

V241a 一次元回折限界コロナグラフを用いて4次のヌルを広波長帯域に得る方法

伊藤 哲司, 松尾 太郎 (名古屋大学)

恒星コロナグラフは、薄暗い星周構造を、星の点広がり関数 (PSF) 裾野部分の揺らぎの影響を受けずに観察するための光学機械システムである。点光源のみを (理論上) 完全に消すようなシステムの透過光量は、光軸からの離角 (λ/D 単位) の2次関数で近似される (2次のヌル)。これが4次関数 (4次のヌル) にできると、近傍の恒星は0でない視直径を持っているため、2次のヌルより暗い星周構造まで観察できる。一次元回折限界コロナグラフは、天空上の線光源を完全に消し、かつ、回折限界 (理論限界) の内側動作角 (IWA) を持つコロナグラフである。本研究では、ある一次元回折限界コロナグラフのリオストップ以降を改良し、惑星光スルーブットが改良前の約1/4となることを許容することで、広い波長帯域に渡り4次のヌルを得ることができる方法論を展開する。この方法のために、我々が最も着目した点は、光軸上に置かれたシングルモードファイバー (SMF) が、光の振幅分布関数のうち、 x_f と y_f (焦点面デカルト座標の2成分) のどちらに関しても偶関数である成分のみを透過する点である。また、ティルト収差の最低次の項 (これが消せると4次のヌルになる) が1成分について奇関数である点、及び焦点面マスク設計波長と実際の波長のずれ、つまり焦点面マスクと実際のPSFのスケールのずれが生み出すリーク振幅関数 (これが消せると広波長帯域化できる)、が2成分について偶関数である点にも着目した。検討の結果、得られた有効な構成は、以下である。(1) 最終焦点面の光軸上にSMFを設置する。(2) 変調パターン $A(x_p, y_p) = \text{sgn}(\cos(2\pi x_p)) \text{sgn}(\sin(2\pi y_p))$ の瞳マスクを、リオストップ開口内に設置する ($\text{sgn}(z)$ は符号関数)。ただし、瞳座標 (x_p, y_p) は矩形開口直径 D と光学的に共役な長さ単位で規格化されていて、コロナグラフシステムが消す天空上の線領域は y_p 方向に広がっているとしている。