

成果報告書

(1) 研究の実施日程

| 研究項目 | 実施日程 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| モスアイ加工 AGPM コロナグラフ基板製作 | | | | | | | | | | ← | → | |
| 低温反射系光学系詳細設計 | | | | | | | | ← | → | | | |
| 低温反射系光学系組立 | | | | | | | | | | | | ● |

(2) 研究成果

本研究は、近傍太陽型星周囲の地球型系外惑星の検出や、晩期型周囲のダスト形成を明らかにするための、中間赤外線30ミクロン帯コロナグラフの開発を目的とした基礎研究である。本波長帯でのコロナグラフの開発例はなく、本波長帯においても、高コントラスト、小IWAを実現するコロナグラフを構築するため、近年理論が提唱されたAnnular Groove Phase Mask (AGPM) コロナグラフを選択している。また、高透過率、低コスト、加工が容易であるシリコンを光学材質として選択している。

今年度は (1)モスアイ加工 AGPM コロナグラフ基板の作成 (2)AGPM コロナグラフ機能実証を目的とした低温反射系光学系の詳細設計、および作成を行った測定系を用いて機能測定を行う事を目標とし研究活動を行った。

(1) モスアイ加工 AGPM コロナグラフ基板の作成

現在まで本研究では、AGPM コロナグラフの形状設計、製作物の評価を申請者が行い、製作を半導体製造業者が行う体制で開発を進めてきた。しかしながら本年度、加工業者が有するモスアイ加工用装置が重故障し、装置修理も新装置導入も行わない決定がなされたため、当初予定していた方法では中間赤外線用モスアイの構築が不可能になり、製作技術も失われる事となった。他の半導体製造業者を模索したものの、世界的な半導体需要が非常に高まっている事、特殊な形状である中間赤外線用モスアイを製作する事は容易ではない事等から、基礎研究開発として受注可能な製造業者を見つける事ができなかった。この状況を受け、申請者は設計・評価だけではなく、半導体加工も自ら行う事とした。半導体の加工と評価は、東京大学マテリアル先端リサーチインフラ・データハブ拠点微細加工部門武田クリーンルームで行った。シリコン基板表面の AGPM 多重微細リング構造は、リソグラフィ、ドライエッチングを経て製作を行い(図1 参

照)、設計値に対し約 20% 程度の誤差内で製作する事に成功した。一方モスアイ構造は、リソグラフィ、レジスト用アルミ成膜、ドライエッチング、ウェットエッチングを経て試作を行ったが、深堀モスアイ形状を再現する事はできておらず、更なる最適製造パラメタの模索が必要である。

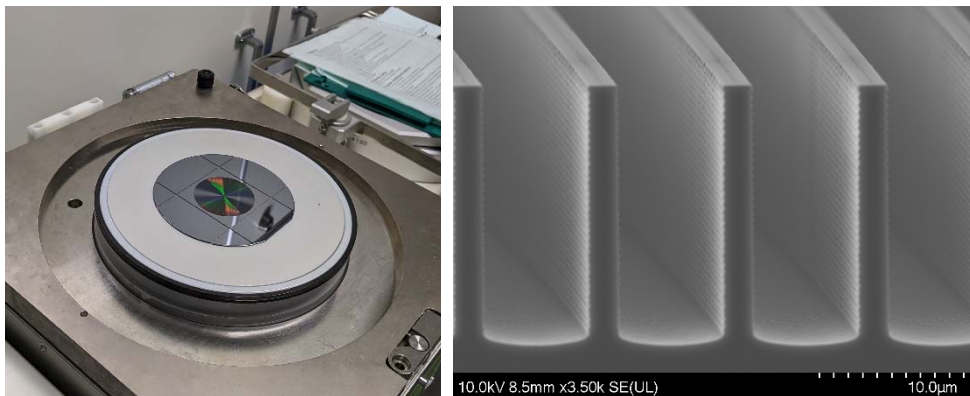


図 1: (左) 4 インチシリコン基板から切りだした AGPM コロナグラフ鳥瞰図 (右) 電子顕微鏡による AGPM コロナグラフ断面図

(2) AGPM コロナグラフ機能実証を目的とした、低温反射系光学系の詳細設計、および作成

コロナグラフの実験室性能試験では、恒星を模擬した点光源を有する極低温反射光学系が必要である。これは観測ノイズとなる熱放射を抑えるために、観測装置と同様の極低温 30K 下で動作する必要があるためである。今年度はこれまでに検討を進めていた概念設計に加え、詳細設計を行い、反射系低温光学系を組上げるための物品の購入を行った。450x390x200 の光学空間系をインストール可能な冷却用 Dewar を準備し、専用の光学定盤の製作を行った。また、AGPM コロナグラフ性能は、入射光に対する傾き依存性が強い事が原理的に知られており、実験で確認するための、低温下で駆動するステージの購入も行った。恒星を模擬した点光源は検討の結果、低温下でも駆動可能かつ、背景光と比べ十分に SN を得る事が可能な黒色塗装を施した抵抗を、ピンホールと組み合わせる事で達成する事とした。そして反射系鏡については、中間赤外線反射率の高い、金コートミラーを採用した。

低温光学系を組み立てるため、低温下での試験の前の事前試験として、常温下での組み立て試験を、3次元位置測定器、レーザー等を用いて行っている。コロナグラフの再開発による影響も受け、低温下の機能試験は本年度分では行っていないが、常温下での可視カメラを用いた本光学系の試験、続いて低温下での試験を引き続き行っていく予定である。

以上の結果を、研究会にて講演を行った。