

# 2019年度国立天文台共同開発研究成果報告書

2020年 4月25日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏名	(ふりがな) あさの けんたろう 浅野 健太郎
	所属・職	東京大学大学院理学系研究科・特任研究員
研究課題名	中間赤外線観測用AGPMコロナグラフの開発	
研究実績	<p>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、高IWAを実現するコロナグラフを構築するために、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た。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た。</p> <p>AGPMの形状を決定するために、RCWA法を計算する事が可能な電磁場解析シミュレーションを用い、最も高コントラストを達成可能かつ、実際に作成可能な構造を決定した。最適化された構造を元に、フォトリソグラフィ法を用いてシリコン基板の前面に AGPM構造を作成した(添付図1参照)。</p> <p>製作には1回4ヵ月程度の期間が必要であり、本研究の時間とコストの大部分を本工程に要した。作成したAGPMコロナグラフが、最適化計算を行った形状通りに作成が出来ているかを確認した。測定の結果、形状を決定する幾つかのパラメタの設計値に対する製作誤差が、10%程度生じている事が明らかになった。</p> <p>本製作誤差は約2ミクロン程度ではあるが、コロナグラフのコントラスト性能へ十分影響を与える値である。また凹型の垂直エッチングを行う際に、底面と壁面を垂直に彫り込む事は非常に困難であり、若干なまる事が判明した(添付図2参照)。観測要求を満たすAGPMコロナグラフを実装する際にはどちらも問題となるが、次回作成時には改善が見込まれる部分であり、今回の試作はシリコン基板の微細加工、今後の本AGPMコロナグラフの重要な基礎研究となった。そして本素子の光学評価のために、黒体炉を用いた光学系システムの検討、構築を行った。本研究より、更に高コントラストを達成するためには、本素子内部での多重反射を防止する事が極めて重要である事が明らかになった。具体的には、光学素子裏面に反射防止コーティングを施す事が必須となる。反射防止コーティングを施す事により、2桁程度のコントラストの向上が見込まれる。</p> <p>本研究で得られた最適化や製法等の成果を、地球型惑星直接撮像ワークショップで発表し、多くの関心を集めた。</p>	
研究の活用	<p>本研究は現在までアクセスが非常に困難であった30ミクロン帯における新型コロナグラフの基礎技術となる。原理、技術実証、そしてシリコン基板上での微細加工の加工精度の把握を今回達成できた事は重要である。</p> <p>本研究で得た技術や経験の蓄積を元に、裏面に多重反射コーティングを施したAGPMコロナグラフの製作を行い、観測装置への組み込み、実証へと進めたい。</p>	

注1) 報告書の公開にあたり支障を生ずるおそれがある場合は、当該部分とその理由を明記すること。

## 【お願い】

研究終了2年後に、報告書提出後の関連開発の進捗及び波及効果についてアンケートを実施いたしますので、その際はご協力ください。

図1 試作AGPM 鳥瞰図 シリコン基板:48x48。AGPM部分  $\phi 44$ 。

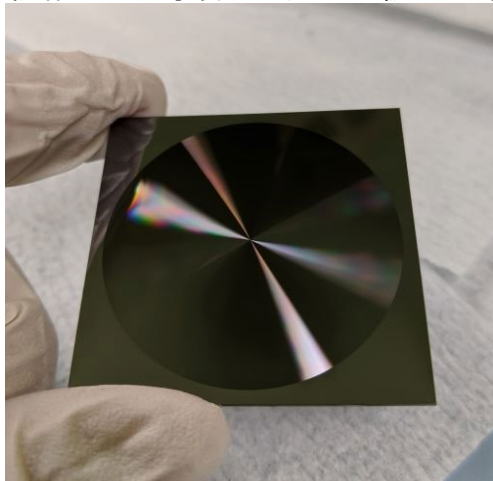
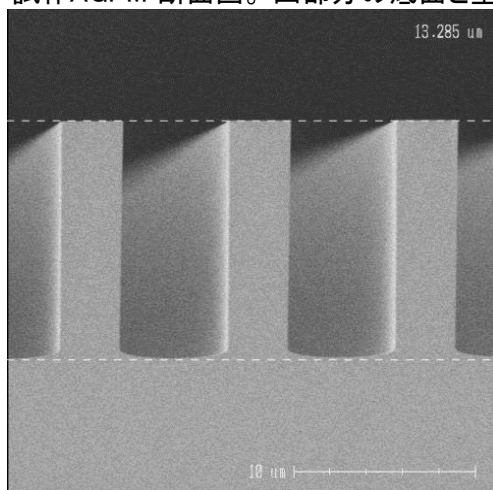


図2 試作AGPM 断面図。凹部分の底面と壁面が垂直に彫り込めていないことが見て取れる。



国立天文台共同開発研究 報告書(別紙)

氏名 浅野 健太郎	所属 東京大学大学院理学系研究科・ 特任研究員	標題名 中間赤外線観測用AGPMコロナグラフ の開発	ID
--------------	-------------------------------	----------------------------------	----

回答日: 年 月 日

1 欧文論文(査読あり)

記述不要	著者(DOIが付与されていれば記述不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID (DOIが付与されてい れば記述不要)	DOI	調査年度	備考

2 和文論文(査読あり)

筆頭著者名 ローマ字表記	著者(DOIが付与されていれば記入不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID (DOIが付与されてい れば記述不要)	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考

3 国内・国際会議講演、学会発表等

記述不要	講演者	年	講演名	会議等名	開催場所・開催日	招待講演(※2)	調査年度	備考
	浅野 健太郎	2019	TAO中間赤外線観測装置MIMIZUKU用 AGPMコロナグラフ の開発	地球型惑星直接撮像ワー クショップ	(岡山理科大, 岡山, 2019.11.14- 15)			

4 修士/博士論文

記述不要	著者	学位授 与年度	論文名	学位授与大学	言語	取得学位	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考

5 その他

--

(※1)巻がない場合は省略可。また、号の記載が必要な場合は巻の後ろに括弧で記載する。(例:57(12))

(※2)招待講演の場合には「\*」を記載する。