



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201222929 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100126111

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 22 日

(51)Int. Cl. : *H01M16/00 (2006.01)*
H02J7/35 (2006.01)

H01M8/16 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/23 美國

61/367,276

(71)申請人：沙烏地阿拉伯阿布杜拉國王科技大學 (沙烏地阿拉伯) KING ABDULLAH
UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (SA)

沙烏地阿拉伯

(72)發明人：胡森 穆和馬德 M HUSSAIN, MUHAMMAD M. (BD)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：6 共 25 頁

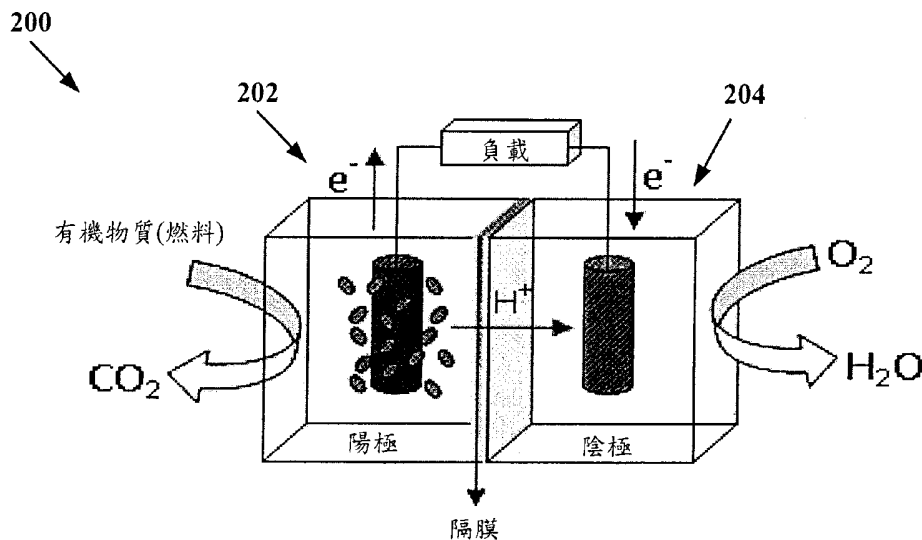
(54)名稱

使用晶片上電力產生之自供電功能裝置

SELF-POWERED FUNCTIONAL DEVICE USING ON-CHIP POWER GENERATION

(57)摘要

一種用於一使用晶片上電力產生之自供電裝置之設備、系統及方法。在一些實施例中，該設備包括一基板、該基板上之一電力產生模組，及該基板上之一電力儲存模組。該電力產生模組可包括一由碲化鉍製成之熱電產生器。



200：微生物燃料電池

202：陽極

204：陰極



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201222929 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100126111

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 22 日

(51)Int. Cl. : *H01M16/00 (2006.01)*
H02J7/35 (2006.01)

H01M8/16 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/23 美國

61/367,276

(71)申請人：沙烏地阿拉伯阿布杜拉國王科技大學 (沙烏地阿拉伯) KING ABDULLAH
UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (SA)

沙烏地阿拉伯

(72)發明人：胡森 穆和馬德 M HUSSAIN, MUHAMMAD M. (BD)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：6 共 25 頁

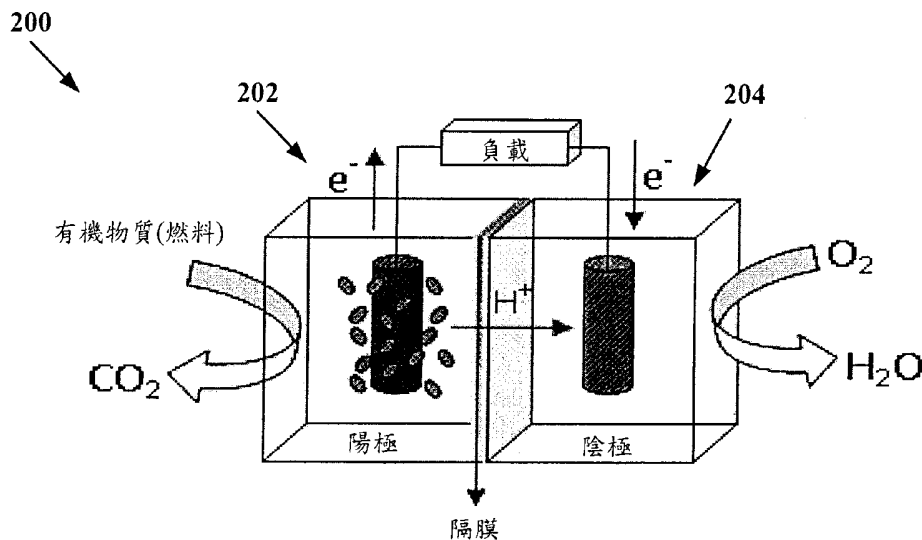
(54)名稱

使用晶片上電力產生之自供電功能裝置

SELF-POWERED FUNCTIONAL DEVICE USING ON-CHIP POWER GENERATION

(57)摘要

一種用於一使用晶片上電力產生之自供電裝置之設備、系統及方法。在一些實施例中，該設備包括一基板、該基板上之一電力產生模組，及該基板上之一電力儲存模組。該電力產生模組可包括一由碲化鉍製成之熱電產生器。



200：微生物燃料電池

202：陽極

204：陰極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於晶片上電力產生且更特定言之，係關於自供電裝置。

本申請案主張於2010年7月23日申請之美國臨時申請案第61/367,276號之優先權，該案之全部內容特別地以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

手持式裝置通常具有必須週期性地充電之電池。在為增加每次充電之間的時間而作出的努力中包括試圖增加電池之電力儲存容量及降低裝置上之電路之電力消耗。

【發明內容】

一自供電裝置之一重要因素為降低電力消耗且同時在晶片上產生電力以供應所需電力。

呈現一種使用熱電產生之自供電裝置。在一實施例中，設備包括一基板、該基板上之一或多個電力產生模組，及該基板上之一或多個電力儲存模組。另外，一些實施例包括該基板上之一或多個控制模組，其中該一或多個控制模組經組態以控制該一或多個電力產生模組與該一或多個電力儲存模組之間的能量之流動。一些實施例亦包括該基板上之一或多個通信模組，其中該一或多個通信模組經組態以發送資訊至該一或多個控制模組及自該一或多個控制模組接收資訊。

在一些實施例中，該自供電裝置包括一耦接至該一或多

個控制模組之感測器，其中該一或多個控制模組對該感測器之一輸出作出回應。該感測器可為(但不限於)一溫度感測器。

在一些實施例中，該一或多個電力產生模組可包括一太陽能電池，且該太陽能電池可包括奈米線。在一些實施例中，該一或多個電力產生模組可包括一壓電能量收集器。該一或多個電力產生模組亦可包括一熱電能量收集器。在一些實施例中，該一或多個電力產生模組可包括一燃料電池，且該燃料電池可為一微生物燃料電池。該微生物燃料電池可包含一諸如碳奈米管之奈米結構，該奈米結構具有垂直壁、圓形壁、一大於 50° 之斜坡，及/或一大於 70° 之斜坡。在一些實施例中，該微生物燃料電池具有一大於 500 cm^{-1} 之表面積對體積比。

在一些實施例中，該一或多個電力儲存模組包含一電池。該電池可為一鋰離子電池。另外，該一或多個控制模組可包括一奈米機電開關。

術語「耦接」經定義為已連接，但未必直接連接且未必機械連接。

除非本發明另外明確要求，否則詞「一」經定義為一或多個。

如一般熟習此項技術者將理解，術語「實質上」及其變化經定義為很大程度上但未必全部為所指定之內容，且在一非限制性實施例中，「實質上」指代在所指定之內容的10%內之範圍，較佳在5%內之範圍，更佳在1%內之範圍。

圍，且最佳在0.5%內之範圍。

術語「包含」(及包含之任何形式，諸如「包含(comprises)」及「包含(comprising)」)、「具有」(及具有之任何形式，諸如「具有(has)」及「具有(having)」)、「包括」(及包括之任何形式，諸如「包括(includes)」及「包括(including)」)及「含有」(及含有之任何形式，諸如「含有(contains)」及「含有(containing)」)為開端式連綴動詞。因此，一「包含」、「具有」、「包括」或「含有」一或多個步驟或元件的方法或裝置擁有彼等一或多個步驟或元件，但不限於僅擁有彼等一或多個元件。同樣地，「包含」、「具有」、「包括」或「含有」一或多個特徵的一方法之一步驟或一裝置之一元件擁有彼等一或多個特徵，但不限於僅擁有彼等一或多個特徵。此外，以一特定方式組態之一裝置或結構至少以彼方式組態，但亦可以未列出之方式組態。

結合隨附圖式參考特定實施例之以下詳細描述，其他特徵及相關聯優點將變得顯而易見。

【實施方式】

以下圖式形成本說明書之部分且包括該等圖式以進一步論證本發明之特定態樣。可藉由結合本文中所呈現的特定實施例之詳細描述參考此等圖式中之一或多者來更好地理解本發明。

參考隨附圖式中所說明且在以下描述中詳述之非限制性實施例來更全面地解釋各種特徵及優點細節。省略熟知起

始材料、處理技術、組件及裝備之描述以免在細節上不必要地使本發明模糊。然而，應理解，僅藉由說明而非藉由限制來給出該詳細描述及該等特定實例同時指示本發明之實施例。對於熟習此項技術者而言，在基礎發明性概念之精神及/或範疇內的各種取代、修改、添加及/或重新配置將自本發明而變得顯而易見。

圖1展示自供電裝置100之一實施例。自供電裝置100包括兩個主要電力部分：電力消耗及電力產生，兩者形成於基板118上。在一些實施例中，基板118可為矽晶圓，其餘組件可形成於其上。或者，基板可為一印刷電路板，或板系列，其可用以實體地支撐該等組件且提供該等組件之間的電連接。

該電力產生部分包括電力儲存模組108、燃料電池114、熱電產生器106、太陽能電池110，及動能收集器112。電池108可為可再充電鋰離子電池(LIB)。燃料電池114可為氫燃料電池，且在一些實施例中，可為微生物燃料電池(μ MFC)。該熱電產生器(TEG)可使用碲化鉍。該太陽能電池可使用奈米管，且該動能收集器可為壓電能量收集器(PNG)。

該電力消耗部分包含控制模組102、通信模組104，且可包括感測器116。全體地，此等組件負責控制對負載應用的電力供應。控制模組102可含有監視並控制(多個)電力產生模組、(多個)電力儲存模組與(多個)能量消耗模組之間的能量之流動的電路。舉例而言，當需要額外電力時，電

力控制模組102可增加燃料電池114中的產生。或者，若太陽能電池110為系統提供足夠能量，則控制模組102可減小燃料電池114之輸出。

通信模組104可經組態以與系統中之其他組件通信以中繼關於電力消耗及產生之資訊。另外，通信模組104可經組態以與遠端系統通信。在一些實施例中，可使用諸如乙太網路之通信協定來完成此通信。通信模組104亦可具有額外處理能力，該等額外處理能力可包括經組態以處理通信模組104中所接收之資訊的微處理器。

在一些實施例中，自供電裝置100可包括一或多個感測器116。感測器116可為諸如熱電偶之溫度感測器。溫度感測器(例如)可用以監視燃料電池114之運行。溫度感測器亦可用以監視鋰離子電池之溫度。鋰離子電池之溫度可用以控制電池之電荷以及偵測電池中之故障。

燃料電池114可為包含具有垂直壁之碳奈米管的微生物燃料電池。微生物燃料電池亦可具有具圓形壁之碳奈米管。該等碳奈米管可具有大於 50° 之斜坡。在一些狀況下，該等碳奈米管可具有大於 70° 之斜坡。

圖2展示微生物燃料電池200之一實施例。微生物燃料電池200具有陽極202及陰極204。陽極202包含藉由消耗有機物質來產生氫之電極。陽極202中之微生物可消耗有機物質且排出氫氣及(二氧化碳)CO₂氣體。氫氣可接著通過一隔膜至陰極204。該隔膜可經特別設計以僅允許氫氣通過至陰極204。一旦處於陰極204區域中，氫氣便可與氧氣組

合以生成電力及水。此微生物燃料電池200之一優點在於：其消耗有機材料且僅排出CO₂及水，此情形使得其為肩負環境責任之能源。

圖3為展示針對微生物燃料電池中的陽極之不同組態的表面積對體積比(SVR)之圖表。此等陽極由碳奈米管(CNT)製成且具有影響其表面積對體積比之不同幾何結構。在一些實施例中，較大表面積對體積比較較小比為佳。如圖3中所見，不具有表面最佳化之CNT具有100 cm⁻¹之SVR。具有具鉻(Cr)及金(Au)之通道的CNT具有在SVR上的顯著增加(至500 cm⁻¹)。3D陽極具有約508 cm⁻¹之SVR。無通道之組態(如一些實施例中所使用)具有約200 cm⁻¹之SVR。然而，使用具有垂直壁之CNT之組態可將SVR增加至600 cm⁻¹。圓形壁具有幾乎相同的SVR(其為586 cm⁻¹)。使用具有不同斜坡之CNT來達成增加的SVR係可能的。舉例而言，54°斜坡可達成636 cm⁻¹之SVR。75°斜坡可達成738 cm⁻¹之SVR。

圖4展示自供電裝置100上之熱電產生器400之一實施例。該熱電產生器形成於基板410上，基板410可與圖1之基板118相同。或者，基板410可為晶片或其他組件中之其他組件。舉例而言，基板410可為燃料電池114之傳熱之部分。一可選導熱材料層408在基板410上。在一些狀況下，該導熱材料可有助於將熱源與熱電產生器400熱耦接。

第一導體406處於第一平面中。第一導體406耦接至第一

熱電區域412及第二熱電區域414。在一些實施例中，第一熱電區域412可為n型碲化鉍且第二熱電區域414可為p型碲化鉍。第一熱電區域412及第二熱電區域414處於第二平面中。在此實施例中，第二平面鄰近第一平面，平行於第一平面，且位於第一平面正上方。第二導體420及第三導體402處於第三平面中。在此圖中，第三平面鄰近第二平面，平行於第二平面，且位於第二平面正上方。第二導體420耦接至第一熱電區域412及第二熱電區域414。第三導體402類似於第一導體406，但連接至不同的第一熱電區域412及第二熱電區域414。電引線416及418連接至第二導體420及第三導體402且可連接至基板410。至基板之電連接可允許捕獲在基板410中所生成之熱能且將熱能以電形式發送回至基板。在一些實施例中，熱電產生器400可連接至諸如微處理器之積體電路。

實例

以下實例說明可在自供電裝置100中使用的特定組件之特定實施例。藉由說明而非限制來提供此等實例。

A. SOI及HK/MG技術

因為塊體CMOS技術已成熟且非常確實，所以使用其作為用於裝置整合之基礎平台係重要的。諸如微影、高k/金屬閘極堆疊之使用的程序技術中之最新進展已有助於生產較小的低功率裝置。由於自供電晶片之一目的為消耗最小電力，故諸如控制電路、通信器等之晶片組件應使用此等小的且低功率之裝置。一種減小功率之方法為使用低成本

極薄 SOI(ETSOI)CMOS 製程。儘管 SOI 技術可能為昂貴的，但 ETSOI 技術可藉由使用減小數目之遮罩、植入步驟及製程複雜性來抵消此昂貴成本。以未經摻雜之通道及經雙重原位摻雜之磊晶 S/D 及延伸區域為特徵，ETSOI CMOS 裝置以 25 nm 之閘極長度及 300 pA/ μm 之 I_{off} 達成非常低的 V_{T} 可變性及低 V_{DD} 。

B. 碳奈米管 (CNT) 技術

碳奈米管 (CNT) 技術非常迅速地傾向於成為替換標準 MOS 技術的下一代電子技術。CNT 場效電晶體 (CNTFET) 近來尤其因其彈道式電荷輸送性質及低電力消耗而成為注意的中心。過去藉由風行的環繞式閘極 (GAA) 製造程序製造了具有性能優於當前 Si 技術之規格的 CNTFET。但此製程技術受限於 8 nm 之最小介電質厚度準則。一種可能的改良為使用由 Franklin 等人開發的局部背閘極 (LBG) 幾何結構，該幾何結構報告展現出彈道式電荷輸送性質及 $I_{\text{on}}/I_{\text{off}} > 10^5$ 的 1.2 nm 直徑之 p 型 CNTFET 及 38 nm 之 L_{g} 。與諸如低功率操作之標準 Si 技術相比較，使用 CNTFET 之益處多多。除此之外，亦可使用單一 CNT 來製造多個閘極電晶體同時允許積極按比例調整。P 型 CNTFET 包含 Pd 接點，此係因為金屬與半導體 CNT 界面之間的低肖特基障壁 (SB)。對於 n 型 FET，局部背閘極接地且通道區域由一正常高 k 及金屬閘極堆疊覆蓋。接著用鉀 (K) 摻雜源極區域及汲極區域，該 K 則使得該 FET 為 nFET。

C. 奈米線技術

基於奈米線(NW)裝置之技術亦為一新興領域且因其生產高密度邏輯裝置同時佔用較低晶片面積且消耗低電力之能力而風行。NW技術之一缺點為其至電路中之整合。儘管存在諸如NW-TFT、交叉NW、直接NW生長等之若干NW組裝技術，但所涉及的整合製程中之大多數整合製程不相容及/或亦不具有所需性能圖。然而，有可能製造展現出小於1 pA之截止狀態汲極電流、 $I_{on}/I_{off}=10^7$ 及 $50 \text{ cm}^2/Vs$ 之電子遷移率的背閘極式ZnO NW nFET。在 150°C 下使用鋅箔作為生長基板在氫氧化鈉及過硫酸銨之水溶液中使用濕式化學合成來生長該等ZnO NW。執行 600°C 下之退火以移除ZnO奈米線內之摻雜物。接著將所合成之NW轉印至重摻雜的經熱氧化之矽基板。Al接點用於源極及汲極。該重摻雜之矽基板充當閘電極。

D. NEMS：奈米機電開關

基於CNT及石墨薄膜之NEMS展現出極佳機械性質及高電子遷移率。CNT-NEMS可在CMOS相當閘極電壓下在GHz範圍中操作。石墨薄膜-NEMS已得到研究，其中達成在MHz範圍中之振動頻率。已製造混合CMOS-NEMS電路以將記憶體與邏輯電路組合在一起。使用CMOS整合技術，成功地製造出使用鱗式正反器致動通道電晶體之此混合裝置，該混合裝置展現出非常高的資料保存類型。

電力產生

A. 微生物燃料電池(μMFC)

微生物燃料電池(圖2)為一種用於基於由細菌在於厭氧

條件下分解有機物質時所進行的生物電化學反應的能量生產之創新裝置。通常，微生物燃料電池包含藉由隔膜(質子交換隔膜)而分離之陽極隔室及陰極隔室。在陽極隔室中，由微生物來氧化燃料，從而產生電子及質子。電子經由外部電路(負載)而轉移至陰極隔室，且質子穿過隔膜而轉移至陰極隔室。在陰極隔室中消耗電子及質子，從而與氧組合以形成水。

迄今為止，研究者致力於建立用於能量之大量生產之巨集尺度MFC。在另一方法中，微型版本MFC充當用於自供電微型系統之替代電源。在自供電裝置中，微生物燃料電池使用微加工技術及新穎的奈米材料，從而大大地改良輸出能量密度。此設計之中心突破涵蓋迄今所報告的最小MFC之微加工，及具有高的表面積對體積比(圖3)之基於3D結構CNT之陽極的使用。

B. 鋰離子電池(LIB)

用於電力儲存之有吸引力的選項為鋰離子電池(LIB)。其每單位體積或每單位質量之功率密度高於其他技術。因此，LIB為裝置之電力產生模組中的關鍵組件。如今，增加能量密度、循環使用壽命及充電/放電率能力為LIB之改良之主要關注點。為了達成此目標，提議兩個不同的替代方案：使用中空奈米結構，或使用奈米線。在第一種狀況下，由於中空結構中之空腔內部的用於鋰離子之儲存的額外空間而增加了鋰儲存容量。對於第二種狀況，可使用針對奈米線之特定組成，其中將碳的有效率之電子導電率與

矽之非常高的鋰儲存容量(4200 mA.h.g^{-1})組合。使用此等方案中之任一者，有可能增加電池之儲存容量及循環使用壽命。

C. 熱電電力產生器(TEG)

電晶體大小之自微米至奈米範圍之積極按比例調整已造成功率耗散(閘極洩漏)之顯著增加(圖6)。此熱量之移除不斷地變成習知熱量移除技術下之問題，尤其在攜帶型行動裝置中。為了解決此問題，已提議並開發具有不同介電材料及金屬閘極拓撲之電晶體。儘管如此，CMOS電路中仍始終存在某量之熱耗散。自供電裝置可具有將自負載應用及電力消耗部分所耗散之熱量轉換成為LIB充電之可再用能量的TEG。基於關於針對不同熱電材料之轉換效率及優值(ZT)的相當研究： Bi_2Te_3 及 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 為用於TEG之材料之選擇(圖5)。

D. 壓電電力收集器

因為自供電裝置有時以行動/遠端惡劣環境應用為目標，所以其將經受大量移動、應變及振動。自供電裝置可包括將機械信號(動能)轉換成電力之壓電裝置。壓電奈米產生器中的最新進展展示出使用有序ZnO NW(由VLS生長)及之字形圖案化Pt金屬探針接點將前述機械信號轉換成DC電流之可能性。自單一300 nm直徑及0.2 μm 至0.5 μm 長之ZnO，獲得45 mV輸出電壓。所報告之每單位基板面積之功率密度為0.1 mWcm^{-2} 至0.2 mWcm^{-2} 。

E. 基於奈米線之太陽能電池

除上述能量收集器以外，亦可將太陽能電池整合至自供電裝置中。一最新公開案描述了一種基於生長於陽極化之鋁隔膜及 p-CdTe 薄膜上之 n-CdS 奈米線之太陽能電池 (SNOP)。使用與 CdTe 光吸收層耦接之有序單晶體 CdS 奈米線陣列，自 5×8 mm 晶片論證 6% 之效率。

分析計算

基於來自先前微型 MFC 之資料，且給出本發明設計中所涉及之尺寸及改良，功率密度為大約 10 W/m^3 。因此，考慮 MFC 之體積為 $1.25 \text{ }\mu\text{L}$ ，則 1.25 nW 之功率係可達成的。所提議之 TEG 包含具有 $20 \text{ }\mu\text{m} \times 35 \text{ }\mu\text{m}$ 之面積的 450 (n-Bi₂Te₃ 及 p-(Bi,Sb)₂Te₃) 個電偶，對於 30°C 之溫度差，所估計之 P_{out} 為 $0.35 \text{ }\mu\text{W}$ (圖 5)。使用厚 LiCoO₂ 層作為陰極 ($>4 \text{ }\mu\text{m}$)、 $2\text{-}3 \text{ mWh/cm}^2$ 之能量密度、整合有 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 面積之電池的薄膜電池，工作一小時可提供 $2\text{-}3 \text{ mW}$ 之 P_{out} 。自具有 $0.1\text{-}0.2 \text{ mW/cm}^2$ 之輸出功率密度的 PNG，假定其佔用 1 cm^2 之面積，則 P_{out} 之範圍為 $0.1\text{-}0.2 \text{ mW}$ 。考慮基於 NW 之太陽能電池 [21] 佔用 0.4 cm^2 之面積，假定此面積之上的照明強度為 $17\text{-}100 \text{ mW/cm}^2$ 且效率為 6%，則 P_{out} 之範圍為 0.41 mW 至 2.4 mW 。自上述數字，所有此等晶片上電力供應裝置可給出 $P_{\text{out}} \sim 4 \text{ mW}$ 。

近來引入之 Phoenix 處理器為僅消耗 39 pW 之非常低的功率裝置。若假定此裝置處於晶片上控制單元之中心處，則使用圖 6 中之曲線圖，自供電裝置能夠在 45 nm 節點下執行大約 40000 個電晶體，在 32 nm 節點下執行 20000 個電晶

體，在22 nm節點下執行7000個電晶體且在16 nm技術節點下執行假設的5000個電晶體。關於不同技術節點下之單一電晶體功率耗散之圖6資料係基於使用1 GHz時脈頻率下之ASU預測性技術檔案的理論計算。上述近似亦考慮高k/金屬閘極之使用。可使用CNT及NW技術來為甚至更高數目個電晶體供電。

選擇包含PMOS及NMOS之CMOS反相器作為測試裝置，此係因為其為最簡單且最常用的電路中之一者。此電路中之功率耗散主要係歸因於兩個分量：動態功率耗散-切換及短路功率耗散，及靜態/洩漏功率耗散-閘極洩漏、次臨界及接面洩漏。

針對45 nm、32 nm、22 nm及16 nm技術節點下之NMOS及PMOS裝置使用預測性技術模型(PTM)來執行初步分析。藉由由反相器輸出所見之電容性負載來近似切換功率耗散。藉由使用一平均模型來估計短路功率。為達成分析之目的，假定所有裝置為相同的。假定NMOS裝置與PMOS裝置兩者具有8:1之縱橫比及在1 GHz時脈頻率下操作之20%的活動因子(β)。使用直接閘極穿隧電流方程式來估計閘極洩漏功率。根據PTM指定標稱電壓來使用在0.9 V至1.2 V之範圍內的供應電壓。

功率耗散為熱量，熱量接著(在轉換成電力之後)由TEG再使用。可用於TEG之兩種材料為n-Bi₂Te₃及p-(Bi,Sb)₂Te₃。對於此材料，轉換效率及優值(ZT)高得多。可藉由二晶圓製程或在單一Si基板上製造此材料。假定處理器之表面積

為約 1.43 cm^2 。對於不同技術節點，藉由遵循莫耳定律之電晶體計數來估計可接著使用此重新產生之電力執行的電晶體之數目。藉由考慮 85°C 之晶粒溫度來執行該分析。

對於使用諸如 La_2O_3 之高K材料的 45 nm CMOS 電晶體，耗散約 $0.124 \text{ }\mu\text{W}$ 功率。在此技術節點下，對於 1.43 cm^2 處理器之所估計總功率耗散為約 45.395 W 。假定7億之電晶體計數。此電力之熱電產生使用 $\text{n-Bi}_2\text{Te}_3/\text{p-(Bi,Sb)}_2\text{Te}_3$ TEG生成所估計之 3.1 W 。此情形展示為能夠在處理器中執行約9484個電晶體。在圖6中給出在 16 nm 、 22 nm 及 32 nm 節點下使用此TEG之功率耗散。由於加法器為微處理器之ALU中的最重要元件中之一者，故吾人在不同技術節點下使用LTSpice模擬 3 GHz 時脈下之鏡射式加法器且判定節點下之平均功率要求。此外，自圖5，對於 62K 之溫度差(假定 85°C 之微處理器溫度及 23°C 之外部溫度)，輸出電功率為 0.18 W/cm^2 。因此，對於 1.43 cm^2 之微處理器及12個TEG模組，總功率為 3.1 W 。使用此電功率，有可能在 45 nm 製程節點下操作 $74,348$ 個加法器而在 16 nm 技術下操作 $33,473$ 個加法器。

【圖式簡單說明】

圖1為說明使用熱電產生之自供電裝置之一實施例的示意性方塊圖。

圖2為說明微生物燃料電池之一實施例之示意性方塊圖。

圖3為展示在微生物燃料電池中所使用的陽極碳奈米管

之表面積對體積比的圖表。

圖4為說明在自供電裝置中所使用的熱電產生器之一實施例的示意性方塊圖。

圖5為展示熱電產生器之一實施例中的輸出功率與溫度差之間的關係的圖表。

圖6為展示具有不同幾何結構大小之電晶體中之功率耗散的圖表。

【主要元件符號說明】

100	自供電裝置
102	電力控制模組
104	通信模組
106	熱電產生器
108	電力儲存模組
110	太陽能電池
112	動能收集器
114	燃料電池
116	感測器
118	基板
200	微生物燃料電池
202	陽極
204	陰極
400	熱電產生器
402	第三導體
406	第一導體

408	可選導熱材料層
410	基板
412	第一熱電區域
414	第二熱電區域
416	電引線
418	電引線
420	第二導體

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：100(26)111

※申請日：100.7.22

※IPC 分類：H01M 16/00 (2006.01)
H01M 8/16 (2006.01)
H02J 7/35 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用晶片上電力產生之自供電功能裝置

SELF-POWERED FUNCTIONAL DEVICE USING ON-CHIP POWER GENERATION

二、中文發明摘要：

一種用於一使用晶片上電力產生之自供電裝置之設備、系統及方法。在一些實施例中，該設備包括一基板、該基板上之一電力產生模組，及該基板上之一電力儲存模組。該電力產生模組可包括一由碲化鉍製成之熱電產生器。

三、英文發明摘要：

An apparatus, system, and method for a self-powered device using on-chip power generation. In some embodiments, the apparatus includes a substrate, a power generation module on the substrate, and a power storage module on the substrate. The power generation module may include a thermoelectric generator made of bismuth telluride.

七、申請專利範圍：

1. 一種積體電路，其包含：

一基板；

該基板上之一或多個電力產生模組；

該基板上之一或多個電力儲存模組；

該基板上之一或多個控制模組，其中該一或多個控制模組經組態以控制該一或多個電力產生模組與該一或多個電力儲存模組之間的能量之流動；及

該基板上之一或多個通信模組，其中該一或多個通信模組經組態以發送資訊至該一或多個控制模組及自該一或多個控制模組接收資訊。

2. 如請求項1之積體電路，其進一步包含耦接至該一或多個控制模組之一或多個感測器，其中該一或多個控制模組對該感測器之一輸出作出回應。

3. 如請求項2之積體電路，其中該一或多個感測器消耗小於約一微瓦之功率。

4. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個電力產生模組包含一太陽能電池。

5. 如請求項4之積體電路，其中該太陽能電池包含奈米线。

6. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個電力產生模組包含一壓電能量收集器。

7. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個電力產生模組包含一熱電能量收集器。

8. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個電力產生模組包含一燃料電池。
9. 如請求項8之積體電路，其中該一或多個電力產生模組包含一微生物燃料電池。
10. 如請求項9之積體電路，其中該微生物燃料電池包含一具有垂直壁之碳奈米管。
11. 如請求項9之積體電路，其中該微生物燃料電池包含一具有圓形壁之碳奈米管。
12. 如請求項9之積體電路，其中該微生物燃料電池包含具有一大於 50° 之斜坡的一碳奈米管。
13. 如請求項9之積體電路，其中該微生物燃料電池包含具有一大於 70° 之斜坡的一碳奈米管。
14. 如請求項9之積體電路，其中該微生物燃料電池具有一大於 500 cm^{-1} 之表面積對體積比。
15. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個電力儲存模組包含一電池。
16. 如請求項15之積體電路，其中該電池為一鋰離子電池。
17. 如請求項1之積體電路，其中該一或多個控制模組包含一奈米機電開關。

八、圖式：

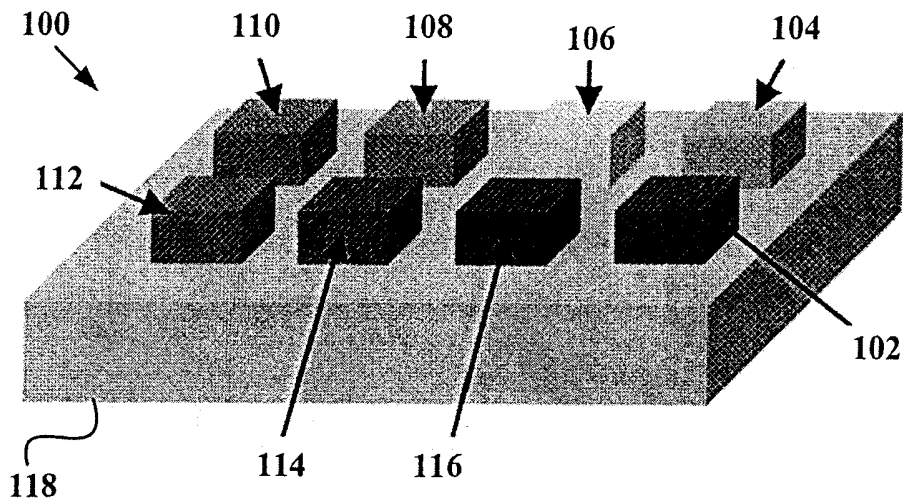


圖 1

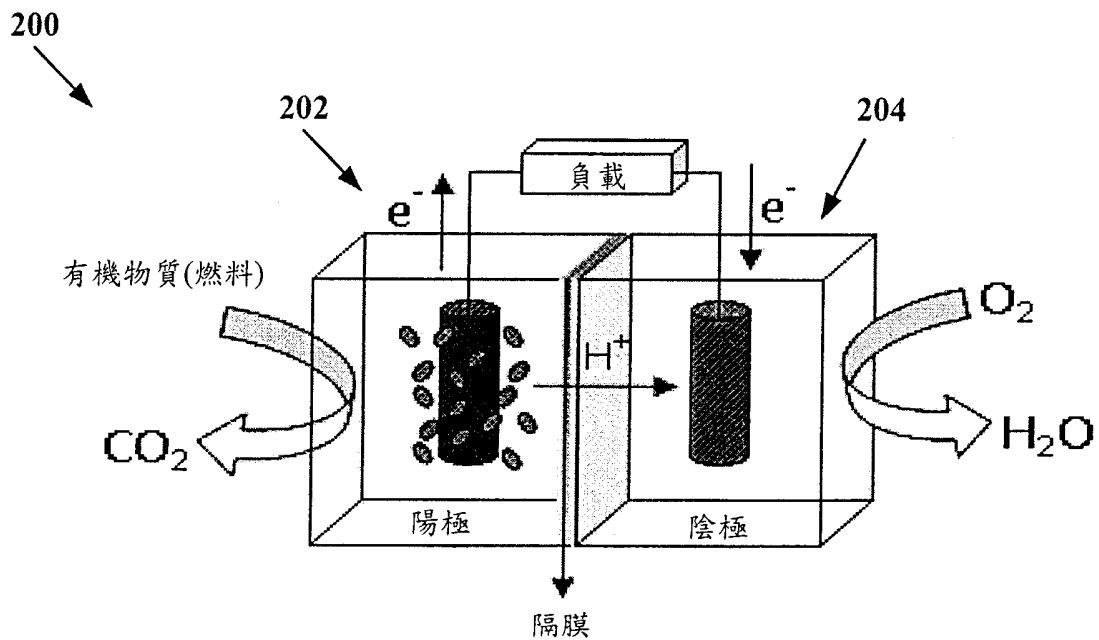


圖 2

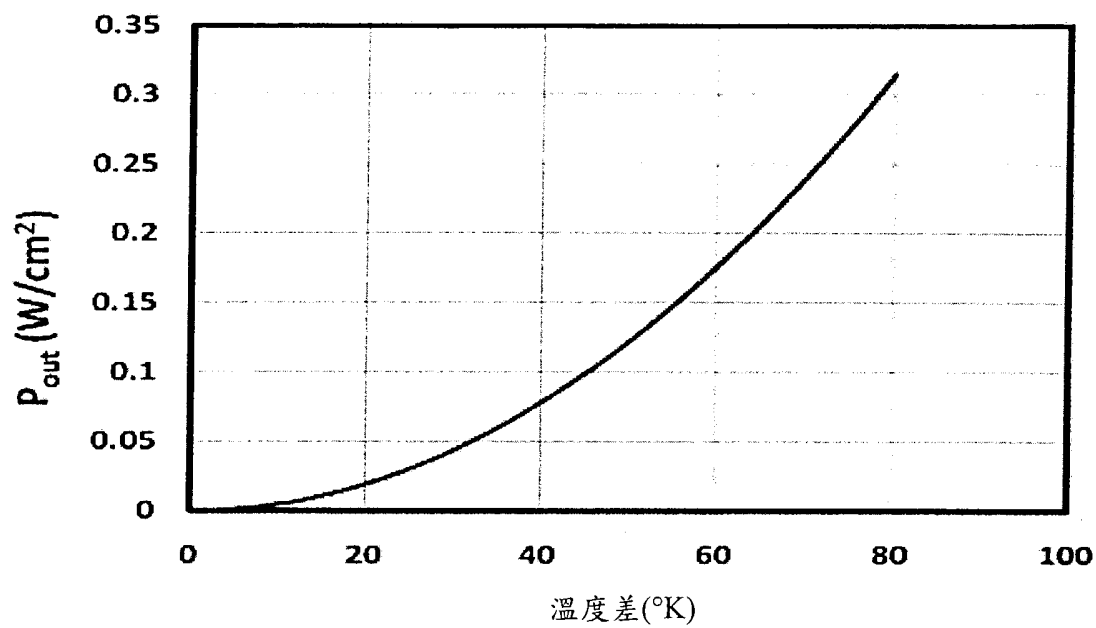


圖 5

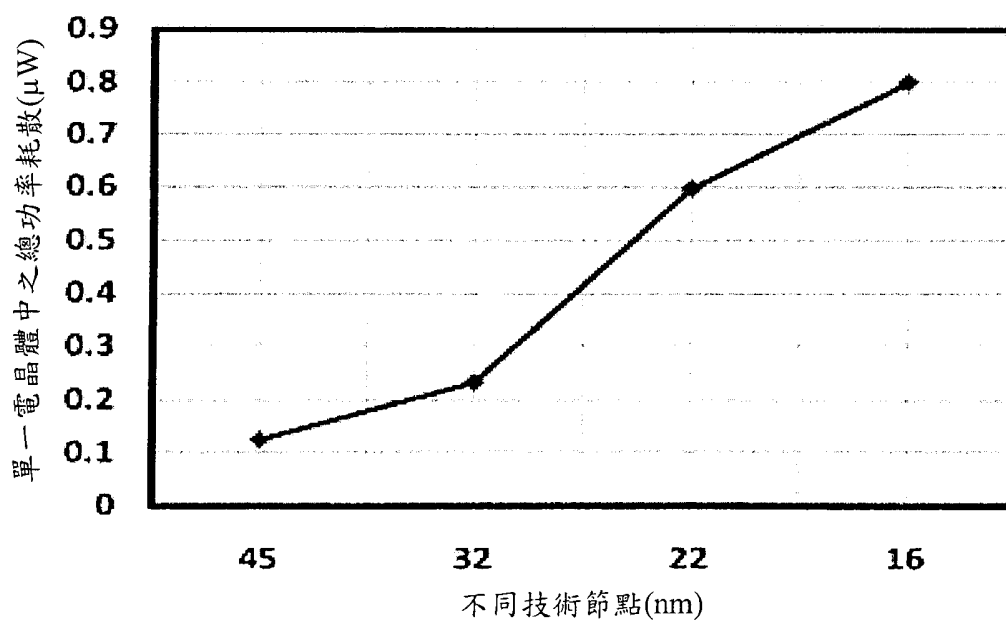


圖 6

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200 微生物燃料電池

202 陽極

204 陰極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)