

White Paper : 3D-TOF センサー用超広角拡散光学素子の車載応用

Executive Summary

照射した光が対象物までに反射して返ってくるまでの時間をもとに、カメラと対象物の間の距離を測定する Time of Flight (TOF) による 3D センシングシステムは、小型化、CPU 負荷が少ない、暗所での利用などの利点があります。

当社の TOF センサー用の拡散光学素子 Platanus は、光源から出た光を透過させ受光カメラの視野内に照射されるように配光分布を制御する光学素子で、光の高い利用効率、ムラの無い均一な照射強度、正確な配向制御等の特徴がありますが、その中で特に視野角 140° という超広角の照射角を実現する製品とその車載応用について紹介します。

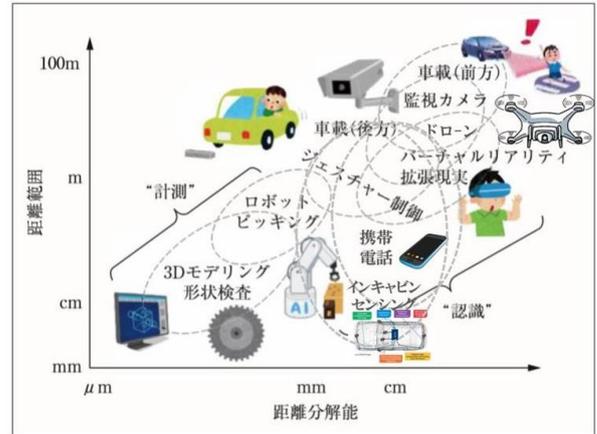


図1 3Dセンシングの測定距離、分解能と応用分野

1. Introduction

現在運転の安全性向上と自動運転の両面のニーズから自動車の車内に運転者や同乗者の状況を確認するドライバーモニターシステム (DMS) を導入することが世界的トレンドになっています。欧州では2023年から新車が5つ星の安全評価を受けるには、車内に DMS を搭載することが義務づけられます。DMS においては、運転者と同乗者の 3次元情報をモニタリングする方法として図2のよう

な TOF システムが使用されます。面発光レーザー (VICSEL) から発光されたパルス光は、拡散光学素子を透過して測定したい領域をカバーする拡散光として照射されます。受光部では被写体から反射した光を受光カメラで検知し、CPU で返ってきたパルス光の遅れから被写体の距離を算出します。

車内の限られた空間で運転席の運転者及び助手席、後部座席の同乗者の動きを同時に観測するためには広角の照射する必要があります、このような要求を実現する広角の拡散光学素子が要求されます。

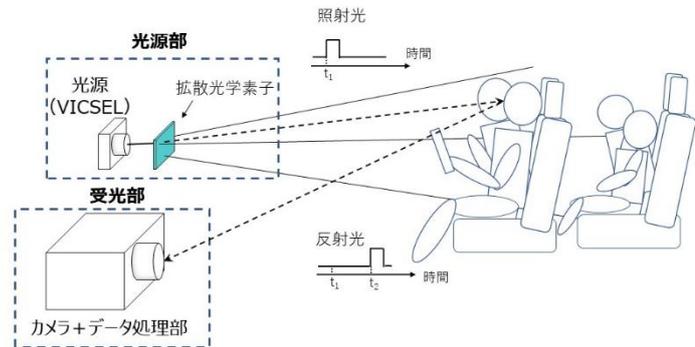


図2 3D-TOFによるドライブモニタリングシステム (DMS)

3. Thesis Questions

拡散光学素子として広角の照射を標準的なマイクロレンズアレイ実現しようとする図3の示すような問題を解決する必要があります。

すなわち

- ・ 広い照射角度を実現するには、非常に急峻な凸部を有するマイクロレンズを使う必要があります。そのような形状を持つレンズでは、レンズに入射した光の一部がレンズの対向面で内部反射し、結果的に射出角度の低い光の強度が大きくなり、本来大きい角度で強度が強くなる Bat wing (蝙蝠が羽を広げたような形からくる) と言われる配向分布が崩れることとなります。

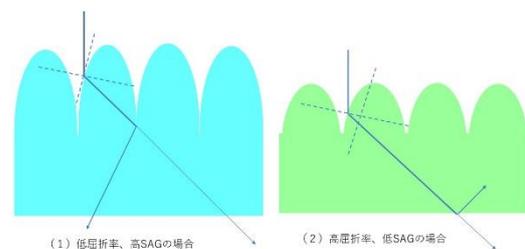


図3 マイクロレンズアレイで超広視野角照明を行う場合の課題

・一方高い屈折率の材料をマイクロレンズアレイに使用するとレンズの傾斜を低減でき上述のレンズ面での反射を防ぐことができますが、レンズから空気中に出射する時のフレネル反射が増加して出射強度が低減し光利用効率が悪化します。

4. Solutions

SCIVAX ではこれらの課題を解決するため回折系と屈折系のハイブリッドの光学系を考案し、独自の拡散光学素子 Platanus を開発しました。

図4に照射角度 $140^\circ \times 110^\circ$ の超広角 Platanus の特性をしめします。横方向の広がり 140° の超広角で良好 Bat wing 形状の配向を有することが確認され、透過率も75%以上とこのような超広角拡散光学素子としては非常にたかい光利用効率を有しています。

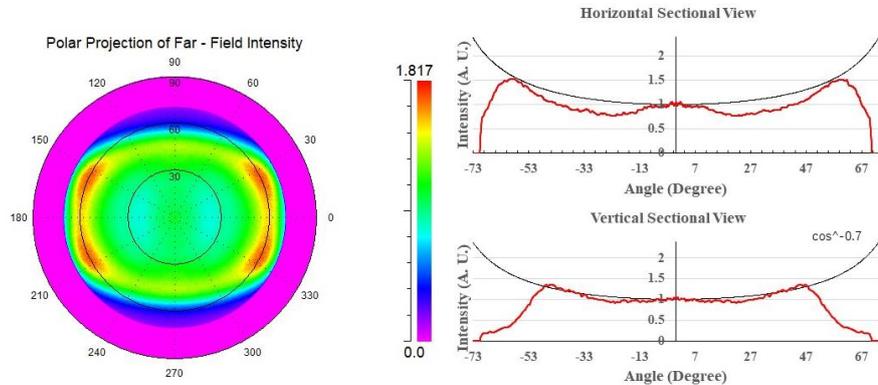


図4 $140^\circ \times 110^\circ$ の超広角拡散光学素子の配向分布

2. Application for DMS

図5には SCIVAX の $140^\circ \times 110^\circ$ の拡散光学素子を用いた TOF センサーシステムで得られた 3D イメージをユーザーの MELEXIS 社様のご厚意で掲載させていただきます。被写体の人の頭部か 50cm の近距離にセンサーを置きながら、両手を広げた端部まで測定できており、また運転席の助手席まで含めた非常に広角の情報をモニタリングすることが可能なことが実証されました。

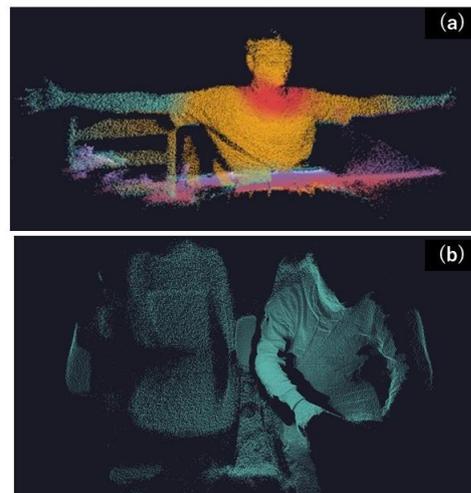


図5 被写体頭部から 50 cm に設置したセンサーで測定した 3D センサー画像
(a) 手を広げた人物 (b) 運転席 MELEXIS 社様提供

3. Conclusion

以上のように、独自の光学設計と Nanoimprint 技術で製造した 3D-TOF 用拡散光学素子は、超高角度での距離センシングが可能になり、車載や VR など広範な応用市場が広がる光学部品として期待されます。SCIVAX では、お客様の用途に合わせた最適な拡散光学素子の設計、開発、量産のための Foundry Service サービスを提供します。