

高温下における高分子フィルムの電気的特性測定用治具の製作

信 山 克 義*・稲 田 忍**・菊 池 雄一郎**
小 嶋 智 哉**・清水目 浩 司**・藤 田 成 隆***

Make of Jigs for Electronic Properties Measurement of Polymer Films at High Temperature

Katsuyoshi SHINYAMA*, Shinobu INADA**, Yuichiro KIKUCHI**
Tomoya KOJIMA**, Kohji SHIMIZUME** and Shigetaka FUJITA***

Abstract

The jigs which can measure electronic properties of the polymer films to the temperature of 60 °C or more don't exist in ready-made ones. Therefore, the jigs which can measure electronic properties of the polymer films to the high temperature were made, and examined a part of the temperature dependence of a conduction current and a dielectric properties.

Key words: Electronic properties, Polymer films, High temperature

1. はじめに

近年の電気電子および情報通信産業の発展に伴い、家庭用電気機器や情報端末機器が広く普及している。高分子絶縁材料は、これらの電気電子機器の絶縁部品や絶縁ケーブルとして幅広く利用されている。現在、電気絶縁材料として架橋ポリエチレン (XLPE) が幅広く採用されている。しかし、XLPE はリサイクルが困難であり、国内では年間約 3,500~4,000 t の XLPE が産業廃棄物となっており、深刻な社会問題となっている。近年、環境中に放出されても分解する環境に優しい生分解性プラスチックが注目し始めており、土木建築や農業資材などの分野においてはその実用化が進んでいる。しかし、生分解性プラスチックの電気的特性はほとんど明らかにされていないため、電気・電子部品など

への応用例はない。よって、著者らは生分解性プラスチックであるポリ乳酸樹脂 (PLA) の伝導電流及び誘電特性を調べることにした。高分子は、ガラス転移温度 (T_g) を境にして分子鎖のミクロブラウン運動によるイオン伝導が起こりやすくなる。すなわち、高分子の電気的特性を明らかにするためには、 T_g 以上の温度領域まで調べる必要がある。PLA の場合、 T_g は約 60 °C なので、それ以上の温度領域まで電気的特性を調べる必要がある。しかし、60 °C 以上の温度領域まで電気的特性を測定できる治具は既製品では存在しない。そこで、高温領域まで高分子材料の電気的特性を測定できる治具の設計を行なうこととした。

2. 材料の選別および設計

電気的特性測定用治具の材料選別および設計は、以下の事項を考慮して行った。

- ① 耐熱性に優れていること。
- ② 絶縁性が優れていること。

平成 14 年 12 月 26 日受理

* 電気電子工学科・講師

** 電気電子工学科・4 学年

*** 電気電子工学科・教授

表1 使用材料の諸特性

部 品	材 質	電氣的性質				機械的性質		熱的性質
		抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	絶縁破壊電圧 (kV/mm)	誘電率 10^6Hz	誘電正接 10^6Hz	引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	線膨張係数 $\times 10^{-6}$
絶縁材	四フッ化エチレン樹脂 (PTFE)	$>10^{18}$	19	<2.1	$<2 \times 10^{-4}$	—	—	100
電 極	ニッケル(純度: 99.7%)	6.84×10^{-6}	—	—	—	412	47	14.3
その他	ステンレス (SUS-304)	72×10^{-6}	—	—	—	>520	>40	17.3

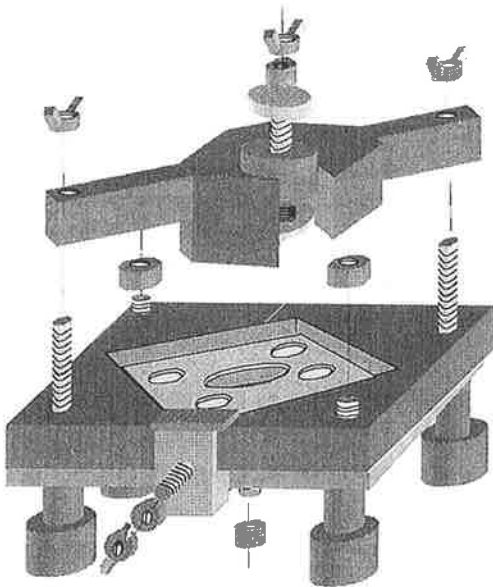


図1 電氣的特性測定用治具の完成予想図

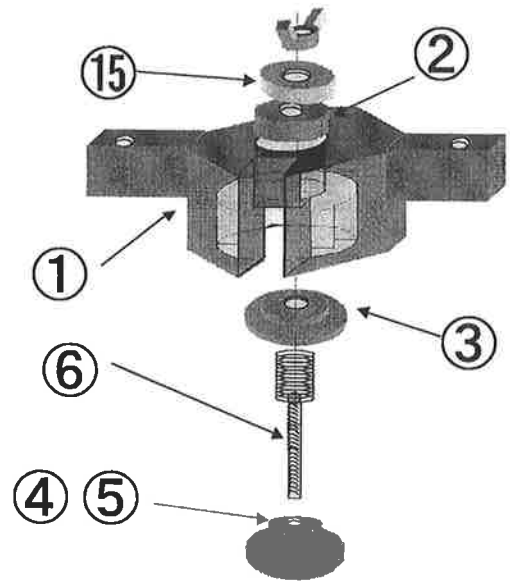


図2 治具上部側の分解図

- ③ 電極が導電性，耐食性および耐酸化性に優れていること。
- ④ 試料の取外しが容易であること。
- ⑤ 治具の位置安定性に優れていること。
- ⑥ 熱伝導性が優れていること。
- ⑦ 電極間距離の調整が可能であること。
- ⑧ 測定系への接続が容易であること。
- ⑨ 治具の組立が容易であること。

表1に，治具に用いた材料の諸特性を示す。絶縁材には，四フッ化エチレン樹脂 (PTFE) を用いた。PTFE は，スーパーエンジニアリングプラスチックの中でも特に絶縁性，耐熱性および耐薬品性に優れており，最高使用温度は 260°C

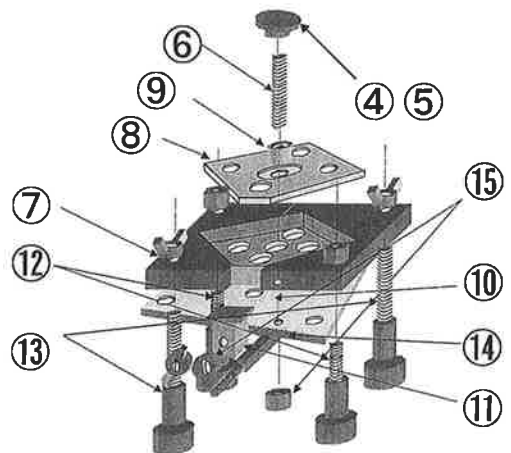


図3 治具上部側の分解図

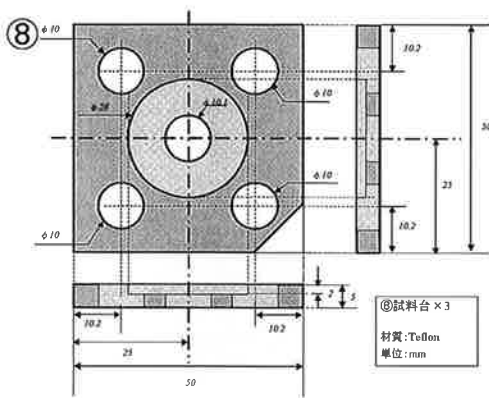


図8 試料台

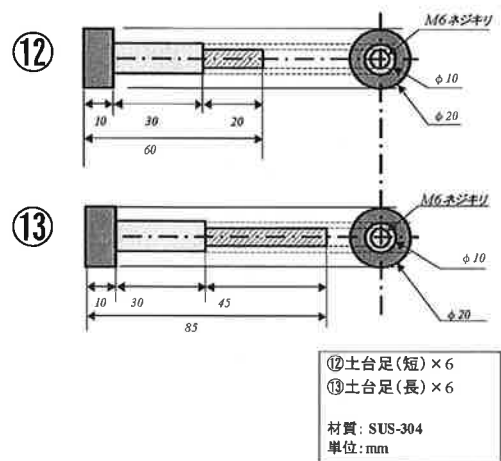


図11 土台足

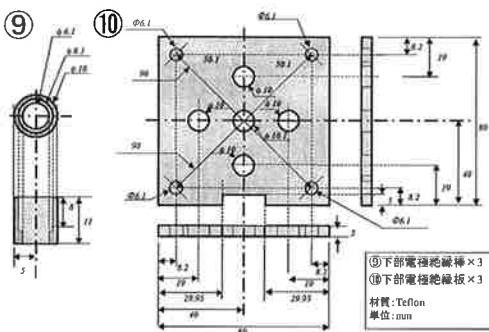


図9 下部電極絶縁用部品 (1)

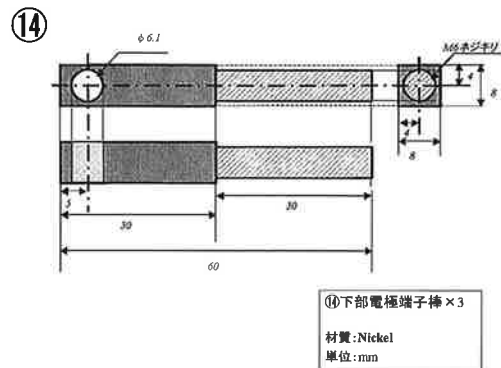


図12 下部電極部品

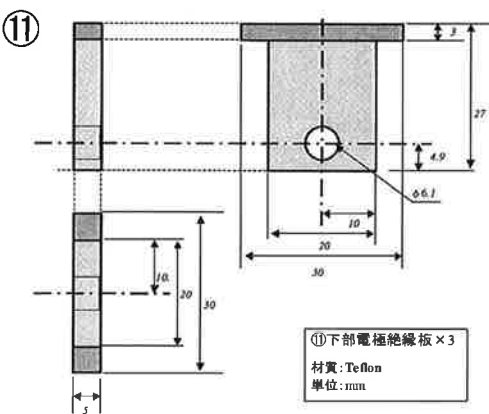


図10 下部電極絶縁用部品 (2)



図14 治具完成写真

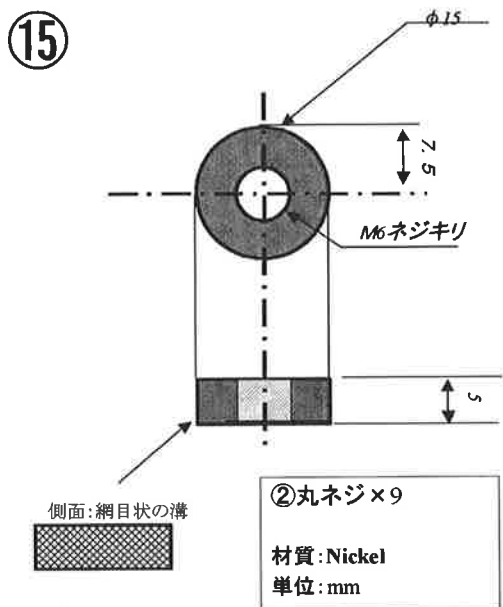


図 13 接続端子締付用部品

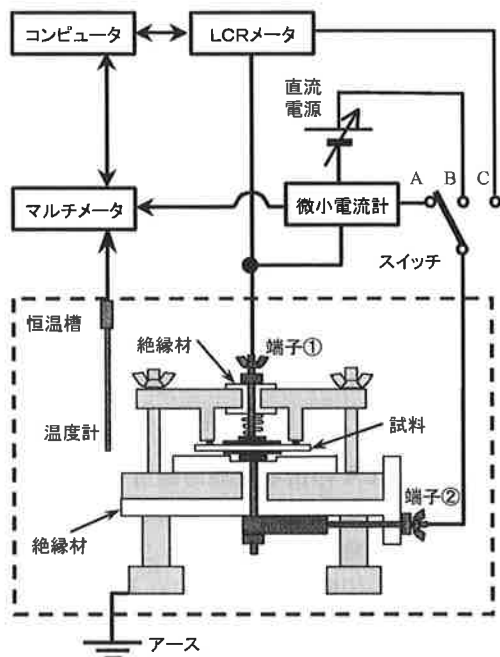


図 16 電気的特性測定回路

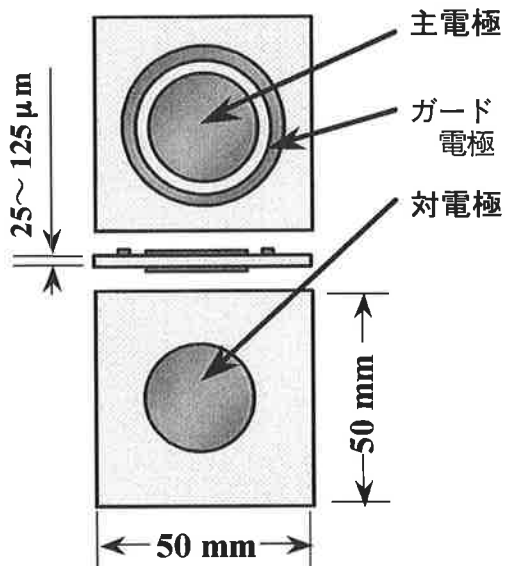


図 15 試料形状

(直径: 14~25 mm), その外側にガード電極をアルミ蒸着している。ここで, ガード電極は主電極から試料表面を流れる電流, すなわち表面漏洩電流の影響を阻止するために設けており,

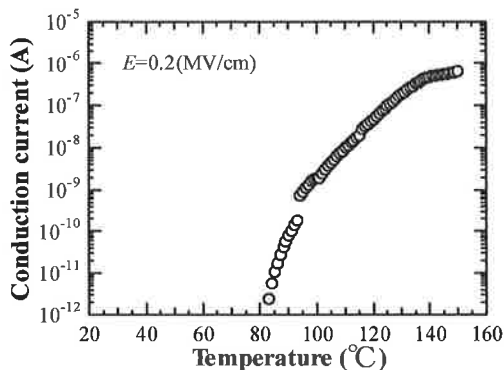


図 17 PLA の伝導電流の温度依存性

真に試料内部を流れる電流のみを測定することが可能となる。

図 16 に電気的特性測定回路を示す。試料を治具にセットし, 恒温槽内に入れ, 主電極に端子①, 対電極に端子②をそれぞれ接続し, スイッチを切り替えることによって, 以下に示すような様々な電気的特性を測定することができる。

A: 自発電流, 熱刺激電流 (TSC)

B: 伝導電流

C: 比誘電率 (ϵ_r'), 比誘電損率 (ϵ_r'')

本報告では, スイッチを B にした場合の一部のデータについて述べる。

伝導電流の測定は, アドバンテスト社製のエレクトロメーター (R8240) を用いて行い, 電界 (E) は 0.2 MV/cm ($V=0.5 \text{ kV}$) とした。電界を印加してから 3 分経過後, 乾燥空气中で昇温速度を 1°C/min として 30°C から 150°C まで昇温しながら電流を測定した。

4. 実験結果

図 17 に PLA の伝導電流の温度依存性を示す。この図からわかるように, 伝導電流を 10^{-12} オーダーから精度良く測定することができた。また, PLA の伝導電流は, 90°C 以上の高温領域になると流れやすくなることがわかった。PLA の T_g は約 60°C であり, 伝導電流はそれより高

温領域で増大することから, 分子鎖のミクロブラウン運動によってイオン伝導が起こりやすくなったと考えられる。また, 乳酸からポリ乳酸を作製するときに使用した重合剤などの不純物がイオン源になっている可能性があるとは推測される。

5. あとがき

試作した治具を用いることによって高温下における高分子材料の電気的特性を精度良く測定することが可能になった。今後も, この治具を用いて研究を進めていく予定である。

最後に, 治具を製作して下さった本学工作技術センターの技能職員の皆様に深く感謝申し上げます。

なお, 本研究の一部は八戸工業大学平成 14 年度特定研究助成金によって行われた。