



以行星式球磨機的冷焊效果將
鋰電池負極材料進行改善

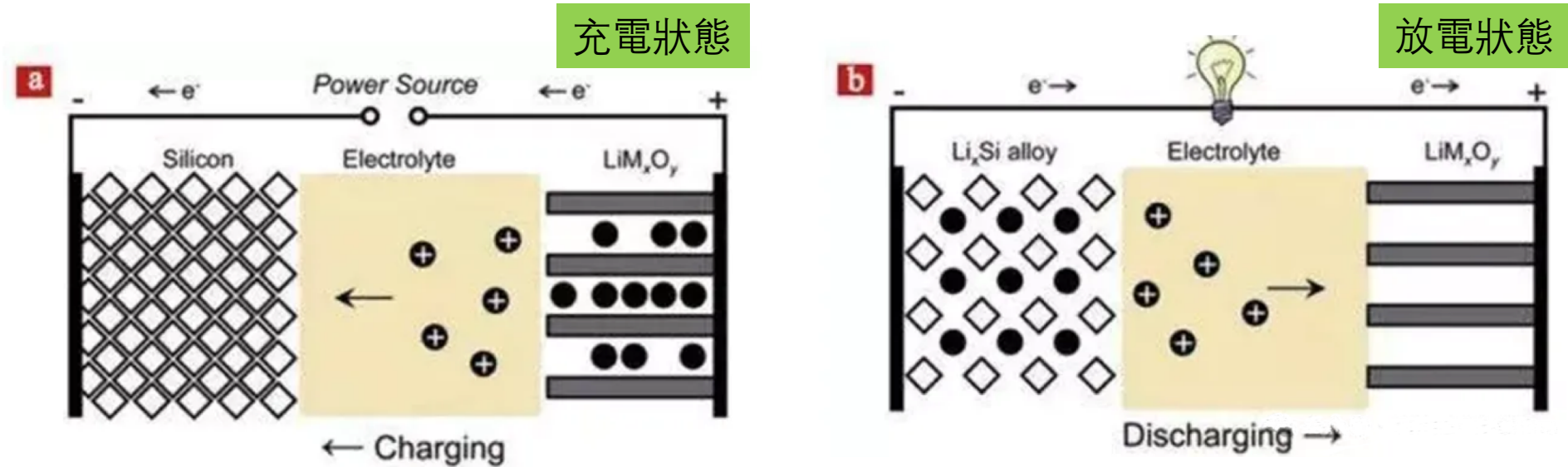
Summarized by: Utek International CO. LTD.

實驗背景：

廣泛應用在鋰電池負極的碳相關材料，如石墨烯等，已經發展相當成熟，但同時也代表著面臨到瓶頸。在電容量方面已經無法滿足現今的需求，業界進而開始研究矽相關的新材料。

行星式球磨機在這方面的角色如何？能夠有什麼貢獻？我們一起來看看。

實驗目的：



理想的矽基鋰電池充放電狀態示意圖，由於矽的電容量大約是碳的10倍，且因為較低的鋰脫離電位，具有更不易短路的風險，是近來吸引研究目光的負極新材料。

實驗設備與方式：

來自德國的FRITSCH, 旗下兩款熱銷機型：

PULVERISETTE 5 Premium Line (P5P)

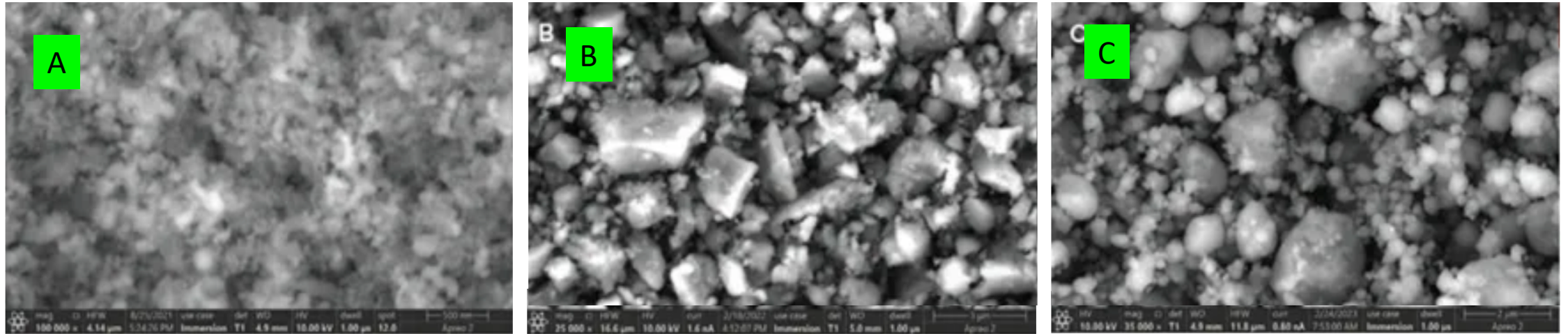


PULVERISETTE 7 Premium Line (P7P)



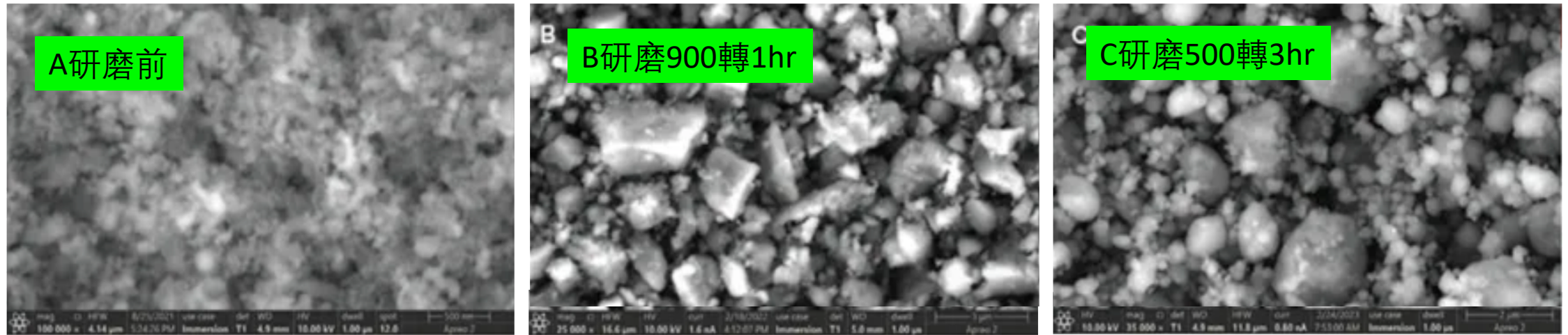
配置/方案	方案一	方案二
研磨球	3-20mm ZrO2研磨球	
研磨罐	ZrO2研磨罐	
乾濕研磨	乾式 (惰性氣體研磨)	
轉速	900rpm	500rpm
研磨時間	1h	3h (每1h休息一次)

實驗結果-SEM圖像：

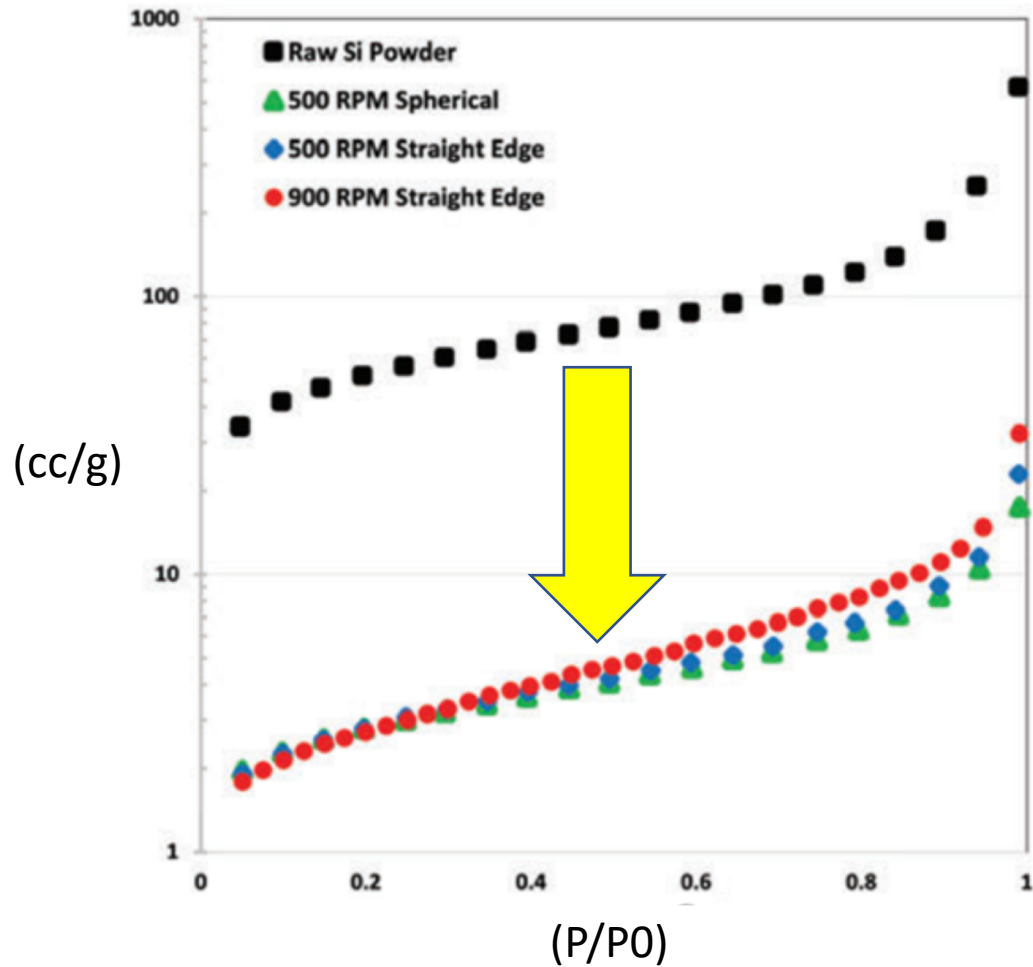


一般來說，行星式球磨機多用來細化樣品尺寸，然而在此實驗中，利用低轉速長時間的穩定運轉，再搭配惰性氣體下的研磨，形成了特殊的「冷焊」效果，讓矽粉顆粒的尺寸反而增大了。

實驗結果-SEM圖像：



圖A是研磨前的矽粉，粒徑分佈在10~100nm之間。圖B是經過900rpm研磨1小時後，所呈現出微米等級且具稜角的方形顆粒。而圖C則是經過500rpm研磨3小時的影像，不僅尺寸變更大，形狀也更接近橢圓形。



實驗結果-BET結果：

電極材料的比表面積也是影響電池表現的重要參數之一，高比表面積有益於提高電容量，然而低比表面積卻能降低SEI層體積，故如何調整比表面積也是一個重要課題。

而經過行星式球磨機研磨之後的樣品，能夠呈現出明顯的比表面積差異，代表著此項性質也能夠有效的予以調控。

實驗結論：

1. 經由行星式球磨機的冷焊效果，可以順利的將矽粉負極材料的「**粒徑**」、「**型態**」、「**比表面積**」等進行調整。
2. 研磨後的電極材料對於倍率性能、首次充放電效率以及循環壽命等，應會有所提升。
3. 通過各種行星式球磨機參數的設置，例如**轉速**、**運轉時間**、**暫停時間**、**惰性氣體**等，可以得到不同的電極材料改質以及對應的表現。

P7P 惰性氣體研磨罐



P5P 惰性氣體研磨罐