Japan Welding Society

106

微細プローブを用いたマイクロ溶融現象
－表面加工現象に関する研究（５）－

大阪大学工学部　丸尾　大
平田好則
○尾崎公洋

Surface melting process with thin probe in a sub-micron scale
- Study of surface processing of materials (5) -

by Hiroshi MARUO, Yoshinori HIRATA, Kimihiro OZAKI

本研究では，マイクロマシンの製造などを念頭においたミクロな接合を行うための基本となるサブマイクロ表面加工法を開発し，サブミクロンレベルの溶融・蒸発現象についてＳＥＭによる直接観察を行った．

１．サブマイクロ表面加工の原理

真空あるいは誘電体を介した二電極間に電圧を印加し，この電界強度が高くなると，電界放出が起こり電極間に電流が流れる．今，Fig.1のように電極の一方を先端が鋭利なプローブ，他方を試料とすると，プローブと試料間に流れる電流はプローブの先端に集中し，高エネルギー密度状態を作り出し，プローブあるいは試料表面を溶融・蒸発させることができると考えられる．電界放出電流は電極間距離に敏感に変化する．従って溶融を安定させるため，プローブと試料間の距離を一定に保つようにアクチュエータによってフィードバックを行う．このような装置をFig.2のようにＳＥＭ内に入れることで，その現象をミクロなレベルで直接観察・記録しながら操作することが可能となる．

２．実験装置

実験装置として，試作ＳＴＭ装置[2)]の電源部を改良し，使用した．電界放出電流は，電極間距離に指数関数的に変化するが，元々ＳＴＭは，原子レベルの変化に対するトンネル電流の変動に応じて制御できるように作られているので，制御回路を代えることで，サブマイクロ加工装置として十分使用可能である．この装置を専用フランジに取り付け，ＳＥＭ（到達真空度）で直接観察・操作できるようにした．プローブには，φ90μmのＷワイヤを電解研磨で先端を鋭利に加工したものを使用した．試料には，φ0.3mmのＡｕ線をガスバーナーで先端を球状にしたものを用いた．

３．実験結果および考察

プローブと試料間に10V以上の電圧を印加し，プローブを試料にナノメートルレベルまで近づけると，プローブあるいは試料が溶融・蒸発を起こす．このときプローブを陰極，試料を陽極とすると試料表面が，逆に試料を陰極，プローブを陽極とするとプローブ先端が溶融を起こす．プローブ陰極，試料陽極として試料表面の溶融を中心に実験を行った．Fig.3に，プローブを速度約0.1μm/sで移動させたときの試料およびプローブのＳＥＭ像を示す．(a)から(b)まで約９０μｍ溶融を行ったが，図のように試料表面が溶融し，同時にプローブ先端が成長しているのが観察される．この成長物は，ＥＭＡＸで分析した結果Ａｕであることから，これは試料からの蒸着物が成長したものであることがわかった．このことから，試料表面からかなりの量のＡｕが蒸発をしていることがわかる．このプローブ先端蒸着物径および試料表面溶融幅は，印加する電圧に依存する．ＳＥＭ像から溶融幅を，また同様に先端蒸着径を測定した結果をFig.4に示す．図のように試料の溶融幅は，電圧の増加に対し急激

溶接学会全国大会講演概要　第51集（'92-10）

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

に上昇するが，プローブ先端の蒸着物径は，飽和する傾向にある．

4．まとめ

以上述べたように，この方法によってサブミクロンの溶融・蒸発を起こすことができその溶融 幅は，印加電圧に依存することが分かった．

参考文献

1）例えば　M.Mehregany and Y.Tai , J.Micromech.Microeng. 1(1991) 73

2）丸尾ら　溶接学会秋季全国大会概要集 47(1990) 280

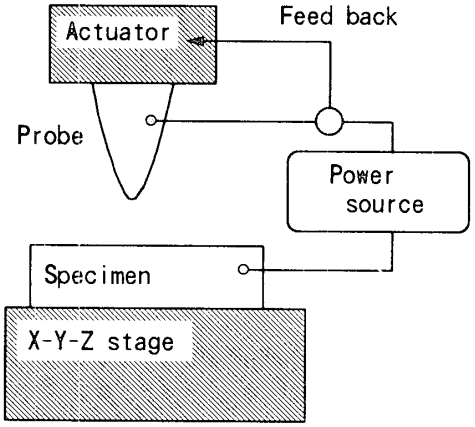


Fig.1 Schematic diagram of sub -micro melting.

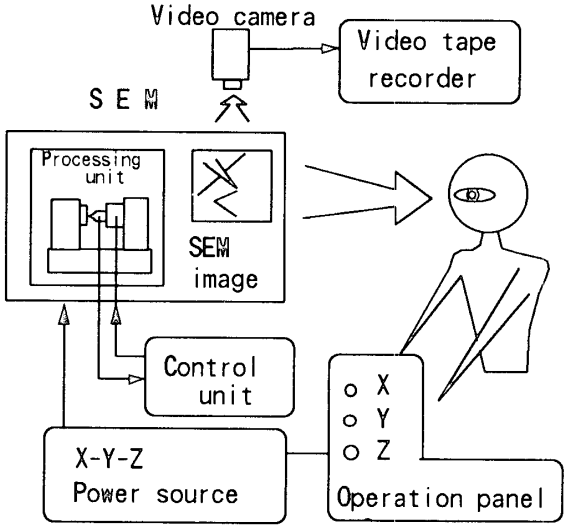
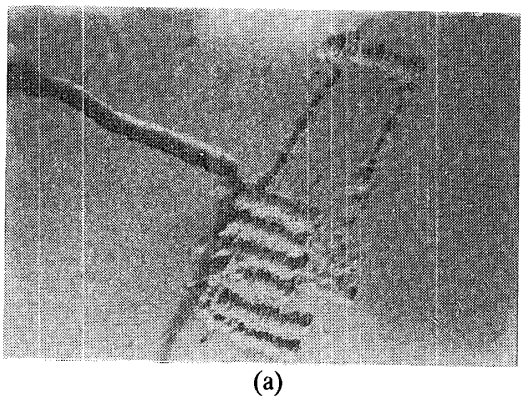
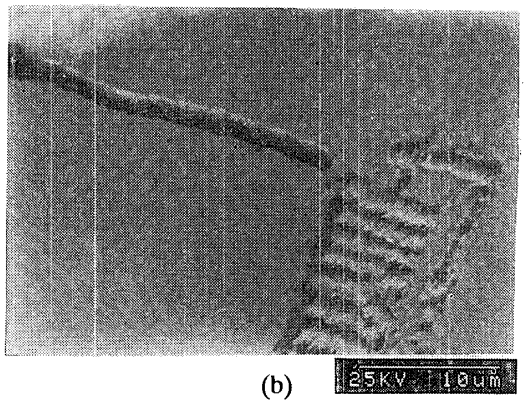


Fig.2 Schematic diagram of experimental apparatus.



(a)



(b)

Fig.3 SEM images of a specimen surface and a probe (probe:cathode ,applied voltage:20V); the distance between (a) and (b) is 90 μm.

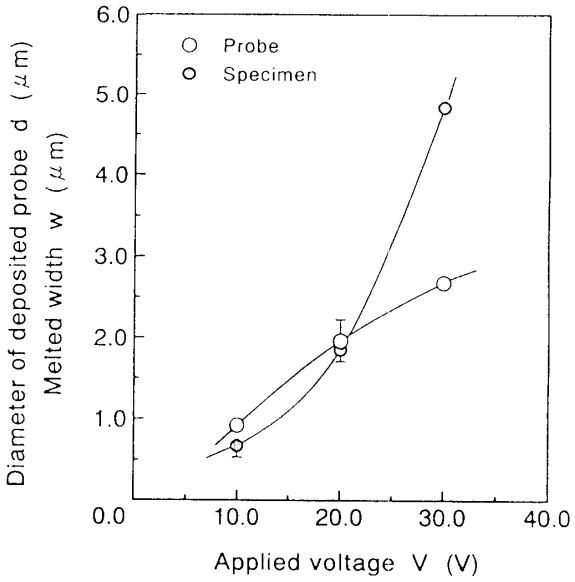


Fig.4 Relationship between applied voltage,melted width on specimen and diameter of probe on deposited Au.

NII-Electronic Library Service