



長野・上田地域知的 クラスタ創成事業  
2007年3月6日

長野・上田地域知的クラスタ創成事業成果 第19号

## 超高感度透湿度測定装置の開発

国立大学法人信州大学

工学部長 山沢 清人  
繊維学部長 平井 利博

財団法人長野県テクノ財団

理事長 萩本 博幸  
(長野・上田地域知的クラスタ本部長)

拝啓 貴社ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。平素より格別なるお引き立てを賜り厚くお礼申し上げます。この度、長野・上田地域知的クラスタ創成事業における第19号の研究成果として、「**超高感度透湿度測定装置の開発**」について、3月6日付で発表いたします。ぜひ、貴紙上または貴番組にてご紹介いただきますようお願い申し上げます。

敬具

なお、内容解禁日は、下記のとおりお願い申し上げます。

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| (1) 新聞、専門誌、雑誌等   | 3月7日以降      |
| (2) テレビ、ラジオ、URL等 | 3月6日17:00以降 |

## はじめに

信州大学工学部の宮入圭一教授と伊東栄次助教授は、長年薄膜の静電容量測定技術を研究しておりました。その技術を応用して、食品の包装、薬品の包装あるいは電子部品包装に用いられているプラスチック防湿フィルムの微少な水分の透湿度を測定する“**超高感度透湿度測定装置**”を開発しました。開発装置は、市販されている最も感度の高い透湿度測定装置より10倍以上の感度を有します。

これは、長野・上田地域知的クラスター創成事業の成果第19号です。

この開発装置は、信州大学繊維学部の研究リーダー谷口彬雄教授が有機ELの開発を進めており、有機ELの防湿膜技術の研究開発の中で生まれたものであります。

## 従来装置より10倍以上の感度を有する透湿度の測定を実現

市販されている最も高感度に測定できる装置の透湿度測定限界は、 $0.01\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$ ですが、今回の開発装置の測定限界は、 $0.001\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$ 以下を確認しました。

## 超高感度透湿度測定装置の開発のねらい

### 開発の背景

知的クラスター創成事業では、高性能な有機ELの開発を進めています。有機ELは水分に対しては敏感に影響されますので、有機ELの防湿膜ならびにその膜の評価方法の開発にも取り組んできました。

### 透湿度測定へのニーズ

防湿特性を有するプラスチックフィルムは特殊な構造になっており、乾燥食品の長期保存、薬品の保存、LSI等微少な水分に脆弱な半導体素子の封止等、非常に幅広い分野で応用されています。特に、有機ELに使用される防湿膜への要求は最も厳しいものであります。

このため、このフィルムを高感度に、短時間で、再現性よく、簡単に測定できる測定装置への要望は、研究開発ばかりでなく生産現場においても非常に高いものとなっています。

### 従来の透湿度測定方法

従来の代表的な透湿度測定方法には、カップ法とモコン法の2種類があります。

- ・カップ法は、測定したいフィルムを透過した水蒸気を、カップに入っている吸湿材に吸水させ、吸水した吸湿材の重量変化から透湿度を測定する方法です。透湿度を測定する最も簡便な方法ですが、1日中測定しても $1\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$ 程度で、測定限界は低いものです。
- ・モコン法は、測定したいフィルムを透過する水蒸気を赤外線センサーで測定する方法です。高感度な測定装置としては、今まで標準装置として使用されております。ただし、測定限界は $0.01\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$ となります。

### 開発した透湿度測定装置の測定原理

図1に示すように、測定すべきプラスチックフィルムを通過した水分子が、さらにセンサーとなる高分子のポリイミド膜を透過します。その結果、ポリイミドの絶縁特性が変わることによって、ポリイミド膜の上下にある電極を介した静電容量が変化します。その変化から透湿度を測定します。

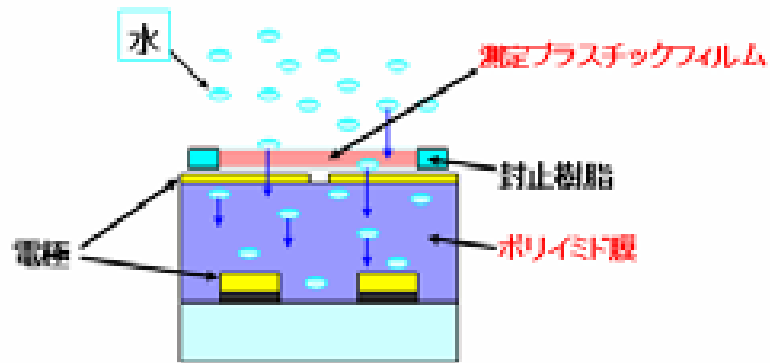


図1 ポリイミドセンサーの構造

\* 水分子が透過する様子を示すために厚く表示していますが、実際の厚さは100nm (1万分の1mm) です。

ポリイミドセンサーは、図2に示すように、恒温恒湿装置内に置かれた小型容器内に設置されています。小型容器内のふたを閉めた状態で容器内を乾燥し、ふたを瞬時に開けることにより、急激に小型容器内の湿度を変化させ、静電容量の変化を測定します。

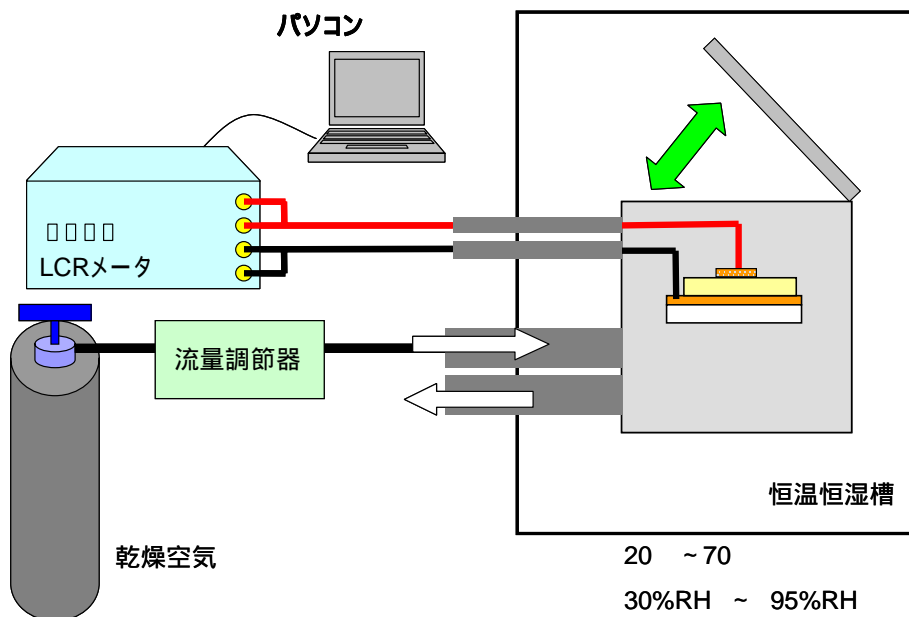


図2 透湿度測定装置の測定系

## 開発のポイント

ポリイミドセンサーの感度と応答速度を大幅に向上させました。ポリイミドは吸湿性が高い特徴をもつ高分子です。開発のポイントは、ポリイミドにフッ素を添加して、さらに水分の吸脱着性能を改善し、また簡単に再現性よく 100nm まで薄膜にできるようにしたことです。ポリイミド膜を非常に薄くすることによって、応答速度を 1 秒以内という従来の湿度センサーより数 10 倍速くすることができました。

測定誤差を無くするようにフィルムの装着に工夫しました。

高感度の透湿度測定には、測定フィルムの周囲の湿度を瞬時に変化させる必要があり、湿度を瞬時に変化できる小型容器を開発しました。

高感度の透湿度測定のために、5桁の精度で静電容量を測定できる電子回路と装置構成を開発しました。

## 開発した装置の特長

測定限界は  $0.0001\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$  まで可能ですが、現時点で、入手できた防湿フィルムの性能により、 $0.001\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$  までの確認に留まっています。この限界は、市販されている高感度透湿度測定装置の 100 倍高い感度を有しています。

測定時間も従来の装置に比べ  $1/60$  になりました。

測定フィルムの大きさも 1cm 角の小さいフィルムでも測定できるようにしました。

## 開発に至るまでの技術シーズ

センサー材料の選定、合成、薄膜には、長年の研究室の蓄積がありました。

数日間、安定な測定ができる電子回路や環境技術の蓄積がありました。

## 今後の予定

開発した装置については、希望する製造メーカーと商品化を早期に進める予定です。

\* この件に関するお問い合わせは、下記までお願い致します。

〒386-8567 長野県長野市若里 4-17-1

国立大学法人信州大学 工学部 電気電子工学科

教授 宮入圭一、助教授 伊東栄次

TEL : 026-269-5227 FAX : 026-269-5220

E-mail : [eito@shinshu-u.ac.jp](mailto:eito@shinshu-u.ac.jp) (伊東)

#### キーワード説明

1. 静電容量：絶縁体の両側に形成された電極に電圧を加えた際、1 V あたりどのくらい電荷が蓄えられるかを表す量である。電気容量、またはキャパシタンスとも呼ばれる。
2. 有機 EL：半導体性の有機化合物を 1 万分の 1mm 程度まで薄膜化し、数 V の電圧を加えて電流を流すと電流が光に変換されて発光する。蛍光灯と同等以上の効率を示し、小型・軽量化できることから次世代ディスプレイデバイスとして注目されている。
3.  $\text{g}/(\text{m}^2\text{day})$ ：透湿度（水分透過率）の単位。フィルムの片面を乾燥状態とし、もう一方を高湿度に保った際に、1 日当たりに単位面積（ $1 \text{ m}^2$ ）のフィルムを透過する水の質量を示す。例えば食品や薬品包装用のフィルムの場合  $1 - 10 \text{ g}/(\text{m}^2\text{day})$ 程度である。
4. ポリイミド：耐熱性、耐薬品性、耐久性に優れたプラスチック材料。ポリイミドは吸湿性があるため湿度センサーとして用いられている。撥水性のフッ素を添加したポリイミドは水の吸脱着がスムーズになるので応答速度が増すだけでなく、湿度と静電容量の関係が従来よりも良好な直線関係を示すようになり湿度センサーとしての特性が改善される。
5. 恒温恒湿装置：温度と湿度を制御する装置