

Pengembangan Material Mn-MoS₂ dengan Substrat Kain Karbon sebagai Kandidat Elektroda Superkapasitor Fleksibel = Development of Mn-MoS₂ Material with Carbon Cloth Substrate as a Candidate for Flexible Supercapacitor Electrodes

Hendri Erka Setya, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920575272&lokasi=lokal>

Abstrak

Superkapasitor fleksibel menjadi solusi menjanjikan untuk perangkat penyimpanan energi dengan keunggulan rapat daya tinggi, pengisian cepat, stabilitas mekanik yang unggul, dan masa pakai yang panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh penambahan mangan (Mn) pada material molybdenum disulfide (MoS₂) yang ditumbuhkan di atas kain karbon (carbon cloth, CC), dengan motivasi kehadiran kation (intersisi) Mn yang melimpah dan menyisip pada lapisan MoS₂ dapat meningkatkan kinerja elektrokimia MoS₂ untuk aplikasi superkapasitor. Sintesis material dilakukan dengan metode hidrotermal (200°C, 8 jam), dengan variasi penambahan prekursor Mn sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8% terhadap prekursor Mo dan S yang konstan. Karakterisasi struktur dan morfologi menunjukkan bahwa penambahan Mn meningkatkan ukuran nanoflowers MoS₂, mengubah fase material dari 2H menjadi 1T/2H disertai kekosongan sulfur, terutama pada sampel 4%Mn-MoS₂. Hasil pengujian elektrokimia 4%Mn-MoS₂/CC memiliki kapasitansi spesifik tertinggi (326 F/g pada 5 mV/s (dari Cyclic Voltammetry), dan 2179 F/g pada 0,5 A/g (dari Galvanostatic Charge-Discharge (GCD)) masing-masing naik hingga 110% dan 62% dibandingkan MoS₂ murni yang didukung dengan signifikansi peningkatan luas permukaan aktif elektrokimia (sekitar 200%) dan laju difusi ion, serta transisi ke fase 1T/2H. Stabilitas sampel dengan penambahan 4%Mn mencapai 95% setelah 1000 siklus GCD. Hasil analisis kinetika reaksi membuktikan Mn-MoS₂ cenderung menyimpan muatan secara pseudocapacitor dengan mengandalkan penyisipan dan fisisorpsi ion Na⁺ pada permukaan nanoflowers MoS₂ dan transfer muatan (reduksi-oksidasi) Faradaik, dengan koefisien difusi ion Na⁺ berada di 10⁻⁹ cm²/s, dan resistansi transfer muatan yang berkurang seiring kenaikan %Mn. Perangkat superkapasitor simetris 4%Mn-MoS₂/CC dengan gel polimer-elektrolit PVA/Na₂SO₄ berhasil difabrikasi dan menunjukkan fleksibilitas unggul yang mana tidak ada perubahan ketika perangkat mengalami pembengkokkan pada berbagai sudut.

.....Flexible supercapacitors are a promising solution for energy storage devices, offering advantages such as high power density, fast charging, superior mechanical stability, and long lifespan. This study investigates the effect of manganese (Mn) incorporating on molybdenum disulfide (MoS₂) grown on carbon cloth (CC) as a flexible electrode material motivated by the abundant presence of Mn cations intercalating into the MoS₂ layers, which can enhance the electrochemical performance of MoS₂ for supercapacitor applications. The synthesis was carried out via a hydrothermal method (200°C, 8 hours) with varying Mn precursor concentrations (2%, 4%, 6%, and 8%) relative to fixed Mo and S precursors. Structural and morphological characterization revealed that Mn doping increased the size of MoS₂ nanoflowers and induced a phase transition from 2H to a mixed 1T/2H phase with sulfur vacancies, particularly in the 4%Mn-MoS₂ sample. Electrochemical testing demonstrated that 4%Mn-MoS₂/CC exhibited the highest specific capacitance (326 F/g at 5 mV/s from cyclic voltammetry and 2179 F/g at 0.5 A/g from galvanostatic charge-discharge (GCD)), representing a 110% and 62% improvement over pure MoS₂, respectively. This enhancement was

attributed to an ~200% increase in electrochemically active surface area (ECSA) and ion diffusion rate, as well as the phase transition to 1T/2H. The material also demonstrated excellent cycling stability, retaining 95% of its initial capacitance after 1000 GCD cycles. Kinetic analysis revealed that Mn-doped MoS₂ predominantly stores charge via a pseudocapacitive mechanism, which involves Na⁺ ion intercalation and physisorption on the surface of MoS₂ nanoflowers, coupled with Faradaic redox charge transfer. The Na⁺ ion diffusion coefficient was estimated to be on the order of 10⁻⁹ cm²/s, while the charge transfer resistance exhibited a decreasing trend with increasing Mn content. A symmetric supercapacitor device based on 4%Mn-MoS₂/CC and a polyvinyl alcohol (PVA)/Na₂SO₄ gel polymer electrolyte was success