

ノート

赤外線領域における絶対反射率測定の見直し

中島 敏晴*¹⁾ 中村 広隆*¹⁾ 海老澤 瑞枝*¹⁾

Study of the absolute reflectance measurement in the infrared radiation

Toshiharu Nakajima*¹⁾, Hirotaka Nakamura*¹⁾, Mizue Ebisawa*¹⁾

キーワード: 赤外線, 絶対分光反射率, 正反射率

Keyword: Infrared radiation, Absolute reflectance, Regular reflectance

1. はじめに

現在, 2 μm より長波長側の赤外線領域での正反射率標準反射板は未整備である。このため, この領域での分光正反射率測定の見直し試験では, 光学メーカーが市販する金ミラーの反射率を 100%としたときの相対反射率測定で評価している。

しかし, 正確な分光正反射率特性の評価にあたっては, 値付けされた標準反射板の整備が不可欠である。そこで, 市販品金ミラーなどの絶対反射率特性を評価し, これを値付けされた基準反射板として位置付けることにより, 見直し試験における正確な分光正反射率測定へのニーズに応えることができる。

本研究では, 昨年度実施した赤外線領域における分光反射率測定精度向上の研究での課題であった, 絶対反射率測定用アクセサリ (以下, STAR GEM, 図 1) による測定データの, 2~7 μm の波長域における反射率低下要因の分析と改善方法について検討を行ったので報告する。

2. 実験内容

STAR GEM による絶対反射率測定で, 2~7 μm の波長域での反射率低下の改善のため, 以下 3 つの要因を推定し,

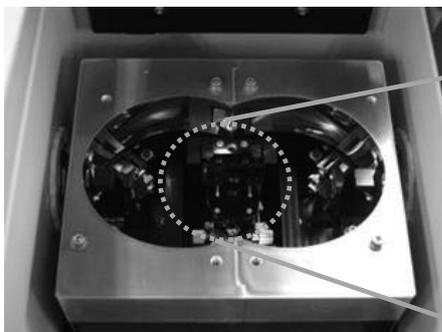


図 1. FT-IR 試料室に設置した STAR GEM

各々測定を行った。サンプルは金ミラーを使用した。

①ゴニオステージの傾斜角位置

②サンプルホルダー高さ調整 (高さ調整ボルトによる)

③FT-IR のアパーチャ径による影響

①は, ゴニオステージの傾斜角を, 目盛+1.0~-1.0 度の間で 0.1 度刻みで傾斜を変えながら, インターフェログラム (以下, IFG) の最大値を探し反射率を測定した (ここでは, サンプルは高純度シリコンを使用した)。②は, サンプルホルダー高さを, 図 2 に示す高さ調整ボルトにより調整することで, バックグラウンド (何も置かない状態) 及びサンプル測定時の IFG や反射率データが最大となる位置を確認した。③は, アパーチャ径を変えることで, 内部光源から放射される赤外光の絞り込み状況による反射率への影響を評価した。アパーチャ径は, 0.10, 0.25, 0.50 cm^{-1} を使用した。なお, 測定データの信頼性を検証する方法として, 理科年表掲載の反射率データ⁽¹⁾や, 文献⁽²⁾掲載の金属板の屈折率や消衰係数をもとに反射率計算式⁽³⁾で求めた値を用いた。

3. 結果及び考察

①傾斜角の目盛+0.2~-0.2 度の位置における反射率の測定結果を図 3 に示す。目盛+0.2 度の位置において反射率最大となる。

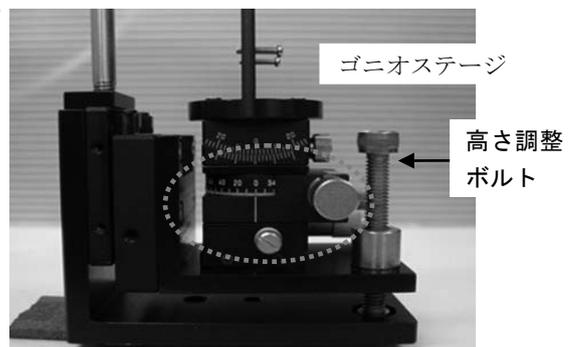


図 2. サンプルホルダー外観

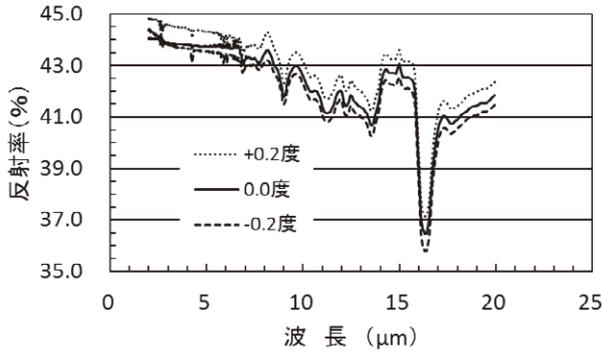


図3. ゴニオステージ角調整による反射率への影響

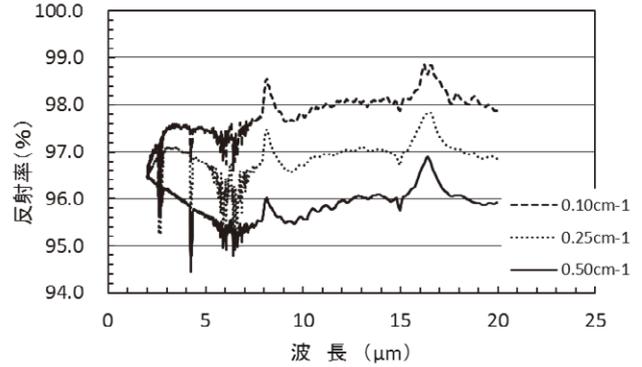


図6. アパーチャ径による反射率への影響

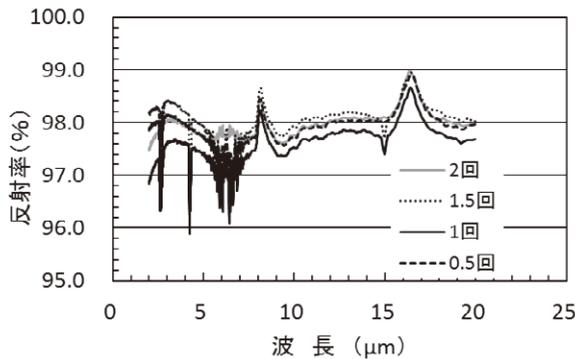


図4. サンプルステージ高さの反射率への影響 (サンプル測定時)

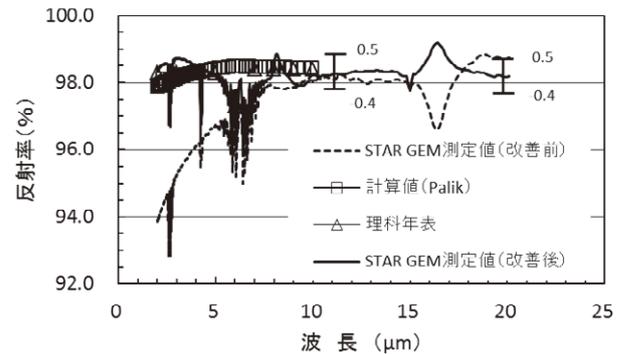


図7. 2~7μmでの反射率低下の改善前後比較

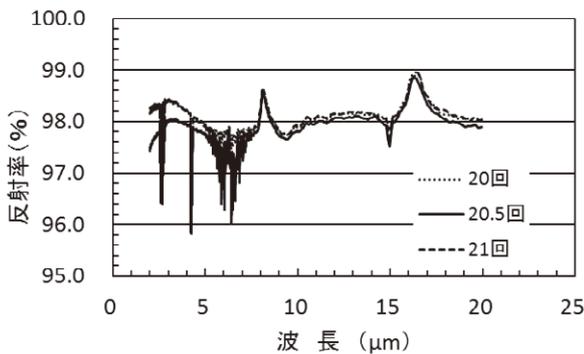


図5. サンプルステージ高さの反射率への影響 (バックグラウンド測定時)

②サンプルホルダー高さは、ボルト回転数で決めており、1回転あたり1mm移動する。バックグラウンド測定時ではボルト回転数21、サンプル測定時では1.5回転における位置が最も高い反射率データが得られた。これを図4及び図5に示す。

③アパーチャ径の違いによる結果を図6に示す。アパーチャ径を小さくするほど反射率が高くなることが明らかになった。この理由は、アパーチャ径が大きくなると、光源からの光束径が大きくなるため STAR GEM 内部の角度調整ミラーで視野欠けが生じ、光束の一部が散乱し STAR GEM 内部で乱反射を起こす可能性がある。結果として、ミラーや検出器へ入射する赤外光が減衰する原因とな

る。したがって、アパーチャ径を小さくしビーム径を絞り込むことで、角度調整ミラーの視野欠けが解消され、内部光源からの赤外光の入射量が大きくなり、反射率が高くなると推定する。①から③の結果をもとに、反射率が高くなる条件で測定した金ミラーの結果を図7に示す。このグラフから、2~7μmの波長域における反射率低下が改善されていることがわかる。また、約2~20μmの波長域での再現性は±0.5%以内であった。さらに、信頼性の検証結果は、理科年表掲載データとの偏差が±0.5%以内、計算値との偏差は±0.6%以内であった。

4. まとめ

本研究では、前報の測定手法を改善し、STAR GEMによる赤外線領域における絶対反射率測定手法が、約2~20μmの波長域において±0.5%以内の再現性の良い測定が可能であることがわかった。今後は、さらに測定データの信頼性向上を図ることで、値付けした基準反射板を整備し、分光反射率測定の実験業務に活用していく。

(平成24年5月18日受付、平成24年7月31日再受付)

文 献

- (1) 「理科年表」, 丸善
- (2) EDWARD D.PALIK: "Handbook of Optical Constants of Solids", ACADEMIC PRESS, INC. pp. 294-295.
- (3) 佐藤勝昭: 「光と磁気」, 朝倉書店, pp. 44
- (4) 中島敏晴 他: 「遠赤外線領域における分光反射率の測定精度向上」, 東京都立産業技術研究センター研究報告, 第6号 (2012)