

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成24年10月4日 (2012.10.4)

【公表番号】特表2012-500450(P2012-500450A)

【公表日】平成24年1月5日 (2012.1.5)

【年通号数】公開・登録公報2012-001

【出願番号】特願2011-523006(P2011-523006)

【国際特許分類】

H 0 1 M 4/96 (2006.01)

H 0 1 G 9/058 (2006.01)

H 0 1 M 8/00 (2006.01)

H 0 1 M 4/88 (2006.01)

H 0 1 M 14/00 (2006.01)

H 0 1 M 4/1393 (2010.01)

H 0 1 M 4/133 (2010.01)

C 0 1 B 31/02 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 M 4/96 B

H 0 1 G 9/00 3 0 1 A

H 0 1 M 8/00 A

H 0 1 M 4/88 C

H 0 1 M 14/00 P

H 0 1 M 4/02 1 1 1

H 0 1 M 4/02 1 0 4

C 0 1 B 31/02 1 0 1 F

【手続補正書】

【提出日】平成24年8月13日 (2012.8.13)

【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】

炭素系ナノ構造体を含み、組成物の体積を画定し、該炭素系ナノ構造体のそれぞれは、ナノ構造体の体積を画定する、厚さが少なくとも約 10 ナノメートルである電極であって、該ナノ構造体の該体積の合計は、該組成物の体積の少なくとも約 60 % を画定する電極。

【請求項 2】

前記組成物が結合剤を実質的に含まない、請求項 1 に記載の電極。

【請求項 3】

前記組成物がエネルギー貯蔵デバイスの一部である、請求項 1 ~ 2 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 4】

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、請求項 3 に記載の電極。

【請求項 5】

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、請求項 3 に記載の電極。

【請求項 6】

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、請求項3に記載の電極。

【請求項 7】

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、請求項3に記載の電極。

【請求項 8】

前記電気化学電池が、 Li^+ イオンを含む電解質を備える、請求項 7 に記載の電極。

【請求項 9】

炭素が、前記組成物中の固体の質量の少なくとも約 50 % を画定する、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 10】

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 11】

前記組成物が、レイヤーバイレイヤー技法を使用して作製される、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 12】

前記組成物が金属原子をさらに含む、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 13】

前記炭素系ナノ構造体の少なくとも一部分が官能基を含む、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 14】

前記炭素系ナノ構造体の少なくとも一部分が、炭素 - 酸素結合を含み、これによって、酸素が前記組成物中の固体の質量の少なくとも約 10 % を構成する、請求項 13 に記載の電極。

【請求項 15】

前記電極の少なくともいくらかが伝導性基板上に沈着している、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 16】

前記電極の少なくともいくらかが層に沈着しており、該層のうちの 1 つ以上が、炭素系ナノ構造体以外の材料を含む、請求項 13 に記載の電極。

【請求項 17】

前記電極が、該電極 1 キログラム当たり少なくとも約 500 ワット時の、該電極における比エネルギーを実現することができるデバイスの一部分である、請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 18】

前記電極が、該電極 1 キログラム当たり少なくとも約 100 ワットの割合の、該電極における電力を供給することができるデバイスの一部分である、請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 19】

前記電極が、該電極 1 リットル当たり少なくとも約 400 ワット時の、該電極におけるエネルギー密度を実現することができるデバイスの一部分である、請求項 1 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 20】

前記電極が、該電極 1 リットル当たり少なくとも約 80 ワットの割合の、該電極における電力を供給することができるデバイスの一部分である、請求項 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の電極。

【請求項 21】

電極を形成する方法であって、

炭素系ナノ構造体を含有する第 1 の流体を提供するステップであって、該第 1 の流体中の該炭素系ナノ構造体は、正に帯電した官能基を含むステップと；

炭素系ナノ構造体を含有する第 2 の流体を提供するステップであって、該第 2 の流体中

の該炭素系ナノ構造体は、負に帯電した官能基を含むステップと；

基板の表面の第１部分を該第１の流体に曝し、該第１の基板表面部分の近傍で、第１のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップと；

該第１の基板表面部分と同じであっても異なってもよい、該基板の表面の第２の部分を、該第２の流体に別個に曝し、該第２の基板表面部分の近傍で、第２のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップと

を含む方法。

【請求項２２】

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、前記電極１立方センチメートル当たり少なくとも約３００ファラドの、前記電極における電気容量を実現するステップを含む方法。

【請求項２３】

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、前記電極１リットル当たり少なくとも約４００ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現するステップを含む方法。

【請求項２４】

電極１立方センチメートル当たり少なくとも約３００ファラドの、該電極における電気容量を実現することができる炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

【請求項２５】

電極１リットル当たり少なくとも約４００ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

【請求項２６】

電極１グラム当たり少なくとも約４００ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

【請求項２７】

電極１キログラム当たり少なくとも約５００ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

【請求項２８】

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、該電極１グラム当たり少なくとも約４００ファラドの、該電極における電気容量を実現するステップを含む方法。

【請求項２９】

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、該電極１キログラム当たり少なくとも約５００ワット時の、該電極における比エネルギーを実現するステップを含む方法。

【請求項３０】

デバイスであって、充電ステップの間に該デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも約６０％を、前記デバイス内に貯蔵されるエネルギーに変換することができる電極を備え、前記充電ステップは、１秒以内に容量の少なくとも約５０％を前記デバイスに充電するように実施されるデバイス。

【請求項３１】

放電ステップの間に、充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約６０％を電気に変換することができる電極を備えるデバイスであって、前記放電ステップは、１秒以内に前記デバイスの容量の少なくとも約５０％が放電されるように実施されるデバイス。

【請求項３２】

デバイスであって、充電ステップの間に前記デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも約６０％を、前記デバイス内に貯蔵されるエネルギーに変換することができる電極を備え、前記充電ステップは、前記電極１キログラム当たり少なくとも約１ｋＷの割合で実施されるデバイス。

【請求項３３】

放電ステップの間に、充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約60%を電気に変換することができる電極を備えるデバイスであって、前記放電ステップは、前記電極1キログラム当たり少なくとも約1kWの割合で実施されるデバイス。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

本発明は、例えば、以下を提供する：

(項目1)

電極を形成する方法であって、

炭素系ナノ構造体を含む第1の流体を提供するステップであって、該第1の流体中の該炭素系ナノ構造体は、正に帯電した官能基を含むステップと；

炭素系ナノ構造体を含む第2の流体を提供するステップであって、該第2の流体中の該炭素系ナノ構造体は、負に帯電した官能基を含むステップと；

基板の表面の第1部分を該第1の流体に曝し、該第1の基板表面部分の近傍で、第1のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップと；

該第1の基板表面部分と同じであっても異なってもよい、該基板の表面の第2の部分を、該第2の流体に別個に曝し、該第2の基板表面部分の近傍で、第2のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップと

を含む方法。

(項目2)

前記基板がシリコンを含む、項目1に記載の方法。

(項目3)

前記基板がガラスを含む、項目1に記載の方法。

(項目4)

前記基板がポリマーを含む、項目1に記載の方法。

(項目5)

前記基板が平面である、項目1に記載の方法。

(項目6)

前記基板が非平面である、項目1に記載の方法。

(項目7)

前記正に帯電した官能基がアミンを含む、項目1に記載の方法。

(項目8)

前記アミンが $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$ を含む、項目7に記載の方法。

(項目9)

前記負に帯電した官能基がカルボキシル基を含む、項目1に記載の方法。

(項目10)

前記第2の流体のpHが約2.5である、項目1に記載の方法。

(項目11)

前記第2の流体のpHが約4.5である、項目1に記載の方法。

(項目12)

前記第1の流体のpHが約2.5である、項目1に記載の方法。

(項目13)

前記第1の流体のpHが約4.5である、項目1に記載の方法。

(項目14)

前記第1の流体のpHが約1と約7の間である、項目1に記載の方法。

(項目15)

前記第1の流体のpHが約2と約6の間である、項目1に記載の方法。

(項目 1 6)

前記第 1 の流体の pH が約 2 . 5 と約 4 . 5 の間である、項目 1 に記載の方法。

(項目 1 7)

前記第 2 の流体の pH が約 1 と約 7 の間である、項目 1 に記載の方法。

(項目 1 8)

前記第 2 の流体の pH が約 2 と約 6 の間である、項目 1 に記載の方法。

(項目 1 9)

前記第 2 の流体の pH が約 2 . 5 と約 4 . 5 の間である、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 0)

前記基板の表面の前記第 2 の部分を前記第 2 の流体に曝した後で、前記第 1 および / または第 2 の基板表面部分と同じであっても異なってもよい、前記基板の表面の第 3 の部分を、前記第 1 の流体に別個に曝し、前記第 3 の基板表面部分の近傍で、第 3 のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 1)

前記基板の表面の前記第 2 の部分を前記第 2 の流体に曝した後で、前記第 1 および / または第 2 の基板表面部分と同じであっても異なってもよい、前記基板の表面の第 3 の部分を、炭素系ナノ構造体を含有する第 3 の流体であって、前記第 3 の流体中の前記炭素系ナノ構造体は、負に帯電した官能基を含む流体に別個に曝し、前記第 3 の基板表面部分の近傍で、第 3 のセットの炭素系ナノ構造体を沈着させるステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 2)

前記基板の前記表面から前記炭素系ナノ構造体を分離するステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 3)

前記分離するステップが、アセンブリーを水に曝すステップを含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 2 4)

前記第 1 および / または第 2 のセットの炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 5)

前記カーボンナノチューブが多重壁カーボンナノチューブを含む、項目 2 4 に記載の方法。

(項目 2 6)

前記第 1 の流体が、正に帯電した官能基を含む炭素系ナノ構造体が懸濁される第 1 の担体流体を含み、前記第 2 の流体が、負に帯電した官能基を含む炭素系ナノ構造体が懸濁される第 2 の担体流体を含む、項目 2 に記載の方法。

(項目 2 7)

前記第 1 および第 2 の担体流体が同じである、項目 2 6 に記載の方法。

(項目 2 8)

前記第 1 および第 2 の担体流体が異なる、項目 2 6 に記載の方法。

(項目 2 9)

前記炭素系ナノ構造体が、約 1 0 ミクロンの長さを有する、項目 1 に記載の方法。

(項目 3 0)

前記炭素系ナノ構造体が、1 ミクロンと 5 ミクロンの間の長さを有する、項目 1 に記載の方法。

(項目 3 1)

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、前記電極 1 立方センチメートル当たり少なくとも約 3 0 0 ファラドの、前記電極における電気容量を実現するステップを含む方法。

(項目 3 2)

前記デバイスがエネルギー貯蔵デバイスである、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 3 3)

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 4)

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 5)

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 6)

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 7)

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 3 8)

前記デバイスを 1 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 3 9)

前記デバイスを 1 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 0)

前記デバイスを 1 0 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 1)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 立方センチメートル当たり少なくとも約 4 0 0 フアラドの、前記電極における電気容量を実現する、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 2)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 立方センチメートル当たり少なくとも約 4 5 0 フアラドの、前記電極における電気容量を実現する、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 3)

前記デバイスが、前記炭素系ナノ構造体の前記表面上に化学吸着されるリチウムをさらに含む、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 4)

前記デバイスが、約 0 ボルトと約 8 ボルトの間の電圧で作動される、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 4 5)

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、前記電極 1 リットル当たり少なくとも約 4 0 0 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現するステップを含む方法。

(項目 4 6)

前記デバイスが、前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 1 k W の割合で、前記電極において出力を供給する、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 4 7)

前記デバイスがエネルギー貯蔵デバイスを含む、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 4 8)

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、項目 4 7 に記載の方法。

(項目 4 9)

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、項目 4 7 に記載の方法。

(項目 5 0)

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、項目 4 7 に記載の方法。

(項目 5 1)

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、項目 4 7 に記載の方法。

(項目 5 2)

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 3)

前記デバイスを 1 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 5 0 % のエネルギー密度を示す、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 4)

前記デバイスを 1 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 5 0 % のエネルギー密度を示す、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 5)

前記デバイスを 1 0 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 5 0 % のエネルギー密度を示す、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 6)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 リットル当たり、少なくとも約 5 0 0 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現する、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 7)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 リットル当たり、少なくとも約 6 0 0 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現する、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 8)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 リットル当たり、少なくとも約 7 0 0 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現する、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 5 9)

前記デバイスを使用して、前記電極 1 リットル当たり、少なくとも約 7 5 0 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現する、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 0)

前記デバイスが、前記炭素系ナノ構造体の前記表面上に化学吸着されるリチウムをさらに含む、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 1)

前記電極が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 1 5 % を透過することができる、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 2)

前記電極が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 2 0 % を透過することができる、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 3)

前記電極が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 3 0 % を透過することができる、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 4)

前記デバイスが、炭素系ナノ構造体を含む第 2 の電極をさらに備える、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 5)

前記第 1 の電極が負電極であり、前記第 2 の電極が正電極である、項目 6 4 に記載の方法。

(項目 6 6)

前記第 1 の電極が正電極であり、前記第 2 の電極が負電極である、項目 6 4 に記載の方法。

(項目 6 7)

前記デバイスが、約 0 ボルトと約 8 ボルトの間の電圧で作動される、項目 4 5 に記載の方法。

(項目 6 8)

炭素系ナノ構造体を含み、組成物の体積を画定し、該炭素系ナノ構造体のそれぞれは、ナノ構造体の体積を画定する、厚さが少なくとも約 1 0 ナノメートルである電極であって、該ナノ構造体の該体積の合計は、該組成物の体積の少なくとも約 6 0 % を画定する電極。

(項目 6 9)

前記組成物が結合剤を実質的に含まない、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 0)

前記組成物がエネルギー貯蔵デバイスの一部である、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 1)

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、項目 7 0 に記載の電極。

(項目 7 2)

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、項目 7 0 に記載の電極。

(項目 7 3)

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、項目 7 0 に記載の電極。

(項目 7 4)

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、項目 7 0 に記載の電極。

(項目 7 5)

炭素が、前記組成物中の固体の質量の少なくとも約 5 0 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 6)

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 7)

前記組成物が、レイヤーバイレイヤー技法を使用して作製される、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 8)

前記組成物が金属原子をさらに含む、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 7 9)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の少なくとも約 6 5 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 0)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の少なくとも約 7 0 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 1)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の少なくとも約 7 5 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 2)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の少なくとも約 8 0 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 3)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の少なくとも約 8 5 % を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 4)

前記ナノ構造体の前記体積の合計が、前記組成物の前記体積の約 6 0 % と約 9 0 % の間を画定する、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 5)

前記組成物が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 1 5 % を透過することができる、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 6)

前記組成物が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 2 0 % を透過することができる、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 7)

前記組成物が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 3 0 % を透過することができる、項目 6 8 に記載の電極。

(項目 8 8)

電極 1 立方センチメートル当たり少なくとも約 3 0 0 ファラドの、該電極における電気容量を実現することができる炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

(項目 8 9)

前記電極が結合剤を実質的に含まない、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 0)

エネルギー貯蔵デバイスである、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 1)

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、項目 9 0 に記載のデバイス。

(項目 9 2)

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、項目 9 0 に記載のデバイス。

(項目 9 3)

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、項目 9 0 に記載のデバイス。

(項目 9 4)

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、項目 9 0 に記載のデバイス。

(項目 9 5)

炭素が、アセンブリー中の固体の質量の少なくとも約 5 0 % を画定する、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 6)

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 7)

前記電極が、レイヤーバイレイヤー技法を使用して作製される、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 8)

水性電解質をさらに含む、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 9 9)

非水性電解質をさらに含む、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 1 0 0)

前記電極が薄膜を含む、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 1 0 1)

前記薄膜が少なくとも約 1 ミクロンの厚さである、項目 1 0 0 に記載のデバイス。

(項目 1 0 2)

前記薄膜が少なくとも約 1 0 ミクロンの厚さである、項目 1 0 0 に記載のデバイス。

(項目 1 0 3)

前記膜が約 1 0 0 ナノメートル未満の厚さである、項目 1 0 0 に記載のデバイス。

(項目 1 0 4)

前記デバイスを 1 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 1 0 5)

前記デバイスを 1 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 8 8 に記載のデバイス。

(項目 1 0 6)

前記デバイスを1000回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記1000回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約50%の電気容量を示す、項目88に記載のデバイス。

(項目107)

前記電極1立方センチメートル当たり少なくとも約400ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる、項目88に記載のデバイス。

(項目108)

前記電極1立方センチメートル当たり少なくとも約450ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる、項目88に記載のデバイス。

(項目109)

前記炭素系ナノ構造体の前記表面上に化学吸着されるリチウムをさらに含む、項目88に記載のデバイス。

(項目110)

前記電極が、約500～約600nmの範囲内の入射可視光の少なくとも約15%を透過することができる、項目88に記載のデバイス。

(項目111)

前記電極が、約500～約600nmの範囲内の入射可視光の少なくとも約20%を透過することができる、項目88に記載のデバイス。

(項目112)

前記電極が、約500～約600nmの範囲内の入射可視光の少なくとも約30%を透過することができる、項目88に記載のデバイス。

(項目113)

炭素系ナノ構造体を含む第2の電極をさらに備える、項目88に記載のデバイス。

(項目114)

前記第1の電極が負電極であり、前記第2の電極が正電極である、項目113に記載のデバイス。

(項目115)

前記第1の電極が正電極であり、前記第2の電極が負電極である、項目113に記載のデバイス。

(項目116)

電極1リットル当たり少なくとも約400ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

(項目117)

前記デバイスが、前記電極1キログラム当たり少なくとも約1kWの割合で前記電極において出力を供給しながら、前記エネルギー密度が実現される、項目116に記載のデバイス。

(項目118)

前記電極が結合剤を実質的に含まない、項目116に記載のデバイス。

(項目119)

エネルギー貯蔵デバイスである、項目116に記載のデバイス。

(項目120)

前記エネルギー貯蔵デバイスがコンデンサーを備える、項目119に記載のデバイス。

(項目121)

前記エネルギー貯蔵デバイスが燃料電池を備える、項目119に記載のデバイス。

(項目122)

前記エネルギー貯蔵デバイスが光電池を備える、項目119に記載のデバイス。

(項目123)

前記エネルギー貯蔵デバイスが電気化学電池を備える、項目119に記載のデバイス。

(項目124)

炭素が、アセンブリー中の固体の質量の少なくとも約50%を画定する、項目116に

記載のデバイス。

(項目 1 2 5)

前記炭素系ナノ構造体がカーボンナノチューブを含む、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 2 6)

前記電極が、レイヤーバイレイヤー技法を使用して作製される、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 2 7)

水性電解質をさらに含む、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 2 8)

非水性電解質をさらに含む、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 2 9)

前記電極が薄膜を含む、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 0)

前記薄膜が少なくとも約 1 ミクロンの厚さである、項目 1 2 9 に記載のデバイス。

(項目 1 3 1)

前記薄膜が少なくとも約 10 ミクロンの厚さである、項目 1 2 9 に記載のデバイス。

(項目 1 3 2)

前記膜が、約 100 ナノメートル未満の厚さである、項目 1 2 9 に記載のデバイス。

(項目 1 3 3)

前記デバイスを 10 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 10 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 50 % のエネルギー密度を示す、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 4)

前記デバイスを 100 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 100 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 50 % のエネルギー密度を示す、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 5)

前記デバイスを 1000 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1000 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初のエネルギー密度の少なくとも約 50 % のエネルギー密度を示す、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 6)

前記電極 1 リットル当たり少なくとも約 500 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 7)

前記電極 1 リットル当たり少なくとも約 600 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 8)

前記電極 1 リットル当たり少なくとも約 700 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 3 9)

前記電極 1 リットル当たり少なくとも約 750 ワット時の、前記電極におけるエネルギー密度を実現することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス

(項目 1 4 0)

前記炭素系ナノ構造体の前記表面上に化学吸着されるリチウムをさらに含む、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 4 1)

前記電極が、約 500 ~ 約 600 nm の範囲内の入射可視光の少なくとも約 15 % を透過することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 4 2)

前記電極が、約 500 ~ 約 600 nm の範囲内の入射可視光の少なくとも約 20 % を透

過することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 4 3)

前記電極が、約 5 0 0 ~ 約 6 0 0 n m の範囲内の入射可視光の少なくとも約 3 0 % を透過することができる、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 4 4)

炭素系ナノ構造体を含む第 2 の電極をさらに備える、項目 1 1 6 に記載のデバイス。

(項目 1 4 5)

電極 1 グラム当たり少なくとも約 4 0 0 ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

(項目 1 4 6)

前記電極 1 グラム当たり少なくとも約 5 0 0 ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 4 7)

前記電極 1 グラム当たり少なくとも約 5 5 0 ファラドの、前記電極における電気容量を実現することができる、項目 1 4 5 に記載のデバイス

(項目 1 4 8)

前記デバイスを 1 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 4 9)

前記デバイスを 1 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 5 0)

前記デバイスを 1 0 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の電気容量の少なくとも約 5 0 % の電気容量を示す、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 5 1)

前記電極が結合剤を実質的に含まない、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 5 2)

炭素系ナノ構造体を含む第 2 の電極をさらに備える、項目 1 4 5 に記載のデバイス。

(項目 1 5 3)

電極 1 キログラム当たり少なくとも約 5 0 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイス。

(項目 1 5 4)

前記デバイスが、前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 1 k W の割合で前記電極において出力を供給しながら、前記エネルギー密度が実現される、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 5 5)

前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 6 0 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 5 6)

前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 7 0 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 5 7)

前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 8 0 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 5 8)

前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 8 5 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 5 9)

前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 9 0 0 ワット時の、前記電極における比エネルギーを実現することができる、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 0)

前記デバイスを 1 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の比エネルギーの少なくとも約 5 0 % の比エネルギーを示す、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 1)

前記デバイスを 1 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の比エネルギーの少なくとも約 5 0 % の比エネルギーを示す、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 2)

前記デバイスを 1 0 0 0 回交互に充電および放電した後、前記デバイスが、前記 1 0 0 0 回目のサイクルの最後で、前記デバイスの最初の比エネルギーの少なくとも約 5 0 % の比エネルギーを示す、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 3)

前記電極が結合剤を実質的に含まない、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 4)

炭素系ナノ構造体を含む第 2 の電極をさらに備える、項目 1 5 3 に記載のデバイス。

(項目 1 6 5)

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、該電極 1 グラム当たり少なくとも約 4 0 0 ファラドの、該電極における電気容量を実現するステップを含む方法。

(項目 1 6 6)

前記デバイスが、約 1 ボルトと約 8 ボルトの間の電圧で作動される、項目 1 6 5 に記載の方法。

(項目 1 6 7)

炭素系ナノ構造体を含む電極を備えるデバイスを使用して、該電極 1 キログラム当たり少なくとも約 5 0 0 ワット時の、該電極における比エネルギーを実現するステップを含む方法。

(項目 1 6 8)

前記デバイスが、約 1 ボルトと約 8 ボルトの間の電圧で作動されながら、前記比エネルギーが実現される、項目 1 6 7 に記載の方法。

(項目 1 6 9)

前記デバイスが、前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 1 k W の割合で前記電極において出力を供給しながら、前記比エネルギーが実現される、項目 1 6 7 に記載の方法。

(項目 1 7 0)

デバイスであって、充電ステップの間に該デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも約 6 0 % を、前記デバイス内に貯蔵されるエネルギーに変換することができる電極を備え、前記充電ステップは、1 秒以内に容量の少なくとも約 5 0 % を前記デバイスに充電するように実施されるデバイス。

(項目 1 7 1)

前記デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも 7 0 % を変換することができる、項目 1 7 0 に記載のデバイス。

(項目 1 7 2)

前記デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも 7 5 % を変換することができる、項目 1 7 0 に記載のデバイス。

(項目 1 7 3)

前記デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも 8 0 % を変換することができる、項目 1 7 0 に記載のデバイス。

(項目 1 7 4)

前記電極が炭素系ナノ構造体を含む、項目 170 に記載のデバイス。

(項目 175)

放電ステップの間に、充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約 60 % を電気に変換することができる電極を備えるデバイスであって、前記放電ステップは、1 秒以内に前記デバイスの容量の少なくとも約 50 % が放電されるように実施されるデバイス

。

(項目 176)

充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約 70 % を変換することができる、項目 175 に記載のデバイス。

(項目 177)

充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約 75 % を変換することができる、項目 175 に記載のデバイス。

(項目 178)

充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約 80 % を変換することができる、項目 175 に記載のデバイス。

(項目 179)

デバイスであって、充電ステップの間に前記デバイスに入力されるエネルギーの少なくとも約 60 % を、前記デバイス内に貯蔵されるエネルギーに変換することができる電極を備え、前記充電ステップは、前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 1 kW の割合で実施されるデバイス。

(項目 180)

放電ステップの間に、充電ステップ後に貯蔵されるエネルギーの少なくとも約 60 % を電気に変換することができる電極を備えるデバイスであって、前記放電ステップは、前記電極 1 キログラム当たり少なくとも約 1 kW の割合で実施されるデバイス。

本発明は一般に、炭素系ナノ構造体のレイヤーバイレイヤーアセンブリーおよび/または官能基化のための組成物および方法に関する。本発明の主題は、いくつかの場合では、関連製品、特定の問題に対する代替の解決策、および/または1つもしくは複数のシステムおよび/もしくは物品の複数の異なる使用を伴う。