

共同研究契約報告書

平成31年4月24日

平成30年5月25日付

「TMT中間赤外10-20 μm 高分散分光用CdZnTeイマージョングレーティングの開発」

研究代表者：

東京大学大学院理学系研究科・准教授・小林 尚人

上記共同研究契約について、下記のとおり報告いたします。

住 所：東京都文京区本郷 7-3-1

名 称：国立大学法人東京大学

代表者：総長 五神 真

代理人

理学系研究科等事務部長 生田目 金雄 印

記

1. 成果報告書（別紙のとおり）
2. 使用実績報告書（別紙のとおり）

以上

成 果 報 告 書

1. 研究の実績

(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
1) 試験用小型CdZnTe イメージジョンの製作				↔	グレーティングの パラメータ検討		↔	コーティング設計		素子製作		
2) グレーティング回折 効率の測定 (常温)												↔

(2) 研究の成果の説明

本研究は、2年計画で、多数の分子・原子ラインが密集する中間赤外線「長波長域」(10-20 μm)の高分散素子として最も有望なCdZnTe製イメージジョングレーティングの試作品を製作し、低温で性能評価することを目的とする。本研究により、近赤外から中間赤外の全赤外線波長域をカバーするラインナップを完成させ、TMT赤外線高分散分光に完全に備えることが広い意味での目的となる。

我々は10-20 μm を十分に透過する赤外線結晶としてCdZnTe (屈折率 $n\sim 2.6$)を特定し、すでに十分な形状精度 (理論限界の相対回折効率値) を出すグレーティング機械加工に成功している。そこで、1年目となる今年度は、(1) 試験用小型CdZnTeイメージジョンの製作、(2) グレーティング回折効率の測定 (常温)、を計画し、まず常温におけるグレーティングの絶対回折効率を測定することでコーティングの性能評価を目標とした。それぞれの達成状況を以下に記す。

1) 試験用小型CdZnTeイメージジョンの製作

グレーティングのパラメータとして、ブレース角75度、溝ピッチ82.04 μm 、頂角89度、底辺長50mm、と設定した。ブレース角は、これまでの我々の開発から見出したエシエルフォーマットのよいバランス (波長分解能、波長カバレッジ、解析のし易さ) が取れる値である。溝ピッチは、ピクセルサイズ30 μm の2kアレイ検出器を用いた場合に、10 μm 帯を3pixサンプリングでカバーできるように決め、これらの条件のもと最大の回折効率を得られる頂角を求めた。底辺長は、製作コストも考慮した上で試験のために最低限必要な大きさ (目的波長の平均 (15 μm) で波長分解能 $R\sim 20,000$ を達成、コーティングのムラを検証可能) としている。一方、コーティングについては、CdZnTeの透過波長域である3-20 μm を広くカバーすることを前提に設計を行った結果、反射コートの反射率は97%以上、ARコートの反射率は波長4 μm (次に述べる回折効率測定の波長域) において1%以下、波長10-20 μm (CdZnTeが唯一のイメージジョン用透過材料) において25%以下 (平均 $\sim 16\%$) と目標を達成する設計解を得て、グレーティングを製作した。反射コートはアンダーコート付きAu膜により密着性と高反射 (吸収ロス $< 1\%$) を実現している。

2) グレーティング回折効率の測定 (常温)

最も厳しい精度を要求する最短波長域(4 μm)においてグレーティングの絶対回折効率を測定し、TE、TMの両偏光モードともにピーク効率 $\sim 74\%$ を得た。CdZnTeは波長5 μm 以下において僅かではあるがイメージジョン応用としては無視できない吸収 (波長4 μm における吸収係数 $3.05e-2\text{ cm}^{-1}$ 、本測定条件でのCdZnTeの透過率 $\sim 93\%$) があり、その吸収がない場合の絶対回折効率は $\sim 80\%$ と計算される。相対回折効率の理論限界値は約80%であることから、設計通り、かつ測定波長ではほぼ理論限界のコーティングを実現し、本研究の目標を十分に達成したと言える。