

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4921629号
(P4921629)

(45) 発行日 平成24年4月25日 (2012. 4. 25)

(24) 登録日 平成24年2月10日 (2012. 2. 10)

(51) Int. Cl.		F I	
H O 1 M 10/50	(2006. 01)	H O 1 M 10/50	
F 2 5 D 1/00	(2006. 01)	F 2 5 D 1/00	B
F 2 5 D 1/02	(2006. 01)	F 2 5 D 1/02	B

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-96946 (P2000-96946)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成12年3月31日 (2000. 3. 31)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2001-283937 (P2001-283937A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成13年10月12日 (2001. 10. 12)	(73) 特許権者	000003207
審査請求日	平成18年12月5日 (2006. 12. 5)		トヨタ自動車株式会社
前置審査			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	110000040
			特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
		(72) 発明者	乾 究
			静岡県湖西市境宿555番地 パナソニックE Vエージー株式会社内
		(72) 発明者	江藤 豊彦
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体冷却式電池パックシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの冷媒入口および少なくとも1つの冷媒出口を有する電池パックケースと、

前記電池パックケース内に配置される電池パックであって、少なくとも1つの単電池を有する複数の電池モジュールを当該電池モジュールの電槽膨張方向に連結するとともに電氣的に直列または並列に接続して構成され、各々の電池モジュールの互いに連結された対向面の間に、前記冷媒入口から前記冷媒出口へと冷媒が通る冷媒流路が設けられ、前記電池モジュールの加工精度に製造ばらつきがあり、それによって前記冷媒流路を形成する各電池モジュール間の隙間の寸法がばらつく電池パックと、

前記冷媒を、前記電池パックケースの前記冷媒入口に取り込み、前記冷媒流路を介して流し、前記冷媒出口から排出する冷媒搬送装置とを備え、

前記冷媒流路を介して前記冷媒が流れた際に、前記冷媒流路の目標幅に対する製造公差が最大・最小時の冷却性能の差である前記複数の電池モジュール間の温度偏差が10以下に入るように、且つ全ての前記電池モジュールの温度が所定温度以下になるように、前記冷媒流路の前記目標幅が設定されていることを特徴とする流体冷却式電池パックシステム。

【請求項 2】

前記複数の電池モジュールにおける電槽材料および電池入出力時の電流条件の少なくとも1つを加味して、前記冷媒流路の前記目標幅が設定されている請求項1記載の流体冷却

10

20

式電池パックシステム。

【請求項 3】

前記電槽材料は樹脂材料である請求項 2 記載の流体冷却式電池パックシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の電池モジュールを直列または並列に結合した電池パックの冷却技術に関し、特に、ハイブリッド車両（HEV）や電気自動車（PEV）に搭載される二次電池の冷却技術に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

二次電池には、鉛 - 酸バッテリーやニッケル - カドミウム（Ni - Cd）バッテリー、ニッケル - 水素（Ni - MH）バッテリー、リチウムイオンバッテリー等がある。これらのバッテリーは、電力が消耗されると、外部電源に接続して所定の電流を流すことにより充電することができるという性質がある。かかる性質を利用して、これらのバッテリーは、従来より各種の機器に使用されている。たとえば、バッテリーは、エンジンの点火プラグへの電力供給を行うために、従来より車両にも搭載されていた。

【0003】

最近では、電気自動車（PEV）や、エンジンと電動機を備えたいわゆるハイブリッド車両（HEV）において、電動機を駆動する際の主電源として、その高いエネルギー密度（すなわち、コンパクトにエネルギーを蓄積できる）と高い出力密度の点から、Ni - MH バッテリーが主に使用されている。かかる PEV や HEV では、電動機に対して十分な出力を供給できるように、単電池を複数個組み合わせることで 1 つの電池モジュールを構成し、その電池モジュールを複数個直列または並列に結合したものを 1 つの電池パックとして用いられる。

20

【0004】

このように複数の電池モジュールが結合されて、PEV や HEV に搭載される Ni - MH バッテリーでは、車両走行中に、車両の制動および加速等により大きな充電および放電電流が繰り返し流れ、Ni - MH バッテリーの内部抵抗による $I^2 R$ 損がバッテリーの発熱の要因となる。

30

【0005】

また、Ni - MH バッテリーは、重量が大きな鉛 - 酸バッテリーに比べて、コンパクトにエネルギーを蓄積できるという高いエネルギー密度ゆえに、複数の電池モジュールがコンパクトに結合できるため、その構成上、放熱が鉛 - 酸バッテリーよりも困難なものとなる。

【0006】

上記問題を解決するために、各電池モジュール間の隙間に空気等の冷媒を強制的に送り込んで電池冷却を行う方法が知られている。この場合、各電池モジュール間の隙間を狭くして冷媒の流速を高めることにより、冷却性能を向上させることができる。

【0007】

たとえば、米国特許第 5, 879, 831 号公報には、各電池モジュール間の隙間を必要以上に狭くすると、流体抵抗の増加により逆に流量が減少し、冷却性能が悪化することに着目して、冷却設計における最適隙間寸法を決定する方法が提案されている。

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この方法により決定された隙間寸法は、その加工精度が無視できない程度の狭い隙間になることが多く、このような場合は、隙間寸法のばらつきにより電池パック内に冷却ばらつきが発生するという問題がある。

【0009】

また、冷却ばらつきにより電池容量のばらつきが生じ、電池の使用領域が制限されるようになり、最悪の場合は、車両が路上で停止する等の重大故障につながる可能性もある。

50

【0010】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、電池モジュール間の隙間ばらつきを考慮した場合でも、電池パック内の電池温度ばらつきを許容温度範囲内に抑えることが可能な流体冷却式電池パックシステムを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、本発明に係る流体冷却式電池パックシステムは、少なくとも1つの冷媒入口および少なくとも1つの冷媒出口を有する電池パックケースと、前記電池パックケース内に配置される電池パックであって、少なくとも1つの単電池を有する複数の電池モジュールを当該電池モジュールの電槽膨張方向に連結するとともに電氣的に直列または並列に接続して構成され、各々の電池モジュールの互いに連結された対向面の間に、前記冷媒入口から前記冷媒出口へと冷媒が通る冷媒流路が設けられ、前記電池モジュールの加工精度に製造ばらつきが有り、それによって前記冷媒流路を形成する各電池モジュール間の隙間の寸法がばらつく電池パックと、前記冷媒を、前記電池パックケースの前記冷媒入口に取り込み、前記冷媒流路を介して流し、前記冷媒出口から排出する冷媒搬送装置とを備え、前記冷媒流路を介して前記冷媒が流れた際に、前記冷媒流路の目標幅に対する製造公差が最大・最小時の冷却性能の差である前記複数の電池モジュール間の温度偏差が10以下に入るように、且つ全ての前記電池モジュールの温度が所定温度以下になるように、前記冷媒流路の前記目標幅が設定されていることを特徴とする。

【0013】

また、前記流体冷却式電池パックシステムにおいて、前記複数の電池モジュールにおける電槽材料および電池入出力時の電流条件の少なくとも1つを加味して、前記冷媒流路の前記目標幅が設定されていることが好ましい。この場合、前記電槽材料は樹脂材料等である。

【0028】

上記構成によれば、製造時における冷媒流路の幅ばらつきである電池モジュール間もしくは電池パック構造体との間の隙間ばらつきを考慮した場合でも、電池パック内の電池温度ばらつきを許容温度範囲内に抑えることができ、電池間の容量ばらつきに対して有利となり、電池性能を十分に利用することが可能になる。

【0029】

また、冷媒流路幅の寸法公差を考慮した設計が可能となるので、製造コスト等を極力抑えることができる。

【0030】

さらに、予め、電池モジュールにおける電槽材料や電池入出力条件等に基づいて、各電池間の内圧差および電槽膨張量を推定し、それらを考慮した冷媒流路の寸法設計を行うことで、製造時の加工精度だけでなく、電池パック構成後の実使用時における各種ばらつきに対しても有効な設計が可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0032】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による流体冷却式電池パックシステムの構成を部分的に示す概略斜視図(a)およびA-A'方向断面図(b)である。なお、図1(a)において、流体冷却式電池パックシステムの構成要素を明瞭に示すため、部材3(電池パックケース)を透明なものとして描いている。

【0033】

図1において、1は本実施形態による流体冷却式電池パックシステムである。2は、直列に接続された多数のNi-MH単電池を内部に含む電池モジュールであり、この電池モジュール2が多数電氣的に直列に接続されて電池パックを構成している。必要なNi-MH

単電池の数は、H E V / P E V に搭載される電動機に対して所定の出力を得ることができるよう決定される。

【 0 0 3 4 】

電池モジュール 2 は、互いに連結される方向の表面に、複数の凸部 2 1 と複数の凹部 2 2 を有しており、電池モジュール 2 同士で互いに対向する凸部を当接して連結される。この凸部 2 1 同士が当接して連結されると、電池モジュール 2 間の凹部 2 2 により冷却スリット 5 (冷媒流路) が形成される。

【 0 0 3 5 】

3 は、多数の電池モジュールが連結された電池パックを収容すると共に、その電池パックを強制的に冷却する機能を有する電池パックケースである。電池パックケース 3 には、冷媒として外気を取り込むための吸入口 3 1 (冷媒入口) が上部表面に設けられ、また内部の空気を排出するための排出口 3 2 (冷媒出口) が下部表面に設けられている。

10

【 0 0 3 6 】

また、電池パックケース 3 の吸入口 3 1 付近には冷却ファン 4 が取り付けられている。冷却ファン 4 により吸入口 3 1 から強制的に取り込まれた外気は、図 1 (b) に示すように、電池モジュール 2 の上部に位置する上側空気室 6 (上側冷媒室) に入り、電池モジュール間に形成された冷却スリット 5 を介して流れ、電池モジュール 2 の下部に位置する下側空気室 7 (下側冷媒室) に入り、電池パックケース 3 の排出口 3 2 から排出される。すなわち、上側空気室 6 と下側空気室 7 との間に圧力差が生じることにより、冷却スリット 5 内を空気が流れて、電池モジュール 2 が冷却されることになる。

20

【 0 0 3 7 】

次に、電池モジュール間の冷却スリットの形成方法について説明する。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、電池モジュールの組立方法を示す斜視図 (a) および部分拡大図 (b) である。

【 0 0 3 9 】

図 2 において、電池モジュール 2 は、互いに連結される方向の表面に、空気の流れ方向 A に並行に連続した凸部 2 1 と凹部 2 2 を備えている。1つの電池モジュール 2 が、既に組み上がった別の電池モジュール 2 ' に連結される際には、電池モジュール 2 の凸部 2 1 と、電池モジュール 2 ' の対向する凸部 2 1 ' とが当接するように連結される。凸部 2 1 の突出量 1 は凹部 2 2 の陥没量に等しく、したがって、電池モジュール 2 間に形成される冷却スリット 5 の幅 W は 2 1 となる。

30

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態において、凸部 2 1 の突出量 1 の設計目標値に対する製造公差を $\pm 0.5 \text{ mm}$ に設定しているので、冷却スリット幅 W の製造公差は $\pm 0.1 \text{ mm}$ となる。

【 0 0 4 1 】

次に、このような製造公差を有する冷却スリット 5 の冷却性能について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、電池モジュール 2 の冷却スリット幅の設計目標値に対する熱伝達率および通風抵抗の曲線を示すグラフである。図 3 において、電池モジュール 2 の冷却性能を熱伝達率で表している。

40

【 0 0 4 3 】

曲線 H T c は、冷却スリット幅の製造公差がゼロ、すなわち冷却スリット幅が設計目標値である場合の熱伝達率を表し、曲線 H T m a x は、冷却スリット幅の製造公差が最大、すなわち冷却スリット幅が設計目標値 + 0.1 mm である場合の熱伝達率を表し、また曲線 H T m i n は、冷却スリット幅の製造公差が最小、すなわち冷却スリット幅が設計目標値 - 0.1 mm である場合の熱伝達率を表している。

【 0 0 4 4 】

曲線 H T c が示すように、冷却スリット幅が小さくなるにつれて、空気の流速が高くなるので熱伝達率が増大、すなわち冷却性能が向上するが、冷却スリット幅を小さくし過ぎると、曲線 F R で示す通風抵抗が増大して熱伝達率が減少、すなわち冷却性能が低下する。

50

【 0 0 4 5 】

また、曲線 HT_{max} および曲線 HT_{min} が示すように、冷却スリット幅が小さくなるにつれて、製造公差の影響を大きく受けるようになり、冷却性能のばらつき範囲が大きくなる。

【 0 0 4 6 】

ここで、上記従来例によれば、通風抵抗を考慮して最適な冷却スリット幅を決定するものであり、すなわち曲線 HT_c がピークとなる冷却スリット幅 1.0 mm を最適とするものである。しかしながら、冷却スリット幅の目標値が 1.0 mm で、製造公差が $\pm 0.1\text{ mm}$ の精度で加工された場合を想定すると、曲線 HT_{max} および曲線 HT_{min} が示すように、冷却性能のばらつき範囲が広く、これにより電池モジュールの温度ばらつきが生じることになる。

10

【 0 0 4 7 】

これに対して本実施形態では、図 3 に示すように、冷却性能（熱伝達率）の目標を $30\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以上、すなわち高負荷時の電池温度を 55 以下に設定し、且つ冷却ばらつき（ HT_{max} と HT_{min} の差）の目標を $4\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以下、すなわち高負荷時の電池温度ばらつきを 10 以下に設定することにより、冷却スリット幅の設計目標値が 1.6 mm から 1.9 mm の範囲内であれば、冷却スリット幅が $\pm 0.1\text{ mm}$ の精度で加工されたとしても、冷却性能への影響を十分小さく抑えることができ、電池モジュールの温度ばらつきの問題を解消することができる。

20

【 0 0 4 8 】

なお、上記高負荷時の電池温度 55 以下とは、電池が定格性能の 80% 以上を発揮できるための温度であり、また上記高負荷時の電池温度ばらつき 10 以下とは、電池パックとして最適な性能を発揮できるための温度範囲を意味する。

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態においては、冷却スリット幅の設計目標値を上記 1.6 mm から 1.9 mm の範囲内の 1.8 mm に設定した。

【 0 0 5 0 】

（第 2 の実施形態）

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態による電池モジュールの組立方法を示す斜視図（a）および部分拡大図（b）である。

30

【 0 0 5 1 】

図 4 において、電池モジュール 40 は、互いに連結される方向の表面に、所定の間隔で点在した凸部 41 を備えており、凸部 41 以外の残りの表面が凹部 42 となる。1つの電池モジュール 40 が、既に組み上がった別の電池モジュール 40' に連結される際には、電池モジュール 40 の凸部 41 と、電池モジュール 40' の対向する凸部 41' とが当接するように連結される。

【 0 0 5 2 】

（第 3 の実施形態）

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態による電池モジュールの組立方法を示す斜視図である。

【 0 0 5 3 】

40

図 5 において、本システムは、電池モジュール 40 の互いに連結される対向面間に金属製もしくは樹脂製の波板状のスペーサ 43 を備えており、このスペーサ 43 と電池モジュール 40 の隙間により冷媒流路が形成される。

【 0 0 5 4 】

なお、スペーサ 43 の形状は波板状に限定されず、電池モジュール 40 間に冷媒流路が形成されるものであれば良い。

【 0 0 5 5 】

（第 4 の実施形態）

図 6 は、本発明の第 4 の実施形態による電池モジュールの組立方法を示す斜視図である。

【 0 0 5 6 】

50

図 6 において、電池モジュール 40 は円筒状の単電池を 6 個連結して構成され、各々の電池モジュール 40 は電池ホルダ 44 により保持されると共に、電池モジュール 40 間の位置決めが行われる。電池ホルダ 44 によって画定された電池モジュール 40 間の隙間、および/または電池ホルダ 44 の上面および下面と電池モジュール 40 間の隙間により冷媒流路が形成される。

【0057】

なお、本実施形態では、円筒状の電池モジュール用電池ホルダの一例を示したが、電池モジュールを保持して冷媒流路を画定するものであれば、電池モジュールの形状により種々の電池ホルダまたは電池パック構造体を使用することができる。

【0058】

(他の実施形態)

本発明の他の実施形態として、Ni-MH バッテリの電槽材料に樹脂等を採用した場合、電池モジュール内の各電池間に内圧差により電槽膨張が発生し、冷却スリット幅にばらつきが生じる可能性がある。そこで、上記実施形態に加えて、予め電槽材料や電池入出力条件等から内圧差および電槽膨張率を推定し、それらを冷却スリット幅の設定に盛り込むこともできる。この構成によれば、製造時の加工精度だけでなく、電池パック構成後の実使用時における各種ばらつきに対しても有効な設計が可能となる。

【0059】

なお、本発明の実施の形態において、冷却ファン 4 を電池パッケージ 3 の吸入口 31 付近に取り付ける構成としたが、本発明はこの構成に限定されず、たとえば冷却ファン 4 を排出口 32 付近に取り付け、冷却ファン 4 により排出口 32 から強制的に空気を排出することで、上側空気室 6 と下側空気室 7 との間に圧力差を発生させて、冷却スリット 5 内に空気流を作り出すことも、また吸入口 31 と排出口 32 の両方に冷却ファン 4 を取り付けることも可能である。

【0060】

また、本発明の実施の形態において、電池パッケージ 3 の上部表面に外気の吸入口 31 を設け、下部表面に電池パック内の空気の排出口 32 を設けて、上下方向の空気流で電池モジュールの冷却を行う構成としたが、電池パッケージ 3 の側面に吸入口および排出口を設けるような構成とすることもできる。

【0061】

また、本発明の実施の形態において、冷却ファン 4 を用いて、空気により電池モジュール 2 を冷却する構成としたが、空気以外のガス状冷媒や、液状冷媒を用いて、他の冷媒搬送装置により電池モジュール 2 を冷却する構成とすることもできる。

【0062】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の流体冷却式電池パックシステムによれば、製造時における冷媒流路の幅ばらつきである電池モジュール間もしくは電池パック構造体との間の隙間ばらつきを考慮した場合でも、電池パック内の電池温度ばらつきを許容温度範囲内に抑えることができ、電池間の容量ばらつきに対して有利となり、電池性能を十分に利用することが可能になる。

【0063】

また、冷媒流路幅の寸法公差を考慮した設計が可能となるので、製造コスト等を極力抑えることができる。

【0064】

さらに、予め、電池モジュールにおける電槽材料や電池入出力条件等に基づいて、各電池間の内圧差および電槽膨張量を推定し、それらを考慮した冷媒流路の寸法設計を行うことで、製造時の加工精度だけでなく、電池パック構成後の実使用時における各種ばらつきに対しても有効な設計が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態による流体冷却式電池パックシステムの構成を部分的

10

20

30

40

50

に示す概略斜視図

【図 2】 本発明の第 1 の実施形態による電池モジュールの構造を示す斜視図

【図 3】 電池モジュールの冷却スリット幅に対する熱伝達率および通風抵抗の関係を示すグラフ

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態による電池モジュールの構造を示す斜視図

【図 5】 本発明の第 3 の実施形態による電池モジュールの構造を示す斜視図

【図 6】 本発明の第 4 の実施形態による電池モジュールの構造を示す斜視図

【符号の説明】

1 電池パックシステム

2 電池モジュール

2 1 凸部

2 2 凹部

3 電池バックケース

3 1 吸入口（冷媒入口）

3 2 排出口（冷媒出口）

4 冷却ファン（冷媒搬送装置）

5 冷却スリット（冷媒流路）

6 上側空気室（上側冷媒室）

7 下側空気室（下側冷媒室）

4 0 電池モジュール

4 1 凸部

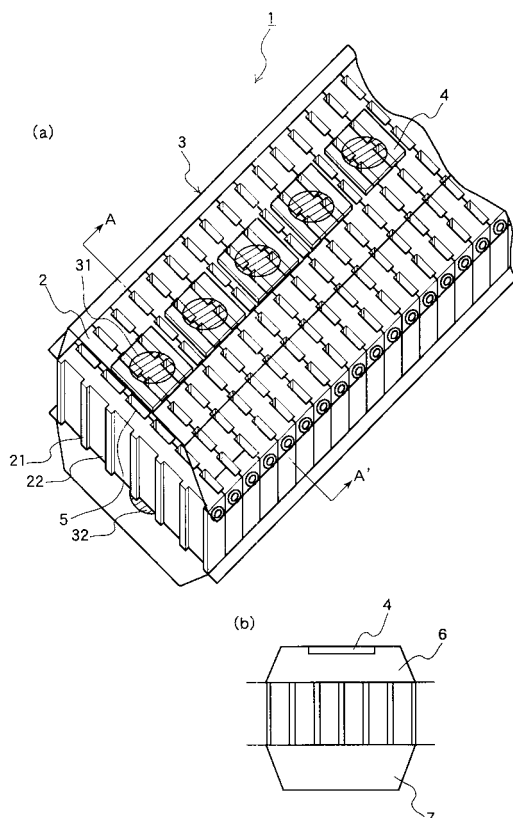
4 2 凹部

4 3 スペーサ

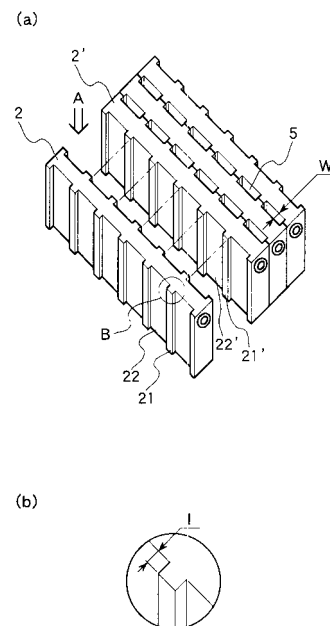
4 4 電池ホルダ

5 0 冷却スリット（冷媒流路）

【図 1】



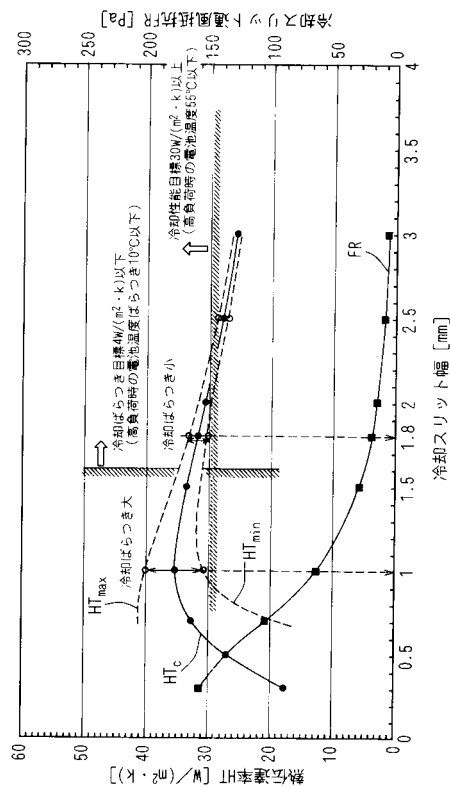
【図 2】



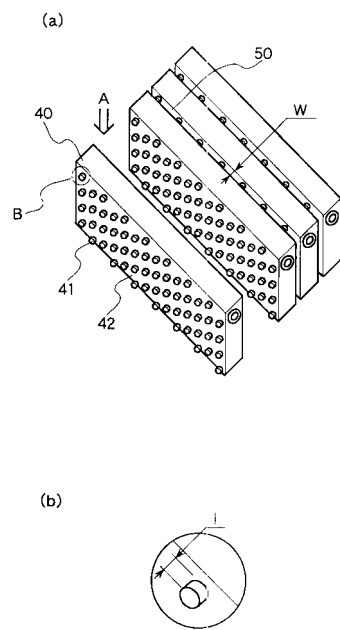
10

20

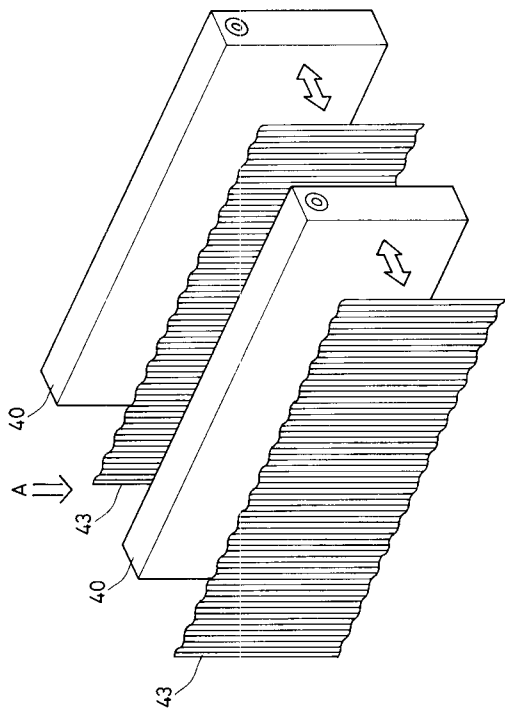
【図 3】



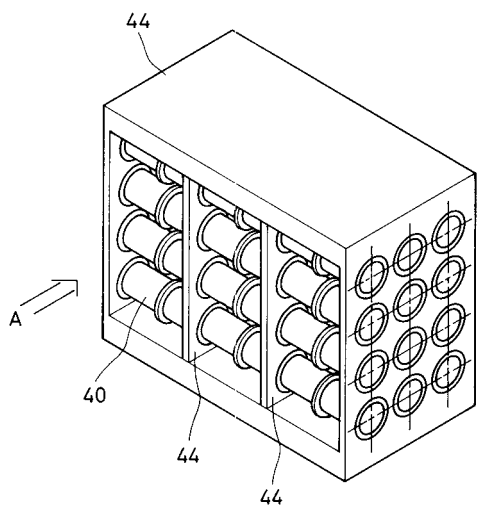
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 長谷山 健

(56)参考文献 国際公開第98/031059(WO,A1)

特開2000-243460(JP,A)

特開平07-235326(JP,A)

特開平7-320794(JP,A)

特開平5-343106(JP,A)

特開平8-241702(JP,A)

特開平5-190213(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01M 10/50

H01M 2/10