115學年材料工程系大學部
實習成果觀摩競賽

高熱導率之鑽石銅複合粉末燒結研究

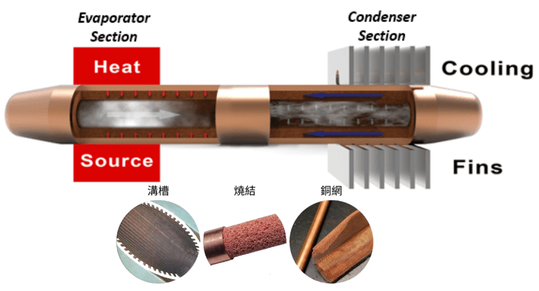
摘要

研究背景與動機: 隨者高功率電子元件及人工智慧(AI)等技術快速發展，設備散熱需求日益提升。其中熱管及 vc 為最常見的散熱元件，大多以銅製作，透過**內部的毛細結構層驅動工作流體進行相變化**以達到散熱目的。但傳統熱管及 vc 逐漸難以負荷現今的散熱需求，因此本研究提出**添加鑽石與銅粉進行混合**，利用鑽石高熱導率的特性提升整體材料的熱傳導能力，進而改善整體多孔結構的熱傳性能。

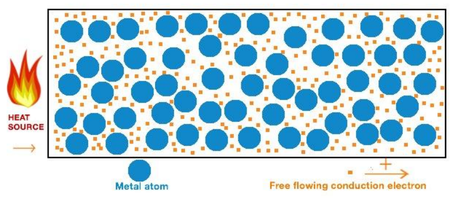
實驗介紹: 本研究以銅粉為基材，添加表面鍍 Ti 之鑽石粉，調整鑽石添加比例並於不同氣氛下進行燒結，製作鑽石／銅複合多孔毛細結構。透過 SEM、EDS、孔隙率與有效孔徑分析、熱導率及毛細爬升測試，探討**鑽石添加對多孔結構、界面結合及毛細性能之影響**，並比較不同製程條件下的性能表現。

實習成果

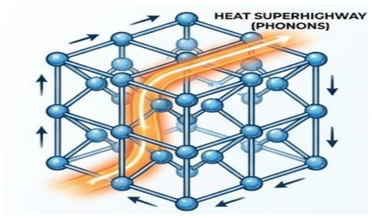
原理



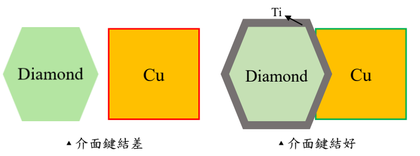
▲熱管內部結構示意圖



▲金屬材料熱傳導示意圖



▲非金屬材料熱傳導示意圖



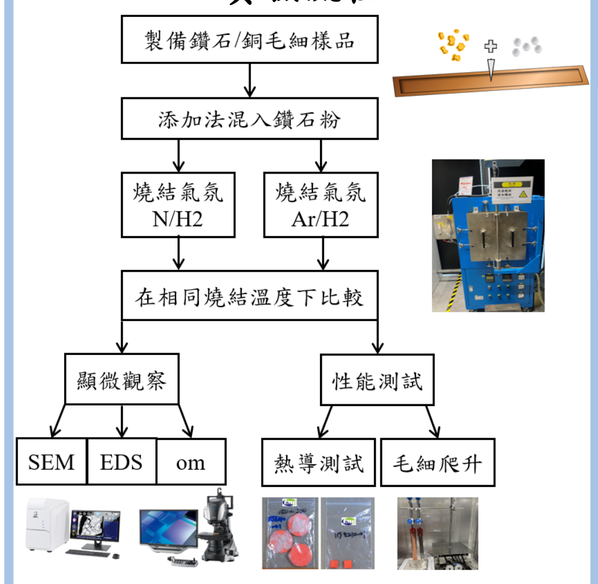
▲介面鍵結差　▲介面鍵結好

面臨的問題：
- 鑽石與銅之間潤濕性差、界面鍵結不足。
- 容易產生界面熱阻

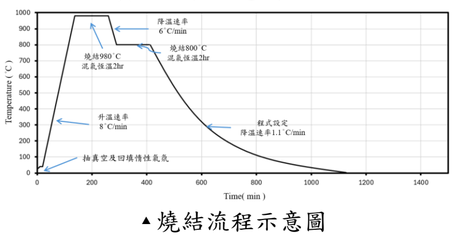
解決方法：
- 強化界面結合如鍍層形成碳化物(Ti 、 Cr 、 W)

▲鑽石有無鍍層對銅之示意圖

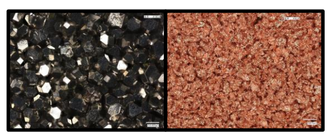
實驗流程



▲實驗流程示意圖

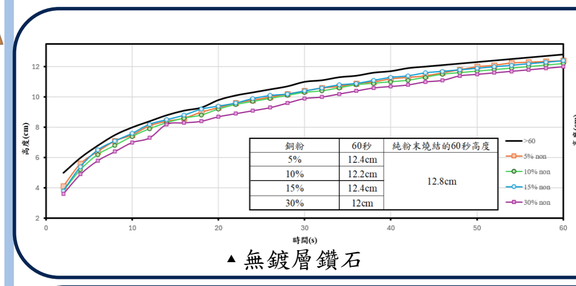


▲燒結流程示意圖

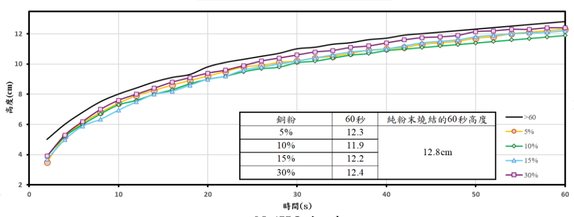

▲粉末形貌觀察

結果分析

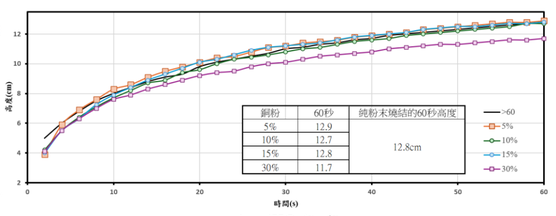
毛細爬升



▲無鍍層鑽石



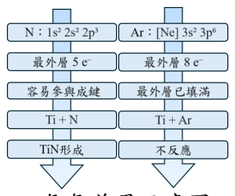
▲N/H2氣氛



▲Ar/H2氣氛

▼EDS結果分析

	mass%	C	N	Ti
Ti-Diamond	未還原	52.26	14.58	33.17
	Ar_H2	54.92	22.15	22.93
	N_H2	50.14	30.46	19.39



▲氣氛差異示意圖

- 孔隙率(開放孔)= $\frac{(含水重-乾重)\div水密度}{(實際體積+封孔體積+開孔體積)}$
- 熱傳導係數＝熱擴散係數 × 比熱 × 密度

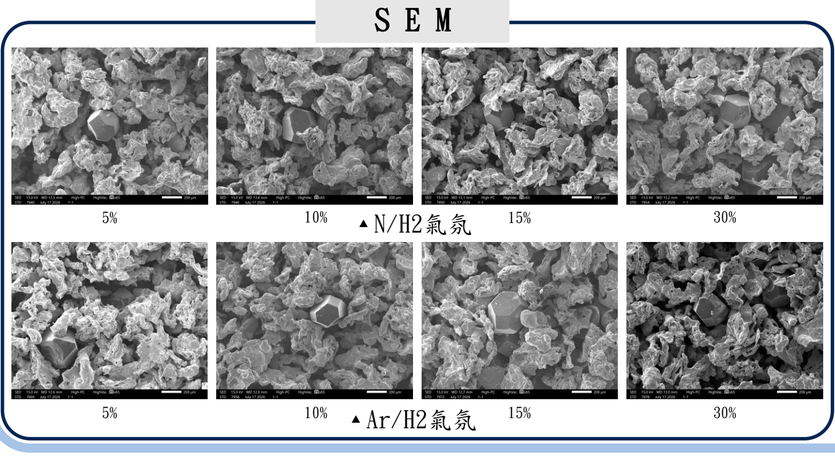
▼孔隙率測量結果

參數	銅粉	5%	10%	15%	30%
孔隙率	**69%**	**68%**	**69%**	**68%**	**68%**

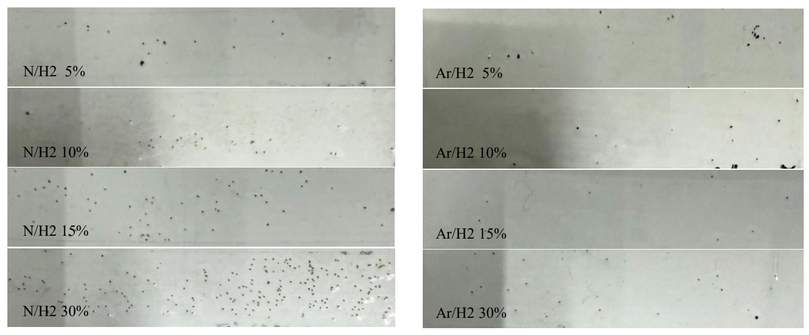
▼Lser Flash測試結果

	Cu	Ti-Dia/Cu
熱傳導系數(W/mk)	45.56	71.45

S E M



附著力測試



結論

- 本研究成功將毛細結構整體的**熱傳導性能從45W/(m·K)提升至71.45W/(m·K)**，並成功維持孔隙率、毛細性能及整體結構。
- 在**氫氫氣氛**下，**添加 5%～15% 鑽石**時，其毛細性能可維持與純銅粉相近之表現。
- 燒結氣氛改用氫氫後，N 含量下降且 Ti 含量有所回升，界面鍵結及毛細性能亦有所改善。
- 此項研究提供了後續鑽石／銅複合毛細結構之製程優化方向。

姓名：陳祥瑞　學號：U12187127　實習單位：訊凱國際股份有限公司

實習期間：114.09.09~115.09.04　輔導老師：賴怡廷　實習廠區：內湖　指導主管：黃健嘉