

裏面漏光防止型赤外チップ LED の開発

Development of Infrared Chip LED with Backside Light Leakage Suppression

野 田 耕 作*
Kosaku Noda

概要 小型化の市場背景から、赤外チップLED裏面からの漏光が問題となってきた。本開発では、赤外チップLEDの基板材質を赤外線透過率の低い材質に変更することで、裏面からの漏光を防止することが可能となった。開発した赤外チップLEDは、現行流動品と外形も実装ランドパターンもコンパチであるため、ユーザーでの回路基板の設計変更が不要である。本稿では、そのLEDの特性、特徴を報告する。

1. まえがき

当社は、リモコン用から近接センサー用途までの赤外LED（以下LED）をラインアップしている。近年は製品の小型化、回路基板の縮小化、省電力化が求められる中で、部品間の実装間隔が小さくなっている。そのため、LEDと受光素子が近接することで、受光部位以外からの漏光が光ノイズとして無視できなくなってきた。

一般的には、受光素子側、LED側それぞれに遮光カバーの取付けなどにより光ノイズを低減するが、お互いが近接している場合は、回路基板自体が導光路となり遮光しきれない場合がある。

そこで今回は、LEDから回路基板への漏光に着目し、回路基板が導光路として機能しないような赤外LEDを開発したので、概略を報告する。

2. 裏面漏光防止赤外LED

2.1. 開発のコンセプト

本開発では、既存LEDの使い勝手を変えることなく、漏光を防止することを目指した。

つまり、既存LEDのユーザーが、回路基板の実装パターン形状やレジスト形状を設計変更せず、速やかな置き換えを可能とした。

2.1. 現行型赤外チップLED

現行型赤外チップLED（以下現行型LED）の基本構造は図1の通りで、BT基板、LEDチップ、ワイヤ、ダイアタッチ、封止樹脂で構成される。光の配光を制御する封止樹脂は無色透明で、透過率の高いエポキシ樹脂である。BT基板とは、ガラス繊維を層構造にして反射材とBT（ビスマレイミド・トリアジン）樹脂を含浸させた白色の基板である。

BT基板は、可視光から赤外光領域では高反射率90%以上を示す。（残りの10%がBT基板側に吸収され、今回の漏光の原因になる）

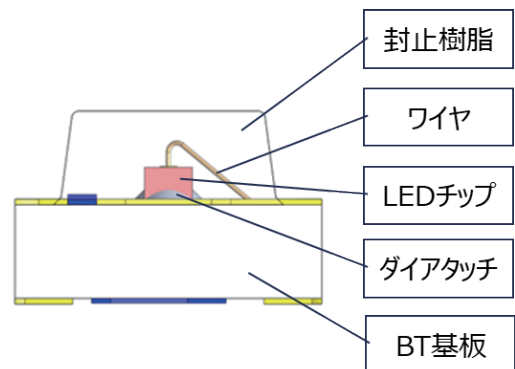


図1 現行型LEDの構成図

2.3. 現行型LEDの課題

現行型LEDを使用して、同一回路基板上の近接した受光素子にて識別対象の検知を行う場合、図2のように構成される。

通常、LEDから発した光の一部を信号として送信し、

* 技術開発本部ハードウェア開発統括部
IoT技術部 LED 開発課

識別対象物からの反射光を受光素子が受信して検知する。

同時に、LEDの封止樹脂内で多重反射した光がBT基板側へ透過し、回路基板側へ伝搬、受光素子側へノイズとして現れる。反射光の強度が強ければ無視できるノイズが、反射光が微弱である場合は無視できなくなる。

つまり、回路基板への漏光を無視できる程度まで抑え込む必要がある。

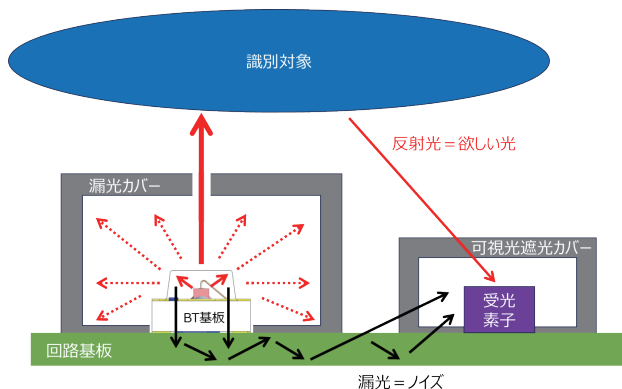


図2 漏光のイメージ図

2.4. 漏光防止型赤外チップLEDへの検討

回路基板側への漏光を抑えるために、現行BT基板よりも赤外線透過しにくい赤外チップLEDの基板材質へ変更することを検討した。

各水準を表1に示す。基板の光透過特性を確認するため、図3のような構成をとり、赤外光（ $\lambda_p = 850\text{nm}$ ）を使用して、 $\Phi 2\text{mm}$ の孔を透過するスペクトル積分値を比較した。なお、基板なしの状態を基準スペクトルとした。

結果は表1と図4の通りで、BT基板の現行型と水準1の黒色型では基準スペクトル比がゼロにはならず、水準2のFR5相当の黒色型のみがゼロであった。

水準1と水準2は同じ黒色型の基板であっても、赤外線透過率が異なり、水準2の基板は特にスペクトル範囲650～1300nmの光を吸収するように設計されている。よって、水準2の基板を採用し赤外チップLEDを設計した。

表1 基板の水準

	材質	色	厚さ	基準スペクトル比
現行型	BT	白色	0.5mm	0.006%
水準1	BT	黒色	0.5mm	0.154%
水準2	FR5相当	黒色	0.5mm	0.000%

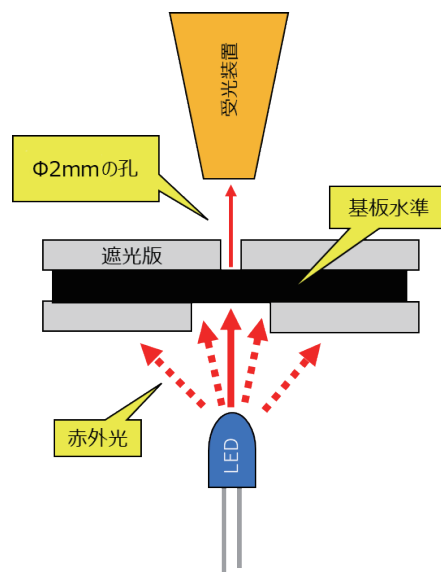


図3 スペクトル透過測定方法

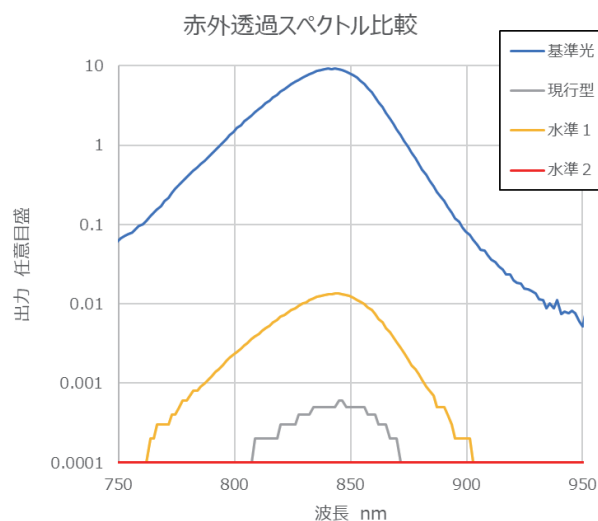


図4 透過スペクトル

2.5. 赤外チップLEDの外観・発光状態

完成した新開発チップLED（以下開発LED）の外観を図5左側、現行型LEDを右側へ示す。開発LEDは材質が黒色のため、金メッキのパッドパターンの輪郭が目立つ。

発光状態を比較した様子を図6に示す。各チップLED上面を中心とした発光状態は、透明封止樹脂内で拡散・多重反射した一部の光は基板方向へ拡散している。現行型LEDでは、拡散した赤外光が基板内へ浸透し、その一部は基板側面より漏光するため、基板のガラス繊維とBT樹脂の層構造が観察可能である。

しかし新開発LEDでは、ガラス繊維と黒樹脂の層構造が全く観察できない。これは、基板が赤外光を吸収しているためと判断する。

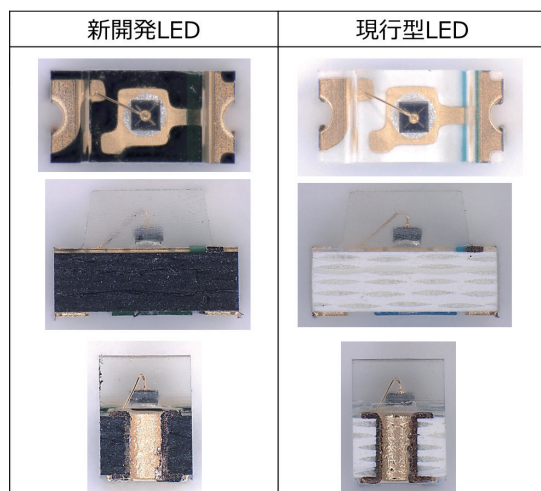


図5 チップLEDの外観比較

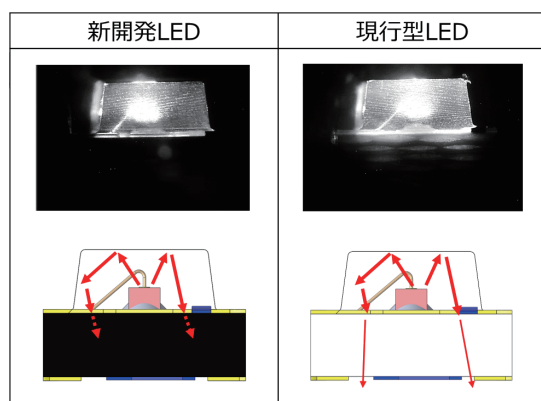


図6 チップLEDの発光状態比較

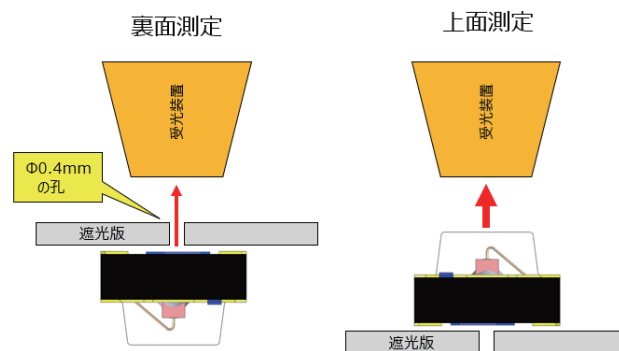


図7 チップLEDの出力測定

表2 チップLEDの出力比較

基板	No	上面出力 mW	裏面出力 mW	上裏面 出力比
現行型 LED	1	59.7	0.009	0.015%
	2	65.7	0.010	0.016%
	3	60.3	0.007	0.011%
	4	75.1	0.011	0.014%
	5	50.4	0.012	0.023%
	AVG	62.2	0.010	0.016%
新開発 LED	1	47.5	0.000	0.000%
	2	42.2	0.000	0.000%
	3	40.0	0.000	0.000%
	4	48.1	0.000	0.000%
	5	43.6	0.000	0.000%
	AVG	43.6	0.000	0.000%

2.6. チップLEDの漏光特性

次に、各チップLEDの裏面側からの漏光を調査した。

測定方法は図7の方法をとり、上面側と裏面側の光出力を各5個ずつの比較とした。なお、裏面測定時は上面側からの光の反射、回り込みを防止するため、Φ0.4mm孔からの透過光のみを測定した。

結果は表2に示す。

水準2では、裏面出力は測定限界値以下でほぼゼロとなり、現行型と比べ2桁以下であった。つまり、回路基板への漏光を防止可能と判断する。

一方で、水準2のトレードオフとしては、赤外チップ

LEDの基板が光を吸収するため上面出力が低下する。(約70%に減衰する)

3. むすび

光（赤外線）吸収基板を用いて、裏面漏光防止型赤外チップLEDを開発した。標準的な信頼性試験も完了し、現行型と置き換えが完了できる見込みである。

今後は上面出力を低下させない構造や材料の検討、受光素子との組み合わせモジュール等の提案をしていきたい。