

申請日期：89.4.10

案號：89107454

類別：G01N 25/20

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

475063

一、 發明名稱	中文	流體濃度之量測
	英文	MEASUREMENT OF FLUID CONCENTRATIONS
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 羅柏特 理察 索爾史東 2. 貝利 里歐納德 佩萊西
	姓名 (英文)	1. ROBERT RICHARD THURSTON 2. BARRY LEONARD PRICE
	國籍	1. 英國 2. 英國
	住、居所	1. 英國德拜雪郡美柏恩市佩克荷斯路79號 2. 英國萊西特雪郡奎恩市史文菲德路4號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 英商BG智慧財產公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. BG INTELLECTUAL PROPERTY LIMITED
	國籍	1. 英國
	住、居所 (事務所)	1. 英國柏克雪郡瑞丁市湯馬斯山莊公園大道100號
	代表人 姓名 (中文)	1. 威廉 伊林沃斯-婁
	代表人 姓名 (英文)	1. WILLIAM ILLINGWORTH-LAW



本案已向

國(地區)申請專利
英國 GB

申請日期
1999/04/22

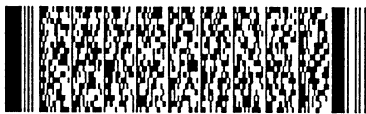
案號
9909217.3

主張優先權
無

有關微生物已寄存於

寄存日期
寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本發明係關於測定流體混合物之一種或多種組份之濃度。特別為測定液態天然氣(LNG)。

LNG 普遍用作大型車輛(如公共汽車和卡車)之替代性清潔燃料。LNG 製造製程移除存在於天然氣中之二氧化碳、水及氣味物質、基本只留下甲烷、乙烷、丙烷及丁烷。

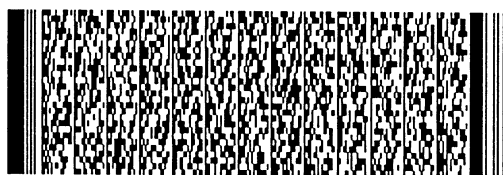
由於車輛油箱及燃料管線中之組合物隨時間而改變。頃觀察到LNG車輛存在運行問題。對"新"及"舊"油箱氣體之袋裝樣品進行色譜分析。其組合物改變如下表所示:

體積%	甲烷(CH ₄)	乙烷(C ₂ H ₆)	丙烷(C ₃ H ₈)	丁烷(C ₄ H ₁₀)
"新"LNG				
樣品 1	98.24	1.51	0.20	0.05
樣品 2	99.88	0.12	0.00	0.00
"舊"LNG				
樣品 1	84.76	13.15	1.63	0.40
樣品 2	83.10	14.31	2.01	0.49

可清楚看到，甲烷與非甲烷組份之相對比例隨時間而改變。

LNG 氣體組份之變化可能影響引擎之性能，會通過"爆震"導致損害。據推測，該組份變化係由甲烷自LNG混合物優先"蒸出"所致。甲烷比其它組份具有更低沸點，如下表所示:

	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷
沸點°C	-161.5	-88.6	-42.1	-0.5



五、發明說明 (2)

本發明第一方面提供測定液態天然氣流體混合物之至少一種組份比例之裝置，該裝置包括測量該混合物在兩種不同溫度熱導係數之裝置，以及自測量熱導係數確定該混合物之至少一種組份比例之控制裝置。

該裝置精確測定LNG之至少一種組份之比例，其適用熱導傳感器堅固，具有快響應時間且製造廉價。

該裝置亦可具有測量該混合物溫度和壓力之一或二者之裝置。隨後操作該控制裝置，由熱導係數以及溫度和壓力之一或二者確定該混合物之至少一種組份之比例。

所測定之至少一種組份比例可以為甲烷或乙烷/甲烷之比例。

該裝置較佳用於引擎管理系統，以保證適當操作以液態天然氣作燃料之引擎，而不管供給引擎液態天然氣組份之比例波動。

本發明第三個方面提供測定液態天然氣流體混合物之至少一種組份比例之方法，該方法包括，在第一溫度測量該混合物之熱導係數，在第二溫度測量該混合物之熱導係數，自測量熱導係數測定該混合物之至少一種組份之比例。

以下參考附圖描述本發明之實例，其中：

圖1圖解顯示測定管道中流動液態天然氣流體混合物之至少一種組份比例之裝置；

圖2為圖1裝置中控制裝置執行程式之流程圖；



五、發明說明 (3)

圖3為一張標繪圖，該圖顯示數種混合物之甲烷經測定比例對該混合物之甲烷實際比例之標繪線；

圖4為一張標繪圖，該圖顯示數種混合物之乙烷/甲烷經測定比率對該混合物之乙烷/甲烷實際比率之標繪線；

圖5圖解顯示一種熱導傳感器，該傳感器位於經切開之管道壁中，可用於測定LNG混合物之至少一種組份比例之裝置；

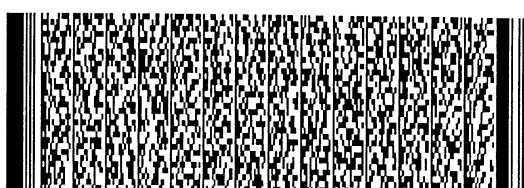
圖6圖解顯示一種操作熱導傳感器之電路；

圖7顯示操縱傳感器之操作順序，且

圖8顯示熱導傳感器之性能。

圖1所示裝置包括控制裝置1，該控制裝置1可為計算機或微處理器，且分別由連接線5，6和7連接熱導傳感器2，溫度傳感器3以及絕對壓力傳感器4。在該實例中安裝及布置熱導傳感器2，溫度傳感器3及壓力傳感器4，以測量輸送LNG管道之內容物，且該管道可以為供應LNG至引擎之燃料管線。該熱導傳感器及溫度傳感器可為技藝上所熟諳之任何適用形式。但在一個較佳實例中，該熱導傳感器2和溫度傳感器3合併於一個單元中，如後所述。絕對壓力傳感器可為技藝上所熟諳之任何適用形式，如孔板或旁通文丘里(Venturi)。

當欲測定管道8中內容物之甲烷比例或乙烷/甲烷比率時，控制裝置1按照圖2所示程式執行。該控制裝置1於步驟21指令熱導傳感器2在第一溫度測量管道8之內容物之熱導係數，並存儲這一結果， $ThC(St)$ 。在步驟22，該控制



五、發明說明 (4)

裝置1指令熱導傳感器2於第二溫度測量管道8之內容物之熱導係數，並存儲該結果 $ThC(R)$ 。為得到更精確結果，可重複步驟21及22一或多次，以分別於第一和第二溫度得到熱導係數平均值。在該較佳實例中，於各讀數間以1秒延遲測定5000個結果，為檢測器建立測量溫度提供時間。

在步驟23，該控制裝置1自溫度傳感器3讀取管道8內容物之周溫 T ，且存儲這一結果，在步驟24，控制裝置1讀取管道8之內容物之絕對壓力 P ，並存儲該結果。

在步驟25，控制裝置1用自步驟21-24存儲之數值確定管道8中LNG混合物之甲烷比例，其關係如下：

$$CH_4 = aP + bT + cT^2 + dThC(St) + eThC(R) + f \quad (1)$$

其中：

CH_4 為甲烷之推定百分數

P 為管道中流體之絕對壓力

T 為管道中流體之溫度

$ThC(St)$ 為管道中流體在第一溫度之熱導係數

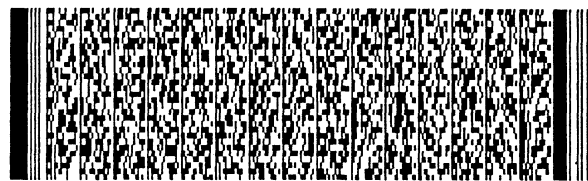
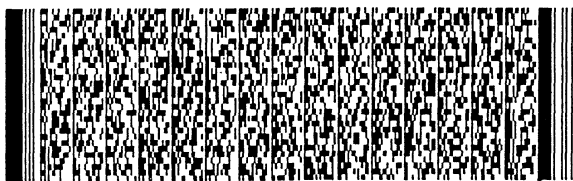
$ThC(R)$ 為管道中流體在第二溫度之傳導係數

a ， b ， c ， d ， e 及 f 係用線性回歸法自實驗數據確定之常數。

當壓力以巴(bar)(絕對)單位測量，溫度以攝氏度測量，熱導係數以瓦特/米×開爾文(W/m·K)單位測量時，常數 $a-f$ 實質上具有以下數值：

$$a = -0.44, \quad b = -0.39, \quad c = 0.0017, \quad d = 41, \quad e = -42 \text{ 及 } f = -181$$

作為步驟25之補充或替代，在步驟26，管道8中LNG混合



五、發明說明 (5)

物之乙烷對甲烷比率係使用步驟21-24存儲之數值確定，其關係為：

$$C2/C = gP + hT + iT^2 + jThC(St) + kThC(R) + l \quad (2)$$

其中：

$C2/C$ 為乙烷/甲烷比率之推定百分數，及

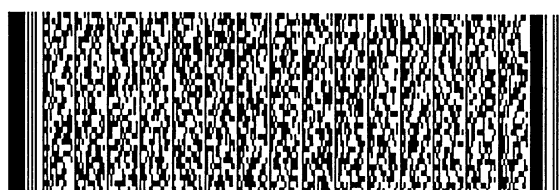
g, h, i, j, k 及 l 係用線性回歸法自實驗數據確定之常數。

當壓力以巴(絕對)單位測量，溫度以攝氏度測量，熱傳導係數以瓦特/米 $\times$ 開爾文($W/m \cdot K$)單位測量時，常數 $g-l$ 實質上具有以下數值：

$g=0.0053$, $h=0.0051$, $i=-0.000024$, $j=-0.61$, $k=0.66$ 及 $l=3.14$ 。

然後可由引擎管理系統使用甲烷之推定百分數及乙烷/甲烷之推定比率測定值之一或二者。該引擎管理系統隨後能夠不管供應至引擎的LNG組份比率起伏，保證恰當操作添加LNG之引擎，實現有效操作。該引擎管理系統可響應LNG品質調整點火時間選擇，阻止引擎爆震。可依LNG品質替代性或另外改變節流閥控制。例如，如果LNG較劣，節流閥需要開得更大才能獲得同樣動力。可將所推定甲烷百分數及所推定乙烷/甲烷比率之一或二者另外用於任何適用目的。

使測定流體混合物之至少一種組份比例所用裝置就四種下示氣體混合物進行試驗，下示四種氣體代表自"新"至"舊" LNG 變化。



五、發明說明 (6)

試驗氣體	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	nC ₄
樣品 1	100.00	0.0000	0.000	0.000
樣品 2	94.996	4.240	0.472	0.292
樣品 3	90.009	8.620	0.861	0.510
樣品 4	85.006	12.700	1.430	0.864

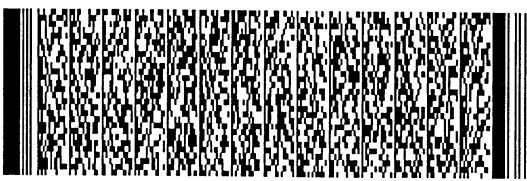
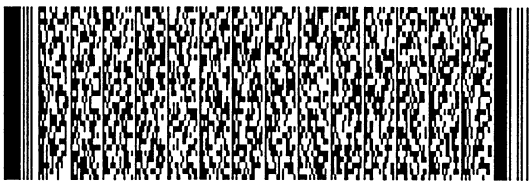
雖然該試驗係用氣態混合物實施，但該試驗對於如 LNG 之液態混合物同樣工作良好。

該試驗裝置包括熱導傳感器(於兩種溫度測量熱導係數)，絕對壓力傳感器及溫度傳感器，所有傳感器均位於人造環境室中，試驗氣體樣品係按順序引入該室。各個傳感器均對照標準儀器校準。各樣品之溫度隨環境室變化，室內絕對壓力用精密調節器改變。

圖3顯示，各樣品之經測定或推定甲烷百分數在Y-軸上，實際甲烷百分數在X-軸上。推定值與實際值極為接近，只有很小誤差。用上述方法重複試驗結果。在 $\pm 0.33\%$ 實際甲烷比例內產生兩個標準偏差。因而，用1號關係產生更精確數據，以提供極有效的引擎管理。

圖4與圖3相似，但乙烷/甲烷之推定比率在Y-軸上。乙烷/甲烷之實際比率在X-軸上。用以上方法重複試驗結果，發現在實際乙烷/甲烷比率之 $\pm 0.0049\%$ 內產生兩個標準偏差，該結果比使用1號關係之圖3所示甲烷之推定比例更精確，可將2號關係產生之數據用於有效引擎管理。

用人造環境室進行試驗表明，壓力只對最終計算比例產



五、發明說明 (7)

生較小差異。這暗示，在不太需要精確時，可省略絕對壓力傳感器，如較廉價傳感器。

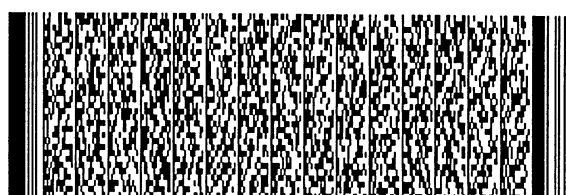
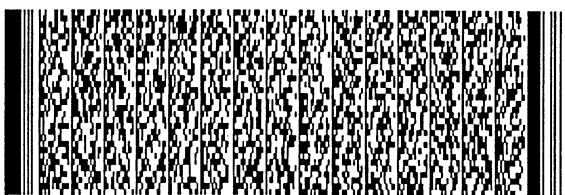
可由任何適用裝置或方法測量LNG之熱導係數。然而，該較佳方法使用一種具電阻器之傳感器，且該電阻器由待測流體包圍。為精確測量，該電阻器需與支撐基底隔熱，使電阻產生熱量實質上只由周圍流體傳導自該電阻器傳走。可用連接該電阻器之電源將該電阻器加熱至高於周圍溫度，於該溫度測量流體之熱導係數。較佳傳感器亦具有測量周溫之其它電阻器。該電阻器與其基底熱性結合，以保證維持周溫。電阻器之有效電阻決定於其溫度。

本發明較佳提供一種控制電路，用於具電阻器之傳感器，且該電阻器被安排暴露於待測熱導係數之流體，該控制路包括加熱該電阻器到至少兩種不同溫度之裝置，以及在電阻器加熱流體到至少兩種溫度時提供流體熱導係數信號指示之裝置。該控制電路能夠在測定LNG一種或多種組份比例所用之一種或多種溫度下，測量流體之熱導係數。用此廉價、緊湊及堅固傳感器，能夠精確測量熱導係數。該控制電路可形成較早描述控制裝置1之部分。

圖5圖示上述熱導傳感器51，該熱導傳感器位於氣管52壁內，熱導測量電阻 R_m 及周溫測量電阻 R_a 暴露於管內流動氣體中。當然可安排該傳感器51測量任何流體之熱導係數，無論該流體流動或靜止。

此等元件之電阻隨溫度發生近似變化，其關係為：

$$(3) \dots R_m = R_{m0}(1 + \alpha T_m)$$



五、發明說明 (8)

$$(4) \dots R_a = R_{a0}(1 + \alpha T_a)$$

其中：

R_{m0} 為 0°C 時熱導測量電阻器 R_m 之電阻(標稱200歐姆，用兩個串聯)。

R_{a0} 為 0°C 時周溫測量電阻器 R_a 之電阻(標稱235歐姆)。

α 為電阻器材料電阻之溫度係數(標稱 5.5×10^{-3} / 開爾文)。

T_m 為經加熱熱導測量電阻器之溫度。

T_a 為周溫測量電阻器之溫度。

為測量熱導測量電阻器 R_m 周圍氣體之熱導係數，電源必須經電壓(伏特)電源連接至電阻器 R_m 。熱導測量電阻器 R_m 周圍氣體之熱導係數可用公式自溫度升高及施加功率計算：

$$(5) \dots k = \Psi(P/\theta)$$

其中：

k 為氣體之熱導係數(對室溫空氣而言，一般為 3.65×10^{-5} 瓦特/開爾文)

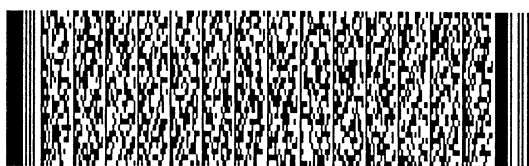
Ψ 為與傳感器結構有關之換算常數(0.0036級)

P 為經加熱測量電阻器之耗散功率及

Ψ 為經加熱測量電阻器高於周溫之溫度

傳感器51於圖6中顯示，且連在控制該傳感器51之電路53中，以在不同溫度測量管8內流動氣體之熱導係數值。

電路53實質上由橋式電路組成，該橋式電路具有兩個電臂54，55以及兩個電臂56，57，電臂54，55經電流限制電



五、發明說明 (9)

阻器R₀連接電源電壓58，電臂56，57接地。

連接電源電壓58的一個電臂54包括周溫測量電阻器R_a，連接電源電壓58的另一個電臂55包括熱導測量電阻器R_m，在該實例中，電阻器R_m由兩個電阻器R_{m1}，R_{m2}串聯組成。

電臂56接在電臂54和地線之間，在該實例中，其具有串聯的兩個電阻器R₂，R₃。需要時，可使R₃短路。電阻器R₃可由適當控制信號短路，該控制信號應用於線路59上，且與晶體管60連接，其所處路徑61與電阻器R₃並聯，以閉合路徑61及使電阻器R₃旁通。該橋之最後電臂57具有電阻器R₁。電阻器R₁、R₂及R₃能夠使電流通過欲測之經加熱熱導測量電阻器R_m及周溫測量電阻器R_a，亦在故障條件限制電流通過傳感器，防止或減少傳感器損害。

該橋電路保持 $V_{R1}=V_{R2}$ ，使電橋藉由調節橋頂電壓 V_T 平衡。如此將經加熱測量電阻器R_m之有效電阻控制為常數。復聯周溫傳感電阻器R_a由以下關係給出：

(6)... 將R₃旁通時， $R_m=R_a(R_1/R_2)$

在本實例中 $R_1=R_2(249\text{ 歐姆})$ ，此時

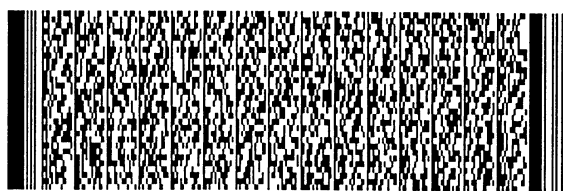
(7)... $R_m=R_a$

該R_m值與熱導測量電阻器R_m之經加熱溫度對應(由公式(3)確定)，在本實例中，該溫度高於周溫約80℃。

然後用公式(5)確定在R_m之經加熱溫度下熱導傳感電阻器R_m周圍氣體之熱導係數：

$$k = \Psi(P/\theta)$$

由於R₁和R₂固定時，高於周溫之溫度(θ)已知，又由於



五、發明說明 (10)

Ψ 為特定傳感器之常數，在 R_m 之經加熱特定溫度下，熱導係數 k 可由在特定溫度下測量 R_m 之耗散功率(P)發現。

R_m 之耗散功率 P 係由下式給出：

$$(8) \dots \text{功率} = I^2 R_m$$

因為通過 R_m 之電流與通過 R_1 之電流相同，所以該電流為：

$$(9) \dots I = V_{R_1} / R_1$$

因此，熱導係數測量電阻器之耗散功率為：

$$(10) \dots \text{功率} = V_{R_1}^2 R_m / (R_1)^2$$

用公式(3)和(4)將公式(10)代入公式(5)得到如附錄所釋之結果：

$$(11) \dots k = \Psi V_{R_1}^2 \alpha R_{ao} R_{mo} / (R_{ao} - R_{mo}) R_1^2$$

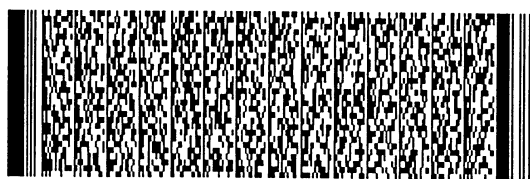
由於 Ψ 、 α 、 R_{ao} 、 R_{mo} 及 R_1 均為常數時，熱導測量傳感電阻器 R_m 周圍氣體之熱導係數 k 與 R_1 兩端電壓之平方成正比：

$$(12) \dots k \propto V_{R_1}^2$$

$$(13) \dots k = z V_{R_1}^2$$

由於電阻器容差，比例常數 z 將因所製造之各傳感器發生變化，所以可用已知熱導係數氣體於 R_m 之經加熱溫度進行單獨校準試驗。因而，電阻器 R_m 周圍氣體於第一溫度之熱導係數可用第一預定比例常數 z 直接自電阻器 R_1 兩端電壓平方測定。

為測量氣體在第二溫度之熱導係數，可用電阻器 R_3 (20歐姆)與 R_2 串聯。為此，在線路59上對晶體管60施加適當



五、發明說明 (11)

控制信號。將電徑61斷開。為在橋式電路中保持 $V_{R1} = V_{R2}$ ，應調節電壓 V_T ，改變 R_m 之有效電阻，其係由以下公式給出 (14)...

$$R_m = R_a(R1 / (R2 + R3))$$

R_m 的不同有效值使之在與旁通 $R3$ 不同的溫度下操作。該溫度係以公式(3)確定。當 $R3$ 與 $R2$ 串聯時， R_m 被加熱至高於周溫約 60°C 。

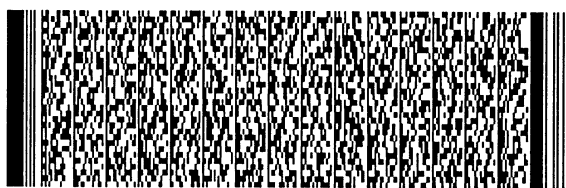
電阻器 R_m 周圍氣體在第二溫度之熱導係數可自 $R1$ 兩端電壓之平方發現。如前用公式(13)。然而，此時比例常數 Z 有所不同，可用已知熱導係數之氣體於第二溫度經單獨校準試驗發現。

因此，藉由在橋式電路之電臂56中包括或排除 $R3$ ，可將 R_m 之經加熱溫度控制到兩種大體預定值之一，在兩種溫度下用預定常數測定周圍氣體之熱導係數。當然，可在橋式電路之電臂56中包括或排除更多電阻器控制，以能夠在更多溫度下測量周圍氣體之熱導係數。

熱導測量電阻器 R_m 之經加熱溫度係由 $R1$ 、 $R2$ 及 $R3$ 值確定，如公式(3)、(6)及(14)所示。在本實例中， $R3$ 被旁通時， R_m 被加熱至高於周溫約 80°C ， $R3$ 不被旁通時， R_m 被加熱至高於周溫接近 60°C 。

然而，該電路設計可能有一種副作用，電阻器 R_m 之經加熱溫度及測定熱導係數之溫度決定於周溫，該溫度影響公式(6)和(14)中的電阻 R_a 。

可用溫度計測定周溫，但用圖6所示橋式電路上部之電壓 V_T 確定更為便利。假定橋式電路平衡 ($V_{R1} = V_{R2}$)，那麼可



五、發明說明 (12)

用下列公式確定周溫測量電阻器Ra之電阻:

(15)... $R_a = R_2(V_T - V_{R1})/V_{R1}$, 此時R3旁通

(16)... $R_a = (R_2 + R_3)(V_T - V_{R1})/V_{R1}$, 此時R3不被旁通

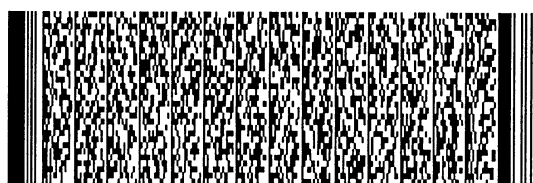
然後用公式(4)發現周溫傳感電阻器Ra之溫度T及周溫。

因而能夠監測周溫變化，並確定熱導測量電阻器Rm經加熱之對應調節溫度。然後不管周溫變化，選擇對應於Rm經加熱溫度之適用比例常數，以保證精確測量熱導係數。較佳查表查找適用比例常數Z，該表中含有該熱導測量電阻器Rm各操作溫度所用之比例常數Z。

或者使R1和R2中至少一個變化，以選擇性調節R1/R2或R1(R2+R3)之比值，保證將Rm加熱至預定溫度。或者安置其它電阻器，使之與R1和R2中至少一個串聯或並聯，以調節R1/R2或R1/(R2+R3)之比值。確保將Rm加熱至預定溫度。

圖7顯示控制傳感器所用之操作順序，以測量氣體在兩種溫度下之熱導係數。其編號步驟具有以下意義。

- 100 開始
- 101 控制晶體管60，使電阻器R3旁通。
- 102 將計數器設置為0
- 103 控制 V_T ，使 $V_{R1} = V_{R2}$
- 104 測量 V_{R1}
- 105 測量 V_T
- 106 根據需要用公式15或16確定Ra。
- 107 用公式(4)確定周溫，由之確定Rm之經加熱溫



五、發明說明 (13)

度。

108 根據 R_m 之經加熱溫度查表選擇比例常數 Z 。

109 自公式13計算氣體之熱導係數。

110 計數器增量

111 計數器=2?

112 否：控制晶體管60，使電阻器 R_3 包入，並回到步驟103。

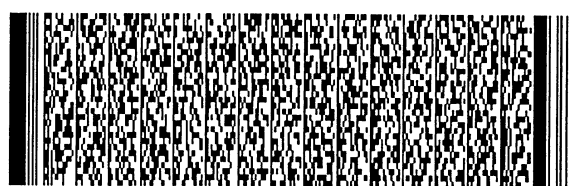
113 是：停止。

若需要，步驟108可換成：

根據需要調節 R_1/R_2 或 $R_1/(R_2+R_3)$ 之比例。該調節可藉前述任何方法完成，以將熱導測量電阻器 R_m 加熱至預定溫度。

圖8顯示，就固定氣體組合物，周溫及壓力而論，傳感器51之輸出電壓 V_{R1} 為熱導測量電阻器 R_m 之溫度之函數。據發現，在高於零點200上，該傳感器特徵為幾乎線性分布，而低於零點時銳減。用燃料氣體樣品之實驗熱導係數結果與理論計算值比較，在高於零點溫度各值相關良好，而低於零點溫度時，各值相關不良增加。因為在低於零點時，由熱導係數以外的其它熱因素支配該傳感器性能，如對流及輻射。但在高於零點時，即使此等效應存在，熱導係數仍支配測量精確熱導係數。對燃料氣體而言，其零點接近40℃。因而，為得到更精確結果，較佳在高於零點200使用熱導測量電阻器 R_m 。

為將 R_m 加熱到高於周溫80℃，當 R_3 在橋式電路之電臂56



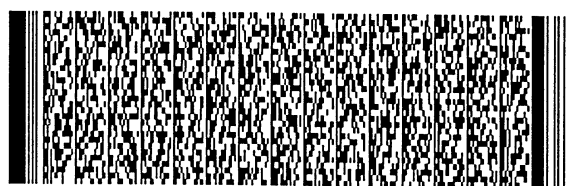
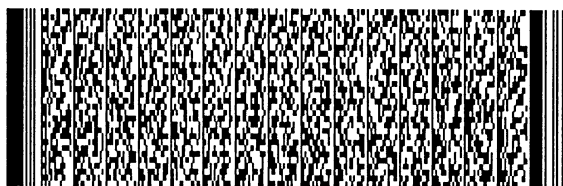
五、發明說明 (14)

中被旁通時， R_1 和 R_2 分別選擇 249 歐姆。為將 R_m 加熱至高於周溫 60°C ，當 R_3 在橋式電路之電臂中串聯時， R_3 選擇 20 歐姆。

頃發現，傳感器中和阻值之製造差異（一般小於 5%）能夠導致熱導測量電阻器在出乎意料或不理想溫度下工作。如此使熱導測量電阻器可能在低於零點工作，提供不準確熱導係數結果。

為克服由傳感電阻變化產生之問題。較佳加入兩個另加電路，另加電路與 V_{R_2} 和地線間橋式電路之電臂 56 並聯，且分別包含一個電阻器。另加電路徑較佳由路徑中連接晶體管之控制信號斷開或閉合。當 R_3 自橋式電路之電臂 56 省略時，閉合一一個另加電路引入一個與電臂 56 之電阻器 R_2 並聯之電阻，從而增加 R_m 之經加熱溫度。當橋式電路之電臂 56 包括 R_3 時，閉合另一個另加電路減少 R_m 在兩種經加熱溫度之溫差。使用另加電路防止 R_m 之經加熱溫度降至由 R_m 和 R_a 電阻容差導致的不理想程度。不管周溫變化，亦可用此等另加電路保證將 R_m 加熱至預定溫度。

可對以上熱導傳感器作出很多改進。例如，在橋式電路中串聯至少一種受控加入及排除之任何數目電阻器，或者並聯可變電阻器或電阻器，將該熱導測量電阻器 R_m 加熱至對應能夠測量熱導係數的多種溫度。另外，該控制電路 53 可用任何適用電元件代替電阻器。



五、發明說明 (15)

附 錄

$$\begin{aligned}
 R_m &= R_{mo} (1 + \alpha T_m) \\
 \text{and } T_m &= T_a + \theta \\
 R_m &= R_{mo} (1 + \alpha T_a + \alpha \theta) \\
 R_m &= R_{mo} + R_{mo} \alpha T_a + R_{mo} \alpha \theta \\
 \theta &= (R_m/R_{mo}\alpha) - 1/\alpha - T_a \\
 &= R_{ao} (1 + \alpha T_a)/R_{mo} \alpha - 1/\alpha - T_a \\
 &= [R_{ao}(1 + \alpha T_a) - R_{mo} - R_{mo} \alpha T_a] / R_{mo}\alpha \\
 &= [R_{ao}(1 + \alpha T_a) - R_{mo} (1 + \alpha T_a)] / R_{mo}\alpha \\
 \theta &= (R_{ao} - R_{mo}) (1 + \alpha T_a) / R_{mo}\alpha \\
 k &= \Psi P/\theta \\
 k &= \frac{\Psi V_{RI}^2 R_{ao} (1 + \alpha T_a) \alpha R_{mo}}{R_i^2 (R_{ao} - R_{mo}) (1 + \alpha T_a)} \\
 k &= \Psi V_{RI}^2 \alpha R_{ao} R_{mo} / R_i^2 (R_{ao} - R_{mo})
 \end{aligned}$$

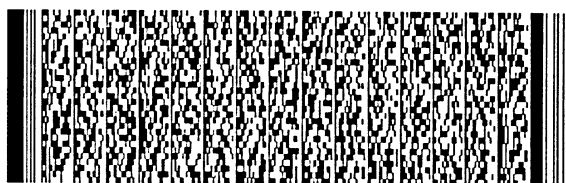


四、中文發明摘要 (發明之名稱：流體濃度之量測)

一種測定液態天然氣(LNG)流體混合物之至少一種組份比例之方法及裝置。LNG之甲烷或乙烷/甲烷之比例百分數係藉由於兩種溫度測量LNG之熱導係數測定。

英文發明摘要 (發明之名稱：MEASUREMENT OF FLUID CONCENTRATIONS)

An apparatus and method for determining the proportion of at least one of the components of a fluid mixture of liquid natural gas (LNG). The percentage of methane or ethane/methane ratio of the LNG is determined by measuring the thermal conductivity of the LNG at two temperatures.



六、申請專利範圍

1. 一種測定液態天然氣之流體混合物之至少一種組份比例的裝置，該裝置包括測量該混合物在兩種不同溫度下熱導係數之裝置，以及自測量熱導係數推定該混合物之至少一種組份比例之控制裝置。

2. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其包括測量該混合物溫度之裝置，以及自測量熱導係數及溫度推定該混合物之至少一種組份比例之控制裝置。

3. 根據申請專利範圍第2項之裝置，其包括測量該混合物絕對壓力之裝置，以及自測量熱導係數，溫度及絕對壓力推定該混合物之至少一種組份比例之控制裝置。

4. 根據申請專利範圍第3項之裝置，其中該控制裝置係用下列回歸法推定該混合物之至少一種組份之比例：

$$X = uP + vT + wT^2 + xThC(St) + yThC(R) + z$$

其中

X 為混合物之至少一種組份之推定比例；

P 為混合物之絕對壓力；

T 為混合物之溫度；

ThC(St) 為混合物在第一溫度之熱導係數；

ThC(R) 為混合物在第二溫度之熱導係數；

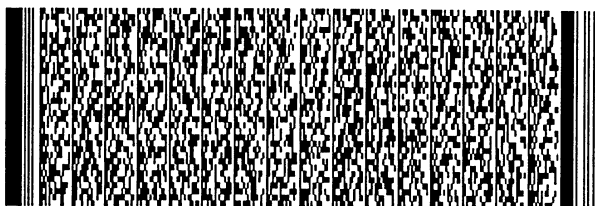
且 u、v、w、x、y 及 z 為常數。

5. 根據申請專利範圍第4項之裝置，其中

X 為甲烷之推定百分數；

P 係以(絕對)巴單位測量；

T 係以攝氏度測量



六、申請專利範圍

熱導係數係以瓦特/米 $\times$ K測量，該常數u-z實質上具有以下數值：

$$u = -0.44$$

$$v = -0.39$$

$$w = 0.0017$$

$$x = 41$$

$$y = -42 \text{ 及}$$

$$z = -181。$$

6. 根據申請專利範圍第4項之~~方法~~裝置，其中

X為乙烷/甲烷之推定百分數；

P係以(絕對)巴單位測量；

T係以攝氏度測量；

熱導係數係以瓦特/米 $\times$ K測量，該常數u-z實質上具有以下數值：

$$u = 0.0053$$

$$v = 0.0051$$

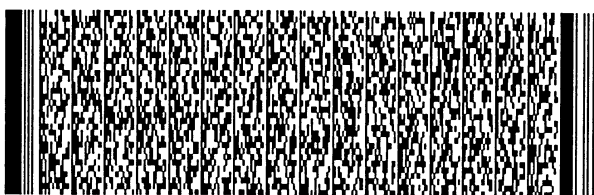
$$w = -0.000024$$

$$x = -0.61$$

$$y = 0.66 \text{ 及}$$

$$z = 3.14。$$

7. 根據前述申請專利範圍中任一項之裝置，其中該測量混合物在兩種不同溫度熱導係數之裝置包括暴露於該混合物之電阻器，經對該電阻器施加電流或電壓將該電阻器加熱至兩種實質不同預定溫度之裝置，以及自該電阻器在各



六、申請專利範圍

經加熱預定溫度之電特徵確定該混合物熱導係數之裝置。

8. 一種用於以LNG作燃料引擎之引擎管理系統，該系統包括根據前述申請專利範圍中任一項之測定LNG燃料至少一種組份比例之裝置，以及根據LNG燃料之至少一種組份之測定比例修改一種或多種引擎參數之裝置。

9. 一種測定液態天然氣流體混合物之至少一種組份比例之方法，該方法包括測量該混合物在第一溫度之熱導係數，測量該流體在第二溫度之熱導係數，且自測量熱導係數推定該混合物之至少一種組份之比例。

10. 根據申請專利範圍第9項之方法，其包括測量該混合物之溫度，且自測量熱導係數和溫度推定該混合物之至少一種組份之比例。

11. 根據申請專利範圍第10項之方法，其包括測量該混合物之絕對壓力，且自測量熱導係數，溫度及絕對壓力測定該混合物之至少一種組份之比例。

12. 根據申請專利範圍第11項之方法，其中該混合物之至少一種組份之比例係用以下表達式推定：

$$X = uP + vT + wT^2 + xThC(St) + yThC(R) + z$$

其中

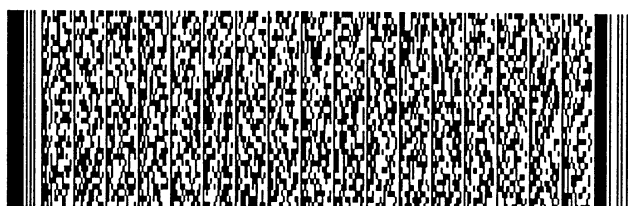
X為混合物之至少一種組份之推定比例；

P為混合物之絕對壓力；

T為混合物之溫度；

ThC(St)為混合物在第一溫度之熱導係數；

ThC(R)為混合物在第二溫度之熱導係數；



六、申請專利範圍

且 u 、 v 、 w 、 x 、 y 及 z 為常數。

13. 根據申請專利範圍第12項之方法，其中

X 為甲烷之推定百分數；

P 係以(絕對)巴單位測量；

T 係以攝氏度測量；

熱導係數係以瓦特/米 $\times$ K 測量，該常數 $u-z$ 實質上具有以下數值：

$$u = -0.44$$

$$v = -0.39$$

$$w = 0.0017$$

$$x = 41$$

$$y = -42 \text{ 及}$$

$$z = -181。$$

14. 根據申請專利範圍第13項之方法，其中

X 為乙烷/甲烷之推定比率；

P 係以(絕對)巴單位測量；

T 係以攝氏度測量；

熱導係數係以瓦特/米 $\times$ K 測量，該常數 $u-z$ 實質上具有以下數值：

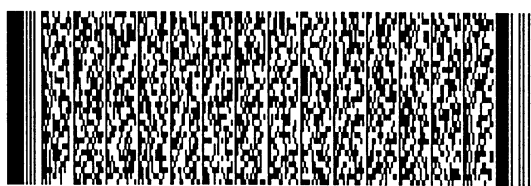
$$u = 0.0053$$

$$v = 0.0051$$

$$w = -0.000024$$

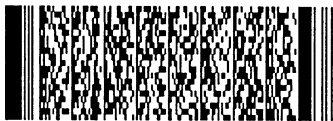
$$x = -0.61$$

$$y = -0.66 \text{ 及}$$



六、申請專利範圍

$z = 3.14 \text{ } ^{\circ}$



圖式

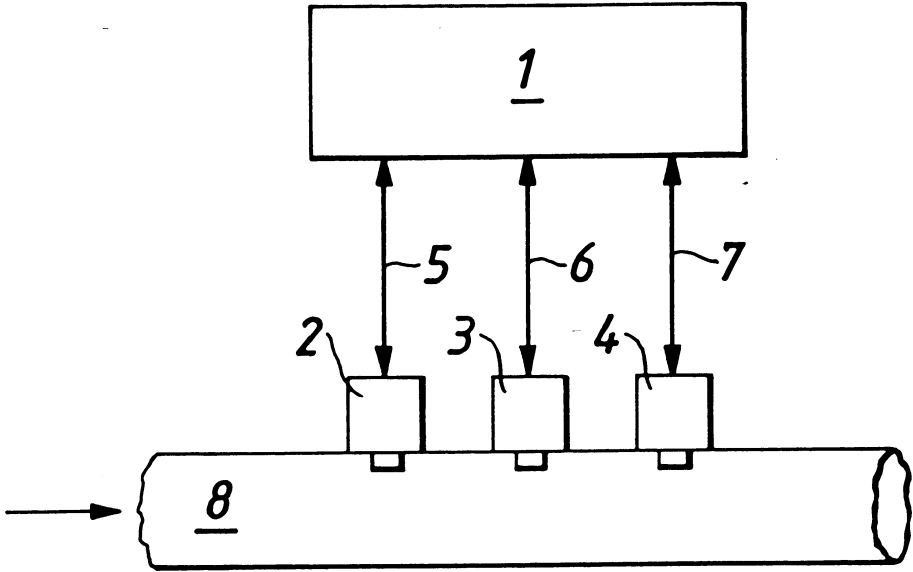


圖 1

圖式

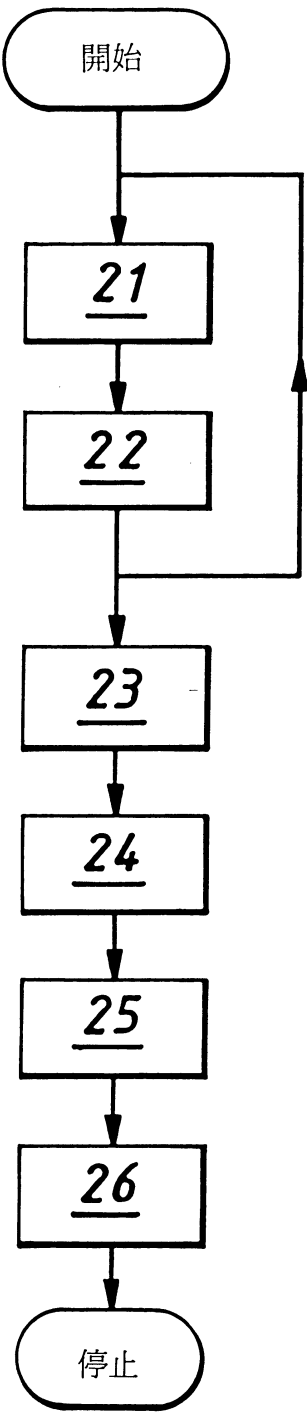


圖 2

圖式

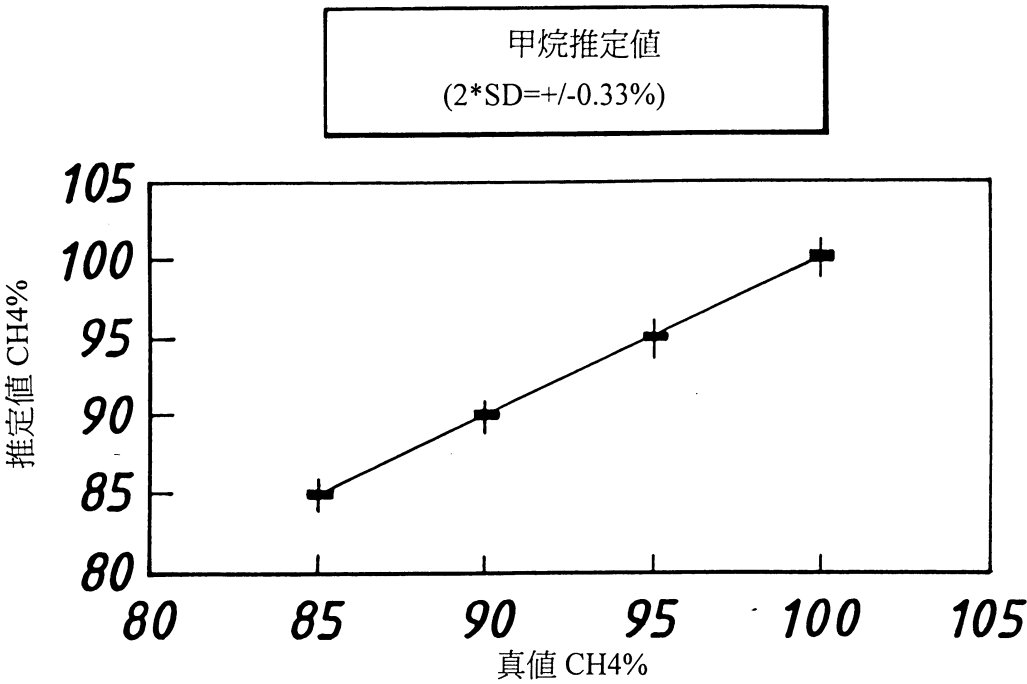


圖 3

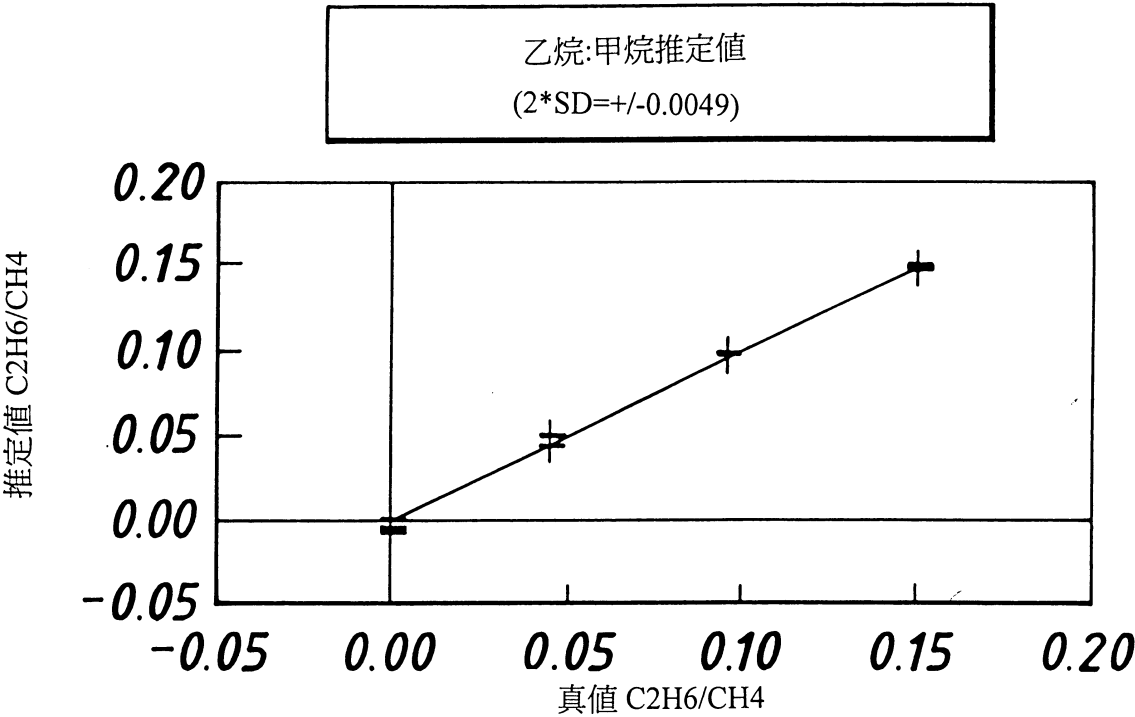


圖 4

圖式

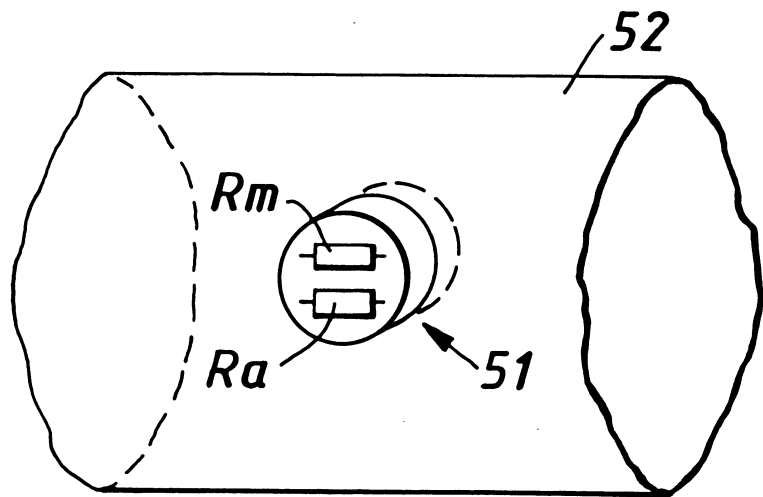


圖 5

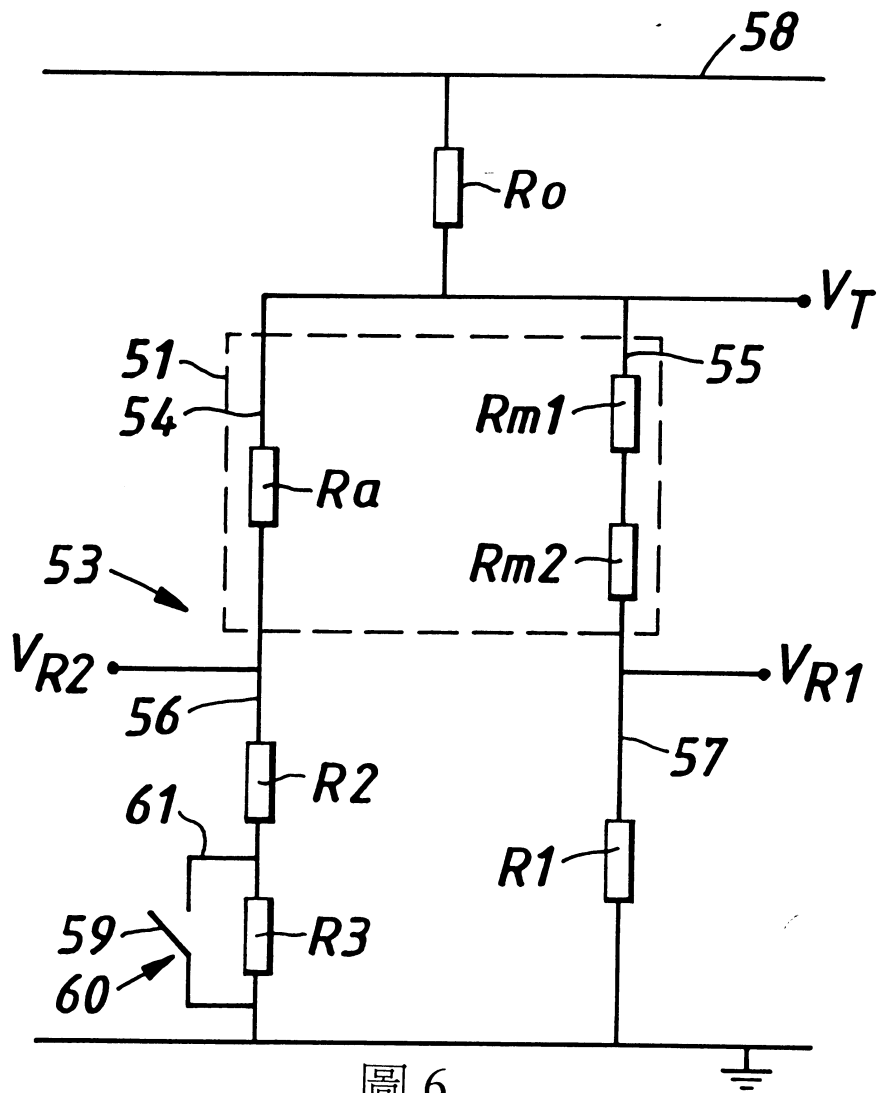


圖 6

圖式

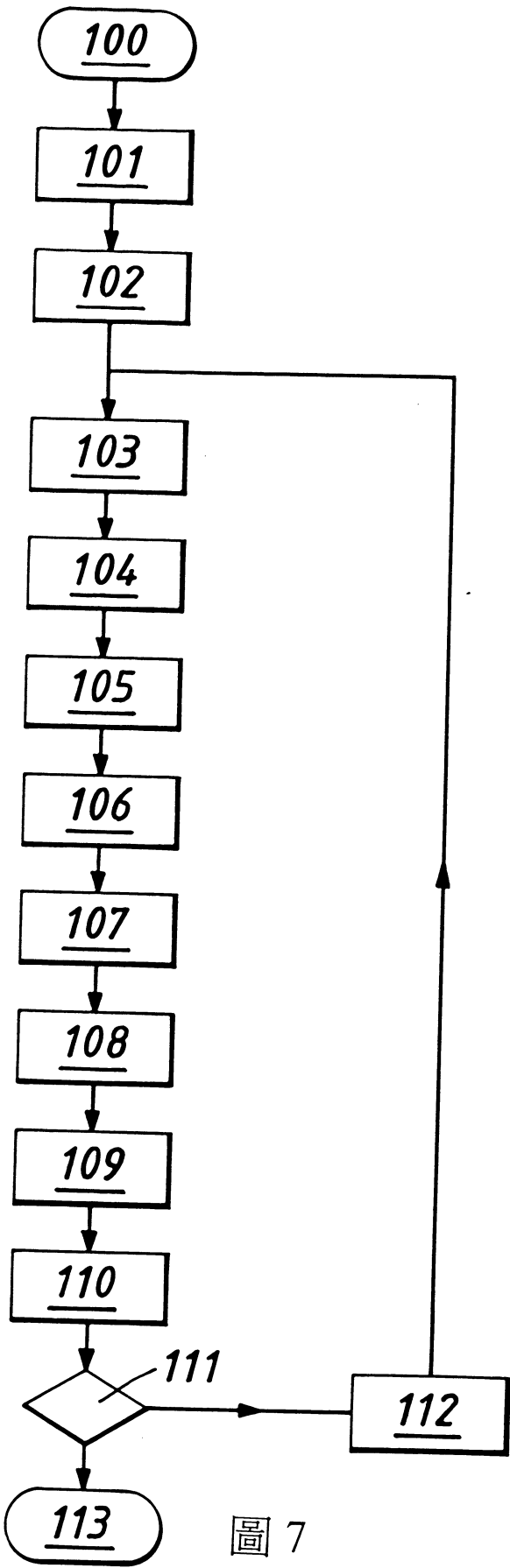


圖 7

圖式

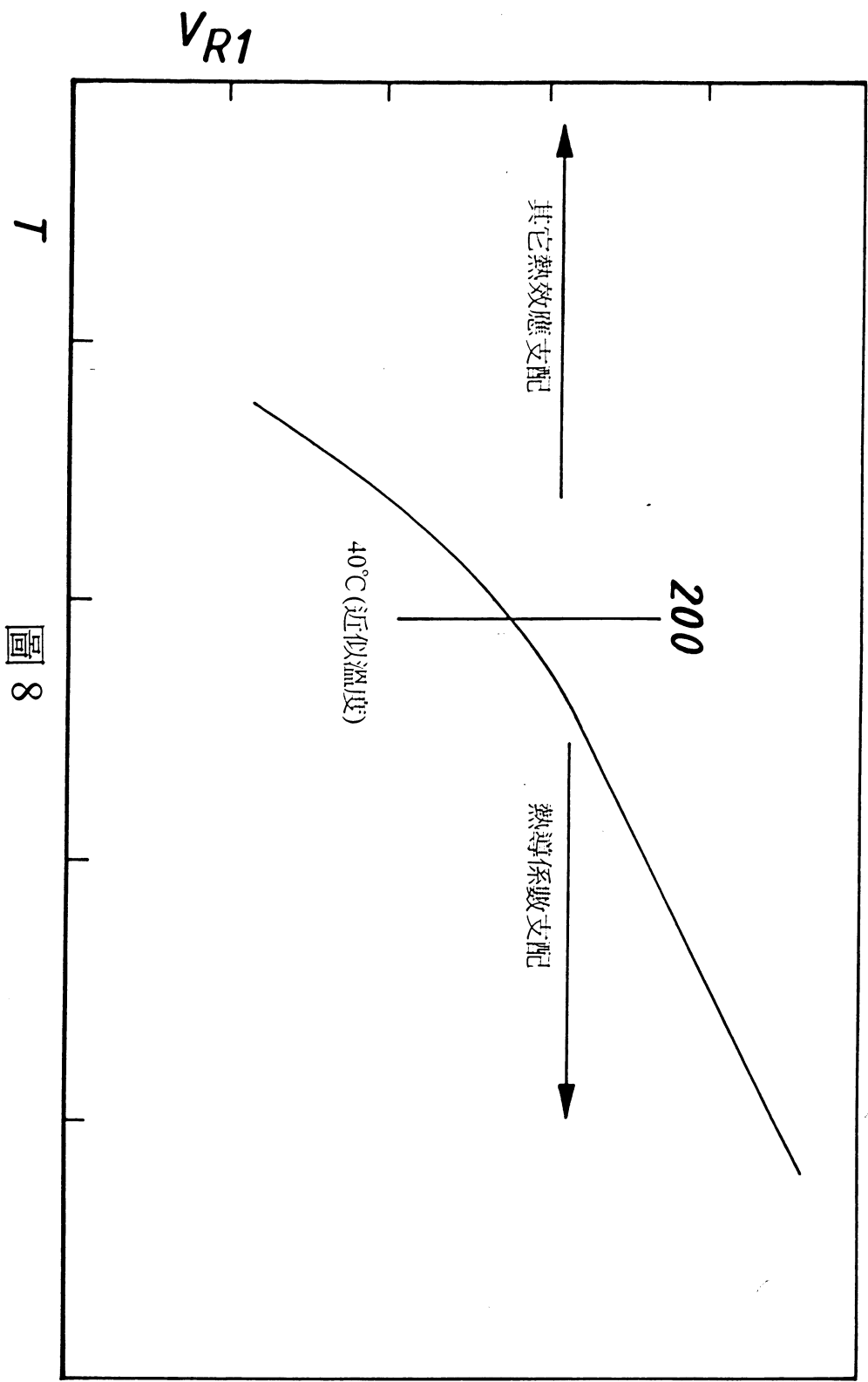


圖 8