

## 組み込みソフトウェアによる LED 色度補正技術

杉山剛司<sup>\*1</sup>, 嶋崎知宏<sup>\*1</sup>, 田邊智之<sup>\*1</sup>, 堀 岳央<sup>\*1</sup>

### LED Chromaticity Correction Technology Using Embedded Software

Takeshi Sugiyama<sup>\*1</sup>, Tomohiro Shimazaki<sup>\*1</sup>, Tomoyuki Tanabe<sup>\*1</sup>, Takao Hori<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

モビリティの多様化により、自動車の室内照明が持つ光の役割は「照らす」から「知らせる」、そして「演出する」へと変化しつつある。

この変化するニーズをとらえた製品として、新たな室内イルミユニットを企画・開発した。今回は組み込みソフトウェアを用いた LED 色度補正技術について紹介する。

#### 2. 製品概要

新たなイルミユニットは組み込みソフトウェアを搭載することで LED 色度補正やフルカラー化など多様な用途に対応している (図-1)。

	短期 ~2020	中期 ~2025
自動運転化	LEVEL2【部分的】	LEVEL3【条件付】
用途	個人所有中心	多様化
車室内照明	ヒカリの役割 「照らす」 	「知らせる」 
	TG 内装照明 単色 	フルカラー+補正 
	LED点灯回路	マイコン+ソフトウェア

図-1 製品概要 (従来品と開発品)

LED は製造過程で明るさや色合い (以下、色度とする) のばらつきが発生する。

複数のイルミユニットを使用する際にこのばらつきがユーザーにとって目立つケースが懸念されるため、組み込みソフトウェアを使い、信号処理と演算処理で色度を補正する製品を開発した。

#### 3. LED 色度補正技術の概要

##### 3-1. 色度補正の原理

イルミユニットは、LED による色の 3 原色 (赤・青・緑) を混色する加法混色の技術により任意の色を再現する。

ユニット内部にはマイクロコンピュータを搭載しており、そこに LED の色度ばらつき情報を補正係数として記憶させ、入力情報と掛けあわせることで一定の色度範囲内に収まるようにしている (図-2)。

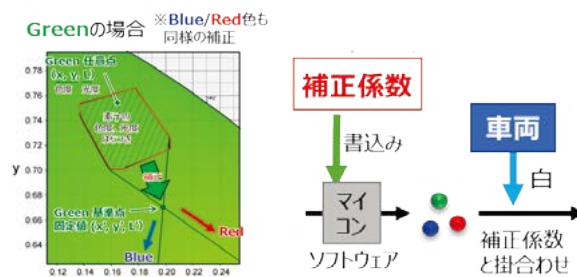


図-2 色度補正の原理イメージ

##### 3-2. 開発課題

開発初期段階では、色度補正の原理を織り込んだソフトウェアを使用することで、理論的には LED 色度補正技術を実現できると思われた。

しかし、実際には LENS などの構成部品 (図-3) のばらつきを考慮すると、LED 色度補正の開発目標値を満足することはできなかった。

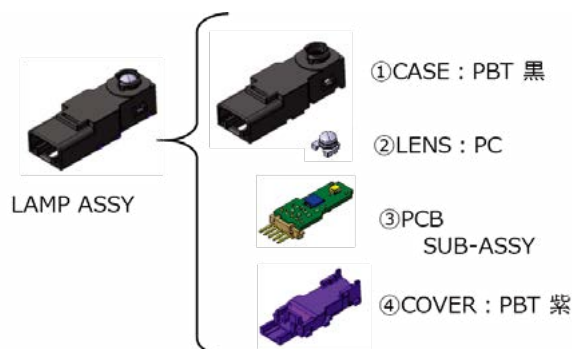


図-3 イルミユニット構造

\*1 電子技術部 電子技術室

表-1 構成部品の色度ばらつき調査結果

ばらつき構成

構成部品	ばらつき内容	影響割合
① CASE	反射率ばらつき	2.8%
② LENS	透過率ばらつき	11.1%
③ PCB SUB-ASSY	組み込みソフトウェア	33.3%
	組み込みハードウェア	17.8%
④ COVER	LED-光度, 位置ばらつき	22.2%
	—	0.0%
(受光機)	単色測定ばらつき	12.8%
Total		100%

部品毎の色度ばらつき詳細を調査した結果(表-1), PCB SUB-ASSYによるばらつき影響割合が大きく, その中で組み込みソフトウェアによるばらつきが支配的であることが判明した。

### 3-3. 組み込みソフトウェア開発内容

今回の組み込みソフトウェアは, 図-4で示すように, アナログ(デジタル)信号をデジタル(アナログ)信号に変換する入出力モジュールと, デジタル信号にLEDの補正係数を掛け合わせる補正演算モジュールの2つで構成される。開発目標値を成立させるためには, この2つのモジュールのばらつきを最小限に抑える必要があった。



図-4 組み込みソフトウェアモジュール概要

開発当初は, マイコンの汎用機能を使いシンプルに1周期間隔で車両信号のパルス幅(ON)のみを取得する設計とした。しかし, この設計では1周期をカウントするために用いるクロックの(振動子の精度による)ずれ, 車両信号が非同期であることによる信号取得のずれが蓄積されることが明らかとなった(図-5)。

そこで, クロックのずれ, 非同期による信号取得ずれを改善するために, 車両信号をエッジ(信号立ち上がり/立ち下がり)の間隔で取得し, 車両信号の同期を確認できる設計に変更した(図-6)。

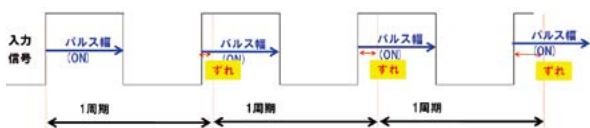


図-5 PWM取得方法(改善前)

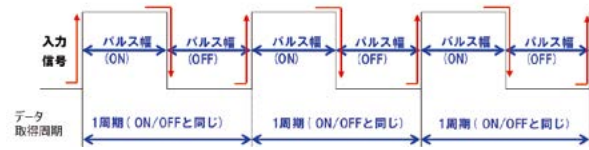


図-6 PWM取得方法(改善後)

この設計では, パルス幅(ON)とパルス幅(OFF)を双方取得することで, 1パルスあたりのON/OFF比を正しく演算できるようになり, ずれの蓄積が改善された。

また, 補正演算についても, 浮動小数点の計算による小数点以下の切り捨て値を再考することで演算精度を向上させた。

結果, 組み込みソフトウェアによるばらつきの影響割合を33.3%から20%に改善でき, LED色度補正の開発目標値を満足することができた。

### 4. 今後について

より多様な用途に対応するため, LINやCXPIなど車載通信技術を付加した製品開発を推進する。

### 5. おわりに

本技術の開発・量産化にあたり, 社内外の多くの関係者の皆様からのご支援とご協力を賜り, 厚く御礼申し上げます。

### 著者



杉山剛司



嶋崎知宏



田邊智之



堀岳央