

Study on angle-resolved sensitivity of SOI photodiode with surface plasmon antenna

メタデータ	言語: en 出版者: Shizuoka University 公開日: 2020-11-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Nagarajan, Anitharaj メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00027797

本論文は、単眼カメラによる三次元撮像やレンズレス・イメージングに有用な角度分解光検出器 (ASP) の性能向上を目的として、表面プラズモン (SP) アンテナ付き SOI (silicon on insulator) フォトダイオードの特性を、理論、電磁界シミュレーション及び実験により解析した結果をまとめたものである。

第1章は、光の強度情報のみならず入射角情報も利用したプレノプティック・イメージングの意義、実現方法とりわけ ASP を利用したイメージセンサの有用性と研究動向、及び ASP として期待される SP アンテナ付き SOI フォトダイオードの研究経過についてまとめている。

第2章では、提案する SP アンテナ付き SOI フォトダイオードのデバイス構造、検討した2種類のアンテナ、すなわち一次元ライン・アンド・スペース (L/S) 形と二次元ホール・アレー (HA) 形アンテナ、デバイス作製工程、及びデバイスの測定・評価系について説明している。

第3章では、提案するフォトダイオードの角度検出の原理と、原理から理論的に予想される感度が最大となる入射角 (方位角 ϕ と仰角 θ) を論じている。すなわち SP アンテナの格子により散乱される光と SOI スラブ導波路内を伝搬する光の位相整合条件により感度が最大となる入射角は決まり、具体的な角度は入射光の自由空間波長、SOI 厚さ、伝搬モード、格子周期等に依存することを明らかにしている。

第4章では、有限差分時間領域 (FDTD) シミュレーションと実験による、極座標 (ϕ , θ) 空間における感度 (量子効率) の分布 (空間パターン) の評価結果を示している。空間パターンは、1次元 L/S 形アンテナでは2回対称となり、2次元 HA 形アンテナでは入射光の偏光角に応じて2回対称もしくは4回対称となった。感度が最大となる入射角は、用いている光学定数が一致している限り、理論とシミュレーションは良い一致を示した。実験により得られた角度は理論に対して約 3° 異なっていたが、SOI 厚さが測定値より約 2 nm 薄いと考えることにより説明できることが分かった。提案する ASP は、従来の ASP より優れた量子効率 45% と角度分解能 2° を得た。

第5章は本論文を総括しており、研究目的が達成されたことを述べている。

以上のように、本論文では、SP アンテナ付きフォトダイオードの ASP として特性を詳細に解析するとともに、従来の ASP を上回る性能が得られることを示しており、光の入射角情報を利用したイメージングの高度化に有用な知見を与えている。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文としてふさわしいものと認められる。