



宏泰科技
HTT Technology

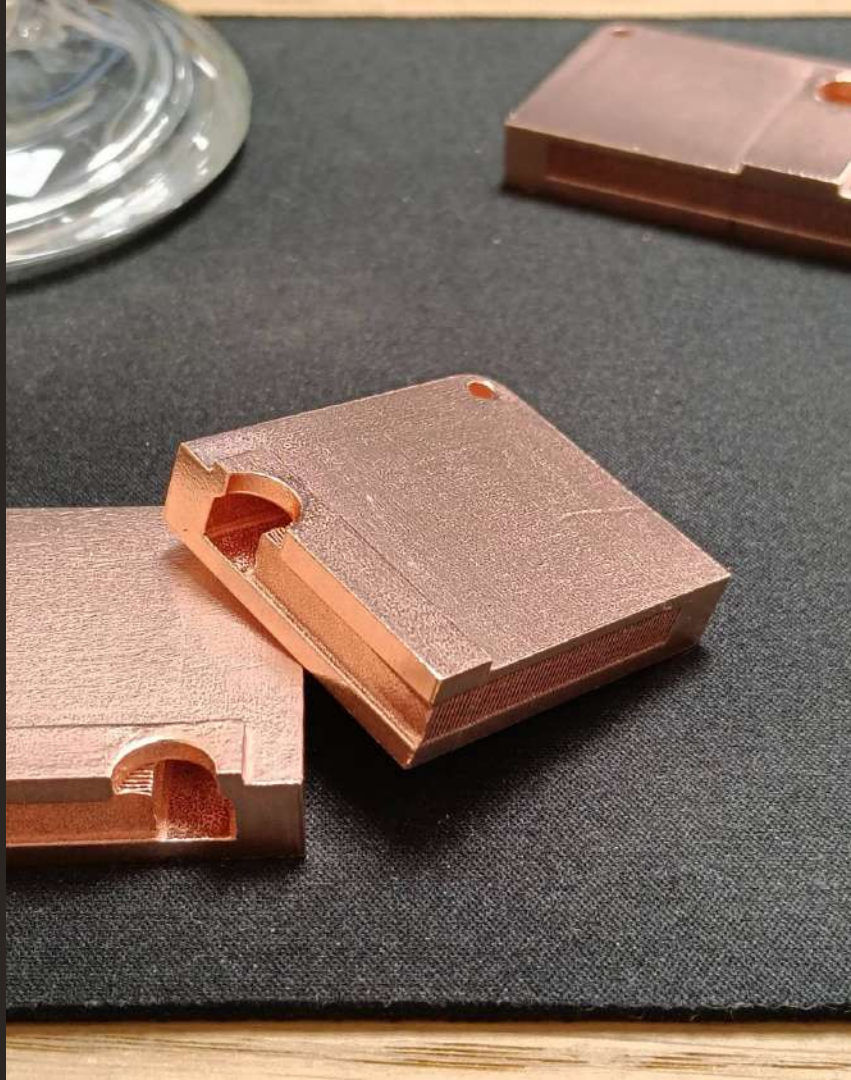
純銅液冷散熱模組

金屬積層製造能力說明

熱模擬分析 × 晶格/微流道設計 × 純銅 3D 列印

宏泰科技股份有限公司

HTT Technology Co., Ltd. | 2026.07



三大核心能力總覽



1 Thermal 熱模擬分析

自主建立開源模擬流程(Gmsh 網格 + FEM 熱傳求解 + ParaView 後處理),輸出溫度分布雲圖與熱阻評估,並以實測數據校正,形成模擬-實測閉環。



2 晶格 / 微流道設計

切片端晶格生成(桿件式 / TPMS)搭配 DfAM 設計規範:自撐式流道截面、殘粉排出、最小壁厚控制,設計輸出即可列印。



3 純銅 3D 列印製造

純銅專用 LPBF 製程,微鰭片、流道、水口一體成形——0.2 mm 薄鰭片 × 4.69 mm 高,已完成實品打樣。

一、Thermal 熱模擬分析能力

自主開源模擬工具鏈,針對液冷散熱模組進行溫度場與熱阻評估



分析範疇

冷板 / 散熱鰭片穩態與暫態熱傳分析,輸出溫度分布雲圖、熱點位置與整體熱阻評估。



邊界條件方法

流道對流係數(HTC)以工程關聯式依流量與流道幾何計算,並考慮沿程水溫升;壓降以關聯式估算。



模擬-實測閉環

以自製樣品之流量-壓降與進出水溫實測數據回饋校正模擬模型,分析結果隨打樣迭代持續收斂。

一之二、熱阻快算工具 HTT-CALC (自主開發)

輸入幾何與冷卻條件，秒級輸出熱阻堆疊、壓降與溫度 — 報價階段即可迭代設計

總熱阻 R_{total}

28.5 mK/W

表面溫度 T_{case}

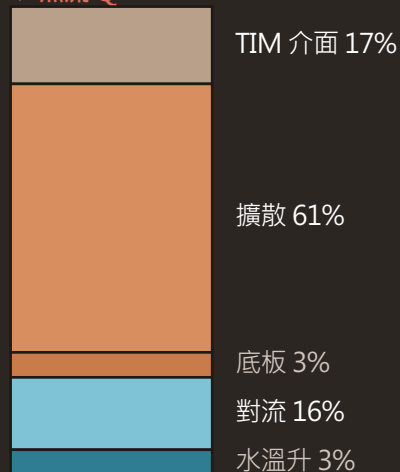
124.7 °C

冷板壓降 ΔP

4.0 kPa

熱阻堆疊 (案例 : 3,500 W / 45×45 mm 熱源 / 純銅 / 10 LPM)

▼ 熱流 Q



瓶頸一眼可見

本案擴散熱阻占 61%

→ 對策：加厚底板、縮小冷板、或射流直衝熱源

工具能力

- 即時重算：任一參數修改，熱阻 / 壓降 / 溫度秒級更新
- R-流量、 ΔP -流量 曲線自動標示工作點
- 載入 STL 3D 模型：自動辨識流道寬 / 鰭片厚 / 流道高 / 底板厚，一鍵填入分析
- 3D 剖面檢視內部流道；模型表面點對點量測
- 樣品照片校正比例量測，實品逆向核對
- 單一 HTML 檔、完全離線，會議現場即開即用

▶ 冷卻水 $T_{in} \rightarrow T_{out}$

一之三、計算方法：串聯熱阻網路

方程式皆採文獻公認關聯式，方法學文件 HTT-TN-2026-CP01 可供貴司熱設計團隊審閱



$$T_{\text{case}} = T_{\text{in}} + Q \times (R_{\text{TIM}} + R_{\text{sp}} + R_{\text{cond}} + R_{\text{conv}} + R_{\text{cal}})$$

對流熱傳 (依流態) 層流：Shah–London 矩形管道 Nu 修正式 (H1)
紊流：Gnielinski (1976) + Petukhov 摩擦因子

壓降 $\Delta P = f(L/D_h) \cdot \rho v^2 / 2 + K \cdot \rho v^2 / 2$
(沿程摩擦 + 進出口局部損失 $K=1.5$)

鰭片效率 $\eta = \tanh(m \cdot H_c) / (m \cdot H_c) \cdot m = \sqrt{(2h / k \cdot t_f)}$
 $A_{\text{eff}} = N \cdot L \cdot (w_c + 2 \cdot \eta \cdot H_c)$

流體物性 水 / PG25 分段物性表，依進出水平均溫度迭代

擴散熱阻 Lee et al. (1995) 封閉解近似
小熱源 × 大冷板時之主要瓶頸

驗證 JS / Python 雙程式碼交叉驗算偏差 <1%
幾何自動辨識經已知試件驗證：誤差為零

模型定位：初期選型與設計迭代 (與 CFD 偏差約 $\pm 10\text{--}15\%$)；量產設計以 CFD 共軛熱傳與實測收斂

二、晶格 / 微流道設計能力(DfAM)

晶格結構生成

- 切片端直接生成晶格,免大型 STL 轉檔
- 支援桿件式與 TPMS 類單元結構
- 依散熱面積與壓降需求調整單元尺寸、桿徑與體積分率
- 以自有 LPBF 設備完成列印可行性驗證

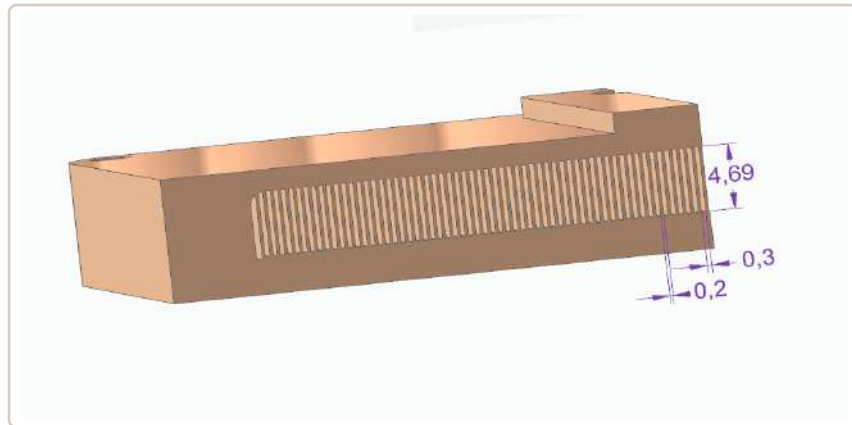
微流道 DfAM 設計規範

- 自撐式流道截面(菱形 / 淚滴形),內部免支撐
- 最小流道徑約 Ø0.5 mm、最小壁厚約 0.3 mm(視幾何與擺放方位)
- 殘粉排出路徑與 downskin 表面品質納入設計
- 列印後以測漏與流量測試驗證流道品質

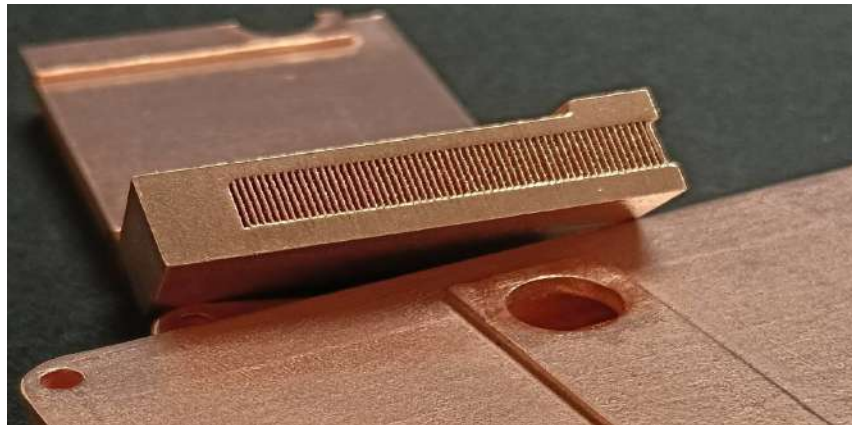
設計 → 列印 → 驗證閉環:設計端輸出即可列印,實測結果回饋設計迭代

三、純銅 3D 列印製造能力 — 打樣實績

設計(CAD)



打樣實品

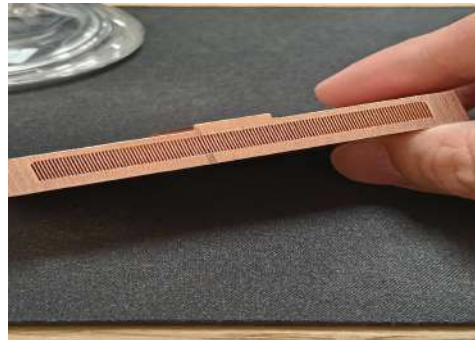
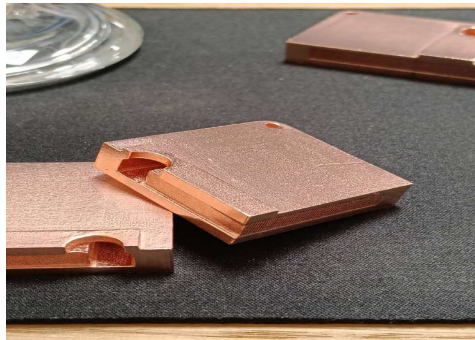


0.2 mm 薄鰭片 × 4.69 mm 高(深寬比 ~23:1)、鰭片間距 0.3 mm,鰭片、流道、水口一體成形 — 傳統銑削與銲接無法實現,唯 3D 列印可製造

項目	規格	項目	規格
製程	雷射粉末床熔融(LPBF)純銅專用製程	成型尺寸	約 $\Phi 140 \times H200$ mm
設備平台	HTT-Cu140 銅列印專用 LPBF 設備	微鰭片規格	高 4.69 / 厚 0.2 / 間距 0.3 mm(實品驗證)
雷射配置	單模態綠光光纖雷射 500 W	後處理	CNC / 線切割、密封面精修
材料	純銅(高導熱 ~390 W/m·K 等級)	品質驗證	密度、測漏、流量測試(可提供報告)

四、純銅微鰭片實品展示

Pure Copper Micro-Fin Sample Showcase



- 純銅 LPBF 實品展示
- 0.2 mm 微鰭片、微流道與高深寬比結構一次成形，展現積層製造在液冷散熱模組的製造能力。

五、表面粗糙度量測驗證

Surface Roughness Verification after Magnetic Finishing



純銅 LPBF 成品經磁針研磨後，於不同測點與方向量測，Ra 約 2.5–2.91 μm ，顯示後處理後表面品質穩定，可支援冷板接觸面、密封面與後續精修加工需求。

HTT-Cu140 銅列印專用設備

綠光雷射 純銅高反射率課題 — 微米級純銅列印的專用解



成型體積	約 $\Phi 140\text{ mm} \times \text{H}200\text{ mm}$
------	---

雷射	綠光光纖雷射 500 W
----	--------------

最小薄壁	0.1 mm
------	--------

掃描速度	約 Max. 7 m/s
------	--------------

列印材料	純銅 / 銅合金
------	----------

軟體	HTT-Fab、HTT-Layer
----	-------------------

電力 / 重量	1.5 kW / 約 450 kg
---------	-------------------

AI 散熱應用實績

AI 晶片微流道冷板、VC Lid 均溫板、圓柱針肋散熱器

最小壁厚 0.1 mm ■ 最小間距 0.07 mm ■ 緻密度 $\geq 99.98\%$ ■ 針肋 $\Phi 0.1\text{ mm}$

三之三、銅粉供應鏈與材料夥伴

日本頂級粉末 × 單一窗口調度 — 從試作小量到量產的彈性供應

調度體制：全粉末透過 大同興業株式會社（DKK / 大同特殊鋼集團核心商社）單一窗口調度 — 氣噴霧球狀粉、低氧高純度、流動性佳；可依設備調整粒度，從試作小量到量產彈性供應

福田金屬箔粉工業 FAM 系列銅粉（搭配 HTT-Cu140 專用機）

型號	特色重點	主要用途
FAM-QCU	高純度純銅 導電・放熱部品用	散熱器、導電件
FAM-G101	銅合金 對 1060nm 熱源高造形性；時效後高強度 + 高導電	高導電部品、冷板
FAM-G105	Cu-Ni-Si 熱處理 Ni ₂ Si 析出強化	高強度導電件
FAM-G110	鋁青銅 0.2% 耐力高於傳統製法	高負荷耐磨件

福田金屬箔粉工業

創業 1700 年（元祿）・京都本社
1000 種以上金屬粉・近年投入 FAM 3D 列印銅粉

大同特殊鋼集團 DKK

日本特殊鋼領導廠商
模具鋼 DAP-AM 系列與粉末調度單一窗口

大阪鈦科技 OTC

TILOP / TILOP64 高純度鈦粉
航太級材料（另有目錄）

※ 供應商社名與商品名之對外掲載・依各材料商確認事項辦理（HTT 粉末目錄 202606 版）

六、AI 冷板分析系統助力

AI-assisted Parameter Optimization for Customer-specific Cooling Models



客戶需求 → 幾何/流量/材料參數 → AI 快速迭代

自主快算工具

整合熱阻、壓降、流態、出水溫度與熱源表面溫度預估。

AI 輔助參數搜尋

針對不同功率、空間限制、流量條件與壓降上限，快速比較流道寬、鰭片厚、高度與材料。

客製化冷卻模型

每個客戶的冷板尺寸、熱源分布與接口限制皆可建立專案模型，輸出建議設計方向。

閉環驗證

快算結果可銜接熱模擬、LPBF 純銅列印、Ra/測漏/流量壓降實測，形成設計驗證流程。

核心價值：不只提供純銅 3D 列印，而是提供「冷卻需求 → 最佳化設計 → 製造驗證」的一站式工程能力。