

## MEMS における異種材料間直接接合のメカニズムの解明

<sup>1</sup>東大新領域、<sup>2</sup>JASRI、<sup>3</sup>兵庫県立大、<sup>4</sup>東海理化

矢代航（実験責任者）<sup>1</sup>、坂田修身<sup>2</sup>、小金澤智之<sup>2</sup>、西本和史<sup>3</sup>、石澤直也<sup>3</sup>、植田寛康<sup>4</sup>、服部正<sup>3</sup>

近年、微細加工技術によりサブミクロンサイズのマイクロマシンを三次元的に作製する MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術が大きな発展を遂げている[1,2]。このようなマイクロマシンの構築においては、微細加工技術により個別に作製した微小部品を組み立てる技術（アセンブリ技術）の開発が一つの大きな課題である。サイズが微小なため、通常のサイズの機械に用いられるようなネジやボルトによる組み立ては一般に困難である。また、溶接や拡散接合、圧接などでは、融点に近い高温や高圧が要求されるため、部品に熱ひずみなどによる損傷を与えてしまう。さらに接着剤による間接接合では、組み付け精度や接着剤の濡れの問題で適用範囲が限定される。そのようななか、本研究の協力者の一人である服部氏により開発された直接接合技術がブレークスルーを与える技術として最近大きな注目を集めている[3]。この技術は、異種材料を接着剤なしに直接的に接合するものであり、従来の方法では困難であった低温、低圧での接合が可能である画期的なものである。この方法では接合したい面に真空中でイオン化された水蒸気を照射し、その後接合面どうしを接触させて低圧で加圧することにより接合を実現するというものである。本研究では X 線反射率法および中性子反射率法を相補的に利用することによって、接合界面の電子密度分布を明らかにすることで、接合のメカニズムの解明を目指した。

X 線反射率測定は BL46XU の多軸回折計 (Rigaku ATX-GSOR) により行った。X 線の波長を 1.0 Å とし、試料の表面を鉛直面内に固定して測定した。試料としては、4 インチシリコン上にエポキシ性樹脂 (SU-8) をスピンコートした後に四分割したものを用いた。うち二枚については、表面に水蒸気イオン、重水イオンをそれぞれ照射し (図 1) そのまま真空中で Cu を成膜した。また他の一枚はイオン照射をせずに Cu を成膜した (残りの一枚は SU-8 のみ)。図 2 に X 線反射率測定の結果を示す。横軸は入射角、実線、破線、点線はそれぞれ重水イオン照射、水蒸気イオン照射、イオン照射なしの試料の X 線反射率を示している。図のように三種類の試料で明らかに有意な差が見られた。前二者で反射率のデータに差が生じた原因としては、SU-8 層および Cu 層の膜厚の差が考えられる。中性子反射率測定の結果と合わせた詳細な解析が待たれるところであるが、本

測定の結果を中性子反射率法の解析に利用することによって、界面の電子密度についての精度の高い議論ができると期待している。

[1] E. W. Becker, W. Ehrfeld, P. Hagmann, A. Maner, and D. Munchmeyer, *Microelectron. Eng.* 4, 35-56 (1986).

[2] A. Teshigahara, M. Watanabe, N. Kawahara, Y. Ohtsuka, and T. Hattori, *J. Microelectromech. Sys.* 4, 76-80 (1995).

[3] H. Ueda, H. Ueno, K. Itoigawa, and T. Hattori, 2006 International Symposium on Micro-Nanomechatronics and Human Science, 545-550 (2006).

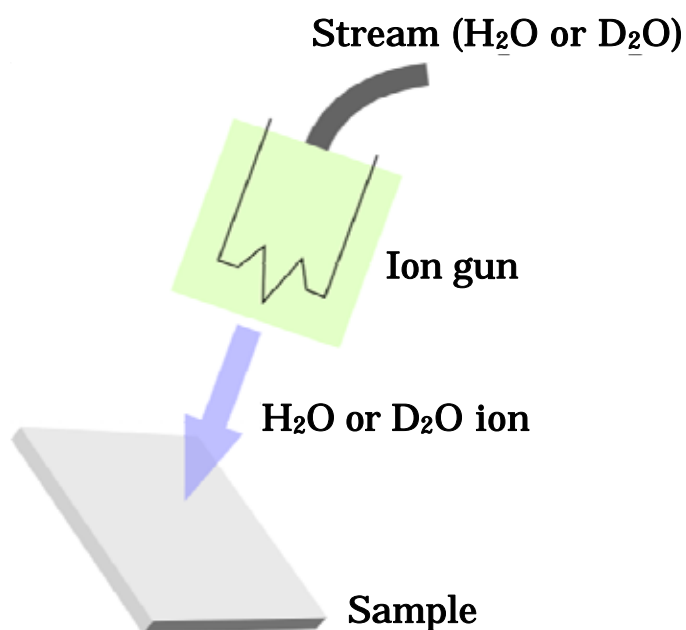


図 1 異種材料の直接接合（水蒸気イオンおよび重水イオン照射）[3]。

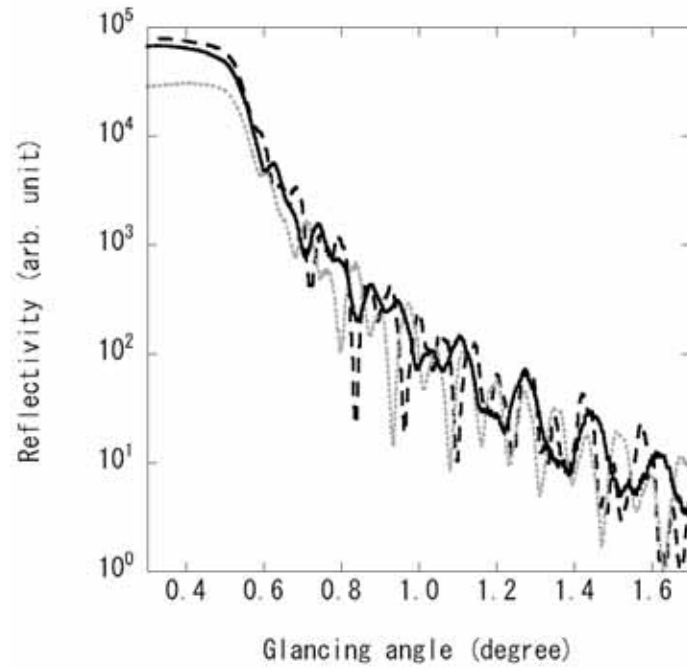


図2 X線反射率測定の結果。実線、破線、点線はそれぞれ重水イオン照射、水蒸気イオン照射、イオン照射なしの試料のX線反射率。