

直接通電加熱による試料加熱法

一 宮 彪 彦

名古屋大学工学部

〒464-8603 愛知県名古屋市中千種区不老町

(1998年2月5日受理)

Sample Heating Method by Direct Current

Ayahiko ICHIMIYA

Department of Quantum Engineering, Nagoya University
Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8603

(Received February 5, 1998)

1. は じ め に

超高真空中で半導体、特にシリコン基板の清浄化の方法として基板に直接電流を通電して加熱する、いわゆる直接通電加熱法が一般的に用いられている。この方法は比較的簡便であり、装置的にも作成が容易である。そこで本稿では半導体基板の直接通電による加熱の実際について述べる。

2. 試 料 台

加熱が可能な試料台の選定あるいは設計には試料台そのものが高温になるため、その材質には注意が必要である。特に材質にステンレス鋼やニッケルを用いると試料がニッケルなどで汚染される可能性がある。通電加熱用の基板としてよくシリコンが用いられるがシリコンの表面はステンレス鋼などとの接触で室温においてもニッケル汚染されることがある。例えば Si(111) 表面は加熱によって正常な表面構造として認められている 7×7 構

造が得られず、ニッケルによる $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ が出てくることが多い。したがって試料台や試料そのものの固定にステンレスネジを使用することは汚染の可能性があり好ましくない。また、試料台の加熱部の近傍に銅線を接続しないことも必要である。銅は 600°C あたりの温度から表面を拡散して試料の汚染や絶縁破壊につながる恐れがある。これらのトラブルを避けるためには試料台は高融点金属、すなわちタンタルやモリブデンを用いるのが望ましい。特にタンタルは加工がしやすく、試料台材料として適している。また、試料台材料としてタンタルを用いた場合、固定用ネジとして市販のモリブデンネジを用いれば、加熱による焼付をある程度防ぐことができる。

通電加熱において均一に試料を加熱し、また加熱によって歪みを発生させないようにするには、2, 3 の注意が必要である。まず試料台の加工においては、2 つの電極をできるだけ平行にする必要がある。また、加熱による熱歪みを生じさせないために、一方の電極は自由に移動できるようにする工夫が必要である。筆者の研究室では上記の2点を解決するために、一方の電極はタンタル製の電極にしっかり固定し、もう一方の電極は薄いタンタル箔によって緩く接続している。

3. 電 源

半導体は低温で電気抵抗が高く、高温で抵抗が小さくなる。したがって半導体基板を一定電圧による通電で加熱を行うと、温度上昇に伴う抵抗の減少により、急激な電流の増加と温度の上昇を引き起こし、試料が溶断する。これを避けるために、通常は定電流電源を用いて、温度上昇に伴う電流の変化を制御している。たとえば $5\ \Omega\text{cm}$ 程度の比抵抗を持つシリコンウエハを $3\ \text{mm}$ 幅で長さ約 $1\ \text{cm}$ の試料とした時、 $100\ \text{V}$ 、 $5\ \text{A}$ までの定電流電源であれば、清浄表面の得られる、 $1,200^\circ\text{C}$ (約 $3.5\ \text{A}$) に容易に到達できる。比抵抗の高いウエハの場合には、通電開始電圧が $100\ \text{V}$ では不足することがある。この場合、 $300\ \text{V}$ 、 $0.1\ \text{A}$ の定電流電源により、通電を開始し、試料に印加されている電圧が $100\ \text{V}$ 以下になるまで加熱した後、 $100\ \text{V}$ 、 $5\ \text{A}$ の電源に切り替える方式が良い。