

(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10)

EP/EP2764565 T3

(12)

**EUROOPPAPATENTIN KÄÄNNÖS
ÖVERSÄTTNING AV EUROPEISKT PATENT
TRANSLATION OF EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45)

Käännöksen kuulutuspäivä - Kungörelsedag av översättning -
Translation available to the public

24.04.2023

(97)

Eurooppapatentin myöntämispäivä - Meddelandedatum för
det europeiska patentet - Date of grant of European patent

22.02.2023

(51)

Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassificering -
International patent classification

H01M 4/04 (2006 . 01)

H01M 4/134 (2010 . 01)

H01M 4/139 (2010 . 01)

H01M 4/38 (2006 . 01)

H01M 4/1395 (2010 . 01)

H01M 4/62 (2006 . 01)

H01M 4/74 (2006 . 01)

H01M 10/052 (2010 . 01)

H01M 4/66 (2006 . 01)

H01M 4/02 (2006 . 01)

(96)

Eurooppapatenttihakemus - Europeisk patentansökan -
European patent application

EP12837889.0

Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date

(97)

Patenttihakemuksen julkiseksitulosopäivä - Patentansökans
publiceringsdag - Patent application available to the public

13.08.2014

(86)

Kansainvälinen hakemus - Internationell
ansökan - International application

02.10.2012 PCT/US2012058418

(30)

Etuoikeus - Prioritet - Priority

05.10.2011 US US201161543791 P

(73)

Haltija - Innehavare - Holder

1• OneD Material, Inc., 2625 Hanover Street , Palo Alto, CA 94304 , (US)

(72)

Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1• ZHU, Yimin, 43064 Grimmer Terrace , Fremont, California 94538 , (US)

2• DU, Chunsheng, 511 Palo Verde Commons , Fremont, California 94539 , (US)

3• SHIN, Joon, 1044 Forest Knoll Drive , San Jose, California 95129 , (US)

(74)

Asiamies - Ombud - Agent

Patentia Oy, Vakkatie 26c , 00430 Helsinki , (FI)

(54)

Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

**PIIN NANORAKENTEEEN AKTIIVIMATERIAALEJA LITIMUMIONIAKKUIHIN JA NIIHIN LIITTYVIÄ PROSESSEJA, KOOSTUMUKSIA,
KOMPONENTTEJA JA LAITTEITA**

**SILICON NANOSTRUCTURE ACTIVE MATERIALS FOR LITHIUM ION BATTERIES AND PROCESSES, COMPOSITIONS, COMPONENTS, AND
DEVICES RELATED THERETO**

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä aktiivisen komposiittimateriaalirakenteen muodostamiseksi litiumioniakun (LIB) anodikomponentille, menetelmän käsittäessä:

5 sijoitetaan grafiittijauhetta sisältävä huokoinen substraattirakenne kupari (Cu) tai nikkeli (Ni) -kalvolle, jolloin grafiittijauhe on useiden grafiittihiukkasten, joiden keski-

koko on 1 mikronia - 50 mikronia, muodossa;

kerrostetaan useita erillisiä pii-sisältöisiä nanolankoja suoraan grafiittihiukkasten yhdelle tai useammalle pinnalle elektrolyysikennossa sähkökemiallisen

10 pinnoitusprosessin avulla, jolloin mainittu kerrostus suoritetaan ilman kasvumallin käyttöä pii-sisältöisten nanolankojen epitaksiaalisen muodostumisen mahdollistamiseksi luonnollisen kiderakenteen mukaan,

missä elektrolyyttikenno käsittää sähkökemiallisesti stabiilin virtaelektrodin EC-anodina, huokoisen substraattirakenteen EC-katodina ja vertailuelektrodin;

15 missä nanolangat muodostetaan suoraan grafiittihiukkasten yhdelle tai useammalle pinnalle pelkistämällä yhtä tai useampaa pii(Si)-sisältöistä prekursorimateriaalia, joka on liuotettu elektrolyyttikennon sisältämään elektrolyyttiliuokseen käyttölämpötilassa, joka on yhtä suuri tai pienempi kuin 80 °C; ja

missä useiden erillisten pii-sisältöisten nanolankojen kiteisyys on muodostuessaan vähintään 95 % ja ne ovat suorassa fyysisessä kosketuksessa grafiittihiukkasten yhden tai useamman pinnan kanssa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä hävittämiseen sisältyy lisäksi grafiittijauheen pinnoittaminen kupari (Cu) tai nikkeli (Ni) -kalvolle käyttämällä
25 yhtä tai useampaa liima-sideainetta.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, missä yksi tai useampi liima-sideaine sisältää yhtä tai useampaa seuraavista karboksimeetyyliselluloosa (CMC), polyvinylideenifluoridi (PVDF), styreenibutadieenikumi (SBR) ja polyakryylihappo (PAA).

30

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä yksi tai useampi Si-sisältöinen prekursori käsittää trikloorisilaania (SiHCl_3) ja/tai piitettrakloridia (SiCl_4).

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä elektrolyyttiliuokseen sisältyy $P_{1,4}$ TFSI tai DI H_2O .

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä kerrostaminen käsittää
5 lisäksi yhden tai useamman seuraavista ohjaamisen
(a) EC-anodin ja EC-katodin välinen potentiaali-jännite,
(b) EC-anodin ja EC-katodin välinen virta,
(c) Si-sisältöinen prekursoripitoisuus,
(d) elektrolyyttipitoisuus ja
10 (e) käyttölämpötila
sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana pii-sisältöisten nanolankojen koon ja rakenteen säätämiseksi.

7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, missä trikloorisilaanin ($SiHCl_3$)
15 pitoisuus elektrolyyttiliuoksessa on välillä 0,1 M - 1 M.

8. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, missä piitetrakloridin ($SiCl_4$)
pitoisuus elektrolyyttiliuoksessa on välillä 0,05 M - 0,5 M.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä kerrostaminen käsittää
20 lisäksi, että elektrolyysikennoon kohdistetaan vakio potentiaali-jännite välillä -2 V ja -3 V
suhteessa vertailuelektrodiin sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä kerrostaminen käsittää
25 lisäksi, että elektrolyysikennoon kohdistetaan vakio potentiaali-jännite välillä -2,4 V ja -
2,8 V suhteessa vertailuelektrodiin sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana.

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä kerrostaminen käsittää
lisäksi, että elektrolyyttikennoon kohdistetaan jatkuva tasavirta asetettuna arvoon 1
30 mA/cm^2 - $8 mA/cm^2$ sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä kerrostaminen käsittää
lisäksi, että elektrolyyttikennoon kohdistetaan jatkuva tasavirta asetettuna arvoon 0,5

mA/cm^2 - $1,5 \text{ mA/cm}^2$ sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä useissa erillisissä pii-sisältöisissä nanolangoissa on muodostuessaan alle 5 % epäpuhtauksia.

5

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä grafiittijauhe käsittää ainakin yhtä seuraavista luonnongrafiittihiukkasia, synteettisiä grafiittihiukkasia tai näiden yhdistelmää.

10

15. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, missä käyttölämpötila on sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana yhtä suuri tai pienempi kuin 50°C .

16. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käyttölämpötila on sähkökemiallisen pinnoitusprosessin aikana yhtä suuri kuin huoneen lämpötila.

15

17. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, käsittäen lisäksi, että muodostetaan LIB-anodikomponentti, joka käsittää huokoisen substraattirakenteen ja useita erillisiä pii-sisältöisiä nanolankoja muodostettuina ja kerrostettuina sille.

20

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä käsittäen lisäksi useiden erillisten pii-sisältöisten nanolankojen litioinnin ennen LIB-anodikomponentin muodostamista.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, missä litiointi suoritetaan pelkistämällä litiumprekursori, joka on liuotettu vähintään yhteen liuottimeen elektrolyyttikennossa.

25

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, missä litiumprekursori käsittää litiumheksafluorifosfaattia (LiPF_6) ja/tai litiumbis(oksalaatti)boraattia (LiBOB).