(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2016 119 288 B4** 2024.01.18

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 119 288.0**
(22) Anmeldetag: **11.10.2016**
(43) Offenlegungstag: **05.10.2017**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **18.01.2024**

(51) Int Cl.: ***C01B 32/30*** (2017.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10-2016-0041810 05.04.2016 KR

(73) Patentinhaber:
HYUNDAI MOTOR COMPANY, Seoul, KR; INHA-INDUSTRY PARTNERSHIP INSTITUTE, Incheon, KR

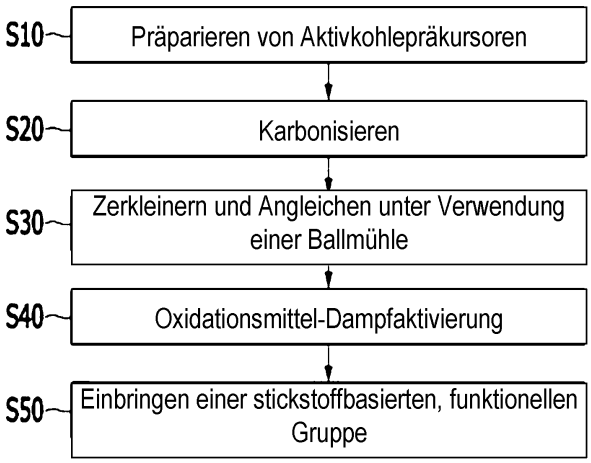
(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE

(72) Erfinder:
Bae, Shin Tae, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, KR; Heo, Young-Jung, Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, KR; Park, Soo-Jin, Seoul, KR

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 696 08 718 T2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle**

(57) Hauptanspruch: Ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle, aufweisend:
Bereitstellen von Aktivkohlepräkursoren (S10);
Karbonisieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren (S20);
Angleichen der Aktivkohlepräkursoren, welche bei dem Karbonisieren karbonisiert wurden, mittels Zerkleinerns der Aktivkohlepräkursoren (S30); und
Aktivieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Einbringens eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren und Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren (S40), wobei das Aktivieren bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
das Verfahren ferner aufweist Einbringen einer stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in eine Oberfläche der Aktivkohlepräkursoren mittels Vermischens der Aktivkohlepräkursoren, eines Stickstoffmaterials und eines Lösungsmittels zum Durchführen einer Reaktion der Aktivkohlepräkursoren (S50),
das Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 60 °C bis 120 °C durchgeführt wird, und
bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in die Aktivkohlepräkursor-Oberfläche mittels Vermischens der aktiviert-Präkursoren, des Stickstoffmaterials und des Lösungsmittels zum Durchführen der Reaktion davon, ferner eine Säure zugemischt wird.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle.

Beschreibung des technischen Hintergrundes

[0002] Aufgrund von Problemen wie der Erschöpfung von fossilem Brennstoff und des Treibhausgasausstoßes, was den Treibhauseffekt hervorruft, steigt das Interesse an umweltfreundlichen Autos gegenwärtig drastisch. Insbesondere hat sich in umweltfreundlichen Autos die Reiseentfernung der Elektrofahrzeuge als wichtiges Thema herausgestellt.

[0003] Zum Heizen und Kühlen (d.h. zum Klimatisieren) weist das Elektrofahrzeug im Gegensatz zu einem internen Verbrennungsmotor keine Abwärmequelle (Motorkühlmittel) zum Heizen und keine überschüssige Leistung zum Verdichten eines Kühlmittels (z.B. Kältemittels) auf. Dementsprechend werden zusätzliche Leistungen für einen Kaltleiterheizer (positiver Temperaturkoeffizient-Heizer oder PTC-Heizer) und zum Verdichten des Kühlmittels benötigt, was somit zusätzlich Leistung verbraucht. Infolgedessen wird die Reiseentfernung um 30 bis 50 % reduziert.

[0004] Dementsprechend ist es notwendig, die Außenlufteinleitung zu minimieren, um die Kälte und Wärme zu bewahren. In diesem Fall wird die Konzentration von Kohlenstoffdioxid in einem Fahrzeug vergrößert, indem Kohlenstoffdioxid von den Insassen ausgestoßen wird, womit Sicherheitsprobleme erzeugt werden (bei 2,000 ppm (parts per million, Teile von einer Million) oder mehr setzt Benommenheit ein und 5,000 ppm verursachen den Verfall in Atemnot).

[0005] Infolgedessen laufen Studien zum Reduzieren des Kohlenstoffdioxids, welches in einem Fahrzeug enthalten ist. Derzeit wird in einigen hochwertigen Autos ein Luftfilter (Aktivkohle aufweisend) angewandt. Dieser Luftfilter kann zwar dazu dienen, schädliche Gase wie flüchtige organische Verbindungen (VOC) oder Feinstaub zu entfernen, allerdings ist es schwierig Kohlenstoffdioxid zu entfernen.

[0006] Ein herkömmliches Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle wird durchgeführt, indem diverse pflanzliche Materialien wie Kokosnusshülsen als Präkursoren mittels einer Hochtemperatur-Wärmebehandlung unter einer nicht-aktivierten Umgebung karbonisiert werden, und indem zusätzlich eine Hochtemperatur-chemische oder -physikalische Aktivierung davon durchgeführt wird, um eine große Anzahl von Poren zu erhalten. Allerdings sind die Oberflächenporengrößen der hergestellten Aktivkohle gemäß diesem herkömmlichen Verfahren in einem weiten Verteilungsbereich von Mikroporen bis Makroporen breit verteilt. Infolgedessen ist die Porengleichmäßigkeit vermindert. Es ist schwierig, Ultra-Mikroporen von einem nm oder weniger zu bilden, um eine gleichmäßige Verteilung zu erhalten.

[0007] Dementsprechend werden Studien zum Verbessern der Adsorptionsfähigkeit von Kohlenstoffdioxid durchgeführt.

[0008] Aus der DE 696 08 718 T2 ist ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

ERLÄUTERUNG DER ERFINDUNG

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Herstellungsverfahren für Aktivkohle bereitzustellen, welches den Vorteil aufweist, dass es zum Verbessern von selektiver Adsorptionsfähigkeit von Kohlenstoffdioxid in der Lage ist, indem eine große Anzahl von Mikroporen gebildet werden und eine stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe eingebracht wird.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß Anspruch 1. Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle (z.B. Kohlenstoff oder aktive Kohle) auf: Präparieren (z.B. Bereitstellen) von Aktivkohlepräkursoren, Karbonisieren (z.B.

Verkohlen) der Aktivkohlepräkursoren mittels Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren, (aneinander) Angleichen (z.B. Homogenisieren oder Gleichmachen) der Aktivkohlepräkursoren, welche bei dem Karbonisieren karbonisiert wurden, mittels Zerkleinerns (z.B. Pulverisierens, Zermahlens, Zerbrechens, Zerreibens oder Zerschleifens) der Aktivkohlepräkursoren, Aktivieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Einbringens eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren und Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren, wobei das Aktivieren bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C durchgeführt wird, und Einbringen (z.B. Injizieren) einer stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in eine Oberfläche der Aktivkohlepräkursoren (hinein) mittels Vermischens der Aktivkohlepräkursoren, eines Stickstoffmaterials und eines Lösungsmittels zum Durchführen einer Reaktion der Aktivkohlepräkursoren, wobei das Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 60 °C bis 120 °C durchgeführt wird, und wobei bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in die Aktivkohlepräkursor-Oberfläche mittels Vermischens der aktiviert-Präkursoren, des Stickstoffmaterials und des Lösungsmittels zum Durchführen der Reaktion davon, ferner eine Säure zugemischt wird.

[0012] Bei dem Aktivieren kann das Oxidationsmittel ausgewählt sein aus der Gruppe, welche H_2O_2, HNO_3, O_3, N_2O, H_2SO_4, F_2, Cl_2 und eine Kombination davon aufweist.

[0013] Bei dem Aktivieren kann ein Volumen des Oxidationsmittels in einem Bereich zwischen 10% Volumen bis 50% Volumen liegen von insgesamt (z.B. einer Gesamtmenge von) 100% Volumen des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers.

[0014] Das Aktivieren kann während des Einbringens eines Gemischs (z.B. einer Mischung) des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren (hinein) bei einer Geschwindigkeit in einem Bereich zwischen 1 ml/Stunde bis 100 ml/Stunde durchgeführt werden.

[0015] Das Aktivieren kann unter einem Druck in einem Bereich zwischen größer als 0 bar bis 5 bar durchgeführt werden.

[0016] Das Aktivieren kann für einen Zeitraum in einem Bereich zwischen 1 Stunde bis 5 Stunden durchgeführt werden.

[0017] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann das Stickstoffmaterial ausgewählt sein aus der Gruppe, welche eine aminbasierte Verbindung, Polypyrrol, Poly(Vinylidenchlorid-co-Acrylnitril), Poly(Vinylidenchlorid-co- Acrylnitrilco-Methylmethacrylat)und eine Kombination davon aufweist.

[0018] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann ein Mischungsverhältnis des Stickstoffmaterials in einem Bereich zwischen 0.1% Gewicht bis 20% Gewicht eines Mischungsverhältnisses von 100% Gewicht der Aktivkohlepräkursoren liegen.

[0019] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann das Lösungsmittel eine Hydroxygruppe (-OH) aufweisen.

[0020] Das Lösungsmittel kann ausgewählt sein aus der Gruppe, welche Ethanol, Ethylenglycol, Diethylenglycol, Polyethylenglycol, 1,2-Propandiol, Dodekandiol und eine Kombination davon aufweist.

[0021] Die Säure kann ausgewählt sein aus der Gruppe, welche Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und ein Gemisch davon aufweist.

[0022] Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle kann ferner aufweisen: nach dem Angleichen, Selektieren der Aktivkohlepräkursoren unter Verwendung eines Siebs, welches eine Größe (z.B. ein Maß, z.B. eine Maschenweite) in einem Bereich zwischen 100 µm bis 250 µm, aufweisen.

[0023] Das Angleichen kann unter Verwendung einer Kugelmühle durchgeführt werden, wobei eine Partikelgröße einer Kugel, welche für die Kugelmühle verwendet wird, in einem Bereich zwischen 1 mm bis 20 mm liegen kann (z.B. Durchmesser).

[0024] Bei dem Angleichen kann ein Volumen des Aktivkohlepräkursors in einem Bereich zwischen 0.1% Volumen bis 40% Volumen von insgesamt 100%

[0025] In dem Angleichen kann eine Prozessiergeschwindigkeit für die Kugelmühle in einem Bereich zwischen 100 U/min bis 500 U/min liegen.

[0026] In dem Angleichen kann ein Prozessierzeitraum für die Kugelmühle in einem Bereich zwischen 30 Minuten bis 5 Stunden liegen.

[0027] Das Karbonisieren kann bei einer Temperatur durchgeführt werden, welche in einem Bereich liegt zwischen 700 °C bis 1000 °C ist.

[0028] Bei dem Präparieren des Aktivkohlepräkursors können die Aktivkohlepräkursoren ausgewählt sein aus der Gruppe, welche Stärke, Kokosnusshülsen, Zitrusschale, gemahlenen Kaffee, Bambusstengel und eine Kombination davon aufweist. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird es ermöglicht, ein Herstellungsverfahren für Aktivkohle bereitzustellen, welches in der Lage ist, die selektive Adsorptionsfähigkeit für Kohlenstoffdioxid zu verbessern, indem eine große Anzahl von Mikroporen gebildet und eine stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe eingebracht wird.

[0029] Es kann verstanden werden, dass der Ausdruck „Fahrzeug“ oder „Fahrzeug-“ oder andere ähnliche Ausdrücke, wie sie hierin verwendet werden, Motorfahrzeuge (Kraftfahrzeuge) im Allgemeinen einschließt, wie etwa Insassen-Automobile, aufweisend Sport-Nutzfahrzeuge (engl.: SUV), Busse, Lastwagen, diverse Nutzfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, aufweisend eine Vielzahl von Booten und Schiffen, Flugzeuge und Ähnliches, und aufweisend Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeuge, wasserstoffbetriebene Fahrzeuge und andere Fahrzeuge mit alternativen Treibstoffen (z.B. Treibstoff, welcher aus anderen Ressourcen als Erdöl gewonnen wird). Ein Hybridfahrzeug, wie hierin bezeichnet, ist ein Fahrzeug, welches zwei oder mehr Leistungsquellen aufweist, zum Beispiel beides, Benzin-angeriebene und elektrischangetriebene Fahrzeuge.

[0030] Die Verfahren der vorliegenden Erfindung weisen andere Merkmale und Vorteile auf, welche sich anhand der beigefügten Figuren, welche hierin einbezogen sind, und der folgenden detaillierten Beschreibung, die zusammen dazu dienen, einige Prinzipien der vorliegenden Erfindung zu erklären, erschließen oder anhand dieser detaillierter dargelegt sind.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt ein schematisches Diagramm, welches ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 2 veranschaulicht Daten zum Überprüfen, dass eine stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe in eine Aktivkohle-Oberfläche eingebracht (eingeführt) ist.

Fig. 3 veranschaulicht Daten einer Messung einer Kohlenstoffdioxid-Adsorptionsfähigkeit.

[0031] Es sollte verstanden werden, dass die beigefügten Figuren nicht notwendigerweise maßstäblich sind und eine etwas vereinfachte Darstellung diverser Merkmale darbieten, die für die grundlegenden Prinzipien der Erfindung illustrativ sind. Die spezifischen Besonderheiten der vorliegenden Erfindung, wie hierin dargelegt, zum Beispiel spezifische Abmessungen, Orientierungen, Lagen und Formen, werden zum Teil durch die jeweilig angestrebte Anwendung und die Einsatzumgebung bestimmt.

DETAILBESCHREIBUNG

[0032] Im Folgenden wird detailliert auf verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Bezug genommen, von der Beispiele in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht und nachfolgend beschrieben sind. Während die Erfindung in Verbindung mit beispielhaften Ausführungsformen beschrieben ist, kann es verstanden werden, dass die vorliegende Beschreibung nicht angedacht ist, die Erfindung auf diese beispielhaften Ausführungsformen zu beschränken. Im Gegenteil ist die Erfindung angedacht, nicht nur die beispielhaften Ausführungsformen zu umfassen, sondern ebenso diverse Alternativen, Modifikationen, Abwandlungen und andere Ausführungsformen, welche von dem Umfang der Erfindung, die von den angefügten Ansprüchen definiert ist, inbegriffen sein können.

[0033] In den verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bezeichnet das Wort „Ultra-Mikropore“ eine Pore, welche einen Durchmesser von 1 nm oder weniger aufweist. Ferner bezeichnet das Wort „Mikropore“ eine Pore, welche einen Durchmesser von 2 nm oder weniger aufweist. Zusätzlich bezeich-

net das Wort „Mesopore“ eine Pore, welche einen Durchmesser in einem Bereich von mehr als 2 nm aber weniger als oder gleich zu 50 nm aufweist.

[0034] Wie vorangehend beschrieben, sind Oberflächenporengrößen der herkömmlichen Aktivkohle in einem weiten Verteilungsbereich von Mikroporen bis Makroporen breit verteilt. Infolgedessen ist die Porengleichmäßigkeit vermindert. Ultra-Mikroporen von 1 nm oder weniger werden gebildet, was Schwierigkeiten verursacht.

[0035] Dementsprechend sind verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung darauf gerichtet, ein Herstellungsverfahren für Aktivkohle bereitzustellen, welches in der Lage ist, die selektive Adsorptionsfähigkeit von Kohlenstoffdioxid zu verbessern, indem eine große Anzahl von Ultra-Mikroporen gebildet werden und ein basisches, aktives Zentrum (z.B. aktive Seite, engl. „active site“) in eine Aktivkohleoberfläche (z.B. aktivierte Kohlenstoffoberfläche) eingebracht wird.

[0036] **Fig.** 1 zeigt ein schematisches Diagramm, welches ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle veranschaulicht, gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Nachfolgend wird ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle unter Bezugnahme von **Fig.** 1 beschrieben.

[0037] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, weist das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle auf: Präparieren von Aktivkohlepräkursoren (S 10), Karbonisieren der Aktivkohlepräkursoren unter Verwendung einer Wärmebehandlung (S20), (aneinander) Angleichen der Aktivkohlepräkursoren, welche in dem Karbonisieren karbonisiert wurden, mittels Zerkleinerns dieser (S30), Aktivieren der Aktivkohlepräkursoren, indem ein Oxidationsmittel und destilliertes Wasser in die Aktivkohlepräkursoren eingebracht werden und eine Wärmebehandlung darauf angewandt wird (S40), und Einbringen einer stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in die Aktivkohlepräkursor-Oberfläche, indem die aktiv-Präkursoren, ein Stickstoffmaterial und ein Lösungsmittel zum Durchführen einer Reaktion davon (S50) vermischt werden.

[0038] Das Zerkleinern der Aktivkohlepräkursoren kann unter Verwendung einer Kugelmühle durchgeführt werden. Das Zerkleinern der Aktivkohlepräkursoren unter Verwendung der Kugelmühle erleichtert das Angleichen der Größe der Partikel dieser, wodurch qualitativ hochwertige Aktivkohle hergestellt wird, von welcher Verunreinigungen entfernt sind. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, da ein solcher Zerkleinerungsvorgang unter Verwendung irgendeines Verfahren durchgeführt werden kann, welches ein gleichmäßiges Zerkleinern verrichtet, wie etwa eines Fräsverfahrens (oder Mahlverfahrens) zusätzlich zu dem Verfahren unter Verwendung der Kugelmühle.

[0039] Ferner werden die Aktivkohlepräkursoren mittels gleichzeitiger Verwendung des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers (Oxidationsmittel-Dampfaktivierung) aktiviert zum Vergrößern der Aktivität der Dampfmoleküle. Dementsprechend ist es möglich, eine Bildungsrate von Ultra-Mikroporen, welche einen Durchmesser von 1 nm oder weniger aufweisen, auf Kohlenstoffoberflächen selektiv zu vergrößern. Somit können eine spezifische Oberfläche (z.B. ein spezifischer Flächeninhalt der Oberfläche) der Aktivkohle und die Porengleichmäßigkeit vergrößert werden.

[0040] Nachfolgend wird jeder Schritt des Herstellungsverfahrens und der hergestellten Aktivkohle beschrieben.

[0041] Bei dem Präparieren (z.B. Bereitstellen) der Aktivkohlepräkursoren (S10) können die Aktivkohlepräkursoren aufweisen: Stärke, Kokosnusshülsen, Zitrusschalen, gemahlenen Kaffee, Bambusstengel oder eine Kombination der vorgenannten. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und irgendwelche Materialien, welche auf diversen pflanzlichen Substanzen basieren, können als die Aktivkohlepräkursoren verwendet werden. Solche Materialien, welche auf kostengünstigen pflanzlichen Substanzen basiert sind, können die Herstellungskosten der Aktivkohle reduzieren.

[0042] Das Karbonisieren der Aktivkohlepräkursoren unter Verwendung einer Wärmebehandlung (S20) kann in einer Inertgas-Atmosphäre durchgeführt werden. Das Inertgas kann Stickstoff oder Argon aufweisen, allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0043] Eine Temperatur der Wärmebehandlung für das Karbonisieren kann in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C sein. Das Karbonisieren kann nicht vervollständigt werden, wenn es bei einer Temperatur durchgeführt wird, welche kleiner als 700 °C ist. Da die Karbonisierung (z.B. Verkohlung) in einem Temperaturbereich von 700 °C bis 1000 °C ausreichend abläuft, ist es nicht notwendig die Wärmebehandlung bei

einer Temperatur durchzuführen, welche 1000 °C übersteigt. In dem Fall einer Temperatur, die 1000 °C übersteigt, können unnötige Kosten generiert werden und die Karbonisierungsausbeute kann reduziert sein.

[0044] Das Angleichen der Aktivkohlepräkursoren, welche in dem Karbonisieren karbonisiert wurden, mittels deren Zerkleinerung (S30), kann unter Verwendung der Kugelmühle durchgeführt werden und die Materialien einer Kugel, welche für die Kugelmühle verwendet wird, und eines Behältnisses der Kugelmühle können rostfreien Strahl (SUS) oder Zirkonia (ZrO_2) aufweisen, allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0045] Eine Partikelgröße der Kugel, welche für die Kugelmühle verwendet wird, kann in einem Bereich zwischen 1 mm bis 20 mm sein. In dem Fall, dass die Größe der Kugel zu klein ist, kann die Ausbeute drastisch reduziert sein und ein relativer Gehalt von Verunreinigungen in den Partikeln kann vergrößert sein. Im Gegensatz dazu können in dem Fall, dass die Größe der Kugel zu groß ist, hauptsächlich Partikel, welche große Größen aufweisen, gebildet werden, wodurch eine Kugelmühlenwirkung reduziert wird.

[0046] Ein Volumen der Aktivkohlepräkursoren kann in einem Bereich zwischen 0.1% Volumen bis 40% Volumen des Gesamtvolumens 100% Volumen der Kugel, welche für die Aktivkohlepräkursoren und die Kugelmühle verwendet wird, liegen. Detaillierter kann das Volumen der Aktivkohlepräkursoren in einem Bereich zwischen 0.1% Volumen bis 30% Volumen sein. In dem Fall, dass das Volumen des Präkursors für das Volumen der Kugel zu groß ist, kann die Kugelmühlenwirkung verschlechtert sein. Im Gegensatz dazu, kann in dem Fall, dass das Volumen der Präkursoren klein ist, Wärme, welche in der Kugelmühle erzeugt wird, zunehmen, wodurch die Ausbeute reduziert wird.

[0047] Eine Prozessiergeschwindigkeit der Kugelmühle kann in einem Bereich zwischen 100 U/min bis 500 U/min sein. In dem Fall, dass die Prozessiergeschwindigkeit der Kugelmühle zu schnell ist, kann ein Reaktionsbehältnis übermäßig erhitzt werden. Im Gegensatz dazu kann in dem Fall, dass die Prozessiergeschwindigkeit der Kugelmühle zu langsam ist, die Kugelmühlenwirkung reduziert werden, wodurch Probleme hervorrufen werden.

[0048] Eine Prozessierzeit (z.B. Bearbeitungszeit) der Kugelmühle kann in einem Bereich zwischen 30 Minuten bis 5 Stunden sein. In dem Fall, dass die Prozessierzeit der Kugelmühle zu groß ist, kann eine generelle Ausbeute reduziert sein und eine generelle Partikelgröße kann reduziert sein. Im Gegensatz dazu kann in dem Fall, dass die Prozessierzeit der Kugelmühle zu kurz ist, die Kugelmühlenwirkung reduziert sein, wodurch Probleme hervorgerufen werden.

[0049] Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle kann ferner aufweisen: Reinigen des Präkursors unter Verwendung einer Säure, um Verunreinigungen zu entfernen, nach dem Angleichen mittels des Kugelmühlenprozesses. Hierin kann die verwendete Säure aufweisen: Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt.

[0050] Zusätzlich kann das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle ferner aufweisen: Selektieren der Aktivkohlepräkursoren unter Verwendung eines Siebs, welches eine Größe (z.B. ein Maß, z.B. eine Maschenweite) in einem Bereich zwischen 100 µm bis 250 µm aufweist, nach dem Angleichen und dem Säurereinigen. Von daher ist es möglich, Aktivkohle herzustellen, welche zum Angleichen von Partikelgrößen, Vergrößern einer spezifischen Oberfläche und Entfernen von Verunreinigungen in der Lage ist. Die Partikelgrößengleichmäßigkeit der Aktivkohle ist ein wichtiger Faktor, wenn die Aktivkohle hergestellt wird, um diese für ein gegenwärtiges Produkt zu verwenden. Wenn diese zum Beispiel für einen Wasserreinigungsfilter, einen Fahrzeugklimaanlage-Filter, eine Superkondensator-Elektrode, oder Ähnliches verwendet wird, wird die Aktivkohle in ein Pellet oder eine granulare Form umgewandelt, indem diese mit einem Bindemittel gemischt wird. In dem Fall, dass die Partikelgrößen nicht gleichmäßig sind, kann die Leistungsfähigkeit verschlechtert sein. Wie vorangehend beschrieben, kann in dem Fall, dass die Präkursoren unter Verwendung des Siebs, welches eine Größe in einem Bereich zwischen 100 µm bis 250 µm aufweist, selektiert werden, möglich sein, diese in einem Fahrzeugklimaanlage-Filter zu verwenden.

[0051] Das Oxidationsmittel, welches in dem Aktivieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Einbringens eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren und Durchführens einer Wärmebehandlung dieser (S40) verwendet wird, kann aufweisen: H_2O_2, HNO_3, O_3, N_2O, H_2SO_4, F_2, Cl_2, ein anderes Halogenguppen-Oxidationsmittel oder eine Kombination davon. H_2O_2 kann bevorzugt sein, allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Wie vorangehend beschrieben, werden die Aktivkohlepräkursoren aktiviert, indem gleichzeitig das Oxidationsmittel und das destillierte Wasser (Oxidationsmittel-Dampf-

aktivierung) verwendet werden, zum Vergrößern der Aktivität von Dampfmolekülen. Dementsprechend kann es möglich sein, eine Bildungsrate von Ultra-Mikroporen, welche einen Durchmesser von 1 nm oder weniger aufweisen, auf den Kohlenstoffoberflächen selektiv zu vergrößern. Daher kann eine spezifische Oberfläche der Aktivkohle und eine Porengleichmäßigkeit vergrößert werden.

[0052] Insbesondere weist die herkömmlich gebildete Aktivkohle 50% bis 70% von Mikroporen mit einem Durchmesser von 2 nm und einen großen Anteil (30% bis 50%) von Mesoporen mit einem Durchmesser von 2 bis 50 nm auf. Dementsprechend ist es schwierig, Ultra-Mikroporen von 1 nm oder weniger zu bilden. Allerdings ist es, wie vorangehend beschrieben, mittels der Oxidationsmittel-Dampfaktivierung möglich, eine große Anzahl von Ultra-Mikroporen von 1 nm oder weniger zu bilden.

[0053] Noch genauer, wie von den folgenden Beispielen gestützt, können Ultra-Mikroporen, welche einen Durchmesser von 1.0 nm oder weniger aufweisen, mittels einer solchen Aktivierung auf einer Oberfläche der Aktivkohle gebildet werden. Zum Beispiel können die Größen der Aktivkohle in einem Bereich von größer als 0 bis zu 1.0 nm liegen, größer als 0.3 nm bis zu 1.0 nm, größer als 0.3 nm bis zu 0.6 nm, 0.6 nm oder weniger, größer als 0 nm bis zu 0.6 nm, 0.75 nm oder weniger, größer als 0.3 nm bis zu 0.75 nm, oder größer als 0 nm bis zu 0.75 nm. In diesem Fall kann ein Gesamtporenvolumen der Aktivkohleoberfläche in einem Bereich zwischen 0.5 cm^3/g bis 0.7 cm^3/g sein und ein Porenvolumen der Ultra-Mikroporen von diesen kann in einem Bereich zwischen 0.4 cm^3/g bis 0.5 cm^3/g sein. Ferner kann ein Volumen der Ultra-Mikroporen in einem Bereich zwischen 67% Volumen bis 83% Volumen von insgesamt 100% Volumen der Poren der Aktivkohleoberfläche sein. Die spezifische Oberfläche kann unter Verwendung eines großen Porenvolumenverhältnisses der Ultra-Mikroporen, welche ein großes Porenvolumenverhältnis aufweisen, außerordentlich verbessert sein. Insbesondere kann eine spezifische Oberfläche der Aktivkohle gemäß Brunauer-Emmett-Teller (BET) 672.7 m^2/g übersteigen. Noch genauer kann die spezifische Oberfläche in einem Bereich von größer als 672.7 m^2/g bis 1185.1 m^2/g sein.

[0054] Bei dem Aktivieren kann ein Volumen des Oxidationsmittels in einem Bereich zwischen 10% Volumen bis 50% Volumen von insgesamt 100% Volumen des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers sein. Zum Beispiel kann das Volumen des Oxidationsmittels in einem Bereich zwischen 5% Volumen bis 50% Volumen, 5% Volumen bis 40% Volumen, 5% Volumen bis 35% Volumen, 5% Volumen bis 25% Volumen, oder 5% Volumen bis 15% Volumen sein. Indem ein Verhältnis des Oxidationsmittels vergrößert wird, wird eine spezifische Oberfläche mittels eines Einbringungsverhältnisses von einer sauerstoff-funktionellen Gruppe (z.B. funktionellen Sauerstoffgruppe) in die Präkursoroberflächen und die Mikroporeentwicklung vergrößert. Wenn allerdings das Verhältnis des Oxidationsmittels zu groß ist, kann ein Verhältnis der Mikroporen reduziert werden, wodurch die spezifische Oberfläche und die Ausbeute reduziert werden.

[0055] Das Aktivieren kann bei einer Temperatur durchgeführt werden, welche in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C ist. Wenn das Aktivieren bei einer Temperatur durchgeführt wird, die kleiner als 700 °C ist, kann die Aktivierungswirkung reduziert werden. Wenn das Aktivieren bei einer Temperatur durchgeführt wird, die größer als 1000 °C ist, kann die Ausbeute drastisch verschlechtert werden.

[0056] Nachdem die Aktivkohlepräkursoren in den Ofen eingebracht sind, kann das Aktivieren durchgeführt werden, während ein Gemisch (z.B. Mischung) eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers in einen Ofen eingebracht wird. In diesem Fall kann das Gemisch des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers in den Ofen, in welchen die Aktivkohlepräkursoren eingebracht wurden, bei einer Geschwindigkeit, welche in einem Bereich zwischen 1 ml/Stunde bis 100 ml/Stunde liegt, eingebracht werden und ein interner Druck des Ofens kann in einem Bereich zwischen größer als 0 bar bis zu 5 bar eingestellt sein. Der interne Druck des Ofens kann in einem Bereich zwischen 2 bar bis 5 bar eingestellt sein. Wenn der interne Druck des Ofens zu gering ist, kann die Aktivierungswirkung reduziert werden. Im Gegensatz dazu kann, wenn der interne Druck des Ofen zu groß ist, ein Bruch von Mikroporen und eine Entwicklung von Poren, die größer sind als die Mesoporen, signifikant vergrößert sein, wodurch die spezifische Oberfläche reduziert wird. Zusätzlich kann eine Karbonisierungsausbeute reduziert werden, wenn der Druck vergrößert wird.

[0057] Das Aktivieren kann für eine Zeit durchgeführt, welche in einem Bereich zwischen 1 Stunde bis 5 Stunden liegt. Wenn eine Aktivierungszeit zu lang ist, kann die Ausbeute reduziert sein und eine generelle Struktur der Poren des Materials kann gebrochen sein. Im Gegensatz dazu kann die Aktivierungswirkung, wenn die Aktivierungszeit zu kurz ist, reduziert werden.

[0058] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann das Herstellungsverfahren der Aktivkohle ferner aufweisen: nach dem Aktivieren, Reduktion von Oberflächen der Aktivkohlepräkur-

soren mittels Durchführens einer Wärmebehandlung dieser in einer Atmosphäre, welche Wasserstoff (H_2) aufweist. Bei der vorgenannten Oxidationsmittel-Dampfaktivierung kann die Kohlenstoffdioxid-Adsorptionsfähigkeit reduziert werden, indem ein saures Zentrum δ+, welches von dem Oxidationsmittel verursacht wird, eingebracht ist. Allerdings kann, in dem Fall einer Verwendung eines zusätzlichen Reduktionsschrittes von einer Oberfläche-funktionellen Gruppe, die Basizität vergrößert werden mittels Einbringens einer stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in eine Oberfläche davon, welche vorteilhaft für die Kohlenstoffdioxidadsorption ist, wodurch eine Kohlenstoffdioxid-Adsorptionsfähigkeit verbessert wird.

[0059] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe, kann das Stickstoffmaterial eine organische Verbindung sein, welche eine stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe aufweist. Insbesondere, kann dieses eine Aminverbindung aufweisen. Wenn die organische Verbindung, welche die stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe aufweist, verwendet wird, kann eine stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe in eine Aktivkohleoberfläche eingebracht werden, wobei die stickstoffbasierte, funktionelle Gruppe als ein Kohlenstoffdioxid-philisches (z.B. Kohlenstoffdioxid-liebendes) Adsorptionszentrum (Adsorptionsseite) dienen kann zum Herbeiführen einer Adsorption von Kohlenstoffdioxidgas, um eine Kohlenstoffdioxid-selektive Adsorptionsfähigkeit der Aktivkohle zu verbessern. Nicht beschränkende Beispiele der Aminverbindung können aufweisen: Monoethanolamin (MEA), Diethanolamin (DEA), Triethanolamin und Polyethylendiamin. Vorzugsweise kann Polyethylenediamin verwendet werden. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, sondern es kann irgendein Material, welches in der Lage ist, die organisch-basierte funktionelle Gruppe einzubringen, verwendet werden. Ein Beispiel für eine Aminverbindung kann aufweisen: Polypyrrol, Poly(Vinylidenchlorid-co-Acrylnitril), Poly(Vinylidenchlorid-co- Acrylnitril-

[0060] Das Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann bei einer Temperatur durchgeführt werden, welche in einem Bereich zwischen 60 °C bis 120 °C liegt. Eine Einbringungswirkung der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann in diesem Bereich maximiert sein. Detaillierter kann das Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe bei einer Temperatur durchgeführt werden, welche in einem Bereich zwischen 80 °C bis 100 °C liegt.

[0061] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann ein Mischungsverhältnis des Stickstoffmaterials in einem Bereich zwischen 0.1% Gewicht bis 200% Gewicht für ein Mischungsverhältnis von 100% Gewicht der Aktivkohlepräkursoren sein. Wenn eine Menge des Stickstoffmaterials erhöht wird, wird das Kohlenstoffdioxid-Adsorptionszentrum vermehrt. Im Gegensatz dazu kann die Bildung von Mikroporen verschlechtert sein. Dementsprechend kann der Gehalt des Stickstoffmaterials vorzugsweise in dem Bereich sein. Detaillierter kann der Gehalt des Stickstoffmaterials vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0.1% Gewicht bis 150% Gewicht, 0.1% Gewicht bis 100% Gewicht, 20% Gewicht bis 2000% Gewicht, 20% Gewicht bis 150% Gewicht oder 50% Gewicht bis 150% Gewicht sein.

[0062] Bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe kann eine Verbindung, welche eine Hydroxygruppe (-OH) aufweist, als das Lösungsmittel verwendet werden. Zum Beispiel kann ein Ethanol-Lösungsmittel oder ein Polyol-Lösungsmittel verwendet werden. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Detaillierter kann ein Lösungsmittel mit pH 7 oder mehr, welches eine Hydroxygruppe (-OH) aufweist, verwendet werden. Dementsprechend ist möglich auf einfache Weise eine Dispergierbarkeit zwischen gelösten Substanzen zu steuern oder zu regeln, indem eine Größe von Metallpartikeln verbessert wird. Nicht-beschränkende Beispiele des Lösungsmittels mit pH 7 oder mehr, welches die Hydroxygruppe (-OH) aufweist, können aufweisen: Ethanol, Ethylenglycol, Diethylenglycol, Polyethylenglycol, 1,2-Propandiol, Dodekandiol und ein Gemisch von zwei oder mehr Arten davon.

[0063] Ferner kann eine Säure zusätzlich in das Lösungsmittel gemischt werden (z.B. diesem beigemischt oder eingemischt werden). Beispiele der Säure können aufweisen: Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure oder einer Kombination davon. Die Säure dient dazu, zum Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe ein saures, aktives Zentrum einzubringen.

[0064] Die folgenden Beispiele veranschaulichen die vorliegende Erfindung in detaillierterer Weise. Beispiele:

Vergleichendes Beispiel 1

[0065] Eine Probe wurde erhalten, indem pflanzenbasierte Aktivkohlepräkursoren (Stärke) in einen rohrförmigen Ofen hinein eingebracht, diese auf 800 °C bei einer temperaturerhöhenden Geschwindigkeit von 2 °C/min aufgeheizt und diese für 90 Minuten zum Karbonisieren (z.B. Verkohlen) dieser beibehalten wurden.

Dann wurden diese auf Raumtemperatur abgekühlt. Danach wurde die Probe ein oder zweimal unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung und von destilliertem Wasser gereinigt und dann vollständig bei 120 °C für 12 Stunden getrocknet.

[0066] Die karbonisierten Aktivkohlepräkursoren wurden dann zerteilt (z.B. zerkleinert), der Reihe nach unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung gereinigt und in einem Vakuumofen getrocknet, um Aktivkohle zu erhalten. Bei dem Kugelmühlen-Zerkleinern wurden Zirkoniakugeln, welche Durchmesser von 5 mm und 10 mm aufweisen, zum Verwenden vermischt (5 mm: 10 mm = 30% Volumen:70% Volumen) und das Zerkleinern wurde durchgeführt bei 360 U/min für 1 Stunde. Ferner wurde ein Volumen der Aktivkohlepräkursoren auf 30% Volumen von insgesamt 100% Volumen der Kugeln, welche für die Aktivkohlepräkursoren und Kugelmühle verwendet wurden, gesetzt.

Vergleichendes Beispiel 2

[0067] Eine Probe wurde erhalten, indem pflanzenbasierte Aktivkohlepräkursoren (Stärke) in einen rohrförmigen Ofen hinein eingebracht, diese auf 800 °C bei einer temperaturerhöhenden Geschwindigkeit von 2 °C/min aufgeheizt und diese für 90 Minuten zum Karbonisieren dieser beibehalten wurden. Dann wurde die Probe auf Raumtemperatur abgekühlt. Danach wurde die Probe ein oder zweimal unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung und von destilliertem Wasser gereinigt und wurde dann vollständig bei 120 °C für 12 Stunden getrocknet.

[0068] Die karbonisierten Aktivkohlepräkursoren wurden dann zerteilt, der Reihe nach unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure Lösung gereinigt und in einem Vakuumofen getrocknet. Bei dem Kugelmühle-Zerkleinern wurden Zirkoniakugeln, welche Durchmesser von 5 mm und 10 mm aufweisen, zum Verwenden vermischt (5 mm: 10 mm = 30% Volumen:70% Volumen) und das Zerkleinern wurde bei 360 U/min für 1 Stunde durchgeführt. Ferner wurde ein Volumen der Aktivkohlepräkursoren auf 30% Volumen für eine Gesamtheit von 100% Volumen der Kugeln, welche für die Aktivkohlepräkursoren und Kugelmühle verwendet werden, gesetzt.

[0069] Danach wurde die karbonisierte Stärke gleichmäßig in einem Aluminiumboot verteilt und in einem rohrförmigen Ofen angeordnet.

[0070] Als nächstes, nachdem die Probe auf 800 °C bei einer temperaturerhöhenden Geschwindigkeit von 2 °C/min unter einer Stickstoffatmosphäre (N_2-Atmösphäre) aufgeheizt wurde, wurde die Zufuhr von Stickstoffgas (N_2-Gas) gestoppt und zum Aktivieren destilliertes Wasser bei einer Geschwindigkeit von 6 ml/Stunde zugeführt während ein interner Druck des Ofens für 1 Stunde beibehalten wurde.

[0071] Danach wurde die Probe ein oder zweimal unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung und von destilliertem Wasser gereinigt und wurde dann vollständig bei 120 °C für 12 Stunden getrocknet, um Aktivkohle zu erhalten.

Beispiel 1

[0072] Eine Probe wurde erhalten, indem pflanzenbasierte Aktivkohlepräkursoren (Stärke) in einen rohrförmigen Ofen hinein eingebracht, diese auf 800 °C bei einer temperaturerhöhenden Geschwindigkeit von 2 °C/min unter einer Stickstoffgasatmosphäre (N2-Gasatmosphäre) aufgeheizt und diese für 90 Minuten zum Karbonisieren dieser beibehalten wurden. Dann wurde die Probe auf Raumtemperatur abgekühlt. Danach wurde die Probe ein oder zweimal unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung und von destilliertem Wasser gereinigt und wurde dann vollständig bei 120 °C für 12 Stunden getrocknet.

[0073] Die karbonisierten Aktivkohlepräkursoren wurden dann zerteilt, der Reihe nach unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung gereinigt und in einem Vakuumofen getrocknet. Bei dem Kugelmühle-Zerkleinern wurden Zirkoniakugeln, welche Durchmesser von 5 mm und 10 mm aufweisen, zum Verwenden vermischt (5 mm: 10 mm = 30% Volumen:70% Volumen) und das Zerkleinern wurde bei 360 U/min für 1 Stunde durchgeführt. Ferner wurde ein Volumen der Aktivkohlepräkursoren auf 30% Volumen für eine Gesamtheit von 100% Volumen der Kugeln, welche für die Aktivkohlepräkursoren und Kugelmühle verwendet werden, gesetzt.

[0074] Dann wurden die zerteilten Präkursoren unter Verwendung eines 150 µm Siebs selektiert. Danach wurde die karbonisierte Stärke gleichmäßig in einem Aluminiumboot verteilt und in einem rohrförmigen Ofen angeordnet.

[0075] Als nächstes wurde, nachdem die Probe auf 800 °C bei einer temperaturerhöhenden Geschwindigkeit von 2 °C/min unter einer Stickstoffatmosphäre (N_2-Atmosphäre) geheizt wurde, die Zufuhr von Stickstoff N_2-Gas gestoppt und ein Material, welches mittels Vermischens von Wasserstoffperoxid (Oxidationsmittel) und destilliertem Wasser bei einem Volumenverhältnis (10:90, Oxidationsmittel: destilliertes Wasser) erhalten wurde, wurde bei einer Geschwindigkeit von 6 ml/Stunde zum Aktivieren eingebracht während ein interner Druck des Ofens für 1 Stunde beibehalten wurde.

[0076] Danach wurde die getrocknete Aktivkohle ein oder zweimal unter Verwendung einer 1 M Chlorwasserstoffsäure-Lösung und von destilliertem Wasser gereinigt und wurde dann vollständig bei 120 °C für 12 Stunden getrocknet, um Aktivkohle zu erhalten.

[0077] 10 g der getrockneten Aktivkohle wurde in eine Salpetersäure/Schwefelsäure/Ethanol-Gemisch-Lösung eingebracht, in welcher 1,5 g Polyethylenediamin gelöst wurden, und die Lösung wurde bei 120 °C für 6 Stunden aufgerührt. Danach wurde diese auf Raumtemperatur abgekühlt und wurde fünfmal gereinigt/-getrocknet unter Verwendung von Ethanol.

Experimentelles Beispiel

Experimentelles Beispiel 1

[0078] 77K/Stickstoffadsorption-Experiment wurde unter Verwendung der Ausstattung BELSORP MAX, welche von dem Unternehmen BELSORP in Japan gefertigt wurde, durchgeführt. Diese Resultate sind in Tabelle 1 gezeigt.

[0079] Ein Arbeitsvorgang zur Ableitung von Daten in Tabelle 1 ist wie folgt. Eine spezifische Oberfläche wurde unter Verwendung einer Brunauer-Emmett-Teller-Formel (BET-Formel) abgeleitet. Ein Gesamtporenvolumen wurde unter Verwendung einer adsorptiven Kurve bis zu einem relativen Druck von 0.990 berechnet, ein Mikroporenvolumen wurde unter Verwendung einer Dubinin-Radushkevich (D-R) Formel abgeleitet und ein Volumen von Mesoporen wurde berechnet, indem ein Volumen der Mikroporen von dem Gesamtporenvolumen abgezogen wurde.

[0080] Wie in Tabelle 1 gezeigt, ist die Bildung der Mikroporen in der Aktivkohle von Beispiel 1, bei dem eine Oxidationsmittel-Dampfaktivierung unter Verwendung eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers durchgeführt ist, gegenüber Beispiel 2, in dem destilliertes Wasser verwendet wird, weiter verbessert.

(Tabelle 1)

Klassifikation	BET spezifische Oberfläche (m^2g^{-1})	Gesamtporenvolumen (cm^3g^{-1})	Mikroporenvolumen (cm^3g^{-1})	Mesoporenvolumen (cm^3g^{-1})	Mikroporenvolumen Verhältnis (%)
vergleichendes Beispiel 1	-	-	-	-	-
vergleichendes Beispiel 2	672.7	0.2763	0.2545	0.0218	92.0
Beispiel 1	869.3	0.3654	0.3435	0.0219	94.6

Experimentelles Beispiel 2

[0081] Die Oberflächen-funktionellen Gruppen der Aktivkohle wurden analysiert, indem eine von dem Unternehmen Thermo Fisher Scientific gefertigte XPS-Ausstattung verwendet wurde. Dieses Resultat ist in **Fig.** 2 gezeigt. Wie in **Fig.** 2 gezeigt, wird anhand der N-Peakbildung (N-Spitzenwertbildung), welche nicht in den vergleichenden Beispielen 1 und 2 auftritt, ersichtlich, dass die Stickstoff-funktionellen Gruppen der Materialoberflächen mittels Einbringens der Stickstoff-funktionellen Gruppen eingebracht sind.

Experimentelles Beispiel 3

[0082] 298K/Kohlenstoffdioxidadsorption-Experiment wurde unter Verwendung der von dem Unternehmen BELSORP in Japan gefertigten Ausstattung BELSORP MAX durchgeführt. Dieses Resultat ist in **Fig.** 3 gezeigt. Eine Lösung, welche mittels Vermischens von Ethylenglycol und Wasser bei einem Verhältnis von 3:7 erhalten wurde, wurde in einen Konstant-Temperatur-Ofen zum Beibehalten bei 298 K eingebracht, um einen Raumtemperaturzustand aufrecht zu erhalten.

[0083] Wie in **Fig.** 3 gezeigt, wird in dem vergleichenden Beispiel 1 fast keine Kohlenstoffdioxid-Adsorptionwirkung erreicht. Ferner wird ersichtlich, dass die Kohlenstoffdioxid-Adsorptionwirkung der Aktivkohle in Beispiel 1, unter Verwendung der Oxidationsmittel-Dampfaktivierung und dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppen in die Oberflächen, im Vergleich mit vergleichendem Beispiel 2, in welchem die Dampfaktivierung verwendet ist, verbessert ist.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle, aufweisend:
Bereitstellen von Aktivkohlepräkursoren (S10);
Karbonisieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren (S20);
Angleichen der Aktivkohlepräkursoren, welche bei dem Karbonisieren karbonisiert wurden, mittels Zerkleinerns der Aktivkohlepräkursoren (S30); und
Aktivieren der Aktivkohlepräkursoren mittels Einbringens eines Oxidationsmittels und destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren und Durchführens einer Wärmebehandlung der Aktivkohlepräkursoren (S40), wobei das Aktivieren bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
das Verfahren ferner aufweist Einbringen einer stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in eine Oberfläche der Aktivkohlepräkursoren mittels Vermischens der Aktivkohlepräkursoren, eines Stickstoffmaterials und eines Lösungsmittels zum Durchführen einer Reaktion der Aktivkohlepräkursoren (S50),
das Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen 60 °C bis 120 °C durchgeführt wird, und
bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe in die Aktivkohlepräkursor-Oberfläche mittels Vermischens der aktiviert-Präkursoren, des Stickstoffmaterials und des Lösungsmittels zum Durchführen der Reaktion davon, ferner eine Säure zugemischt wird.

2. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß Anspruch 1, wobei bei dem Aktivieren das Oxidationsmittel ausgewählt ist aus der Gruppe, welche H_2O_2, HNO_3, O_3, N_2O, H_2SO_4, F_2, Cl_2 und eine Kombination davon aufweist.

3. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei bei dem Aktivieren ein Volumen des Oxidationsmittels in einem Bereich zwischen 10% Volumen bis 50% Volumen von insgesamt 100% Volumen des Oxidationsmittels und destillierten Wassers liegt.

4. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Aktivieren durchgeführt wird während des Einbringens eines Gemischs des Oxidationsmittels und des destillierten Wassers in die Aktivkohlepräkursoren bei einer Geschwindigkeit in einem Bereich zwischen 1 ml/Stunde bis 100 ml/Stunde.

5. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Aktivieren unter einem Druck in einem Bereich zwischen größer als 0 bar bis 5 bar durchgeführt wird.

6. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Aktivieren für einen Zeitraum in einem Bereich zwischen 1 Stunde bis 5 Stunden durchgeführt wird.

7. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei, bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe, das Stickstoffmaterial aus der Gruppe ausgewählt ist, welche eine aminbasierte Verbindung, Poly(Vinylidenchlorid-co-Acrylnitril), Poly(Vinylidenchlorid-co-Acrylnitrilco-Methylmethacrylat) und eine Kombination davon aufweist.

8. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei, bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe, ein Mischungsverhältnis des Stickstoffmaterials in einem Bereich zwischen 0.1% Gewicht bis 20% Gewicht eines Mischungsverhältnisses von 100% Gewicht der Aktivkohlepräkursoren liegt.

9. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei, bei dem Einbringen der stickstoffbasierten, funktionellen Gruppe, das Lösungsmittel eine Hydroxygruppe (-OH) aufweist.

10. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Lösungsmittel ausgewählt ist aus der Gruppe, welche Ethanol, Ethylenglycol, Diethylenglycol, Polyethylenglycol, 1,2-Propandiol, Dodekandiol und eine Kombination davon aufweist.

11. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Säure ausgewählt ist aus der Gruppe, welche Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und ein Gemisch davon aufweist.

12. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, ferner aufweisend:
nach dem Angleichen, Selektieren der Aktivkohlepräkursoren, unter Verwendung eines Siebs, welches eine Größe in einem Bereich zwischen 100 µm bis 250 µm aufweist.

13. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Angleichen unter Verwendung einer Kugelmühle durchgeführt wird, und wobei eine Partikelgröße einer Kugel, welche für die Kugelmühle verwendet wird, in einem Bereich zwischen 1 mm bis 20 mm liegt.

14. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei, bei dem Angleichen, ein Volumen des Aktivkohlepräkursors in einem Bereich liegt zwischen 0.1% Volumen bis 40% Volumen von insgesamt 100%

15. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß Anspruch 13, wobei, bei dem Angleichen, eine Prozessiergeschwindigkeit für die Kugelmühle in einem Bereich zwischen 100 U/min bis 500 U/min liegt.

16. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß Anspruch 13 oder 15, wobei, in dem Angleichen, ein Prozessierzeitraum für die Kugelmühle in einem Bereich zwischen 30 Minuten bis 5 Stunden liegt.

17. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei das Karbonisieren bei einer Temperatur, welche in einem Bereich zwischen 700 °C bis 1000 °C liegt, durchgeführt wird.

18. Das Verfahren zum Herstellen von Aktivkohle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei, bei dem Präparieren des Aktivkohlepräkursors, die Aktivkohlepräkursoren aus der Gruppe ausgewählt werden, welche Stärke, Kokosnusshülsen, Zitrusschale, gemahlenen Kaffee, Bambusstengel und eine Kombination davon aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

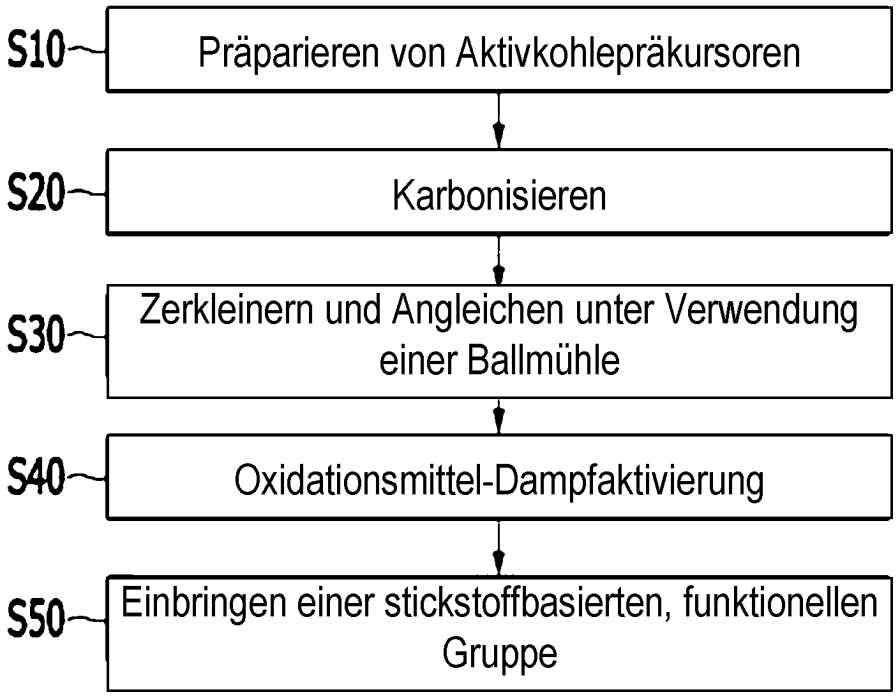


FIG. 2

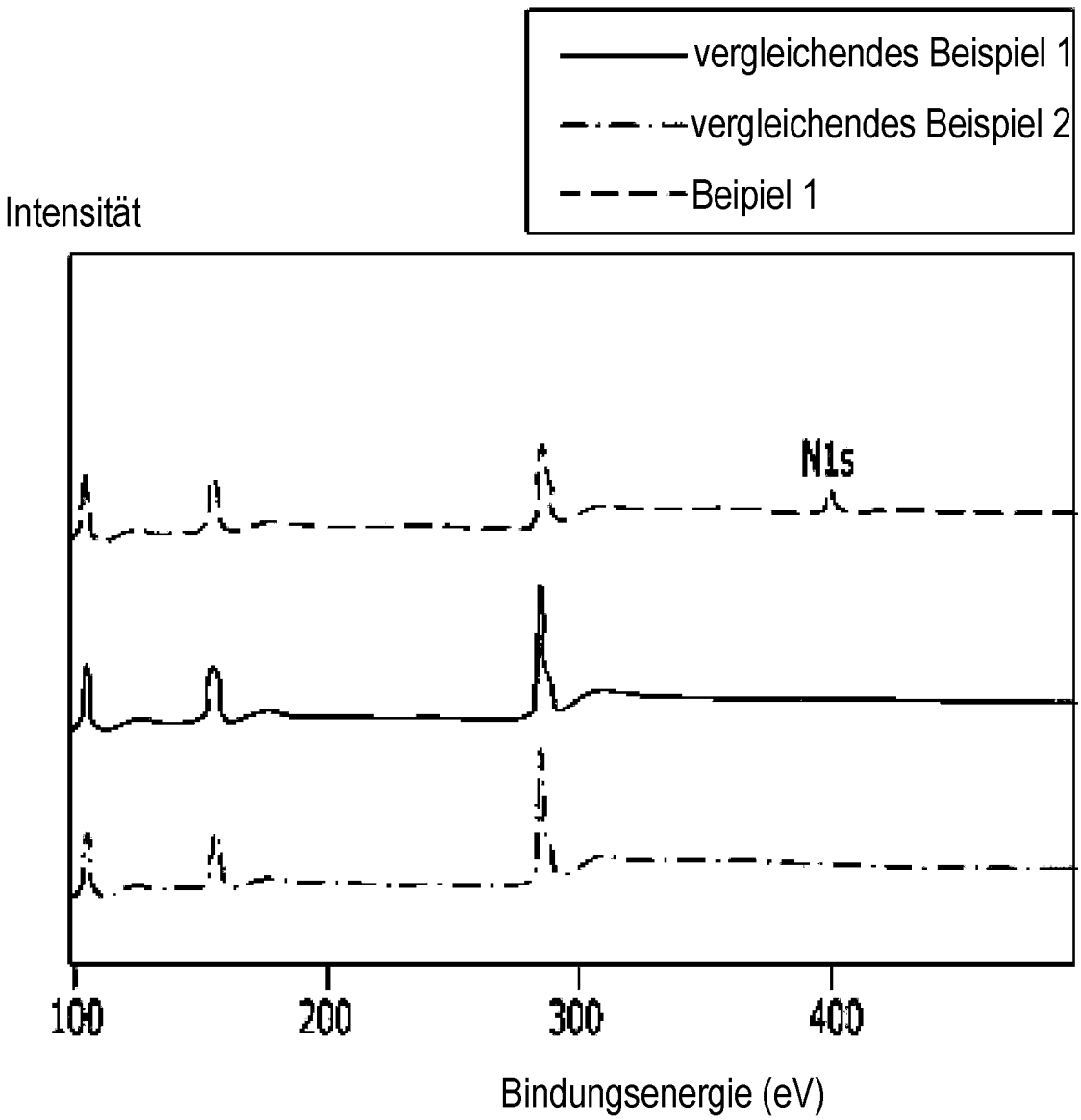
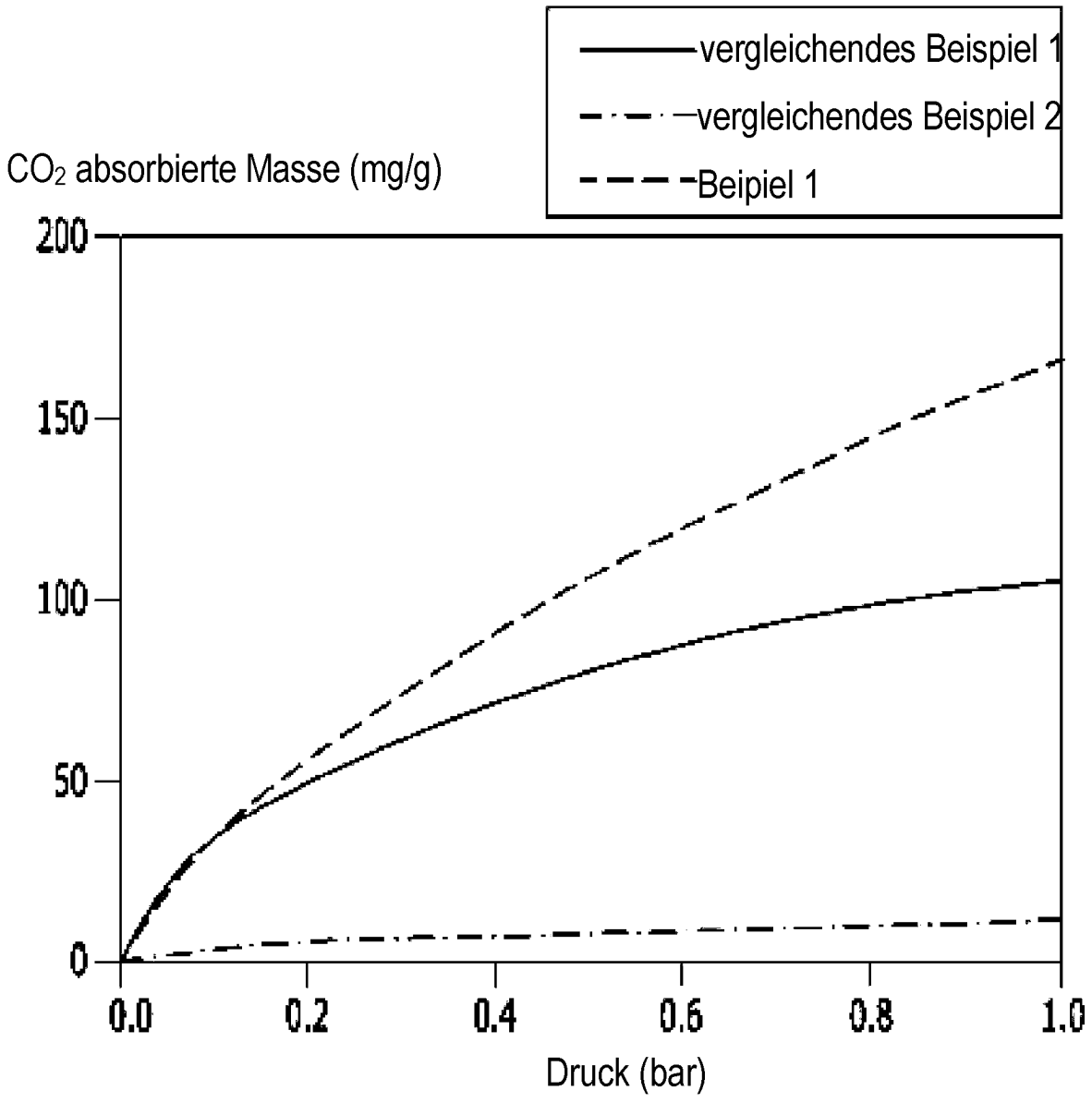

vergleichendes Beispiel 1
vergleichendes Beispiel 2
Beipiel 1
Intensität
N1s
100
200
300
400
Bindungsenergie (eV)

FIG. 3



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.