

赤外線加熱を用いた試料加熱法

丹羽 正昭[†]・井戸田 健

松下電器産業(株) 中央研究所
〒570-8501 大阪市守口市八雲中町 3-1-1

(1998 年 9 月 22 日受理)

Infrared Rapid Thermal Heating System

Masaaki NIWA and Ken IDOTA

Central Research Laboratory,
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
3-1-1 Yagumonakamachi, Moriguchi, Osaka 570-8501

(Received September 22, 1998)

石英製赤外線導入ロッドを用いた赤外線加熱法の利点はその簡便さにあり、ヒータ加熱方式に比べてクリーンな状態で非接触、急速加熱が可能である。これを介して真空チャンバの外から内部の試料の直接加熱もできる。市販品の加熱装置は、真空移動機構の回転によりサファイアガラス（耐熱特性；400～450℃）ICFに取り付けられた光源と石英ロッドは同時に上下する機構となっている。この機構は基本的には高々2 cm 程度の上下移動が現実的である。ところが、真空チャンバ内の部品の配置によっては試料搬送時などにこの石英ロッドが邪魔になったり、広範囲に加熱したい場合には、ロッドを遠方に移動させる必要がある。このため、この市販品を用いて超高真空室内の石英ロッドの可動ストロークが大きい機構を検討した。

ガラスと金属との接合において最も重要なことは、ガラス溶着によりお互いの熱膨張係数を合わせることである。まず、石英ロッドに1000℃以上の温度でモリブデンガラスを溶着（中間ガラス溶着）し、石英ガラスの熱膨張係数を金属のそれに近づける。次に、コパールを溶着させて金属との溶着性を高める。これは、次工程のス

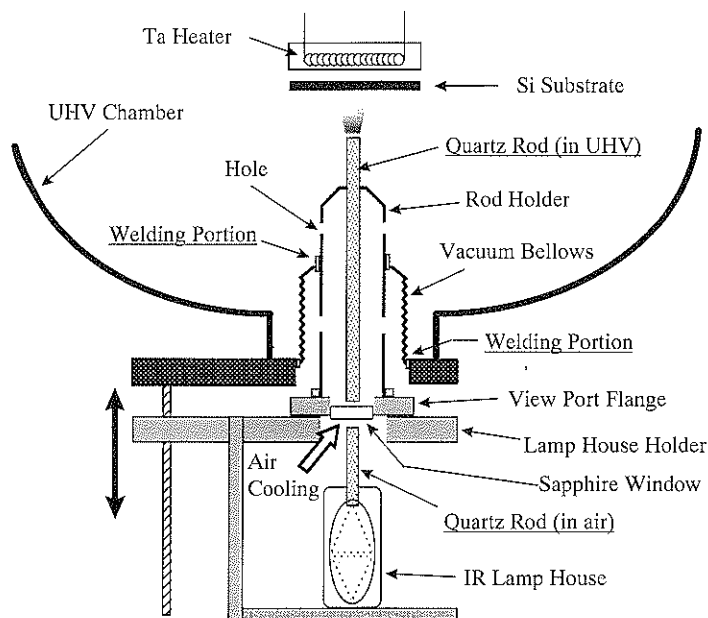


Fig. 1 Schematic view of IR heating system.

E-mail: niwa@vtrl.src.mei.co.jp

[†]現所属 松下電子工業(株) プロセス開発センター

〒601-8413 京都府京都市南区西九条春日町 19

ステンレスとの溶着をスムーズに行うためである。最後に、このコパール表面にステンレス性ベローズとの溶接を行う。この工程は、真空度保持だけでなく石英導入部の破損による事故防止という重要な役割がある。

最初に試作した長ストローク用 IR 加熱機構は、真空はベローズを隔てて保たれ、2か所の溶着部で封じ、ランプハウス台座の上下により石英導入ロッドは少なくとも5 cmは可動する構造であった。実際に実験を行うと加熱自体は、良好で半径約2 cm以内では1100℃に昇温可能であることは確認できたが、度重なる試料搬送時の上下移動で石英ロッドとベローズ部との接合が機械的に耐えられず、破損するという事態が発生した。圧力差によりロッドはチャンバ内部に瞬時に吸引され、試料やタンタルヒータ機構を大破させ、ターボ分子ポンプは破損、安全面でもきわめて問題の多いことがわかり、本構造を抜本的に見直した。石英ロッドのガラスとステンレス製ベローズとの溶着部が、“真空封止”と“石英ロッドの機械的移動”との役割を兼ねており、後者が機械的に耐えられなかったということが破損の原因である。

Fig. 1は、その改良型の構造である。真空チャンバの真空度は 10^{-11} Torr 合で、中にシリコン基板が装着されている。ここで、タンタルヒータは、大口径基板に対して面内の温度差を緩和するために設けてある。石英ロッドをUHVチャンバ内部にベローズを介して固定し、“真空封止”と“石英ロッドの機械的移動”をステンレス金属同士で実現させ、機械的強度を大幅に向上させた点が大きな改良点である。このことにより、破損の恐れなく、大気中とチャンバ内の2つの石英ロッドは同時にランプハウスとともに移動させることが可能となった。ただし、IR 光は直接導入されず、サファイア製ビューポートを介して真空の内外に分離されているので、同部で光の損失が生じるが、各ロッドとサファイアとのギャップを小さくすると光損失は差し支えない程度に抑制される。昇温特性は、前記直接導入型の場合と比べて同等の特性が得られた。

本検討は、(株)サーモ理工、エイコーエンジニアリング(株)のご協力を得て行った。ご協力に感謝する。

Bookstand

薄膜工学ハンドブック

真下 正夫・吉田 政次 編

(発行 講談社 (1998年10月) B5判 542ページ 18,000円)

本書は専門課程の大学生から第一線の研究者までを対象としている。

ここ20年ほどの間に、MBEやMOVPEなどの成長技術の発展により、制御できる薄膜の厚さはミクロンから原子レベルになり、材料もダイヤモンド、ワイドギャップ半導体、酸化物超伝導体など多岐にわたるようになり、薄膜の概念は大きく変貌したように思える。編著者はこのような発展を第一線で支えてこられた方々であり、薄膜工学という大きな視点の下に、最近の研究成果を学問的な立場で解説している。構成は第2章、薄膜物性の基礎、第3章、薄膜成長の基礎、第4章、薄膜成長のシミュレーション、第5章、薄膜成長技術、第6章、主要材料の薄膜成長となっている。内容の比重が物性より成長に置かれているのは、成長の方が発展が急速であったからであろう。第2章ではこの分野に携わる研究者が知らなければならない物性の基本が解説されている。第3章と5章では気相中の原料輸送、原料の分解、表面での吸着・拡散過程、成長過程、固相拡散など、編者ご自身が長年追求してこられた成果が熱力学、統計力学から平易に解説されている。第6章ではここ数年急速に発展しているワイドバンドギャップ半導体であるII-VI族半導体や窒化物半導体を、その第一人者であるソニーの石橋氏と日亜化学の中村氏が論文とは違った角度から解説を加えているのが興味深い。本書は用語を調べるためのハンドブックとしてだけでなく、最近の進展を基礎から解説した読み物として性格を有し、興味のある章から読むことができるし、通読することもできる。

(嘉数 誠)