PM-002

木質素磺酸鈉衍生生質多重孔洞碳材於超級電容極片之應用

廖又賢[1,2], 謝子賢[1], 黃正瑋[1], 林建宏[2,*]

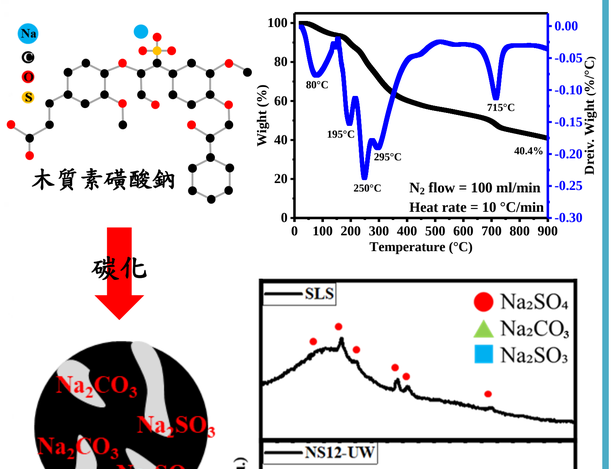
[1]台灣中油股份有限公司 綠能科技研究所　[2]國立臺南大學 材料科學系

*E-mail：janusjhlin@mail.nutn.edu.tw

Abstract

近年來，全世界在環境保護及永續發展議題的推動下，已衍生相當多的新能源及儲能技術。在儲能應用方面，金屬離子電池(Metallic ions Batteries-MIBs)已經成為目前各種電子產品及電動車的主要動力來源，而另一項互補性的儲能技術-超級電容(Supercapacitors)也持續發展中，其中超級電容用的多孔碳材料(Porous Carbon)的開發更是重要的關鍵技術。其中，將生質原料(Biomass sources)轉化為多孔碳，並應用於超級電容的元件上是重要的發展途徑。而木質素磺酸鈉為紙漿製程產生的副產物，也是一種天然高分子聚合物，可作為陰離子型表面活性劑，本研究的目標是木質素磺酸鈉（SLS）、界面活性劑與碳酸鈣（$CaCO_3$）成功製備出具有多重孔洞結構的多孔碳。本研究設計了一套活化程序，以優化碳材的孔隙特性，同時利用碳化過程中產生的氧化鈣吸收碳材中的硫元素。透過調控 SLS、界面活性劑與 $CaCO_3$ 的比例，我們發現當前驅物中添加 7 wt% 的 $CaCO_3$ 時，可使比表面積提升至約 2200 m^2/g，並將碳材中的硫含量從 4.0% 降低至 2.3%。此 SLS 為基礎的多重多孔碳應用於電雙層電容器（EDLCs）中，循環伏安測試結果顯示其具備良好的電容特性。在 1.0 M $TEABF_4$/PC 電解液中，其比電容為 134 F/g，在 2.5V-2.7V電壓區間及0.5 A/g 電流密度下經過 50,000 次充放電後仍能維持 84% 的電容保持率。本研究成果展現了多重多孔碳材料的設計策略，以及木質素磺酸鈉高價值利用的潛力。

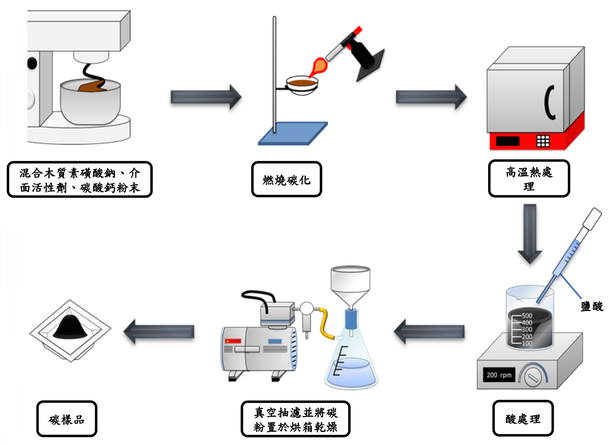
Introduction



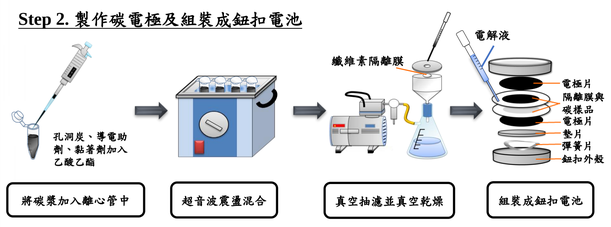
EDLC結構與儲能原理

Experimental process

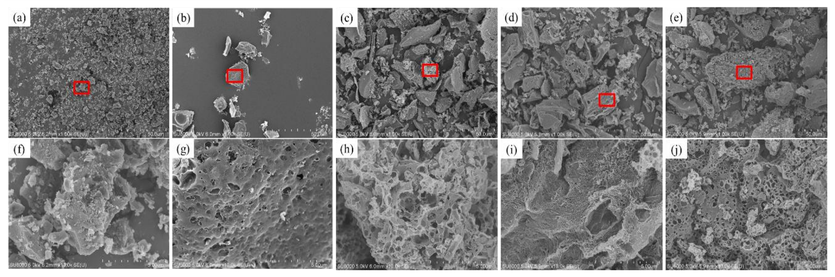
Step 1. 生質孔洞碳製作流程



Step 2. 製作碳電極及組裝成鈕扣電池

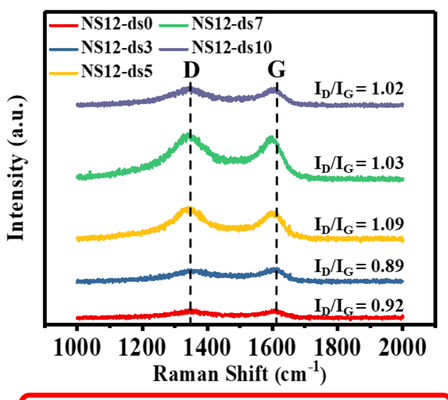


Characterization of Porous Carbons

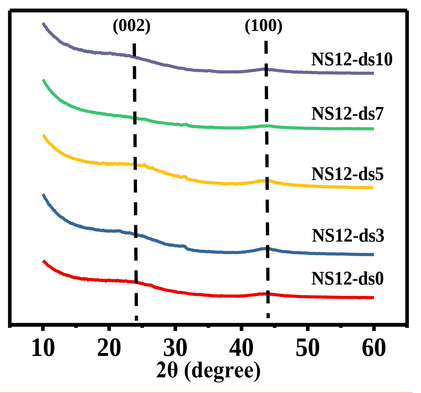


SEM images for (a, f) NS12-ds0, (b, g) NS12-ds3, (c, h) NS12-ds5, (d, i) NS12-ds7, and (e, j) NS12-ds10.

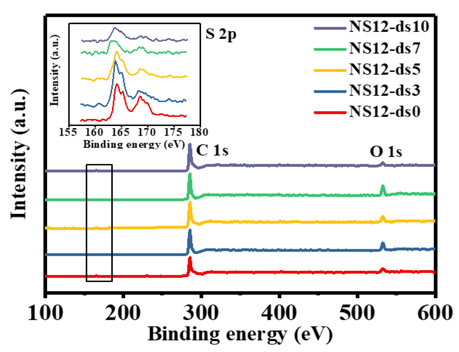
Raman



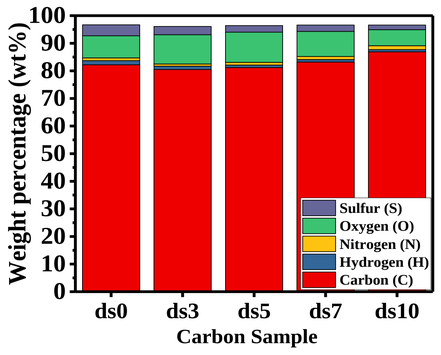
XRD



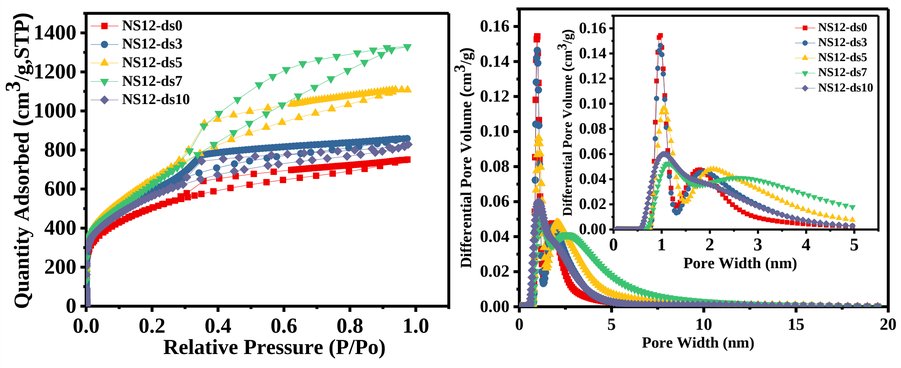
XPS



EA



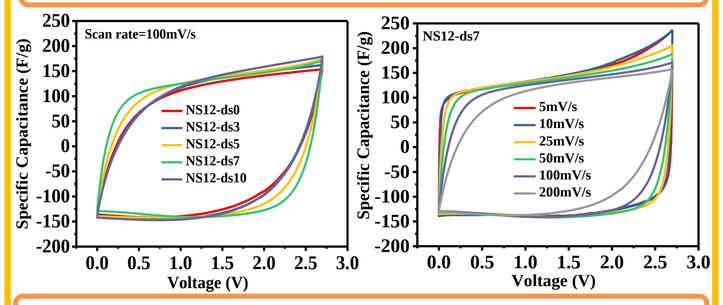
Nitrogen adsorption-desorption



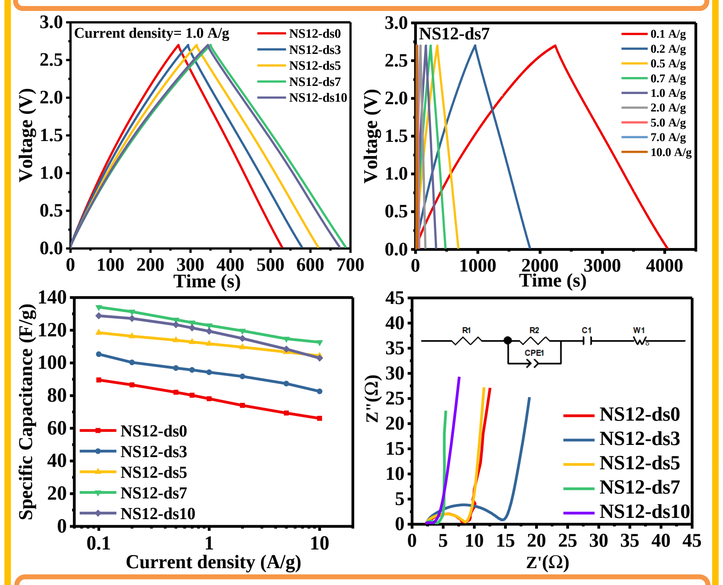
Sample	N_2 adsorption-desorption						Elemental analysis					XPS		
	SSA(m^2/g)			Pore volume (cm^3/g)			Elemental content (wt.%)					Elemental content (at.%)		
	S_{BET}	S_{micro}	S_{ext}	V_{total}	V_{micro}	V_{meso}	C	H	N	O	S	C	O	S
NS12 – ds0	1604	408	1196	0.92	0.14	0.45	82.2	1.5	1.0	8.0	4.0	89.4	9.2	1.4
NS12 – ds3	1781	170	1611	1.05	0.03	0.89	80.5	1.2	0.8	10.6	3.0	87.8	11.7	0.5
NS12 – ds5	2106	176	1930	1.35	0.19	0.74	81.2	0.9	1.0	10.9	2.4	88.1	11.5	0.4
NS12 – ds7	2148	163	1985	1.62	0.15	0.82	83.2	0.9	1.1	9.1	2.3	90.2	9.4	0.4
NS12 – ds10	1755	260	1495	1.01	0.25	0.65	86.9	0.8	1.4	5.8	1.7	94.9	4.8	0.3

Electrochemical Performance

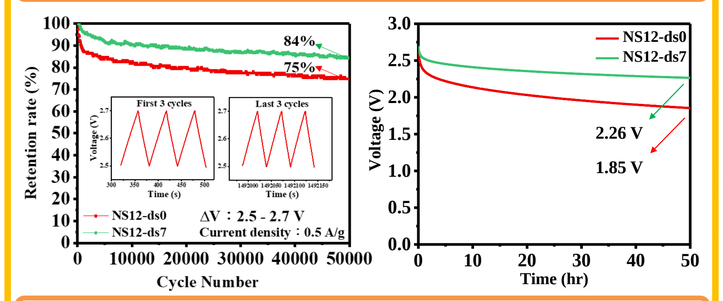
CV



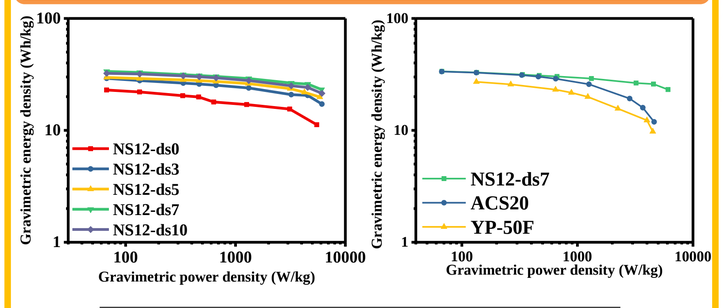
GCD & EIS



Cycling performance & Self-discharge



Gravimetric energy/power density



Sample	Symmetric-electrode system in 1M $TEABF_4$/PC electrolyte			
	C_S (F/g)	C_R (%)	Max E_D (Wh/kg)	Max P_D (kW/kg)
NS12 – ds0	105.3	76.4	26	6308
NS12 – ds3	113.8	74.7	29	5873
NS12 – ds5	118.5	88.0	30	5853
NS12 – ds7	134.1	84.0	34	6080
NS12 – ds10	128.8	79.9	32	6118

Conclusions

1. 使用木質素磺酸鈉合成孔洞碳材料，其製程中僅需添加低於 10 wt% 的碳酸鈣，並透過簡易熱處理方式進行。所製備之材料展現出1604 至 2148 m^2/g 的比表面積，並具有適當的孔徑分佈。
2. 樣品 NS12-ds7 在 0.1 A/g 的電流密度下達到 134 F/g 的比電容；於 0.5 A/g、電壓範圍 2.5–2.7 V 的條件下循環 50,000 次後，仍有 86% 的保留率，展現優異的循環穩定性。其能量密度可達 33.6 Wh/kg，功率密度達 6.1 kW/kg。
3. 本方法使用可再生生質衍生物作為前驅物，且在處理過程中可回收熱能，具備環境友善、具成本效益與適用於大規模量產之優勢，極具工業應用潛力。
4. 所合成之碳材料在電化學性能方面表現優於近期報導之先進多孔碳材料與市售活性碳，顯示其應用於次世代超級電容器之潛力。