

【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 26 年 4 月 17 日 (2014.4.17)

【公表番号】特表 2013-521621 (P2013-521621A)

【公表日】平成 25 年 6 月 10 日 (2013.6.10)

【年通号数】公開・登録公報 2013-029

【出願番号】特願 2012-556203 (P2012-556203)

【国際特許分類】

H 0 1 M 4/13 (2010.01)

H 0 1 M 4/38 (2006.01)

H 0 1 M 4/48 (2010.01)

H 0 1 M 4/58 (2010.01)

H 0 1 M 4/66 (2006.01)

H 0 1 M 4/64 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 M 4/13

H 0 1 M 4/38 Z

H 0 1 M 4/48

H 0 1 M 4/58

H 0 1 M 4/66 A

H 0 1 M 4/64 A

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 2 月 28 日 (2014.2.28)

【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】

リチウムイオン電池で利用される電気化学的に活性な電極材料であって、
金属シリサイドを有するナノ構造テンプレートと、
前記ナノ構造テンプレートをコーティングしている電気化学的に活性な材料の層と
を備え、
前記電気化学的に活性な材料は、前記リチウムイオン電池のサイクル時に、リチウムイオンを取り込み放出し、

前記ナノ構造テンプレートによって、前記電気化学的に活性な材料との間での電流の伝導が円滑化され、前記電気化学的に活性な材料の前記層が支持される電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 2】

前記金属シリサイドは、ニッケルシリサイド、ケイ化コバルト、ケイ化銅、ケイ化銀、ケイ化クロム、ケイ化チタン、ケイ化アルミニウム、ケイ化亜鉛、および、ケイ化鉄から成る群から選択される請求項 1 に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 3】

前記金属シリサイドは、 Ni_2Si 相、 $NiSi$ 相および $NiSi_2$ 相から成る群から選択される少なくとも 2 つの異なるニッケルシリサイド相を含む請求項 2 に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 4】

前記電気化学的に活性な材料は、結晶質シリコン、アモルファスシリコン、シリコン酸化物、シリコン酸窒化物、スズ含有材料、ゲルマニウム含有材料、および、炭素含有材料から成る群から選択される請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 5】

前記ナノ構造テンプレートは、シリサイド含有ナノワイヤを有する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 6】

前記シリサイド含有ナノワイヤは、長さが平均で 1 マイクロメートルと 200 マイクロメートルとの間である請求項 5 に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 7】

前記シリサイド含有ナノワイヤは、直径が平均で 100 ナノメートル未満である請求項 5 に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 8】

前記電気化学的に活性な材料の前記層は、厚みが平均で少なくとも 100 ナノメートルである請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 9】

前記電気化学的に活性な材料の前記テンプレートに対する体積比は少なくとも 5 である請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 10】

前記電気化学的に活性な材料の前記層は、アモルファスシリコンを含み、
前記層は、厚みが平均で少なくとも 100 ナノメートルであり、
前記ナノ構造テンプレートは、ニッケルシリサイドナノワイヤを含み、前記ニッケルシリサイドナノワイヤは、長さが平均で 10 マイクロメートルと 50 マイクロメートルとの間であり、直径が平均で 50 ナノメートル未満である請求項 1 に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 11】

前記リチウムイオン電池において前記電気化学的に活性な電極材料のサイクルの前に、前記電気化学的に活性な材料の前記層は、リン、ホウ素、ガリウムおよびリチウムのうち 1 以上によってドーピングされる請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 12】

前記電気化学的に活性な材料の前記層の上方に形成されているシェルをさらに備え、
前記シェルは、炭素、銅、ポリマー、硫化物、リチウムリン酸窒化物 (LIPON)、金属酸化物、および、フッ素含有化合物から成る群から選択された 1 以上の材料を含む請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 13】

前記電気化学的に活性な材料は、理論上のリチオ化容量が少なくとも 500 mAh/g である請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の電気化学的に活性な電極材料。

【請求項 14】

リチウムイオン電池で利用されるリチウムイオン電極であって、
電気化学的に活性な電極材料と、
前記電気化学的に活性な電極材料と導通している電流コレクタ基板とを備え、
前記電気化学的に活性な電極材料は、
金属シリサイドを含むナノ構造テンプレートと、
前記ナノ構造テンプレートをコーティングする電気化学的に活性な材料の層とを有し、
前記電気化学的に活性な材料は、前記リチウムイオン電池のサイクル時に、リチウムイオンを取り込んで放出し、

前記ナノ構造テンプレートによって、前記電気化学的に活性な材料との間の電流の伝導が円滑化され、

前記電流コレクタ基板は、前記金属シリサイドの金属を含むリチウムイオン電極。

【請求項 15】

前記ナノ構造テンプレートは、前記基板に根付いているナノワイヤを含み、前記ナノワイヤは、遊離している端部と、前記基板に根付いている端部とを持つ請求項 14 に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 16】

前記電気化学的に活性な材料の前記層は、前記ナノワイヤの前記基板に根付いている端部に比べて前記遊離している端部において、厚みが少なくとも 2 倍である請求項 15 に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 17】

前記電気化学的に活性な材料の前記層は、アモルファスシリコンおよびゲルマニウムを含み、

前記層は、前記ナノワイヤの前記基板に根付いている端部に比べて前記遊離している端部において、シリコンがより多く、ゲルマニウムがより少なくなっている請求項 15 に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 18】

前記ナノ構造テンプレートと前記電流コレクタ基板との間に位置しており、前記ナノ構造テンプレートと前記電流コレクタ基板との間の金属結合および電子伝導を改善する中間副層をさらに備える請求項 14 から 17 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 19】

前記ナノ構造テンプレートと前記電気化学的に活性な材料の前記層との間に位置しており、前記ナノ構造テンプレートと前記電気化学的に活性な材料の前記層との間の金属結合および電子伝導を改善する中間副層をさらに備える請求項 14 から 18 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 20】

前記ナノ構造テンプレートと前記電気化学的に活性な材料の前記層との間に位置しており、前記ナノ構造テンプレートと前記電気化学的に活性な材料の前記層との間の弾性界面となる中間副層をさらに備える請求項 14 から 18 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 21】

前記ナノ構造テンプレートの表面積の前記基板の表面積に対する比は、少なくとも 2.0 である請求項 14 から 20 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 22】

前記基板は、前記基板に隣接している基部層を有しており、前記基部層は、前記金属シリサイドの金属を略含まない請求項 14 から 21 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 23】

前記基板は、銅、ニッケル、チタン、および、ステンレススチールから成る群から選択される 1 以上の材料を含む請求項 14 から 22 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 24】

前記リチウムイオン電極は、負極である

請求項 14 から 23 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 25】

前記リチウムイオン電極は、正極である

請求項 14 から 23 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電極。

【請求項 26】

電気化学的に活性な電極材料と、

前記電気化学的に活性な電極材料と導通している電流コレクタ基板とを備えるリチウムイオン電池であって、

前記電気化学的に活性な電極材料は、金属シリサイドを含むナノ構造テンプレートと、

前記ナノ構造テンプレートをコーティングしている電気化学的に活性な材料の層とを有し、

前記電気化学的に活性な材料は、前記リチウムイオン電池のサイクル時にリチウムイオンを取り込んで放出し、

前記ナノ構造テンプレートは、前記電気化学的に活性な材料との間で電流の伝導を円滑化させ、

前記電流コレクタ基板は、前記金属シリサイドの金属を含むリチウムイオン電池。

【請求項 27】

リチウムイオン電池で利用されるリチウムイオン電池電極を製造する方法であって、基板を受け取る段階と、

前記基板の表面上に金属シリサイドを含むナノ構造テンプレートを形成する段階と、

前記ナノ構造テンプレート上に電気化学的に活性な材料の層を形成する段階と

を備え、

前記電気化学的に活性な材料は、前記リチウムイオン電池のサイクル時にリチウムイオンを取り込んで放出し、

前記ナノ構造テンプレートは、前記電気化学的に活性な材料との間で電流の伝導を円滑化させる方法。

【請求項 28】

前記金属シリサイドを含むナノ構造テンプレートを形成する段階の前に、酸化、アニーリング、還元、粗面化、スパッタリング、エッチング、電気メッキ、反転電気メッキ、化学気相成長、窒化物形成、および、中間層堆積から成る群から選択される 1 以上の方法を用いて前記基板を処理する段階をさらに備える請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

前記基板の前記表面上に金属部を形成する段階をさらに備え、

前記金属部の一部分は、前記金属シリサイドを形成する際に消費される請求項 27 または 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記ナノ構造テンプレートを形成する段階は、前記基板の前記表面の上方にシリコン含有前駆体を導入する段階を有する請求項 27 から 29 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 31】

前記電気化学的に活性な材料の前記層を形成する段階の前に、前記ナノ構造テンプレートの上にパッシベーション層を選択的に堆積させる段階をさらに備える請求項 27 から 30 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 32】

前記電気化学的に活性な材料の前記層を形成する段階は、前記ナノ構造テンプレートの遊離している端部に比べて前記基板の前記表面において、活性材料前駆体の濃度が大幅に低くなるように、物質移動方式で実行される請求項 27 から 31 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 33】

前記電気化学的に活性な材料の前記層を形成している段階の実行中、活性材料前駆体の組成を変化させる段階をさらに備える請求項 27 から 32 のいずれか一項に記載の方法。