

レーザー平面瞬間加熱装置 ExLASER™ とその 応用について

千葉 貴史 (ちば たかし) 坂口電熱株式会社 技術部 MKT 製・商品開発課 課長

要約 レーザ加熱は、非接触でピンポイントにレーザー照射して、被加熱物だけを直接加熱するので、昇温スピードと省エネに優れた加熱方法である。弊社は、レーザー加熱の特性を応用し、2インチサイズに拡大したレーザー光を1ショット照射して被加熱物を均一に加熱し、細かく温度制御することが可能なレーザー平面瞬間加熱装置 ExLASER™ を開発した。そして、主にシリコンウエハのような平面状の材料を、レーザー加熱で高温かつ急速に昇降温する用途開発を行ってきた。本稿では、ExLASER™ によるシリコンウエハへのレーザー加熱の実施事例と、ミニマルファブ（極小規模の半導体製造工場）においてアニール工程を担うミニマルレーザー加熱炉の開発経緯を紹介する。

1. はじめに

弊社は1923年の創業から93年間、『世界のアキバ』を拠点に、産業用ヒーター等の設計・製造・販売事業に特化し、それに力を注いできた。ヒーターは様々な産業で利用されているため、モノづくりに関連する殆ど全ての産業に通じることができ、また幅広い顧客層を持つことができた。特に、半導体ユーザーからは「加熱」に関する様々な相談を頂くことが多い。そこで分かってきたことは、抵抗加熱や赤外線ランプを使った一般的なバッチ式熱処理炉（ファーネス）は、ウエハの大量処理には適しているが、ヒーターの昇降温や真空チャンバーの冷却に要する時間が長いため、ウエハの少量処理には無駄が多いということである。

弊社は、これを解決するためには「平面・局所・瞬間加熱」が有効であり、これを実現できる唯一の手段がレーザー加熱であると考え、レーザー加熱装置の開発に至った。

2. レーザ加熱装置

レーザー光は電磁波の一種であり、単一波長の光である。レーザー光をウエハに照射し、ウエハが特定の波長の光を吸収したときにウエハを加熱できる。ウエハは表面積が広いが、厚さがないので、ウエハを昇温するエネルギーよりも、ウエハから放熱するエネルギーの方が大きい。

真空雰囲気中のウエハの温度は、ウエハへの投入エ

ネルギーとウエハからの放射エネルギーの釣り合いで決まる（図1）。黒体からの放射エネルギーは、ステファンボルツマンの法則に則り、表面積に比例する。例えば、黒体1000℃における10mm角基板からの放射エネルギーは約30Wだが、φ2インチウエハでは20倍の約600Wとなる。実際には、ウエハ保持治具への熱伝導やウエハの厚み方向からの放射、ウエハの材質による熱伝導率や放射率、およびウエハ表面状態に差異があるので、投入エネルギーは理論値以上に大きくなる。

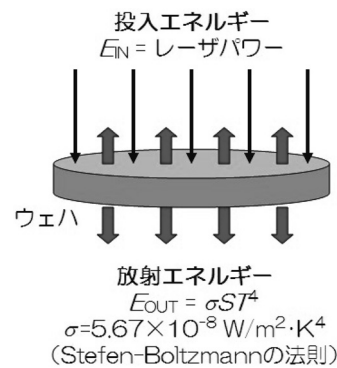


図1 投入エネルギーと放射エネルギーの釣り合い

ウエハのRTA（Rapid Thermal Annealing）には、一般にランプ加熱が用いられる。レーザー加熱は、レーザー光の指向性や単一波長といったランプ加熱にはない特長を有している。高ワット密度の均一なエネルギー強度分布を持つレーザー光を、離れた場所から加熱を必要とする領域に照射することで、ウエハ全体を均一温度に直接加熱することができる。そのため、ウエハの