



114年度「亮點計畫三」執行海報

執行期程：114年1月1日～114年12月31日

計畫名稱：尋求高速離子切割研磨機與場發射掃描式電子顯微鏡配套使用

主持人姓名職稱/任職單位：傅彥培教授/材料科學與工程學系

核定補助經費：5,570,000元

●計畫內容概述

本計畫建議引進高速離子切割研磨機與原有的熱場發射掃描式電子顯微鏡配套協同提供服務。

離子切割研磨機具有快速產生橫截面的功能，能應用在如今許多研究領域以及高科技產業元件的截面觀察。如光學被動元件、太陽能電池、燃料電池、抗腐蝕鍍膜、抗磨耗鍍膜、發光二極體等元件，舉凡是基於多層次薄膜堆疊所構成的元件，皆需要此種技術的輔助以驗證其功能的有效性。如果擁有此項技術，配合原有的掃描電子顯微鏡提供一目了然、眼見為憑、有圖為證的直觀理解，對於未來的研究以及於業界的合作皆有如虎添翼的效果。

離子切割研磨的機台在市場上以聚焦離子束顯微鏡(Focused Ion Beam, FIB)為大宗。由於價格昂貴之故，僅屬於具有豐富資源的大型半導體產業及相關研究單位的禁脔，無法普及於其他元件的研究。

與其在聚焦離子束顯微鏡同一機台上整合截面切削與電子顯微鏡觀察的功能，如果能把截面切削功能獨立出來在截面積觀察的應用上是更為合理的。不但省卻互相掙格的功能的投資，且可避免腔體的污染，確保電子顯微鏡的解析度，更可以單獨針對切削的功能做有效的改善，一舉數得。

首先，使用氬離子取代鎢離子為離子源，不但技術成熟，維護成本更為低廉。還原氣體為惰性，大幅降低污染的疑慮。至於離子源因原子序較小所造成的濺射產率較低的問題，可以增加離子電流(300 μ A，相對於 FIB 的100 nA)的方式來補強。達到一定的切割速度。其次，遮罩可用標準化的金屬擋板來擔當。對於多數面積大於微米平方的元件而關鍵奈米厚度尺寸的層狀堆疊是位在截面的觀察而言，這種方式既可達到切割的要求又極為廉價。

此項切割技術的發展趨於完備，價格可藉由功能拆解的方式而大幅的下降。配合本校原貴儀中心所屬掃描電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)，解析度可達到 1 nm 的程度，同時可進行化學成分分析，是能夠相輔相成擴大服務範圍。我們可採購適切功能的機型即可達到配套研究發展的目標。對我們中心切中客群的需求、服務量能的增加、績效的鞏固以及服務收入的挹注，在未來10年都能都會有保障。也能同時藉由校外服務顯著提升本校能見度。而藉此儀器的引進，重要科技突破創新也是指日可期的。

●計畫亮點說明

避開聚焦離子束的機台過於昂貴的門檻，拆解焦離子束顯微鏡技術以便與現有獨立的掃描電子顯微鏡分工整合

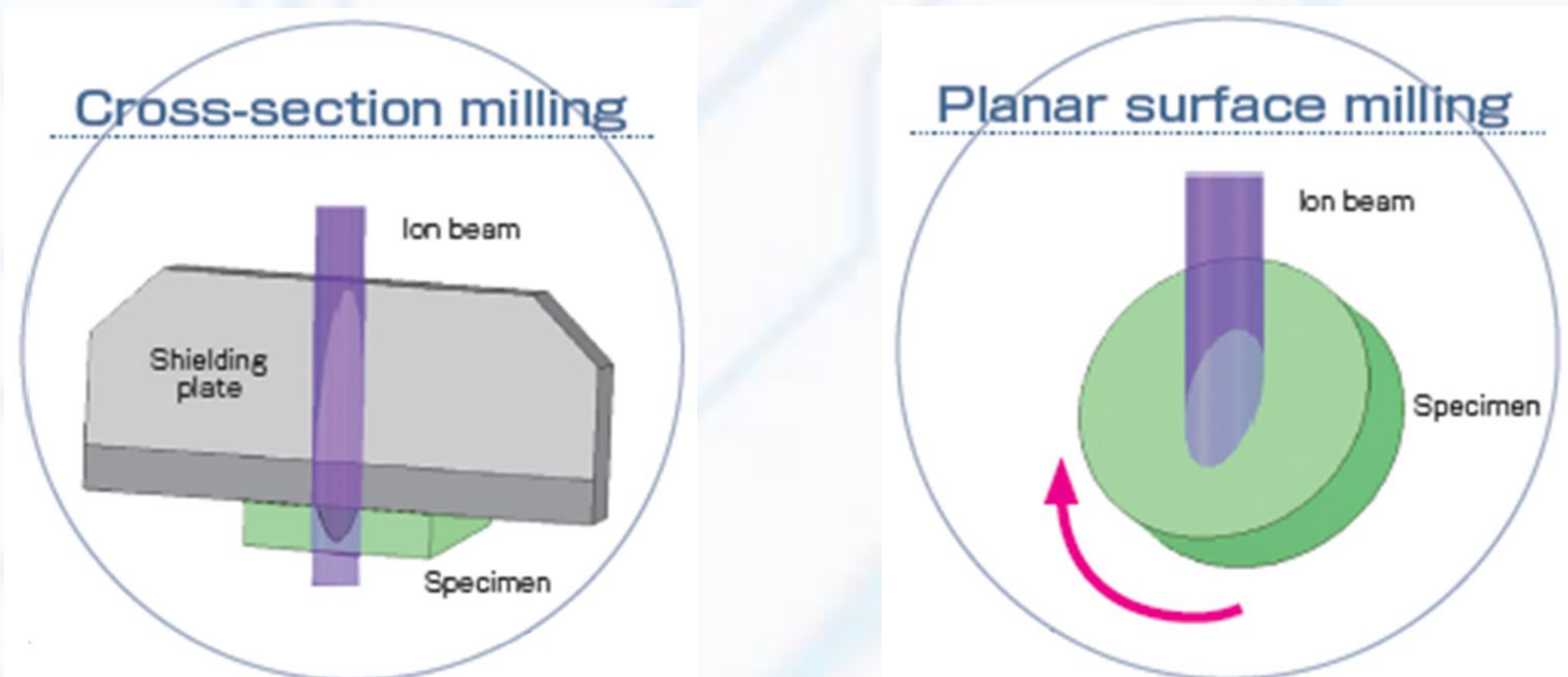
我們提出購買聚焦離子束橫截面切割機以增進場發射掃描式電子顯微鏡使用的計畫。在這個計畫下我們可藉由聚焦離子束橫截面切割機的購買以及使用，大幅擴展場發射掃描式電子顯微鏡的服務能量。同時離子束橫截面切割機是獨立於場發射掃描式電子顯微鏡的機台，可以在不佔用場發射掃描式電子顯微鏡的服務時段下另行操作。離子束橫截面切割機的操作也可以另行收費，與場發射掃描式電子顯微鏡協同服務，共同為中心增加服務能量挹注收入。

購買此一設備的助益絕不只是限於挹注收入的角度。更深遠的意義在於支援研究能量，擴大研究服務的中心使命。我們提出把截面切削功能獨立出來的觀點。不但省卻互相掙格的功能的投資，且可避免腔體的污染，確保電子顯微鏡的解析度，更可以單獨針對切削的功能做有效的改善，一舉數得。

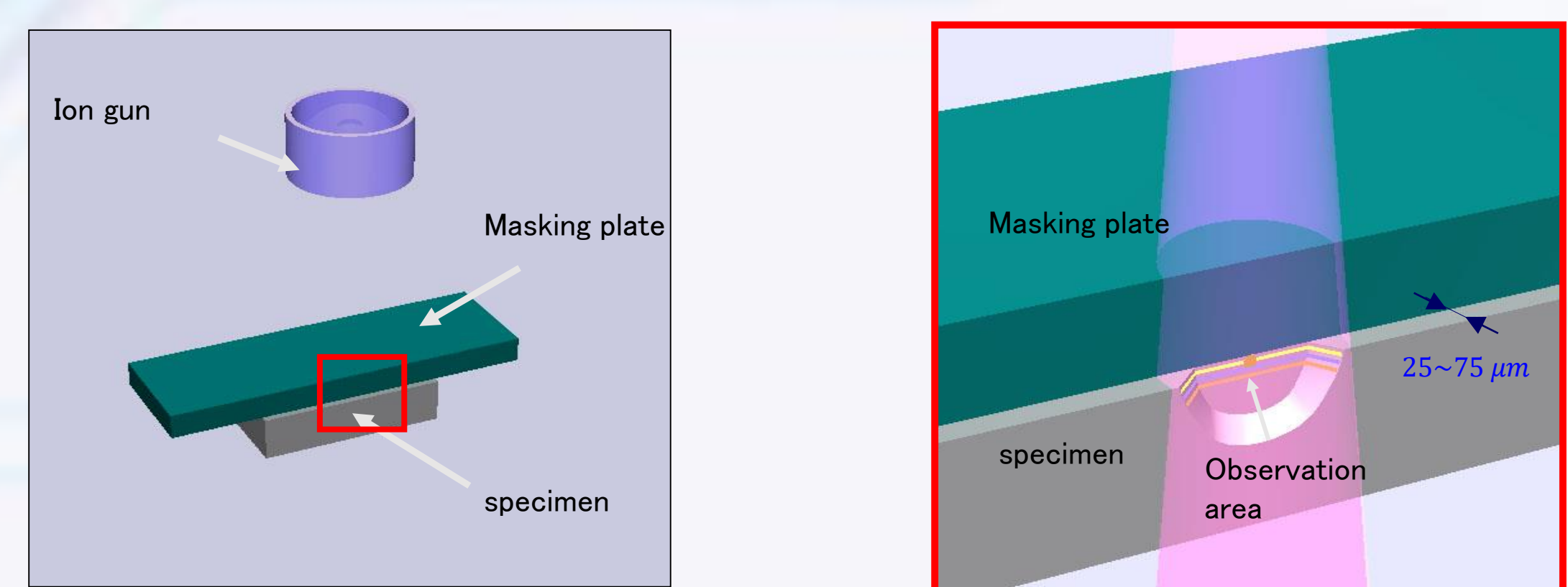
聚焦離子束銑削的兩大功能

以下我們以日本電子株式會社 JEOL IB-19530CP+IB-10500HMS CROSS SECTION POLISHERTM 為例，說明此設備提供的切削功能。

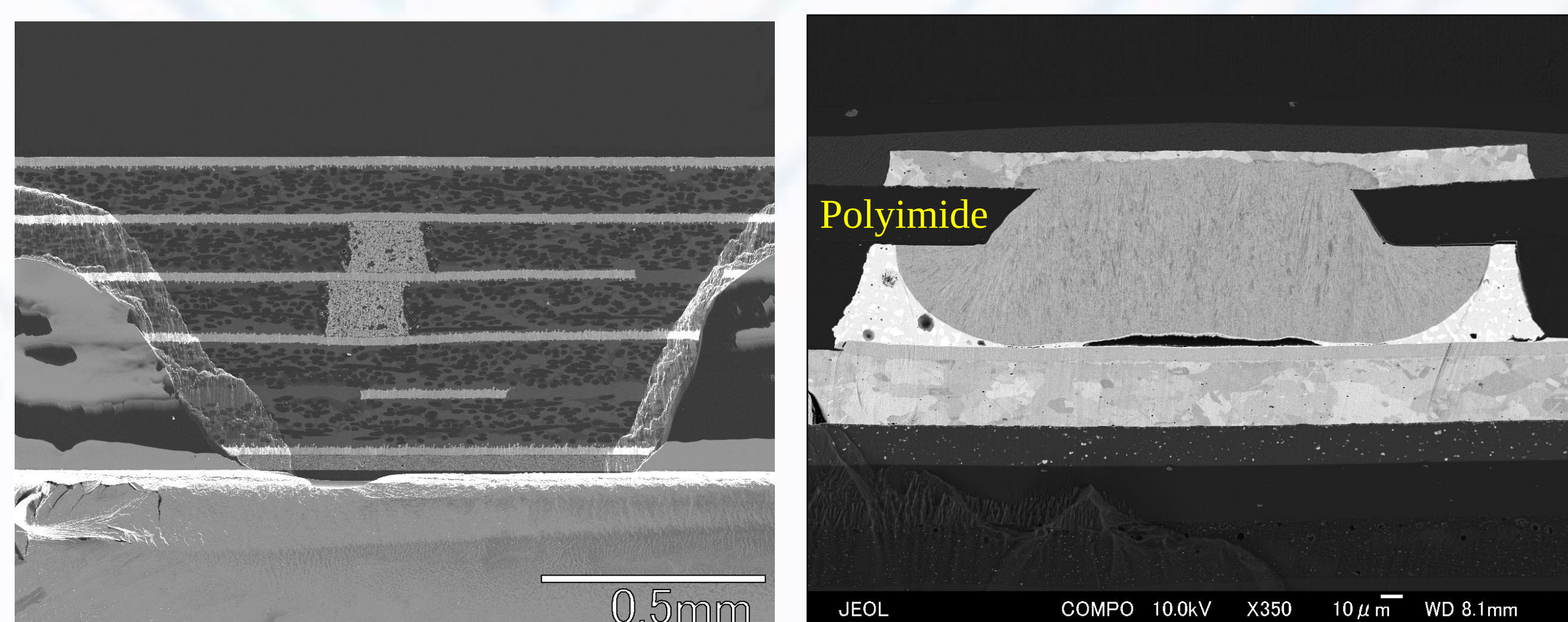
此機台主要有兩項功能，分別為向下濺射以暴露出橫截面的銑削 (high throughput milling, HTM)，以及大面積的濺射以達成表面拋光的銑削 (large area milling, LAM)。



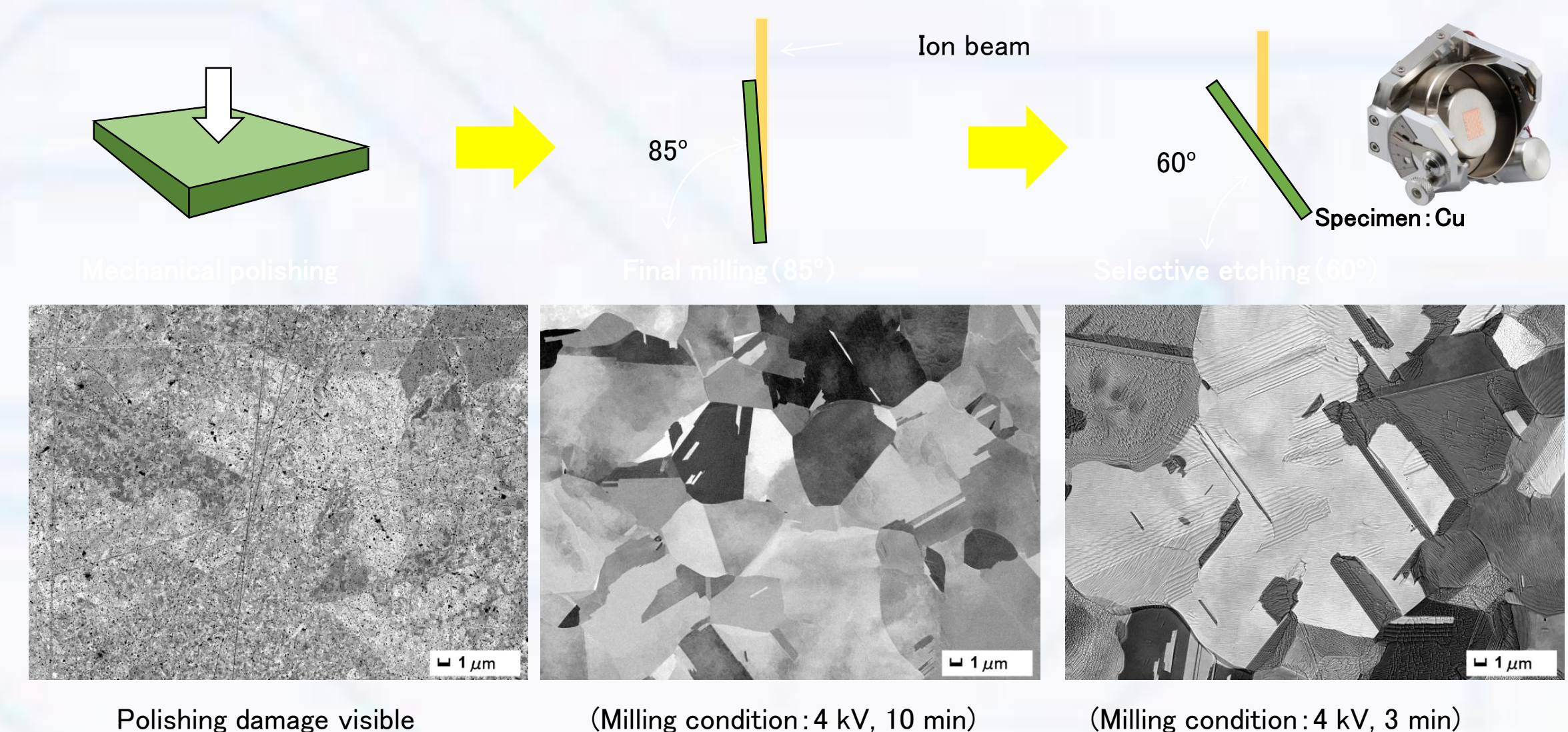
左圖截面積銑削(cross-section milling)，即是上述的HTM的示意圖，右圖是平表面銑削(planar surface milling)，即是上述的LAM的示意圖



暴露出橫截面的銑削 (HTM) 的步驟。把遮罩板 (masking plate) 放在試片 (specimen) 上方，啟動壓氬離子 (Ar^+) 束照射。試片突出遮罩板之外的部分就會因氬離子照射而被刮除，形成一段平整的深度截面區域。



左圖顯示層狀堆疊橫截面的銑削案例，右圖顯示可撓有機電子元件橫截面



本圖顯示試片被拋光之後再以不同角度離子蝕刻的效果

具最大必要性與服務能量

對於東台灣研究人員尤其是本校理工學院相關研究人員的而言，熱場發射掃描式電子顯微鏡仍然是不可或缺的研究儀器。熱場發射掃描式電子顯微鏡添購成本動輒超過十萬元以上，因此即使這樣設備已經使用了十數載，在校內研究能量的需求下尚無退場的可能。尤其是我們已經在去年決定更換主機板以及更新操作介面軟體，使得機台的操作獲得了新生，規劃足以面對未來10年的研究挑戰。在此決策之下絕無捨棄本機台而另購新機台的理由。

因此當務之急是如何恢復過去的使用能量，不僅服務本校的師生擴大研究的成果，還能擴大服務面以挹注維修所需的資本，是當前狀況下的挑戰。因此思考如何擴大熱場發射掃描式電子顯微鏡服務客群的範圍，使得本機台有超越其他大學類似機台的服務面向，是我們念茲在茲的課題。同時能夠藉由服務所得資金的挹注，落實機台的定期保修與維護，以最經濟的方式創造最大的機台服務價值。

因此我們提出購買聚焦離子束橫截面切割機以增進場發射掃描式電子顯微鏡使用的計畫。在這個計畫下我們可藉由聚焦離子束橫截面切割機的購買以及使用，大幅擴展場發射掃描式電子顯微鏡的服務能量。同時離子束橫截面切割機是獨立於場發射掃描式電子顯微鏡的機台，可以在不佔用場發射掃描式電子顯微鏡的服務時段下另行操作。離子束橫截面切割機的操作也可以另行收費，與場發射掃描式電子顯微鏡協同服務，共同為中心增加服務能量挹注收入。因此本計畫的通過與執行具最大必要性與服務能量。

●計畫未來執行方向及預期效益

顯著提升本校能見度

當本校擁有聚焦離子束橫截面切割機，在這些高科技領域等於是獲得了研究的主動權。因為橫截面切割與奈米尺寸的觀察是這些研究領域極大的門檻。我們可以因緣際會宣傳設備配套的合理性，爭取合作與交流的機會。這些合作交流不止限於學界，更可擴及產業。配合我方種子研發人員的專長與興趣，我們將擁有研究發展的主導權。在其他單位也群起效尤爭相購買同級儀器之前，本校在未來的十年勢必有一番作為。配合本校原有領先的奈米科技相關研究，加上關鍵設備的獲得，本校的能見度勢必也會因為具有關鍵儀器的主導權而顯著提升。

檢測與服務致重要科技突破或創新

當我們擁有關鍵的橫截面切割技術時，我們就能掌握對於元件的一目了然、眼見為憑、有圖為證的直觀理解。對於材料的研發如虎添翼，對於研究提升至元件的整合提供契機。因此在原有的研究基礎上，只要能再提供橫截面積觀察的證據，研究的證據力將大幅的提升。擁有聚焦離子束橫截面切割機，在在元件整合的研究上等於是獲得了研究論述的最終話語權。因此重要科技突破或創新指日可待。