マスク点光源LEDがセンサ照明を最適化

ゴラン・パンザ、イ・チェン

極めて明確に定義された照明パターンを必要とするアプリケーションは、光開口の形状とサイズを制御するために改良されたLEDの恩恵を受ける。

1960年代に商用発光ダイオード(LED)が導入されて以来、幅広いアプリケーションでこの技術が徐々に採用されてきた。コンシューマー製品から公共照明までだ。産業機器向けのマシンビジョンのような特化されたニッチ製品から、医療測定器の精密照明もこれに含まれる。過去数十年で、そうした技術は大きく進化し、LEDは今ではほとんどの分野で最良ソリューションと見なされており、優れた効率と低量産コストを持つ高光強度を提供している。

市場セグメントの中には、現在のLED特性で満足していないところもある。こうしたセグメントは高効率照明を求めるだけでなく、LEDからの高品質放射パターンも要求している。このような要求に応えるためにiC-ハウス社はマスク(遮光)点光源LED技術を開発した。この技術の利点を説明するために、マスク点光源LED技術と現在のLED技術を比較し、メリットが出るアプリケーション例を示す。

LED設計の進歩

LED技術は電界発光原理に基づいている。すなわち、電気エネルギーの光放射への比熱変換である(光放射が熱放射を通して生成される白熱電球とは異なる)。LED動作は、単純な半導体*p-n*接合によるものであり、ここでは正と負の電荷キャリアが再結合し、フォトンを放出する。ダイオード構造で半導体材料を選ぶことで放出フォトンの波長を制御することができるので、デバイスは可視、赤外(IR)、紫外(UV)光が可能になる。

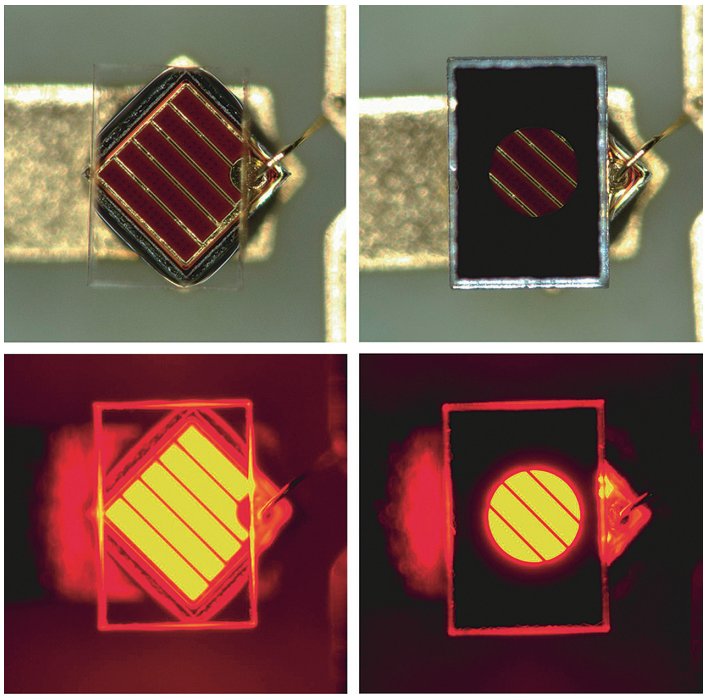


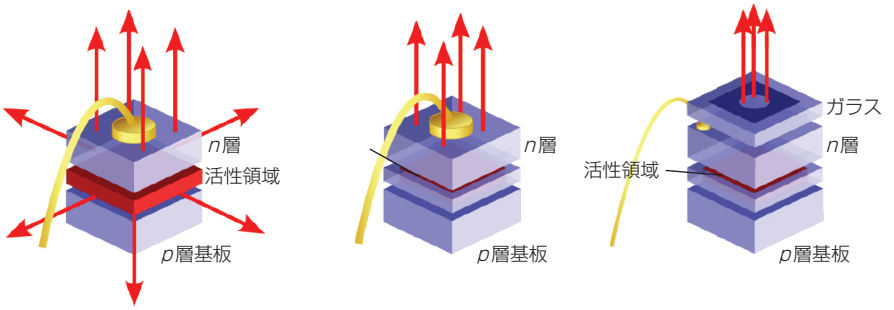
図1 製造中のマスク点光源LEDで、レチクルがある場合とない場合。

標準的なLEDでは、光は活性領域から全方向に放出される、これは立体放射として知られるプロセスの結果である。対照的に、面発光LEDは活性層をダイオードセクションに閉じ込め、光は上面から放出されるだけである。さらに改善すると、製造プロセスにより活性領域の下に反射層を組み込むことができる。このようにして裏面発光を上面発光に変え、LEDの強度と効率を高めることができる。

面発光LEDは、光が1方向のみに放出されるので、放出パターンが改善されているが、これが常に十分であるとは言えない。アプリケーションの中には、明確に定義された照射パターンを必要とするものがあり、これはマスク点光源LEDの開発となった。

マスク点光源LEDは、面発光LEDをベースにしているが、一定の変更が追加されている。*n*ドープ半導体層(カソード)の上に、レチクル構造を持つフラットガラスが加わっている。この光アセンブリが発光アパチャを規定するのである。その設計のもう一つの重要な改善は、ボンディングワイヤとコンタクトが半導体面の端に移動していることである、つまりそれを放射パスから除去している(**図1**)。

結果として、面発光LEDのほとんどの特性は失われていないが、発光は所定の開口形状およびサイズに集中する。



立体発光LED	表面発光LED	マスク点光源LED
長所:	長所:	長所:
低コスト 広く入手可能	側面発光ではない ビーム変動がほとんどない	側面発光ではない 実質的にビーム変動なし ボンドワイヤ／コンタクトシャドウなし 正確でカスタマイズできる開口数
短所:	短所:	短所:
側面発光 ボンドワイヤ／コンタクトシャドウ カスタマイズできない開口数	コスト増 ボンドワイヤ／コンタクトシャドウ カスタマイズできない開口数	高コスト

図2　LED発光技術の比較。立体発光、面発光とマスクされた点光源。

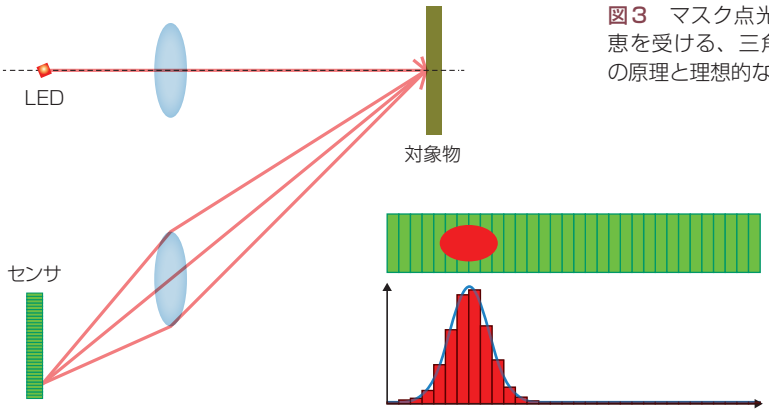


図3　マスク点光源LEDの恩恵を受ける、三角測量センサの原理と理想的なセンサ信号。

同時に、この設計は均一で明確に定義された照射につながる。

まとめると、基本的なLED照明の特性は、すべての設計アプローチに共通しており、これに含まれるのは高効率光生成、長寿命、低放熱、材料によって選択できる波長、小サイズ、短いON／OFF時間である。各設計アプローチの長所、短所は**図2**に示した。

光信号処理アプリケーション

マスク点光源LEDを利用することで視覚的改善が見られる最初の例は光信号処理アプリケーションにおいてである。例えば、三角測量技術を用いる光学距離測量センサがある。こうしたセンサは三角測量原理に基づいて対象物の距離を計算する。光源がビームを放出し、それが物体によって反射され、対象の距離に応じて所定角度で戻ってくる。

リニア光スキャナが異地点の光強度を認識し、スキャナの個々のピクセルにおける受信光に比例した曲線を生成する。次に信号処理部がこの曲線を解析し、実装されている処理アルゴリズムに基づいた最終結果を出力する。**図3**は、距離の三角距離測定原理、および三角測量センサからの理想的な信号（ピクセルに分割）を示している。

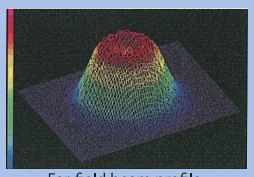
高い分解能と精度を達成するためには、処理の複雑度を大幅に高めなければならい。センサのピクセルサイズは

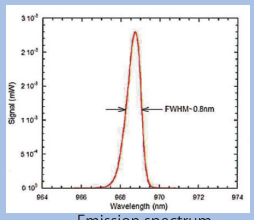
PRINCETON OPTRONICS

これが
高出力 VCSEL
です

この高出力半導体レーザーは
エッジエミッター方式に比べ
数々の特徴があります！

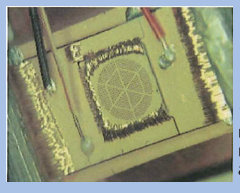
◆ビームの質がよい

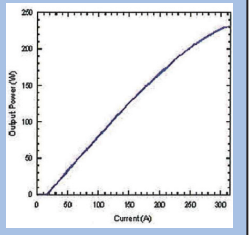

Far-field beam profile



Emission spectrum
5mm×5mm VCSEL array at 100W output power

◆高スケーラビリティ


100W CW single mode VCSEL array mounted on a micro cooler



その他の特徴
◆温度依存が低い
◆製品間のばらつきが小さい
◆バックトークが少ない
◆波長の安定度が高い
◆FIT<10

AUTEX オーテックス株式会社
URL http://www.autex-inc.co.jp
E-mail Sales11@autex-inc.co.jp
東京本社　〒162-0067
東京都新宿区富久町16-5 新宿宿高砂ビル
TEL. 03(3226)6321 FAX. 03(3226)6290
大阪支社　〒530-0004 大阪市北区堂島浜2-1-29
TEL. 06(6344)6328 FAX. 06(6344)6342

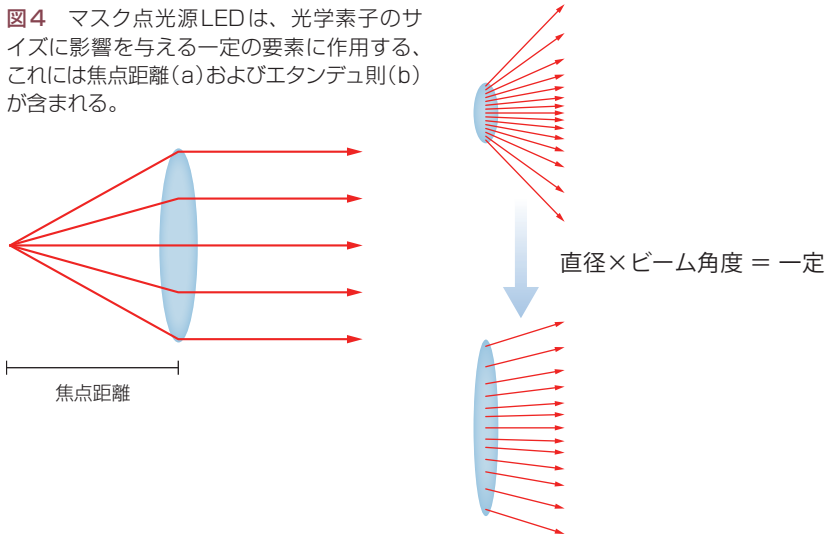
正確な出力にとって重要である。通常、補間アルゴリズムが実装されている。より細かなデータが要求され、高度な処理が行われるからである。これは、時間と処理装置のリソースを必要とする。そのような処理アルゴリズムは簡単にプログラムされることはなく、深い知識と経験を積んだエンジニアを必要とする。

高度なアルゴリズムでも、最終結果が所望の高い精度を達成していないこともある。この問題の主因は、システムに生ずる変動の総和である。光源と対象物の両方がそれ自身の変動をもっているので、光スキャナに結果として生じる信号も不規則かつ可変的になる(すなわち、図3の曲線が強くゆがんでくる)。

マスク点光源LEDは、そのようなセンサアプリケーションに1つの解を提供している。まず、ボンドワイヤとコンタクトシャドウがないことで完全に均一な照明になっている。次に、カスタマイズされた開口サイズと形状は、光学レンズに適合するように設計されてい。したがって、ちぐはぐな形状が除去されている。結果としての照明は、2つの重要な特性を持っている。①レチクルに規定された、十分に定義されたビーム領域、②ビーム領域に限定された均一な照明分布。

これら2つの特性は、三角測量センサのような光信号処理アプリケーションにとって理想的である。この光源により、シグナルプロセッサはいかなる不規則性も反射物体によるものであることを知る。したがって、ターゲットについて、正確な形状や対象の位置など、より精密な情報が得られる。このことは、マスク点光源LEDを持つ距離計測センサが、過度の複雑度なしでより正確な結果を計算し、より柔軟な条件で動作可能であることを意味している。これは、優れた特性を持つハイエンドセンサとなり、同時に開発と製造プロセスを簡素化する。

図4 マスク点光源LEDは、光学素子のサイズに影響を与える一定の要素に作用する、これには焦点距離(a)およびエタンデュ則(b)が含まれる。



より柔軟な光学構造設計

マスク点光源LEDが製品の設計を改善できる二番目の例は、特殊光学レンズ設計である。現在、精密光学部品(光エンコーダ、安全光カーテン、医療機器など)を必要とする多くのシステムでは、照明源の設計がLED形状によって限界づけられている。

例えば、安全光カーテンは、高光出力(光源とセンサ間の距離を延ばすことができるように)IR光の極端な平行ビームを必要とする(より細かな解像度で対象物を感知するため)。このような仕様は現在、特注レンズを搭載した光学構造を組み合わせた表面実装デバイス(SMD)LEDチップを利用することで達成されている。これによりレンズで決まる直径の平行ビームが実現する。この光学プロセスはコリメーションと言い、基本的な光学理論では平行光はレンズと光源が焦点距離によって分離されることでのみ達成される(これはレンズとLEDチップサイズに直接関連する)。

この状況で光学設計者が直面するもう一つの限界は、エタンデュ(etendue)物理法則で、これはビーム角度によって広がった光ビームの横断面は一定であることを意味する。言い換えると、ビーム角度を小さくしたいなら(平行光に近づく)、ビーム径を広げるか、光源領域を小さくするかのいずれかにする必要がある(**図4**)。

カスタマイズされた開口サイズと形状を提供することで、マスク点光源LEDは、こうした設計上の制約を取り除くことを目的としている。可能性は広範であり、LEDチップとレンズ間の距離を縮める開口サイズの縮小、多様なレンズ形状を適用できる形状変化が含まれる。安全光カーテンの場合、レンズと距離の縮小は可能であり、結果としてより優れた光特性を維持しながらコンパクトな製品が実現する。

著者紹介
ゴラン・パンザはマイクロシステムとアプリケーション、イ・チェンは中国におけるアプリケーション支援を担当しており、両氏ともドイツのボーデンハイムにあるiC-ハウス社に属する。
e-mail: support@ichaus.com URL: www.ichaus.de

LFWJ