

# 多功能複合電紡奈米纖維材料運用於電子材料構裝

## Multi-functionalized Electrospun Nanofibers and Nanocomposites for Advanced Electronics

Changshu Kuo (郭昌恕<sup>1</sup>); In-Gann Chen (陳引幹<sup>1</sup>); Lien-Chung Hsu (許聯崇<sup>1</sup>);  
Wen-Dung Hsu (許文東<sup>1</sup>) Tzong-Yow Tsai (蔡宗祐<sup>2</sup>)

1 Dept. of Materials Science and Engineering, National Cheng Kung University  
2 Institution of Microelectronics, National Cheng Kung University



\*e-mail: changshu@mail.ncku.edu.tw

本團隊利用已有專利保護與客製化能力的兩種銀基奈米材料，「電漿合成電紡奈米銀纖維」和「低溫燒結奈米銀墨水漿料」，以及它們的獨特性質，開發新世代的熱管理和電磁波阻隔屏蔽新穎材料。提供給目前體積逐漸減少，但電流能量密度驟升的電子元件與相關產品，一個可以分別或同時解決溫度過熱，與電磁波干擾相互耦合的關鍵材料。這些新穎奈米或複合材料，從合成製備的第一步就考慮了要滿足快速發展中的通訊等電子產品的製程與使用的關鍵需求。在電漿合成電紡奈米銀纖維材料中，芯鞘式纖維以高分子為芯，金屬銀為外層鞘的設計，確保其纖維成品的機械強度與導電度。由於有金屬銀的熱傳導性質與更高的熱容，這些新穎銀基奈米材料的熱管理降溫測試，由接受技轉的廠商證實在橫向熱傳導與冷卻效率上的表現，優於市售的石墨散熱貼片，商用產品也順利推出散熱貼片給高階電競客戶(細節後續說明)。在奈米銀墨水漿料的研究與客製化部分，也分別滿足了兩家合作廠商的低溫等後製程的需求，包括探針點膠機和壓電點膠技術的漿料轉移，逐步往產品靠近。電磁波阻隔測試方面，「電漿合成電紡奈米銀纖維」和「低溫燒結奈米銀墨水漿料」，也都達到電磁波 (8 - 12kHz) 阻隔參數分別超過43000 和 48000 dB/cm (SE/t)，同級材料中最優異的。同時具備漸層金屬銀分布的電紡奈米銀纖維，也表現出乎意料之外的電磁波吸收特性。此計畫開發的新穎材料與相關製程技術，第一年初步成果包含一項技轉促成的商品，另外也跟多家廠商簽屬合作備忘與進行技轉合作，期待近期能完成商品化。更多的合作與新穎材料的潛在應用，特別是針對5G通訊產品和可攜帶與穿戴式電子元件，繼續提供熱管理與電磁波相關的新穎解決方案。

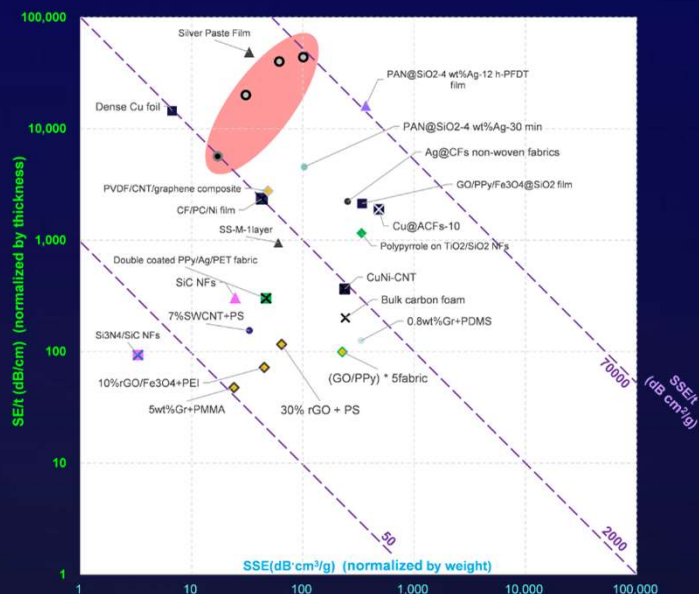
### 技術創新

本計畫中兩種新穎的熱管理(TM)與電磁波屏蔽(EMI)材料:「電漿合成電紡奈米銀纖維」和「低溫燒結奈米銀墨水漿料」的創新面包括:

- 電漿表面處理完成金屬外鞘層
- 電紡絲技術的纖維沉積，輕易製作有纖維直徑和/或銀含量的梯度分佈
- 客製化低溫燒結的銀墨水漿料，由銀納米粒子、銀前驅物等成分
- 特殊探針點膠機和壓電點膠技術的漿料轉移技術
- 液態TEM的準確與定點的奈米尺度觀察

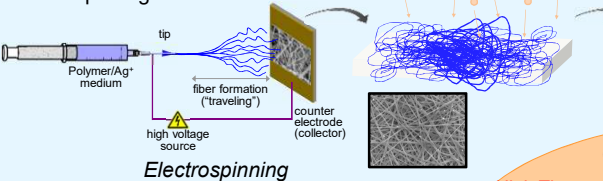
上述創新面，作為新穎 TM 和 EMI 材料可以完成:

- 同軸電紡絲產生具不同內部和外部成分的芯鞘式奈米纖維
- 電漿處理的材料合成提供不使用化學還原劑的綠色製程
- 高分子/銀的芯鞘式奈米纖維結構: 導電金屬外鞘和堅固高分子芯
- 大氣電漿技術來完成材料的連續與量產; 也可以做 patterning
- 客製化低溫燒結銀墨水漿料，調配適當固含量和漿料黏度
- 液態TEM協助確保奈米漿料的穩定與保存
- 銀的高導熱性支持熱管理/冷卻材料的基礎
- 網狀奈米纖維引導電磁波進行多重散射，強化 EMI 遮蔽效應



### (A) Patented Key Tech

Electrospun Ag Nanofibers



Robust Ag NFs

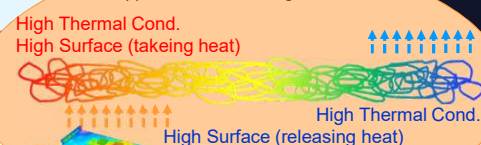
### (c) Composites



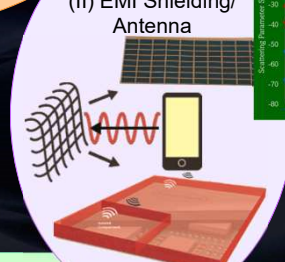
(b) Tapes

(a) Fabrics

### (I) Thermal Management



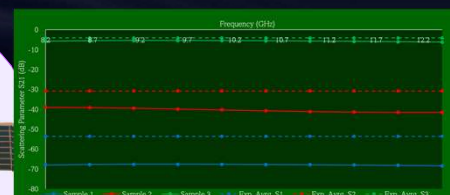
### (II) EMI Shielding/Antenna



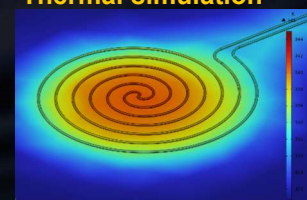
Year	Material		Measurement			Application / Product
	Fiber	Paste/ink	Thermal	EMI	Simulation	
1st year	Co-shell fiber	Nano/micro paste	Hot Disk	Wave guide	Thermal simulation	Plate heat dissipation
2nd year	Gradient fiber	Nano wire/particle paste	In-situ thermal image	RF-tester mapping	EMI simulation	Chip heat dissipation patenting
3rd year	Textile	Nano particle ink		Spectrum analyzer	Thermal + EMI (digital twin??)	Trial production Fundraising
4-5th year	- Mass production - Start up					

Organize the start up team  
Hardware evaluation  
TRL 7 → 9 (3rd → 4th year)

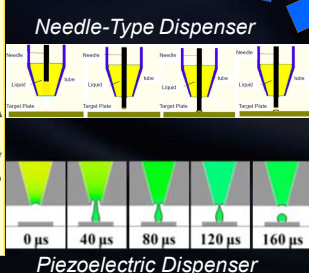
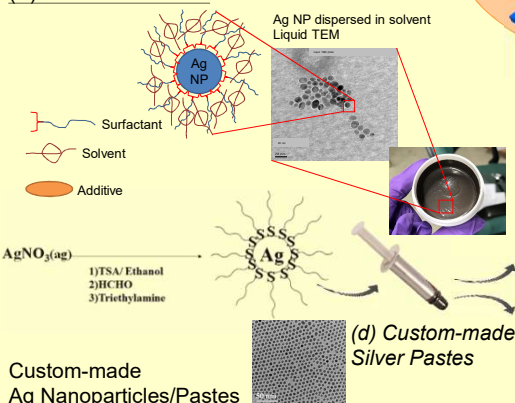
### Shielding simulation



### Thermal simulation



### (B) Patented Formula



Computer Simulation

