

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：97105295

※申請日期：97.2.15

※IPC 分類：H01L 31/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

奈米熱電裝置的製造方法

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路1001號

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文)

1. 朝春光

2. 陳蓉萱

3. 楊大緯

國籍：(中文/英文)

中華民國 TW (皆同)

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：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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。

五、中文發明摘要：

本發明係揭露一種奈米熱電裝置的製造方法，提供至少一模板，而該模板具有一組奈米孔洞，在模板底部形成一基板之後，將一半導體之熔融金屬液注入該組奈米孔洞中，以形成一組半導體奈米線，再來去除該基板，以得到一半導體奈米線陣列，最後利用一金屬導體以串聯方式連結至少二半導體奈米線陣列，形成熱電元件，此熱電元件係具有較高的熱電轉換效率。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4(b))圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|-------------|-------------|
| 32 模板 | 40 N型半導體奈米線 |
| 42 P型半導體奈米線 | 44 金屬導體 |
| 46 絕緣平板 | |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種製造方法，特別是關於一種奈米熱電裝置的製造方法。

【先前技術】

這幾年英特爾公司宣布用雙核心的微處理器來取代單核心的微處理器晶片，原因是現有的微處理器核心發展幾乎已達極致，以目前單核心封裝方式來增加其工作時脈，會導致微處理器發熱量大增，及散熱成本的增加，而性能卻不一定同步成長，為使微處理器整體執行效率更為提升，跨入雙核心 65 奈米製程勢必是未來的趨勢，因此，從以上所述可以知道，晶片因為追求高速化、高功能化以及微小化所衍生出來的散熱問題若無法獲得適當的解決，就同時也會影響通訊、光電、電力、航太及生醫等產業的關鍵元件，可見熱管理的重要性是多麼舉足輕重。

重要的散熱材料包含熱管、熱界面材料或熱電材料，其中熱電材料如第 1 圖所示，其係由兩種不同金屬與負載 14 構成迴路，如 P 型半導體 10 與 N 型半導體 12，當兩者接頭存在溫差時，迴路中將產生電流，換句話說，這是一種可以直接將熱能轉化成電能的元件，在中華民國專利公開號 I280649 中，提出用熱電半導體塊材來製造熱電元件，因為其尺寸上較大，所以熱電轉換效率較差；在中華民國專利公開號 I266401 中，提出用單一種熱電材料來製作元件，因為僅由一種材料構成，轉換效率也不夠好；在中華民國專利公開號 I262221 中，提出使用液壓方式來製造奈米線材，而其實施例中所提出使用的奈米模板是以金屬鋁為基板，因此在製造奈米線

材時，若材料的熔點接近或大於金屬鋁的熔點時，便不適合利用此專利所提出之製造方法；另外在文獻（J.R. Lim, J.F. Whitacre, J.P. Fleurial, C.K. Huang, M.A. Ryan, N.V. Myung, Adv. Mater. 2005, 17, 1488）中，作者利用電沈積方式奈米模板上沈積 Bi_2Te_3 （N型）與 BiSbTe （P型）二種奈米線，並結合半導體微影製程，利用光罩技術做成元件，此法雖常被使用，但其設備昂貴，製造過程繁複，且環境條件控制嚴格，不適合大量生產，而電沈積法雖然製程簡單，但容易有雜質產生且合金成分比例不易精準控制，特別是三元以上的合金材料。

因此，本發明係在針對上述之困擾，提出一種奈米熱電裝置的製造方法，不僅可以製造具有P型及N型熱電奈米線之熱電元件，還可以精準控制奈米線材之合金材料成分。

【發明內容】

本發明之主要目的，在於提供一種奈米熱電裝置的製造方法，其係可以製造具有P型及N型熱電奈米線之熱電元件，而該熱電元件有較高的熱電轉換效率。

本發明之另一目的，在於提供一種奈米熱電裝置的製造方法，其係可以選擇不同的基板來製作奈米孔洞結構，適合用於製造高熔點之奈米線材。

本發明之再一目的，在於提供一種奈米熱電裝置的製造方法，其係可以精準控制奈米線材之合金材料成分。

為達上述目的，本發明提供一種奈米熱電裝置的製造方法，提供至少一模板，而該模板具有一組奈米孔洞，在模板底部形成一基板之後，在真空的環境下用壓鑄方式將一半導體之熔融金屬液注入該組奈米孔洞中，以

形成一組半導體奈米線，再來就去除該基板，以得到一半導體奈米線陣列，利用一金屬導體以串聯方式連結至少二半導體奈米線陣列，最後在金屬導體上設置一層絕緣平板。

茲為使 貴審查委員對本發明之結構特徵及所達成之功效更有進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例圖及配合詳細之說明，說明如後：

【實施方式】

目前台灣科技產業仍是以 IC、半導體產業為主，在產品逐漸走向輕薄化、低價化的趨勢帶動下，高性能的散熱材料或是新一代的冷卻技術是目前急需克服的挑戰，未來隨著電腦或是光電產業的穩定成長，高效率的散熱元件市場將有相當大的發展空間。以下會詳細介紹一種高效率之奈米熱電裝置的製造方法。

請參閱第 2(a)圖至第 2(d)圖，其係為本發明製作半導體奈米線陣列之各步驟示意圖，首先如第 2(a)圖所示，提供至少一具有一組奈米孔洞 18 的模板 16，模板 16 之材料可為氧化鋁、氧化鈦、二氧化矽、蛋白石或沸石，而奈米孔洞 18 的外觀呈現一三角形、方形或圓形之陣列排列，陣列之面積至少為 1 平方微米，另外此組奈米孔洞 18 包含至少一奈米孔洞 18，其中孔洞的直徑在 1~1000 奈米之間，孔洞長度在 100 奈米~300 微米之間，之後如第 2(b)圖所示，在模板 16 底部形成厚度在 100 奈米~100 微米之間的基板 20，形成基板 20 的方式可為物理氣相沈積法、化學氣相沈積法、電鍍法、無電鍍法、化學沈積法、熱浸鍍法或蒸鍍法，而基板 20 的材料可為熔點高於鋁的金屬材料或陶瓷材料，金屬材料可為鎳、鈦、銅或不鏽鋼，因為液體必須克服管洞的表面壓力才能注入其內，所以此製程必須在真空值範圍

在 $100\sim 10^7$ 托耳的環境下用壓鑄方式將一半導體之熔融金屬液注入奈米孔洞 20 中，如第 2(c)圖所示，以形成一組半導體奈米線 22，其壓鑄方式可為液壓、油壓或氣壓方式，而壓力範圍在 $1\sim 20000$ 公斤/平方公分之間，此半導體奈米線 22 若為合金奈米線，因為是由液相直接固化形成，所以奈米線之合金組成能夠準確的控制，且奈米線的尺寸均一，填充率高又能保持良好的表面形貌；最後如第 2(d)圖所示，用濕式蝕刻化學法將基板 20 去除，就可以得到一半導體奈米線陣列 24。以上製程中，若半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液，且 P 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 P 型半導體材料，則半導體奈米線 22 為 P 型半導體奈米線，半導體奈米線陣列 24 為 P 型半導體奈米線陣列；若半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液，且 N 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 N 型半導體材料，則半導體奈米線 22 為 N 型半導體奈米線，半導體奈米線陣列 24 為 N 型半導體奈米線陣列。

除了上述實施例，本發明提供另一實施例，請參閱第 3(a)圖至第 3(f)圖，其係為本發明另一製作半導體奈米線陣列之各步驟示意圖，首先如第 3(a)圖所示，提供至少一鋁基板 26，接著如第 3(b)圖所示，在鋁基板 26 上先後形成第一氧化層 27 與第二氧化層 28，而第二氧化層 28 具有一組奈米孔洞 30，而第一氧化層 27 與第二氧化層 28 之材料皆為氧化鋁，其中奈米孔洞 30 的外觀呈現一三角形、方形或圓形之陣列排列，而陣列之面積至少為 1 平方微米，另外一組奈米孔洞 30 包含至少一奈米孔洞 30，其中孔洞的直徑在 $1\sim 1000$ 奈米之間，孔洞長度在 100 奈米 ~ 300 微米之間；再來如

第 3(c)圖所示，用濕式蝕刻化學法將鋁基板 26 以及第一氧化層 27(barrier layer, 緻密氧化層)去除，得到具有一組奈米孔洞 30 之模板 32，然而，模板 32 之材料除了可為氧化鋁之外，亦可為氧化鈦、二氧化矽、蛋白石或沸石；之後如第 3(d)圖所示，在模板 32 底部形成厚度在 100 奈米~100 微米之間的基板 34，形成基板 34 的方式可為物理氣相沈積法、化學氣相沈積法、電鍍法、無電鍍法、化學沈積法、熱浸鍍法或蒸鍍法，而基板 34 的材料可為熔點高於鋁的金屬材料或陶瓷材料，金屬材料可為鎳、鈦、銅或不鏽鋼，

因為液體必須克服管洞的表面壓力才能注入其內，所以此製程必須在真空值範圍在 $100\sim 10^{-7}$ 托耳的環境下用壓鑄方式將半導體之熔融金屬液注入奈米孔洞 30 中，如第 3(e)圖所示，以形成一組半導體奈米線 36，其壓鑄方式可為液壓、油壓或氣壓方式，而壓力範圍在 1~20000 公斤/平方公分之間，此半導體奈米線 36 若為合金奈米線，因為是由液相直接固化形成，所以奈米線之合金組成能夠準確的控制，且奈米線的尺寸均一，填充率高又能保持良好的表面形貌；最後如第 3(f)圖所示，用濕式蝕刻化學法將基板 34 去除，就可以得到半導體奈米線陣列 38。以上製程中，若半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液，且 P 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 P 型半導體材料，則半導體奈米線 36 為 P 型半導體奈米線，半導體奈米線陣列 38 為 P 型半導體奈米線陣列；若半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液，且 N 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 N 型半導體材料，則半導體奈米線 36 為 N 型半導體奈米線，半導體奈米線陣列 38 為 N 型半導體奈米線陣列。

請參閱第 4(a)圖至第 4(b)圖，其係為本發明製作奈米熱電元件之各步驟示意圖，此製程可接續上述任何一種製程所製作出來的半導體奈米線陣列進行組合；而上述製程說明，當半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液時，則半導體奈米線為 N 型半導體奈米線 40，當半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液時，則半導體奈米線為 P 型半導體奈米線 42，因此可於 N 型半導體奈米線陣列 48 與 P 型半導體奈米線陣列 50 上下分別形成一導電膠，如第 4(a)圖所示，用一金屬導體 44 透過導電膠分別和 N 型半導體奈米線陣列 48 與 P 型半導體奈米線陣列 50 以串聯方式連結，其中金屬導體 44 可為線狀、柱狀、片狀或塊狀，而其材質可為金、銅、銀、鋁、錫鉛合金或錫銀銅合金；接著如第 4(b)圖所示，在金屬導體 44 上設置一層絕緣平板 46，用來隔離其他電性作用，如此一來，熱電元件就製造完成。

由於世界各國對化石燃料過度的依賴，空氣污染以及石油、能源危機逐漸浮現，目前世界各國正加緊腳步增加研究經費於能源/燃料替代用品的研究，除了替代能源的研發外，如何節約能源也是另一個重要的課題，因此利用熱電材料進行廢熱回收的技術吸引了許多研究者的注意，以目前國內產業界成熟的技術水準，有其技術移轉及實施授權之潛在價值，而近年來有研究發現，熱電材料製成奈米線之後，具有較高的席貝克(Seebeck)值與熱電優值，且 PN 串聯的元件，其熱電轉換效率也比單一種熱電材料來的高，本發明所提出的奈米熱電元件由於尺寸小，不但可以直接整合在半導體或光電封裝中，以實現局部冷卻的功能，亦可藉由汲取足夠能量來達成

發電的目的，再加上製程簡單，很適合量產製造奈米熱電元件。

綜上所述，本發明不但可以製造具有 P 型及 N 型熱電奈米線之熱電元件，而該熱電元件有較高的熱電轉換效率，另外還可以選擇不同的基板來製作奈米孔洞結構，適合用於製造高熔點之奈米線材。

以上所述者，僅為本發明一較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，故舉凡依本發明申請專利範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為先前技術之熱電材料發電示意圖。

第 2(a)圖至第 2(d)圖為本發明製作半導體奈米線陣列之各步驟示意圖。

第 3(a)圖至第 3(f)圖為本發明另一製作半導體奈米線陣列之各步驟示意圖。

第 4(a)圖至第 4(b)圖為本發明製作奈米熱電元件之各步驟示意圖。

【主要元件符號說明】

10 P 型半導體	12 N 型半導體
14 外部負載	16 模板
18 奈米孔洞	20 基板
22 半導體奈米線	24 半導體奈米線陣列
26 鋁基板	27 第一氧化層
28 第二氧化層	30 奈米孔洞
32 模板	34 基板
36 半導體奈米線	38 半導體奈米線陣列
40 N 型半導體奈米線	42 P 型半導體奈米線

44 金屬導體

46 絕緣平板

48 N型半導體奈米線陣列

50 P型半導體奈米線陣列

十、申請專利範圍：

1. 一種奈米熱電裝置的製造方法，包含下列步驟：

(A) 提供至少一模板，而該模板具有一組奈米孔洞；

(B) 在該模板底部形成一第一基板；

(C) 在真空的環境下用壓鑄方式將一半導體之熔融金屬液注入該組奈米孔洞中，以形成一組半導體奈米線；以及

(D) 去除該第一基板，以得到一半導體奈米線陣列。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液，該半導體奈米線為 P 型半導體奈米線，該半導體奈米線陣列為 P 型半導體奈米線陣列。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液，該半導體奈米線為 N 型半導體奈米線，該半導體奈米線陣列為 N 型半導體奈米線陣列。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，更包含下列步驟：

(E) 利用一金屬導體以串聯方式連結至少二該半導體奈米線陣列；以及

(F) 在該金屬導體上設置一層絕緣平板。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中步驟 (A) 包含下列步驟：

(A1) 提供至少一第二基板；

(A2) 在該第二基板上先後形成一第一氧化層與一第二氧化層，而該第二氧化層具有該組奈米孔洞；以及

(A3) 去除該第二基板與該第一氧化層，以得到具有該組奈米孔洞之該模板。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第二基板為鋁基板。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一氧化層與該第二氧化層為氧化鋁。

8. 如申請專利範圍第 5 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中去除該第二基板與該第一氧化層的方式為濕式蝕刻化學法。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該模板之材料可為氧化鋁、氧化鈦、二氧化矽、蛋白石或沸石。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中形成該第一基板的方式可為物理氣相沈積法、化學氣相沈積法、電鍍法、無電鍍法、化學沈積法、熱浸鍍法或蒸鍍法。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一基板的材料可為熔點高於鋁的金屬材料或陶瓷材料。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬材料可為鎳、鈦、銅或不鏽鋼。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一基板的厚度在 100 奈米~100 微米之間。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組奈米孔洞的孔洞直徑在 1~1000 奈米之間。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組奈米孔洞的孔洞長度在 100 奈米~300 微米之間。
16. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組奈米孔洞至少包含一孔洞。
17. 如申請專利範圍第 2 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該 P 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 P 型半導體材料。
18. 如申請專利範圍第 3 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該 N 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 N 型半導體材料。
19. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該壓鑄方式可為液壓、油壓或氣壓方式。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該壓鑄方式之壓力範圍在 1~20000 公斤/平方公分之間。
21. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該真空環境下的真空值範圍在 $100\sim 10^{-7}$ 托耳。
22. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組奈米孔洞的外觀呈現一陣列排列。
23. 如申請專利範圍第 22 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該陣列可為三角形、方形或圓形。
24. 如申請專利範圍第 22 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該陣列之面積至少為 1 平方微米。
25. 如申請專利範圍第 4 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬

導體可為線狀、柱狀、片狀或塊狀。

26. 如申請專利範圍第 4 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬導體可為金、銅、銀、鋁、錫鉛合金或錫銀銅合金。

27. 如申請專利範圍第 1 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中去除該第一基板的方式為濕式蝕刻化學法。

28. 如申請專利範圍第 4 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中可在該半導體奈米線陣列上形成一導電膠，使該金屬導體透過該導電膠與該半導體奈米線陣列連結。

29. 一種奈米熱電裝置的製造方法，包含下列步驟：

(A) 提供一第一模板與一第二模板，而該第一模板與該第二模板分別具有一組第一奈米孔洞與一組第二奈米孔洞；

(B) 在該第一模板與該第二模板的底部分別形成一第一基板與一第二基板；

(C) 在真空的環境下用壓鑄方式將一第一型半導體之熔融金屬液注入該組第一奈米孔洞中，以形成一組第一型半導體奈米線，而一第二型半導體之熔融金屬液注入該組第二奈米孔洞中，以形成一組第二型半導體奈米線；以及

(D) 去除該第一基板與該第二基板，以得到一第一型半導體奈米線陣列與一第二型半導體奈米線陣列。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，更包含下列步驟：

(E) 利用一金屬導體以串聯方式依序連結至少一該第一型半導體奈米線陣列與至少一該第二型半導體奈米線陣列；以及

(F) 在該金屬導體上設置一層絕緣平板。

31. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中當該第一型半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液時，該第二型半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液，當該第一型半導體奈米線為 N 型半導體奈米線時，該第二型半導體奈米線為 P 型半導體奈米線，當該第一型半導體奈米線陣列為 N 型半導體奈米線陣列時，該第二型半導體奈米線陣列為 P 型半導體奈米線陣列。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中當該第一型半導體之熔融金屬液為 P 型半導體之熔融金屬液時，該第二型半導體之熔融金屬液為 N 型半導體之熔融金屬液，當該第一型半導體奈米線為 P 型半導體奈米線時，該第二型半導體奈米線為 N 型半導體奈米線，當該第一型半導體奈米線陣列為 P 型半導體奈米線陣列時，該第二型半導體奈米線陣列為 N 型半導體奈米線陣列。

33. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中其中步驟 (A) 包含下列步驟：

(A1) 提供至少一第三基板與一第四基板；

(A2) 在該第三基板上先後形成一第一氧化層與一第二氧化層，該第四基板上先後形成一第三氧化層與一第四氧化層，而該第二氧化層與該第四氧化層分別具有該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞；以及

(A3) 去除該第三基板與該第一氧化層，以及該第四基板與該第三氧化層，以得到分別具有該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞之該第一模板與該第二模板。

34. 如申請專利範圍第 33 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第三基板與該第四基板為鋁基板。

35. 如申請專利範圍第 33 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一氧化層、該第二氧化層、該第三氧化層與該第四氧化層為氧化鋁。

36. 如申請專利範圍第 33 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中去除該第三基板與該第一氧化層，以及該第四基板與該第三氧化層的方式為濕式蝕刻化學法。

37. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一模板與該第二模板之材料可為氧化鋁、氧化鈦、二氧化矽、蛋白石或沸石。

38. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中形成該第一基板與該第二基板的方式可為物理氣相沈積法、化學氣相沈積法、電鍍法、無電鍍法、化學沈積法、熱浸鍍法或蒸鍍法。

39. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一基板與該第二基板的材料可為熔點高於鋁的金屬材料或陶瓷材料。

40. 如申請專利範圍第 39 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬材料可為鎳、鈦、銅或不鏽鋼。

41. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該第一基板與該第二基板的厚度在 100 奈米~100 微米之間。

42. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞的孔洞直徑在 1~1000 奈米之間。

43. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞的孔洞長度在 100 奈米~300 微米之間。

44. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞各至少包含一孔洞。

45. 如申請專利範圍第 31 項或第 32 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該 P 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 P 型半導體材料。

46. 如申請專利範圍第 31 項或第 32 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該 N 型半導體之熔融金屬液為二元以上的 N 型半導體材料。

47. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該壓鑄方式可為液壓、油壓或氣壓方式。

48. 如申請專利範圍第 47 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該壓鑄方式之壓力範圍在 1~20000 公斤/平方公分之間。

49. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該真空環境下的真空值範圍在 $100\sim 10^{-7}$ 托耳。

50. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該組第一奈米孔洞與該組第二奈米孔洞呈現一陣列排列。

51. 如申請專利範圍第 50 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該陣列可為三角形、方形或圓形。

52. 如申請專利範圍第 50 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該陣列

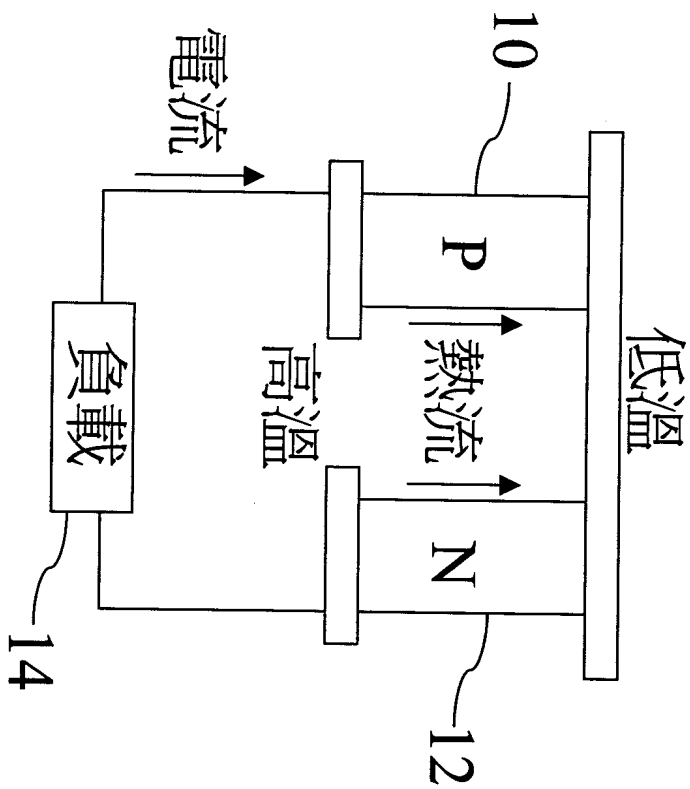
之面積至少為 1 平方微米。

53. 如申請專利範圍第 30 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬導體可為線狀、柱狀、片狀或塊狀。

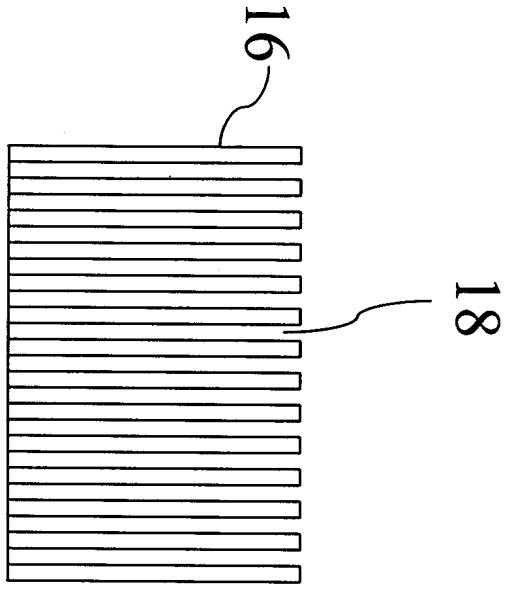
54. 如申請專利範圍第 30 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中該金屬導體可為金、銅、銀、鋁、錫鉛合金或錫銀銅合金。

55. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中去除該第一基板與該第二基板的方式為濕式蝕刻化學法。

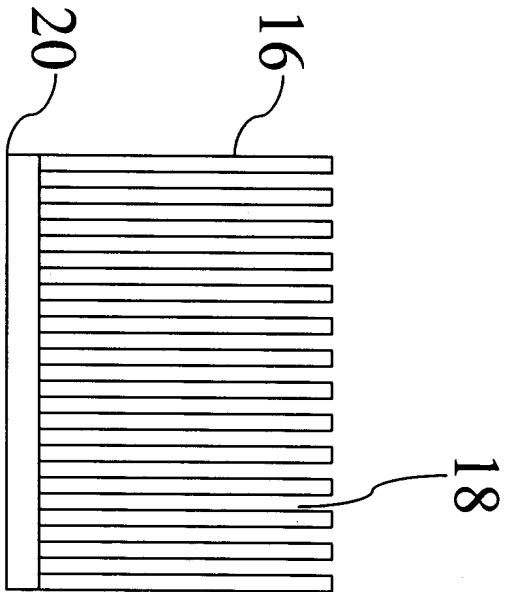
56. 如申請專利範圍第 29 項所述之奈米熱電裝置的製造方法，其中可在該第一型半導體奈米線陣列以及該第二型半導體奈米線陣列上形成一導電膠，使該金屬導體透過該導電膠分別與該第一型半導體奈米線陣列以及該第二型半導體奈米線陣列連結。



第1圖(先前技術)

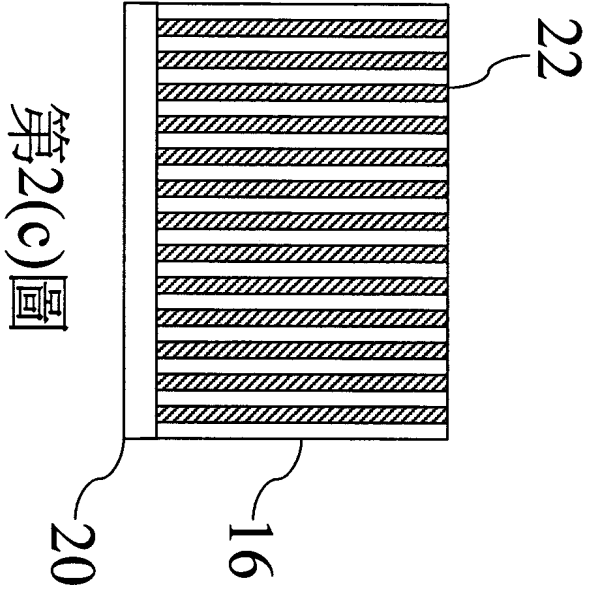


第2(a)圖

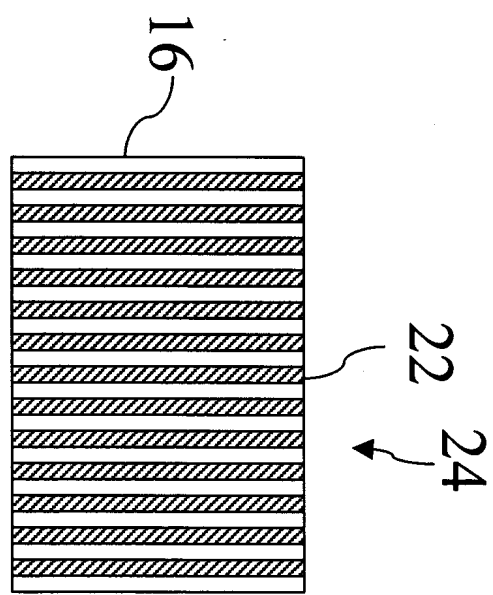


第2(b)圖

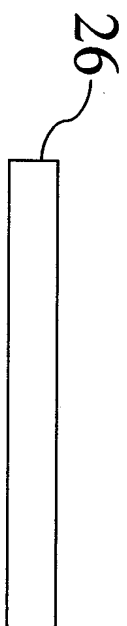




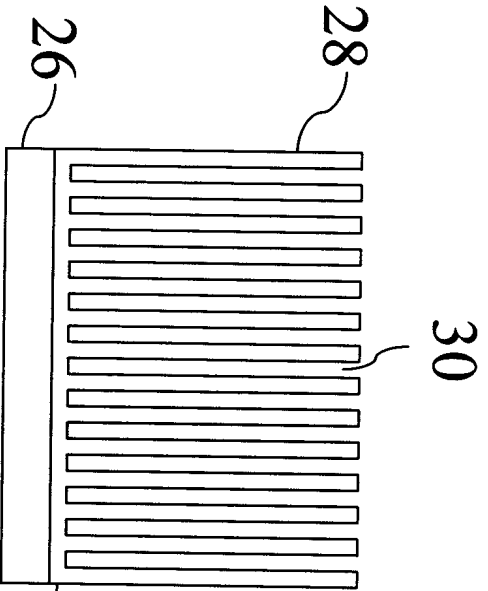
第2(c)圖



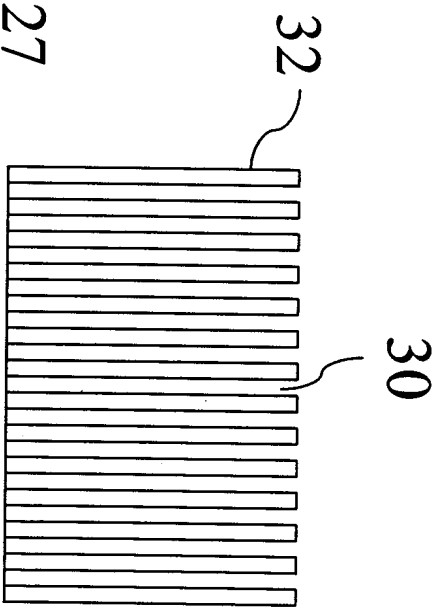
第2(d)圖



第3(a)圖

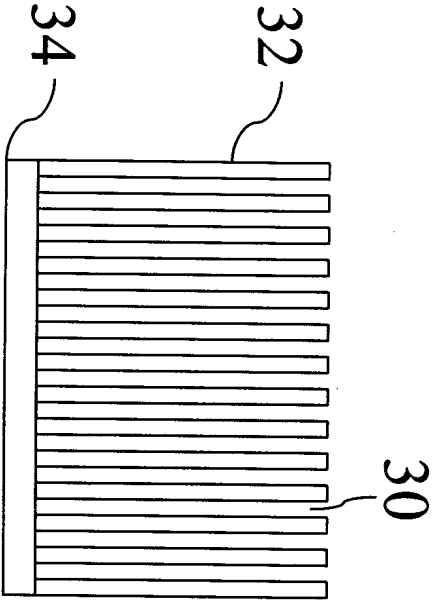


第3(b)圖

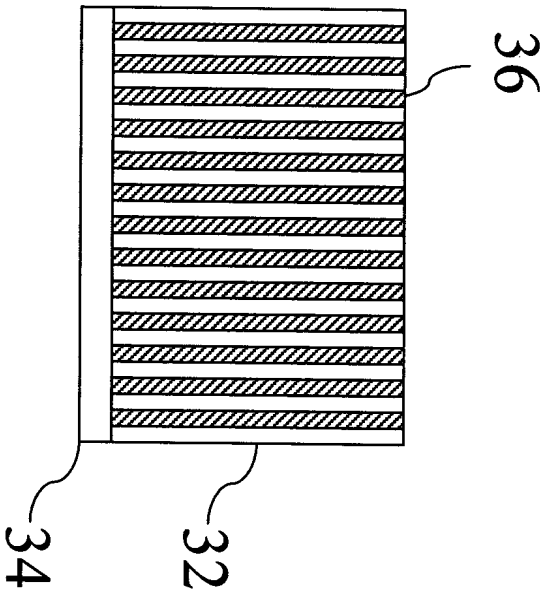


第3(c)圖



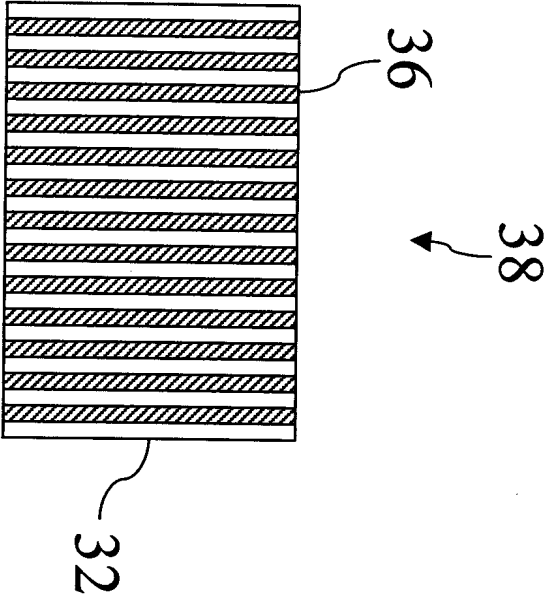


第3(d)圖

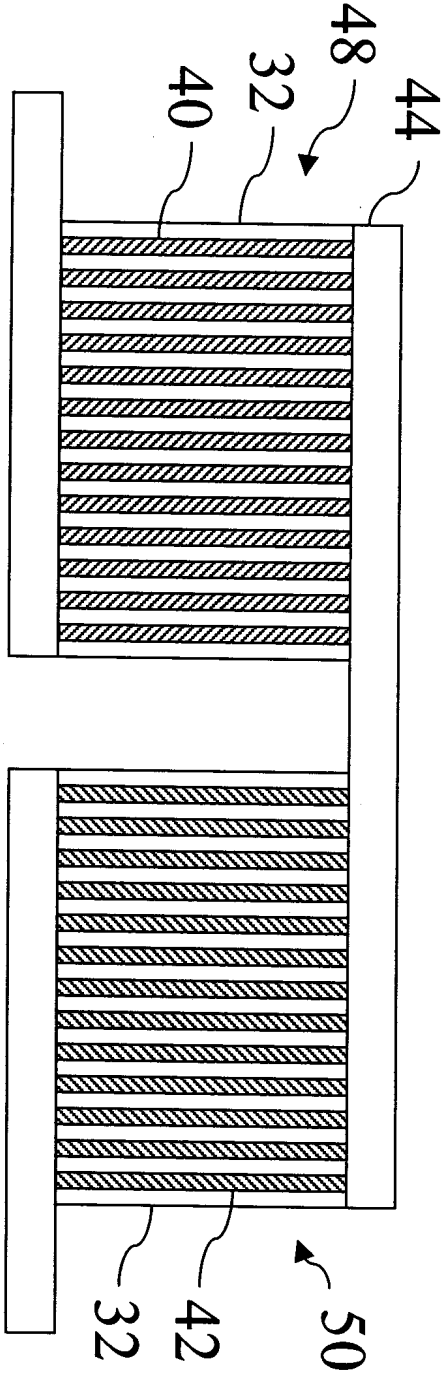


第3(e)圖

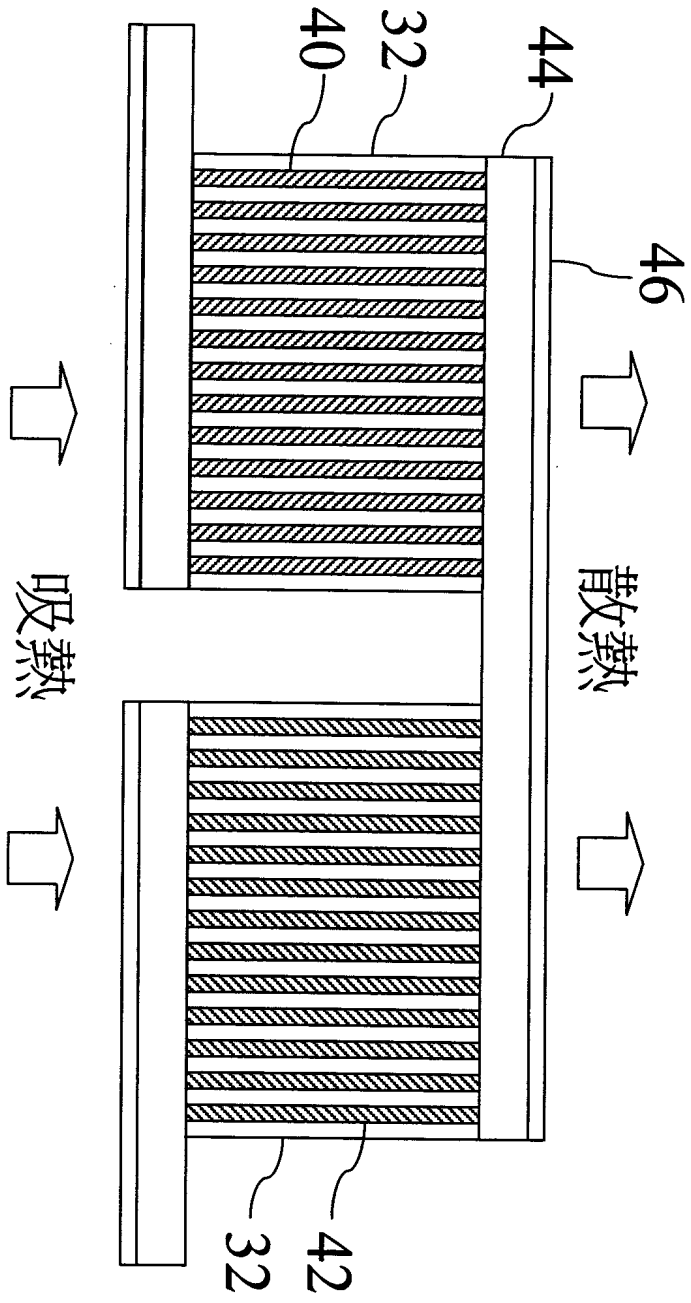




第3(f)圖



第4(a)圖



第4(b)圖