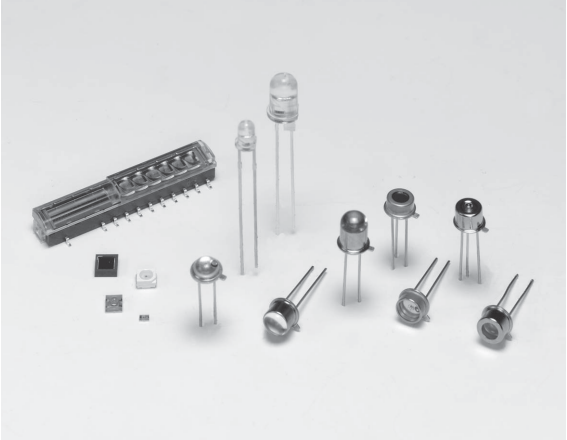
技術資料

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS



LED

LED (Light Emitting Diode)は、電気エネルギーを光エネルギーに変換する半導体素子です。レーザダイオードと比較すると、安価で長寿命というメリットをもっています。

LEDは、可視光LEDと不可視光LEDに大別できます。可視光LEDは主に表示用や照明用として、受光素子を使わずにLED単独で使われますが、不可視光LEDは主にフォトダイオードやCMOSイメージセンサなどの受光素子と組み合わせて使用されます。

当社は、可視光LEDとして、光電スイッチなどにおいて受光素子と組み合わせて使用する赤色LEDを用意しています。当社の赤色LEDは発光パワーが大きく、受光素子がその光を検出したときに大きな光電流が得られることが特長です。一方、不可視光LEDとしては近赤外・中赤外LEDを用意しています。これらの赤色・近赤外・中赤外LEDは、光電スイッチ・光通信・分析・CMOSイメージセンサ用照明など幅広い用途に使われています。

当社では、結晶成長技術やプロセス技術の向上によって、LEDの高出力・長寿命を実現しています（適切な駆動条件下では10年以上の動作が可能）。結晶成長工程においては、最新の気相成長技術を用いることで、幅広い製品の設計を可能としています。プロセス工程については、大量生産に加えて少量での生産にも対応できるような体制を取っています。アッセンブリ工程や検査工程も、少量生産と大量生産において同等の品質管理を行い、高い信頼性の実現が可能な体制となっています。

浜松ホトニクスのLED

タイプ		ピーク発光波長	用途
赤色LED	高出力	660～700 nm	・光電スイッチ ・バーコードリーダ
	狭指向性		・光電スイッチ
	RC (Resonant Cavity)型		・光ファイバ通信
近赤外LED	高出力	830～945 nm	・光電スイッチ ・三角測量 ・近赤外カメラの照明
	高速応答		・光波距離計 ・光ファイバ通信
	電流狭窄型 (小スポット光タイプ)		・光電スイッチ ・光ファイバ通信
	平行光		・エンコーダ
	VICS仕様 (受光素子と一体化)		・VICS (Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報通信システム)車載器
	近赤外 (1 μm～)	1.2～1.55 μm	・水分・ガス検出 ・光電スイッチ
中赤外LED	中赤外 (3 μm～)	3.3～4.3 μm	・ガス検出

1. 特長

▸ 発光輝度が高く、バラツキが小さい

当社のLEDは、製品による違いはありますが、多くの製品の輝度バラツキは-20～+30%程度と非常に小さくなっています。

▸ 幅広い製品ラインアップ

当社独自の結晶成長技術とプロセス技術により実現した赤色・近赤外・中赤外LEDを用意しています。

▸ 徹底した工程管理による高い信頼性

当社は、高信頼性が要求される光電スイッチ／通信用などのLEDを主に製造しています（表示用の可視光LEDは取り扱っていません）。高信頼性を維持するため、徹底した工程管理を実施しています。高温・高湿耐性や温度サイクル耐性が重要な車載用に対応したLEDも用意しています。

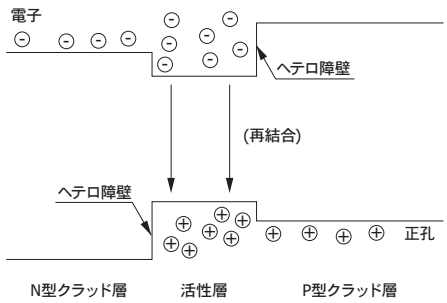
▸ カスタム仕様に対応

カタログ品の仕様の一部を変更したタイプをはじめとしたカスタム仕様のLEDにも対応しています。ウエハ成長から最終検査まで社内での対応が可能なため、比較的少量からの生産に対応できます。

2. 構造

LEDチップは、内部にPN接合をもつLEDウエハに、拡散や蒸着などのプロセス工程を加え、最後にダイシングを行い作製します。まずLEDウエハにおいて、気相成長によってPN接合を形成します。PN接合は、同一材料でも形成できますが、異種材料を使うことによって発光効率の高いLEDを実現することができます。たとえばGaAsの活性層をGaAlAsのクラッド層で挟んだ構造は、P型クラッド層とN型クラッド層の両方がヘテロ接合のため、ダブルヘテロ（DH）構造と呼ばれます。この構造では、注入された電子と正孔がヘテロ障壁により高密度に閉じこめられた状態になるため［図2-1］、電子と正孔の再結合の確率が上がり、発光効率が高くなります。

[図2-1] ダブルヘテロ構造

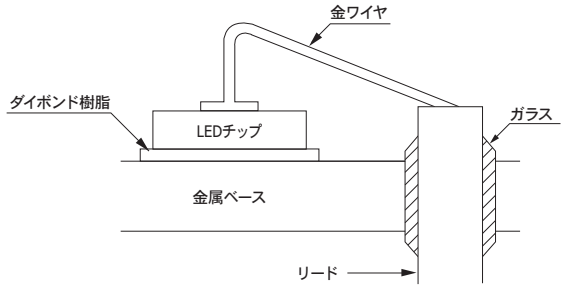


KLEDC0021JB

次にLEDウエハの上下に金電極を蒸着し、金と半導体でオーミックコンタクトを取るため高温にして合金化します。光を効率よく取り出すため、チップ上面の電極は必要最低限の部分を残して、エッチングで除去します。

通常LEDチップは、金メッキされた金属ベースか銀メッキされたリードフレームにダイボンドされ、金ワイヤでリードと電気的に接続されます。この後、ワイヤ保護のために樹脂でコーティングまたはキャップ封止をします。図2-2に金属ベースに組み立てられたLEDチップの状態を示します。

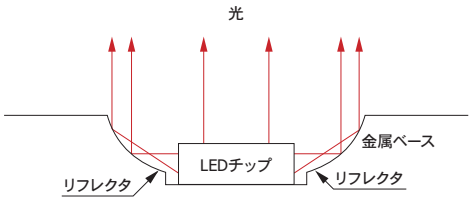
[図2-2] 金属ベースに組み立てられたLEDチップ



KLEDC0004JB

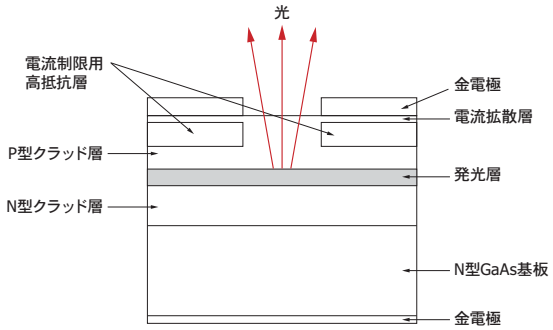
金属ベースにリフレクタの役目をもたせるために凹部を作り、その中にLEDチップをマウントすることにより、放射照度を上げるタイプもあります［図2-3］。

[図2-3] リフレクタ構造



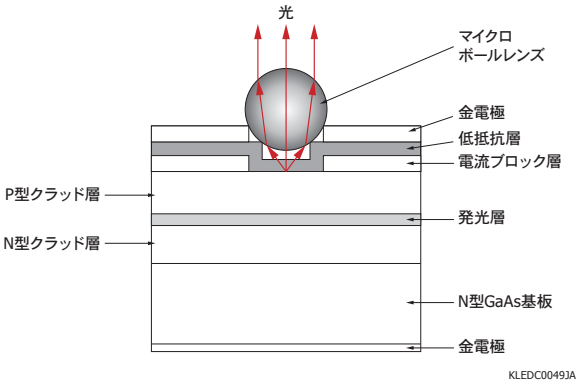
通常のLEDはチップ全体が発光しますが、小スポット光タイプLEDは、LEDチップの一部に電流を流すことにより発光部を限定します［図2-4］。

[図2-4] 小スポット光タイプLEDの断面構造



マイクロボールレンズ付小スポット光タイプLEDは、発光した光をマイクロボールレンズでほぼ平行にして、光ファイバとの結合効率を高めています［図2-5］。

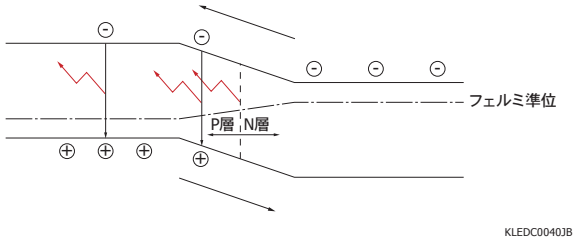
[図2-5] マイクロボールレンズ付小スポット光タイプLEDの断面構造



3. 動作原理

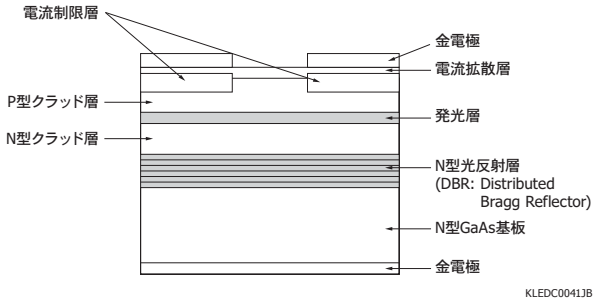
LEDに順電圧を印加すると、PN接合部の電位障壁が小さくなり、注入された少数キャリア（N層の電子、P層の正孔）が移動します［図3-1］。その結果、電子と正孔の再結合が起こり発光します。しかし、すべてのキャリアが発光を伴う再結合（発光再結合）するわけではなく、発光しない再結合（非発光再結合）も起こります。発光再結合では再結合により失われたエネルギーは光に変わりますが、非発光再結合では熱に変わります。

[図3-1] 順電圧の印加時のLEDエネルギー準位



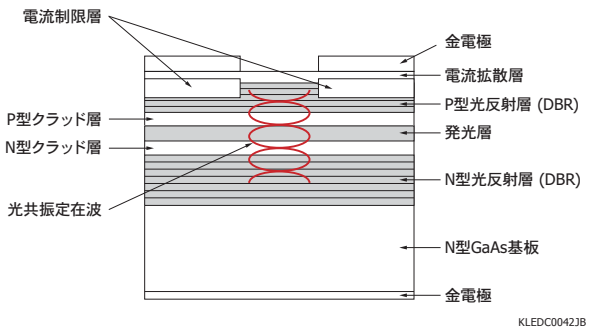
電子と正孔の再結合で発生した光は、さまざまな方向に進みます。上に向かう光は、比較的高い効率でチップ上面から取り出すことができます。横に向かう光も、リフレクタを用いて前面に反射させることで比較的高い効率で有効な光に変えることができます。下に向かう光は、GaAs基板が残っていると、ここで光の吸収が起こります。気相成長の場合は、成長層が薄いためGaAs基板を取り除くことができません。そこで、発光層の下の位置に光反射層を形成することで、GaAs基板における光の吸収を抑えています［図3-2］。

[図3-2] 光反射層をもつLEDの断面構造



光反射層を発光層の上下に入れると、光は上下の光反射層の間で反射を繰り返し、弱い共振を起こします。上側の光反射層の反射率を下側より低く設定することで、共振した光をLEDチップの上面側から取り出すことができます。この構造のLEDをRC型LEDといいます。RC型LEDの断面構造を図3-3に示します。

[図3-3] RC型LEDの断面構造

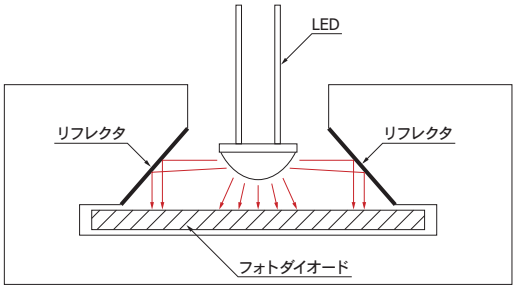


4. 特性

4 - 1 放射束 (全光量)

放射束はLEDから出射するすべての光を測定した場合の光量です。一般的には積分球を用いて測定しますが、リフレクタ（反射鏡）をもつ治具を使用すると簡易的に測定することができます。

[図4-1] 放射束の測定方法



LEDから出る光は単一波長ではないため、厳密には波長ごとの光量を測定し、それらを積分することで放射束を求める必要があります。通常は、フォトダイオードの光電流を測定し、ピーク発光波長におけるフォトダイオードの分光感度特性を使って光量に換算します。この測定方法は、LEDの実際の使用時に近い方法であり、この方法で放射束を測定しても大きな問題はありません。

4 - 2 放射強度

放射強度は、LEDの正面に出る光の強さを表す特性です。微少立体角で測定した結果を単位立体角当たりに換算した値で、単位はW/srです。微少立体角の場合、受光面積をS、LEDとフォトダイオードの距離をrとすると、立体角 ωは、式 (1)で表されます。

$$\omega = S/r^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

たとえばLEDから30 cm離れた位置に受光面サイズ ϕ0.12 cmのフォトダイオードを置いた場合、立体角 $\omega \fallingdotseq 1.26 \times 10^{-5}$ srとなります。測定した光量が1 μWの場合、放射強度 Ieは式 (2)で表されます。

$$Ie = \frac{1 \times 10^{-6}\ \mathrm{W}}{1.26 \times 10^{-5}\ \mathrm{sr}} \fallingdotseq 80\ \mathrm{mW/sr} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

放射強度は、レンズ付LEDの正面で測定した光パワーを表す場合に適しています。なお、放射強度は、単

位立体角当たりのパワーであるため距離に依存しません。ただし、フォトダイオードがLEDに近い場合には、仮想点光源位置とLEDチップ位置が異なるため、この関係からズレが生じます。

4 - 3 放射照度

放射照度も放射強度と同様にLEDの正面に出る光の強さを表す特性です。放射照度は微少面積で測定した結果を単位面積当たりに換算したもので、単位はW/cm^{2}です。

たとえば、LEDから30 cm離れた位置に受光面サイズϕ0.12 cmのフォトダイオードを置いて測定した場合、光量が1 μWだったとします。受光面積は0.011 cm^{2}であり、放射照度 Eeは式 (3)で表されます。

$$Ee = \frac{1\ \mu W}{0.011\ cm^2} = 91\ \mu W/cm^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

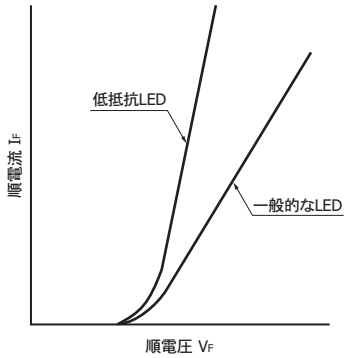
放射照度は単位面積当たりのパワーのため、LEDからの距離の2乗に反比例します。LEDの発光部は点光源でないためLEDに近い位置の場合、距離の2乗に反比例するという関係から外れます。

当社のデータシートでは、外付けの投光レンズを通る光量の目安にするために、LEDから2 cm離れた位置に受光面サイズ 1 × 1 cmのフォトダイオードを置いて測定した数値を放射照度として記載しています。

4 - 4 順電流–順電圧特性

LEDの順電流–順電圧特性は、整流用ダイオードと同様の特性を示します。素子構造などの違いにより、特性曲線には多少の違いが表れます [図4-2]。

[図4-2] 順電流–順電圧



KLEDC0006JA

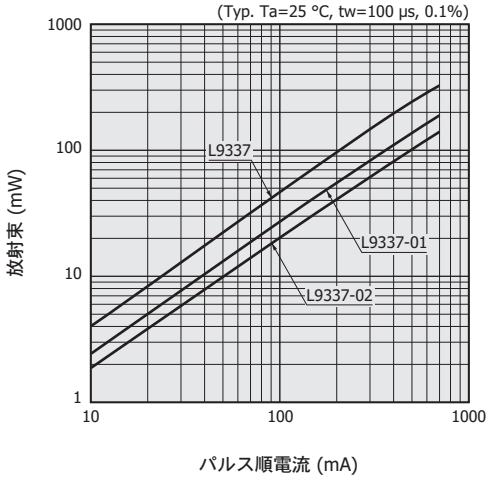
低抵抗LEDは一般的なLEDと比べると、同じ順電流を流すのに必要な順電圧 (VF)が低いことが分かります。ここにおける抵抗とは、一般に使われる意味での抵抗とは異なり、図4-2の特定の順電流における接線の傾きです (微分抵抗)。

LEDを使用する際、通常は順電圧の小さい素子の方が設計が容易です。順電圧が高いと、同じ電流値で使用したときに消費電力が大きくなり、その分LEDの温度上昇が起こり、パワーの低下、ピーク発光波長のシフト、LEDの劣化などの悪影響をもたらします。

4 - 5 放射束–順電流特性

放射束–順電流特性は、ほぼ直線になります。したがって、ある電流値での放射束が測定されていれば、異なる電流値での放射束も計算によって概略値を簡単に求めることができます。しかし、周囲温度や素子自体の発熱により発光部の温度が上昇すると、放射束は低減し、特性グラフにおいては飽和が認められるようになります。なおパルス駆動の場合、パルス幅やデューティ比によって、飽和の状態が変わります。

[図4-3] 放射束–パルス順電流 (L9337シリーズ)



KLEDB0250JD

4 - 6 指向特性

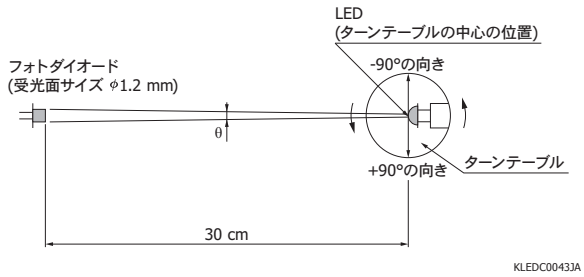
指向特性は、LEDの発光の広がり具合を示す特性です。当社では、図4-4の構造の測定装置を使って、以下の手順で指向特性を測定します。

① 暗箱中のターンテーブルにLEDを設置する。
(発光部の位置: ターンテーブルの中心)

② 発光するLEDの正面が-90° →+90° の向きになるようにターンテーブルを180° 回転させる。

③ その間のLEDの発光をフォトダイオードが検出する。

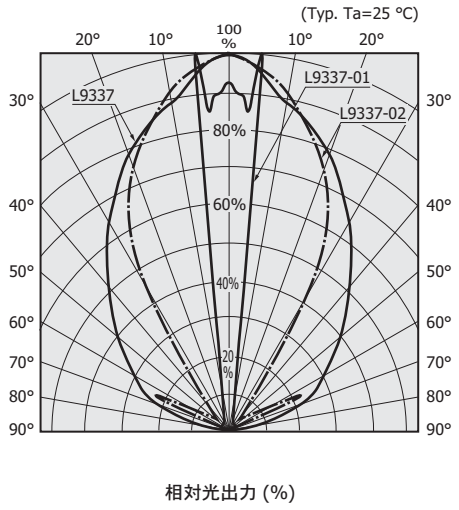
[図4-4] 指向特性の測定装置のモデル図（暗箱の中）



指向特性は、ピーク値を100%としたグラフで表記します。指向特性を数値で表す場合は半値全角（光出力がピーク値の半分になる角度）を使用します。指向特性は、通常は左右対称のため半値全角は±10°といったように表します。

指向特性の測定において、高い分解能を実現するためにはLEDからみたフォトダイオード受光面の角度（図4-4中のθ）を小さくする必要があります。そのために、LEDとフォトダイオードの距離を大きくとり、小さい受光面のフォトダイオードを使います。なお、ターンテーブルの向きが0°のときのフォトダイオードの出力値から放射強度を求めることができます。

[図4-5] 指向特性 (L9337シリーズ)

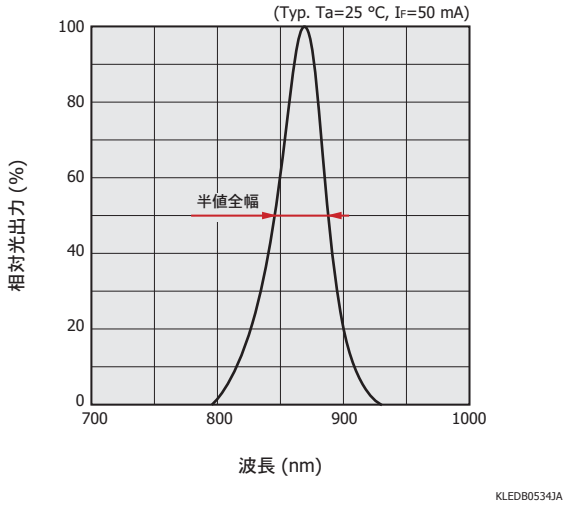


4 - 7 発光スペクトル

LEDのピーク発光波長はエピウエハの材質によって決まり、GaAsは約940 nm、GaAlAsは660～900 nmです（Alの混晶比によって異なる）。

LEDはレーザダイオードと異なり、広い波長域の光を放射します。波長域の広がりは、半値全幅で表します［図4-6］。LEDの発光スペクトルは、周囲温度や通電時の発熱により変化し、温度が上昇すると長波長側にシフトします。

[図4-6] 発光スペクトル (L9337シリーズ)



4 - 8 応答速度、遮断周波数

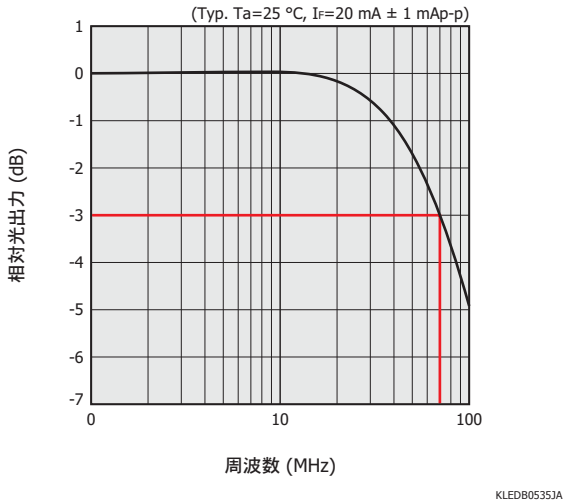
LEDは特定の応答速度をもって発光し、入力電流の波形に対して発光波形は遅れを生じます。LEDの応答速度は、LEDに矩形波のパルス電流を流したときの発光波形の上昇時間と下降時間で表します。上昇時間は発光波形のピークの10%から90%になるまでの時間で、下降時間は90%から10%になるまでの時間です。

遮断周波数もLEDの応答性を表します。直流電流に正弦波を乗せた電流をLEDに流して、その正弦波の周波数を高くすると、LEDの発光の応答がついていけなくなり、発光波形の振幅が小さくなります。この振幅が2分の1（-3 dB）になる周波数を遮断周波数と定義します［図4-7］。遮断周波数（fc）は、上昇時間（tr）と下降時間（tf）が等しい場合、経験的に式（4）で近似されます。

$$fc = \frac{C}{tr} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

C: 定数 (0.35～0.4)

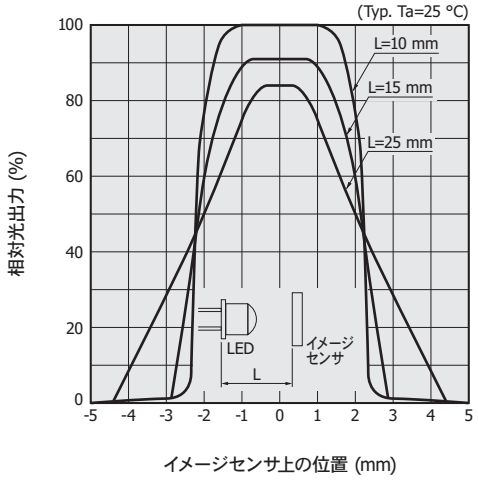
[図4-7] 周波数特性 (L10762)



4 - 9 平行光LEDの光強度分布

光学式透過型エンコーダなどに用いられる平行光LEDでは、光強度分布は重要な特性です。光強度分布は、LEDに対向する位置にイメージセンサを設置し、LEDを発光させて測定を行います［図4-8］。LEDとイメージセンサの間にスリットを設けて光強度分布を測定する場合もあります。

[図4-8] 光強度分布 (L11913)



KLEDB0263JB

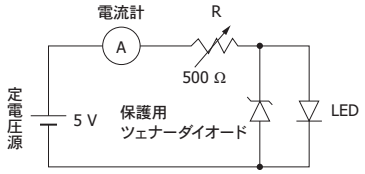
5. 使い方

5 - 1 直流駆動

LEDを光電スイッチなどに使用する場合、最も一般的な使い方は、一定の順方向電流を流して使用する方法です。このときに流す電流値は、LEDの絶対最大定格の順電流の値を超えないように注意してください。また、LEDの周囲温度が高くなる場合には、許容順電流−周囲温度特性を考慮する必要があります。

ESD（静電気放電）耐性の低いタイプのLEDについては、保護用ツェナーダイオードを外付けして、LEDに過電圧が印加されないようにする必要があります。

[図5-1] 直流駆動回路例

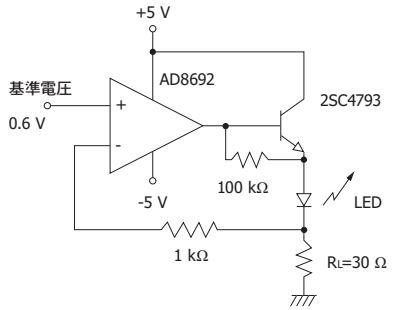


KLEDC0007JB

図5-1は、最も簡単な回路例です。この回路で20 mAの定電流を流したいときには、可変抵抗の抵抗値 Rを最大にしてから電圧を印加し、電流計を見ながら電流値が20 mAになるように可変抵抗の抵抗値を下げていきます。可変抵抗を使わないときは、計算によって抵抗値を求めます。順電流が20 mAのときのLEDの順方向電圧が1.4 Vであった場合、R=(5.0 - 1.4)/0.02となり、180 Ωの抵抗を用いればよいことになります。

図5-1の回路ではLEDの順方向電圧のバラツキにより、順電流の値は少しずつ異なります。これを防止するには、オペアンプを使った定電流回路が便利です。図5-2にオペアンプを使った簡単な定電流回路を示します。

[図5-2] オペアンプを使用した定電流回路例



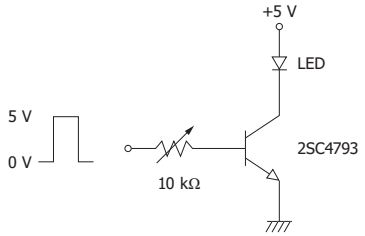
KLEDC0008JC

図5-2では、オペアンプの正位相入力端子（+）には0.6 Vが基準電圧として印加され、逆位相入力端子（-）の電位はこれとほぼ等しくなるため、抵抗 R_Lの両端の電圧降下は0.6 Vとなり、0.6/30=0.02 A（20 mA）の電流が流れます。R_Lの値を変えることにより、LEDの駆動電流を希望する電流値にすることができます。

5 - 2 パルス駆動

パルス駆動で最も簡単な方法は、パルス発生器の出力をそのままLEDの両端に加える方法です。しかし、通常これでは電流容量が不十分なため、図5-3のようにトランジスタを用いる必要があります。パルス駆動時は、電流値が絶対最大定格を超えないように注意してください。

[図5-3] パルス駆動回路例



高速でLEDをパルス駆動する際には、高速の駆動回路が必要です。図5-4に高速パルス駆動回路を示します。

[図5-4] 高速パルス駆動回路例

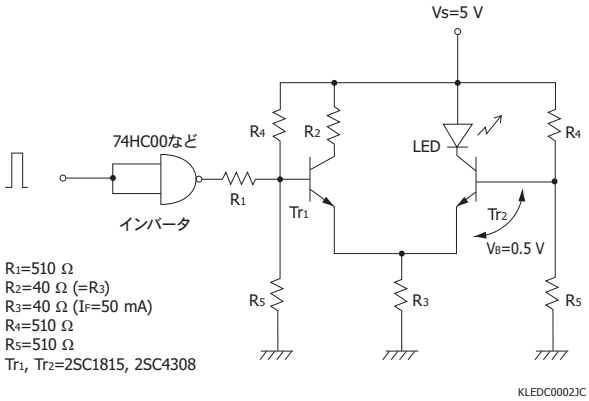


図5-4では、入力がHighレベルのときにLEDがオン状態となります。LEDを流れる順電流（I_F）は、$I_F=(V_S/2 - V_B)/R_3$で表されます［この回路例では、$I_F=(5/2 - 0.5)/40=0.05$ Aです］。この回路の応答速度は、Tr_1、Tr_2の応答速度で決まり、2SC1815を使用すれば20 MHz程度、2SC4308を使用すれば100 MHz程度の応答速度になります。

5 - 3 劣化

LEDを長期にわたって使用すると劣化が起こります。劣化には、一般的にパワーの低下、順方向電圧の変化などがあります。劣化の原因と考えられているのが、発光部の発熱による結晶の転位やズレであり、これらはダークライン、ダークスポットとして観察されます。

劣化は、外部応力によっても起こります。LEDチップに力を加えた状態で駆動すると、LEDは顕著な劣化を示します。こうした応力はパッケージの機械的歪みからもたらされる場合があり、LEDの取り付けには十分な注意が必要です。

劣化率の計算方法

一般的にLEDの光出力（P）は、動作時間に対して指数関数的に減少し、式（5）で表されます。

$$P = P_o \times \exp(-\beta t) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

Po：初期の光出力
β ：劣化率
t ：動作時間

式（5）の劣化率 βは、素子の材料、構造および使用条件などで異なり、式（6）のように仮定されます。

$$\beta = \beta_o \times I_F \times \exp(-E_a/k\,T_j) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

βo：劣化定数（素子固有）
I_F：動作電流 [A]
Ea：活性化エネルギー [eV]
k ：ボルツマン定数 [eV/K]
Tj：発光層の温度 [K]

結晶の転位やズレは温度による格子振動だけでなく、非発光再結合のエネルギーに起因するという考え方によって、式（6）においては、発光層の温度に関係するアレニウスの式にI_Fを付け加えてあります。

発光層の温度（Tj）は、式（7）で表されます。

$$T_j = (R_{th} \times I_F \times V_F) + T_a \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

Rth：熱抵抗 [°C/W]
V_F：順電圧 [V]
Ta：周囲温度 [K]

式（5）（6）（7）を用いることにより、1つの寿命試験条件のデータから、他の条件における劣化率が計算により求められます。たとえば、DC 50 mAで3000時間までの寿命試験データがあれば、式（5）よりβを求めることができます。このβを用い式（5）から、この条件での3000時間以降の劣化の状態を計算できます。これと同じ製品で異なる条件における寿命を計算するには、式（7）より Tjを求め、前に求めたβと合わせて式（6）へ代入しβ_oを求めます。β_oが求められると、目的の試験条件の値を式（6）に入れることによって、劣化率 βが求められます。

一般的に、活性化エネルギー（Ea）は0.5～0.8 eVの値が用いられ、熱抵抗はTO-18、TO-46のパッケージでは300～350 °C/W程度です。

なお式（6）は、発熱による劣化のみを考慮したもので、応力劣化や定格を超えた破壊のモードは考慮していません。そのため、計算結果は参考程度と考えてください。特に応力劣化が無視できなくなる低温では、一致しにくくなります。

6. 応用例

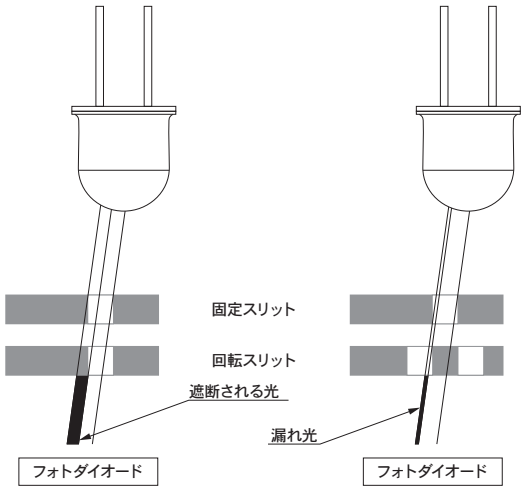
6 - 1 エンコーダ

FA機器において、高速・高精度なナノ制御が要求される中、3600万分の1回転の角度検出が可能なロータリーエンコーダが製品化されています。ロータリーエンコーダは、微細ピッチでスリットを刻んだ固定スリットと回転スリットを使い、これらの相対的な動きによるLED光の透過や遮断をフォトダイオードが検出することによって角度を検出します。高精度な検出を行うため、受光素子は複雑なパターンに配置され、LEDには受光素子を均一に照射することが要求されます。

平行度の低い光を使った場合、以下の問題が発生します。光が完全に透過する位置にスリットがあるときは、一部が遮断されてしまいます［図6-1左図］。そのため信号の振幅は小さくなり、検出能力が落ちてしまいます。また、固定スリットに対して回転スリットが光を遮断する位置にあると、漏れ光が生じます［図6-1右図］。

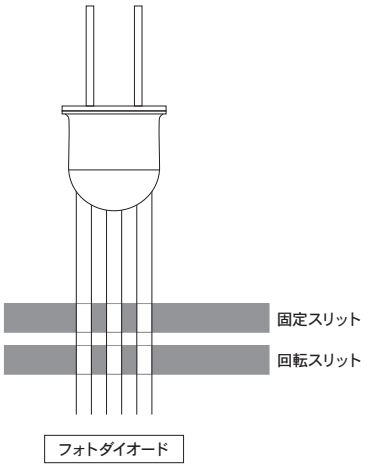
これを防ぐために、高精度のエンコーダには、集光・発散が少ない平行光を均一に照射できる平行光LEDを使用する必要があります。当社は、平行光LEDとして高い平行度で小発光径の電流狭窄タイプと、電流狭窄構造を用いずレンズ形状を最適化して高い平行度を実現した高信頼性タイプを用意しています。

[図6-1] 平行度の低いLEDを使用した場合のイメージ図



KLEDC0035JB

[図6-2] 平行光LEDを使用した場合のイメージ図

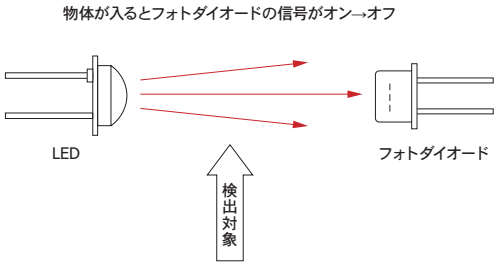


KLEDC0034JB

6 - 2 光電スイッチ

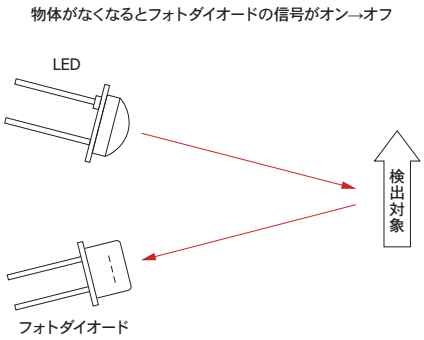
光電スイッチは、非接触で物体の有無を検出するために用いられます。LEDとフォトダイオードが検出対象を挟んで設置される透過型光電スイッチでは、LED光が検出対象で遮断されることによって物体を検知します。また、LEDとフォトダイオードを同じ側に並べた反射型光電スイッチでは、検出対象によって反射した光を受けることで物体を検知します。

[図6-3] 透過型光電スイッチ



KLEDC0036JA

[図6-4] 反射型光電スイッチ



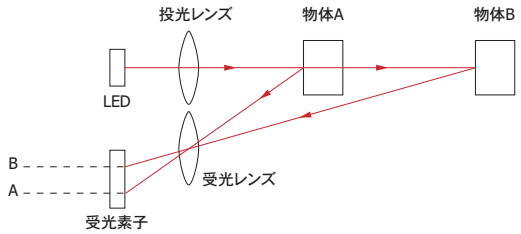
KLEDC0037JA

光電スイッチにおいて光軸合わせを容易にするためやセンシング状態を人に知らせるためには、赤色LEDが使われます。人の目に見える「明るさ」と、フォトダイオードで測定した「光出力」は必ずしも一致しません。当社は、比較的よく見えて、しかも光出力の大きい波長である670 nmの赤色LEDを用意しています。

セキュリティ用など目に見えないことが要求される用途においては、一般的に出力の大きい近赤外LEDが使われます。大きな投光レンズを使用することで、LEDでありながら100 m以上も光を飛ばすことが可能となります。当社は、チップ側面から出る光も有効に利用できるリフレクタ構造［図2-3］を採用し、多くの光が投光レンズ（入射角度: 約60°）に入射するタイプを用意しています。

距離情報をもつ方式の光電スイッチの利用が増えています。この方式では、PSDや2分割フォトダイオードなどスポット光の位置を検出する受光素子を使うことによって、特定の距離間にある物体を検知します。この場合、検知エリアの後ろを物体が通過しても、誤作動を起こすことがありません。

[図6-5] 距離情報をもつ方式の光電スイッチ



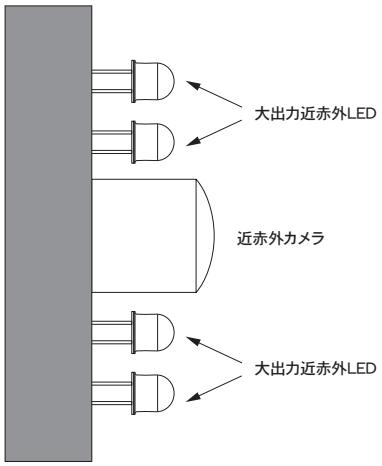
KLEDC0044JA

6 - 3 検出用光源

近年、穀物の選別機などの照明としてLEDが使用されています。LEDを通電すると熱が発生しますが、白熱灯に比べれば発熱量が少ないため、穀物に熱の影響をほとんど与えることがありません。

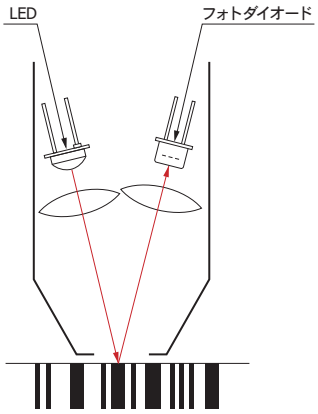
また、近赤外カメラの撮影用の照明として、カメラ周辺にリング状に大出力近赤外LEDを配置して使用されています。タッチ式のバーコードリーダには、複数の赤色LEDが主に使われています。ペン式のバーコードリーダには、1組のLEDとフォトダイオードが使われています。

[図6-6] 赤外カメラの撮影用照明



KLEDC0050JB

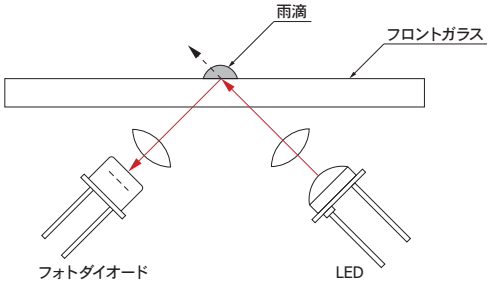
[図6-7] バーコードリーダ（ペン式）



KLEDC0045JB

自動車のオートワイパーの雨滴センサにもLEDが使用されています。LEDの光がフロントガラスで反射して戻ってくる光をフォトダイオードが検出します。フロントガラスの表面に雨滴が付くとフロントガラスにおける光の反射率が低下して、フォトダイオードの受光量が減少します。この仕組みによって雨量を検出します。

[図6-8] 雨滴センサ

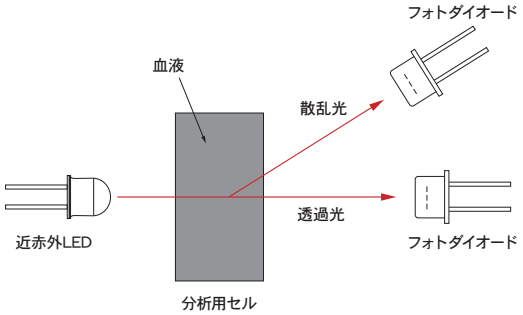


KLEDC0046JB

6 - 4 血液分析

近赤外LEDからの光を血液の入った分析用セルに照射して、透過光と散乱光をフォトダイオードが検出して、血液分析を行います。

[図6-9] 血液分析



KLEDC0051JB

6 - 5 距離測定

位相差を利用した光波距離計にLEDが使用されています。光波距離計では、測定する距離を光が往復する間にずれた位相差により距離を測定する方式が採用されています。測定精度を上げるためには高速変調が必要とされ、高速応答のLEDが使用されます。

6 - 6 光通信

当社の高速・高出力LEDは、POF（Plastic Optical Fiber）による光ファイバ通信やVICSなどの空間光伝送に使用されています。

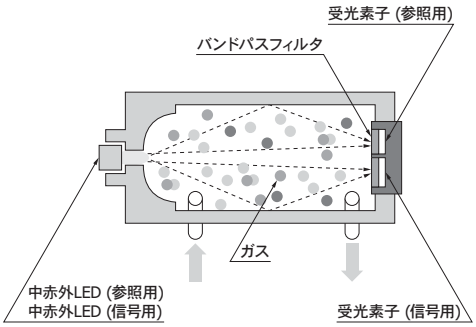
6 - 7 ガス計測

中赤外域は、さまざまな分子の固有の吸収波長が存在し「分子の指紋領域」と呼ばれています。このため、中赤外域の光源と受光素子を用いて、ガス分析・計測を行うことができます。当社は、小型・高速・低消費電力・長寿命で使いやすい中赤外光源として、ピーク発光波長3.3 μm、3.9 μm、4.3 μmの3タイプの中赤外LEDを用意しています。

中赤外LEDと受光素子を用いたガス計測の原理を示します［図6-10］。チャンバーの中に計測対象のガスが入ると、中赤外LED（信号用）からの光はガスに吸収され減衰して受光素子（信号用）に入射します。また、中赤外LED（参照用）からはガスに吸収されない波長の光が受光素子（参照用）に入射します。ガスの濃度に応じて受

光素子（信号用）と受光素子（参照用）の出力比が変化することを利用して、ガスの濃度を計測します。

[図6-10] ガス計測の原理



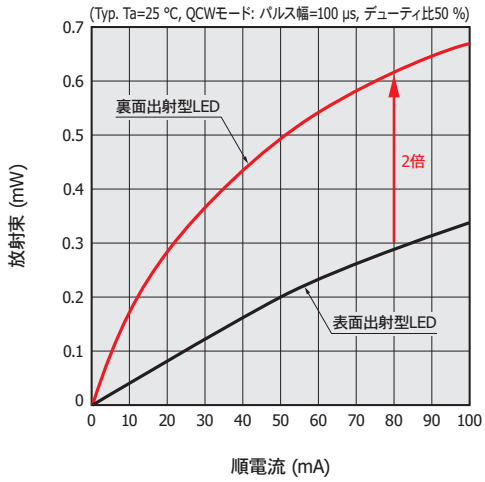
KLEDC0059JA

7. 新たな取り組み

7 - 1 中赤外LEDの高出力化

ガス計測の高精度化のために、さらなる高出力の中赤外LEDが求められています。当社では、結晶成長技術の向上と裏面出射構造の採用により、チップ出力で従来品の2倍以上の出力の実現を目指しています。

[図7-1] 放射束–順電流 (チップ出力)

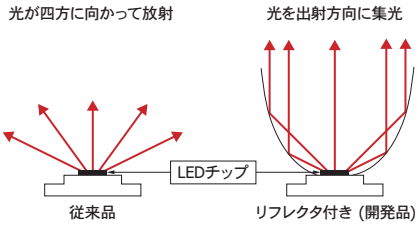


KLEDB0537JA

また、LEDの放射光を集光し有効に利用することにより放射強度を上げることができます。赤色～近赤外域では、容易に入手できるガラスレンズなどを用いて集光することができます。

しかし、中赤外域の光はガラスレンズなどを透過せず、容易に使用できる適切な材料のレンズがありません。このため、反射させて集光するリフレクタ付パッケージの開発に取り組み、10倍以上の放射強度を目指しています。

[図7-2] リフレクタ付LED



KLEDB0538JA

本資料の記載内容は、令和元年11月現在のものです。
製品の仕様は、改良などのため予告なく変更することがあります。本資料は正確を期するため慎重に作成されたものですが、まれに誤記などによる誤りがある場合があります。本製品を使用する際には、必ず納入仕様書をご用命の上、最新の仕様をご確認ください。
本製品の保証は、納入後1年以内に瑕疵が発見され、かつ弊社に通知された場合、本製品の修理または代品の納入を限度とします。ただし、保証期間内であっても、天災および不適切な使用に起因する損害については、弊社はその責を負いません。
本資料の記載内容について、弊社の許諾なしに転載または複製することを禁じます。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

仙台営業所	〒980-0021	仙台市青葉区中央3-2-1 (青葉通プラザ11階)	TEL (022) 267-0121	FAX (022) 267-0135
筑波営業所	〒305-0817	茨城県つくば市研究学園5-12-10 (研究学園スクウェアビル7階)	TEL (029) 848-5080	FAX (029) 855-1135
東京営業所	〒105-0001	東京都港区虎ノ門3-8-21 (虎ノ門33森ビル5階)	TEL (03) 3436-0491	FAX (03) 3433-6997
中部営業所	〒430-8587	浜松市中区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル)	TEL (053) 459-1112	FAX (053) 459-1114
大阪営業所	〒541-0052	大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階)	TEL (06) 6271-0441	FAX (06) 6271-0450
西日本営業所	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東1-13-6 (竹山博多ビル5階)	TEL (092) 482-0390	FAX (092) 482-0550

固体営業推進部　〒435-8558　浜松市東区市野町1126-1　TEL (053) 434-3311　FAX (053) 434-5184

Cat. No. KLED9001J03 Nov. 2019 DN