期不具可燃性。總的來說，如表2中所闡述之組合物具有較其意欲替代之現有致冷劑化合物或摻合物低的GWP(參見本文實例1及2)。

如本文所揭示之本發明組合物可與致冷、空調或熱幫浦系統中之乾燥劑組合使用以有助於去除濕氣。乾燥劑可由以活性氧化鋁、矽膠或沸石為主之分子篩組成。代表性分

子篩包含MOLSIV XH-7、XH-6、XH-9及XH-11(UOP LLC, Des Plaines, IL)。對於具有小分子尺寸(例如HFC-32)之致冷劑而言，XH-11乾燥劑較佳。

本發明組合物可進一步包括至少一種選自由下列組成之群之潤滑劑：聚伸烷基二醇、多元醇酯、聚乙烯醚、礦物油、烷基苯、合成石蠟、合成環烷烴及聚(α)烯烴。

與本發明組合物一起使用之潤滑劑包括彼等適合與致冷或空調裝置一起使用者。在該等潤滑劑中，係彼等習用於利用氯氟碳化物致冷劑之蒸氣壓縮致冷裝置中者。此等潤滑劑及其特性論述於以引用方式併入本文中之1990 ASHRAE Handbook, Refrigeration Systems and Applications，第8章，標題為"Lubricants in Refrigeration Systems"，第8.1至8.21頁中。適合與本發明組合物一起使用之潤滑劑可包括在壓縮致冷潤滑領域中彼等通常稱為"礦物油"者。礦物油包括石蠟(即，直鏈及具支鏈碳鏈、飽和烴)、環烷烴(即，環狀石蠟)及芳香族化合物(即，含有一或多個以交替雙鍵為特徵之環之不飽和環狀烴)。適合與本發明組合物一起使用之潤滑劑進一步包括在壓縮致冷潤滑領域中彼等通常稱為"合成油"者。合成油包括烷基芳基(即，直鏈及具支鏈烷基烷基苯)、合成石蠟及環烷烴、及聚(α 烯烴)。適合與本發明組合物一起使用之代表性習用潤滑劑係市售BVM 100 N(由BVA Oils出售之石蠟礦物油)、以商標名Suniso[®] 3GS及Suniso[®] 5GS購自Crompton公司之環烷基礦物油、以商標名Sontex[®] 372LT購自Pennzoil之環烷基礦物

油、以商標名 Calumet[®] RO-30購自 Calumet Lubricants之環烷基礦物油、以商標名 Zerol[®] 75、Zerol[®] 150及 Zerol[®] 500及 HAB 22(由 Nippon Oil出售之具支鏈烷基苯)購自 Shrieve Chemicals之直鏈烷基苯。

適合與本發明組合物一起使用之潤滑劑可進一步包括彼等經設計以與氫氟碳化物致冷劑一起使用且在壓縮致冷及空調裝置之運作條件下可與本發明致冷劑混溶者。此等潤滑劑及其特性論述於 "Synthetic Lubricants and High-Performance Fluids", R. L. Shubkin, 編輯, Marcel Dekker, 1993 中。此等潤滑劑包含(但不限於)多元醇酯(POE), 例如 Castrol[®] 100(Castrol, United Kingdom); 聚伸烷基二醇(PAG), 例如得自 Dow(Dow Chemical, Midland, Michigan)之 RL-488A; 聚乙烯醚(PVE)及聚碳酸酯(PC)。

與本發明組合物一起使用之潤滑劑係藉由考慮既定壓縮機要求及潤滑劑欲暴露之環境加以選擇。

本文所述含有烴之本發明組合物可改良與習用致冷潤滑劑(例如礦物油)之混溶性。因而, 使用該等含烴組合物來改進現有設備, 將無需在過程中耗費成本及時間來更換潤滑劑。

本發明組合物可進一步包括選自由下列組成之群之添加劑: 相容劑、UV 染劑、增溶劑、示蹤劑、穩定劑、全氟聚醚(PFPE)及官能化全氟聚醚。

本發明組合物可進一步包括約 0.01 重量%至約 5 重量%的穩定劑、自由基清除劑或抗氧化劑。此等其他添加劑包含

(但不限於)硝基甲烷、受阻酚、羥胺、硫醇、亞磷酸酯或內酯。可使用單一添加劑或組合。

視情況，若需要時，可將某些致冷或空調系統添加劑添加至本發明組合物中，以提高性能及系統穩定性。該等添加劑在致冷及空調領域中已習知，且包含(但不限於)抗磨劑、高壓潤滑劑、腐蝕及氧化抑制劑、金屬表面鈍化劑、自由基清除劑及泡沫控制劑。一般而言，該等添加劑在本發明組合物中之含量可以相對於整個組合物為較小含量。通常每種添加劑之使用量低於約0.1重量%至多達約3重量%之濃度。該等添加劑係根據各個系統需要加以選擇。該等添加劑包括EP(高壓)潤滑添加劑之磷酸三芳基酯族成員，例如丁基化磷酸三苯基酯(BTPP)；或其他烷基化磷酸三芳基酯(例如得自Akzo Chemicals之Syn-0-Ad 8478)、磷酸三甲苯酯及相關化合物。另外，二烷基二硫代磷酸金屬鹽(例如，二烷基二硫代磷酸鋅(或ZDDP))、Lubrizol 1375及該族化學品之其他成員均可用於本發明組合物中。其他抗磨添加劑包含天然產物油及不對稱多羥基潤滑添加劑，例如Synergol TMS (International Lubricants)。類似地，可使用穩定劑(例如抗氧化劑)、自由基清除劑及水清除劑。此類化合物可包含(但不限於)丁基化羥基甲苯(BHT)、環氧化物及其混合物。腐蝕抑制劑包含十二烷基琥珀酸(DDSA)、胺基磷酸酯(AP)、油鹽基肌胺酸、咪唑酮(imidazone)衍生物及經取代磺酸鹽。金屬表面鈍化劑包含芳草醯基雙(伸苳基)醯肼(CAS登記號6629-10-3)、N,N'-雙

(3,5-二-第三-丁基-4-羥基氫化肉桂鹽基肼(CAS登記號32687-78-8)、2,2'-草鹽胺基雙-乙基-(3,5-二-第三-丁基-4-羥基氫化肉桂酸酯(CAS登記號70331-94-1)、N,N'-(二亞水楊基)-1,2-二胺基丙烷(CAS登記號94-91-7)及乙二胺四乙酸(CAS登記號60-00-4)及其鹽、及其混合物。

另外添加劑包含穩定劑，其包括至少一種選自由下列組成之群之化合物：受阻酚、硫代磷酸酯、丁基化三苯基硫代磷酸酯、有機磷酸酯、或亞磷酸酯、芳基烷基醚、萸、類萸、環氧化物、氟化環氧化物、環氧丙烷、抗壞血酸、硫醇、內酯、硫醚、胺、硝基甲烷、烷基矽烷、二苯甲酮衍生物、芳基硫化物、二乙烯基對苯二甲酸、二苯基對苯二甲酸、離子液體及其混合物。代表性穩定劑化合物包含(但不限於)生育酚；對苯二酚；第三-丁基對苯二酚；單硫代磷酸酯；及二硫代磷酸酯，其以商標名Irgalube[®] 63購自Ciba Specialty Chemicals, Basel, Switzerland(下文為"Ciba")；二烷基硫代磷酸酯，其分別以商標名Irgalube[®] 353及Irgalube[®] 350購自Ciba；丁基化三苯基硫代磷酸酯，其以商標名Irgalube[®] 232購自Ciba；胺基磷酸酯，其以商標名Irgalube[®] 349 (Ciba)購自Ciba；受阻亞磷酸酯，其作為Irgafos[®] 168購自Ciba；諸如(叁-(二-第三-丁基苯基)磷酸酯，其係以商標名購自Irgafos[®] OPH購自Ciba；(二-正-辛基亞磷酸酯)；及異癸基二苯基亞磷酸酯，其以商標名Irgafos[®] DDPP購自Ciba；苯甲醚；1,4-二甲氧基苯；1,4-二乙氧基苯；1,3,5-三甲氧基苯；d-檸檬烯；視黃醛；蒽

烯；薄荷醇；維生素A；萜品烯；二戊烯；番茄紅素；β胡
 蘿蔔素；茨烷；1,2-環氧丙烷；1,2-環氧丁烷；正丁基縮
 水甘油醚；三氟甲基環氧乙烷；1,1-雙(三氟甲基)環氧乙
 烷；3-乙基-3-羥基甲基-環氧丙烷，例如 OXT-
 101(Toagosei有限公司)；3-乙基-3-((苯氧基)甲基)-環氧丙
 烷，例如 OXT-211(Toagosei有限公司)；3-乙基-3-((2-乙
 基-己基氧基)甲基)-環氧丙烷，例如 OXT-212(Toagosei有
 限公司)；抗壞血酸；甲烷硫醇(甲基硫醇)；乙烷硫醇(乙
 基硫醇)；輔酶A；二巰基琥珀酸(DMSA)；葡萄柚硫醇
 ((R)-2-(4-甲基環己-3-烯基)丙烷-2-硫醇))；半胱胺酸((R)-
 2-胺基-3-硫基-丙酸)；硫辛醯胺(1,2-二硫噻-3-戊醯胺)；
 5,7-雙(1,1-二甲基乙基)-3-[2,3(或3,4)-二甲基苯基]-2(3H)-
 苯并呋喃酮，其係以商標名 Irganox[®] HP-136購自 Ciba；苄
 基苯基硫化物；二苯基硫化物；二異丙胺；3,3'-硫代二丙
 酸(二)十八烷基酯，其係以商標名 Irganox[®] PS 802 (Ciba)
 購自 Ciba；3,3'-硫代丙酸(二)十二烷基酯，其係以商標名
 Irganox[®] PS 800購自 Ciba；癸二酸二-(2,2,6,6-四甲基-4-六
 氫吡啶基)酯，其係以商標名 Tinuvin[®] 770購自 Ciba；琥珀
 酸聚-(N-羥基乙基-2,2,6,6-四甲基-4-羥基-六氫吡啶基酯，
 其係以商標名 Tinuvin[®] 622LD (Ciba)購自 Ciba；甲基雙牛
 脂胺；雙牛脂胺；苯酚-α-萘胺；雙(二甲基胺基)甲基矽烷
 (DMAMS)；叁(三甲基甲矽烷基)矽烷(TTMSS)；乙烯基三
 乙氧基矽烷；乙烯基三甲氧基矽烷；2,5-二氟二苯甲酮；
 2',5'-二羥基苯乙酮；2-胺基二苯甲酮；2-氟二苯甲酮；苄

基苯基硫化物；二苯基硫化物；二苳基硫化物；離子液體；及其他如2007年3月26日提出申請之國際專利申請案第PCT/US07/07477號中所揭示者。

離子液體穩定劑包括至少一種離子液體。離子液體係在室溫(約25°C)下呈液體之有機鹽。在另一實施例中，離子液體穩定劑包括含有下列之鹽：選自由下列組成之群之陽離子：吡啶鎰、嗒嗒鎰、嘓啖鎰、吡嗒鎰、咪唑鎰、吡唑鎰、噻唑鎰、噁唑鎰及三唑鎰；及選自由下列組成之群之陰離子： $[\text{BF}_4]^-$ 、 $[\text{PF}_6]^-$ 、 $[\text{SbF}_6]^-$ 、 $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$ 、 $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$ 、 $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$ 、 $[\text{HCClFCF}_2\text{SO}_3]^-$ 、 $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$ 、 $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$ 、 $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$ 、 $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$ 及 F^- 。代表性離子液體穩定劑包含emim BF_4 (四氟硼酸1-乙基-3-甲基咪唑鎰)；bmim BF_4 (四硼酸1-丁基-3-甲基咪唑鎰)；emim PF_6 (六氟磷酸1-乙基-3-甲基咪唑鎰)；及bmim PF_6 (六氟磷酸1-丁基-3-甲基咪唑鎰)，其全部皆購自Fluka (Sigma-Aldrich)。

本發明組合物亦可包含作為添加劑之全氟聚醚，其可與氫氟碳化物致冷劑或傳熱流體混溶。全氟聚醚之共同特徵係存在全氟烷基醚部分。全氟聚醚與全氟聚烷基醚同義。通常所使用之其他同義術語包含"PFPE"、"PFAE"、"PFPE油"、"PFPE流體"及"PFPAE"。舉例而言，購自DuPont之Krytox[®]係具有式 $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_2-\text{O}-[\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{CF}_2-\text{O}]_{j'}-\text{R}'\text{f}$ 之全氟聚醚。在該式中， j' 為2-100(包含2與100)且 $\text{R}'\text{f}$ 係 CF_2CF_3 、C3至C6全氟烷基或其組合。

亦可使用其他 PFPE，包含以商標名 Fomblin[®] 及 Galden[®] 出售購自 Ausimont, Milan, Italy 且由全氟烯烴光氧化產生之 PFPE 流體。Fomblin[®]-Y 可具有式 $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{O}-)_{m'}(\text{CF}_2-\text{O}-)_{n'}-\text{R}_{1f}$ 。亦適宜者係 $\text{CF}_3\text{O}[\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}]_{m'}(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_{o'}(\text{CF}_2\text{O})_{n'}-\text{R}_{1f}$ 。在該式中， R_{1f} 係 CF_3 、 C_2F_5 、 C_3F_7 或其兩種或更多種之組合； $(m'+n')$ 為 8-45 (包含 8 與 45)；且 m/n 為 20-1000 (包含 20 與 1000)； o' 為 1； $(m'+n'+o')$ 為 8-45 (包含 8 與 45)； m'/n' 為 20-1000 (包含 20 與 1000)。

Fomblin[®]-Z 可具有式 $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O}-)_{p'}(\text{CF}_2-\text{O})_{q'}\text{CF}_3$ ，其中 $(p'+q')$ 為 40-180 且 p'/q' 為 0.5-2 (包含 0.5 與 2)。

以商標名 Demnum[™] 購自 Daikin Industries, Japan 之另一族 PFPE 流體亦可用作添加劑。此等 PFPE 流體可藉由順序寡聚及氟化 2,2,3,3-四氟環氧丙烷、得到式 $\text{F}-[(\text{CF}_2)_3-\text{O}]_{t'}-\text{R}_{2f}$ (其中 R_{2f} 係 CF_3 、 C_2F_5 或其組合且 t' 為 2-200 (包含 2 與 200)) 來製備。

全氟聚醚之兩個端基獨立地可經官能化或未經官能化。在未經官能化全氟聚醚中，端基可係具支鏈或直鏈全氟烷基端基。此等全氟聚醚之實例可具有式 $\text{C}_{r'}\text{F}_{(2r'+1)}-\text{A}-\text{C}_{r'}\text{F}_{(2r'+1)}$ ，其中每個 r' 獨立為 3 至 6；A 可為 $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_{w'}$ 、 $\text{O}-(\text{CF}_2-\text{O})_{x'}(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_{y'}$ 、 $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_{w'}$ 、 $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_{x'}(\text{C}_3\text{F}_6-\text{O})_{y'}$ 、 $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_{x'}(\text{CF}_2-\text{O})_{y'}$ 、 $\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_{w'}$ 、 $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_{x'}(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_{y'}-(\text{CF}_2-\text{O})_{z'}$ 或其兩種或更多種之組合；較佳地 A 係 $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_{w'}$ 、 $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_{w'}$ 、 $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_{x'}(\text{C}_3\text{F}_6-\text{O})_{y'}$ 、 $\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_{w'}$ 或其兩種或更

多種之組合； w' 為4至100； x' 及 y' 各自獨立為1至100。具體實例包含(但不限於) $F(CF(CF_3)-CF_2-O)_9-CF_2CF_3$ 、 $F(CF(CF_3)-CF_2-O)_9-CF(CF_3)_2$ 及其組合。在此等PFPE中，高達30%之鹵素原子可係除氟以外的鹵素，例如(舉例而言)氯原子。

全氟聚醚之兩個端基亦可獨立地經官能化。典型經官能化端基可選自由下列組成之群：酯、羥基、胺、鹽胺、氰基、羧酸及磺酸。

代表性酯端基包含 $-COOCH_3$ 、 $-COOCH_2CH_3$ 、 $-CF_2COOCH_3$ 、 $-CF_2COOCH_2CH_3$ 、 $-CF_2CF_2COOCH_3$ 、 $-CF_2CF_2COOCH_2CH_3$ 、 $-CF_2CH_2COOCH_3$ 、 $-CF_2CF_2CH_2COOCH_3$ 、 $-CF_2CH_2CH_2COOCH_3$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOCH_3$ 。

代表性羥基端基包含 $-CF_2OH$ 、 $-CF_2CF_2OH$ 、 $-CF_2CH_2OH$ 、 $-CF_2CF_2CH_2OH$ 、 $-CF_2CH_2CH_2OH$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CH_2OH$ 。

代表性胺端基包含 $-CF_2NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2NR^1R^2$ 、 $-CF_2CH_2NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2CH_2NR^1R^2$ 、 $-CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$ ，其中 R^1 及 R^2 獨立係H、 CH_3 或 CH_2CH_3 。

代表性鹽胺端基包含 $-CF_2C(O)NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2C(O)NR^1R^2$ 、 $-CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ 、 $-CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ，其中 R^1 及 R^2 獨立係H、 CH_3 或 CH_2CH_3 。

代表性氰基端基包含 $-CF_2CN$ 、 $-CF_2CF_2CN$ 、 $-CF_2CH_2CN$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CN$ 、 $-CF_2CH_2CH_2CN$ 、 $-CF_2CF_2CH_2CH_2CN$ 。

代表性羧酸端基包含 $-\text{CF}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 。

代表性磺酸端基包含 $-\text{S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{ S}(\text{O})(\text{O})\text{OR}^3$ 、 $-\text{CF}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ 、 $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O S}(\text{O})(\text{O})\text{R}^4$ ，其中 R^3 係 H 、 CH_3 、 CH_2CH_3 、 CH_2CF_3 、 CF_3 或 CF_2CF_3 ， R^4 係 CH_3 、 CH_2CH_3 、 CH_2CF_3 、 CF_3 或 CF_2CF_3 。

在一個實施例中，本發明組合物(意指 A、B 及 C 組之彼等)可作為發泡劑用於製備發泡體。因而，根據本發明，其提供由此等發泡劑且較佳聚胺基甲酸酯及多異氰酸酯發泡體所製備之發泡體及製備此等發泡體之方法。在此等發泡體實施例中，將一或多種本發明組合物作為發泡劑納入並添加至可發泡組合物中，並使該可發泡組合物在有效形成發泡體之條件下反應。此等條件可包含在適當條件下使用一或多種能反應且發泡之另外組份以形成發泡體或多孔結構。業內所熟知之任何方法(例如彼等闡述於 "Polyurethanes Chemistry and Technology" 第 I 及 II 卷，

Saunders及Frisch，1962，John Wiley及Sons，New York，N.Y.中者)皆可用於或適合用於本發明發泡體實施例中。

在另一實施例中，本發明組合物可作為推進劑用於可噴射組合物中。在該實施例中，本發明係關於包括本發明組合物之可噴射組合物。在該實施例中，可噴射組合物可進一步包括欲與惰性成份、溶劑及其他材料一起噴射之活性成份。該可噴射組合物可係氣溶膠。欲噴射之適宜活性成份包含(但不限於)化妝品材料(例如除臭劑、香料、發膠、清潔劑及磨砂劑)以及醫藥材料(例如抗哮喘及抗口臭藥劑)。

本揭示內容亦提供用來製造氣溶膠產品之方法，該方法包括將本發明組合物添加至存於氣溶膠容器中之活性成份中之步驟，其中該組合物起推進劑作用。

在一個實施例中，殺菌劑係包括環氧乙烷及A組、B組或C組之組合物之共沸物或類共沸組合物。在另一實施例中，殺菌劑混合物係包括環氧乙烷及A組、B組或C組之組合物之非共沸組合物。

在另一實施例中，本發明組合物可用作殺菌劑。殺菌劑可用來對多種物件殺菌，包含(但不限於)醫療設備及材料(例如診斷內窺鏡)、塑膠物品(例如注射器、手套、試管、培養箱及起搏器)；橡膠物品(例如輸液管、導液管及上膠床單)；儀器(例如，針頭、手術刀及測氧儀)；及其他物項(例如擴張器、幫浦、發動機及眼內鏡片)。在另一實施例中，本發明殺菌劑可作為熏蒸劑用於醫療領域以外的物

項，包含(但不限於)某些食品(例如各種食品)及其他物項(例如皮毛、寢具、紙品)及輸送設備(例如，飛機、火車及輪船之載物區域)。該殺菌劑可對所有形式的生命有效，尤其不希望昆蟲、細菌、病毒、黴菌、真菌及其他維生物。

在一個實施例中，殺菌劑係包括環氧乙烷及本發明組合物之共沸或類共沸組合物。在另一實施例中，殺菌劑係包括環氧乙烷及本發明組合物之非共沸組合物。

本發明亦提供用來對物件殺菌之方法，該方法包括使物件與包括環氧乙烷及本發明組合物之殺菌劑接觸。在一個實施例中，對物件殺菌之方法可以業內所習知之任何方式來達成，包含在一定條件下使欲殺菌之物件與殺菌劑接觸並持續一段時間以有效達成期望殺菌度。在另一實施例中，該方法係藉由將欲殺菌之物件放置於器皿中、自器皿抽空空氣、增濕器皿並使物件與殺菌劑接觸有效時間段。在一個實施例中，增濕在器皿內產生約30至約80%之相對濕度。用來殺菌之有效時間段視包含溫度、壓力、相對濕度、所使用之具體殺菌劑混合物及正殺菌之材料在內之多個因素而定。或者，某些多孔物件可需要較密封於聚乙烯袋中之物件短的接觸時間。此外，在另一實施例中，某些細菌尤其具有抵抗性且因而可需要較長的接觸時間以便殺菌。

本發明組合物(意指A、B及C組之組合物)尤其用作致冷劑。在冷卻系統中及在用來產生冷卻之方法中此等致冷劑

之使用將闡述於下文。

冷卻系統

圖1係可使用本發明組合物之固定致冷或固定空調系統之示意圖。在此系統中，液體致冷劑流經膨脹閥212，由其致冷劑以部分液體及部分蒸氣形式離開而進入蒸發器214中，蒸發器214具有入口及出口。液體致冷劑在蒸發器中蒸發，以蒸氣形式離開並進入抽吸管線240中。隨後，致冷劑蒸氣被吸入耦連壓縮機250中，藉由壓縮機升高致冷劑蒸氣之壓力及溫度。壓縮機壓縮該蒸氣以使其可在較當致冷劑蒸氣從蒸發器出來時其壓力及溫度高的壓力及溫度下冷凝。致冷劑蒸氣流出壓縮機進入耦連熱氣管線260中，且隨後流入冷凝器270中，從而致冷劑蒸氣冷凝並恢復為液相。液體致冷劑管線280使液體致冷劑返回膨脹閥，並重複循環。

本發明組合物亦可用於其他空調/致冷系統(例如具有低於5至10 kW冷卻容量之小型冷卻器)中或閉合環路傳熱系統中，以在多個步驟中重複利用致冷劑從而在一個步驟中產生冷卻作用且在不同步驟中產生加熱作用。此等系統通常用於可移動空調系統中。本文所用可移動空調系統係指納入用於公路、鐵路、海洋及空中之運輸設備中的任何致冷或空調裝置。

在另一實施例中，本發明組合物可作為致冷劑用於冷卻器中。冷卻器係一種空調/致冷裝置。可利用兩種類型的水冷卻器，即蒸氣-壓縮冷卻器及吸收冷卻器。本揭示內

容係關於蒸氣壓縮冷卻器。此蒸氣壓縮冷卻器可係滿液式蒸發冷卻器(其示於圖2中)或直接膨脹冷卻器(其示於圖3中)。滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器二者皆可經空氣冷卻或水冷卻。在其中冷卻器經水冷卻之實施例中，此等冷卻器通常伴有冷卻塔用於自系統散熱。在其中冷卻器經空氣冷卻之實施例中，該等冷卻器配備有致冷劑-至-空氣翅片管冷凝器盤管及風扇以自該系統散熱。經空氣冷卻之冷卻器系統之成本通常低於相當容量之經水冷卻之冷卻器系統(包含冷卻塔及水幫浦)。然而，經水冷卻之系統在多種運作條件下可更為有效，此乃因較低冷凝溫度所致。

包含滿液式蒸發器及直接膨脹冷卻器二者在內之冷卻器可與空氣處理及分佈系統耦連以將調節舒適的空氣(使空氣冷卻及除濕)提供給較大商業建築，包含賓館、辦公樓、購物中心、醫院、大學及諸如此類。在另一實施例中，已發現冷卻器(多數係經空氣冷卻之直接膨脹冷卻器)另外使用於海軍潛水艇及水面船隻中。

為闡釋冷卻器如何運作，參照各個圖。經水冷卻之滿液式蒸發冷卻器示於圖2中。在該冷卻器中，溫熱第一液體冷卻介質液體(通常水，但可含有添加劑，例如二醇)自冷卻系統(例如建築物冷卻系統)進入冷卻器，沿箭頭3所示進入，經過蒸發器6中之盤管9，該蒸發器具有入口及出口。將該溫熱第一液體冷卻介質遞送至蒸發器，其中其經液體致冷劑冷卻，該液體致冷劑示於蒸發器之下面部分中。液體致冷劑在低於流經盤管9之溫熱第一液體冷卻介質之溫

度下蒸發。經冷卻之第一液體冷卻介質經由盤管9之返回部分重新循環返回建築物冷卻系統，如藉由箭頭4所示。示於圖2中蒸發器6之下面部分中之液體致冷劑蒸發並吸入壓縮機7中，藉由壓縮機升高致冷劑蒸氣之壓力及溫度。壓縮機壓縮該蒸氣以使其可在較當致冷劑蒸氣自蒸發器出來時其壓力及溫度高的壓力及溫度下於冷凝器5中冷凝。在經水冷卻之冷卻器情形下為液體之第二冷卻介質經由冷凝器5中之盤管10自冷卻塔沿圖2中箭頭1進入冷凝器。在該過程中使第二冷卻介質溫熱並經由盤管10之返回迴路及箭頭2返回冷卻塔。該第二冷卻介質冷卻冷凝器中之蒸氣並將蒸氣變成液體致冷劑，所以在冷凝器下面部分中存在液體致冷劑，如圖2中所示。冷凝器中經冷凝之液體致冷劑經由膨脹器件或孔8流動返回蒸發器中並重複循環。孔8降低液體致冷劑之壓力，並將液體致冷劑部分地轉換為蒸氣，意即當介於冷凝器與蒸發器之間之壓力降低時液體致冷劑部分地變為蒸氣(閃蒸)。在蒸發器壓力下閃蒸將液體及蒸氣兩種致冷劑冷卻至飽和溫度，所以液體致冷劑及致冷劑蒸氣二者皆存在於蒸發器中。

吾人應注意，對於單組份致冷劑組合物而言，蒸發器中蒸氣致冷劑之組成與蒸發器中液體致冷劑之組成相同。在此情況下，蒸發將在恆定溫度下發生。然而，若使用致冷劑摻和物，如在本發明組合物之情況下，蒸發器中(或冷凝器中)液體致冷劑與致冷劑蒸氣可含有不同的組成。此等組合物視組份之特性而定，例如沸點、結構及形成共沸

物之能力等等。

容量高於700 kW之冷卻器通常使用滿液式蒸發器，其中致冷劑包含於蒸發器及冷凝器中(即，在殼程上)。滿液式蒸發器需要較高的致冷劑裝料，但容許更靠近的漸近溫度及更高效能。容量低於700 kW之冷卻器通常使用致冷劑在管內部流動且經冷卻之冷卻介質在蒸發器與冷凝器中即在殼程上之蒸發器。此等冷卻器稱為直接膨脹(DX)冷卻器。經水冷卻之直接膨脹冷卻器闡釋於圖3中。在如圖3中所闡釋之冷卻器中，作為溫熱液體(例如溫水)之第一液體冷卻介質沿入口14進入蒸發器6'。大部分液體致冷劑沿箭頭3'進入蒸發器中之盤管9'並蒸發。結果，第一液體冷卻介質在蒸發器中冷卻，且經冷卻之第一液體冷卻介質沿出口16離開蒸發器，並送往欲冷卻物體，例如建築物。在圖3之此實施例中，該第一液體冷卻介質係產生冷卻之工作流體。致冷劑蒸氣沿箭頭4'離開蒸發器並吸入壓縮機7'中，其中將其壓縮並以高溫、高壓蒸氣形式離開。該致冷劑蒸氣經由冷凝器盤管沿1'進入冷凝器。致冷劑蒸氣係藉由冷凝器中第二液體冷卻介質來冷卻並變成液體。第二液體冷卻介質經由冷凝器冷卻介質入口20進入冷凝器，且其自經冷凝致冷劑蒸氣汲取熱量，此加熱冷卻介質。第二液體冷卻介質經由冷凝器冷卻介質出口18離開。經冷凝之致冷劑液體離開冷凝器並流經膨脹閥12，此降低液體致冷劑之壓力。由於膨脹所產生之少量致冷劑蒸氣進入含有液體致冷劑之蒸發器，並重複循環。

蒸氣-壓縮冷卻器係由其所使用之壓縮機類型來確定。在一個實施例中，本發明組合物係用於使用離心壓縮機之冷卻器中，其將闡述於下文中。在另一實施例中，本發明組合物係用於使用正排量壓縮機(即，往復式、螺桿式或渦旋式壓縮機)之冷卻器中。

離心壓縮機使用旋轉元件以使致冷劑徑向加速，且通常包含設置在外殼中之葉輪及擴散器。離心壓縮機通常沿葉輪入口或循環葉輪之中心入口吸入流體並使其徑向向外加速。某些靜壓升高出現在葉輪中，但大部分壓力升高出現在外殼之擴散器部分(其中速度轉化為靜壓)中。每個葉輪-擴散器設置為壓縮機的一個級。離心壓縮機構造為1至12個或更多個級，視所期望之最終壓力及欲處理之致冷劑體積而定。

壓縮機之壓力比或壓縮比係絕對出口壓力與絕對入口壓力之比率。由離心壓縮機所遞送之壓力在相對寬範圍容量內實際上恆定。離心壓縮機可形成之壓力視葉輪之葉尖速度而定。葉尖速度係葉輪在其尖端所量測之速度且與葉輪之直徑及其每分鐘之轉數有關。離心壓縮機之容量係由貫穿葉輪之通道的尺寸來確定。此使得壓縮機之尺寸較容量更加依賴於所需之壓力。

正排量壓縮機將蒸氣吸入室中，並使該室體積減小以壓縮蒸氣。於壓縮後，藉由進一步減小室體積至零或接近零而由室對蒸氣施加壓力。

往復壓縮機使用藉由曲軸驅動之活塞。其可為固定式或

便攜式，可係單級或多級，且可由電動機或內燃機驅動。5至30 hp之小型往復壓縮機見於汽車應用中且通常用於間歇工作。高達100 hp之較大往復壓縮機見於大工業應用中。出口壓力可介於低壓至極高壓(>5000 psi或35 MPa)之間。

螺桿式壓縮機使用兩個啮合的旋轉正排量螺旋狀螺桿以迫使氣體進入較小空間。螺桿式壓縮機在商業及工業應用中通常用於連續作業且可為固定式或便攜式。其可在5 hp (3.7 kW)至超過500 hp (375 kW)及低壓至極高壓(>1200 psi或8.3 MPa)下應用。

渦旋式壓縮機與螺桿式壓縮機類似且包含兩個交錯螺旋狀渦管以壓縮氣體。其輸出之脈動性較旋轉螺桿式壓縮機輸出為高。

對於使用渦旋式壓縮機或往復壓縮機、容量低於150 kW之冷卻器而言，銅鋁板熱交換器通常用於蒸發器來代替較大冷卻器中所使用之管殼式熱交換器。銅鋁板熱交換器降低系統體積及致冷劑裝料。

方法

根據本發明另一態樣，本發明組合物(意指A、B及C組之組合物)可用於若干方法中來產生冷卻。在該等方法中，本發明組合物係致冷劑。

在如圖1-3所闡釋之全部實施例中，提供產生冷卻之方法，該方法包括在蒸發器中蒸發A、B或C組中任一組之組合物(其中該組合物係致冷劑)以形成蒸氣致冷劑，使蒸氣

致冷劑冷凝，形成致冷劑液體，並使致冷劑液體返回蒸發器。在全部實施例中，可壓縮致冷劑蒸氣，以升高其溫度及壓力，然後使其冷凝。

在一個實施例中，用來產生冷卻之方法包括在如根據上文圖1所闡述之固定致冷系統或固定空調系統中產生冷卻。該方法包括以下步驟：在蒸發器中蒸發本發明致冷劑組合物以形成致冷劑蒸氣，從而產生冷卻。致冷劑蒸氣離開蒸發器並送往壓縮機，藉由壓縮機升高致冷劑蒸氣之壓力及溫度。其後，使致冷劑組合物冷凝為液體致冷劑並返回蒸發器。

在另一實施例中，用來產生冷卻之方法包括在如上文根據圖2所闡述之滿液式蒸發冷卻器中產生冷卻。在該方法中，使本發明致冷劑組合物在蒸發器中蒸發以形成致冷劑蒸氣。將呈溫熱液體之第一冷卻介質由冷卻系統引入蒸發器，並循環經過蒸發器入口、經過蒸發器中之盤管，到達蒸發器出口，從而降低冷卻介質通過蒸發器入口到達出口時之溫度。使溫熱之第一冷卻介質在蒸發器中冷卻，並通過欲冷卻之物體(例如建築物)，從而產生冷卻。致冷劑蒸氣離開蒸發器並送往壓縮機，藉由壓縮機升高致冷劑蒸氣之壓力及溫度。隨後，使致冷劑組合物在冷凝器中冷凝。將呈冷卻液體或空氣之第二冷卻介質由冷卻塔輸送至冷凝器中。第二冷卻介質在冷凝器中冷卻致冷劑蒸氣，且該冷凝器將致冷劑蒸氣冷凝為液體致冷劑。將液體致冷劑送回蒸發器中，再重複循環。

在另一實施例中，用來產生冷卻之方法包括在如上文根據圖3所闡述之直接膨脹冷卻器中產生冷卻。在該方法中，使本發明致冷劑組合物在蒸發器中蒸發。蒸發致冷劑組合物之步驟包括使致冷劑組合物循環經過蒸發器入口、經過蒸發器中之盤管、並經過蒸發器出口，從而降低蒸發器中所包含之第一液體冷卻介質之溫度。隨後使第一液體冷卻介質穿出蒸發器到達欲冷卻物體，從而產生冷卻。將致冷劑蒸氣吸入壓縮機，藉由壓縮機升高致冷劑蒸氣之壓力及溫度，然後使其在冷凝器中冷凝。使第二液體冷卻介質循環經過冷凝器入口、經過冷凝器中之盤管並經過冷凝器出口。當第二液體冷卻介質通過冷凝器入口到達出口時，其溫度升高。隨後使第二液體冷卻介質由冷凝器出口送往冷卻塔。使冷凝器中之致冷劑蒸氣冷凝為致冷劑液體，並經過膨脹閥返回蒸發器。隨後重複循環。

如上所述，本發明組合物具有低於目前正使用之多數氫氟碳化物致冷劑的全球變暖潛能值。與目前所使用之此等烴致冷劑比較而言，本發明組合物具有低臭氧消耗潛能值及降低的低全球變暖潛能值(GWP)。高GWP致冷劑可係能起致冷劑或傳熱流體作用且在100年時間區間內具有約1000或更高之GWP之任何化合物。本發明之一個態樣係提供全球變暖潛能值低於1000、低於500且在某些情況下低於350、或甚至低於150、或低於100、或低於50之致冷劑，其可用來替代較高全球變暖潛能值致冷劑。

根據由聯合國政府間氣候變化專門委員會

(Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)), Third Assessment Report所公佈之GWP計算值，本發明組合物作為工作流體尤其用於替代固定傳熱系統(包含固定空調系統或固定致冷系統)中之R22、R404A、R407C、R410A或R507A，或者用來替代滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器中之R22、R407C或R410A。

因此，根據本發明，其提供用來替代固定空調或致冷系統中R22、R404A、R407C、R410A或R507A之方法。該方法包括將本發明致冷劑組合物提供給固定空調或致冷系統以替代R22、R404A、R407C、R410A或R507A。

此外，根據本發明，其提供用來替代滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器中之R-22、R407C或R410A之方法。該方法包括將本發明致冷劑組合物提供給滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器以替代R22、R407C或R410A。

在該方法之一個實施例中，本發明組合物係用於具有離心壓縮機之滿液式蒸發冷卻器中，該等離心壓縮機可經初始設計且製造以用R22、R407C或R410A來運作。在另一實施例中，本發明組合物係用於使用往復式、螺桿式或渦旋式壓縮機之直接膨脹冷卻器中，該等壓縮機可經初始設計且製造以用R22、R407C或R410A來運作。

或者，如本文所揭示之本發明組合物可用於新穎設備中，例如新穎固定空調或致冷系統、新穎滿液式蒸發冷卻器或新穎直接膨脹冷卻器。在此新穎設備中，離心壓縮機或正排量壓縮機(包含往復式、螺桿式或渦旋式壓縮機)及

隨其所使用之熱交換器可經設計以與本發明組合物一起使用。

實例

樣品組合物具有如表4中所示之組份濃度。

表 4

樣品編號	濃度(重量分數)				
	R32	R125	R134a	R290	CF ₃ I
1	0.500				0.500
2	0.600				0.400
3	0.400				0.600
4	0.700				0.300
5			0.500		0.500
6			0.600		0.400
7			0.400		0.600
8			0.700		0.300
9	0.700		0.050		0.250
10	0.700		0.250		0.050
11	0.700		0.150		0.150
12	0.600		0.050		0.350
13	0.600		0.350		0.050
14	0.600		0.200		0.200
15	0.500		0.100		0.400
16	0.500		0.400		0.100
17	0.500		0.250		0.250
18	0.330		0.330		0.340
19	0.700	0.050			0.250
20	0.600	0.050			0.350

21	0.500	0.050			0.450
22	0.550	0.050		0.050	0.350
23	0.600	0.025		0.025	0.350
24	0.600	0.050	0.050		0.300
25	0.600	0.050	0.100		0.250
26	0.500	0.050	0.050		0.400
27	0.500	0.050	0.100		0.350
28	0.400	0.050	0.100		0.450
29	0.400	0.050	0.050		0.500
30	0.400	0.100	0.050		0.450

實例 1

致冷性能數據

表5展示與用於低溫及中等溫度致冷系統之R507A及R22 (HCFC-22)相比本文所闡述組合物之冷卻性能，如能效 (COP)、冷卻容量 (Cool Cap)、壓縮機出口壓力 (Dis Press)、壓縮機抽吸壓力 (Suct Press)及壓縮機出口溫度 (Dis T)。另外，納入平均溫度滑移(Avg滑移，其係蒸發器與壓縮機之平均滑移)。最後，由各組份之GWP值計算100年時間區間之GWP值。

與R507A(50重量% R125與50重量%R143a (1,1,1-三氟乙烷)之摻合物)、R404A(44重量% R125、52重量% R143a與4.0重量% R134a之摻合物)、及R22(氯二氟甲烷 CHF_2Cl)相比，提供本發明組合物之數據。

性能數據係基於以下條件：

蒸發器溫度 -17.8°C

冷凝器溫度 46.1℃

過冷溫度 5.5℃

返回氣體溫度 15.6℃

壓縮機效能 70%

表 5

樣品 編號	計算 GWP	Avg 滑移 (℃)	COP	Cool Cap (千焦/米 ³)	Dis Press (千帕)	Suct Press (千帕)	Dis T (℃)
R507A	3900	5.00	1.35	1801	2151	342	100.0
R404A	3780	0.30	1.36	1765	2104	330	101.2
R22	2000	0.00	1.46	1697	1774	267	144.0
1	276	3.00	1.36	2341	2543	396	159.2
2	330	1.27	1.36	2506	2672	424	162.4
3	221	5.95	1.38	2136	2364	358	155.6
4	385	0.47	1.36	2594	2760	437	166.4
5	651	0.09	1.50	1129	1258	174	108.9
6	780	0.18	1.50	1114	1264	170	108.6
7	521	0.34	1.51	1127	1234	174	109.4
8	910	0.34	1.50	1094	1257	164	108.6
9	450	1.02	1.36	2517	2703	420	165.5
10	710	2.89	1.38	2255	2490	360	161.1
11	580	2.04	1.37	2377	2594	388	163.3
12	395	1.58	1.37	2447	2623	411	160.8
13	785	3.79	1.39	2088	2330	329	154.0
14	590	2.79	1.38	2253	2473	366	157.4
15	405	2.79	1.38	2283	2466	380	154.5
16	795	4.30	1.40	1964	2206	308	148.2
17	600	3.53	1.39	2116	2336	342	151.0

18	611	4.50	1.42	1851	2059	296	139.1
19	555	0.32	1.36	2595	2778	439	164.0
20	500	0.09	1.36	2524	2700	430	159.4
21	445	2.29	1.36	2382	2583	407	155.5
22	474	2.27	1.34	2565	2794	460	149.9
23	416	1.60	1.35	2579	2771	450	156.7
24	565	1.34	1.37	2454	2646	414	158.2
25	630	1.81	1.37	2384	2593	397	157.1
26	510	2.25	1.37	2350	2541	397	153.3
27	575	2.45	1.38	2297	2495	385	151.9
28	520	3.65	1.39	2159	2357	361	146.7
29	456	4.01	1.37	2178	2389	367	148.9
30	625	3.24	1.37	2216	2431	377	145.8

多種組合物皆具有與R22、R404A或R507A相比類似的能效(COP)，同時保持較低的出口壓力及溫度。表5中所列示數種組合物之致冷容量亦與R22、R404A及R507A類似，表明該等組合物可係固定空調或固定致冷系統中之R22、R404A或R507A之替代致冷劑。

實例2

空調性能數據

表6展示與用於固定空調系統之R410A及R22 (HCFC-22)相比本文所闡述組合物之冷卻性能，如能效(COP)、冷卻容量(Cool Cap)、壓縮機出口壓力(Dis Press)、壓縮機抽吸壓力(Suction Press)及壓縮機出口溫度(Dis T)。另外，納入平均溫度滑移(Avg滑移，其係蒸發器與壓縮機之平均滑移)。最後，由各組份之GWP值計算100年時間區間之GWP

值。

與 R410A(50 重量 % R125 與 50 重量 % R32 之 摻 合 物)、
R407C(25 重量 % R125、23 重量 % R32 與 52 重量 % R134a 之
摻 合 物)及 R22(氯 二 氟 甲 烷 CHF_2Cl)比 較 而 言，提 供 本 發 明
組 合 物 之 數 據。

性能數據係基於以下條件：

蒸發器溫度 4°C

冷凝器溫度 43°C

過冷溫度 6°C

返回氣體溫度 18°C

壓縮機效能係 70%

表 6

樣品 編號	計算 GWP	Avg 滑移 (°C)	COP	Cool Cap (千焦/米 ³)	Dis Press (千帕)	Suct Press (千帕)	Dis T (°C)
R410A	1700	0.10	2.72	5488	2571	900	90.9
R407C	1653	4.84	2.86	3855	1754	564	80.6
R22	2000	0.00	2.92	3808	1648	565	88.1
1	276	3.40	2.74	5205	2366	826	99.7
2	330	1.53	2.74	5512	2486	875	101.6
3	221	6.43	2.73	4802	2198	756	97.8
4	385	0.58	2.74	5710	2566	902	103.9
5	651	0.05	2.97	2644	1166	382	71.8
6	780	0.09	2.97	2644	1170	378	71.7
7	521	0.41	2.98	2609	1144	378	72.2
8	910	0.26	2.97	2623	1162	370	71.6
9	450	1.09	2.75	5592	2513	875	103.2

10	710	2.98	2.78	5159	2310	775	100.0
11	580	2.10	2.76	5366	2410	822	102.0
12	395	1.76	2.76	5419	2439	852	100.8
13	785	3.96	2.80	4827	2161	716	97.2
14	590	2.90	2.78	5112	2297	780	98.9
15	405	3.06	2.77	5091	2293	795	97.4
16	795	4.51	2.82	4568	2045	674	93.9
17	600	3.69	2.80	4827	2168	733	95.4
18	611	4.78	2.84	4264	1911	639	89.0
19	555	0.39	2.74	5726	2583	907	102.5
20	500	1.11	2.74	5551	2511	885	101.0
21	445	2.60	2.74	5277	2403	843	97.9
22	474	2.47	2.89	5601	2603	936	95.2
23	416	1.78	2.72	5644	2581	919	98.8
24	565	1.48	2.75	5445	2461	859	99.4
25	630	1.91	2.76	5336	2410	833	98.8
26	510	2.52	2.76	5213	2363	825	96.8
27	575	2.66	2.77	5129	2320	804	96.0
28	520	4.03	2.78	4834	2191	758	93.2
29	456	4.45	2.76	4875	2222	770	94.3
30	625	3.63	2.76	4947	2261	787	92.7

多種組合物皆具有與R22、R407C或R410A相比類似的能效(COP)，同時保持較低的出口壓力及溫度。表6中所列示之數種組合物之致冷容量亦與R22、R407C或R410A類似，表明該等組合物可係空調及冷卻器系統中之R22、R410A或R407C之替代致冷劑。另外，數種組合物皆具有低平均滑移，因而容許使用於滿液式蒸發器型冷卻器中。

【圖式簡單說明】

圖1係利用本發明致冷劑組合物之固定空調或固定致冷系統的示意圖。

圖2係利用本發明致冷劑組合物之滿液式蒸發冷卻器的示意圖。

圖3係利用本發明致冷劑組合物之直接膨脹冷卻器的示意圖。

【主要元件符號說明】

1	箭 頭
1'	箭 頭
2	箭 頭
3	箭 頭
3'	箭 頭
4	箭 頭
4'	箭 頭
5	冷 凝 器
6	蒸 發 器
6'	蒸 發 器
7	壓 縮 機
7'	壓 縮 機
8	膨 脹 器 件 或 孔
9	盤 管
9'	盤 管
10	盤 管

12	膨脹閥
14	入口
16	出口
18	冷卻介質出口
20	冷卻介質入口
212	膨脹閥
214	蒸發器
240	抽吸管線
250	壓縮機
260	熱氣管線
270	冷凝器
280	管線

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種包括碘三氟甲烷及其他作為傳熱流體(包含致冷劑)的化合物之組合物，其用於固定空調或致冷系統、滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器中。本發明亦揭示用來產生冷卻之方法及替代此類設備中之R22、R407C、R410A、R404A或R507A之方法。

六、英文發明摘要：

Disclosed are compositions comprising iodotrifluoromethane and other compounds that are useful as heat transfer fluids, including refrigerants, in a stationary air conditioning or refrigeration system, a flooded evaporator chiller or a direct expansion chiller. Also disclosed are methods for producing cooling and methods for replacing R22, R407C, R410A, R404A or R507A in such equipment.

十、申請專利範圍：

1. 一種組合物，其包括碘三氟甲烷、二氟甲烷、及至少一種選自由下列組成之群之烴：戊烷、丁烷、異丁烷、丙烯、環丙烯及丙烷。
2. 如請求項1之組合物，其中該烴包括丙烷，且其中該組合物進一步包括五氟乙烷。
3. 一種組合物，其主要由下列組成：
 碘三氟甲烷及1,1,1,2-四氟乙烷；
 碘三氟甲烷、1,1,1,2-四氟乙烷及二氟甲烷；
 碘三氟甲烷及五氟乙烷；及
 碘三氟甲烷、二氟甲烷；五氟乙烷及1,1,1,2-四氟乙烷。
4. 一種組合物，其主要由約0.01-約67.25重量%二氟甲烷及約32.75-約99.99%碘三氟甲烷組成。
5. 如請求項2之組合物，其包括：
 35%碘三氟甲烷、55%二氟甲烷、5%五氟乙烷及5%丙烷；或
 35%碘三氟甲烷、60%二氟甲烷、2.5%五氟乙烷及2.5%丙烷。
6. 如請求項3之組合物，其主要由下列組成：
 30-50重量%碘三氟甲烷及50-70重量% 1,1,1,2-四氟乙烷；
 5-35重量%碘三氟甲烷、5-40重量% 1,1,1,2-四氟乙烷及33-70重量%二氟甲烷；或

25-50重量%碘三氟甲烷、40-60重量%二氟甲烷、0-50重量%五氟乙烷及5-50重量% 1,1,1,2-四氟乙烷。

7. 如請求項1、3或4之組合物，其進一步包括選自由下列組成之群之潤滑劑：聚伸烷基二醇、多元醇酯、聚乙烯醚、礦物油、烷基苯、合成石蠟、合成環烷烴及聚(α)烯烴。
8. 如請求項1、3或4之組合物，其進一步包括至少一種選自由下列組成之群之添加劑：相容劑、UV染劑、增溶劑、示蹤劑、穩定劑、全氟聚醚及經官能化全氟聚醚。
9. 一種產生冷卻之方法，其包括在蒸發器中蒸發如請求項1、3或4之組合物，其中該組合物係致冷劑，以形成蒸氣致冷劑；使該蒸氣致冷劑冷凝形成液體致冷劑；及使該液體致冷劑返回該蒸發器中。
10. 如請求項9之方法，其進一步包括在冷凝之前壓縮該致冷劑蒸氣之步驟。
11. 如請求項9之方法，其中該冷卻係在固定空調或固定致冷系統中產生。
12. 如請求項9之方法，其進一步包括使第一冷卻介質循環經過該蒸發器入口、經過該蒸發器中之盤管，並到達該蒸發器出口，從而在該第一冷卻介質通過該蒸發器入口達到該出口時降低其溫度，及使該第一冷卻介質流經欲冷卻物體，從而產生冷卻。
13. 如請求項9之方法，其中該冷卻係在滿液式蒸發冷卻器中產生。

14. 如請求項9之方法，其中蒸發該致冷劑組合物之步驟包括使該致冷劑組合物循環經過該蒸發器入口、經過該蒸發器中之盤管且經過該蒸發器出口，從而降低該蒸發器中所包含之第一液體冷卻介質之溫度，及使該第一液體冷卻介質流出該蒸發器到達欲冷卻物體，從而產生冷卻。
15. 如請求項14之方法，其中該冷卻係在直接膨脹冷卻器中產生。
16. 一種用來替代滿液式蒸發冷卻器、直接膨脹冷卻器或固定空調系統或固定致冷系統中之R22、R407C、R-410A、R404A或R507A之方法，該方法包括將如請求項1、3或4之組合物提供至該滿液式蒸發冷卻器、直接膨脹冷卻器或固定空調或致冷系統，其中該組合物包括致冷劑。
17. 如請求項16之方法，其中將該致冷劑組合物提供至固定空調系統或固定致冷系統以替代R22、R404A、R407C、R410A或R507A。
18. 如請求項16之方法，其中將該致冷劑組合物提供至滿液式蒸發冷卻器或直接膨脹冷卻器以替代R22、R407C或R410A。

十一、圖式：

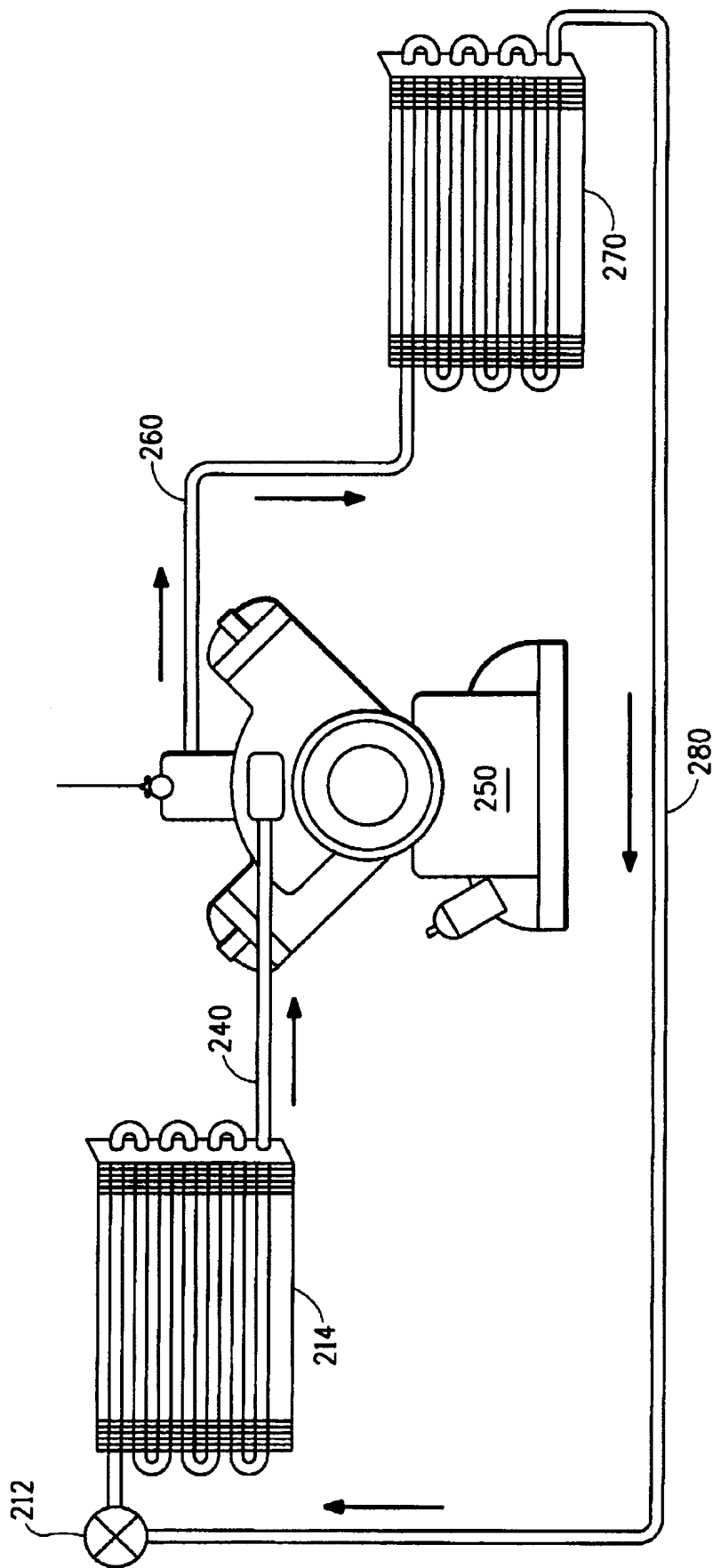


圖 1

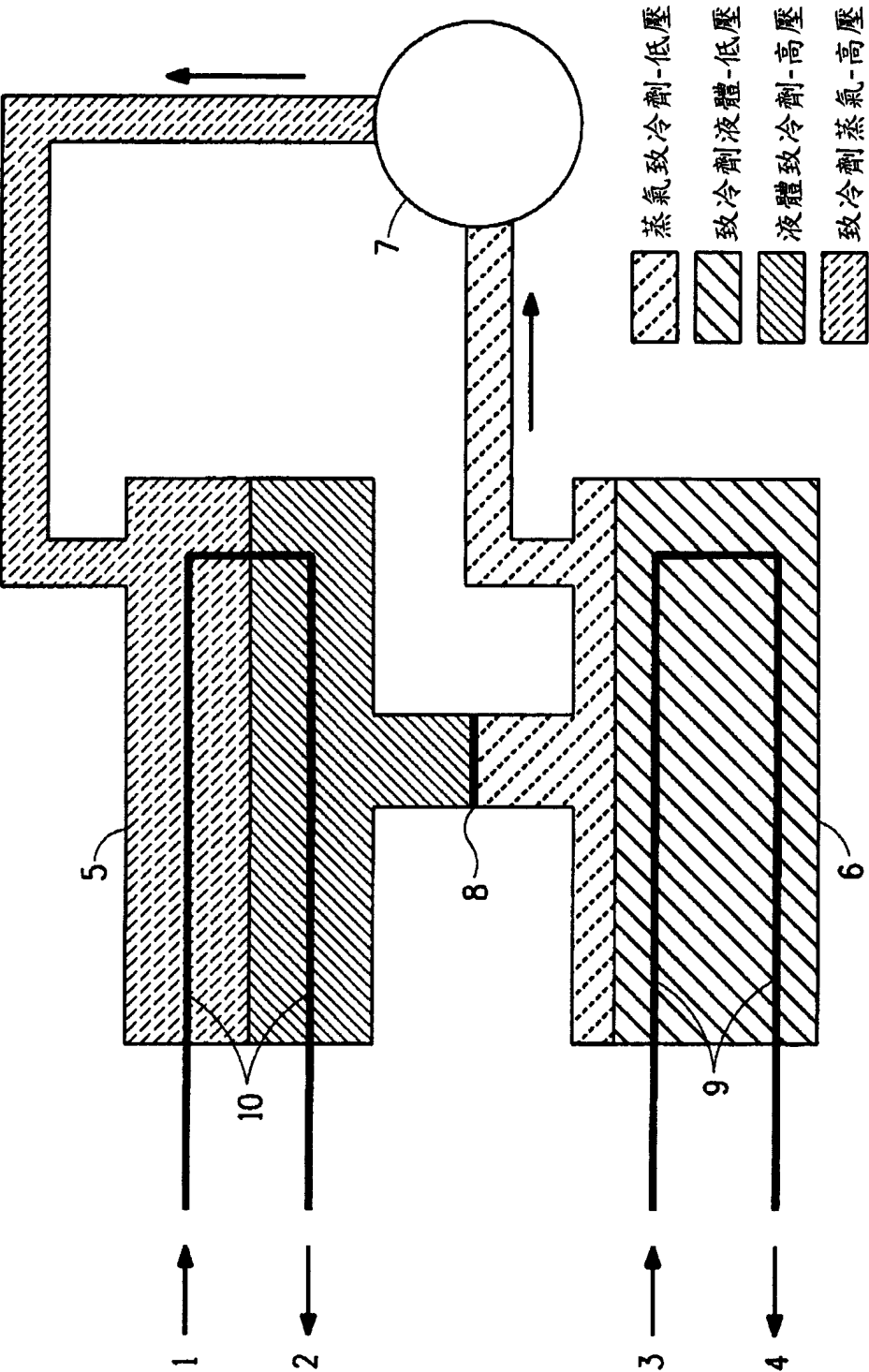


圖 2

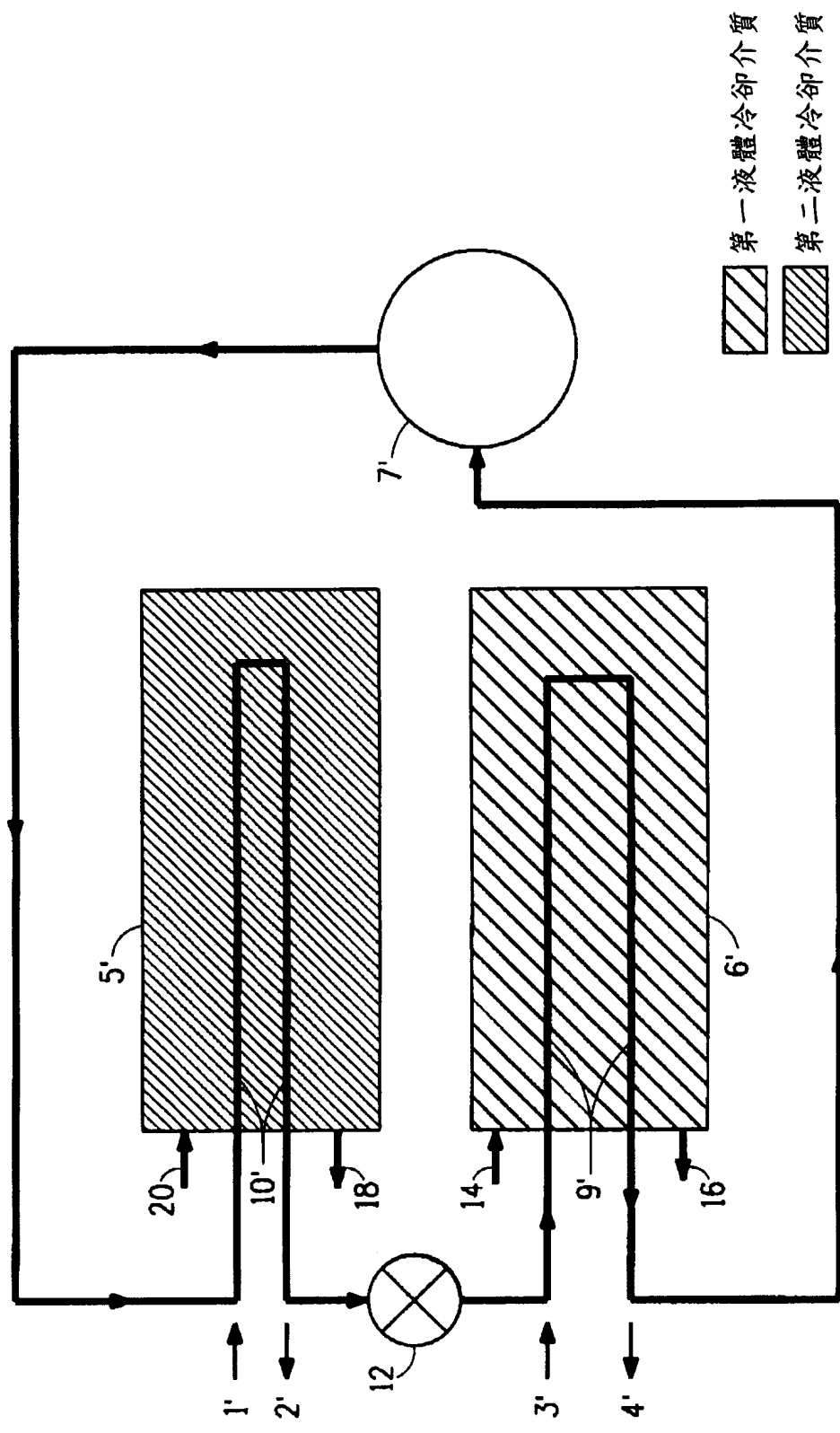


圖 3

七、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：

212	膨脹閥
214	蒸發器
240	抽吸管線
250	壓縮機
260	熱氣管線
270	冷凝器
280	管線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)