

## 微小領域測定の注意点

### Points to notice for small area analysis

微小物の分析に分野を問わず広く使われている赤外顕微鏡は、感度、操作性、拡張性（マッピングなど）の向上、品質管理等における異物分析の増加などにより、その需要はより一層増加しています。

この赤外顕微鏡は、主に大きさ100~20 $\mu\text{m}$ 程度の試料もしくは測定領域の情報（赤外スペクトル）を得るため

に用いられていますが、10 $\mu\text{m}$ 前後の微小物の分析もめずらしくありません。しかし、赤外顕微鏡測定で用いている中赤外光はその波長が25~2.5 $\mu\text{m}$ であるため、10 $\mu\text{m}$ 前後の微小試料を分析する際は若干の注意が必要となります。

今回は微小物、微小領域測定時に起こる現象、注意点についてご紹介します。

T. Tsuchibuchi

### アパーチャ開口と光量

Energy of Infrared light as a function of Aperture area

赤外顕微鏡の測定では、目的物の大きさに合わせてアパーチャを小さく絞るという操作が必要です。これは、測定対象からの透過光もしくは反射光のみを検出し、それ以外からの光をカットするためです。このため、測定対象が小さくなればカットされる光が増える分、検出される光は減少します。

Fig.1は金蒸着ミラーを用いて正反射測定したパワースペクトルです。

アパーチャ開口：20 $\times$ 20、10 $\times$ 10、5 $\times$ 5、3 $\times$ 3 $\mu\text{m}$ で測定しました。また、Fig.2は20 $\times$ 20 $\mu\text{m}$ のパワースペクトルに対する、各アパーチャ開口のスループットです。

20 $\times$ 20 $\mu\text{m}$ での光量に対し各アパーチャ開口では、

10 $\times$ 10 $\mu\text{m}$  : 30~20%

5 $\times$ 5 $\mu\text{m}$  : 10~3%

3 $\times$ 3 $\mu\text{m}$  : 5%以下

程度に低下していることが分かります。光量が少ないと、赤外スペクトル上のノイズが増加するため、良好なスペクトルを得るためには、より多くの積算が必要となります。

更にFig.3はFig.2のスループットを4000 $\text{cm}^{-1}$ の位置で100%となるよう補正したものです。

4000 $\text{cm}^{-1}$ での光量に対し、1000 $\text{cm}^{-1}$ での光量が

10 $\times$ 10 $\mu\text{m}$  : 73%

5 $\times$ 5 $\mu\text{m}$  : 36%

3 $\times$ 3 $\mu\text{m}$  : 20%

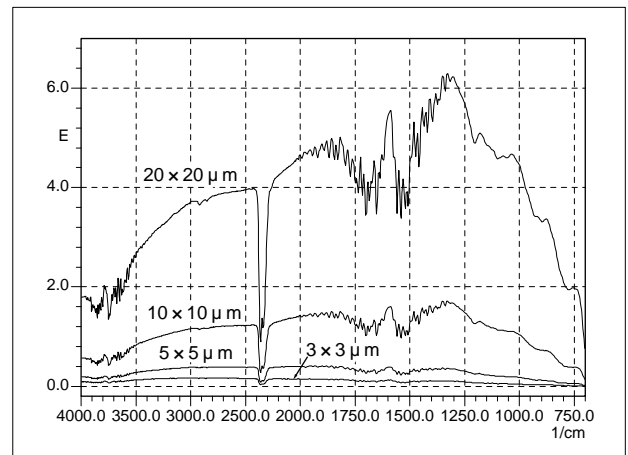


Fig.1 各アパーチャ設定におけるエネルギー  
Energy of Infrared light as a function of Aperture area

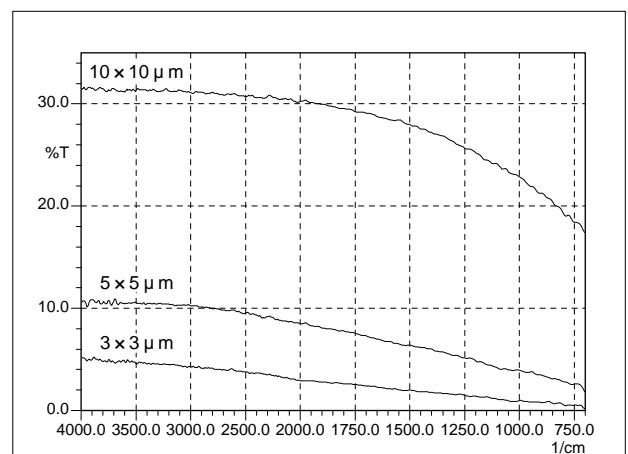


Fig.2 20 $\times$ 20 $\mu\text{m}$ のパワースペクトルに対する各アパーチャ開口のスループット  
Comparison of Throughput

であり、アパーチャ開口が小さくなれば低波数側（長波長側）の光量がより一層減少することが分かります。

アパーチャが小さくなればスペクトル全体にノイズが増加し、更に低波数側でノイズが大きくなるのがわかります。

## アパーチャ開口とスペクトル

Spectra as a function of Aperture area

金属メッキ表面に成形されたノボラック樹脂系のレジスト膜（厚さ $5\mu\text{m}$ ）を用いて微小物測定におけるノイズ以外の赤外スペクトルへの影響を調べました。

測定は金属メッキ表面をレファレンスとした正反射法にてアパーチャの一边をレジスト膜の端に合わせ、 $30\times 30$ 、 $10\times 10$ 、 $5\times 5\mu\text{m}$ の開口でそれぞれ行いました。Fig.4にレジスト膜の写真を、Fig.5に測定結果とその拡大図を示します。

Fig.5より、 $5\times 5\mu\text{m}$ でも良好なスペクトルが得られており、レジスト膜がノボラック樹脂系の物質であることははっきりと分かります。

しかし詳細にスペクトルを比較すると、アパーチャが小さくなることにより、 $1150$ 、 $1050\text{cm}^{-1}$ 付近のピークの分解の劣化など、低波数側においてスペクトル形状に変化が確認できます。これは迷光（光の回折）などによる影響で、アパーチャが小さくなればなるほどその影響を大きく受けます。

なお、ノイズによる影響を避けるため、それぞれ異なった積算回数で測定しました。

$30\times 30\mu\text{m}$ ：分解 $8\text{cm}^{-1}$ ，積算 20回（約8sec）

$10\times 10\mu\text{m}$ ：分解 $8\text{cm}^{-1}$ ，積算100回（約40sec）

$5\times 5\mu\text{m}$ ：分解 $8\text{cm}^{-1}$ ，積算400回（約160sec）

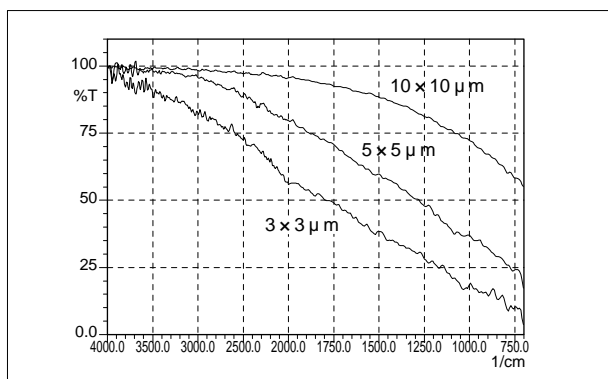


Fig.3  $4000\text{cm}^{-1}$ で補正した結果  
Corrected results at  $4000\text{cm}^{-1}$

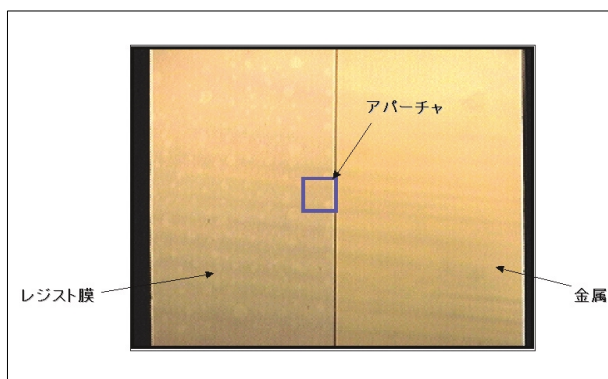


Fig.4 レジスト膜  
Photograph of photoresist

以上の結果より、 $10\mu\text{m}$ 前後の微小試料を分析する際は

- ・ スペクトル全体にノイズが大きく現れる。
- ・ 更に低波数側ほどノイズによる影響が大きい。
- ・ 低波数側からスペクトルが劣化する。

という点に注意して測定，考察する必要があることが分かります。

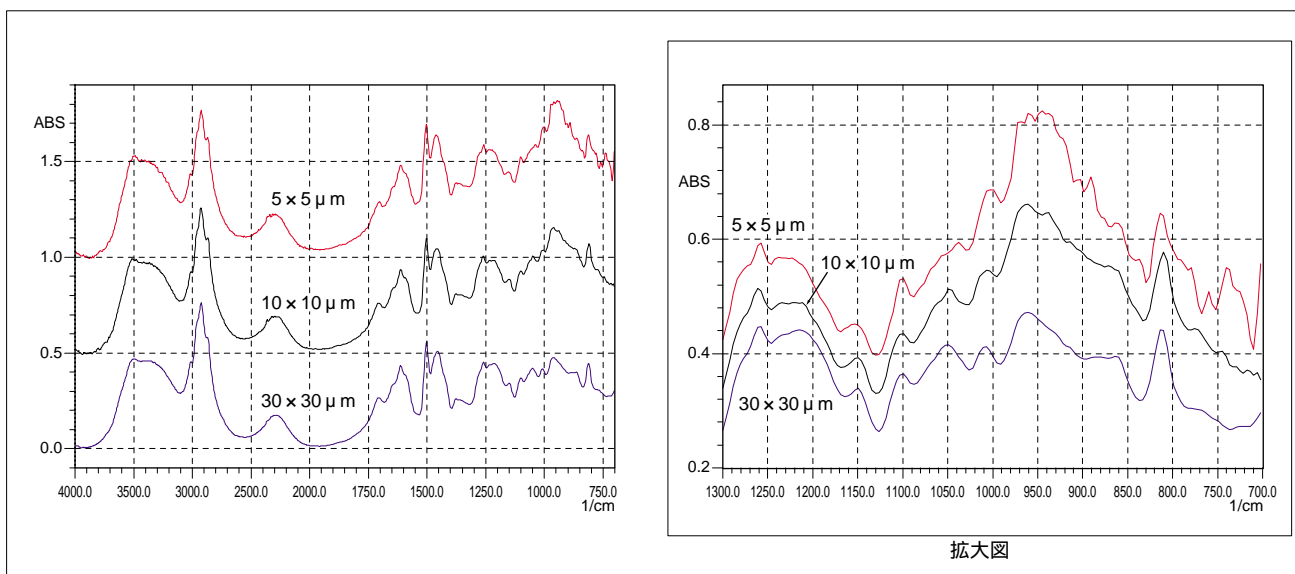


Fig.5 レジスト膜の正反射スペクトル  
Specular reflection spectra of photoresist