

DMDをオカルティングマスクとして利用するカメラ光学系の開発(2)

小淵 保幸 [1]; 坂野井 健 [2]; 鍵谷 将人 [2]; 武山 芸英 [3]; 江野口 章人 [4]; 岡野 章一 [2]
[1] (株) ジェネシア; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] ジェネシア; [4] (株) ジェネシア

Development of a camera using DMD as an occulting mask for observations of faint emission around planets (2)

Yasuyuki Obuchi[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Masato Kagitani[2]; Norihide Takeyama[3]; Akito Enokuchi[4]; Shoichi Okano[2]
[1] Genesis Corp.; [2] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [3] Genesis Co.; [4] Genesis corp.

<http://www.genesia.co.jp/>

We have developed a camera using an innovative occulting mask for the observation of planets. When we observe faint emission close to a bright source like a planet, stray light due to scattering in the telescope deteriorates the S/N ratio of the faint object. In order to prevent such an effect, a dense filter is usually placed in order to occult a bright source. When we make observation of the Io plasma torus (IPT), we use a filter to occult the Io disk. However, the Io disk still disturbs observation of IPT, especially in a region close to Io, since Io moves relative to Jupiter during observation. Therefore, a mask that can be variable in its position and also in its shape in the FOV is strongly required.

In order to realize this requirement, we have developed a camera using an occulting mask that employed a DMD (Digital Micromirror Device). A DMD is a device which can select the light incident on it dynamically by flipping tiny mirrors (Flipping angle is +/- 12 degrees relative to the array surface). The size of each mirror is 13um x 13um, and they are arranged in an array of 1024 x 768. Each tiny mirror element can be independently controlled by a computer. Based on preliminary experiments, unwanted light could be reduced to 10^{-3} - 10^{-4} relative to a bright object, and we expect this to be sufficient for observation of IPT. Diffracted light from the DMD surface and scattered light from the edge of each mirror of the DMD are obstructed by a physical stop on an exit pupil of a camera.

By using such an innovative DMD mask, we will be able to observe not only IPT mentioned above, but also the inner planets, like Mercury. In addition, various observations are expected when a camera system using a DMD mask is onboard space vehicles. The optical performance of the product will be presented.

木星周辺には、その衛星であるイオ起源のプラズマが存在している。このプラズマは木星を中心にトーラス状に分布しており(イオプラズマトーラス; 以下 IPT)、木星磁場に捕捉され木星磁場と共回転をしている。IPT 中の Na は共鳴散乱、S + イオンは電子衝突励起で発光しているが、木星表面やイオ表面からの太陽反射光に比べ非常に微弱であるため、それら太陽散乱光に起因する迷光が観測対象の S/N を劣化させている。そのため、現在行われている観測では木星反射光による散乱光を抑えるために、望遠鏡で木星を追跡し像面において木星を常に同じ位置に固定し、望遠鏡の焦点面に木星像を隠すフィルターを配置することで、フィルター以後のコリメート光学系や、結像光学系での散乱を抑えるという方法を取っている。

しかし、観測中にイオは木星に対して動いてしまうため、イオを隠すことはできない。このため、イオ周辺ではイオ散乱光による S/N の劣化は避けられない。この劣化を低減させるためには、隠すべき対象に合わせて位置、形状が可変なマスクの装着が望まれる。そこで我々は、DMD(Digital micromirror device) をマスクとして利用するカメラ光学系の開発を行った。DMD は、アレイ状に配置された極小(13 μ m x 13 μ m) の鏡を、アレイ面に対して +/- 12 度傾けることによって、入射光を 2 次元的に取捨選択することのできるデバイスである。1024 x 768 個アレイ状に並べられた一枚一枚の鏡を、PC によって独立に制御することが可能である。これを位置及び形状が可変なマスクとして利用した。これまでに行われた基礎実験により、マスクに入射した光を、約 10^{-3} ~ 10^{-4} 程度に減光出来ることが確認され、木星周辺微弱光の観測には十分であることが分かった。また、木星のみならず、刻々と形を変える水星など内惑星周辺の観測への応用や、その臨機応変性を生かし、飛翔体に搭載することも期待される。

本カメラの光学設計においては、DMD によるマスクングの際に問題とされる DMD 表面での回折光及び DMD の各ミラーのエッジにおける散乱光は、本カメラ光学系の最終レンズの後ろに配置された開口絞りによりブロックされるため、検出器面上での S/N 低下の原因にはならない。また、最適な硝種の選択及び多数のレンズを用いることによって色収差も可能な限り補正されている。

これまでは設計結果について報告してきたが、本講演では試作品の光学特性を含めた、より発展的な議論を行う。