

バーコードリーダ IDS 80 シリーズの開発

塩 路 卓 也*¹⁾ 北 野 秀 明*²⁾ 稲 田 宏 治*³⁾
 稲 岡 啓 介*⁴⁾ 岩 出 功*⁵⁾ 岡 本 炳 人*⁶⁾

1. はじめに

バーコードの歴史は、1973年に米国において主に食品製造業で流通コードシンボルとして、POS (Point of Sales) 用のUPC (Universal Product Code) が採用されたことが始まりである。わが国は、1978年に欧州諸国のEAN (International Article Numbering Association EAN) 協会に加盟し、UPCやEANに互換性のある「共通商品コード用バーコード・シンボル」(JIS-X0501) が、通称JAN (Japanese Article Number) としてJIS規格に制定された。しかし、本格的に市場に導入されたのは1982年頃からでありスーパーマーケットや百貨店、専門店などで広く採用され始め、現在では流通している商品のほぼすべてにバーコードが印刷されていると言っても過言ではない。

一方、読み取り技術やラベルのコストなどの問題から、物流システムにおける自動仕分けや、工場内の生産管理および工程管理への導入は相当遅れることになったが、近年になってFA分野に急速に導入されてきた。当社では早くからバーコードリーダ製品を取り扱ってきており、今回ここで培ってきたノウハウを生かし、日本市場で物流やFA分野において要求されている独自仕様の製品を開発したのでこの概要を紹介する。

2. IDS 80 形バーコードリーダ開発の狙い

今や物流、FA分野における制御は、コンピュータやプログラマブルコントローラの導入をなくして論議できない。この端末機器として重要な地位を占めつつあるのがバーコードリーダ (以下、BCRと称する) であり、機種としては、ペンタイプ、タッチタイプなどハンドリング方式と、コンベア上の物体に貼り付けたバーコードを無人で自動的に読み取る定置式に大別できる。

ハンドリングタイプのBCRは、読み取り光学系およびバーコードの解読 (以下、デコーディングと称する)

のためのハード・ソフト共に比較的単純なため各社から多くの機種が開発され市販されているが、定置式に関しては数多くの技術要素の解決が必要なため、海外の製品が多く用いられており、国内の製品は数社から発売されているにとどまっている。

定置式バーコードリーダの開発に当たり考慮および重視した点は、

- ① コンパクトで読み取り信頼性の高い光学系。
 - ② 高速処理が可能なハード・ソフト。
 - ③ 制御系の端末機器として幅広く活用できるインタフェースを持ったシステム。
 - ④ ローコストで量産性の良いシステム。
 - ⑤ センサ感覚で使用できる信頼性の高いシステム。
- などが挙げられる。

3. バーコードとバーコードリーダについて

バーコードの構造はその種類によって規格化されている。ここでは、バーコードと定置式BCRについてそれぞれの基本的内容を述べる。

3.1 バーコードの構造^{1) 2)}

バーコードには表1に示すような多くの種類があるが、一例としてJANコードおよび宅配便、郵便業務などに利用されているコーダーバーの構造について簡単に説明する。

(1) JANコード

JANコードには標準バージョンと短縮バージョンの2種類がある。前者は13桁の数字 (キャラクタ) で構成

表1 IDS 80の読み取りコード一覧表

バーコード名称	
・3BAR	・UPC
・5BAR	・EAN
・ITF	・JAN
・ITF物流商品コード	・UPC ADD ON
・INDUSTRIAL	・EAN ADD ON
・COMPRESSED	・JAN ADD ON
・IATA	・CODE 39
・CODE 11	・CODE 93
・CODABAR	・CODE 128
・ABC CODABAR	

* 1) 研究部

* 2) アイデックコントロールズ

* 3) 研究部

* 4) 研究部

* 5) アイデックコントロールズ

* 6) 研究部

され、1つのキャラクタは7つのモジュール（基本単位）で構成される。図1のように左から11モジュールのレフトマージン（余白部）、3モジュールのレフトガードバー、6キャラクタ（42モジュール）の数字、5モジュールのセンターバー、5キャラクタ（35モジュール）の数字、1キャラクタ（7モジュール）のチェックデジット、3モジュールのライトガードバー、および7モジュールのライトマージンで構成される。なお、バー幅は1モジュールから4モジュールまでの4種類がある。短縮バージョンは、8桁の数字（キャラクタ）で構成される。

(2) コーダーバー

コーダーバーは図2に示すように、各キャラクタは4本の黒バーと3本の白バーで構成され、数字以外に6種類の特殊文字と4種類のスタート・ストップコードを持っている。JANコードとは異なり、バー幅は太・細の2種類で構成され、細バー幅の10倍以上のマージンが必要である。

3.2 バーコードリーダの原理

一般的な定置式BCRの基本原理を図3に示す。光源としては近年半導体レーザの信頼性が高くなり小形の光源が得られるため、特殊な例をのぞきほとんどの製品に採用されている。この光源から射出したレーザ光は光学レンズによりビーム径を絞り込まれ、ポリゴンミラーやガルバノミラーによりバーコード上にスキャンされる。黒い部分では吸収され、白い部分では拡散反射光として再反射された光は、受光光学レンズや凹面鏡により受光素子上に集光されて光電変換される。この電気信号はアナログ量であり、後処理を簡素化するためにデジタル信号に変換し、デコーディング回路により処理する。

4. 技術的な課題

IDS 80の開発に当たり、克服すべき技術的な課題は多々あるが、ここではその中でも特に重要な項目に絞り、光学系、アナログ信号の処理方法、デコーディング処理の手法について述べる。

4.1 光学系

既存の定置式BCRにおけるスキャナ部の基本的な光学系としては、図4(a)、(b)に示すように投受光の光軸の構成により、同軸方式と異軸方式に大別される。同軸方式とは、投光系と受光系が同一の光軸上にあり、かつポリゴンミラーの同一の面が投受光の両方に使われている。一方、異軸方式では、ポリゴンミラーは投光のみに用いられ、受光系は独立して別に設置される。それぞれの光学系の主な長所は、

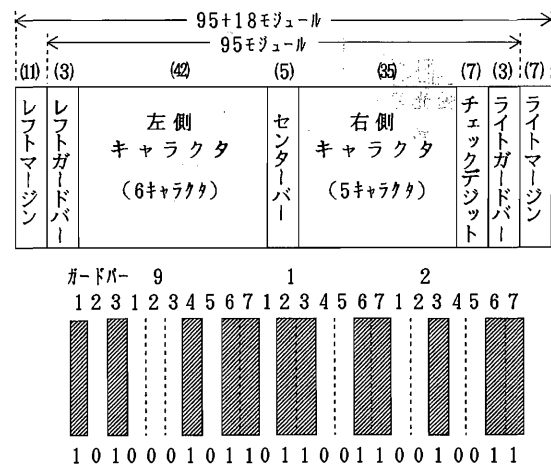


図1 JANコード（標準バージョン）

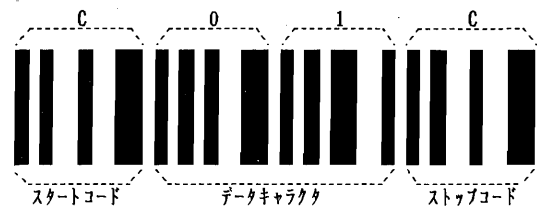


図2 コーダーバー

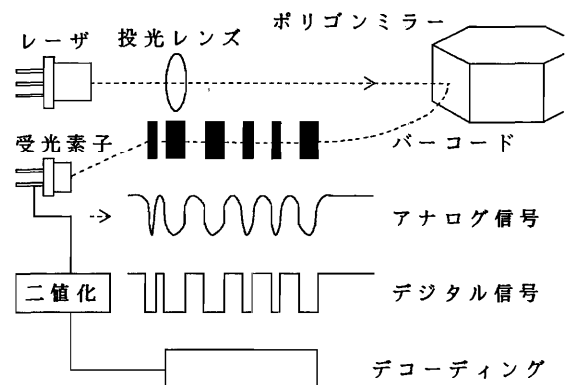


図3 定置式BCR読み取り原理

[同軸方式]

- ① 読み取り角度が広い。
- ② 受光視野がポリゴンミラーの面積と面方向に限定されるため、外乱光ノイズに強くS/Nが良い。
- ③ ポリゴンミラーの各面の加工のみでラスタスキャンへの対応が可能。

[異軸方式]

- ① 受光光学系の中心部に障害物がないので、信号光が有効に取り込める。

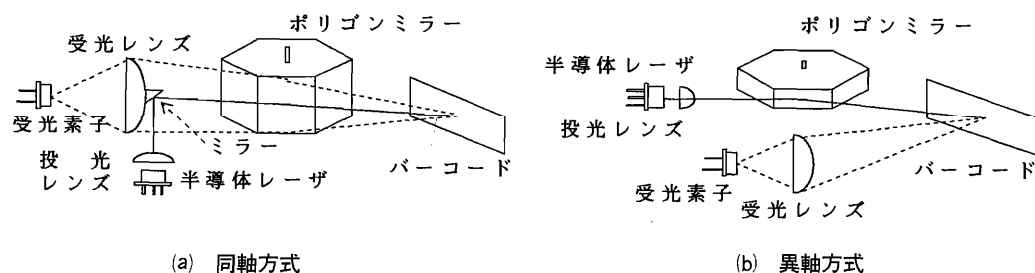


図4 定置式BCRの光学系

- ② ポリゴンミラーは光ビームをスキャンさせる機能のみであり小形化が図れる。

などである。また、短所は次の通りである。

[同軸方式]

- ① 受光光量確保のためポリゴンミラーが大型になる。
- ② 受光光学系の光軸上にあるレーザ光を反射させるミラーが障害物となり、リーダに近い位置での信号光が得にくい。
- ③ 組立調整が複雑。

[異軸方式]

- ① 受光系の視野を広くとることが困難。
- ② 受光系が常にエリア全体を見ているため、外乱光ノイズに弱くS/Nが悪くなる。
- ③ 受光系の視野が固定のため、ポリゴンミラーの加工のみではラスタスキャンへの対応が困難。

IDS 80 の目標仕様には、

- ① 高速スキャン・高速読み取り。
- ② 広い読み取りエリア。
- ③ ラスタスキャン。

という必須項目があり、従来の同軸または異軸方式のみでの対応は困難であった。そのため、それぞれの長所を融合したまったく新しい光学系の開発に着手した。

4.2 アナログ信号処理

BCRとしての性能は、バーコードからの拡散反射光を光電変換させる受光素子および受光処理回路の性能が大きく係わることになる。また、アナログ信号を二値化することも重要な要素の一つであり、この処理回路系としては、受光回路系と二値化処理回路系に大別できる。

4.2.1 受光回路

受光素子に流れる数10ナノアンペアの微弱電流を忠実に増幅させるには、電気的なノイズに対処しS/Nの良い回路構成と組立構造が要求されることになる。特に、基板の材質や厚み、各部品の位置関係、部品の選択などが関与してくる。

バーコードからの拡散反射光に対するアナログ電気信号を処理する際、周波数成分と受光光量は次の条件で大きく変化する。

- ① 発光デバイスの種類や発光波長の種類。
- ② バーコード規格の種類と読み取り距離。
- ③ バーコードの印刷状態や貼付け面の状態。
- ④ バーコードの移動速度。
- ⑤ バーコードの基材材質と色および印刷色。
- ⑥ ラミネート付きバーコード。
- ⑦ 外乱光や読み取りエリア内の反射物体の有無。

これらの組み合わせにより発生する受光量と、周波数成分の変化を安定して処理する回路が求められる。

発光源を直流点灯してバーコードをスキャンすると、バーコードの太さやBCRとの距離により拡散反射光が数10KHz～数MHzの交流信号として発生するため、受光用デバイスには高感度と高速性能が要求される。

4.2.2 二値化回路

受光回路系で増幅された信号は、バーコードの白黒に対応したアナログ信号であり、この信号からバーコード幅に対応した二値化信号を忠実に再現する必要がある。二値化する手段としては、アナログ的手法とデジタル的手法が考えられるが、リアルタイム性を求めると前者の手法が有効と思われる。

実際に二値化するにあたり、次の項目が大きく関与してくる。

- ① ホワイต์マージン部で発生する直流成分が、交流成分であるバーコード信号に及ぼす影響。
- ② バーコードの置かれた読み取り位置による直流成分とバーコード信号の大きな増減。
- ③ 読み取りエリアの両サイドでの直流成分が大きく増減重畳したバーコード信号の処理。
- ④ バーコードの印刷基材材質によるペーパーノイズ成分の処理。
- ⑤ 読み取りエリア内の反射物体による直流成分の大きな増減によるバーコード信号への関与。

二値化回路の構成検討時には、これらのすべての項目をクリアするように配慮する必要がある。

4.3 デコーディング処理

B C Rのデコーディング処理内容は、二値化された電気信号からバーコードを解読することである。定置式B C Rは、読み取りが無人で行われるため確実な読み取りはもとより、高速で移動するバーコードをリアルタイムで処理することが特に要求される。

バーコードのデコーディング処理ルーチンの一般的な流れを次に示す。

- ① デコーディングの開始（同期入力）。
- ② 二値化信号にランレングス処理を行い、白と黒のサンプリングデータにする。
- ③ このデータからマージン抽出を行い、バーコードの位置を確定する。
- ④ バーコードに対してキャラクタデコードを行う。
- ⑤ 誤読がないかをチェックする。
- ⑥ 結果を出力する。

この処理を行う上で検討すべき項目としては、

- ① リアルタイム性を重視した高速処理。
- ② 誤読のない正確なデコーディングアルゴリズム。
- ③ 多種多様なバーコードへの対応。
- ④ 多種多様なシステムに対応したフレキシブルな出力処理。

が挙げられる。これらを考慮して、最適なハード・ソフトウェアのトレードオフが必要である。また、B C Rの

デコーディングに関する評価項目としては、

- ① スキャンした回数と正しく読み取れた回数との比である読み取り率。
- ② 読み取った回数と誤って読み取った回数との比である誤読率。
- ③ 1 スキャンのデータの中からバーコードを見つけ出しデコーディングを完了するまでの時間を表す読み取り時間。

の3項目がある。

これらの項目は、それぞれ二律背反する要素がかなり高いものであり、アルゴリズム開発に当たっては、この3項目のバランスに充分注意を払う必要がある。

5. IDS 80 形バーコードリーダの実際

B C R開発にあたり、前述のように多くの克服すべき技術的課題があったが、本章では製品仕様、基本システム構成および開発で得られた技術要素として光学系、アナログ処理系、デコーディング処理系、システム化について紹介する。

5.1 製品仕様

IDS 80 形B C Rの概略仕様を表2に、外形図を図5に示す。基本機種としては、読み取り距離とバーコード

表2 IDS 80の概略仕様

項 目		仕 様 内 容				備 考	
種類と形式		IDS80-1115 (IDS80-1115R)				()内はラスタタイプを示す	
		IDS80-1130 (IDS80-1130R)					
		IDS80-1150 (IDS80-1150R)					
読取距離	*	バー幅	読取距離	バー幅	読取距離	バーコードの種類は ITF PCS 値は90%	
と分解能		IDS80-1115	0.15mm	110～150mm	0.4 mm		80～270mm
		IDS80-1130	0.3 mm	200～400mm	0.6 mm		100～500mm
		IDS80-1150	0.5 mm	100～700mm	1.0 mm		100～1000mm
走査速度		500 スキャン/ 秒					
光源		可視半導体レーザー (670nm)					
レーザー安全規格		IEC Class II				出力1mW以下	
読み取りコード		本文表1 参照					
ビーム照射方向		2方向				出荷時指定	
自己診断機能		モータ寿命予知、モータ/ レーザ寿命					
PCS値		0.7 以上					
読み取り方法		・シングルリード ・マルチリード ・マルチラベル ・マルチリードラベル					
通信形態		・デージーチェーン ・簡易ネットワーク					
機能設定		LCD+設定スイッチおよびホストコンピュータによるシリアル設定					
同期入力方式		本文表4 参照					
表示		16桁、2行のLCD					
接続コネクタ引き出し方向		2方向				出荷時指定	
電源電圧		AC 100V					
使用周囲温度		0 ～40 ℃					

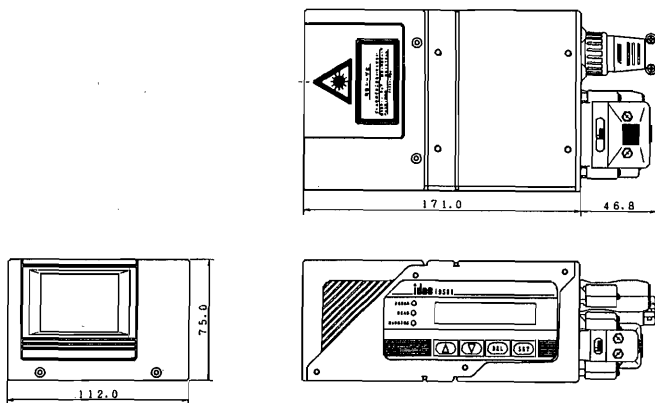


図5 IDS 80の外形図

表3 IDS 80の光学系構成部品

・光源	半導体レーザ (λ= 670nm)
・投光レンズ	非球面レンズ
・ポリゴンミラー	アルミニウム製10面
・モータ	3,000 rpm (500scan/sec)
・受光レンズ	アクリル製単レンズ
・受光素子	6分割ピンフォトダイオード
・光学フィルタ	・色ガラスフィルタ (筐体密) ・誘電体多層膜フィルタ (受光部)

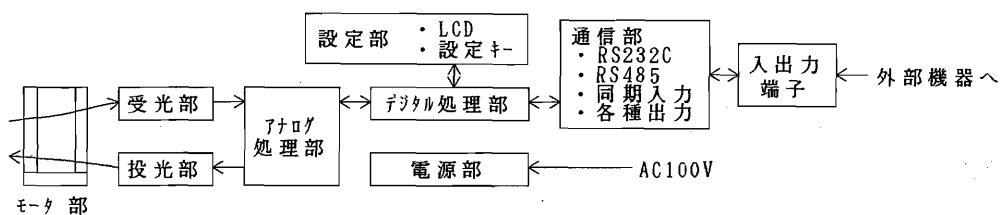


図6 IDS 80内部構成ブロック図

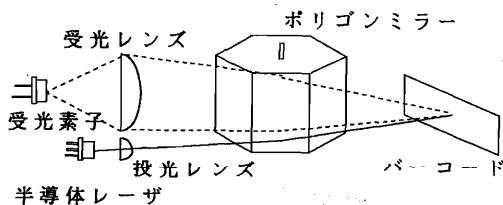


図7 IDS 80の光学系

のバー幅に応じた機種があり、近距離高分解能タイプ、中距離汎用タイプ、長距離低分解能タイプに分かれる。また、これらはそれぞれシングルスキャンタイプとラスタスキャンタイプを揃えている。

5.2 基本システム構成

IDS 80 の内部構成は図6 に示すように、

- ① 半導体レーザを駆動する投光部。
- ② レーザビームをスキャンさせるモータ部。
- ③ レーザビームのバーコードからの反射光を受光し、アナログ信号に光電変換する受光部。
- ④ アナログ信号の二値化処理を行うアナログ処理部。
- ⑤ 二値化信号からバーコードをデコーディングするデジタル処理部。
- ⑥ 外部機器とデータをやりとりする通信部。
- ⑦ 各種設定を行う設定部。
- ⑧ 電源部

の8つのブロックから構成されている。

5.3 光学系開発のポイント

BCRの性能の判断基準となる、広い読み取りエリアや高速スキャンを満足するには、処理回路系やソフトウェアばかりでなく、光学的にも数多くの技術が必要である。ここではその中からIDS 80 のスキャナ部のポイントを光学系の構成、投光光学系、受光光学系に分けて説明する。

5.3.1 光学系の構成

光学系の構成は、図7 に示すように同軸方式をベースとした異軸方式である。同軸方式との違いは、ポリゴンミラーの各面の最下部に投光系の光軸を、中心部分に受光系の光軸を配置することにより、受光系光軸上の障害物を取り除いた点である。これによりバーコードがBCRに接近してきた場合、拡散反射光の確保が難しいという欠点を解消した。また、各部の構成部品は表3 に示す通りである。

5.3.2 投光光学系

投光系には、球面や平面以外の楕円面や双曲面放物面をもつ非球面レンズを用いている。一般に回転軸対称の非球面の公式は次のように表される。³⁾

$$x = C\phi^2 / [1 + (1 - \varepsilon C^2 \phi^2)^{1/2}] + A_2 \phi^2 + A_3 \phi^3 + \dots + A_n \phi^n \quad (1)$$

$$\phi^2 = y^2 + z^2 \quad (2)$$

ただし、 x, y, z : 各面のローカル座標系の座標値

C : 面頂点曲率

ε : 2次曲面のパラメータ

$A_2 \sim A_n$: 2次～ n 次までの非球面係数

この公式にもとづき、種々のパラメータを決定し、目的とするレンズを得ることができる。

非球面レンズを使用する利点には、次のような項目が挙げられる。

- ① 球面収差を少なくできる。
- ② F 値の大きな明るいレンズが作れる。
- ③ レンズ構成の簡素化が図れる (コストダウン)。

IDS 80 で用いている非球面レンズには、さらに大きな特長がある。このBCRには性能別に3種類のバリエーションがあるが、それらのすべてをレンズの焦点調整とアナログ回路系の電圧レベルの調整のみでカバーしている。つまり、生産にあたって機種別に部品管理をする必要性や、工程を変更する必要性をなくすることが可能である。

5.3.3 受光光学系

前述したように、この光学系における投受光の関係は本質的に異軸方式になるので、図8に示すように受光レンズによって受光素子上に結像されるスポットが、バーコードの距離によってずれを生じてしまう。そこで、これを解決するため、図9に示す6分割のピンフォトダイオードを用いている。その理由は次の2つである。

- ① 有効面積の大きなピンフォトダイオードを使うと、素子の接合容量が大きくなる関係から信号に対する周波数特性が悪くなる。
- ② 6分割のピンフォトダイオードを使うことにより、バーコードがBCRに近づくことによる受光量の大きな変化が容易に調整できる。

さて、バーコードからの反射光量は、次式の通り距離の2乗に反比例する。

$$P \propto 1/L^2 \quad (3)$$

空気中での光の減衰はないものとする、筐体から50mmの位置での反射光と1000mmの位置での反射光では400倍もの差が生じる。しかし、処理回路系のダイナミックレンジは電源電圧によって必然的に決定されるので、アナログ処理の手法に制限を受けることになる。

次に6分割ピンフォトダイオードにおける、それぞれの素子の相対出力と距離変化の実測データを図10に示す。このデータから、拡散反射光が受光レンズによって素子

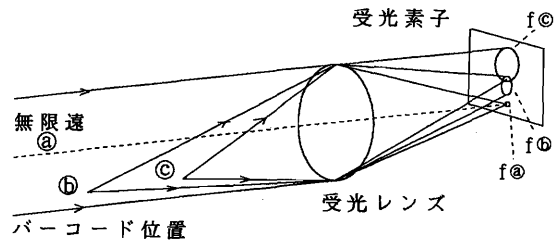


図8 距離の違いによる受光焦点位置の関係

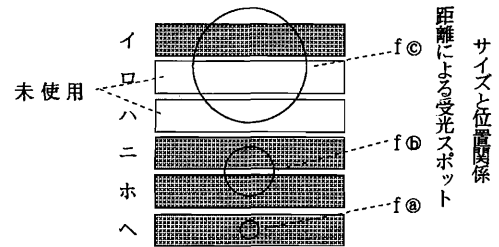


図9 受光スポットサイズと位置の関係

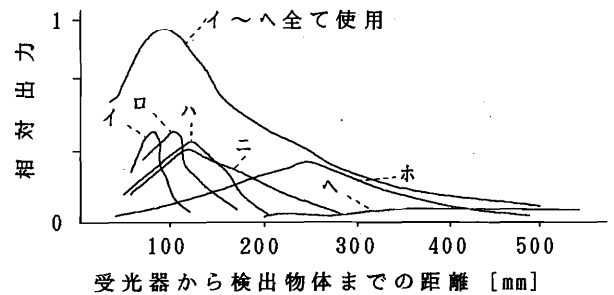


図10 6分割ピンフォトダイオードの距離変化特性

イ～ホに、重複して集光されていることがわかる。この集光特性を利用して、図10に示す最も出力の大きい2つの素子ロとハを切り離し、入射する光に対する信号をなくすことで、実際のアナログ信号の振幅が30倍程度の幅でおさまるように構成した。

5.4 アナログ処理のポイント

ここでは、光電変換を行う受光回路とそこから得られるアナログ信号をリアルタイムにデジタル変換する二値化回路について記述する。

5.4.1 受光回路

受光回路の処理内容は、受光素子で光電変換された信号を増幅し、かつダイナミックレンジを広げるために直流成分を除去することにある。

受光素子で発生した電流を電圧に変換する回路におい

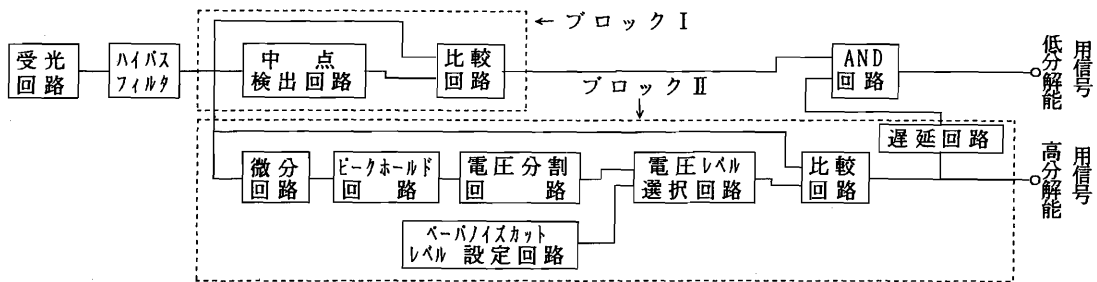


図11 二値化回路

ては、電流が微小であるため入力インピーダンスを大きくする必要があり、プリント基板がもつ浮遊容量が大きく関与する。このため受光素子の接合容量にも考慮しながら、周波数特性の補正を行っている。

周波数特性は、バーコードの読み取り距離と深く関係しており、バーコードがBCRに近いとき周波数は低く、かつ振幅が大きい。逆に速いときは、周波数が高く振幅が小さくなる。このため、近くからより遠くのバーコードを読み取ることが可能となる周波数特性を持った回路を構成した。

5.4.2 二値化回路

IDS 80 の二値化回路は、太いバーコードを遠くまで読み取らせる低分解能と、細いバーコードを中、近距離にて正確に読み取らせる高分解能の二種類に分けることにした。

(1) 低分解能二値化回路

低分解能二値化回路は、受光回路からのアナログ信号を図11に示すブロック I で二値化する自動追従形を採用した。

図12(a)①のアナログ信号はハイパスフィルタで直流成分を取り除かれ、交流成分の中点検出回路で検出した信号②と、もとの交流信号とを比較して(b)に示すような矩形波信号に変換する。このときバーコード信号と同時にペーパーノイズ成分も二値化されてしまい、バーコードの左右マージン信号の検出が不可能となる。このため、図11のブロック II 部分でノイズキャンセル信号③を生成し、ペーパーノイズ部分とバーコード部分を分離させている。

この生成方法は、受光回路の信号を微分信号(c)に変換し、ピークホールド回路で得られた信号をペーパーノイズ信号に対する S/N が最適となる値に分割させたのち、ペーパーノイズカットレベルより大きい部分のみを取り出す。次に、この得られた信号は、もとの微分波形と比較しレベルの大きい信号のみ遅延回路を通し生成する。

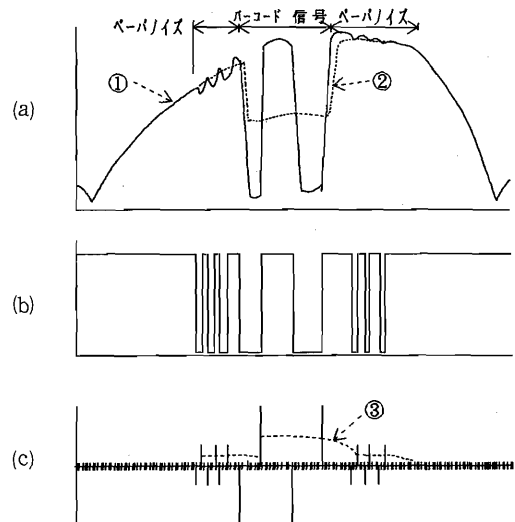


図12 二値化信号

ここで得られたノイズキャンセル信号③と、図11のブロック I で生成した信号(b)のANDを取り、最終二値化信号としてデジタル回路に送り込む。

(2) 高分解能二値化回路

高分解能二値化回路は図11のブロック II 部分のみを使用し、受光回路からの信号を微分して二値化信号を生成する。生成方法はノイズキャンセル信号と同様で、遅延回路前の信号をデジタル回路に送り込む。

5.5 デコーディングのポイント

本項ではデコーディング処理として、リアルタイム処理に関する概略とハードウェアによる高速処理およびソフトウェアによる高速処理の3点について述べる。

5.5.1 リアルタイム処理の実現

4.3項で説明したデコーディング処理をリアルタイムで行うため、

- ① ランレングス処理のハード化（専用IC化）。

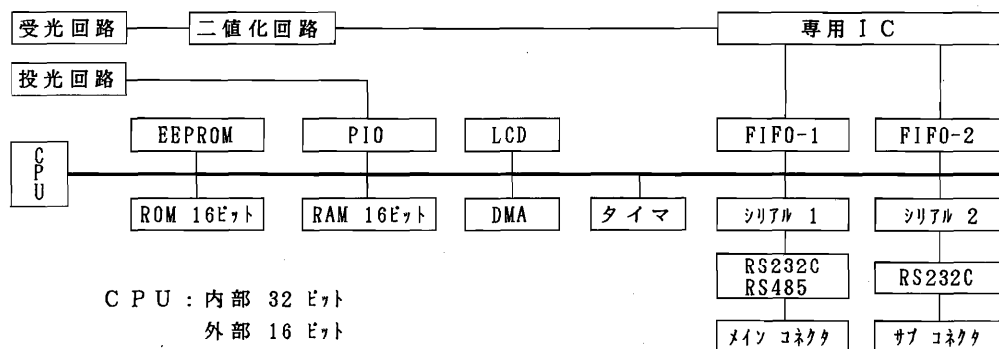


図13 デコーディング処理ブロック図

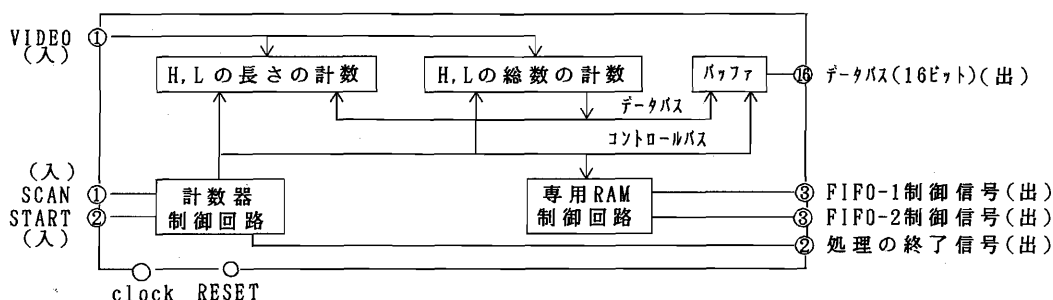


図14 専用ICのブロック図

② バッファメモリ（FIFOメモリ）の2ポート化。

③ 高速CPUの使用。

の3点を考慮した。このデコーディング処理系のブロック図を図13に示す。この基本動作は、

- ① 1スキャン内のバーコードの二値化信号を高速サンプリングし、ランレングスデータとしてFIFO-1に書き込む。
- ② その後CPUは、DMA転送によりCPUメモリに転送。
- ③ ソフトウェアによるデコーディング処理を行う。
- ④ ②・③の処理の間に次のスキャンのデータをFIFO-2に書き込む。

の動作をする。つまりこのランレングス処理とデコーディングを平行に行うことにより、リアルタイム処理が可能となった。したがって、1スキャン内に1デコードが可能となり、高速で移動するバーコードに対しても、読み取りトライ回数の少ない場合にも、十分対応が可能となり、さらに16ビットバス的高速CPUを使用することにより、多種多様なバーコードにも高速対応ができるようになった。

5.5.2 高速処理ハードウェア

BCRのデコーディング処理は、ランレングス処理とこのデータの書き込みを新規に開発した専用ICを用いて行い、その他の処理はソフトウェアで実現した。

今回開発した専用ICはBCRのデコーダ部に使用し、

二値化回路から取り込んだビデオ信号（バーコード読み取りによる2値化されたシリアル信号）を高速サンプリングし、H（High）・L（Low）の総数、および個々の長さ（16bit）を専用RAM（FIFO）に書き込む機能を有するICである。図14に本ICのブロック図を示す。

この専用ICの開発により、高速かつコンパクトで消費電力の少ない処理回路が実現できた。

5.5.3 ソフトウェア

デコーディングの概略フローを図15に示し、それぞれの処理内容について説明する。

(1) マージン抽出

バーコードは前述のように、その最初と最後に必ずマージン（余白）がある。このマージンを見つける方法として2種類の方法を用意した。

① 半固定マージン抽出

これは、図16に示すようにバーコードの大きさおよび読み取り距離に応じた値をあらかじめ設定しておき、この値とバーの幅を比較してマージンを抽出する方法である。この方法は、処理が高速に行えるという利点を持っている。

② 自動マージン抽出

半固定マージン抽出では、バーコードの大きさが異なる場合や、読み取り距離が一定でない場合にマージン抽出ができなくなる。この対策として、図17に示すアルゴ

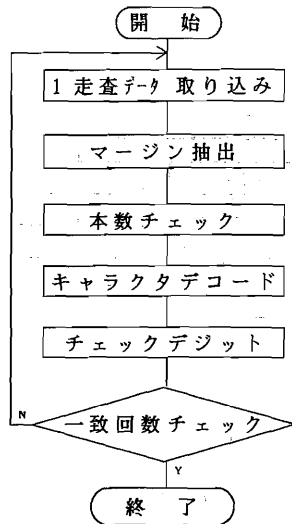


図15 標準デコーディングフロー

リズムを考案した。なお、この処理においては、読み取りバーコードの中で最も小さいマージンがJANコードの7倍であることから、マージンの判定基準を1モジュールの6倍以上とした。

(2) 本数チェック

スタートマージンとストップマージンの間のバーの本数をチェックする。バーコードは、その種類によりバーの本数が決まっている。例えば、JANの標準バージョンでは59本であり、コーダバーでは $15 + 8N$ 本 (N は桁数) である。このチェックにより、バーコード以外の文字などを誤ってマージン抽出してしまった場合に、以降の処理を行う前にキャンセルすることができる。

これは、処理速度および誤読防止の両面において有効な手段である。

(3) キャラクタデコード

ここでは例として、JANコードの場合について説明する。JANコードでは1つのキャラクタは7モジュールで構成される。従って、規格通りに印刷されたバーコードの場合には、以下の手順でデコードできる。

- ① 2本の黒バー幅と2本の白バー幅を足しあわせる。
- ② ①で得られた値を7で割る。
- ③ ②で得られた値で、4本の各バー幅を割ることでよりモジュール数を得る。

しかしながら実際のバーコードは、すべて規格通りに印刷されているとは限らない。印刷状態の悪いバーコードの場合には、上記の方法ではデコーディングできないことがあるので、以下のようにバー幅の比率を仮定してデコードを行う。

- ① 2本の黒バー幅：2本の白バー幅 = 2：5 と仮定する。

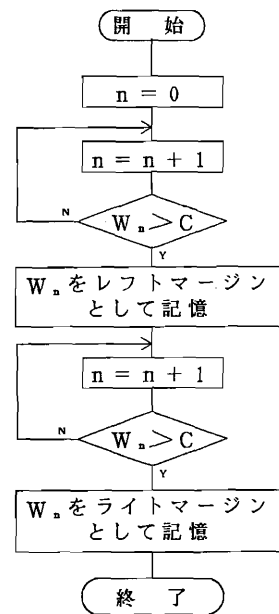


図16 半固定マージン抽出

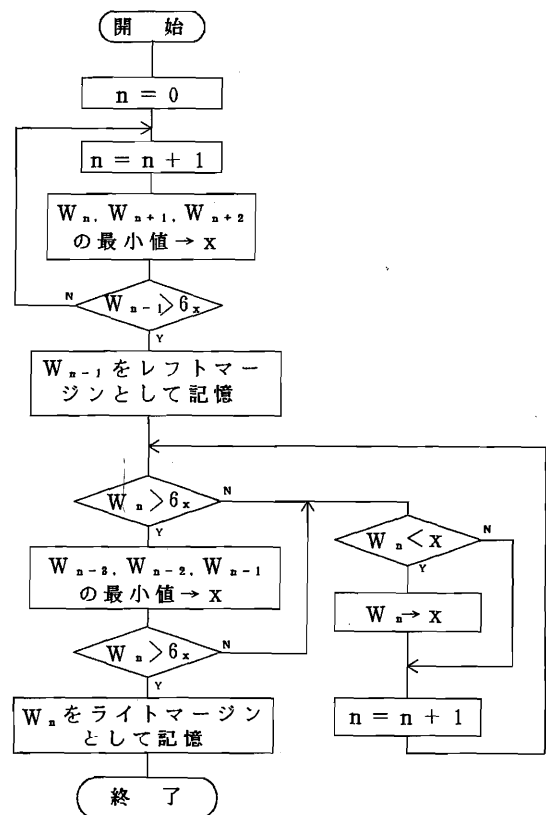


図17 自動マージン抽出

- ② 2本の黒バー幅：2本の白バー幅＝3：4と仮定する。
- ③ 2本の黒バー幅：2本の白バー幅＝4：3と仮定する。
- ④ 2本の黒バー幅：2本の白バー幅＝5：2と仮定する。

以上の4つの仮定でのデコーディング結果の中から最も正しいと思われる結果を採用する方式をとった。

このように、二段構えの構成をとることにより高速性と高読み取り率を実現した。

(4) チェックデジット

各コードの種類に応じたチェックデジットの計算を行い、誤読がないか調べる。

(5) 一致回数チェック

さらに、誤読防止のため、同一デコーディング結果が複数回得られたかをチェックする。

5.6 システム化

IDS 80 は、様々なアプリケーションに対応したバーコードリーディングシステムの構築が可能となるように、多彩な機能を盛り込んでいる。

5.6.1 同期入力機能

同期入力モードには、表4に示すように全部で8種類のモードがあり、その中で今までにない方法として内部同期モードを搭載している。このモードは、汎用の回帰反射形光電スイッチの動作原理を用い、図18に示すように、BCRと反射板の間に検出物体が入り、レーザー光が遮られることにより同期が入る方法である。光源にはバーコード読み取り用の半導体レーザを用い、受光はバーコード読み取りと同じ受光経路を使用した。

5.6.2 読み取り機能

読み取りモードには、シングルリード、マルチリード、マルチラベル、マルチリードラベルの4種類のモードがある。

- ① シングルリード：一種類のバーコードのみを読み取る。
- ② マルチリード：最大10種類の読み取り設定内容中のバーコードを1枚読み取る。
- ③ マルチラベル：A I A G、E I A Jなどの多段バーコードにおいて、最大10種類のバーコードをすべて読み取る。
- ④ マルチリードラベル：最大10種類の設定内容の内、同期が入っている間にバーコードが来れば、そのバーコードを読み取る。

上記マルチラベル、マルチリードラベルモードにおいて、バーコードの種類他に、桁、チェックデジット、

表4 同期入力モードの種類

外部	シングル	ノーマル	①同期ONの間バーコードを読む
	ワンショット		②同期の立ち上がりより任意の時間の間バーコードを読む
	ダブル		③同期1の立ち上がりから同期2の立ち上がりの間バーコードを読む
	ノーマル		④レーザー光が遮られている間バーコードを読む
内部	ワンショット		⑤レーザー光が遮られてから任意の時間の間バーコードを読む
	ノーマル		⑥シリアル同期ONコマンドから、OFFコマンドが入力されるまでバーコードを読む
シリアル	ワンショット		⑦シリアル同期ONコマンドから、任意の時間の間バーコードを読む
	オート		⑧同期入力が無く、バーコードが来れば読む
その他			

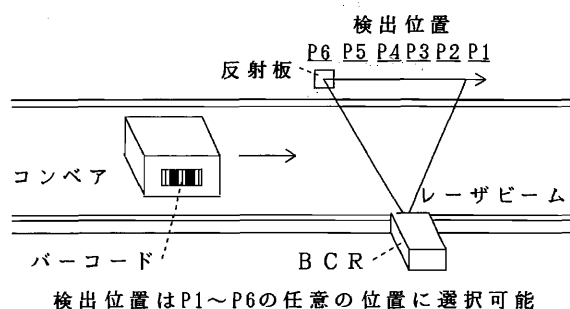


図18 内部同期の使用例

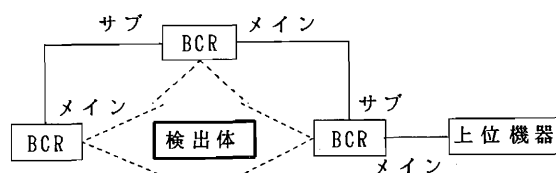


図19 デージーチェーン

一致回数、チェックデータを各バーコード毎に設定することにより、A I A G、E I A J、ユーザ独自の多段バーコードなどを容易に読み取らせることが可能である。

5.6.3 通信機能

シリアル通信は、メインとサブの2チャンネルを標準装備している。メインチャンネルのインタフェースは、RS 232C、RS 485の両インタフェースを用意しサブチャンネルはRS 232Cのみである。

通信方法は、メインチャンネルと上位間の1対1通信の他に、デージーチェーンおよび簡易ネットワークが選択可能である。ここでは、RS 232C、RS 485の1対1通信については紙面の関係で省略する。

(1) デージーチェーン

メイン・サブチャンネルのRS 232Cを使用し、図19のようにカスケード接続する。このデージーチェーン

は、一同期にて数個のバーコードを複数台のBCRで一挙に読み取らせ、そのデータを上位に送信する通信方法である。データ出力方法には、下記の3種類の方法があり選択が可能である。

- ① 上位機器に近い順に全BCRのデータを送信。
- ② バーコードを一番早く読み取ったBCRのデータのみ送信。
- ③ バーコードを読み取ったBCRの中で、上位機器に最も近いBCRのデータのみ送信。

①の場合は、各BCRのデータ間に任意のデータを区切りとして挿入することも可能である。

(2) 簡易ネットワーク

MPX (マルチプレクサ) をマスタとして、メインチャンネルのRS485を使用し図20のように接続する。この簡易ネットワークは、各々のBCRをRS485にて接続し、内部バスにポーリングプロトコルを用いて、最大32台のBCRを一括管理可能な通信方法である。

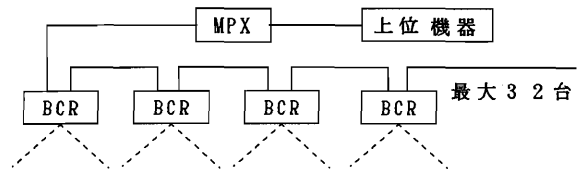


図20 簡易ネットワーク

表5 比較データの登録例

① ? 1 2 ? 4 と登録した場合 1 2 3 4 不一致 A 1 2 3 4 一致 A 1 2 A 4 一致 A 1 2 4 不一致	② ? ? ? と登録した場合 3桁であればすべて一致
③ ! 1 2 と登録した場合 1 2 一致 3 4 5 1 2 一致 A B 1 2 一致 4 5 2 2 不一致	④ ! 1 2 ! と登録した場合 1 2 一致 4 5 1 2 一致 1 2 3 4 一致 3 4 5 6 不一致

5.6.4 データ比較機能

データ比較機能は、あらかじめ登録したデータと読み取ったデータを比較照合し、一致、不一致を出力する。この機能を使用することで、仕分け、異種混入防止などがIDS80単体で行えるため、上位コンピュータを用いない簡単なシステムの構築や上位コンピュータの負担を軽減することが可能である。

比較データの登録数は、トータルで4000バイト以内でかつ、300ブロック以内である。また、特殊文字を登録データに使用することで、表5のような比較を行う。つまり、特殊文字“?”は、すべての文字を表し、特殊文字“!”は、すべての文字群を表す。

5.6.5 自己診断機能

自己診断機能により内部のポリゴンミラーモータおよび半導体レーザの異常を検出し、LEDを点灯、LCDに内容の表示を行いオープンコレクタ出力で警告、警報を出力する。

警告出力は、ポリゴンミラーモータの寿命予知出力でモータの交換時期を知らせる。この寿命予知の方法は、電源が入っている間、定期的にモータの回転時間を監視することにより行っている。

警報出力は、ポリゴンミラーモータおよび半導体レーザが故障した時に出力する。この警報の検出は、電源投入時と同期入力が入る毎に行う。

6. 今後の展開

以上述べた内容を含め、IDS80形BCRの製品としての代表的特長をまとめると次のようになる。

- ① 同一光学系で読み取り性能別に三機種をカバーしているため短納期でローコストである。
- ② 500スキャンの高速読み取りと、1スキャン1デコーディングを実現。
- ③ コンパクトな筐体内にデコーディング処理回路および電源回路その他処理回路を内蔵し一体形を図った。
- ④ 制御系の端末機器として通信機能を充実。
- ⑤ 各種機能設定はLCD表示器を内蔵した簡単な対話方式を採用。読み取り中はデータ表示を始め、多くのメッセージを表示。
- ⑥ 筐体に対し、読み取り方向と結合コネクタの引き出し方向の自由設定が可能。
- ⑦ 読み取り物体検知機能を内蔵させ、読み取りのための外部センサを省略する機能を付加。
- ⑧ 豊富なバーコードの種類設定、クロススキャン対応、読み取り方法、同期入力、その他種々細かな設定が可能のように考慮されている。

バーコードを用いた総合制御システムを始め益々発展するであろう各種応用に対応すべき内容は多く、このためには高度な光学技術や信号処理技術が必要となってくるが、今後も引き続き展開を図る予定である。

7. まとめ

以上、物流やFA分野に適応した定置式バーコードリーダーIDS80の概要を説明した。俗にバーコードは生き物であると言われるが、これはバーコードの印刷関係がす

べてユーザで管理されているため、規格に100%対応できた物はほとんどなく、微妙な違いが読み取りに大きく影響するからである。また、ターゲットのバーコードは非接触で読み取るため、最適状態にセットされていることも稀である。今回の開発では、これらを克服し安定した読み取り性能に仕上げるために努力し、当初の目標を達成することができた。

最後に、開発に当たり多くの関係諸兄から有意義なアドバイスや情報を戴いたことに深く感謝致します。

参考文献

- 1) JANシンボルによるソースマーキングマニュアル
財団法人 流通システム開発センター
- 2) バーコードのすすめ
エーアイエム ジャパン
- 3) 実用プラスチックレンズ
内尾舜二著 日刊工業新聞社

