

SOI UVセンサーICの開発

三浦 規之
山田 浩幸

千葉 正
馬場 俊祐

オゾン層の破壊に伴う紫外線（UV）への脅威¹⁾や化粧品市場でのUV対策のテレビコマーシャルによる日焼けへの警戒感の高まりにより、スキンケアの市場は拡大している。それに伴い、UV光の照度を測りスキンケアに役立てるUVセンサーの需要も拡大しつつある。現在、市販されているUVセンサーは、受光ダイオード単体品で感度バラツキが大きく、広く普及するには至っていない。そこで、OKIでは、センサーと周辺回路をワンチップ化し、センサーのバラツキを回路で吸収する新しいUVセンサーIC「ML8511」を開発した。「ML8511」のセンサー部は、薄膜SOI（Silicon On Insulator）をベースに受光ダイオードを形成し、同一チップにオペアンプを内蔵してUVセンサーからの出力電流を扱いの容易な電圧に変換し出力する機能を実現した。また、出荷前に個々のセンサーのバラツキに応じ回路部を校正することで、従来にない感度特性の均一化が可能である。ML8511は、高価な化合物半導体を用いておらず、外付け回路が不要であり実装時の部品点数を少なくできることも特徴である。

紫外線（UV）および UVセンサーとは

UVセンサーとは、UV光領域の波長の光に感度特性が高い素子で、光（光子）を電流に変換する。紫外線は波長が長い順に「UV-A」「UV-B」「UV-C」と名づけられ、波長が短くなるにつれ、生物に対して、よりダメージを与える。工業用では、波長の短いUV-Cで滅菌を行う装置の光源モニタ等に用いられている。民生では、太陽光に含まれるUV光で、波長の長いUV-AとUV-B領域を対象としたセンサーが主である。太陽光の危険度を表す例としては、WHO（世界保健機関）が提唱しているUV光量に応じ段階分けをしたUV-Index²⁾が、標準的に用いられている。

これまでのUVセンサーは、窒化ガリウムなどの化合物半導体を用いている。化合物半導体では、UVセンサーと周辺回路を同一チップ上に搭載することは、シリコンプロセスの場合よりも難しい。また、バルクのシリコンを用いると、UV領域から赤外までの広い範囲で感応するた

め可視光 および 赤外線カットフィルター（光学フィルター）が必要で、低コストと受光感度の均一化が課題であった。

OKIでは、薄膜SOI基板構造の持つ分光感度特性に着目して、光学センサーへの適用について研究・開発を行ってきた。今回、UV領域で感度特性が高いセンサーの量産プロセスを開発した。適用したSOI-CMOS技術は、元来、回路の高集積化と低消費電力化のための技術であり、シリコンプロセスである。したがって、化合物半導体では難しい、UVセンサーと周辺回路の混載がより容易である。

SOI UVセンサーの概要

ML8511に用いた 薄膜SOIをベースにした受光ダイオードの分光感度特性を図1に示す。シリコン受光素子でありながら、SOI構造により、UV-A（波長320nm～400nm）およびUV-B（波長 280nm～320nm）の領域にのみ選択的に高い感度をもつ。

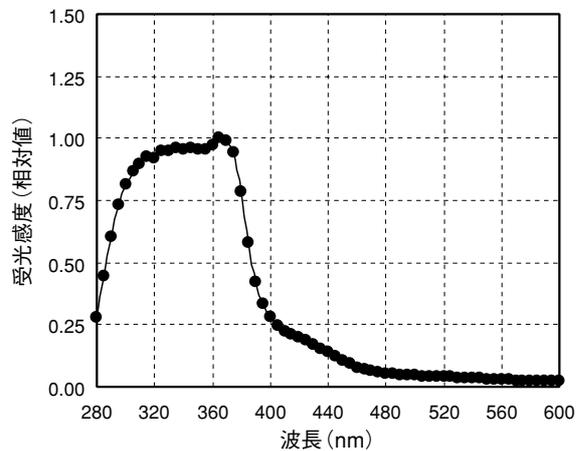


図1 分光感度特性

ML8511のブロック構成

図2にML8511を用いたUVメータの構成例を示す。図中のUVセンサーは、薄膜SOIを用いた受光ダイオード

である。受光ダイオードからUV光量に比例した電流が出力され、オペアンプと抵抗 R_f で構成される電流電圧変換アンプにより、電流量に比例した電圧が出力される。出力された電圧は、ADC（アナログデジタル変換器）への直結が可能で、デジタル信号に変換された後、インタフェース（I/O）を介して、MCU（マイクロコントローラ・ユニット）に入力される。MCUでは、出力値に相当するUV光量が換算されて、液晶表示板（LCD）等でユーザーに表示される。また、Enable（EN）pinを設け、測定時以外で消費電流を抑制できる（スタンバイモード）。さらに、工場テスト時に個々のUVセンサーの感度に応じて電流電圧変換アンプのゲインを校正することで、UV光量と出力電圧の感度のバラツキを抑制できる。

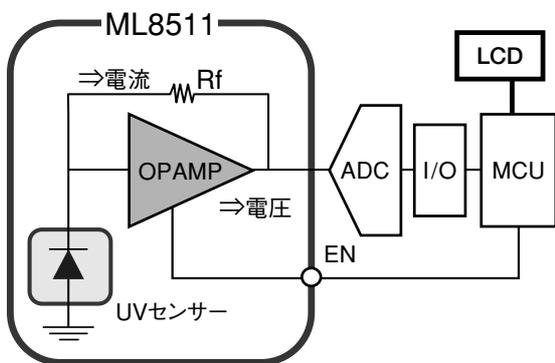


図2 ML8511のUVメータの構成例

ML8511の主な仕様

ML8511の主な仕様を以下に、外観を写真1に示す。

- 最大感度波長：365nm
- 電源電圧：2.7V ~ 3.6V
- 消費電流：Typ.300 μ A（動作時）,0.1 μ A（待機時）@3.0V
- 出力電圧：1.0V（暗室）~2.2V（10mW/cm²@365nm）
- 推奨温度範囲：0°C~+70°C
- パッケージ：3.7mm×4.0mm×0.73mm QFN

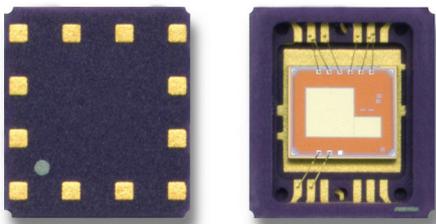


写真1 QFNパッケージ（pinピッチ 1.0mm）

SOI UVセンサーICの今後の展開

今後のUVセンサーICの展開としては、ファミリーICを増強する展開とUV照度情報を顧客の安心や満足に結びつけるアプリケーションソフトの展開が必要である。

ファミリーICとしては、携帯機器の市場に対応すべく、図2に示すADCやI/Oを集積化することでデジタル化を進めていく。また、集積可能な多種のセンサーとそれらの周辺回路を取り込み、高機能化を進めていく。

アプリケーションソフトは、短期用と長期用の二つを考えている。短期用は、UV-Indexの算出など、ユーザーがその場で判断するための情報提示を可能とするものである。長期用は、UVのダメージは日々蓄積されることから重要な項目である。たとえば、一日~一週間のUV受光量が一目で分かり、スキンケアの参考となる情報の提示を可能とする。

まとめ

SOI-CMOS技術を用い、世界に先駆けてアナログ電圧出力で、光学フィルターが不要なUVセンサーIC「ML8511」を開発した。ML8511は、同一チップ上に周辺回路を搭載して、感度バラツキを回路で抑制できる特徴を持つ。今後は、センサーとその周辺回路の集積化で付加価値の高い商品群を市場に投入し、UVセンサー市場の拡大を進めていく。◆◆

参考文献

- 1) 菅原努, 野津敬一: 太陽紫外線と健康, 裳華房, p.13-21, 1999年
- 2) World Health Organization: www.who.int/uv/health/en/

筆者紹介

三浦規之: Noriyuki Miura. 半導体ビジネスグループ 研究本部 研究第一部 センサー開発第一チーム

千葉正: Tadashi Chiba. 半導体ビジネスグループ 研究本部 研究第一部 センサー設計チーム

山田浩幸: Hiroyuki Yamada. シリコンマイクロデバイスカンパニー マイクロデバイスビジネス本部 MEMS・センサー部

馬場俊祐: Shunsuke Baba. 沖エンジニアリング株式会社 信頼性技術事業部