【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】令和6年2月15日(2024.2.15)

【公開番号】特開2023-26832(P2023-26832A)
【公開日】令和5年3月1日(2023.3.1)
【年通号数】公開公報(特許)2023-039
【出願番号】特願2021-132227(P2021-132227)
【国際特許分類】
Ｈ０１Ｍ　4/136(2010.01)
Ｈ０１Ｍ　4/70(2006.01)
Ｈ０１Ｍ　4/58(2010.01)
Ｈ０１Ｍ　4/13(2010.01)
Ｈ０１Ｍ　4/48(2010.01)
Ｈ０１Ｍ　4/36(2006.01)
【ＦＩ】
Ｈ０１Ｍ　4/136
Ｈ０１Ｍ　4/70　　Ａ
Ｈ０１Ｍ　4/58
Ｈ０１Ｍ　4/13
Ｈ０１Ｍ　4/48
Ｈ０１Ｍ　4/36　　Ｃ

【手続補正書】
【提出日】令和6年2月6日(2024.2.6)
【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】
表面が粗化された負極集電体と、
該負極集電体上に設けられた負極活物質層と
を有する負極であって、
前記負極活物質層は、リチウム、ケイ素、及び酸素の化合物を有する負極活物質粒子を含み、前記負極活物質粒子を構成する前記酸素と前記ケイ素との比Ｏ／Ｓｉが０．８以上１．２以下の範囲であり、
該負極活物質層は、２層以上からなる多層構造を有しており、前記負極活物質層の多層構造の各層は、上部に、リチウム及び酸素のうち少なくとも１種類以上を含む４価のケイ素の化合物を含有する層を有しているものであることを特徴とする負極。
【請求項２】
前記４価のケイ素の化合物は、SiO_2及びLi_4SiO_4から選ばれる１種類以上を含むものであることを特徴とする請求項１に記載の負極。
【請求項３】
前記負極活物質層は、
前記負極活物質粒子と、
該負極活物質粒子の粒子間及び表層に充填されてなる、少なくとも炭素原子と酸素原子が化学結合しており、前記負極活物質粒子と合金化しない複合化合物と
を有するものであることを特徴とする請求項１又は２に記載の負極。

【請求項４】
前記複合化合物は、エーテル系溶媒とポリフェニレン化合物若しくは多環芳香族化合物との複合物の開環分解生成物、又は前記複合物がリチウムと錯体を形成した複合物の開環分解生成物であることを特徴とする請求項３に記載の負極。
【請求項５】
少なくとも２０回充放電後の前記負極活物質粒子は、Si^{1+}～Si^{3+}のケイ素化合物状態が最も多いものであることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の負極。
【請求項６】
前記負極活物質層は、前記負極活物質粒子を１次粒子として規定した場合、充放電後に該１次粒子の集合体である２次粒子を形成するものであり、該２次粒子同士は面内方向において分離した形態を持つことを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の負極。
【請求項７】
前記負極活物質粒子は、充放電前において、Ｃｕ－Ｋα線を用いたＸ線回折により得られるＳｉ（１１１）結晶面に起因するピークを有し、該結晶面に対応する結晶子サイズは１．０ｎｍ以下であることを特徴とする請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の負極。
【請求項８】
前記負極集電体は、前記表面の十点平均粗さＲｚが１．５μｍ以上５．０μｍ以下のものであることを特徴とする請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の負極。
【請求項９】
請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の負極の製造方法であって、
曲率を有するキャンロール上に前記負極集電体を巻き付ける工程と、
前記キャンロール上で前記負極集電体を走行させながら、前記負極集電体上に、２層以上からなる多層構造のケイ素及び／又は一酸化ケイ素を含む膜を気相成長させる工程と、
酸素を含んだガスを前記ケイ素及び／又は一酸化ケイ素を含む膜に吹き付けて、各層の上部に二酸化ケイ素を含有する多層構造の層を形成する工程と、
前記多層構造の層にリチウムをドープして、前記負極活物質層を形成する工程と
を含むことを特徴とする負極の製造方法。
【請求項１０】
前記多層構造の層を形成する工程において、前記二酸化ケイ素を含むケイ素酸化物を各層が含有する前記多層構造の層を形成し、
前記負極活物質層を形成する工程において、前記多層構造の層をリチウムを含む溶液に浸漬することによって、前記ケイ素酸化物を酸化還元法によって改質して、前記リチウム、ケイ素、及び酸素を有する化合物とするとともに、前記負極活物質粒子の粒子間及び表層に充填されてなる、少なくとも炭素原子と酸素原子が化学結合しており、前記負極活物質粒子と合金化しない複合化合物を形成することを特徴とする請求項９に記載の負極の製造方法。