

火星周回機搭載を見据えたテラヘルツ分光装置の惑星保護カテゴリ IV に対応した周波数分離フィルターの開発

#藤巻 日菜子¹⁾, 前澤 裕之¹⁾, 山倉 鉄矢²⁾, 石野 雅之³⁾

⁽¹⁾ 大阪公立大学, ⁽²⁾ アルテアエンジニアリング, ⁽³⁾ 株式会社川島製作所

Planetary Protection Category IV-Compliant Frequency-Separation Filter for a THz Heterodyne Spectrometer for Mars Orbiter Missions

#Hinako Fujimaki¹⁾, Hiroyuki Maezawa¹⁾, Tetsuya Yamakura²⁾, Masayuki Ishino³⁾

⁽¹⁾ Osaka Metropolitan University, ⁽²⁾ Altair Engineering, ⁽³⁾ KMCO

The MACO Working Group is developing an orbiter-based investigation of Martian space weather, climate, and the water cycle to assess the persistence of potentially habitable conditions. A key objective is to measure water-vapor structure in the atmospheric boundary layer and relate it to exchanges with surface/subsurface reservoirs and to vertical coupling processes. As a candidate payload, we are studying a Terahertz Heterodyne Spectroscopy Sensor (THSS) operating in three bands (460, 560, and 890 GHz). Routing these bands within the receiver requires frequency-separating filters. Polymer-membrane filters deform under the high-temperature dry-heat sterilization required for Planetary Protection Category IV, so we are exploring femtosecond-laser patterning of metal films as a robust alternative. Electromagnetic simulations (Altair Feko) predict >25 dB rejection at 460 GHz while maintaining <0.3 dB insertion loss at 890 GHz. Ongoing work focuses on filter planarization, uniform gold deposition over laser-affected regions, and construction of a spectral test bench. We will report the concept, fabrication trials, and current performance.

MACO WG は、火星のハビタブル環境の持続性解明に向けて、周回・探査技術の実証を通じた火星の宇宙天気・気候・水環境の包括的探査を目指している。特に周回機による観測では、大気境界層における水蒸気分布の観測を通じて、地表・地下の水リザーバーと大気の相互作用や、宇宙気候・水環境に関わる大気上下結合のメカニズム解明を視野にしている。その観測パッケージの重要な候補の一つとして、テラヘルツ分光装置 (Terahertz Heterodyne Spectroscopy Sensor: THSS) が検討されている。THSS は、複数の周波数帯 (Band1: 460 GHz 帯, Band2: 890 GHz 帯, Band3: 560 帯) を用いて上記の観測を行う。この複数バンドを受信機内へ導くための周波数分離フィルターが必要となる。従来のポリマーの膜を利用したフィルターは、火星の惑星保護カテゴリ IV で求められる乾熱滅菌の高温環境下では変形してしまう。そこで本研究では、フェムト秒レーザーにより金属膜にパターンニングする手法を試している。設計は電磁波解析ツール Altair Feko を用いて、シミュレーション上ではあるが 460 GHz 帯で高反射 (<-25dB)、890GHz で低損失 (<0.3dB) の透過特性が得られている。今後の課題はこの金属フィルターの平坦化の手法の確立や、レーザーによる熱ダメージ部の金メッキの均一性の実現と、フィルターの性能評価系の構築である。本講演ではこれらの取り組み・開発の進捗について報告する。