

【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5年7月27日(2023.7.27)

【公開番号】特開2023-96109(P2023-96109A)

【公開日】令和5年7月6日(2023.7.6)

【年通号数】公開公報(特許)2023-126

【出願番号】特願2023-82068(P2023-82068)

【国際特許分類】

H 01M 10/052(2010.01)

10

H 01M 10/0568(2010.01)

H 01M 10/0569(2010.01)

H 01M 4/525(2010.01)

H 01M 4/36(2006.01)

H 01M 10/0567(2010.01)

【F I】

H 01M 10/052

H 01M 10/0568

H 01M 10/0569

H 01M 4/525

20

H 01M 4/36 C

H 01M 10/0567

【手続補正書】

【提出日】令和5年7月14日(2023.7.14)

【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】

30

【特許請求の範囲】

【請求項1】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

40

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネットと、ジエチルカーボネットと、ビニレンカーボネットと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

50

リチウムイオン二次電池。

【請求項 2】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の  
酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、  
前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネ  
ートと、を有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

【請求項 3】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の  
酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、  
前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネ  
ートと、を有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

【請求項 4】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

10

20

30

40

50

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

10

前記電解液は、エチレンカーボネットと、ジエチルカーボネットと、ビニレンカーボネットと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項5】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

20

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

マグネシウムは、前記第1の領域にも存在し、

30

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネットと、ジエチルカーボネットと、ビニレンカーボネットと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項6】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

40

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

50

前記第3の領域は  $Mg(CoO_x(Fy))$  を有し、  
 前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
 前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

## 【請求項7】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 20

前記第1の領域が有する層状岩塩型の結晶構造と、前記第2の領域が有する岩塩型の結  
 晶構造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、

前記第2の領域が有する岩塩型の結晶構造と、前記第3の領域が有する岩塩型の結晶構  
 造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
 前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネ  
 ートと、を有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。  
 30

## 【請求項8】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 40

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。  
 50

## 【請求項9】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
10

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、  
前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項10】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
30 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
の酸化マグネシウムと、を有し、  
前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、  
前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項11】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、  
前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
50

の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項 1 2】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第 1 の領域を有し、前記表層部は第 2 の領域および第 3 の領域を有し、  
 前記第 1 の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第 2 の領域および前記第 3 の領域  
 10 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第 3 の領域は、前記第 2 の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第 1 の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第 2 の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第 3 の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第 2 の領域の一部は、前記第 3 の領域の一部と重なっており、  
 前記第 3 の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 20 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 マグネシウムは、前記第 1 の領域にも存在し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項 1 3】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第 1 の領域を有し、前記表層部は第 2 の領域および第 3 の領域を有し、  
 前記第 1 の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第 2 の領域および前記第 3 の領域  
 30 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第 3 の領域は、前記第 2 の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第 1 の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第 2 の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第 3 の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第 2 の領域の一部は、前記第 3 の領域の一部と重なっており、  
 前記第 3 の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記第 3 の領域は  $Mg_{(Co)}O_x(Fy)$  を有し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項 1 4】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第 1 の領域を有し、前記表層部は第 2 の領域および第 3 の領域を有し、  
 前記第 1 の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第 2 の領域および前記第 3 の領域  
 50 は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記第1の領域が有する層状岩塩型の結晶構造と、前記第2の領域が有する岩塩型の結晶構造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、

前記第2の領域が有する岩塩型の結晶構造と、前記第3の領域が有する岩塩型の結晶構造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、

前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項 15】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項 16】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

10

20

30

40

50

**【請求項 17】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

10

20

30

40

**【請求項 18】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
 の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項 19】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造

50

の酸化マグネシウムと、を有し、

マグネシウムは、前記第1の領域にも存在し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 0】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
10  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
の酸化マグネシウムと、を有し、

前記第3の領域は  $Mg_{(Co_x)O_x(Fy)}$  を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 1】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
30

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造  
の酸化マグネシウムと、を有し、

前記第1の領域が有する層状岩塩型の結晶構造と、前記第2の領域が有する岩塩型の結  
晶構造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、

前記第2の領域が有する岩塩型の結晶構造と、前記第3の領域が有する岩塩型の結晶構  
造の不整合度  $f$  が 0.12 以下であり、  
40

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 2】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、10

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項23】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、20

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、20

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、30

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項24】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、40

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、50

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 5】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

10

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は Mg (Co)Ox (Fy) を有し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

20

リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 6】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

30

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、

前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

**【請求項 2 7】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し

40

、前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

50

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、

前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

【請求項28】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、

前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

【請求項29】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域はMg<sub>x</sub>(Co<sub>y</sub>)O<sub>z</sub>(Fy)を有し、

前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

【請求項30】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

10

20

30

40

50

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部は、フッ素で置換されており、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

### 【請求項31】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、  
前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部は、フッ素と結合しており、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

### 【請求項32】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、  
前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

### 【請求項33】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
、

10

20

30

40

50

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は Mg<sub>(Co)</sub>O<sub>x</sub>(F<sub>y</sub>) を有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項34】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部  
 は、フッ素で置換されている、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項35】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムが有するマグネシウ  
 ムの一部は、フッ素と結合している、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項36】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域  
 は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し  
 、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

10

20

30

40

50

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は酸化マグネシウムを有し、前記酸化マグネシウムとフッ素は重畠している、

リチウムイオン二次電池。

### 【請求項37】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

10

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域はMg<sub>(Co)Ox(Fy)</sub>を有する、

リチウムイオン二次電池。

20

### 【請求項38】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

30

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有する、

リチウムイオン二次電池。

### 【請求項39】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

40

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

50

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウム  
 が有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、  
 前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
 前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネー  
 トと、を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

## 【請求項40】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

10

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塙型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は  
 岩塙型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

20

前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが  
 有する酸素の一部はフッ素で置換され、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネー  
 トと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

## 【請求項41】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

30

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塙型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は  
 岩塙型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

40

前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウム  
 が有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネー  
 トと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

## 【請求項42】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

50

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有する、  
 リチウムイオン二次電池。

10

【請求項43】  
 正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有する、  
 リチウムイオン二次電池。

20

【請求項44】  
 正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

30

40

50

**【請求項 4 5】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、酸化コバルトと、酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
 前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

10

**【請求項 4 6】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、  
 前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、  
 前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有する、  
 リチウムイオン二次電池。

20

**【請求項 4 7】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であって、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

30

40

50

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項48】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

10

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

20

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

#### 【請求項49】

30

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、

前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、

前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、

前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、

前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、

前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、

前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、

前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、

前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、

40

前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、

前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、

前記電解液が有する電解質は、六フッ化リン酸リチウムを有し、

前記電解液は、エチレンカーボネートと、ジエチルカーボネートと、ビニレンカーボネートと、を有し、

前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、

リチウムイオン二次電池。

50

**【請求項 5 0】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有する、  
 リチウムイオン二次電池。

10

20

30

40

50

**【請求項 5 1】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、  
 前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、  
 前記電解液は、ビニレンカーボネートを有する、  
 リチウムイオン二次電池。

**【請求項 5 2】**

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
 前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
 前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
 前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
 前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
 前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
 前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
 前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
 前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
 前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
 前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、

前記酸化コバルトが有する酸素の一部はフッ素で置換され、かつ前記酸化マグネシウムが有する酸素の一部はフッ素で置換され、  
前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

【請求項 5 3】

正極と、負極と、電解液と、を有するリチウムイオン二次電池であつて、  
前記正極は、コバルト酸リチウムを含む正極活物質を有し、  
前記正極活物質は、表層部と、内部とを有し、  
前記内部は第1の領域を有し、前記表層部は第2の領域および第3の領域を有し、  
前記第1の領域は層状岩塩型の結晶構造を有し、前記第2の領域および前記第3の領域は岩塩型の結晶構造を有し、  
前記第3の領域は、前記第2の領域よりも、前記正極活物質の表面に近い領域に存在し、  
前記第1の領域は、コバルトと、リチウムと、を有し、  
前記第2の領域は、コバルトと、チタンと、を有し、  
前記第3の領域は、コバルトと、マグネシウムと、フッ素と、酸素と、を有し、  
前記第2の領域の一部は、前記第3の領域の一部と重なっており、  
前記第3の領域は、前記岩塩型の結晶構造の酸化コバルトと、前記岩塩型の結晶構造の酸化マグネシウムと、を有し、  
前記酸化コバルトが有するコバルトの一部はフッ素と結合し、かつ前記酸化マグネシウムが有するマグネシウムの一部はフッ素と結合し、  
前記電解液は、ビニレンカーボネートを有し、  
前記正極活物質の表面は、前記電解液の分解生成物を有する、  
リチウムイオン二次電池。

【請求項 5 4】

請求項1乃至5\_3のいずれか一において、  
 前記正極活物質の表面において、フッ素は前記電解液または前記電解液の分解生成物と接する、  
 リチウムイオン二次電池。  
 【請求項 5 5】  
 請求項1乃至7、請求項2\_2乃至2\_5、請求項3\_8乃至4\_1、請求項4\_6乃至4\_9のいずれか一において、  
 前記電解液には、前記エチレンカーボネート(E C)と、前記ジエチルカーボネート(D E C)がE C : D E C = 3 : 7(体積比)、前記ビニレンカーボネートが2重量%で混合されたものを用いる、  
 リチウムイオン二次電池。

【請求項 5 6】

請求項1乃至5\_5のいずれか一において、  
 前記正極活物質の表面近傍をXPS分析したとき、フッ素の結合エネルギーのピーク位置は682eV以上685eV以下である、  
 リチウムイオン二次電池。

【請求項 5 7】

請求項1乃至5\_6のいずれか一において、  
 前記正極活物質の表面近傍をXPS分析したとき、フッ素の結合エネルギーのピーク位置は684.3eV程度である、  
 リチウムイオン二次電池。

【請求項 5 8】

請求項1乃至5\_7のいずれか一において、  
 前記第3の領域の厚さは、0.5nm以上50nm以下である、  
 リチウムイオン二次電池。

10

20

30

40

50

**【請求項 5 9】**

請求項 1 乃至 5 8 のいずれか一において、  
前記チタンの濃度のピークは、前記正極活物質の表面から中心に向かった深さ 0 . 2 n m 以上 1 0 n m 以下に存在する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 6 0】**

請求項 1 乃至 5 8 のいずれか一において、  
前記チタンの濃度のピークは、前記正極活物質の表面から中心に向かった深さ 0 . 5 n m 以上 3 n m 以下に存在する、  
リチウムイオン二次電池。

10

**【請求項 6 1】**

請求項 1 乃至 5 8 のいずれか一において、  
E D X 線状分析において、前記チタンの分布の最大値は、前記正極活物質の表面から中心に向かった深さ 0 . 2 n m 以上 1 0 n m 以下に存在する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 6 2】**

請求項 1 乃至 5 8 のいずれか一において、  
E D X 線状分析において、前記チタンの分布の最大値は、前記正極活物質の表面から中心に向かった深さ 0 . 5 n m 以上 3 n m 以下に存在する、  
リチウムイオン二次電池。

20

**【請求項 6 3】**

請求項 1 乃至 2 1 、請求項 4 6 乃至 5 3 のいずれか一において、  
前記第 3 の領域は、前記酸化コバルトと前記酸化マグネシウムの固溶体を有する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 6 4】**

請求項 1 乃至 6 3 のいずれか一において、  
前記正極活物質の表面側に前記フッ素が存在する、  
リチウムイオン二次電池。

**【請求項 6 5】**

請求項 1 乃至 6 4 のいずれか一において、  
前記正極活物質はクラック部を有し、  
前記第 3 の領域は、前記クラック部にも存在する、  
リチウムイオン二次電池。

30

40

50