

課題番号 : F-19-GA-0005
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 超小型赤外分光イメージング装置における干渉鮮明度向上の為の回折格子作製
 Program Title (English) : Grating for improvement of interference definition on ultra-miniature mid-infrared spectrometers
 利用者名(日本語) : 足立智、川嶋なつみ、石丸伊知郎
 Username (English) : S. Adachi, N. Kawashima, and I. Ishimaru
 所属名(日本語) : 香川大学創造工学部
 Affiliation (English) : Faculty of Engineering and Design, Kagawa University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、赤外分光、回折格子

1. 概要(Summary)

ドローンに搭載可能な手のひらサイズの結像型二次元フーリエ分光装置及び豆粒サイズのワンショットフーリエ分光装置による、環境計測や医用計測への適用を目指し、装置の高感度化及び干渉鮮明度向上に必要な回折格子を作製し評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・マスクレス露光装置(大日本科研社製、MX-1204)
- ・デュアルイオンビームスパッタ装置(ハシノテック社製、10W-IBS)
- ・マスクアライナー(ズース・マイクロテック社製、MA6/BA6)
- ・マグネトロンスパッタリング装置(芝浦メカトロニクス社製、CFS-4EP-LL)
- ・シリコン深掘エッチング装置(SPP テクノロジーズ社製、MUC-21 ASE Pegasus)

【実験方法】

本装置の原理では、回折格子により輝点を間引き、感度を向上させる必要があり、マスクレス露光装置を使用して表面と裏面加工用のマスク作製を行った。まず、スパッタリング装置を使用して Si ウェハの表面に Al を成膜した。マスクアライナーにて、スリットパターンを転写を行い、リソグラフィを行った後、Al エッチング、シリコン深掘エッチング装置により、表面の Si エッチングを行った。その後、裏面加工を表面と同様に行い、回折格子を製作した。

熱である中赤外光を扱う本装置では、計測環境の温度変化が外乱となる。そのため、筐体の冷却により温度を一定に保つことで感度と S/N 比の向上を目指した。冷却機構を取り付けた分光装置で 50 度の黒体を計測した。カメラの受光素子に生じる結露を防ぐため、温湿度センサ(共立プロダクツ社、KP-AM2320)を設置し、露点を推定し温度制御の目標値とした。温度制御には筐体の側面に温度センサ(Maxim Integrated 社、DS18B20+)を取り付

け、温度情報からリレー回路にてペルチェ素子(海渡電子社、TEC1-12708)の ON-OFF 制御を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1(a)に分光装置をペルチェ素子にて冷却した場合と非冷却の比較を示す。橙色のグラフは分光装置が 30 度(非冷却)、青色のグラフは分光装置を 20 度まで冷却したものを示す。輻射伝熱の式より、1.4 倍の感度向上を予想した。このとき非冷却の最大輝度振幅が 73、冷却時の最大輝度振幅が 88 となり 1.2 倍の感度の上昇を確認した。理論値との差の原因としては、カメラの受光素子の計測時の発熱が考えられる。理論値で導出した値は筐体の側面の温度であるため誤差が生じたと考えられる。また、Fig. 1 (b)は(a)を相対強度に変換したものである。波形からノイズ減少を確認できたため S/N 比の向上に成功した。

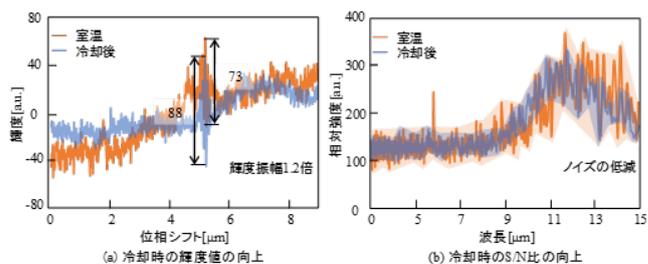


Figure 1 Comparison between the experimental results before and after cooling device

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

岩城順也、川嶋なつみ、北崎友哉、康瀬月、足立智、横山琴音、石丸伊知郎、“文化財染料同定を目指した手のひらサイズ熱放射分光イメージング”、Optics & Photonics Japan 2019、2aD2、2019.12.02

6. 関連特許(Patent)

なし。