

# ヒューマンインターフェース付電源内蔵照明モジュールの開発

## Development of Lighting Module with Built-in Power Supply and Human Interface

田 仲 晋 作\*  
Shinsaku Tanaka

大 聖 寺 秀 文\*\*  
Hidefumi Daishoji

概要 LED照明は近年、成長期から成熟期へ移り変わり、光の質やデザイン性、特殊用途への要求が多様になってきた。今回、当社独自の位相制御技術を用いたACダイレクト方式を開発した。本方式により、小型・薄型、超低ノイズ、フリッカレスの特徴を有する電源内蔵照明モジュールを実現した。本照明モジュールは、光源を目立たなくする、狭い場所に配置するなど、光の高品質化やデザイン性を提供することが可能である。さらにセンサースイッチ機能を備えることで、例えば、柵板等を介し外部から見えないスイッチによるオン/オフも可能となり、デザイン性あるヒューマンインターフェースを提供することが可能である。

### 1. まえがき

2011年以降、LED照明は省エネ指向の高まりを背景に急速に普及してきた。近年は成長期から成熟期へ移り変わり、LED照明は、光の質やデザイン性、特殊用途への要求が多様になってきた。

LED照明はスイッチング電源を使用し、点灯させるのが一般的である。スイッチング方式は高効率だが、トランスやEMIフィルタ等大型部品が実装されるため、これらの部品が電源の小型・薄型化を阻害している。また電源形状の自由度が低いため、電源の形状が照明デザインに影響する場合がある。

ACダイレクト方式は、スイッチング動作しないため超低ノイズであり、またトランスやEMIフィルタ等が不要であるため小型・薄型化しやすい。課題としてLED電流が脈流になり光のちらつき(以下、フリッカ)が大きくなりやすく、また高調波対応が困難である。

今回、当社独自の位相制御技術を用いたACダイレクト方式を開発した。従来のACダイレクト方式に対し、さらなる小型・薄型化を図り、課題であったフリッカを無くし、また高調波対応を可能とした。

上述の開発方式により、小型・薄型、超低ノイズ、フリッカレスの電源内蔵照明モジュールを実現し、さらに

ヒューマンインターフェース機能を付与した。デザイン性の要求される場所での使用を想定し、センサースイッチによるオン/オフ可能な照明モジュールを開発したので報告する。

### 2. 従来のLED照明電源方式

#### 2.1 スイッチング方式

LED照明はスイッチング電源を使用し、定電流駆動でLEDを点灯させるのが一般的である。スイッチング方式は高効率だが、スイッチング用途のトランスやノイズ対策のEMIフィルタ等、大型部品が実装され、これらの部品が電源の小型・薄型化を阻害している。電源内蔵照明モジュールの場合、電源とLEDアレイ基板は通常同一筐体内に組込まれるが、筐体は電源の大きさに制限されるため、例えば、厚み20mm程度以下の照明モジュールは実現できない。また電源形状の自由度が低いため、照明デザインに影響する場合がある。

#### 2.2 従来のACダイレクト方式

従来のACダイレクト方式は、AC入力を整流平滑しLEDを定電流駆動するシリーズレギュレータ方式が代表的な方式である(図1)。本方式はスイッチング動作しないため、ノイズはほとんど発生しない。よってEMIフィルタは不要であり、かつトランス等も必要ない。従って

\*デバイス事業本部 オプト事業部 オプト技術部 照明技術課  
\*\*デバイス事業本部 生産本部 品質統括部 LED照明品質保証課

大型部品がなく、部品点数が少ないため、LEDアレイ基板上に電源部品を構成でき、照明モジュールの小型・薄型化が可能である。

しかし、本方式は整流平滑電圧がLED直列電圧より低くなると、LED電流は脈流となりフリッカが発生する問題がある(図2(a))。コンデンサ容量を大きくすれば、LED電流は直流となりフリッカは発生しないが(図2(b))、高調波電流発生限度値(JISC61000-3-2)の制約により、コンデンサ容量を大きくできない。これは高調波対応には入力電流の導通角を広くする必要があるので、コンデンサ容量と導通角がトレードオフの関係にあるためである。したがって、従来のACダイレクト方式ではフリッカレスと高調波対応を同時に満足させることは困難である。

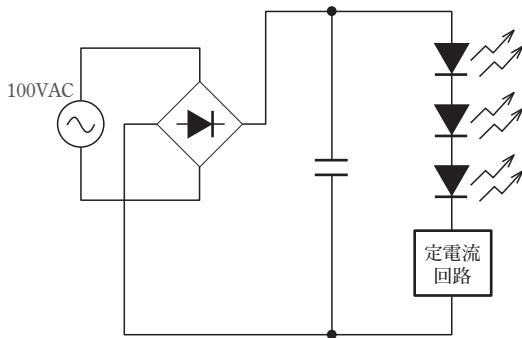


図1 従来のACダイレクト方式の概略図  
Schematic view of conventional AC-direct system

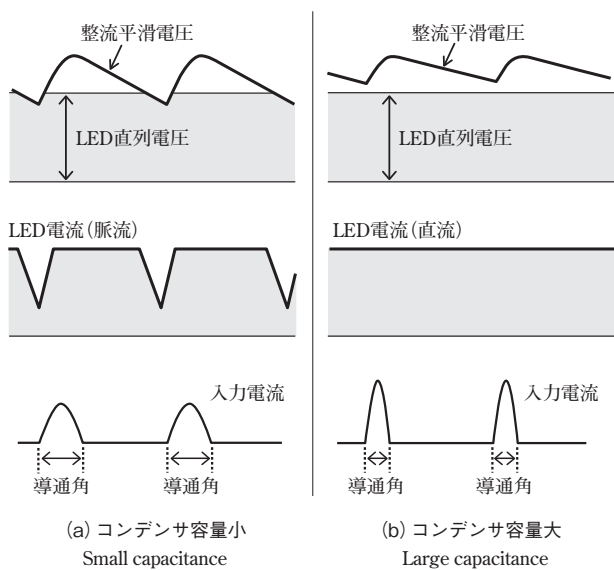


図2 従来のACダイレクト方式の動作波形  
Operation waveforms of conventional AC-direct system

### 3. 開発した位相制御技術

今回、従来ACダイレクト方式の課題を解決すべく、当社独自の位相制御技術を用いたACダイレクト方式を開発した(図3)。位相制御回路は、半導体を含む電子部品で構成され、コンデンサの充電電流や充放電タイミングを制御できる。本技術により、入力電流波形や導通角、整流平滑電圧を最適化でき、フリッカレスを実現しながら、同時に高調波対応も満足できる。また、コンデンサは小容量で十分であるため、小型品を使用でき、照明モジュールのさらなる小型・薄型化を図れる。本方式により開発した薄型照明モジュールを写真1に、細型照明モジュールを写真2に示す。LEDアレイ基板上に電源部品を構成し、小型・薄型化を実現している。図4にLED電流の測定波形を示す。LED電流は直流でありフリッカレスを達成している。また、図5の雑音端子電圧の測定結果より、超低ノイズであることが確認できる。

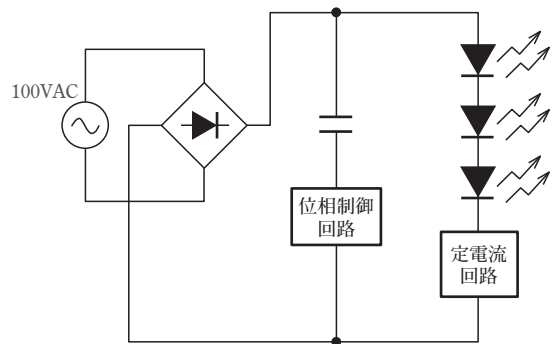
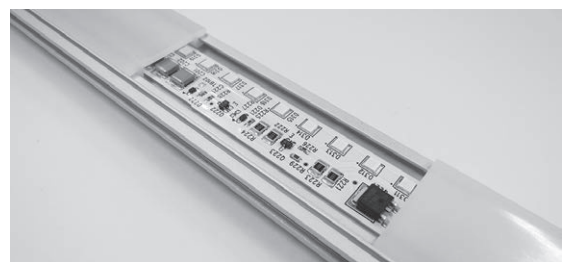


図3 開発したACダイレクト方式の概略図  
Schematic view of newly developed AC-direct system



L×W×H : 600mm×35mm×7.5mm  
外観 External view



内観 Internal view

写真1 薄型照明モジュール開発品  
Newly developed thin lighting module



L×W×H : 468mm×12.5mm×9.2mm

写真2 細型照明モジュール開発品  
Newly developed narrow lighting module

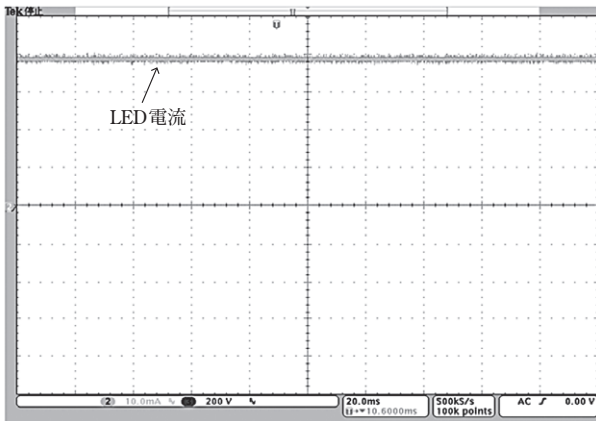


図4 LED電流波形  
LED Current Waveform

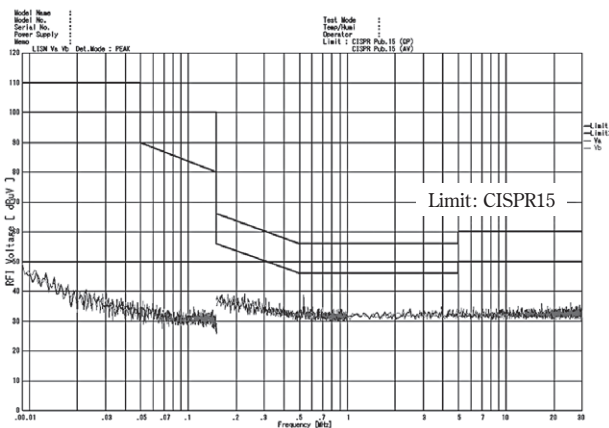


図5 雑音端子電圧  
Noise terminal voltage

## 4. インターフェース

### 4.1 概要

本照明モジュールには、定電流回路に含まれる半導体を、スイッチとして外部から操作可能にする回路を実装した。これにより、LEDに流れる電流を外部より制御可能となり、新たに電流制御用のスイッチを追加することなくオン/オフ等の点灯制御や調光が可能となっている。

### 4.2 外部インターフェース

外部より点灯制御を行うためにワンチップマイコンを使用したインターフェースを用意した。プログラムを変更するだけで、センサーやスイッチの種類を選ばない共通のインターフェースとした。入力できる信号としては以下のものに対応している。

- デジタル信号
- アナログ信号
- シリアル信号

いずれの信号も、マイコン内のプログラムを対応させることにより、信号のパターン（デジタル）、レベル（アナログ）や符号（シリアル）により、単一入力でも複数の制御が可能である。また、照明制御用信号側はデジタル信号とし、この信号にPWM変調を行うことにより調光も可能である。

### 4.3 センサー

照明器具と人間とのインターフェースは、単純なメカニカルスイッチを使用することが多いが、水回りやデザイン上の問題等、使用環境によってはメカニカルスイッチが不適当となる場合もある。この場合、いわゆるセンサーにより制御信号を生成し、インターフェースとすることになる。

センサーの検出対象としては、今日様々なものがあるが、一般的に使用されるものは、以下の通りである。

#### • 赤外線

赤外線LEDとフォトトランジスタを組み合わせた近接センサーや、焦電素子を使用した人感センサーなどが挙げられる。また、明暗センサーも赤外線領域を使用しているものがある。

照明スイッチ用としては水回り等で、スイッチを直接触れずに操作できるメリットがある。

#### • 静電容量

電極に人体が接近したり接触した場合に、静電容量が変化することを応用したセンサー。タッチスイッチに使用されることが多いが、感度を上げることでより近接センサーとしても使用可能である。特性上、水分による感度変化が大きいため、水回りでは敬遠されることが多い。照明では器具本体に備えるスイッチとして用いられることが多い。

#### • 磁気

リードスイッチやホール素子を使用し、磁気を検出しスイッチとするもの。検出に磁石が必要であるため、照明への応用は棚などの扉の開閉検出等にほぼ限られている。

#### 4.4 センサーモジュール

今回、赤外線および静電容量を使用したセンサーモジュールを試作した(写真3)。

近年では様々なセンサーが登場しているが、前項に挙げたセンサー以外でもプログラムを変更することにより柔軟に対応できるよう設計されている。

- 赤外線方式

赤外線の反射強度を検出する近接センサーである。赤外線LEDはごく短時間のパルス発光とし、消費電力を極力抑えている。この方式は環境光に影響されやすいが、フィルタや検出アルゴリズムにより影響を極力減らしている。

- 静電容量方式

接触(タッチセンサー)を基本とするが、感度を上げることにより近接センサーとしても使用可能である。赤外線方式と違い、検出物との間に障害物があっても静電容量の変化が検出できればよいので壁などの裏側に隠れいすることも可能である。感度を上げると誤検出も多くなるが、フィルタや検出閾値の自動調整などにより、誤検出の少ないアルゴリズムをとっている。

#### 4.5 簡易ジェスチャー機能

近接センサーは距離を測定することも可能だが、照明の制御として考えると距離で制御するのは現実的ではない。そこで簡易的なジェスチャーで制御可能とした。具体的には連続的に検出している時間、検出間隔の組み合わせパターンである。プログラム内にこのパターンを記憶しておくことにより、一つのセンサーでオン/オフや調光などの複数の動作の制御が可能となった。

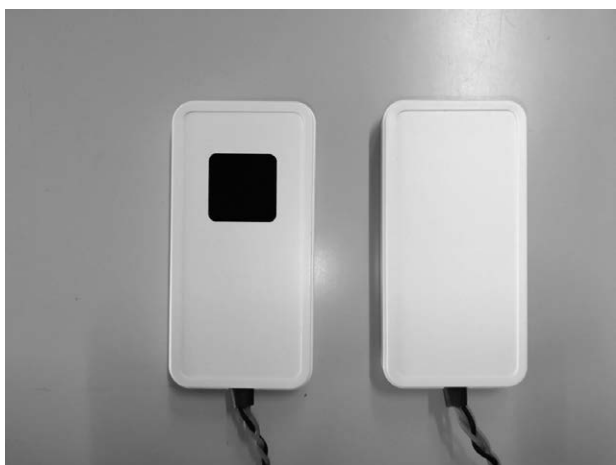


写真3 センサーモジュール(左: 赤外線/右: 静電容量)  
Sensor module (right: IR / left: electrostatic capacity)

### 5. センサー付電源内蔵照明モジュール

写真4にセンサー付電源内蔵照明モジュールの外観を示す。センサーにより照明モジュールのオン/オフの点灯制御ができる。



写真4 センサー付電源内蔵照明モジュールの外観  
External view of lighting module with built-in power supply and sensor module

### 6. むすび

小型・薄型、超低ノイズ、フリッカレスの電源内蔵照明モジュールを、当社独自の位相制御技術によるACダイレクト方式により実現した。本照明モジュールは、光源を目立たなくする、狭い場所に配置するなど、光の高品質化やデザイン性を提供することが可能である。様々な市場の要求に対し、十分提案できるポテンシャルを有する。さらにセンサースイッチ機能を備えることで、例えば、棚板等を介し外部から見えないスイッチによるオン/オフも可能となり、デザイン性あるヒューマンインターフェースを提供することが可能である。今後はカスタムモジュール製品へ展開し、さらなるインターフェース機能の拡張を行っていく。