

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：P313480P

※申請日期：P3-11-12

※IPC 分類：G01N 27/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

感應與分析氣體之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR SENSING AND ANALYZING GASES

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 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 約翰 卡爾 史泰辰

STEICHEN, JOHN CARL

2. 海瑞 愛得華斯 貝席爾

BETSILL, HARRY EDWARDS

國 籍：(中文/英文)

1.-2.均美國 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；2003年11月12日；60/519,433

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】

本發明大體而言係關於一種使用化學感應器與化學感應器陣列來感應與分析多組份氣體系統中之特定氣體的系統及方法，其中該等特定氣體包括NO_x、煙類、一氧化碳及氧。

【先前技術】

使用化學感應器件來偵測特定氣體係已知的。已作出多種嘗試以找出對特定氣體具有選擇性及敏感性之材料。例如美國專利第4,535,316號揭示用於量測氧之電阻感應器。亦參閱H. Meixner等人，*Sensors and Actuators B: Chem.*，第33卷，第198-202頁(1996)。顯而易見，對於待偵測之各氣體須使用不同材料。然而，當氣體為多組份系統之一部分時，使用一種材料來偵測一特定氣體係困難的，此係由於該材料對混合物之各種組份氣體具有交叉敏感性。

多組份氣體系統之一實例為燃燒氣體排放物，其可包括氧、一氧化碳、氮氧化物、煙類、CO₂、H₂S、二氧化硫、氫、水蒸汽、鹵素及氨。參閱H. Meixner等人，*Fresenius' J. Anal. Chem.*，第348卷，第536-541頁(1994)。在眾多燃燒過程中，需要判定氣體排放物是否滿足由各轄區中之聯邦及州氣體品質規定所建立的要求。針對此需要已研製出若干類型之氣體感應器。參閱美國專利第5,630,920號，其揭示電化學氧感應器；美國專利第4,770,760號，其揭示用於偵測氧與氮氧化物的感應器；及

美國專利第4,535,316號，其揭示用於量測氧之電阻感應器。能夠同時分析諸如燃燒氣體排放物之混合物的兩種或兩種以上的組份以計算濃度將係有利的，例如，僅依照藉由氣體與感應器直接接觸而產生之資料而不須分離混合物中之任何氣體。先前技術方法目前還不能滿足此需要。

已揭示了為數眾多的感應器以偵測由食品及其它相對低溫應用所釋放之氣體。參閱K. Albert等人，*Chem. Rev.*，第200卷，第2595-2626頁(2000)。亦揭示了若干未摻雜及摻雜氧化錫感應器之陣列用於偵測高達450°C之各種燃燒氣體。參閱C. DiNatale等人，*Sensors and Actuators B: Chem.*，第20卷，第217-224頁(1994)；J. Getino等人，*Sensors and Actuators B: Chem.*，第33卷，第128-133頁(1996)及C. DiNatale等人，*Sensors and Actuators B: Chem.*，第23卷，第187-191頁(1995)。然而，在人們將於其中使用化學感應器來監測燃燒氣體之較高溫度及高腐蝕性環境下，操作溫度可改變或削弱感應器陣列之效能。情況既然如此，則高溫環境下需要使用具有化學及熱穩定性且對於相關氣體維持可量測之回應的材料。研究高達450°C之操作溫度對基於氧化錫之感應器陣列之回應的效應。參閱C. DiNatale等人，*Sensors and Actuators B: Chem.*，第23卷，第187-191頁(1995)。然而，除此項技術中先前已知的彼等材料外，仍需要能夠提供能直接監測較高溫度（例如在操作燃燒氣體系統中所將遇到之溫度）之多組份氣體系統之氣體排放物的系統及方法的材料。該等化學感應器亦

需要偵測電路及分析器件以提供一種系統與方法，其能夠處理化學感應器輸出且提供適用於判定所監測之多組份氣體系統之組份及成份的資訊。

針對此需要將允許使用化學感應器以量測諸如汽車廢氣之燃燒排放物及判定彼等排放物是否滿足功能與指令性要求。此外，已驚奇地發現適用於分析諸如機動車排放物之高溫氣體的本發明之系統及方法可等效地用於分析低溫氣體。

【發明內容】

藉由提供一種使用新穎化學感應器與化學感應器陣列、偵測電路及分析器件來感應與分析多組份氣體系統中之特定氣體(包括 NO_x 、烴類、一氧化碳、及氧)的電腦實施系統及方法，本發明滿足該等需要。

本發明之額外優勢將部分地陳述於以下描述中，且部分地將由該描述習得，或可藉由實踐本發明而習得。藉由在附加之申請專利範圍中尤其指出之元件與組合及其均等物，將實現及達成本發明之優勢。應瞭解：如所主張，先前一般描述與以下詳細描述僅為示範性及說明性且不限制本發明。

併入且組成本說明書之一部分的附圖連同描述一起說明本發明之若干實施例，旨在解釋本發明之原理。在該等圖中：

【實施方式】

現將詳細參考本發明之實施例，於附圖中說明該等實施

例之實例。在任何可能情況下，將在圖中使用相同的參考數字以參考相同或相似部分。

如圖1中參考數字1000所通常顯示，本發明係大致關於一種用於在周圍溫度至高溫條件下直接感應多組份氣體系統中之氣體的系統及方法。該系統亦適用於在約周圍溫度至約 1000°C 之溫度範圍下同時且直接量測多組份氣體系統中至少一種氣體之濃度。"直接感應"意謂陣列將存在於氣流中且回應將為氣體自身濃度之函數，且不須於氣流中將氣體物理分離以待偵測。該系統及方法可用於偵測與量測汽車排放物中較低與較高溫度之燃燒氣體的濃度，該等燃燒氣體例如氧、一氧化碳、氮氧化物、諸如丁烷之烴類、 CO_2 、 H_2S 、二氧化硫、鹵素及氫。在本申請案中，該系統可用於發現於機動車排放物系統中之高溫環境下，通常在約 450°C 至約 1000°C 之範圍內。此外，存在多種可應用此系統之其它燃燒過程，包括柴油引擎與室內加熱。通常在高腐蝕性環境中，該等應用利用偵測ppm至百分比水平的諸如氮氧化物、一氧化碳、烴類及氧之氣體。此系統及方法亦適用於偵測其它氣體系統中之氣體，例如於製造過程、廢液及環境監測中所發現之彼等氣體系統。

本文所述之系統利用感應材料陣列來偵測氣體系統之組份。"陣列"意謂在空間上分離之至少兩種不同材料。所用材料為化學-電-活性材料。如本文所使用，"化學-電-活性材料"為對於特定氣體具有電回應之材料。某些金屬氧化物半導體材料、其混合物或金屬氧化物半導體与其它無機

化合物之混合物具有化學-電-活性，且尤其適用於本發明之系統及方法。本文所用之各種化學-電-活性材料在不同氣體存在下呈現不同程度之變化。因此，一適當選出之化學-電-活性材料之陣列可用於判定氣流中特定氣體之存在。該等化學-電-活性材料可在周圍溫度至約 1000°C 之溫度下使用。較佳地，該等材料之主要組份的莫耳百分數係不同的。

使用化學-電-活性材料的氣體濃度量測可基於材料之AC阻抗回應材料表面上所吸收之氣體分子濃度所產生之變化，或者可基於(例如)電容、電壓、電流、DC電阻或溫度差異。藉由使用該等材料之陣列，一種各自回應型式可用於在約周圍溫度至約 1000°C 之溫度範圍下同時且直接量測多組份氣體系統中至少一種氣體之濃度。

如圖1所示，系統1000提供一化學感應器或化學感應器陣列，其包含一基板100及一或多種選出用於偵測多組份氣流10中一或多種氣體之存在及/或濃度的化學-電-活性材料102。系統1000進一步包含偵測電路200以偵測材料104之AC阻抗回應材料表面所吸收之氣體分子濃度所產生的變化。系統1000進一步包含一分析器件300以量測或分析經偵測之氣體202，以便確認該等氣體之存在且量測其濃度並輸出301。分析器件300可包括能執行化學計量學、神經網路或其它型式辨識技術之儀器或設備。在某些實施例中，可將分析器件300併入AC阻抗判定電路200中。系統1000可進一步包含一用於基板100與化學-電-活性材料陣列

102、偵測電路200及分析器件300之外殼，儘管分析器件300可自該外殼分離。下面將分別詳細描述化學感應器100、偵測電路200及分析器件300。

A.化學感應器

本發明之化學感應器陣列100揭示於美國專利申請案第10/117,472號及第09/977,791號中，以上參考其且以引用的方式併入本文中。陣列100可位於氣體混合物10中，且更特定言之，必要時可位於氣體混合物10之來源中。或者，陣列100可滯留於氣體混合物10自其位於另一處之來源導入的腔室中。當氣體導入陣列所位於的腔室中時，可經管線、管道或任何其它適合的氣體傳輸設備將氣體混合物引入腔室及自腔室中移除。

在氣體感應材料曝露於多組份氣體混合物時可獲得回應，且該回應將為氣體混合物中之一或多種分析物氣體自身濃度的函數。感應器材料將大體上同時曝露於各分析物氣體，且不須為用於即將進行的混合物及/或其一或多種組份之分析而將分析物氣體自多組份氣體混合物中物理分離。本發明可用於(例如)偵測及/或量測汽車排放物中不定溫度之燃燒氣體之濃度，該等燃燒氣體例如氧、一氧化碳、氮氧化物、諸如丁烷之烴類、 CO_2 、 H_2S 、二氧化硫、鹵素、氫、水蒸汽及氮。

因此該系統及方法適用於機動車排放物系統中所發現之較高溫度下，通常處於約 400°C 至約 1000°C 之範圍內。此外，存在多種可應用本發明之其它燃燒過程，包括柴油引

擊與室內加熱。通常在高腐蝕性環境中，該等應用需要偵測ppm至百分比水平的諸如氮氧化物、氨、一氧化碳、煙類及氧之氣體。該裝置及方法亦適用於偵測以下其它氣體系統中之氣體：例如，於製造過程、廢液及環境監測中所發現之系統；或其中氣味偵測尤為重要且/或處於較低溫度下之系統，例如在醫藥、農業或食品與飲料工業中。

該系統及方法利用感應材料陣列來分析氣體混合物及/或其組份以(例如)偵測系統中一或多種個別分析物氣體組份之存在及/或計算其濃度。例如，如圖1與2所示，"陣列"意謂在空間上分離的至少兩種不同材料。例如，該陣列可含有3、4、5、6、8、10或12種氣體感應材料，或必要時可含有其它更多或較少數量之氣體感應材料。最好為待分析之混合物中每種個別氣體或亞組提供至少一種感應器材料。然而，可能需要提供一種以上的回應混合物中個別氣體組份及/或特定亞組之感應器材料。例如，具有至少2、3、4、5、6、7、8、9、10、11或12種感應器的組可用於偵測混合物中一或多種個別組份氣體及/或一或多種氣體亞組之存在及/或計算其濃度。不同的感應器組可用於此目的，其可具有或不具有共同構件。氣體亞組為作為亞組之分析物，其可含有或不含有作為組員的自身為分析物的個別氣體。較佳地，各氣體感應材料之主要組份的莫耳百分數彼此不同。

所用感應材料為化學-電-活性材料。"化學-電-活性材料"為對混合物中至少一種個別氣體具有電回應之材料。某些

金屬氧化物半導體材料、其混合物或金屬氧化物半導體與其它無機化合物之混合物具有化學-電-活性，且尤其適用於本發明。與每種其它化學-電-活性材料相比，本文所用的各種化學-電-活性材料中之每一種當曝露於混合物及/或分析物氣體時，較佳呈現不同類型及/或程度的可偵測電回應。因此，儘管其中存在無關的干擾氣體，但適當選出之化學-電-活性材料的陣列仍可用於分析多組份氣體混合物，例如藉由與分析物氣體相互影響、感應分析物氣體或判定混合物中一或多種分析物氣體之存在及/或濃度。

該系統及方法適用於偵測預期存在於氣流中之彼等氣體。例如，在燃燒過程中，預期存在之氣體包括氧、氮氧化物(例如NO、NO₂、N₂O或N₂O₄)、一氧化碳、烴類(例如C_nH_{2n+2}，且相同的可為飽和或不飽和，或視情況經雜原子取代；及其環族與芳族類似物)、氨或硫化氫、二氧化硫、CO₂或甲醇。其它相關氣體可包括醇蒸汽、溶劑蒸汽、氫、水蒸汽及彼等得自飽和及不飽和烴類、醚類、酮類、醛類、羧基類、生物分子及微生物的氣體。為相關分析物的多組份氣體混合物之組份可為諸如一氧化碳之個別氣體；可為內含於混合物中的某些氣體但非全部氣體之亞組，例如氮氧化物(NO_x)；或可為一或多種個別氣體及一或多種亞組之組合。當氣體亞組為分析物時，化學-電-活性材料將一起回應亞組組員之多組份氣體混合物的集體濃度。

當該等材料曝露於含有一或多種分析物氣體之混合物

時，使用該等感應器材料來獲得與氣體混合物之組成內容相關的資訊(例如量測氣體濃度)可基於至少一種材料但較佳基於每種及所有材料之電特性之改變，例如AC阻抗之改變。氣體混合物之分析亦可依據感應器材料諸如電容、電壓、電流或AC或DC電阻之其它電特性的變化程度來執行。例如，可藉由在恆定電壓下量測溫度變化來判定DC電阻的變化。感應器材料之該等例示性特性之一者之變化為氣體混合物內分析物氣體之分壓的函數，於是其判定分析氣體之濃度，在該濃度下分析氣體分子逐漸被吸收至感應器材料表面上，由此而影響彼材料之電回應特徵。藉由使用化學-電-活性材料陣列，材料曝露於含有一或多種分析氣體之混合物時所呈現的個別回應型式可用於同時且直接偵測多組份氣體系統中至少一種氣體之存在及/或量測其濃度。於是，本發明可用於判定氣體系統之組成。此概念在圖1及2中以圖解來說明且例示如下。

為進行說明，考慮以下理論實例，其中將感應材料曝露於含有分析氣體之混合物。當獲得回應時，將事件描述為陽性(+)，且當未獲得回應時，將事件描述為陰性(-)。材料1回應氣體1及氣體2，但對氣體3無回應。材料2回應氣體1及氣體3，但對氣體2無回應，且材料3回應氣體2及氣體3，但對氣體1無回應。

	材料 1	材料 2	材料 3
氣體 1	+	+	-
氣體 2	+	-	+
氣體 3	-	+	+

因此，若由材料1、2及3組成之陣列給予未知氣體以下回應，

	材料1	材料2	材料3
未知氣體	+	-	+

則確認未知氣體為氣體2。各感應器材料之回應將為混合物內之分壓的函數，且因此為分析物氣體之濃度或分析物氣體亞組之集體濃度的函數；且該回應可經量化或記錄為可處理值，例如數值。在該種狀況下，一或多種回應之值可用於產生一或多種分析物氣體之混合物中之濃度的相關定量資訊。

化學-電-活性材料可為任何類型，但尤其適用的為半導體金屬氧化物，例如 ZnO、TiO₂、WO₃及 SnO₂。歸因於其化學及熱穩定性，該等特定材料係有利的。化學-電-活性材料可為兩種或兩種以上半導體材料之混合物，或半導體材料與無機材料之混合物，或其組合。相關的半導體材料可沈積於適合的固體基板上，該基板為諸如(但不限於)氧化鋁或二氧化矽之絕緣體且其在多組份氣體混合物之條件下係穩定的。接著陣列採取感應器材料沈積於基板上之形式。其它適合的感應器材料包括塊狀或薄膜型單晶或多晶半導體、非晶半導體材料及不係由金屬氧化物組成的半導體材料。

例如，在本發明中用作感應器材料之化學-電-活性材料可為下式之金屬氧化物： M^1O_x 、 $M^1_aM^2_bO_x$ 或

$M^1_a M^2_b M^3_c O_x$ ；或其混合物，其中 M^1 、 M^2 及 M^3 為在溫度高於 500°C 之氧氣存在下燃燒時形成穩定氧化物之金屬； M^1 係選自週期表2-15族及鑰族； M^2 及 M^3 係獨立選自週期表1-15族及鑰族，但 M^2 與 M^3 在 $M^1_a M^2_b M^3_c O_x$ 中係不同的； a 、 b 及 c 係各自獨立處於約0.0005至約1之範圍內；且 x 為足以使得所存在之氧平衡化合物中其它元素之電荷的數目。

含有一種以上之金屬的金屬氧化物不須為化合物或固體溶液，但是可為離散金屬氧化物之混合物。其可呈現組成梯度且可為結晶或非晶系的。適合的金屬氧化物為彼等具有以下特徵之氧化物：(1)在約 400°C 或更高溫度下具有約1至約 10^6 ohm-cm之電阻，較佳為約1至約 10^5 ohm-cm，且更佳為約10至約 10^4 ohm-cm；(2)對於至少一種相關氣體顯示化學/電回應；及(3)穩定且具有機械完整性，能夠黏附於基板上且在操作溫度下不降解。該等金屬氧化物亦可含有存在於前驅體材料中之少量或微量水合作用及元素。

在特定較佳實施例中，金屬氧化物材料可包括彼等材料，其中 M^1 係選自由下列各物組成之群：Ce、Co、Cu、Fe、Ga、Nb、Ni、Pr、Ru、Sn、Ti、Tm、W、Yb、Zn及Zr；及/或 M^2 與 M^3 各自獨立選自由下列各物組成之群：Al、Ba、Bi、Ca、Cd、Ce、Co、Cr、Cu、Fe、Ga、Ge、In、K、La、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Pr、Rb、Ru、Sb、Sc、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、Tm、V、W、Y、Yb、Zn及Zr，但是 M^2 與 M^3 在 $M^1_a M^2_b M^3_c O_x$ 中係不同的。

在其它特定較佳實施例中，金屬氧化物材料可包括彼等

材料，其中：

M^1O_x 為 Ce_aO_x 、 CoO_x 、 CuO_x 、 FeO_x 、 GaO_x 、 NbO_x 、
 NiO_x 、 PrO_x 、 RuO_x 、 SnO_x 、 Ta_aO_x 、 TiO_x 、 TmO_x 、 WO_x 、
 YbO_x 、 ZnO_x 、 ZrO_x 、含有 Ag 添加劑之 SnO_x 、含有 Ag 添加
 劑之 ZnO_x 、含有 Pt 添加劑之 TiO_x 、含有玻璃料添加劑之
 ZnO_x 、含有玻璃料添加劑之 NiO_x 、含有玻璃料添加劑之
 SnO_x 、或含有玻璃料添加劑之 WO_x ；及/或

$M^1_aM^2_bO_x$ 為 $Al_aCr_bO_x$ 、 $Al_aFe_bO_x$ 、 $Al_aMg_bO_x$ 、
 $Al_aNi_bO_x$ 、 $Al_aTi_bO_x$ 、 $Al_aV_bO_x$ 、 $Ba_aCu_bO_x$ 、 $Ba_aSn_bO_x$ 、
 $Ba_aZn_bO_x$ 、 $Bi_aRu_bO_x$ 、 $Bi_aSn_bO_x$ 、 $Bi_aZn_bO_x$ 、 $Ca_aSn_bO_x$ 、
 $Ca_aZn_bO_x$ 、 $Cd_aSn_bO_x$ 、 $Cd_aZn_bO_x$ 、 $Ce_aFe_bO_x$ 、 $Ce_aNb_bO_x$ 、
 $Ce_aTi_bO_x$ 、 $Ce_aV_bO_x$ 、 $Co_aCu_bO_x$ 、 $Co_aGe_bO_x$ 、 $Co_aLa_bO_x$ 、
 $Co_aMg_bO_x$ 、 $Co_aNb_bO_x$ 、 $Co_aPb_bO_x$ 、 $Co_aSn_bO_x$ 、 $Co_aV_bO_x$ 、
 $Co_aW_bO_x$ 、 $Co_aZn_bO_x$ 、 $Cr_aCu_bO_x$ 、 $Cr_aLa_bO_x$ 、 $Cr_aMn_bO_x$ 、
 $Cr_aNi_bO_x$ 、 $Cr_aSi_bO_x$ 、 $Cr_aTi_bO_x$ 、 $Cr_aY_bO_x$ 、 $Cr_aZn_bO_x$ 、
 $Cu_aFe_bO_x$ 、 $Cu_aGa_bO_x$ 、 $Cu_aLa_bO_x$ 、 $Cu_aNa_bO_x$ 、 $Cu_aNi_bO_x$ 、
 $Cu_aPb_bO_x$ 、 $Cu_aSn_bO_x$ 、 $Cu_aSr_bO_x$ 、 $Cu_aTi_bO_x$ 、 $Cu_aZn_bO_x$ 、
 $Cu_aZr_bO_x$ 、 $Fe_aGa_bO_x$ 、 $Fe_aLa_bO_x$ 、 $Fe_aMo_bO_x$ 、 $Fe_aNb_bO_x$ 、
 $Fe_aNi_bO_x$ 、 $Fe_aSn_bO_x$ 、 $Fe_aTi_bO_x$ 、 $Fe_aW_bO_x$ 、 $Fe_aZn_bO_x$ 、
 $Fe_aZr_bO_x$ 、 $Ga_aLa_bO_x$ 、 $Ga_aSn_bO_x$ 、 $Ge_aNb_bO_x$ 、 $Ge_aTi_bO_x$ 、
 $In_aSn_bO_x$ 、 $K_aNb_bO_x$ 、 $Mn_aNb_bO_x$ 、 $Mn_aSn_bO_x$ 、 $Mn_aTi_bO_x$ 、
 $Mn_aY_bO_x$ 、 $Mn_aZn_bO_x$ 、 $Mo_aPb_bO_x$ 、 $Mo_aRb_bO_x$ 、
 $Mo_aSn_bO_x$ 、 $Mo_aTi_bO_x$ 、 $Mo_aZn_bO_x$ 、 $Nb_aNi_bO_x$ 、 $Nb_aNi_bO_x$ 、
 $Nb_aSr_bO_x$ 、 $Nb_aTi_bO_x$ 、 $Nb_aW_bO_x$ 、 $Nb_aZr_bO_x$ 、 $Ni_aSi_bO_x$ 、

$Ni_aSn_bO_x$ 、 $Ni_aY_bO_x$ 、 $Ni_aZn_bO_x$ 、 $Ni_aZr_bO_x$ 、 $Pb_aSn_bO_x$ 、
 $Pb_aZn_bO_x$ 、 $Rb_aW_bO_x$ 、 $Ru_aSn_bO_x$ 、 $Ru_aW_bO_x$ 、 $Ru_aZn_bO_x$ 、
 $Sb_aSn_bO_x$ 、 $Sb_aZn_bO_x$ 、 $Sc_aZr_bO_x$ 、 $Si_aSn_bO_x$ 、 $Si_aTi_bO_x$ 、
 $Si_aW_bO_x$ 、 $Si_aZn_bO_x$ 、 $Sn_aTa_bO_x$ 、 $Sn_aTi_bO_x$ 、 $Sn_aW_bO_x$ 、
 $Sn_aZn_bO_x$ 、 $Sn_aZr_bO_x$ 、 $Sr_aTi_bO_x$ 、 $Ta_aTi_bO_x$ 、 $Ta_aZn_bO_x$ 、
 $Ta_aZr_bO_x$ 、 $Ti_aV_bO_x$ 、 $Ti_aW_bO_x$ 、 $Ti_aZn_bO_x$ 、 $Ti_aZr_bO_x$ 、
 $V_aZn_bO_x$ 、 $V_aZr_bO_x$ 、 $W_aZn_bO_x$ 、 $W_aZr_bO_x$ 、 $Y_aZr_bO_x$ 、
 $Zn_aZr_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之 $Al_aNi_bO_x$ 、含有玻璃料添
 加劑之 $Cr_aTi_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之 $Fe_aLa_bO_x$ 、含有玻
 璃料添加劑之 $Fe_aNi_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之 $Fe_aTi_bO_x$ 、
 含有玻璃料添加劑之 $Nb_aTi_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之
 $Nb_aW_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之 $Ni_aZn_bO_x$ 、含有玻璃料添
 加劑之 $Ni_aZr_bO_x$ 、含有玻璃料添加劑之 $Sb_aSn_bO_x$ 、含有玻
 璃料添加劑之 $Ta_aTi_bO_x$ 或含有玻璃料添加劑之 $Ti_aZn_bO_x$ ；
 及/或

$M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ 為 $Al_aMg_bZn_cO_x$ 、 $Al_aSi_bV_cO_x$ 、
 $Ba_aCu_bTi_cO_x$ 、 $Ca_aCe_bZr_cO_x$ 、 $Co_aNi_bTi_cO_x$ 、 $Co_aNi_bZr_cO_x$ 、
 $Co_aPb_bSn_cO_x$ 、 $Co_aPb_bZn_cO_x$ 、 $Cr_aSr_bTi_cO_x$ 、 $Cu_aFe_bMn_cO_x$ 、
 $Cu_aLa_bSr_cO_x$ 、 $Fe_aNb_bTi_cO_x$ 、 $Fe_aPb_bZn_cO_x$ 、 $Fe_aSr_bTi_cO_x$ 、
 $Fe_aTa_bTi_cO_x$ 、 $Fe_aW_bZr_cO_x$ 、 $Ga_aTi_bZn_cO_x$ 、 $La_aMn_bNa_cO_x$ 、
 $La_aMn_bSr_cO_x$ 、 $Mn_aSr_bTi_cO_x$ 、 $Mo_aPb_bZn_cO_x$ 、 $Nb_aSr_bTi_cO_x$ 、
 $Nb_aSr_bW_cO_x$ 、 $Nb_aTi_bZn_cO_x$ 、 $Ni_aSr_bTi_cO_x$ 、 $Sn_aW_bZn_cO_x$ 、
 $Sr_aTi_bV_cO_x$ 、 $Sr_aTi_bZn_cO_x$ 或 $Ti_aW_bZr_cO_x$ 。

在其它特定較佳實施例中，金屬氧化物材料可包括彼等

處於第一與第二化學-電-活性材料陣列中之材料，其中該等化學-電-活性材料係選自由下列各配對組成之群：

- (i) 第一材料為 M^1O_x ，且第二材料為 $M^1_aM^2_bO_x$ ；
- (ii) 第一材料為 M^1O_x ，且第二材料為 $M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ ；
- (iii) 第一材料為 $M^1_aM^2_bO_x$ ，且第二材料為 $M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ ；
- (iv) 第一材料為第一 M^1O_x ，且第二材料為第二 M^1O_x ；
- (v) 第一材料為第一 $M^1_aM^2_bO_x$ ，且第二材料為第二 $M^1_aM^2_bO_x$ ；及
- (vi) 第一材料為第一 $M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ ，且第二材料為第二 $M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ ；

其中 M^1 係選自由下列各物組成之群：Ce、Co、Cu、Fe、Ga、Nb、Ni、Pr、Ru、Sn、Ti、Tm、W、Yb、Zn及Zr； M^2 與 M^3 係獨立選自由下列各物組成之群：Al、Ba、Bi、Ca、Cd、Ce、Co、Cr、Cu、Fe、Ga、Ge、In、K、La、Mg、Mn、Mo、Na、Nb、Ni、Pb、Pr、Rb、Ru、Sb、Sc、Si、Sn、Sr、Ta、Ti、Tm、V、W、Y、Yb、Zn及Zr，但是 M^2 與 M^3 在 $M^1_aM^2_bM^3_cO_x$ 中係不同的；a、b及c各自獨立地為約0.0005至約1；且x為足以使得所存在之氧平衡化合物中其它元素之電荷的數目。

感應器材料可視情況含有一或多種促進黏附至基板或改變感應器材料之電導、電阻或選擇性的添加劑。促進黏附之添加劑之實例為玻璃料，其為當加熱時轉化為玻璃或珪瑯的細粉狀玻璃或細粉狀無機礦物。例示性玻璃料包括彼

等命名為 F2834、F3876、F2967、KH770、KH710及KH375之玻璃料，其可購自 DuPont iTechnologies。可以佔感應器材料之製造組成高達30體積%的量來使用該等玻璃料。改變電導、電阻或選擇性之添加劑之實例包括 Ag、Au或Pt、以及玻璃料。

必要時，感應器材料亦可含有(例如)催化相關氣體氧化作用或提高對特定分析物氣體之選擇性的添加劑；或含有一或多種將n半導體轉換成p半導體(反之亦然)之摻雜劑。該等添加劑可以佔製造感應器材料之組合物高達30體積%的量來使用。所用之任何玻璃料或其它添加劑不需均勻或均質地分佈於所製造之感應器材料中，但按需要可位於其特定表面上或附近。必要時，每種化學-電-活性材料可以多孔介電上層覆蓋。適合的上層為購自 DuPont iTechnologies之QM44。

將化學-電-活性材料沈積於基板上之任何方法均係適合的。一用於沈積之技術係將半導體材料塗覆至氧化鋁基板上，將電極絲網印刷至該基板上。可藉由下列手段將半導體材料沈積於電極頂部：將半導體材料手工塗至基板上，以奈米滴管將材料加入孔中，薄膜沈積，或厚膜印刷技術。在大多數技術之後進行最終燃燒以燒結半導體材料。

圖3及圖4A-4C說明以電極與化學-電-活性材料對基板進行絲網印刷的技術。圖3描述使用以介電材料覆蓋之指突狀電極來形成化學-電-活性材料可沈積於其中之空白孔的方法。圖4A-4C描述6種材料之陣列的電極絲網型式，其係

印刷在基板兩面上以提供12種材料之陣列晶片。將兩個電極平行排列，使其僅持有6種不同材料。自圖4A-4C中所示之陣列頂部向下數，最上面兩種材料可僅由該兩種材料所共同接觸之分段電極同時接近(圖4A)。其下為用於介電材料之絲網型式，將其絲網印刷於基板兩側上之電極頂部以預防材料由於接觸氣體混合物而被污染，例如可造成短路之煙灰沈積物(圖4B)。其下為用於實際感應器材料之絲網型式(圖4C)。將其印刷於電極頂部介電質之孔中。當在陣列中使用一種以上的材料時係一次印刷一種個別材料。

在陣列曝露於氣體混合物時判定每種化學-電-活性材料之電回應，且用於判定回應之構件包括與感應器材料相互連接之導體。接著將導體連接至電輸入及輸出電路(偵測電路200)上，包括資料獲取及操作器件(分析器件300)，其適於量測及記錄由感應器材料顯示的電訊號形式之回應。回應值(例如，與電阻相關之量測)可由訊號大小來指示。感應器陣列可對混合物中各分析物組份產生一或多個訊號，不管該分析物為一或多種個別氣體及/或一或多個氣體亞組。

與每種其它化學-電-活性材料之電回應相獨立地判定每種個別化學-電-活性材料之電回應。可藉由對化學-電-活性材料連續通電流，使用多工器來提供在兩種材料彼此之間分化的訊號(例如時域或頻域)從而完成該判定。因此化學-電-活性材料最好不與任何其它該種材料連接成串聯電路。電流經由一電極流向化學-電-活性材料，該電極仍然

可經佈置與一種以上的化學-電-活性材料接觸。電極可與陣列中所有或少於所有的化學-電-活性材料接觸。例如，若陣列具有12種化學-電-活性材料，則電極可與具有2、3、4、5或6(或視情況在每種情況下更多)種化學-電-活性材料的組之各組員接觸。較佳地將電極佈置以容許電流依序流過該化學-電-活性材料組之各組員。

可使用諸如印刷電路之導體將電壓源連接至感應器材料上，且若在感應器材料中施加電壓，則產生經過材料之對應電流。雖然電壓可為AC或DC，但電壓量值通常將保持恆定。所得電流與所施加之電壓及感應器材料之電阻成比例。可判定為電流、電壓或電阻形式的材料回應，且執行該判定之構件包括市售之類比電流組件，例如精密電阻器、濾波電容器及運算放大器(例如OPA4340)。電壓、電流及電阻各自為其它兩種電特性之已知函數，一特性之已知量可容易地轉換成另一特性的量。

例如，可結合電回應之數位化來判定電阻。用於數位化電回應之構件包括一此項技術中已知的類比數位(A/D)轉換器，且可包括(例如)涉及比較器操作之電組件及電路(例如以下所述之偵測電路200)。如上所述，由於向感應器材料中施加電壓所產生的為電壓訊號形式的電回應可用作比較器部分(例如LM339)之輸入。可藉由使用由一運算放大器(例如LT1014)與一外部電晶體(例如PN2007a)配置形成之恆定電流源對電容器充電來產生線性漸變，從而驅動電容器之其它輸入。可以微電腦(例如T89C51CC01)來控制及監

測該漸變。第二比較器部分亦可由漸變電壓來驅動，然而可將其與精確參考電壓對照。微電腦俘獲自漸變起始至比較器啓動之持續時間以產生一基於計數時間的訊號。

接著以微電腦(例如，以下所討論之分析器件300)由得自材料之電壓輸出的時間訊號與對應於已知檢查電壓(且最終對應於為檢查電壓之函數的電阻)的時間訊號的比率來計算感應器材料之電阻或將其量化為一值。諸如T89C51CC01之微處理器晶片可用於此功能。微處理器晶片亦可作為判定感應器材料之電阻變化的構件，其藉由將如上所判定之電阻與電阻之先前判定值比較來判定。

例如，藉由使用諸如阻抗計、電容計或電感計之電路組件可判定諸如阻抗或電容之電特性。

例如，數位化化學-電-活性材料陣列之溫度的構件可包括將表示溫度量測器件之物理特性、狀態或條件的訊號轉換為基於計數時間之訊號的上述組件。

在一實施例中，以上述方式在產生諸如電阻之電回應時完成對多組份氣體混合物的分析。由於感應器材料曝露於氣體混合物時所呈現的電阻量測值為一或多種組份氣體之混合物內的分壓的函數，因此所量測之電阻提供關於氣體混合物之組成的有用資訊。例如，該資訊可表明混合物內特定氣體或氣體亞組存在與否。然而，在其它實施例中，最好以必要方式處理(或進一步處理)電回應以獲得混合物中一或多種特定組份氣體或氣體亞組之相對濃度的相關資訊，或計算混合物中一或多種組份氣體或亞組之實際濃

度。

用於獲得混合物中一或多種個別組份氣體及/或一或多種氣體亞組之相對濃度的相關資訊、或用於偵測混合物中一或多種個別組份氣體及/或亞組之存在、或用於計算混合物中一或多種個別組份氣體及/或亞組之實際濃度的構件可包括分析器件300(如下所詳細討論)，其中併入一PLS(部分最小平方法)模型、一倒傳遞神經網路模型、或兩者之組合，以及訊號預處理及輸出後處理。訊號預處理包括(但不限於)以下操作：例如，主要組份分析、簡單線性轉換及比例換算、對數及自然對數轉換、對原始訊號值(例如電阻)差分及對對數值差分。分析器件300含有一參數已經先前判定之模型，且該模型經驗性地模擬預處理輸入訊號與相關種類之氣體濃度的有關資訊之間的關係。輸出後處理包括(但不限於)用於預處理之所有上述操作及其逆操作。

使用其中常數、係數或其它因子得自預判定值的方程式來建構模型，該預判定值之特徵在於其為個別感應器材料對預期作為組份存在於待分析混合物中之特定個別氣體或亞組的精確量測電回應。可以任何方式來建構方程式，該方式將溫度作為與感應器材料曝露於氣體混合物時所呈現的電回應分離且分開的值來考慮。陣列中每種個別感應器材料對混合物中至少一種組份氣體或亞組之回應與每種其它感應器均不同，且判定各感應器之該等不同回應並使用其來建構模型中所用之方程式。

化學-電-活性材料所將曝露之混合物中所含有的分析物氣體可為單一氣體、或氣體一起形成之亞組、或與諸如氮之惰性氣體混合的一或多種氣體或亞組。相關特定氣體為供體及受體氣體。該等氣體為向半導體材料(例如一氧化碳、 H_2S 及煙類)供出電子或接受來自半導體材料(例如 O_2 、氮氧化物(一般描述為 NO_x)及鹵素)之電子的氣體。當曝露於供體氣體時，n型半導體材料之電阻將減小，電流將增加，且因此由於 I^2R 加熱將顯示溫度的增加。當曝露於受體氣體時，n型半導體材料之電阻將增加，電流將減小，且因此由於 I^2R 加熱將顯示溫度的降低。在p型半導體材料各情況中將出現相反的現象。

製造成一陣列的感應器材料之幾何形態可視所需要的敏感性而變化，該幾何形態包括諸如其厚度、對用作感應器之化合物或組成的選擇、及施加於陣列中之電壓的特徵。在電路中較佳並聯地連接感應器材料，其中向感應器材料施加約1至約20、較佳約1至約12伏特之電壓。當執行多組份氣體混合物分析時，最好在曝露於含有一或多種分析物氣體之混合物時陣列中每種化學-電-活性感應器材料顯示出與陣列中每種其它化學-電-活性材料不同的電回應特徵。

如所提及，可量測之電回應特徵的類型包括AC阻抗或電阻、電容、電壓、電流或DC電阻。最好使用量測出的作為感應器材料之電回應特徵的電阻來執行氣體混合物及/或其中組份的分析。例如，適合的感應器材料可為在約

400°C或更高溫度下具有至少約100 ohm且較佳至少約1,000 ohm且又不大於約 10^6 ohm且較佳不大於約 10^5 ohm之電阻的材料，且該感應器材料具有適合電極長度及間隔之電阻。該感應器材料亦可具有如下特徵：較佳在溫度為約400°C或更高時，與電阻不曝露時相比，曝露於氣體混合物時電阻變化為至少約0.1%且較佳為至少約10%。

不管出於分析混合物及/或其中相關氣體組份之目的而量測出的回應特徵為何種類型，需要在回應特徵之量化值在一段延續時期內保持穩定的情況下使用感應器材料。當感應器材料曝露於含有分析物之混合物時，分析物濃度為特定氣體混合物中所含有的組成之函數，在恆定溫度下曝露於混合物一段延續時期期間，感應器材料之回應值將較佳保持恆定或僅變化很小程度。例如，經至少約1分鐘或較佳若干小時之時期(例如，至少約1小時，較佳至少約10小時，更佳至少約100小時且更佳至少約1000小時)，若回應值變化，則其將變化不超過約20%、較佳不超過約10%、更佳不超過約5%且最佳不超過約1%。上述感應器材料類型之優勢之一為其具有此種回應穩定性特徵。

在其中氣體混合物溫度大於約400°C之應用中，感應器材料及陣列之溫度僅可藉由其中含有氣體分析物之氣體混合物的溫度大體上判定，且較佳單獨判定。此通常為一可變溫度。當分析較高溫度氣體時，可能需要為陣列提供加熱器以使得感應器材料快速降至最低溫度。由此感應器材料之溫度與周圍環境溫度升高或降低相同程度。周圍環境

之溫度且由此感應器與陣列之溫度大體上通常係僅藉由(或來自)陣列所曝露之氣體混合物的溫度來判定。

在其中氣體混合物溫度低於約 400°C 之應用中，較佳可將感應器材料及陣列維持在約 400°C 或更高之預選定溫度下。此預選定溫度可為大體上恆定的，或較佳為恆定的。預選定溫度亦可為約 500°C 或更高，約 600°C 或更高，或約 700°C 或更高。可以此項技術中已知的方式以併入陣列中之加熱器便利地完成此操作。氣體混合物之溫度亦可低於約 300°C 、低於約 200°C 或低於約 100°C 。

可以感應器材料之電回應特徵(例如，電阻)之量化值的變化來指示陣列中溫度的變化。在相關氣體混合物中之恆定分壓下，感應器材料之電回應特徵的值可隨陣列溫度且因此隨材料溫度的變化而變化。出於判定或量測溫度變化程度(且因此為溫度值之變化程度)的目的，可量測電回應特徵值之此變化。無需但較佳獨立於氣體混合物之組成內容的相關資訊來進行此溫度量測。不必藉由使用為判定溫度之額外目的提供組成資訊的感應器來進行此操作，且視情況藉由將溫度量測器件與感應器材料並聯連接而非串聯連接來進行此操作。用於量測溫度之構件包括併入感應器陣列中之一熱電偶、一熱敏電阻器或一高溫計。若溫度判定器件為一材料通常對分析物氣體無回應的熱敏電阻器，則該熱敏電阻較佳係由與製成任何氣體感應器之材料所不同的材料製成。不管以何種方法判定溫度或溫度變化，溫度值或溫度之量化變化為所要輸入，其較佳為數位化形

式，自該輸入執行氣體混合物及/或其中組份之分析。

在本發明之系統及方法中，與各種先前技術不同，無需出於執行分析之目的以(諸如)膜或電解電池來分離混合物之組份氣體。當藉由本發明來執行分析時，亦無需(例如)出於將回應或分析結果回復至基線值之目的而使用參考氣體。除預備測試外，感應器材料僅曝露於其中含有分析物氣體及/或亞組之混合物，其中在預備測試中當每種個別感應器材料曝露於每種個別分析物氣體時判定待指定的標準化回應值。不將感應器材料曝露於任何其它氣體來得到用於對照彼等曝露於含有分析物之混合物的感應器材料的回應值。因此，僅由化學-電-活性材料曝露於含有分析物之混合物時得到的電回應來執行混合物分析。藉由感應器材料曝露於內含於混合物中之任何氣體而非分析物自身，不能推斷關於分析氣體及/或亞組的資訊。

因此，本發明提供用於直接感應多組份氣體系統中一或多種氣體之存在及/或濃度之系統及方法，其包含所選的至少兩種化學-電-活性材料之陣列以偵測多組份氣流中之氣體。多組份氣體系統基本上可為任何溫度，該溫度不是太高亦或太低以致感應器材料降解或感應器裝置於其它方面發生故障。在一實施例中，氣體系統可處於諸如室溫(約 25°C)之較低溫度或另外處於約 0°C 至小於約 100°C 之範圍內，而在另一實施例中，氣體混合物可處於較高溫度，例如處於約 400°C 至約 1000°C 之範圍內。

本發明適用於可能處於較高溫度之氣體混合物，例如，

於燃燒氣流中所發現之氣體：例如，汽車、柴油引擎或室內加熱系統之廢氣或排放物。然而，本發明亦適用於來自以下其它來源之氣體混合物：例如，製造過程、廢液及環境監測；或者，在其中氣味偵測處於重要地位及/或處於較低溫度下之系統，例如醫藥、農業或食品與飲料工業。例如，化學-電-活性材料陣列可用於補充或校準氣體層析結果。氣體混合物可因此具有以下溫度：約 100°C 或更高、約 200°C 或更高、約 300°C 或更高、約 400°C 或更高、約 500°C 或更高、約 600°C 或更高、約 700°C 或更高、或約 800°C 或更高，但小於約 1000°C 、小於約 900°C 、小於約 800°C 、小於約 700°C 、小於約 600°C 、小於約 500°C 、小於約 400°C 、小於約 300°C 、小於約 200°C 或小於約 100°C 。

本發明亦提供一用於直接感應多組份氣體系統中一或多種氣體之存在及/或其濃度的化學感應器，其包括一基板、一所選的用於偵測多組份氣流中一或多種預判定氣體的至少兩種化學-電-活性材料之陣列、及在曝露於氣體系統時用於偵測所存在之每種化學-電-活性材料之電特性變化的構件。

藉由選擇用於製造感應器的適當的材料組成來獲得具有所需敏感性且可促使產生上述種類的分析量測及結果的感應器。各種用於此目的之適合材料組成如上所述。陣列中感應器之數目通常大於或等於混合物中待分析之個別氣體組份的數目。

待分析之氣體混合物可由過程排出或可作為傳輸至器件

的化學反應之產物。在此種情況下，出於控制該過程或器件之目的，本發明可進一步包括用於利用陣列之電回應的構件且視情況包括用於利用溫度量測之構件。

例如，用於控制過程或器件的利用感應器材料之電回應的構件及可選的利用溫度量測之構件包括一決策制定例行程式，以控制內燃機中發生的燃燒化學反應或控制引擎自身或控制與其相關的組份或設備。

燃燒為一過程，其中煙燃料之氧化化學反應在引擎氣缸中發生。引擎為一該化學反應結果傳輸至其中的器件，該結果為燃燒反應所產生之力，其轉換成在氣缸內移動活塞所必需之功。排出多組份氣體混合物之過程之另一實例為燃料電池中發生的化學反應，且化學反應產物傳輸於其中之器件之其它實例為鍋爐(例如用於爐子中或用於發電)或堆疊式洗滌器，廢氣傳輸至洗滌器中以進行污染防治處理。

在引擎之狀況下，為控制燃燒過程或引擎自身之運作，微電腦(例如購自 Atmel Corporation of San Jose, California 之 T89C51CC01)可執行關於燃燒過程之各種參數或關於引擎之運作特徵的衆多決策制定例行程式。微電腦搜集關於引擎廢氣組成內容之資訊，且藉由獲得已曝露於廢氣流之化學-電-活性材料陣列之回應及視情況獲得溫度量測來進行該搜集。將資訊臨時儲存於隨機存取記憶體中且接著微電腦將一或多個決策制定例行程式應用於該資訊。

決策制定例行程式(例如，分析器件300)可利用一或多

種演算法及/或數學運算來處理所獲得之資訊以產生為值形式的決策，該值相當於應當由過程之特定參數或由器件之運作特徵支配的所要狀態或條件。基於決策制定例行程式之結果，指令由微電腦給出或控制，該微電腦引起過程參數或器件之運作特徵的狀態或條件的調整。就燃燒化學反應所體現之過程而言，可藉由調整反應參數來控制該過程，例如調整饋入其中的反應物之相對量。例如，可增加或減少通往氣缸的燃料或空氣流量。就引擎自身而言，其作為燃燒反應結果傳輸於其中之器件，可藉由調整諸如扭矩或引擎速度之引擎之運作特徵來完成控制。

由本發明之系統及方法控制的內燃機與相關組件及設備可用於許多不同目的，包括：例如，用於運輸或娛樂的任何類型之交通工具，例如小汽車、卡車、公交車、機車、飛行器、空間飛行器、船、噴氣式水艇、所有地面車輛或摩托雪橇；或用於建築、維護或工業性作業之設備，例如泵、升降機、捲揚機、起重機、產生器；或用於拆除、運土、挖掘、鑽探、採礦或地面清掃之設備。

本文不重複描述美國專利第10/117,472號及第09/977,791號中所描述之實例，但其以引用的方式併入本文中。

B. 偵測電路

如上所提及，根據本發明，可提供化學感應器，其包含當曝露於特定氣體時阻抗發生變化的材料。為避免由DC量測引起的阻抗偵測電極之極化作用，AC量測較佳。因此，現將描述用於量測該等AC阻抗的根據本發明之若干

示範性偵測電路200。例如，在美國專利第4,554,639號中發現一些電路概念，該文獻在本文中為受讓人所擁有且以引用的方式併入本文中。

感應器陣列100係基於回應已知污染物時電阻元件的變化。電阻變化主要歸因於感應器陣列100的環境中之溫度變化，因此污染物之量測很複雜。假定感應器電阻器元件為溫度 T 及濃度 C 之函數，由此 $R(T,C)$ 為 $R(T)K(C)$ 之形式。重要的感應器元件特徵包括：(1)待量測電阻值之動態範圍；(2)對於所量測污染物之預期敏感性；(3)時間回應；及(4)雜訊特徵。

系統需求與電阻器元件特徵一起指定量測方式，包括：(1)量測精確度；(2)量測解析度；(3)更新率；及(4)計算複雜性。精確度及解析度與動態範圍及敏感性相互影響。量測電阻能夠精確至0.1%，但不能保證量測濃度可精確至相同精確度。若電阻之滿標度變化僅為標稱電阻之10%，則濃度讀取僅精確至滿標度值之1%。

時間回應亦影響更新率。Nyquist標準規定取樣率必須比最高頻率回應大兩倍。假設感應器時間常數為1秒，則最高預期頻率為 2π Hz且取樣率必須為 4π Hz。可能需要高於此取樣率之取樣以允許數位濾過而移除雜訊。

解析度係與精確度不同的概念。類比數位轉換器("ADC")可具有12位元(1/4096)且仍具有僅0.1%之精確度。即使ADC係精確的且直至 $\pm\frac{1}{2}$ 位元皆為線性的，此12位元依然可導致取決於滿標度變化的量測值之更低解析度。

各感應器亦將具有不同校正常數，其須由微控制器獲得。若感應器必須與電子設備分離，則需要使常數與感應器相關聯。用於常數記憶體之理想器件為串列電子可擦可程式唯讀記憶體 (EEPROM)。對於正常機動車溫度範圍 (-40°C 至 125°C) 而言，該等器件係便宜的，然而至今為止未發現可以耐受感應器自身中之預期高溫環境的器件。可能以獨立感應器及電子單元使在兩個單元之間的連接器中的記憶體晶片成為整體。

將由 AC 驅動感應器電阻器之事實使量測變得複雜。簡單的方式為量測電阻器對參考電阻器的比率，如圖 5 中所示。該技術需要兩種讀數：其一為低 VDRIVE 訊號且另一為高 VDRIVE 訊號，其中 VDRIVE 訊號為施加於待量測電阻器上之量測激勵訊號。在兩種狀況下，均量測極限值 V_{r1} 與 V_{r2} 及分壓點 (divider point) V_m 。該等兩種量測給出以下結果：

$$V_1 = \frac{R_m}{R_m + R_r}, \text{ 及}$$

$$V_2 = \frac{R_r}{R_m + R_r}$$

因此， $R_m = R_r \cdot \frac{V_1}{V_2}$

電導 G_m 僅為該方程式的倒置。

量測極限值之目的在於允許校正讀數以用於量測技術中之預期電壓降落。由於量測係針對參考電阻 R_r 作出，因此參考電阻必須穩定且精確。就此而言，參考電阻將為量測電路之一部分，而不是存在於感應器自身中。

此方式之優點係在量測電路中不需絕對參考。此外，藉由所使用位元之最小數目來判定解析度及精確度。例如，可以12位元ADC及1000之最小讀數將電阻器值之量測解析為10位元或0.1%。此對應於3至1之電阻值的總變化。就1%解析度而言，該範圍大約為31至1。對於具有n位元之解析度及m位元之估計解析度的ADC而言，確切動態範圍 $D(n,m)$ 係給定為 $D(n,m)=2^{n-m}-1$ ，且電阻率之估數之解析度 $E(m)$ 係給定為 $E(m)=2^m$ 。

在此實例中電阻計算需要對讀數進行校正以抵消激勵電平極限，且接著執行分割。Rm/Rr之比率必須使得Rm之預期變化範圍不超過動態範圍極限。此方式藉由為各感應器電阻器添加一緩衝放大器及局部參考電阻器而適於同時讀取多感應器電阻器。就6感應器系統而言，8通道ADC適於同時量測全部感應器。為量測更多的感應器，需要將輸入多路傳輸至ADC。可能在驅動頻率為100 Hz的各週期中對全部12個通道進行讀取。

以上方式中之一變化係使用定時技術以產生未知電阻的對數量測。如圖中6中所示，此方式適於將介面導至微控制器且不需要ADC。微控制器經由VDRIVE控制場效應電晶體("FET")Q1至Q4以改變電流經過Rm與Rr之方向。FET Q5、Q6、Q8及Q9消除FET Q1至Q4之效應以維持對定時電路的單向參考。在設定電流狀態之後，微控制器啓用Q7以將電容器C充電至上軌電壓(upper rail)。由Rt1及Rt2所建立的對定時比較器之參考允許量測R與C之時間常數 τ 。當

Q7關閉時啓動定時器且量測出當 V_t 及 V_m 較高時的時間。在VDRIVE的下一相中，重複該過程。

第一次時間量測 t_1 對應於電壓 V_1 ，由此 $V_1 = V \cdot e^{-\frac{t_1}{\tau}} = V \cdot \frac{R_m}{R_m + R_r}$ 。第二次時間量測 t_2 對應於 V_2 ，或 $V_2 = V \cdot e^{-\frac{t_2}{\tau}} = V \cdot \frac{R_m}{R_m + R_r}$ 。簡化且求出 R_m 之自然對數，給出 $\ln(R_m) = \frac{t_1 - t_2}{\tau} + \ln(R_r)$ 。

應注意在兩個半週期中均量測時間 τ ，因此定時元件 R 與 C 之值的微小變動並不重要。該量測實際上係基於定時電阻器 R_{t1} 與 R_{t2} 之比率、及局部參考電阻器 R_r 之穩定性及精確度。

圖7及8顯示標準化為 τ 的定時特徵，其作為 R_m 之動態範圍 Dr 之函數。圖7基於以下方程式而給出用於量測之總時間 t ： $t(Dr) = \tau \cdot \ln(\sqrt{Dr} + 1)$ 。圖8基於以下方程式給出時間差 Δt ： $\Delta t(Dr) = \tau \cdot \ln(\sqrt{Dr})$ 。

R_m 對數量測的優點係量測精確度為讀數之百分數而非滿標度之百分數。圖9顯示為百分數形式之解析度，其作為 τ 量測精確度的函數，以下式來計數： $Res(Dr, N) = 100 \cdot \left(10^{\frac{\log(Dr)}{N}} - 1 \right)$ 。給出3、10、100、1,000及10,000之動態範圍的5條曲線。

為增加準確度及更寬的動態範圍所付出的代價為量測時間。影響量測時間的主要因素為微控制器之最大計數速率。若干微控制器中併入意欲實現高速定時功能的PCA(程式化計數器陣列)。微控制器可以 $\frac{1}{4}$ 晶體頻率之速率來計

數。就實際 16 MHz 晶體而言，時間解析度因此為 250 ns。由圖 9 來看，就動態範圍為 100 且解析度為 0.1% 而言，所需之 τ 值大約為 1.25 ms。由圖 6 來看，量測所需之最大時間為 τ 之 2.4 倍或 3 ms。

可用於實施此方式且符合機動車溫度環境 (125°C) 的最簡單之微控制器為購自 Atmel Corporation 之 89C51CC01 系列微控制器。此微控制器具有一 5 通道 PCA，其可同時量測四個感應器電阻器。為量測更多電阻器，需要多個取樣週期。此微控制器具有一內建式 CAN 介面。每個待量測之未知電阻器需要一比較器與局部參考電阻器。

一根據本發明之偵測電路 200 的量測電路係如圖 10 中所示。在此電路中， R_m 表示其 AC 阻抗將得以判定之材料。該材料接收較佳為 100 Hz 之驅動頻率。

如此項技術中已知，二極體中電流與電壓之關係遵循以下方程式： $V_d = \frac{k \cdot T}{q} \cdot \ln\left(\frac{I}{I_0}\right) + V_0(I_0, T)$ ，其中， V_d 為穿過二極體之電壓， I 為經過二極體之電流， k 為波茲曼常數 (Boltzmann's constant)， T 為絕對溫度， q 為電子電荷， I_0 為參考電流，且 $V_0(I_0, T)$ 為視 I_0 與 T 而定的電壓。

在正常室溫下，10 倍之電流變化造成 60 mV 之二極體電壓 V_d 變化。之電壓之量測因量測值與偏移電壓 V_0 之溫度敏感性而複雜化。然而，假定積體電路所固有為匹配之二極體，則可如本發明使用具有已知電流之類似電路來消除該等未知量。

在圖 10 之電路中，僅在高 VDRIVE 且電流正經過 FET Q2

時進行量測。在VDRIVE之反相中，當FET Q1啟動時，得到平衡電流。在設定高VDRIVE後，啟動FET Q3以將電容器C充電至由電阻器Rrh判定之上限參考電壓Vrh。接著關閉Q3且經由恆定電流源I對C進行線性放電。使用其可程式化計數器陣列(PCA)，微控制器量測定時電壓Vt傳輸電壓Vm與Vrl之時間tm與tr。Vm如下：
$$V_m = \frac{tr - tm}{tr} \cdot (V_{rh} - V_{rl}) + V_{rl}。$$

從二極體方程式來看，電壓Vm、Vrh及Vrl係由下式給出：

$$V_m = \frac{k \cdot T}{q} \cdot \ln\left(\frac{V}{R_m \cdot I_o}\right) + V_o(I_o, T),$$

$$V_{rh} = \frac{k \cdot T}{q} \cdot \ln\left(\frac{V}{R_{rh} \cdot I_o}\right) + V_o(I_o, T), \text{ 及}$$

$$V_{rl} = \frac{k \cdot T}{q} \cdot \ln\left(\frac{V}{R_{rl} \cdot I_o}\right) + V_o(I_o, T)。$$

替換電壓，且求出 $\ln(R_m)$ ：
$$\ln(R_m) = \ln(R_{rh}) + \frac{tm}{tr} \cdot \ln\left(\frac{R_{rl}}{R_{rh}}\right)。$$

由於對所有未知量均進行了標準化，因此對 $\ln(R_m)$ 的量測僅為電阻器Rrl及Rrh之函數。若欲量測一個以上的 R_m ，則必須為每個額外 R_m 添加一額外運算放大器("opamp")及二極體對。比較器之輸出可多路傳輸至微控制器定時器輸入中。

藉由動態範圍Dr、參考時間tr及微控制器之計數器解析度來判定量測解析度。假定Rrl/Rrh之比率判定動態範圍且tm處於零與tr之間，則圖9中所示之解析度資料直接應用於此方式中。因此，就動態範圍為100、解析度為0.1%且微控制器時鐘頻率為16 MHz而言，微控制器量測所需要之時

間為 1.25 ms。

根據本發明，圖 10 之方式的另一種變化顯示於圖 11 中。Rm 再次表示其 AC 阻抗將得以判定之材料，且該材料接收較佳為 84 Hz 的驅動頻率。在此電路中，運算放大器係用於與 Rm 連接。選擇反饋電阻器 Rrl 以對應預期出現在未知 Rm 中之電阻最小值。此電路僅在高 VDRIVE 時作出量測。當為低 VDRIVE 時，相等但反向的電流經過 Rm。當 Q2 開啓時，將定時電容器 C 充電至參考電壓 Vrh，其由兩個等值電阻器判定。若 Rm 為無窮大，則量測電壓 Vm 等於 V0 或 +V/2。再次量測 Vt 傳輸 Vm 及 V0 之時間。Rm 值如下：

$$Rm = \frac{Rrl}{1 - \frac{tm}{tr}}$$

$$\text{用電導 } Gm \text{ 來表達結果： } Gm = Grl \cdot \left(1 - \frac{tm}{tr}\right)$$

由於此為 Rm 之直接量測，因而解析度嚴格地為動態範圍及定時解析度之函數。藉由採集伴隨各未知電阻器的 Rrl 之獨特參考電阻器值，可獨立地建立各電阻器之動態範圍及解析度的量測路徑。

如圖 12 中所示且根據本發明的圖 11 之電路之變體導致電導電阻之直接定時對數量測。以一電阻器替換圖 11 之電流源，且添加電阻器 Rt1 及 Rt2 以建立參考電壓 Vr。假定將 Vr 設定為與一時間常數 τ 相當，則用於 $\ln(Rm)$ 與 $\ln(Gm)$ 之方程式為： $\ln(Rm) = \ln(Rrl) + \frac{tm}{t\tau}$ 及 $\ln(Gm) = \ln(Grl) - \frac{tm}{t\tau}$ 。此電路優於圖 10 之電路的優勢為其可在不需要匹配二極體的情況下來設置。因此可以現成元件來實施該電路。

可能需要量測多達12個電阻器。市售之微控制器不能使用定時技術同時量測如此多的電阻器。然而，根據本發明可能使用ADC與多工器一起來量測12個電阻器。使用定時方式，可以各種方法來進行多路傳輸。可複製感應器介面電路且將輸入端之輸出多路傳輸至微控制器。感應器介面電路之輸入端上之多工器電路亦係可能的但不是較佳的。

在其中使用運算放大器來連接諸如圖10-12中所示者之感應器電阻器的電路組態中，可使用本發明之獨特多路傳輸技術。假定12電阻器感應器如圖13中所示連接，則僅需要供應7根線至感應器，而不是13根線。襯墊P4-P7驅動量測介面電路。襯墊P1-P3由獨立的三態輸出電路驅動。藉由組合具有類似敏感性的感應器電阻器，仍然可能利用調整動態範圍及量測解析度。

驅動多路傳輸需要複製圖10-12之電晶體Q1與Q2以用於各驅動路徑。所有驅動電晶體之閘須獨立驅動以允許一次僅開啓一個。各電晶體之量測將需要三個驅動波形週期。當以100 Hz來驅動 R_m 時，每秒33次量測係實際的且容許每次讀數為大約2.5 ms，或16 MHz晶體為大約10,000計數。

圖14顯示一根據本發明之擴展電路，其係基於圖11中所示之電路且為該電路添加額外能力。圖14中所示之電路允許進行12 R_m 之模擬量測。在使用當前市售之微控制器的情況下，使用圖10與11之電路中所用的定時技術來如此同時量測12 R_m 係不可能的。然而，圖14之電路包括多路傳

輸介面，其克服此種限制。在圖 13 中詳細地顯示此多路傳輸介面電路。

基於說明之目的，圖 14 顯示使用一具有 5 個可程式化計數器陣列的 89C51CC01 微控制器（購自 Atmel Corporation）。然而，可使用其它已知微控制器。圖 14 另外顯示一通常用於機動車應用中之 CAN 介面。

所存在的全部量測技術均依靠局部參考電阻器。任何電路均不需要絕對參考。自我補償為所有方式所固有。在基於定時之電路中，藉由校準定時電路及各量測將定時元件值隨溫度之變化標準化。因此，精確度所僅需之元件為局部參考電阻器。

C. 分析器件

美國專利申請案第 10/117,472 號及第 09/977,791 號中所描述之裝置及方法經由偵測電路產生資訊，偵測電路須經電腦處理以計算多組份氣體系統之濃度或成份。本發明之分析系統及方法提供計算系統之混合物中一或多種分析物氣體之濃度或成份的機構。

1. 分析器件之硬體

分析器件 300 較佳包含一習知計算實體或一系列相連的習知計算實體（例如，諸如上述 T89C51CC01 之微控制器）。如圖 15 中所示，各計算實體可包括一匯流排 402，其與一處理器 404、一唯讀記憶體 (ROM) 406、一主記憶體 408、一儲存器件 410、一輸入器件 412、一輸出器件 414 及一通訊介面 416 互相連接。匯流排 402 為一網路拓撲或電路排

列，其中所有器件均直接附著於線上且所有訊號經過各器件。各器件具有獨特識別符且可辨別欲傳輸至其的彼等訊號。處理器404包括回應且處理驅動電腦之基礎指令的邏輯電路。ROM406包括一靜態記憶體，其儲存處理器404所使用之指令與資料。

電腦儲存係以用於電腦處理器的電磁形式來保存資料。可為隨機存取記憶體(RAM)或另一類型動態記憶體之主記憶體408構成電腦的主儲存體。電腦之次儲存體可包含儲存器件410，例如硬碟、盒帶、碟片、Zip驅動、磁碟陣列(RAID)系統、全像儲存體、光儲存體、緊密光碟-唯讀記憶體(CD-ROM)、磁帶及其它外部器件與其對應驅動。

輸入器件412可包括一鍵盤、鼠標、指向器件、聲音器件(例如麥克風等)、生物計量器件或任何其它向電腦提供輸入的器件。輸出器件414可包含一顯示器、一印表機、一聲音器件(例如揚聲器等)、一電類比訊號或其它向電腦提供輸出之器件。通訊介面416可包括網路連接、數據機或其它与其它電腦系統或器件一起用於通訊之器件。

如下所述，符合本發明之分析器件300可計算多組份氣體系統之濃度或成份。器件300回應處理器404來完成此項任務，該處理器執行包含於諸如主記憶體408之電腦可讀媒體中的指令序列。電腦可讀媒體可包括一或多個記憶體器件及/或載波。

執行包含於主記憶體408中之指令序列致使處理器404執行以下將要描述之過程。或者，固線式電路可用於替代或

組合軟體指令以實施符合本發明之過程。因此，本發明不受限於硬體電路與軟體之任何特定組合。

2. 以分析器件進行處理

分析器件300經由偵測電路200接收來自化學感應器陣列100之輸入(例如電阻)202，且基於所接收之輸入來計算多組份氣體系統之濃度或成份(例如NO_x)。感應器陣列100隨時間提供輸出電阻，需要使該等電阻與多組份氣體系統之濃度或組成相關聯。圖16顯示由分析器件300執行的計算多組份氣體系統之濃度或成份的方法或過程。分析器件300接收來自偵測電路200之感應器訊號、資料、資訊、電阻等202且需要以分析器件300將其翻譯成為氣體成份或濃度輸出。為完成該過程，首先在訊號預處理步驟302中對感應器訊號202進行預處理。接著將經預處理之訊號302提供給濃度計算步驟306，其中自儲存訊號計算濃度回應訊號且如參考數字308所示將其輸出。接著在訊號後處理步驟310中使濃度回應訊號經受後處理。訊號後處理步驟310對所選資料308執行後處理且輸出氣體成份或濃度301。例如，可接著利用氣體成份或濃度資訊301來調整燃料/氣體混合物以使得引擎效能最優且消除不必要的燃燒損耗。以下將討論本發明之過程的每個步驟。

a. 訊號預處理

可藉由修正或訊號預處理來改進電阻訊號以用於隨後的濃度計算。若將電阻量測為絕對電阻，則接著可藉由將電阻訊號轉換成如 $R' = \ln(R_m)$ 之對數而使其得到改進，且在

隨後的濃度計算中使用 R' 。另一種可使用的訊號預處理方式係經由諸如 $R'' = R'/T(^{\circ}K)$ 或 $R'' = R_m/T(^{\circ}K)$ 之進一步預處理步驟來將與溫度相關之電阻訊號標準化，其中在隨後的溫度計算中使用 R'' 。視濃度計算模型而定，可使用其它習知預處理操作，例如平均中心定位、比例換算及加權。

b. 濃度計算

存在許多用於將預處理電阻轉換成與濃度成比例之訊號的方式。視所需精確度、可得到之計算能力、處理速度等來選擇使用何種方式。經典最小平方法(亦稱為K矩陣校準)為一種該技術。在此種狀況下，可以經典最小平方法使感應器電阻或其預處理類比與氣體組份濃度相關，其中作出以下假設： $R = KC$ ，其中 R 為電阻矩陣或預處理電阻之矩陣，且 C 為濃度矩陣。由以下方程式來計算氣體組份之濃度： $C_{未知} = K_{校準} R_{未知}$ 及 $K_{校準} = [K^T K]^{-1} K^T$ 。在感應器校準過程中計算 K ，且在此期間作出於不同氣體濃度下電阻之若干量測且接著由表達式 $K = RC^T [CC^T]^{-1}$ 得出 K 。類似於經典最小平方法之方法為逆最小平方法，亦稱為P矩陣校準。

存在許多其它轉換感應器電阻陣列之方式。其中較佳的為諸如主要元件回歸法或部分最小平方法之因素分析。此等方法依賴於將諸如濃度及電阻之觀察參數轉換成維度空間中的不同參考訊框。藉由最優化該等其它維度中之訊號偏差且接著採用(例如)經典最小平方法，可獲得電阻與氣體濃度關係之品質改進。

c. 訊號後處理

視輸出器件而定可使用不同類型之訊號後處理。若訊號將提供給引擎電腦，則可將氣體濃度訊號轉換成類比形式，且對每個類比訊號適當地進行比例換算以用於ECU。若訊號將經由數位匯流排提供給引擎電腦，則接著可將其轉換成適當的協定。

熟習此項技術者將明白，在不脫離本發明之範疇或精神的情況下，在使用本發明之化學感應器及化學感應器陣列用於感應及分析多組份氣體系統中之特定氣體(包括NO_x、烴類、一氧化碳及氧)的電腦實施系統及方法中及本系統及方法之構造中可作出各種修正及變更。先前已提供了其實例。

熟習此項技術者由本文所揭示的本發明之說明書及實踐將明白本發明之其它實施例。希望說明書及實例僅係視為示範性，以下的申請專利範圍將指出本發明之真正範疇及精神。

【圖式簡單說明】

圖1為一顯示本發明之系統的示意圖，該系統包括一化學感應器陣列、偵測電路及一分析器件；

圖2描述圖1所示系統之感應器陣列概念；

圖3為一以介電上層覆蓋之指交叉狀電極型式的示意圖，其形成圖1所示系統之化學感應器陣列的16個空白孔；

圖4A-4C描述電極型式、介電型式及感應器材料型式，

該等型式用於製備用於圖1所示系統之化學感應器陣列之量測的陣列晶片；

圖5為一電路示意圖，其顯示一線性電阻比之量測方式；

圖6為一電路示意圖，其顯示使用定時技術來產生未知電阻之對數量測的量測方式；

圖7及圖8為顯示圖6所示電路之時序特徵的圖，該時序特徵經標準化為 τ ，其作為 R_m 及 D_r 之動態範圍的函數，其中圖7提供量測總時間(t)且圖8提供量測時間差(Δt)；

圖9為顯示解析度百分數的圖，其中解析度作為計數形式的圖6所示電路之 τ 量測之精確度的函數；

圖10為一根據本發明之類比對數量測之電路示意圖，且其用於圖1所示系統之偵測電路中；

圖11為一根據本發明之定時線性電阻量測之電路示意圖，且其用於圖1所示系統之偵測電路中；

圖12為一根據本發明之定時對數量測之電路示意圖，且其用於圖1所示系統之偵測電路中；

圖13為一根據本發明之多路傳輸感應器組態之電路示意圖，且其用於圖1所示系統之偵測電路中；

圖14為一根據本發明之擴展電路示意圖，其係基於圖11所示電路且為該電路添加額外能力；

圖15為一示意圖，其顯示與圖1所示系統之分析器件一起使用的計算實體；及

圖16為一由圖15中所示之計算實體來執行的處理流程

圖。

【主要元件符號說明】

10	氣體混合物
100	基板
102	化學-電-活性材料
104	材料
200	偵測電路
202	待偵測氣體
300	分析器件
301	氣體成份或濃度資訊
302	訊號預處理步驟
304	輸出
306	濃度計算步驟
308	輸出
310	訊號後處理步驟
402	匯流排
404	處理器
406	唯讀記憶體
408	主記憶體
410	儲存器件
412	輸入器件
414	輸出器件
416	通訊介面
1000	系統

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於將一金屬氧化物感應器陣列之電阻轉換成數位訊號之器件及方法，其中該等感應器對感應器陣列周圍之氣體濃度作出回應。該器件包括：一電子激勵器件，其向感應器提供一激勵電壓；多個類比數位訊號轉換器件，其將感應器電阻轉換成數位訊號；及計算構件，其用於自數位訊號計算氣體濃度。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

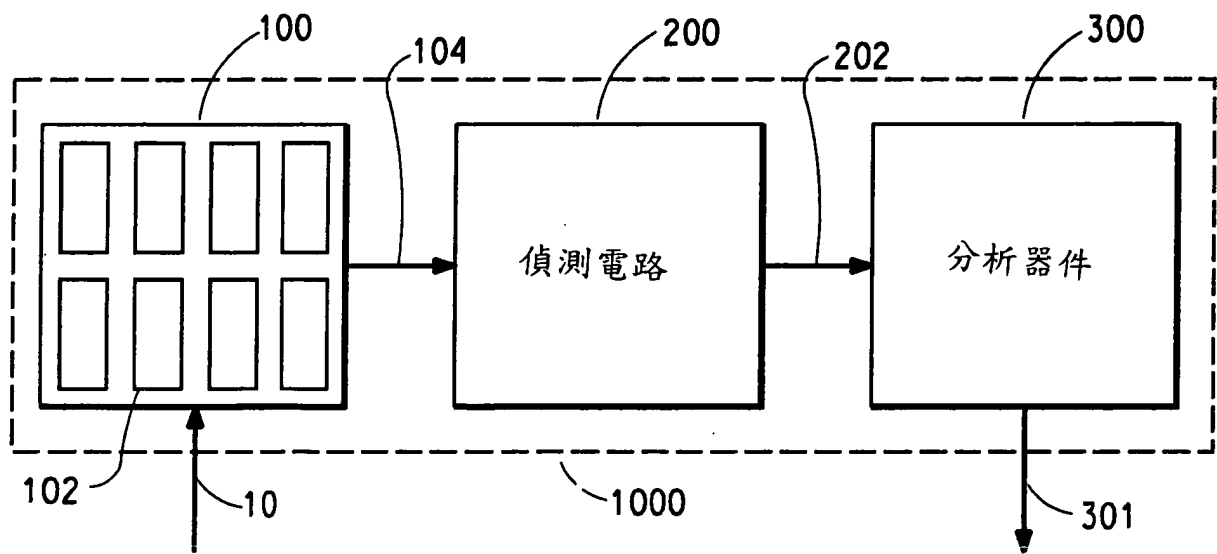


圖 1

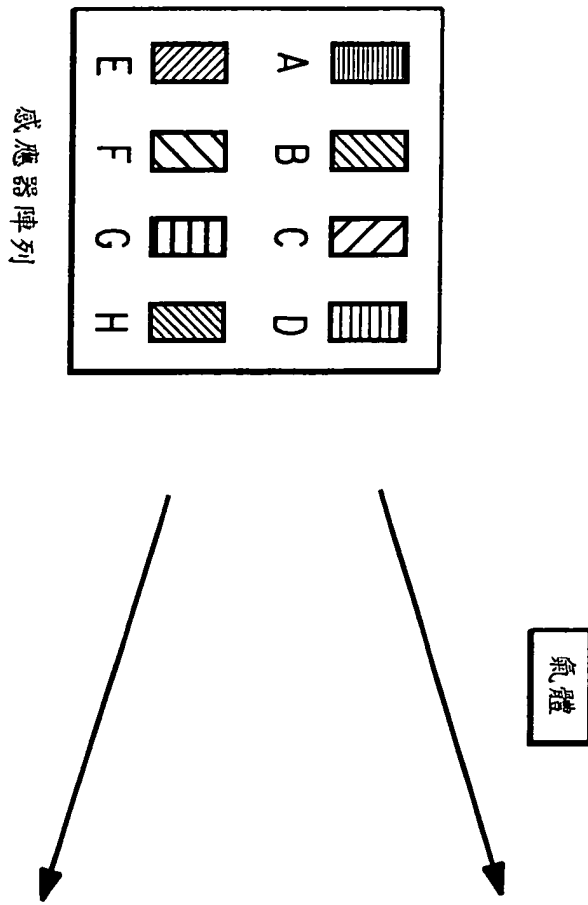


圖 2

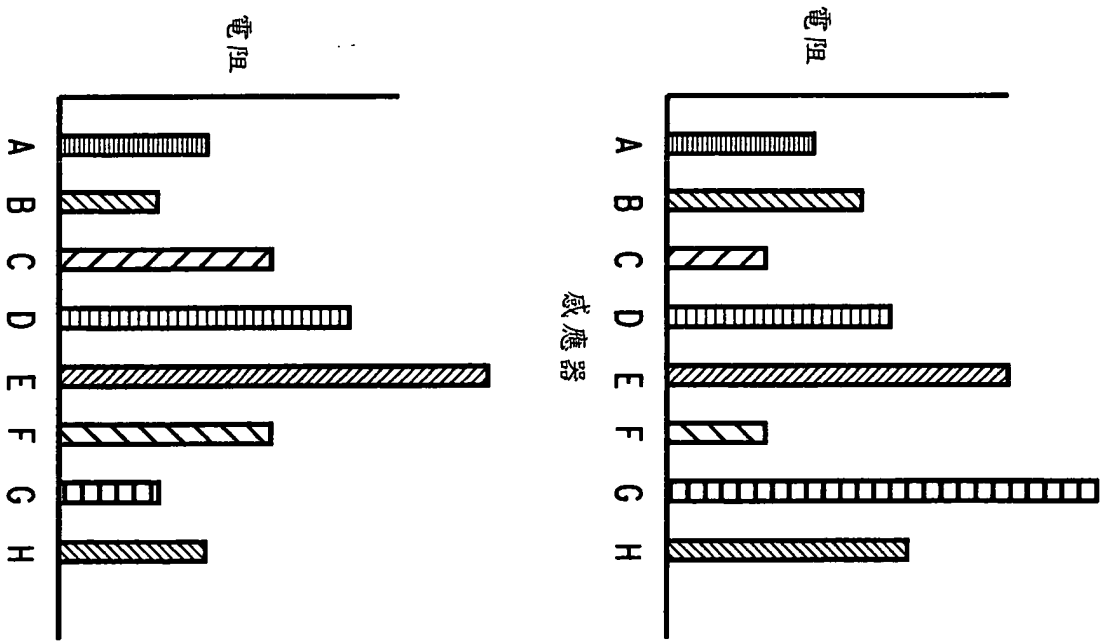
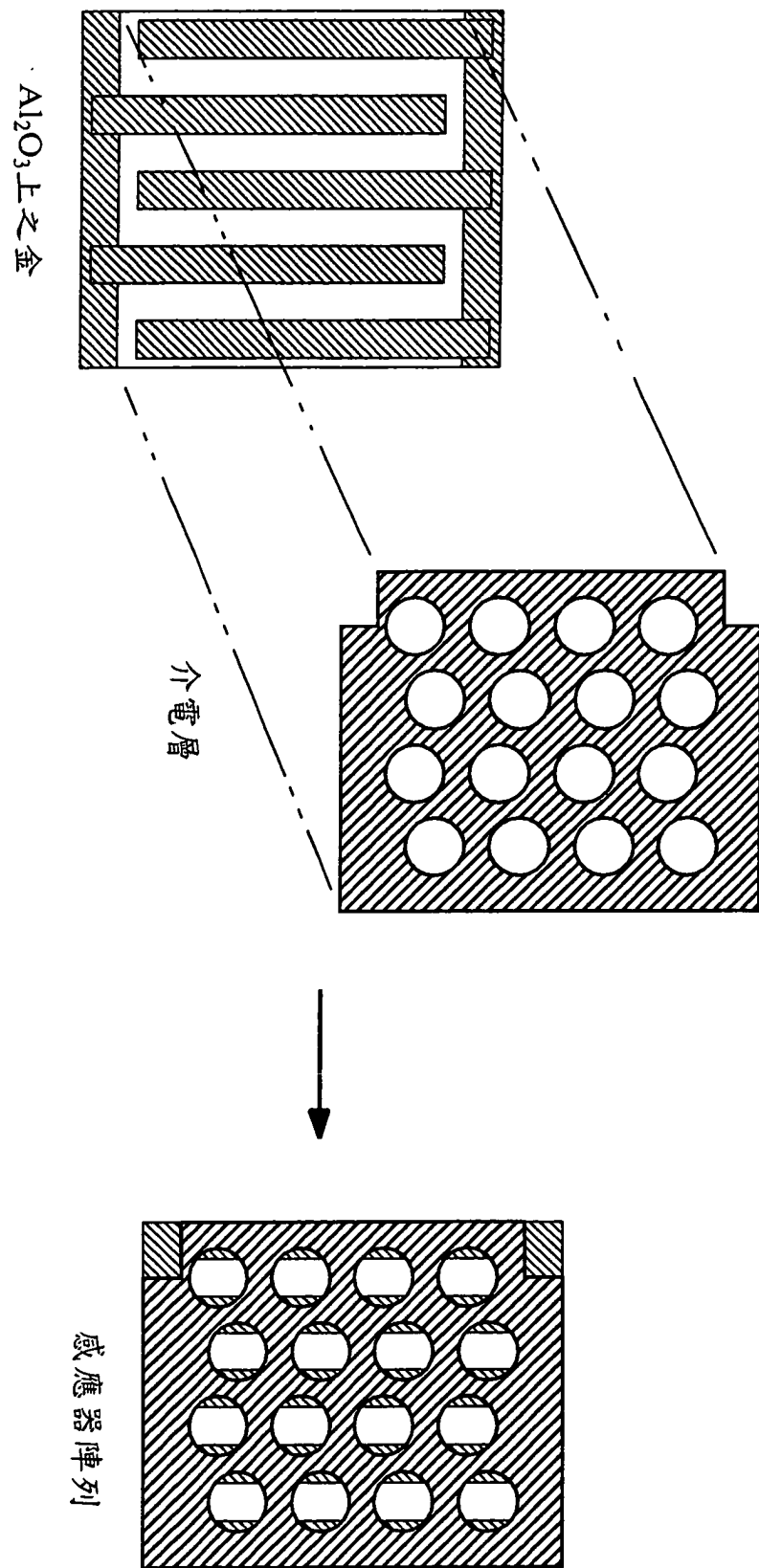


圖 3



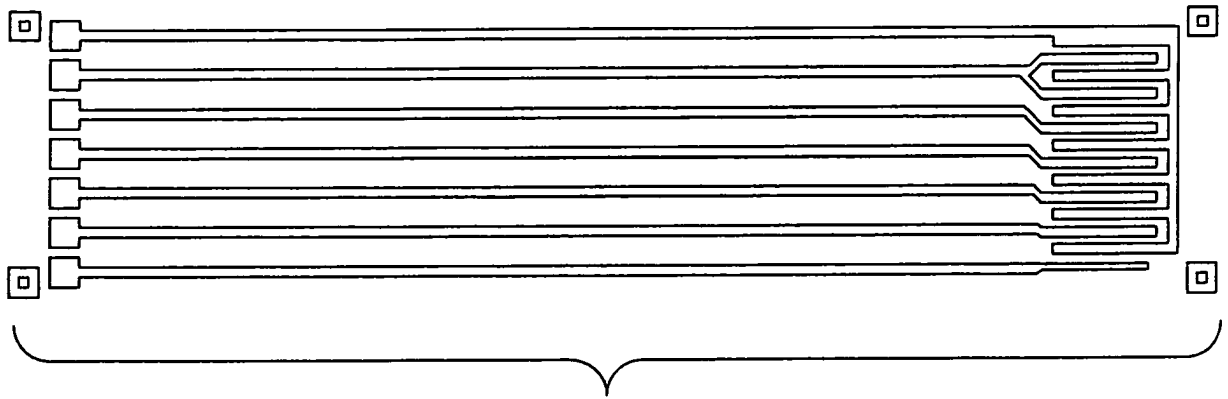


圖 4A

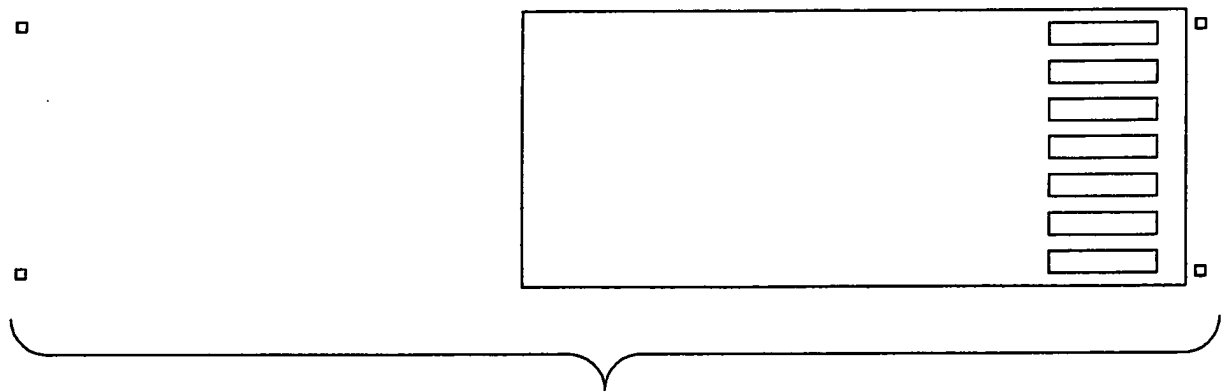


圖 4B

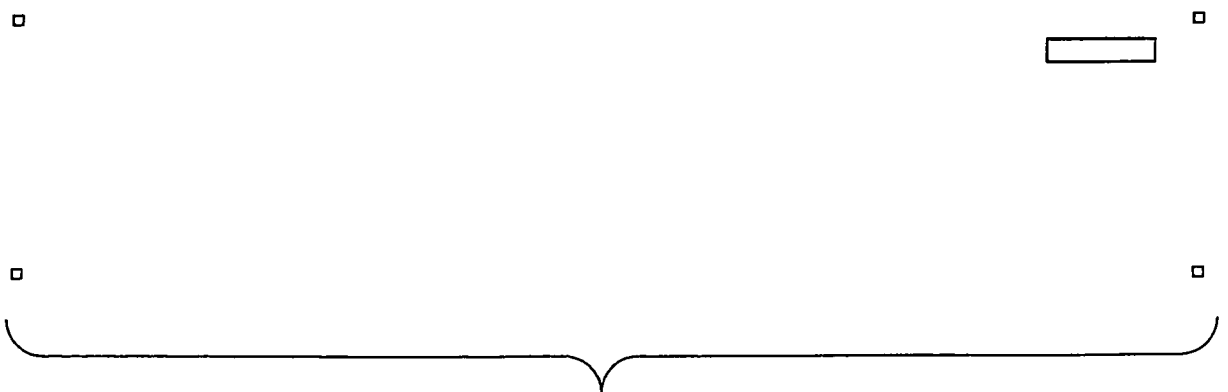


圖 4C

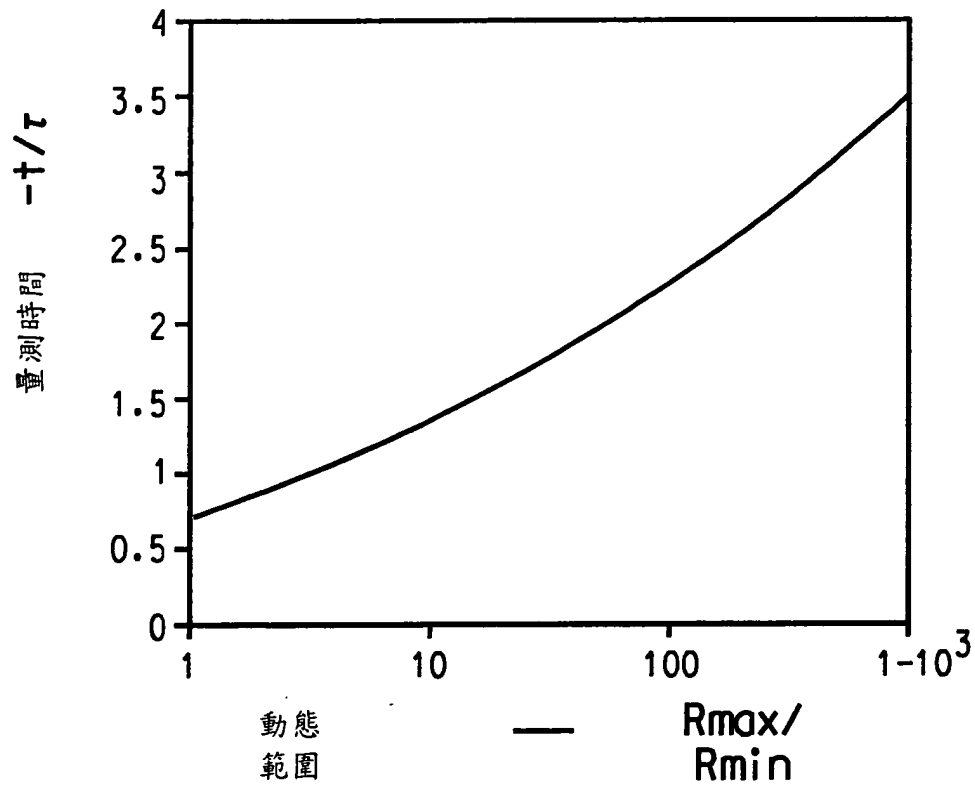


圖 7

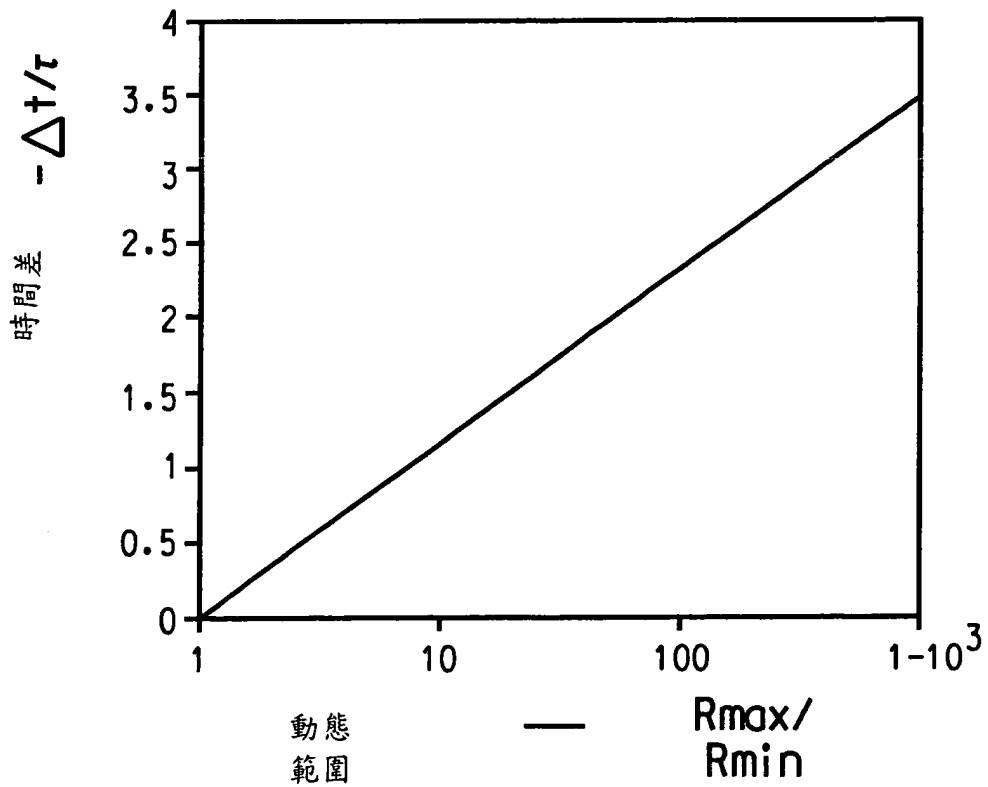


圖 8

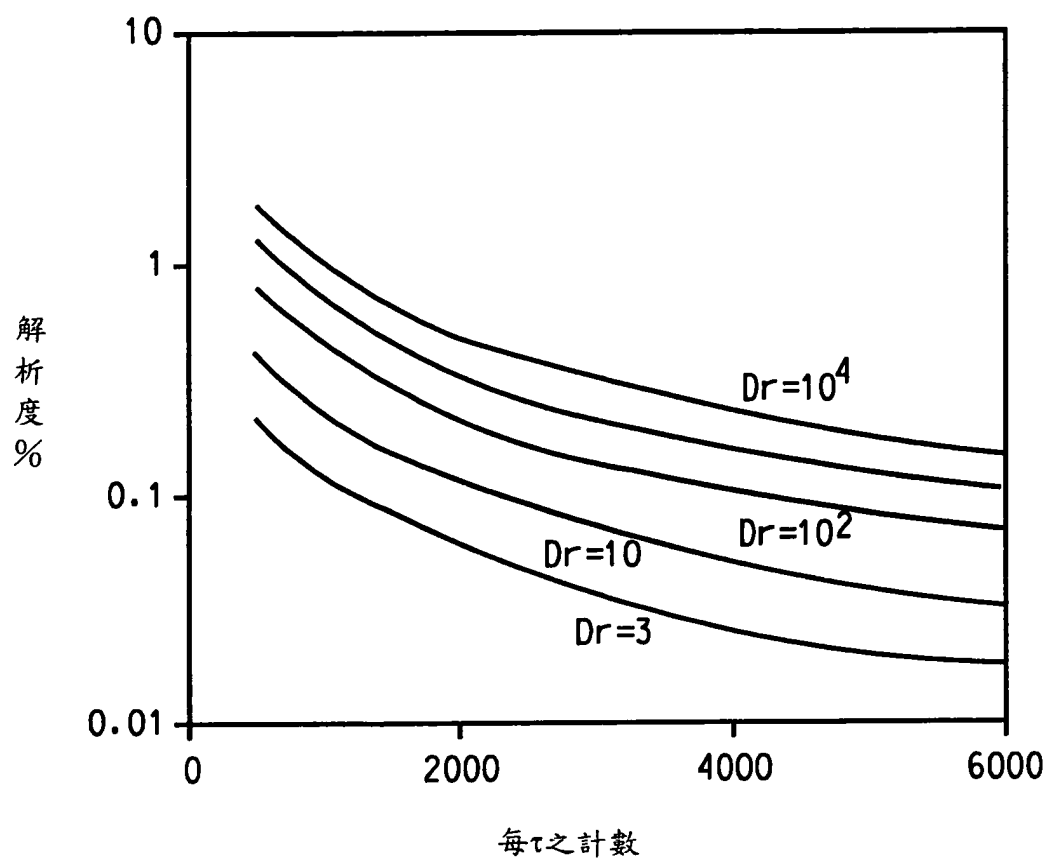


圖 9

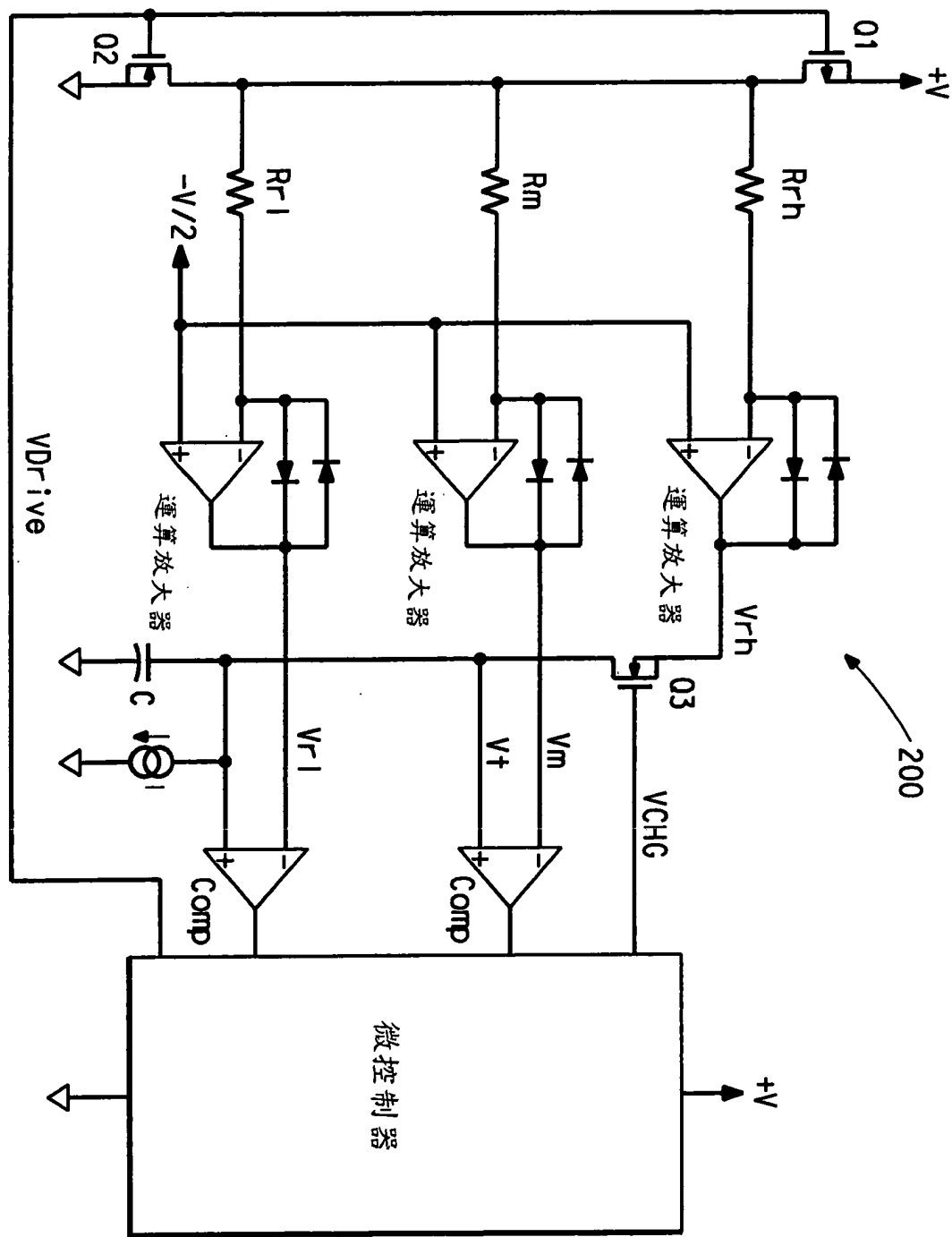


圖 10

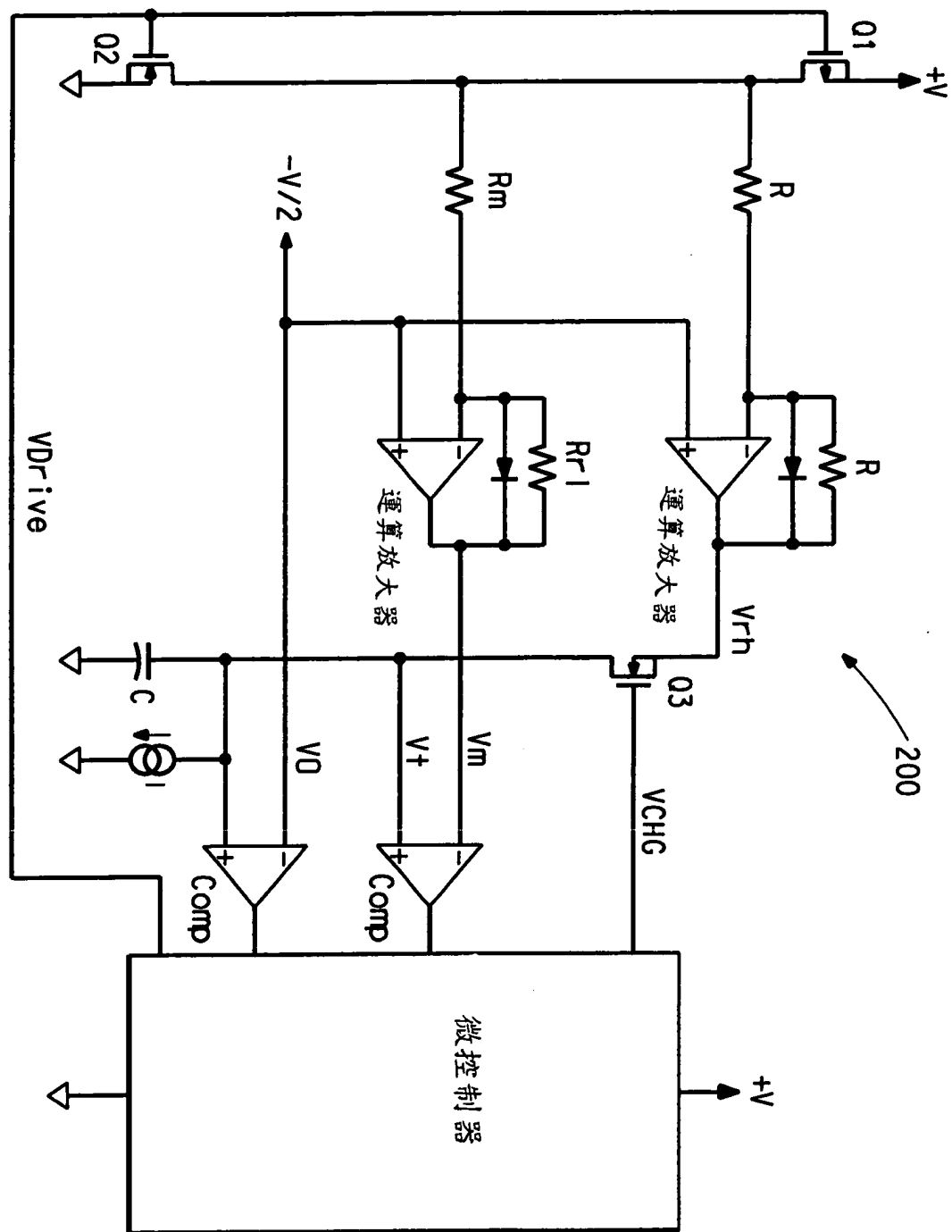


圖 11

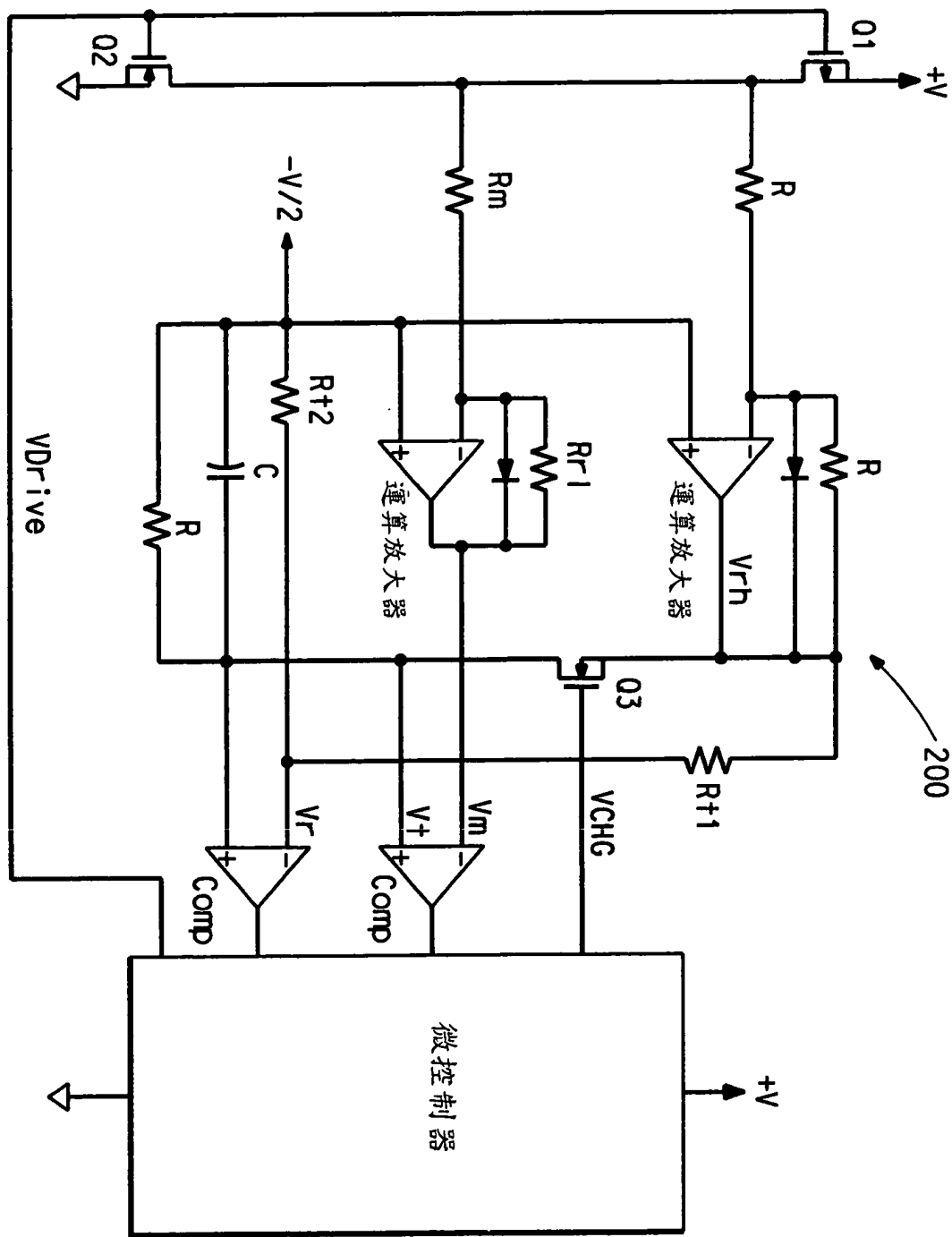


圖 12

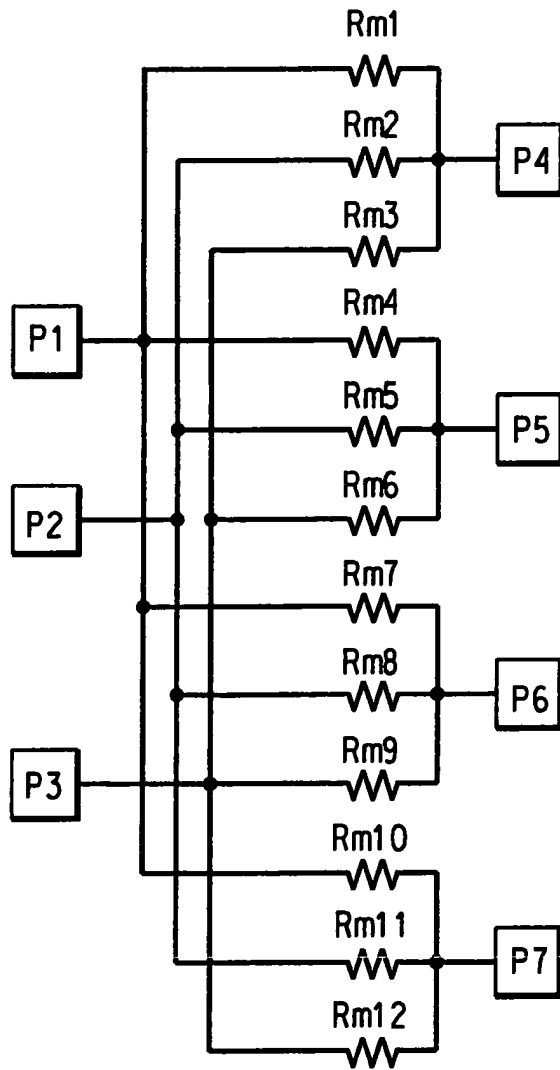
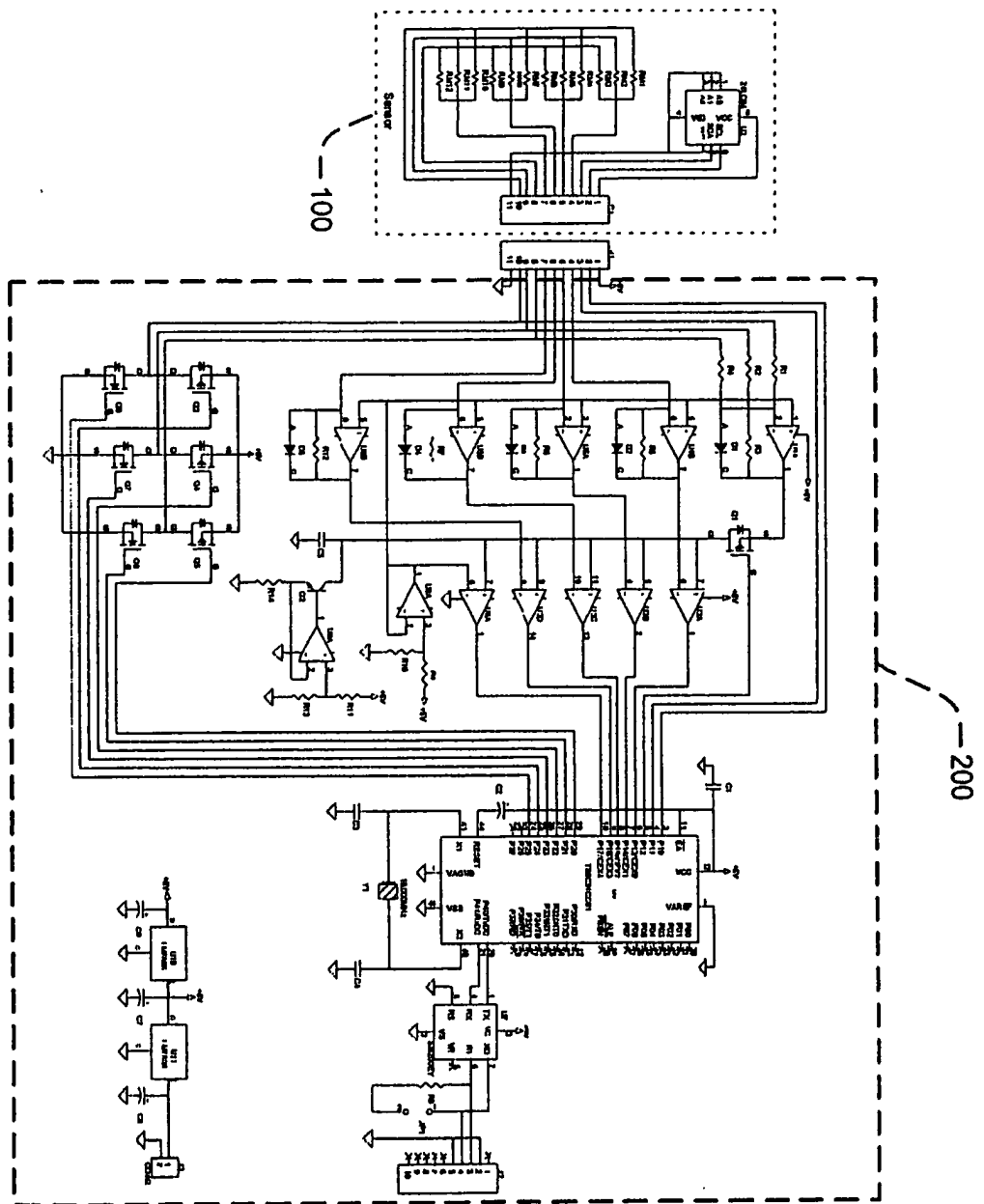


圖 13

圖 14



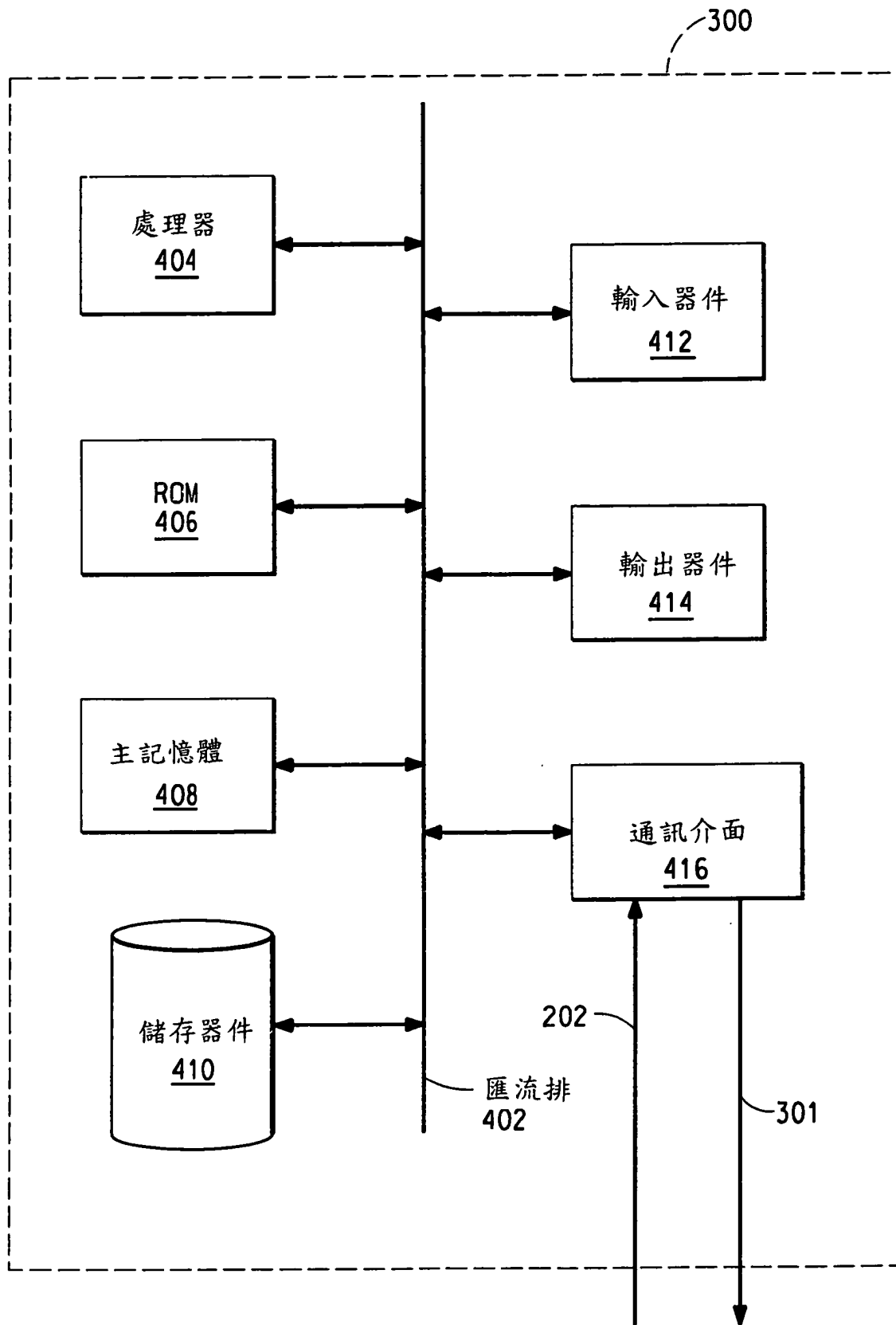


圖 15

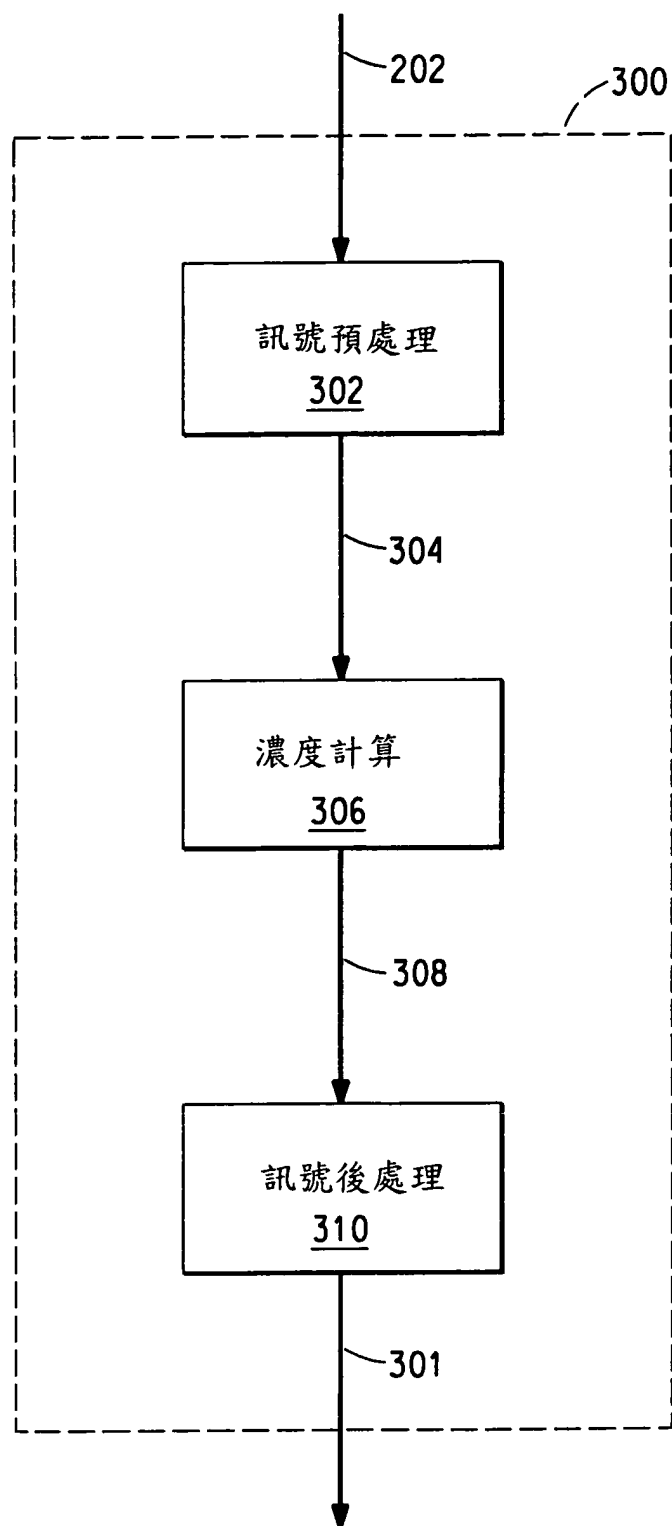


圖 16

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：

10	氣體混合物
100	基板
102	化學-電-活性材料
104	材料
200	偵測電路
202	待偵測氣體
300	分析器件
301	氣體組成或濃度之輸出
1000	系統

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)

十、申請專利範圍：

1. 一種用於將一金屬氧化物感應器材料陣列之電阻轉換成數位訊號的器件，其中該等感應器材料對該感應器陣列周圍之氣體濃度作出回應，且其中該器件包含：
 - (a) 一電壓源，其施加一電壓至：
 - (i) 一具有一電阻值 R_m 之感應器材料；
 - (ii) 一具有一電阻值 R_{rl} 之參考電阻；及
 - (iii) 用以產生斜坡電壓之裝置，其包含一具有一電阻值 R_{rh} 之斜坡電阻器；
 - (b) 一第一比較器，其接收一自該感應器材料之電壓輸出(V_m)及該斜坡電壓(V_t)作為輸入；
 - (c) 一第二比較器，其接收一自該參考電阻之電壓輸出(V_{rl})及該斜坡電壓(V_t)作為輸入；及
 - (d) 一微控制器，其用以量測該第一比較器之 V_t 超過 V_m 的時間長度(t_m)，及該第二比較器之 V_t 超過 V_{rl} 的時間長度(t_r)，並對於 R_m 產生一值作為一信號，其以下列等式描述： $\ln(R_m) = \ln(R_{rh}) + (t_m/t_r) \times \ln(R_{rl}/R_{rh})$ 。
2. 如請求項1之器件，該器件提供一電壓至該等感應器材料，其週期性地反轉極性。
3. 如請求項1之器件，其提供一包含一短脈衝之電壓至各感應器材料，所施加脈衝之時間小於各感應器之量測時間的10%。
4. 如請求項1之器件，其提供一包含一恆定直流電壓之激勵電壓。

5. 如請求項1之器件，其中該感應器陣列係包含於一外殼中，該外殼包括一用於將該陣列連接至該器件及一資訊儲存器件之電纜，以便關於該感應器陣列之校準的資訊包括於該外殼或該電纜其中之一中。
6. 如請求項1之器件，其中該等感應器材料在一電絕緣材料帶之一表面上排成陣列，且一加熱器與在該電絕緣帶之另一側上之陣列對準，且其中該加熱器之溫度係由一溫度控制電路控制。
7. 如請求項6之器件，其中該加熱器包含在靠近該陣列處形成一熱電偶的兩種不同金屬，該加熱器為一熱源且同時為該溫度控制電路之一溫度量測點。
8. 如請求項6之器件，其中兩個感應導體附著於該加熱器之一產熱部分之兩相反端上以形成一四線電阻量測電路之熱感應導線。
9. 如請求6之器件，其中該等感應器材料之一為一熱敏電阻，其為該溫度控制電路之一控制點及氣體濃度判定中之一變數。
10. 如請求項9之器件，其中該控制點溫度係由該等感應器電阻計算而得。
11. 如請求項1之器件，其中用以產生斜坡電壓之裝置包含一電容器。
12. 一種用於將一金屬氧化物感應器材料陣列之電阻轉換成數位訊號之方法，其中該等感應器材料對該感應器陣列周圍之氣體濃度作出回應，且其中該方法包含：

(a) 施加一電壓至：

(i) 一具有一電阻值 R_m 之感應器材料；

(ii) 一具有一電阻值 R_{rl} 之參考電阻器；及

(iii) 用以產生斜坡電壓之裝置，其包含一具有一電阻值 R_{rh} 之斜坡電阻器；

(b) 將一自該感應器材料之電壓輸出 (V_m) 與該斜坡電壓 (V_t) 作比較；

(c) 將一自該參考電阻器之電壓輸出 (V_{rl}) 與該斜坡電壓 (V_t) 作比較；及

(d) 量測 V_t 超過 V_m 的時間長度 (t_m)，及 V_t 超過 V_{rl} 的時間長度 (t_r)，並對於 R_m 產生一值作為一信號，其以下列等式描述： $\ln(R_m) = \ln(R_{rh}) + (t_m/t_r) \times \ln(R_{rl}/R_{rh})$ 。

13. 如請求項 12 之方法，其進一步包含自該等數位信號計算氣體濃度之步驟。

14. 如請求項 12 之方法，其中該等氣體濃度係計算來燃燒氣體。

15. 如請求項 12 之方法，其進一步包含控制一燃燒過程或器件之步驟。

16. 如請求項 12 之方法，其進一步包含輸出該信號至一決策制定例行程式之步驟。

17. 如請求項 12 之方法，其中用以產生斜坡電壓之裝置包含一電容器。