

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :

3 138 971

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

23 08783

51 Int Cl⁸ : H 01 M 4/48 (2023.01), H 01 M 10/052

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.08.23.

30 Priorité : 22.08.22 CN 202211009503.6.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.02.24 Bulletin 24/08.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. Société de droit chinois —
CN et HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY
CO., LTD. Société de droit chinois — CN.

72 Inventeur(s) : CHEN Xiwen, LIU Weijian, RUAN
Dingshan, LI Changdong, CHEN Xi et XU Shuaijun.

73 Titulaire(s) : GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. Société de droit chinois,
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. Société de droit chinois.

74 Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

54 MATÉRIAU POSITIF TERNAIRE MODIFIÉ EN SURFACE, SON PROCÉDÉ DE PRÉPARATION ET SON
UTILISATION.

57 La présente demande divulgue un matériau positif ter-
naire modifié en surface, son procédé de préparation et son
utilisation, et appartient au domaine technique des batteries
au lithium-ion. Le matériau positif ternaire modifié en sur-
face comprend un matériau positif ternaire et un agent de
revêtement, la formule chimique du matériau positif ternaire
est $\text{Li}(\text{NixCoyMn}1-x-y)\text{O}_2$, où $0,6 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 0,4$; l'agent de revêtement comprenant un liquide ionique, et
un anion du liquide ionique comprend l'un parmi TFSI-, PF6-
ou BF4-; un cation du liquide ionique est l'un de l'imidazole
ou de la pyridine; et l'agent de revêtement est appliqué sur
la surface du matériau positif ternaire par pulvérisation. La
présente demande utilise un liquide ionique comme agent
de revêtement pour revêtir la surface du matériau positif ter-
naire, et la conductivité, l'hydrophobicité et la stabilité du
matériau positif ternaire peuvent être améliorées, et la sen-
sibilité du matériau positif ternaire à l'humidité peut être ré-
duite. Il résout le problème du coût trop élevé pour réguler
l'humidité de l'environnement lors du processus de fabrica-
tion de matériaux positifs ternaires à haute teneur en nickel
dans les batteries.

FR 3 138 971 - A1



Description

Titre de l'invention : MATÉRIAU POSITIF TERNAIRE MODIFIÉ EN SURFACE, SON PROCÉDÉ DE PRÉPARATION ET SON UTILISATION

Domaine technique

- [0001] La présente demande concerne un matériau positif ternaire modifié en surface, son procédé de préparation et son utilisation, et appartient au domaine technique des batteries au lithium-ion.
- [0002] ARRIÈRE-PLAN
- [0003] Les chercheurs ont exploré la limite de performance des matériaux ternaires à haute teneur en nickel. Bien que des produits matures soient actuellement sur le marché, par rapport à d'autres matériaux positifs courants, les matériaux ternaires à haute teneur en nickel présentent encore de nombreux problèmes, tels qu'une instabilité structurelle, une plus grande sensibilité à l'environnement et une plus faible sécurité. Les matériaux ternaires à haute teneur en nickel ont non seulement des exigences environnementales élevées lors de la préparation des matériaux, mais aussi des exigences très élevées en matière d'humidité de l'environnement pendant le processus de mélange de suspension positive de batterie et de traitement de pièce polaire positive. Généralement, l'humidité relative doit être inférieure ou égale à 5%, voire inférieure ou égale à 2%. Le processus de production de batterie est long et occupe une grande surface. Si une déshumidification de grand espace est réalisée, les exigences en matière d'équipements seront très élevées et la consommation d'énergie sera également très élevée, ce qui est très préjudiciable à la promotion et à l'application de matériaux ternaires à haute teneur en nickel dans les batteries. Si la sensibilité des matériaux ternaires à haute teneur en nickel à l'environnement peut être réduite, de sorte que les exigences en matière d'humidité de l'environnement ne soient pas trop élevées, le seuil et le coût de production de batteries peuvent être considérablement réduits, augmentant ainsi l'application de matériaux ternaires à haute teneur en nickel dans les batteries.
- [0004] RÉSUMÉ
- [0005] La présente demande a pour but de fournir un matériau positif ternaire modifié en surface, son procédé de préparation et son utilisation. Le matériau positif ternaire modifié en surface est peu sensible à l'environnement et présente une haute sécurité, ce qui permet de réduire davantage le coût de production du matériau positif ternaire modifié en surface.
- [0006] Dans un premier aspect, la présente demande fournit un matériau positif ternaire modifié en surface, comprenant un matériau positif ternaire et un agent de revêtement,

la formule chimique du matériau positif ternaire étant $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y})\text{O}_2$, où $0,6 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 0,4$; l'agent de revêtement comprend un liquide ionique, et un anion du liquide ionique comprend l'un parmi TFSI^- , PF_6^- ou BF_4^- ; un cation du liquide ionique est l'un de l'imidazole ou de la pyridine ; et l'agent de revêtement étant appliqué sur la surface du matériau positif ternaire par pulvérisation.

- [0007] La présente demande utilise un liquide ionique comme agent de revêtement. En pulvérisant sur la surface du matériau positif ternaire, la conductivité, l'hydrophobicité et la stabilité du matériau positif ternaire peuvent être améliorées, et la sensibilité du matériau positif ternaire à l'humidité peut être réduite, ce qui permet de résoudre la sensibilité du matériau positif ternaire à haute teneur en nickel à l'humidité de l'environnement lors de la production de la batterie, de sorte que le matériau positif ternaire à haute teneur en nickel puisse également présenter des performances normales à une humidité plus élevée. Il résout le problème du coût trop élevé pour réguler l'humidité de l'environnement lors du processus de fabrication de matériaux positifs ternaires à haute teneur en nickel dans les batteries. Le liquide ionique peut absorber le lithium résiduel sur la surface du matériau positif ternaire modifié en surface, réduisant ainsi les réactions secondaires et améliorant les performances de cycle du matériau positif ternaire modifié en surface.
- [0008] De préférence, le volume du liquide ionique est compris entre 0,1% et 5,0% de la masse du matériau positif ternaire ; de préférence, le volume du liquide ionique est compris entre 0,1% et 2,5% de la masse du matériau positif ternaire.
- [0009] La teneur en liquide ionique a une influence importante sur le produit. Si la teneur en liquide ionique est trop élevée, la capacité de décharge du produit est faible et si la teneur en liquide ionique est trop faible, les performances de cycle du produit chutent. Par conséquent, l'inventeur préfère qu'un volume du liquide ionique soit compris entre 0,1% et 5,0% de la masse du matériau positif ternaire. Plus préférablement, le volume du liquide ionique est compris entre 0,1% et 2,5% de la masse du matériau positif ternaire. L'inventeur a constaté que la capacité de décharge et les performances de cycle du produit sont meilleures lorsque le volume du liquide ionique se trouve dans la plage ci-dessus.
- [0010] De préférence, l'agent de revêtement comprend en outre un sel de lithium, le sel de lithium comprend au moins l'un parmi l'hexafluorophosphate de lithium, le tétrafluoroborate de lithium, le sel de difluorosulfonimide de lithium, et le bis(trifluorométhane)sulfonimide de lithium.
- [0011] LiFSI est l'abréviation du sel de difluorosulfonimide de lithium, et LiTFSI est l'abréviation du bis(trifluorométhane)sulfonylimide de lithium. L'inventeur a constaté à travers des recherches que l'incorporation du sel de lithium au liquide ionique peut améliorer davantage la capacité de décharge et les performances de cycle du produit.

Le sel de lithium non seulement améliore la conductivité électrique du produit, mais aussi forme une couche de film CEI (le film CEI est un film d'interface d'électrolyte solide) sur la surface du produit. Le film CEI peut empêcher les ions cobalt dans la structure cristalline de la surface de produit d'entrer en contact avec l'électrolyte, ce qui empêche les ions cobalt de se dissoudre dans l'électrolyte, réduisant ainsi l'occurrence d'un changement de phase irréversible et améliorant davantage les performances électriques du produit.

- [0012] De préférence, une masse du sel de lithium est comprise entre 0,1% et 1,6% de la masse du matériau positif ternaire. Un volume du liquide ionique est compris entre 0,1% et 5,0% de la masse du matériau positif ternaire ; de préférence, le volume du liquide ionique est compris entre 0,1% et 2,5% de la masse du matériau positif ternaire.
- [0013] La teneur en sel de lithium a une grande influence sur les performances du produit. La teneur en sel de lithium est trop élevée, ce qui conduit souvent à une proportion assez faible de substances actives, réduit la capacité et augmente les réactions secondaires, entraînant ainsi une diminution de la stabilité. Si la teneur en sel de lithium est trop faible, elle peut causer une diminution de la conductivité des ions lithium sur la surface du matériau. Plus préférablement, la masse du sel de lithium est comprise entre 0,1% et 0,6% de la masse du matériau positif ternaire. L'inventeur a constaté que la teneur du sel de lithium dans la plage ci-dessus peut améliorer davantage les performances électriques du produit.
- [0014] Dans un second aspect, la présente demande fournit également un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface, comprenant les étapes suivantes :
- [0015] S1, la pulvérisation d'un agent de revêtement sur la surface du matériau positif ternaire sous agitation ; et
- [0016] S2, la trempe du matériau obtenu à l'étape S1 à 150 à 350°C pendant 3 à 10 h pour obtenir un matériau positif ternaire modifié en surface.
- [0017] Dans la présente demande, l'agent de revêtement est appliqué sur la surface du matériau positif ternaire par pulvérisation, ce qui permet non seulement d'améliorer l'uniformité de revêtement de l'agent de revêtement et d'améliorer les performances électriques du produit, mais aussi de réduire la perte de l'agent de revêtement et de réduire le coût de production du produit. Au même temps, en régulant la température et le temps de trempe, la surface du produit contient l'élément F, ce qui réduit davantage la sensibilité du produit à l'humidité de l'environnement. De plus, le matériau positif ternaire pulvérisé peut être directement trempé sans autre séparation, ce qui simplifie les étapes et facilite le raccourcissement du cycle de production.
- [0018] De préférence, un débit de l'agent de revêtement est de 0,2 à 50 mL/s ; de préférence, le débit de l'agent de revêtement est de 0,2 à 5 mL/s.

- [0019] Le débit de l'agent de revêtement affectera le revêtement de la couche de revêtement et l'uniformité de revêtement de l'agent de revêtement peut être améliorée en régulant le débit de l'agent de revêtement. Plus préférablement, le débit de l'agent de revêtement est de 0,20 à 5 mL/s.
- [0020] De préférence, une vitesse linéaire de l'agitation est de 1 à 20 m/s ; de préférence, la vitesse linéaire de l'agitation est de 3 à 10 m/s.
- [0021] La vitesse linéaire de l'agitation peut affecter la dispersion du matériau positif ternaire. Si la vitesse linéaire de l'agitation est trop faible, la dispersion du matériau positif ternaire est irrégulière, ce qui conduit à l'uniformité de revêtement de l'agent de revêtement ; si la vitesse linéaire de l'agitation est trop élevée, le matériau positif ternaire est dispersé trop librement, ce qui fait que l'agent de revêtement ne peut pas revêtir le matériau positif ternaire. Lorsque la vitesse linéaire de l'agitation est de 1 à 20 m/s, l'agent de revêtement peut être efficacement appliqué autour de la surface du matériau positif ternaire ; plus préférablement, lorsque la vitesse linéaire de l'agitation est de 3 à 10 m/s, l'agent de revêtement est appliqué de manière plus uniforme.
- [0022] De préférence, une taille de particule de gouttelette de la pulvérisation est inférieure ou égale à 100 μm ; de préférence, la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation est de 30 à 80 μm .
- [0023] La taille de particule de gouttelette de la pulvérisation peut affecter le revêtement de l'agent de revêtement. Les gouttelettes dont la taille de particule est supérieure à 100 μm ont une vitesse de décantation élevée et une grande énergie cinétique, présentent un faible risque de dérivation et présentent une faible adhérence du matériau positif ternaire, ce qui non seulement perd une grande quantité d'agent de revêtement, mais aussi réduit les performances du produit ; les gouttelettes dont la taille de particule est inférieure à 30 μm présentent un poids léger et présentent un haut risque de dérivation, qui s'agglomèrent souvent, provoquant un revêtement irrégulier en même temps, réduisant ainsi les performances du produit. Lorsque la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation est de 30 à 80 μm , l'agent de revêtement peut être appliqué de manière uniforme sur la surface du matériau positif ternaire, et l'adhérence est forte, ce qui permet d'améliorer les performances du produit dans un environnement très humide.
- [0024] En coordonnant la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation, le débit de l'agent de revêtement et la vitesse linéaire de l'agitation, l'agent de revêtement peut être appliqué efficacement et uniformément autour de la surface du matériau positif ternaire pour améliorer les performances du produit.
- [0025] Dans un troisième aspect, la présente demande fournit une feuille d'électrode positive comprenant le matériau positif ternaire modifié en surface.
- [0026] Dans un quatrième aspect, la présente demande fournit une batterie au lithium-ion

comprenant la feuille d'électrode positive.

- [0027] En comparant avec l'état de la technique, la présente demande présente les effets bénéfiques suivants.
- [0028] 1. La présente demande utilise un liquide ionique comme agent de revêtement pour revêtir la surface du matériau positif ternaire, ce qui peut améliorer la conductivité, l'hydrophobicité et la stabilité du matériau positif ternaire et réduire la sensibilité du matériau positif ternaire à l'humidité.
- [0029] 2. Dans la présente demande, un sel de lithium est ajouté à l'agent de revêtement, ce qui peut non seulement améliorer la conductivité du produit, mais aussi former une couche de film CEI sur la surface du produit, améliorant ainsi la capacité de décharge, les performances de cycle et la sécurité du produit.
- [0030] 3. Dans la présente demande, l'agent de revêtement est appliqué sur la surface du matériau positif ternaire par pulvérisation. En régulant la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation, le débit de l'agent de revêtement et la vitesse linéaire de l'agitation, ils fonctionnent ensemble, ce qui peut non seulement améliorer l'uniformité de revêtement de l'agent de revêtement et les propriétés électriques du produit, mais aussi réduire la perte de l'agent de revêtement et réduire le coût de production du produit ; simplifier les étapes et raccourcir les cycles de production.

Brève description des dessins

- [0031] [Fig.1] est un diagramme de cycle de vie du matériau positif ternaire modifié en surface obtenu dans les Exemples 1 à 6 et les Exemples Comparatifs 1 à 2 ;
- [0032] [Fig.2] est un diagramme de cycle de vie du matériau positif ternaire modifié en surface obtenu dans l'Exemple 1, les Exemples 7 à 10 et les Exemples Comparatifs 1 à 2.
- [0033] [Fig.3] est un spectre d'énergie XPS d'un matériau positif ternaire modifié en surface et d'un matériau positif ternaire obtenu dans l'Exemple 1, et les Exemples 3 à 6.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

- [0034] Afin de mieux illustrer le but, les solutions techniques et les avantages de la présente demande, la présente demande sera décrite davantage ci-après conjointement avec les modes de réalisation et les dessins.
- [0035] Le matériau positif ternaire dans les modes de réalisation et exemples d'effets suivants de la présente demande est $\text{LiNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2$.
- [0036] Exemple 1
- [0037] Un matériau positif ternaire modifié en surface dont les matières premières comprennent 5 kg du matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 26 g de LiTFSI.
- [0038] Un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface

comprenant les étapes suivantes :

- [0039] S1, LiTFSI a été dissous dans le sel de 1-éthyl-3-méthylimidazolium bis(trifluorométhanesulfonylimide), l'agent de revêtement obtenu a été versé dans une cuve de liquide de pulvérisation et le système de pulvérisation a été préparé ;
- [0040] S2, le matériau positif ternaire a été mis dans l'équipement de mélange et a été mis sous agitation à une vitesse linéaire de la palette de mélange de 3 m/s pendant 1 min pour s'assurer que le matériau positif ternaire était complètement dispersé dans la cavité ; puis le système de pulvérisation a été activé, l'agent de revêtement a été pulvérisé dans la surface du matériau positif ternaire à 0,5 mL/s, et la taille de particule de la gouttelette pulvérisée était inférieure ou égale à 100 μm , et le matériau a continué d'être agité pendant 3 min pour assurer davantage l'uniformité du matériau après la pulvérisation ; et
- [0041] S3, le matériau obtenu à l'étape S2 a été trempé à une température de 150°C pendant 3 h, et ainsi le matériau positif ternaire modifié en surface a été obtenu.
- [0042] Exemple 2
- [0043] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait que les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 17 g de LiFSI.
- [0044] Exemple 3
- [0045] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait que les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de tétrafluoroborate de 1-butyl-3-diméthylimidazolium et 8,6 g de LiBF_4 .
- [0046] Exemple 4
- [0047] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait que les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de tétrafluoroborate de *N*-butyl pyridine 1 et 8,6 g de LiBF_4 .
- [0048] Exemple 5
- [0049] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait que les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L d'hexafluorophosphate de 1-butyl-3-méthylimidazolium et 8,6 g de LiPF_6 .
- [0050] Exemple 6
- [0051] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait que les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole

bis(trifluorométhanesulfonylimide).

[0052] Exemple 7

[0053] Un matériau positif ternaire modifié en surface dont les matières premières comprennent 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 70 g de LiTFSI.

[0054] Un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface comprenant les étapes suivantes :

[0055] S1, LiTFSI a été dissous dans le sel de 1-éthyl-3-méthylimidazolium bis(trifluorométhanesulfonylimide), l'agent de revêtement obtenu a été versé dans une cuve de liquide de pulvérisation et le système de pulvérisation a été préparé ;

[0056] S2, le matériau positif ternaire a été mis dans l'équipement de mélange et a été mis sous agitation à une vitesse linéaire de la palette de mélange de 3 m/s pendant 1 min pour s'assurer que le matériau positif ternaire était complètement dispersé dans la cavité ; puis le système de pulvérisation a été activé, l'agent de revêtement a été pulvérisé dans la surface du matériau positif ternaire à 0,5 mL/s, la taille de particule de la gouttelette pulvérisée était inférieure ou égale à 100 μm , et le matériau a continué d'être agité pendant 3 min pour assurer davantage l'uniformité du matériau après la pulvérisation ; et

[0057] S3, le matériau obtenu à l'étape S2 a été trempé à une température de 200°C pendant 6 h, et ainsi, le matériau positif ternaire modifié en surface a été obtenu.

[0058] Exemple 8

[0059] Un matériau positif ternaire modifié en surface dont les matières premières comprennent 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 26 g de LiTFSI.

[0060] Un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface comprenant les étapes suivantes :

[0061] S1, LiTFSI a été dissous dans le sel de 1-éthyl-3-méthylimidazolium bis(trifluorométhanesulfonylimide), l'agent de revêtement obtenu a été versé dans une cuve de liquide de pulvérisation et le système de pulvérisation a été préparé ;

[0062] S2, le matériau positif ternaire a été mis dans un équipement de mélange et a été mis sous agitation à une vitesse linéaire de la palette de mélange de 3 m/s pendant 1 min pour s'assurer que le matériau positif ternaire était complètement dispersé dans la cavité ; puis le système de pulvérisation a été activé, l'agent de revêtement a été pulvérisé dans la surface du matériau positif ternaire à 0,5 mL/s, la taille de particule de la gouttelette pulvérisée était inférieure ou égale à 100 μm , et le matériau a continué d'être agité pendant 3 min pour assurer davantage l'uniformité du matériau après la pulvérisation ; et

[0063] S3, le matériau obtenu à l'étape S2 a été trempé à une température de 350°C pendant

3 h, et ainsi le matériau positif ternaire modifié en surface a été obtenu.

[0064] Exemple 9

[0065] Un matériau positif ternaire modifié en surface dont les matières premières comprennent 5 kg du matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 26 g de LiTFSI.

[0066] Un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface comprenant les étapes suivantes :

[0067] S1, LiTFSI a été dissous dans le sel de 1-éthyl-3-méthylimidazolium bis(trifluorométhanesulfonylimide), l'agent de revêtement obtenu a été versé dans une cuve de liquide de pulvérisation et le système de pulvérisation a été préparé ;

[0068] S2, le matériau positif ternaire a été mis dans un équipement de mélange et a été mis sous agitation à une vitesse linéaire de la palette de mélange de 3 m/s pendant 1 min pour s'assurer que le matériau positif ternaire était complètement dispersé dans la cavité ; puis le système de pulvérisation a été activé, l'agent de revêtement a été pulvérisé dans la surface du matériau positif ternaire à 0,2 mL/s, et la taille de particule de la gouttelette pulvérisée était inférieure ou égale à 100 μm , et le matériau a continué d'être agité pendant 3 min pour assurer davantage l'uniformité du matériau après la pulvérisation ; et

[0069] S3, le matériau obtenu à l'étape S2 a été trempé à une température de 150°C pendant 3 h, et ainsi le matériau positif ternaire modifié en surface a été obtenu.

[0070] Exemple 10

[0071] Un matériau positif ternaire modifié en surface dont les matières premières comprennent 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 26 g de LiTFSI.

[0072] Un procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface comprenant les étapes suivantes :

[0073] S1, LiTFSI a été dissous dans le sel de 1-éthyl-3-méthylimidazolium bis(trifluorométhanesulfonylimide), l'agent de revêtement obtenu a été versé dans une cuve de liquide de pulvérisation, et le système de pulvérisation a été préparé ;

[0074] S2, le matériau positif ternaire a été mis dans un équipement de mélange et a été mis sous agitation à une vitesse linéaire de la palette de mélange de 3 m/s pendant 1 min pour s'assurer que le matériau positif ternaire était complètement dispersé dans la cavité ; puis le système de pulvérisation a été activé, l'agent de revêtement a été pulvérisé dans la surface du matériau positif ternaire à 3 mL/s, la taille de particule de la gouttelette pulvérisée était inférieure ou égale à 100 μm , et le matériau a continué d'être agité pendant 3 min pour assurer davantage l'uniformité du matériau après la pulvérisation ; et

[0075] S3, le matériau obtenu à l'étape S2 a été trempé à une température de 150°C pendant

3 h, et ainsi le matériau positif ternaire modifié en surface a été obtenu.

[0076] Exemple 11

[0077] La différence entre cet exemple et l'Exemple 1 réside dans le fait les matières premières étaient différentes. Les matières premières dans cet exemple comprenaient 5 kg de matériau positif ternaire, 0,1 L de sel de 1-éthyl-3-méthylimidazole bis(trifluorométhanesulfonylimide) et 8,6 g de LiTFSI.

[0078] Exemple de l'Effet 1

[0079] Cet exemple d'effet a permis de tester les propriétés des matériaux positifs ternaires.

[0080] Méthode d'Essai : Le matériau positif ternaire a été assemblé dans une batterie dans un environnement dont l'humidité est de 10% comme Exemple Comparatif 1 ; le matériau positif ternaire a été assemblé dans une batterie dans un environnement dont l'humidité est de 30% comme Exemple Comparatif 2 ; les matériaux positifs ternaires modifiés en surface obtenus dans les Exemples 1 à 11 ont été assemblés dans des batteries dans un environnement dont l'humidité est de 30% ; la capacité spécifique de décharge du premier cycle de la batterie obtenue a été testée à 45°C, 2,8 à 4,25 V et un taux de charge de 0,33 ; les performances de cycle de la batterie obtenue ont été testées à 45 °C, 2,8 à 4,25 V et un taux de charge de 1. Les résultats d'essai sont présentés dans [Tableau 1], [Fig.1] et [Fig.2].

[0081] [Tableaux1]

Échantillon	Capacité Spécifique de Décharge de Batterie du Premier Cycle (mAh/g)	Taux de Rétention de Capacité après 100 Cycles à 45°C (%)
Exemple Comparatif 1	200,38	95,11
Exemple Comparatif 2	197,64	96,46
Exemple 1	200,80	98,16
Exemple 2	200,48	96,83
Exemple 3	199,58	97,2
Exemple 4	200,05	97,69
Exemple 5	200,79	97,73
Exemple 6	198,52	97,56
Exemple 7	200,58	96,74
Exemple 8	198,60	98,08
Exemple 9	199,76	97,58
Exemple 10	200,45	97,42
Exemple 11	200,23	97,10

[0082] On peut voir dans le [Tableau 1] que la capacité spécifique de décharge de l'Exemple Comparatif 1 est de 200,38 mAh/g et que la capacité spécifique de décharge de l'Exemple Comparatif 2 est de 194,67 mAh/g, ce qui indique que l'humidité ambiante a une plus grande influence sur la capacité spécifique de décharge de la batterie, et lorsque l'humidité ambiante est de 30 %, la capacité spécifique de décharge de la batterie préparée dans les Exemples 1 à 10 est supérieure à 198 mAh/g, ce qui indique que le matériau positif ternaire modifié en surface de la présente demande présente une faible sensibilité à l'humidité ambiante.

[0083] On peut voir dans [Fig.1] et [Fig.2] que la stabilité de cycle de la batterie dans l'Exemple Comparatif 1 est acceptable après 100 cycles ; la stabilité de cycle de la batterie dans l'Exemple Comparatif 2 diminue considérablement après 100 cycles. La batterie dans les Exemples 1 à 10 de la présente demande présente un taux de rétention de cycle élevé après 100 cycles, ce qui indique que l'agent de revêtement de la présente demande peut réduire l'influence de l'humidité ambiante sur la batterie.

[0084] Exemple de l'Effet 2

[0085] Cet exemple d'effet a permis de tester les éléments du matériau positif ternaire modifié en surface.

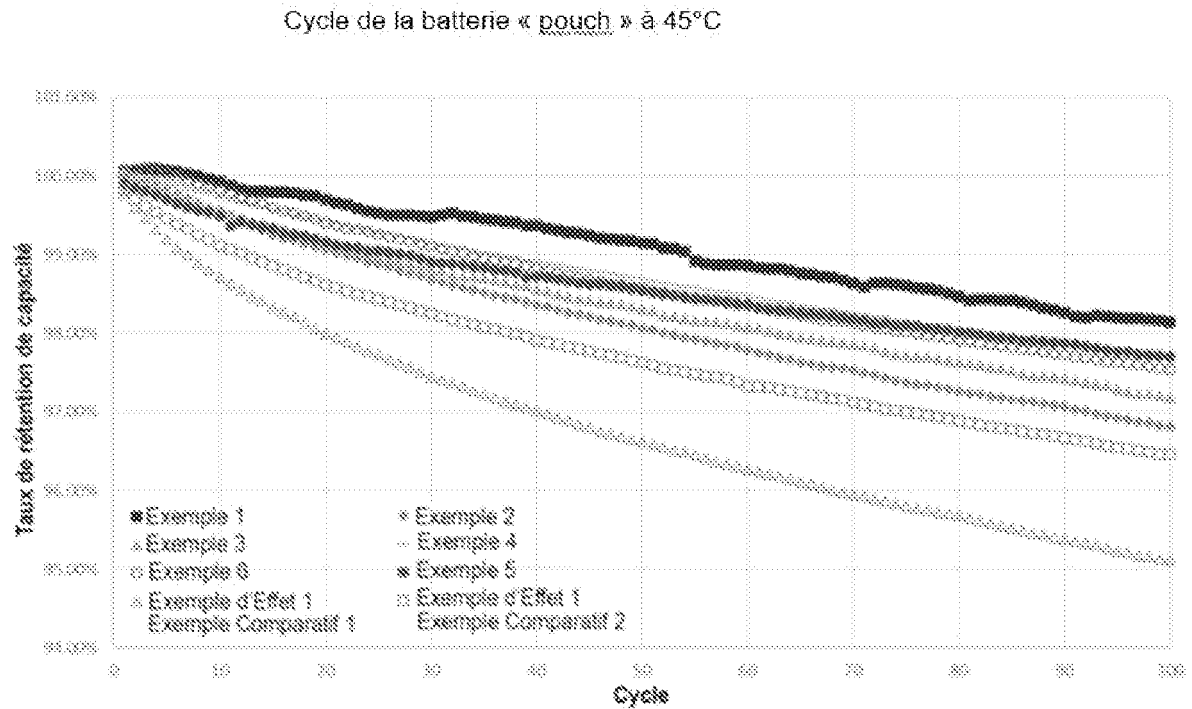
- [0086] Méthode d'Essai : Le matériau positif ternaire non modifié a été utilisé comme l'Exemple Comparatif 1, et l'Exemple 1, les Exemples 3 à 6 et l'Exemple Comparatif 1 ont été effectués pour le test XPS. Les résultats sont présentés dans [Fig.3], et [Fig.3] est un spectre d'énergie XPS d'un matériau positif ternaire modifié en surface obtenu dans l'Exemple 1, les Exemples 3 à 6 et l'Exemple Comparatif 1 ; On peut voir dans la [Fig.3] que la surface du matériau positif ternaire non modifié ne contient pas d'élément F, et que le matériau positif ternaire modifié en surface de la présente demande contient un élément F, ce qui indique que l'agent de revêtement existe sur la surface du matériau positif ternaire et ne se volatilise pas par la trempe.
- [0087] En résumé, on peut voir que, selon les résultats des performances de cycle et de la capacité spécifique de décharge, le matériau positif ternaire modifié en surface revêtu du liquide ionique peut améliorer évidemment les performances globales de la batterie, en particulier les performances lorsque la batterie est fabriquée dans un environnement très humide.
- [0088] Enfin, il convient de préciser que les modes de réalisation ci-dessus sont utilisés pour illustrer la solution technique de la présente demande et non pour limiter la portée de la présente invention, bien que la présente invention soit décrite en détail en référence au meilleur mode de réalisation, l'homme du métier doit comprendre que la solution technique de la présente invention peut être modifiée ou remplacée de manière équivalente, sans s'écarter de l'esprit et de la portée de la solution technique de la présente invention.

Revendications

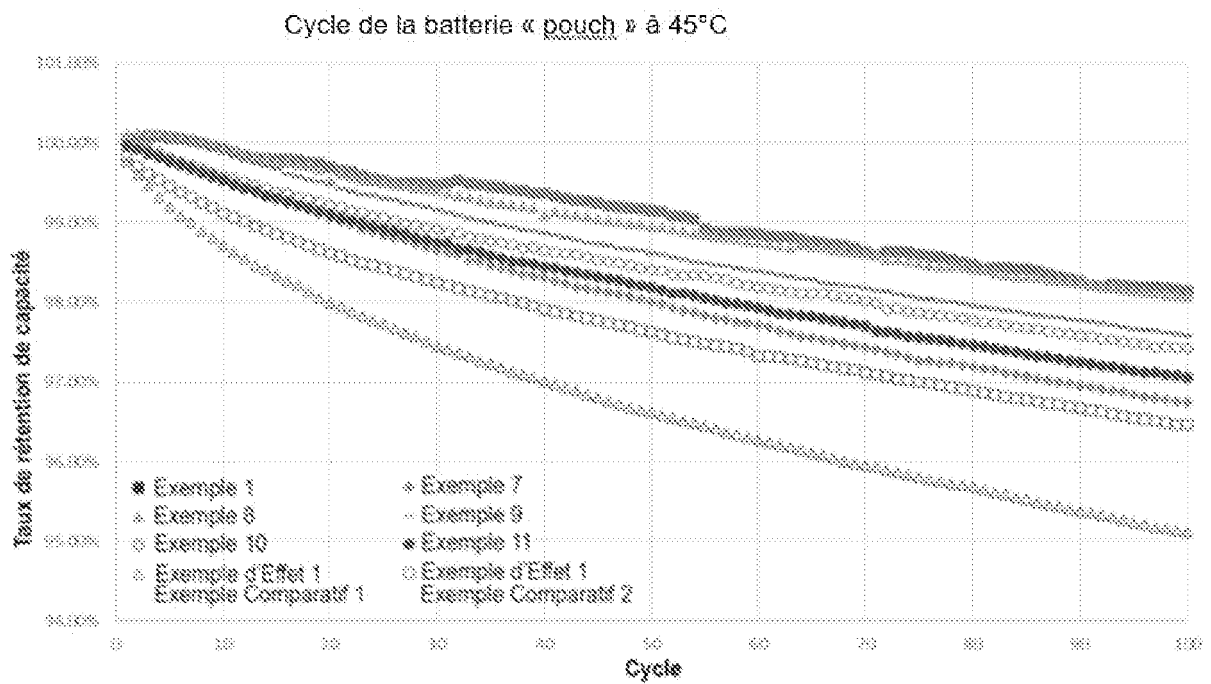
- [Revendication 1] Matériau positif ternaire modifié en surface, comprenant un matériau positif ternaire et un agent de revêtement, la formule chimique du matériau positif ternaire est $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y})\text{O}_2$, où $0,6 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 0,4$; l'agent de revêtement comprend un liquide ionique, et un anion du liquide ionique comprend l'un parmi TFSI^- , PF_6^- ou BF_4^- ; un cation du liquide ionique est l'un de l'imidazole ou de la pyridine ; et l'agent de revêtement est appliqué sur la surface du matériau positif ternaire par pulvérisation.
- [Revendication 2] Matériau positif ternaire modifié en surface selon la revendication 1, dans lequel un volume du liquide ionique est compris entre 0,1 et 5,0% de la masse du matériau positif ternaire ; de préférence, le volume du liquide ionique est compris entre 0,1 et 2,5% de la masse du matériau positif ternaire.
- [Revendication 3] Matériau positif ternaire modifié en surface selon la revendication 1, dans lequel l'agent de revêtement comprend en outre un sel de lithium, le sel de lithium comprend au moins l'un de l'hexafluorophosphate de lithium, le tétrafluoroborate de lithium, le sel de difluorosulfonimide de lithium, et le bis(trifluorométhane)sulfonimide de lithium.
- [Revendication 4] Matériau positif ternaire modifié en surface selon la revendication 3, dans lequel une masse du sel de lithium est comprise entre 0,1% et 1,6% de la masse du matériau positif ternaire ; de préférence, la masse du sel de lithium est comprise entre 0,1% et 0,6% de la masse du matériau positif ternaire.
- [Revendication 5] Procédé de préparation du matériau positif ternaire modifié en surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant les étapes suivantes :
 S1, la pulvérisation d'un agent de revêtement sur la surface du matériau positif ternaire sous agitation ; et
 S2, la trempe du matériau obtenu à l'étape S1 à 150 à 350°C pendant 3 à 10 h pour obtenir le matériau positif ternaire modifié en surface.
- [Revendication 6] Procédé de préparation selon la revendication 5, dans lequel un débit de l'agent de revêtement est de 0,2 à 50 mL/s ; de préférence, le débit de l'agent de revêtement est de 0,2 à 5 mL/s.
- [Revendication 7] Procédé de préparation selon la revendication 5, dans lequel une vitesse linéaire de l'agitation est de 1 à 20 m/s ; de préférence, la vitesse linéaire de l'agitation est de 3 à 10 m/s.

- [Revendication 8] Procédé de préparation selon la revendication 5, dans lequel la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation est inférieure ou égale à 100 μm ; de préférence, la taille de particule de gouttelette de la pulvérisation est de 30 à 80 μm .
- [Revendication 9] Feuille d'électrode positive, comprenant le matériau positif ternaire modifié en surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.
- [Revendication 10] Batterie au lithium-ion, comprenant la feuille d'électrode positive selon la revendication 9.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

