

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-9658

(P2020-9658A)

(43) 公開日 令和2年1月16日 (2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 4/88 (2006.01)	H01M 4/88 C	5H018
H01M 8/18 (2006.01)	H01M 8/18	5H126
H01M 4/96 (2006.01)	H01M 4/96 M	
H01M 8/0234 (2016.01)	H01M 8/0234	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-130532 (P2018-130532)	(71) 出願人	518245777
(22) 出願日	平成30年7月10日 (2018.7.10)		シーエヌエフ カンパニー リミテッド
(11) 特許番号	特許第6615280号 (P6615280)		大韓民国 全羅北道 全州市, 徳津区, ウナム路 30, 2階
(45) 特許公報発行日	令和1年12月4日 (2019.12.4)	(74) 代理人	110000051
(31) 優先権主張番号	10-2018-0077035		特許業務法人共生国際特許事務所
(32) 優先日	平成30年7月3日 (2018.7.3)	(72) 発明者	チョイ, ウー チョル
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		大韓民国 慶尚南道, 金海市, 桂洞路 102ボン-ギル, 24, 406-903
		(72) 発明者	ユーン, コック ホン
			大韓民国 全羅北道 完州郡, 伊西面, 桂山1路 72, 904-206
		(72) 発明者	チョイ, ウーン ファイ
			大韓民国 全羅北道 完州郡, 伊西面, 桂山1路 72, 901-805

最終頁に続く

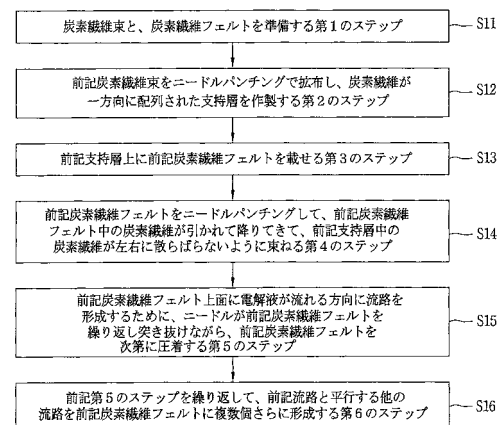
(54) 【発明の名称】 薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法を提供する。

【解決手段】炭素繊維束と、炭素繊維フェルトを準備する第1のステップ、炭素繊維束をニードルパンチングで拡げ、炭素繊維が一方向に配列された支持層を作製する第2のステップ、支持層上に炭素繊維フェルトを載せる第3のステップ、炭素繊維フェルトをニードルパンチングして、炭素繊維フェルト中の炭素繊維が引かれて降りてきて、支持層中の炭素繊維が左右に散らばらないように束ねる第4のステップ、炭素繊維フェルト上面に電解液が流れる方向に流路を形成するために、ニードルが炭素繊維フェルトを繰り返し突き抜けながら、炭素繊維フェルトを次第に圧着する第5のステップ、及び第5のステップを繰り返して、流路と平行する他の流路を炭素繊維フェルトに複数個さらに形成する第6のステップを含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素繊維束と、炭素繊維フェルトを準備する第 1 のステップ、
前記炭素繊維束をニードルパンチングで、炭素繊維が一方向に配列された支持層を作製する第 2 のステップ、
前記支持層上に前記炭素繊維フェルトを載せる第 3 のステップ、
前記炭素繊維フェルトをニードルパンチングして、前記炭素繊維フェルト中の炭素繊維が引かれて降りてきて、前記支持層中の炭素繊維が左右に散らばらないように束ねる第 4 のステップ、
前記炭素繊維フェルト上面に電解液が流れる方向に流路を形成するために、ニードルが前記炭素繊維フェルトを繰り返し突き抜けながら、前記炭素繊維フェルトを次第に圧着する第 5 のステップ、及び
前記第 5 のステップを繰り返して、前記流路と平行する他の流路を前記炭素繊維フェルトに複数個さらに形成する第 6 のステップを含むことを特徴とする薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

10

【請求項 2】

前記炭素繊維フェルトの綿密度は $10 \text{ g/m}^2 \sim 300 \text{ g/m}^2$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 3】

前記炭素繊維フェルトの厚さは $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

20

【請求項 4】

前記支持層は、
数個から数十本の炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 5】

前記支持層の厚さは、前記単位グループを構成する炭素繊維の直径の倍数であることを特徴とする請求項 4 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 6】

前記支持層は、
一本の炭素繊維が一方向に配列されて形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

30

【請求項 7】

前記支持層の厚さは、前記炭素繊維の直径と同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レドックスフロー電池の電極の製造方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

レドックスフロー電池は、電解質の電気化学反応によって充放電を繰り返す二次電池である。レドックスフロー電池に用いられる電解液としては、バナジウム、 $\text{Zn} - \text{Br}$ などがある。

レドックスフロー電池は、電解液を循環させながら充電と放電を行う。充電と放電は、酸化と還元電気化学的反応が起こるスタックで起こり、電気は電解液に貯蔵される。

レドックスフロー電池は、スタック数及びサイズに応じて出力が決定され、電気容量はタンクに貯蔵される電解液の量によって決定される。

レドックスフロー電池は、電気を貯蔵する電解液を半永久的に使用でき、環境にやさしく、爆発の危険性がない。

50

【 0 0 0 3 】

このようなレドックスフロー電池は、レドックスフロー電池の効率が持続的に維持されるように、電解液が電気化学的反應を十分に起こす前に電極を抜けていかず、電極内で停滞しない流れを有することが重要である。

このような問題点を解決するために、本出願人の韓国登録特許（特許文献 1 参照）には、ニードルパンチングにより、炭素繊維フェルトに電解液が流れる方向に複数の流路を形成し、電解液が流路に沿ってスムーズに流れるようにするレドックスフロー電池の電極の製造方法を開示している。このようなレドックスフロー電池の電極の製造方法には、0.1 ~ 2.0 mm の厚さの熱可塑性樹脂メッシュ上に、0.1 ~ 1 mm の厚さの炭素繊維フェルトを載せてニードルパンチングして流路を形成し、メッシュは流路がその形状をそのまま維持することができるように流路を支持する役割をする。

一方、レドックスフロー電池の電極の厚さを減らし、同じ空間内により多くの単位セルを積層すると、より多くの電気を生産することができる。

【 0 0 0 4 】

しかし、特許文献 1 に使用されたメッシュは、熱可塑性樹脂で作られ、実際には 1 mm 未満の厚さにするのが非常に困難である。このため、炭素繊維フェルトとメッシュの厚さを合わせた電極の厚さを 1 mm 未満に減らすことは難しい。

一方、特許文献 1 は、メッシュ上に炭素繊維フェルトを載せてニードルパンチングし、炭素繊維フェルトの上面に流路を形成して、炭素繊維フェルトとメッシュを結合させるため、ニードルが硬いメッシュに当たって頻繁に折れ、折れたニードルは炭素繊維フェルト中に隠れてレドックスフロー電池の故障を起こす問題点があった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 韓国登録特許 10 - 1865057 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、上記の問題点をすべて解決できる新しい概念の薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するための薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法は、炭素繊維束と、炭素繊維フェルトを準備する第 1 のステップ、炭素繊維束をニードルパンチングで、炭素繊維が一方向に配列された支持層を作製する第 2 のステップ、

支持層上に炭素繊維フェルトを載せる第 3 のステップ、炭素繊維フェルトをニードルパンチングして、炭素繊維フェルト中の炭素繊維が引かれて降りてきて、支持層中の炭素繊維が左右に散らばらないように束ねる第 4 のステップ、炭素繊維フェルト上面に電解液が流れる方向に流路を形成するために、ニードルが炭素繊維フェルトを繰り返し突き抜けながら、炭素繊維フェルトを次第に圧着する第 5 のステップ、及び

第 5 のステップを繰り返して、流路と平行する他の流路を炭素繊維フェルトに複数個さらに形成する第 6 のステップを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

炭素繊維フェルトの綿密度は $10 \text{ g} / \text{m}^2 \sim 300 \text{ g} / \text{m}^2$ であることがよい。

炭素繊維フェルトの厚さは 0.1 ~ 1 mm であることができる。

支持層は、数個から数十本の炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成されたことが好ましい。

【 0 0 0 9 】

支持層の厚さは、単位グループを構成する炭素繊維の直径の倍数であることができる。

支持層は、一本の炭素繊維が一方向に配列されて形成されることが好ましい。

支持層の厚さは、炭素繊維の直径と同じであることが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、本発明の薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法は、数個から数十本の高強度炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成された支持層上に炭素繊維フェルトを載せてニードルパンチングして流路を形成するので、従来の熱可塑性メッシュよりも薄い厚さ（0.1～0.2mm）で流路が壊れないように流路を支持することができる。

10

また、本発明の電極の製造方法は、一本の高強度炭素繊維が一方向に配列されて形成された支持層上に炭素繊維フェルトを載せてニードルパンチングして流路を形成するので、従来の熱可塑性メッシュよりもはるかに薄い厚さでも流路が壊れないように流路を支持することができる。これにより、炭素繊維フェルトの厚さと支持層の厚さを合わせたレドックスフロー電池の電極の厚さを、熱可塑性メッシュを使用した従来のレドックスフロー電池の電極の厚さの1/5まで減らすことができ、同じ空間内により多くの単位セルを積層し、より多くの電気を生産することができる。

【0011】

さらに本発明によると、本発明の薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法は、格子状の熱可塑性メッシュではなく、炭素繊維が電解液が流れる方向に一列に配列された支持層を備えており、支持層が電解液が流れる方向を案内する役割をすることができる。

20

本発明は、硬い熱可塑性メッシュではなく、柔軟な炭素繊維で構成された支持層を備えており、支持層上に炭素繊維フェルトを載せてニードルパンチングしても、ニードルが折れることはない。したがって、ニードルが硬いメッシュに当たって折れた後、炭素繊維フェルト中に隠れて、レドックスフロー電池の故障を起こすのを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施例による薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法を示したフローチャートである。

30

【図2】炭素繊維束をニードルパンチングで左右に拡げた状態を示した図である。

【図3】数個から数十本の炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成された支持層上に、炭素繊維フェルトが載せられた状態を示した図である。

【図4】一本の炭素繊維が一方向に配列されて形成された支持層上に、炭素繊維フェルトが載せられた状態を示した図である。

【図5】ニードルパンチングによって引かれてきた炭素繊維フェルト中の炭素繊維により、図3に示した支持層中の一方向炭素繊維が、左右に散らばらないように束ねられた状態を示した図である。

【図6】ニードルパンチングによって引かれてきた炭素繊維フェルト中の炭素繊維により、図4に示した支持層中の一方向炭素繊維が、左右に散らばらないように束ねられた状態を示した図である。

40

【図7】図5に示した炭素繊維フェルトをニードルが繰り返し突き抜けながら圧着して、炭素繊維フェルト上面の特定部位に流路を形成する状態を示した図である。

【図8】図6に示した炭素繊維フェルトをニードルが繰り返し突き抜けながら圧着して、炭素繊維フェルト上面の特定部位に流路を形成する状態を示した図である。

【図9】図5に示した炭素繊維フェルト上面に一定の間隔で複数の流路が形成されて作られたレドックスフロー電池の電極を示した図である。

【図10】図6に示した炭素繊維フェルト上面に一定の間隔で複数の流路が形成されて作られたレドックスフロー電池の電極を示した図である。

【図11】図9に示したレドックスフロー電池の電極が設けられた単位セルの分解斜視図である。

50

【図 1 2】図 1 0 に示したレドックスフロー電池の電極が設けられた単位セルの分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施例による薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法について詳しく説明する。

図 1 に示したとおり、本発明の一実施例による薄型レドックスフロー電池の電極の製造方法は、炭素繊維束と、炭素繊維フェルトを準備する第 1 のステップ (S 1 1)、炭素繊維束をニードルパンチングで拡げ、炭素繊維が一方向に配列された支持層を作製する第 2 のステップ (S 1 2)、支持層上に炭素繊維フェルトを載せる第 3 のステップ (S 1 3)、炭素繊維フェルトをニードルパンチングして、炭素繊維フェルト中の炭素繊維が引かれて降りてきて、支持層中の炭素繊維が左右に散らばらないように束ねる第 4 のステップ (S 1 4)、炭素繊維フェルト上面に電解液が流れる方向に流路を形成するために、ニードルが炭素繊維フェルトを繰り返し突き抜けながら、炭素繊維フェルトを次第に圧着する第 5 のステップ (S 1 5)、第 5 のステップを繰り返して、流路と平行する他の流路を炭素繊維フェルトに複数個さらに形成する第 6 のステップ (S 1 6) で構成される。

【0014】

第 1 のステップ (S 1 1) について説明する。

図 2 に示したとおり、まず炭素繊維束 T を準備する。炭素繊維束 T は、長い炭素繊維 C F 1 が一方向に配列されて合わさったトウ (tow) 形態を有する。炭素繊維 C F 1 は、数十から数百個の炭素繊維フィラメントで構成され、0.1 ~ 0.2 mm の直径を有する。図面が複雑になることを避けるために、図 2 ~ 図 1 2 で炭素繊維フィラメントの図示は省略した。

次に図 3 に示したとおり炭素繊維フェルト F を準備する。炭素繊維フェルト F は、短い炭素繊維 C F 2 がランダムに固まって作られる。炭素繊維フェルト F は、0.1 ~ 1 mm の厚さを有する。

【0015】

炭素繊維フェルト F の綿密度は $10 \text{ g/m}^2 \sim 300 \text{ g/m}^2$ であることが好ましい。より好ましくは、炭素繊維フェルト F の綿密度は $50 \text{ g/m}^2 \sim 200 \text{ g/m}^2$ であるのがよい。

その理由は、炭素繊維フェルト F の綿密度が 10 g/m^2 未満であれば、炭素繊維フェルト F が電解液をそのまま吸収してしまい流路が自らの役割を果たせなくなり、炭素繊維フェルト F の耐久性が大幅に低下し、炭素繊維フェルト F の綿密度が 300 g/m^2 を超えると薄型の炭素繊維フェルト F の製作が困難になって材料費が上昇するからである。

【0016】

第 2 のステップ (S 1 2) について説明する。

図 2 に示したとおり、ニードル N が繰り返し炭素繊維束 T をパンチングすると、炭素繊維束 T を構成する炭素繊維 C F 1 の間の間隔が徐々に広がり、炭素繊維束 T が拡布される。

炭素繊維束 T がニードルパンチングで拡布され、図 3 又は図 4 に示した支持層 S 1, S 2 が作られる。ここで、炭素繊維束 T の両端が拘束されない状態でニードルパンチングすることもできるが、ニードルパンチング中に炭素繊維 C F 1 が散らばることを防止するために、炭素繊維束 T の両端を治具 (jig) で掴んだ状態で炭素繊維束 T の中間部分をニードルパンチングすることもできる。

【0017】

ニードルパンチングの回数に応じて、図 3 に示したとおり、数個から数十本の炭素繊維 C F 1 が積層された単位グループが一方向に配列された支持層 S 1 が形成されることがよい。この場合、支持層 S 1 の厚さは炭素繊維 C F 1 の直径の倍数となる。

一例として、図 3 に示した単位グループは、垂直に積層された 3 本の炭素繊維 C F 1 で構成される。

10

20

30

40

50

炭素繊維CF1一本の直径が0.1~0.2mmなので、3本の炭素繊維CF1が垂直に積層された支持層S1の厚さは、炭素繊維CF1の直径(0.1~0.2mm)の3倍の0.3~0.6mmとなる。

【0018】

他の例として、単位グループが垂直に積層された4本の炭素繊維CF1で構成される場合、支持層S1の厚さは、炭素繊維CF1の直径(0.1~0.2mm)の4倍の0.4~0.8mmとなる。

このように本発明は、垂直に積層される炭素繊維CF1の数を調節して、支持層S1の厚さを容易に調節することができる。

一方、ニードルパンチングの回数が増加するほど、炭素繊維束Tの拡がりはますます大きくなり、結局図4に示したとおり、一本の炭素繊維CF2が一方向に配列された支持層S2まで形成されてもよい。この場合、支持層S2の厚さは、炭素繊維CF2の直径(0.1~0.2mm)と同じ0.1~0.2mmとなる。したがって、支持層S2の厚さを、炭素繊維CF2一本の直径まで減らすことができる。

【0019】

以下、第3のステップ(S13)~第6のステップ(S16)の説明では、

図3に示した単位グループが一方向に配列されて形成された支持層S1によって支持される炭素繊維フェルトFの上面に流路P1を形成する方法と、

図4に示した一本の炭素繊維CF2が一方向に配列された支持層S2によって支持される炭素繊維フェルトFの上面に流路P2を形成する方法を交互に説明する。

【0020】

第3のステップ(S13)について説明する。

図3に示したとおり、支持層S1上に炭素繊維フェルトFを載せる。支持層S1は、数個から数十本の高強度な炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成されるので、従来の熱可塑性メッシュよりも薄い厚さでも、流路P1(図9参照)が壊れないように流路P1を支持することができる。また、支持層S1の炭素繊維CF1が電解液が流れる方向に一直列に配列され、電解液が流れる方向を案内することができる。

一方、図4に示したとおり、支持層S2上に炭素繊維フェルトFを載せる。支持層S2は、一本の高強度な炭素繊維が一方向に配列されて形成されるので、従来の熱可塑性メッシュよりもはるかに薄い厚さでも、流路P2(図10参照)が壊れないように流路P2を支持することができる。また、支持層S2の炭素繊維CF1が電解液が流れる方向に一直列に配列され、電解液が流れる方向を案内することができる。

【0021】

第4のステップ(S14)について説明する。

図3に示した炭素繊維フェルトFをニードルパンチングして、図7に示した流路P1を形成する過程で、何らの拘束なしに一方向に配列された支持層S1の炭素繊維CF1が左右に散らばることを防ぐため、支持層S1中の炭素繊維CF1を炭素繊維フェルトF中の炭素繊維CF2で束ねる。このため、支持層S1上に炭素繊維フェルトFが載せられた状態で炭素繊維フェルトFを所々ニードルパンチングする。

そうすると、図5に示したとおり、炭素繊維フェルトF中の炭素繊維CF2が引かれて降りてきて、支持層S1中の炭素繊維CF1が左右に散らばらないように束ねる。

【0022】

一方、図4に示した炭素繊維フェルトFをニードルパンチングして、図8に示した流路P2を形成する過程で、何らの拘束なしに一方向に配列された支持層S2の炭素繊維CF1が左右に散らばることを防ぐため、支持層S2中の炭素繊維CF1を炭素繊維フェルトF中の炭素繊維CF2で束ねる。このため、支持層S2上に炭素繊維フェルトFが載せられた状態で炭素繊維フェルトFを所々ニードルパンチングする。

そうすると、図6に示したとおり、炭素繊維フェルトF中の炭素繊維CF2が引かれて降りてきて、支持層S2中の炭素繊維CF1が左右に散らばらないように束ねる。

【0023】

10

20

30

40

50

第5のステップ(S15)について説明する。

図3に示した炭素繊維フェルトFをニードルパンチングして、図7に示したとおり、炭素繊維フェルトF上面に電解液が流れる方向(図11に図示した直線矢印の方向)に流路P1を形成する。このため、図7に示したとおり、ニードルNが炭素繊維フェルトFを繰り返し突き抜けながら、流路P1を形成する部分を次第に圧着させる。このように圧着された部分に流路P1が形成される。このように形成された流路P1によって、電解液が流路P1に沿ってスムーズに流れることができる。

【0024】

一方、図4に示した炭素繊維フェルトFをニードルパンチングして、図8に示したとおり、炭素繊維フェルトF上面に電解液が流れる方向(図12に図示した直線矢印の方向)に流路P2を形成する。このため、図8に示したとおり、ニードルNが炭素繊維フェルトFを繰り返し突き抜けながら、流路P2を形成する部分を次第に圧着させる。このように圧着された部分に流路P2が形成される。このように形成された流路P2によって、電解液が流路P2に沿ってスムーズに流れることができる。

【0025】

一方、ニードルパンチングの回数とニードルパンチングの深さを調節すれば、炭素繊維フェルトFの圧着度を調節することができ、炭素繊維フェルトFの圧着度により流路P1, P2の深さを調節することができる。このように流路P1, P2の深さを段階別に調節するために、ニードルパンチングの回数は10打/cm² ~ 300打/cm²であることが好ましい。より好ましくは、ニードルパンチングの回数は30打/cm² ~ 150打/cm²であるのがよい。

一方、流路P1, P2の深さがあまりにも深ければ、電気化学的反応が十分に起こる前に電解液が流路P1に沿って急速に抜けていき、流路P1, P2の深さが浅すぎると電解液がうまく抜けなくなる。このような点を考慮して、流路P1, P2の深さは、炭素繊維フェルトFの厚さの1/2 ~ 1/3が好ましい。

【0026】

前述したとおり、流路P1, P2を炭素繊維フェルトFをカットして形成するのではなく、ニードルパンチングで炭素繊維炭素繊維流路Pを圧着して形成することにより、1mm以下の薄い厚さを有する薄型炭素繊維フェルトFにも流路P1を容易に形成することができる。

一方、流路P1, P2の幅w1, w2は、ニードルパンチングで最小1mmから可能であり、最大幅は任意に設定が可能である。ただし、流路P1, P2の幅w1, w2が広すぎれば、電気化学的反応が十分に起こる前に電解液が流路に沿って急速に抜けていき、流路P1, P2の幅w1, w2が狭すぎると電解液がうまく抜けなくなる。このような点を考慮して、流路P1, P2の幅w1, w2の最大幅を定めることが好ましい。

【0027】

第6のステップ(S16)について説明する。

図7に示したとおり、炭素繊維フェルトFをニードルパンチングする方式で、流路P1と平行する他の流路P1を炭素繊維フェルトFに複数個さらに形成して、図9に示したレドックスフロー電池の電極10を最終的に作製する。流路P1の間の間隔は、一定でも異なる間隔であってもよい。本実施例では、流路P1の間の間隔が一定である。

図9に示した図面符号T1はレドックスフロー電池の電極10の厚さを示し、図面符号t11は炭素繊維フェルトFの厚さを示し、図面符号t12は支持層S1の厚さを示す。したがって、 $T1 = t11 + t12$ となり、t11は0.1 ~ 1mmの範囲にあり、t12は0.3 ~ 0.6mm(炭素繊維3本の積層高さ)から始まるので、レドックスフロー電池の電極10を最小0.4mm厚さの薄型にすることができる。

【0028】

図11に示したとおり、レドックスフロー電池の電極10は、設定されたサイズにカットされて単位セル1に設けられる。

単位セル1は、イオン交換膜11、スペーサ12、バイポーラプレート13、レドック

10

20

30

40

50

スフロー電池の電極 10 から構成される。図 11 に示した直線矢印は、電解液が流れる方向を示す。単位セル 1 を複数配置し、連結してレドックスフロー電池のスタックを作り、スタックを電解液タンクと連結して、レドックスフロー電池を作る。

レドックスフロー電池の電極 10 が薄型なので、同じ空間内により多くの単位セルを積層して、より多くの電気を生産することができる。

【0029】

一方、図 8 に示したとおり、炭素繊維フェルト F をニードルパンチングする方式で、流路 P2 と平行する他の流路 P2 を炭素繊維フェルト F に複数個さらに形成して、図 10 に示したレドックスフロー電池の電極 20 を最終的に作製する。流路 P2 の間の間隔は、一定であってよく、または、異なる間隔であってもよい。本実施例では、流路 P2 の間の間隔は一定である。

10

図 10 に示した図面符号 T2 はレドックスフロー電池の電極 20 の厚さを示し、図面符号 t21 は炭素繊維フェルト F の厚さを示し、図面符号 t22 は支持層 S2 の厚さを示す。したがって、 $T2 = t21 + t22$ となり、t21 は 0.1 ~ 1 mm の範囲にあり、t22 は 0.1 ~ 0.2 mm (炭素繊維 1 本の直径) から始まるので、レドックスフロー電池の電極 20 を最小 0.2 mm の厚さの超薄型にすることができる。

【0030】

図 12 に示したとおり、レドックスフロー電池の電極 20 は、設定されたサイズにカットされて単位セル 2 に設けられる。

単位セル 2 は、イオン交換膜 11、スペーサ 12、バイポーラプレート 13、レドックスフロー電池の電極 20 から構成される。図 12 に示した直線矢印は、電解液が流れる方向を示す。単位セル 2 を複数配置し、連結してレドックスフロー電池のスタックを作り、スタックを電解液タンクと連結して、レドックスフロー電池を作る。

20

レドックスフロー電池の電極 20 が超薄型なので、同じ空間内により多くの単位セルを積層して、より多くの電気を生産することができる。

【符号の説明】

【0031】

1, 2 : 単位セル

10, 20 : レドックスフロー電池の電極

11 : イオン交換膜

12 : スペーサ

13 : バイポーラプレート

CF1, CF2 : 炭素繊維

F : 炭素繊維フェルト

N : ニードル

P, P1, P2 : 流路

S1, S2 : 支持層

T : 炭素繊維束

T1, T2 : レドックスフロー電池の電極の厚さ

t11, t21 : 炭素繊維フェルト F の厚さ

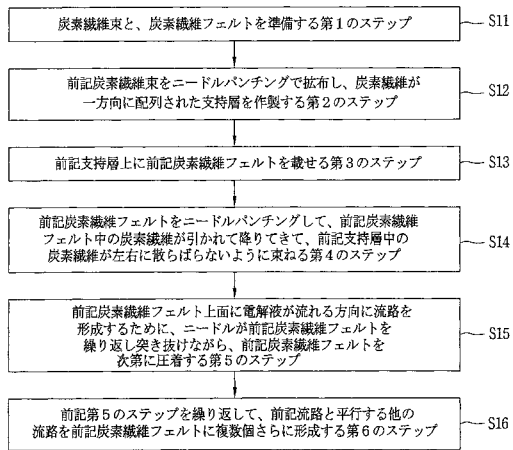
t12, t22 : 支持層の厚さ

w1, w2 : 流路の幅

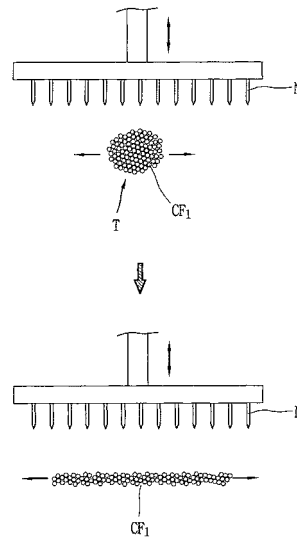
30

40

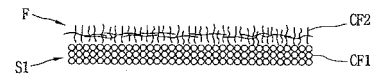
【図 1】



【図 2】



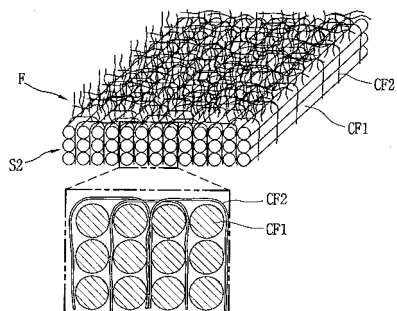
【図 3】



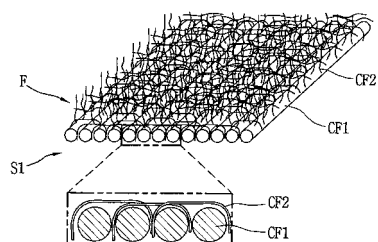
【図 4】



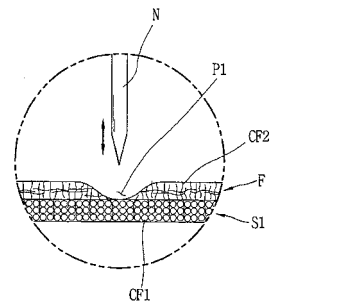
【図 5】



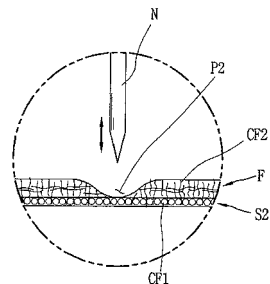
【図 6】



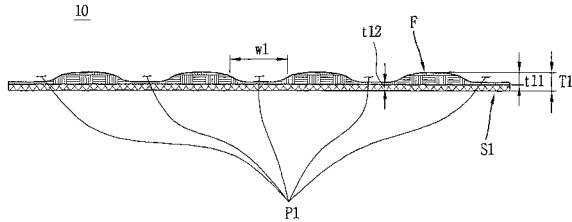
【図 7】



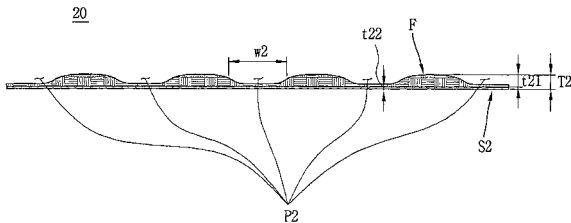
【図 8】



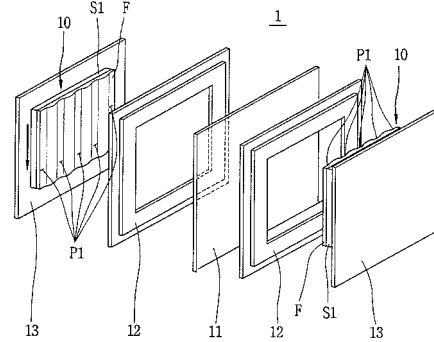
【図 9】



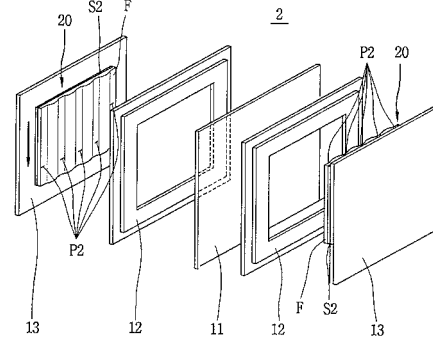
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【手続補正書】

【提出日】令和1年8月30日(2019.8.30)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相対的に長い炭素繊維が一方向に配列されて合わさった形態の炭素繊維束と、相対的に短い炭素繊維がランダムに固められて作られた炭素繊維フェルトを準備する第 1 のステップ、

前記炭素繊維束をニードルでパンチングし、前記炭素繊維束を拡布して、前記炭素繊維が一方向に配列された支持層を作製する第 2 のステップ、

前記支持層上に前記炭素繊維フェルトを載せる第 3 のステップ、

前記炭素繊維フェルトをニードルパンチングして、流路を形成する過程で、一方向に配列された支持層の炭素繊維が左右に散らばることを防ぐため、支持層上に炭素繊維フェルトが載せられた状態で、前記炭素繊維フェルトを前記ニードルでパンチングして、前記炭素繊維フェルト中の炭素繊維を引っ張り降ろして、前記支持層中の炭素繊維が左右に散らばらないように束ねる第 4 のステップ、

前記炭素繊維フェルト上面に電解液が流れる方向に流路を形成するために、前記ニードルが前記炭素繊維フェルトを繰り返し突き抜けながら、前記炭素繊維フェルトを次第に圧着する第 5 のステップ、及び

前記第 5 のステップを繰り返して、前記流路と平行する他の流路を前記炭素繊維フェルトに複数個さらに形成する第 6 のステップを含むことを特徴とする薄型レドックスフロー

電池の電極を製造する方法。

【請求項 2】

前記炭素繊維フェルトの綿密度は $10 \text{ g/m}^2 \sim 300 \text{ g/m}^2$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 3】

前記炭素繊維フェルトの厚さは $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 4】

前記支持層は、

数個から数十本の炭素繊維が積層された単位グループが一方向に配列されて形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 5】

前記支持層の厚さは、前記単位グループを構成する炭素繊維の直径の倍数であることを特徴とする請求項 4 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 6】

前記支持層は、

一本の炭素繊維が一方向に配列されて形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

【請求項 7】

前記支持層の厚さは、前記炭素繊維の直径と同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の薄型レドックスフロー電池の電極を製造する方法。

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H018 AA08 BB03 CC06 DD06 EE05 HH01 HH03 HH05
5H126 AA08 BB10 EE03 EE22 FF03 GG05