智慧結構多軸次微米主動抑振模組技術

Technology of Sub-micron Active Vibration Suppression Module Using Multi-axis Smart Structure

陳世昌 [1]*、 孫彥碩 [2]、曾炫凱 [3]、 劉東昇 [3]

[1] 工研院機械所 先進機械技術組 專案經理

[2] 工研院機械所 智慧機器人技術組物流機器人系統部

[3] 工研院機械所 先進機械技術組先進薄膜設備部

摘要：本論文針對一般精密製程所需之隔振技術作一介紹，首先介紹微振動的現象以及對精密製程之影響，並說明一般精密設備常用的微振動準則；在國內外主動隔振技術競爭力分析部分則簡要說明國內主動隔振技術的發展現況，以及國外較具競爭力的業者，其長期佔有技術優勢的原因；接下來的章節，則開始介紹主動隔振以及智慧結構技術發展簡介及必要性，以及多軸主動隔振模組之架構設計及相關元件之特性與選用；最後以一個精密檢測設備之振動測試為例，說明該設備之微振動等級的現況，並分析未來整合多軸主動抑振模組之後的預期效益評估。

Abstract：This paper presents an introduction to vibration isolation techniques required for general precision manufacturing processes. First, the phenomenon of micro-vibration and its impact on precision manufacturing processes are introduced. The micro-vibration criteria commonly used in precision equipment are described and the competitiveness of active vibration isolation technology at home and abroad is also analyzed. The section briefly explains the development status of active vibration isolation technologies in Taiwan and the reasons why long-term technological advantages are enjoyed by more competitive foreign companies. The next section starts to introduce the development of active vibration isolation and smart structure technologies, including the necessity of a multi-axis active vibration suppression module, its architecture design, the characteristics of related components, and selection criteria. Finally, the vibration test of a precision measurement equipment is used as an example to illustrate the status of micro-vibration, and expected benefits are evaluated after the integration of a multi-axis active vibration suppression module.

關鍵詞：振動隔離、微振動準則、主動抑振

Keywords：Vibration isolation, Micro vibration criteria, Active vibration suppression

前言

本文主要是針對半導體或是光電產業所需之精密製程或檢測等設備中，該設備內部特定模組對於外界微振動干擾之敏感特性，需開發與精密製程設備整合之多軸次微米智慧結構主動抑振模組技術。有別於設備外部之隔離平台技術，這一類的多軸主動抑振模組在半導體或是光電產業所需之精密製程或檢測設備開發的過程中，便整合於該製程或檢測設備中，以模組的方式成為該設

備之重要次系統之一。如此便可以在製程設備之內部直接抑制來自於運動控制次系統中產生的伺服干擾。

本文的架構概述如下：首先介紹微振動的現象以及對精密製程之影響，並說明一般精密設備常用的微振動準則；在國內外主動隔振技術競爭力分析之部分，則簡要的說明國內主動隔振技術的發展現況以及國外較具競爭力業者其長期佔有技術優勢之的原因；接下來的章節則介紹主動隔振以及智慧結構技術發展簡介與必要性，以及多軸主動隔振模組之架構設計及相關元件的特性與選用；最後以一個精密檢測設備之振動測試為例，說明該設備之微振動等級的現況，並分析未來整合多軸主動抑振模組之後的預期效益評估。

抑振模組技術對精密製程之必要性與競爭力分析

1. 微振動對精密製程的影響

微振動依據 ISO 在建築物中人體振動感測標準 [1]，將其再向下以 6 dB(1/2 倍) 為一級距，向下分為 A、B、C、D、E 等五個等級，基本上落於此一範圍之振動是人體幾乎無法感知的，但對於精密製程設備而言，這樣的微干擾卻會大幅降低精密製程及檢測設備之性能，尤其是以先進半導體及光電製程為甚。**圖 1** 即為原子力顯微鏡 (AFM) 檢測受到振動干擾的一個實例，在一般環境振動未經控制的狀況下，與實驗室環境下進行的檢測結果，即可看出微振動對精密設備的影響；更有甚者可以透過檢測圖案的毛邊條數，配合檢測設備的掃瞄速度估算出干擾振源所在之頻率位置。2000 年初由於製程趨向奈米之等級，上述的傳統微振動準則已經漸漸地不符合實際之需要，所以美國國家標準及技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 之先進量測實驗室 (Advanced Measurement Laboratory, AML) 又制定兩項更嚴格的振動規範，分別為 NIST-A 及 NIST-A1[2]，其中 NIST-A 在 20 Hz 以上與 VC-E 相同，但是在 20 Hz 以下則規範其環境微振動之振動位移要求不可超過 0.025 μm，適用於奈米等級之檢測機台如 AFM、SEM、SPM 等；而 NIST-A1 則要求在 5 Hz 以上其環境微振動之振動速度要求不可超過 0.75 m/sec，適用於實驗室中次世代奈米製程儀器及檢測儀器之開發。

近年來半導體工業持續地朝向積體電路線寬及線距等細微化之發展，所以對於廠房環境微振動的要求也日趨迫切。半導體廠房的微振動環境，事實上是隨著使用時間的增長而日趨惡化，這其中的原因大部分為製程設備之載重過大，以及當初廠房的設計並未考慮到因應產能的的擴充而造

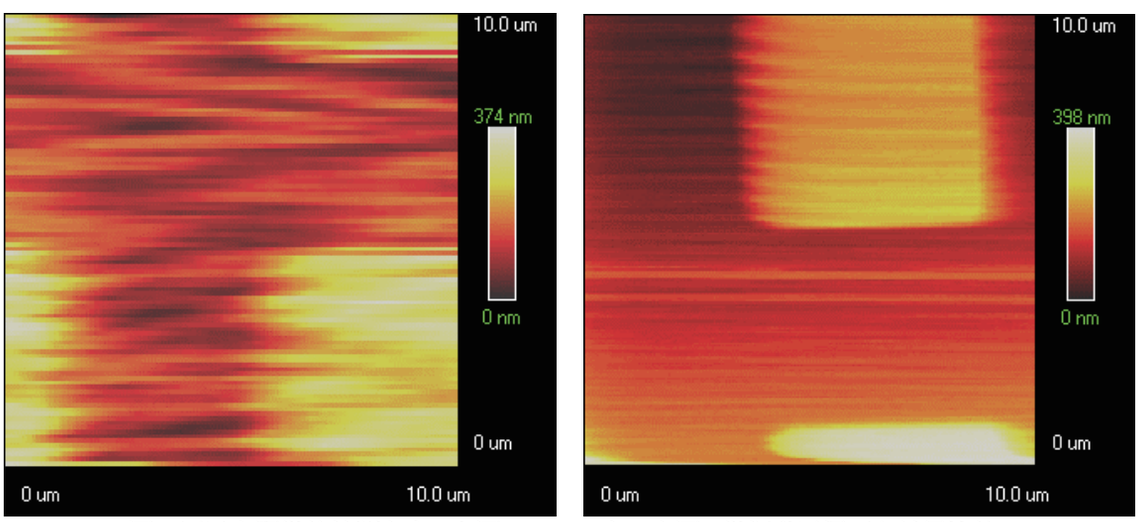

圖 1 原子力顯微鏡檢測在有 (左圖) / 無 (右圖) 微振動干擾下之結果比較

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】423 期・107 年 6 月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元
劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所
訂書專線：03-591-9339
傳　　真：03-582-2011
機械工業雜誌・官方網站：www.automan.tw
機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw