

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 B5G超低消費電力高効率ネットワーク構成に向けた高機能材料の研究開発
- ◆受託者 国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人慶應義塾、国立大学法人東北大学
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額80百万円 (令和4年度51百万円)

## 2. 研究開発の目標

テラヘルツデバイス/光通信デバイス向けの新規相変化材料を探索し、低損失材料を見出す。その利用例として、集積型光スイッチに装荷し、低消費電力動作を実証する。探索した新規相変化材料は、そのテラヘルツ域の誘電特性と通信波長帯の光学特性を評価し、用途に応じた材料の使い分けを判断するためのデータとして解析し整理する。さらに、応用上重要な相変化材料の初期化工程やテラヘルツ光源・受光器デバイス向けに相変化材料の構造最適化ツールを開発する。

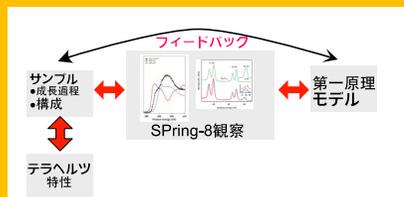
## 3. 研究開発の成果

### 研究開発目標

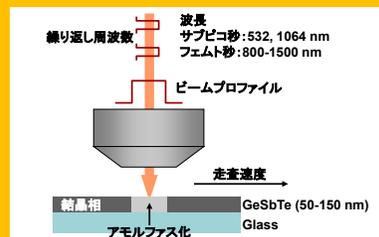
### 研究開発成果

#### 研究開発項目1 テラヘルツ帯機能材料及び自己保持型光スイッチ用相変化材料の研究開発

テラヘルツデバイス/光通信デバイスに資する低損失の新規相変化材料開発とその周辺技術開発



新規材料の電子構造理論モデル構築 (1-a)



相変化材料の状態初期化技術(1-a))

#### 研究開発項目1-a) テラヘルツ帯光物性と相変化機構解明 GSTアモルファス化の、非破壊最大フルエンス54mJ/cm2、均一化の最適値

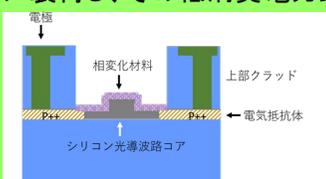
34mJ/cm2、繰り返し100Hzを見出した。フェムト秒パルス光照射によるMnTeの相変化を観測、顕微ラマンで裏付け。MnTeの3相について、計算でラマン/赤外分光の結果を予測。β'-相からα-相への転移で重要なエンタルピーの解析に着手。

#### 研究開発項目1-b) テラヘルツ帯及び光スイッチ用新規二元相変化材料開発 新規2元系材料XTeが成膜ままにてアモルファス相を呈することを明らかに。CrおよびZnドーピングに挑戦、CrドーピングMnTeで多段階の物性変化を観測。

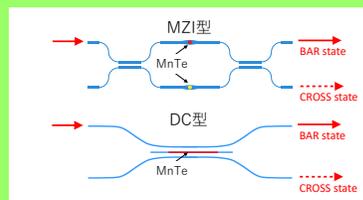
#### 研究開発項目1-c) テラヘルツ特性・光通信波長特性評価と新規三元系相変化材料開発 新規3元系として、Si-Sb-Te系、Al-Sb-Te系で光学的損失の小さい組成を見出した。テラヘルツ帯の誘電特性を評価、MnTeが透明であることを見出した。電流瞬断効果を用いるテラヘルツ源を検討。

#### 研究開発項目2 相変化材料を用いた省電力高密度光マトリックススイッチの研究開発

探索の結果見出された新規相変化材料を、シリコンフォトニクス光スイッチに装荷し、その低消費電力動作を実証



新規材料を装荷したシリコンフォトニクスの試作 (2-a))



新規材料を装荷した光スイッチの設計と不揮発動作実証 (2-b))

#### 研究開発項目2-a) 相変化材料を装荷したシリコンフォトニクス光スイッチ製造技術 装荷に必要なシングルターゲットによるMnTeスパッタ成膜に成功。装荷用シリコン光回路の試作を完了、酸化対策を含む装荷工程改良と装荷作業実施。

#### 研究開発項目2-b) 相変化材料を用いたシリコンフォトニクス光スイッチの設計と評価 試作した装荷用シリコン光回路の一部特性を評価。装荷工程用フォトマスクを設計。装荷する相変化材料に応じたシリコン光回路の使い分けを検討。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
1 (1)	0 (0)	2 (2)	3 2 (2 6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- ・フェムト秒光パルスによるMnTeの相変化を観測、研究会で発表
- ・MnTeのβ'相の性質を第一原理計算で解析、国際会議で発表
- ・熱歪みがMnTeの多形変化挙動に及ぼす影響を明らかにし、研究論文を発表
- ・Sb系相変化材料の探索と光学特性評価の結果を、国際会議で発表
- ・相変化による電流瞬断を用いたテラヘルツ源を検討、特許出願
- ・相変化材料を装荷したシリコン光スイッチの熱解析を行い、国内学会で発表
- ・相変化材料を組み込んだ光トライオードスイッチを検討し、小論文として発表

5. 今後の研究開発計画

- (1) 研究開発項目1 テラヘルツ帯機能材料及び自己保持型光スイッチ用相変化材料の研究開発  
 テラヘルツデバイス/光通信デバイス向けに新規相変化材料を探索し、低損失材料を見出す。そのテラヘルツ域の誘電特性と通信波長帯の光学特性を評価、用途に応じた材料の使い分けの指針を得る。応用上重要な相変化材料の大面积初期化工程とテラヘルツデバイス向けの電子構造最適化ツールを開発する。
- (2) 研究開発項目2 相変化材料を用いた省電力化高密度光マトリックススイッチの研究開発  
 探索の結果見出された新規相変化材料を、シリコンフォトリソグラフィの光スイッチに装荷し、その低消費電力動作を実証する。