

APSインデックスプリンターの開発

田原 修二* , 成田 俊彦**

Development of Index Printer for APS MINILAB

Syuuji TAHARA* and Toshihiko NARITA**

Abstract

The authors have developed a photo finishing apparatus, which includes an index printer, for APS (Advanced Photo System) film. The index printer is incorporated directly within the "MINILAB" processing apparatus. One of the special characteristics of APS film is that information can be recorded on its magnetic layer. With an APS index printer, therefore, it is not only necessary to print the film images, but also to display on these images the character information that has been recorded on the magnetic layer. The newly developed apparatus is a digital printer that employs an LED (light emitting diode) light source and an exposure method that uses an LCD (liquid crystal display) panel. Because the digital printer is incorporated within the MINILAB, it can print directly onto CLP (photographic-printing color paper). As a consequence, a commercially viable index printing system that has a low initial cost and low running cost has been developed for the APS MINILAB system.

1. The LED light source

A high-luminance, reflection-type LED is used as the light source. The reflection-type LED has several times the brightness (power) of conventional LEDs; moreover, when several reflection-type LEDs are lined up together, there is little light-source blurring (shading). Further, by carefully designing the reflection mirror, almost parallel light beams can be emitted. This makes the reflection-type LED an ideal light source for LCD exposure systems, as such systems require parallel light beams.

2. The LCD-panel exposure method

For the exposure portion, a 1.35 inch, high-resolution monochrome LCD panel has been employed. This panel is used within projection TVs, and has a 16 : 9 aspect ratio. Exposure is performed by enlarging the projected R, G, B light sources, one by one. By adopting a sequence whereby 5 frames are exposed per one line of index print, a resolution of around 300 dpi × 250 dpi has been assured.

The exposure unit (index printer unit) of the newly developed system has been designed to be small and compact. This makes it possible to incorporate the system within a small-type MINILAB. The new system also enables both index printing and film printing onto the same paper, and on the same APS-film paper pass; further, it is easy to inspect the agreement between the index print and the film-image print.

本誌投稿論文 (受理1997年9月3日)

*富士写真フイルム (株) 宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

* Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Kaisei-machi, Ashigarakami-gun, Kanagawa 258-8538, Japan

**富士写真フイルム (株) ピクトロ部
〒106-8620 東京都港区西麻布2-26-30

** Pictro Division
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Nishiazabu, Minato-ku, Tokyo 106-8620, Japan

1. はじめに

Advanced Photo System (APS) ではフィルムがカートリッジに入ったまま返却される。フィルム内容を確認するためには画像の一覧が可能なインデックスプリントが必須アイテムであり、これをいかに低価格でユーザーに提供できるかがAPS普及のための重要な課題となる。本機では次のデザインコンセプトを基に開発を進めた。

- (1) 人手をかけずにインデックスプリントが作成できる。
- (2) コンパクトでミニラボに内蔵できる。
- (3) 機器価格が低価格である。
- (4) ランニングコストが安い (感光性カラーペーパー (CLP) を使用できる)。

インデックスプリントの作成方法として、一般写真プリントと同じ光学露光方式によりコマずつ色補正してネガから直接ペーパーに焼付ける方法が考えられる。しかし、これは装置の機構が複雑になり、プリント作成に時間がかかりすぎるためプロダクションには適さない。文字情報を表示する必要性を考えると、一般写真のプリントと並行して、画像入力、画像処理、プリント出力を行うことができるデジタルプリントシステムが適している。しかし、一般の画像用デジタルプリンターはランニングコストが高く、インデックスプリントの売価も高くしないと採算がとれない。

一方、低価格な材料であるCLPを使用したデジタルプリンターとしてはレーザー露光方式やCRT露光方式があるが、ともに機器は高価であり、インデックスプリント用としてラボに導入するには投資効率が悪い。また、これらの機器はサイズが大きく、小型ミニラボに内蔵することは簡単ではない。インデックスプリンターがミニラボに内蔵できないとプリント処理が2ラインとなるため、一般写真とインデックスプリントを照合する工程が煩雑となり、作業効率が著しく悪化する。これも人件費としてプリント価格を押し上げる要因となる。

これに対し、今回開発したシステムでは、LED光源 / LCD露光方式を採用することによって機器の小型化および機器の低価格化が可能になり、さらに低価格材料であるCLPを使用することができる。ミニラボオペレーターが一般写真をプリントするための通常作業を行えば、自動的にインデックスプリントが作成され、一般プリントと一緒にソーターに集積される。この結果、作業性の良いミニラボシステムをより低価格で提供することが可能となった。

2. システムの概要

2.1 機種構成

本インデックスプリンターはミニラボ内蔵型インデックスプリンターであり、V-ACCS (Video-Advanced Computerized Color Scanner) が付いたほとんどすべての当社製ミニラボに搭載することができる。ミニラボに



Photo 1 PP3008A

搭載するインデックスプリンターには、PP3008Aをはじめとする新旧ロッキーシリーズに搭載するもの (製品名 IP50) と、PP728AなどのロッキーSシリーズに搭載するもの (製品名 IP20) がある。ロッキーSの構成がロッキーシリーズと異なることからIP50の形状を変更してIP20を商品化したが、基本的な性能・構成は両者でほぼ同じである。Photo 1にインデックスプリンターIP50を内蔵した最初のモデルであるミニラボPP3008Aの写真を示す。IP50は正面上部の円筒形のカバー (Photo 1では半透明) 内に収められている。

2.2 ユニット構成

インデックスプリンターは大きく分けると露光部、制御部、搬送部、電源部の4つのユニットから構成される。露光部はLED光源部、LCD露光部、光学部から構成

Table 1 System Specifications

項目	内容	
搭載機種	ミニラボロッキー, ロッキーSシリーズ	
露光	露光方式	面順次加色露光方式 1列5コマごとに面露光
	LCD	51万画素 (1068 × 480) 透過型 透過率16.5%, コントラスト比190, 開口率55%
	LED	高輝度反射型 (R, G, B)
	投影倍率	2.9倍
入出力	入力	APSフィルム画像情報 (V-ACCSからのRGBアナログ信号) APSフィルム磁気情報
	出力	感光性カラーペーパー (CLP) 89 mm, および102 mm幅ペーパー
処理能力	同時プリント: 48件 / 時, 再注文: 60件 / 時 (10G III機組み込みタイプ, 25 expフィルム)	
条件設定	基準ネガを使用 V-ACCSによる画像取込条件の設定 インデックスプリンター露光時間の設定	
フォーマット	プリントサイズ	15 exp, 25 exp: 89 (102) × 169.5 mm 40 exp: 89 (102) × 254 mm
	コマサイズ	Cサイズ: 21.5 × 15.1 mm Hサイズ: 26.5 × 15.1 mm Pサイズ: 26.5 × 9.3 mm
	情報表示	コマ番号 (画像左下に表示) CHP (コマ番号の上) フィルムID番号, およびバーコード 撮影日付 APSマーク メモ欄 「FUJICOLOR INDEXPRINT」「写ルンです」 販売店オリジナルロゴマーク
画像	解像度	307 dpi × 246 dpi (縦 × 横)
	階調, 色	256階調, 1670万色
画像補正, 処理	シェーディング補正	入力信号加算平均処理
	階調変換	3 × 3マトリックス 輪郭強調 画像回転, 縮小
取得規格	ミニラボ搭載状態 UL, CSA, TUV, VCCI, FCC, DOC (SOR)	

される。制御部は画像入力、画像処理、露光制御、画像表示、およびミニラボ本体との通信機能を持った基板で、シールドケースに収められている。搬送部はインデックスプリント専用のミニラボプリントマスクである。電源部は専用電源ユニットを搭載している。本報告書では搬送部および電源部の詳細説明は省略する。Table 1にIP50の仕様を示す。

2.3 システムの動作

Fig. 1にミニラボ部を含めたシステムブロック図を示し、動作の概略を説明する。APSフィルムをミニラボのフィルムキャリアに装填すると、自動的に最後まで送られ、フィルムの磁気情報を読み取る。磁気情報はインデックスプリンタ側にも伝達され、プリントフォーマットの選定などを行う。プリント作業を開始するとフィルムの最後のコマ (25exp.フィルムでは25コマ目) からプリントが始まる。同時に、インデックスプリンタのメモリーに1コマずつ画像が蓄積されてゆく。

フィルム画像の入力にはミニラボのV-ACCSの機能を利用している。V-ACCSは、ネガフィルムの画像をCCDカメラで撮影し、ネガ/ポジ反転し、色調・濃度を補正し、写真プリントのシミュレーション画像としてCRTモニターに表示する。Fig. 1の下部にミニラボのV-ACCS部のブロック構成図を示した。ミニラボではネガ濃度

測定部にあるネガの測光を行い、この画像をV-ACCSのCCDカメラで撮影し、見やすい画像にしてモニターに表示する。その画像を見てオペレーターが補正を加えた場合、その補正は表示に反映される。オペレーターが補正良好と判断してプリントを開始すると、インデックスプリンタ側ではこの画像をA/D変換し、メモリーに格納する。この時、専用CPUにより画素密度変換 (縮小)、輪郭強調などの画像処理や、フィルム情報を利用した加工をコマごとに行う。ネガフィルムからデジタル画像入力を行う際にV-ACCSの機能を利用することにより、写真プリントの仕上がりに近い、色調・濃度のそろった画像をデジタル入力することができる。

Fig. 1の上部にインデックスプリンタのブロック構成図を示す。フィルム1本分の写真プリントが終わると、インデックスプリントの露光が開始される。インデックスプリンタユニット制御CPUは蓄積されたコマ画像データからLCDに表示する合成画像を作成しLCDに表示する。Fig. 2のように、5コマのLCD画像を各色成分ごとに画面切換えしながらRGB各色のLEDで順次露光する。25exp.インデックスプリントでは12秒のプリントサイクルタイムの間に文字部を含めて6 (列) × 3 (色) 回露光している。光ユニットで露光されたCLPは、ミニラボのペーパー現像機で現像され、ソーター部に写真プリントと一緒に集積される。

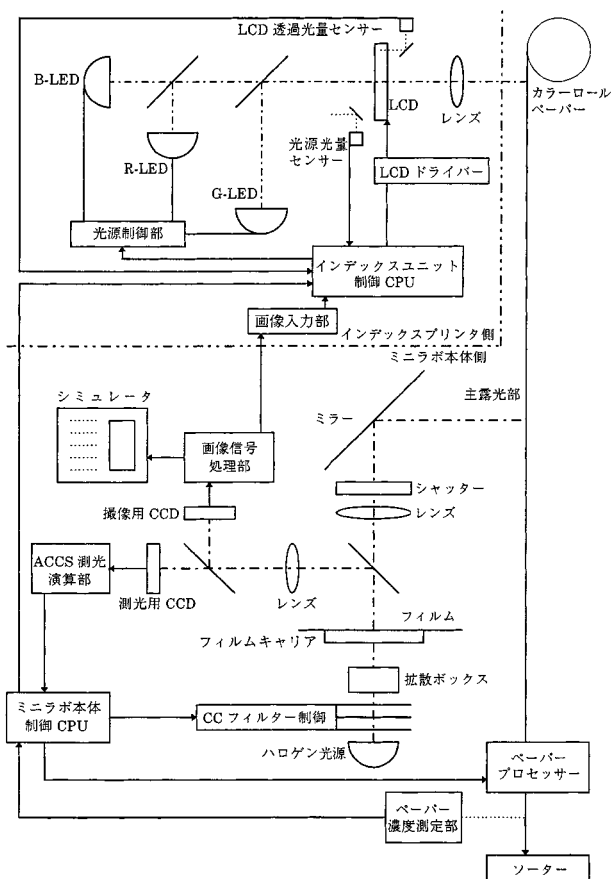


Fig. 1 System block diagram

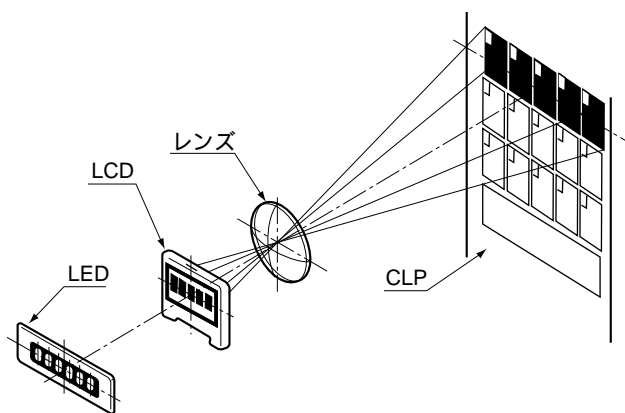


Fig. 2 Construction of LCD exposure system

2.4 インデックスプリントフォーマット

フォーマットの設定に当たってはコマサイズをできるだけ大きくすることを考慮した。ペーパーサイズ上の制約を考慮し、最終的に実際のフィルム上のコマサイズとほぼ同じになるように設定した。APSの場合、フィルム情報を記載する必要があるので右側に文字情報部を設けた。これは、1列づつ露光するシーケンスのため、文字部を1回で露光できるようにするためである。フォーマットは15exp.および25exp.フィルムに用いられる25コマフォーマットと、パノラマサイズ1枚に40コマをプリントする40exp.フィルム用フォーマットがある。その他、左上が最終コマナンバーから始まる



Photo 2 Index print (25exp.)

「写ルンです」用フォーマットがある。これは、「写ルンです」はプレインディングのため、撮影順とコマ順が逆になるが、撮影順に並べたいという要求に対応したものである。Photo 2に25exp.フォーマットのインデックスプリントを示す。

3. 露光部

Fig. 3に露光部の構造を示す。

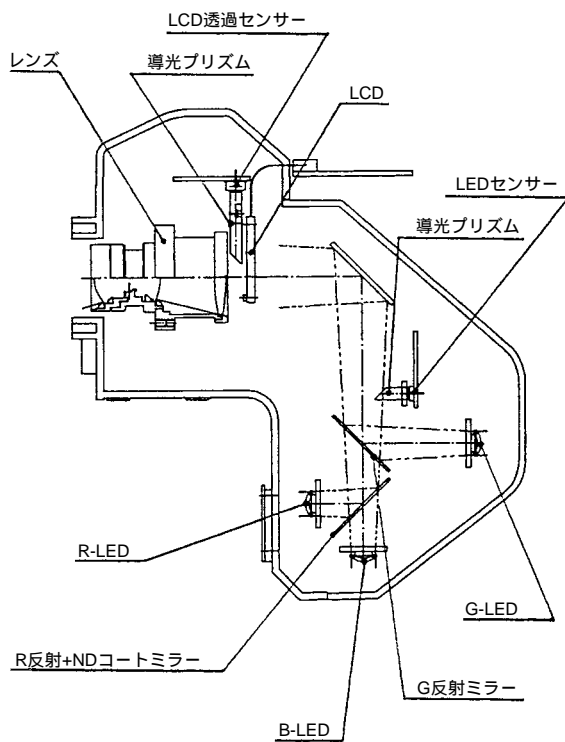


Fig. 3 Inner structure of exposure unit

3.1 LED光源部

3.1.1 LEDの構造

LEDには高輝度反射型LEDを採用した。このLEDは、LEDチップの後方に配置した反射鏡により前方に光を投射する構造で光の取出し効率が良い。また、LCD透過用の光源として使用するためには平行光が要求されるが、反射鏡の設計により、 ± 3 度という指向性を持った並行光に近い光束を取り出すことができる。構造はFig. 4のようにLEDチップがとりつけられ、電気接続された電極がエポキシ樹脂でモールドされている。反射鏡は金属蒸着膜で、その外側は保護膜で覆われている。反射鏡の大きさは10 で、LEDパネルの範囲をカバーするため、LEDを一色当たり6個並べて使用している。

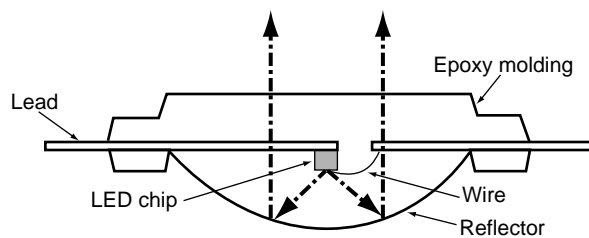
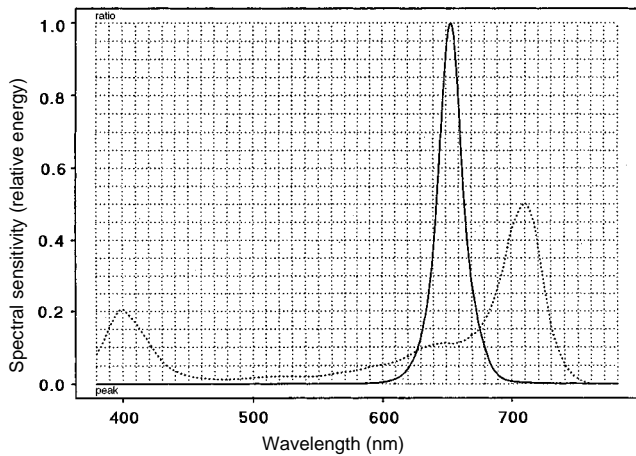


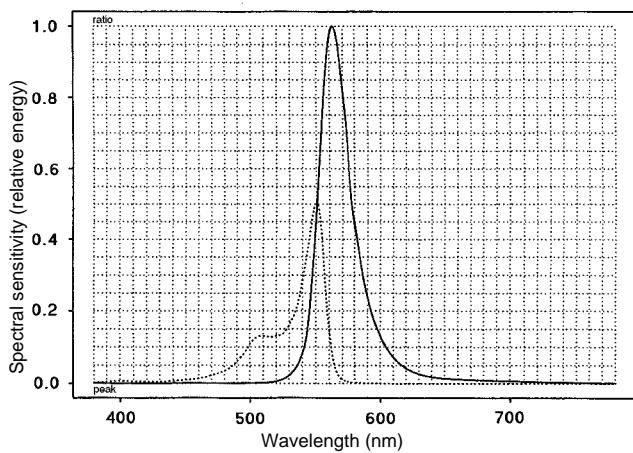
Fig. 4 Reflection type LED

3.1.2 LEDの発光波長

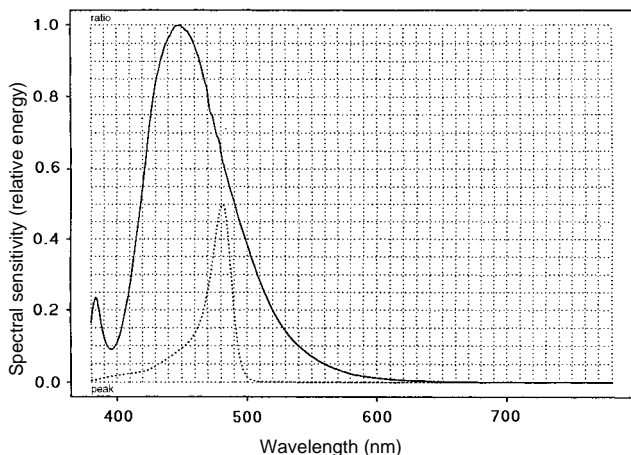
RGB各LEDのおおよその中心発光波長は660nm, 560nm, 450nmである。カラーペーパーの特性に重ねた図をFig. 5の(1), (2), (3)に示す(点線: CLP分光特性, 実線: LED発光特性)。CLP特性とLED特性は一致してい



(1) R-LED



(2) G-LED



(3) B-LED

Fig. 5 The spectral sensitivity of CLP and LED light spectrum

ないが、入手可能なLEDの発光特性と光度からCLPに対する露光量を算出し、露光安定性やコストも考慮した上で最適と思われる特性のLEDを選定している。

3.1.3 光源部の構造

現在のLEDでCLPに露光しようとする、光量の余裕はB>R>Gの順になる。本機では、ダイクロミックフィルタでRGBの光軸を一致させている。さらに、B光については露光時間が短くなりすぎ、光量制御が難しくなるので、R反射ミラーの裏面に透過率20%のNDコートをし光量を抑えている。また、LED光量のセンサーを設け、露光前に光量をチェックすることでLED温度特性の補償を行っている。

3.2 LCD露光部

像を形成するLCDは、液晶プロジェクションテレビやテレビカメラのファインダーなどに使用されているもので、画素数1068×480ドット、対角サイズ1.35インチを有する白黒タイプLCDである。プロジェクションテレビ用としては高解像度であるが、プリント用には解像度不足である。そこで、5コマ(1列)ずつ分割露光し、プリント上で約300dpi×250dpiの解像度を達成している。ちなみに、本機ではLCD画像を2.9倍に拡大投影してCLPに画像を焼き付けている。また、LCD光量のセンサーを設け、露光前に光量をチェックすることでLCD温度特性の補償を行うと同時に、このセンサーを使ってLCD駆動電圧の基準値を決めている。LCDの分光透過率特性をFig. 6に示す。

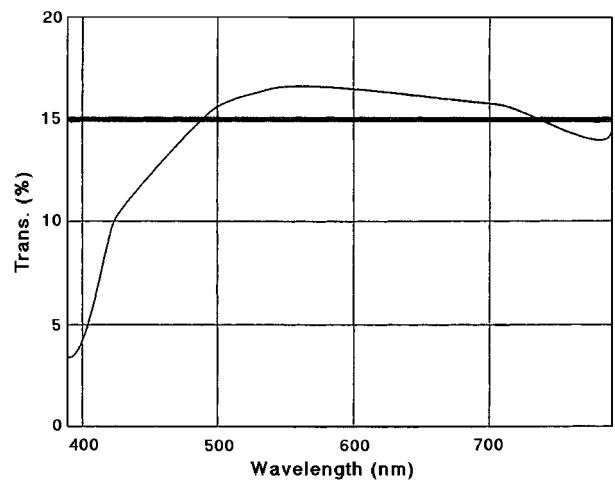


Fig. 6 Spectral transmission factor characteristics of LCD panel

3.3 露光光学系

LCDには光線入射角依存性が有り、見る角度によりコントラストが変化してしまう。このため、LCD各画素に対し均等な取込角を持つ結像系が必要となる。この条件をみたく光学系としてテレセントリック系を採用した。テレセントリック系は、主光線が光軸に平行になる系で、LCD画像のコントラストがとれる方向の光を集めて結像することが可能である。また、LCDが前側の焦点面から外れても、射出側の主光線の射出角

が変化しないので、デフォーカス像の中心が動かず、焦点調整と倍率調整が分離できる。その他、光学系の設計では次の点に注意している。

- インデックスプリントは矩形画像の集合なので、像の歪曲を極力抑える。
- LCDは偏光素子であるので、全長を短縮するための系の折曲げは結像系前に行う。
- 光源LEDの像が充分デフォーカスし、画面よりも大きくなるようにする。
- ごみの進入を防ぐため、極力密閉構造とする。

3.4 光源のシェーディング補正

LED用の光源は平行光が要求されるので、光源のむらを無くすために拡散ボックスで拡散させるような方法では効果がない。このため、電気的にむらを補正している。LCD全体に単一の画像データを入力し、ある決められたプリント濃度範囲に入るようRGB各色ごとにCLPに露光することで「シェーディング補正データ作成プリント」を作成する。このプリントをシェーディング補正治具のスキヤナーにかけて各色の濃度と位置を読み込み、これをもとにシェーディング補正データを作成する。

光源むらにはユニットごとに機差が有るので、補正データはFDに入れて機器1台ごとに添付される。使用するときにはインデックスプリンター制御部に補正データを記憶しておき、画像処理を行う時、画像データとその画像データがLCDに表示される位置の光源むら補正データを掛け合わせるにより、露光されたプリント画像の光源むらがキャンセルされ、むらの無い均一な画像が得られる。

4. 制御部

本機はミニラボ内蔵プリンターであり、ミニラボ本体と機能の分担を行っている。本体側で行う主要な機能は、ネガ画像をネガ - ポジ変換し、適正な画像として表示するV-ACCSを使用した機能と、ペーパー搬送機能である。

インデックスプリンターはミニラボ本体のサブシステムとして動作している。プリントする時、ミニラボ本体でネガの挿入および測光を行い、シミュレート画像を表示する。画像入力準備が整うとミニラボ本体から画像入力・画像処理を行い、画像データをメモリーに記憶する。同様に、インデックスプリントをする位置にペーパーが搬送されるとミニラボ本体からプリントが命令される。インデックスプリンター側ではメモリーに記憶された画像データを呼出し、レイアウトを行い、LCDに表示し、LEDを点灯させ、CLPに画像を焼き付ける。

4.1 制御回路

4.1.1 システム構成

インデックスプリンターとミニラボ本体は画像信号ケーブル、通信ケーブル、電源ケーブルの3本のケーブルで接続される。画像信号はRGB信号で、ミニラボのV-ACCS基板からシミュレーター用の信号を分配して出力している。制御信号はミニラボ本体の制御部とRS232Cで接続されている。電源は、ミニラボの電源部にインデックスプリンター用電源ユニットを1台増設して使用している。その他、デバッグ用にRS232C端子が1つ用意されている。

制御基板は2枚の親子基板で構成されている。画像入

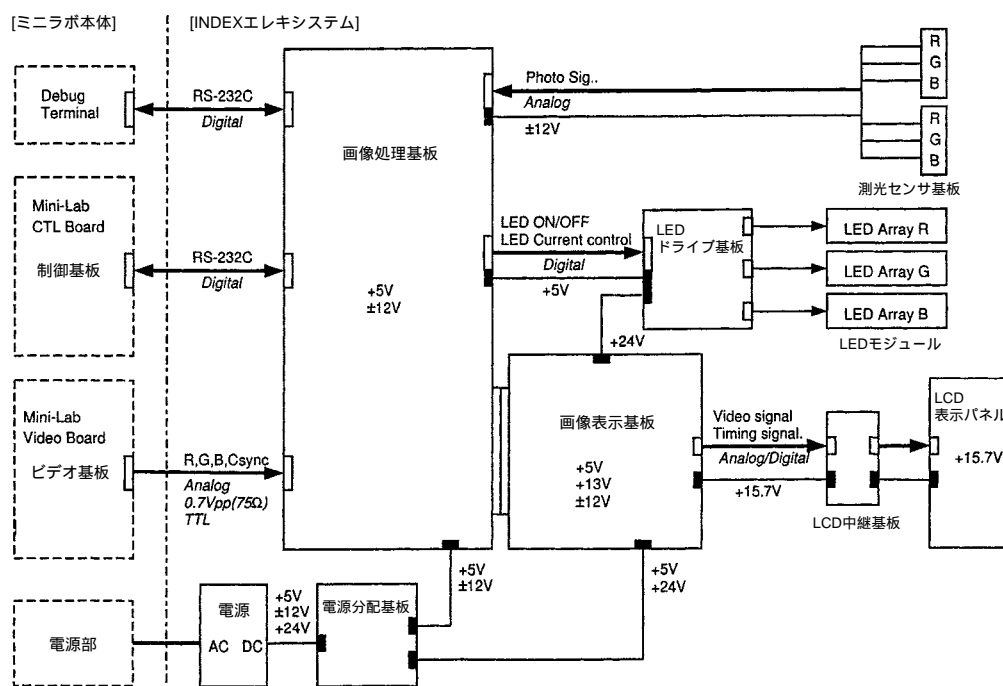


Fig. 7 Block diagram of IP50 controller

力、画像処理、LCDドライブ、LED光源制御および本体との通信、ユニット制御を行う。その外にはサーキットプロテクタを搭載し、各電源を分配する電源基板、LCDのドライブ信号用フレキケーブルを接続するLCD中継基板、LED光源光量を測定するセンサー基板、およびLCDを透過した光量を測定するセンサー基板の計4枚から構成されている。制御基板は、画像入力部、画像処理部、制御部、画像表示部の各機能に分けることができる。Fig. 7に制御回路のブロック図を示した。

4.1.2 各部の機能と構成

(1) 画像入力部

画像入力部ではV-ACCSのCCDカメラから出力されるアナログRGBビデオ信号をA/D変換し、8ビットデータとして取込む。このビデオ信号はミニラボの操作情報とフィルム画像を合成したビデオ信号なので、フィルム画像部分のデータのみ切抜き、フレームメモリーに格納する。画像データは取込みの時、ランダムノイズを低減するため、1～16回の加算平均処理を行う。ネガ濃度が高いとCCDカメラに入射する光量が減り画像がノイズになるため、ネガ濃度が高い場合には加算平均の回数を増やしている。以上の画像取込み処理は制御CPUからの命令で行い、取込み終了時に割り込みを発生する。取込んだデータは画像処理CPUに転送する。

(2) 画像処理部・制御部

画像処理部は、制御CPUからの命令によって画像入力部から送られてきた画像データを処理し、処理後の画像データを制御CPUに転送する。制御部では、ミニラボ本体の制御CPUと双方向通信を行い、画像入力部の制御、画像処理部の制御、画像表示部の制御、光源部の制御、測光部の制御を行っている。

(3) 画像表示部

画像表示部では処理した画像データをD/A変換し、LCDに表示する。表示データは8ビット階調の単色画像データである。制御CPUがRGBのいずれか1つの色成分の画像データをVRAMへ転送し、このデータをDAC経由でLCDドライバーに送り、LCDに表示する。VRAMは2バンク持っており、一方のVRAMデータを表示中に、他方のVRAMに次の画像データを転送することでデータ転送時間を見かけ上削減している。LED光源の制御では、RGBそれぞれのLEDに対し電流制御と点灯時間制御を行う。センサー制御部では、LED光源光量センサーおよびLCD透過光量センサーから送られてきたセンサー出力をA/D変換してレジスタにデータを入れる。

4.2 制御ソフト

4.2.1 ハードウェアとの分担

画像処理のうち、画素密度変換、階調変換、3×3マトリックス演算、輪郭強調、シェーディング補正などの処理はすべてソフトウェアで行っている。これにより、ソフトウェアの開発負荷は増大したが、その分、システムのフレキシビリティは大きくなっている。

4.2.2 処理時間

ミニラボシステムとしての処理能力を維持するために、画像処理時間および1列の露光時間に制限を設けなければならない。ミニラボが1枚の写真プリントをしている間に、画像処理(画像入力・画像処理・メモリーへ転送)する必要がある。ソフトウェアでは露光のサイクルタイムが最短になるよう、以下の工夫をしている。

画像処理専用CPUでは、

- 画像処理はアセンブラ記述により最適化した。
- 画像処理ルーチンを内部キャッシュに転送し実行した。
- CPU内部高速処理が可能な積和演算命令を効果的に使用している。
- メモリー上の演算を極力避け、レジスタ上で演算した。

制御CPUでは、

- 画像転送、はめ込み処理はアセンブラ記述により最適化した。
- LED点灯中に画像データを転送できるようにRGBの点灯順序を調整した。

また、画像処理専用CPUと制御CPU間のコマンド体系では、

- 1回の通信で複数個のコマンドを任意の並びで指定できるように設計した。
- コマンド列中に予め決められたコマンド列が現れた時に最適化実行する。

ソフトウェアの比重が高いシステムであり、処理スピードに懸念があったが、これらの対応によりシステムの目標処理能力を達成した。Fig. 8に画像情報処理のブロック図を示す。

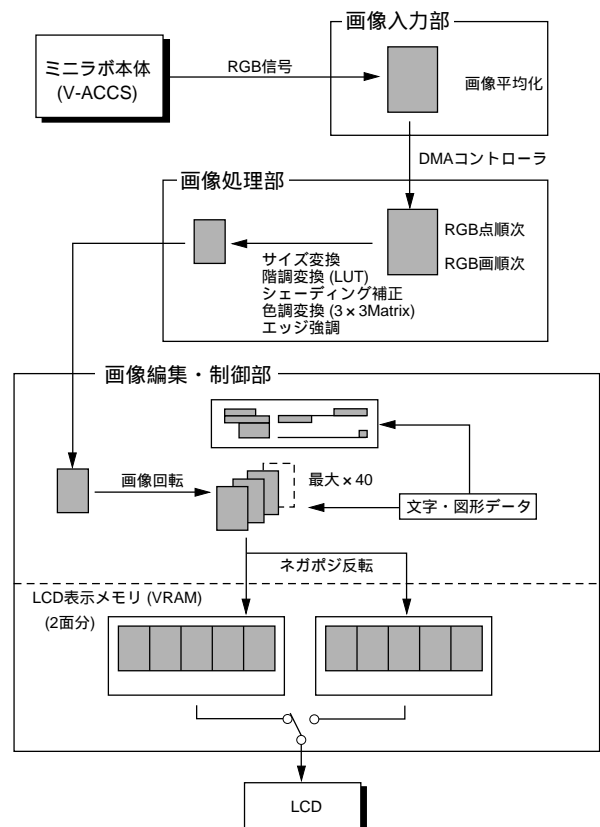


Fig. 8 Block diagram of image processing flow

5. まとめ

本機の特徴は画像形成にLCDを使用したことである。LCDはその構造上、ドット表示になり、拡大すると画素が確認できてしまうが、用途をインデックスプリント用に限定したため採用が決定した。LCDの採用により、露光ユニットが小型化でき、小型のミニラボにも内蔵することができた。もう一つの特徴にLED光源がある。ミニラボではハロゲンランプ光源を使用しているため、これを共用することが考えられるが、LCDおよび偏光板が熱に弱い特性上、温度上昇の無い光源が望まれる。だからといって、従来からある砲弾型LEDでは光量が小さい上、LEDを複数個集積した時のリング状の輝度むらの問題が解決できない。LCDの特性上、平行

光が要求されるため、一般的にむら対策として用いられる拡散させるような手段ではむらの改善ができないためである。本機では、高輝度反射型LEDを採用することによりこの問題を解決できた。ハロゲン光源を使用した場合、シャッター、カラーコレクションフィルター、放熱ファンなど、メカ駆動部が必要になることを考えると、LCDと反射型LEDの組合せにより非常に小さな露光ユニットが実現できた。

最後に、開発に当たってご指導・ご協力いただいた皆様に感謝致します。

(本報告中にある“ACCS”、“ロッキー”は富士写真フイルム(株)の商標です。)