

Batterieelektroden aus Siliziumschichten mit optimierter Porosität und Mikrostruktur

Anwendungsgebiet

Da die theoretische Kapazität von Anoden auf Siliziumbasis deutlich höher ist als die herkömmlich eingesetzter, kohlenstoffbasierter Anoden, werden Verfahren benötigt, die eine Massenproduktion stabiler Siliziumanoden ermöglichen. Die erfindungsgemäße Elektrode auf Siliziumbasis, weist eine große Kapazität zur Aufnahme von Ionen bei hoher mechanischer Stabilität auf. Sie kann wirtschaftlich hergestellt werden und ist für den Einsatz sowohl in Primärzellen (z. B. Silizium-Luft-Batterien) als auch Sekundärzellen (z. B. Li-Ion-Batterien) geeignet.

Stand der Technik

Sowohl in Primärzellen als auch in Sekundärzellen verspricht die Verwendung von Silizium als Anodenmaterial eine hohe theoretische Energiedichte. Allerdings erfährt eine siliziumbasierte Anode eine erhebliche Volumenvergrößerung durch die Aufnahme von Ionen. Dieses Aufquellen kann zu Spannungen, Rissbildungen und letztlich zum Versagen der Elektrode führen.

Bisherige Ansätze, Siliziumelektroden mit kontrollierter Porosität herzustellen, um die Volumenvergrößerung zu begrenzen, können meist dem Aufquellen des Siliziums nicht ausreichend entgegenwirken und erfordern in der Regel einen hohen zusätzlichen Fertigungsaufwand.

Innovation

Wissenschaftler des Instituts für Photovoltaik (*ipv*) der Universität Stuttgart haben nun ein Verfahren entwickelt, siliziumbasierte Anoden aus porösen und mikrostrukturierten Halbleiterschichten herzustellen.

Die Mikrostrukturalisierung kann in einem einfachen Verfahrensschritt erfolgen. Zum Beispiel durch lokale Laserbestrahlung werden unterschiedlich dotierte Bereiche erzeugt. Vor allem p-dotierte Bereiche auf einer n-dotierten Halbleiterschicht wirken als Stützbereiche, da sie weniger Ionen einlagern als die n-dotierten. Dadurch wird das Aufquellen verhindert und die mechanische Stabilität der Anode erhöht. Die dreidimensionale Gitterstruktur der Stützbereiche kann auch durch lokale Kristallisation, also Verfestigung von Gitterpunkten, erzeugt werden.

Die Halbleiterschichten werden durch Vakuumverfahren auf eine Kunststoff- oder Metallfolie aufgebracht. Bei Bedarf werden zur Erhöhung der Materialstärke mehrere Schichten nacheinander abgeschieden und mikrostrukturalisiert. Die beschichtete Folie wird metallisiert und kontaktiert und kann daraufhin mit einer zweiten Elektrode und dem Elektrolyten (z. B. Gel auf flexiblem, porösem Trägermaterial) und ggf. der Separatormembran aufgewickelt und in einem Gehäuse gekapselt werden.

Erste Versuche mit einem Labormodell zeigten, dass die Kapazität nach 300 Ladezyklen stabil bei ca. 950 mAh/g lag.

Ihre Vorteile auf einen Blick

- ✓ Hohes Potential zur Ionenaufnahme bei verbesserter mechanischer Stabilität
- ✓ Herstellung mechanisch flexibler Batterien
- ✓ Hohe Energiedichte durch große aktive Fläche: Stabile Ladekapazität von 950 mAh/g bereits im Laborversuch
- ✓ Einfache Serien- und Parallelschaltung von Einzelzellen während des Abscheideverfahrens
- ✓ Kostengünstig durch geringen Materialbedarf und einfache Herstellung

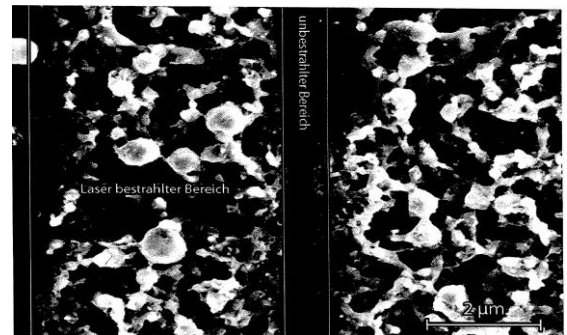


Abbildung 1: REM-Aufnahme der Siliziumschicht mit nicht bestrahltem und mit einem Laser-bestrahltem Bereich

Technologietransfer

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.

Patent-Portfolio

Die Erfindung wurde 2013 in Deutschland unter der Nummer DE 10 2013 114 767 sowie in Europa (EP 14 802 894) und den USA (US 15/186,912) zum Patent angemeldet.

Kontakt

Dr.-Ing. Hubert Siller

hsiller@tlb.de

Technologie-Lizenz-Büro (TLB)

der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

Ettlinger Straße 25, D-76137 Karlsruhe

Tel. 0721 79004-0, Fax 0721 79004-79

www.tlb.de

Referenz-Nummer: 13/055TLB