様式2

2019 年度　生体医歯工学共同研究実施報告書

受理年月日	
受理番号	2058

西暦 2109 年2月21日

生体医歯工学共同研究拠点　研究所長会議　議長　殿

共同研究代表者
所属機関　山形大学理学部
職　　名　教授
氏　　名　大西　彰正　　印
〒 990 － 8560
山形市小白川1-4-12
電話番号　023－628－4562
FAX番号
E-mailアドレス:sj067@kdw.kj.yamagata-u.ac.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

研究題目	(和)シリサイド半導体における表面光起電力効果の時間応答 (英) Time response of surface photovoltage effect on silicide semiconductors
研究領域	1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 4. 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究
研究期間	西暦　2020　年　6　月　1　日 ～ 2021　年　3　月　31　日

研究組織

氏　名	所属機関・部局等	職　名	役割分担
大西彰正	山形大学理学部	教授	研究責任者
谷本　拓	山形大学大学院理工学研究科	大学院生(D1)	試料作成評価
北浦　守	山形大学理学部	教授	赤外反射分光
山本　勇	佐賀大学シンクロトロン光応用研究センタ	准教授	光電子分光
東　純平	佐賀大学シンクロトロン光応用研究センタ	准教授	光電子分光
原　和彦	静岡大学電子工学研究所	教授	アドバイザー

生体医歯工学共同研究拠点内対応教員	(共同研究をした教員名を記載) 原　和彦（静岡大学電子工学研究所）

研究成果

シリサイド化合物は優れた光・熱ー電気変換能を有しており光電変換素子や熱電変換素子への応用が盛んに研究されている。光電変換素子への応用に焦点を絞ると，その効率は表面近傍でのキャリア輸送と光吸収に左右されるので，表面での光起電力効果（表面光起電力効果: SPV 効果）を正確に評価することが重要な鍵となる。本研究では，代表的なシリサイドである Mg_2Si にキャリアをドープした n 型の結晶を溶融固化して育成し，光励起に伴う SPV 効果を軟 X 線領域の内殻光電子分光で調べた。

マグネシウム 2p 内殻光電子ピークをモニタして SPV 効果の測定を行った結果、光照射によって最大約 160meV だけマグネシウム 2p 内殻光電子ピークが低運動エネルギー側にシフトすることが判明した。低運動エネルギー側へのピークシフトは n 型半導体に特有の SPV 効果である。この SPV シフト量がバンドベンディング量に対応し、バンドベンディング領域には空間電荷が存在しないので、空間電荷層と呼ばれる。空間電荷層を見積もった結果、約 8nm であった。空間電荷層が小さいのは Mg_2Si 結晶のバンドギャップが 0.6eV と小さいためと理解できる。予備実験として SPV シフトの時間応答をマイクロ秒領域で測定した結果、その時間窓の範囲で緩やかに減衰する指数減衰成分がされた。SPV シフトは光励起キャリアの再結合によって緩和するので、n 型 Mg_2Si でのキャリア寿命はマイクロ秒程度の長寿命であると考えられる。

使用した設備・資料・試料等	該当なし

本研究成果に関連する論文発表状況

該当なし

次年度の共同研究継続の有無	有 ・ 無	拠点内対応教員とご相談の上ご記入ください。 継続の場合には次年度の研究計画をご記入願います。

次年度の研究計画（継続の場合）

(1) 極低濃度キャリアを有する p 型 Mg_2Si 結晶の SPV 効果の検証

これまで p 型 Mg2Si 結晶でも SPV 効果を調べてきた。しかし、n 型 Mg2Si 結晶で観測された SPV シフトを観測するに至っていない。高濃度にドープした銀が偏析しているためと考えられ、偏析を抑えて格子サイトにドーピングできれば p 型 Mg2Si 結晶でも SPV 効果を観測できると思われる。SPV 効果を観測できれば、空間電荷層の大きさ、SPV シフトの時間応答を測定でき、キャリア寿命等半導体開発に必要な情報を得ることができる。そのためには極低濃度キャリアを有する p 型 Mg2Si 結晶が必要不可欠であり、その結晶を育成する。

(2) 時間分解赤外反射分光によるキャリア寿命の評価

SPV 効果から見積もったキャリア寿命の妥当性を検証するために、中赤外領域に現れるプラズマディップを時間分解赤外反射分光によって測定する。キャリア濃度が変化するとプラズマディップのエネルギー位置が変化するので、そのエネルギー位置の時間変化にもとづいてキャリア寿命を決定し、SPV シフトから見積もられるキャリア寿命と比較する。この実験は山形大学において行う。絶対反射率を決定するのは困難であるが、プラズマディップを決定するのは困難ではないので、確実に成果につなげることができる。