



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2023 002 728.4**
(22) Anmeldetag: **23.12.2023**
(67) aus Patentanmeldung: **EP23 22 0195.4**
(47) Eintragungstag: **27.03.2024**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **02.05.2024**

(51) Int Cl.: **H01M 4/13 (2010.01)**
H01M 4/131 (2010.01)
H01M 4/133 (2010.01)
H01M 4/62 (2006.01)
H01M 10/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2022-0184766 26.12.2022 KR

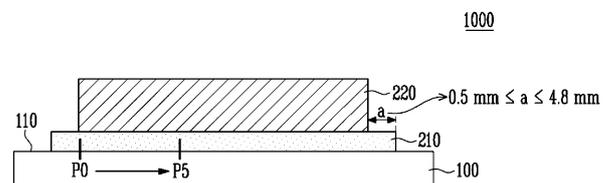
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Stolmár & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80331 München, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
SK On Co., Ltd., Seoul, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Negative Elektrode für Sekundärbatterie**

(57) Hauptanspruch: Anode für eine Sekundärbatterie, umfassend:
einen Anodenstromkollektor;
eine erste Schicht, die ein Bindemittel enthält und mindestens einen Querschnitt des Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt; und
eine zweite Schicht, die ein Anodenaktivmaterial enthält und einen Querschnitt der ersten Schicht in einer Dickenrichtung berührt,
wobei die Länge der ersten Schicht in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung größer ist als die Länge der zweiten Schicht in der Breitenrichtung.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine negative Elektrode für eine Sekundärbatterie.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Mit der Entwicklung der Elektronik-, Kommunikations- und Raumfahrtindustrie steigt die Nachfrage nach Lithium-Sekundärbatterien als Energiequelle drastisch an. Insbesondere, da die Bedeutung der globalen umweltfreundlichen Politik betont wird, wächst der Markt für Elektrofahrzeuge schnell, und die Forschung und Entwicklung an Lithium-Sekundärbatterien wird weltweit aktiv durchgeführt.

[0003] Eine Lithium-Sekundärbatterie umfasst eine Kathode, eine Anode und einen dazwischen angeordneten Separator, wobei eine Kathode und eine Anode jeweils mit einem aktiven Material versehen sind, in das Lithiumionen eingebracht und aus dem Lithiumionen extrahiert werden können.

[0004] Bei einer Anode einer Lithium-Sekundärbatterie kann der Gehalt eines darin enthaltenen Bindemittels gesteuert werden, um die Schnellladeleistung zu verbessern und gleichzeitig eine Extraktion zu verhindern. Wenn jedoch die Verteilung des Bindemittels nicht genau kontrolliert wird, können verschiedene Defekte verursacht werden, so dass eine genauere Kontrolle der Bindemittelverteilung erforderlich ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung stellen eine Anode für eine Sekundärbatterie bereit, die die Schnellladeleistung und gleichzeitig die Extraktionsfehler eines Anodenaktivmaterials verbessern kann.

[0006] Eine Anode für eine Sekundärbatterie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Anodenstromkollektor; eine erste Schicht, die ein Bindemittel umfasst und mindestens einen Querschnitt des Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt; und eine zweite Schicht, die ein Anodenaktivmaterial umfasst und einen Querschnitt der ersten Schicht in einer Dickenrichtung berührt, wobei ein Endabschnitt der ersten Schicht in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung mehr vorstehen kann als ein Endabschnitt der zweiten Schicht in einer Breitenrichtung.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung können eine Anode für eine Sekundärbatterie, die die Schnellladeleistung und gleichzeitig die Extraktionsfehler eines Anodenaktivmaterials verbessern kann, bereitgestellt werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus einer Anode gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 bis Fig. 4 sind Darstellungen zur Erläuterung des Aufbaus einer Anode gemäß Vergleichsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 ist eine Darstellung, die die Dickenprofile von Anoden gemäß Ausführungsformen und Vergleichsbeispielen der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 6 ist eine Abbildung, die eine Anode gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 7 ist eine Abbildung, die eine Anode gemäß einem Vergleichsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine Abbildung, die eine Anode gemäß einem weiteren Vergleichsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0008] Strukturelle oder funktionelle Beschreibungen von Ausführungsformen, die in der vorliegenden Beschreibung oder Anmeldung offenbart sind, werden lediglich zum Zweck der Beschreibung von Ausführungsformen gemäß dem technischen Prinzip der vorliegenden Offenbarung dargestellt. Darüber hinaus können Ausführungsformen, die dem technischen Prinzip der vorliegenden Offenbarung entsprechen, in verschiedenen anderen Formen als den in der vorliegenden Beschreibung oder Anmeldung offenbarten Ausführungsformen realisiert werden. Darüber hinaus ist das technische Prinzip der vorliegenden Offenbarung nicht so auszulegen, dass es auf die in dieser Beschreibung oder Anmeldung beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist.

[0009] Im Folgenden werden eine Anode für eine Sekundärbatterie gemäß der vorliegenden Anmeldung beschrieben. Zudem wird ein Verfahren zu deren Herstellung beschrieben.

<Anode>

[0010] Eine Anode für eine Sekundärbatterie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Anodenstromkollektor; eine erste Schicht, die ein Bindemittel umfasst und mindestens einen Querschnitt des Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt; und eine zweite Schicht, die ein Anodenaktivmaterial umfasst und einen Querschnitt der ersten Schicht in einer Dickenrichtung berührt, wobei ein Endabschnitt der ersten Schicht in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung mehr vorstehen kann als ein Endabschnitt der zweiten Schicht in einer Breitenrichtung.

[0011] Eine Anode 1000 für eine Sekundärbatterie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann einen Anodenstromkollektor 100, eine erste Schicht 210 und eine zweite Schicht 220 umfassen. Der Aufbau einer Anode 1000 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann unter Bezugnahme auf **Fig. 1** verstanden werden.

[0012] Der Anodenstromkollektor 100 ist nicht besonders begrenzt, solange er leitfähig ist, ohne eine chemische Veränderung in der Sekundärbatterie zu verursachen. Zum Beispiel können Kupfer, Edelstahl, Aluminium, Nickel, Titan, gebrannter Kohlenstoff, eine mit Kohlenstoff, Nickel, Titan, Silber oder ähnlichem behandelte Kupfer- oder Edelstahloberfläche, eine Aluminium-Cadmium-Legierung, oder ähnliches verwendet werden. Darüber hinaus können feine Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche ausgebildet werden, um die Haftfestigkeit eines Anodenaktivmaterials zu verbessern, und ein Anodenstromkollektor kann in verschiedenen Formen wie Filmen, Platten, Folien, Netzen, porösen Materialien, Schäumen und Vliesstoffen verwendet werden.

[0013] Die erste Schicht 210 kann ein Bindemittel umfassen. Als Bindemittel kann vorzugsweise ein Bindemittel mit guter Haftung an einem Anodenstromkollektor verwendet werden, beispielsweise kann mindestens eines ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyvinylidenfluorid, Carboxymethylcellulose, Styrol-Butadien-Kautschuk, Polyimid, Polyamidimid, Polyvinylalkohol, und Hydroxypropylcellulose, Polyvinylchlorid, carboxyliertes Polyvinylchlorid, Polyvinylfluorid, ethylenoxidhaltige Polymere, Polyvinylpyrrolidon, Polyurethan, Polytetrafluorethylen, Polyethylen, Polypropylen, acrylierter Styrol-Butadien-Kautschuk und Epoxidharz, verwendet werden. Vorzugsweise kann Styrol-Butadien-Kautschuk verwendet werden.

[0014] In einer Ausführungsform kann eine erste Schicht 210 mit einem Querschnitt eines Anodenstromkollektors 100 in einer Dickenrichtung in Kontakt sein. **Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform, bei der eine erste Schicht 210 mit einem Querschnitt eines Anodenstromkollektors 100 in einer Dickenrichtung in Kontakt ist, aber in einer anderen Ausführungsform kann eine erste Schicht 210 auf beiden Querschnitten eines Anodenstromkollektors 100 in einer Dickenrichtung ausgebildet sein.

[0015] Eine erste Schicht 210 kann außerdem ein Verdickungsmittel enthalten. Ein Verdickungsmittel kann die Kohäsivität eines Bindemittels verbessern, um das Problem der Rissbildung auf der Oberfläche einer Anode zu verringern. Ein Verdickungsmittel kann mindestens eines aus der Gruppe bestehend aus Carboxymethylcellulose, Methylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Methylhydroxypropylcellulose, Ethylhydroxyethylcellulose, Methyläthylhydroxyethylcellulose und Cellulosegummi umfassen.

[0016] Eine zweite Schicht 220 kann ein Anodenaktivmaterial umfassen. Ein Anodenaktivmaterial kann mindestens ein Material umfassen, das aus der Gruppe bestehend aus einem Material auf Siliziumbasis und einem Material auf Kohlenstoffbasis ausgewählt ist.

[0017] Ein Material auf Siliziumbasis kann beispielsweise mindestens eines ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus SiO_x ($0 \leq x < 2$), einem Si/C-Verbundstoff und einer Si-Legierung umfassen. Dabei entspricht x dem Zahlenverhältnis von O zu Si, das in SiO_x ($0 \leq x < 2$) enthalten ist. Der durchschnittliche Teilchendurchmesser (D_{50}) von SiO_x ($0 \leq x < 2$) kann 4 μm bis 9 μm , oder 5 μm bis 7 μm betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich eingehalten wird, kann eine Verringerung der Lebensdauer der Sekundärbatterie aufgrund der Volumenausdehnung eines Materials auf Siliziumbasis verhindert werden, und Nebenreaktionen auf einer Oberfläche eines Materials auf Siliziumbasis können unterdrückt werden. Die spezifische Oberfläche von SiO_x ($0 \leq x < 2$) kann 4 m^2/g bis 9 m^2/g , oder 5 m^2/g bis 8 m^2/g betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich erfüllt ist, kann ein leitfähiges Netzwerk mit einem leitfähigen Material verbessert werden. Ein Si/C-Verbundstoff kann in einem Zustand gebrannt werden, in dem Kohlenstoff an SiO_x ($0 \leq x < 2$) Teilchen gebunden ist, so dass ein Kohlenstoffmaterial auf SiO_x ($0 \leq x < 2$) Teilchen beschichtet sein kann oder Kohlenstoff in einem atomaren Zustand im Inneren der SiO_x ($0 \leq x < 2$) Teilchen dispergiert ist. Eine Si-Legierung kann eine Form sein, in der Si mit mindestens einem Metall ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zn, Al, Mn, Ti, Fe und Sn legiert ist.

[0018] Ein Material auf Kohlenstoffbasis kann beispielsweise mindestens eines ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus künstlichem Graphit, natürlichem Graphit, hartem Kohlenstoff, weichem Kohlenstoff, Ruß, Acetylschwarz, Ketjenschwarz, Super P und Graphen umfassen.

[0019] In einer Ausführungsform kann eine zweite Schicht 220 kein Bindemittel oder ein Bindemittel in einer geringeren Menge als die erste Schicht 210 umfassen.

[0020] In einer Ausführungsform kann der Gehalt eines Bindemittels, der in der gesamten Anode enthalten ist, 5,0 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe einer ersten Schicht 210 und einer zweiten Schicht 220, oder 4,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform, 2,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform oder 1,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform betragen. Darüber hinaus kann der Gehalt eines Bindemittels 0,05 Gew.-% oder mehr, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe einer ersten Schicht 210 und einer zweiten Schicht 220, oder 0,1 Gew.-% oder mehr in einer anderen Ausführungsform betragen. Wenn der Gehalt eines Bindemittels den zuvor beschriebenen Bereich erfüllt, kann die Haftung mit einem Anodenstromkollektor verbessert werden, während die Schnellladeleistung erhalten bleibt.

[0021] In einer Ausführungsform kann eine erste Schicht 210 oder eine zweite Schicht 220 außerdem ein leitfähiges Material zur Verbesserung der Leitfähigkeit enthalten. Ein leitfähiges Material kann mindestens eines sein, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus natürlichem Graphit, künstlichem Graphit, Ruß, Acetylschwarz, Ketjenschwarz, Kanalschwarz, Ofenschwarz, Lampenschwarz, Sommerschwarz, Kohlenstofffaser, Metallfaser, Kohlenstofffluorid, Aluminiumpulver, Nickelpulver, Zinkoxid, Kaliumtitanat, Titanoxid und Polyphenylenderivaten besteht.

[0022] In einer Ausführungsform kann eine erste Schicht 210 oder eine zweite Schicht 220 außerdem Kohlenstoff-Nanoröhren umfassen. Kohlenstoff-Nanoröhren können ein leitfähiges Netzwerk zwischen Materialien auf Siliziumbasis bilden und dadurch das Problem minimieren, dass ein leitfähiger Pfad aufgrund der Volumenausdehnung von Materialien auf Siliziumbasis, die durch Langzeit-Verwendung einer Sekundärbatterie verursacht wird, isoliert wird. Kohlenstoff-Nanoröhren können einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren und mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren umfassen. Da einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren aufgrund ihrer hohen Flexibilität effektiver ein leitfähiges Netzwerk zwischen Materialien auf Siliziumbasis bilden können, kann die Energiekapazitätserhaltungsrate einer Sekundärbatterie verbessert werden.

[0023] Der durchschnittliche Durchmesser der einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren kann 0,1 nm bis 8,0 nm, 1,5 nm bis 5,0 nm oder 1,5 nm bis 3,0 nm betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich erfüllt ist, ist der durchschnittliche Durchmesser ein Wert, der durch Messung der Durchmesser von 100 einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren in einer Schicht aus Anodenaktivmaterial mittels REM („scanning electron microscope, SEM“) und anschließender Berechnung des Durchschnittswerts ermittelt wird. Die durchschnittliche Länge der einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren kann 3 μm bis 20 μm , 4 μm bis 20 μm oder 5 μm bis 20 μm betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich eingehalten wird, kann ein leitfähiges Netzwerk, das Materialien auf Siliziumbasis verbindet, trotz einer übermäßigen Volumenänderung der Materialien auf Siliziumbasis beibehalten werden, und somit kann die Energiekapazitätserhaltungsrate einer Sekundärbatterie weiter verbessert werden. Die durchschnittliche Länge ist ein Wert, der durch Messung der Längen von 100 einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren in einer Schicht aus Anodenaktivmaterial mittels REM („SEM“) und anschließender Berechnung des Durchschnittswerts ermittelt wird.

[0024] Eine mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhre bezieht sich auf eine Kohlenstoff-Nanoröhre, die eine Vielzahl von einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren aufweist. Mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren sind wirtschaftlicher als einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren und können zur Bildung eines leitfähigen Netzwerks mit benachbarten Materialien auf Siliziumbasis beitragen, wenn sie zusammen mit einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren auf einer Oberfläche eines Materials auf Siliziumbasis angeordnet sind. Der durchschnittliche Durchmesser der mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren kann 5 nm bis 200 nm, 5 nm bis 100 nm oder 5 nm bis 50 nm betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich eingehalten wird, können mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren leicht in einer Zusammensetzung des Anodenaktivmaterials dispergiert werden und effektiv ein leitfähiges Netzwerk zwischen Materialien auf Siliziumbasis bilden. Der durchschnittliche Durchmesser ist ein Wert, der durch Messung der Durchmesser von 100 mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren in einer Anodenmischungsschicht mittels REM („SEM“) und anschließender Berechnung des Durchschnittswertes erhalten wird. Die durchschnittliche Länge der mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren kann 0,1 µm bis 100 µm, 0,1 µm bis 50 µm oder 0,1 µm bis 3 µm betragen. Wenn der zuvor beschriebene Bereich eingehalten wird, kann die Bildung eines leitfähigen Netzwerks selbst bei einem geringen Gehalt in einer Anodenaktivmaterial-Zusammensetzung maximiert werden. Die durchschnittliche Länge ist ein Wert, der durch Messung der Längen von 100 mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren in einer Anodenmischungsschicht mittels REM („SEM“) und anschließender Berechnung des Durchschnittswertes ermittelt wird.

[0025] In einer Ausführungsform kann ein Endabschnitt einer ersten Schicht 210 in einer Breitenrichtung weiter vorstehen als ein Endabschnitt einer zweiten Schicht 220 in einer Breitenrichtung. Hier können ein Anodenkollektor 100, eine erste Schicht 210 und eine zweite Schicht 220 in einer Dickenrichtung gestapelt sein, und eine Breitenrichtung kann sich auf eine Richtung beziehen, die senkrecht zu einer Dickenrichtung ist. Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, wenn ein Endabschnitt einer zweiten Schicht 220 in einer Breitenrichtung weiter als ein Endabschnitt einer ersten Schicht 210 hervorsteht, ist aufgrund des Fehlens einer ersten Schicht 210 zwischen einem Endabschnitt einer zweiten Schicht 220 und einem Anodenstromkollektor 100 kein Bindemittel vorhanden oder der Gehalt eines Bindemittels ist relativ gering, und somit kann ein Anodenaktivmaterial in einem Prozess wie Pressen oder Kerben in einem Sekundärbatterie-Herstellungsprozess extrahiert werden.

[0026] In einer Ausführungsform kann der Abstand von einem Endabschnitt einer ersten Schicht 210 in Breitenrichtung zu einem Endabschnitt einer zweiten Schicht 220 in Breitenrichtung 0,5 mm bis 5,0 mm betragen. Wenn ein Abstand von einem Endabschnitt in Breitenrichtung zu einem Endabschnitt in Breitenrichtung einer zweiten Schicht 220 0,5 mm oder mehr beträgt, kann das Auftreten von Tropfenbildung an einem Ende einer ersten Schicht 210 verhindert werden. Dementsprechend kann in einem Verfahren zur Bildung einer ersten Schicht 210 und einer zweiten Schicht 220 das Auftreten eines Seitenringphänomens, bei dem ein Endabschnitt einer ersten Schicht 210 und/oder einer zweiten Schicht 220 dick wird, verhindert werden. Dementsprechend kann die Qualität einer Anodenelektrode 1000 verbessert werden. Außerdem kann, wenn der Abstand von einem Endabschnitt in Breitenrichtung zu einem Endabschnitt in Breitenrichtung einer zweiten Schicht 220 5,0 mm oder weniger beträgt, die Entstehung von Schweißfehlern verhindert und die Energiedichte pro Volumen einer Sekundärbatterie verbessert werden. Wenn der Abstand von einem Endabschnitt in Breitenrichtung zu einem Endabschnitt in Breitenrichtung einer zweiten Schicht 220 übermäßig groß ist, kann in einem späteren Vorgang des Schweißens von Streifen („taps“) ein Bereich, auf den eine erste Zusammensetzung, die eine erste Schicht 210 bildet, aufgebracht wird, mit einem Schweißbereich überlappen, wodurch Schweißfehler erzeugt werden. Andererseits, wenn ein Schweißbereich länger eingestellt wird, kann das Problem auftreten, dass die Energiedichte pro Volumen einer Sekundärbatterie verringert wird.

[0027] Dementsprechend kann die Leistung einer Sekundärbatterie verbessert und gleichzeitig die Extraktion eines Anodenaktivmaterials verhindert werden, wenn der Abstand zwischen einem Endabschnitt einer ersten Schicht 210 in Breitenrichtung und einem Endabschnitt einer zweiten Schicht 220 in Breitenrichtung innerhalb des zuvor beschriebenen Bereichs liegt.

[0028] In einer Ausführungsform kann ein Anodenstromkollektor 100 an einem Endabschnitt in Breitenrichtung einen unbeschichteten Abschnitt aufweisen, auf dem die erste Schicht nicht ausgebildet ist. Eine Anode 1000 kann ferner einen Anodenstreifen („anode tap“, nicht dargestellt) umfassen, die sich von einem unbeschichteten Abschnitt 110 aus erstreckt.

[0029] In einer Ausführungsform kann die Dicke einer ersten Schicht 210 0,3 µm bis 1,0 µm betragen. Wenn die Dicke einer ersten Schicht 210 innerhalb des zuvor beschriebenen Bereichs liegt, kann eine hervorragende Leistung einer Sekundärbatterie aufrechterhalten werden, indem eine Erhöhung des Widerstands verhindert und gleichzeitig eine ausreichende Haftung an einem Anodenstromkollektor 100 sichergestellt wird. Hier kann die Dicke einer ersten Schicht 210 eine Dicke sein, die gemessen wird, bevor eine zweite Schicht

220 gebildet wird. Mit anderen Worten: Nach dem Auftragen einer ersten Zusammensetzung zur Bildung einer ersten Schicht 210 und dem Auftragen einer zweiten Zusammensetzung zur Bildung einer zweiten Schicht 220 kann die Dicke nur der ersten Schicht aufgrund der Vermischung einer ersten und einer zweiten Zusammensetzung schwer messbar sein. Daher kann sich in der vorliegenden Beschreibung die Dicke einer ersten Schicht 210 auf die Dicke beziehen, die gemessen wird, bevor eine zweite Schicht 220 gebildet wird.

[0030] In einer Ausführungsform kann eine erste Schicht 210 aus einer ersten Zusammensetzung gebildet werden, die ein Bindemittel enthält, und eine zweite Schicht 220 kann aus einer zweiten Zusammensetzung gebildet werden, die ein Anodenaktivmaterial enthält. Ein in einer ersten Zusammensetzung enthaltenes Bindemittel kann jedoch teilweise in eine zweite Schicht 220 migrieren, und ein in einer zweiten Zusammensetzung enthaltenes Anodenaktivmaterial kann teilweise in eine erste Schicht 210 migrieren.

<Anodenherstellungsverfahren>

[0031] Ein Anodenherstellungsverfahren umfasst: Aufbringen einer ersten Zusammensetzung, die ein erstes Bindemittel umfasst, auf einen Querschnitt eines Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung; und Aufbringen einer zweiten Zusammensetzung, die ein Anodenaktivmaterial umfasst, auf die aufgebrachte erste Zusammensetzung, wobei die zweite Zusammensetzung so aufgebracht werden kann, dass ein Endabschnitt in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung weiter innen angeordnet sein kann als die Position, an der die erste Zusammensetzung aufgebracht wird.

[0032] Zunächst kann ein Anodenherstellungsverfahren das Aufbringen einer ersten Zusammensetzung mit einem ersten Bindemittel auf einen Querschnitt eines Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung umfassen.

[0033] Die erste Zusammensetzung kann ein zuvor beschriebenes Bindemittel umfassen. Ein Bindemittel kann die Haftung zwischen einem Anodenstromkollektor und einem Anodenaktivmaterial verbessern, wodurch die Kapazitätserhaltungsrate einer Sekundärbatterie verbessert wird, und kann beispielsweise Styrol-Butadien-Kautschuk umfassen. In der vorliegenden Beschreibung kann ein Bindemittel, das in einer ersten Zusammensetzung enthalten ist, als erstes Bindemittel bezeichnet werden.

[0034] Eine erste Zusammensetzung kann 50 bis 99,5 Gew.-% eines ersten Bindemittels, bezogen auf den Feststoffgehalt der ersten Zusammensetzung, enthalten. Wenn der Anteil eines ersten Bindemittels 50 Gew.-% oder mehr beträgt, kann eine ausreichende Haftkraft an einer Grenzfläche zwischen einer ersten Schicht, die aus einer ersten Zusammensetzung gebildet ist, und einer zweiten Schicht, die aus einer zweiten Zusammensetzung gebildet ist, sichergestellt werden. Wenn der Gehalt eines ersten Bindemittels 99,5 Gew.-% oder weniger beträgt, ist die Viskosität einer ersten Zusammensetzung angemessen, so dass eine erste Zusammensetzung in einer gleichmäßigen Dicke aufgetragen werden kann und ein Gleitproblem, das auftritt, wenn eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird und dann eine zweite Zusammensetzung darauf aufgetragen wird, verhindert werden kann.

[0035] In einer Ausführungsform kann eine erste Zusammensetzung außerdem ein zuvor beschriebenes Verdickungsmittel enthalten, um Vorteile in einem Herstellungsverfahren zu erzielen.

[0036] Eine erste Zusammensetzung kann ein Verdickungsmittel in einer Menge von 0,5 bis 5 Gew.-%, bezogen auf den Feststoffgehalt der ersten Zusammensetzung, enthalten. Wenn der Gehalt eines Verdickungsmittels 0,5 Gew.-% oder mehr beträgt, ist die Viskosität einer ersten Zusammensetzung angemessen, so dass eine erste Zusammensetzung in einer gleichmäßigen Dicke aufgetragen werden kann, und ein Gleitproblem, das auftritt, wenn eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird und dann eine zweite Zusammensetzung darauf aufgetragen wird, kann verhindert werden. Wenn der Gehalt eines Verdickungsmittels 5 Gew.-% oder weniger beträgt, kann die Bildung von Poren („pinholes“) unterdrückt werden, und das Problem, dass die Dicke der Endabschnitte einer ersten Schicht und einer zweiten Schicht aufgrund des Auftragens einer ersten Zusammensetzung und einer zweiten Zusammensetzung erhöht wird, kann verhindert werden.

[0037] In einer Ausführungsform kann eine erste Zusammensetzung außerdem ein zuvor beschriebenes leitfähiges Material umfassen, um die Leitfähigkeit entsprechend dem Bedarf zu verbessern. In einer anderen Ausführungsform kann jedoch ein leitfähiges Material nicht enthalten sein, unter Berücksichtigung der Haftung an einem Anodenstromkollektor.

[0038] In einer Ausführungsform kann eine erste Zusammensetzung in einer Form vorliegen, in der ein Lösungsmittel enthalten ist, und ein Lösungsmittel kann beispielsweise Wasser sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0039] Eine erste Zusammensetzung kann 60 bis 90 Gew.-% eines Lösungsmittels enthalten. Wenn der Lösungsmittelgehalt 60 Gew.-% oder mehr beträgt, kann eine erste Schicht in einem geeigneten Dickenbereich aufgetragen werden. Wenn der Gehalt an Lösungsmittel 90 Gew.-% oder weniger beträgt, kann ein Benetzungsproblem, das auftritt, wenn eine erste Zusammensetzung und eine zweite Zusammensetzung aufgetragen werden, und ein Gleitproblem, das auftritt, wenn eine erste Zusammensetzung aufgetragen und dann eine zweite Zusammensetzung darauf aufgetragen wird, verhindert werden.

[0040] Ein Anodenherstellungsverfahren kann dann das Aufbringen einer zweiten Zusammensetzung auf die aufgebraute erste Zusammensetzung umfassen.

[0041] Eine zweite Zusammensetzung kann ein zuvor beschriebenes Anodenaktivmaterial enthalten. Ein Anodenaktivmaterial kann z. B. mindestens ein Material sein, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Material auf Siliziumbasis und einem Material auf Kohlenstoffbasis besteht.

[0042] In einer Ausführungsform kann eine zweite Zusammensetzung außerdem ein zuvor beschriebenes Bindemittel enthalten. Hierbei kann eine zweite Zusammensetzung 2,0 Gew.-% oder weniger eines Bindemittels enthalten, 1,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform, 0,8 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform oder 0,6 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform. Darüber hinaus kann in einer anderen Ausführungsform eine zweite Zusammensetzung kein Bindemittel enthalten. Mit anderen Worten, wenn eine zweite Zusammensetzung ein Bindemittel innerhalb des beschriebenen Bereichs oder kein Bindemittel enthält, kann der Widerstand einer Sekundärbatterie drastisch gesenkt und die Ausfällung von Lithiumsalzen während einer Schnellladung verhindert werden, um eine lange Lebensdauer zu gewährleisten. In der vorliegenden Beschreibung kann ein Bindemittel, das in einer zweiten Zusammensetzung enthalten ist, als zweites Bindemittel bezeichnet werden. In einer Ausführungsform können ein erstes Bindemittel und ein zweites Bindemittel das gleiche Material sein. In einer anderen Ausführungsform können ein erstes Bindemittel und ein zweites Bindemittel aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

[0043] In einer Ausführungsform kann der Gesamtgehalt eines ersten Bindemittels und eines zweiten Bindemittels, die in der Gesamtheit einer ersten Zusammensetzung und einer zweiten Zusammensetzung enthalten sind, 5,0 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe einer ersten Zusammensetzung und einer zweiten Zusammensetzung, 4,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform, 2,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform, oder 1,0 Gew.-% oder weniger in einer anderen Ausführungsform, betragen. Darüber hinaus kann der Gesamtgehalt eines ersten Bindemittels und eines zweiten Bindemittels 0,05 Gew.-% oder mehr, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe einer ersten Zusammensetzung und einer zweiten Zusammensetzung, oder 0,1 Gew.-% oder mehr in einer anderen Ausführungsform betragen. Wenn der Gehalt eines Bindemittels einem der zuvor beschriebenen Bereiche entspricht, kann die Haftung mit einem Anodenstromkollektor verbessert werden, während die Schnellladeleistung erhalten bleibt.

[0044] Eine zweite Zusammensetzung kann so aufgetragen werden, dass sie sich in Breitenrichtung 0,5 mm bis 5,0 mm innerhalb im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird, befindet. Wenn eine zweite Zusammensetzung so aufgetragen wird, dass sie sich in Breitenrichtung 0,5 mm oder mehr innerhalb im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird, befindet, kann das Auftreten von Tropfenbildung an einem Ende einer Anodenmischungsschicht, die durch eine erste Zusammensetzung und eine zweite Zusammensetzung gebildet wird, verhindert werden, und dementsprechend kann das Auftreten eines Seitenringphänomens, bei dem ein Endabschnitt einer Anodenmischungsschicht in einem Anodenmischungsschicht-Bildungsprozess dick wird, verhindert werden. Dementsprechend kann die Qualität einer Anode 1000 verbessert werden. Wenn eine zweite Zusammensetzung innerhalb eines Abstands von 5,0 mm oder weniger in Breitenrichtung im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung aufgebracht wird, aufgebracht wird, kann außerdem die Entstehung von Schweißfehlern verhindert und die Energiedichte pro Volumen einer Sekundärbatterie verbessert werden. Genauer gesagt, wenn eine zweite Zusammensetzung zu weit entfernt von der Position aufgetragen wird, an der eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird, kann in einem späteren Vorgang des Schweißens von Streifen („taps“) ein Bereich, auf den eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird, mit einem Schweißbereich überlappen, wodurch Schweißfehler erzeugt werden. Andererseits, wenn ein Schweißbereich länger

eingestellt wird, kann das Problem auftreten, dass die Energiedichte pro Volumen einer Sekundärbatterie verringert wird.

[0045] Dementsprechend kann die Leistung einer Sekundärbatterie verbessert und gleichzeitig die Extraktion eines Anodenaktivmaterials verhindert werden, wenn eine zweite Zusammensetzung innerhalb eines zuvor beschriebenen Bereichs in einer Breitenrichtung im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung aufgetragen wird, aufgebracht wird.

[0046] In einer Ausführungsform kann eine zweite Zusammensetzung außerdem ein zuvor beschriebenes leitfähiges Material umfassen, um die Leitfähigkeit zu verbessern. In einer Ausführungsform kann die zweite Zusammensetzung außerdem ein Verdickungsmittel umfassen, um Vorteile im Herstellungsprozess zu erzielen.

[0047] In einer Ausführungsform kann eine zweite Zusammensetzung in einer Form vorliegen, in der ein zuvor beschriebenes Anodenaktivmaterial in einem Lösungsmittel enthalten ist, und das Lösungsmittel kann z. B. Wasser sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0048] Eine zuvor beschriebene erste Schicht kann aus einer ersten Zusammensetzung gebildet werden, und eine zuvor beschriebene zweite Schicht kann aus einer zweiten Zusammensetzung gebildet werden. In einer Ausführungsform können eine erste Schicht und eine zweite Schicht durch Auftragen einer ersten Zusammensetzung auf einen Anodenstromkollektor und anschließendes Auftragen einer zweiten Zusammensetzung ohne Trocknen der ersten Zusammensetzung, und anschließendes Trocknen der ersten Zusammensetzung und der zweiten Zusammensetzung gebildet werden. Das Auftragen einer ersten Zusammensetzung und einer zweiten Zusammensetzung kann nass-in-nass erfolgen, beispielsweise mit einer Schlitzdüsenbeschichtungseinrichtung, einer Walzenbeschichtungseinrichtung, einer Messerbeschichtungseinrichtung, einer Extrusionsbeschichtungseinrichtung, einer Tiefdruckbeschichtungseinrichtung oder dergleichen.

[0049] Aufgrund der Migration der einzelnen Inhaltsstoffe kann ein Inhaltsstoff einer zweiten Zusammensetzung teilweise in einer ersten Schicht und ein Inhaltsstoff einer ersten Zusammensetzung teilweise in einer zweiten Schicht enthalten sein.

<Sekundärbatterie>

[0050] Eine Sekundärbatterie gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine Anode, eine Kathode und einen Separator, der zwischen einer Anode und einer Kathode, wie zuvor beschrieben, angeordnet ist.

[0051] Eine Sekundärbatterie umfasst eine Anode 1000, und die Anode 1000 kann den gleichen Anodenstromkollektor 100, die erste Schicht 210, die zweite Schicht 220 und dergleichen verwenden, die zuvor in Bezug auf eine Anode 1000 beschrieben wurden.

[0052] Eine Sekundärbatterie kann zusätzlich zu einer erfindungsgemäßen Anode eine Kathode und einen Separator umfassen. Eine Kathode kann einen Kathodenstromkollektor und eine auf einem Kathodenstromkollektor angeordnete Aktivmaterialschicht umfassen. Eine Aktivmaterialschicht kann ein Aktivmaterial umfassen. Beispielsweise kann eine Schicht aus Kathodenaktivmaterial ein Kathodenaktivmaterial umfassen, und ein Kathodenaktivmaterial kann ein Material sein, in das Lithiumionen eingebracht und aus dem Lithiumionen extrahiert werden können.

[0053] Ein Kathodenaktivmaterial kann ein Lithiummetalloxid sein. Ein Kathodenaktivmaterial kann beispielsweise Lithiummanganoxid, Lithiumnickeloxid, Lithiumkobaltoxid, Lithiumnickelmanganoxid, Lithiumnickelkobaltaluminiumoxid, eine Lithiumeisenphosphatverbindung, eine Lithiummanganphosphatverbindung, eine Lithiumkobaltphosphatverbindung oder eine Lithiumvanadiumphosphatverbindung sein, ist jedoch nicht notwendigerweise auf ein bestimmtes Beispiel beschränkt.

[0054] Zwischen einer Anode und einer Kathode kann ein Separator eingefügt sein. Ein Separator ist so eingerichtet, dass er einen elektrischen Kurzschluss zwischen einer Anode und einer Kathode verhindert und einen Ionenfluss erzeugt. Ein Separator kann einen porösen Polymerfilm oder einen porösen Vliesstoff umfassen. Ein poröser Polymerfilm ist hier konfiguriert als eine einzelne Schicht oder als eine mehrschichtige Schicht, die ein Polymer auf Polyolefinbasis umfassen, wie ein Ethylenpolymer, ein Propylenpolymer, ein Ethylen/Buten-Copolymer, ein Ethylen/Hexen-Copolymer und ein Ethylen/Methacrylat-Copolymer. Ein porö-

ser Vliesstoff kann eine Glasfaser mit hohem Schmelzpunkt und eine Polyethylenterephthalatfaser umfassen. Der Separator kann auch ein keramikbeschichteter Separator (CCS) sein, der Keramik enthält.

[0055] Eine Anode, eine Kathode und ein Separator können durch ein Wickel-, Laminier-, Falt- oder Zickzack-Stapelverfahren zu einer Elektrodenanordnung verarbeitet werden. Darüber hinaus kann eine Elektrodenanordnung zusammen mit einer Elektrolytlösung zur Herstellung einer Sekundärbatterie gemäß der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden. Eine Sekundärbatterie kann eine zylindrische Form unter Verwendung eines Behälters, eine prismatische Form, eine Beutelform oder eine Münzform aufweisen, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0056] Ein Elektrolyt kann ein nichtwässriger Elektrolyt sein. Ein Elektrolyt kann ein Lithiumsalz und ein organisches Lösungsmittel umfassen. Das organische Lösungsmittel kann mindestens eines aus Propylencarbonat (PC), Ethylencarbonat (EC), Diethylcarbonat (DEC), Dimethylcarbonat (DMC), Ethylmethylcarbonat (EMC), Methylpropylcarbonat (MPC), Dipropylcarbonat (DPC), Vinylencarbonat (VC), Dimethylsulfoxid, Acetonitril, Dimethoxyethan, Diethoxyethan, Sulfolan, Gamma-Butyrolacton, Propylensulfid oder Tetrahydrofuran umfassen.

[0057] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Beispielen und Vergleichsbeispielen näher beschrieben. Die folgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele sind jedoch lediglich Beispiele zur näheren Erläuterung der vorliegenden Erfindung, und die vorliegende Erfindung wird durch die folgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele nicht eingeschränkt.

<Herstellungsbeispiel>

Herstellung der ersten Zusammensetzung

[0058] Eine CMC-Lösung wurde durch Lösen von CMC (Carboxymethylcellulose, Daicel 2200), das ein Verdickungsmittel darstellt, in reinem Wasser mit einem Feststoffgehalt von 0,6 Gew.-% hergestellt. Eine erste Zusammensetzung wurde durch Mischen der zuvor hergestellten CMC-Lösung mit einem Bindemittel, und zwar einer SBR-Suspension (Styrol-Butadien-Kautschuk, Zeon BM451B), hergestellt (Wasser als Lösungsmittel). Dabei wurde so gemischt, dass der SBR-Gehalt 99 Gew.-% und der CMC-Gehalt 1 Gew.-%, bezogen auf den Feststoffgehalt der ersten Zusammensetzung, betrug.

Herstellung der zweiten Zusammensetzung

[0059] Eine zweite Zusammensetzung mit einer Viskosität von 5.000 cps wurde hergestellt, indem ein Anodenaktivmaterial, in dem künstlicher Graphit und natürlicher Graphit in einem Gewichtsverhältnis von 7:3 gemischt wurden, ein CMC-Verdickungsmittel und ein SBR-Bindemittel zu Wasser in einem Gewichtsverhältnis von 98,4:1:0,6 hinzugefügt wurden.

<Beispiel 1>

[0060] Nach dem Auftragen der gemäß des Herstellungsbeispiels hergestellten ersten Zusammensetzung auf eine dünne Kupferschicht wurde eine zweite Zusammensetzung auf die erste Zusammensetzung aufgetragen. Die zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass sie sich in Breitenrichtung 2,0 mm innerhalb im Vergleich zu der Position, an der die erste Zusammensetzung aufgetragen wurde, befand.

[0061] Hierbei kann die Dicke einer ersten Zusammensetzung in einem Zustand gemessen werden, in dem eine zweite Zusammensetzung nicht aufgetragen ist. Die erste Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass die Dicke der ersten Schicht nach dem Trocknen weniger als 1 µm betrug, und die zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass die Dicke der zweiten Schicht nach dem Trocknen etwa 225 µm betrug. Die Struktur vor dem Trocknen, bei der die erste Zusammensetzung und die zweite Zusammensetzung aufgetragen wurden, kann anhand von **Fig. 1** nachvollzogen werden.

[0062] Danach wurde eine Anode, die eine erste und eine zweite Schicht aufweist, hergestellt, indem sie einen Heißlufttrockenofen durchlief, der ordnungsgemäß gesteuert wurde in einem Temperaturbereich von 80°C bis 200°C.

<Beispiel 2>

[0063] Eine Anode wurde auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass sie sich in Breitenrichtung 3,0 mm innerhalb im Vergleich zu der Position befindet, an der die erste Zusammensetzung aufgetragen wurde. Die Struktur vor dem Trocknen, bei der die erste Zusammensetzung und die zweite Zusammensetzung aufgetragen wurden, kann anhand von **Fig. 1** nachvollzogen werden.

<Beispiel 3>

[0064] Eine Anode wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine erste Zusammensetzung wurde so hergestellt, dass der Gehalt an SBR 56 Gew.-%, der Gehalt an CMC 4 Gew.-% und der Gehalt an einem leitfähigen Material (Imerys Super-C65) 40 Gew.-%, bezogen auf den Feststoffgehalt der ersten Zusammensetzung, betrug.

<Beispiel 4>

[0065] Eine Anode wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine zweite Zusammensetzung mit einer Viskosität von 5.000 cps wurde hergestellt, indem ein Anodenaktivmaterial, in dem künstlicher Graphit und natürlicher Graphit in einem Gewichtsverhältnis von 7:3 gemischt waren, ein Siliziumoxid (SiO_x)-Anodenaktivmaterial, ein CMC-Verdickungsmittel und ein SBR-Bindemittel in einem Gewichtsverhältnis von 96,4:2:1:0,6, bezogen auf die Feststoffe der zweiten Zusammensetzung, zu Wasser hinzugefügt wurden.

<Vergleichsbeispiel 1>

[0066] Eine Anode wurde auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass sie sich in Breitenrichtung 2,0 mm außerhalb im Vergleich zu der Position befand, an der die erste Zusammensetzung aufgetragen wurde. Die Struktur vor dem Trocknen, bei der die erste Zusammensetzung und die zweite Zusammensetzung aufgetragen wurden, kann anhand von **Fig. 2** nachvollzogen werden.

<Vergleichsbeispiel 2>

[0067] Eine Anode wurde auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass sie sich in Breitenrichtung 0,3 mm innerhalb im Vergleich zu der Position befand, an der die erste Zusammensetzung aufgetragen wurde. Die Struktur vor dem Trocknen, bei der die erste Zusammensetzung und die zweite Zusammensetzung aufgetragen wurden, kann anhand von **Fig. 3** nachvollzogen werden.

<Vergleichsbeispiel 3>

[0068] Eine Anode wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, aber eine zweite Zusammensetzung wurde so aufgetragen, dass sie sich in Breitenrichtung 5,2 mm innerhalb im Vergleich zu der Position befand, an der die erste Zusammensetzung aufgetragen wurde. Die Struktur vor dem Trocknen, bei der die erste Zusammensetzung und die zweite Zusammensetzung aufgetragen wurden, kann anhand von **Fig. 4** nachvollzogen werden.

<Experimentelles Beispiel 1> Analyse des Anodendickenprofils

[0069] Zur Analyse des Dickenprofils der Anoden der Beispiele 1 und 2 und der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 wurde die Dicke in Abhängigkeit vom Abstand von einem Endabschnitt jeder Anode in Breitenrichtung gemessen und ist in Tabelle 1 dargestellt.

[Tabelle 1]

Position	Dicke (mm) = t(Pk)				
	Beispiel 1	Beispiel 2	Vergleichsbeispiel 1	Vergleichsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel 3
P0	208	204	202	208	203

Position	Dicke (mm) = t(Pk)				
	Beispiel 1	Beispiel 2	Vergleichsbeispiel 1	Vergleichsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel 3
P1	218	214	206	228	217
P2	220	217	214	213	215
P3	223	219	212	218	219
P4	226	221	216	220	224
P5	224	220	221	221	226

[0070] In Tabelle 1 bezieht sich P0 auf einen Endabschnitt eines Bereichs, in dem eine zweite Schicht gebildet wurde, und die um jeweils 1 mm in Breitenrichtung verschobenen Positionen auf der Grundlage von P0 wurden als P1 bis P5 definiert.

[0071] Dementsprechend wurde der Grad des Auftretens eines Seitenringphänomens mit Hilfe der nachstehenden Gleichung 1 berechnet und ist in der nachstehenden Tabelle 2 aufgeführt.

$$\text{Seitenring} = \text{Max}(t(P0), t(P1), t(P2)) - \text{Durchschnitt}(t(P3), t(P4), t(P5)) \quad \text{<Gleichung 1>}$$

[0072] (Hier ist t(Pk) die Dicke an der Position Pk).

[Tabelle 2]

	Beispiel 1	Beispiel 2	Vergleichsbeispiel 1	Vergleichsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel 3
Seitenring (mm)	-4	-3	-2	8	-6

[0073] Außerdem ist das Dickenprofil bei einer Dicke von 100 % von P5 in **Fig. 5** dargestellt.

[0074] Wie in den Tabellen 1, 2 und 5 gezeigt ist, wurde bestätigt, dass ein Seitenringphänomen, bei dem die Dicke auf der Seite eines Endabschnitts in Breitenrichtung relativ dick wird, auftrat, wenn eine zweite Zusammensetzung so aufgetragen wurde, dass sie sich in Breitenrichtung um einen Abstand von weniger als 0,5 mm innerhalb im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung wie in Vergleichsbeispiel 2 aufgetragen wurde, befand.

[0075] Genauer gesagt, im Vergleichsbeispiel 2 betrug die Dicke bei P1 228 mm (siehe Tabelle 1), und der Grad des Auftretens eines Seitenringphänomens wurde mit 8 mm berechnet (siehe Tabelle 2).

[0076] Darüber hinaus kann, sogar wenn **Fig. 5** geprüft wird, im Vergleichsbeispiel 2 bestätigt werden, dass die Dicke an einer Position in der Nähe eines Endabschnitts mit 103 % im Vergleich zu einer inneren Position in Breitenrichtung sehr dick war.

[0077] Außerdem zeigt **Fig. 6** eine Abbildung einer Anode aus Beispiel 1 und **Fig. 8** eine Abbildung einer Anode aus Vergleichsbeispiel 2.

[0078] An einem Endabschnitt in Breitenrichtung, auf den eine erste Zusammensetzung aufgetragen ist, kann es in Abhängigkeit von der Oberflächenspannung zu einer Tropfenbildung kommen, und aufgrund der Tropfenbildung kann sich am Endabschnitt in Breitenrichtung eines Bereichs, auf den die erste Zusammensetzung aufgetragen ist, ein schmaler dicker Bereich bilden. Wenn der Bereich am Endabschnitt der ersten Zusammensetzung in einer Breitenrichtung auf einen Bereich trifft, auf den eine zweite Zusammensetzung aufgetragen wird, diffundiert die erste Zusammensetzung schnell zu einem Endabschnitt des Bereichs, auf den die zweite Zusammensetzung aufgetragen ist.

[0079] Mit anderen Worten: Im Fall von Vergleichsbeispiel 2, in dem ein Endabschnitt in Breitenrichtung eines Bereichs, auf den eine erste Zusammensetzung aufgetragen ist, relativ nahe an einem Endabschnitt in Breitenrichtung eines Bereichs liegt, auf den eine zweite Zusammensetzung aufgetragen ist, tritt ein Seitenringphänomen auf. Da eine erste Zusammensetzung zu einem Endabschnitt eines Bereichs diffundiert, auf

den eine zweite Zusammensetzung aufgetragen ist, unterscheidet sich daher die Farbe eines Endabschnitts in Breitenrichtung einer zweiten Schicht 220, die durch eine zweite Zusammensetzung gebildet wird, wie in **Fig. 8** dargestellt ist, von **Fig. 6**, die eine Anode aus Beispiel 1 darstellt.

<Experimentelles Beispiel 2> Beobachtung des Auftretens von Desorption des Anodenaktivmaterials

[0080] Um das Auftreten einer Extraktion eines Anodenaktivmaterials, das in einer zweiten Zusammensetzung enthalten ist, in Bezug auf die Anoden der Beispiele 1 bis 4 und der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 zu bestätigen, wurde ein Klebebandablösetest mit den Anoden (eine Oberfläche auf einer Endabschnittseite einer zweiten Schicht 220) der Beispiele 1 bis 4 und der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 durchgeführt, und die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und den nachfolgenden **Abb. 6** und **7** dargestellt.

[0081] Ein Klebebandablösetest wurde durchgeführt, indem ein einseitiges 3M-Klebeband mit einer Breite von 18 mm in eine Länge von 100 mm geschnitten wurde, das Klebeband so angebracht wurde, dass ein Endabschnitt einer Anode und eine 70-mm-Position des Klebebandes zusammenfielen, und dann das Klebeband so getrennt wurde, dass der Winkel zwischen der Elektrode und dem Klebeband 180° betrug, während die verbleibende Länge von 30 mm festgehalten wurde. Das Klebeband wurde so getrennt, dass die Trenngeschwindigkeit 20 mm der Klebebandlänge pro Sekunde betrug.

[Tabelle 3]

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Vergleichsbeispiel 1	Vergleichsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel 3
Auftreten der Extraktion von Anodenaktivmaterial	X	X	X	X	O (2 mm)	X	X
O bedeutet, dass das Anodenaktivmaterial extrahiert wurde, und X bedeutet, dass das Anodenaktivmaterial nicht extrahiert wurde.							

[0082] Gemäß der obigen Tabelle 3 wurde, wenn eine zweite Zusammensetzung so aufgetragen wurde, dass sie sich in einer Breitenrichtung außenliegend im Vergleich zu der Position, an der eine erste Zusammensetzung wie in Vergleichsbeispiel 1 aufgetragen wurde, befand, nach dem Entfernen des Klebebandes ein Anodenaktivmaterial entlang einer Längsrichtung in einem Bereich extrahiert, der sich außerhalb im Vergleich zu einem Bereich, der durch Auftragen der ersten Zusammensetzung gebildet wurde, befand, in einem Bereich, der durch Auftragen der zweiten Zusammensetzung gebildet wurde.

[0083] Außerdem kann durch den Vergleich von **Fig. 6** und **Fig. 7** visuell bestätigt werden, dass nach Abtrennen des Klebebandes im Vergleichsbeispiel 1 ein Anodenaktivmaterial extrahiert wurde.

[0084] **Fig. 6**, die eine Anode aus Beispiel 1 darstellt, bestätigt, dass keine Extraktion eines Anodenaktivmaterials an einem Endabschnitt in Breitenrichtung auftrat, nachdem das Klebeband entfernt wurde.

[0085] Im Gegenteil, **Fig. 7** zeigt eine Anode des Vergleichsbeispiels 1, und **Fig. 7** bestätigt, dass ein Anodenaktivmaterial von einem Endabschnitt in Breitenrichtung extrahiert wurde, nachdem das Klebeband entfernt wurde.

[0086] Des Weiteren gab es, da die erste Schicht im Falle des Beispiels 3 ein leitfähiges Material enthielt, keine Extraktion aufgrund der Wirkung eines an der Oberfläche des leitfähigen Materials adsorbierten Bindemittels, aber es wurde bestätigt, dass die Adhäsionskraft etwas geringer war als die von Beispiel 1.

<Experimentelles Beispiel 3: Ergebnisse der Herstellung einer Sekundärbatterie >

Herstellung der Kathode

[0087] Eine Aufschlämmung wurde durch Mischen von $\text{Li}[\text{Ni}_{0.88}\text{Co}_{0.10}\text{Mn}_{0.02}]\text{O}_2$, Ruß und Polyvinylidenfluorid (PVdF) als Aktivmaterialien in einem Gewichtsverhältnis von 96:3:1 hergestellt. Die Aufschlämmung wurde gleichmäßig auf eine Aluminiumfolie aufgetragen und mit Heißluft getrocknet, um eine Kathode herzustellen.

<Herstellung der Sekundärbatterie>

[0088] Die Anoden der Beispiele 1 bis 4 und der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 sowie die zuvor beschriebene Kathode wurden einem Pressvorgang unterzogen, so dass das Kompressionsverhältnis etwa 30 % betrug, und dann wurden eine Anode, eine Kathode und ein PE-Separator, die auf eine bestimmte Größe zugeschnitten waren, laminiert. Nach dem Laminieren von 41 Lagen Anode und 40 Lagen Kathode wurden unbeschichtete Abschnitte einer Anode und einer Kathode miteinander verschweißt, und ein Anodenstreifen und ein Kathodenstreifen wurden jeweils so verschweißt, dass sie in einem geschweißten Abschnitt überlappen. Die Position des geschweißten Abschnitts auf einer Anode wurde so festgelegt, dass das Schweißen an einer Position 5 mm in Breitenrichtung von einem Endabschnitt, auf den eine zweite Zusammensetzung aufgetragen wurde, beginnen konnte.

[0089] Die Ergebnisse des Sekundärbatterie-Herstellungsprozesses sind in Tabelle 4 unten dargestellt.

[Tabelle 4]

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Vergleichsbeispiel 1	Vergleichsbeispiel 2	Vergleichsbeispiel 3
Ergebnisse des Sekundärbatterie-Herstellungsprozesses	Normal	Normal	Normal	Normal	Beim Pressen trat Extraktion eines Anodenaktivmaterials auf.	Es kam zu einer Verunreinigung der Presswalze.	Beim Schweißen ist eine Störung aufgetreten.

[0090] In den Beispielen 1 bis 4 konnte das Verfahren nach der Bildung einer ersten Schicht und einer zweiten Schicht normal durchgeführt werden.

[0091] Im Gegensatz dazu trat im Vergleichsbeispiel 1 während des Pressvorgangs ein Problem der Extraktion eines Anodenaktivmaterials auf.

[0092] Darüber hinaus wurde im Vergleichsbeispiel 2 durch das Auftreten eines Seitenringes die Seitendichte lokal erhöht, wodurch eine Oberfläche der Walze zur Durchführung des Pressvorgangs verunreinigt wurde, was zu einer Verringerung der Verarbeitbarkeit führte.

[0093] Außerdem überlappten sich im Vergleichsbeispiel 3 bei einem primären Schweißvorgang zwischen unbeschichteten Abschnitten einer Anode und bei einem Vorgang des Schweißens eines Anodenstreifens und eines unbeschichteten Abschnitts ein Bereich, auf den eine erste Zusammensetzung aufgetragen wurde, und ein zu schweißender Bereich, so dass es beim Schweißen zu Störungen kam. Infolgedessen wurde eine Vorrichtung verunreinigt, da ein Bindemittel während des Schweißens geschmolzen wurde, oder eine Trennung zwischen unbeschichteten Abschnitten oder zwischen einem unbeschichteten Abschnitt und einem Streifen trat nach dem Schweißen auf, da die Festigkeit einiger Schweißabschnitte nicht einheitlich war.

[0094] In Bezug auf Vergleichsbeispiel 3 kann die Anpassung der Position eines Schweißabschnitts in Betracht gezogen werden, um das Auftreten von Störungen während des Schweißens zu verhindern, aber in einem solchen Fall kann die Energiedichte pro Volumen einer Sekundärbatterie reduziert werden.

Schutzansprüche

1. Anode für eine Sekundärbatterie, umfassend:
 einen Anodenstromkollektor;
 eine erste Schicht, die ein Bindemittel enthält und mindestens einen Querschnitt des Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt; und
 eine zweite Schicht, die ein Anodenaktivmaterial enthält und einen Querschnitt der ersten Schicht in einer Dickenrichtung berührt,
 wobei die Länge der ersten Schicht in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung größer ist als die Länge der zweiten Schicht in der Breitenrichtung.

2. Anode für eine Sekundärbatterie nach Anspruch 1, wobei mindestens eines der beiden Enden der ersten Schicht in der Breitenrichtung vorsteht im Vergleich zu mindestens einem der beiden Enden der zweiten Schicht in der Breitenrichtung.

3. Anode für eine Sekundärbatterie nach Anspruch 2, wobei ein Ende der ersten Schicht in der Breitenrichtung um 0,5 mm bis 5,0 mm im Vergleich zu einem Ende der zweiten Schicht in der Breitenrichtung vorsteht.

4. Anode für eine Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Dicke der ersten Schicht 0,3 μm bis 1,0 μm beträgt.

5. Anode für eine Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Anodenstromkollektor an jedem Ende in der Breitenrichtung einen unbeschichteten Abschnitt aufweist, auf dem die erste Schicht nicht ausgebildet ist.

6. Anode für eine Sekundärbatterie nach Anspruch 5, die des Weiteren umfasst: einen Anodenstreifen, der sich von dem unbeschichteten Teil aus erstreckt.

7. Anode für eine Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Bindemittel ein auf Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) basierendes Bindemittel enthält.

8. Anode für Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Bindemittel zu 5,0 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe der ersten Schicht und der zweiten Schicht, enthalten ist.

9. Anode für Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Anodenaktivmaterial mindestens ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Material auf Siliziumbasis und einem Material auf Kohlenstoffbasis besteht.

10. Anode für eine Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die erste Schicht das Bindemittel in einer Menge von 50 Gew.-% bis 99,5 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe der ersten Schicht, enthält.

11. Anode für eine Sekundärbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die zweite Schicht ein Bindemittel mit einem geringeren Gehalt im Vergleich zu dem in der ersten Schicht enthaltenen Bindemittel enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe der zweiten Schicht.

12. Anode für Sekundärbatterie nach Anspruch 11, wobei die zweite Schicht das Bindemittel in einer Menge von 2,0 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht aller Feststoffe der zweiten Schicht, enthält.

13. Sekundärbatterie, umfassend:

eine Kathode; und

eine Anode,

wobei die Anode enthält:

einen Anodenstromkollektor;

eine erste Schicht, die ein Bindemittel enthält und mindestens einen Querschnitt des Anodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt; und

eine zweite Schicht, die ein Anodenaktivmaterial enthält und einen Querschnitt der ersten Schicht in einer Dickenrichtung berührt, und

wobei die Länge der ersten Schicht in einer Breitenrichtung senkrecht zur Dickenrichtung größer ist als die Länge der zweiten Schicht in der Breitenrichtung.

14. Sekundärbatterie nach Anspruch 13, wobei die Kathode einen Kathodenstromkollektor und ein Kathodenaktivmaterial enthält, das mindestens einen Querschnitt des Kathodenstromkollektors in einer Dickenrichtung berührt.

15. Sekundärbatterie nach Anspruch 13 oder 14, die einen zwischen Kathode und Anode angeordneten Separator umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

1000

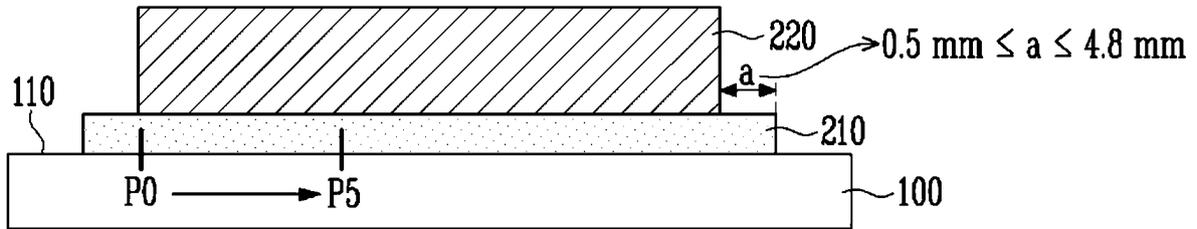


FIG. 2

1000

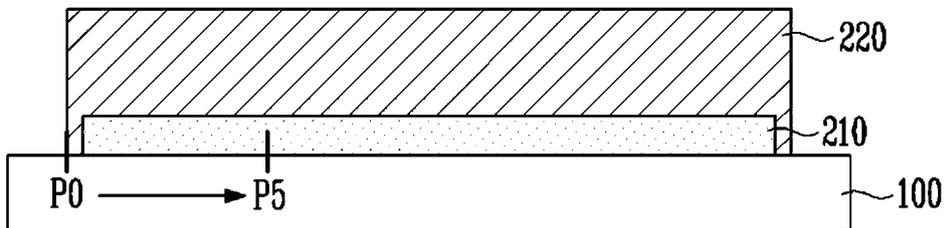


FIG. 3

1000

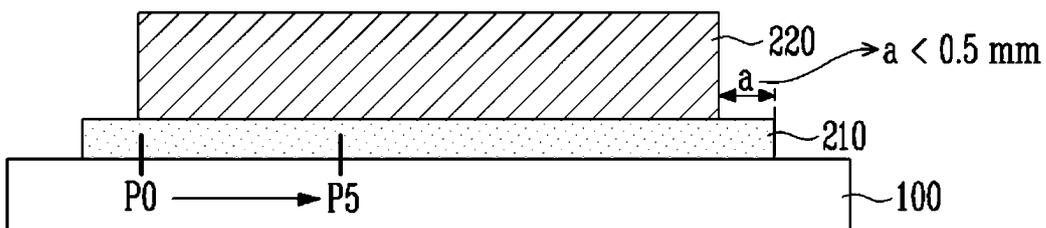


FIG. 4

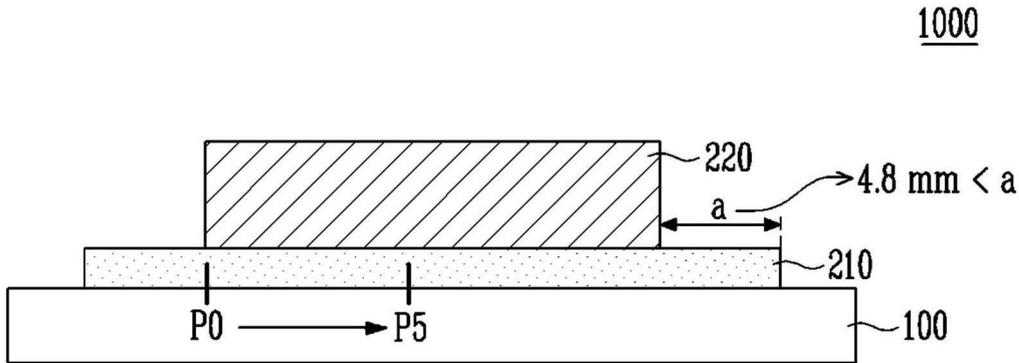


FIG. 5

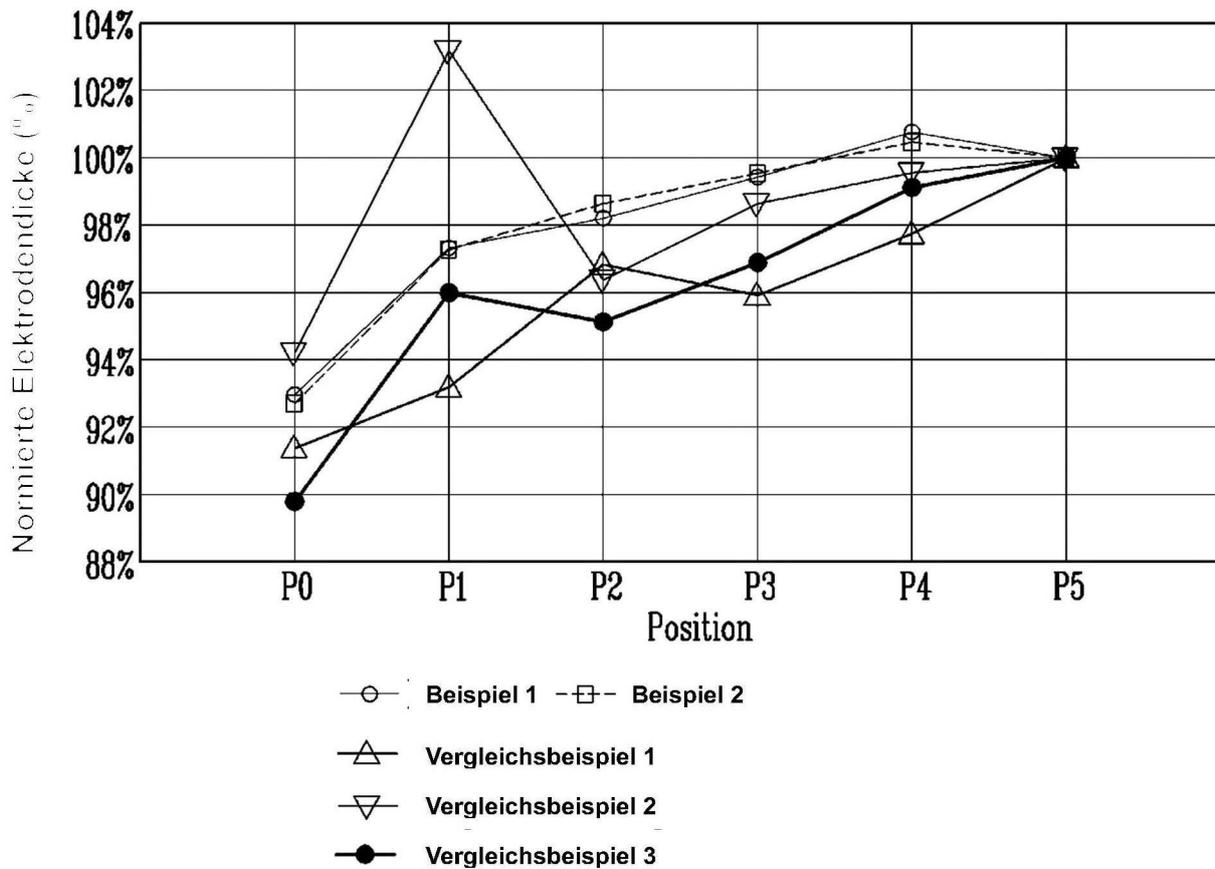


FIG. 6

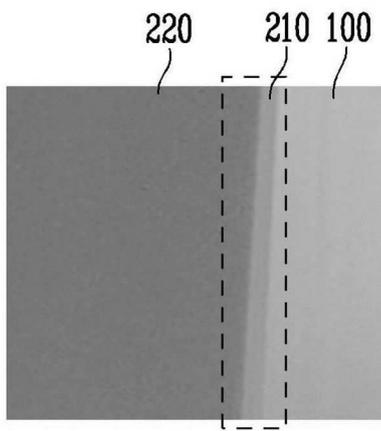


FIG. 7

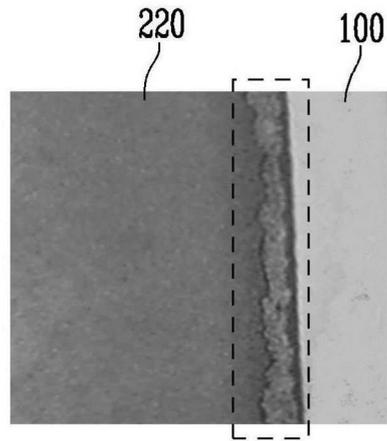


FIG. 8

