

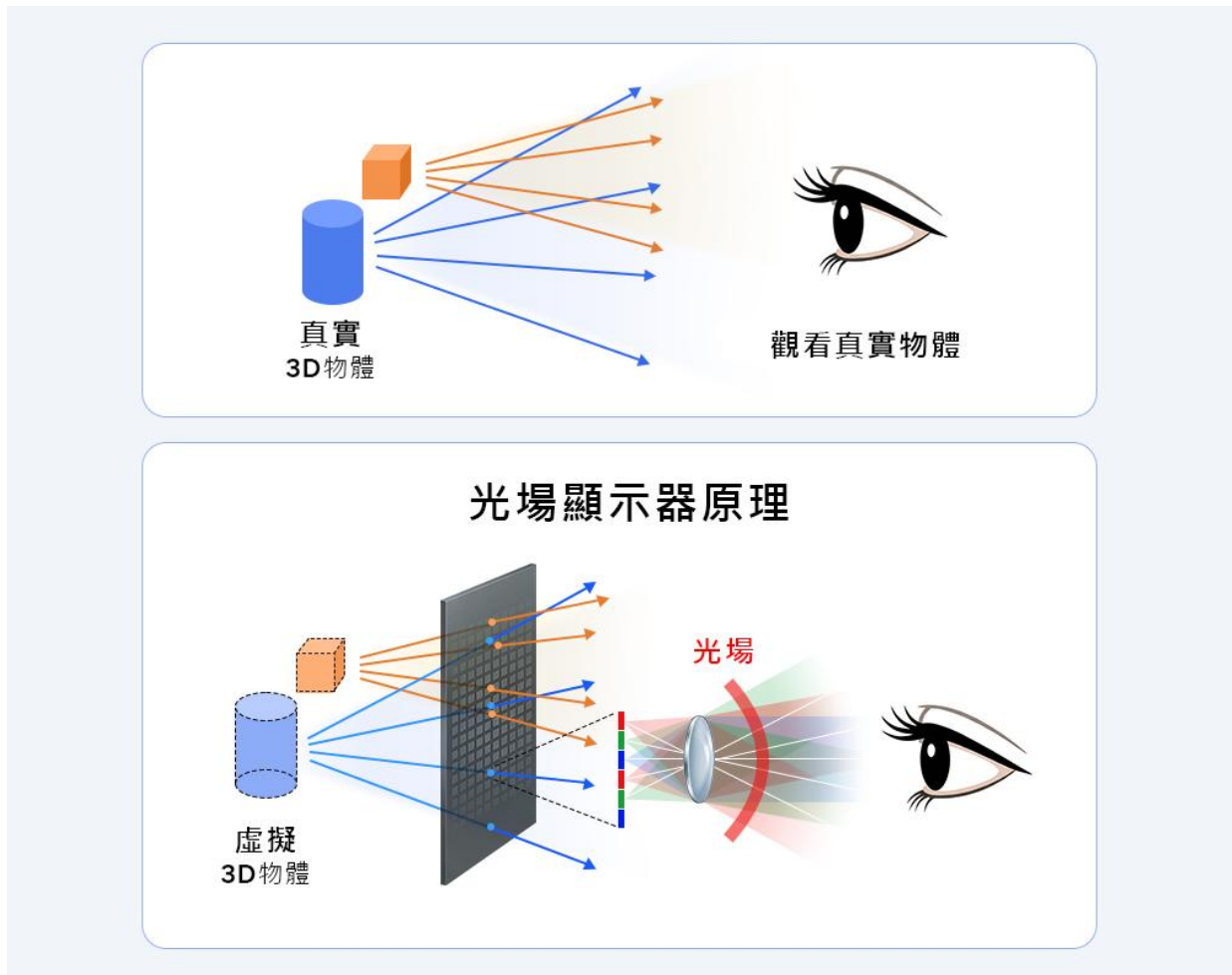
三星攜手浦項工科大学於《自然》期刊發表 2D / 3D 切換式顯示器研究成果

三星攜手浦項工科大学 (POSTECH) 於權威期刊《自然》(Nature) 發表《[透過超穎介面柱狀透鏡實現 2D-3D 切換式顯示器](#)》(Switchable 2D-3D display through a metasurface lenticular lens) 聯合研究論文，展示雙方透過產學合作，在新世代顯示技術領域取得的重大進展。

以超穎介面重新定義 3D 顯示器

超穎介面柱狀透鏡的 2D / 3D 切換式顯示器，採用奈米結構的超薄超穎透鏡^(註一)，實現平面 (2D) 與立體 (3D) 影像之間的無縫切換。

超穎介面不僅顯著縮減厚度，亦有助於實現複雜的光學功能，使其成為新世代顯示器與相機模組的關鍵技



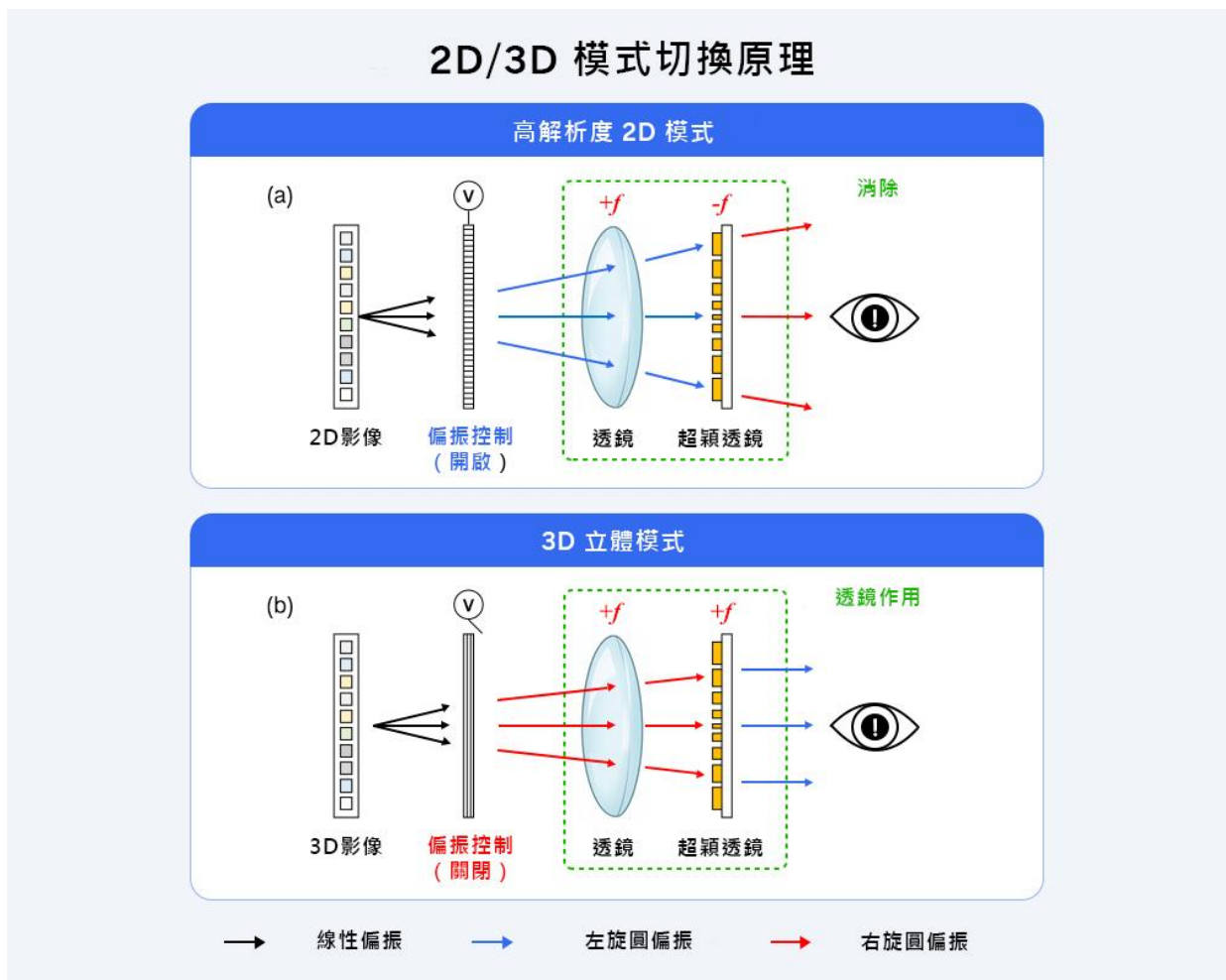
▲ 光場顯示器能隨著觀看角度的變化，呈現不同的影像。

此技術透過引導多個角度光線，打造無需配戴眼鏡的 3D 體驗，模擬真實世界的視覺感知。

長久以來，光場顯示器在娛樂、擴增實境 (AR) 和醫學影像領域備受期待；然而，傳統技術在商業化推廣上始終面臨挑戰，包括光學元件體積龐大、視角狹窄 (約 15 度)、解析度下降，以及過度依賴即時眼球追蹤等問題。

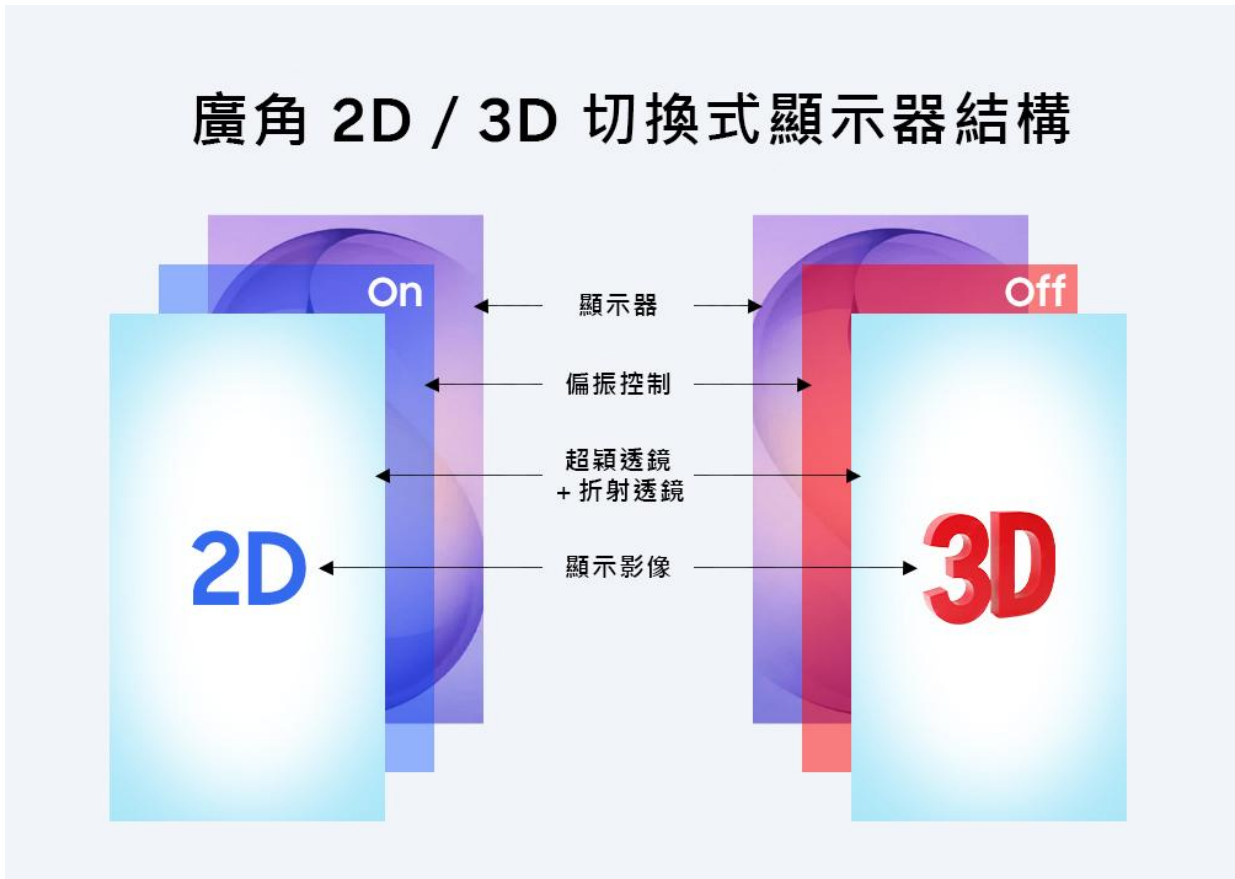
為克服上述限制，研究團隊利用偏振原理 - 亦即光的偏振方向，設計出能動態調節焦距特性的超穎介面柱狀透鏡 (MLL)。

切換 2D 與 3D 模式



▲ 示意圖：超穎透鏡如何根據偏振控制器的狀態，在高解析度 2D 與立體 3D 模式之間進行切換

廣角 2D / 3D 切換式顯示器結構



▲2D / 3D 切換式顯示器之示意圖

這項研究首次展示一種可透過電壓控制，在單一裝置內切換 2D 與 3D 模式的超穎光學系統。對終端用戶而言，這是一項突破性的進展，未來用戶將能在處理日常任務時，選擇高解析度的 2D 模式；並在觀賞影片時，隨時切換為沉浸式的多視角 3D 模式。

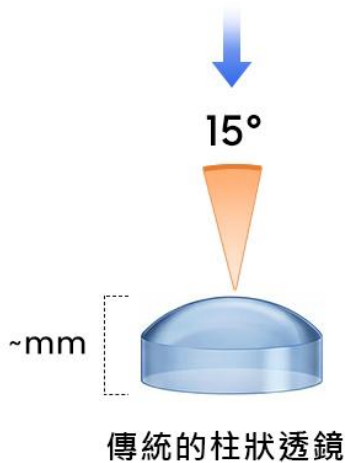
該模組根據顯示器前方的偏光控制器，切換超穎透鏡的凹面鏡與凸面鏡模式。在 2D 觀看模式下，例如閱讀或瀏覽內容時，超穎透鏡可發揮凹面鏡的作用（控制器開啟），消除凸面鏡的發散效果，使光線像穿透平面玻璃般直射，產生清晰的影像。

而在觀賞 3D 內容時，隨著關閉控制器，超穎透鏡則轉為凸面鏡模式，並與現有透鏡協同運作，進而強化景深並擴大視角。透過此機制，該模組能同時實現 2D 的清晰度和 3D 的立體感。

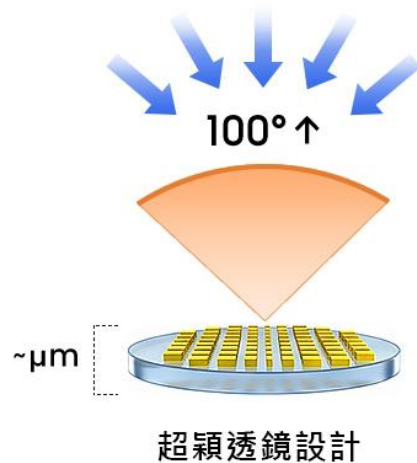
薄化設計，拓寬視角

傳統透鏡與超穎透鏡之比較

單一用戶；單一3D模式



多位用戶；可切換2D / 3D模式



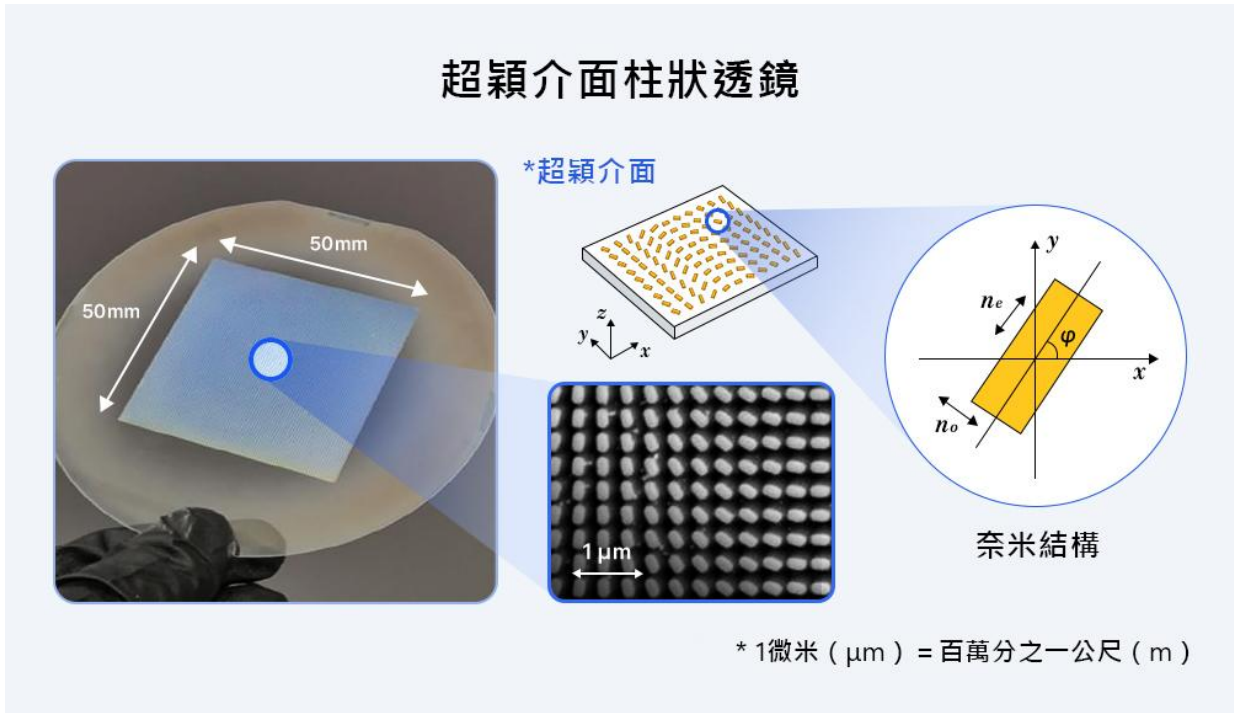
* 1微米 (μm) = 百萬分之一公尺 (m)

▲傳統柱狀透鏡與改良型超穎透鏡之比較

這項研究的一大亮點，在於大幅改善裝置厚度與視角。以往，若要達到高畫質與廣角效果，通常需依賴於龐大且厚重的透鏡。而今，研究團隊開發的超穎介面柱狀透鏡具備高數值孔徑(NA)^(註二)，不僅實現 1.2mm 的超薄規格，亦達成高達 100 度的超廣視角。這項技術除了將以往的 15 度視角，一口氣擴大六倍以上，還能同時讓多名觀者從不同位置體驗 3D 內容。此外，該成果亦展示奈米級的新型設計，如何突破笨重光學模組的諸多限制。

朝商業化階段邁進一大步

超穎介面柱狀透鏡



▲ (左起) 精心設計的超穎介面柱狀透鏡 ($50 \times 50 \text{ mm}$, 25 cm^2) 和奈米級結構，使柱面透鏡發揮絕佳作用

此項研究不僅是單純的概念驗證，更展示將超穎透鏡技術整合至實體裝置的實際可行性。研究團隊成功製作尺寸達 $50 \times 50 \text{ mm}$ (25 cm^2) 的大面積超穎透鏡，並於行動裝置廣泛使用的 OLED 面板上完成驗證。

此項研究由三星電子三星研究院視覺技術團隊，以及浦項工科學 (POSTECH) 奈米級光子學與整合製造實驗室共同合作完成。

展望未來，該技術有望重塑新世代顯示器的樣貌，應用範圍涵蓋智慧型手機、平板、商用系統等。

從光學設計、製造到即時切換驗證，三星攜手浦項工科學突破重重技術壁壘。隨著研究成果發表於《自然》期刊，三星進一步鞏固其在超穎光學、新世代顯示技術領域的領先地位。

註一：一種超越傳統折射透鏡、能精準調控光線的新世代光學技術。

註二：衡量光學系統聚光能力的一項指標，用以指出光線進入透鏡時的最大入射角。