

## 電気配線の無い革新的無電極ランプを用いて半導体の急速加熱を実現

東京農工大学と株式会社オーク製作所、テクノリサーチ株式会社は、無電極発熱ランプをマイクロ波により遠隔加熱する半導体の急速加熱技術により、非晶質シリコン膜の高品質な結晶化を達成した。電気配線を必要としない無電極発熱ランプは省エネルギー性、耐久性、保守性に優れており、今後、革新的無電極ランプを用いた加熱装置およびユニット供給への道が拓けることが期待される。

さまざまな製品の製造現場に欠かせない加熱処理の装置では、施された配線を通じて投入される大電力によってヒーター線が発熱し、対象を加熱する。環境への配慮が重視される現在、その省電力化が強く求められている。また、加熱装置は電極やヒーター線と電気配線との接続部にかかる大きな熱ストレスにより断線を生じ、定期的な部品の交換を必要とする問題も抱えている。修理費用が高額になること、修理期間が長期に渡ることも珍しくない。

研究チームでは、カーボン粒子を石英管にアルゴンガスとともに封入した無電極ランプであるカーボン・ヒーティング・チューブ（CHT）を開発した。CHTにマイクロ波を照射すると、カーボン粒子がマイクロ波を吸収して発熱する。CHTは家庭用電子レンジの3分の1程度の200Wの電力で1279℃まで加熱され、均質な強い発光を示す（図1）。CHTには電極がなく、配線を必要としないため、耐久性に優れている。また、配線を通じた熱の逃げが発生しないため、これまでにない省エネルギータイプの加熱ランプといえる。さらに、従来のランプやヒーターに用いられる高価なレアメタルを必要とせず、安価な製造も可能である。



**200W, 30秒加熱時**



図1：カーボン・ヒーティング・チューブ（CHT）

今回、この CHT を無電極発熱ランプとして、図2のような半導体急速加熱装置を試作開発した。導波管を通して上部円筒・下部半球型のアルミニウム製筐体に導入されたマイクロ波は、筐体内に設置された CHT に効率よく吸収される。さらに、赤外線放射温度計を用いて CHT の温度をリアルタイムに測定して、発振器のマイクロ波出力を制御する温度調整機能を実装した。

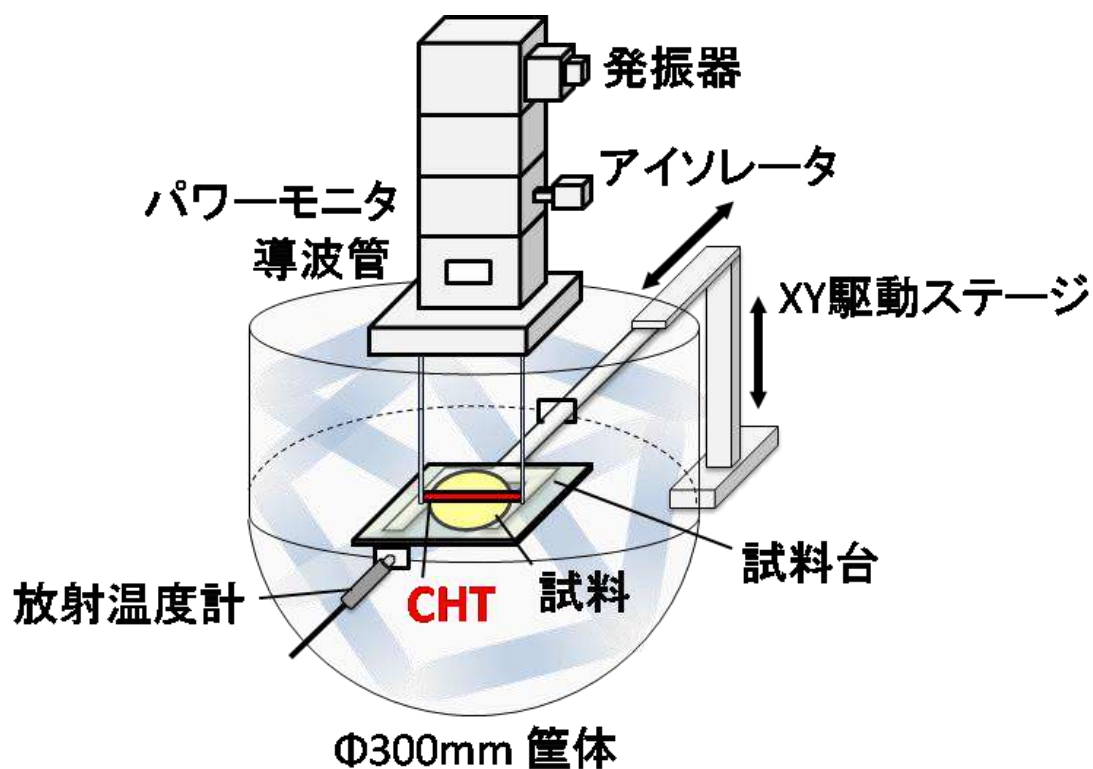


図 2 : CHT 急速加熱装置概念図

本加熱装置を用いて、長さ 60mm の CHT の直下に石英ガラス基板上に形成した非晶質シリコン薄膜試料を設置し、駆動ステージを用いて試料を移動（図 2）したところ、試料全面の色が変化した（図 3）。色の変化は、非晶質シリコン薄膜が加熱により結晶化したことによるものである。分光反射率スペクトルとラマン散乱スペクトルの測定結果の解析から、試料全面に渡って均質な結晶化が達成されたこと、及びポリシリコン薄膜トランジスタに実用化されているレーザ結晶化膜に匹敵する 0.92 の高い結晶化率を持つ高品質な結晶化膜が形成されたことが分かった。（日文发布全文

[https://www.tuat.ac.jp/documents/tuat/outline/disclosure/pressrelease/2019/20190415\\_01.pdf](https://www.tuat.ac.jp/documents/tuat/outline/disclosure/pressrelease/2019/20190415_01.pdf) )

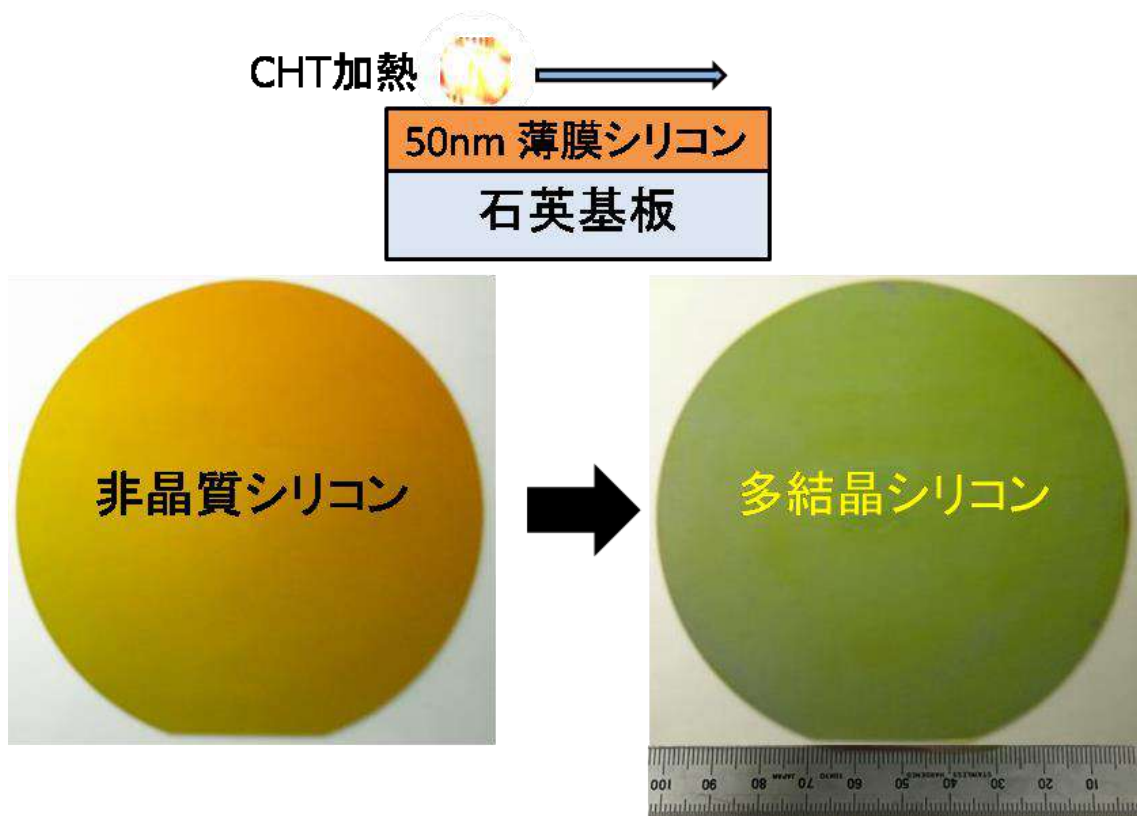


図3：非晶質シリコン薄膜の結晶化

論文タイトル：Carbon Heating Tube Used for Rapid Heating System

URL：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8636915>

文 JST 客观日本编辑部