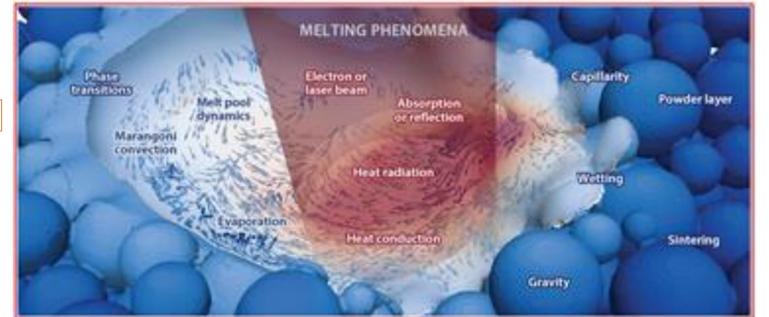
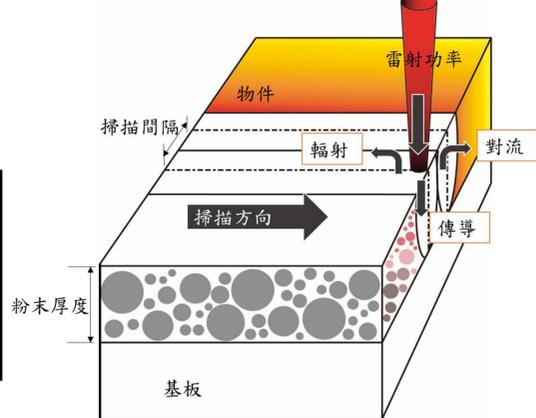
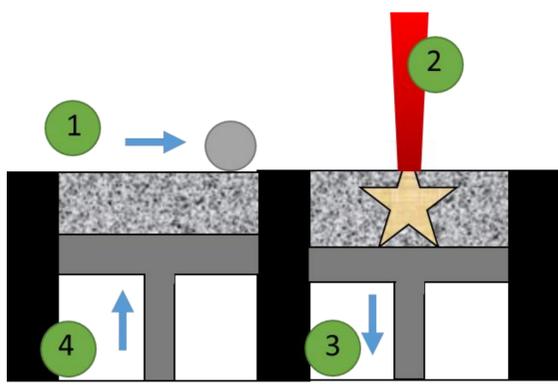


題 目：3D列印製程模擬系統建立與缺陷分析  
 班級/學生：材四甲 - 張乃勻、陳冠宥  
 指導教授：吳鉉忠 教授

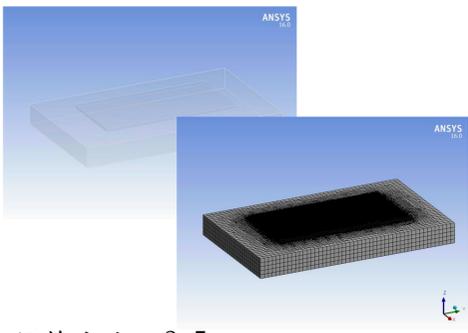
簡 介

金屬材料3D列印中比傳統製造技術具有許多優點。金屬製品的3D列印技術是一個極具成本與時間效益的技術。使用製程模擬可以得知最佳的製程參數，大幅降低其成本與時間。雷射功率、掃描速率，其它在製程可被控指的條件如雷射聚焦位置、雷射光束尺寸等，也會影響SLM物件內之缺陷，常見的缺陷有：球化(balling)、裂痕(crack)、孔洞(pore)。



實 驗 步 驟

建立模型



設定製程條件

動量方程式：

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V u) = \nabla \cdot \left[ \mu_1 \frac{\rho}{\rho_i} \nabla u \right] - \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\mu_1 \rho}{K_x \rho_i} (u - u_z) + \rho g_x + F_{2x}$$

能量控制方程式：

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V h) = \nabla \cdot (k \nabla T) - \nabla \cdot (\rho(V - V_z)(h_i - h_z))$$

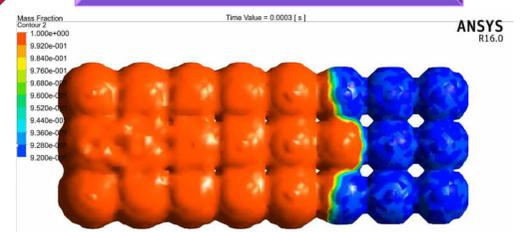
雷射熱源：

$$q(x, y, z) = \frac{3CsPA}{\pi H \left(1 - \frac{1}{e^3}\right)} \exp\left[-\frac{3Cs}{\log\left(\frac{H}{Z}\right)}(x^2 + y^2)\right]$$

連續方程式：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0$$

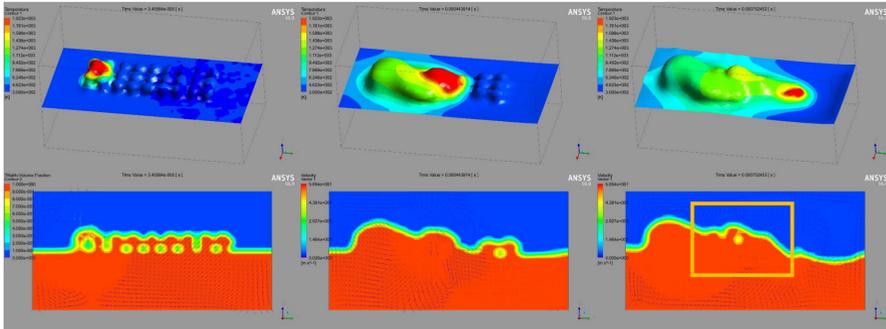
後處理



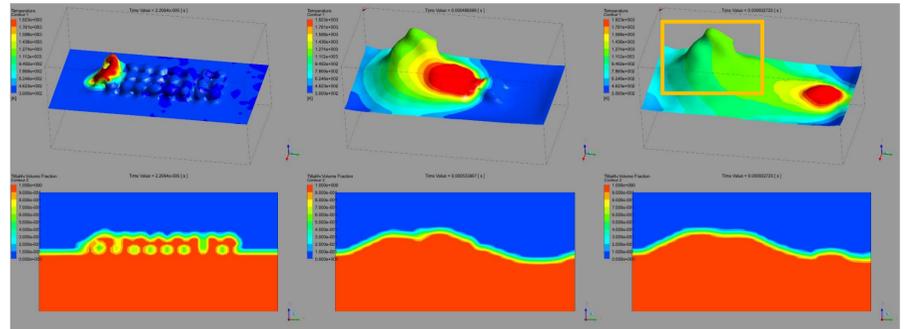
研 究 成 果

► Moving Laser Beam

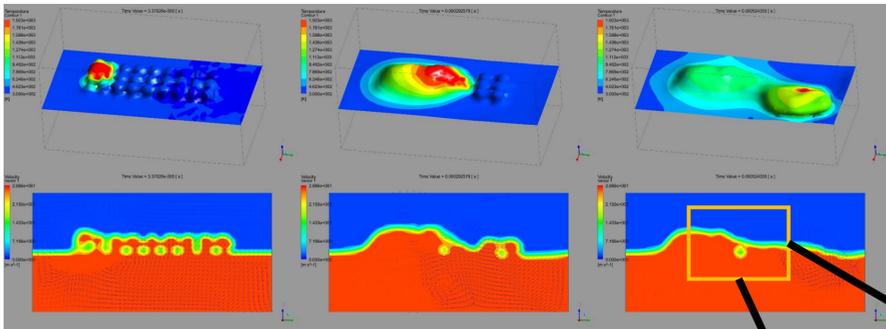
◆ Laser power=125W scan speed=300mm/s LEPUL=416 J/m



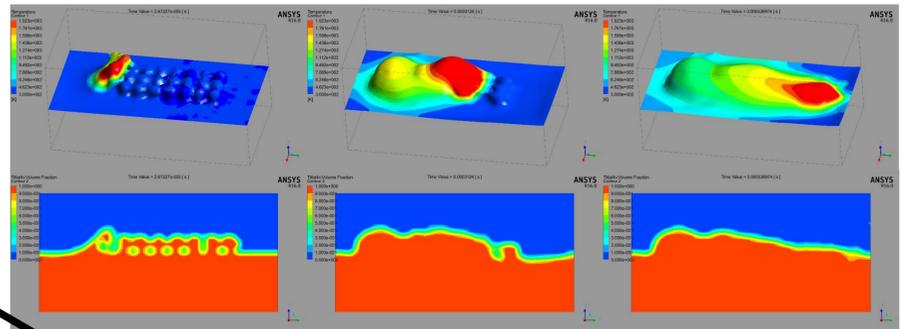
◆ Laser power=225W scan speed=300mm/s LEPUL=750 J/m



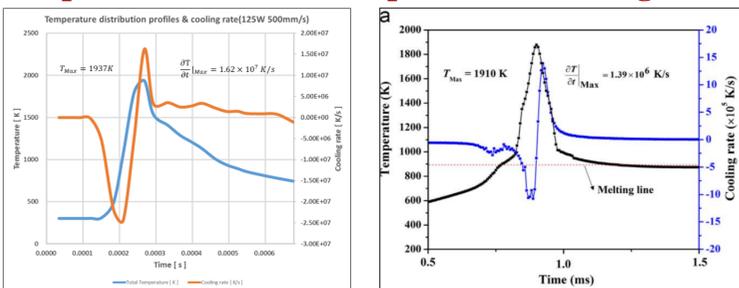
◆ Laser power=125W scan speed=500mm/s LEPUL=250 J/m



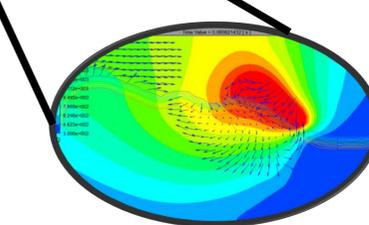
◆ Laser power=225W scan speed=500mm/s LEPUL=450 J/m



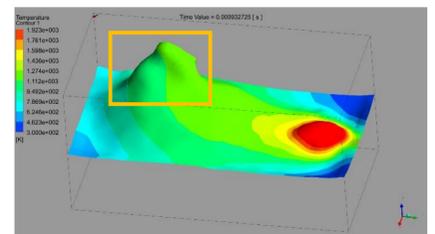
► Temperature distribution profiles & cooling rate



左上為本次實驗的溫度梯度及冷卻速率，右圖為文獻比對，比對結果與文獻相同 D.H. Dai, D.D. Gu, Int. J. Mach. Tools Manuf. 100 (2016)14-24.



上圖顏色表示溫度，箭頭表示流場溫度，因有空氣捲入導致孔隙產生



上為225W 300mm/s溫度分佈圖，可以看見能量密度過高時，由於在表面張力作用以降低成本情況下，收縮傾向形成單一金屬球

結 論

本次模擬實驗可以觀察到相同雷射功率下，掃描速度越慢表面越粗糙；在相同掃描速率情況下，雷射功率越小，有可能造成孔隙。由論文得知能量密度越高，易產生小尺寸球化顆粒，導致表面粗糙度大；能量密度過低，使顆粒熔化不完全產生孔洞。