

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-525454

(P2019-525454A)

(43) 公表日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(51) Int.Cl.

H01L 35/32 (2006.01)
H02N 11/00 (2006.01)

F 1

H01L 35/32
H02N 11/00

テーマコード(参考)

A
A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2018-567092 (P2018-567092)
 (86) (22) 出願日 平成29年6月12日 (2017.6.12)
 (85) 翻訳文提出日 平成31年2月13日 (2019.2.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/037032
 (87) 国際公開番号 WO2017/222853
 (87) 国際公開日 平成29年12月28日 (2017.12.28)
 (31) 優先権主張番号 62/353,752
 (32) 優先日 平成28年6月23日 (2016.6.23)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

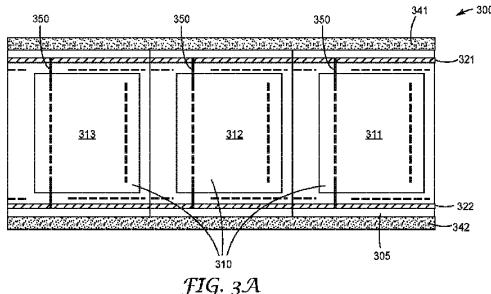
(71) 出願人 505005049
スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニー
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
-3427, セント ポール, ポスト オ
フィス ボックス 33427, スリーエ
ム センター
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
(74) 代理人 100146466
弁理士 高橋 正俊
(74) 代理人 100173107
弁理士 胡田 尚則

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱電テープ

(57) 【要約】

本開示の少なくとも一部の態様は、熱電テープを対象とする。熱電テープは、複数のビアを有する基材と、並列に接続された一連の可撓性熱電モジュールと、熱電テープに沿って長手方向に走る2つの導電性バスと、を備える。各可撓性熱電モジュールは、複数のp型熱電素子と、複数のn型熱電素子と、を含む。一連の可撓性熱電モジュールは、導電性バスに電気接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱電テープであって、
複数のビアを有する可撓性基材と、
前記可撓性基材と一体化され並列に接続された一連の可撓性熱電モジュールであって、
各可撓性熱電モジュールが、
複数の p 型熱電素子と、
複数の n 型熱電素子と、を備え、前記複数の p 型熱電素子のうちの少なくとも一部が
n 型熱電素子に接続されている、一連の可撓性熱電モジュールと、
前記熱電テープに沿って長手方向に走る 2 つの導電性バスであって、前記一連の可撓性
熱電モジュールは前記導電性バスに電気接続されている、2 つの導電性バスと、
前記可撓性基材の表面上に配置された熱伝導性接着剤層と、
を備える、熱電テープ。

【請求項 2】

前記熱電テープに沿って長手方向に配置された断熱材料のストライプを更に備える、請求
項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 3】

前記熱電テープに沿って長手方向に配置された 2 つの断熱材料のストライプであって、
前記 2 つの断熱材料のストライプの各々は、前記熱電テープの縁部に配置されている、2
つの断熱材料のストライプを更に備える、請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 4】

前記熱電テープがロールの形態である、請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 5】

複数の脆弱線であって、各脆弱線は、前記一連の可撓性熱電モジュールのうちの隣接す
る 2 つの可撓性熱電モジュール同士の間に配置されている、複数の脆弱線を更に備える、
請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 6】

各熱電モジュールが前記複数の p 型及び n 型熱電素子の間に配置された絶縁体を更に備
える、請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 7】

各熱電モジュールが前記複数の p 型及び n 型熱電素子のうちの 1 つとビアとの間に配置
された接合構成要素を更に備える、請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 8】

前記熱電テープの厚さが 0.3 mm 以下である、請求項 1 に記載の熱電テープ。

【請求項 9】

前記可撓性基材の第 1 の面上に配置された第 1 の導電性層を更に備え、前記第 1 の導電
性層は第 1 のセットのコネクタを形成するパターンを有する、請求項 1 に記載の熱電テー
プ。

【請求項 10】

前記第 1 の面とは反対向きの前記可撓性基材の第 2 の面上に配置された第 2 の導電性層
を更に備え、前記第 2 の導電性層は第 2 のセットのコネクタを形成するパターンを有する
、請求項 9 に記載の熱電テープ。

【請求項 11】

前記第 1 のセットのコネクタ及び前記第 2 のセットのコネクタの各々は、1 対の熱電素
子同士を電気的に接続している、請求項 10 に記載の熱電テープ。

【請求項 12】

前記第 1 のセットのコネクタのうちの第 1 のコネクタは、第 1 の対の熱電素子同士を電
気接続しており、前記第 2 のセットのコネクタのうちの第 2 のコネクタは、第 2 の対の熱
電素子同士を電気接続しており、前記第 1 の対の熱電素子及び前記第 2 の対の熱電素子は
、ただ 1 つのみの熱電素子を共通に有する、請求項 11 に記載の熱電テープ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記第1の導電性層及び前記第2の導電性層のうちの少なくとも1つに隣接して配置された摩耗保護層を更に備える、請求項11に記載の熱電テープ。

【請求項 1 4】

前記熱電テープの単位面積熱抵抗が、 $1.0 \text{ K} \cdot \text{cm}^2 / \text{W}$ 以下である、請求項1に記載の熱電テープ。

【請求項 1 5】

前記複数のピアのうちの少なくとも一部が導電性材料で充填されている、請求項1に記載の熱電テープ。

【請求項 1 6】

前記複数のピアのうちの少なくとも一部がp型熱電素子又はn型熱電素子で充填されている、請求項1に記載の熱電テープ。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、熱電モジュール、デバイス、及びテープに関する。

【背景技術】**【0002】**

温度勾配を電気エネルギーの発生に利用するために熱電電力発生器が研究してきた。伝統的には、熱電発生器はn型及びp型材料を有し、それらのn型及びp型材料は、温度勾配、又は、それらのn型及びp型材料を貫く熱流束によって電位を生み出す。広い範囲の用途での再生可能エネルギーのために廃熱を集めための様々な努力がなされてきた。例えば、熱エネルギーがパイプから放散される場合、エネルギーはパイプの表面から直接回収することができる。加えて、集められたエネルギーは、パイプに沿った接続部及び様々な場所における漏れを検出する能力があるワイヤレスセンサを動作させるために利用され得る。

20

【発明の概要】**【0003】**

本開示の少なくとも一部の態様は、熱電テープを対象とする。熱電テープは、複数のピアを有する可撓性基材と、可撓性基材と一体化され並列に接続された一連の可撓性熱電モジュールと、熱電テープに沿って長手方向に平行に走る2つの導電性バスと、可撓性基材の表面上に配置された熱伝導性接着剤層と、を備える。各可撓性熱電モジュールは、複数のp型熱電素子と、複数のn型熱電素子と、を含み、複数のp型熱電素子の各々がn型熱電素子に接続されている。一連の可撓性熱電モジュールは、導電性バスに電気接続されている。

30

【図面の簡単な説明】**【0004】**

付随する図面は、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部をなし、説明とともに、本発明の利点及び原理を解説する。図面においては、以下の通りである。

【図1A】熱電モジュールの1つの例の概略的実施形態の斜視図である。

40

【図1B】図1Aに図示される熱電モジュールの上面図である。

【図1C】図1Aに図示される熱電モジュールの断面図である。

【図1D】熱電モジュールの別の例の実施形態の断面図である。

【図1E】熱電モジュールの更に別の例の実施形態の断面図である。

【図2A】熱電モジュールの1つの例の実施形態の断面図である。

【図2B】熱電モジュールの別の例の実施形態の断面図である。

【図2C】熱電モジュールの1つの他の例の実施形態の断面図である。

【図3A】熱電テープの1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。

【図3B】熱電テープの1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。

50

する。

【図3C】熱電テープの1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。

【図3D】熱電テープの1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。

【図3E】熱電テープの1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。

【図4A】熱電モジュールを作製する例のプロセスのフロー図を図示する。

【図4B】熱電モジュールを作製する例のプロセスのフロー図を図示する。

【図4C】熱電モジュールを作製する例のプロセスのフロー図を図示する。

【図4D】熱電モジュールを作製する例のプロセスのフロー図を図示する。

【0005】

図面においては、類似の参照番号は類似の要素を指示する。一定の縮尺で描かれないことがある、上記で特定された図面は、本開示の様々な実施形態を明らかにしているが、発明を実施するための形態で指摘されるように、他の実施形態も予想される。全ての場合において、本開示は、本明細書で開示される開示を、明示的な限定によってではなく、例示的な実施形態の表現によって説明する。本開示の範囲及び趣旨に該当する数多くの他の修正及び実施形態が当業者により考案され得るということが理解されるべきである。

【発明を実施するための形態】

【0006】

別段の指示がない限り、本明細書及び特許請求の範囲で使用される、加工寸法 (feature size)、量、及び物理的特性を表す全ての数は、全ての実例では、用語「約」により修飾されていると理解されるべきである。したがって、反対の指示がない限り、上述の明細書及び添付の特許請求の範囲で明らかにされている数値パラメータは、本明細書で開示される教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変動し得る近似値である。端点による数値範囲の使用は、その範囲内の全ての数を含み（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及び5を含む）、その範囲内の任意の範囲を含む。

【0007】

本明細書及び添付の特許請求の範囲で使用される際、単数形「a」、「a n」、及び「the」は、内容的に別段の明確な定めがない限り、複数の指示対象を有する実施形態を包含する。本明細書及び添付の特許請求の範囲で使用される際、用語「又は」は、内容的に別段の明確な定めがない限り、「及び／又は」を含む意味で全体的に用いられる。

【0008】

「下部」、「上部」、「下方」、「下」、「上」、及び「頂部上」を含むがこれらに限定されない、空間に関する用語は、本明細書で使用される場合、ある要素の、別の要素との空間的な関係を説明するための説明をしやすくするために利用される。そのような空間に関する用語は、図に示され本明細書で説明される特定の向きに加えて、使用中又は動作中のデバイスの異なる向きを包含する。例えば、図に示される物体が裏返される、又は反転される場合、前には他の要素の下又は下方と説明された一部分は、それらの他の要素の上にあることになる。

【0009】

本明細書で使用される際、ある要素、構成要素、又は層が、例えば、別の要素、構成要素、若しくは層「の上にある」、それら「に接続されている」、それら「に結合されている」、又はそれら「と接触している」と説明されるとき、例えば、その要素、構成要素、又は層が、特定の要素、構成要素、又は層の上に直接ある、それらに直接接続されている、それらと直接結合されている、それらと直接接觸していることがあり、あるいは、介在する要素、構成要素、又は層が、特定の要素、構成要素、若しくは層の上にある、それらと接続されている、それらと結合されている、又はそれらと接觸していることがある。例えば、ある要素、構成要素、又は層が、別の要素「の上に直接ある」、それ「に直接接続

10

20

30

40

50

されている」、それ「に直接結合されている」、又はそれ「と直接接觸している」と言及されるとき、例えば、介在する要素、構成要素、又は層は存在しない。

【0010】

熱電モジュールとも呼ばれる熱電デバイスは、ウェアラブルデバイス及びワイヤレスセンサのための電源、並びに、温度制御用途のための冷却源として使用され得る。熱電モジュールは、温度差を電力に変換するものであり、典型的には、電力を発生させるために電気接続された、いくつかのn型及びp型熱電素子を含む。例えば、熱電モジュールは、体熱を利用して、健康管理監視時計などのウェアラブル電子機器のための電力を発生させることができる。加えて、熱電モジュールは、健康信号を監視するために、実例として心電図検査(electrocardiography、ECG)の監視で、動物又はヒトの体上に付着されるパッチ型センサに対する電源として使用され得る。熱電デバイス及びモジュールは、電力発生用途又は冷却用途のどちらにも使用され得る。本開示の一部の態様は、可撓性熱電モジュールを対象とする。一部の実施形態では、熱電モジュールは薄く、例えば1mm以下の厚さである。一部の場合では、熱電モジュールの熱抵抗は、発熱源の熱抵抗と整合し、それにより、最適な電力変換が達成される。一部の実施形態では、可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、約0.5K·cm²/Wであり、それは、一般に液体熱交換器と関連する単位面積熱抵抗に対する値に近い。一部の実施形態では、可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、1.0K·cm²/W未満である。可撓性熱電モジュールは、液体熱交換器の(相対的に低い)単位面積熱抵抗と整合し得るので、可撓性熱電モジュールは、これらの相対的に高い熱の発束源であっても、電力を効果的に発生させることができる。

10

20

30

【0011】

本開示の一部の態様は、各テープが複数の熱電モジュールを有する熱電テープを対象とする。一部の場合では、熱電テープは、並列に接続された複数の熱電モジュールを含む。一部の場合では、熱電テープの断片が、テープから分離され、電源として使用され得る。一部の場合では、熱電テープは、発生された電力を出力するために使用され得る2つのワイヤを含む。

【0012】

図1Aは、熱電モジュール100Aの1つの例の概略的実施形態の斜視図であり、図1Bは、熱電モジュール100Aの上面図であり、図1Cは、熱電モジュール100Aの断面図である。一部の場合では、熱電モジュール100Aは可撓性である。熱電モジュール100Aは、基材110と、複数の熱電素子120と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、を含む。一部の実施形態では、基材110は可撓性である。図1Aに図示される実施形態では、基材110は、複数のビア115を含む。一部の場合では、ビアのうちの少なくとも一部が導電性材料117で充填されている。可撓性基材110は、第1の基材表面111と、第1の基材表面111の反対側を向いた第2の基材表面112とを有する。複数の熱電素子120は、複数のp型熱電素子122と、複数のn型熱電素子124とを含む。

30

【0013】

一部の実施形態では、複数の熱電素子120は、可撓性基材の第1の表面111上に配置されている。一部の実施形態では、複数のp型及びn型熱電素子(122、124)のうちの少なくとも一部は、複数のビアに電気接続されており、p型熱電素子122は、n型熱電素子124に隣接する。一部の場合では、電極とも呼ばれる、第1のセットのコネクタ130は、基材110の第2の表面112上に配置されており、第1のセットのコネクタの各々は、第1の対の隣接するビア115に電気接続されている。一部の場合では、第2のセットのコネクタ140は、複数のp型及びn型熱電素子(122、124)上に配置されており、第2のセットのコネクタの各々は、1対の隣接するp型及びn型熱電素子に電気接続されている。一部の実施形態では、第2のセットのコネクタ140は、熱電素子120上に印刷されている。熱電体での電流の流れ、及び、この例の熱電モジュールでの熱の流れは、熱電モジュール100が使用中であるとき、基材110に対して概ね横断的又は垂直である。一部の実施形態では、大部分の熱が、複数のビア115を通って伝

40

50

播する。

【0014】

一部の実施形態では、熱電モジュール100は、予め定められた熱源（図示されない）とともに使用され、熱電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して10%以下の絶対差を有する熱抵抗を有する。一部の実施形態では、熱電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して20%以下の絶対差を有する熱抵抗を有する。一部の実施形態では、熱電モジュール100は、熱を伝導する受動構成要素のうちの残りの熱抵抗に等しい、整合する熱抵抗を有するように設計される。熱抵抗は、例えば、熱電素子のパッキング密度、熱電素子の寸法により変更され得る。

【0015】

一部の実施形態では、基材110は可撓性基材であり得る。一部の実現形態では、基材110は、例えばポリイミドなどのポリマー材料を使用し、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、液晶ポリマー（liquid crystalline polymer、LCP）、ポリオレフィン、フルオロポリマー系フィルム、シリコーン、セルロース、又は類するものを含み得る。基材110の厚さは、20マイクロメートル～200マイクロメートルの範囲内であり得る。一部の場合では、基材110の厚さは、100マイクロメートル未満であり得る。一部の実施形態では、基材110は、複数のビア115を含み得る。ビア115は、通常、基材を貫通している開口部である。一部の場合では、複数のビア115は、基材内に概ね等間隔に配置されている。ビア115の幅は、0.05mm～5mmの範囲内で、又は、0.5mm～2mmの範囲内で、又は、0.1～0.5mmの範囲内で変動し得る。隣接するビア同士の間の間隔は、100μm～10mmの範囲内で、又は、1mm～5mmの範囲内で変動し得る。ビアは、例えば、レーザードリル加工、ダイ切断、イオンミリング加工、又は化学エッティング、又は類するものなどの様々な技法によって形成され得る。基材にビア又はキャビティを形成することに関するより多くの技法、及びそれらのビア又はキャビティの構成が、米国特許出願公開第2013/0294471号公報で提供されており、その公報はその全体が参照により組み込まれている。

【0016】

一部の場合では、ビア115の軸は、基材110の主平面に対して概ね垂直である。一部の場合では、ビア115の軸は、基材の主平面から25°～90°の角度であり得る。1つの実施形態では、ビア115の軸は、基材の主平面から25°～40°の範囲内の角度である。一部の実施形態では、ビア115は、導電性材料117、例えば、金属、金属複合体、カーボンナノチューブ複合体、多層グラフェン、又は類するもので充填することができる。一部の実施形態では、ビア115は、部分的に銅又は別の金属で充填し、部分的に熱電材料で充填することができる。一部の実施形態では、導電性材料117は、50%以上の銅を含む。

【0017】

熱電素子120は、様々な熱電材料を含み得る。1つの実施形態では、熱電材料は、Bi₂Te₃、Sb₂Te₃、又はそれらの合金などのカルコゲナイトである。別の実施形態では、熱電材料は、PEDOT（ポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン））などの有機ポリマー、又は、PEDOT：PSS（ポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン）ポリスチレンスルホネート）などの有機複合体である。別の実施形態では、熱電材料は、シリコンウエハ上に形成され、基材110上に組み立てる前にダイにダイシングされるカルコゲナイト超格子である。別の実施形態では、熱電材料は、基材110上に組み立てる前にダイにダイシングされる、ドープ形態の多孔質シリコンである。

【0018】

熱電体として有機ポリマーを使用するときは、カルコゲナイト熱電材料と比較して必要な加工温度を低下させることができ、ポリエチレン、ポリプロピレン、及びセルロースなどの、多種多様のより安価な可撓性基材材料が適用可能になる。一部の場合では、カルコゲナイト材料を別々に、例えばシリコンウエハ上に超格子形態で加工することにより、従

10

20

30

40

50

来の熱電体に対してエネルギー変換効率(ZT 値)を改善することが可能である。

【0019】

一部の実施形態では、熱電素子120は、基材上に直接印刷又は吐出された熱電材料により形成され得る。一部の場合では、熱電素子120は、基材110のピア115の上方に直接印刷又は吐出され得る。一部の実現形態では、熱電素子は、ペースト形態の熱電材料の印刷により形成される。熱電体の印刷後、ペーストのバインダーが熱分解されて熱電粒子が固体に焼結されるように、モジュールが熱処理される。この実施形態は、0.01~0.10mmの範囲内の厚さを伴う、モジュール内の非常に薄い熱電材料を考えに入れたものである。

【0020】

熱電素子120は、例えば、薄フィルム加工、ナノ材料加工、微小電気機械加工、又はテープキャスティングを含む、種々の方策で作製され得る。1つの例では、出発基材は、100mm~305mm(4インチ~12インチ)の範囲内の直径を伴う、及び、0.1~1.0mmの範囲内の厚さを伴うシリコンウエハであり得る。一部の実施形態では、熱電材料は、例えば、スパッタリング、化学蒸着、又は分子線エピタキシー(molecular beam epitaxy、MBE)によって、出発基材上に堆積され得る。1つの実施形態では、熱電素子120は、MBEによってカルコゲナイト超格子として形成され得る。熱電用途のためのこれらの超格子構造体の例としては、Bi₂Te₃/Sb₂Te₃超格子及びPbTe/PbS超格子が挙げられる。適切なドーピングにより、n型及びp型熱電超格子の両方が製造され得る。堆積後、シリコンウエハは、基材110上に取り付けるために熱電素子120にダイシングされ得る。熱電素子120の幅は、0.05~5mmの範囲内、好ましくは0.1~1.0mmの範囲内であり得る。

【0021】

一部の実施形態では、シリコンウエハは、多孔質シリコンなどのシリコンナノフィラメント、ナノホール、又は他のナノ構造体の形成のための基材として使用される。シリコンナノ構造体は、代わって、実例として、マグネシウム、鉛、又はビスマスシリサイド相の形成によって化学修飾され得る。適切なドーピングにより、n型及びp型熱電ナノ構造体の両方が製造され得る。ナノ構造体の形成後、シリコンウエハは、ポリマー基材上に取り付けるために熱電素子120にダイシングされ得る。一部の実施形態では、熱電材料は、基材110への接合の前に、転写層としてシリコン基材から除去することができ、その場合、接合される熱電素子層の厚さは0.01~0.2mmの範囲内であり得る。

【0022】

別の実施形態では、熱電素子は、テープキャスティングプロセスから形成され得る。テープキャスティングでは、無機前駆体材料が、ペーストの形態で、アルミナ、窒化アルミニウム、ジルコニア、炭化ケイ素、モリブデンなどの平滑な耐火物セッター上にキャスティング又はシルクスクリーニングされる。テープは、その後、0.1~5.0mmの範囲に及ぶ厚さで所望の熱電化合物を形成するために、高温で焼結される。焼結後、テープは、ダイ形態で基材110上に取り付けるための、ダイシングされた熱電素子120となり得る。

【0023】

一部の実施形態では、第1のセットのコネクタは、金属、例えば、銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル、チタン、モリブデン、若しくは類するもの、又はそれらの組み合わせから形成され得る。1つの実施形態では、第1のセットのコネクタは、銅から形成される。例えば、コネクタは、銅シートのスパッタリングにより、電着により、又は、積層により形成され得る。一部の実現形態では、銅パターンは、ドライフィルムレジストを使用してフォトリソグラフィによって画定することができ、続いてエッチングが行われる。第1のセットのコネクタ130の厚さは、1マイクロメートル~100マイクロメートルの範囲に及ぶものであり得る。1つの実施形態では、銅コネクタ130を伴うポリイミド基材110は、可撓性プリント回路技術を使用することができる。可撓性回路技術に関する詳細は、米国特許第6,611,046号及び7,012,017号で提供されており、そ

10

20

30

40

50

これらの特許はその全体が参照により組み込まれている。

【0024】

熱電素子120の頂部の上方に、第2のコネクタ140のセットが配置されている。コネクタ140は、例えば、堆積された、又は印刷された金属パターンから形成され得る。金属は、例えば、銅、銀、金、アルミニウム、ニッケル、チタン、モリブデン、又はそれらの組み合わせであり得る。一部の実施形態では、金属パターンは、金属複合インク又はペーストを使用してシルクスクリーン印刷により形成される。他の実施形態では、金属パターンは、フレキソ印刷又はグラビア印刷により形成され得る。一部の実施形態では、金属パターンは、インク印刷により形成され得る。更に一部の他の実施形態では、金属パターンは、スパッタリング又は化学蒸着(chemical vapor deposition、CVD)によって堆積することができ、続いてフォトリソグラフィパターン化及びエッチングが行われる。一部の実施形態では、コネクタ140は、1マイクロメートル～100マイクロメートルの範囲内の厚さを有し得る。一部の実現形態では、熱電モジュール100Aの厚さは、1mm以下である。一部の実現形態では、熱電モジュール100Aの厚さは0.3mm以下である。一部の場合では、熱電モジュール100Aの厚さは、50マイクロメートル～500マイクロメートルの範囲内である。

10

【0025】

一部の実施形態では、少なくとも、2つのセットのコネクタ(130、140)のうちの一部の各々は、1つがp型熱電素子、及び1つがn型熱電素子の、2つの隣接する熱電素子同士の間の電気接続を成している。1つの実施形態では、コネクタ130は第1の対の熱電素子を電子的に接続しており、コネクタ140は第2の対の熱電素子を電子的に接続しており、第1の対の熱電素子及び第2の対の熱電素子は1つの熱電体を共通に有する。一部の場合では、2つの隣接する熱電素子120同士の間の間隔は、部分的にコネクタ(130、140)の配設精度に応じたものであり得る。1つの例の実施形態では、コネクタ配設精度は10マイクロメートルであり、2つの隣接する熱電素子120同士の間の間隔は10マイクロメートルである。

20

【0026】

一部の実施形態では、熱電モジュール110Aは、接合構成要素150を含む。図1Cに図示される実施形態では、接合構成要素は、熱電素子120と、導電性材料で充填されたビア115との間に配置されている。一部の実施形態では、接合構成要素150は、例えば、はんだ材料、導電性接着剤、又は類するものを含む接合材料を含み得る。1つの実施形態では、接合材料は、鉛、スズ、ビスマス、銀、インジウム、又はアンチモンの様々な混合物を含有するはんだ材料であり得る。別の実施形態では、接合材料は、異方性導電性接着剤、例えば、3M接着剤7379であり得る。

30

【0027】

一部の実施形態では、接合構成要素150の幅は、ビア115の幅より大きい。一部の実施形態では、熱電素子120の幅は、ビア115の幅より大きい。1つの実施形態では、熱電素子とビアとの間の幅の差は、熱電素子の厚さ以上である。一例として、熱電素子の厚さが80マイクロメートルであるならば、熱電素子とビアとの間の幅の差は、少なくとも80マイクロメートルである。1つの実施形態では、熱電素子の幅は、ビアの幅と実質的に等しい。

40

【0028】

一部の実施形態では、熱電素子120同士の間の空間に絶縁体160が配置されている。一部の場合では、絶縁体160は、最終メタライゼーション工程中に熱電素子120の側部を保護することができる。一部の場合では、絶縁体160は、熱電素子同士の間の空間を満たしており、熱電素子120の頂部とは接触しない。一部の他の場合では、絶縁体160は、熱電素子120の頂部の一部分を覆う。1つの実施形態では、絶縁体160は、シルクスクリーニング又はドロップオンデマンド(インクジェット)印刷によって、ペースト又はインクとして付与され得る低温可融性無機材料である。一例は、ホウ素又はナトリウムをドープされたケイ酸塩又はガラスフリット材料から作製されたペーストである

50

。印刷後、ガラスフリットは、熱電素子の周りにシールを形成するために、適所で溶融され得る。一部の実施形態では、絶縁体160は、シルクスクリーン印刷プロセス、ドロップオンデマンド印刷プロセスにより、又は、フレキソ若しくはグラビア印刷により付与され得る有機材料である。印刷可能な有機絶縁体材料の例としては、アクリル、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリアラミド、ポリイミド、シリコーン、及びセルロース材料が挙げられる。別の実施形態では、絶縁体は、シリセスキオキサン、ベンゾシクロブタン、ポリイミド、ポリメチルメタクリレート、又はポリベンゾアゾールなどのフォトイメージャブル有機誘電体材料である。別の実施形態では、絶縁体160は、例えば、メタルアルキル又はメタルアルコキシロキサン化合物などの前駆体を使用するスピノンガラスとして形成される。堆積後、スピノンガラスは、フォトレジスト及びエッチング技法を使用してパターン化され得る。

10

【0029】

一部の実現形態では、「ドロップオンデマンド」ノズルのアレイが、熱電モジュール110Aの全域のいくつもの箇所で、基材に直接、低粘度誘電体液体溶液の絶縁体160を付与するために使用され得る。液体は、毛管圧力によって、隣接する熱電素子同士の間の空間内に流れ、分散されることになる。液体絶縁体160が熱電素子同士の間のマイクロチャネル内を流れる間、液体絶縁体160は、熱電素子の上部縁部により規定される高さより下に制限され、それにより、液体絶縁体160は、熱電素子120の頂部面上に流れることも、又はその頂部面を覆うこともない。一部の場合では、液体絶縁体160は、キヤリア溶媒又は硬化性モノマー中に溶解されたポリマー材料であり得る。一部の場合では、液体絶縁体160は、レオロジー、表面エネルギー論、及びチャネル幾何学的形状により定められる、各吐出箇所からの一定の距離を進む。一部の場合では、液体絶縁体160は、熱電素子120の間の間隔を連続的に覆うことを確実にするために、基材110内の周期的な箇所で吐出される。

20

【0030】

図1Dは、熱電モジュール100Dの別の例の実施形態の断面図である。熱電モジュール100Dは、基材110と、複数の熱電素子120と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、を含む。同じ符号を伴う構成要素は、図1Aでの対応する構成要素と同じ、又は同様の、構成、製造プロセス、材料、組成物、機能性、及び/又は関係を有し得る。一部の実施形態では、基材110は可撓性である。一部の実施形態では、基材110は、複数のビア115を含む。可撓性基材110は、第1の基材表面111と、第1の基材表面111の反対側を向いた第2の基材表面112とを有する。複数の熱電素子120は、複数のp型熱電素子122と、複数のn型熱電素子124とを含む。

30

【0031】

図1Dに図示される実施形態では、熱電素子120は、ビア115内に配置されている。一部の場合では、熱電素子は、熱電材料を含む。1つの実施形態では、熱電材料は、Bi₂Te₃(n型)又はSb₂Te₃(p型)などのV-VIカルコゲナイト化合物である。V-VIカルコゲナイトは、Bi₂Te₃-xSe_x(n型)又はBi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃(p型)などの合金化された混合物によって改善されることがある。別の実施形態では、熱電材料は、PbTe又はSnTe又はSnSeなどのIV-VIカルコゲナイト材料から形成される。IV-VIカルコゲナイトは、Pb_xSb_{1-x}Te又はNaPb_{2.0}SbTe_{2.2}などのドーピングによって改善できることがある。更に別の実施形態では、熱電材料は、Mg₂Si_xBi_{1.0}_x及びMg₂Si_{0.6}Sn_{0.4}などのドープされたバージョンを含む、Mg₂Siなどのシリサイドから形成される。代替の実施形態では、熱電材料は、Ba₂Ga_{1.6}Ge_{3.0}などの包接化合物から形成される。更に別の実施形態では、熱電材料は、BaxLayCo₄Sb_{1.2}又はBaxInyCo₄Sb_{1.2}などのスクッテルダイト化合物から形成される。代替の実施形態では、熱電材料は、CaMnO₃、Na_xCoO₂、又はCa₃Co₄O₉などの遷移金属酸化物化合物から形成され得る。

40

50

【0032】

一部の実現形態では、上記で列挙された無機材料は、一般に粉末プロセスによって合成される。粉末プロセスでは、構成成分材料が、特定の比によって粉末形態で一体に混合され、粉末はその後、粉末が反応して所望の化合物を形成するまで一体に押圧され、高温で焼結される。焼結後、粉末は、スラリー、インク、又はペーストを形成するために、粉碎され、バインダー又は溶媒と混合され得る。一部の実現形態では、ペーストの形態での熱電素子120は、シルクスクリーン堆積プロセスによって、又は、ドクターブレードプロセスにより、基材110のビア115に付加され得る。一部の実現形態では、熱電素子120は、「ドロップオンデマンド」インクジェットプロセスによってビア115内に配設されることもある。一部の実現形態では、熱電素子120は、ドライパウダージェット又はエアゾールプロセスによってビア115に付加されることもある。一部の実現形態では、熱電素子120は、フレキソ又はグラビア印刷によってビア115に付加されることもある。

10

【0033】

粉末合成プロセスに対する代替的な実施形態では、正しい化学量論の熱電粒子が、反応沈殿によって溶媒混合物から直接形成され、取り出され得る。別の代替的な実施形態では、熱電材料は、溶媒内で反応し、その後、直接ナノ粒子インクとして使用するために、コロイド懸濁液として溶媒内に保持され得る。

20

【0034】

一部の場合では、ビア115内への熱電材料の印刷後、バインダーが熱分解され、熱電材料が、バルクに類する熱伝導性及び導電性を伴う固体に焼結されるように、基材110は熱処理される。

20

【0035】

1つの実施形態では、基材110のビア115は、チオフェンP E D O Tなどの炭素系有機材料で充填することができる。代替的な実施形態では、熱電素子120は、P E D O T : P S S 又はP E D O T : T o Sなどの複合体から形成され得る。代替的な実施形態では、熱電素子120は、ポリアニリン(P A N i)から形成され得る。代替的な実施形態では、熱電素子120は、ポリフェニレンビニレン(P P V)から形成され得る。代替的な実施形態では、熱電素子120は、無機物と有機物との間の複合体により形成され得る。代替的な実施形態では、熱電素子120は、導電性有機バインダーと、例えば、カーボンナノワイヤ、テルルナノワイヤ、又は銀ナノワイヤなどのナノフィラメントとの間に形成され得る。一部の実現形態では、有機熱電材料で形成された熱電素子は、シルクスクリーンプロセスによって、又はインクジェットプロセスによって、又はフレキソ若しくはグラビア印刷によってのいずれかで、ビア115内に堆積され得る。

30

【0036】

図1Eは、熱電モジュール100Eの更に別の例の実施形態の断面図である。熱電モジュール100Eは、第1の基材110と、第2の基材114と、複数の熱電素子120と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、を含む。同じ符号を伴う構成要素は、図1A～1Cでの対応する構成要素と同じ、又は同様の、構成、製造プロセス、材料、組成物、機能性、及び/又は関係を有し得る。一部の実施形態では、基材(110、114)のうちの1つ、又は、それらの基材の両方は可撓性である。一部の実施形態では、基材(110、114)の両方は、複数のビア115を含む。一部の場合では、導電性材料117は、ビア115内に配置されている。複数の熱電素子120は、複数のp型熱電素子122と、複数のn型熱電素子124とを含む。

40

【0037】

一部の場合では、熱電素子120は、接合構成要素150を介して、第1の又は底部基材110内の、導電性材料117で充填されたビア115の各々の頂部の上方で接合される。第2の基材114は、その後、第1の基材110の頂部の上方に位置付けられ、接合構成要素150を介して接合され、それにより、第2の基材114内の、導電性材料117で充填されたビア115の各々が熱電素子120のうちの1つと電気的に接触する。

50

【0038】

図示される実施形態では、コネクタ(130、140)は、第1及び第2の基材(110、114)の両方の上に配置構成されており、それにより、連続的な電流が1つの熱電素子から別の熱電素子に流れ得る。一部の実施形態では、熱電素子を通って流れると、n型及びp型ダイ内の電流の流れは反対の方向であり、例えば、電流は、n型熱電素子では底部から頂部に、p型熱電素子では頂部から底部に流れる。熱電体での電流の流れ、及び、この例の熱電モジュールでの熱の流れは、2つの基材(110、114)の平面に対して概ね横断的又は垂直である。一部の実施形態では、絶縁体160は、シリクスクリーニング又はドロップオンデマンド(インクジェット)印刷によって、ペースト又はインクとして付与され得る低温可融性無機材料である。一部の実施形態では、絶縁体160は、ガス形態の絶縁材料、例えば空気である。10

【0039】

図2Aは、熱電モジュール200Aの1つの例の実施形態の断面図である。熱電モジュール200は、複数のビア115を有する第1の基材110と、ビア115内に配置された熱電素子120と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、任意の研磨剤保護層210と、研磨剤保護層210に対する任意の剥離ライナー220と、任意の接着剤層230と、接着剤層230に対する任意の剥離ライナー240と、を含む。同じ符号を伴う構成要素は、図1A～1Eでの対応する構成要素と同じ、又は同様の、構成、製造プロセス、材料、組成物、機能性、及び/又は関係を有し得る。例示される実施形態では、摩耗保護層210は、第1のセットのコネクタ130に隣接して配置されており、剥離ライナーは、研磨剤保護層に隣接して配置されている。一部の場合では、接着剤層230は、第1のセットのコネクタ及び第2のセットのコネクタ140のうちの一方に隣接して配置されており、剥離ライナー240は、接着剤層230に隣接して配置されている。一部の実施形態では、機械的堅牢性をもたらす熱伝導性特性を伴う研磨保護層及び/又は接着剤層、例えば、接着剤材料と混合されたカーボンナノチューブ複合体又はグラフェン薄フィルムが選択される。20

【0040】

図2Bは、熱電モジュール200Bの1つの例の実施形態の断面図である。熱電モジュール200Bは、第1のセットのビア115を有する第1の基材110と、第1のセットのビア115内に配置された第1のセットの熱電素子120と、第2のセットのビア255を有する第2の基材250と、第2のセットのビア255内に配置された第2のセットの熱電素子260と、第1の基材と第2の基材との間に挟まれた複数の導電性接合構成要素270と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、を含む。同じ符号を伴う構成要素は、図1A～1Eでの対応する構成要素と同じ、又は同様の、構成、製造プロセス、材料、組成物、機能性、及び/又は関係を有し得る。一部の実現形態では、第1の基材110及び第2の基材250のうちの少なくとも1つは可撓性である。一部の場合では、各導電性接合構成要素270は、第1のセットのビア115内の第1のビア、及び、第2のセットのビア255内の第2のビアに位置合わせされている。30

【0041】

一部の実施形態では、第1のセットのコネクタ130は、接合構成要素270から離れる方へ第1の基材110の表面上に配置されており、第1のセットのコネクタ130の各々は、第1のセットのビア115のうちの第1の対の隣接するビア116に電気接続している。一部の場合では、第2のセットのコネクタ140は、接合構成要素270から離れる方へ第2の可撓性基材の表面上に配置されており、第2のセットのコネクタの各々は、第2のセットのビア255のうちの第2の対の隣接するビア256に電気接続している。例示される実施形態では、第1の対の隣接するビア116及び第2の対の隣接するビア256は、位置合わせされた1つのビアと、位置合わせされていない1つのビアとを有する。図示されるように、電流は、基材(110、250)に対して概ね垂直な方向281、282で流れ得る。40

【0042】

10

20

30

40

50

一部の実施形態では、p型熱電素子122及びn型熱電素子124のうちの異なるものが、第1のセットのビア115のうちの2つの隣接するビア内に配置されている。そのような実施形態では、p型熱電素子262及びn型熱電素子264のうちの異なるものが、第2のセットのビア255のうちの2つの隣接するビア内に配置されている。更に、第1の可撓性基材110のビア115は、同じ型の熱電素子を有する、第2の可撓性基材250のビア255と概ね位置合わせされている。

【0043】

一部の実施形態では、絶縁材料280が、隣接する接合構成要素270同士の間に配置されている。一部の実施形態では、接合構成要素270は、導電性接着剤材料、例えば、異方性導電性フィルム、導電性接着剤転写テープ、又は類するものを使用し得る。絶縁材料280は、例えば、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、シリコーン、又は類するものであり得る。

10

【0044】

図2Cは、熱電モジュール200Cの1つの例の実施形態の断面図である。熱電モジュール200Cは、第1のセットのビア115を有する第1の基材110と、第1のセットのビア115内に配置された第1のセットの熱電素子120と、第2のセットのビア255を有する第2の基材250と、第2のセットのビア255内に配置された第2のセットの熱電素子260と、第1の基材と第2の基材との間に挟まれた複数の導電性接合構成要素270と、第1のセットのコネクタ130と、第2のセットのコネクタ140と、を含む。同じ符号を伴う構成要素は、図1A～1Eでの対応する構成要素と同じ、又は同様の、構成、製造プロセス、材料、組成物、機能性、及び/又は関係を有し得る。一部の実現形態では、第1の基材110及び第2の基材250のうちの少なくとも1つは可撓性である。一部の場合では、各導電性接合構成要素270は、第1のセットのビア115内の第1のビア、及び、第2のセットのビア255内の第2のビアに位置合わせされている。

20

【0045】

一部の実施形態では、第1のセットの熱電素子120は、第1の型の熱電素子、例えば、p型又はn型熱電素子である。そのような実施形態では、第2のセットの熱電素子260は、第1の型の熱電素子とは異なる第2の型の熱電素子である。例えば、第1の型の熱電素子はp型であり、第2の型の熱電素子はn型であり、その逆も成立する。図示される実施形態では、第1の型の熱電素子及び第1の導電性材料117が、第1のセットのビア115のうちの2つの隣接するビア内に配置されている。第2の型の熱電素子及び第2の導電性材料257が、第2のセットのビア255のうちの2つの隣接するビア内に配置されている。そのような実施形態では、第1の基材110内の第1の型の熱電素子を有するビアは、第2の基材250内の第2の導電性材料257を有するビアと概ね位置合わせされている。第1の導電性材料117を有するビアは、第2の基材250内の第2の型の熱電素子を有するビアと概ね位置合わせされている。一部の場合では、第1の導電性材料117は、第2の導電性材料257と同じである。一部の場合では、第1の導電性材料117は、第2の導電性材料257とは異なる。

30

【0046】

一部の実施形態では、熱電モジュールは、テープ形態で設けられ得る。一部の場合では、テープは、ロール形態である。図3A～3Eは、熱電テープ300の1つの実施形態、及び、どのようにそれが使用され得るかを図示する。図3Bは、熱電テープ300の分解図である。一部の実施形態では、熱電テープ300は、可撓性基材305と、複数の熱電モジュール310と、熱電テープに沿って長手方向に平行に走る2つの導電性バス(321、322)と、を含む。熱電モジュール310は、本明細書で説明される熱電モジュールの任意の構成を使用することができる。一部の場合では、可撓性基材305は、複数のビアを含む。一部の実施形態では、複数の熱電モジュール310は、並列に接続されている。熱電モジュール310は、所与の温度勾配に対して、一定の量の電流及び電圧を発生させる。同じ密度のn型及びp型熱電素子が含まれると仮定すると、より大きいサイズのモジュールは、より高い出力電流及び電圧を提供する。加えて、より高い密度の熱電素子

40

50

は、より高い出力電圧を生み出す。

【0047】

一部の場合では、熱電テープ300は、図3Bに図示されるように、可撓性基材305の第1の表面上に配置された熱伝導性接着剤層330を含む。一部の場合では、熱電テープ300は、任意の保護性フィルム335を含む。一部の実施形態では、断熱材料のストライプ341が、熱電テープ300に沿って長手方向に配置されている。一部の場合では、2つの断熱材料のストライプ341、342が、熱電テープ300に沿って長手方向に配置されており、2つの断熱材料のストライプの各々は、熱電テープ300の縁部に配置されている。一部の実施形態では、断熱材料は互いに重なり合うことになり、そのことにより、例えば、ヒートパイプに巻き付けられるときに、熱損失がテープ同士の間の間隔を通って漏れることを防止する。

10

【0048】

図3Cに図示されるように、一部の場合では、熱電テープの断片301を、例えば熱電モジュール313内で分離させることができ、それにより、熱電テープのこの断片は、熱電モジュール311及び312を含む。熱電テープの断片301は、図3Dに図示されるように、バス(321、322)で電力を出力することにより電源として使用され得る。一部の実施形態では、熱電テープ300は、複数の脆弱線350であって、各脆弱線は、一連の可撓性熱電モジュール310のうちの隣接する2つの可撓性熱電モジュール同士の間に配置されている、複数の脆弱線350を含む。そのような実施形態では、脆弱線350によって、熱電テープの断片の分離が可能となる。一部の場合では、熱電テープの断片301は、電力要件を基準として設計され得る。

20

【0049】

図3Eは、例えば蒸気管などの発熱源に巻き付けるための熱電テープの断片301の一使用例を示す。一部の場合では、断熱ストライプ360が、熱電モジュール310同士の間に配置されている。一部の場合では、断熱ストライプ360は、図3Aに例示される熱電テープ300の断熱ストライプ341、342から形成される。

30

【0050】

図4A～4Dは、熱電モジュールを作製する例としてのプロセスのフロー図を図示する。工程のうちの一部は、任意である。工程のうちの一部は、順序を変更されてもよい。図4Aは、熱電モジュールを作製するアセンブリラインの1つの例としてのプロセスのフロー図を図示する。このプロセスは、図1Dに図示されるような熱電モジュールを生成することができる。そのような実現形態では、熱電モジュールは、より少ない層を有するので、薄くすることができ、それにより、モジュールは、より高い可撓性を有することができ、熱パワーを電力に変換するのに効果的であり得る。熱電モジュールの各構成要素は、本明細書で説明される対応する構成要素の任意の構成及び実施形態を使用することができる。まず、第1の表面と、反対側を向いた第2の表面とを有する可撓性基材を準備する(工程410A)。次に、第1のパターン化された導電性層を可撓性基材の第1の表面に付与し(工程420A)、第1の導電性層のパターンは、第1のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは2つの端部を有する。一部の場合では、第1の導電性層は、可撓性プリント回路技術を使用して形成され得る。一部の場合では、第1の導電性層は、導電性シートのスパッタリング、電着により、又は、積層により形成され得る。一部の実現形態では、第1の導電性層のパターンは、ドライフィルムレジストを使用してフォトリソグラフィによって画定することができ、続いてエッチングが行われる。一部の他の実現形態では、第1の導電性層のパターンは、金属複合インク又はペーストを使用してシルクスクリーン印刷により形成され得る。一部の場合では、第1の導電性層のパターンは、フレキソ印刷又はグラビア印刷により形成され得る。一部の場合では、第1の導電性層のパターンは、インク印刷により形成され得る。

40

【0051】

一部の場合では、アセンブリラインは、例えば、可撓性基材から材料を除去することにより、いくつかのビアを可撓性基材内に生成する(工程430A)。一部の実施形態では

50

、ビアのうちの少なくとも一部は、第1のアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる。ビアを形成するための方法は、レーザードリル加工、ダイ切断、イオンミリング加工、化学エッティング、又は類するものを含む。第1の導電性層が銅シートの積層により形成されたならば、エッティング工程中に積層接着剤がビアの底部から更に除去される。更に、ビアのうちの少なくとも一部に熱電材料を充填する（工程440A）。一部の実現形態では、ペーストの形態での熱電材料は、シルクスクリーン堆積プロセスによって、又は、ドクターブレードプロセスにより、ビアに付加され得る。一部の実現形態では、熱電材料は、粉末プロセスによって合成される。粉末プロセスでは、構成成分材料が、特定の比によって粉末形態で一体に混合され、粉末はその後、粉末が反応して所望の化合物を形成するまで一体に押圧され、高温で焼結される。焼結後、粉末は、スラリー、インク、又はペーストを形成するために、粉碎され、バインダー又は溶媒と混合され得る。一部の実現形態では、熱電材料は、「ドロップオンデマンド」インクジェットプロセスによってビア内に配設されることもある。一部の実現形態では、熱電材料は、ドライパウダージェット又はエアゾールプロセスによってビアに付加されることもある。一部の実現形態では、熱電材料は、フレキソ又はグラビア印刷によってビアに付加されることもある。

【0052】

一部の実現形態では、熱電材料は、バインダー材料を含む。任意に、熱電モジュールを加熱して、バインダー材料を除去する（工程450A）。一部の実施形態では、バインダー材料は、例えば、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルピロリドン（PVP）、又は類するものであり得る。一部の場合では、ビアに付加された熱電材料がインク又はペーストの形態であるならば、ペースト内のバインダー及び溶媒が蒸発されるか又は熱分解されて、熱電材料が焼結してバルクに類する熱伝導性及び導電性を伴う固体形体になるように、熱電材料で充填された基材が熱処理され得る。有機バインダーの熱分解（pyrolysis）は、120～300の温度範囲にわたって起こり得る。熱電材料の焼結は、200～500の温度範囲にわたって起こり得る。一部の実現形態に対しては、熱電材料の酸化を回避するために、熱電材料を窒素又はフォーミングガスの雰囲気中で熱処理することが好ましい。

【0053】

次に、第2のパターン化された導電性層を可撓性基材の第2の表面に付与し（工程460A）、第2の導電性層のパターンは、第2のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは2つの端部を有する。一部の実施形態では、第2のアレイのコネクタの端部のうちの少なくとも一部は、ビアのうちの少なくとも一部に対応して位置付けられる。第2の導電性層及びそのパターンは、第1の導電性層及びそのパターンを形成するプロセスを使用して形成され得る。

【0054】

一部の実現形態では、アセンブリラインは、熱伝導性接着剤材料を第2のパターン化された導電性層上に付与する（工程470A）。一部の場合では、任意に剥離ライナーを伴う接着剤層が、熱電モジュールの表面の上方にコーティング又は積層され得る。一部の実施形態では、熱伝導性特性を伴う接着剤層を設けることが好ましい。このことは、金、銀、若しくは炭素の、粒子、フィラメント、又はフレークを、接着剤のマトリックス内で分散させることなどの、当技術分野で知られている技法によって達成され得る。熱伝導性接着剤層の厚さは、好ましくは、10マイクロメートル～100マイクロメートルの範囲内である。接着剤層は、水性若しくは溶媒系いずれかのコーティングプロセスによって、又は、ホットメルト押出プロセスによって、熱電モジュール上に直接コーティングされ得る。別の実施形態では、熱伝導性接着剤層は、剥離ライナーとともに熱電モジュールの頂部の上方に積層され得る別々のテープ物品として調製される。

【0055】

図4Bは、熱電モジュールを作製するアセンブリラインの別の例としてのプロセスのフロー図を図示する。このプロセスは、図1Eに図示されるような熱電モジュールを生成することができる。熱電モジュールの各構成要素は、本明細書で説明される対応する構成要

素の任意の構成及び実施形態を使用することができる。各工程は、図 4 A で説明された対応する工程の任意の実施形態を使用することができる。まず、両方が第 1 及び第 2 の表面を伴う、2 つの可撓性基材、基材 1 及び基材 2 を準備する（工程 4 1 0 B）。第 1 のパターン化された導電性層を基材 1 の第 1 の表面に付与し、パターンは、第 1 のアレイのコネクタを形成する（工程 4 2 0 B）。第 2 のパターン化された導電性層を基材 2 の第 1 の表面に付与し、パターンは、第 2 のアレイのコネクタを形成する（工程 4 3 0 B）。いくつかのビアを両方の基材内に生成し、ビアのうちの一部は、対応するアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる（工程 4 4 0 B）。両方の基材のビアに導電性材料を充填する（工程 4 5 0 B）。一部の場合では、導電性材料は、溶液、インク、ペースト、又は固体の形態であり得る。一部の場合では、導電性材料は、任意の実現可能なプロセス、例えば、印刷、真空堆積、シルクスクリーン印刷、又は類するものにより、ビア内に充填される。

10

【 0 0 5 6 】

任意に、導電性接合又は接着剤材料を、1 つ又は両方の基材の第 2 の表面に付与する（工程 4 5 5 B）。熱電素子を基材 2 の第 2 の表面上に、基材 2 のビアと位置合わせて配設する（工程 4 6 0 B）。任意に、熱電素子同士の間の空間に絶縁体を充填する（工程 4 6 5 B）。両方の基材を、第 2 の表面を互いの方に向けることにより位置合わせし、付着させ、それにより、基材のビア同士が位置合わせされる（工程 4 7 0 B）。そのような実現形態では、導電性層はアセンブリの外表面上にあり、熱電素子は2つの基材同士の間にあり。任意に、両方の基材との熱電素子の接続を強化するためにアセンブリを加熱し、積層を完了する（工程 4 7 5 B）。

20

【 0 0 5 7 】

図 4 C は、熱電モジュールを作製するアセンブリラインの別の例としてのプロセスのフロー図を図示する。このプロセスは、図 1 A ~ 1 C に図示されるような熱電モジュールを生成することができる。熱電モジュールの各構成要素は、本明細書で説明される対応する構成要素の任意の構成及び実施形態を使用することができる。各工程は、図 4 A で説明された対応する工程の任意の実施形態を使用することができる。まず、第 1 及び第 2 の表面を有する可撓性基材を準備する（工程 4 1 0 C）。第 1 のパターン化された導電性層を基材 1 の第 1 の表面に付与し、パターンは、第 1 のアレイのコネクタを形成する（工程 4 2 0 C）。いくつかのビアを両方の基材内に生成し、ビアのうちの一部は、対応するアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる（工程 4 3 0 C）。両方の基材のビアに導電性材料を充填する（工程 4 4 0 C）。一部の場合では、導電性材料は、溶液、インク、ペースト、又は固体の形態であり得る。一部の場合では、導電性材料は、任意の実現可能なプロセス、例えば、印刷、真空堆積、シルクスクリーン印刷、又は類するものにより、ビア内に充填される。

30

【 0 0 5 8 】

任意に、導電性接合又は接着剤材料を、基材の第 2 の表面に付与する（工程 4 4 5 C）。熱電素子を基材の第 2 の表面上に、基材のビアと位置合わせて配設する（工程 4 5 0 C）。任意に、熱電素子同士の間の空間に絶縁体を充填する（工程 4 5 5 C）。第 2 のパターン化された導電性層を熱電素子の全体的表面に付与し、パターンは、第 2 のアレイのコネクタを形成する（工程 4 6 0 C）。任意に、両方の基材との熱電素子の接続を強化するためにアセンブリを加熱し、積層を完了する（工程 4 6 5 C）。

40

【 0 0 5 9 】

図 4 D は、熱電モジュールを作製するアセンブリラインの別の例としてのプロセスのフロー図を図示する。このプロセスは、図 2 C に図示されるような熱電モジュールを生成することができる。熱電モジュールの各構成要素は、本明細書で説明される対応する構成要素の任意の構成及び実施形態を使用することができる。各工程は、図 4 A で説明された対応する工程の任意の実施形態を使用することができる。まず、両方が第 1 及び第 2 の表面を伴う、2 つの可撓性基材、基材 1 及び基材 2 を準備する（工程 4 1 0 D）。第 1 のパターン化された導電性層を基材 1 の第 1 の表面に付与し、パターンは、第 1 のアレイのコネ

50

クタを形成する（工程 420D）。第2のパターン化された導電性層を基材2の第1の表面に付与し、パターンは、第2のアレイのコネクタを形成する（工程 430D）。いくつかのビアを両方の基材内に生成し、ビアのうちの一部は、対応するアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる（工程 440D）。

【0060】

両方の基材のビアのうちの一部に、異なる型の熱電材料を充填する（工程 450D）。一部の場合では、1つおきのビアが熱電材料で充填される。両方の基材のビアのうちの残りに導電性材料を充填する（工程 460D）。例えば、基材1のビアのうちの半分はp型熱電材料で充填され、基材1のビアのうちの残りは導電性材料で充填され、基材2のビアのうちの半分はn型熱電材料で充填され、基材2のビアのうちの残りは導電性材料で充填される。一部の場合では、導電性材料は、溶液、インク、ペースト、又は固体の形態であり得る。一部の場合では、導電性材料は、任意の実現可能なプロセス、例えば、印刷、真空堆積、シルクスクリーン印刷、又は類するものにより、ビア内に充填される。

10

【0061】

任意に、導電性接合又は接着剤材料を、1つ又は両方の基材の第2の表面に付与する（工程 465D）。熱電素子を基材2の第2の表面上に、基材2のビアと位置合わせて配設する（工程 460D）。任意に、熱電素子同士の間の空間に絶縁体を充填する（工程 465D）。両方の基材を、第2の表面を互いの方に向けることにより位置合わせし、付着させ、それにより、基材1内の熱電材料で充填されたビアが、基材2内の導電性材料で充填されたビアと位置合わせされる（工程 470D）。同様に、基材1内の導電性材料で充填されたビアが、基材2内の熱電材料で充填されたビアと位置合わせされる。そのような実現形態では、導電性層はアセンブリの外表面上にある。任意に、付着された基材を、両方の基材の充填されたビア同士の間の接続を強化するために加熱し、積層を完了する（工程 475D）。

20

【実施例1】

【0062】

金属で充填されたビアを伴う熱電モジュール

図1Cに表されるような熱電モジュールが組み立てられた。図1Cに図示されるように、ミネソタ州セントポールの3M Companyから得られた0.1mmの厚さの200×50mmの可撓性ポリイミド基材110に、2.5mmごとに、1.0mmのビア115をあけた。ビアは、化学ミリング加工により基材110を貫いて作製された。ビア115は、化学蒸着（CVD）及び電気化学堆積によりビア115内に堆積された銅で充填された。ミネソタ州セントポールの3M Companyから得られた異方性導電性接着剤7379の0.2mmの層が、接合構成要素150として、銅で充填されたビア115の頂部上に堆積された。中国江西省のThe Hermonamic, Inc.から得られた交互のp型Sb₂Te₃及びn型Bi₂Te₃の0.5mmの厚さの熱電素子122、124が、素子転写により、ビア115を覆う接合構成要素150上に堆積された。0.5mmの厚さのポリウレタン絶縁体160が、ドロップオンデマンド印刷により熱電素子122、124の間に位置付けられた。4.3×1.8×0.1mmの銅コネクタ130が、第2の基材112上に電気化学堆積により堆積された。p型及びn型熱電素子122、124を接続するために、4.3×1.8×0.1mmの銀コネクタ140が、可撓性ポリイミド基材の第1の基材表面111上にシルクスクリーン印刷によって堆積された。

30

【実施例2】

【0063】

熱電素子で充填されたビアを伴う熱電モジュール

図1Dに表されるような熱電モジュールが組み立てられた。図1Dに図示されるように、ミネソタ州セントポールの3M Companyから得られた0.1mmの厚さの200×50mmの可撓性ポリイミド基材110に、2.5mmごとに、1.0mmのビア115をあけた。ビアは、化学ミリング加工により基材110を貫いて作製された。ビア115は、シルクスクリーン印刷によりビア115内に堆積された、ニューヨーク州Tal

40

50

1 manのSuper Conductor Materials, Inc. から得られた粉末によりインク配合された交互のp型 Sb_2Te_3 及びn型 Bi_2Te_3 熱電素子122、124で充填された。4.3×1.8×0.1mmの銅コネクタ130が、第2の基材表面112上に電気化学堆積により堆積された。p型及びn型熱電素子122、124を接続するために、4.3×1.8×0.1mmの銀コネクタ140が、可撓性ポリイミド基材の第1の基材表面111上にシルクスクリーン印刷によって堆積された。

【実施例3】

【0064】

熱電テープ

図3Aに表されるようなテープ形態で構築された熱電モジュールが組み立てられた。0.1mmの厚さの可撓性ポリイミド基材が、複数個の熱電モジュール310を組み込む30メートルの長さのテープを構築するために、ミネソタ州セントポールの3M Companyで製作された。30μm厚さの銅製の導電性バス(321、322)を有するポリイミド基材で、長手方向に配置構成された熱電モジュール310を電気的に並列に接続した。実施例1で組み立てられた熱電モジュールを使用して、テープの単一のモジュール(311)を構築した。ミネソタ州セントポールの3M Company製の銀粒子が積まれた導電性接着剤転写テープ9704が、熱伝導性接着剤層330に使用された。

【0065】

例示的な実施形態

項目A1.

導電性材料で充填された複数のビアを備える可撓性基材であって、第1の基材表面と、第1の基材表面の反対側を向いた第2の基材表面とを有する、可撓性基材と、

可撓性基材の第1の表面上に配置された複数のp型熱電素子及び複数のn型熱電素子であって、複数のp型及びn型熱電素子のうちの少なくとも一部は、複数のビアに電気接続されており、p型熱電素子はn型熱電素子に隣接する、複数のp型熱電素子及び複数のn型熱電素子と、

可撓性基材の第2の表面上に配置された第1のセットのコネクタであって、

第1のセットのコネクタの各々は、1対の隣接するビア同士を電気的に接続している、第1のセットのコネクタと、

複数のp型及びn型熱電素子上に直接印刷された第2のセットのコネクタであって、第2のセットのコネクタの各々は、1対の隣接するp型及びn型熱電素子に電気接続した、第2のセットのコネクタと、を備える可撓性熱電モジュール。

【0066】

項目A2.

複数のp型及びn型熱電素子の間に配置された絶縁体を更に備える、項目A1の可撓性熱電モジュール。

【0067】

項目A3.

複数のp型及びn型熱電素子のうちの1つとビアとの間に配置された接合構成要素を更に備える、項目A1又はA2の可撓性熱電モジュール。

【0068】

項目A4. 熱電モジュールの厚さが1mm以下である、項目A1～A3のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0069】

項目A5. 熱電モジュールの厚さが0.3mm以下である、項目A1～A4のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0070】

項目A6. 第1のセットのコネクタ及び第2のセットのコネクタのうちの一方に隣接して配置された摩耗保護層を更に備える、項目A1～A5のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

10

20

30

40

50

【0071】

項目A7. 摩耗保護層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目A1～A6のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0072】

項目A8. 第1のセットのコネクタ及び第2のセットのコネクタのうちの一方に隣接して配置された接着剤層を更に備える、項目A1～A7のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0073】

項目A9.

接着剤層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目A8の可撓性熱電モジュール。

10

【0074】

項目A10. 可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、1.0 K - cm² / W以下である、項目A1～A9のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0075】

項目A11. 熱電素子は、カルコゲナイト、有機ポリマー、有機複合体、及び多孔質シリコンの少なくとも1つを含む、項目A1～A10のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0076】

項目A12. 可撓性基材は、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、液晶ポリマー(LCP)、ポリオレフィン、フルオロポリマー系フィルム、シリコーン、セルロース、又はそれらの組み合わせを含む、項目A1～A11のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

20

【0077】

項目A13. 可撓性熱電モジュールが使用中であるとき、熱は、可撓性基材に対して概ね垂直に伝播する、項目A1～A12のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0078】

項目A14. 大部分の熱が複数のビアを通じて伝播する、項目A13の可撓性熱電モジュール。

30

【0079】

項目A15. 熱電モジュールが予め定められた熱源とともに使用されるとき、熱電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して10%未満の絶対差を有する熱抵抗を有する、項目A1～A14のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0080】

項目A16. 導電性材料が50%以上の銅を含む、項目A1～A15のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0081】

項目B1.

第1のセットのビアを備える第1の可撓性基材であって、第1の表面と、第1の表面の反対側を向いた第2の表面とを含む、第1の可撓性基材と、

40

第1のセットのビアのうちの少なくとも一部内に配置された、第1のセットの熱電素子と、

第1の可撓性基材の第1の表面上に配置された第1のセットのコネクタであって、

第1のセットのコネクタの各々は、第1のセットのビアのうちの1対の隣接するビアに電気接続している、第1のセットのコネクタと、

第2のセットのビアを備える第2の可撓性基材と、

第1の可撓性基材と第2の基材との間に挟まれた複数の導電性接合構成要素であって、各導電性接合構成要素は、第1のセットのビアのうちの第1のビア、及び、第2のセットのビアのうちの第2のビアに位置合わせされている、複数の導電性接合構成要素と、

第2のセットのビアのうちの少なくとも一部内に配置された、第2のセットの熱電素子

50

と、

第1の可撓性基材から離れる方へ第2の可撓性基材の表面上に配置された第2のセットのコネクタであって、

第2のセットのコネクタの各々は、第2のセットのビアのうちの1対の隣接するビアに電気接続している、第2のセットのコネクタと、を備える可撓性熱電モジュール。

【0082】

項目B2.p型熱電素子及びn型熱電素子のうちの異なるものが、第1のセットのビアのうちの2つの隣接するビア内に配置されている、項目B1の可撓性熱電モジュール。

【0083】

項目B3.p型熱電素子及びn型熱電素子のうちの異なるものが、第2のセットのビアのうちの2つの隣接するビア内に配置されている、項目B2の可撓性熱電モジュール。

10

【0084】

項目B4.第1の可撓性基材が、第2の可撓性基材に付着されており、それにより、第1の可撓性基材のビアは、同じ型の熱電素子を有する、第2の可撓性基材のビアと概ね位置合わせされている、項目B1～B3のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0085】

項目B5.第1のセットの熱電素子は、第1の型の熱電素子である、項目B1～B4のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0086】

項目B6.第2のセットの熱電素子は、第1の型の熱電素子とは異なる第2の型の熱電素子である、項目B5の可撓性熱電モジュール。

20

【0087】

項目B7.第1の型の熱電素子及び第1の導電性材料が、第1のセットのビアのうちの2つの隣接するビア内に配置されている、項目B6の可撓性熱電モジュール。

【0088】

項目B8.第2の型の熱電素子及び第2の導電性材料が、第2のセットのビアのうちの2つの隣接するビア内に配置されている、項目B7の可撓性熱電モジュール。

【0089】

項目B9.第1の可撓性基材が、第2の可撓性基材に付着されており、それにより、第1の可撓性基材内の第1の型の熱電素子を有するビアは、第2の可撓性基材内の第2の導電性材料を有するビアと概ね位置合わせされている、項目B8の可撓性熱電モジュール。

30

【0090】

項目B10.第1の導電性材料を有するビアは、第2の可撓性基材内の第2の型の熱電素子を有するビアと概ね位置合わせされている、項目B9の可撓性熱電モジュール。

【0091】

項目B11.第1の導電性材料が第2の導電性材料と同じである、項目B8の可撓性熱電モジュール。

【0092】

項目B12.複数のp型及びn型熱電素子の間に配置された絶縁体を更に備える、項目B1～B11のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

40

【0093】

項目B13.複数のp型及びn型熱電素子のうちの1つとビアとの間に配置された接合構成要素を更に備える、項目B1～B12のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0094】

項目B14.熱電モジュールの厚さが1mm以下である、項目B1～B13のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0095】

項目B15.熱電モジュールの厚さが0.3mm以下である、項目B1～B14のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0096】

50

項目B16. 第1のセットのコネクタ及び第2のセットのコネクタのうちの一方に隣接して配置された摩耗保護層を更に備える、項目B1～B15のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0097】

項目B17. 摩耗保護層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目B1～B16のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0098】

項目B18. 第1のセットのコネクタ及び第2のセットのコネクタのうちの一方に隣接して配置された接着剤層を更に備える、項目B1～B17のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

10

【0099】

項目B19.

接着剤層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目B18の可撓性熱電モジュール。

【0100】

項目B20. 可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、1.0 K - cm² / W以下である、項目B1～B19のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0101】

項目B21. 热電素子は、カルコゲナイト、有機ポリマー、有機複合体、及び多孔質シリコンのうちの少なくとも1つを含む、項目B1～B20のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

20

【0102】

項目B22. 可撓性基材は、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、シリコーン、セルロース、又はそれらの組み合わせを含む、項目B1～B21のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0103】

項目B23. 可撓性熱電モジュールが使用中であるとき、熱は、可撓性基材に対して概ね垂直に伝播する、項目B1～B22のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0104】

項目B24. 大部分の熱が、第1のセットのビア及び第2のセットのビアを通って伝播する、項目B23の可撓性熱電モジュール。

30

【0105】

項目B25. 热電モジュールが予め定められた熱源とともに使用されるとき、热電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して10%未満の絶対差を有する熱抵抗を有する、項目B1～B24のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0106】

項目C1.

第1の表面と、反対側を向いた第2の表面とを有する可撓性基材を準備する工程と、

第1のパターン化された導電性層を可撓性基材の第1の表面に付与する工程であって、第1の導電性層のパターンは、第1のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは2つの端部を有する、工程と、

40

可撓性基材から材料を除去することにより、複数のビアを可撓性基材上に生成する工程であって、ビアのうちの少なくとも一部は、第1のアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる、工程と、

ビアのうちの少なくとも一部に熱電材料を充填する工程と、

第2のパターン化された導電性層を可撓性基材の第2の表面に付与する工程であって、

第2の導電性層のパターンは、第2のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは2つの端部を有し、

第2のアレイのコネクタの端部のうちの少なくとも一部は、ビアのうちの少なくとも一部に対応して位置付けられる、工程と、を含むプロセスにより作製される可撓性熱電モジ

50

ユール。

【0107】

項目C2. 熱電材料がバインダー材料を含む、項目C1の可撓性熱電モジュール。

【0108】

項目C3.

プロセスが、熱電モジュールを加熱してバインダー材料を除去する工程を更に含む、項目C2の可撓性熱電モジュール。

【0109】

項目C4.

プロセスが、熱伝導性接着剤材料を第2のパターン化された導電性層上に付与する工程を更に含む、項目C1～C3のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0110】

項目C5. 第1のパターン化された導体層を付与する工程が、ビアのうちの少なくとも1つに熱電材料を充填する工程に先行する、項目C1～C4のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0111】

項目C6. 熱電モジュールの厚さが1mm以下である、項目C1～C5のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0112】

項目C7. 熱電モジュールの厚さが0.3mm以下である、項目C1～C6のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0113】

項目C8.

プロセスが、摩耗保護層を第1の導電性層及び第2の導電性層のうちの1つに隣接して配置する工程を更に含む、項目C1～C7のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0114】

項目C9.

プロセスが、剥離ライナーを摩耗保護層に隣接して配置する工程を更に含む、項目C8の可撓性熱電モジュール。

【0115】

項目C10.

プロセスが、接着剤層を第1の導電性層及び第2の導電性層のうちの少なくとも1つに隣接して配置する工程を更に含む、項目C1～C9のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0116】

項目C11.

プロセスが、剥離ライナーを接着剤層に隣接して配置する工程を更に含む、項目C10の可撓性熱電モジュール。

【0117】

項目C12. 可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、1.0K·cm²/W以下である、項目C1～C11のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0118】

項目C13. 熱電材料は、カルコゲナイト、有機ポリマー、有機複合体、及び多孔質シリコンのうちの少なくとも1つを含む、項目C1～C12のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0119】

項目C14. 可撓性基材は、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、シリコーン、セルロース、又はそれらの組み合わせを含む、項目C1～C13のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0120】

10

20

30

40

50

項目 C 1 5 . 熱電モジュールが予め定められた熱源とともに使用されるとき、熱電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して 1 0 % 未満の絶対差を有する熱抵抗を有する、項目 C 1 ~ C 1 4 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 1 】

項目 D 1 .

第 1 の表面と、反対側を向いた第 2 の表面とを有する可撓性基材を準備する工程と、

第 1 のパターン化された導電性層を可撓性基材の第 1 の表面に付与する工程であって、第 1 の導電性層のパターンは、第 1 のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは 2 つの端部を有する、工程と、

可撓性基材から材料を除去することにより、複数のビアを可撓性基材上に生成する工程であって、ビアのうちの少なくとも一部は、第 1 のアレイのコネクタの端部に対応して位置付けられる、工程と、

ビアのうちの少なくとも一部に導電性材料を充填する工程と、

熱電素子を基材の第 2 の表面上に、ビアと位置合わせして配設する工程と、

第 2 のパターン化された導電性層を熱電素子の頂部上に印刷する工程であって、

第 2 の導電性層のパターンは、第 2 のアレイのコネクタを形成し、各コネクタは 2 つの端部を有し、

第 2 のアレイのコネクタの端部のうちの少なくとも一部は、熱電素子のうちの少なくとも一部に対応して位置付けられる、工程と、を含むプロセスにより作製される可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 2 】

項目 D 2 . 熱電素子のうちの少なくとも 1 つは、バインダー材料を含む、項目 D 1 の可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 3 】

項目 D 3 .

プロセスが、熱電モジュールを加熱してバインダー材料を除去する工程を更に含む、項目 D 2 の可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 4 】

項目 D 4 . プロセスが、熱伝導性接着剤材料を第 1 又は第 2 の導電性層上に付与する工程を更に含む、項目 D 1 ~ D 3 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 5 】

項目 D 5 . プロセスが、絶縁体を熱電素子の間に配置する工程を更に含む、項目 D 1 ~ D 4 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 6 】

項目 D 6 . プロセスが、接合構成要素を熱電素子のうちの 1 つとビアとの間に配置する工程を更に含む、項目 D 1 ~ D 5 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 7 】

項目 D 7 . 熱電モジュールの厚さが 1 m m 以下である、項目 D 1 ~ D 6 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 8 】

項目 D 8 . 熱電モジュールの厚さが 0 . 3 m m 以下である、項目 D 1 ~ D 7 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 2 9 】

項目 D 9 . プロセスが、摩耗保護層を第 1 の導電性層及び第 2 の導電性層のうちの少なくとも 1 つに隣接して配置する工程を更に含む、項目 D 1 ~ D 8 のいずれか 1 つの可撓性熱電モジュール。

【 0 1 3 0 】

項目 D 1 0 . プロセスが、剥離ライナーを摩耗保護層に隣接して配置する工程を更に含む、項目 D 9 の可撓性熱電モジュール。

【 0 1 3 1 】

10

20

30

40

50

項目D 1 1 . プロセスが、接着剤層を第1の導電性層及び第2の導電性層のうちの少なくとも1つに隣接して配置する工程を更に含む、項目D 1 のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 2】

項目D 1 2 . プロセスが、剥離ライナーを接着剤層に隣接して配置する工程を更に含む、項目D 1 1 の可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 3】

項目D 1 3 . 可撓性熱電モジュールの単位面積熱抵抗が、 $1 . 0 \text{ K} \cdot \text{cm}^2 / \text{W}$ 以下である、項目D 1 ~ D 1 2 のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 4】

項目D 1 4 . 熱電素子は、カルコゲナイト、有機ポリマー、有機複合体、及び多孔質シリコンのうちの少なくとも1つを含む、項目D 1 ~ D 1 3 のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 5】

項目D 1 5 . 可撓性基材は、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、シリコーン、セルロース、又はそれらの組み合わせを含む、項目D 1 ~ D 1 4 のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 6】

項目D 1 6 . 熱電モジュールが予め定められた熱源とともに使用されるとき、熱電モジュールは、予め定められた熱源の熱抵抗に対して10%未満の絶対差を有する熱抵抗を有する、項目D 1 ~ D 1 5 のいずれか1つの可撓性熱電モジュール。

【0 1 3 7】

項目E 1 . 熱電テープであって、複数のビアを有する可撓性基材と、可撓性基材と一体化され並列に接続された一連の可撓性熱電モジュールであって、各可撓性熱電モジュールが、

複数のp型熱電素子と、

複数のn型熱電素子と、を備え、複数のp型熱電素子のうちの少なくとも一部がn型熱電素子に接続されている、一連の可撓性熱電モジュールと、

熱電テープに沿って長手方向に走る2つの導電性バスであって、一連の可撓性熱電モジュールは導電性バスに電気接続されている、2つの導電性バスと、

可撓性基材の表面上に配置された熱伝導性接着剤層と、を備える、熱電テープ。

【0 1 3 8】

項目E 2 . 熱電テープに沿って長手方向に配置された断熱材料のストライプを更に備える、項目E 1 の熱電テープ。

【0 1 3 9】

項目E 3 . 熱電テープに沿って長手方向に配置された2つの断熱材料のストライプであって、2つの断熱材料のストライプの各々は、熱電テープの縁部に配置されている、2つの断熱材料のストライプを更に備える、項目E 1 又はE 2 の熱電テープ。

【0 1 4 0】

項目E 4 . 熱電テープがロールの形態である、項目E 1 ~ E 3 のいずれか1つの熱電テープ。

【0 1 4 1】

項目E 5 . 複数の脆弱線であって、各脆弱線は、一連の可撓性熱電モジュールのうちの隣接する2つの可撓性熱電モジュール同士の間に配置されている、複数の脆弱線を更に備える、項目E 1 ~ E 4 のいずれか1つの熱電テープ。

【0 1 4 2】

項目E 6 . 各熱電モジュールが複数のp型及びn型熱電素子の間に配置された絶縁体を更に備える、項目E 1 ~ E 5 のいずれか1つの熱電テープ。

【0 1 4 3】

10

20

30

40

50

項目 E 7 . 各熱電モジュールが複数の p 型及び n 型熱電素子のうちの 1 つとビアとの間に配置された接合構成要素を更に備える、項目 E 1 ~ E 6 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 4 4 】

項目 E 8 . 熱電テープの厚さが 1 m m 以下である、項目 E 1 ~ D 7 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 4 5 】

項目 E 9 . 熱電テープの厚さが 0 . 3 m m 以下である、項目 E 1 ~ E 8 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 4 6 】

項目 E 1 0 . 可撓性基材の第 1 の面上に配置された第 1 の導電性層を更に備え、第 1 の導電性層は第 1 のセットのコネクタを形成するパターンを有する、項目 E 1 ~ E 9 のいずれか 1 つの熱電テープ。

10

【 0 1 4 7 】

項目 E 1 1 . 第 1 の面とは反対向きの可撓性基材の第 2 の面上に配置された第 2 の導電性層を更に備え、第 2 の導電性層は第 2 のセットのコネクタを形成するパターンを有する、項目 E 1 0 の熱電テープ。

【 0 1 4 8 】

項目 E 1 2 . 第 1 のセットのコネクタ及び第 2 のセットのコネクタの各々は、1 対の熱電素子同士を電気的に接続している、項目 E 1 1 の熱電テープ。

【 0 1 4 9 】

項目 E 1 3 . 第 1 のセットのコネクタのうちの第 1 のコネクタは、第 1 の対の熱電素子同士を電気的に接続しており、第 2 のセットのコネクタのうちの第 2 のコネクタは、第 2 の対の熱電素子同士を電気的に接続しており、第 1 の対の熱電素子及び第 2 の対の熱電素子は、ただ 1 つのみの熱電素子を共通に有する、項目 E 1 2 の熱電テープ。

20

【 0 1 5 0 】

項目 E 1 4 . 第 1 の導電性層及び第 2 の導電性層のうちの少なくとも 1 つに隣接して配置された摩耗保護層を更に備える、項目 E 1 1 の熱電テープ。

【 0 1 5 1 】

項目 E 1 5 . 摩耗保護層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目 E 1 4 の熱電テープ。

30

【 0 1 5 2 】

項目 E 1 6 . 第 1 の導電性層及び第 2 の導電性層のうちの少なくとも 1 つに隣接して配置された接着剤層を更に備える、項目 E 1 1 の熱電テープ。

【 0 1 5 3 】

項目 E 1 7 . 接着剤層に隣接して配置された剥離ライナーを更に備える、項目 E 1 6 の熱電テープ。

【 0 1 5 4 】

項目 E 1 8 . 熱電テープの単位面積熱抵抗が、1 . 0 K - c m ² / W 以下である、項目 E 1 ~ E 1 7 のいずれか 1 つの熱電テープ。

40

【 0 1 5 5 】

項目 E 1 9 . 熱電素子は、カルコゲナイト、有機ポリマー、有機複合体、及び多孔質シリコンのうちの少なくとも 1 つを含む、項目 E 1 ~ E 1 8 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 5 6 】

項目 E 2 0 . 可撓性基材は、ポリイミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、ポリアラミド、シリコーン、セルロース、又はそれらの組み合わせを含む、項目 E 1 ~ E 1 9 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 5 7 】

項目 E 2 1 . 熱電テープの一部分が予め定められた熱源とともに使用されるとき、熱電テープの一部分は、予め定められた熱源の熱抵抗に対して 1 0 % 未満の絶対差を有する熱抵抗を有する、項目 E 1 ~ E 2 0 のいずれか 1 つの熱電テープ。

50

【 0 1 5 8 】

項目 E 2 2 . 複数のビアのうちの少なくとも一部が導電性材料で充填されている、項目 E 1 ~ E 2 1 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 5 9 】

項目 E 2 3 . 導電性材料は、 5 0 % 以上の銅を含む、項目 E 1 ~ E 2 2 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 6 0 】

項目 E 2 4 . 複数のビアのうちの少なくとも一部が p 型熱電素子で充填されている、項目 E 1 ~ E 2 3 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 6 1 】

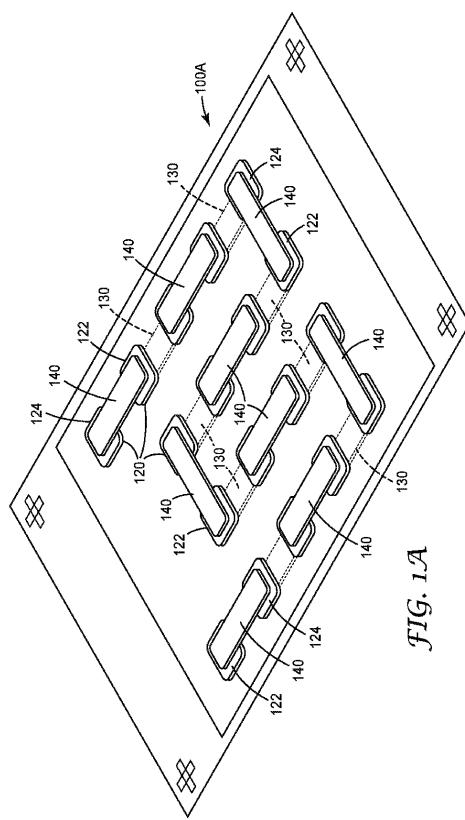
項目 E 25. 複数のビアのうちの少なくとも一部が n 型熱電素子で充填されている、項目 E 1 ~ E 24 のいずれか 1 つの熱電テープ。

【 0 1 6 2 】

本発明は、上記で説明された特定の実施例及び実施形態に限定されると考えられるべきではなく、なぜならば、そのような実施形態は、本発明の様々な態様の解説を容易にするために詳細に説明されているからである。むしろ、本発明は、添付の特許請求の範囲及びそれらの等価物により定義される本発明の趣旨及び範囲に該当する、様々な修正、等価なプロセス、及び代替的なデバイスを含む、本発明の全ての態様に及ぶと理解されるべきである。

0

【図 1 A】



【 図 1 B 】

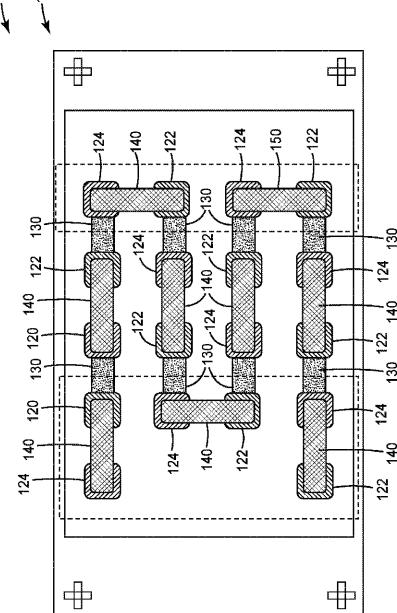


FIG. 1B

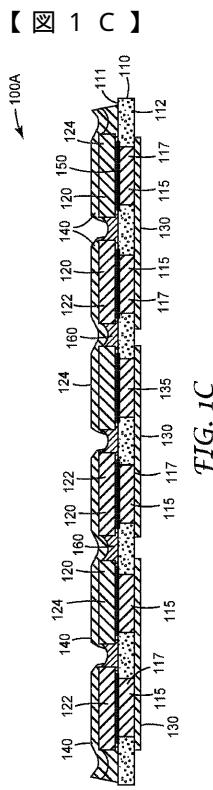


FIG. 1C

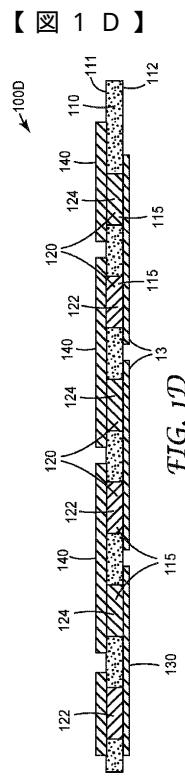


FIG. 1D

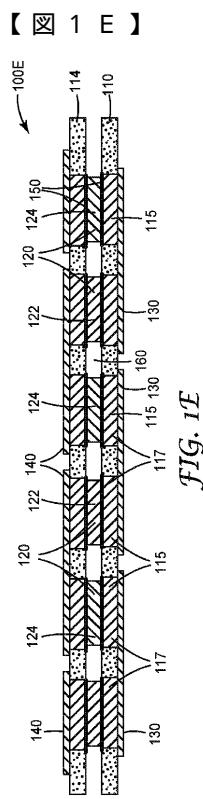


FIG. 1E

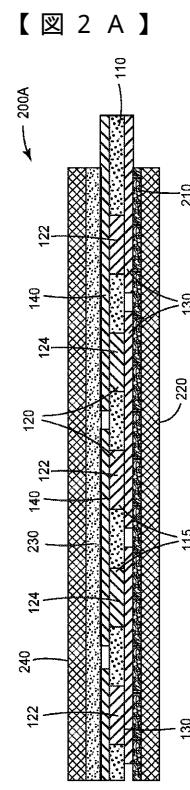


FIG. 2A

【 図 2 B 】

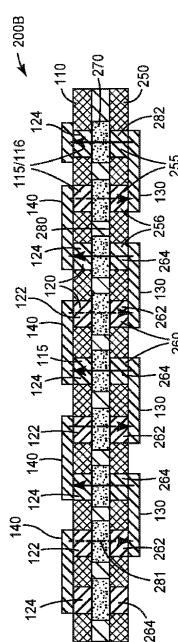


FIG. 2B

【図2C】

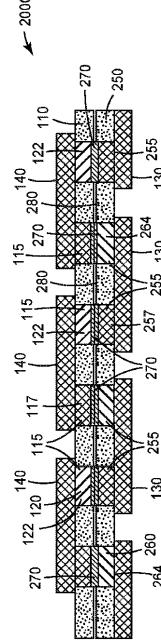


FIG. 2C

【 図 3 A 】

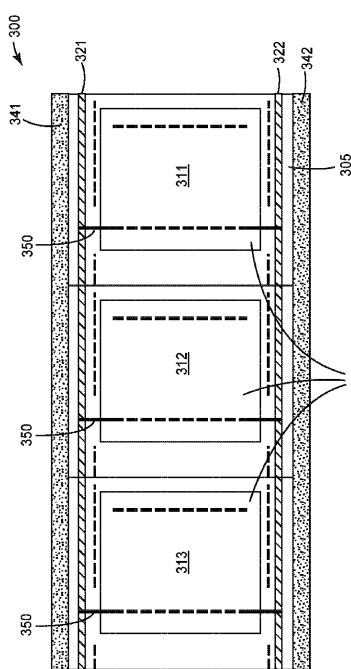


FIG. 3A

【図3B】

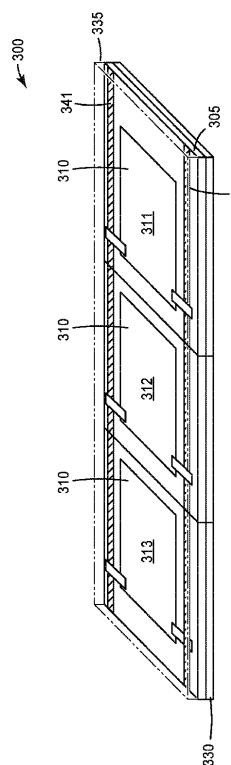


FIG. 3B

【図 3 C】

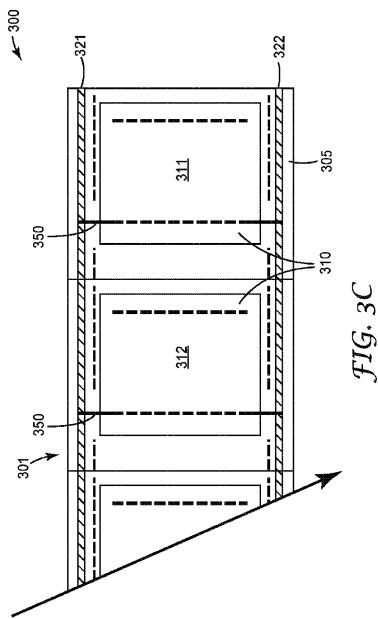


FIG. 3C

【図 3 D】

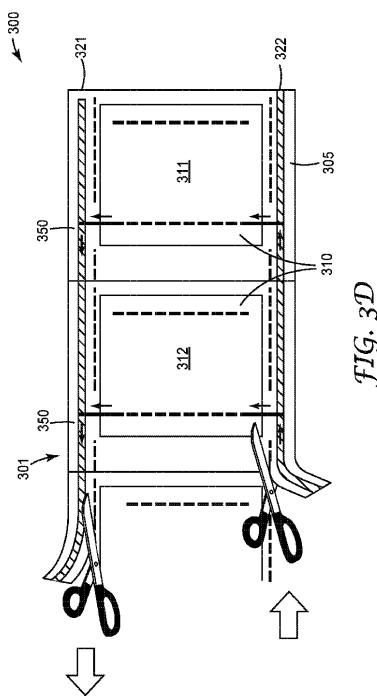


FIG. 3D

【図 3 E】

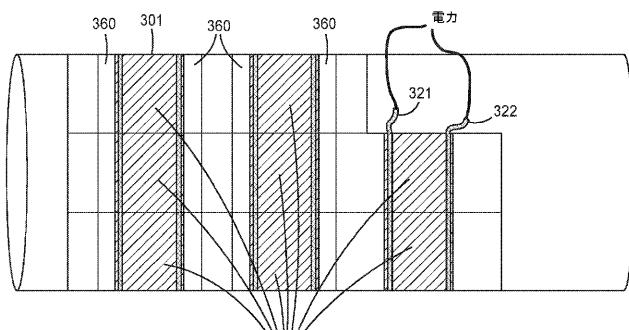


FIG. 3E

【図 4 A】

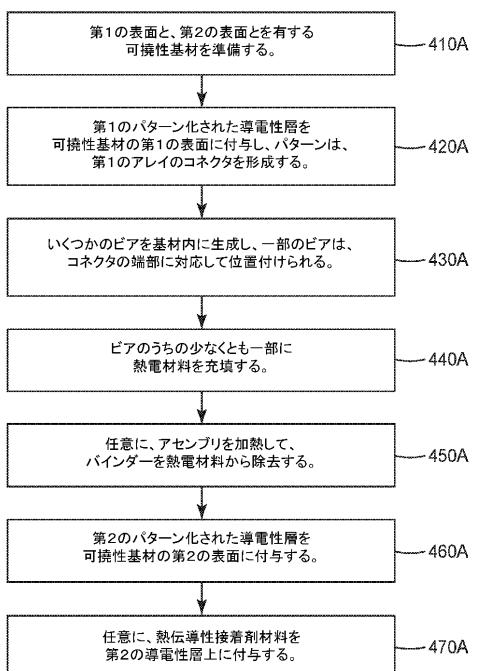


FIG. 4A

【図4B】



FIG. 4B

【図4C】

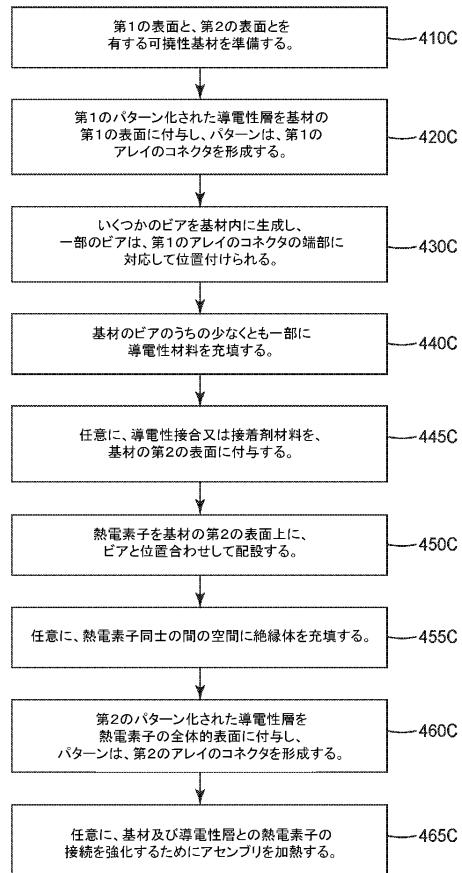


FIG. 4C

【図4D】

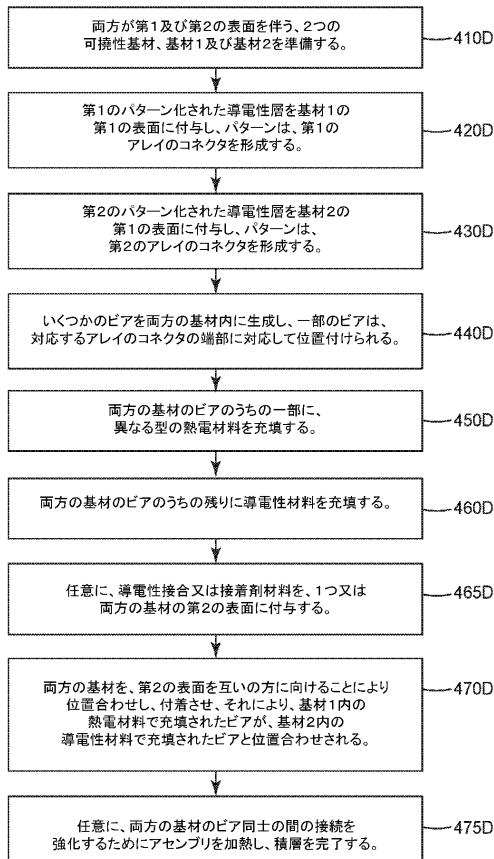


FIG. 4D

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2017/037032
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L35/32 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/278265 A1 (OUWERKERK MARTIN [NL] ET AL) 14 December 2006 (2006-12-14)	1-6, 8-13,15, 16
A	paragraph [0014] - paragraph [0037]; figures 1-14	7,14
A	----- US 2004/075167 A1 (NURNUS JOACHIM [DE] ET AL) 22 April 2004 (2004-04-22) paragraph [0124] - paragraph [0160]; figures 11-18	1-16
A	----- US 2007/125413 A1 (OLSEN LARRY C [US] ET AL) 7 June 2007 (2007-06-07) paragraph [0049] - paragraph [0086]; figures 2-12	1-16
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 12 September 2017		Date of mailing of the international search report 20/09/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kirkwood, Jonathan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/037032

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004 104041 A (SONY CORP) 2 April 2004 (2004-04-02) abstract; figures 1-12 -----	1-16
A	US 3 554 815 A (OSBORN ROBERT OTTO) 12 January 1971 (1971-01-12) column 2, line 1 - column 6, line 56; figures 1-16 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2017/037032

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2006278265	A1 14-12-2006	AT 403236	T 15-08-2008	
		CN 1795568	A 28-06-2006	
		EP 1629539	A1 01-03-2006	
		JP 4098343	B2 11-06-2008	
		JP 2007511893	A 10-05-2007	
		KR 20060024779	A 17-03-2006	
		TW 200507048	A 16-02-2005	
		US 2006278265	A1 14-12-2006	
		WO 2004105146	A1 02-12-2004	
<hr/>				
US 2004075167	A1 22-04-2004	CA 2422471	A1 14-03-2003	
		DE 10045419	A1 04-04-2002	
		EP 1317779	A2 11-06-2003	
		US 2004075167	A1 22-04-2004	
		WO 0223642	A2 21-03-2002	
<hr/>				
US 2007125413	A1 07-06-2007	CA 2549826	A1 05-01-2006	
		EP 1692731	A2 23-08-2006	
		HK 1097107	A1 28-06-2013	
		JP 2007518252	A 05-07-2007	
		JP 2012119695	A 21-06-2012	
		KR 20060110348	A 24-10-2006	
		US 2007125413	A1 07-06-2007	
		WO 2006001827	A2 05-01-2006	
<hr/>				
JP 2004104041	A 02-04-2004	JP 4345279	B2 14-10-2009	
		JP 2004104041	A 02-04-2004	
<hr/>				
US 3554815	A 12-01-1971	BE 647314	A 29-10-1964	
		CH 413018	A 15-05-1966	
		FR 1409754	A 03-09-1965	
		GB 1021486	A 02-03-1966	
		LU 45995	A1 29-10-1964	
		NL 6404737	A 02-11-1964	
		US 3554815	A 12-01-1971	

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(74)代理人 100202418

弁理士 河原 肇

(72)発明者 リ ジェ ヨン

アメリカ合衆国,ミネソタ 55133-3427,セント ポール,ポスト オフィス ボックス 33427,スリーエム センター

(72)発明者 ロジャー ダブリュ.バートン

アメリカ合衆国,ミネソタ 55133-3427,セント ポール,ポスト オフィス ボックス 33427,スリーエム センター

(72)発明者 ドナート ジー.カレイグ

シンガポール国,シンガポール 768923,イーシュン アベニュー 7 1

(72)発明者 アンキット マハジャン

アメリカ合衆国,ミネソタ 55133-3427,セント ポール,ポスト オフィス ボックス 33427,スリーエム センター

(72)発明者 ラビ パラニスワミー

シンガポール国,シンガポール 768923,イーシュン アベニュー 7 1

(72)発明者 ジェイムズ エフ.ポック

アメリカ合衆国,ミネソタ 55133-3427,セント ポール,ポスト オフィス ボックス 33427,スリーエム センター