

小型ボックス炉を用いた SUS 基板上への ポリイミド絶縁膜の作製

キーワード：小型ボックス炉、大気中熱処理、ポリイミド (PI) 絶縁膜、薄膜

はじめに

小型ボックス炉は、薄膜を始めとする種々の材料の熱処理などで使用され、汎用性が高く、幅広い実験に適した装置です。本テクニカルシートでは、本装置の主な仕様と、本装置を使用して SUS 基板上にポリイミド絶縁膜を作製した事例について紹介します。

装置仕様

図 1 に、今回紹介する加熱室が箱型形状の小型ボックス炉 (株式会社ジェイテクトサーモシステム製: KBF894N2) の外観写真を示します。図 1 の左側は制御・記録用パソコン、右側は小型ボックス炉本体です。運転制御プログラム (理化学工業株式会社製: PF900) により、パソコンによる温度プログラムの設定や炉内温度の計測および制御、運転時のデータの取得などを行うことができます。小型ボックス炉本体のヒーターには、セラミックスファイバー断熱体と発熱体を一体化したユニットヒーターを使用しています。このため軽量であり、蓄熱量が少ないことから温度レスポンスにも優れています。表 1 に本装置の主な仕様を、図 2 に PF900 ソフトウェアによる運転時のグラフ表示 (設定温度データ、炉内温度データおよびヒーター出力) の一例を示します。図 2 のグラフ中の赤色の線が設定温度データ、緑色の線が炉内温度データ、薄い茶色はヒーター出力を示しています。

表 1 小型ボックス炉の主な仕様

最高加熱温度 (°C)	1150
最大昇温速度 (°C/min.)	28
炉内寸法 (mm) ^{*1}	幅 225 奥行 355 高さ 230
雰囲気ガス ^{*2}	大気
耐床荷重 (kg)	5

*1 : 有効寸法は炉内寸法の 7 割

*2 : ボンベを用意すれば、Ar、N₂、O₂ フローが可能

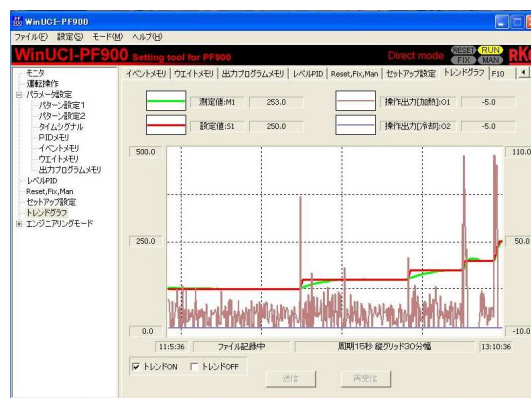


図 2 PF900 プログラムによる運転時の
グラフ表示の一例

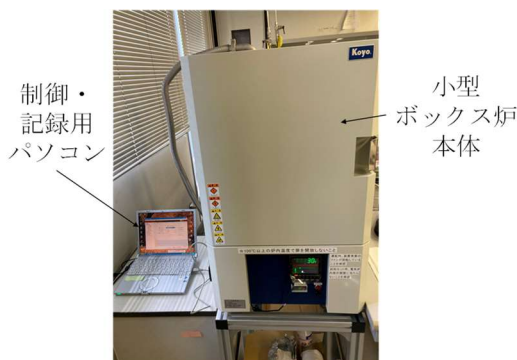


図 1 装置の外観写真

ポリイミドワニスについて

ポリイミド (PI) ワニス は、高耐熱性、低誘電率、低誘電正接、低吸水性を有する熱可塑性樹脂ワニスです。近年、これらの特徴を活かして、フレキシブルデバイスや薄膜トランジスタなどの基材として利用されています。また、耐熱、防錆塗料などへの応用も行われています。さらに、PI ワニスを様々な基材上に塗布した後に高温熱処理を行い、基材表面への PI 薄膜の作製も行われています。この PI 薄膜は電気絶縁性および耐薬品性にも優れていることから、金属などの導電性基材上へのセンサ形成や電

気配線などを作製するための絶縁膜として利用されています。

SUS 基板上への PI 薄膜の作製

PI ワニスとして、高耐熱ワニス(UBE 株式会社製:ユピア-ST)を使用しました。片面鏡面研磨した SUS304 基板(縦 15 mm×横 15 mm×厚さ 1.0 mm) 上に、スピコート装置を用いて PI ワニスを塗布しました。次に、作製した試料をアルミナ製耐熱容器に入れ、小型ボックス炉の温度均一エリア内にセットし、制御・記録用パソコンにて予め入力しておいた温度設定プログラムを実行させ、熱処理を行いました。本実験で使用した PI 薄膜の高温熱処理における設定温度および炉内温度の時間変化を図 3 に示します。

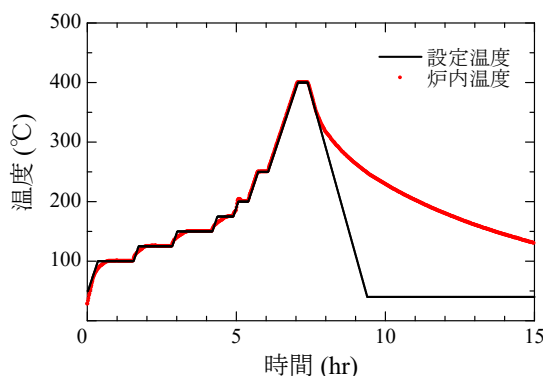


図 3 使用した温度プログラム

PI 薄膜の電気絶縁性評価について

熱処理後の PI 薄膜試料、および電気絶縁性を評価するために表面に Au ドット電極(膜厚 100 nm) を作製した PI 試料の写真を図 4 に示します。なお、Au ドット電極の作製には、メタルマスクおよび電子ビーム蒸着装置(当所テクニカルシート No.23-01) を使用しました。

次に、プローバーおよび半導体パラメータアナライザ装置(当所テクニカルシート No.23-08)を用いて、試料(B)について電気絶縁性の評価を行いました。プローバー先端を PI 薄膜上部の Au ドット電極に接触させ、真空ポンプでサンプルステージと吸引された SUS 基板との間に最大 50 V まで電圧を掃引し、その時流れる電流値を測定しました。図 5 に、異なるドット電極サイズで測定した典型的な結果を示します。いずれのドット電極においても、リークに起因すると考えられる急激な電流値の増加は見られませんでした。

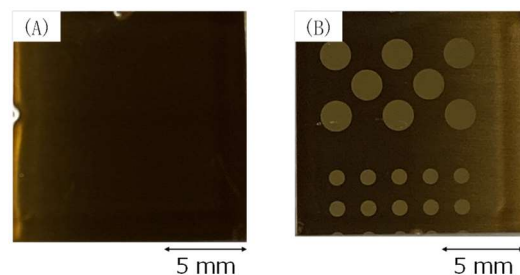


図 4 作製した PI 薄膜の光学顕微鏡写真
(A) 熱処理後
(B) Au ドット電極作製後
ドット電極サイズ: 1 mm ϕ 、2 mm ϕ

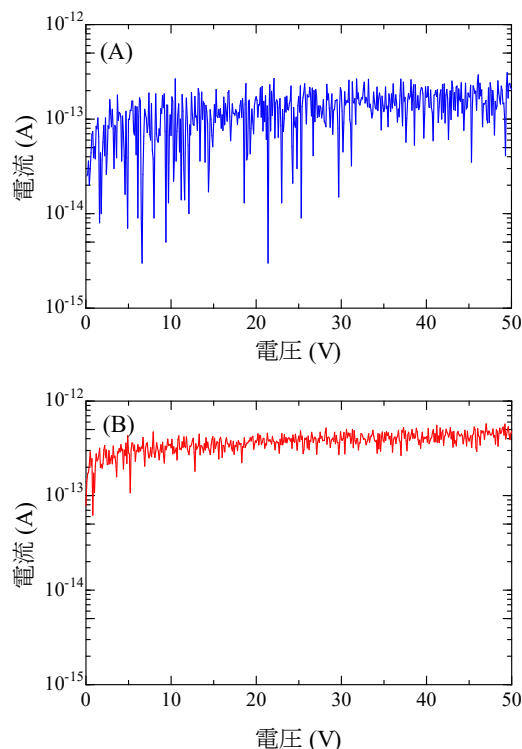


図 5 異なる Au ドット電極サイズで測定した電流—電圧特性の一例
(A) ドット電極サイズ: 1 mm ϕ
(B) ドット電極サイズ: 2 mm ϕ

おわりに

ここでは、汎用性が高く、幅広い実験に適した小型ボックス炉と、それを用いて PI 薄膜を作製した事例について紹介しました。作製した PI 薄膜は良好な電気絶縁性を示すことから、金属などの導電性基材上へセンサ形成および電気配線などの際に、絶縁膜としての利用することができます。

また、本装置はお客様に使用して頂くことが可能です。本作製方法や装置にご興味ございましたら、お気軽にお問い合わせください。