

赤外顕微鏡を用いた近赤外領域における膜厚測定

Film Thickness Measurement in Near Infrared Region by Microscope

フィルムの膜厚を測定する場合、スペクトルに出現する干渉縞から膜厚を計算する方法が一般的ですが、中赤外領域 ($4000 - 400\text{cm}^{-1}$) においては試料のピークの出現などの干渉を妨害する要因が様々あります。しかしながら近赤外領域においてはこのような問題は非常に少なく

なり、膜厚測定には適しています。また赤外顕微鏡を用いることによって微小試料における膜厚測定も可能になります。今回は、顕微赤外分光法によるポリエチレンフィルム (PE) とポリスチレンフィルム (PS) の近赤外領域における膜厚測定の事例をご紹介します。

S. Murakami

近赤外領域での測定装置

Measurement Instrument in near infrared region

今回測定に用いた装置は弊社の新製品である IRPrestige-21 と赤外顕微鏡 AIM-8800 です。通常 FTIR 本体のみでの測定において、近赤外領域における測定は中赤外領域の測定とは異なり、光源・検出器・ビームスプリッターの交換が必要になります。詳しくは Table 1 を参照して下さい。

今回は顕微鏡を用いた測定のため、検出器には MCT を用いました。Fig. 1 に近赤外領域における透過法のパワースペクトルを示しました。アパーチャは $50 \times 50\mu\text{m}$ です。検出器として MCT を用いた場合でも、 10000cm^{-1} 以下の近赤外領域で十分なエネルギー強度が得られていることが分かります。

Table 1 測定領域の違いによる各部品
Options in different measurement region

光源	近赤外 ($12500 - 4000\text{cm}^{-1}$)	中赤外 ($4000 - 400\text{cm}^{-1}$)
ビームスプリッター	タングステン・ヨウ素ランプ	高輝度セリウム光源
検出器	CaF ₂	KBr
	InGaAs	DLATGS

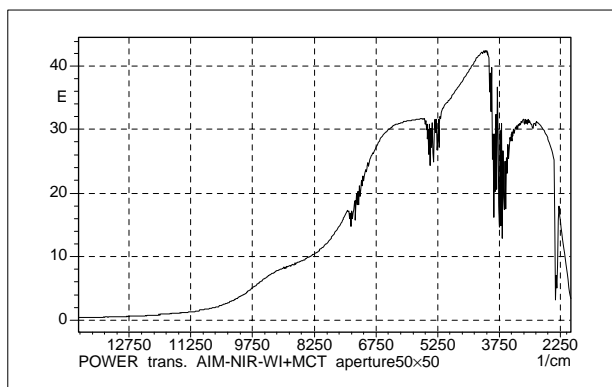


Fig. 1 近赤外領域におけるパワースペクトル
Power spectrum in near infrared region

ポリエチレンフィルムの測定

Measurement of polyethylene film

赤外顕微鏡システムを用いて、透過法及び反射法で近赤外領域におけるポリエチレンフィルムのスペクトル測定を行いました。測定条件を Table 2 に示します。

Fig. 2 に透過法及び反射法により測定したスペクトルを示します。

中赤外領域においては、干渉縞に加えてポリエチレンのピークがスペクトルに出現しますが、Fig. 2 より近赤外領域においてはポリエチレンフィルムによる吸収ピークはほとんど見られず、良好な干渉波形が得られます。

Table 2 測定条件
Measurement conditions

Resolution	: 8.0cm^{-1}
Accumulation	: 50times
Apertur	: $100 \times 100\mu\text{m}$
Detector	: MCT
Light Source	: W/I Lamp
Beamsplitter	: CaF ₂

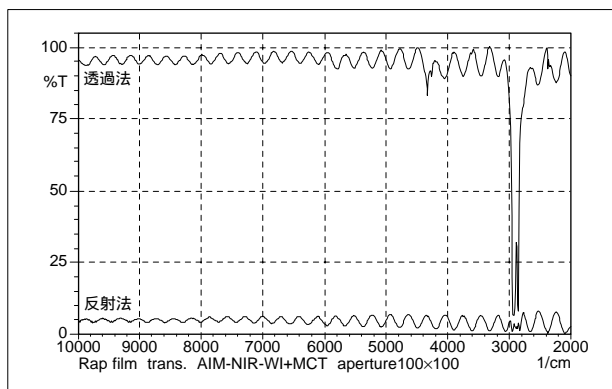


Fig. 2 ポリエチレンフィルムの透過及び反射スペクトル
Transmission and reflection spectra of polyethylene film

ポリエチレンフィルムの膜厚計算

Film thickness calculation of polyethylene film

得られたスペクトルを用いて、ソフトウェア（IRSolution）のデータ処理モードにある膜厚計算を行ないました。なお膜厚計算式はアプリケーションニュースNo.A313をご参照下さい。

まず、膜厚計算に必要なパラメータ（波数範囲、屈折率、入射角）をデータ処理画面から入力します。Table3に計算に用いた条件を示します。

その後、計算ボタンを押すと膜厚計算結果が表示されます。Fig.3及びFig.4にはFig.2の透過スペクトル及び反射スペクトルから計算した膜厚計算結果を示します。

膜厚計算結果から、今回測定に用いたポリエチレンフィルムの膜厚は約15 μm と求まりました。またこの結果から、透過法と反射法の結果が良く一致していることが分かります。

Table 3 膜厚計算条件
Conditions of film thickness calculation

Range	: 9000 - 5000 cm^{-1}
Refractive index	: 1.5
Incident angle	: 0 degree

ポリスチレンフィルムの測定と膜厚計算結果

Measurement of polystyrene film and film thickness calculation

ポリエチレンフィルムと同様に、透過及び反射法によりポリスチレンフィルムの測定を行ない、膜厚を計算しました。ここで測定条件はポリエチレンフィルム測定と同じです（Table2参照）。計算に用いた条件をTable4に示します。

測定から得られたスペクトル及び膜厚計算結果をFig.5及びFig.6に示します。

膜厚計算結果から、今回測定に用いたポリスチレンフィルムの膜厚は約27.6 μm と求まりました。

以上のように、近赤外領域での膜厚測定は中赤外領域とは異なり妨害成分がほとんどないため、非常に精度の高い計算が可能であることが分かります。

Table 4 膜厚計算条件
Conditions of film thickness calculation

Range	: 8000 - 6500 cm^{-1}
Refractive index	: 1.5
Incident angle	: 0 degree

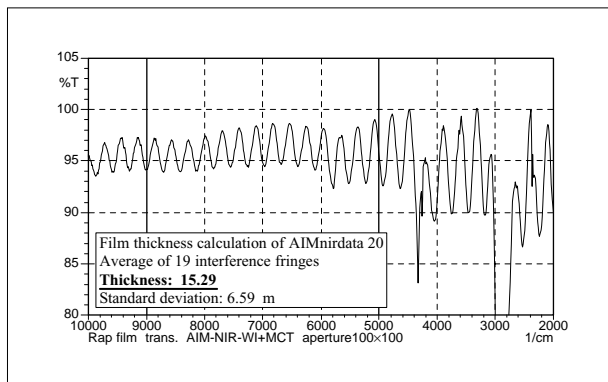


Fig.3 透過スペクトルを用いた膜厚計算結果
Result of film thickness calculation in transmission spectrum

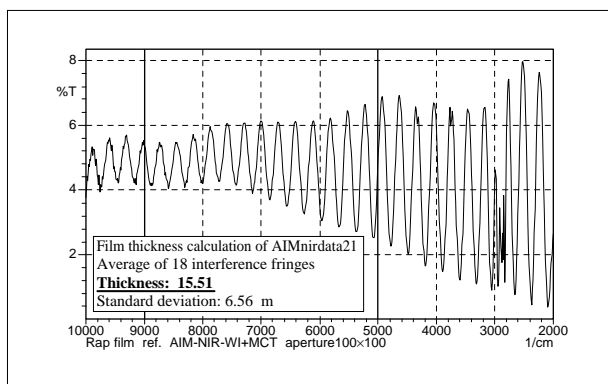


Fig.4 反射スペクトルを用いた膜厚計算結果
Result of film thickness calculation in reflection spectrum

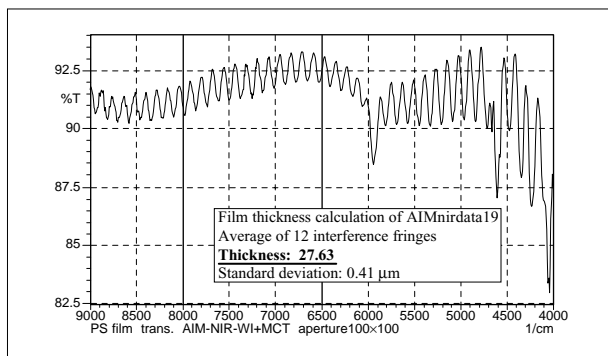


Fig.5 ポリスチレンフィルムの透過スペクトルと膜厚計算結果
Transmission spectrum of polystyrene film and result of film thickness calculation

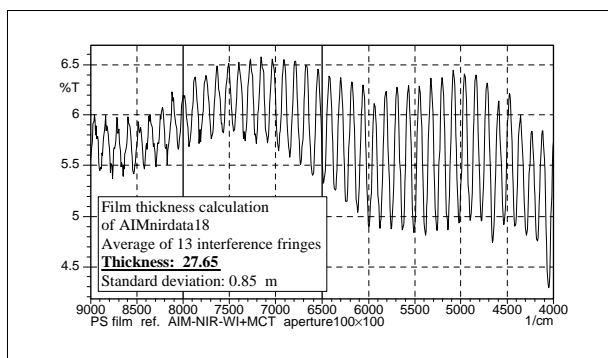


Fig.6 ポリスチレンフィルムの反射スペクトルと膜厚計算結果
Reflection spectrum of polystyrene film and result of film thickness calculation