UDC［681.327.12：003.62］：53.082.5

FAバーコードリーダ

辻　伸彦（つじ　のぶひこ）　高崎　靖夫（たかさき　やすお）　平田　哲夫（ひらた　てつお）

1 まえがき

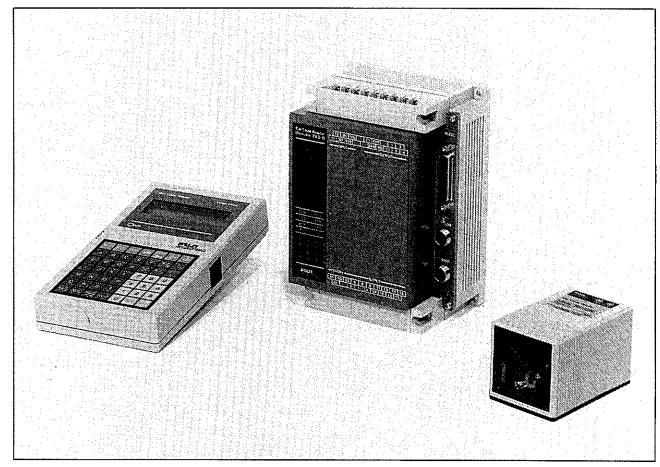
バーコードシステムは，POSをはじめとして各方面で情報処理のツールとして今や必須のものとなってきている。

一方，FAにおいては少量多品種向きのフレキシブルな生産方式実現のために，生産時点情報管理（POP）システムの導入が推進されている。このPOPシステムは生産時点の管理データを設備，ワークなどから直接取り込み，入出荷管理，工程管理，生産計画などに結びつけるもので，その情報処理のツールとしてバーコードシステムは有効な手段とされている。

富士電機はこのFAシステム用として，パーソナルコンピュータ（パソコン）を使用せずにバーコードシステムを容易に構築できる新しい形のバーコードリーダPK2シリーズを平成元年に発売した。PK2シリーズはセンサが小形，自動仕分け（照合判定出力）機能，ネットワークインタフェース（Tリンク）などの特長を持っている。

今回このPK2シリーズに，可視光（発光波長670nm）の半導体レーザダイオード（LD）を採用した可視光形センサ2機種を新たに開発した。以下，その有用性，特長を中心にPK2シリーズのラインアップを紹介する。**図1**にPK2シリーズの外観を示す。

図1　PK2シリーズ



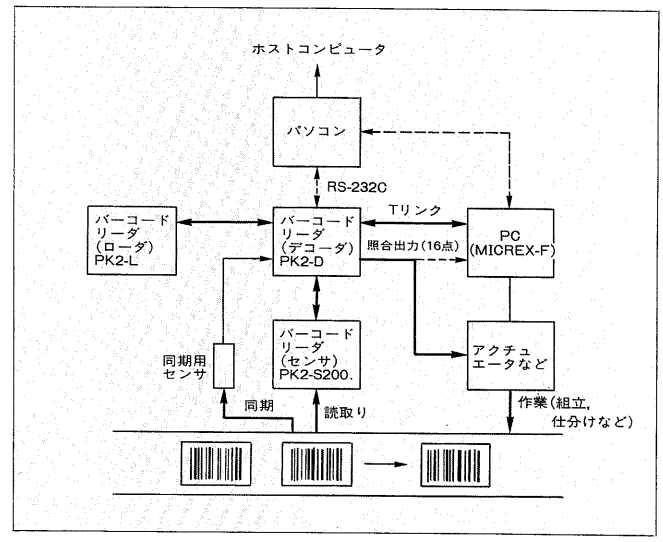
AF89-531

2 PK2シリーズの構成と機能

PK2シリーズを用いたシステム構成を**図2**に示す。このPK2シリーズはバーコードをレーザ光で高速走査し，読み取るセンサ（形式：PK2-S），センサで読み取ったバーコードデータを解析処理し，通信および出力するデコーダ（形式：PK2-D），バーコードデータを表示したり，照合条件などを設定するローダ（形式：PK2-L）で構成されている。

デコーダは，インタフェースとしてRS-232CとTリンクを持っており，バーコードの読取りデータおよび照合条件などの設定データをパソコンおよびプログラマブルコントローラ（PC）MICREX-Fと授受できる。さらに，物流や生産の現場で必要となるバーコードの読取りデータとあらかじめ設定したデータとの一致・不一致を判定して仕分け，異物混入などを行う照合機能を内蔵し，その出力（16点）で直接アクチュエータを駆動できる。そのため，パソコンを使用せずにバーコードリーダ単独でリアルタイムの分類，仕分け制御ができる。

図2　システムの構成例



辻　伸彦

昭和48年入社。光応用センサの研究・開発に従事。現在，（株）富士電機総合研究所応用装置研究所。

高崎　靖夫

昭和49年入社。制御機器，FAセンサの開発・設計に従事。現在，吹上工場器具設計部課長補佐。

平田　哲夫

昭和46年入社。電子応用製品の開発試験に従事。現在，吹上工場器具設計部。

3 不可視光形センサ

PK2シリーズのセンサとデコーダの内部の基本構成を**図3**に示す。

センサは，発光波長780nmの不可視光LDの光ビームをポリゴンミラーで偏向し，バーコード面上を走査（200回/秒）し，その反射光を光電変換して，信号増幅および2値化信号にした後，デコーダへ出力する。LED光源は見えないレーザビームの走査線の位置を表示するために使用する。可視光形センサの場合，このLEDは不要となる。

4 可視光形センサ

4.1 可視光LD

可視光LDは，一般に入手できるようになってから2年半がたった。その間，比較的安価で製品群も豊富になった。特に寿命が10万時間（T_c＝25℃）を超え性能は大きく向上した。

このことから，バーコードリーダの光源として従来から使用されてきたHe-Neガスレーザおよび不可視光LDは，今後可視光LDに置き換わると思われる。

4.2 可視光形の特長

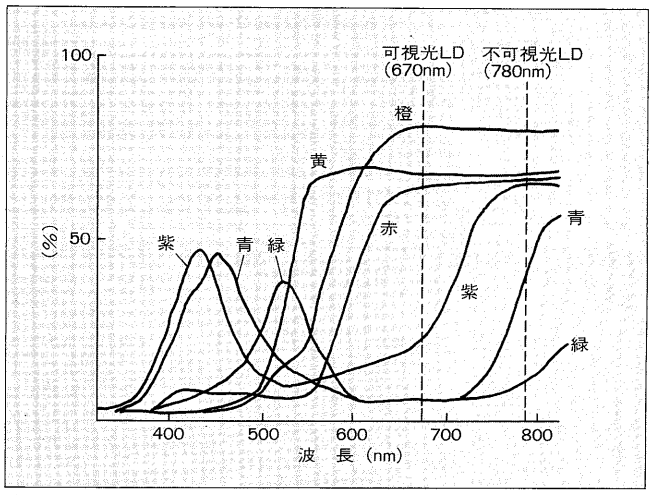
(1) バーコードの読取り姿勢調節が簡単

可視光LDは，不可視光LDに比べ比視感度が1,000倍ほど高いために，バーコードラベルの上を走査するレーザビームの位置が肉眼で観測できる。そのためバーコードラベルとセンサとの読取り姿勢調整の時間が短くなる。

(2) 細いバーが読みやすい

レンズで絞れるレーザビームの大きさは，発光波長に比例する。発光波長670nmの可視光LDは，発光波長780nmの不可視光LDに比べ15%ほどレーザビームを細くできるために，その分細いバーが読める。

図4　色の分光特性



(3) 色彩バーが読める

可視光LDにより識別できるバー色彩は，不可視光LDよりも多く，青・紫系統も可能となる。これは**図4**に示す色の分光特性から明らかなように，可視光LDの方が不可視光LDを使用した場合よりも，青・紫系統の色と白色との濃淡差を大きくとることができるためである。

さらに，可視光LDでは不可視光LDでできなかった感熱紙に印刷されたバーコードの識別が可能となるために，リーダの適用分野が一層広がる。

4.3 投光レンズとビーム径

バーコードリーダの性能は，細いバーを読み，その読取り深度が大きいことで評価される。そのためには，光源とそのビーム集光用レンズの最適設計を行う必要がある。

図5に投光光学系を示す。この光学系のビーム径は次の

図3　バーコードリーダの構成

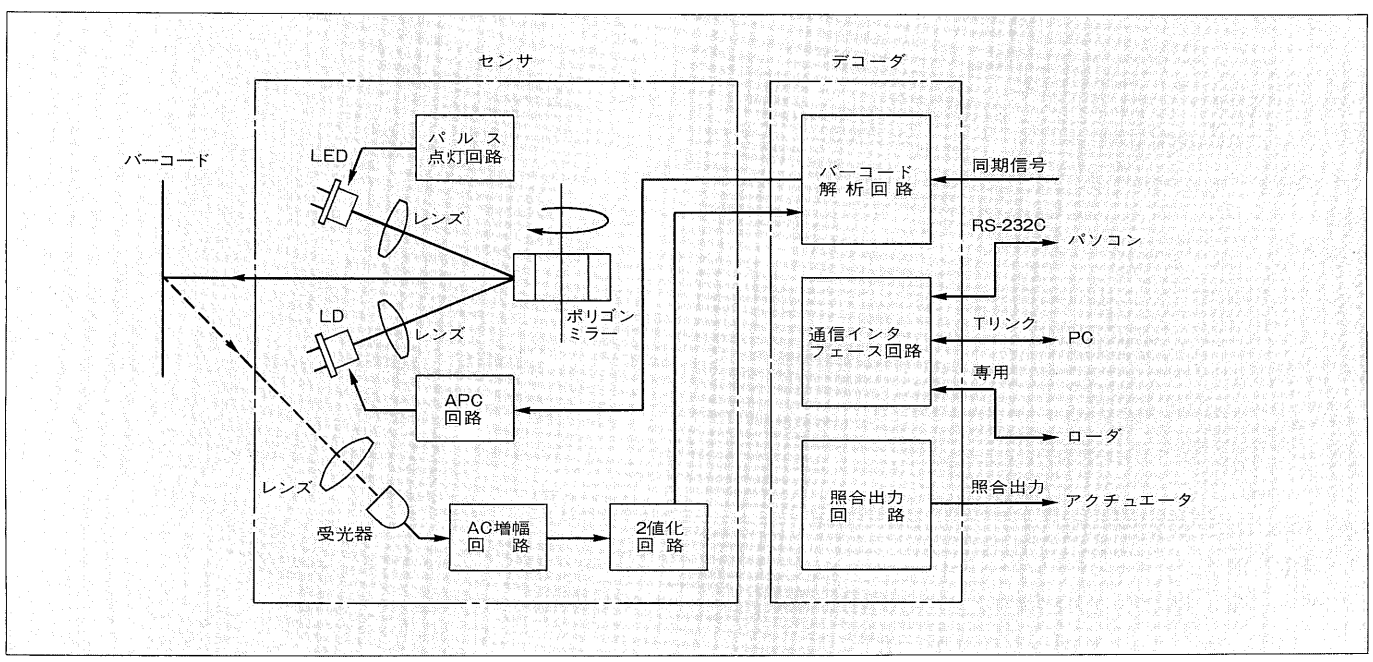


図5　投光光学系

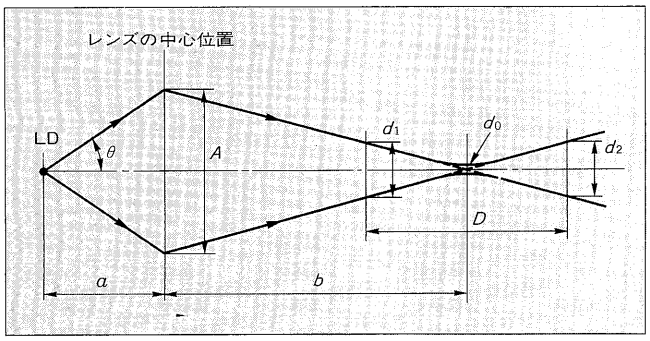
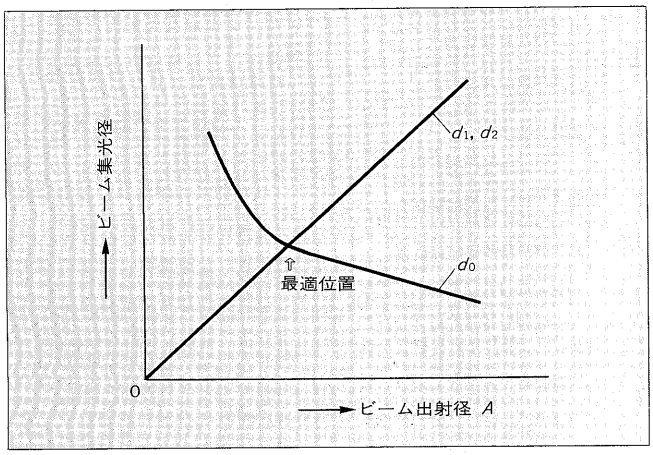


図6　ビーム出射径とビーム集光径



二つの式で表される。

$d_0 \cong 4K\lambda b/\pi A$ ……(1)

$d_1 = d_2 = AD/2\ b$ ……(2)

K：けられの係数

λ：LDの発光波長

b：ビームウエスト位置

A：ビームの出射径

D：読取り深度

d_0：ビームウエスト径（限界ビーム径）

d_1：ビームウエスト位置より前側のビーム径

d_2：ビームウエスト位置より後側のビーム径

式(1)から分かるように細いバーを読むためには，レンズからのビームの出射径 A を大きくし，ビーム径 d_0 を細くする必要がある。逆に読取り深度を大きくするためには，式(2)のビームの出射径 A を小さくし，ビーム径 d_1 および d_2 を細くする必要がある。

これらは相反するが，**図6**に示すように d_0，d_1 および d_2 が等しくなるビームの出射径 A を選定し，そのビームの出射径 A から使用するLDの広がり角度 θ と，LDの発光点とレンズとの距離 a を決定することによってLDと投光レンズの関係が最適化される。

4.4　標準形と長距離形の違い

(1)　構造・構成

標準形（PK2-SV200）と長距離形（PK2-SV400）の外観および内部の構造はすべて同じであるが，光学的には読取り深度方向のほぼ中心となるビームウエストの位置が異なり，その位置は標準形が200mm，長距離形が400mmである。これはLDとそのビーム集光用レンズの間隔を調整することによって設定する。電気的にはAC増幅回路の増幅度が異なる。

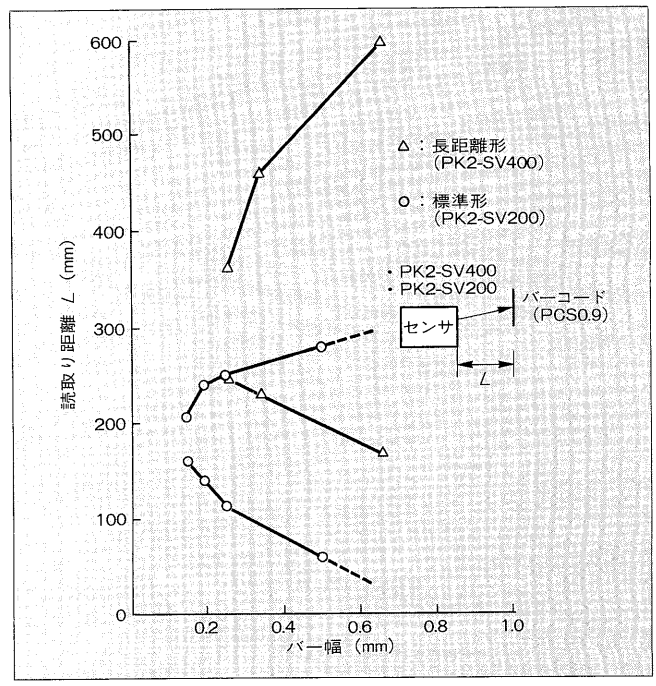
LDの光出力は標準形と長距離形ともクラスⅠに設定して，安全性を確保している。

(2)　読取り性能

図7に可視光形のバー幅と読取り深度の関係を示す。

長距離形は標準形に比べ細いバーの読取りが苦手になる。これは読取り距離が遠くなるにつれ反射光の受光器への到達レベルが弱まることにもよるが，長距離形の方が標準形に比べてレンズのビーム出力NA（Numerical Aperture）が小さくなり，式(1)の限界ビーム径 d_0 が大きくなるためである。

図7　可視光形のバー幅と読取り深度特性の一例



4.5　読取り性能例

(1)　バー幅対読取り深度特性

図8に示す特性例は，可視光形，不可視光形とも投光光学系のビームの出射径とビームウエストの位置をほぼ同じにした場合の細いバーと読取り深度の関係を示している。

この場合，可視光形は不可視光形に比べ発光波長 λ が短いため，式(1)と式(2)から分かるように細いバーに対する読取り深度特性が不可視光形を上回っている。

(2)　色彩バー対読取り深度特性

図9に示す特性例は，可視光長距離形での色彩バーの識別性能を示すものである。

5　PK2シリーズの仕様一覧

PK2シリーズは，光源の種類によって可視光形と不可視

表1　PK2シリーズの仕様一覧

形名	センサ		不可視光標準形 PK2-S200	不可視光短距離形 PK2-S100	可視光標準形 PK2-SV200	可視光長距離形 PK2-SV400
	デコーダ		PK2-D			
センサ	光源（LD）	nm	780	780	670	670
	読取り距離	mm	200	100	200	400
	読取り深度	mm	±35（バー幅0.19mm, PCS 0.9）	±20（バー幅0.19mm, PCS 0.9）	±35（バー幅0.19mm, PCS 0.9）	±75（バー幅0.5mm, PCS 0.9）
	走査幅	mm	160	90	160	220
	バー幅（細バー幅）	mm	0.15～1.0	0.15～1.0	0.15～1.0	0.5～2.0
	PCS値		0.5以上			
	バーの色彩		黒	黒	黒，緑，青，青紫	黒，緑，青，青紫
	走査回数	回/秒	200			
デコーダ	適用コード		インタリーブド2 out of 5，コーダバー，CODE39，JAN			
	読取り桁（けた）数		最大32桁（スタート・ストップコードを含む）			
	読取り方式		1回一致，2回一致，2/3回一致，3/4回一致，			
	照合出力		照合一致（GO）：16点，照合不一致（RD）1点			
	通信インタフェース		RS-232C，Tリンク			
寸法	センサ	mm	60×60×97	60×60×97	60×60×97	60×60×97
	デコーダ	mm	130×182×97			
	動作温度	℃	0～50	0～50	0～40	0～40

図8　バー幅と読取り深度特性の一例

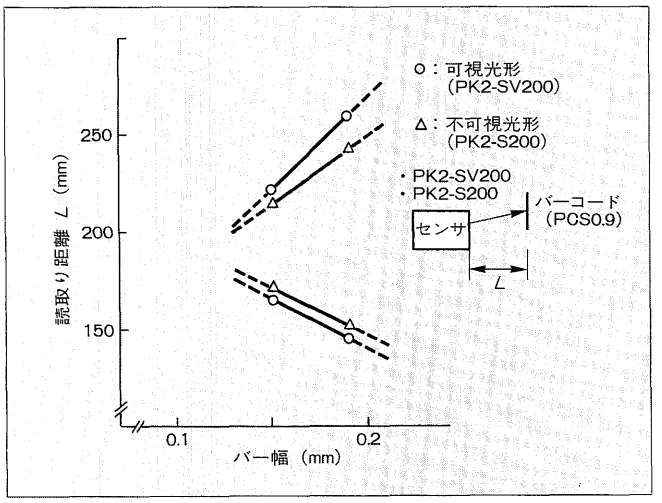
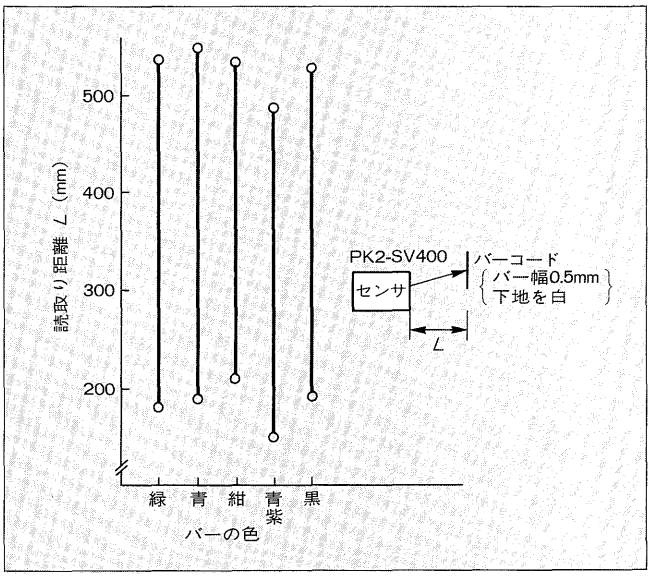


図9　色彩バーと読取り深度特性の一例



光形，読取り距離によって標準形，短・長距離形に分けられ**表1**に示すとおり全部で4機種になっている。今後，可視光形で短距離形などの品ぞろえを予定している。

6　あとがき

以上，今回開発した可視光形センサ（PK2-SV）を主体にPK2シリーズのラインアップを紹介した。

今後，さらに高性能，多機能化を図り，より一層使いやすいシリーズとして開発を推進してゆく所存である。顧客各位のご意見をいただければ幸いである。

最後に，今回の開発に当たり多大なご協力をいただいた関係各位に深く感謝を申し上げる。

参考文献

(1)　池田文幸ほか：FAバーコードリーダ，富士時報，Vol.62, No.10, pp.667-670（1989）

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。