

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU600656

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU600656

51

Int. Cl.:

H01M 4/36, C01B 32/324

22

Date de dépôt: 13/06/2024

30

Priorité:

11/06/2024 CN 202410744962.1

43

Date de mise à disposition du public: 19/05/2025

47

Date de délivrance: 19/05/2025

73

Titulaire(s):

JIANGXI AWESOMEN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO.,
LTD – 332000 Jiujiang City (China)

72

Inventeur(s):

YUAN Chengang – China, CHEN Chaolan – China, MA
Shenghua – China, XIANG Jifu – China, ZHANG Hong –
China, LI Xingwang – China, HAO Chang – China,
XIANG Jiquan – China

74

Mandataire(s):

IP SHIELD – 1616 Luxembourg (Luxemburg)

54

Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse.

57

Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff- Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse, das zum technischen Gebiet der Elektrodenmaterialien für Ionenbatterien gehört und auf die Probleme poröser Kohlenstoff- Elektrodenmaterialien mit einer geringen Anzahl von Mikroporen, einer kleinen spezifischen Oberfläche, einem hohen Aschegehalt, hohen Verunreinigungen und einer geringen spezifischen Kapazität der Lithiumspeicherung abzielt, wobei die vorliegende Erfindung zur Herstellung hochwertiger poröser Kohlenstoffmaterialien mit hoher Wertschöpfung beiträgt; Im Hinblick auf die Innovation des Karbonisierungsprozesses ist die Verwendung einer zweistufigen temperaturgesteuerten Hochtemperaturkarbonisierung und die Kombination einer Vielzahl von porenbildenden Mitteln in Verbindung mit der Strategie förderlich, um poröse Kohlenstoffmaterialien mit reicheren Mikro- und Nano-Mehrstufigenporenstrukturen zu erhalten. Darüber hinaus ist die durch die vorliegende Erfindung bereitgestellte Herstellungsmethode einfach, kostengünstig und für die industrielle Massenproduktion geeignet, und das durch diese Methode hergestellte poröse Kohlenstoffmaterial hat eine ultrahohe spezifische Oberfläche, reichlich Mikroporen und wenig Asche, geringe Verunreinigungen, eine hohe Reinheit und eine extrem hohe spezifische Lithium-Speicherkapazität, die von großer Bedeutung und Wert für die Entwicklung von Kohlenstoffanodenmaterialien für neue Lithium-Ionen-Batterien ist..

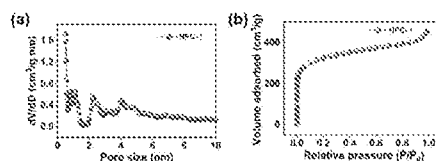


Bild 1

Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse

Technischer Bereich

Die vorliegende Erfindung gehört zum technischen Gebiet der Elektrodenmaterialien für Ionenbatterien und bezieht sich insbesondere auf ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse.

Technologie im Hintergrund

Bestehende poröse Kohlenstoffmaterialien haben die Vorteile einer großen spezifischen Oberfläche, einer gut entwickelten mikro- und mesoporösen Porenstruktur, stabiler physikalisch-chemischer Eigenschaften, sind säure- und alkalibeständig, hochtemperaturbeständig, billig und leicht zu erhalten und regenerierbar usw. und werden häufig in den Bereichen Adsorption, katalytische Reaktion und Elektrochemie eingesetzt. Das poröse Kohlenstoffmaterial mit einzigartiger mikroporöser - mesoporöser mehrstufiger Porenstruktur erhält immer mehr Aufmerksamkeit bei der Anwendung von Anodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien, was darauf zurückzuführen ist, dass die reichlich vorhandenen Mikroporen in diesem porösen Kohlenstoffmaterial eine hervorragende Lithium-Speicherleistung aufweisen, während die Mesoporen mit relativ großer Porengröße als Kanal für die Übertragung von Lithium-Ionen verwendet werden können, um schnell ein- und ausgebettet zu werden, so dass es ein wünschenswerteres Anodenmaterial für die Lithium-Speicherung sein kann.

China ist besonders reich an Waldressourcen, und allein die Menge der Waldabfälle beläuft sich auf mehr als 1 Milliarde Tonnen pro Jahr. Im Vergleich zu porösem Kohlenstoff auf Kohlebasis hat die Verwendung von Forstprodukten und deren Abfällen zur Herstellung von porösem Kohlenstoff auf Holzbasis die Vorteile einer breiten Rohstoffquelle, geringer Kohlenstoffemissionen und niedriger Preise. Ihre industrielle Entwicklung steht in hohem Maße im Einklang mit der nationalen „Dual-Carbon“-Strategie und kann die grüne Transformation von „Kohlenstoff-Kohlenstoff“ fördern, was von großer Bedeutung und Wert für die Energie- und Umwelt Nachhaltigkeit ist.

Baumbiomasse ist ein reichhaltiges Rohmaterial für die Herstellung von porösen Kohlenstoffmaterialien. Balsaholz ist der am schnellsten wachsender und leichtester Baum in der Natur, und im Vergleich zu anderen Bäumen, Balsaholz selbst hat eine hohe spezifische Fläche und entwickelte Mikro-Nano-Porenstruktur, die ein sehr ideales Rohmaterial für die Herstellung von porösen Kohlenstoff-Materialien ist. Die vorliegende Erfindung wählt Balsaholz und seine „drei Reste“ als Kohlenstoffquelle, nutzt seine natürlich reiche Porenstruktur, und durch die Verwendung von Porenbildner und Aktivator, um weitere Poren und Aktivierung zu machen, kann es hochwertige, hochwertige Holz porösen Kohlenstoffmaterialien vorzubereiten.

Bestehende poröse Kohlenstoffelektrodenmaterialien haben eine geringe Anzahl von Mikroporen, eine kleine spezifische Oberfläche, einen hohen Aschegehalt, viele Verunreinigungen, eine geringe Reinheit und eine geringe spezifische Lithium-Speicherkapazität.

Daher besteht ein Bedarf an einem Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoffelektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse, um die Probleme der bestehenden porösen Kohlenstoffelektrodenmaterialien mit einer geringen Anzahl von Mikroporen, einer kleinen spezifischen Oberfläche, einem hohen Aschegehalt, einer hohen Anzahl von Verunreinigungen, einer geringen Reinheit und einer geringen Lithium-Speicherfähigkeit im Stand der Technik zu lösen.

Inhalt der Erfindung

Eines der Ziele der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse bereitzustellen, wobei das hergestellte poröse Material eine große spezifische Oberfläche, einen niedrigen Aschegehalt, eine stabile Beschaffenheit und einen hohen Mehrwert aufweist. Eines der Ziele der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kohlenstoff-Elektrodenmaterial für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse bereitzustellen, das reichlich Mikroporen und eine einzigartige mikroporös-mesoporöse mehrstufige Porenstruktur aufweist. Die Größe der Mikroporen entspricht der räumlichen Größe des Lithium-Ionen-Speichers und hat eine hohe spezifische Lithium-Speicherkapazität, während die Me

Um den oben genannten Zweck zu erreichen, bietet die vorliegende Erfindung die folgende technische Lösung:

S1, Auswahl von Balsaholz und seinen drei Resten als Biomasse-Kohlenstoffquelle, Reinigung, um Verunreinigungen auf der Oberfläche zu entfernen, und Trocknen und Zerkleinern als Kohlenstoffquellen-Rohmaterial zur Herstellung von porösen negativen Kohlenstoffelektrodenmaterialien;

S2, Das zerkleinerte Balsaholz wird vorkarbonisiert, getrocknet, um Wasser zu entfernen, und natürlich auf Raumtemperatur abgekühlt, um ein vorkarbonisiertes Produkt zu erhalten;

S3, Das vorkarbonisierte Produkt und das porenbildende Mittel werden homogen gemischt und gemahlen, und das Material wird anschließend in einen Hochtemperatur-Rohröfen zur zweistufigen temperaturgesteuerten Hochtemperaturverkohlung unter einer Atmosphäre aus N₂- oder Ar-Gas überführt und natürlich abgekühlt und gemahlen;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird mit Säure gewaschen und mit Wasser bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, und das Material wird gepumpt und getrocknet, um ein poröses Kohlenstoffmaterial mit einer mikroporösen und mesoporösen mehrstufigen Porenstruktur zu erhalten;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird gerührt und mit einem leitfähigen Mittel und einem Bindemittel in einem Lösungsmittel dispergiert, um eine Anodenaufschlämmung zu bilden, und dann wird die Aufschlämmung auf einen Anodenkollektor aufgetragen und getrocknet und geschnitten, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanode zu erhalten.

Vorzugsweise sind in S1 die drei Reststoffe Sägemehl, Rinde und Späne.

In S2 beträgt die Vorkarbonisierungstemperatur vorzugsweise 150-200 °C, die Temperatursteigerungsrate 5-10 °C/min und die Vorkarbonisierungszeit 4-10 Stunden.

Vorzugsweise ist in S3 das verwendete Porenbildungsmittel zwei oder mehr von KOH, KHCO₃, Li₂CO₃, CaCO₃, und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts zum Porenbildungsmittel ist 1: 0,1-0,3.

Vorzugsweise beträgt in S3 die Temperatur der ersten Karbonisierungsstufe 500-700°C und die Karbonisierungszeit 6-10h; die Temperatur der zweiten Karbonisierungsstufe beträgt 800-1000°C und die Karbonisierungszeit 1-4h.

Vorzugsweise ist in S4 die im Beizprozess verwendete Säure eine oder beide von HCl, H₃PO₄.

Vorzugsweise sind in S5 das leitfähige Mittel und das Bindemittel Acetylschwarz bzw. Polyvinylidenfluorid, wobei das Gewichtsverhältnis des porösen Kohlenstoffmaterials, des Acetylschwarzes und des Polyvinylidenfluorids 1:0,05-0,1:0,05-0,1 beträgt und homogen gemischt ist.

Vorzugsweise hat das in S5 hergestellte poröse Kohlenstoffmaterial eine spezifische Oberfläche von mehr als 1800 m²/g, die Porengröße ist hauptsächlich zwischen 0,1 und 6 nm

verteilt, und der Prozentsatz des mikroporösen Volumens von 0,5-1 nm beträgt mehr als 50%. LU600656

Vorzugsweise hat die hergestellte Kohlenstoffanode für Lithium-Ionen-Batterien eine spezifische Lithium-Speicherkapazität von ≥ 400 mAh/g, eine Lade-/Entlade-Multiplikationsrate von 0,1-3 C und eine Zykluslebensdauer von mehr als 2000 Mal.

Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Kohlenstoff-Elektrodenmaterial für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse zur Verfügung, das unter Verwendung des genannten Verfahrens zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse hergestellt wird.

Verglichen mit dem Stand der Technik stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse bereit, das zumindest die folgenden vorteilhaften Effekte aufweist:

In Bezug auf das Screening der Biomasse-Kohlenstoffquelle ist die Verwendung von Balsaholz, das seine eigenen natürlichen Vorteile hat, wie z.B. eine hohe spezifische Fläche und eine gut entwickelte mikroporöse Struktur, als Kohlenstoffquelle förderlich für die Herstellung von hochwertigen porösen Kohlenstoffmaterialien mit hohem Mehrwert; Was die Innovation des Karbonisierungsprozesses betrifft, so ist die Verwendung einer zweistufigen temperaturgesteuerten Hochtemperaturkarbonisierung und die Kombination verschiedener porenbildender Mittel in der Verbindungsstrategie förderlich für den Erhalt poröser Kohlenstoffmaterialien mit reichhaltigeren Mikro- und Nano-Mehrstufen-Porenstrukturen. Außerdem ist das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren einfach, kostengünstig und für die industrielle Massenproduktion geeignet. Das durch diese Methode hergestellte poröse Kohlenstoffmaterial hat eine ultrahohe spezifische Oberfläche, reichlich Mikroporen, wenig Asche, wenige Verunreinigungen, eine hohe Reinheit und eine extrem hohe spezifische Lithium-Speicherkapazität, was für die Entwicklung von Kohlenstoff-Anodenmaterialien für neue Lithium-Ionen-Batterien von großer Bedeutung und Wert ist.

Beschreibung der beigefügten Zeichnungen

Bild 1 ist ein BET-Testergebnis des in Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung hergestellten porösen Kohlenstoffmaterials, wobei: (a) Porengrößenverteilungsdiagramm; (b) isotherme Adsorptionskurve;

Bild 2 ist eine Lade- und Entladezykluskurve des negativen Elektrodenmaterials, das in Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde: Lade- und Entladestromdichte von 100 mA/g (linkes Bild); Lade- und Entladestromdichte von 1000 mA/g (rechtes Bild);

Bild 3 ist ein Lade-/Entladezyklusdiagramm des negativen Elektrodenmaterials, das in Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde: Lade-/Entladestromdichte 100 mA/g (linkes Bild); Lade-/Entladestromdichte 500 mA/g (rechtes Bild);

Bild 4 ist ein Diagramm der Multiplizitätsleistung des negativen Elektrodenmaterials, das in Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde: (a) Multiplizitätszykluskurve, (b) Lade-Entlade-Kurve;

Bild 5 ist ein Diagramm der Ladungs-Entladungs-Zykluskurve (500mA/g) des negativen Elektrodenmaterials, das in Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde.

Detaillierte Beschreibung

Die technischen Lösungen in den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden in Verbindung mit den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung klar und vollständig beschrieben, und es ist offensichtlich, dass die beschriebenen Ausführungsformen nur einen Teil der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und nicht alle Ausführungsformen

darstellen. Ausgehend von den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung fallen auch alle anderen Ausführungsformen, die ein Fachmann ohne schöpferische Arbeit herstellen kann, in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung. LU600656

Ausführungsform 1

S1, Balsaholz wird als Biomasse-Kohlenstoffquelle ausgewählt und mit deionisiertem Wasser gereinigt, um Verunreinigungen auf der Oberfläche zu entfernen, und wird getrocknet und zerkleinert als Kohlenstoffquellen-Rohmaterial zur Herstellung von porösen Kohlenstoffanodenmaterialien;

S2, Das zerkleinerte Kohlenstoffquellen-Rohmaterial wird unter der Atmosphäre von Luft vorkarbonisiert, mit einer Vorkarbonisierungstemperatur von 180°C, einer Temperaturerhöhungsrate von 5°C/min, einer Vorkarbonisierungszeit von 6h, und ein Vorkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S3, Das Vorkarbonisierungsprodukt wurde gleichmäßig mit vier Arten von porenbildenden Mitteln, nämlich KOH, KHCO₃, Li₂CO₃ und CaCO₃, gemischt und gemahlen, und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts zu dem porenbildenden Mittel betrug 1:0,3. Dann wurde das Produkt einer Hochtemperaturkarbonisierung unter der Atmosphäre von Ar-Gas unterzogen, und die erste Stufe der Karbonisierung wurde bei einer Karbonisierungstemperatur von 550 °C und einer Karbonisierungszeit von 7 h durchgeführt. Das Vorkarbonisierungsprodukt wurde dann auf Raumtemperatur abgekühlt; Die zweite Stufe der Karbonisierung mit einer Temperatur von 900 °C, einer Karbonisierungszeit von 2 Stunden und einer natürlichen Abkühlung auf Raumtemperatur, um ein Hochtemperatur-Karbonisierungsprodukt zu erhalten;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird mit Salzsäure gewaschen und bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, gefiltert und getrocknet, und das poröse Kohlenstoffmaterial wird erhalten;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird homogen mit Acetylschwarz und Polyvinylidenfluorid in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,1:0,1 gemischt, und Wasser wird hinzugefügt und gerührt, um eine Lithium-Ionen-Batterie-Kohlenstoffanodenaufschlämmung zu erhalten, und dann wird die Aufschlämmung auf einen Anodenkollektor aufgetragen, getrocknet und in Stücke geschnitten, um eine Lithium-Ionen-Batterie-Kohlenstoffanode zu erhalten.

Ausführungsform 2

S1, Die drei Reste von Balsaholz (Sägemehl, Rinde und Späne usw.) werden als Biomasse-Kohlenstoffquelle ausgewählt und mit deionisiertem Wasser gereinigt, um Verunreinigungen auf der Oberfläche zu entfernen, und werden getrocknet und als Kohlenstoffquellen-Rohmaterial für die Herstellung eines porösen negativen Kohlenstoffelektrodenmaterials pulverisiert;

S2, Das zerkleinerte Kohlenstoffquellen-Rohmaterial wird unter der Atmosphäre von Luft vorkarbonisiert, mit einer Vorkarbonisierungstemperatur von 180°C, einer Temperaturerhöhungsrate von 5°C/min, einer Vorkarbonisierungszeit von 6h, und ein Vorkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S3, Das Vorkarbonisierungsprodukt wurde homogen mit KOH, KHCO₃, Li₂CO₃ und CaCO₃ als Porenbildner gemischt und gemahlen, und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts zu dem Porenbildner betrug 1:0,2. Dann wurde die Hochtemperaturkarbonisierung unter Ar-Gasatmosphäre durchgeführt, wobei die Temperatur der ersten Stufe der Karbonisierung 650°C und die Karbonisierungszeit 7 Stunden betrug; die Temperatur der zweiten Stufe der Karbonisierung betrug 800°C und die Karbonisierungszeit 2 Stunden, und das bei hoher Temperatur karbonisierte Produkt wurde durch natürliches Abkühlen

auf Raumtemperatur erhalten;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturverkokungsprodukt wird mit Salzsäure gewaschen und bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, und das poröse Kohlenstoffmaterial wird durch Abpumpen und Trocknen gewonnen;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird gleichmäßig mit Acetylschwarz und Polyvinylidenfluorid in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,1:0,1 gemischt, und Wasser wird hinzugefügt und gerührt, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanodenaufschlammung zu erhalten, und dann wird die Aufschlammung auf den Anodenkollektor aufgetragen und getrocknet und geschnitten, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanode zu erhalten.

Ausführungsform 3

S1, Die drei Reste von Balsaholz (Sägemehl, Rinde und Späne, etc.) wurden als Biomasse-Kohlenstoffquelle ausgewählt und mit deionisiertem Wasser gereinigt, um Verunreinigungen auf der Oberfläche zu entfernen, und wurden getrocknet und pulverisiert als Kohlenstoffquelle Rohstoff für die Herstellung des porösen Kohlenstoff-Anodenmaterials;

S2, Das zerkleinerte Kohlenstoff-Rohmaterial wird unter der Atmosphäre von Luft vorkarbonisiert, mit einer Vorkarbonisierungstemperatur von 180°C, einer Temperaturerhöhungsrate von 5°C/min, einer Vorkarbonisierungszeit von 6h, und ein Vorkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S3, Das Vorkarbonisierungsprodukt wird gleichmäßig mit drei Arten von porenbildenden Mitteln, nämlich KOH, KHCO₃ und CaCO₃, gemischt und gemahlen, und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts und des porenbildenden Mittels beträgt 1:0,3. Dann wird die Hochtemperaturkarbonisierung unter der Atmosphäre von Ar-Gas durchgeführt, und die erste Stufe der Karbonisierung wird bei einer Karbonisierungstemperatur von 550°C für eine Karbonisierungszeit von 7h durchgeführt; die zweite Stufe der Karbonisierung wird bei einer Karbonisierungstemperatur von 900°C für eine Karbonisierungszeit von 2h durchgeführt, und das Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird mit Salzsäure sauer gewaschen und bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, gefiltert und getrocknet, und das poröse Kohlenstoffmaterial wird erhalten;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird gleichmäßig mit Acetylschwarz und Polyvinylidenfluorid in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,1:0,1 gemischt, und Wasser wird hinzugefügt und gerührt, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanodenaufschlammung zu erhalten, und dann wird die Aufschlammung auf einen Anodenkollektor aufgetragen, getrocknet und geschnitten, und die Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanode wird erhalten.

Ausführungsform 4

S1, Die drei Reste von Balsaholz (Sägemehl, Rinde und Späne, etc.) wurden als Biomasse-Kohlenstoffquelle ausgewählt und mit deionisiertem Wasser gereinigt, um Verunreinigungen auf der Oberfläche zu entfernen, und wurden getrocknet und pulverisiert als Kohlenstoffquelle Rohstoff für die Herstellung des porösen Kohlenstoff-Anodenmaterials;

S2, Das zerkleinerte Kohlenstoff-Rohmaterial wird unter der Atmosphäre von Luft vorkarbonisiert, mit einer Vorkarbonisierungstemperatur von 180°C, einer Temperaturerhöhungsrate von 5°C/min, einer Vorkarbonisierungszeit von 6h, und ein Vorkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S3, Das Vorkarbonisierungsprodukt wird gleichmäßig mit drei Arten von porenbildenden

Mitteln, nämlich KOH, KHCO_3 und CaCO_3 , gemischt und gemahlen, und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts und des porenbildenden Mittels beträgt 1:0,3. Dann wird die Hochtemperaturkarbonisierung unter der Atmosphäre von Ar-Gas durchgeführt, und die erste Stufe wird bei einer Temperatur von 550°C für eine Karbonisierungszeit von 7h karbonisiert; die zweite Stufe wird bei einer Temperatur von 900°C für eine Karbonisierungszeit von 2h karbonisiert, und das Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird durch natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturverkokungsprodukt wird mit Salzsäure gewaschen und bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, und das poröse Kohlenstoffmaterial wird durch Abpumpen und Trocknen gewonnen;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird gleichmäßig mit Acetylschwarz und Polyvinylidenfluorid in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,1:0,1 gemischt, und Wasser wird hinzugefügt und gerührt, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanodenaufschlammung zu erhalten, und dann wird die Aufschlammung auf einen Anodenkollektor aufgetragen und getrocknet und in Stücke geschnitten, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanode zu erhalten.

Zusammenfassend: Die vorliegende Ausführungsform stellt eine Lithium-Ionen-Batterie-Halbzelle bereit, bei der die vorbereitete Elektrodenplatte mit einer Presse verdichtet wird und das Diaphragma als Glasfaserscheibe mit einem Durchmesser von 19 mm ausgewählt wird. Der Elektrolyt wird als 1 mol/ $\text{LLiPF}_6/\text{EC}/\text{DMC}/\text{EMC}$ ausgewählt, und die CR2032-Knopfzelle wird in einer Handschuhbox in einer hochreinen Argon-Atmosphäre mit der Lithiumfolie als Gegenelektrode zusammengebaut, und die CR2032-Knopfzelle wird 5 Stunden lang stehen gelassen, um einen Lade-/Entladetest der Zelle in einer Blaupunkt-Testplattform unter Verwendung von Stromdichten von 100mA/g und 500mA/g durchzuführen.

Die Bilder 1(a) und (b) zeigen die Porengrößenverteilung bzw. die isothermen Adsorptionskurven des in Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung hergestellten porösen Kohlenstoffmaterials. Gemäß den BET-Testergebnissen beträgt die spezifische Oberfläche des hergestellten porösen Kohlenstoffmaterials $2240 \text{ m}^2/\text{g}$ oder mehr; die Porengröße des porösen Kohlenstoffmaterials ist hauptsächlich mikroporös und kleiner als 1 nm, mit einem Volumenanteil von mehr als 60%, und es gibt auch Mikroporen von 1-2 nm und Mesoporen von 2-3 nm und 4-6 nm, was eine mehrstufige mikroporöse und mesoporöse Struktur des porösen Kohlenstoffmaterials darstellt. Das große mikroporöse Volumen kann mehr Lithiumionen aufnehmen, und die Mesoporen können als Kanäle für den Diffusionstransport von Lithiumionen zum schnellen Ein- und Ausbetten genutzt werden.

Bild 2 zeigt die Lade- und Entladezykluskurven des in Ausführungsform 1 hergestellten Anodenmaterials bei Stromdichten von 100 bzw. 1000 mA/g. Die Ladekapazität bei einer Stromdichte von 100 mA/g beträgt bis zu 600 mAh/g, und es gibt fast keine Verschlechterung der Kapazität bei 700 stabilen Zyklen; beim Laden mit einer hohen Stromdichte von 1000 mA/g ist die spezifische Kapazität immer noch 400 mAh/g oder mehr, und die Kapazitätserhaltungsrate bei 2.500 Zyklen beträgt 90 % oder mehr, was ein hervorragendes Schnellladepotenzial und eine hohe Zyklenstabilität zeigt.

Bild 3 zeigt die Kurven der Lade- und Entladezyklen des in Ausführungsform 2 hergestellten negativen Elektrodenmaterials bei einer Stromdichte von 100 bzw. 500 mA/g. Bei einer Stromdichte von 100 mA/g kann die spezifische Kapazität der ersten Ladung mehr als 780 mAh/g erreichen, und die spezifische Kapazität kann auch nach mehr als 200 Zyklen bei etwa 590 mAh/g gehalten werden; Beim Laden mit einer höheren Stromdichte von 500 mA/g kann die spezifische

Kapazität der ersten Ladung mehr als 510 mAh/g erreichen, und nach mehr als 1000 Ladezyklen LU600656
kann die spezifische Kapazität immer noch bei etwa 500 mAh/g gehalten werden.

Bild 4 zeigt das in Ausführungsform 3 hergestellte negative Elektrodenmaterial, und Bild 3 zeigt die Vielfachzykluskurve und die entsprechende Lade-/Entladekurve des in Ausführungsform 2 hergestellten negativen Elektrodenmaterials. Die spezifischen Kapazitäten bei Stromdichten von 50, 100, 500, 1000, 2000 und 5000 mA/g betragen etwa: 670 mAh/g, 560 mAh/g, 450 mAh/g, 320 mAh/g, 280 mAh/g bzw. 200 mAh/g. Wenn die Stromdichte auf 50 mA/g zurückgeht, nähert sich die spezifische Kapazität der anfänglichen spezifischen Kapazität an, was eine ausgezeichnete Multiplikationsleistung zeigt.

Bild 5 zeigt die Lade-/Entlade-Zykluskurve des in Ausführungsform 4 hergestellten Anodenmaterials. Die spezifische Kapazität der Anode beträgt bis zu 400 mAh/g bei einer Stromdichte von 500 mA/g, was deutlich höher ist als die verschiedener kommerzieller Anodenmaterialien auf Kohlenstoffbasis, die nach 400 Zyklen immer noch eine hohe spezifische Kapazität von 380 mAh/g aufweisen. Die Kapazitätserhaltungsrate liegt bei über 95 % und der Coulomb-Wirkungsgrad bei 100 %, was für eine hervorragende Kapazität und Zyklenstabilität spricht.

Obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, ist es für einen Fachmann selbstverständlich, dass eine Vielzahl von Änderungen, Modifikationen, Substitutionen und Variationen an diesen Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne von den Grundsätzen und dem Geist der vorliegenden Erfindung abzuweichen, und der Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente begrenzt.

1. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse, dadurch gekennzeichnet, dass es die folgenden Schritte umfasst:

S1, Auswahl von Balsaholz und seinen drei Resten als Kohlenstoffquelle aus Biomasse, Reinigung zur Entfernung von Verunreinigungen auf der Oberfläche, Trocknung und Zerkleinerung als Kohlenstoffquellen-Rohmaterial zur Herstellung von porösen negativen Kohlenstoffelektrodenmaterialien;

S2, Das zerkleinerte Balsaholz wird vorkarbonisiert, getrocknet, um Wasser zu entfernen, und natürlich auf Raumtemperatur abgekühlt, um ein vorkarbonisiertes Produkt zu erhalten;

S3, Das vorkarbonisierte Produkt und das porenbildende Mittel werden homogen gemischt und gemahlen, und das Material wird anschließend in einen Hochtemperatur-Rohröfen zur zweistufigen temperaturgesteuerten Hochtemperaturverkohlung unter einer Atmosphäre aus N₂- oder Ar-Gas überführt und natürlich abgekühlt und gemahlen;

S4, Das zweistufige Hochtemperaturkarbonisierungsprodukt wird mit Säure gewaschen und mit Wasser bis zur Neutralität gewaschen, die im Material vorhandenen Verunreinigungen werden entfernt, und das Material wird gepumpt und getrocknet, um ein poröses Kohlenstoffmaterial mit einer mikroporösen und mesoporösen mehrstufigen Porenstruktur zu erhalten;

S5, Das poröse Kohlenstoffmaterial wird gerührt und mit einem leitfähigen Mittel und einem Bindemittel in einem Lösungsmittel dispergiert, um eine Anodenaufschlämmung zu bilden, und dann wird die Aufschlämmung auf einen Anodenkollektor aufgetragen und getrocknet und geschnitten, um eine Lithiumionenbatterie-Kohlenstoffanode zu erhalten.

2. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S1 die drei Reste Sägemehl, Rinde und Späne usw. sind.

3. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S2 die Vorkarbonisierungstemperatur 150-200°C beträgt, die Temperaturerhöhungsrate 5-10°C/min beträgt und die Vorkarbonisierungszeit 4-10h beträgt.

4. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S3 das verwendete porenbildende Mittel zwei oder mehr von KOH, KHCO₃, Li₂CO₃, CaCO₃ ist und das Gewichtsverhältnis des Vorkarbonisierungsprodukts zu dem porenbildenden Mittel 1: 0,1-0,3 ist.

5. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S3 die Temperatur der ersten Karbonisierungsstufe 500-700°C beträgt und die Karbonisierungszeit 6-10 Stunden beträgt; die Temperatur der zweiten Karbonisierungsstufe 800-1000°C beträgt und die Karbonisierungszeit 1-4 Stunden beträgt.

6. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S4 die im Beizverfahren verwendete Säure eine oder beide der Säuren HCl, H₃PO₄ ist.

7. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: in S5 das leitende Mittel und das Bindemittel Acetylschwarz bzw. Polyvinylidenfluorid sind, wobei das Gewichtsverhältnis des porösen Kohlenstoffmaterials, des Acetylschwarzes und des

Polyvinylidenfluorids 1:0,05-0,1:0,05-0,1 homogen gemischt ist.

- 5 8. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: das hergestellte poröse Kohlenstoffmaterial in S5 eine spezifische Oberfläche von mehr als $1800 \text{ m}^2/\text{g}$ aufweist, die Porengröße hauptsächlich zwischen 0,1 und 6 nm verteilt ist und der Prozentsatz des Volumens der Mikroporen von 0,5-1 nm mehr als 50 % beträgt.

- 10 9. Ein Verfahren zur Herstellung von Kohlenstoff-Elektrodenmaterialien für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hergestellte Kohlenstoff-Anode für eine Lithium-Ionen-Batterie eine spezifische Lithium-Speicherkapazität von $\geq 400 \text{ mAh/g}$, eine Lade-/Entlade-Multiplikationsrate von 0,1-3C und eine Zykluslebensdauer von mehr als 2000 Mal aufweist.

- 15 10. Ein Kohlenstoff-Elektrodenmaterial für Lithium-Batterien aus Balsaholz-Biomasse, dadurch gekennzeichnet, dass es nach dem in den Ansprüchen 1 bis 9 beschriebenen Verfahren zur Herstellung des kohlenstoffhaltigen Elektrodenmaterials für Lithiumbatterien aus Balsaholz-Biomasse hergestellt ist.

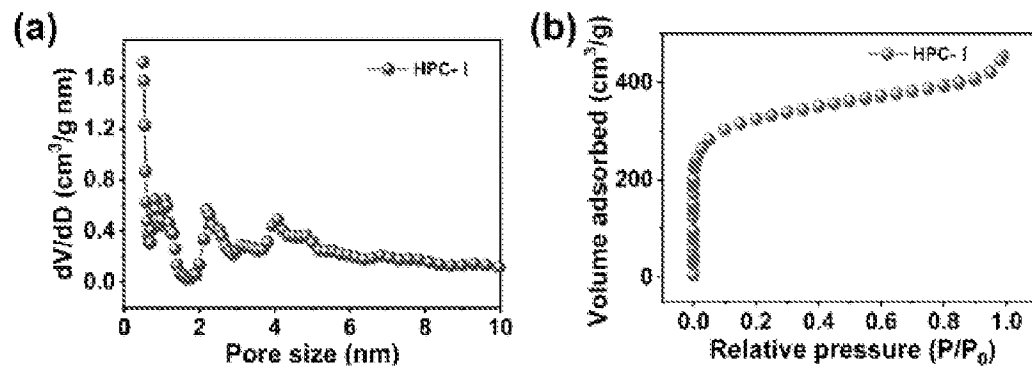


Bild 1

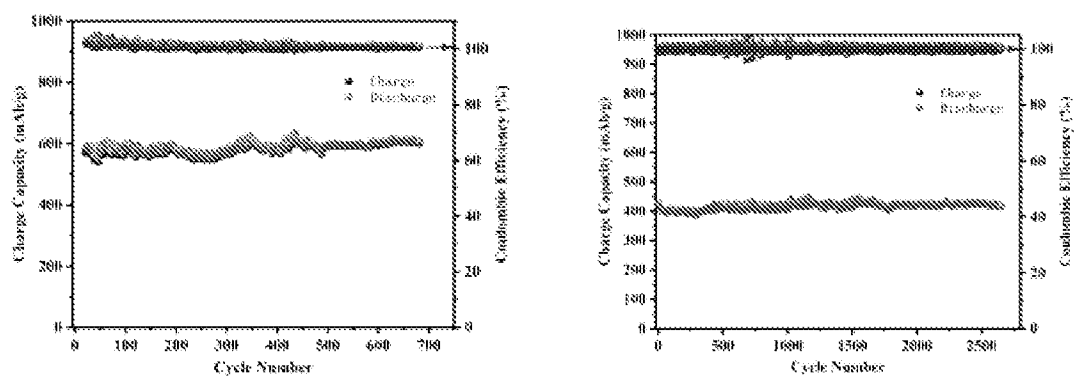


Bild 2

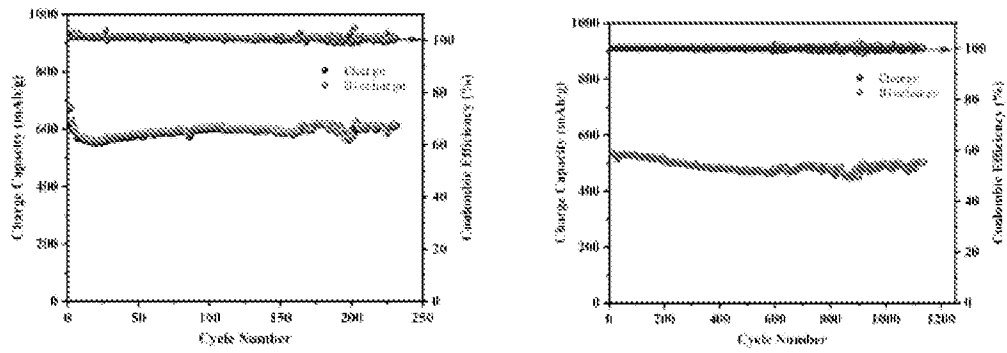


Bild 3

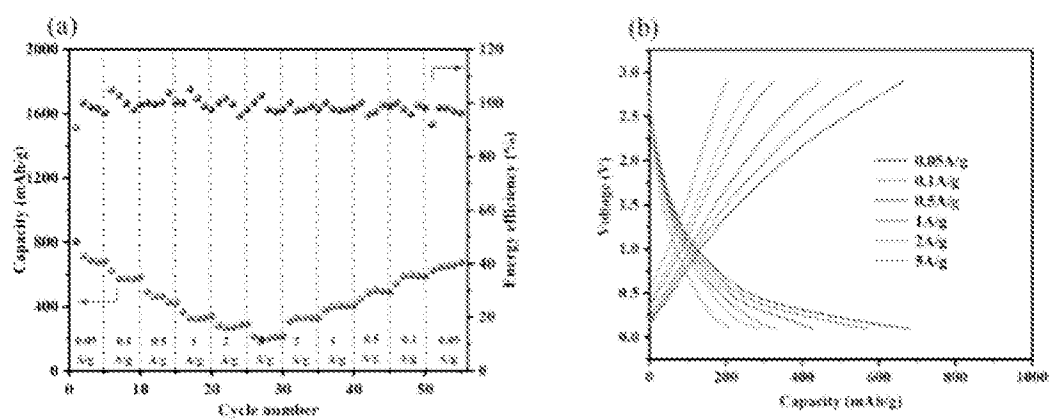


Bild 4

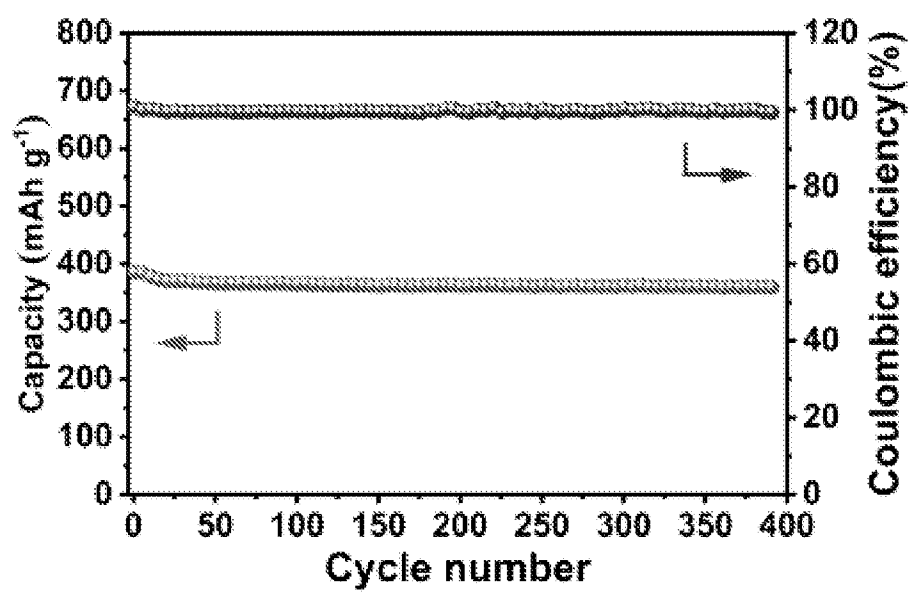


Bild 5