



LED の光起電力について

目次

1. 概要	2
2. LED の光起電力について.....	2
3. 光起電力の測定	4
4. まとめ	6

本書内に記載する型番 NCSW170F、NCSA170F、NJSW170F、NCSW193F、NC5W193F、NFSW172C、NFSA172C は、弊社製品の型番であり、商標権を有する可能性のある他社製品といかなる関連性・類似性を有するものではありません。

1. 概要

半導体に光を照射することで起電力が発生する現象を光起電力効果と言い、発生した起電力のことを光起電力と言います。フォトダイオードや太陽光発電セルなどはこの光起電力を利用しています。

LEDも半導体の一種なので光起電力が発生します。しかし意図せず発生した起電力は駆動回路の誤動作や回路部品の破壊を引き起こす可能性があり、注意が必要です。

本書ではLEDの光起電力効果について解説します。

2. LEDの光起電力について

2.1. LEDの発光および光起電力発生仕組み

LEDの発光および光起電力発生仕組みを一般的なpn接合を例に説明します。(図1、2)

LEDの発光

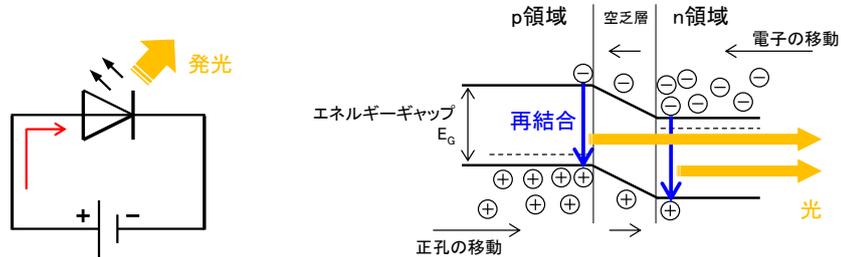


図1. LED発光の仕組み

LEDを電源に接続すると電源からキャリア(電子および正孔)が供給されます。供給された電子は空乏層¹を通過してp領域に、正孔はn領域に向かって移動し再結合します。この再結合の際に失うエネルギーが光として放出されます。発生する光の波長(発光色)はエネルギーギャップによって決まります。

光起電力の発生

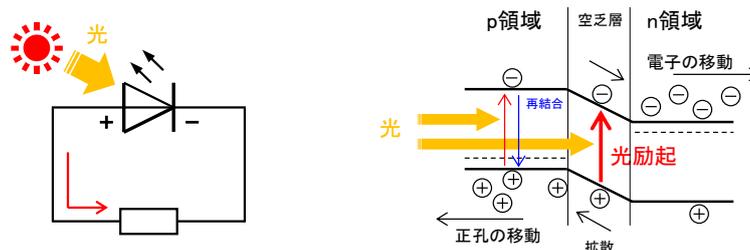


図2. 光起電力発生仕組み

LEDに電源を接続していない状態で外部から光²が照射されると、光励起を起しキャリアが作られます。空乏層で作られたキャリアはその場で再結合せず空乏層内の電界によって移動(拡散)します。これにより電位差(起電力)が発生します。この時LEDに回路が接続されていると、光起電力により電流が流れ回路の誤動作や回路部品の破壊を引き起こす場合があります。

¹ pn接合境界付近におけるキャリアがほとんど存在しない領域を指します。

² 光起電力を発生させるにはエネルギーギャップよりも大きなエネルギーの光を照射させる必要があります。

2.2. LED の光起電力効果について

一般的な整流ダイオードとLEDの構造上の違いを図3、4に示します。整流ダイオードは図3のようにチップが黒色の樹脂パッケージで覆われ遮光されています。そのためチップは外部光の影響を受けず、光起電力は発生しません。対してLEDは、チップや蛍光体から発せられた光を外部に取り出す必要があるため光を透過しやすい構造になっています。外部からLEDの発光面に照射された光は図4のように蛍光体の隙間を通り抜けチップに到達することができるため、光起電力が発生しやすくなります。

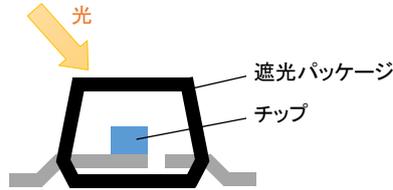


図3. 一般的なダイオードの構造例

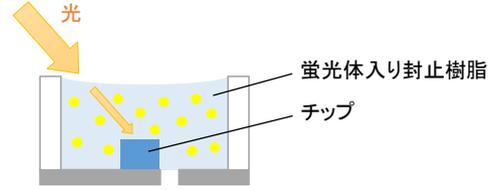


図4. LEDの構造例

2.3. 光起電力が発生しやすい条件

LEDに照射される光が明るい、すなわち照度が高いほどLEDで発生する光起電力は大きくなります。一般的な生活環境における参考照度を図5に示します。屋外の直射日光下は照度が非常に高いため、屋外で 사용되는LED器具（信号機や屋外ディスプレイ、自動車のライトなど）は光起電力が発生しやすく注意が必要であると言えます。

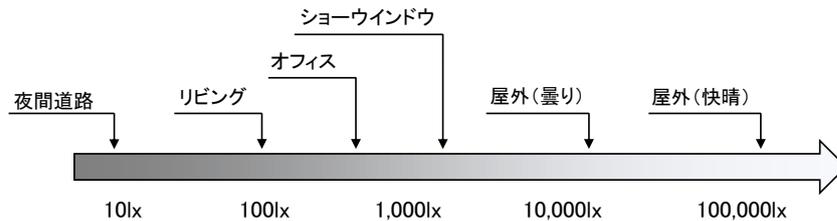


図5. 生活環境における照度値(参考)

また光源の明るさが同じでも照射対象との距離によって照度は変動します。参考に自動車のヘッドライトによる照度値の測定結果を図6に示します。照射距離が短いほど距離による照度値の変動が大きいことがわかります。このように近接照射によって意図せず大きな照度値になることもあるので注意が必要です。

照度値と光起電力の関係を評価したので次章でご紹介します。

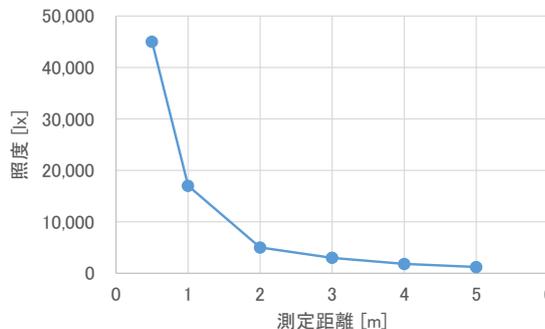


図6. 自動車のヘッドライトにおける照度値(参考)

3. 光起電力の測定

LED の発光面に外部から光を照射させたときに発生する起電力（電圧差）を測定しました。

3.1. 測定条件

評価サンプル：弊社製品の中から構造の異なる LED を選定しました。表 1 を参照してください。

表 1. 評価サンプル

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7
外観							
型番	NCSW170F	NCSA170F	NJSW170F	NCSW193F	NC5W193F	NFSW172C	NFSA172C
点灯色	6,000K 相当	アンバー色	6,000K 相当	6,000K 相当	6,000K 相当	6,000K 相当	アンバー色
順電圧 ³	3.25	3.25	3.25	3.25	16.25	3.0	3.0

照射光源：LED に光を照射するための光源は一般的な白色 LED を使用しました。
使用した LED の代表スペクトルを図 7 に示します。

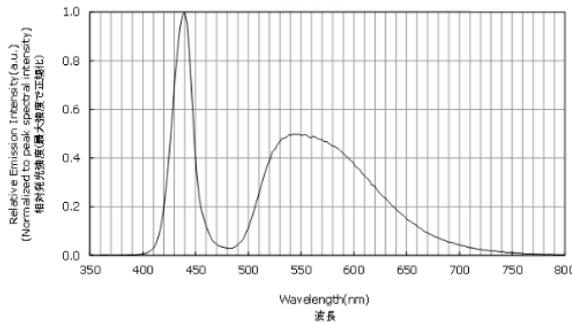


図 7. 照射光源のスペクトル特性

評価照度：500～100,000 lx

評価方法：照射光源の明るさを調節しながら各照度値における起電力（LED 端子間の電位差）をオシロスコープで測定しました。図 8、9 を参照してください。

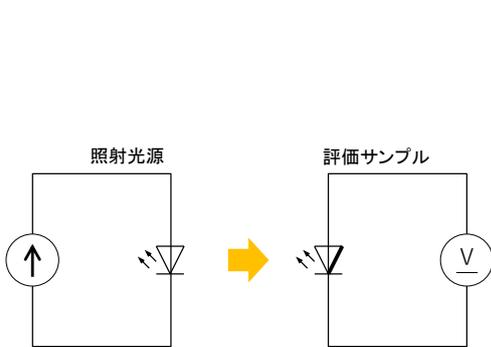


図 8. 測定回路

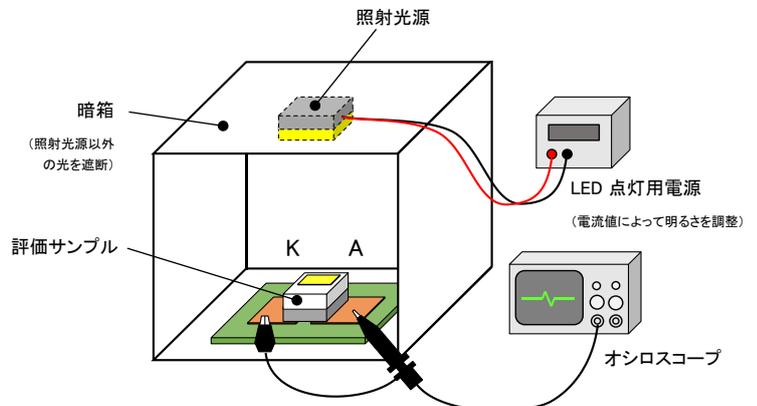


図 9. 測定環境

³ 各製品の定格電流駆動における順電圧の標準値。

3.2. 測定結果

測定結果を図 10、11 に示します。

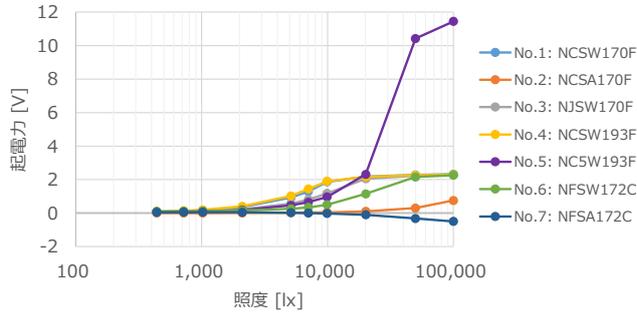


図 10. 測定結果

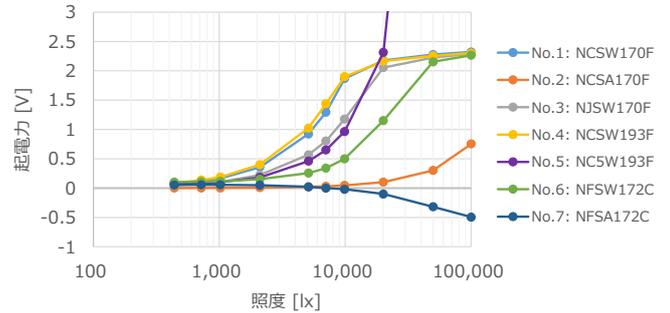


図 11. 測定結果(拡大)

この測定結果より以下のことがわかります。

- ・ 照度が高いほど発生する起電力は大きくなります。屋外環境相当(10,000lx 以上)では起電力が大きく、周辺回路に影響を及ぼす可能性があります。
- ・ チップの大きさやパッケージ構造によって起電力の大きさは異なります。ただし照度が高くなり起電力が飽和すると差は小さくなります。(No.1、3、4、6 参照) 光起電力の最大値はエネルギーギャップによって決まりますが、いずれも同等のエネルギーギャップである青色チップを使用しているため最大起電力も同等の値になったと考えられます。ただし構造によって光の取り込み量に差が出るため、電圧が飽和するまでの間は起電力の大きさに差が生じたと考えられます。
- ・ 同構造の搭載チップ数違いである No.4:NCSW193F(1 チップ)と No.5:NC5W193F(5 チップ直列接続)を比較すると No.5 の起電力の大きさが No.4 の約 5 倍となっています。このことから発生する起電力の大きさはチップの直列数に比例すると考えられます。
- ・ 同構造の色違いである No.1:NCSW170F(白色)と No.2:NCSA170F(アンバー色)を比較すると、白色よりもアンバー色の起電力の方が小さくなっています。これは白色よりもアンバー色の蛍光体濃度が高く、外部から入射した光がチップまで到達しにくいとと考えられます。
- ・ No.7:NFSA172C(アンバー色)は逆方向に起電力が発生しています。これは LED に内蔵されている保護素子(ツェナーダイオード)で発生した光起電力が原因であると考えられます。上記の通りアンバー色は蛍光体濃度が高いため外部から照射された光の多くはそのまま透過せずに蛍光体によって黄色や赤色の光に変換されます。搭載されている LED チップは青色なのでそれよりもエネルギーの小さな黄色や赤色の光で光起電力は発生しませんが、ツェナーダイオードはエネルギーギャップが小さいため黄色や赤色の光でも光起電力が発生します。保護素子としてのツェナーダイオードは図 12 のように LED チップとは逆極性に並列で接続されているため、ツェナーダイオードで発生した起電力も LED に対して逆の極性で現れます。なお No.2:NCSA170F も同じくツェナーダイオードを搭載するアンバー色の LED ですが、ツェナーダイオードが反射材で覆われ光が当たらない構造になっているため逆方向の起電力は発生していません。

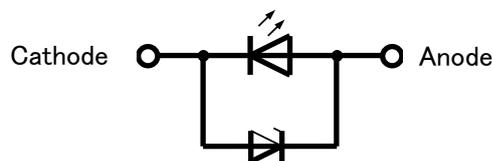


図 12. LED の内部回路例

4. まとめ

LED は構造上、光起電力が発生しやすい素子です。使用環境や使用方法によっては大きな起電力が発生し周辺回路の誤動作や部品の破壊を引き起こす恐れがあります。これを防ぐには外部から光が入射しないような構造や、起電力が発生しても周辺の回路に影響を与えないような保護回路の設置が有効です。

本書では光起電力の測定結果をご紹介しましたが、様々な要因によって発生する起電力の大きさは異なります。想定される使用条件において、LED で発生した光起電力が周辺回路に影響を与えないことをご確認ください。

<免責事項>

本書は、弊社が管理し提供している参考技術文書です。
本書を利用される場合は、以下の注意点をお読みいただき、ご了承いただいたうえでご利用ください。

- ・ 本書は弊社が参考のために作成したものであり、弊社は、本書により何らの保証をも提供するものではありません。
- ・ 本書に記載されている情報は、製品の代表的動作および応用例を示したものであり、その使用に関して、弊社および第三者の知的財産権その他の権利の保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- ・ 本書に記載されている情報については正確を期すべく注意を払っておりますが、弊社は当該情報の完全性、正確性および有用性を一切保証するものではありません。また、当該情報を利用、使用、ダウンロードする等の行為に関連して生じたいかなる損害についても、弊社は一切の責任を負いません。
- ・ 弊社は、本書の内容を事前あるいは事後の通知なく変更する場合がありますのでご了承ください。
- ・ 本書に記載されている情報等に関する著作権およびその他の権利は、弊社または弊社に利用を許諾した権利者に帰属します。弊社から事前の書面による承諾を得ることなく、本書の一部または全部をそのままあるいは改変して転載、複製等することはできません。

日亜化学工業株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

774-8601 徳島県阿南市上中町岡491番地

Phone: 0884-22-2311 Fax: 0884-21-0148