

三怡實業有限公司

牙模鑄造用 3D 列印光固化材料開發計畫



經營理念

始終秉持『品質、技術、服務』的創業理念辛勤經營，不斷追求研發創新以及掌控產品關鍵技術。經營團隊深切體認企業追求的獲利目標與承擔社會責任的相對性，企業方能夠茁壯成長，與社會資源的發展有著緊密協同的關係，明確企業的公民角色，注入於企業營運發展中，更是永續經營的關鍵因素。

成立日期：1980年5月20日

負責人：蔡曜隆

資本額：500千元

員工人數：9人

計畫緣起

傳統的 3D 光固化材料應用於牙模脫蠟過程中容易因溫度提升而爆破，因此本計畫在壓克力感光樹脂合成時導入奈米蠟材，利用膠材分散技術讓變性的感光樹脂內部呈現均勻性的懸浮分散狀態，避免光固化樹脂靜置時產生黏土粒子沉降的現象，並透過與奈米蠟材結合讓 UV 光固化樹脂本身黏滯力與熱膨脹係數降低，使得經固化交聯後的牙模成品克服脫蠟過程中容易因溫度提升而龜裂的缺陷，並且可藉由高階顯微儀器檢測來研判確認高分子奈米蠟材在光固化合成樹脂中的分散性質。

新產品簡介

光固化 3D 成形技術是以光固化型樹脂材料為主再以光照擇區硬化聚合成型，由於使用光硬化，光固化 3D 成形具有高精細度的特點，且比起使用金屬材料的 Powder Bed Fusion 耗費能量較低，對於生產高精細度的產品具成本優勢。而傳統的 3D 光固化樹脂多為以自由基聚合的壓克力系統，本身耐溫性差並且固化後體積收縮率大，因此，三怡實業藉由本計畫所開發的 3D 光固化樹脂主要環氧壓克力樹脂為主體，並添加奈米蠟材進行混摻，達到降低 3D 光固化樹脂黏滯力與熱膨脹係數的效果，此 3D 光固化樹脂具有優良的熱熔性，改善傳統壓克力樹脂易脆與不耐溫的缺點，三怡實業將透過本案執行所開發的 3D 光固化材料規格如下：

1. 3D 光固化樹脂平均分子量 (Mw)：5000-12,000
2. 3D 光固化蠟材黏度：800-1200 cps.
3. 3D 光固化蠟材密度：1.05-1.15 g/cm³
4. 3D 堆疊 (50 μm) 固化時間：小於 3 秒
5. 固化收縮率：小於 3 %
6. 拉伸強度：20-25 MPa
7. 缺口衝擊強度：25-30 KJ/cm²
8. 斷裂伸長率：小於 5 %
9. 熱膨脹係數：小於 180 × 10⁻⁶
10. 固化後熔點：80-100 °C
11. 灰份：小於 0.5 %



圖 1. 牙膜 (1)

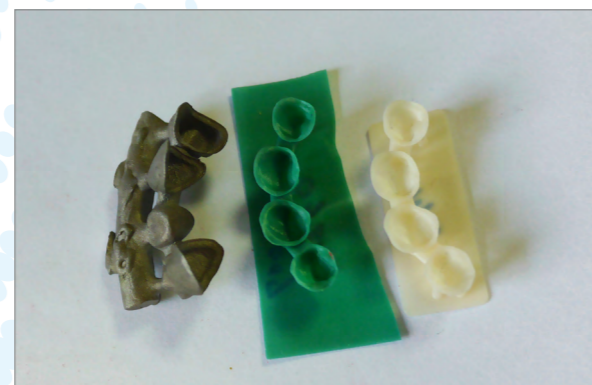


圖 1. 牙膜 (2)

計畫創新重點

傳統的 3D 光固化材料應用於牙模脫蠟過程中容易因溫度提升而爆破，進行牙模脫模時石膏模板腔體易龜裂，徑而造成牙模鑄造失敗的結果。本計畫以變性壓克力樹脂與奈米蠟材進行混摻，可以達到降低 3D 光固化樹脂黏滯力與熱膨脹係數，並改善傳統壓克力樹脂易脆與不耐溫的缺點。目前國內 3D 列印牙模用的感光材料，主要仰賴進口，而且無法配合牙技師將感光膠材染色，強化義齒的陰暗對比、提生咬合精度。未來可搭配國人自製的 3D 光固化列印設備，調配客製化的感光膠材，落實關鍵材料在地化生產的目標。

表 1. 市售產品化、物性分析

	本案產品	國外A公司	國外G公司	國內S公司
外觀	淡黃色	淡黃色	淡紅色	淡黃色
黏度 (cps.)	1200	1850	1400	1500
密度 (g/cm ³)	1.06	1.07	1.05	1.05
灰份 (%)	1.78	1.34	1.06	2.23
固化能量 (mJ/mg)	400	370	450	310
固化後熔點 (度)	91	無	無	無
拉伸強度 (MPa)	23.1	35.2	37.6	45.3
斷裂伸長率 (%)	3.8	8.3	21.3	7.34
熱膨脹係數 (x 10 ⁻⁶)	180	210	230	245

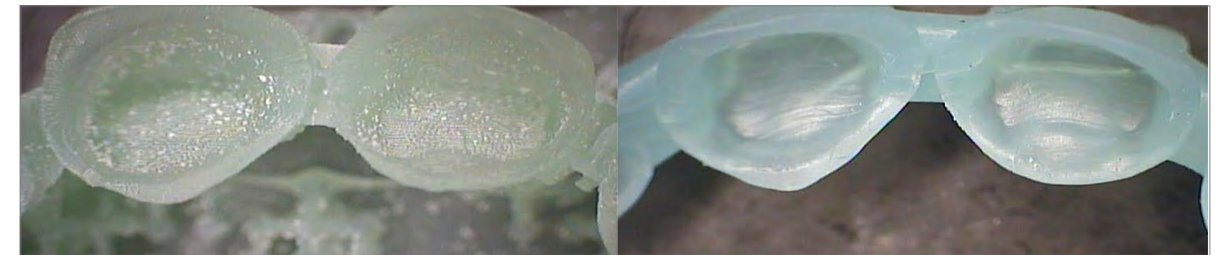


圖 3. 自製品添加奈米蠟材後的差異性；右為添加 10phr

研發成果及衍生效益

相對於傳統製造 3D 列印有 3 個具體優勢，包括複雜結構的快速製造、客製化、高附加價值產品。過去，牙醫師在製作假牙時需要 1 至 2 個工作天，甚至是交由齒模工廠生產，患者要裝好假牙，也需要 2 次的看診時間。但現在，有了 3D 列印，時程可減至 1 天，甚至在診所就能完成，這就是 3D 列印機帶來的便利性。預估 1 年內可推到商業化量產製程，預估年銷售量可達 30 公斤以上，創造 150 萬產值，衍生醫療牙科產品年產值可達 2500 千萬元。

專案執行重要心得

3D 列印適合生產複雜形狀與少量多樣的客製化產品，因此附加價值高的產品將會先產生替代效應。以醫材為例，由於全球人口老化加速，生育率降低，高齡化社會衍生對醫療器材需求增加，而積層製造技術可展現客製化之特點，未來必定是往高階醫材產品開發。因此，三怡實業基於過去開發感光樹脂以及特殊化學品的經驗，投入 3D 光固化材料的開發。在開發的過程中委託工研院材化所協助建立光啟劑組成以及添加量相關技術，而從中了解 Photo- DSC 設備設計的原理以及如何判讀光啟劑種類、用料是否恰當，並定期與工研院針對商情交流，了解目前 3D 材料以及功能性特用膠材的市場以及研發趨勢。