



超音波振動應用於碳化矽 的機械化學拋光

Ultrasonic Vibration Assisted Mechanical Chemical Polishing (MCP)
of Silicon Carbide

廖運炫

國立臺灣大學
機械工程學系
教授

黃昭維

國立臺灣大學
機械工程學系
碩士班研究生

關鍵詞(Keywords)

- 超音波振動 ultrasonic vibration
- 機械化學拋光 mechanical chemical polishing (MCP)
- 碳化矽 silicon carbide (SiC)

摘要(Abstract)

碳化矽陶瓷因具有優良的機械及化學性質，已廣泛地應用於耐磨耗與耐腐蝕，近年來更被應用在光學元件及半導體等產業上，然其拋光效率與表面精度的要求也變得更加嚴苛。機械化學拋光法使用較軟的磨料拋光較硬的工件，不會有傳統硬磨料造成的微小刮痕與次表面破壞，也不會

有化學機械拋光法化學液的回收問題，只是在拋光效率上還有其改進空間，未被普遍應用。為了提升其拋光效率，以自行設計的超音波振動輔助機械化學拋光裝置，對碳化矽陶瓷進行拋光實驗，探討利用超音波振動提高拋光效率的可行性，並選取施加壓力、工件轉速、拋光時間及超音波功率等拋光參數，研究超音波振動對材料移除深度、表面粗糙度與材料移除機制之影響。研究結果顯示，加入超音波振動後可提升約60~70%的材料移除率。在較高的壓力下，超音波對材料移除深度的增加有較明顯的效果，而超音波的功率大小則與材料移除深度的提升呈現正相關性。依據研究結果並提出了超音波振動輔助下材料移除的機理。

The mechanical chemical polishing (MCP) process which uses soft abrasives to polish hard



workpiece have been employed recently to polish silicon carbide (SiC) ceramic for various applications. An ultrasonic vibration assisted apparatus is designed to investigate the effects of ultrasonic vibration on the efficiency of MCP of SiC by ferric oxide (Fe_2O_3) abrasives. Experimental results show that the ultrasonic vibration can effectively improve polishing efficiency; the material removal rate is increased by about 60~70%. But it does not lead to a better final surface finish. The effect is more obvious under a higher working pressure condition. It is also found that the output power of ultrasonic transducer is positively correlated with material removal rate. The mechanism of ultrasonic assisted material removal has been built based on the experimental results.

1. 前言

碳化矽(Silicon Carbide)陶瓷因具有優良的機械及化學性質，已廣泛地應用於耐磨耗與耐腐蝕工程，近年來更被應用在光學元件及半導體等高科技產業上，也因此對於工件的表面粗糙度要求不斷提高，如非球面模造玻璃的成形模仁，其表面粗糙度需達到 Ra 5 nm 以下。傳統機械式的拋光是使用較硬的磨粒來拋光較軟的工件，容易在工件表面上造成微小刮痕與次表面破壞，為了得到高品質的表面，必須進一步發展碳化矽的非傳統拋光方式。

機械化學拋光法最早是由 Yasunaga 等人[1]

提出，是一種利用較軟磨料拋光較硬工件之拋光方式，在高溫高壓的影響下，軟磨料會與工件材料反應產生鈍化層，再藉由機械力的作用將鈍化層移除，不會造成傳統硬磨料的微小刮痕與次表面破壞，也不會有化學機械拋光法化學液回收的問題。Kikuchi 等人[2]提出了使用氧化鉻(Cr_2O_3)拋光單晶 α 碳化矽的機械化學拋光法，並指出氧化鉻在化學反應中並沒有直接與碳化矽反應，而是扮演著催化劑的角色，促使碳化矽與空氣中的氧發生反應並產生二氧化矽(SiO_2)鈍化層。

2006 年 Yasunaga 等人[3]分別以 α 氧化鐵($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$)與氧化鉻(Cr_2O_3)磨粒在大氣中拋光單晶與多晶碳化矽晶圓。室溫下氧化鐵的拋光效率僅有氧化鉻的一半，但是當溫度達到 230 °C 時，氧化鐵磨粒的效率可以達到室溫時的三倍以上，比氧化鉻磨粒在其他實驗溫度下的效率都要高。當溫度提升至高於 230 °C 時，因為磨料本身大量黏著於試片表面，使得拋光效率降低。

由前述文獻可得知，使用氧化鐵對碳化矽進行機械化學拋光法已被證實，溫度的提升對拋光效率有顯著的影響，但是直接將拋光盤的溫度提升，必須使用耐高溫的元件及採用隔熱的設計，高溫下元件也容易耗損，在設備上增加的成本不容忽視，也提高了操作的危險性。故以他種方式提供化學反應所需的能量，以提高其拋光效率，成為值得研究之課題。

超音波有著高頻摩擦造成局部高溫度之特性，已被應用於焊接金屬[4]，所提高之溫度應有助於固相化學反應的生成，此外，超音波還會造成反覆性的機械力等其他方式之能量，也可能提升反應生成之效率，故針對超音波相關文獻進行

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】377期・103年9月號

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：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw