



(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 201937764 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 16 日

(21) 申請案號：108106596

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 26 日

(51) Int. Cl. : H01L35/02 (2006.01)

H01L35/24 (2006.01)

(30) 優先權：2018/02/28 日本

2018-034143

(71) 申請人：日商 G C E 研究開發有限公司 (日本) GCE INSTITUTE INC. (JP)

日本

國立研究開發法人產業技術綜合研究所 (日本) NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (JP)

日本

(72) 發明人：後藤博史 GOTO, HIROSHI (JP)；坂田稔 SAKATA, MINORU (JP)；前田龍太郎
MAEDA, RYUTARO (JP)；魯健 LU, JIAN (CN)

(74) 代理人：桂齊恆；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：8 共 29 頁

(54) 名稱

熱電元件、熱電裝置、及熱電元件的形成方法

(57) 摘要

[問題]本發明提供一種易於形成、可得到穩定特性的熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的製造方法。

[解決手段]一種將熱能轉換為電能的熱電元件(10)，其特徵在於，其具備：第 1 電極部(3)；第 2 電極部(4)，該第 2 電極部(4)具有與上述第 1 電極部(3)不同的功函數，與上述第 1 電極部(3)間隔地配置在第 1 基板(1)的同一面上；和中間部(5)，該中間部(5)設置於上述第 1 電極部(3)與上述第 2 電極部(4)之間並包含納米顆粒。

指定代表圖：

符號簡單說明：

3 . . . 第 1 電極部

4 . . . 第 2 電極部

5 . . . 中間部

6 . . . 絕緣部

10 . . . 熱電元件

100 . . . 熱電裝置

101 . . . 第 1 配線

102 . . . 第 2 配線

104 . . . 端子

105 . . . 端子

R . . . 負載

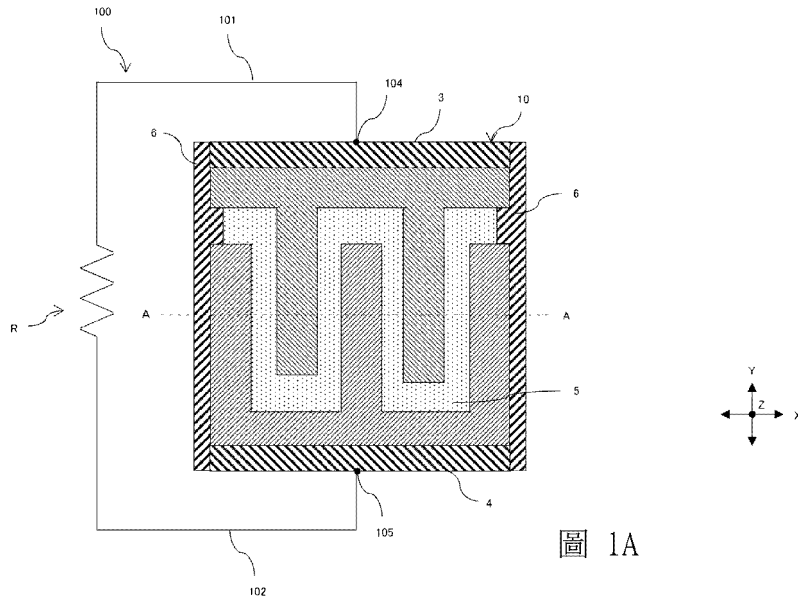


圖 1A

【發明說明書】

【中文發明名稱】 熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的形成方法

【技術領域】

【0001】 本發明涉及將熱能轉換為電能的熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的形成方法。

【先前技術】

【0002】 近年來，正在積極地進行利用熱能(絕對溫度)生成電能的熱電元件的開發。特別是，關於利用了電極部所具有的功函數的差異的電能生成，例如提出了專利文獻1所公開的熱電元件等。與利用對電極提供的溫度差來生成電能的構成相比，這種熱電元件在各種各樣的用途中的應用受到期待。

【0003】 在專利文獻1中公開了一種熱電元件，其具備發射電極部、集電極部和電絕緣性的球狀納米珠，該球狀納米珠分散配置於上述發射電極部和上述集電極部的表面，以亞微米間隔將上述發射電極部和上述集電極部分隔，上述發射電極部的功函數小於上述集電極部的功函數，上述球狀納米珠的粒徑為100nm以下。

【0004】 現有技術文獻

專利文獻：

專利文獻1：日本專利第6147901號公報【發明內容】

【0005】 發明所要解決的問題：

此處，在將熱電元件作為熱電裝置使用的情況下，為了提高所得到的電流或電壓，要求將電極部分層積的構成(層積體)。但是，在電極部分串聯連接而成的層積體中，電極部分即使在一處發生短路，也可能引起異常發熱等。因此，在將電極部分層積的構成中，特性不穩定令人擔憂。

【0006】 此外，現有的使用了上述球狀納米珠顆粒的熱電元件的電極結構中，由兩個電極面構成微細的間隙，並利用微小間隔物或納米珠糖調整了微小間隙量。在這種現有的間隙結構中，微小間隙的形成由間隔物的高度精度決定、或者電極面內的間隙的均勻化依賴於電極面精度，因此難以形成。

【0007】 此外，由於難以按照設計來設定間隙，因此會導致輸出穩定的下降，由於製造工藝的複雜性，會導致工藝成本增加，實用性存在問題。

【0008】 因此，本發明是鑒於上述問題而想出的，其目的在於提供一種易於形成、可得到穩定特性的熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的形成方法。

【0009】 用於解決問題的手段

第1發明的熱電元件為一種將熱能轉換為電能的熱電元件，其特徵在於，其具備：第1電極部；第2電極部，該第2電極部具有與上述第1電極部不同的功函數，與上述第1電極部間隔地配置在第1基板的同一面上；和中間部，該中間部設置於上述第1電極部與上述第2電極部之間並包含納米顆粒。

【0010】 第2發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明中，上述第1電極部和上述第2電極部各自為梳齒狀的形狀。

【0011】 第3發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明中，上述第1電極部和上述第2電極部各自為旋渦狀或環狀的形狀。

【0012】 第4發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第3發明的任1項中，上述第1電極部與上述第2電極部之間的第1距離為 $10\mu\text{m}$ 以下，上述納米顆粒的直徑為上述第1距離的 $1/10$ 以下。

【0013】 第5發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第4發明的任1項中，上述納米顆粒具有設置於表面的、與納米顆粒為不同材料的覆膜，上述覆膜的厚度為 0.2nm 以上 5.0nm 以下。

【0014】 第6發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第5發明的任1項中，上述納米顆粒具有上述第1電極部的功函數與上述第2電極部的功函數之間的功函數。

【0015】 第7發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第6發明的任1項中，上述中間部包含具有60°C以上的沸點的溶劑。

【0016】 第8發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第7發明的任1項中，上述中間部為僅填充有上述納米顆粒的狀態。

【0017】 第9發明的熱電元件的特徵在於，在第1發明～第7發明的任1項中，上述中間部進一步具有與該中間部接觸的第2基板和絕緣部。

【0018】 第10發明的熱電裝置為一種將熱能轉換為電能的熱電裝置，其特徵在於，具備與上述第1電極部和上述第2電極部電連接的第1配線和第2配線，該熱電裝置分別具有：第1電極部；第2電極部，該第2電極部具有與上述第1電極部不同的功函數，與上述第1電極部間隔地配置在第1基板的同一面上；和中間部，該中間部設置於上述第1電極部與上述第2電極部之間並包含納米顆粒，並具備與上述第1電極部和第2電極部電連接的第1配線和第2配線。

【0019】 第11發明的熱電裝置的特徵在於，在第10發明中，上述第1電極部和上述第2電極部各自為梳齒狀的形狀。

【0020】 第12發明的熱電裝置的特徵在於，在第10發明中，上述第1電極部和上述第2電極部各自為旋渦狀或環狀的形狀。

【0021】 第13發明的熱電裝置的特徵在於，在第10發明～第12發明的任1項中，上述中間部具有與該中間部接觸的第2基板和絕緣部。

【0022】 第14發明的熱電元件的形成方法為將熱能轉換為電能的熱電元件的形成方法，其特徵在於，其具備下述工序：第1工序，在第1基板上形成第1電極；第2工序，形成第2電極部，該第2電極部具有與上述第1電極部不同的

功函數，與上述第1電極部間隔地配置在上述第1基板的同一面上；和第3工序，形成中間部，該中間部設置於上述第1電極部與上述第2電極部之間並包含納米顆粒。

【0023】 第15發明的熱電元件的形成方法為在第14發明中將熱能轉換為電能的熱電元件的形成方法，其特徵在於，上述第1工序和上述第2工序中，將上述第1電極部和上述第2電極部各自形成為梳齒狀。

【0024】 第16發明的熱電元件的形成方法為在第14發明中將熱能轉換為電能的熱電元件的形成方法，其特徵在於，將上述第1電極部和上述第2電極部各自形成為旋渦狀或環狀。

【0025】 第17發明的熱電元件的形成方法的特徵在於，在第14發明～第16發明的任1項中，上述第3工序在上述第1工序、上述第2工序之後進行，該形成方法進一步具有形成與上述中間部接觸的第2基板和絕緣部的形成工序。

【0026】 發明的效果

根據第1發明～第9發明，具有第1電極部和第2電極部在第1基板的同一面上為薄且大面積的形狀的構成。由此，能夠準確且簡單地製造電極間の間隙量，能夠按照設計設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。因此，易於形成，能夠實現穩定的特性。

【0027】 此外，由於在同一第1基板上形成電極，因此在溫度變化時電極間の間隙也不發生變化而能夠恒定，由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸出特性。另外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0028】 特別是，根據第2發明和第3發明，具有第1基板的同一面上的電極部的形狀為梳形、旋渦狀或環狀的熱電元件的構成。因此，能夠通過第1基板的面積、電極部的組合而形成最佳的構成。由此，根據設置部位、用途，能

夠得到高效、穩定的特性。能夠準確且簡單地製造電極間間隙量，能夠按照設計值設定熱電元件的特性。此外，還能將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。

【0029】 特別是，根據第9發明，具有中間部填充有納米顆粒、利用絕緣部將中間部封閉的熱電元件的構成。因此，能夠抑制電極、納米顆粒的劣化。由此，能夠得到穩定的特性。

【0030】 根據第10發明～第13發明，具有第1電極部和第2電極部在第1基板同一面上為薄且大面積的形狀的構成。由此，能夠準確且簡單地製造電極間間隙量，能夠按照設計值設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制為較低。因此，易於形成，能夠實現穩定的特性。

【0031】 根據第10發明～第13發明，具有第1電極部和第2電極部在第1基板同一面上為薄且大面積的形狀的構成，並可以自由地配置與第1電極部和第2電極部電連接的第1配線和第2配線。由此，根據設置部位、用途，能夠得到高效、穩定的設計和特性。此外，能夠準確且簡單地製造電極間間隙量，能夠按照設計值設定熱電元件的特性。另外，還能將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0032】 特別是，根據第11發明和第12發明，具有第1基板同一面上的電極部的形狀為梳形、旋渦狀或環狀的熱電裝置的構成。因此，能夠通過第1基板的面積、電極部的組合而形成最佳的構成。由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸出特性。另外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0033】 特別是，根據第13發明，具有中間部填充有納米顆粒、並利用絕緣部將中間部封閉的熱電裝置的構成。由此，能夠準確且簡單地製造電極間

的間隙量，能夠按照設計設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。

【0034】 根據第14發明和第17發明，在第1基板上形成第1電極，之後，使具有與第1電極部不同的功函數的第2電極與第1電極部間隔地配置在基板的同一面上，並形成中間部。由此，能夠準確且簡單地製造電極間的間隙量，能夠按照設計設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。因此，易於形成，能夠實現穩定的特性。

【0035】 另外，由於根據各電極部的形狀、數量(在梳齒狀的情況下為梳齒的根數，在旋渦狀或環狀的情況下為環或旋渦的圈數)，使熱電元件在同一第1基板上形成電極，因此在溫度變化時電極間的間隙也不發生變化而能夠恒定。由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸出特性。另外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【圖式簡單說明】

【0036】

圖1A是示出實施方式中的梳齒狀的熱電元件和熱電裝置的構成的一例的圖1B中的B-B的示意性截面圖，圖1B是圖1A中的A-A的示意性截面圖。

圖2A是示出中間部的一例的示意性截面圖，圖2B是示出中間部的另一例的示意性截面圖。

圖3是示出實施方式中的熱電元件的製造方法的一例的流程圖。

圖4是示出本實施方式中的熱電元件的製造方法的第1例(梳齒狀)的流程圖。

圖5是示出本實施方式中的熱電元件的製造方法的第2例的流程圖。

圖6A～圖6F是示出本實施方式中的熱電元件的製造方法的第1變形例的示意性截面圖。

圖7A～圖7E是示出本實施方式中的熱電元件的製造方法的第2變形例的示意性截面圖。

圖8A是示出實施方式中的旋渦狀的熱電元件和熱電裝置的構成的一例的圖8B中的B-B的示意性截面圖，圖8B是圖8A中的A-A的示意性截面圖。圖8C是示出實施方式中的環狀的熱電元件和熱電裝置的構成的一例的圖8D中的B-B的示意性截面圖，圖8D是圖8C中的A-A的示意性截面圖。

【實施方式】

【0037】 下面參照附圖對本發明的實施方式中的熱電元件和熱電裝置的一例進行說明。需要說明的是，各圖中，將各基板、各電極部等進行層積的方向設為層積方向Z，將與層積方向Z交叉的方向分別設為第1方向X和第2方向Y。

【0038】 (熱電元件10、熱電裝置100的構成)

參照圖1A及圖1B，對本實施方式中的熱電元件10和熱電裝置100的構成的一例進行說明。圖1A是示出本實施方式中的梳齒狀的熱電元件10和熱電裝置100的示意性截面圖，圖1A是圖1B中的B-B的示意性俯視截面圖。

【0039】 圖1B是示出本實施方式中的梳齒狀的熱電元件10和熱電裝置100的示意性截面圖，是圖1A中的A-A的示意性俯視截面圖。

【0040】 如圖1A及圖1B所示，熱電裝置100將熱電元件10中生成的電流供給至與第1配線101和第2配線102連接的負載R。熱電裝置100除了應用於例如太陽能發電以外，還可以設置在例如IoT(Internet of Things，物聯網)器件、可穿戴設備等移動設備或自容式傳感終端內，作為電池的替代或輔助來使用。

【0041】 熱電元件10能夠將以例如電子器件的CPU(Central Processing Unit，中央處理器)、汽車的發動機、工廠的生產設備等為熱源而產生的熱能轉換為電能而生成電流。熱電元件10形成于作為基底的第1基板上，例如具備陽極(第1電極部3：例如鋁)和陰極(第2電極部4：例如鉑)，例如進一步具備中間部5和絕緣部6。

【0042】 <基板>

基板成為熱電元件10的基底，具有平面的形狀，在其平面上形成多個電極。基板具有作為熱電元件10的基座的下側的第1基板1和作為蓋的上側的第2基板2這兩片基板。在該下側的第1基板1與上側的第2基板2之間配置第1電極部3、第2電極部4和中間部5。在該中間部5中填充納米顆粒。該基板優選除了具有絕緣性以外，還具有例如平滑性、耐熱性或低熱膨脹性等優異的特性。第1基板1和第2基板2例如為薄板狀的矽或玻璃、或者使用了樹脂(聚醯亞胺)等材料的膜狀，作為材料，除了使用PET(polyethylene terephthalate，聚對苯二甲酸乙二醇酯)、PC(polycarbonate，聚碳酸酯)或聚醯亞胺以外，還可以使用例如單晶矽、玻璃。基板的形狀可以為正方形、長方形、以及圓盤狀。

【0043】 <熱電元件>

熱電元件10配置在第1基板1的上表面方向Y。關於熱電元件10的原材料，作為一例，陽極電極使用鋁(Al)、陰極電極使用鉑(Pt)，由此各自形成電極。熱電元件10(第1電極部3、第2電極部4)與多個配線(配線101、配線102)連接。

【0044】 根據本實施方式，第1電極部3和第2電極部4各自具有梳齒狀的形狀，以相互間隔地相鄰的狀態配置於第1基板1的同一平面上。在圖1A中，第1電極部3的梳齒為2根、第2電極部4的梳齒為3根，該梳齒的根數在第1電極部3和第2電極部4中可以不為相同數。

【0045】 此外，在圖1B中，示出了第1電極部3和第2電極部4的第1方向X的高度一致的例子，但這些高度並不需要均一，第1電極部3各自的高度、第2電極部4各自的高度也可以存在差異。優選該第1電極部3與第2電極部4的間隔(間隙)相對於第1基板1的面積較窄。

【0046】 熱電元件10在被提供熱能時，從第1電極部3和第2電極部4向中間部5放出熱電子。被放出的熱電子通過分散於中間部5內的納米顆粒被傳輸到第1電極部3或第2電極部4。

【0047】 <配線>

配線101和102與形成於第1基板1上的熱電元件10連接，從熱電元件10的端子(端子104、端子105)向第2方向Y延伸。配線和端子優選除了具有導電性以外，還具有例如埋入性、耐熱性或低熱膨脹性等優異的特性。作為配線，可以使用例如鎳、銅、銀、金、鎢或鈦。

【0048】 <電極部>

第1電極部3和第2電極部4形成於第1基板1的上表面，第1電極部3和第2電極部4是電隔離的。在第1方向X和第2方向Y上，第1電極部3和第2電極部4的厚度例如為1nm以上50nm以下。第1電極部3與第2電極部4之間的距離(第1距離：電極間間隙)例如為10 μ m以下、優選為10nm以上100nm以下。

【0049】 第1電極部3具有與第2電極部4的功函數不同的功函數。本實施方式中，第1電極部3的功函數小於第2電極部4的功函數。需要說明的是，本實施方式中，使第1電極部3為陰極(陰極：-)、使第2電極部4為陽極(陽極：+)來進行說明，但也可以使第1電極部3為陽極、使第2電極部4為陰極。該情況下，第1電極部3的功函數大於第2電極部4的功函數。

【0050】 例如，在使用鎢(功函數：4.55eV)作為第1電極部3時，使用鉑(功函數：5.65eV)作為第2電極部4。例如，作為第1電極部3和第2電極部4，除

了鋁、鈦以外，也可以使用多層膜，可以根據功函數任意選擇所使用的材料。需要說明的是，第1電極部3和第2電極部4的形成可以通過進行金屬材料的蒸鍍、濺射、或者油墨化的金屬材料的絲網印刷或噴墨塗布等方法而實現。

【0051】 <中間部>

中間部5在第1電極部3和第2電極部4之間接觸地設置。中間部5包含例如納米顆粒和溶劑。中間部5成為填充有例如分散有納米顆粒的溶劑的狀態。

【0052】 如圖2A所示，中間部5包含例如納米顆粒15和溶劑16。中間部5成為填充有例如分散有納米顆粒15的溶劑16的狀態。例如如圖2B所示，中間部5也可以不包含溶劑16，可以顯示為僅填充有納米顆粒15的狀態。另外，例如如圖1B所示，也可以利用絕緣部6將熱電元件10密封或包圍(圖未示)。

【0053】 <納米顆粒>

參照圖2A，對本實施方式中的熱電元件10和熱電裝置100的構成的一例進行說明。納米顆粒15具有第1電極部3的功函數與第2電極部4的功函數之間的功函數，例如具有3.0eV以上5.5eV以下的功函數。作為納米顆粒15，除了使用例如金和銀中的至少任一種以外，也可以使用例如滿足上述功函數的範圍的材料。

【0054】 作為納米顆粒15，使用例如電極間間隙的1/10以下的粒徑，具體而言，除了使用2nm以上10nm以下的粒徑以外，也可以使用例如平均粒徑(D50)為3nm以上8nm以下的粒徑。需要說明的是，平均粒徑可以通過使用鐳射衍射散射法的細微性分佈計測器(例如MicrotracBEL製造的Nanotrac WaveII-EX150等)進行測定。

【0055】 納米顆粒15具有例如設置於表面的、與納米顆粒為不同材料的覆膜15a。作為該覆膜15a，除了使用例如矽氧化物或氧化鋁等金屬氧化物以

外，也可以使用例如鏈烷硫醇等有機化合物、矽等半導體。覆膜15a的厚度例如為0.2nm以上5.0nm以下。

【0056】 作為溶劑，使用沸點為60°C以上的液體，例如使用有機溶劑和水中的至少任一種。作為有機溶劑，例如使用甲醇、乙醇、甲苯、二甲苯、鏈烷硫醇、十四烷等。

【0057】 根據本實施方式，在對熱電元件10提供熱能時，從第1電極部3和第2電極部4向中間部5放出熱電子e。被放出的熱電子通過分散於中間部5內的納米顆粒15被傳輸到第1電極部3或第2電極部4。

【0058】 此處，放出的熱電子的量取決於各電極部的功函數，顯示出功函數越小的材料放出熱電子越多的傾向。即，從功函數比第2電極部4小的第1電極部3較多地放出熱電子。因此，顯示出下述傾向：在放出到中間部5的全部熱電子中，與從第2電極部4向第1電極部3遷移的熱電子的量相比，從第1電極部3向第2電極部4遷移的熱電子的量更多。由此，將熱能轉換為電能，生成從第2電極部4向第1電極部3的電流。

【0059】 從第1電極部3放出的熱電子的程度主要取決於熱能，除此以外還取決於第1電極部3的功函數和第2電極部4的功函數、以及電極間間隙。因此，通過縮短第1電極部3與第2電極部4之間的距離，能夠增加電能的產生量。

【0060】 特別是，作為第1電極部3，優選由高熔點金屬(refractory metal，難熔金屬)以外的1層構成。此處，高熔點金屬表示鈮、鉬、鉭、鎢、銻。作為第1電極部3，例如使用鋁、矽、六硼化鑷(LaB6)、或石墨烯等碳系材料中的任一種。特別是，鋁的加工性優異，矽的生產率優異，六硼化鑷的功函數小，因此可以根據用途來選擇材料。另外，上述材料均可在高溫下使用。由此，能夠增加電能的產生量。

【0061】 使納米顆粒分散的溶劑16例如利用毛細管現象等被填充至第2基板2與第1電極部3和第2電極部4之間、以及第1電極部3與第2電極部4之間的極小空間，形成中間部5。之後將中間部5密封。該密封中，只要是具有絕緣性的材料即可，例如為與基板等相同種類的材料即可。

【0062】 <絕緣部>

如圖1A和圖1B所示，絕緣部6設置於第1基板不與第1電極部3和第2電極部4接觸的部位，對中間部5中包含的納米顆粒的流出進行密封。在圖1A和圖1B中，在熱電元件10的各第1方向X側的側面具有絕緣部6，但也可以設置於熱電元件10的第1基板的外側或第1電極部3和第2電極部4的配線101、102側(端子側)。

【0063】 需要說明的是，絕緣部6優選為具有絕緣性的材料，例如可以為與基板相同種類的材料。優選具有例如平滑性、耐熱性或低熱膨脹性等優異的特性。例如為薄板狀的矽或玻璃、或者使用了樹脂(聚醯亞胺)等材料的膜狀，作為材料，除了使用PET(polyethylene terephthalate，聚對苯二甲酸乙二醇酯)、PC(polycarbonate，聚碳酸酯)或聚醯亞胺以外，還可以使用例如單晶矽、玻璃。

【0064】 (熱電元件10的製造方法)

接著，參照圖3~圖5、圖6A~6F及圖7A~7E對本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例進行說明。圖3~5是示出本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例的流程圖。圖6A~6F和圖7A~7E是示出本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例的示意性截面圖。

【0065】 如圖3所示，本實施方式中的熱電元件10的製造方法是將熱能轉換為電能的熱電元件的形成方法，其具備下述工序：第1工序(S110)，在第1基板上形成第1電極部；第2工序(S120)，形成第2電極部，該第2電極部具有與上

述第1電極部不同的功函數，與上述第1電極部間隔地形成在上述第1基板的同一面上；和第3工序(S130)，形成中間部，該中間部設置於上述第1電極部與上述第2電極部之間並包含納米顆粒。

【0066】 圖4是本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例，是示出通過兩次工藝分別分開形成兩種金屬的處理的流程圖。圖6A~6F是本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例，是示出通過兩次工藝分別分開形成兩種金屬的處理的示意性截面圖，包括上述S110~S130的各工序。

【0067】 <步驟211~步驟213>

首先，在S211中，形成第1電極部3和第2電極部4的第1基板使用玻璃或矽、或者耐熱性的樹脂基板(聚醯亞胺等)，進行用於形成在第1基板1的表面形成的第1電極部3的準備。

【0068】 接著，在S212中，在第1基板1的上表面，例如通過濺射方法將最初的金屬(作為一例，為鋁)在第1基板1的表面上形成為第1電極部3。其中，將第1基板1設置於特定的設備(腔室：圖未示)中後，形成真空狀態，之後進行注入氬氣等處理，對第1電極部3所使用的作為薄膜原料的鋁進行鋁的薄膜形成的處理。

【0069】 在S213中，對第1基板1進行電極部的圖案描繪(梳齒狀、旋渦狀或環狀等的一對電極部中的一個圖案)、抗蝕劑、曝光等處理，進行顯影和硬膜的處理，將抗蝕劑從未曝光部分除去。

【0070】 之後，使鋁部分露出，將未被抗蝕劑覆蓋的鋁的露出部溶解除去，形成鋁的薄膜後，進行蝕刻處理，按照第1電極部3的形狀(梳齒狀、旋渦狀或環狀)那樣進行加工。之後，進行剝離處理，將蝕刻加工後的第1基板1的表面上的抗蝕劑除去。

【0071】 <步驟214~步驟215>

在S214中，在到S213為止的工序中形成後，例如通過濺射方法將第2金屬(作為一例，為鉑)在形成有第1電極部3的第1基板1的同一面上形成為第2電極部4。本工序中，將蝕刻出第1電極部3的第1基板1設置於特定的設備(腔室：圖未示)中後，形成真空狀態，之後進行注入氫氣等處理，對第2電極部4所使用的作為薄膜原料的鉑進行鉑的薄膜形成的處理。

【0072】 在S215中，進行第1基板1的第2電極部第1電極部3的圖案描繪(梳齒狀、旋渦狀或環狀等的其它一對電極部的剩餘圖案)、抗蝕劑、曝光等處理，進行顯影和硬膜的處理，將抗蝕劑從未曝光部分除去。

【0073】 之後，使鉑部分露出，將未被抗蝕劑覆蓋的金屬的露出部溶解除去，形成鉑鋁的薄膜後，進行蝕刻處理，按照第2電極部4的形狀(梳齒狀、旋渦狀或環狀)那樣進行加工。之後，進行剝離處理，將蝕刻加工後的第1基板1的表面上的抗蝕劑除去。進行這樣的工序，能夠在第1基板1的同一表面上間隔地形成第1電極部3和第2電極部4各自的圖案。

【0074】 <步驟216～步驟218>

接著，形成包含納米顆粒15和溶劑16的中間部5。中間部5形成於由在表面形成的第1電極部3和第2電極部4、第2基板2以及絕緣部6所形成的封閉的空間內。向該空間(中間部5)的微小空間(未填充部分)中填充納米顆粒15，由此形成熱電元件的轉換部。

【0075】 例如，可以將由基板1、2和第1電極部3、第2電極部4以及絕緣部6構成的熱電元件10浸漬到納米顆粒15的原液中，由此利用毛細管現象填充到中間部5的微小空間(未填充部分)中。中間部5從第2方向Y的側面、從未被封閉的特定部位進行填充。

【0076】 並且，在第1電極部3和第2電極部4上各自形成端子(端子104、端子105)，在該各端子(端子104、端子105)上形成各配線(配線104、配線105)。

【0077】 需要說明的是，作為其它形成方法，也可以通過例如半導體元件形成工藝中使用的方法來實現，例如使用絲網印刷法、蝕刻法、噴墨法和鍍覆法中的至少任一種來形成。

【0078】 此處，圖6A～6F是示出圖4的本實施方式中的熱電元件的製造方法的例子的示意性截面圖，包括上述S110～S130的各工序。

【0079】 圖6A～6C相當於圖4的S211～S213的各工序，形成第1基板1，在第1基板1的表面上形成鋁的薄膜，之後形成第1電極部3。該情況下，僅形成電極部中的任一者的圖案。

【0080】 圖6D～6E相當於圖4的S214～S215，在形成有第1電極部3的第1基板1上形成第2電極部4。

【0081】 圖6F相當於圖4的S216～S218的各工序，進行中間部5的形成、用於確保中間部5的微小空間的封閉、納米顆粒15的填充和用於所填充的納米顆粒15的密封的作為封閉的絕緣部6的形成。

【0082】 另外，根據本實施方式，能夠準確且簡單地製造同一面上的電極間の間隙量，能夠按照設計來設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。

【0083】 此外，由於在同一基板上形成各電極部，因而在溫度變化時電極間の間隙也不發生變化而能夠恒定，由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸出特性。此外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0084】 (熱電元件10的製造方法的變形例)

接著，參照圖5對本實施方式中的熱電元件10的製造方法的變形例進行說明。圖5是示出本實施方式中的熱電元件10的製造方法的變形例的流程圖，是示出在用一種金屬形成電極圖案後、用電鍍法形成陽極或陰極的任一者的金屬

的處理的流程圖。圖7A~7E是本實施方式中的熱電元件10的製造方法的一例，是示出在用一種金屬形成電極圖案後、用電鍍法形成陽極或陰極的任一者的金屬的處理的示意性截面圖。

【0085】 <步驟311~步驟313>

首先，在S311中，形成第1電極部3和第2電極部4的基板使用玻璃或矽、或者耐熱性的樹脂基板(聚醯亞胺等)，進行用於形成在第1基板1的表面形成的第1電極部3(或第2電極部4)的準備。

【0086】 接著，在S312中，在第1基板1的上表面，通過濺射方法將最初的金屬(作為一例，為鋁)在第1基板1的表面上形成為第1電極部3。其中，將第1基板1設置於特定的設備(腔室：圖未示)中後，形成真空狀態，之後進行注入氬氣等處理，對第1電極部3所使用的作為薄膜原料的鋁進行鋁的薄膜形成的處理。

【0087】 在S313中，對第1基板1進行電極部的圖案描繪(梳齒狀、旋渦狀或環狀等的一對電極部的2個圖案)、抗蝕劑、曝光等處理，進行顯影和硬膜的處理，將抗蝕劑從未曝光部分除去。此處，用一種金屬形成全部電極部的圖案，在其上覆蓋第2電極部4的金屬，因此在最初的形成中為一對電極部的2個圖案。

【0088】 <步驟314>

首先，在S314中，從已經形成的第1電極部3所形成的全部圖案中，利用電鍍法僅對相當於第2電極部4的部分的部位部分地進行覆膜。

【0089】 進行這樣的工序，能夠利用電鍍法使用另一金屬材料以電學上、結構上均隔離的方式形成在第1基板1的同一表面上形成的第1電極部3中的、僅由第2電極部4形成的部分。

【0090】 <步驟315~步驟317>

接著，形成包含納米顆粒和溶劑的中間部5。中間部5形成於由在表面形成的第1電極部3和第2電極部4、基板2以及絕緣部6所形成的封閉的空間內。向該空間(中間部5)的微小空間(未填充部分)中填充納米顆粒15，由此形成熱電元件的轉換部。

【0091】 例如，可以將由基板1、2和第1電極部3、第2電極部4以及絕緣部6構成的熱電元件10浸漬到納米顆粒15的原液中，由此利用毛細管現象填充到中間部5的微小空間(未填充部分)中。中間部5從第2方向Y的側面、從未被封閉的特定部位進行填充。之後，例如用絕緣材料等覆蓋層積部的側面，由此能夠抑制中間部5的填充不良等。

【0092】 此處，圖7A～圖7E是示出上述圖5的本實施方式中的熱電元件的製造方法的例子的示意性截面圖。

【0093】 圖7A～7C相當於圖5的S311～S313的各工序，形成第1基板1，在第1基板1的表面上以全部的圖案對鋁的薄膜進行濺射處理，之後用第1電極部3一次性地形成全部圖案的電極部。

【0094】 圖7D相當於圖5的S314，對由第1電極部3形成的相當於第2電極部4的部位部分地進行電鍍，形成第2電極部4。圖7E相當於圖5的S315～S318，進行中間部5的形成、用於確保中間部5的微小空間的封閉、納米顆粒15的填充和用於所填充的納米顆粒15的密封的作為封閉的絕緣部6的形成。

【0095】 另外，根據本實施方式，能夠準確且簡單地製造同一面上的電極間の間隙量，能夠按照設計來設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。

【0096】 此外，由於在同一基板上形成各電極部，因而在溫度變化時電極間の間隙也不發生變化而能夠恒定，由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸

出特性。此外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0097】 圖8A和圖8B示出實施方式中的旋渦狀的熱電元件和熱電裝置的構成的一例。圖8A是圖8B中的B-B的示意性截面圖，具備旋渦狀的一對(2根)各電極部，旋渦中的一個為第1電極部3的旋渦狀的圖案，另一個旋渦狀的圖案為第2電極部4。各第1電極部3和第2電極部4間隔地形成為第1基板1的平面狀。中間部5被絕緣部封閉，填充有納米顆粒15。

【0098】 另外，圖8C和圖8D中示出實施方式中的環狀的熱電元件和熱電裝置的構成的一例。圖8C是圖8D中的B-B的示意性截面圖，為直徑不同的環狀圖案的組合。具備各電極部，為了對環狀圖案通電，在環狀的中心成為與直線圖案的組合。向中間部5的內部填充納米顆粒15。為了易於進行納米顆粒的填充，中間部5形成在內部未被封閉、能夠自由往來的圖案。

【0099】 圖8A、8C的旋渦狀或環狀的形狀根據各電極部的形狀、數量(在梳齒狀的情況下為梳齒的根數，在旋渦狀或環狀的情況下為環或旋渦的圈數)，使熱電元件在同一基板上形成電極，因此在溫度變化時電極間の間隙也不發生變化而能夠恒定。由此，在溫度變化時也能得到穩定的輸出特性。另外，各電極部和中間部的形狀的自由度增加，能夠得到高效、穩定的特性。

【0100】 本實施方式中的熱電元件的形成方法具備下述工序：第1工序，在第1基板1的上表面形成第1電極3；第2工序，形成第2電極部4，該第2電極部4具有與上述第1電極部3不同的功函數，與上述第1電極部3間隔地形成在上述第1基板1的同一平面上；和第3工序，形成中間部5，該中間部5設置於上述第1電極部3與上述第2電極部4之間並包含納米顆粒15。

【0101】 並且，上述第1工序和第2工序具備各自以梳齒狀形成上述第1電極部3和上述第2電極部4的工序。另外，上述第1工序和第2工序具備各自以旋

渦狀或環狀形成上述第1電極部3和上述第2電極部4的工序。此外，上述第3工序在上述第1工序、第2工序之後進行，具備與上述中間部5接觸的第2基板和絕緣部6的形成工序。

【0102】 與上述內容同樣地，能夠準確且簡單地製造電極間の間隙量，能夠按照設計來設定熱電元件的特性。因此，能夠將製作多個熱電元件時的性能偏差抑制得較低。因此，易於形成，能夠實現穩定的特性。

【0103】 對本發明的實施方式進行了說明，但實施方式作為示例而提出，並不限定發明的範圍。這些新的實施方式可以以其它各種方式來實施，可以在不脫離發明主旨的範圍內進行各種省略、置換、變更。這些實施方式及其變形包含在發明範圍及主旨中，並且包含在權利要求書所記載的發明及其等價物的範圍中。

【符號說明】

【0104】

1	第1基板
2	第2基板
3	第1電極部
4	第2電極部
5	中間部
6	絕緣部
10	熱電元件
15	納米顆粒
15a	覆膜
16	溶劑
100	熱電裝置

101	第1配線
102	第2配線
104	端子
105	端子
R	負載
X	第1方向
Y	第2方向
Z	層積方向
e	熱電子



201937764

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的形成方法**【中文】**

[問題]本發明提供一種易於形成、可得到穩定特性的熱電元件、熱電裝置以及熱電元件的製造方法。

[解決手段]一種將熱能轉換為電能的熱電元件(10)，其特徵在於，其具備：第1電極部(3)；第2電極部(4)，該第2電極部(4)具有與上述第1電極部(3)不同的功函數，與上述第1電極部(3)間隔地配置在第1基板(1)的同一面上；和中間部(5)，該中間部(5)設置於上述第1電極部(3)與上述第2電極部(4)之間並包含納米顆粒。

【指定代表圖】 圖1A**【代表圖之符號簡單說明】**

3	第1電極部	4	第2電極部
5	中間部	6	絕緣部
10	熱電元件	100	熱電裝置
101	第1配線	102	第2配線
104	端子	105	端子
R	負載		

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種熱電元件，其為將熱能轉換為電能的熱電元件，其特徵在於，其具備：

第1電極部；

第2電極部，該第2電極部具有與所述第1電極部不同的功函數，與所述第1電極部間隔地配置在第1基板的同一面上；和

中間部，該中間部設置於所述第1電極部與所述第2電極部之間並包含納米顆粒。

【第2項】如權利要求1所述的熱電元件，其特徵在於，所述第1電極部和所述第2電極部各自為梳齒狀的形狀。

【第3項】如權利要求1所述的熱電元件，其特徵在於，所述第1電極部和所述第2電極部各自為旋渦狀或環狀的形狀。

【第4項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述第1電極部與所述第2電極部之間的第1距離為 $10\mu\text{m}$ 以下，所述納米顆粒的直徑為所述第1距離的 $1/10$ 以下。

【第5項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述納米顆粒具有設置於表面的設置於表面的、與納米顆粒為不同材料的覆膜，

所述覆膜的厚度為 0.2nm 以上 5.0nm 以下。

【第6項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述納米顆粒具有所述第1電極部的功函數與所述第2電極部的功函數之間的功函數。

【第7項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述中間部包含具有 60°C 以上的沸點的溶劑。

【第8項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述中間部為僅填充有所述納米顆粒的狀態。

【第9項】如權利要求1~3中任一項所述的熱電元件，其特徵在於，所述中間部進一步具有與該中間部接觸的第2基板和絕緣部。

【第10項】一種熱電裝置，其為將熱能轉換為電能的熱電裝置，其特徵在於，

該熱電裝置分別具有：

第1基板，該第1基板具有絕緣性；

第1電極部；

第2電極部，該第2電極部具有與所述第1電極部不同的功函數，與所述第1電極部間隔地配置在所述第1基板的同一面上；和

中間部，該中間部設置於所述第1電極部與所述第2電極部之間並包含納米顆粒，

並具備與所述第1電極部和所述第2電極部電連接的第1配線和第2配線。

【第11項】如權利要求10所述的熱電裝置，其特徵在於，所述第1電極部和所述第2電極部各自為梳齒狀的形狀。

【第12項】如權利要求10所述的熱電裝置，其特徵在於，所述第1電極部和所述第2電極部各自為旋渦狀或環狀的形狀。

【第13項】如權利要求10~12中任一項所述的熱電裝置，其特徵在於，所述中間部具有與該中間部接觸的第2基板和絕緣部。

【第14項】一種熱電元件的形成方法，其為將熱能轉換為電能的熱電元件的形成方法，其特徵在於，其具備下述工序：

第1工序，在第1基板上形成第1電極；

第2工序，形成第2電極部，該第2電極部具有與所述第1電極部不同的功函數，與所述第1電極部間隔地形成在所述第1基板的同一面上；和

第3工序，形成中間部，該中間部設置於所述第1電極部與所述第2電極部之間並包含納米顆粒。

【第15項】如權利要求14所述的熱電元件的形成方法，其特徵在於，所述第1工序和所述第2工序中，將所述第1電極部和所述第2電極部各自形成為梳齒狀。

【第16項】如權利要求14所述的熱電元件的形成方法，其特徵在於，所述第1工序和所述第2工序中，將所述第1電極部和所述第2電極部各自形成為旋渦狀或環狀。

【第17項】如權利要求14～16中任一項所述的熱電元件的形成方法，其特徵在於，

所述第3工序在所述第1工序、所述第2工序之後進行，

該形成方法進一步具有形成與所述中間部接觸的第2基板和絕緣部的形成工序。

