

NANOTIUB KARBON DALAM SUPERKAPASITOR

Disediakan oleh: Nor Haziqah Mohamad Rizam & Mohd Zaki Mohd Yusoff

Perkembangan dalam penggunaan tenaga di seluruh dunia amat membimbangkan. Ini disertai oleh pelepasan karbon dioksida (CO₂), yang berasal dari peningkatan kelaziman global. Perkembangan ekonomi di seluruh dunia, dan peningkatan ketergantungan manusia terhadap teknologi penyimpanan tenaga juga harus diberi perhatian. Peranti elektrokimia yang menggabungkan keupayaan bekalan kuasa dan penyimpanan cas kapasitor khas dan bateri, yang sering disebut sebagai kapasitor ultra atau para penyelidik biasanya menggunakan istilah superkapasitor. Secara khusus, nanomaterial berasaskan karbon seperti graphene, karbon *nanosheet*, *non-porous*, nanotiub, *activated*, aerogels serta oksida logam dan komposit polimer telah memainkan fungsi penting dalam membentuk superkapasitor yang sangat efisien.

APAKAH ITU SUPERKAPASITOR?

Superkapasitor adalah peranti simpanan tenaga yang mempunyai kualiti canggih seperti ketumpatan kuasa tinggi, jangka hayat yang panjang, dan ketahanan yang hebat. Walau bagaimanapun, superkapasitor tidak dapat digunakan di

dalam industri pembuatan kerana ketumpatan tenaganya yang lebih rendah. Oleh kerana proses elektrostatik penyimpanan cas, kapasitor menyimpan elektrik secara langsung, dicas seketika, dan memindahkan tenaga pada kadar yang sangat cepat. Elektrod, elektrolit, dan pemisah adalah tiga komponen penting bagi superkapasitor standard. Ciri kualiti antara elektrod dan bahan elektrolit menilai keberkesanan sebenar superkapasitor. Walau bagaimanapun, elektrod juga bertindak sebagai komponen penting untuk menyimpan tenaga dan pengangkutan, dan sangat penting dalam menentukan kepadatan tenaga dan daya superkapasitor. Superkapasitor dapat menghasilkan tenaga yang lebih banyak dan kuat berbanding bateri. Ia juga kurang terdegradasi daripada bateri lithium-ion. Walau bagaimanapun, kapasitor khas mempunyai ketumpatan tenaga yang lebih rendah daripada bateri. Superkapasitor mempunyai output yang berkesan, ketumpatan tenaga sederhana, ketumpatan daya tinggi, menjaga lebih banyak tenaga, jangka hayat yang panjang, muatan cepat - pelepasan, dapat bertahan pada suhu yang ekstrem dan mesra alam.

Akibatnya, superkapasitor merapatkan jurang perbezaan di antara bateri tradisional dan kapasitor khas. Sekiranya pengeluaran superkapasitor lebih efisien, kemungkinan ia akan menggantikan peranan bateri (Goel, A. et al., 2020).

Sumber:

https://ejmcm.com/article_5200_af78e6d4778325b3787894e268ac71dc.pdf

KEBERKESANAN NANOTIUB KARBON SEBAGAI ALAT SIMPANAN TENAGA

Pengeluaran elektrod yang berskala sementara mengekalkan kecekapan elektrokimia yang baik adalah isu utama dalam perkembangan kapasitor. Tambahan pula, kesukaran terkini untuk superkapasitor adalah untuk meningkatkan ketumpatan tenaga dan mengurangkan kos pengeluaran tanpa kehilangan keupayaan tinggi. Bahan elektrod dan elektrolit baru kini dikaji untuk mencapai tujuan ini. Pemahaman yang diterapkan oleh penyelidik mengenai bahan elektrod berasaskan karbon untuk penyimpanan tenaga akan bertambah baik hasilnya melalui analisis. Berlian, grafit, dan karbon amorf adalah tiga jenis bahan asas karbon. Kedudukan atom karbon mempengaruhi ciri-ciri mereka. Dalam hal ini, nanotub karbon dan graphene telah didakwa sebagai bahan elektrod yang menjanjikan penghasilan superkapasitor elektrokimia yang elastik dan tegang

kerana kestabilan strukturnya yang hebat dan peningkatan ketara pada lenturan mereka. Oleh itu, nanomaterial karbon telah dikaji secara meluas untuk menghasilkan bahan elektrod alternatif untuk digunakan dalam kawalan kelajuan elektronik yang berbeza untuk penyimpanan tenaga yang berkesan. Oleh kerana luas permukaannya yang sangat besar, ciri mekanik dan elektrik yang baik, dan kestabilan elektrokimia yang hebat, karbon nanomaterials, seperti nanotub karbon satu dimensi, grafik dimensi dua, dan karbon mesopori tiga dimensi, berpotensi sebagai bahan elektrod untuk menambah prestasi superkapasitor. Elektrod karbon grafik dan mesopori, yang berdasarkan pada nanotub karbon telah dikenali sebagai salah satu alat penyimpanan tenaga yang paling ketara (Chen, 2014).

Sumber:

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/ta/c4ta00567h>

Dalam mengembangkan superkapasitor berprestasi tinggi, bahan elektrod nanotub karbon didapati menarik kerana sifat baru seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pada tahun 1997, Niu et al buat pertama kalinya menyarankan agar nanotub karbon dapat digunakan pada superkapasitor. Nanotub karbon multi-dinding pertama kali difungsikan dalam asid nitrik dengan memperkenalkan kumpulan berfungsi di atas permukaan. Nanotub

karbon multi-dinding yang difungsikan ini mempunyai luas spesifik yaitu $430 \text{ m}^2 / \text{g}$, kapasitansi gravimetrik $102 \text{ F} / \text{g}$ dan ketumpatan tenaga $0.5 \text{ W} \cdot \text{h} / \text{kg}$ yang diperoleh pada 1 Hz pada peranti sel tunggal, menggunakan 38% berat sulfurik asid sebagai elektrolit. Walaupun 90% pemangkin dikeluarkan, katalis yang tersisa dalam nanotiub karbon multi-dinding (terutamanya di bahagian dalam tiub) akan mempengaruhi prestasi superkapasitor. Usaha seperti pemanasan dan fungsi nanotiub karbon baru-baru ini dilakukan untuk meningkatkan prestasi elektrokimia superkapasitor berasaskan karbon-nanomaterial dengan meningkatkan kapasitansi spesifik mereka, ketumpatan tenaga, ketumpatan kuasa, prestasi kelajuan dan kestabilan kitaran. Walau bagaimanapun, peningkatan prestasi superkapasitor berasaskan nanomaterials karbon tetap menjadi cabaran. Karbon mempunyai kapasitansi yang lebih rendah daripada bahan pseudocapacitor lain. Oleh itu, untuk mencapai prestasi elektrod yang baik, kandungan karbon, jenis dopan heteroatom dan kebolehlenturan rangkaian karbon di dalam elektrod komposit perlu difahami sepenuhnya (Niu, et. al.,1997).

Sumber:

<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.118568>