

(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2017-530295

(P2017-530295A)

(43) 公表日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F03G 7/06 (2006.01)	F03G 7/06 D	
C22C 5/10 (2006.01)	C22C 5/10	
C22C 5/02 (2006.01)	C22C 5/02	
C22C 9/02 (2006.01)	C22C 9/02	
C22C 9/04 (2006.01)	C22C 9/04	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-514975 (P2017-514975)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月29日 (2015.5.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年1月26日 (2017.1.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/062047
 (87) 国際公開番号 W02015/181388
 (87) 国際公開日 平成27年12月3日 (2015.12.3)
 (31) 優先権主張番号 1409679.6
 (32) 優先日 平成26年5月30日 (2014.5.30)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(71) 出願人 516357166
 エクサジン リミテッド
 EXERGY LIMITED
 アイルランド、ダブリン 11、グラスネ
 ヴィン、オールディングラス ロード
 、ディシーユー クリーンテック イノヴ
 エーション キャンパス、エクサジン リ
 ミテッド内
 DCU Cleantech Innov
 ation Campus, Old F
 inglas Road, Glasne
 vin, Dublin 11, IRE
 LAND
 (74) 代理人 100169904
 弁理士 村井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー回収装置で使用するバンドル保持部材

(57) 【要約】

本発明によれば、エネルギー回収装置が提供され、第一の端部で固定され、第二の端部で駆動機構に接続される複数の形状記憶合金 (SMA) 又は負熱膨張性 (NTE) 要素を備えるエンジンを備える。保持部材は、複数の形状記憶合金 (SMA) 又はNTE要素を収容するよう構成された複数のスロットを形成する。

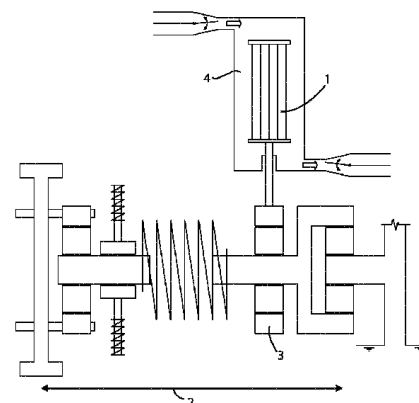


Figure 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エネルギー回収装置であって、
第一の端部で固定され、第二の端部で駆動機構に接続される複数の形状記憶合金（SMA）又はその他の負熱膨張性（NTE）要素を備えるエンジンを備え、前記複数の形状記憶合金（SMA）又はNTE要素を収容するよう構成された複数のスロットを形成した保持部材を特徴とする、エネルギー回収装置。

【請求項 2】

前記保持部材が、前記要素が前記スロットと係合し、適所で留められるような適切な大きさのスロットを有する有孔板状部材を備える、請求項 1 に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 3】

少なくとも一つの要素は、前記保持部材と係合した際に、前記要素の移動を制限するための加締め終端を備える、請求項 2 に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 4】

少なくとも一つの要素は、前記保持部材と係合した際に、前記要素の移動を制限するためのねじれた又は曲げられた端部を備える、請求項 2 に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 5】

少なくとも一つの要素は、前記保持部材と係合した際に、前記要素の移動を制限するための半球形状の端部を備える、請求項 2 に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 6】

前記負熱膨張性（NTE）要素は、形状記憶合金である、先行するいずれかの請求項に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 7】

前記形状記憶合金が、ニッケル - チタン合金、銅 - 亜鉛 - アルミニウム - ニッケル合金、銅 - アルミニウム - ニッケル合金のうちの少なくとも一つである、請求項 6 に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 8】

前記複数の形状記憶合金（SMA）又は負熱膨張性（NTE）要素が、互いに略平行に配置されてコアを形成する複数のワイヤとして配される、先行するいずれかの請求項に記載のエネルギー回収装置。

【請求項 9】

エネルギー回収装置又はエンジンで使用する保持部材であって、複数の負熱膨張性材料（NTE）要素を収容するよう構成された複数のスロットを備える、保持部材。

【請求項 10】

前記保持部材が、前記要素が前記スロットと係合し、適所で留められるような適切な大きさのスロットを有する有孔板状部材を備える、請求項 9 に記載の保持部材。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本願は、エネルギー回収の分野に関し、特に、同分野用の形状記憶合金（Shape - Memory Alloys（SMAs））や負熱膨張性材料（Negative Thermal Expansion materials）（NTE）の使用に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般的には 100 度未満とされる低位熱は、工業プロセス、発電、及び転送用途において著しい廃棄エネルギーの流れに相当する。このような廃棄の流れを回収及び再利用することが望ましい。このような目的のために提案された技術の一例として、熱電発電装置（Thermoelectric Generator（TEG））がある。残念ながら、TEGはかなり高価である。このようなエネルギーを回収するために提案されたその他の大規模な実験的な取り組みとしては、形状記憶合金がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

形状記憶合金（SMA）は、元の冷間鍛造時の形状を「記憶」している合金であって、変形後、加熱すれば変形前の形状に戻る。これは、水力、空気圧、及びモータによるシステム等の従来のアクチュエータに代わる、軽量で固体の材料である。

【 0 0 0 4 】

形状記憶合金の三つの主な種類として、銅 - 亜鉛 - アルミニウム - ニッケル合金、銅 - アルミニウム - ニッケル合金、及びニッケル - チタン（NiTi）合金があるが、形状記憶合金は、亜鉛、銅、金及び鉄を合金化する等によっても作成可能である。ここで述べた材料によって完全に網羅されているわけではない。

【 0 0 0 5 】

このような材料による記憶は、熱回収プロセス、特に熱から運動としてのエネルギーを回収するSMAエンジンを構築することによって、1970年代の初頭からその利用が採用又は提案されてきた。エネルギー回収装置に関する最近の文献としては、本発明の譲受人に譲渡されたPCT公開公報WO2013/087490がある。その他の特許文献として、US2005/150223（ユナイテッドテクノロジー）及びUS2013/341845（Zanella）がある。SMA又はNTE材料の収縮を効率的に機械力に変換することが望ましい。これは簡単な作業ではなく、通常複雑であって多くのエネルギー損失を伴うものである。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 国際公開第WO2013/087490号

【 特許文献 2 】 米国特許出願公開第2005/150223号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許出願公開第2013/341845号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

よって、エネルギー回収装置における改善されたシステム及び方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、添付の請求項で記載されるようなエネルギー回収装置が提供され、このエネルギー回収装置は、第一の端部で固定され、第二の端部で駆動機構に接続される形状記憶合金（SMA）等であってこれに限定されることのない複数の負熱膨張性（NTE）要素を備えるエンジンを備え、複数の形状記憶合金（SMA）又はNTE要素を収容するよう構成された複数のスロットを形成した保持部材を特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明を生み出した動機は、形状記憶合金（SMA）又はNTE要素の収縮によって生まれた大きな力を安全に伝達することにより機械的動作が得られるよう、何らかの種類の支持フレーム又は保持部材内にとどめておくことができるような形状記憶合金（SMA）又はNTE要素の端部の形状を得ることであった。

40

【 0 0 1 0 】

一実施形態において、保持部材は、これらの要素がスロットと係合して、適所で留められるような適切な大きさのスロットを有する有孔板状部材を備える。

【 0 0 1 1 】

一実施形態において、少なくとも一つの要素は、保持部材と係合した際に、要素の移動を制限するための加締め終端を備える。

【 0 0 1 2 】

一実施形態において、少なくとも一つの要素は、保持部材と係合した際に、要素の移動を制限するためのねじれた又は曲げられた端部を備える。

50

【 0 0 1 3 】

一実施形態において、少なくとも一つの要素は、保持部材と係合した際に、要素の移動を制限するための半球形状の端部を備える。

【 0 0 1 4 】

一実施形態において、負熱膨張性 (N T E) 要素は、形状記憶合金を備える。一実施形態において、形状記憶合金は、ニッケル - チタン合金を備える。

【 0 0 1 5 】

一実施形態において、形状記憶合金 (S M A) 又は負熱膨張性 (N T E) 要素が、互いに略平行に配置されてコアを形成する複数のワイヤとして配される。

【 0 0 1 6 】

別の実施形態において、エネルギー回収装置が提供され、互いに略平行に位置決めされてコアを形成する複数のワイヤとして配置された複数の形状記憶合金 (S M A) 又は負熱膨張性 (N T E) 要素を備える。

【 0 0 1 7 】

別の実施形態において、エネルギー回収装置又はエンジンで使用する保持部材が提供され、複数の負熱膨張性材料 (N T E) 要素を収容するよう構成された複数のスロットを備える。

【 0 0 1 8 】

一実施形態において、保持部材は、要素がスロットと係合し、適所で留められるような適切な大きさのスロットを有する有孔板状部材を備える。

【 0 0 1 9 】

別の実施形態において、エンジンが提供され、第一の端部で固定され、第二の端部で駆動機構に接続される複数の形状記憶合金 (S M A) 又は負熱膨張性 (N T E) 要素を備え、保持部材は、複数の形状記憶合金 (S M A) 又は N T E 要素を収容するよう構成された複数のスロットを備えて構成される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

本発明は、以下の添付の図面を参照しながら、単に例示的に示される実施形態について記載することによってより明確に理解されるであろう。

【 図 1 】 エネルギー回収システムを示す図

【 図 2 】 本発明の一つの態様に係る、エンジンコアを構成する複数のワイヤを示す図

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る、バンドル保持部材内に供給される複数の加締められたワイヤを示す図

【 図 4 】 本発明の一つの態様に係る、エンジンコアを構成する複数のワイヤを示す図

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る、バンドル保持部材内に供給される複数のねじれた又は曲げられたワイヤを示す図

【 図 6 】 本発明の一つの態様に係る、エンジンコアを構成する半球形状の端部を備えた複数のワイヤを示す図

【 図 7 】 本発明の一実施形態に係る、バンドル保持部材内に供給される複数のねじれた又は曲げられたワイヤを示す図

【 図 8 】 本発明の別の態様に係る、ワイヤバンドル保持部材を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

本発明は、低位熱から動力を生成するための形状記憶合金 (S M A) 又はその他の負熱膨張性材料 (N T E) のいずれかを使用可能な熱回収システムに関する。

【 0 0 2 2 】

エネルギー回収装置の例示的な実施形態について、図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、参照符号 1 で示した S M A エンジンを採用したエネルギー回収装置を示す図である。S M A エンジン 1 は、S M A 作動コアを備える。S M A 作動コアは、固定された第一の点において留められ又はその他の方法で固定された S M A 材料を備える。反対側の端部にお

10

20

30

40

50

いて、SMA材料は、駆動機構2に留められるか又はその他の方法で固定される。このように、第一の点では固定される一方、第二の点では駆動機構3を引っ張ってはいるものの自由に動くことができる。SMAエンジンを収容するよう浸漬チェンバ4が構成され、この浸漬チェンバは更に、SMAエンジンを加熱及び/又は冷却可能な流体が連続して充填されるよう構成される。従って、SMAコアに熱が加わると、コアは自由に収縮する。適切には、SMAコアは、SMA材料で出来た複数の平行なワイヤ、リボン、又は薄板(sheet)を備える。一般的に、このようなコアについて、その撓み(deflection)は通常約4%である。従って、1mの長さのSMA材料を使用する際、約4cmの直線運動が利用可能であると予測される。当然ながら、得られる力は、使用するワイヤの質量によって決まる。このようなエネルギー回収装置は、本発明の譲受人に譲渡されたPCT公開公報WO2013/087490に記載されており、参照することによって本明細書にその内容をここに包含する。

10

【0023】

このような用途に関して、熱源に晒された際のこれらの材料の収縮をとらえ、利用可能な機械的動作に変換する。このようなエンジンの動作要素に役立つ材料は、ニッケル-チタン合金(NiTi)であることが証明されている。この合金は、周知の形状記憶合金であって、様々な業界において多くの用途を有する。当然のことながら、本発明の文脈において、任意の適切なSMA又はNTE材料を使用可能である。

【0024】

動作コア内の(複数のワイヤとして存在する)このような合金の伸縮によって、ピストン及び伝達機構を介して、力が生成される。このシステムの重要な側面として両端部でNiTi要素を留めることができることがあり、これは信頼性の高い組立品を作成し、力が大きく(high-force)変位が小さい(low-displacement)動作を最大数の動作サイクルで実行されるように実現される。従って、特定の構成要件と必要なSMA材料の質量に応じて、複数のSMAワイヤをまとめて用いてもよく、これらのワイヤは互いに略平行に間隔を空けて配置し、単一のコアを形成する。

20

【0025】

ワイヤの両端は、金属その他の材料の支持部材内でしっかりと固定可能となるように設けられる必要がある。以降、支持部材をバンドル保持部材と呼ぶ。本発明は、エネルギー回収装置で使用する保持部材を提供し、複数の負熱膨張性材料(NTE)又は形状記憶合金(SMA)要素を収容するよう構成された複数のスロットを備える。

30

【0026】

本発明の一実施形態によれば、バンドル保持部材内にワイヤをしっかりと固定する課題についての解決策が提供され、それは、ワイヤをその端部で加締め、ワイヤの一部を広くし、これによってバンドル又はワイヤ保持部材によって位置が保持されるようにすることによって行われる。図2は、参照符号20及び21で示した、コアを形成するのに使用可能な2本のワイヤを示す図である。加締め部は2つの方法で形成可能であって、加締めA、20及び加締めB、21がある。図2に示すように、加締めAは、ワイヤの一番端に位置するのに対し、加締めBは、ワイヤの端部のちょうど手前に位置する。使用する加締めの種類は、バンドル保持部材やワイヤを嵌めるべき空間によって決定してよい。

40

【0027】

図3は、複数のスロット32即ち、穴又は開口からなるバンドル保持部材31内に供給される複数の加締められたワイヤ30を示す図である。スロット、穴、又は開口は、加締め幅より直径が小さくなり、ワイヤ30より直径が少し大きくなるように設計する。負荷がかかると、加締め部によってバンドル保持部材31からのワイヤ30の離脱が防がれ、バンドル保持部材の開口又は穴を抜けることはない。実際には、加締め部は、バンドル保持部材31の肩部(shoulder)上にある。

【0028】

本発明の他の実施形態が図4に示されており、高レベルの熱を使用して、ワイヤの各端部上に、参照符号41で示す曲げ部又はねじれ(kink)を配する。図5に示すように

50

、ワイヤ 4 1 をワイヤバンドル保持部材ユニット 4 2 の表面にもたれさせるように装着する際に、この部分が止め具 (s t o p) として作用する。ワイヤを単一の面上に互いに並べられるので、ワイヤを密にまとめて配置しやすくなる。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、他の実施形態を示す図であって、ワイヤ 5 0 の一端が半球 (d o m e) 形状 5 1 であって、ワイヤをバンドル又はワイヤ保持部材内に保持する際の止め具として作用する。ワイヤの半球形状の端部は、ワイヤを配置する穴よりも大きいので、図 7 に示すように、負荷がかかった際に、半球部 5 1 が抜けに抵抗するよう作用する。この方法では、円筒形の性質によってドームの組立方向は関係なくなる。

【 0 0 3 0 】

当然のことながら、エネルギー回収装置は、互いに略平行に位置決めされてコアを形成する複数のワイヤとして配置された複数の形状記憶合金 (S M A) 又は負熱膨張性 (N T E) 要素を備え得る。例えば、ワイヤは、図 2 から図 7 を参照しながら上述したワイヤであってよい。

【 0 0 3 1 】

鑄造実施形態

複数の N i T i ワイヤを信頼性高く耐久性のある方法で留めるために、両端で固定可能なシステム / 方法を開発する必要がある。このようなシステムは、高い負荷の下で動作する必要がある。このようなバンドル保持部材は、以下のような幾つかの特定の問題を克服せねばならない。

【 0 0 3 2 】

1) 動作中、N i T i ワイヤの力が大きく変位が小さい負荷を伝達すること。2) ワイヤをできるだけ密にまとめて、通過する水からワイヤへ及びその逆の最大限の熱伝達を可能とすること。

【 0 0 3 3 】

3) 製造の点から、バンドル保持部材は、何百ものこのような N i T i ワイヤを何らかの保持部材内に配置するという面倒で大変なプロセスをなくして、製造の時間やコストを減らす必要がある。

【 0 0 3 4 】

高出力のためには、多くの S M A ワイヤが必要となる。多くの穴を備えたバンドルの製造は、費用がかかり、時間を必要とし、ワイヤを均一に加締める作業を行うのは困難である。一実施形態において、機械加工によるバンドル保持部材に代えて鑄造を使用可能である。ワイヤは鑄型内に埋め込まれるので、加締める必要がない。鑄造は、それを用いず他の方法では困難であり、製造するのが不経済であるような複雑な形状を生成するのに最もよく使用される。鑄造は、通常液体材料を所望の形状の空洞を有する鑄型内に注入した後に、固化させる製造プロセスである。

【 0 0 3 5 】

全ての金属がバンドル保持部材材料として使用するのに適切というわけではない。形状記憶合金は加熱されると収縮するが、ほとんどの金属は膨張する。この場合には、非反応性材料を選択可能である。加熱中熱膨張が零である合金化された材料がある。エネルギー回収装置に適したこのような材料として、以下のようなものが含まれるがこれらに限定するものではない。

【 0 0 3 6 】

・ テトラメチルアンモニウム銅 (I) 亜鉛 (I I) シアン化物は、2 0 0 K 4 0 0 K (即ち、- 7 3 . 1 5 ~ 1 2 6 . 8 5 ° C) の温度間で熱膨張が零又は零に近い。

【 0 0 3 7 】

・ $(1 - x) P b T i) O 3 - x B i (M g , T i) 1 / 2 O 3$ は、室温 5 0 0 ° C の温度間で熱膨張が零又は零に近い。

【 0 0 3 8 】

・ ヨウ化銀 + ヨウ化銅

10

20

30

40

50

高温で鑄造を行うと、SMAの大きさは最小となる（オーステナイト相 - ワイヤの径が小さくなる）。オーステナイトからマルテンサイトへと移行する結果、ワイヤの径が大きくなり、鑄造物が締まりばめとして機能するので、このプロセスによって、ワイヤがしっかりと固定される。

【0039】

金網

ニチノールコアでピストンを作動させるためには、ワイヤのバンドルを一端がコアの頂部に固定され、他端がピストンに取り付けられるように固定するための方法を特定する必要がある。

【0040】

バンドル保持部材で起こる問題の一つは、単一の材料の塊に数千もの穴を開ける必要であって、このプロセスは、非常に時間がかかり、大量の廃棄材料を生むことである。

【0041】

図8は、数千の穴を有するバンドル保持部材を製造する提案された方法を示す図である。考え方は、同じ材料のワイヤ版を用いて網を作成することで、中空でない塊の材料を機械加工する必要がないということである。工程Aで分かるように、ワイヤは予め規定された長さに切断される。その後、各ワイヤ間の距離を維持する治具内に配置する。これが下層を形成することになる。次に、別のワイヤの組をこの第一の層の上に置くが、この層は、第一の層に対して90°の角度で回転させる。これを上から見ると、数個の穴を有するバンドルと同じように見える。

【0042】

次の工程は、上層及び下層を融合させることである。これによって、バンドルの剛性が高まり、ワイヤ間の間隙が大きくなったり小さくなったりすることが防げる。これらの層をまとめて融合させる一つの方法は、パネルと薄い金属とを溶接するのに一般的に用いられるスポット溶接の技術を用いることであろう。

【0043】

このプロセスは、陽極（-）と陰極（+）とからなる。陽極を上層の上に置き、陰極を下層の上に位置させる。陽極と陰極とで、一つの接点において二つのワイヤを一緒に押さえる。接点に電流を流して、熱を発生させ、ワイヤ同士を溶融して融合させる。一般的なスポット溶接は、ワイヤを融合させるのに0.63秒かかり、穴を開けるより有利である。当然のことながら、溶接部を冷却するのには時間の追加が必要である。

【0044】

この方法の一つの欠点は、スポット溶接プロセスを全ての重ね合わせた点で行わなければならないことである。ただし、一度に一系列の溶接を行うように多くの陽極及び陰極を用いて複数の接点を溶接可能である。この特徴は、材料の無駄を最小限にしてプロセス全体を自動化可能であるので、望ましい特徴である。

【0045】

更に、単により多くの層を追加することによって、バンドル保持部材の強度を上げることができる。動作中にバンドル保持部材の一部が故障した場合に、そのバンドル保持部材を再生するのではなく修理可能となるので、このことは特に有利である。

【0046】

西洋梨型（Pear）スロット実施形態

先に概要を示したように、バンドル保持部材は幾つかの特定の問題を克服する必要がある。1）動作中、NiTiワイヤの力が大きく変位が小さい負荷を伝達すること。2）ワイヤをできるだけ密にまとめて、通過する水からワイヤへの及びその逆の最大限の熱伝達を可能とすること。

【0047】

3）製造の点から、バンドル保持部材は、何百ものこのようなNiTiワイヤを何らかの保持部材内に配置するという面倒で大変なプロセスをなくして、製造の時間やコストを減らす必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

多くのワイヤをバンドル保持部材のドリル穴に入れなければならないが、これは非常に時間のかかる作業であって、バンドル保持部材内にあるワイヤを半球形にすると、バンドルの構築が遅くなり面倒な作業となる。

【 0 0 4 9 】

切断した後にワイヤの両端部を半球形にすると、これ以降のワイヤへの作業を行う必要がなくなる。これらのワイヤをその後、切り抜かれたスロットを有するバンドル保持部材に挿入する。これらのスロットの幅をワイヤの径に等しくすることにより、スロットの両側でワイヤの頂部の半球部が置かれることになる。全ての列の端部の各半球部より広い穴を介して、ワイヤをバンドル保持部材内に挿入する。この穴に、ワイヤを適所で保持するべくその内部にねじ山を切って、バンドルを完成させる。この方法によれば、バンドルの上層及び下層を同時に挿入可能にもなる。

10

【 0 0 5 0 】

当然のことながら、形状記憶合金 (S M A) について上述したが、所定の用途については N T E 材料を使用可能である。

【 0 0 5 1 】

N T E 材料の例は、以下のとおりであるが、本発明の文脈においてこれらに限定するものではない。立方晶系タングステンジルコニウム (Z r W 2 O 8) 、 A M ₂ O ₈ 族の材料 (A = Z r 又は H f 、 M = M o 又は W) 、及び Z r V ₂ O ₇ 、石英、多くのゼオライト、立方晶系三フッ化スカンジウム。

20

【 0 0 5 2 】

形状記憶ポリマーの例は、以下のとおりであるが、本発明の文脈においてこれらに限定するものではない。ポリウレタン、プレポリマー法により形成したイオン又はメソゲン成分を有するポリウレタン、ポリエチレンテレフタレート (P E T) とポリエチレンオキシド (P E O) のブロック共重合体、ポリスチレンとポリ (1 , 4 - ブタジエン) を含むブロック共重合体、ポリ (2 - メチル - 2 - オキサゾリン) 及びポリテトラフドロフランから形成された A B A トリブロック共重合体、非晶質ポリノルボルネン。

【 0 0 5 3 】

S M A 材料の例は、以下のとおりであるが、本発明の文脈においてこれらに限定するものではない。 A g - C d 4 4 / 4 9 a t . % C d 、 A u - C d 4 6 . 5 / 5 0 a t . % C d 、 C u - A l - N i 1 4 / 1 4 . 5 w t % A l a n d 3 / 4 . 5 w t % N i 、 C u - S n a p p r o x . 1 5 a t % S n 、 C u - Z n 3 8 . 5 / 4 1 . 5 w t . % Z n 、 C u - Z n - X (X = S i , A l , S n) , F e - P t a p p r o x . 2 5 a t . % P t 、 M n - C u 5 / 3 5 a t % C u 、 F e - M n - S i 、 C o - N i - A l 、 C o - N i - G a 、 N i - F e - G a 、 T i - N b 、 N i - T i a p p r o x . 5 5 - 6 0 w t % N i 、 N i - T i - H f 、 N i - T i - P d 、 N i - M n - G

30

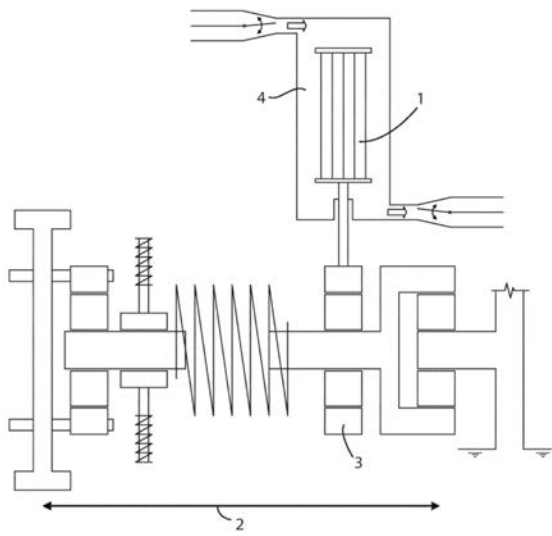
本明細書において、「備える」という用語又はその語尾変化した形、及び、「含む」という用語又はその語尾変化した形は、完全に互換性のある表現であると考え、これらの表現全てについて、可能な限り最も広い解釈を与えるべきであってその逆もまた同様である。

40

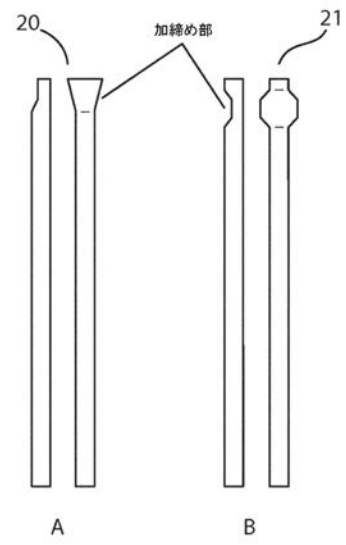
【 0 0 5 4 】

本発明は、上述の実施形態に限定されず、構造及び詳細共に変形が可能である。

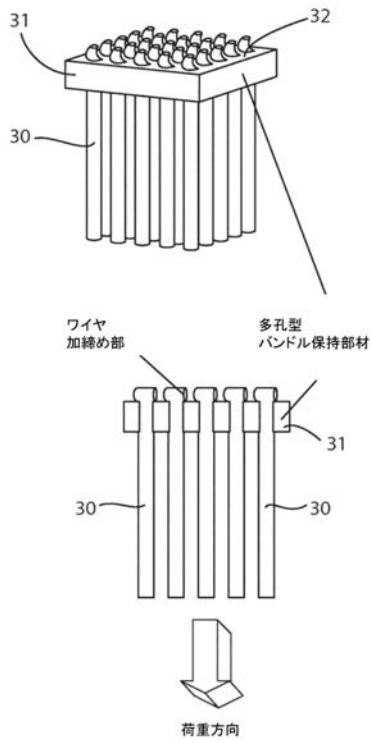
【図 1】



【図 2】



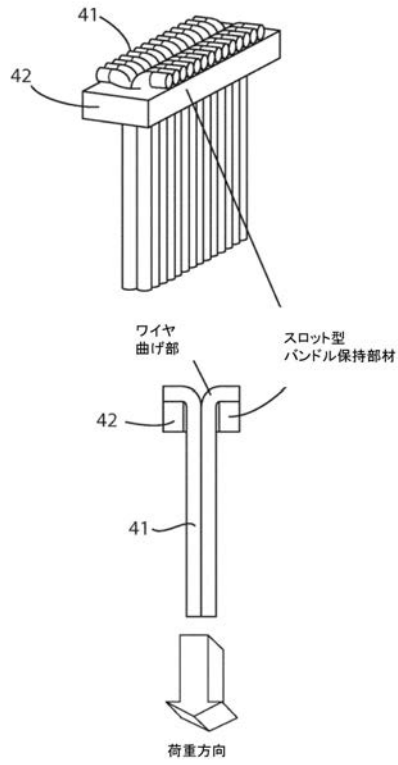
【図 3】



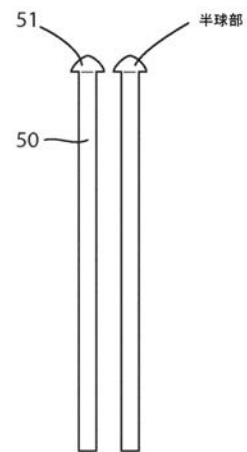
【図 4】



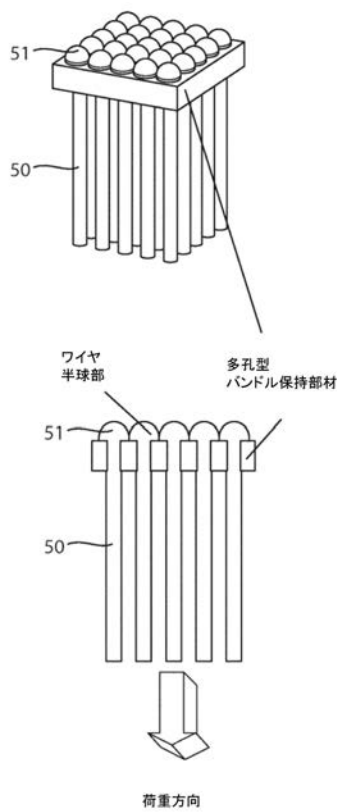
【図 5】



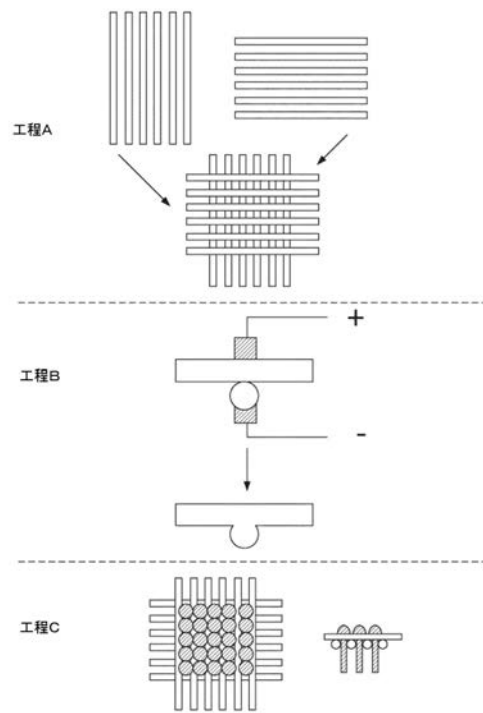
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/062047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F03G7/06
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)
F03G

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/120113 A1 (ALEXANDER PAUL W [US] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) abstract figures 2-7 paragraph [0040] paragraph [0044] -----	1-10
X	JP S60 22079 A (NHK SPRING CO LTD) 4 February 1985 (1985-02-04) the whole document -----	1-10
X	US 4 027 479 A (CORY JOHN S) 7 June 1977 (1977-06-07) abstract figures 9,10 line 17 - column 9, line 40 -----	1-10
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2015

Date of mailing of the international search report

08/12/2015

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

Giorgini, Gabriele

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/062047

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 010 612 A (SANDOVAL DANTE J) 8 March 1977 (1977-03-08) the whole document	1-10
A	----- GB 2 497 542 A (DUBLIN INST OF TECHNOLOGY [IE]) 19 June 2013 (2013-06-19) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/062047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011120113 A1	26-05-2011	CN 102094775 A DE 102010051799 A1 DE 102010051985 A1 US 2011120113 A1 US 2011120119 A1	15-06-2011 22-06-2011 21-07-2011 26-05-2011 26-05-2011
JP S6022079 A	04-02-1985	NONE	
US 4027479 A	07-06-1977	NONE	
US 4010612 A	08-03-1977	NONE	
GB 2497542 A	19-06-2013	EP 2800900 A2 GB 2497542 A US 2015007558 A1 WO 2013087490 A2	12-11-2014 19-06-2013 08-01-2015 20-06-2013

フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)	
C 2 2 C	9/01	(2006.01)	C 2 2 C	9/01		
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 2 V	
C 2 2 C	22/00	(2006.01)	C 2 2 C	22/00		
C 2 2 C	19/03	(2006.01)	C 2 2 C	19/03	A	

(81) 指定国 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, RO, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, TZ, UA, UG, US

(74) 代理人 100139549

弁理士 原田 泉

(72) 発明者 バリー カレン

アイルランド, ダブリン 11, オールド フィングラス ロード, ディシーユー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内

(72) 発明者 ケヴィン オトゥール

アイルランド, ダブリン 11, オールド フィングラス ロード, ディシーユー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内

(72) 発明者 ジョージアナ ティルカ - ドラゴマイレスキュ

アイルランド, ダブリン 11, オールド フィングラス ロード, ディシーユー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内

(72) 発明者 キース ウォーレン

アイルランド, ダブリン 11, オールド フィングラス ロード, ディシーユー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内

(72) 発明者 ローリー ピアン

アイルランド, ダブリン 11, オールド フィングラス ロード, ディシーユー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内