

V247b フォトニック結晶にもとづく広帯域離散型6次ベクトル渦マスクの設計

林寛昭, 村上尚史, 土生圭一郎 (北海道大), 西川淳 (国立天文台/総研大/Astrobiology Center)

ハビタブルゾーンに存在する地球型系外惑星の分光観測を行い、酸素やメタンの吸収線といった生命存在指標を検出するため、広帯域にわたって恒星光を 10^{-10} レベルで除去できるコロナグラフが求められている。先行研究において、多層化したフォトニック結晶により広帯域性能を高めた8分割位相マスク (8OPM) の開発が行われている (土生他、2019年秋季年会 V226a)。今回は、8OPMと比較してより低次波面収差に強い6次ベクトル渦マスクについて、広帯域設計を行った。6次ベクトル渦マスクとは、半波長板の速軸方位を空間的に変化させることで、方位角 θ の位置において光波に 6θ の位相変調を加えるマスクのことである。フォトニック結晶技術により微細な軸方位パターンの波長板が実現できるが、空間的に滑らかな軸方位をもつ6次ベクトル渦マスクの作製は困難であると考えている。

そこで我々は、マスクを放射状に48分割し、各領域内で一様な波長板となるような離散型のデザインを検討した。広帯域化のため、5層構造の離散型ベクトル渦マスクの設計を行った。各層の速軸方位と中心波長を設計パラメータとして、その最適解を粒子群最適化というアルゴリズムを利用して算出した。その結果、636 – 814 nm の波長域において恒星の PSF ピークを 10^{-8} (惑星探査領域で 10^{-10}) 以下に除去できることを確認した。一方で、波長板のわずかな製造誤差により性能が著しく劣化することが、数値計算から示唆された。製造誤差への対策については、マスクを円偏光子で挟み、誤差による漏れ光を除去することを検討している。本講演では、提案する広帯域離散型6次ベクトル渦マスクの設計と期待される性能、および製造誤差に関する検討について報告する。