

## 赤外放射温度計測

### 【背景】

物体から放出される赤外波長域を中心とした熱放射(ふく射)は、加熱や冷却・放熱に利用されるだけでなく、物体表面の温度計測にも広く利用されています。熱放射を利用した温度センサは、“放射温度計”や“赤外線温度計”などと呼ばれ、測定対象の表面温度を非接触にかつ、高速に測定することができるとともに、測定する光の波長を適切に選択することで、0°C以下の低温域から 3000°C付近の超高温域まで測定することができます。さらに、赤外光検出に 2次元アレイ型センサや光走査型センサを用いることで、対象表面の温度分布を測定する“熱画像(サーモグラフィ)”としての利用も拡大しています。

### 【高速熱処理中のシリコンウェハ表面温度測定システム<sup>1)</sup>】

半導体デバイス製造における高速熱処理プロセスでは、シリコンウェハ表面を 1000 分の 1 秒程度の短時間に 1000°C以上まで高速に昇降温するため、プロセスの最適化には、加熱時間やウェハ温度の計測制御が重要です。図1に示すように、キセノンランプで光加熱されているシリコンウェハ表面に対し、水膜による光フィルタ(水フィルタ)と参照光源を利用した偏光検出型の高速赤外放射温度計を組み合わせることにより、加熱用キセノンランプからの強力な背景光の影響を受けずに、シリコンウェハ表面の放射率の変動の影響を補正した *in situ* 表面温度モニタが可能となっています。

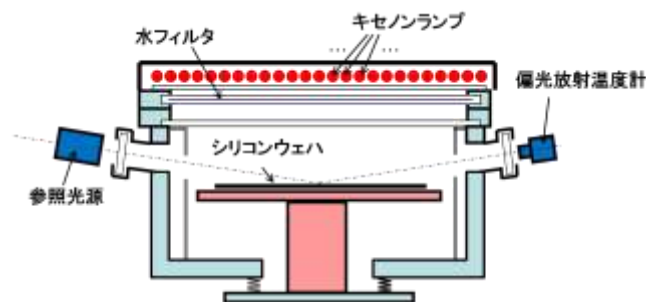


図1 高速熱処理プロセス *in situ* 表面温度モニタシステム<sup>1)</sup>

### 【赤外線式体温計<sup>2)</sup>】

水銀式、サーミスタ式に次ぐ第三世代の体温測定器として、赤外線式体温計が普及しています。図2に、市販の耳用赤外線式体温計の例を示します。これらの体温計は、光学プローブ、赤外線センサ、信号処理回路、表示器などから構成され、光学プローブの先端部を耳孔に挿入し、鼓膜や耳道の皮膚表面から放出される波長10 μm付近の熱放射の強度を測定し、測定部位の温度を表示します。人体の皮膚表面は、波長10 μm付近の赤外波長域での高い熱放射特性を持つことから、测温部位を鼓膜とその周囲の耳道とすることで、近似的な黒体条件(放射率が1)となるため、赤外放射温度計測の原理によって、1秒程度の短い測定時間で実用的な体温測定を行うことが可能となっています。



図2 耳用赤外線式体温計<sup>2)</sup>

### 【赤外分光放射率測定<sup>3)</sup>】

理想的な熱放射体である“黒体 (black-body)”から放出される熱放射(黒体放射)の強度(輝度)と波長や温度との関係は、プランクの法則として定式化されています。これに対して、現実の物体から放出される熱放射特性は、理想的な黒体放射輝度と物体表面の“放射率( $\epsilon$ : emissivity)”の積として表されます。(放射率は、0~1の値をとり、1に近いほど、理想的な黒体に近く、0に近いほど熱放射しにくいことに相当します。)

放射温度計測には、観測波長における放射率(分光放射率)のデータが重要となります。図3に赤外分光放射率測定システムの例を示します。測定装置は、試料加熱部、参照黒体炉、分光放射計から構成されています。セラミックや金属などのサンプルを試料加熱部にて一定温度に保ち、サンプル表面から放射される熱放射光とサンプルと同じ温度の参照黒体炉からの熱放射光を分光放射計により比較測定することで、赤外分光放射率スペクトルを測定します。物質の放射率は、物質の光学特性(吸収、反射、透過)とも関係し、同じ材料であっても表面状態や温度、角度にも強く依存する物理量であるため、測定やデータの利用には注意が必要です。

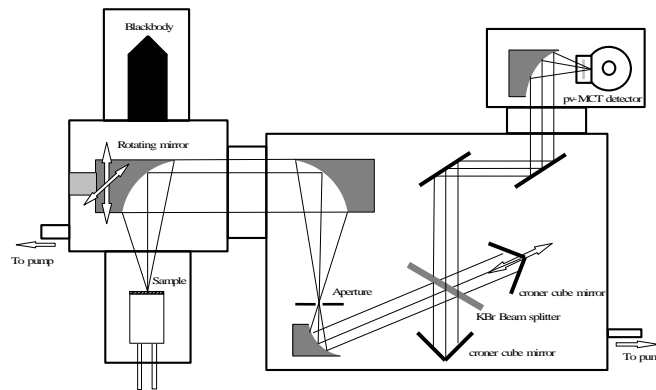


図3 赤外分光放射率測定システム<sup>3)</sup>

### 参考文献

- 1) Y. Yamada et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* 49 04DA20 (2010).
- 2) J. Ishii, *Synthesiology* 1(1) pp.47-58 (2008).
- 3) J. Ishii, A. Ono, *Meas. Sci. Technol.*, 12, pp.2103 - 2112 (2001).

より詳細な情報については、下記までお問い合わせください。

一般社団法人 遠赤外線協会 TEL:[03-3438-4108](tel:03-3438-4108)

e-mail: [jira@enseki.or.jp](mailto:jira@enseki.or.jp)