多受光器を用いた高速配光測定装置 におけるコンピュータの利用†

専門会員 松葉 徹夫*

1. はじめに

配光特性は光源や照明器具の最も重要な特性であり、今までに配光測定装置や配光測定法、ならびに誤差について多くの報告がされている。

配光測定における技術的な重要課題は、測定精度の向上と測定時間の短縮とのバランスの問題である。この課題解決のため配光測定の方法や、連続測定における設定角度誤差などについて検討が加えられている。最近では測定データの処理にコンピュータ（以下 CPU と略記す）を導入し、測光精度の向上、測光時間の短縮だけでなく、測定後のデータの処理時間の短縮もはかられつつある。

今回、筆者らは測光精度を維持しながら測光時間の短縮と、リアルタイムで配光測定結果（測定データならびに各種の図形表示）を得るため、58個の受光器を使用した多受光方式の配光測定装置を開発した。この配光測定装置の測定制御には、デスクトップ CPU (YHP-2647A) と、 μ -CPU (PFL-16A) を使用し、比較的高い機能の配光測定制御を可能にしたので、その概要を報告する。

2. 配光測定装置の概要

配光測定装置について、すでに山田らによって一部報告されているので、重複をさけ要点だけ列記する。

(1) 半径 4.5 m の直立半円に外接する 8 角形の鋼製フレームの上に、 2.5° 間隔 (105° 以上は 5° 間隔) に受光器を取り付け、それぞれの受光器は円の中心（測光中心に相当する）方向を向いている（図 1 (a), (b) 参照）。

(2) 光源や照明器具は、別に設定した水平回転装置により測光中心に設定され、パルスモータで駆動し 2 分間以内に水平面内を 1 回転する。水平面回転角度は光学式アブソリュート形ロータリーエンコーダで、 $0 \sim 359.9^\circ$ まで 0.1° の分解能で検出し、測定タイミング検出に用いる。

(3) 受光器は、視感度補正フィルタ付きシリコン光電池を用い、その前面に乳白拡散板、遮光除去用フードを付け

図 1 多受光器式配光測定装置
(a) 外観図 (b) 受光器配置図

ている。

(4) 光電流測定回路は、図 2 に示すように全受光器に備え付け、全数の受光器出力を同時に測定（積分時間 100 ms）する。このため、照明器具を 1 回転するだけで全断面の配光（鉛直 58 点、水平角 5° 間隔で 72 断面）の測定が完了する。

(5) 配光測定終了後、約 2 分間で平均鉛直面配光、球帯光束、全光束、器具効率を算出し、任意の水平角の鉛直面配光または、任意の鉛直角における水平面配光のデータや曲線を出力する。

図 2 配光測定装置ブロック図

† High Speed Luminous Intensity Distribution Photometer with Multi-photoreceptors Using Micro-computers

* 松下電器産業株式会社照明研究所

Tetsuo Matsuba

3. CPU の 役 割

この多受光器式配光測定装置の機能は、さきに述べたように CPU の利用技術にかかっている。これが可能となった理由の一つは、従来のセレン光電池に比し周波数特性、リニアリティなどのすぐれたシリコン光電池を用いることができたことである。従来シリコン光電池の長波長側の分光感度を標準比視感度に近づけるのが困難であったが、最近開発された赤外線吸収フィルタで、視感度補正が容易になった。今一つ理由は高性能の OP アンプ、A/D コンバータ、データセレクトなどの機能素子が手軽に使用できるようになったことである。この報告では CPU の利用技術を中心に述べる。

本装置は、図 2 のブロック図に示すようにホスト CPU の YHP-2647A と、下位の CPU として、PFL-16A の計 2 台の CPU を使用し、処理業務を分担している。

3.1 YHP-2647A の役割

YHP-2647A は、グラフィック機能を有するデスクトップ CPU で、本測定装置のホスト CPU として測定に関するすべての入出力のデータ処理を行なう。

主な仕様および役割を下に述べる。

仕 様

- 内蔵メモリ：文字表示用 12 k バイト
図形表示用 32 k バイト
BASIC ユーザーエリア 24 k バイト
- 外部メモリ：カセット磁気テープドライブ（2 台）
（テープ記憶容量 110 k バイト）
：標準フロッピー・ディスク装置
（記憶容量 500 k バイト）

- CRT 有効画面：127×254 mm

役 割

- 測定条件、データ処理条件の入力の操作卓。
- PFL-16A に対する動作指令。
- PFL-16A からの測定データの読み込み、計算、図形処理。
- 測定結果を CRT 画面に表示、データの良否の確認。
- CRT 画面で確認したデータで保存必要なものの、プリンタ、または XY プロッタでハードコピー作成、カセット MT（磁気テープ）または、フロッピー・ディスクへのデータストアの指示。

3.2 PFL-16A の役割

PFL-16A は、配光測定のためのすべての動作を直接担当し、データの収集、ストアを行なう。

仕 様

- CPU チップ MN 1610 （16 ビット）
- メモリ容量 RAM 24 k バイト ROM 10 k バイト
- 言語 アセンブラ

役 割

- 測定対象の光源や、照明器具の水平回転のコントロール。

○水平回転角度信号から必要な位置を判断し、58 個の光電流増幅部のオートレンジ回路のレンジ固定、および測定の指令。

○測定データを光電流測定回路より取り込み、各種の補正演算後、RAM に転送、記憶。

○取り込んだ測定データのうち、必要なデータを YHP-2647A へ転送。

○データの永久記憶のため、順次カセット MT、またはフロッピーディスクに収録。

4. 配光測定としての CPU の利用

4.1 各種補正係数の算出

前述のように本高速配光測定装置は、58 個の受光器とそれぞれ個別の光電流測定回路を使用している。このため、光源や照明器具の配光測定の前に、下記の二つの補正係数を求めておく。

(a) 光電流測定回路の零位補正

光電流増幅器に使用している演算増幅器の温度特性により零位が多少変化する。このため、配光測定開始前に 58 個の測定回路全数について零位ドリフトを求める。

(b) 受光器感度のばらつき補正

58 個の受光器はシリコン光電池自体の分光感度、絶対感度に若干の違いがあり、視感度補正フィルタ、乳白拡散板の透過率などを組立後、選別を行なっているが、総合感度は一定にならない。

また、58 個の光電流測定回路の増幅度や、受光器の位置による測光距離の違いもある。

これらを総合した感度のばらつきを補正するため、配光特性が既知のランプ（FL 40 の管径方向）の配光を測定し、58 個の各受光器の感度が見かけ上一定となる補正係数を求める。

(a)、(b) で求めた補正係数は、PFL-16A の RAM に記憶され、配光測定時にそれぞれ呼び出して、測定値の補正を行う。

4.2 照明器具の水平回転制御

照明器具の水平回転は、パルスモータ制御の専用 LSI を使用し、PFL-16A の指令によりコントロールしている。回転速度は 1 回転が 2 分から 10 分まで自由に設定でき、任意の角度への送り、逆転などを行なうこともできる。

さらに水平回転のスタート、ストップ時の衝撃をやわらげるため、スロースタート、スローストップが可能である。

4.3 光度測定、データ収集

照明器具の配光データは、照明器具が水平に連続回転しながら、水平角 5° ごとに 58 点ずつ測定、データ収集する。1 回転で鉛直 72 断面、合計 4,176 点の測定で 1 台の照明器具の配光測定が完了する。

以下に、任意の水平角における測定処理の一連の流れを述べる。

(1) ロータリーエンコーダからの水平角度信号 (BCD 出力4けた) により, PFL-16Aで測定角度を判断し, 58個の光電流測定回路 (図3参照) に測定レンジ固定信号を出す。

図3 光電流測定回路 (1ch分)

(2) 数 ms 後, PFL-16A より光電流測定回路の A/D 変換開始信号を出し, 58個が同時に測定を行なう。測定終了後, 各 A/D 変換器に内蔵のラッチ回路に測定データをストアする。

(3) PFL-16A は, 各 A/D 変換器のラッチにストアされたデータを伝送用データバスを通して順次呼び出し, まず浮動小数点の数値に変換後, 零位補正, 感度の補正の演算を行ない, 指定の RAM エリアにストアする。

(4) 同時に, 各受光器ごとの累計を計算していく (あとで球帯光束の計算に使用)。

(5) これまで測定した全データの最大値と, 今回測定した値と比較し, 最大値を求める (後で配光測定曲線の最大目盛決定に使用)。

(6) (3)~(5)までの処理を, 58個の測定回路すべてについて行なう。

以上が鉛直 1 断面の全データ収集処理であり, 全所要時間は約 0.5 s である。この時間は照明器具が 1 回転 2 分の速度のとき, 5° 進む時間 1.6 sec に対し十分余裕がある。

(4)~(6)の演算処理は, 全測定時間終了後に行なってもよいが, 全測定後のデータ処理時間を短縮するため, 照明器具の回転を 5° 送る時間 (測定の待ち時間) を利用して行なうように構成した。

照明器具は 1 回転し, 全断面の測定後, 自動的に反転し, 元の位置に停止し, 全測定が完了する。

4.4 測定データの演算処理, 印字, 作図

各照明器具の測定終了ごとに, YHP-2647A から必要な命令を入れることにより下記のデータを得る。

- (a) 器具効率
- (b) 鉛直面平均配光データ
- (c) 球帯光束
- (d) 全光束 (上方光束, 下方光束)
- (e) 任意の水平角における鉛直角光度
- (f) 鉛直面配光曲線 (全平均または任意の角度)
- (g) 水平面配光曲線

以上のデータの出力は, YHP-2647A の CRT にも, 外部機器 (プリンタ, XY プロッタ) にも任意に選択でき

る。

測定データのデジタル出力の所要時間は, CRT, プロッタ共に約 40 s, 配光曲線の作図は, CRT で約 30 s, XY プロッタでも約 180 s である。

図4 配光特性曲線作図例

図4 にプロッタによる鉛直面配光曲線の作図例を示す。

4.5 測定データの保存

配光測定データは, 必要に応じ PFL-16A に接続したカセット MT, またはフロッピーディスクに収録し, 容易に呼び出すことができる。

照明器具 1 台分のデータは, 測定条件 (測定日時, ランプ名, 器具名, オペレータ名, 室温など) と, 測定データ 4, 176 点を合わせて約 9 k バイトあり, カセット MT テープ 1 巻, またはフロッピーディスク 1 枚で約 24 台のデータを収録できる。

これらのデータは後日, 照明特性の詳細な検討に用いたり, 大型電子計算機に転送し, YHP-2647A では困難な等照度線図, 正弦等光度図などの作図や, 照明率の算出, 照明設計などにも用いることができる。

5. おわりに

配光測定におけるコンピュータ利用の一例として, 最近, 筆者らが開発した多受光器式配光測定装置における CPU の利用について報告した。

とくに, 本装置の場合, 大型の CPU を用いるのではなく, 安価のデスクトップ CPU や μ -CPU を有効に利用することにより, 測定時間や演算処理時間が大幅に短縮され, 各種のデータの補正, リアルタイムでデータ処理が可能となることを述べた。

この結果, 光源, 照明器具の開発時における測定に対する厳しい要求 (精度, 測定時間など) にも対処できるよう

になった。

最近の半導体技術の進歩は目覚ましく、今後これらの技術を照明分野に積極的に取り入れ、配光測定だけでなく、他の照明計測の分野も大いに飛躍させていくことが必要であらう。

参考文献

- (1) 山田 修ほか：照学誌 65-10 (昭56) 509
- (2) 松葉徹夫：National Tech. Rep. 27-3 (昭56) 450

図1 配光曲線

- (3) Kenneth Fairbanks, E. et al. : Journal of IES 2, No. 1 (1972) 55~60
- (4) 佐土根範次ほか：National Tech. Rept. 14-2 (昭43) 99 105
- (5) 都村友紀ほか：National Tech. Rept. 23-6 (昭52) 948 ~965
- (6) 大野義弘ほか：昭55照明学会全国大会 No. 98
- (7) 森田政明ほか：昭55照明学会東京支部大会 No. 21

(受付1982年9月13日)

図2 光電変換回路のブロック図

図2は、光電変換回路のブロック図を示している。この回路は、光電変換素子、増幅器、比較器、および制御回路から構成されている。光電変換素子は、入光量に応じて電圧を出力する。この電圧は、増幅器によって増幅され、比較器と比較基準電圧と比較される。比較器の出力は、制御回路に送られ、制御回路は、比較器の出力に基づいて、光電変換素子の動作を制御する。

新製品紹介

<薄形> 耐食密閉形照明器具

松下電工株式会社では、きびしい環境に耐え、しかも時代のニーズにこたえるコンパクト設計の18 WU字形蛍光ランプ器具を発売した。

<特長>

- (1) 厚さが5 cmで薄く、狭いスペースを明るく有効に利用できる。長さ46 cm、重さ1.2 kg、体積340 ccで工作機械などのブース内に取り付けできる (FE 21500形)、また壁付け、天井付けも可能である。
- (2) コンパクトな18 WU字形蛍光ランプの採用により、効率が高く、入力電力23 Wで直下照度 (1 m) 約100 lxの明るさが得られる。
- (3) 密閉性が高く、かつランプ交換などの保守が簡単である。4ラッチ開閉構造により、IEC国際規格IP 55の保護性能および、JIS規格の防雨・防湿・防滴性能を持ちながらランプの交換、カバーの取り外し清掃が容易になっている。

問い合わせ先 〒571 大阪府門真市大字門真1048番地
松下電工株式会社照明総合企画部PR係
電話 06-908-1131

<品 種>

品 番	FE21500GL	FE21501GL
入 力 電 圧	100 V	100 V
周 波 数	50 Hz 60 Hz	50 Hz 60 Hz
標 準 価 格	13,500円	16,500円
備 考	ランプ付き・ガードなし	ランプ付き・ガード付き

- (4) 器具の外部露出部品は、耐食性の高い強化ポリエステル、アクリル樹脂およびステンレスである。

<用 途>

各種工作機械、特にNC旋盤などのブース内じかけ照明、0°C近辺の低温倉庫、防爆危険場所の周辺など。