

(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2012-509569

(P2012-509569A)

(43) 公表日 平成24年4月19日(2012.4.19)

(51) Int.Cl.

HO 1 M	4/66	(2006.01)
HO 1 M	4/20	(2006.01)
HO 1 M	4/80	(2006.01)
HO 1 G	9/058	(2006.01)

F 1

HO 1 M	4/66	A	5 E 078
HO 1 M	4/20	M	5 H O 1 7
HO 1 M	4/80	C	5 H O 5 0
HO 1 G	9/00	3 O 1 B	

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2011-537584 (P2011-537584)  
 (86) (22) 出願日 平成21年11月18日 (2009.11.18)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年7月7日 (2011.7.7)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/064992  
 (87) 國際公開番号 WO2010/059729  
 (87) 國際公開日 平成22年5月27日 (2010.5.27)  
 (31) 優先権主張番号 61/115,815  
 (32) 優先日 平成20年11月18日 (2008.11.18)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 61/150,987  
 (32) 優先日 平成21年2月9日 (2009.2.9)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

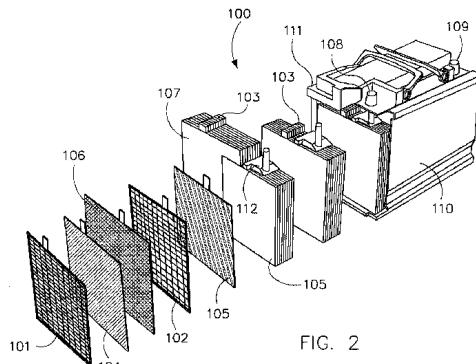
(71) 出願人 508205992  
 ジョンソン コントロールズ テクノロジー カンパニー  
 Johnson Controls Technology Company  
 アメリカ合衆国 49423 ミシガン州  
 ホーランド サーティー セカンド ストリート 912 イースト  
 912 East 32nd Street Holland, MI 49423  
 U.S.A.  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力貯蔵装置

## (57) 【要約】

電気貯蔵装置は、電極においてカーボン(黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、CNT、または黒鉛コーティングCNT)、電解質、および/または電極活性材料(例えば酸化鉛)でコーティングされた高表面積ファイバ(例えば成形ファイバおよび/またはマイクロファイバ)を含む。これらの電極は、電気化学電池、電気化学2重層コンデンサ、および非対称コンデンサといった電気貯蔵装置を形成するために使用される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 1 つの正極と、  
少なくとも 1 つの負極と、  
正極を負極から分離する少なくとも 1 つの隔離板とを備え、  
前記少なくとも 1 つの負極または前記少なくとも 1 つの正極のうちの前記少なくとも 1 つは高表面積ファイバを含む、電力貯蔵装置。

**【請求項 2】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項 1 に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 3】**

前記高表面積ファイバはマイクロファイバである、請求項 1 に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 4】**

前記少なくとも 1 つの負極は高表面積ファイバを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 5】**

前記少なくとも 1 つの正極は高表面積ファイバを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 6】**

前記高表面積ファイバはカーボン添加剤でコーティングされる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 7】**

前記少なくとも 1 つの負極はカーボン添加剤でコーティングされた高表面積ファイバを含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 8】**

前記カーボン添加剤は黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、またはカーボン・ナノチューブの少なくとも 1 つを備える、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 9】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 10】**

前記高表面積ファイバはマットに形成される、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 11】**

前記高表面積ファイバは導電体である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 12】**

前記高表面積ファイバは電気絶縁体である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 13】**

前記高表面積ファイバは電極活性材料でコーティングされる、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 14】**

電荷収集器グリッドと、

前記電荷収集器グリッドにコーティングされた電極活性材料と、

高表面積ファイバとを備える電極。

**【請求項 15】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項 1 4 に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 16】**

前記高表面積ファイバはマイクロファイバである、請求項 1 4 に記載の電力貯蔵装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 17】**

前記高表面積ファイバはカーボン添加剤でコーティングされる、請求項14～14のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 18】**

前記電極は正極である、請求項14～17のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 19】**

前記電極は負極である、請求項14～18のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 20】**

前記カーボン添加剤は黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、またはカーボン・ナノチューブの少なくとも1つを備える、請求項14～19のいずれか一項に記載の電極。 10

**【請求項 21】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項14～20のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 22】**

前記高表面積ファイバはマットに形成される、請求項14～21のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 23】**

前記高表面積ファイバは導電体である、請求項14～22のいずれか一項に記載の電極。 20

**【請求項 24】**

前記高表面積ファイバは電気絶縁体である、請求項14～23のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 25】**

前記高表面積ファイバは電極活性材料でコーティングされる、請求項14～24のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 26】**

高表面積ファイバのマットを備える電荷収集器と、

前記マットにコーティングされた電極活性材料とを備える電極。

**【請求項 27】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項26に記載の電力貯蔵装置。 30

**【請求項 28】**

前記高表面積ファイバはマイクロファイバである、請求項26に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 29】**

前記高表面積ファイバはカーボン添加剤でコーティングされる、請求項26～28のいずれか一項に記載の電力貯蔵装置。

**【請求項 30】**

前記電極は正極である、請求項26～29のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 31】**

前記電極は負極である、請求項26～30のいずれか一項に記載の電極。 40

**【請求項 32】**

前記高表面積ファイバにコーティングされたカーボン添加剤を更に備える、請求項26～31のいずれか一項に記載の電極。

**【請求項 33】**

前記カーボン添加剤は黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、またはカーボン・ナノチューブの少なくとも1つを備える、請求項32に記載の電極。

**【請求項 34】**

前記高表面積ファイバは成形ファイバである、請求項26～33のいずれか一項に記載の電極。 50

**【請求項 3 5】**

前記高表面積ファイバはマットに形成される、請求項 2 6 ~ 3 4 のいずれか一項に記載の電極。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】****(優先権)**

本出願は、両出願が全体的に参照によって本明細書に組み込まれている 2008 年 11 月 18 日に出願された米国仮出願第 61/115,815 号と 2009 年 2 月 9 日に出願された米国仮出願第 61/150,987 号に対する優先権を主張する。

10

**【0 0 0 2】**

本発明は、電気化学電池、電気化学 2 重層コンデンサ、および非対称コンデンサにおけるファイバ(例えば浸潤性ファイバ(wicking fiber))の使用に関する。

**【背景技術】****【0 0 0 3】**

自動車などの車両における使用のために電気化学電池およびコンデンサといった電力貯蔵装置を用意することは公知である。例えば起動、照明および点火('SLI')では、鉛酸蓄電池が使用されてきた。

**【0 0 0 4】**

最も一般的な電力貯蔵装置の 2 つは、電池およびコンデンサである。従来の鉛酸蓄電池電極は、電荷収集器(charge collector)としても機能し得る基板(例えばグリッド、プレート、またはスクリーン)に塗布される鉛ペーストを創造することによって形成される。鉛ペーストが乾燥すると、電池電解質が入り得る開放細孔(open pores)が鉛ペースト内に形成されて、グリッドの反応領域を拡大してこれの電荷容量を増加させる。しかしながら、過剰な多孔度は、電極の構造的完全性を低減する。更に従来の電極は限定された多孔度を有するので、多量の活性材料が電解質にアクセスできず、また反応のために利用できないので十分に利用されないか、あるいは本質的に無駄になる。典型的には従来の鉛酸電極における鉛の約半分は、使用不能であるか、使用されなくなる。電池の全寿命期間に亘って電池は多数回、充電され、また放電されることが可能であり、このことはまた電流を供給する酸化還元反応が繰り返し反転されるので電極を劣化させる可能性がある。時間の経過に伴って電極のある部分は電極の残り部分から電気的に遮断された状態になる可能性がある。電極の構造的完全性も時間と共に劣化する。電極材料を適所に保持するために、スクリム(scrim)(粗い織り目)層(たとえばファイバメッシュ(fiber mesh))が使用され得る。スクリム層マットは、活性材料ペーストを塗布する前に電荷収集器上に置かれ得る、および/またはペーストが塗布された後にこのペースト上に置かれ得る。スクリム層は電極を保持するのを助け得るが、多孔度を改善することも反応性を増強することもない。

20

30

**【0 0 0 5】**

コンデンサは、2つの導体間に電界の形で電力を蓄積する。典型的なコンデンサは、薄いプレートのスタック(積み重ね)(コンデンサプレートと誘電体とを交互にした)または薄いシートのロール(交互に巻かれたコンデンサシートと誘電体シート)を使用する。エネルギーは一般に、等しい大きさで反対の極性の電荷の形で誘電体材料によって分離された隣接するプレートまたはシートに蓄積される。典型的なコンデンサでは電流は、コンデンサ表面から、プレートが抵抗損失を減らすために導電性であって過熱・溶融しないために十分に厚いことを必要とするコンデンサプレート全体を通って流れる。このような要件は、コンデンサの電力蓄積量対重量比に対して望ましくない制限を賦課する。静電容量(キャパシタンス)(すなわち各プレートに蓄積される電荷の量)は、プレート表面積に比例し、プレート間の距離に反比例する。したがって、エネルギーを蓄積するためのコンデンサの能力を増強することはしばしば、プレートサイズを大きくすること、および/またはプレート間距離を減らすことを必要とする。しかしながら、プレートサイズを大きく

40

50

することは抵抗および過熱問題を大きくし、またプレート間隔を減らすことはプレート間を直接的に電荷が通ること（すなわち短絡）の危険を増やし、プレートを焼損してコンデンサを電荷保持不能にする。

#### 【0006】

電気化学2重層コンデンサ（「EDLC」）は、従来の静電コンデンサより単位重量当たりおよび単位体積当たりエネルギーを多く蓄積できる電力貯蔵装置である。更にEDLCは典型的には、従来の再充電可能な電池より高い出力定格で蓄積エネルギーを出力できる。従来のEDLCは、電極の活性材料としてカーボン（炭素）を使用する。従来のEDLCは、多孔性の隔離板（porous separator）によって電気接点から絶縁された2つの多孔性電極からなる。隔離板および電極の両者には電解質溶液が注入される。これは、イオン電流が隔離板を通って電極間を流れることを可能にするが、電流がセル（cell）を短絡させることを防止する。各電極の背面には電流収集グリッドが連結される。EDLCは、電解液内に浸漬された2つの電極間に電位が存在するときにできる分極液体層内に静電エネルギーを蓄積する。電極に電位が印加されると、印加された電界の下での電荷分離に起因する、そしてまた電極の全表面に亘る電解質分子の双極配向および配列に起因する電解質イオンの分極によって電極・電解質界面には正の電荷および負の電荷の2重層が形成される。この電荷蓄積機構には酸化還元反応は関与しない。

10

#### 【0007】

非対称電気化学コンデンサは、電極の一方に電池電極を使用する。電池電極はカーボン電極と比較して大きな容量を有するので、この電圧は電荷によって大きくは変化しない。これは、より高い全セル電圧を可能にする。非対称コンデンサ材料の例は、カーボンを有するPbO<sub>2</sub>およびカーボンを有するNiOOHを含む。

20

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

##### （基本的および他の有利な特徴の概要）

より大きな電力貯蔵容量、減量された重量および／または改善された循環動作可能性（cyclicality）を有する電力貯蔵装置の大きな必要性が存在している。本出願書において開示されるタイプの例えば電池、コンデンサ、非対称コンデンサなどといった電力貯蔵装置を提供することが望ましく、当該電力貯蔵装置は以下の有利な特徴または他の有利な特徴のいずれか1つ以上を含む。

30

1. 構造的完全性を低減せずに高い浸透性（permeability）を有する電力貯蔵装置のための電極；
2. 浸透性を低減せずに高い構造的完全性を有する電力貯蔵装置のための電極；
3. 電力容量を低減せずに、より少ない活性材料を使用する電力貯蔵装置；
4. 電気化学電池およびコンデンサの両者としてエネルギーを蓄積する電極を含む電力貯蔵装置；
5. 従来の電力貯蔵装置より高い電力対サイズ比を有する電力貯蔵装置。

#### 【0009】

例示的一実施形態は、少なくとも1つの正極と少なくとも1つの負極と負極から正極を分離する少なくとも1つの隔離板とを備える電力貯蔵装置であって、上記少なくとも1つの負極または少なくとも1つの正極のうちの上記少なくとも1つは高表面積ファイバ（high surface area fibers）を含む、電力貯蔵装置に関する。

40

#### 【0010】

もう1つの例示的実施形態は、電荷収集器グリッドとこの電荷収集器グリッドにコーティングされた電極活性材料と高表面積ファイバとを備える電極に関する。

#### 【0011】

もう1つの例示的実施形態は、高表面積ファイバのマットを備える電荷収集器とこのマットにコーティングされた電極活性化材料とを備える電極に関する。

#### 【0012】

50

本発明によるシステムおよび方法の種々の実施形態のこれらおよび他の特徴および利点は、本発明による種々の装置、構造および／または方法の種々の例示的実施形態の下記の詳細な説明において説明され、あるいは下記の詳細な説明から明らかになる。

### 【0013】

本開示によるシステムおよび方法の種々の例示的実施形態は、下記の図を参照しながら詳細に説明されるであろう。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

【図1】例示的一実施形態による電池モジュールを含む車両の斜視図である。

10

【図2】例示的一実施形態による電池モジュールの切欠き分解図である。

【図3】本発明による3葉(3枚羽)ファイバ(trilobal fiber)の例示的一実施形態の断面図である。

【図4】例示的一実施形態による4葉(4枚羽)ファイバ(quadrilobal fiber)の断面図である。

【図5】例示的一実施形態による円形ファイバの断面図である。

【図6】例示的一実施形態による、カーボンを装填され、電池電極活性材料でコーティングされた3葉ファイバの断面図である。

【図7】第1の例示的実施形態による浸潤性ファイバのマットを有する電極の部分斜視図である。

【図8】第2の例示的実施形態によるカーボンと電解液とを装填され、電池電極活性材料でコーティングされた3葉ファイバの断面図である。

20

【図9】例示的一実施形態による、ファイバの内面にコーティングされた電極活性材料を有し、電解液を染み込まれたファイバの断面図である。

【図10】例示的一実施形態による、図9の実施形態によるファイバを使用した2重電気化学電池およびEDLCの前面図である。

【図11A】例示的一実施形態による電池グリッドの前面図である。

【図11B】例示的一実施形態による高表面積ファイバによってカバーされた図11Aの電池グリッドの前面図である。

【図11C】例示的一実施形態による電極活性材料によってカバーされた図11Bの電池グリッドの前面図である。

30

【図12A】例示的一実施形態による電極活性材料でコーティングされた成形ファイバ(shaped fiber)の断面図である。

【図12B】例示的一実施形態による浸透性絶縁体でコーティングされた図12Aのファイバの断面図である。

【図12C】例示的一実施形態による、図12Bのファイバで作られたマットの斜視図である。

【図13】第1の例示的実施形態による2成分フィラメント(bi component filament)の端面図である。

【図14】第2の例示的実施形態による2成分フィラメントの斜視図である。

40

【図15】第3の例示的実施形態による2成分フィラメントの斜視図である。

【図16】第4の例示的実施形態による2成分フィラメントの側面図である。

【図17】第5の例示的実施形態による2成分フィラメントの側面図である。

### 【発明を実施するための形態】

#### 【0015】

これらの図面が必ずしも原寸に比例していないことは理解されるべきである。ある幾つかの事例では、本発明の理解にとって必要でない、または他の細部を認識困難にする細部は省略されている可能性がある。本発明が本明細書で説明される特定の実施形態に必ずしも限定されることは無論、理解されるべきである。

#### 【0016】

図1を参照すると、例示的一実施形態による電力貯蔵装置100を含む車両160が示

50

されている。車両 160 は自動車として示されているが、種々の代替実施形態によれば車両は、数ある中でもオートバイ、バス、リクリエーショナル・ビークル (r e c r e a t i o n a l v e h i c l e s) (RV 車)、ボートなどを含む種々の如何なるタイプの乗り物も含み得る。例示的一実施形態によれば車両 160 は、移動目的のために内燃機関 (図示せず) を使用する。

#### 【0017】

図 1 に示されている電力貯蔵装置 100 は、車両 160 および / または種々の乗り物システム (例えば起動、照明および点火装置 ('S L I')) を起動または運転するために必要とされる電力の少なくとも一部を供給するように構成される。更に、電力貯蔵装置 100 が乗り物を含まない種々の用途で利用され得ること、およびこのような用途すべてが本開示の範囲内にあるように意図されていることは理解されるべきである。

10

#### 【0018】

図 2 には、例示的一実施形態による電力貯蔵装置 100 が示されている。種々の実施形態において電力貯蔵装置 100 は、電解液を収容する容器またはハウジング 110 の別々の区画 (c o m p a r t m e n t) に設けられた数個のセル要素を含む。図 2 の実施形態は、標準的な自動車の 12 ボルト電池を作り出すための 6 個のスタック 107 の各々において 12 ~ 16 枚のプレート 104 および 105 のグループが使用される自動車用途に関する。個々のプレート 104 および 105 のサイズと数、任意の特定のスタック 107 におけるプレート 104 および 105 のサイズと数、および電力貯蔵装置 100 を構成するために使用されるスタック 107 の数が所望の最終用途に依存して大幅に変わり得ることは、この明細書を読了した後に当分野に精通する人々に明らかになるであろう。

20

#### 【0019】

種々の実施形態においてハウジング 110 は、ボックス状の基部または容器を含んでおり、少なくとも部分的に成形可能な樹脂で作られる。複数のスタック 107 またはプレートブロックは、電力貯蔵装置の容量にしたがってシリーズ (直列) に接続され、一般に硫酸水溶液である電解液と共に容器またはハウジング 110 内に収容される。

#### 【0020】

種々の実施形態において電力貯蔵装置 100 は、前面壁、端面壁、後面壁および底面壁を有する区画を含む。種々の実施形態において端面壁の間に 5 個のセル隔壁 (c e l l p a r t i t i o n) または仕切り板 (d i v i d e r) が設けられており、典型的には 12 ボルト自動車バッテリー内に存在するように 6 個の区画の形成という結果をもたらしている。他の実施形態では隔壁および区画の数は、異なる電圧を有する電力貯蔵装置を作り出すために変わり得る。種々の実施形態において、各区画に 1 つのプレートブロックまたはスタック 107 が配置され、各プレートブロックまたはスタック 107 は、各々のプレートが少なくとも 1 つの突起部 (l u g) 103 を有する 1 つ以上の正のプレート 104 および負のプレート 105 と、各正のプレート 104 と負のプレート 105 との間に配置された、または設けられた隔離板 106 と、を有する。種々の例示的実施形態において正のプレート 104 および負のプレート 105 は、それぞれ正極または負極活性材料またはペーストでコーティングされた取付け突起部 103 を有するグリッド 101 および 102 を含む。

30

#### 【0021】

ハウジング 110 にはカバー 111 が設けられており、種々の実施形態においてカバー 111 は電解液がセルに加えられることを可能にし、保守サービスを可能にするために末端ブッシュ (ターミナルブッシング (t e r m i n a l b u s h i n g)) および充填管 (フィルチューブ (f i l l t u b e)) を含む。充填管からの電解液の望ましくない流出を防止するため、および電気化学反応時に生成されるガスの排気を可能にするために、電力貯蔵装置はまた、1 つ以上の充填孔キャップおよび / または通気キャップアセンブリも含み得る。

40

#### 【0022】

電力貯蔵装置の上面または前面区画の上または周りには少なくとも 1 つの正の端子支柱

50

(terminal post) 108 および負の端子支柱 109 が見られ得る。このような端子支柱 108 および 109 は典型的には、電力貯蔵装置のデザインに依存してカバー 111 および / またはハウジング 110 の前面を貫通して延び得る部分を含む。種々の実施形態において端子支柱 108 および 109 はまた、酸の漏洩を防止するのを助けるために端子支柱密閉アセンブリ (図示せず) を貫通して延びる。当分野において公知の上面、側面またはコーナー構成を含む種々の端子配列が可能であることは認められるであろう。

#### 【0023】

図 2 はまた、プレートセットの各突起部と丸い頭部を有する上向きに延びる部材とを電気的に連結するために十分な長さの矩形で細長い胴体部を含む従来のキャストオン・ストラップ (cast-on strap) (引っかけ紐) 112 を示している。図 2 はまた、負の端子支柱に接続される突起部を連結するキャストオン・ストラップも示している。図 2 に示されているように種々の実施形態によればキャストオン・ストラップは、端部区画においてそれぞれの突起部を連結する胴体部とカバーを貫通して突き出るように形成された支柱 (post) とを含む。

10

#### 【0024】

各セル要素またはチャプタ (chapter) は、少なくとも 1 つの正のプレート 104、少なくとも 1 つの負のプレート 105、および各正のプレート 104 と負のプレート 105との間に配置された隔壁板 (separator) 106 を含む。隔壁板 106 は、電力貯蔵装置 100 において起こる反応時に作り出される短絡と望ましくない電子流とを防止するためにプレート間に設けられる。

20

#### 【0025】

上記に論じられたように従来の電池プレートまたは電極の反応性 (reactivity) は、プレートまたは電極の多孔度 (空きスペースの量に関連する) が増加するにつれて増加する。しかしながら、従来の電極の構造的完全性または強度および内部導電性は、多孔度が増加するにつれて減少する。更に従来の電極の構造的強度および内部導電性は、電池が放電して再充電されるにつれて時間と共に低下する傾向がある。

20

#### 【0026】

本明細書で説明されたプレートまたは電極は、従来の電極より大きな多孔度および / または構造的完全性を有する。種々の例示的実施形態において電解質溶液を浸潤 (wick) ) させる能力を有する小さな高表面積ファイバ (例えば成形ファイバおよび / またはマイクロファイバ) は、電極の種々の構成要素または部分に組み込まれるか、そうでなければこれらと連動して利用される。高表面積ファイバは、電極を強化し得る、および / または電解質が電極活性材料をよりよく浸透させるための経路を創造し得る。結果として得られた電極は、同じ電流を作り出すために従来の電極より少ない活性材料を必要とし、また従来の電極より多い放電・再充電サイクルを経過する電極の電荷容量を保持する。これらの電極はまた、電極の構造的完全性および / または内部導電性をよりよく維持する。種々の例示的実施形態において、電極活性材料を強化し、内部電極導電性を向上させるために非浸潤性 (non-wicking) 導電性ファイバも使用され得る。

30

#### 【0027】

種々の例示的実施形態において開示された電極はまた、電気化学 2 重層コンデンサ (「EDLC」) にも使用可能である。静電容量 (キャパシタンス) は、例えば黒鉛 (グラファイト)、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、およびカーボン・ナノチューブ (「CNT」) またはこれらの材料の任意の組合せを含む種々の形のカーボンの含有によって高められる。カーボンは、浸潤性ファイバ内に与えられ得る (例えばコーティングされ得る、または染み込まれ得る)、および / または活性材料と混合され得る。ファイバへのカーボンの添加は、ファイバの有効表面積と導電率とを増加させる助けとなる。導電性ファイバは、電極の一部分が電気的に絶縁された状態になる (例えば電極の一部分の物理的および / または導電的切断によって、および / または電極における不良導体の形成によって) のを防止することを助ける。本明細書で使用されている用語

40

50

「電極」が電気化学電池セル、EDLCおよび/または非対称コンデンサ（例えば2重電池/EDLC）に電荷を蓄積するために使用される装置（デバイス）を指すことは理解されるべきである。

#### 【0028】

種々の例示的実施形態において開示された電力貯蔵装置は非対称コンデンサを備える。非対称コンデンサは、プレートの1つが電池電極で置き換えられた電気化学コンデンサである。種々の例示的実施形態において開示された電力貯蔵装置の電極は、電気化学電池電極および電気化学コンデンサ電極の両者として同時に電荷を蓄積する。

#### 【0029】

例として図3～5は、本発明の範囲内の3つの成形ファイバを示す。図3は3葉ファイバ241の例示の一実施形態を示す。図4は4葉ファイバ242の例示の一実施形態を示す。図5は円形ファイバ243の例示の一実施形態を示す。これらおよび他の形状は、接着剤の使用または必要性なしにコーティングされた材料を保持する能力を有する。現在公知の、または今後開発される他のファイバ形状も使用され得る。

10

#### 【0030】

種々の例示的実施形態においてファイバは、処理方法に依存して約1ミクロンから約100ミクロンの断面直径と0.02～20mmの長さとを有する。高い表面積対体積比を有する浸潤性ファイバの製造は公知である。例えばLargman等（米国特許5,057,368号）は、3葉および4葉ファイバの製造に取り組んでおり、これの全開示は参考によって本明細書に組み込まれている。

20

#### 【0031】

個々のファイバは、真っ直ぐである可能性も真っ直ぐでない可能性もある。真っ直ぐでないファイバは、例えばコイル状ファイバ、ループ状ファイバ、波形ファイバおよび、もつれ合い（air entangled）ファイバを含むが、これらに限定されない1つ以上の形状を持ち得る。これらは例として提示されており、個々のファイバはこれらまたは他の形状の1つ以上を有する断面を持ち得る。

20

#### 【0032】

種々の例示的実施形態においてファイバは、ポリマー（polymer）（高分子化合物）（例えばポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、および/またはポリエチレン・テレフタレート）から形成される。ファイバ形成の前または後に、ポリマーと共に添加材料（additional materials）（例えばカーボン、金属および金属酸化物）が利用され得る。これらのファイバは、例えばポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレン・テレフタレート（PET）、および/またはガラスを含む種々の有機および/または無機材料で形成され得る。ファイバはまた、ファイバの構成に依存してタイプI、IIまたはIIIコンデンサとして機能し得る導電性ポリマー（例えばレドックス（redox）ポリマー）で作られ得る。材料の選択は、材料が配置または利用される環境によって影響され得る（例えばセル内で使用される酸の腐食効果に耐える材料）。ファイバは、種々の機械的、化学的、電気的特性および/または「流体」輸送特性を有する材料の異なる層を与えるために単一のステップまたは多数のステップにおいて形成され得る。ファイバの浸潤作用は、疎水性または親水性ファイバ材料の選択によって調整または修正され得る。

30

#### 【0033】

種々の例示的実施形態においてファイバは、「そのままで」、炭化されて、および/または技術検討（engineered）材料（例えば金属、カーボンブラック、シリカ、酸化錫、黒鉛、および/または酸）を事前充填されて、使用され得る。種々の例示的実施形態においてファイバは、種々の方法および/または手段を利用して前処理される。事前充填された材料は、例えばナノファイバおよび多重壁付きナノチューブといったナノスケール（nano-scale）材料を含み得る。コーティングは、例えば分散およびスラリー両形状の溶媒を介した堆積といった任意の適当な手段によって（例えば水、酸または他の溶媒によって）、噴霧によって、またはファイバを（例えば導電性金属に）浸漬する

40

50

ことによって、塗布され得る。例えばファイバが形成され得る材料の多くは、鉛ベースの電極活性材料より高い融点を有する。したがって鉛ベースの活性材料は、ファイバを溶融活性材料に浸漬して、この活性材料がファイバ上で硬化する、固体化する、および／またはそうでなく形作る、ことを可能にすることによってファイバに塗布され得る。

#### 【0034】

種々の例示的実施形態においてEDLCは、電気化学電池（例えば鉛酸またはリチウムイオン電池）と一体化される。種々の実施形態において電池電極はまた、EDLC電極としても機能する。電極は、電池電極活性材料およびカーボンの両者を含み得る。種々の実施形態において電解質は、電池活性材料と化学的に反応してEDLC帯電層を形成するために十分なイオンを含有する。

10

#### 【0035】

ファイバは、導電性材料および／または誘電性材料を含む種々の材料から構成され得る。種々の実施形態においてファイバは、2つ以上の材料（例えば導電性芯部（core）および誘電性表面）から作られる。ファイバは、ファイバの芯部においてまたは内部的に（例えばファイバ内部において）導電性であって、ファイバ表面において、または外部的に誘電性であることが可能であり、このことは芯部が誘電性材料によって形成されたコンデンサのための電流収集器（current collectors）であることを、または電流収集器として機能することを可能にするであろう。これは、例えばファイバを共押し出しすることによって、または導電性ファイバに誘電体でコーティングすることによって少なくともある程度達成され得る。

20

#### 【0036】

種々の例示的実施形態において図6に示されているように例示的3葉ファイバ341は、カーボン添加剤246（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および／またはCNT）でコーティングまたは装填される。カーボン材料は、自然のままの形で（すなわち、如何なるバインダー（結合剤）材料も使用せずに）、または安定な多孔性複合材料を（例えばファイバ内に）形成するために公知の量のバインダーがカーボンに添加された複合材料の形で、ファイバの領域内に、またはファイバの領域上に装填され得る。種々の基板上でCNT、カーボン・ナノファイバおよびカーボンひげ（carbon whiskers）が成長し得る。これを達成する1つの方法は、全体が参照によって本明細書に組み込まれている国際特許出願第PCT/US2007/011577号に開示されている。

30

#### 【0037】

種々の例示的実施形態において図6に示されているようにファイバ341（例えば内面）は、カーボンでコーティングされており、電極活性材料（例えばファイバにコーティングされた、またはファイバと混合された）によって取り囲まれている。

#### 【0038】

種々の例示的実施形態において図7に示されているように、浸潤性ファイバ（wicking fibers）は、マット222（例えば織布、不織布または点接着布（point bonded））に与えられるか、そうでなければマット222に形成される。種々の実施形態において、電力貯蔵装置（例えば電気化学電池）用の電極220を形成するために、マット222上に活性材料223（例えば酸化鉛）が与えられる（例えばコーティングされる）。種々の実施形態において図6に示されているようにファイバはまた、カーボン（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および／またはCNT）でコーティングされることが可能であり、またある幾つかの実施形態ではEDLCとして機能し得る。このような実施形態は、ライフサイクルを増加させるのを助け、高い界面面積を創造し、それによって活性電極のための2重層静電容量を増加させ、充電許容量および／または高率（high-rate）放電を最適化するのを助け、および／または活性材料の変換効率（例えば初期充電時の）を改善し得る。

40

#### 【0039】

種々の代替実施形態において、図7に示されている長いファイバに加えて、または長い

50

ファイバの代わりに、短いファイバ片には活性材料が散りばめられ、混合され、あるいはそうでなく与えられている。短いファイバ片と活性材料との混合物は、従来の電荷収集器（例えばグリッド、プレートまたはスクリーン）上に、またはファイバマット上に与えられ得る（例えばコーティングされ得る）。種々の例示的実施形態において短い長さのファイバは、活性材料を支持するための毛くず状（flockling）構造を形成するのを助けるために電荷収集器の表面に接着され得る。活性材料における短いファイバ片の含有は、電極の多孔度および／または反応性を向上させる助けとなり、このことは電極を形成するために必要とされる活性材料の量を減らす助けとなる。もしファイバ片がカーボンでコーティングされるならば、その結果得られるプレートはEDLCとしても機能し得る。

## 【0040】

種々の例示的実施形態において、電極にはファイバメッシュを含むスクリム層（図示せず）が含まれる。スクリム層は、活性材料と電荷収集器との間に含まれ得る、および／または活性材料の上に含まれ得る、あるいは少なくともある程度活性材料に埋め込まれ得る。種々の実施形態においてスクリム層は、上記に論じられたタイプの浸潤性ファイバから形成される。スクリム層を備えるファイバは、例えば電極活性材料、カーボン（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および／またはCNT）、シリカ、および／または酸、といった材料を事前装填され得る。種々の例示的実施形態においてスクリム層は、静電容量と導電性（例えばスponジ状鉛・カーボンコンデンサ電極における）を改善するのを助けるために、カーボンから形成される、および／またはカーボンでコーティングされる、あるいは染み込まれる。他の実施形態ではスクリム層は、2重電気化学電池電極およびEDLCを形成するためにカーボンと酸化鉛とでコーティングされる、または染み込まれる。スクリム層は、活性材料に付着する、および／または活性材料を支持するスクリムの能力を調整するために種々のパターンの織布または不織布メッシュから形成され得る。種々の例示的実施形態においてスクリム層は、プレートコネクタに直接連結または接続されるファイバ、またはそうでなければプレートコネクタを形成する、または形成することを助けるファイバを有する収集器グリッドとして、または収集器グリッドの一部として利用され得る。

## 【0041】

図8は、ファイバの表面の少なくとも一部に（例えば内面に）カーボン245（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、またはCNT）と電解質224とを少なくともある程度備えた（例えばコーティングされた）例示的ファイバ241の断面を示す。種々の実施形態においてファイバ241はまた、電解質を染み込まれており、電極活性材料223によって少なくともある程度取り囲まれている。種々の実施形態において成形ファイバ241間の平均距離は、電池電極の厚さの約半分である。しかしながら、他の間隔も利用され得る。

## 【0042】

種々の例示的実施形態によれば電池セルは、電極内に延びる、および／または電極を貫通して延びる浸潤性ファイバ（例えば高表面積ファイバ）を有する電極を含む。種々の例示的実施形態において浸潤性ファイバは、多孔度を向上させて電極の有効表面積を増加させるのを助けるために電極内に（例えば電極の内部に）電解液を引き込むのを助ける。種々の例示的実施形態においてファイバはまた、糊付け（pasting）ファイバまたは補強ファイバとして機能することによって電極の構造的完全性を維持する（例えば電池の循環動作に起因する構造的劣化に対して）ことを助ける。

## 【0043】

種々の例示的実施形態によれば電池セル230は、電極活性材料（例えば鉛ベースのペースト）を装填された浸潤性ファイバ（図9に一例示的ファイバの断面が示されている）のアレイ225を含む。種々の実施形態においてファイバアレイ225は、実質的に電解質224溶液に浸される。ファイバアレイ225は任意の形状であり得る（例えば、ほぐれファイバ（loose fibers）、織布または不織布マット、束など）。種々の実施形態において図10に示されているようにファイバアレイ225は、一方の電極が陽

10

20

30

40

50

極活性材料を装填され、他方の電極が陰極活性材料を装填された電極のための電流収集器として機能し得る。種々の例示的実施形態においてこのようなファイバで作られた電極は、必要とされる鉛の量を減らすのを助け、乾燥プロセスを短縮または除去し、接着剤を不要にし、および／または導電性を向上させることができる。

#### 【0044】

種々の例示的実施形態によれば、ファイバからEDLC効果を取得するために図示された種々の実施形態のうちの如何なる実施形態においても、ファイバにはカーボン（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および／またはCNT）が添加され得る。カーボン添加剤は、EDLCのためのカーボン・電解質界面を作り出すのを助ける。種々の例示的実施形態においてファイバへのCNTの添加はまた、ファイバに沿った電気伝導率を向上させる。種々の例示的実施形態においてファイバは、カーボンを含有しており、非対称コンデンサを形成するための電気化学電池電極の一部である。

10

#### 【0045】

種々の例示的実施形態にしたがって図11A～11Cに電極の構成が示されている。種々の実施形態において浸潤性ファイバには電極活性材料が備えられる（例えば装填される）。カーボン添加剤はまた、ファイバに装填され得る。ファイバはまた、電池隔離板で少なくとも部分的に覆われ得る。種々の例示的実施形態では図11Aに示されているように電荷収集器201（例えばグリッド、プレートまたはスクリーン）が設けられる。電荷収集器は、更に図11Bに示されているように、少なくともある程度電極ファイバ222を与えられる、あるいはコーティングされる。これらのファイバは、電荷収集器の片側または両側に設けられ得る、および／または端子に連結され得る。種々の実施形態において図11Cに示されているようにファイバ222は、電荷収集器に接触しているファイバ外面上に、少なくともある程度電極活性材料223を与えられる（例えば外面の電極活性材料はファイバの内面に装填された電極活性材料とは極性が反対であり得る）。図示の電荷収集器は鉛グリッドまたはスクリーンの形をした正の収集器であるが、これは如何なる電荷収集器または基板でもあり得るであろう。ある幾つかの実施形態では電荷収集器は少なくともある程度、導電性浸潤性ファイバで作られたマットである。場合によっては任意の適切または適当な隔離板材料が使用され得る。種々の例示的実施形態においてファイバの内部に与えられる活性材料は、外側にコーティングされる材料と同じではない（例えば、カーボン対陽極活性材料）。

20

#### 【0046】

種々の代替実施形態において1つ以上の電池グリッド上には、図11Bおよび11Cに示されている長いファイバに加えて、または長いファイバの代わりに、短いファイバ片が設けられ得る。種々の実施形態においてファイバは、活性材料を支持するのを助けるために利用され得る「浮遊構造体（floating structure）」の形で与えられる、または付けられる。

30

#### 【0047】

種々の例示的実施形態によれば図12Aに示されているように電池セルは、陽極または陰極活性材料223でコーティングされた浸潤性ファイバ241を含む。図12Bに示されているようにファイバ241は、電池隔離板の鞘またはジャケット206で、ある程度絶縁されている。種々の例示的実施形態において図12Cに示されているようにファイバ241は、ほぼ等しい量または類似の量の陽極および陰極を含むマット222（例えば織布または不織布）に形作られる。他の例示的実施形態では電池セルは、別々の陽極だけのマットおよび陰極だけのマットで形成され得る。

40

#### 【0048】

ある幾つかの例示的実施形態によれば電極活性材料ペーストは、電極内にカーボンのマトリックスを創造するのを助けるために、例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、CNTまたは黒鉛コーティングCNTといったカーボンを与えられる（例えばカーボンと混合される）。カーボンファイバは、例えば電極活性材

50

料の構造的強度、電極の多孔度、および／またはE D L Cとして機能する電極の能力を向上させるために提供され得る。種々の例示的実施形態によれば電極は、カーボン・ナノファイバまたはC N T（例えば単一壁付き、または複数壁付き）と水（例えば超音波分散）または鉛粉末（例えば押し出し成形機によって分散された）とのマスターバッチ（m a s t e r - b a t c h）を製造し、そして電極活性材料混合ペーストを形成するためにこのマスターバッチに電極活性材料を与える（マスターバッチと電極活性材料とを混合（m i x i n g）または調合（b l e n d i n g）する）ことによって製造される。種々の実施形態ではこのペーストは、電極プレートを形成するために電極基板の少なくとも一部に塗布されるか、あるいはそうでなく与えられて乾燥される、および／または乾燥することを可能にされる。これは、例えば基板上で混合物を転がすことを含む種々の方法によって達成され得る。種々の例示的実施形態においてカーボンは、電極全体に亘って実質的に均等に分散される。カーボンファイバは、種々の寸法である可能性があり、種々の濃度で使用され得る（例えば重量で電極混合物の約0.05～5%）。種々の例示的実施形態においてカーボンファイバの添加は、電気化学電池の容量を減少させずにE D L Cとしての静電容量を増加させる。種々の例示的実施形態においてカーボンファイバはまた、電極の構造的完全性を改善する。

10

## 【0049】

種々の実施形態においてファイバは、電気化学的ドーピング（例えばPドーピングまたはNドーピング）を受け、それによって電解コンデンサとして機能し得る導電または導電性ポリマーから作られ得る。種々の実施形態において両タイプの電極（例えば陽極および陰極）は、PドーピングまたはNドーピング（例えばタイプI I I）を受けることができ、それによって電解コンデンサとして機能し得る同じ材料から構成され得る。種々の実施形態において、E D L C機能を与えるために、電極には少なくとも部分的に導電ポリマーから作られたファイバから形成されたスクリムマットが付加され得る。

20

## 【0050】

種々の例示的実施形態において電力貯蔵装置は、マイクロファイバを使用して形成される。この開示のために「マイクロファイバ」は、約1.5以下の1フィラメント当たりデニール（「d p f」）を有する任意のファイバである。この種のファイバはまた、「マイクロデニール」と呼ばれることもある。マイクロファイバは、円形を含む任意の断面形状を持ち得る。マイクロファイバは、成形ファイバに加えて、または成形ファイバの代わりに上記の実施形態のうちのどの実施形態にも使用され得る。マイクロファイバは、体積と比較して大きな表面積を持つので浸潤性液体（w i c k i n g l i q u i d s）において特に効果的である。マイクロファイバは、ポリマー（例えばポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、および／またはポリエチレン・テレフタレート）から作られ得る。

30

## 【0051】

織物におけるマイクロファイバの使用は公知である。例えば例示的マイクロファイバは、米国特許第6,627,025号、7,160,612号および7,431,869号に、またJohn F. H age w ood のU l t r a M i c r o f i b e r s : Beyond Evolution, [h t t p : / / w w w . h i l l s i n c . n e t / u l t r a b e y o n d . s h t m l](http://www.hillssinc.net/ultrabeyond.shtml)に開示されており、これらすべては全体が参照によって本明細書に組み込まれている。これらのタイプのマイクロファイバは、布地またはマットに形成されているか否かにかかわらず開示された電力貯蔵装置で使用され得る。

40

## 【0052】

ある幾つかの例示的実施形態においてマイクロファイバは、2～4 d p fの範囲内の2成分（b i c o m p o n e n t）フィラメントを紡績して処理することによって形成され、その後にこれらのフィラメントは0.1以下のd p fを有するマイクロファイバに分割される。図13は、約3 d p fを有する2成分フィラメントを示す。第2の成分のマトリックス内に第1の成分のマイクロファイバ64本が存在する。この実施形態ではこの2成分フィラメントは、約80%マイクロファイバおよび20%マトリックスである。この2成分フィラメントのd p fは3であるから、この紡績は標準的ホモポリマー（h o m o p

50

o l y m e r ) ファイバのための紡績と同じである。マイクロファイバは、マトリックス構成成分を溶出することによってマトリックス構成成分から分離され、このプロセスはフィラメントおよび / またはマイクロファイバがマットまたは他の電力貯蔵装置構造体に形成される前、または形成された後のいずれかにおいて実行され得る。図 14 は、フィラメントの一部がマイクロファイバに分けられ、マトリックス構成成分を溶出する上記の技法を使用して形成されるフィラメントの 1 フィラメント当たり 1 1 2 0 本のマイクロファイバを有する 2 成分フィラメントを示す。

#### 【 0 0 5 3 】

種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、2 ~ 4 d p f の 2 成分抛り糸フィラメントを紡績することによって形成され、この紡績は従来の技法を使用して行われ得る。種々の例示的実施形態において、個別のマイクロファイバを 2 成分抛り糸フィラメントから分かれさせる抛り糸に軽腐食剤 (m i l d c a u s t i c) が塗布される。図 15 は、これらの技法によって作られた約 0 . 1 d p f を有するマイクロファイバを示す。

10

#### 【 0 0 5 4 】

ある幾つかの例示的実施形態では抛り糸フィラメントは、腐食剤を使用せずにマイクロファイバに分けられる。図 16 に示されたファイバのような分割可能な中空ファイバは、腐食剤なしで分割され得る。種々の例示的実施形態においてポリエステル / ポリプロピレン・フィラメントが紡がれ、その後に分割される。図 15 は、処理前の 1 9 8 本の 3 d p f フィラメントを有するフィラメントを示す。種々の例示的実施形態においてこれらのフィラメントは、約 0 . 2 d p f を有する 3 , 1 6 8 本のマイクロファイバを製造するために機械的に引き抜かれる。

20

#### 【 0 0 5 5 】

種々の例示的実施形態において、図 17 に示されているようにマイクロファイバは、3 葉形状またはデルタ形状断面のフィラメントの先端に第 1 のポリマーの芯部と少量の第 2 のポリマーとを有する 2 成分フィラメントから形成される。図 17 に示された実施形態では芯部ポリマーは溶融紡糸可能なポリウレタンであり、先端はポリプロピレンである。これら 2 つのポリマーの比率は、約 7 0 % ポリウレタン対 3 0 % ポリプロピレンである。図示のようにフィラメントは、標準的な十分に配向された抛り糸紡ぎ / 引き抜きプロセスを使用して作られ、約 3 d p f を有する。紡糸処理の後に種々の例示的実施形態においてフィラメントは、図 17 に示されているようなフィラメントを作り出すのを助けるために、抛られて湿式加熱を受ける。先端は芯部から別れて、フィラメント芯部の周りにらせん状にされた約 0 . 2 以下の d p f を有するマイクロファイバを形成する。フィラメントの芯部はまた、加熱処理時に収縮する可能性がある。

30

#### 【 0 0 5 6 】

種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、「そのままで」、炭化されて、および / または技術検討 (e n g i n e e r e d) 材料 (例えば金属、カーボン (例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および / または C N T ) 、シリカ、酸化錫、および / または酸) を事前コーティングされて、使用される。種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、種々の方法または手段を利用して前処理される。事前コーティングされた材料は、例えばナノファイバおよびナノチューブといったナノスケール (n a n o - s c a l e) 材料を含み得る。コーティングは、分散およびスラリー両形状の溶媒を介した堆積によって (例えば水、酸または他の溶媒によって) 、噴霧によって、またはマイクロファイバを (例えば導電性金属に) 浸すことによって、塗布され得る。例えばマイクロファイバが形成され得る材料の多くは、鉛ベースの電極活性材料より高い融点を有する。したがって、鉛ベースの活性材料は、マイクロファイバを溶融活性材料に浸してこの活性材料がマイクロファイバ上で硬化する、固体化する、および / またはそうでなく形を成す、ことを可能にすることによってマイクロファイバに塗布され得る。

40

#### 【 0 0 5 7 】

マイクロファイバは、導電性材料および / または誘電性材料を含む種々の材料から構成

50

され得る。種々の実施形態においてマイクロファイバは、2つ以上の材料（例えば導電性芯部および誘電性表面）から作られる。マイクロファイバは、マイクロファイバの芯部または内部において導電性であって、表面または外面において誘電性であることが可能であり、このことは芯部が誘電性材料によって形成されたコンデンサのための電流収集器として機能することを可能にするであろう。これは、例えば導電性マイクロファイバに誘電体でコーティングすることによって少なくともある程度達成され得る。

#### 【0058】

種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、カーボン（例えば黒鉛、膨張黒鉛、活性炭、カーボンブラック、カーボン・ナノファイバ、および／またはCNT）でコーティングされる。カーボン材料は、自然のままの形で（すなわち如何なるバインダー（結合剤）材料も使用せずに）、または安定な多孔性複合材料をマイクロファイバ上に形成するために公知の量のバインダーがカーボンに添加された複合材料の形で、マイクロファイバにコーティングされ得る、またはそうでなく与えられうる。種々のマイクロファイバ基板上でCNT、カーボン・ナノファイバおよびカーボンひげ（carbon whiskers）も成長し得る。

10

#### 【0059】

種々の実施形態において、1つ以上の電池グリッド上にマイクロファイバ・セグメント（例えば短いマイクロファイバ片）が与えられる。種々の実施形態においてこのように作られたマイクロファイバは、活性材料を支持するのを助けるために利用され得る「浮遊構造体」の形で使用される。

20

#### 【0060】

種々の例示的実施形態において電池電極はマイクロファイバを使用して形成され、ここでマイクロファイバは炭化または黒鉛化されて活性材料でコーティングされる、あるいはそうでなく活性材料を与えられる。種々の実施形態においてマイクロファイバは、ポリマー（例えばポリオレフィン）から作られる。種々の例示的実施形態において金属粒子（例えばニッケル、鉄、コバルト、モリブデン）が与えられる（例えば、その表面に塗布される）が、これは例えば噴霧といった任意の適当な手段によって達成され得る。種々の実施形態において金属粒子は、カーボンファイバ（例えばCNT）が形成され得る、または成長し得る基板またはシード（seed）（種子）である。種々の例示的実施形態において活性材料は、例えばカーボン・マイクロファイバ／ナノチューブ束のまわりに、および／またはこの束を通して活性材料を押し付けることによって、または転がすことによってマイクロファイバの周りに与えられる、または塗布される。種々の例示的実施形態においてこの束は、電解質溶液で湿らされる。このプロセスの任意の時点で個々のマイクロファイバは、織布または不織布であり得る束またはマットに形成され得る。

30

#### 【0061】

個々のマイクロファイバは真っ直ぐである可能性も真っ直ぐでない可能性もある。種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、コイル状、ループ状、波形状、もつれ合い状（air entangled）、またはこれらおよび他の形状の任意の組合せであり得る。

40

#### 【0062】

種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、マット（例えば織布、不織布または点接着布（point bonded））に与えられる、またはそうでなくマットに形成される。種々の実施形態において活性材料（例えば酸化鉛）は、電気化学電池のための電極を形成するためにマイクロファイバ・マットに与えられる（例えばコーティングされる）。マイクロファイバはまた、カーボンまたはナノチューブでコーティングされ得る（また、少なくともある幾つかの実施形態ではEDLCとして機能し得る）。このような実施形態は、ライフサイクルを増加させ、高界面面積を作り出しそれによって活性電極に関する2重層静電容量を増加させ、充電許容値および／または高率放電を最適化するのを助け、および／または活性材料の変換効率（例えば初期充電時の）を向上させることができる。

50

## 【0063】

種々の例示的実施形態において、マイクロファイバの小片（例えば短い小片）には活性材料が散りばめられ、混合され、またはそうでなく与えられる。短いマイクロファイバ片と活性材料との混合物は、従来の電荷収集器（例えばグリッド、プレートまたはスクリーン）に、またはファイバマットに与えられ得る（例えばコーティングされ得る）。種々の例示的実施形態において、活性材料を支持するための毛くず状（flocking）構造を形成するために電荷収集器の表面には短い長さのマイクロファイバが接着され得る。活性材料における短いマイクロファイバ片の含有は、電極の多孔度および／または反応性を高めるのを助ける。このことは電極を形成するために必要とされる活性材料の量を減らすのを助ける。もしマイクロファイバ片がカーボンでコーティングされれば、電極はまたEDLCにおいても使用され得る。

10

## 【0064】

種々の例示的実施形態において電極には、マイクロファイバ・メッシュを含むスクリム（粗い織り目）層が含まれる。スクリム層は、活性材料と電荷収集器との間に、および／または活性材料の上に含まれ得る、あるいは活性材料に少なくともある程度埋め込まれ得る。種々の実施形態においてスクリム層は、上記に論じられたタイプのマイクロファイバから形成される。スクリム層を備えるマイクロファイバは、例えば活性材料、カーボン、シリカ、黒鉛および／または酸といった材料で事前コーティングされ得る。種々の例示的実施形態においてスクリム層は、静電容量と導電性と（スポンジ状鉛・カーボンコンデンサ電極）を向上させるのを助けるためにカーボンから形成される、および／またはカーボンでコーティングされる、または染み込まれる。他の実施形態ではスクリム層は、2重電気化学電池電極およびEDLCを形成するためにカーボンと酸化鉛とでコーティングされる、または染み込まれる。スクリム層は、活性材料に付着する、および／または活性材料を支持するスクリムの能力を調整するために種々のパターンの織布または不織布メッシュで形成され得る。種々の例示的実施形態においてスクリム層は、プレートコネクタに直接連結または接続された、またはそうでなければプレートコネクタを形成する、または形成するのを助けるマイクロファイバを有する収集器グリッドとして、または収集器グリッドの一部として利用され得る。

20

## 【0065】

種々の例示的実施形態によれば電池セルは、電極の中に、および／または電極を貫通して伸びるマイクロファイバを有する電極を含む。種々の例示的実施形態においてマイクロファイバは、多孔度を改善して電極の有効表面積を増加させるのを助けるために電極（例えば活性材料）内に（例えば電極の内部に）電解質を引き込むのを助ける。種々の例示的実施形態においてマイクロファイバはまた、糊付けファイバまたは補強ファイバとして機能することによって電極の構造的完全性を維持するのを助ける（例えば電池は充電・放電される際に）。

30

## 【0066】

種々の例示的実施形態によれば電池セルは、活性材料（例えばペースト）でコーティングされたマイクロファイバのアレイ（array）を含む。種々の実施形態においてマイクロファイバは、電解質溶液に実質的に浸される。マイクロファイバ・アレイは、如何なる形でもあり得る（例えば、ほぐれファイバ、織布または不織布マット、束など）。種々の実施形態において、陽極活性材料でコーティングされた一方のマイクロファイバ・アレイおよび陰極活性材料でコーティングされた他方のマイクロファイバ・アレイであるマイクロファイバは、電極として機能する（例えば電流を通す）。

40

## 【0067】

種々の実施形態においてマイクロファイバは、電気化学ドーピング（例えばPドーピングまたはNドーピング）を受け得る導電または導電性ポリマーで作られ、それによって電解コンデンサとして機能し得る。種々の実施形態において両タイプの電極は、PドーピングまたはNドーピング（例えばタイプIII）のいずれでも受けることのできる同じ材料で作られ、それによって電解コンデンサとして機能し得る。種々の実施形態において、電

50

極に E D L C 機能を与えるために電極には、導電ポリマーで作られたマイクロファイバから少なくともある程度形成されたスクリムマットが付けられ得る。

#### 【 0 0 6 8 】

本明細書で利用されているように用語「約 ( a p p r o x i m a t e l y ) 」、「ほぼ ( a b o u t ) 」、「実質的に ( s u b s t a n t i a l l y ) 」、および類似の用語は、本開示の主題が関連する当分野に通常の熟練度を有する人々による一般的な許容される使用と調和する広い意味を有するように意図されている。これらの用語が、ある幾つかの特徴の範囲を、与えられた正確な数値範囲に限定することなく、説明され請求されているこれらの特徴の説明を可能にするように意図されていることは、本開示を精査する当分野に精通する人々によって理解されるべきである。したがって、これらの用語は、説明され請求されている主題の実質的でない、または重要でない修正または変更が、添付の特許請求の範囲に記載されているように本発明の範囲内にあると考えられることを示していると解釈されるべきである。

10

#### 【 0 0 6 9 】

本開示のために用語「連結される ( c o u p l e d ) 」は、2つの部材を直接的または間接的に相互に接合することを意味する。このような接合は、実際的に静止的、または実際的に可動的であり得る。このような接合は、2つの部材によって、または2つの部材と互いに一体に形成された任意の更なる中間部材とによって、または2つの部材によって、または2つの部材と互いに取り付けられた任意の更なる中間部材とによって達成され得る。このような接合は、実際的に永久的であり得る、または実際的に取外し可能または解放可能であり得る。用語「連結すること ( c o u p l i n g ) 」は、電流が2つの構成要素の間を流れることを可能にするこれら2つの構成要素間の接続を作り出すことを含む。

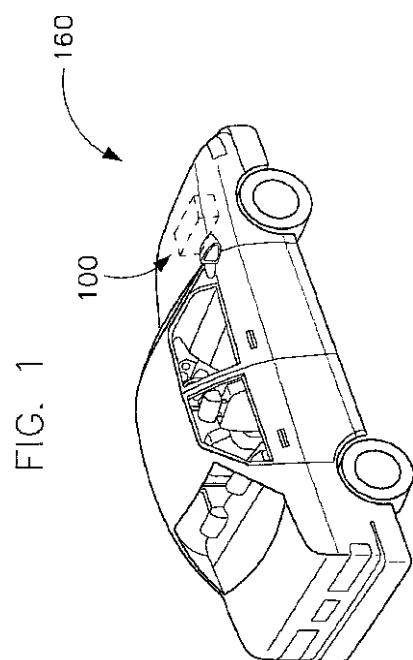
20

#### 【 0 0 7 0 】

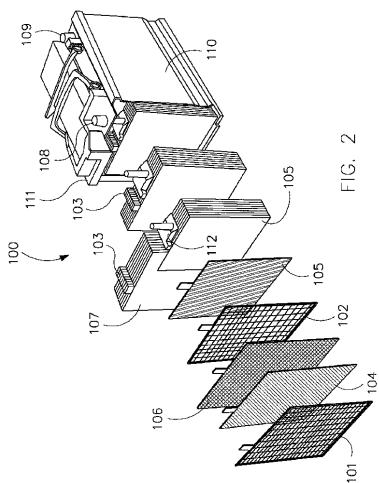
種々の例示的実施形態において示されたような電力貯蔵装置の構成および配置が単に例示的であることに留意することも重要である。本開示ではほんの僅かの実施形態が詳細に説明されてきたが、本開示を精査する当分野に精通する人々は、特許請求の範囲に記載された主題の新規な教示と利点とから実質的に逸脱せずに多くの修正（例えば、サイズ、寸法、構造、種々の要素の形状および割合、パラメータの値、取付け配置、材料の使用、色、向き、などにおける変更）が可能であることを直ちに認めるであろう。例えば一体的に形成されたものとして示された要素は多数の部分または要素から構成されることが可能であり、要素の位置は逆にされる、または変更されることが可能であり、そして個別の要素または位置の性質または数は修正または変更されることが可能である。如何なるプロセスまたは方法のステップの順序 ( o r d e r ) または順番 ( s e q u e n c e ) も、代替実施形態にしたがって変更または再順序付けされ得る。種々の例示的実施形態のデザイン、運用条件および配置における他の代用、修正、変更および省略は、添付の特許請求の範囲に記載されているような本発明の範囲から逸脱せずに行われ得る。

30

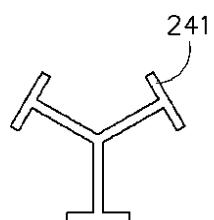
【図 1】



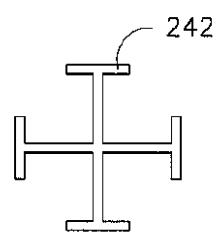
【図 2】



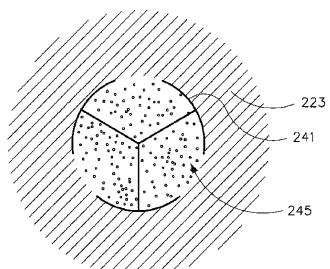
【図 3】



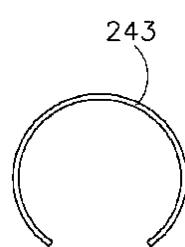
【図 4】



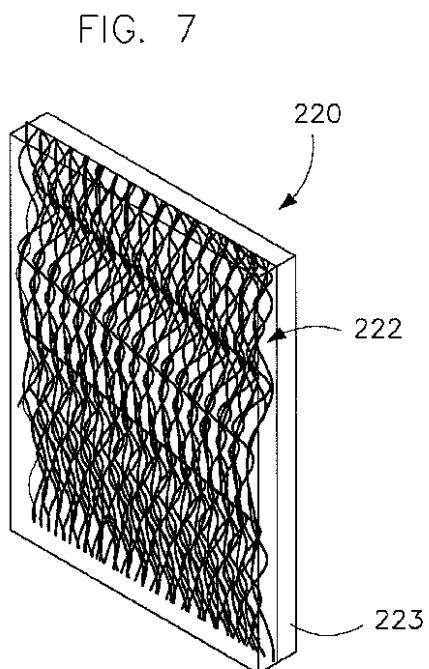
【図 6】



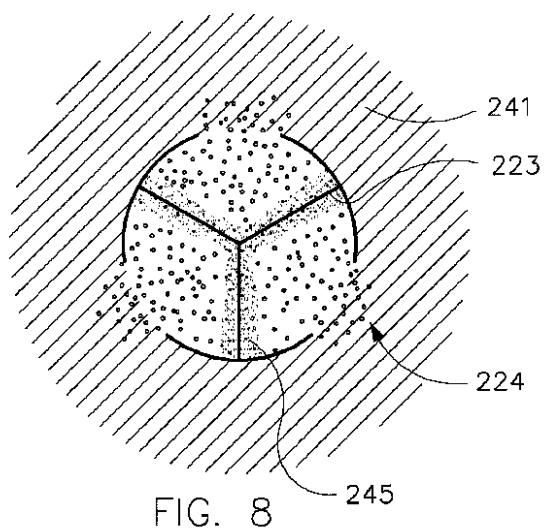
【図 5】



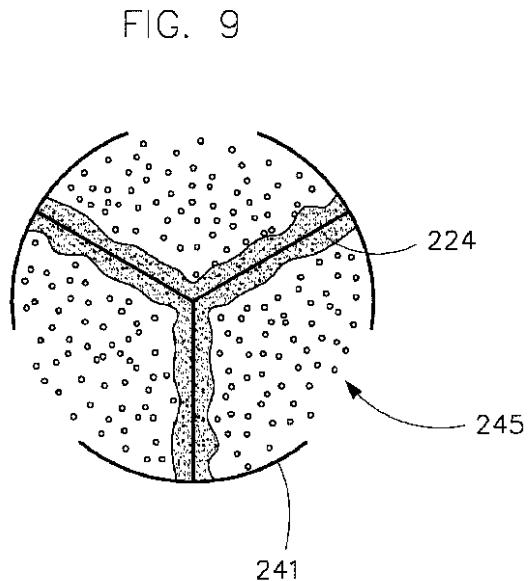
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

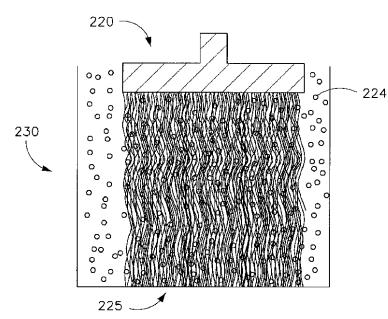


FIG. 10

【図 11A】

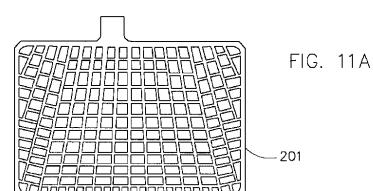


FIG. 11A

【図 11B】

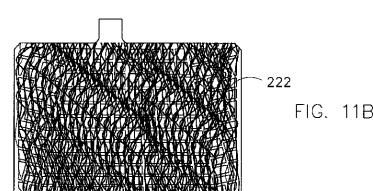
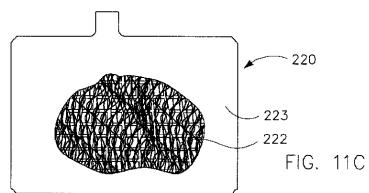


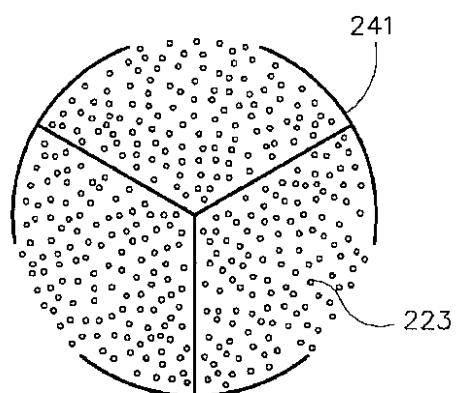
FIG. 11B

【図 11C】



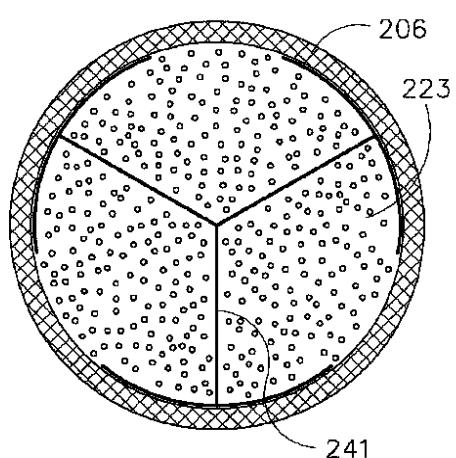
【図 12A】

FIG. 12A



【図 12B】

FIG. 12B



【図 12C】

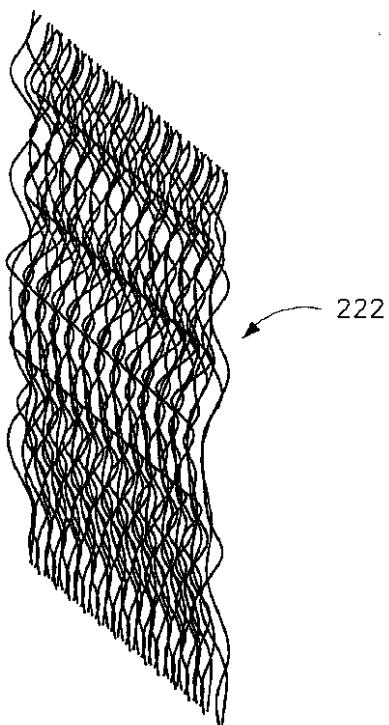
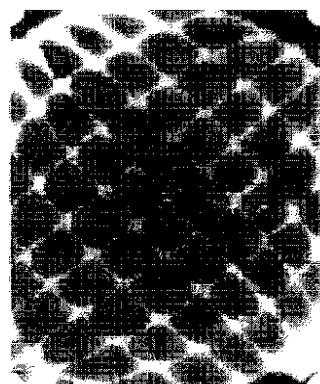


FIG. 12C

【図 13】

FIG. 13



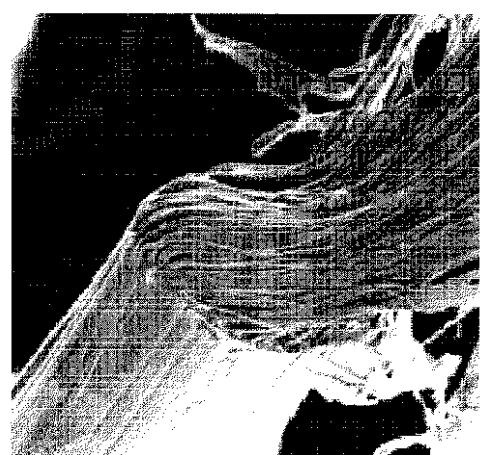
【図 14】

FIG. 14

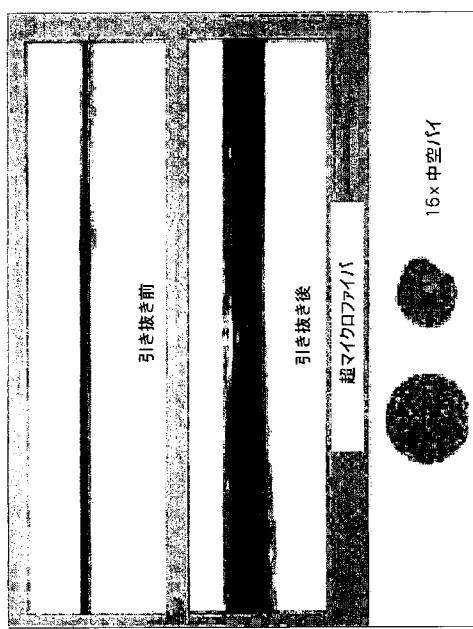


【図 15】

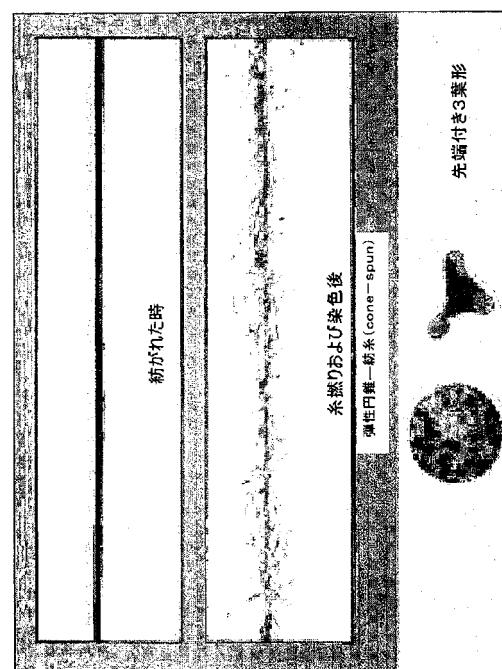
FIG. 15



【図 16】



【図 17】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2009/064992
---

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M4/60
--

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)  
H01M

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 practical, 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	WO 94/17224 A (OLIN CORP [US]) 4 August 1994 (1994-08-04) * see p.5, 1.24 - p.6, 1.18; p.7, 1.19 - p.p, 1.4; claims * the whole document	1-35
X	WO 01/35474 A (CONOCO INC [US]) 17 May 2001 (2001-05-17) * see p.5, 1.1 - p.6, 1.25; claims * the whole document	1-35
X	WO 2007/125282 A (IMP INNOVATIONS LTD [GB]; SHAFFER MILO [GB]; GREENHALGH EMILE [GB]; BI) 8 November 2007 (2007-11-08) * see p.3, 1.5 - p.7 1.6; Fig.2; claims * the whole document	1-35
-/-		

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 document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubt 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
- "G" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search  11 March 2010	Date of mailing of the International search report  24/03/2010
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  Stellmach, Joachim

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2009/064992

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006 196751 A (NAT INST FOR MATERIALS SCIENCE) 27 July 2006 (2006-07-27) abstract	1-35
X	WO 2005/035841 A (UNIV TEXAS [US]; MALDONADO STEPHEN [US]; STEVENSON KEITH J [US]) 21 April 2005 (2005-04-21) * see p.3, 1.20 - p.4, 1.36; p.9, 1.33 - p.11, 1.25; claims* the whole document	1-35
X	WO 2007/024245 A (ISTVAN RUDYARD LYLE [US]) 1 March 2007 (2007-03-01) * see [0020] - [0023], [0027] - [0029]; claims, especially claims 28 -31 * the whole document	1-35
X	WO 2008/051219 A (UTC FUEL CELLS LLC [US]; BREAULT RICHARD D [US]) 2 May 2008 (2008-05-02) * see p.2, 1.13 - p.5, 1.24; claims * the whole document	1-35
X	WO 00/75403 A (SOUTHEASTERN TRADING LLP [US]) 14 December 2000 (2000-12-14) * see p.Fig.1; p.7, 1.31 - p.8, 1.13; claims * the whole document	1-35
Y	WO 01/90444 A (ABB POWER T & D CO [US]; BOWLER COLIN E J [US]; TARNAWSKI JOHN [US]) 29 November 2001 (2001-11-29) * see p.9, 1.28 - p.10, 1.30; p.16, 19 - p.17, 1.18; claims * the whole document	1-35
Y	US 2006/166074 A1 (PAN ALFRED I [US] ET AL) 27 July 2006 (2006-07-27) * see [0022] - [0032]; claims * the whole document	1-35

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/US2009/064992
---

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9417224	A 04-08-1994	AU	674565 B2	02-01-1997
		AU	5993794 A	15-08-1994
		BR	9405673 A	14-11-1995
		CA	2154463 A1	04-08-1994
		CN	1116860 A	14-02-1996
		EP	0681617 A1	15-11-1995
		JP	8505903 T	25-06-1996
		PL	310003 A1	13-11-1995
		SG	43837 A1	14-11-1997
WO 0135474	A 17-05-2001	AU	1351801 A	06-06-2001
		TW	484246 B	21-04-2002
WO 2007125282	A 08-11-2007	CN	101606212 A	16-12-2009
		EP	2016599 A2	21-01-2009
		JP	2009534828 T	24-09-2009
JP 2006196751	A 27-07-2006	NONE		
WO 2005035841	A 21-04-2005	US	2007275160 A1	29-11-2007
WO 2007024245	A 01-03-2007	CA	2619829 A1	01-03-2007
		EP	1926845 A1	04-06-2008
		JP	2009505931 T	12-02-2009
		KR	20080043856 A	19-05-2008
		US	2007048521 A1	01-03-2007
WO 2008051219	A 02-05-2008	CN	101611509 A	23-12-2009
		EP	2089925 A2	19-08-2009
		KR	20090082887 A	31-07-2009
		US	2010035126 A1	11-02-2010
		WO	2008051280 A2	02-05-2008
WO 0075403	A 14-12-2000	AU	6746800 A	28-12-2000
WO 0190444	A 29-11-2001	AU	6476101 A	03-12-2001
US 2006166074	A1 27-07-2006	NONE		

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,SE,SI,S,K,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100085279

弁理士 西元 勝一

(72)発明者 スタージョン、リチャード、エム.

アメリカ合衆国 ミシガン州 48103-1770 アナバー コットンテイル コート 3  
196 アパートメント 4

(72)発明者 ウェツツエル、デニス、エー.

アメリカ合衆国 ミシガン州 48176 サリーン アーボリータム ドライブ 849

(72)発明者 グルーンスター、ロバート、ジー.

アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53204-4302 ミルウォーキー サウス ウォータ  
ー ストリート 130 アパートメント 301

(72)発明者 ラック、ウィリアム、ジェイ.

アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53217 ホワイトフィッシュ ベイ ノース ケント  
アベニュー 5725

(72)発明者 サバラマン、ラマチャンドラン

アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53217 フォックス ポイント ノース ポート ワシ  
ントン ロード 8700 #211

(72)発明者 シマンスキ、ジェイムズ、エス.

アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53228 グリーンフィールド ウエスト アップハムア  
ベニュー 9569

(72)発明者 マイズナー、エベルハルト

ドイツ連邦共和国 31515 ヴンストルフ アハターベルガー シュトラーセ 62

F ターム(参考) 5E078 AA15 AB02 BA13 BA14 BA15 BA18  
5H017 AA01 AS01 BB08 CC03 DD05 EE09  
5H050 AA08 AA12 BA09 CA06 CB15