

## 安全保障技術研究推進制度 令和3年度終了課題 終了評価結果

### 1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：屈折率分布レンズ材料に関する研究
- (2) 研究代表者：宇宙航空研究開発機構 荒井 康智
- (3) 研究期間：令和元年度～令和3年度

### 2. 終了評価の実施概要

日時：令和4年11月29日

場所：ビジョンセンター浜松町

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽 (委員長)

産業技術総合研究所 執行役員、エネルギー・環境領域 領域長

小原 春彦

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授

梶川 浩太郎

東京農工大学 名誉教授

佐藤 勝昭

千歳科学技術大学 理工学部 特任教授

下村 政嗣

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

科学技術振興機構 研究開発センター 企画運営室長、フェロー

中山 智弘

理化学研究所 光量子工学研究センター センター長

緑川 克美

(委員長以外は五十音順・敬称略)

### 3. 研究と成果の概要

#### 研究の概要

本研究では、赤外線レンズの設計自由度を飛躍的に向上でき、光学系の小型化が可能な、屈折率分布 (GRIN) レンズの実現を目指し、ゲルマニウム-シリコン (SiGe) 合金の育成方法について研究した。また、同 SiGe 結晶の屈折率等の光物性データ、機械的性質等、GRIN レンズの実用に必要な基本特性等について知見を得た。

## 成果の概要

- 屈折率分布 SiGe 合金育成方法について検討し、最大直径 50 mm の高品質・均一組成 SiGe 結晶及び直径 90 mm の径方向組成傾斜 SiGe 合金レンズを作成した。
- 均一組成 SiGe 結晶を利用して直径 17 mm と 24 mm の SiGe 球面、非球面レンズを試作し、MTF 値（分解能）と焦点距離について設計値と一致することを確認した。
- SiGe レンズ実用化に向けて反射防止コートを試作し、3~5 $\mu$ m と 8~10 $\mu$ m の 2 波長領域で平均 95%以上の高い透過率を得た。
- SiGe-GRIN レンズを用いたレンズ系を設計し、従来品よりレンズ枚数削減による小型化と分解能向上が期待できることを示した。
- SiGe 結晶レンズ製造の仕様を決めるために必要な物性値（赤外屈折率・硬度・赤外吸収スペクトル・抵抗値の吸収率依存性・酸素濃度と赤外吸収率の相関係数）を取得した。

## 4. 終了評価の評点

A 期待以上の研究成果をあげた。

## 5. 総合コメント

SiGe という取り扱いが難しい材料に対して泥臭い努力を惜しまず、結晶成長技術の制御により屈折率分布レンズの製作に成功している。JAXA と専門的な企業（TOPCON）の連携により、基礎研究材料でしかなかったバルク SiGe 結晶を、企業が量産化製造を検討する実用材料にまで高めたことは高く評価できる。

今後は、結晶成長やグラジエント技術など他の材料に適用できる基本的な成果は一般化した形で公表されることを期待するとともに、この連携による共同研究をしっかりと継続し、大口径化や量産といった、さらなる高みを目指して頂きたい。

## 6. 主な個別コメント

- 生産技術化に向けた課題は明確であり実用化に期待する。
- 予想以上にレンズの枚数削減効果が得られている。
- 広帯域の反射防止コーティングも優れた成果である。
- 製造過程での観測手法や新たな制御を導入することにより精度が改善されることが期待できる。
- 論文発表件数はあまり多くはないが、課題内容を考慮すると適切である。
- 結晶直径、透過率は最終目標を達成しているが屈折率差などは未達である。
- さらに組成範囲をふるためには成長技術を考え直すことも必要ではないか。