

第四章 結論及展望

本研究主要探討表面聲波元件應用於長行程、奈米尺度步進的致動原理及技術。利用半導體製程技術在鈮酸鋰表面製作交指叉電極，產生高頻表面聲波，藉定子與滑座間的正向接觸力與摩擦力推動滑座作線性移動。

在設計交指叉換能器時，脈衝理論模型可提供相當快速且準確預估表面聲波元件的頻率響應，欲精準描述 IDT 致動的波傳行為，可採用耦合理論模型。然而，表面聲波訊號是由 IDT 接收端所擷取的，無法觀察表面聲波的真實波動行為，若要完整探討表面聲波特性和，須採用適當的系統直接量測表面聲波的面外位移及傳遞速度。

影響表面聲波馬達效能的因素可分為機構組成及驅動方式兩個方面，以機構組成的影響較大。機構因素包括滑軌相對於滑座位移的平行度、表面聲波元件與預壓力施加機構的垂直度，滑座與荷重元間接合方式等。機構組成主要包含支撐滑座進行水平運動的滑軌，理想滑軌於任何位置性質皆不改變，滑塊與滑軌間具有穩定的摩擦係數，兩者之間的最大靜摩擦係數不可太大，否則會造成滑座初始運動呈現停滯或瞬時的大位移。選擇滑軌需注意下面要點：(1)滑塊與滑軌間摩擦係數要小，一般滑軌具較大密封阻力，導致阻力增大，不適用於低推力的表面聲波馬達；(2)滑塊輕量化，能降低慣性力對馬達性能的影響，加快反應速度；(3)高精度的線性移動，若線性滑軌之工作方向的精度不夠，將會導致線性移動的不準確。

本研究採用光纖式麥克森干涉儀作為量測馬達步進位移的工具，將量測到的干涉訊號以數位濾波器處理，可觀測較大的步進位移，但干涉訊號參雜明顯雜訊，若能降低訊噪比，可提升干涉儀的解析度。此外，利用 PZT 推桿尋找干涉儀轉換函數的 $1/4$ 週期相位點，可解決精密定位的問題，但一般 PZT 推桿的總行程遠大於尋找 $1/4$ 週期相位點所需行程，若環境產生干擾或驅動器未具防止電子雜訊干擾之能力，

會造成 PZT 推桿伸縮而獲得錯誤的量測結果。本研究曾採用 PZT 圓管取代 PZT 推桿，產生軸向伸縮，可以達成光纖麥克森干涉儀的快速精準定位。

表面聲波馬達的驅動參數有預壓力、驅動電壓、叢發週期數目等。經實驗證實，驅動電壓為最重要的參數，不同預壓力的影響在實驗範圍內無明顯差異。若採用較多的叢發週期數目、適中的電壓，可明顯觀察表面聲波馬達的步進行為。若叢發週期數目少、電壓高，受限於干涉儀的性能，僅能得到長時間的累積位移，無法觀測步進位移發生時之行為。欲得到更精密的步進位移，需採用更高解析度的量測工具，且進行多軸量測，同時間得到完整的步進位移資訊，有助於分析表面聲波馬達的整體動態行為。期望未來能得到操作參數的最佳化組合，達到滑座快速移動、精密定位的目標。

表面聲波馬達系統最重要的部分在於滑座與定子之間的接觸問題。模型的建立與定子的設計相關，在進行新型定子的設計時，需要新的模型來解釋，必要時可使用有限元素軟體分析接觸力。根據現有的超音波馬達理論，滑座與定子之間的力學模型並不完備，無法將表面聲波造成的接觸應力變化及力量關係完整呈現。如何建立準確的模型將是未來努力的目標之一。