

ダイレクトマーキング導入ガイドライン

Guideline for Introducing Direct Marking

2003年9月11日

(社) 日本自動認識システム協会

はじめに

インターネットの爆発的広がりを見せる今日、コンピュータを使った各種取組みは、企業における全ての書類や図面を無くし、オフィスまでも不要にする時代を連想させる。CAD/CAM システムを始めとして、TV 会議システムの導入など、あらゆる企業活動の場面においてコンピュータが導入され、ネットワークで結ばれ、自宅で業務を行うことも、夢物語ではなくなっている。

しかし、製造業において最も重要な業務は、最終的に製品を作り上げ、お客様にお届けして、安心してお使いいただくことにある。いくらネットワークの発達により、世界中の情報を瞬時に手に入れられる時代になろうとも、瞬時に製品を手に入れられることはない。そこには必ず生産・物流・販売という物理的な商活動が存在するのであり、距離及び時間的な制約を受ける。さらに情報化技術が進化し、ビジネススピードが早くなればなるほど、これに対応した生産・物流・販売のスピードが重要になってくる。こうした時代にあって、この生産・物流・販売に関わる業務における最も注目すべき技術は自動認識技術である。生産・物流・販売において、人の作業や判断を究極的に排除した場合、その製品が持つ情報を自動的に読取り、オンラインでやり取りされている情報と一元化しなければならない。新たなエレクトロニクスコマースの時代になって、自動認識技術の必要性はますます大きくなってきている。

また、地球的規模の課題として、地球温暖化、クリーンエネルギー開発、資源の有効活用などがクローズアップされている。特に資源の有効活用に関しては、製品の管理を従来のワンウェイ管理からライフサイクル管理へと転換する必要がある。この製品のライフサイクル管理を実現するためには、製品の製造現場や販売現場だけでなく、消費者に購入された製品が使用後に再利用される現場まで製品情報が維持される必要がある。そのためには製品に情報が直接付与されていることが望ましく、これにより必要な時に必要な情報を製品から直接取り出すことができる。製品に情報を直接付与する自動認識技術としてダイレクトマーキングが注目され、利用され始めてきた。このような社会環境の変化に着目して、2002年、(社)日本自動認識システム協会会員の公募及び一般募集を行い、(社)日本自動認識システム協会内にダイレクトマーキング研究会を発足させた。以後、各種サンプルの作成、読取評価、及び評価結果の検証、検討を行った。

本書はこのダイレクトマーキング研究会の研究成果として、広く公表するののものであり、企業におけるダイレクトマーキング導入時のガイドとして活用されることを願ってやまない。なお、最後に本書作成に当たった、研究会会員各位のご努力に深く感謝致します。

(社)日本自動認識システム協会
研究開発センター長
柴田 彰

執筆者

本ガイドラインの著作権は（社）日本自動認識システム協会と各章執筆者にあります。内容に関する問い合わせは（社）日本自動認識システム協会、又は各章執筆者にお願いします。

第1章 ダイレクトマーキングとは

第2章 ダイレクトマーキング研究会活動

（社）日本自動認識システム協会 研究開発センター長

柴田 彰（しばた あきら）

所在地：〒106-0032 東京都港区六本木3丁目1-28 オー・エヌ・オー六本木ビル2階

TEL: 03-5575-6231 (代) FAX: 03-3586-3132 E-MAIL: shibata@aimjapan.or.jp

第3章 システム構成

第4章 システム導入の手順

第7章 インクジェット方式によるマーキング装置

第8章 サーマルトランスファー方式によるマーキング装置

イーデーエム株式会社 営業本部 物流情報システム チーフ

石川 秀樹（いしかわ ひでき）

所在地：〒173-0004 東京都板橋区板橋3-5-2

TEL: 03-3964-4005 FAX: 03-3962-1252 E-MAIL: h-ishikawa@edm-net.co.jp

第5章 スキャニングレーザ方式によるマーキング装置

SUNX株式会社 LMP事業部 商品企画開発課

山崎 敬司（やまざき たかし）

所在地：〒486-0901 愛知県春日井市牛山町2431-1

TEL: 0568-33-7361 FAX: 0568-33-9054 E-MAIL: ty1163@sunx.co.jp

第6章 ドットインパクト方式によるマーキング装置

ベクトル株式会社 常務取締役

藤井 健治（ふじい けんじ）

所在地：〒431-0427 静岡県湖西市駅南2丁目12-16

TEL: 053-573-3838 FAX: 053-577-0118 E-MAIL: fujii-k@vecc.co.jp

第9章 読取り装置Ⅰ

松下産機システムエンジニアリング株式会社 システム事業グループ

観音 哲哉（かんのん てつや）

所在地：〒561-0854 大阪府豊中市稲津町3-1-1

TEL: 06-6866-8527 FAX: 06-6867-1210 E-MAIL: kannon.tetsuya@jp.panasonic.com

第10章 読取り装置Ⅱ

株式会社デンソーウェーブ 自動認識事業部 営業部 マーケティング室

黒部 高広（くろべ たかひろ）

所在地：〒105-0001 東京都港区虎ノ門4-2-12 虎ノ門4丁目MTビル2号館

TEL: 03-5472-6932 FAX: 03-5472-6869 E-MAIL: takahiro.kurobe@denso-wave.co.jp

製品問い合わせ窓口

製品に関するお問い合わせは以下にお願いします。

会社名	連絡先
ベクトル株式会社	藤井 健治 (ふじい けんじ) 技術開発 所在地: 〒431-0427 静岡県湖西市駅南2丁目12-16 TEL: 053-573-3838 FAX: 053-577-0118 E-mail: fujii-k@vecc.co.jp
イーデーエム株式会社	石川 秀樹 (いしかわ ひでき) 営業本部 物流情報システムグループ 所在地: 〒173-0004 東京都板橋区板橋 3-5-2 TEL: 03-3964-4005 FAX: 03-3962-1252 E-mail: h-ishikawa@edm-net.co.jp
SUNX 株式会社	山崎 敬司 (やまざき たかし) LMP事業部 商品企画開発課 所在地: 〒486-0901 愛知県春日井市牛山町2431-1 TEL: 0568-33-7361 FAX: 0568-33-9054 E-mail: ty1163@sunx.co.jp
株式会社 デンソーウェーブ	高井 弘光 (たかい ひろみつ) 自動認識事業部 営業部 マーケティング室 所在地: 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 4-2-12 虎ノ門 4 丁目 MT ビル 2 号館 TEL: 03-5472-6932 FAX: 03-5472-6869 E-mail: hiromitsu.takai@denso-wave.co.jp
松下産機システム エンジニアリング 株式会社	小林 圭一 (こばやし けいいち) システム事業グループ 所在地: 〒561-0854 大阪府豊中市稲津町 3-1-1 TEL: 06-6866-8527 FAX: 06-6867-1210 E-mail: keiichi.kobayashi@ps.mie.mei.co.jp

目次

第1章	ダイレクトマーキングとは	1
第2章	ダイレクトマーキング研究会活動	7
第3章	システム構成	15
第4章	システム導入の手順	17
第5章	スキャニングレーザ方式によるマーキング装置	19
第6章	ドットインパクト方式によるマーキング装置	33
第7章	インクジェット方式によるマーキング装置	43
第8章	サーマルトランスファー方式によるマーキング装置	49
第9章	読取り装置Ⅰ	55
第10章	読取り装置Ⅱ	65

1. ダイレクトマーキングとは

(1) ダイレクトマーキングの定義

本ガイドラインでの「ダイレクトマーキング」とは、製品（物品、部品及びその梱包）にラベルやシールを貼るのではなく、「各種の方法で、直接製品に記号をマークする技術及びマークされた記号を自動認識する技術の総称」と定義する。

(2) マーク技術

製品に直接マークする技術としては、レーザーマーキング、ドットインパクトマーキング、インクジェットマーキング、サンドブラストマーキング、サーマルマーキングなどの技術があるが、本ガイドラインではまず現在すでに利用実績のあるレーザー、ドットインパクト、インクジェット、サーマルを対象とした。

(3) マーク記号

自動認識の目的で利用容易なマーク記号としては、OCR（Optical Character Recognition）、1次元シンボル（表 1-1 参照）、2次元シンボル（表 1-2 参照）などが考えられるが、本ガイドラインではダイレクトマーキングに比較的適している、マトリックスタイプの2次元シンボルを対象とした。サンプルの作成、評価、検討は主として、QRコードにて実施した。

種類	特徴	用途
CODE39  * A B B 9 *	英数字(35字) 特殊文字(7字) チェックデジット(モジュラス 43) 2値コード(3 of 9)	<ul style="list-style-type: none"> ●米国自動車業界 ●米国電子部品業界(EIA) ●電子情報技術産業協会(JEITA) ●国際郵便
I 2of5 	数字 2値コード(2 of 5) キャラクタ寸法が短い	<ul style="list-style-type: none"> ●配送梱包用標準コードとして EAN で標準化 ●欧州、米国、アジアなど世界約 100 カ国共通のシンボル ●菓子、加工食品、日用品業界
EAN/UPC 	数字 チェックデジット(モジュラス 10) 4値コード	<ul style="list-style-type: none"> ●共通商品コードとして EAN で標準化 ●欧州、米国、アジアなど世界約 100 カ国共通のシンボル ●値札、棚札、クーポン券、会員カード等に広く利用
CODE128 	Full ASCII(102字) チェックデジット(モジュラス 103) 4値コード	<ul style="list-style-type: none"> ●EAN-128 は、共通商品コードの情報補完用として EAN で標準化。欧州、米国、アジアなど世界約 100 カ国共通のシンボル ●日本チェーンストア協会が SCM ラベルに EAN-128 を採用。
CODABAR 	数字、特殊文字(6字) チェックデジット(モジュラス 16) 2値コード(2 of 7) キャラクタ間寸法がフリー	<ul style="list-style-type: none"> ●宅配便 ●各種会員カード ●書留郵便 ●レンタルビデオ ●図書館の書籍ラベル ●クリーニングの管理タグ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ISO 規格として標準化の対象外</div>





表 1-1 1次元シンボルの種類と特徴

(4) 必要性

IT技術の進歩により、情報システムは目覚ましい発展を遂げており、物流（工程、工場、輸送）における情報化においても、製品の製造から販売まで一貫した情報管理が可能となり、良い製品を安く消費者に提供するという製造業者の使命に大きく役だっている。さらに、近年、大きな問題となっている環境問題や資源の有効活用などを考慮すると、製品のリサイクル、リユースまでを視野に入れた製品のライフサイクル管理の仕組みを早急に確立することが望まれている。例えば、日本における代表的工業界である自動車、

エレクトロニクス（家電）業界にとって最大の課題の一つは、リサイクル法に対応したリサイクル率の向上である。食品業界においては、0-157や狂牛病などに代表される食品の安全性問題の解決である。医療においては、患者本人や薬及びその投薬量などの間違いに代表される医療システムの安全性問題の解決である（図 1-1）。これらの問題を解決するためには、まず、すべての製品に容易に消えない方法で必要な情報を付与し、その情報を自動認識する手段と、作業を指示する情報システムの構築が不可欠である。

表 1-2 2次元シンボルの種類と特徴

種類	特徴	用途
PDF417 	スタック型 Full ASCII 及びバイナリ 英数字 1850 字、漢字 554 字 誤り訂正機能(リードソロン)	●米国自動車工業会 ●米国電子機械工業会(EIA) ●米国通信情報産業協会(TCIF)
DATA MATRIX 	マトリクス型 Full ASCII 及びバイナリ 英数字 2335 字、漢字 778 字 誤り訂正機能(リードソロン)	●米国自動車工業会 ●米国電子機械工業会(EIA) ●米国半導体工業会(SEMI)
MAXI CODE 	マトリクス型 Full ASCII 及びバイナリ 英数字 93 字 誤り訂正機能(リードソロン)	●米国自動車工業会 ●米国繊維産業(VICS)
QR CODE 	マトリクス型 Full ASCII 及びバイナリ 英数字 4296 字、漢字 1817 字 誤り訂正機能(リードソロン)	●米国自動車工業会 ●日本自動車工業会(JAMA) ●日本自動車部品工業会(JAPIA) ●電子情報技術産業協会(JEITA)

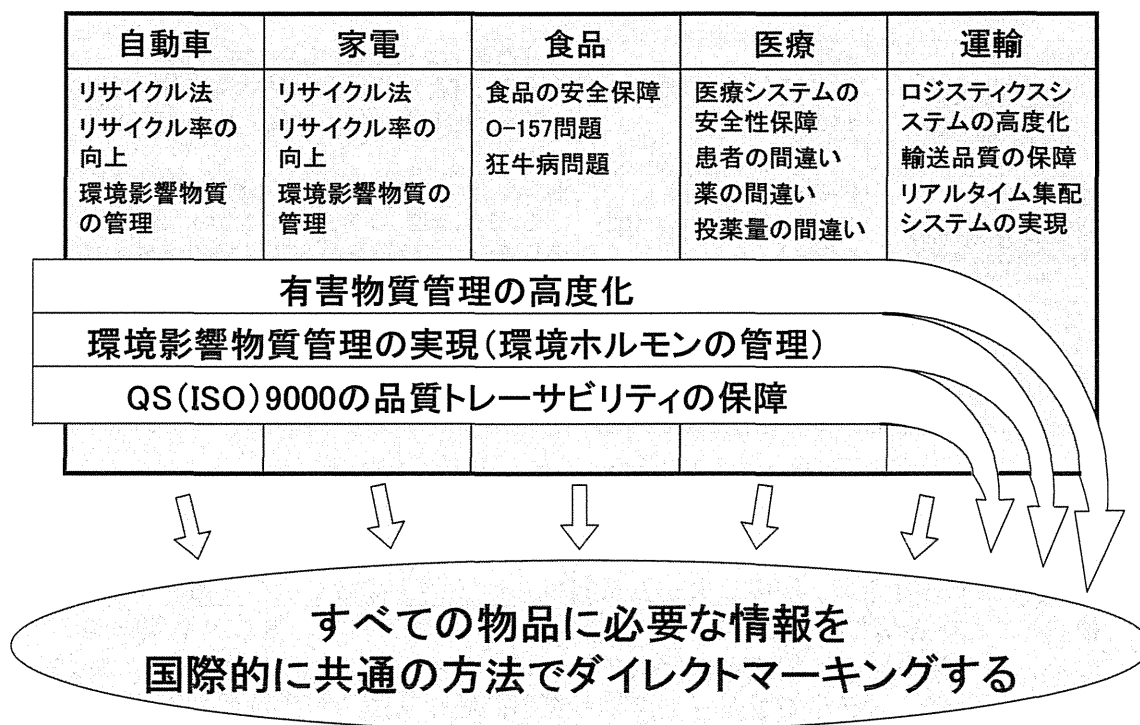


図 1-1 ダイレクトマーキングの必要性

(5) 技術的課題

ダイレクトマーキングは、多種多様な製品、素材にマーキングしなければならない。したがって、マーキング方式も素材の多様性に応じて、レーザ、ドットインパクト、インクジェットなど使用する必要がある。そのため、紙に印刷するのに比べると印字品質の標準化は容易ではない。しかし、各企業が独自の方法で行うと、企業、業界の枠を越えての利用が困難になるばかりではなく、逆に共通利用の障害となる可能性があり、どうしても標準化を推進する必要がある。ダイレクトマーキング研究会では、この課題解決の第一歩を踏み出すべく、利用度の高い素材、マーク方法に限定して標準化を検討した。今後はさらに検討を行い、国際標準の実現を目指す予定である。

(6) 国際動向

米国を中心としてダイレクトマーキングの必要性が急速に高まっている。特に航空機分野（ATA）、宇宙分野（NASA）、自動車分野（AIAG）、軍事分野（USDoD、NATO）などで安全性の確保、ISO 9000 品質トレーサビリティの保障、サービスマンテナンス性向上、及び資源の有効活用の一貫として、製品に2次元シンボルを直接マーキングする研究が急速に進んでおり、また一部で既に使用され始めている。また ISO TC20 WG13 では、航空宇宙産業をベースにして全産業で共通的に利用できるダイレクトマーキングのアプリケーション規格を作成中である。ダイレクトマーキング研究会では、以下の文書を参考にし、国際規格との整合を図った。

- Application of data matrix identification symbols to aerospace parts using direct part marking methods/techniques --- NASA Technical Handbook
- Integrated Data Processing Materials Management --- ATA SPEC 2000
- Specifications For Part And Component Bar Codes ECV/VCVS --- General Motors
- Parts Identification and Tracking Application Standard --- General Motors
- ISO TS 21849 Product Identification – Integrated Data Processing Part Management

ATA: Air Transport Association

NASA: National Aeronautics and Space Administration

AIAG: Automotive Industry Action Group

USDoD: United States Department of Defense

NATO: North Atlantic Treaty Organization

(7) 用途

a) 生産管理

製品に対応した工程の情報がペーパーレスで、データベース化が可能となる。すなわち、製造履歴としてライン名、検査データなどを自動的に記録し管理できる。これらの用途では、管理に要するデータ量比較的多く、マーキングスペースは少ないのが常である。例えばプリント基板に代表されるように、マーキングスペースが少ないので、専有面積が小さくかつ、多量のデータをマークできる2次元シンボルが最適である。マーク法として従来からラベル貼付で対応していたが、はがれたり、ラベル発行/貼付の工数がかかったりするので、レーザーマーキングやシルク印刷などによるダイレクトマーキングが利用され始めている。

b) 受発注

資材発注、受入検品、在庫管理（先入れ先出し徹底）等の効率的な一貫システムの構築ができる。

c) 製品改良

製品の部品構成が個別に把握できるので、部品個性と全体性能との相関の追求ができ、製品の性能向上が容易に可能となる。

d) サービス

航空機、鉄道車輛、自動車などは安全性を確保するためにメンテナンスが必須となっている。この場合、部品レベルでの情報が必要であり、例えば10個の部品をメンテナンスしたとすると、1部品当たり、50桁以上の情報入力が必要となる。したがって、全体で500桁以上のキー入力が必要となるが、この作業効率が大きな問題となる。しかし、部品に情報（企業名、品名、品番、ロット番号、製造年月日等）がダイレクトマーキングされていれば、メンテナンス内容を入力するだけで、効率的に、しかも正確にデータベース化が可能となる。したがって、次回メンテナンス時の計画立案が容易となる。さらに、市場故障時（事故時）の原因究明が容易（迅速）となる。もちろん、表示すべきコンテンツが業界などで統一されている必要がある。

e) 品質保証

ISO 9000では、使用部品が市場故障した場合、その故障原因の究明と対策及び設計へのフィードバックが義務づけられている。市場故障した場合、現状では伝票処理による手続で実施されているケースが多く、迅速な市場故障情報の入手が困難である。したがって、リコールなどにつながる様な市場故障への対応も後手に回ることが多い。故障解析には現物が必要であるが、故障のすべての現物を回収することは不可能であり、選択的回収をせざるを得ない。この場合、現状のネームプレート等に表示してある情報程度では、情報不足（ロット不良等の対策が不可）であるが、詳細情報を部品にダイレクトマーキングしていれば迅速な選択的回収が可能となる。

f) リユース、リサイクル

現在、家電製品及び自動車でのリサイクルが注目を集めているが、現状のリサイクル率（家電50%目標、自動車75%）は、満足出来るものではない。また、リサイクルは、部品を破砕して、分別回収すれば良いというものではなく、事務機器業界が行なっている様に、再利用出来る部品は使用していくという基本的考え方が重要である。この再利用を促進するためには、現状の部品情報では不足であり、さらに現場での自動入力手段が必要となる。製造業においては、製造中止後8年間にわたるメンテナンス部品の確保は大きな経済的負担（図面、型、専用治具等の整備、保管）となっており、リユースを促進することにより、この期間の短縮が可能となる。したがってリユース市場を立ち上げ、活性化することが必要であり、その為には部品に必要十分な情報が付加出来るダイレクトマーキング技術の活用が必要不可欠である。

g) 環境保全

過去のフロン、重金属、環境ホルモンなどの環境問題は、環境への影響が確認された時点ではすでに市場に影響物質が出回っており、回収が困難となっている。それはその影響物質を含む部品（特に樹脂部品、アッセンブリ部品）に必要十分な情報が付加されていないからである。今後は、ダイレクトマーキングにより部品（特に化学部品）に詳細情報を付与することにより、回収の義務付け、迅速化が可能になる。

(8) 用語

本ガイドラインでは、データキャリア（1次元シンボル、2次元シンボル等）関連の用語は、JIS-X0500を基礎とした。JIS-X0500は2002年に改訂され、バーコード関連の用語が追加された。従来から慣例的に使用されている用語と異なるものもあるが、本ガイドラインではあえて新しい用語を採用した。印字装置固有の用語については、各章に用

語を追加した。

(9) 参照規格

本ガイドラインでの参照規格を以下に列記する。

JIS-X0503: 2000

バーコードシンボル—コード 39—基本仕様

JIS-X0504: 1996

バーコードシンボル—コード 128—基本仕様

JIS-X0510: 1999

2次元コードシンボル—QRコード—基本仕様

JIS-X0520: 2001

バーコードシンボル印刷品質の評価仕様—1次元シンボル

ISO/IEC 15416: 2000

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code print quality test specification -- Linear symbols

ISO/IEC 15417: 2000

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code symbology specification -- Code 128

ISO/IEC 15419: 2001

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code digital imaging and printing performance testing

ISO/IEC 15421: 2000

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code master test specifications

ISO/IEC 15423-1: 2001

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code scanner and decoder performance testing -- Part 1: Linear symbols

ISO/IEC 15426-1: 2000

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code verifier conformance specifications -- Part 1: Linear symbols

ISO/IEC 16022: 2000

Information technology -- International symbology specification -- Data matrix

ISO/IEC 16388: 1999

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code symbology specifications -- Code 39

ISO/IEC 18004: 2000

Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Bar code symbology -- QR Code

ISO/IEC 19762:

Information Technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Harmonized Vocabulary; Part 1 - General Terms Relating to Automatic Identification and Data Capture (AIDC); Part 2 - Optically Readable Media (ORM); Part 3 - Radio-Frequency Identification (RFID)

2. ダイレクトマーキング研究会活動

(1) はじめに

IT技術の進歩により、情報システムは目覚ましい発展を遂げており、物流（工程、工場、輸送）における情報化においても、製品の製造から販売まで一貫した管理が可能となっている。しかし、近年、大きな問題となっている環境問題や資源の有効活用を考慮すると、リサイクルまでを視野に入れた製品のライフサイクル管理の仕組みを早急に確立することが望まれる。（図2-1参照）

その為には最低でも業界団体レベルで、表2-1に示すようなレイヤ0からレイヤ5までを完了させる必要がある。レイヤ0は素材へのマーキング技術であり、印字機器メーカーの範囲である。レイヤ1は、マーキングの読み取り技術であり、リーダメーカーの範囲である。レイヤ2はデータキャリアの標準化であり、特にレイヤ0とレイヤ1との整合性を保証する役目を成す。これにより利用者がデータキャリアを安心して利用することが可能となる。レイヤ3はデータキャリアにどのような内容を格納するかを決定するもので、利用者に直接関わるレイヤである。レイヤ4はデータキャリア利用者の情報システムに関わるものである。レイヤ5はアプリケーション標準化レイヤであり、レイヤ3、レイヤ4の標準化である。このレイヤ0～レイヤ5までを完成させるためには、まず、レイヤ0～2を完成させる必要があり、その技術の確立が緊急の課題である。このような状況の中、(社)日本自動認識システム協会では、ダイレクトマーキング研究会を発足させ、まずレイヤ0からレイヤ2の完成を目指して研究に着手した。

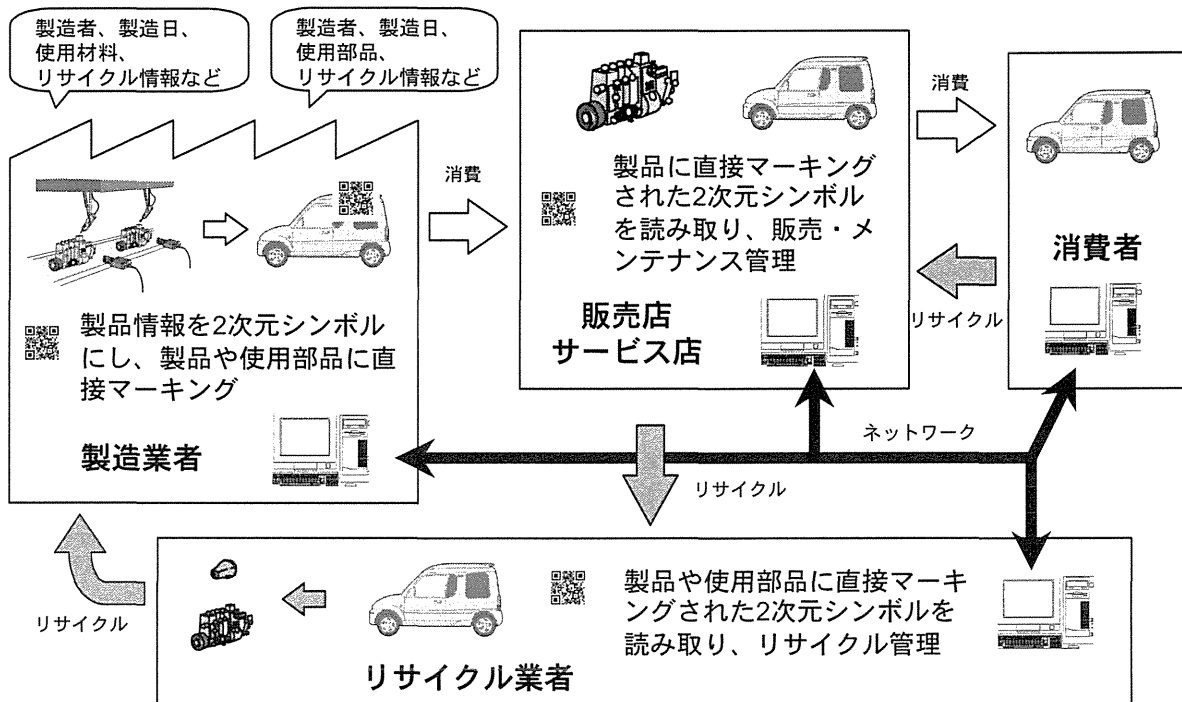


図2-1 製品のライフサイクル管理

表 2-1 ダイレクトマーキングのレイヤ

Layer 5 アプリケーション標準化	
ISO TC20、ISO TC122、IEC TC91、 AIAG、ODETTE、EIA、EDIFICE、JAMA/JAPIA、JEITA … 参照規格：ANSI MH10.8.7、AIAG B-4、EIA 706、EAN/UCC UCC1、NASA HDBK-P027	
Layer 4 情報システム（ネットワーク検索／受発注システム）	
検索	受発注
詳細情報、危険物、環境影響物質、 メンテナンス、保障限度 …	企業コード、ロケーションコード、製品コード、 製造年月、使用年月、価格、数量、納期 …
Layer 3 コンテンツの決定	
企業コード、製品コード、製造年月日、保障条件、構成素材、材料明細 …	
Layer 2 マーキング標準化	
ISO/IEC JTC1 SC31 参照規格：ISO/IEC 15416（印刷品質）、ISO/IEC 15423（読み取り機）、 ISO/IEC 15426（検証器）	
Layer 1 ダイレクトマーキングの読み取り技術	
光源	読み取り技術
自然光、ハロゲン、 蛍光灯、電灯、赤色光	照明角度 受光センサ
Layer 0 素材へのダイレクトマーキング技術	
素材	マーキング技術
金属（鉄、アルミ、銅） 樹脂（ゴム、回路基板） ガラス、シリコン	レーザーマーキング、インクジェット ドットピンマーキング、ケミカルエッチング サンドブラスト、ドライトランスファー

(2) 技術的課題

製品の製造現場や販売現場だけでなく、消費者に購入された製品が使用後に再利用される現場まで製品情報が維持されるためには、製品に情報が直接付与されていることが望ましく、これにより、必要な時に必要な情報を製品から直接取り出すことができる。技術的手法はいくつか考えられるが、比較的安価にかつ半永久的に製品に情報を直接付与する技術としては、2次元シンボルが最適である。（表 2-2 参照）2次元シンボルは、1次元シンボルより多くの情報を少ないスペースに印刷できる技術として、製造業を中心にその利用が広がっている。

現在、製造業では、物品に関する各種情報を1次元シンボルでラベルや伝票に印字記録し、それらを物品に付与することで、情物一致を実現している。しかし、ラベルの剥離による紛失、汚染・損耗などによる読み取り不能、或いは故意によるラベル交換等、情物一致が万全ではない。さらに1次元シンボルについては、紙又は、アルミニウムの素材によるネームプレートに印刷された状態で使用されており、物品に直接マーキングされている事例は少ない。これは製品・部品の素材が金属や樹脂など多種多様な素材でできているとともに、マーキングの方法もレーザーエッチングや打刻など様々であり、マーキング及び読み取り技術が網羅された形で確立されておらず、標準化されていないことに起因している。

表 2-2 2次元シンボルと1次元シンボル

項目	2次元シンボル	1次元シンボル
情報量	約 2,000 文字	約 20 文字
情報の種類	英数字、カナ、漢字	英数字
記録密度	20~100	1
データの復元機能	あり	なし

(3) 研究会発足の経緯

2000年1月に(株)デンソーウェーブが中心となり、ダイレクトマーキング研究会発足のための提案書を(社)日本自動認識システム協会の企画運営会議に諮り、承認を得た。その後(社)日本自動認識システム協会会員への公募及び会員外への一般募集を行い、表2-3に示す企業の参画を得て、2002年2月に正式発足した。

表 2-3 ダイレクトマーキング研究会 会員名簿

会社名	入会責任者	連絡担当者
ベクトル株式会社	藤井 健治 常務取締役 静岡県湖西市駅南2丁目12-16	藤井 健治 常務取締役 静岡県湖西市駅南2丁目12-16
イーデーエム株式会社	安達 拓洋 管理部物流情報システム グループ マネージャー 東京都板橋区板橋3-5-2	石川 秀樹 管理部物流情報システム チーフ 東京都板橋区板橋3-5-2
SUNX株式会社	松尾 健司 商品企画部 部長 春日井市牛山町2431-1	神谷 東志一 商品企画部 テクニカルマネージャー 春日井市牛山町2431-1
株式会社 デンソーウェーブ	柴田 彰 自動認識事業部 主幹 刈谷市昭和町1-1	黒部 高広 自動認識事業部 営業部 東京都港区虎ノ門4-2-12
日本電気株式会社	松本 勝広 レーザーソリューション事業部 第一レーザー技術部長 相模原市下九沢1120	尾野間 一也 レーザーソリューション事業部 エキスパート 相模原市下九沢1120
松下産業機器株式会社	小林 圭一 松下産機エンジニアリング プロジェクトリーダー 豊中市稲津町3-1-1	久保 二郎 情報システム機器事業部 課長 豊中市稲津町3-1-1

(注) 日本電気株式会社は2003年時点で、表2-3に示す部署は変更されている。

(4) 研究会活動

【第1回研究会】(2002年2月27日)

委員長、副委員長、研究会略称(PDMS-WG)を決定した。委員長から最近の国際情勢を説明し、研究会の活動計画を策定した。

【第2回研究会】(2002年3月27日)

家電製品、自動車を対象にして、マーキングする全ての素材のリストアップ(表2-4から2-7参照)と、サンプル製作のための素材及び印字条件の選定を行なった。(表2-8から2-13参照)同時に2次元シンボルの印字仕様を下記のように決定した。

印字シンボル：QRコード

印字桁数：17桁(21×21セル)、58桁(29×29セル)

モジュールサイズ：0.33mm標準(0.20~1.08mm)

【第3回研究会】(2002年5月9日)

作成したサンプルの(株)松下産業機器での読み取り結果の中間報告を行なった。

【第4回研究会】(2002年5月30日)

作成したサンプルの(株)松下産業機器での読み取り結果の最終報告を行なった。

松下産業機器(株)での読み取りテストでは、ごく一部を除き、特別な調整もなく読み取り可能であった。

【第5回研究会】(2002年9月3日)

作成したサンプルの(株)デンソーウェーブでの読み取り結果報告を行なった。

(株)デンソーウェーブでの読み取りテストでも、松下産業機器(株)と同様に、ごく一部を除き、特別な調整もなく読み取り可能であった。

【第6回研究会】(2002年11月6日)

第1回~第5回の活動を受けて「ダイレクトマーキング導入ガイドライン」の作成を決定し、各項目と作業分担を決定した。また、セミナーで研究成果を公表することに決定した。

【第7回研究会】(2002年12月19日)

「ダイレクトマーキング導入ガイドライン」の原稿校正し、ほぼ完成した。

表2-4 鉄鋼素材

鉄鋼	一般構造用圧延鋼	
	冷間引抜(ミガキ棒鋼)	SS440D
	機械構造用炭素鋼	S45C
鋼板	SPCC	
特殊鋼	合金工具鋼	SKS3
	クロムモリブデン鋼	SCM435
	ハイテン鋼	SNCxxx
	高炭素クロム軸受鋼	SUJ2
鍛造・鋳物	ねずみ鋳鉄品4種	FC250
ステンレス	SUS304(オーステナイト)	
	SUS316(オーステナイト)	
	SUS430(フェライト)	
	SUS440C(マルテンサイト)	
化学処理済	クロメート	
フッ素樹脂コーティング		
金属メッキ (対象材質は、鉄、鋼、 アルミ、真鍮等)	Niメッキ	
	亜鉛メッキ	
	クロムメッキ	
	金メッキ	

表 2-5 非鉄金属素材

アルミ合金	AlCu	2017
	Al-Mg	5052
	Al-Mg	5056
	Al-Mg-Si	6061
	Al-Mg-Si	6063
	Al-Zn-Mg	7075
アルミ合金鋳物	鋳物 2 種 A	AC2A
	鋳物 4 種 A	AC4A
	鋳物 4 種 D	AC4D
	鋳物 5 種 A	AC5A
	鋳物 8 種 A	AC8A
	鋳物 8 種 C	AC8C
化学処理済	白色アルマイト	
	黒色アルマイト	
銅合金	黄銅 3 種	C2801
	ばね用りん青銅	C5210
	アルミニウム青銅 1 種	C6161
	洋白 (2 種)	C7521
	快削洋白	C7941
銅鋳物	青銅鋳物 6 種	

表 2-6 非金属素材

紙	
木	
ダンボール (地肌)	
カートン (ボール紙)	
ゴム	シリコンゴム
	NBR (黒)
ガラス (強化、合わせ)	

表 2-7 高分子素材

ABS (アクリニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂)	
PA (ナイロン)	66 ナイロン
EP (エポキシ樹脂)	クレゾールノボラック
	ジシクロ
	ビフェニール
PC (ポリカーボネイト)	
PET (ポリエチレンテレフタレート)	
熱硬化性樹脂	MF (メラミン)
LCP (液晶ポリマ)	
PI (ポリアイミド) でされた加工面	
PP (ポリプロピレン)	
PPS (ポリフェニレンサルファイド)	
PS (ポリスチレン)	
アクリル	
UF (ユリア樹脂)	
ガラス入樹脂	66 ナイロン (GF30%)
	PBT (GF30%)
	EP (エポキシ樹脂) ジシクロ (GFxx%)
	POM (GF20%)
	エポキシ (GFxx%) レジスト色
高分子フィルム	PE フィルム
	PP フィルム
	PVC フィルム
	NY フィルム
	PET フィルム
塗装面	カチオン塗装
発泡スチロール	

表 2-8 SUNX 社サンプル

印字機種	LP-F10、LP-200
QR コード桁数	17、50
QR コードセルサイズ	0.50mm
素材	ABS 黒、ABS 白、PC 黒、黒クロメート、SUS、SPCC ナシジ、エポキシ基板、ガラス
各サンプル数	1
合計サンプル数	18

表 2-9 日本電気社サンプル

マーキング方法	ライン、塗りつぶし
印字速度	50mm/s
QSW 周波数	12KHz
発足	白色
QR コード文字数	10、17、50
QR コードセルピッチ	0.11、0.20、0.33、0.45mm
ハンチングピッチ	0.065、0.070、0.080mm
素材	SUS304、チタン板、水晶振動子、ハイテンション鋼、黒色パッケージ、黒色アクリル
各サンプル数	1
合計サンプル数	26

表 2-10 ベクトル社サンプル

印字機種	VM7820
ペン押し付け圧	1、2、4
空気圧	0.35MPa、0.45MPa
QR コードセルサイズ	21×21mm、29×29mm
QR コードセルピッチ	0.325、0.425、0.525mm
素材	アルミ、ステンレス、鉄
各サンプル数	1
合計サンプル数	18

表 2-11 EDM 社サンプル 1

印字機種	MDL5000
印字密度	5
印字距離	2～3mm
QR コード桁数	17 桁、58 桁
QR コードセルサイズ	0.27、0.54、0.81、1.08
素材	無延伸ポリプロピレン (CPP) 二軸延伸ポリプロピレン (OPP) ポリエチレンテレフタレート (PET) ナイロン (NY)
各サンプル数	3
合計サンプル数	96

表 2-12 EDM 社サンプル 2

印字機種	SD-3i
印字濃度	120%
印字速度	200mm/s
印字リボン	EGHR
QR コード桁数	17 桁、58 桁
QR コードセルサイズ	0.25、0.50、0.92、1.08
素材	無延伸ポリプロピレン (CPP) 二軸延伸ポリプロピレン (OPP) ポリエチレンテレフタレート (PET) ナイロン (NY)
各サンプル数	3
合計サンプル数	96

表 2-13 EDM 社サンプル 3

印字機種	MDL5000
印字密度	5
印字速度	10m/分
印字距離	2～3mm
QR コード桁数	17 桁、58 桁
QR コードセルサイズ	0.25、0.50、0.92、1.08
素材	アクリニトル・ブタジエン・スチレン 樹脂 (ABS)、ポリカーボネイト (PC)、 ポリプロピレン (PP)、塩化ビニール (PVC)、ナイロンフィルム、発泡スチ ロール、ゴム、木、ダンボール、ポー ル紙、シリコンゴム、アクリル
各サンプル数	3
合計サンプル数	288

3. システム構成

(1) はじめに

ダイレクトマーキングの特徴としては、製品の固有情報が製品自体に直接付加されている事が挙げられる。つまり、その製品が製品として成り立っている以上、包装形態、梱包形態が変わっても、また製品の集合体である統合製品の状態であっても、その情報が付加され続ける。このメリットを生かし、情報を製品に付加する事により、様々な目的の為に半永久的にその製品の情報を取り出す事が可能である。ダイレクトマーキングシステムとしては、製品にマーキングする部分と読み取りする部分の2つに分かれるが、実際には、製品に直接マーキングする技術、また、そのマーキングしたものを読み取る技術の融合が重要となる。

(2) システム構成

システム構成には、マーキング装置とリーダー装置は不可欠であり、使用目的に応じてシステムソフトの導入が必要になる。マーキング装置には、各々特徴があり、製品、製品材質、製品形状、使用目的などにあった装置の選定が必要となる。(図 3-1、3-2 参照)

a) マーキング装置

ダイレクトマーキングシステムとして、印字が比較的容易で実績のある3種類のマーキング装置を考慮した。

【レーザーマーキング装置】

レーザーを照射し、印字表面を融解、昇華、化学変化させる事によりマーキングを行なう装置

【ドットインパクトマーキング装置】

スタイラスと呼ぶ針状のペン先をマーキング対象物に衝突させて、対象物に物理的な窪みを作り、文字や二次元シンボルを形成する装置

【インクジェットマーキング装置】

インクを噴射し、インクを製品に付着させる事により、マーキングを行なう装置

【サーマルトランスファーマーキング装置】

直線的に列にならんだ発熱体に電位を与えて発熱させ、その熱エネルギーによりマーキングを行なう装置

b) リーダー装置

【固定設置型】

インラインでのスキャニング方式

【ハンディ型】

人によるスキャニング方式

c) システムソフト

仕様用途・目的に合わせ、生産履歴管理システム、出荷履歴管理システム、情報リンクシステム、データベース集積システム等のシステムソフトが必要になる。

(3) 留意点

ダイレクトマーキングシステムの導入には、目に見えない情報の管理が必要になる為、マーキングが出来、読み取りが出来るだけでなく、マーキングに価値を見出し、システムを構成する事が必要となる。

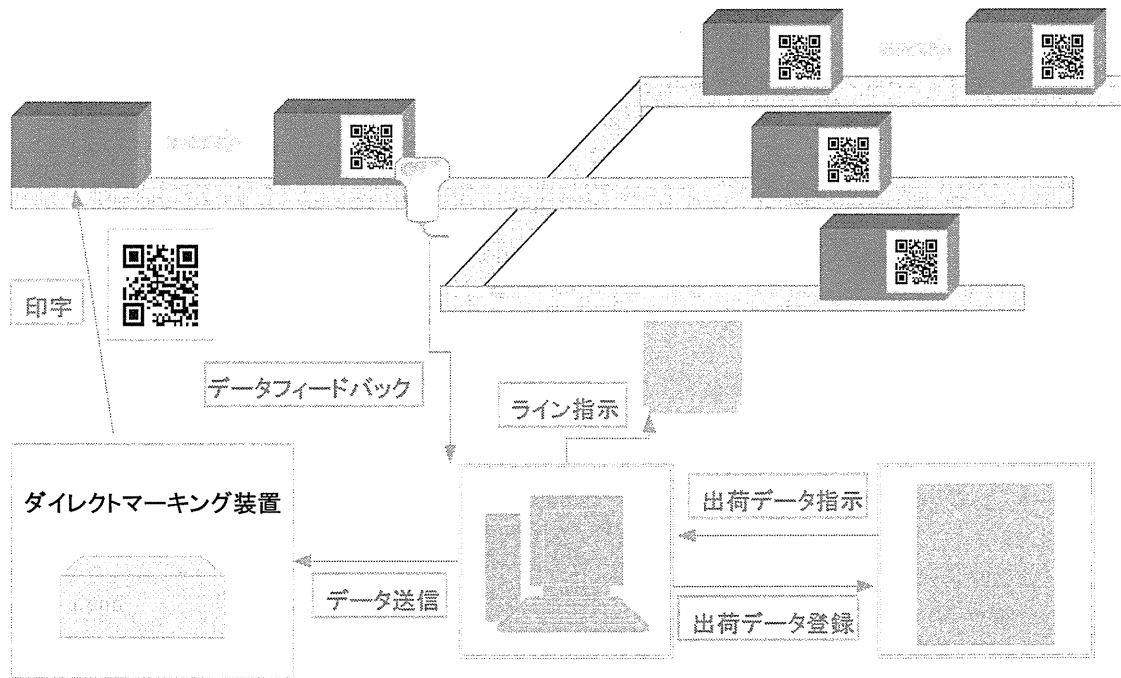


図 3-1 システム構成例 1

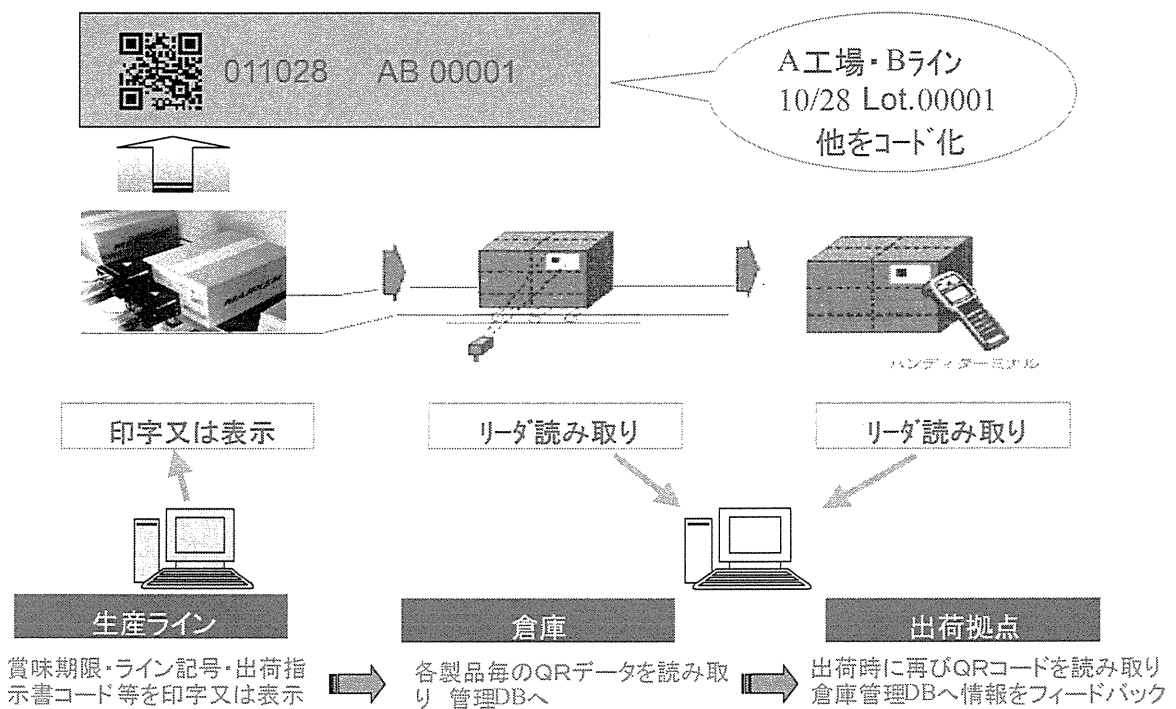


図 3-2 システム構成例 2

4. システム導入の手順

(1) はじめに

ダイレクトマーキングシステム導入の手順としては、どの様な製品にどの様な情報を持たせ、どの様な目的で利用するかを検討する事より始まる。目的を明確にして、情報を持たせないと、情報が氾濫するのみでシステムを導入するだけのメリットはない。直接製品へ情報を付加できるということは、製品自体に情報をもたせる事が出来、改ざん防止、及び半永久的に、製品情報を取り出せるという事である。導入のポイントとしては、製品に直接マーキング出来る技術と、その情報を間違いなく取り出せる技術の融合にこそあると考える。特に、製品の形状、材質、マーキング位置などを検討の上、マーキング装置、リーダー装置、ソフト、及びシステムを選定・導入する事が必要になる。

(2) 導入の手順

システムの導入の手順を以下に示す。

- 目的の決定
- 対象製品の決定
- 表示内容の決定
- 2次元シンボルの選定
- マーキング装置の選定
- リーダー装置の選定
- 制御、システムソフトの製作

(3) 目的の決定

目的とは、どの様な製品にどの様な情報をもたせ、どの様な用途で利用するかを決める事である。製品情報には、何を見出し、何を引き出したいのか、又は、何とリンクさせ情報を管理しておくのか等を明確にしておく。

(4) 対象製品の決定

製品の決定とは、製品自体の決定と、その製品の材質、重量、マーキング位置、マーキング寸法等、製品へマーキングする為に必要な事項をまとめる事である。

(5) 表示内容の決定

表示内容としては、どの製品情報をマーキングするかを決定する事である。

(6) 2次元シンボルの選定

情報量、マーキング寸法、読み取り精度の観点から、2次元シンボルの選定を行なう。2次元シンボルの種類は、情報量とマーキングスペースで決定される。

(7) マーキング装置の選定

マーキング装置には、様々なものがあるが、本ガイドラインのダイレクトマーキングシステムでは、導入が容易で実績のある、レーザーマーキング装置、ドットインパクトマーキング装置、インクジェットマーキング装置、サーマルトランスファーマーキング装置を選定した。その特徴としては、各項目を参照願いたい。

(8) リーダー装置の選定

リーダー装置で、2次元シンボルを読み取れるものは、多品種あるが、その用途（ハンディタイプ、インラインタイプ等）に応じ、選定して頂きたい。装置の仕様、相違点、特徴等については、各項目を参照願いたい。

(9) 制御、システムソフトの検討

基本的には、マーキング装置、リーダー装置の制御には、各種ソフトが必要な場合が多いが、前記内容が確立していればメーカー側で準備するため、導入する側では気にする必要性はない。本ガイドラインでは、情報の処理については、詳細説明しないが、システムソフトを利用し、どう活用するかが重要になる。

5. スキャニングレーザー方式によるマーキング装置

(1) はじめに

レーザーマーカは、従来、刻印・捺印・ラベル貼り付け・シルク印刷等によりマーキングを行ってきた多くの分野・用途において、高品質なマーキングが可能、消えないマーキングが可能、マーキングスピードが速い、非接触マーキングなのでワークにストレスがかからない、等のメリットが認められ、市場での販売実績を伸ばしている。レーザーマーキング方式には、マスク式／スキャニング式の2種類があり、使用するレーザーもCO₂/YAGに大別され、それぞれのタイプは各特徴を持って住み分けられている。レーザーマーキングの用途は、PL法、ISO9000等での履歴管理の徹底、又、ISO14000、リサイクル法などの環境対策の手段、更には本章でも述べる2次元シンボルのダイレクトマーキングによるトレーサビリティ管理での用途も広がりを見せ、市場は更に拡大していくと考えられる。本章ではSUNX株式会社製の機器を例にして述べる。

(2) スキャニング式レーザーマーカの特長

レーザーマーキングの方式には、スキャニング方式とマスク方式の2通りある。マスク式は、印字内容の種類数だけマスクを必要とする為、マスク生産に多額なコストが発生したり、品種切替時にマスクを交換する手間が発生する。一方、スキャニング方式は、印字内容の変更は、データの変更のみで、簡単に行なえ、コストもかからない。

スキャニング方式とは、図5-1に示すように、レーザー共振器からのレーザービームをガルバノメータスキャナと呼ばれる駆動素子(X軸・Y軸)に取り付けられたミラーにより自在に2次元走査させ、集光レンズによってワークに結像させてマーキングを行なうものである。そのマーキングは500文字/秒と非常に高速である。またレーザーは集光性に優れパワー密度が高く、小さなビームスポットが得られる為、微細なマーキングが可能である。

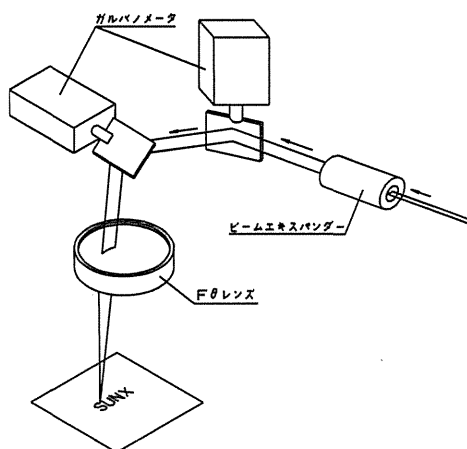


図5-1 スキャニングレーザーマーカ

(3) CO2 レーザと YAG レーザの住み分け

レーザーマーカは使用するレーザー発振器の種類により、CO2 と YAG に大別できる。その波長の違いにより、用途は住み分けされている。表 5-1 に、CO2 と YAG の相違点、用途の違いを示す。レーザーによるマーキングの加工形態は、樹脂ケースや IC パッケージといった樹脂素材に発泡／化学変化によりコントラストを発生させる「表面変質」、自動車部品、水晶発振器などの金属素材に、表面除去や深堀により視認性を発生させる「表面除去」、携帯電話ボタン／キートップなどの塗装膜付樹脂成型部品に塗装膜を除去する事でコントラストを発生させる「塗装膜除去」、樹脂成型部品などの樹脂素材に、熱により印字部を溶かす事により視認性を得る、「表面融解」等、その加工形態は様々である。概説すると、YAG レーザは、装置が高価であるが、金属への深堀り印字／樹脂発色印字ができ、また CO2 レーザは、装置が安価であるが、金属への深堀り印字はできず、樹脂素材に対しては表面融解により視認性を得る。(但し、塩化ビニル、メラミン等、CO2 波長で発色する樹脂材質もある。) このような加工形態の違いにより、ユーザのアプリケーションに合わせ、マーカを選択しているのが現状である。

表 5-1 CO₂ と YAG の相違点

	CO ₂ スキャニングレーザーマーカ	YAG スキャニングレーザーマーカ
波長	10.6 [μm]	1.06 [μm]
金属への掘り込み マーキング	×	○
樹脂への発色印字	△	○
透明体への印字	○	×
紙／木材	○	△
ガラエポ基板	○	△

(4) 汎用スキャニング CO2 レーザマーカ LP-200 シリーズ

SUNX 社製 CO2 レーザマーカは、従来の横型レーザーマーカ (写真 5-1) に加え、縦型レーザーマーカ (写真 5-2) をラインアップしている。横型レーザーマーカは走査部が 350° 回転できる、首振り機構を持ち、ユーザの設置状況に合わせてフレキシブルに選択できる。また、縦型レーザーマーカは、設置面積を B5 サイズ以下としフロアコストを大幅に削減できる。また、横型／縦型共に、スポット径 (理論値) が 185 μm～190 μm の標準タイプと 110 μm の小文字印字用タイプ、また、60 μm の極小文字印字用の 3 種類を用意しており、印字する文字の大きさ等により選択ができ、多様なアプリケーション対応が可能である。製品構成は、ヘッド部とコントローラ部で構成され、汎用 VGA モニタや PS2 マウスで各種設定ができる。また、オプションのタッチパネル付きコンソールを使用すれば、コンソール上で各種印字条件の設定が可能である。

【正確で美しいマーキング】

SUNX 社新開発のガルバノ制御方式「GPFC 方式」を採用し、高速スキャニングスピードの時も正確な印字が可能である。また、当社レーザーマーカには高品質な印字を可能にする様々な機能を搭載している。交点部分の深堀りや深堀による焦げや潰れを解消する「交点補正機能」、ガルバノミラーの加速／減速時にレーザーパワーをフィードバックし、線幅を一定に保つ「フラットマーキング機能」、曲線でもなめらかで美しい曲線が印字できる「スプライン補完機能」、等、ユーザの高品質印字の要求に対応している。

【抜群の操作性】

印字イメージ表示機能を採用し、ユーザの印字イメージを実際に確認しながら印字内容／位置の変更ができる等、使い易さを重視した設計である。オプションでは扱い易いタッチパネル方式のカラーコンソールを用意している。また、オフィス等のオフラインでの印字データ作成／編集が行なえる様、パソコン設定ソフトもラインアップしている。

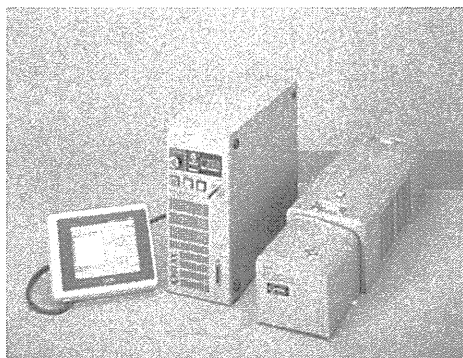


写真 5-1 横型 CO₂ レーザマーカ

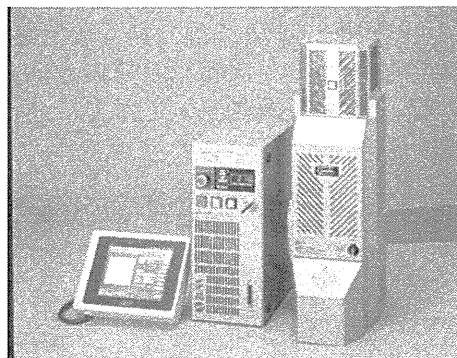


写真 5-2 縦型 CO₂ レーザマーカ

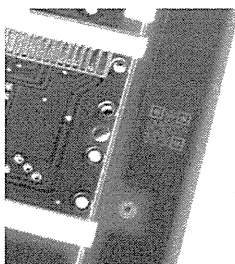
【豊富な印字機能】

視認性向上の為、シャープで美しい太文字が印字できる「太文字印字機能」、同じ印字内容を縦横に任意に設定されたピッチでコピー印字できる「ステップアンドリピート機能」、行単位でレーザーパワーとレーザースピードの微細な設定が可能な行単位パワー／スピード設定機能等、さまざまな印字をサポートする充実機能を搭載している。

また、印字できる文字は英大文字／小文字／数字／カタカナ／ひらがな／JIS 第 1 水準漢字／各種記号等、多種対応できる。尚、シンボルは CODE39、I 2 of 5、QR コード、データマトリックスに対応している。これらさまざまな充実した機能が好評を得ている。

【マーキング例】

CO₂ レーザでの主な印字対象物は、ガラエポ基板、紙、アルマイト（塗装飛ばし）が挙げられる。樹脂部品等の一般的な樹脂素材、及び、金属部品等の金属素材に対しては CO₂ 波長帯では十分な発色（コントラスト）が得られない為、リーダ側での読み取りが難しく、YAG 波長のマーカを使用するケースが多い。（写真 5-3）



ガラエポ基板



紙



アルマイト板

写真 5-3 CO₂ レーザマーカの印字例

(5) 汎用スキャニング YAG レーザマーカ L-F10 シリーズ (写真 5-4)

従来の YAG レーザの基本原理は、図 5-2 に示す様に、クリプトンランプと呼ばれるランプや LD の光を YAG 結晶に照射して光を発生させ、それをミラー間で増幅しレーザ発振させるというものである。しかし、この方式では、装置自体が大きな熱を持つため、純水による冷却が必要となる。その結果、装置の大型化、ランプ、LD、イオン交換樹脂など、実に多くの消耗品が発生し、加えて消費電力も大きい等の問題点が生じていた。SUNX 社の LP-F10 シリーズは、図 5-3 に示す様に、ファイバ内でレーザ光を励起・増幅しパルス発振させる、世界初の発振方式 (FAYb 方式) を採用し従来の YAG の問題点を解決した。尚、基本性能については先に述べた LP-200 シリーズの特長を全て搭載している。

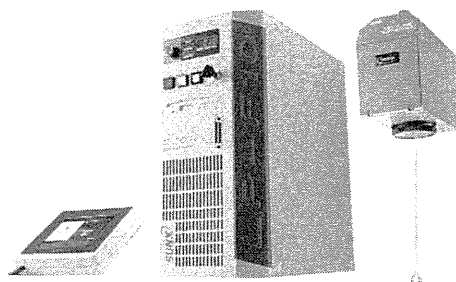


写真 5-4 LP-F10 シリーズ

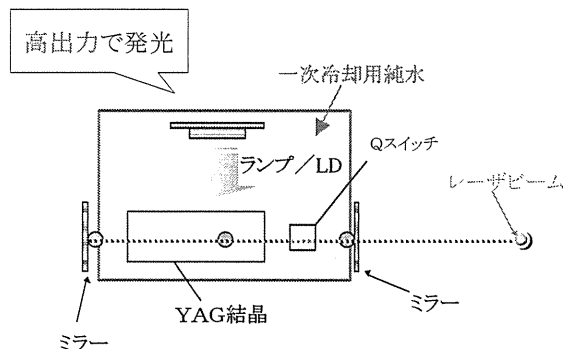


図 5-2 従来の YAG レーザの原理

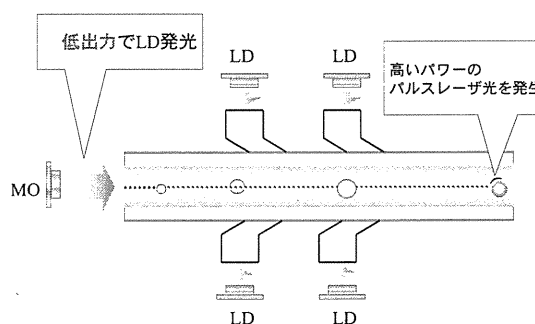


図 5-3 FAYb 方式の原理

【超小型設計】

FAYb 方式の開発により、レーザマーカのヘッド、コントローラの小型化を実現した。また、後にも述べるが、LP-F10 シリーズは完全空冷を実現したことで、水冷設備が不要となり、レーザマーカ装置サイズ的大幅な小型化に寄与している。よって、単位面積あたりの生産性向上はもちろんのこと、水冷設備に伴う冷却水配管作業による設備の設計や導入コストの削減も計れる。尚、従来の LD 励起式の YAG レーザマーカと比較すると、ヘッド、コントローラ共に、設置面積を約 1/3~1/2 倍、体積比を 1/3 倍まで小型化した。また、冷却水不要によるメンテナンス工数削減についても、従来の YAG レーザと比較すると大きな差別化ポイントとなっている。

【高品質】

FAYb レーザは図 5-4 に示す様に、シングルモードに近いレーザでビーム品質が非常に良く、微小なスポットにエネルギーを集中できるため、高品質で微細なマーキングが可能である。尚、スポット径は更に絞る事が可能である。

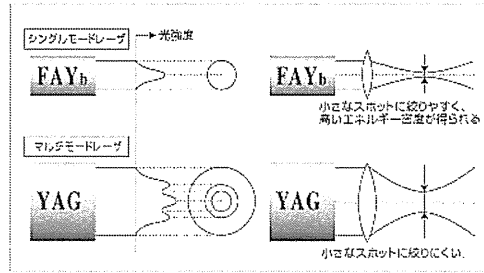


図 5-4 シングルモードレーザ

【省エネルギー】

FAYb レーザは、ファイバの中で励起するため、励起用 LD の光を効率良く注入できる。変換効率は、光から光変換効率が、約 50%、電気から光変換効率が 18% まで向上し、高効率を実現している。(図 5-5)

また、消費電力は 0.4kVA を実現し、ランプ励起式 YAG と比較して 96% 削減、LD 励起式 YAG と比較して 80% 削減という画期的な省エネルギーを実現した。

(図 5-6)

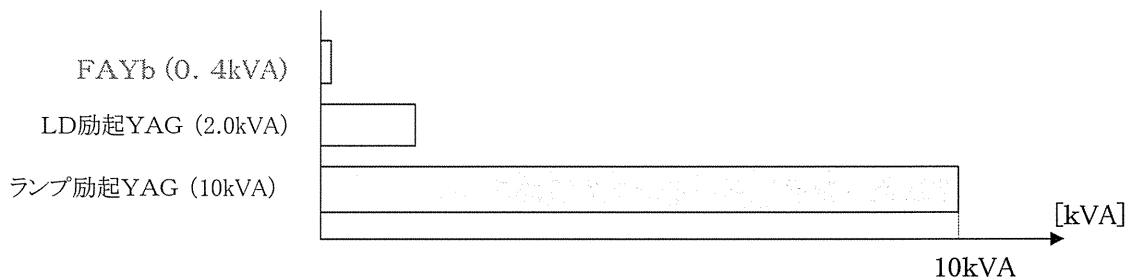


図 5-6 消費電力比較

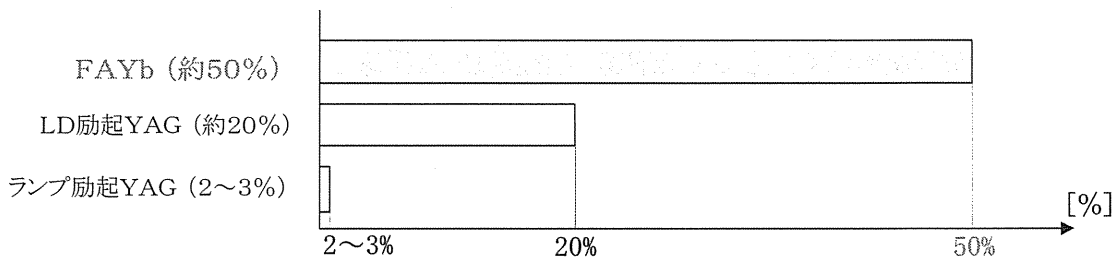


図 5-5 光-光変換効率

【長寿命】

従来のランプ励起式/LD 励起式レーザーメーカーが、励起用ランプ/LD を稼動中に常時照射しているのに対し、FAYb レーザは、印字中のみ励起用 LD を照射する方式である。更に、FAYb は、通信機器用で用いられている高信頼/長寿命の LD を採用し、寿命は印字時間で 30,000 時間を実現し飛躍的な長寿命化に成功した。

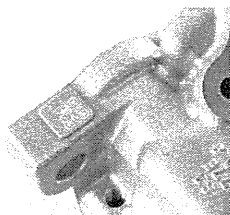
従って、励起用 LD の交換サイクルを飛躍的に長期化でき、交換費用を大幅に削減できる。

【完全空冷】

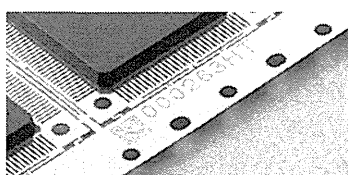
従来のランプ／LD方式は、密閉された空間でYAG結晶に励起光を照射するので放熱が悪く水冷が必要であった。これに対し、SUNX社のFAYbレーザは、レーザ媒体がファイバであり、放熱面積が広い為、放熱しやすい構造になっている。よって、完全空冷を実現し、水冷で必要な純水や各種フィルタ、イオン交換樹脂等の消耗品や廃棄物が一切不要で、省資源を実現している。

【マーキング例】

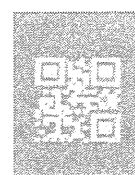
FAYbレーザでの主な印字対象物は、一般樹脂部品、金属部品が挙げられる。これら材質には、FAYbの波長帯で十分なコントラストが得られる為、読み取りが確実な2次元シンボルをマーキングできる。(写真5-5)



金属部品



リードフレーム



ABS樹脂

写真 5-5 FAYb レーザマーカの印字例

(6) レーザによる2次元シンボルマーキングの有効性

FAでの2次元シンボルマーキング用途は、製造履歴として、ライン名・検査計測データ・製造年月日・シリアル番号等、多くの情報をコード化し、これをリーダで読み取り、検査結果の照合や履歴管理の自動化を行なうといった、トレーサビリティ管理での使用事例が大半を占める。

近年、レーザマーカでの2次元シンボル印字の使用事例が多くなってきている背景として、従来方式であるラベル貼り付けの場合、ラベル費用等のランニングコストが多額に発生したり、ラベルが剥がれる、また、リサイクルの観点でも、ラベルが付いているとリサイクルが行ないにくいといった問題点を解決する手段として、レーザマーカを導入している事が挙げられる。また、情報量の増加及び、部品／機器の小型化により、大容量のデータ格納を、狭い占有スペースでマーキング可能な2次元シンボルの印字事例が多くなってきている。

2次元シンボルを印字する対象は、紙／樹脂／金属等、様々な材質があり、読み取り性能は、マーカとリーダの相互に起因するが、レーザマーカ側の問題は、2次元シンボルを如何に「コントラスト良く」、「正確な位置にセルが印字できる」かが最大のポイントである。その場合、印字対象物により、セルの書き方／レーザパワー／スキャニングスピード等の調整が不可欠である。SUNX社ではこれらの調整をレーザマーカの機種毎／材質毎に最適に行なえる各種機能を搭載しており、読み取りが確実に行なえる2次元シンボルが印字できる仕様となっている。以下に機能の一部を紹介する。

【各種調整機能】

レーザマーカは、使用するレーザ波長、スポット径、レーザパワーやスキャニングスピード、印字対象物の材質等により、印字する2次元シンボルのコントラストや線幅が異なる。この現象は印字する2次元シンボルのサイズが小さくなればなるほど顕著に現れる。当社では、印字ワーク材質・使用するレーザ波長・スポット径等に合わせた最適なマーキングパターンを任意に設定・調整する事ができる(写真5-6)

また、レーザマーカの特性として、マーキングの線間間隔が狭い部分は熱量が多く伝わりやすく、広い部分は熱量が少なく伝わる性質がある。この現象も印字対象物によって異なる。例えば、2次元シンボルの全てを同一パワーで印字した場合、セルやファインダーパターン等が部分的に薄かったり、濃くなったりして、局所的に焦げ付きやススが出てしまうといった問題が発生し、読み取りが不安定になりやすくなる。SUNX社では、独自のパワ／スキャニングスピードのバランス調整により、均一な2次元シンボルをマーキングする事が可能である。これら機能により、読み取り性能が良い2次元シンボルのマーキングが可能となっている。

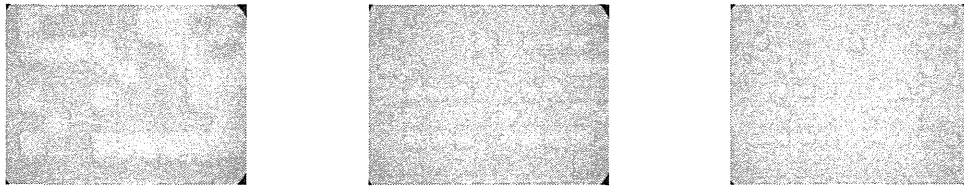


写真 5-6 セルマーキングパターンの印字例（ガラエボ基板）

【スキップマーキングの採用】

極小の2次元シンボルをマーキングする場合、セルが密になっている部分等は、両側から熱を受け変色する場合があります、読み取りに悪影響を及ぼす場合があります。当社ではこの問題を解決する為、独自の制御方式「スキップマーキング」を採用し、熱による悪影響を最小化している。

【パソコン不要】

SUNX社LPシリーズはレーザマーカのコントローラ内部でデータを2次元シンボルに変換する事が可能な為、変換用の常設パソコンは不要である。レーザマーカにあらかじめ2次元シンボルの条件を設定しておけば、2次元シンボルにしたい内容のデータをRS232C通信により送信するだけで、自動的に2次元シンボルに変換し、印字する事ができる。また、当社マーカはCPUを2つ搭載しているので、従来のマーカと比較して、印字中に次の印字内容を転送する事が可能で通信時間が短縮できる。

(7) LPシリーズを使った応用事例

先にも述べたが、FAでの2次元シンボル印字事例は、製造履歴として、ライン名・検査計測データ・製造年月日・シリアル番号等、多くの情報をシンボル化し、これをリーダで読み取り、検査結果の照合や履歴管理の自動化を行なうといった、トレーサビリティ管理での使用事例が大半を占める。本章では、具体的に、LPシリーズを用いた応用事例を紹介する

a) アナログデバイスの特性データ管理

【レーザマーカ導入前】

携帯電話などに使用されるアナログデバイスには、部品個々に特性データが異なる場合がある。他の部品を実装する際、この特性データの値に応じたランクのものを組み合わせる必要がある。このため、デバイス毎の特性データを管理する必要があり、現状は作業指示書に特性データを記入している。実装工程では、作業者は作業指示書の特性データを見て組み付ける部品を判断し、組み付けている。

【問題点】

作業者の作業指示書の誤読／誤判断により、組み付けミスが発生したり、紙による管理のため、工程内での作業指示書の破損や紛失がある。また、紙の使用量も問題となる。さらに、後工程で特性データを確認する際、作業指示書を取り寄せての確認作業となるため、時間がかかるなどの問題点があった。

【改善方法】

2次元シンボル化した特性データを、デバイス自身にレーザマーカにてダイレクトマーキングを行ない、組み付ける前にハンディコードリーダーで読み取らせる。読み取ったデータに基づき、パソコンからは組み付ける部品のランクを作業者に指示する。(図5-7参照)

【効果】

作業者の誤読／誤判断による組み付けミスを低下し、モノと情報が一体化するため、リアルタイムでの特性データ確認が可能となった。また、作業指示書が不必要となり紙の使用量も削減した。

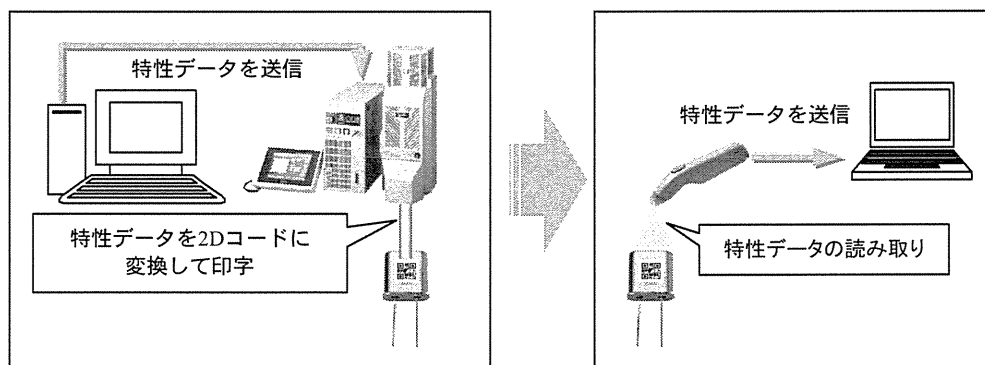


図 5-7 アナログデバイスの特性データ管理

b) 自動車部品の追跡管理

【レーザマーカ導入前】

不具合発生時のリコール対象ロットや、回収後に不具合原因を特定するトレーサビリティ（追跡管理）を目的として、重要保安部品についてはシリアル番号を1次元シンボル化し、ラベルに印刷して部品に貼り付けている。各組み付け／検査工程では、工程毎に1次元シンボルを読み取り、ホスト機器（パソコンなど）のデータベースに取り込んで「生産ライン番号」「組立時刻」「検査データ」などの履歴を管理していた。

【問題点】

1次元シンボルでは情報量を増やすとシンボルサイズが大きくなるため、シリアル番号以外の情報はシンボル化が困難。また、小型部品にはラベルが貼り付けられないため、管理できていない。また、ラベルを部品に貼っているため、市場から回収した際にはラベル剥がれの危険性があり、追跡不可能という問題がある。さらに、「ラベルの材料費」「作成／貼り付け工数」がコストダウンの妨げとなっていた。

【改善方法】

シリアル番号を2次元シンボル化し、レーザマーカにて部品自体に直接マーキングを行なう。(図5-8参照)

【効果】

シンボルサイズが小さくなったことにより、ラベルを貼り付けられずに管理できていなかった小型部品についても管理が可能となり、ラベル削除によるコストダウンが可能となった。レーザマーカの「消えない印字」により、ラベル剥がれによる追跡不可能というリスクが低減され、単位面積あたりの情報量が増えたので、シリアル番号以外にも、データベースにて管理していたデータ(生産ライン番号、検査データなど)についても2次元シンボルに盛り込むことが可能となった。

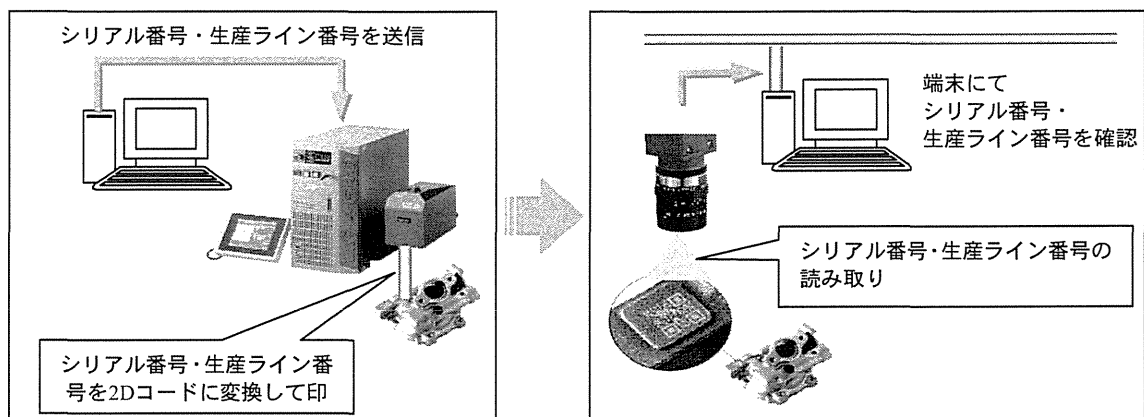


図5-8 自動車部品の追跡情報

c) 基板実装工程での段取り替え指示

【レーザマーカ導入前】

多品種・少ロット生産の基板の実装工程(マウンター)において、品種切替時の段取り替え(マウントプログラム切替など)は、生産指示書に基づいて作業者が行なっていた。

【問題点】

少ロット生産であるため、頻繁に段取り替えが発生し、作業者の工数を圧迫し、また、作業者による段取り替え作業であるため、人為的な段取り替えミスによって不良品が発生していた。

【改善方法】

2次元シンボル化した品種情報を、基板自身にレーザマーカにてダイレクトマーキングを行なう。実装工程前に設置した定置タイプのコードリーダにて2次元シンボルを読み取らせる。読み取ったデータはパソコンに格納され、そのデータに基づいて段取り替えの指示をパソコンよりマウンターに対し自動で行なう。(図5-9参照)

【効果】

段取り替えの自動化により、作業者の工数削減及び段取り替え時間の短縮ができた。さらに人為的な段取り替えミスがなくなることにより、不良品発生率の低下による製造コストの低減が可能となった。

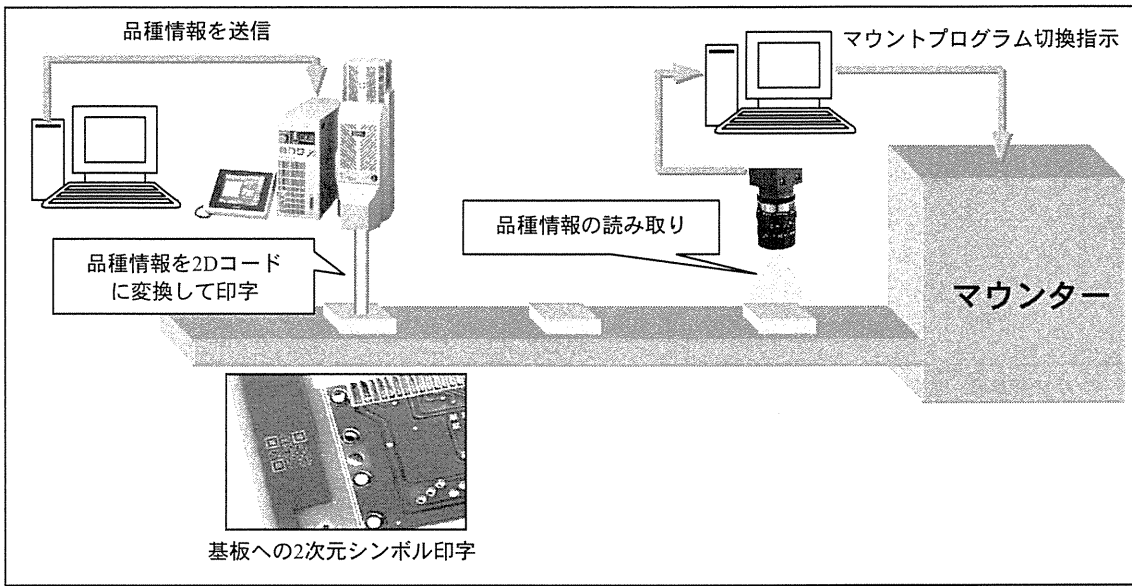


図 5-9 基板実装工程での段取り替え指示

(8) Q & A

レーザマーカを初めて導入する際、よくユーザから受ける質問をとりまとめた。レーザマーカを検討の際、参考にして頂きたい。

Q1.

レーザマーカはどんな材質でもコードをマーキングできるのですか？

A1.

レーザ種類（波長）や材質によりマーキングできるものと、できないものがあります。材質毎のマーキングの可否を表 5-2 に示します。

表 5-2 レーザ波長／材質毎のマーキング可否

	材質	LP-F10 シリーズ (波長：1.06 μm)	LP-200 シリーズ (波長：10.6 μm)
樹脂	ABS	◎	○
	PBT	◎	○
	PET	○	○
	PC (ポリカーボネート)	◎	○
	PP (ポリプロピレン)	◎	○
	PF (フェノール)	◎	◎
	PE (ポリエチレン)	◎	○
	PVC (塩化ビニル)	○	◎
金属	アルミ	◎	×
	鉄	◎	×
	ステンレス	◎	×
	アルマイト	○	◎
	シリコン	○	×
その他	紙	○	◎
	ガラス	○	○
	セラミック	◎	○
	木材	○	◎

(◎：発色印字可能 ○：発色しないが印字可能 ×：印字不可)

Q2.

レーザマーカを安全に使用するため、安全対策は必要ですか？

A2.

必要です。レーザマーカは、JIS 規格／IEC 規格で、クラス 4 レーザに指定されています。クラス 4 レーザの定義は、「直接光その反射光及び拡散反射光からも障害を受ける可能性があり、また、火災を引き起こす可能性もある。」とされています。

従って、レーザマーカを使用する際は、以下の安全予防策を行なってください。

【保護囲い】

被印字物体や、その周辺からの不用意な反射による被爆を防ぐため、安全性を十分考慮の上、レーザ放射範囲を囲うように保護囲いをして下さい。また、レーザ光の出射方向が作業員またはそれ以外の人にも確認できるようにレーザ放射位置に放射ラベルを貼り付けてください。

保護囲いの材質を以下、表 5-3 に示します。

表 5-3 保護囲いに使用する材質

	LP-F10 シリーズ (波長：1.06 μm)	LP-200 シリーズ (波長：10.6 μm)
保護囲いに使用する材質	鉄、アルミ、SUS 等の 金属	アクリル、ガラス、金属等

【保護眼鏡の着用】

作業者の目を保護するために、レーザ保護眼鏡の着用を義務付けてください。

【インターロックシステムの構築】

インターロックシステムを構築してください。保護囲いにつけられた製品の取り出し、メンテナンス用扉には、扉が開いた場合、レーザ放射が停止するようにしてください。

【レーザマーカの設置高さ】

レーザ光の通る位置は、人が座った場合の目の高さより低い位置、もしくは人が立った時の目の高さより高く設定することにより偶発的に目にレーザ光が入るのを防止できます。

【保護着衣】

レーザ光が皮膚に照射されると火傷になったり、衣服の場合燃えたりする可能性があります。できるだけ皮膚の露出の少ない耐熱性、難熱性の着衣を身につけてください。

Q3.

レーザマーカを設置する上でのポイントを教えてください。

A3.

レーザマーカは、レーザ光を集光して、ある焦点距離にてスポットを形成しています。この焦点距離を「ワークディスタンス」と呼んでおり、印字する際にはワークとの距離をワークディスタンスに合わせる必要があります。このワークディスタンスは、レーザマーカの機種毎に異なりますので、設置時には使用する機種のワークディスタンスを確認してください。

また、印字する際にワークのバタツキや傾きがあると、ワークディスタンスが一定に保てないため、焦点が合わずに正確なマーキングができなくなります。レーザマーカを設置する際は、レーザマーカの固定はもちろんのこと、装置全体の振動や搬送系のバタツキを抑え、ワークのバタツキや傾きを固定してください。

(9) 用語

[CO₂ レーザ]

CO₂ ガスを媒体としたレーザ。気体レーザの一種。CO₂ ガ스에電圧を加え、放電プラズマを作り、加速された電子が CO₂ 分子と衝突して、発生した励起光が、両側に取付られた鏡（ミラー）の間を何度も往復し、増幅され得られるレーザ。CO₂ レーザの波長は、10.6 [μm] である。

[YAG レーザ]

YAG（イットリウム-アルミニウム-ガーネット）結晶を媒体としたレーザ。固体レーザの一種。YAG 結晶にランプ等の光を照射して光励起により得られた励起光が、両側に取付付けられた鏡（ミラー）の間を何度も往復し、増幅され得られるレーザ。

YAG レーザの波長は、1.06 [μm] である。

[マスク方式]

一般的にパルス発振のレーザ光を金属、ガラス、液晶などでできたマスクで透過させ、その透過光をレンズにて結合する印字方式。

[GPFC 方式]

Galvano mirror Positioning Feedback Control 方式の略で、SUNX 社レーザマーカのガルバノ制御方式名。

[FAYb]

Fiber Amplified Ytterbium の略で、SUNX 社における造語

[純水]

レーザの共振器を冷却するための導電率が低い水をいい、ランプ及び LD 励起式の YAG レーザで用いる。

[スキヤニングスピード]

スキヤニングレーザマーカは、ガルバノスキャナと呼ばれる駆動素子 (X 軸/Y 軸) に取り付けられているミラーでレーザ光を走査させマーキングしている。この走査スピードをスキヤニングスピードと言う。基本的に、レーザパワーとスキヤニングスピードを調整し、マーキングの発色度合や、掘り込み量、マーキングタクトの条件出しを行なう。

[イオン交換樹脂]

ランプ及び LD 励起方式の YAG レーザで使用する冷却用純水の純度を保つためのフィルタ。このフィルタを通じて、純水の純度を上げて冷却水として循環している。内部はスチレンとジニビルベンゼンを主にした樹脂が詰まっており、この中を純水が通る事によりイオンの除去を行なっている。

[シングルモード/マルチモード]

ビームの品質の程度は「 M^2 」(エムスクエア) という係数で表す。シングルモードレーザとは、最も集光特性の良いレーザビームであり、 M^2 は 1 である。(波形がガウシア型であることから、ガウシアンビームとも呼ばれている。) 小さなスポット径に絞りやすく、高いエネルギー密度が得られる。

これに対し、マルチモードレーザとは、シングルモードと比較して、集光特性が良くないレーザビームであり、 $M^2 > 1$ である。(ビーム品質が良いほどこの値は小さい。) 小さなスポット径に絞りにくく、エネルギー密度も低い。

[セル]

2次元シンボルを構成する最小単位。(1つの黒又は白い点) モジュールとも言う。

[切出しシンボル]

QR コードの位置を検出するためのシンボル。コードの3つの頂点に配置されることによりコードの大きさ、傾きも検出される。ファインダーパターンとも言う。

(10) むすび

以上、スキヤニングレーザマーカの種類と特徴、レーザによる2次元シンボルマーキングの有効性、応用事例を述べた。物品個別管理のニーズはあらゆる業界で広がり、環境問題・リサイクルに対する企業の取り組みも積極的になっており、スキヤニングレーザマーカでのダイレクト2次元シンボルマーキングの用途は、今後更に増加すると考えられる。しかし、マーキングの発色性(コントラスト)、印字スピードの高速化等の、レーザマーカ側の印字基本性能にもまだ課題が残されている。また、ユーザのレーザマーカに対する要望は画一的なものではなく、むしろ多様化しているのが実情である。製品レベルの向上の為には、われわれメーカーが新技術を開発する一方、ユーザ/リーダメーカーとの情報交換が更に重要になっている。今後、様々な業界のユーザ、リーダメーカーと協力し合い、さらに良いレーザマーカを追求して、更なるメリット提案を行っていきたい。

6. ドットインパクト方式によるダイレクトマーキング装置

(1) はじめに

哺乳類が行うマーキングは縄張りの主張が目的であるが、人間が行うマーキングは記録が目的である。帰り道が分からなくならないように木々の枝を折っておくなどは通った所を記録していくことになる。こうした記録は単純ではあるが時には人命を救うほどの効果があるからバカにできない。

物の生産現場でも同様な発想から、生産物の氏素性を示すマーキングを多用している。マーキングする情報は用途によって様々であるが、単純な相番から品名・型名・ロット番号・生産日・生産工場など様々である。しかし、ISO9000の普及に伴うトレーサビリティ確保やPL（製造物責任）法の普及に伴いマーキングする情報は増加する傾向にある。限られた面積に大量の情報を記録したいという要求は必然的なものである。こうした背景から情報を単に文字や記号で表現するのではなく、コード化して記録する手法が開発され、その一つとして2次元シンボルがある。

ところで、確実なトレーサビリティを追求していけば物と情報の一致が必須となり、生産物そのものに情報をマーキングすることが理想となってくる。

以上のような背景から、大量の情報を2次元シンボルで表現し、それを生産物に直接マーキングする（ダイレクトマーキング）という要求が出てきた。これを実現する手段としてレーザやインクジェットなどが提案され実用化されている。ここではドットインパクト方式のマーキング装置に絞って原理、具体的商品例、導入のステップと注意事項、アプリケーションについて述べる。本章では、ベクトル株式会社製の機器を例にして述べる。

(2) ドットインパクト方式とは

ドットインパクト方式とは、図6-1に示すように、スタイラスと呼ぶ針状のペン先をマーキング対象物に衝突させて、対象物に物理的な窪みをつくる方式である。レーザやインクジェットがワークに対して非接触でマーキングするのに対して、ドットインパクト方式は接触式であることが大きな特徴である。

スタイラスの上下動は圧縮空気を電磁弁で開閉して行う。窪みの深さは圧縮空気の圧力、スタイラスの先端形状や、ワークの材質によって変わるが、通常は40~80 μm 程度である。また、窪みの断面形状はスタイラス先端の形状に依存する。

打点時の衝撃は20~30N（2~3Kg重）程度でありテイキンやプレス式のような荷重は掛からない。このためアルミ製のエンジン部品など歪を嫌う部品へのマーキングにも採用されている。スタイラスとスタイラスを保持する部品などで構成するエアペンを、X-Y2軸の数値制御機構に取り付けて移動させれば文字や、2次元シンボルを描くことができる。

（図6-2参照）

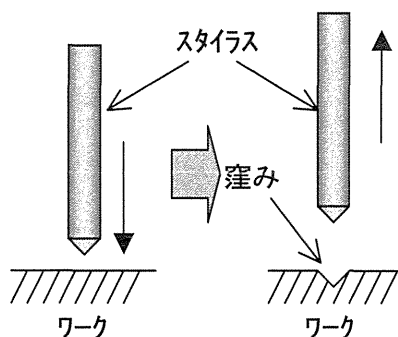


図6-1 ドットインパクト方式の概念

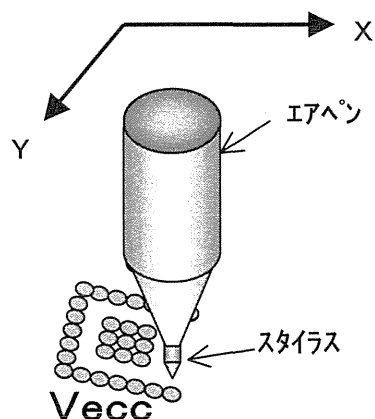


図6-2 マーキング機構の概念

ペンを移動させドットを打つという工程を繰り返すため、マーキング速度はレーザーやインクジェットには及ばない。また、文字や2次元シンボルは基本的にドットの集合であり、見た目の綺麗さはレーザーやインクジェットよりも悪い。

しかし、マーキングした文字やコードの深さはドットインパクトマーキングが断然有利である。また、レーザーの場合はワークの材質に合わせてレーザー光の波長を選んだり、レーザー出力を調整したりする必要があるが、ドットインパクト方式の場合はある程度の硬さがあればよく、ワークの材質や油汚れに関係なく、しかも低コスト、安全にマーキングできるといったメリットもある。こうした特徴はマーキングシステムを構築する場合に十分検討する必要がある。例えば、電子部品のようにタクトタイムが短く、しかも打点するという行為自体を嫌うワークにはレーザーや、インクジェットが適している。

一方、機械部品や自動車部品のように、タクトタイムに比較的余裕がある場合や、マーキングした内容が簡単には消えないことが要求される場合にはドットインパクト方式が適している。

(3) VM7820 エアペンマーキング装置

ベクトル社は2002年4月に安藤電気株式会社からマーキング装置事業の営業権を譲受した。安藤電気株式会社は、1980年代後半からマーキング装置を市場に投入し、主に自動車業界を中心に実績を積み上げ、ドットインパクト式マーキング装置では国内最大のシェアを誇っていた。ベクトル社はこの実績を引き継ぎ商品企画から販売、メンテナンスまで一貫して担当している。

ベクトル社で扱っているマーキング装置はここで述べるドットインパクト式の他にスタイラスを超音波振動させて文字をマーキングする機種もある。

2次元シンボルマーキング対応のマーキング装置は1999年に市場投入し、2000年から自動車部品の生産ラインで実用に供している。

写真6-1は、ベクトル社の2次元シンボル対応マーキング装置である。機構部、制御部から成り、外付けのシーケンサやパソコンからマーキング動作をコントロールできるように、パラレルインタフェースとシリアルインタフェースを標準装備している。オプションのオペレーティングユニットを接続すれば、マーキングのための各種条件設定や、インタフェースのチェックなどを現場で簡単に実施できる。

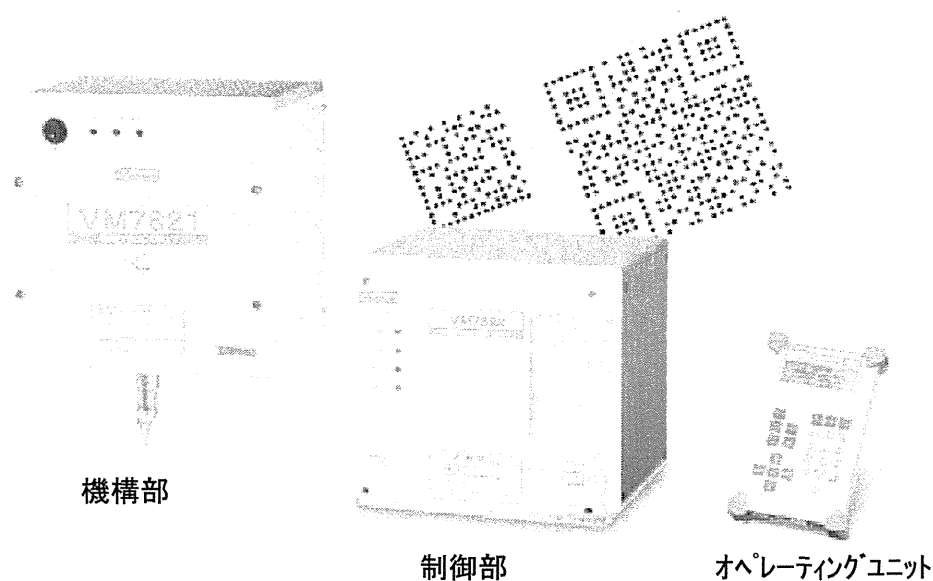


写真 6-1 VM7820 エアペンマーキング装置

表 6-1 に本装置の仕様を示す。

この装置は、外部からの制御をできるだけ単純にするために、外部機器から文字列を入力するだけで 2 次元シンボルをマーキングできる。このため、文字列を 2 次元シンボルに変換するパソコンのような外付け機器を準備する必要はない。

対応可能な 2 次元シンボルは QR コード、マイクロ QR コード、データマトリクスがある。どのコードを使用するかはパラメータによって簡単に設定できる。

2 次元シンボルと文字列を併記することも可能である。

生産日をそのままあるいは記号化してマーキングしたり（カレンダー機能）、マーキングする毎に数字を +1 する（インクリメント）機能も標準で搭載している。もちろん、カレンダーやインクリメントした文字列を自動的に 2 次元シンボル化してマーキングすることもできる。

ペンの原点復帰、マーキング途中での一次待機、登録した文字列のマーキング順序の指定などマーキングに関する一連の 1 シーケンスを設定するシーケンス機能も標準搭載しており、現場で使いやすい。

表 6-1 VM7820 マーキング装置仕様

マーキング範囲	80 (X) × 30 (Y) mm
Z 軸ストローク	7mm (マーキング範囲 5 mm)
対象材料	鉄、アルミニウム、銅、及びそれらの合金、ステンレス、硬質プラスチック等
マーキング時間	2.2 文字/秒 (文字 A、大きさ 5mm)
マーキング文字	英数字、記号等 80 種標準 (オプションでロゴなど特殊文字対応可能)
文字の大きさ	2~30mm
字体	正方形、縦長、ドット文字

文字列登録数	255 種	
シーケンス登録数	255 種	
文字列長	1~36 文字	
その他の機能	インクリメント、円弧文字、カレンダー	
対応 2 次元シンボル	Data Matrix QR コード マイクロ QR コード	
シンボルサイズ	Data Matrix	10×10~72×72 dot
	QR コード	21×21~69×69 dot
	マイクロ QR コード	11×11~17×17 dot
最大文字数 (数字の場合)	Data Matrix	912 文字
	QR コード	1022 文字
	マイクロ QR コード	35 文字
2 次元シンボル マーキング時間	Data Matrix	2.2 秒 (数字 6 桁)
	QR コード	9.2 秒 (数字 6 桁)
	マイクロ QR コード	2.3 秒 (数字 5 桁)
ドットピッチ	0.2~1.5mm 0.025mm ピッチ (対象物に合わせて設定可能)	
搭載制御インタフェース	パラレルインタフェース、シリアルインタフェース (RS-232C)	
電 源	AC100~230V50/60Hz200VA	
空圧源	0.3Mpa 以上 30L/min (A. N. R)	
寸 法 (W×H×D)	機構部:約 207×215×185mm 制御部:約 285×273×261mm	
重 量	機構部:約 7kg 制御部:約 9kg	

写真 6-2 は、写真 6-1 の VM7820 マーキング装置を使用して QR コードをマーキングした例である。写真 6-3 は、写真 6-2 のコードを読取装置で読み取った例である。この例の場合は、マーキングした面が綺麗に切削された面であり、読取装置で映した画像も 2 次元シンボルが綺麗に抽出されている。実際にはこのような綺麗な面にマーキングすることは稀で、後述するような面粗の悪い場所へのマーキングが多い。

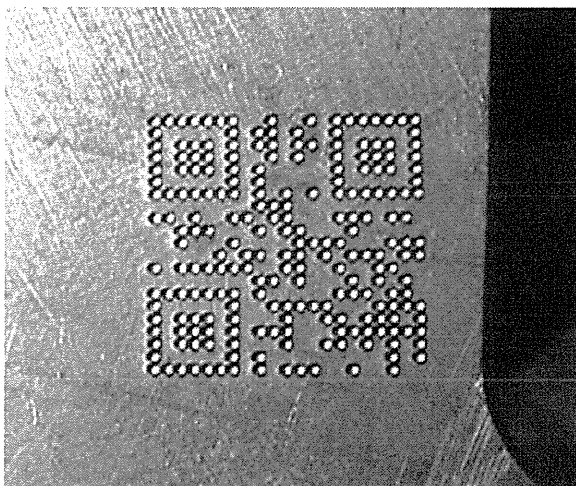


写真 6-2 マーキング例

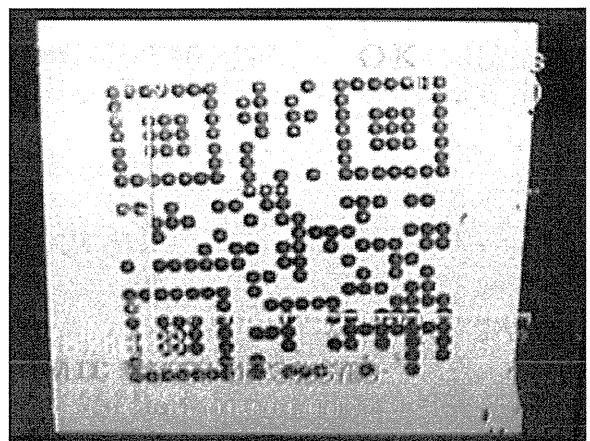


写真 6-3 読み取り例

(4) 導入のステップ

今後、生産管理の必要性とか、ISO9000 や PL 対策も視野に入れた戦略的事業展開のキーテクノロジーとして 2 次元シンボルのダイレクトマーキングを検討することが多くなるものと思う。

しかし、2 次元シンボルそのものは人間では判読できないので専用の読取装置を使って判読することになる。ダイレクトマーキングの場合、紙に印刷した 2 次元シンボルのようには明確なコントラストを得ることができない場合が多く光源や照明方法について詳細な検討が必要になる。

また、丸いドットで構成された 2 次元シンボルを判読する必要があることからダイレクトマーキング用に開発されたアルゴリズム（画像処理方法）を搭載した読取装置を採用する必要もある。このため、従来の文字列のダイレクトマーキングよりも慎重でかつ広範な検討が必要になる。

以下、実際にユーザの導入をサポートしてきた立場から導入に当たって留意したほうが良いと感じた事項について述べる。

a) 導入目的を明確にすること

当然のことであるが、どういう目的で、ワークの何処に何をマーキングし、どう活用するのかを明確にして、関連各部署やお客様とのコンセンサスを得ておく必要がある。特にエンジンなどのように複数の部品を組み立てるような場合には、部品加工工程と組立工程が別会社や別工場であることが多く、ワーク搬送上の物理的制限からマーキングできない場合や、読み取り用カメラの設置ができないなど思わぬトラブルが発生しやすい。したがって、細部にわたって部門間の位相を合わせておくことが重要である。

b) テストマーキングの実施

テストマーキングすることで、実際のマーキングイメージを把握できるし、読取テストの実施もできる。ベクトル社ではいつでもテストできるようテストマーキング専用ルームを開設してお客様の要望に応じている。（写真 6-4 参照）

このステップで注意することは、できるだけ現場で起こりうるバラツキを考慮した条件でテストし、読取装置で確実に読み取れるマーキング条件を洗い出すことである。この条件には、マーキングする場所や、マーキング面の良否判定及び追加工の必要性の判断も含まれる。

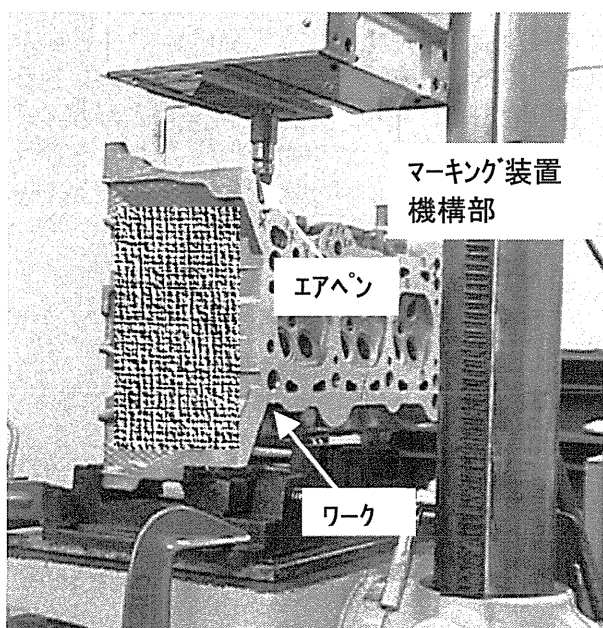


写真 6-4 テストマーキング用設備の例

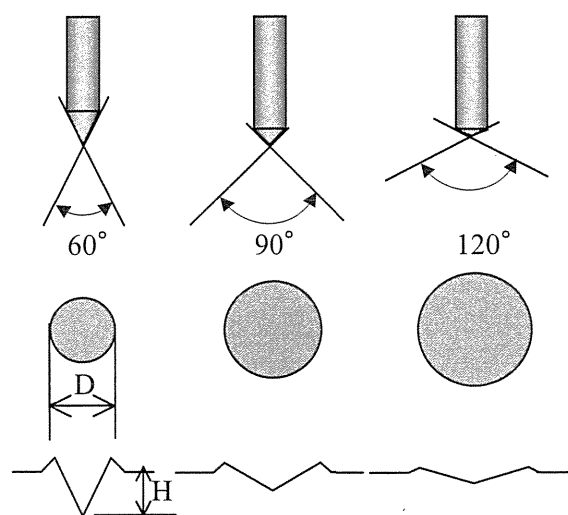


図 6-3 スタイラス先端形状とドット形状

読み取りに係わる光源、照明方法などについては読取装置メーカーとの共同作業が必要であるが、ここではマーキングに関する検討事項について述べる。

マーキング時の検討事項は、スタイラス先端形状や、最適なドットピッチの検討、マーキング時間の確認などである。

スタイラスの先端は円錐状になっているが、先端角度を変えることでドットの大きさと深さが変わる。図 6-3 は、スタイラス先端角度とドットの断面形状、直径の関係を示したものである。先端角度が小さいほどドットの直径Dは小さく、深さHは深くなる。このため、ドットのピッチを変えるとドットが重なったり、離れたりすることがわかる。読取装置のアルゴリズムによってはドットの重なりを嫌うものや、逆に重なっていないといけないものがあるため、読取装置に合わせてドットピッチを調整することになる。写真 6-5 と写真 6-6 はマーキング条件を同じにして、ドットピッチを変えた場合の画像である。材質はいずれもアルミでスタイラス先端角度は 60° である。一般的には写真 6-6 のようなピッチが良い。

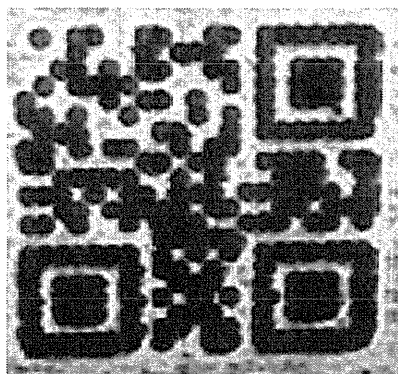


写真 6-5 ドットピッチ小

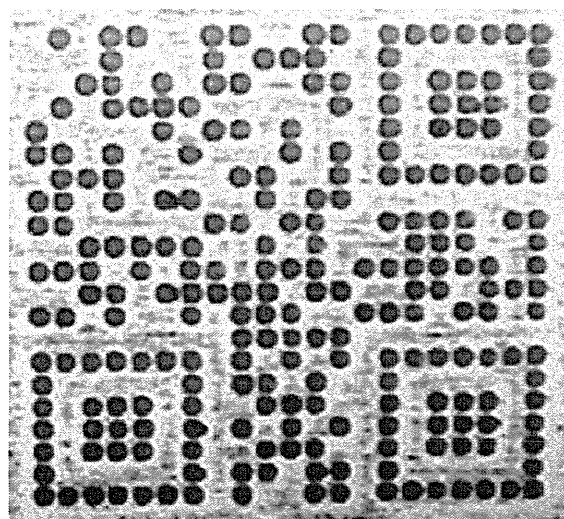


写真 6-6 ドットピッチ大

スタイラス先端角度は読取時のコントラストに大きく影響する。写真 6-7 と写真 6-8 は、光源の高さが同じという条件で、スタイラス先端角度を変えた場合の画像比較である。写真 6-7 は先端角度 60° 、写真 6-8 は先端角度 120° である。光源はいずれもリング状 LED で、高さはマーキング面から 150mm である。スタイラス 120° の方がコントラストが良い。ただし、これは同じ条件での話しであり、光源の高さを変えると写真 6-7 でもコントラストを改善できる。実際の生産ラインではワークや搬送機構の干渉を避けるため、光源の種類、位置の制約を受けることが多い。こういう場合にはスタイラス先端角度を変えてコントラストを改善する方法をとる。

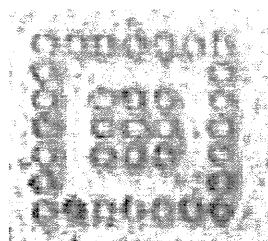


写真 6-7 スタイラス先端角度 60°

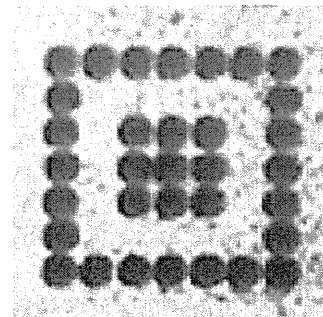


写真 6-8 スタイラス先端角度 120°

以上の内容はワークの面粗が一定であることが必要条件であるが、実際のワークでは金型の磨耗による面粗の変動や、湯周り不良による面荒れの変化、切削加工時のツールマークの変動などがあり相当なバラツキを持っている。特に、シリンダブロックやクランクシャフトなどは鋳肌面へのマーキングを要求されることが多いが、面粗の変動が激しく、そのままでは読取が不安定な場合が多い。2次元シンボルは人間では判読できないので、自動読取できなければ意味がない。このような場合には、思い切ってマーキング面を追加加工して面を綺麗した上でマーキングするといったことが必要になる場合もある。こうすることが結果的に安定した読取の早期実現に繋がり、2次元シンボル導入のメリットを最大限に活用できる近道である。

スタイラス先端は使用開始後、徐々に磨耗していく。磨耗の程度と速度はスタイラス先端角度によって違うが、一定量磨耗すると磨耗量は急激に少なくなる。しかし、磨耗が無くなるわけではないので定期的にスタイラスを交換することになる。スタイラスの磨耗を放置しておくことでドットの形状が変化し、自動読取できなくなることもある。ベクトル社のマーキング装置は、マーキングした回数をカウントし、予め設定した回数をマーキングすると警告信号を出力できるようになっている。この機能を使用してスタイラスの交換時期をすることができる。なお、自動読取装置にはカメラで撮像した2次元シンボルの形状変化や品質をグレード化して出力できるものがある。また、グレードの変化をグラフ化して表示し、予め設定した閾値を下回ると信号を出力するものがある。これらの機能を使用して読取結果からスタイラスの交換時期を検知する方法もある。いずれにしても、構築しようとするシステム全体のメンテナンス性についても、どのような機能がマーキング装置や読取装置にあるのか、またそれらをどのように活用すれば効果的であるのかといった点についてもテストマーキング時に確認しておくべきである。

c) テストマーキングしたときの条件を変えない

テストマーキングで洗い出したマーキング条件を変えてしまうと当然のことながら読取できなくなる場合がある。また、ラインの設計が進むにつれて様々な制約条件が出て、テストマーキングした部分が使えなくなった...といったケースや、後工程からの要求でマーキング位置を変更しなければならなくなった...といったケースは間々発生する。この場合には、テストマーキングからやり直すことをしないと読取できない場合がある。こうした時間的ロス

を防止するためにも、最初のステップである2次元シンボル導入の目的検討を十分実施しておくべきである。

d) 剛性確保

ワークの固定、マーキング装置の固定、読取装置の固定などの手を抜くと2次元シンボルが正しく打たれなかったり、読取画像がぼけてしまって読み取れないといった事故に繋がる。

加工精度など要求されない工程だからと手を抜かないことが肝要である。

以上、ダイレクトマーキング導入時の検討事項について述べたが、テストマーキングと読取テストを何回か繰り返し実施する場合があるのでマーキング装置、読取装置とも身近なメーカーを選定した方が良い。

(5) 応用事例

次に、実際のアプリケーション例について述べる。なお、ここで紹介する写真は一部テクスチャ処理を施しているため若干見にくいと思うがご容赦願いたい。

写真6-9はシリンダブロックへのマーキング事例である。2次元シンボルと文字列を併記している。鋳肌面そのものにマーキングするのではなく、一旦追加加工した面にマーキ

ングしている。

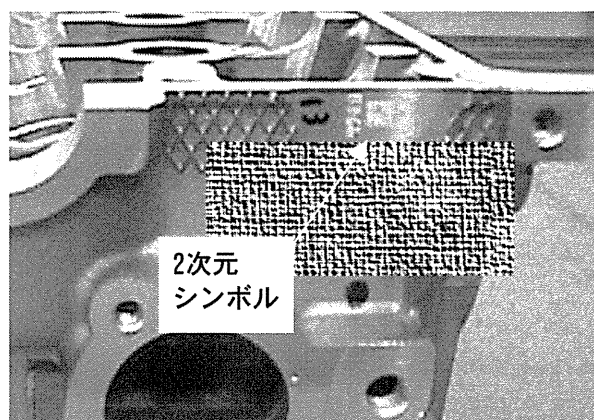


写真 6-9 シリンダブロック

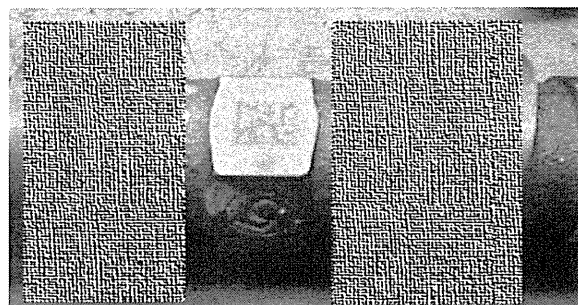


写真 6-10 カムシャフト

写真 6-10 はカムシャフトへの実施例である。この場合も鋳肌面への直接マーキングは実施していない。写真 6-7 はコンロッドへの実施例である。加工面を簡単に確保できる大端側の側面にマーキングしている。

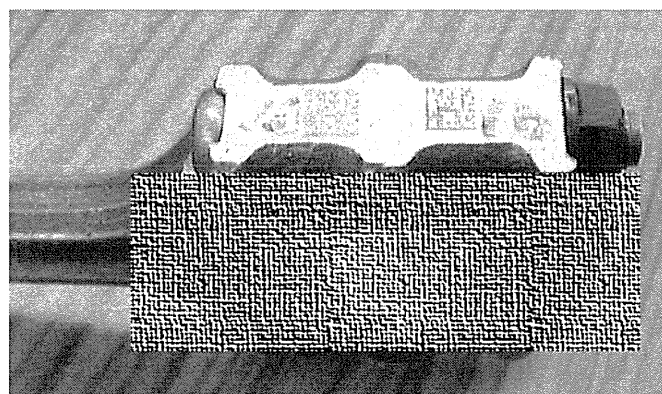


写真 6-11 コンロッド

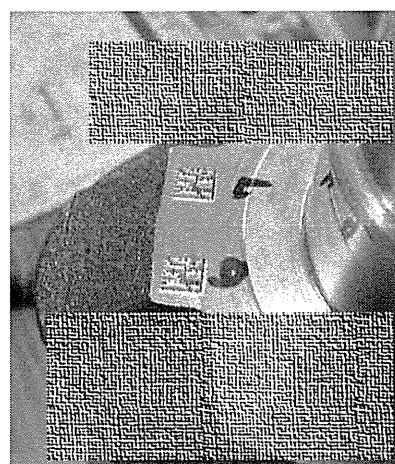


写真 6-12 クランクシャフト

写真 6-8 はクランクシャフトへの実施例である。この場合も一旦加工した面にマーキングしている。

(6) 用語

[スタイラス]

マーキング用ペンの先端の振動する針のこと。
エンピツの芯に相当する。

[文字列登録数]

マーキングする文字、マーキング速度、フォント、文字の大きさ等、ひとつの文字列をマーキングするためのパラメータを1セットとしたとき、何セットまで登録できるかを示す。

[シーケンス]

原点復帰、マーキング開始店への移動、インタロックのための一次待機、マーキング文字列の指定など、一連のマーキング動作順序を示す命令を記述したもの。

動作順序は自由に設定できる。

[シーケンス登録数]

いくつのシーケンスを登録できるかを示す。

[空圧源]

装置に使用する圧縮空気に対する要求仕様で、圧力や流量、クリーン度などを示す。

(7) むすび

2次元シンボルのダイレクトマーキングはこれから飛躍的に需要が拡大するものと考えているが、紙などへの印刷とは異なり、ダイレクトマーキングはマーキング対象物が特定されないために技術的標準化を進めるには解決しなければならない様々な課題がある。

マーキング装置メーカーとしては、読み取り易いマーキングの実現が使命であり今後の技術改善に注力していく。

7. インクジェット方式によるマーキング装置

(1) はじめに

インクジェットマーキングとは、インクを吹き付けてマーキングを構成するものであり、オフィス用途では一般的である。但し、今回とりあげるインクジェットとは、オフィスの環境下ではなく、生産に直結している信頼性の高い要求がある産業用のインクジェットマーキングを考える。本章ではEDM株式会社製の機器を例にして述べる。

(2) 産業用インクジェットマーキング装置

産業用インクジェットプリンタでは、缶の裏への製造年月日・賞味期限表示、多種の容器に対する製造者固有記号などの管理表示が一般的である。製品に直接表示が出来ない場合には、パッケージに表示する。産業用インクジェットとして、インクタイプから分類すると、表7-1に示すように3種類ある。

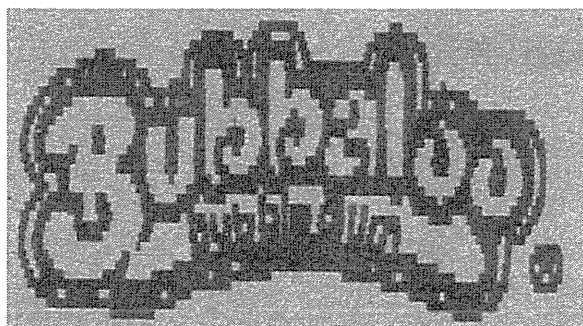
表7-1 産業用インクジェットマーキング装置のインクタイプでの分類

インクタイプ 項目	溶剤インク	水性インク	熱可塑性インク
安全性	×	△	◎
印字品位	△	×	◎
2次元シンボルの可能性	△	×	◎
印字接着強度	◎	△	○

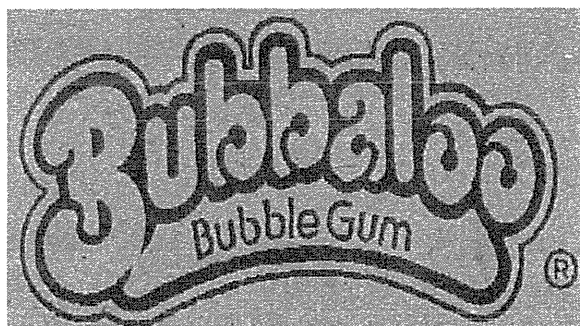
◎：大変良い、○：良い、△：普通、×：良くない

本ガイドラインでは、2次元シンボルのマーキングを対象としている為、高解像度という事と、樹脂インクを採用しており、滲みのないマーキングが可能なインクジェットとして、MDL5000シリーズを採用した。

<溶剤・水性インクジェット>



<MDL5000 シリーズインクジェット>



(3) システム構成

インクジェットのマーキングでは、2次元シンボルのマーキングだけであれば、インクジェットと搬送システムがあれば可能となるが、利用する側によっては特殊な情報や、外部からの情報のコード化等、別途システムやネットワーク接続、専用ソフトウェアが必要となる事もある。情報を取り出すためには、2次元シンボル読取装置が必要であり、これは、生産ライン上で情報の取り出しを行い、生産履歴管理するのか、又は出荷前に情報を取り出し出荷履歴管理するのかなどの目的により、各々システムを構成する。また、別のデータベースとリンクさせる事により、情報の紐付けをすることも可能である。以下にシステム構成上必要な機器を列記する。

【インクジェット本体】

【製品搬送システム】

- ベルトコンベア
- 製品規制又は制御装置
- 製品検知センサ
- エンコーダ
- プリントヘッド固定金具

【2次元シンボル読取装置+生産履歴管理ソフト（オプション）】

【2次元シンボル読取装置+出荷履歴管理ソフト（オプション）】

【2次元シンボル読取装置+情報リンク専用ソフト（オプション）】

(4) システム構成手順

インクジェットマーキングの場合、マーキングサンプルが重要になる。特に情報の取り出しが目的である為、マーキングしただけではなく、マーキング精度の確認、マーキングのコントラストの確認等、事前にボトムラインを認識しておく必要がある。

a) 目的、概要の確認

- どの製品に、どのような情報を付加したいのか？
- マーキングの活用範囲の決定

b) 製品のお預かり、マーキングサンプル作製

- 必要情報が意図したレベル、サイズで表現できるか？
- 製品に対してのマーキング精度の確認

c) マーキングサンプル読み取り確認

- 読み取り精度の確認
- 実際利用するリーダ、形態での読み取り確認

d) 現場確認

- 専用システムが必要か？
- 特殊改造が必要か？
- 設置環境（温度、湿度、粉塵等）

e) システム構成提案、及び見積書提出

- 上記を踏まえた最終仕様の確認

(5) サーモインクジェットプリンターMDL5000シリーズの特長

【色が指定出来る】

インクジェットの特長としては、色が指定出来る事である。インクの色を変更すれば、製品に合わせ色を指定し、マーキングを行なう事が可能である。様々な種類の製品に対して、マーキングを行なうのであれば、コントラストに難がある製品もあると考え

られるが、その製品毎に色の変えたインクジェットを準備し色を指定すれば、どの様な製品でもコントラストのあるマーキングをする事が可能である。

【高汎用性】

インクジェットは、製品に直接インクを付着させる為、あらゆる製品に対してマーキングが出来るという汎用性がある。ある程度の製品の変形やバラつき等は、搬送制御で規制できれば非接触機のメリットを最大限生かし汎用できる。但し、様々な製品に対しては、各々、接着強度、耐久性について、最終的に確認が必要である。

【ノンソルベント】

産業用インクジェットプリンタには、溶剤を使用したインクジェットプリンタが多いが、この MDL5000 シリーズは、溶剤を全く使用しないインクを採用している。溶剤を使用していない為、現場、及び作業者の安全性が高い。また、溶剤を使用していない事により、溶剤が起因する機器トラブルの回避、インクの固着も防ぎ、安定した稼働状況を創り出すことが可能である。また、環境廃棄物としてのインク、溶剤の問題がない事から（通常可燃物としての廃棄が可能）、環境問題へも対応している。当然の事だが、溶剤を使用しない分のランニングコストの低減というコスト面のメリットも見出す事が出来る。

【ハイクオリティ】

産業用インクジェットプリンターとしては、最高レベルの 150dpi の解像度。これは、OA 用途にも近づく値であり、産業用としては画期的な事である。機器側としては、ノズル数が増える等、高解像度にする事は可能だが、製品付着時に滲みが発生しては、実際に高解像度仕様とは言えない。しかし、MDL5000 シリーズは、樹脂インクを採用している為、どんな製品にも滲みがなく、鮮明なマーキングが可能である為、高解像度の印字が可能である。この機能を利用し、高解像度が要求される 2 次元シンボルの表現が可能となる。

【高信頼性】

従来産業用インクジェットには、必ずインクの詰まりという問題が発生していたが、常温固体の熱可塑性インクの為、粘度管理、乾燥する事によりインクの詰まりがない為、インクの詰まりは皆無に近い。また、従来のピエゾジェット方式では空気が入りやすくトラブルが発生していたが、MDL5000 シリーズでは独自のエア除去装置が付帯されており、信頼性が向上している。元々、24 時間稼働生産ラインを想定してシステムを開発している為、インク供給システム・熱管理システム・電源管理システムなどが、相互に監視しあい、高信頼性のあるシステムとなっている。耐環境性の問題として、生産に直結しているラインは環境が劣悪な場合も多いが、MDL5000 シリーズは、ヘッドのノズル部分を除き、耐防塵、耐防水の国際保護基準も、IP43 を取得している。

(6) インクジェットシステム構成

インクジェット本体としては、機器本体、インクライン、プリントヘッド、日本語表示操作 BOX の 4 つから構成される。

(7) MDL5000 シリーズの概略仕様

MDL5000 シリーズの概略仕様を表 7-2 に示す。

表 7-2 MDL5000 シリーズの概略仕様

項目	機械仕様	
機器内部構成	* コントロール基板、* インタフェース基板 * インク温度管理システム * RS232C シリアルインターフェース	
プリントヘッド	ヘッド数	最大 4 ヘッド (1 本体あたり)
	ノズル数	256 ノズル (インク噴出口) の独立制御
	印字面までの距離	5mm 以下
	最大印字速度	45m/分
	解像度	150dpi
操作 BOX	* タッチパネル式液晶操作 BOX * グラフィック対応ディスプレイ * RS232C シリアルインターフェース	
印字仕様	印字範囲	高さ 71mm × 幅 610mm
	内蔵バーコード	JAN8/13、CODE39、128、ITF、EAN
	内蔵 2 次元シンボル	QR コード
インク	インクタイプ	熱可塑性インク (樹脂ベース)
	インク色	黒、赤、緑、青 4 色
	インク容量	950ml/本
	インク融点	70℃
標準ソフト	印字編集ソフト	Pie (Print Image Editor) Window ベースの印字編集ソフト
	印字切り替えソフト	上位 PC の指示により、印字の切り替えを行なうソフト
	バックアップソフト	MPFT (Markem Printer File Transfer) Windows ベースのバックアップソフト

* 4 ヘッド 使用の場合は、印字範囲が 65×610mm となる。

(8) 留意点

- 液体を除くほとんどの製品に対して印字は可能だが、耐接着性・耐候性・耐熱性などはその都度製品に対して実際の搬送・流通経路での印字、及び読み取り確認が必要である。
- インクは熱融解性の為、実際にインクを噴出するプリントヘッド部は高温 (約 120℃) になっている。取り扱い上、注意が必要である。

(9) 応用事例

a) 生産管理

【目的】

生産管理 DB (データベース) を元に出荷管理し、及び出荷指示する。

【方法】

- 生産管理 DB からの指示により、製品情報をコード化し、出荷単位 (ダンボール) へ印字。
- コードを読み取り、製品情報を出荷 DB へ登録 (コードリーダ)。
- 出荷 DB から下流ラインへ在庫位置、流通段階へ指示。

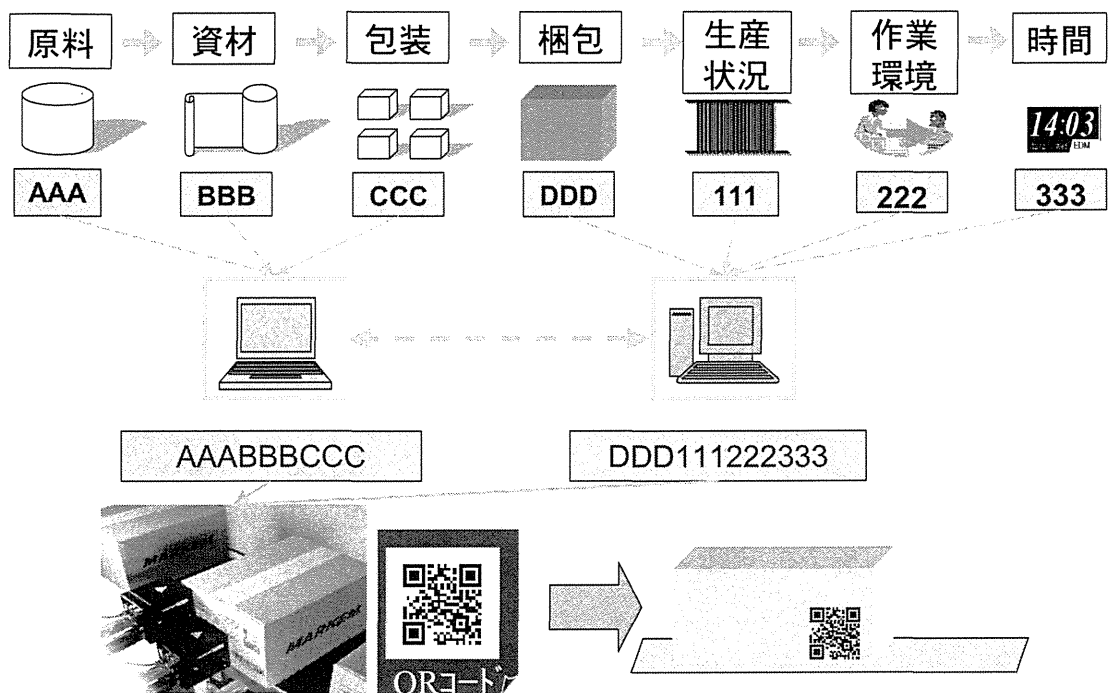


図 7-1 出荷管理／出荷指示への応用

b) 出荷情報管理

【目的】

個製品と出荷先を紐付け、不慮の事故の際に最小の被害で食い止める。

【方法】

- 個製品に製品情報・シリアル番号を印字（ダイレクトマーキング装置）。
- 製品情報を吸い上げ、各種生産情報を追加しコード化。
- 出荷単位（ダンボール）へ印字。
- 出荷時に伝票データと梱包データを読み取りリンクさせデータベースへ登録。

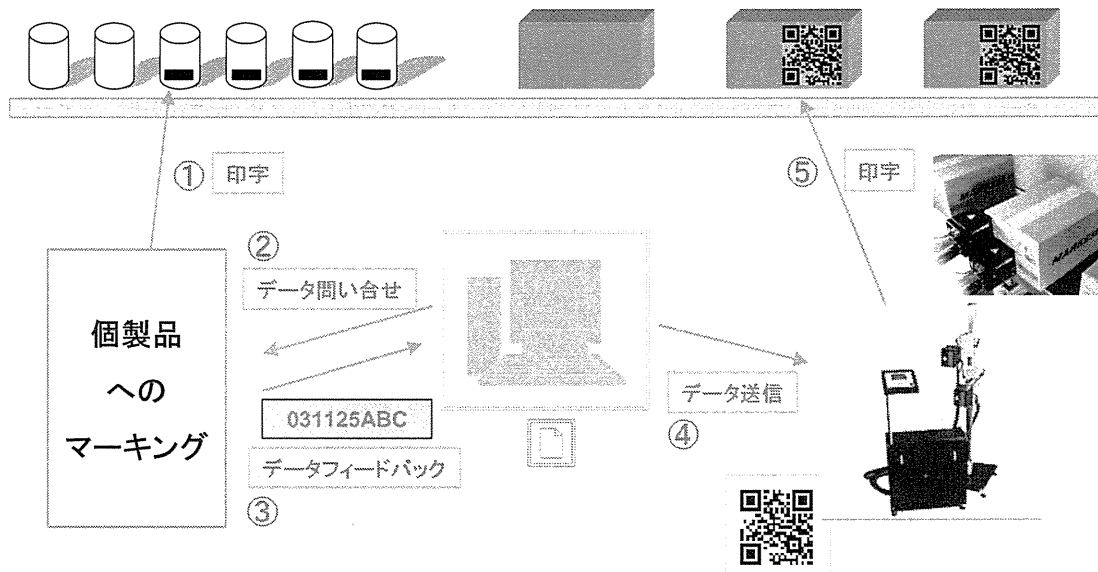


図 7-2 個製品と外装 (IJP) のデータリンク

(10) 用語

[インクライン]

インクを投入する機械本体とインクを噴出するプリントヘッド部をつなぐインクの通り道。

[IP43]

IP (International Protection)、国際保護基準の事。IP の数字が、防塵、防水の保護等級を示す。

(例) IP43

1 桁目 4: 人体、及び固形異物に対する保護等級 4

直径、又は厚さが 1.0mm を超えるワイヤや鋼帯などの固形物体の先端が内部に侵入しない

2 桁目 3: 水の浸入に対する保護等級 3

鉛直から 60° 以内の噴霧状に落下する水によって有害な影響を受けない

[熱可塑性インク]

常温では、固体、熱 (融点 70℃) をかけると、液体となる特殊インク。

[PIE]

Print Image Editor の略で、MDL5000 での印字をワープロ感覚で作成、編集出来るソフト。

[MPFT]

Markem Printer File Transfer の略で、MDL5000 本体の機械の設定、印字内容等を保存できるバックアップソフト。

[ピエゾジェット方式]

ヘッド内部に装着されているピエゾ素子の変形する際の圧力を利用してインクの射出を行う方式

8. サーマルトランスファー方式によるマーキング装置

(1) はじめに

ここ数年わが国の食品業界では、遺伝子組換え品・残留農薬・無認可食品添加物の安全性への追求、BSE（狂牛病）による発病問題、食中毒菌の蔓延など、食品業界だけの問題ではない出来事が多くなってきている。厚生労働省・農林水産省では、HACCP方式の導入も含めた食品の安全・安心確保技術に対して積極的に取り組み始めているが、特に実際の食品に対して安心を提供できる表示に対しては、原産地偽証問題などから改竄防止手段の一つとして、ラベルを使用せず食品のパッケージ（包装フィルム材等）に直接表示するニーズが高まっている。今回は、ラベルに表示するだけであったサーマルプリンタの技術的進歩により、ダイレクトに包装フィルムへ表示できる技術を紹介していきたい。

サーマルプリンタとは、身近なところでは、コンビニやスーパーなどで買い物した時に受け取るレシート、電車の切符、プリペイドカードなどで現在も使用されている。しかしながら、産業用での活用では、生産現場で使用する為、悪環境への適合の必要性や、表示後の耐久性等の問題が発生する。ここでは、高解像度のサーマルプリンタにて包装フィルムへ製造年月日・賞味期限・製造所固有記号などの情報の他に、バーコードや2次元シンボルをダイレクトに表示するための技術について述べる。本章では、EDM株式会社製の機器を例にして述べる。

(2) サーマルプリンタの種類

サーマルプリンタでの印刷方式は、直線的に1列に並んだ発熱体に電位を与えて発熱させ、その熱エネルギーを用いた印刷である。この熱エネルギーで反応させるものにより、サーマルダイレクト式（感熱式）とサーマルトランスファー式（熱転写式）の2種がある。

サーマルダイレクト式は、発熱体の熱エネルギーで直接印刷物（感熱紙等）を反応させ印刷をする方式である。

その特徴として、

- 印字品質が高い
- プリンタ構造がシンプル
- 熱転写リボンが不要

等の長所がある反面短所として、印刷物自体が熱による反応物である為、熱・紫外線・摩擦に弱いこと、印字速度が限定される等が挙げられる。

サーマルトランスファー式は、ベースフィルム上に熱溶解性インクを塗布した熱転写リボンを使用し、発熱体の熱エネルギーにより熱溶解性のインク層を溶解し印刷物に転写する印刷方式である。

その特徴として、

- 印字品質が高い
- 耐光性に優れている
- ラベル・フィルム等のさまざまなものに印字できる

等の長所がある反面短所として、熱転写リボンを使用するためランニングコストが高くなる事が挙げられる。

サーマルトランスファー式サーマルプリンタには、一般的にフィルムが1方向に動作しているときに熱転写リボンとフィルムを同調させながらマーキングを行う連続型（図8-1 EDM製SDシリーズ）とフィルムが止まっているときにサーマルヘッドを動作させマーキングを行う間欠型（図8-2 THPシリーズ）がある。

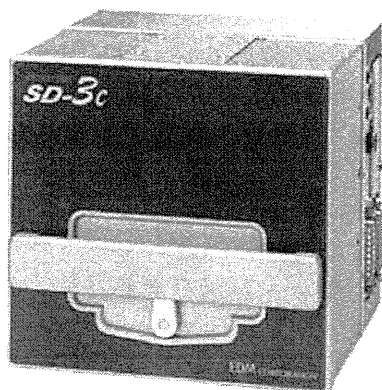


図 8-1 連続型

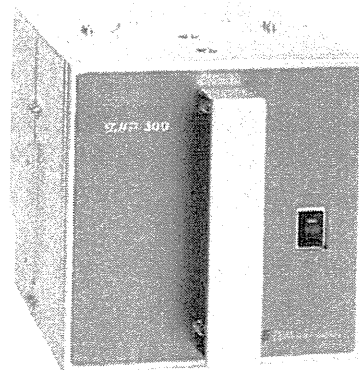


図 8-2 間欠型

(3) サーマルプリンタの概略仕様

連続型 SD シリーズと間欠型 THP シリーズの概略仕様を表 8-1 に示す。

表 8-1 SD シリーズ及び THP シリーズ概略仕様

項 目	仕 様	
	SD シリーズ	THP シリーズ
印字範囲	53mm (W) × 100mm (L)	53mm (W) × 53mm (L)
解像度	12Dots/mm (300dpi)	12Dots/mm (300dpi)
最大印字速度	自動追従 1500mm/s (注 1)	333mm/s (3 段階可変)
編集ソフト	Pie Windows ベース編集ソフト	GIE Windows ベース編集ソフト
電源	AC100/200V 50/60Hz 300VA	AC100/200V 50/60Hz 240VA
空圧源	0.6Mpa 以上	不要
エアー消費量	8ml/cycle	
外部インターフェイス	RS232C パラレル I/O	RS232C

(注 1) 印字動作の速度であり、印字品位とは無関係です。

(4) システム構成

サーマルプリンタの基本的な構成を、図 8-3 に示す。サーマルプリンタは、包装機等のフィルム搬送・梱包装置に搭載される場合が多く（図 8-4 参照）、フィルム搬送状態によりサーマルプリンタの連続型・間欠型を選択する。連続型の場合は、フィルム速度に同調させる為、エンコーダが必要となる。プリンタ本体には、サーマルヘッドを上下に駆動させる為に圧縮エアが必要となる。制御 BOX では、タッチパネルにより印字内容の変更や各パラメータの設定を行う。また、上位 PC や PLC とのシリアル通信により印字データを変更することが出来る。

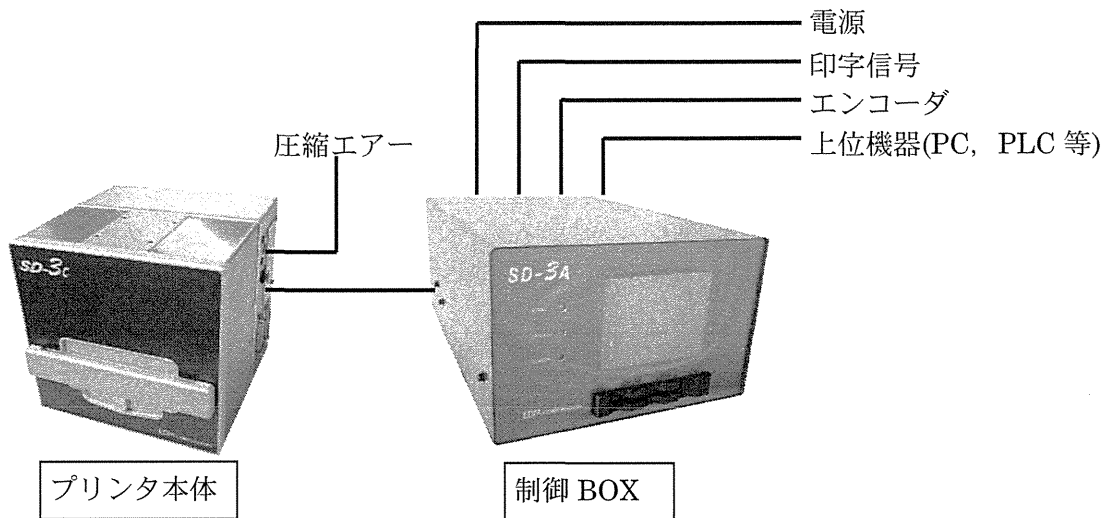


図 8-3 サーマルプリンタ構成図

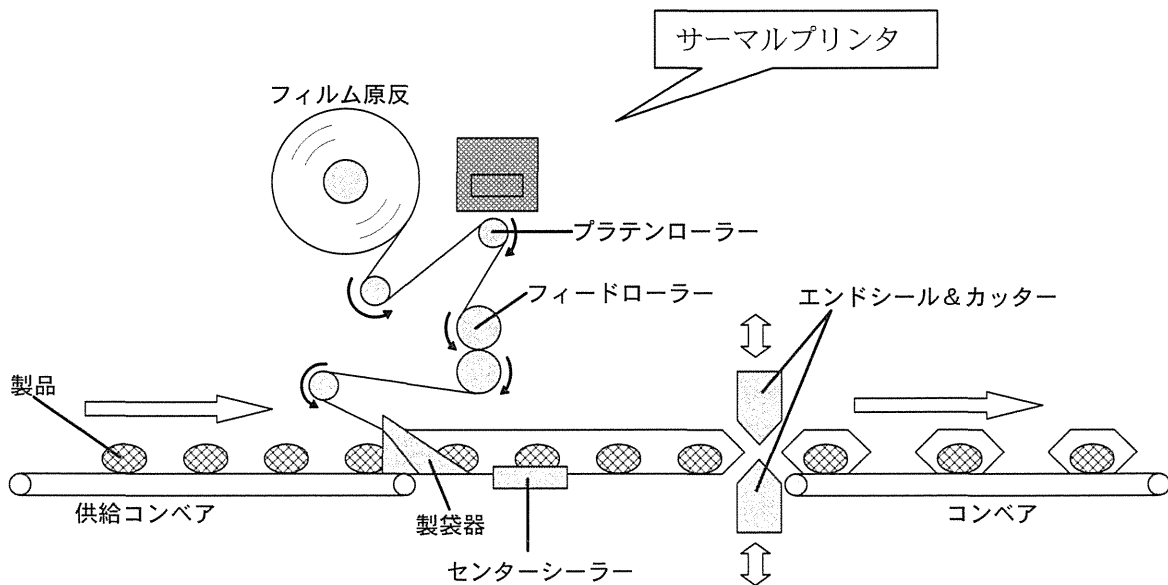


図 8-4 横ピロー包装機搭載例（連続型）

(5) 熱転写リボン

熱転写リボンは、基本的には耐熱性のあるベースフィルムと熱で溶融するインクで構成されている。実際には、サーマルヘッド保護層・ベースフィルム・剥離層・保護層・インク層・接着層のように多層構造になっている。

熱転写リボンは、様々な種類のフィルムや要求品質に対応するために、ベースフィルムの厚さやインクの使用材料の配合比等でいろいろな種類がある。大きく分類するとワックス系、セミレジン系、レジン系に分けられる。この3タイプの熱転写リボンの比較を表8-2にまとめた。

ワックス系は、インク構成成分の主成分がワックスで単層構成が多い。耐擦過性などの印字耐性は弱い、高感度で転写性に優れコストが安い。

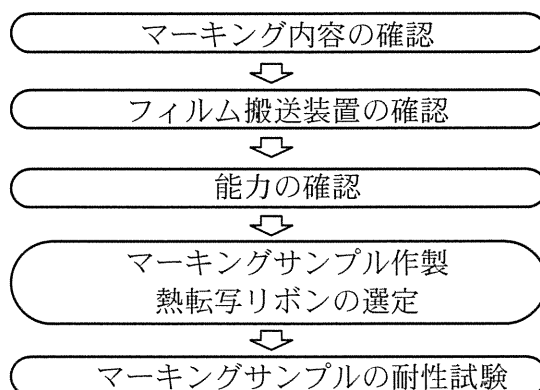
セミレジン系は、高品位対応のものが多く多層構成が多い。ワックス系よりも耐性が強く、印字の品質としては、高精細・高品位。コストは、ワックス系よりも一般的に高い。

レジン系は、樹脂を主体としたインク構成で、多層構成が多い。レジン系は、印字耐性は良いが高印可エネルギーが必要である。

表 8-2 熱転写リボンの比較

	ワックス系	セミレジン系	レジン系
転写性	◎	○～◎	△
フィルム適正	○	○	×
耐擦過性	×	△	○
耐熱性	×	△	○
耐水性	○	○	○
耐油性	△	△	○
耐薬品性	×	×	○
コスト	○	△	×

(6) サーマルプリンタの導入手順



a) マーキング内容の確認

どのような情報をマーキングするのか検討し、マーキングレイアウトを決定する。

B) フィルム搬送装置の確認

フィルム搬送タイプにより、サーマルプリンタの連続型・間欠型の選定する。一般的に包装フィルム動作を止める事なく包装するタイプの場合は連続型、包装フィルムが動作停止を繰り返し間欠動作しながら包装するタイプは間欠型を選定する。

c) 能力の確認

連続型の場合は、包装フィルム速度・マーキング間隔（印字ピッチ）・マーキング長さを確認し、サーマルプリンタの能力範囲内であるかを確認する。

間欠型の場合は、包装フィルムが停止している時間内に印字動作を完了しなければならない為、このフィルム停止時間を確認する。間欠型サーマルプリンタの印字動作時間は、マーキング長さ（ヘッド移動速度）により決定される。

d) マーキングサンプル作製・熱転写リボンの選定

使用包装フィルムの種類や要求品質に応じて熱転写リボンを選定し、実際に使用する包装フィルムに使用する能力でマーキングサンプルを作製すると同時にサンプル作製時のサーマルプリンタの設定値を控える。（図 8-5 サンプル例）

e) マーキングサンプルの耐性試験

マーキングサンプルは、マーキング後の後工程（例えば熱殺菌処理等）の状況・物流環境・保管環境等を考慮し、マーキングの耐性を試験する。出来れば、包装状態のサンプルを作製し、各工程・環境を実際に行うことが望ましい。

賞味期限 03.07.10
製造所固有記号 EDM
Lot ABC123

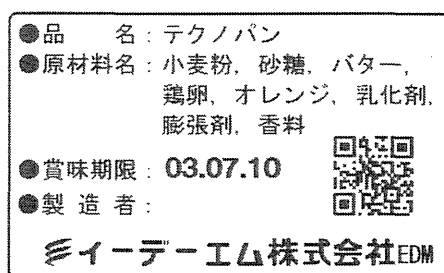


図 8-5 マーキングサンプル

(7) 用語

[HACCP]

Hazard Analysis Critical Control Point（危害分析重要管理点）の頭文字をとったもので、アメリカ航空宇宙局（NASA）で開発された食品の安全・衛生管理システム。HACCP 方式とは、原材料の調達から加工、さらには人の口に入るまでの全行程において微生物汚染や異物混入などの危害・危険性を明確にし、それを防止するための管理点や方法を確認し（HA：危機分析）、重点的に監視（CCP：重要管理点）および記録するもの。

[ピロー包装機]

スナック菓子の包装のように包装形態が枕型（ピロー）になる包装機。包装形式においてピロータイプが一般的であるが、その他に三方シール、四方シールがある。包装工程が上方から下方に進行するものを縦型包装機、水平方向に進行するものを横型包装機と呼び慣わしている。

[プラテンローラー]

サーマルヘッドがマーキングするために包装フィルムに押し当てるローラー。

[製袋機]

包装フィルムを筒状にする装置。

[センターシーラー]

包装フィルムを筒上にした後、フィルムの合わせ部分をシールする包装機の装置。

[エンドシール&カッター]

ピロー包装の開封口の部分を熱シールし、フィルムをカットする包装機の装置。

9. 読み取り装置 I

(1) はじめに

本章では、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルを読み取る際の基本的な項目について説明する。

一口にダイレクトマーキングといっても、ダイレクトマーキングされたワークの素材（金属、プラスチック、ガラス、その他）、ワーク表面の形状（鏡面等）、印字方法（レーザー、インクジェット、ドットインパクト等）など、多くの条件があり、これらの条件に応じて、レンズの種類、照明の方式の選択、カメラのシャッタースピードや 2 次元シンボルリーダの読み取り条件の設定等を正しく行わなければ、2 次元シンボルの読み取りを安定して行うことはできない。以下に、各項目について説明する。なお、本章では松下産業機器株式会社の機器を例にして述べる。

(2) 2 次元シンボル読み取りシステムの基本的な構成

2 次元シンボル読み取りシステムの基本的な構成は図 9-1 の通りである。

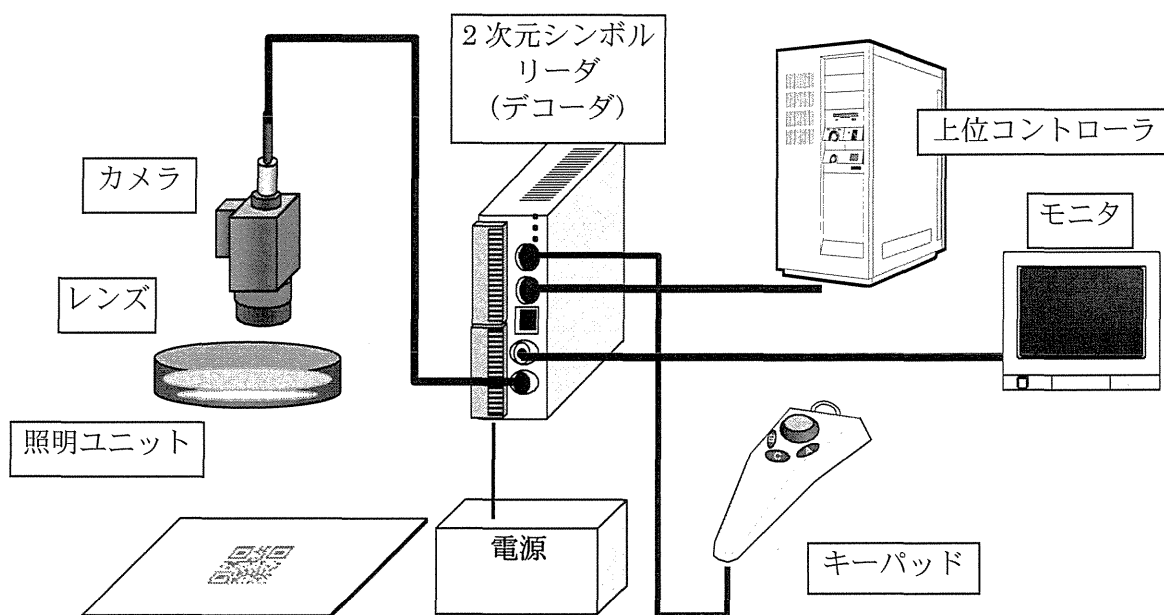


図 9-1 2 次元シンボル読み取りシステムの基本的な構成

照明ユニットはワーク上にマーキングされた 2 次元シンボルに照明光を照射する。この照明光はワーク上の 2 次元シンボルの領域で反射し、この反射光がレンズを通じて、カメラの CCD 面に結像する。この CCD 面に結像された 2 次元シンボルの画像は、画像信号としてカメラより出力され、2 次元シンボルリーダ（デコーダ）に入力される。ダイレクトマーキングの読み取り性能を向上させるためには、特にレンズ、照明の選択が重要となる。2 次元シンボルリーダ（デコーダ）はカメラより入力された画像信号を処理し、読み取りを行い、読み取りデータを出力する。

モニタは、読み取り結果や読み取り時の 2 次元シンボルの画像を確認するために用いる他、2 次元シンボルリーダの設置時に照明やレンズの微調整を行うために用いられる。上位コントローラ（PC、シーケンサー等）は、シリアル通信等により 2 次元シンボルリーダからの読み取りデータを受ける。

図 9-1 ではカメラとデコーダが分離した 2 次元シンボルリーダを例に挙げているが、他にカメラとデコーダが一体となったものもあり、用途に応じて、カメラとデコーダを分

離したものの、カメラとデコーダが一体となったものを選択することが出来る。
また、2次元シンボルを読み取る際に必要となる2次元シンボルリーダの動作パラメータ（読み取りコードの種類、通信条件等）の設定は、上位コントローラとのコマンド通信により行うものや、本体にキーパッド（またはマウス）を接続して、モニターを見ながら行うものがある。

(3) ダイレクトマーキングシンボルの読み取り

次に2次元シンボルリーダの導入手順について説明する。導入は図9-2の手順で行われるが、以下、詳細に説明する。

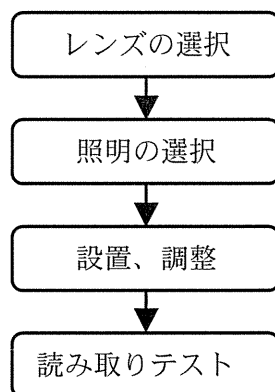


図9-2 導入手順

a) レンズを選択

レンズは、視野サイズとワークディスタンスにより選択される。（図9-3参照）
視野サイズの最大値は、読み取り可能な2次元シンボルの解像度、つまり2次元シンボルのセルサイズ（1セルの大きさ）から決まる。
通常、レンズ交換の可能な2次元シンボルリーダは読み取り可能な最小のセルサイズを、1セルあたりのCCD上のピクセル数（画素数）で表す。このことから、読み取りの視野サイズの最大値が決定される。
例えば、「読み取り可能な2次元シンボルの最小のセルサイズが5画素/セルである2次元シンボルリーダ」が「有効画素512×512、正方形画素のCCDを持ったカメラ」を用いて、「セルサイズが0.25mm/セルの2次元シンボル」を読み取る場合、視野の1辺の最大値は以下となる。

$$\begin{aligned} \text{視野の1辺} &= 0.25 \text{ (mm/セル)} \times 512 \text{ (画素)} \div 5 \text{ (画素/セル)} \\ &= 25.6 \text{ mm} \end{aligned}$$

よって、この場合、視野の1辺が25.6mm以下であればよいことになる。
視野サイズの最小値は、2次元シンボルの大きさとその位置決め精度から決まる。例えば、セルサイズが0.25mm/セルで、セル数が21セルであるQRコードの場合、1辺の長さは0.25 (mm/セル) × 21セルで5.3 (mm) となるので、視野は少なくとも5.3mm以上でなければならない。通常はこの1辺の長さに加えてクワイエットゾーン、位置決めばらつき、またはコードの回転等を勘案したものが、視野サイズの最小値となる。
以上の手順で視野サイズの最大値と最小値が決まる。

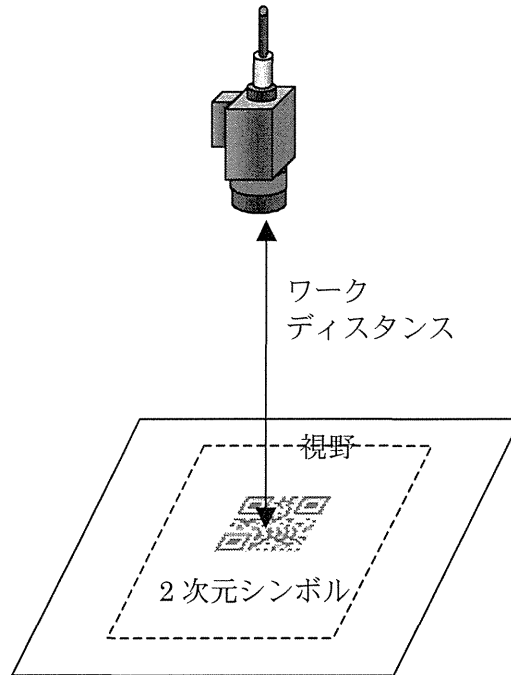


図 9-3 ワークディスタンスと視野

次に、視野とワークディスタンスからレンズを選択する。2次元シンボルリーダのレンズとしては一般的に CCTV レンズが用いられるが、CCTV レンズの種類は、焦点距離 f で選択される。焦点距離 f は例えば 7.5mm~100mm と様々であり、各レンズの合焦点位置（ピントが合う位置）はカメラとレンズの間に接写リングを挿入することにより調整することができる。通常、この接写リングの厚みと視野、ワークディスタンスの関係は、レンズメーカーやリーダメーカーのレンズの特性表を参照することにより知ることが出来る。

以下に、簡単にレンズの焦点距離 f と接写リングの厚み、ワークディスタンス、視野の関係について説明する。

- ① 同一カメラ、レンズの場合、ワークディスタンスと視野は、ほぼ比例する。（特にワークディスタンスが長い場合）
- ② 同一カメラ、レンズの場合、接写リングを厚くするとワークディスタンスが短くなり、視野も狭くなる。
- ③ 同一カメラで、視野を変えずにワークディスタンスを短くする場合は、より焦点距離 f の短いレンズを使用し、接写リングも薄くする。ワークディスタンスを長くする場合はこの逆である。（図 9-4 参照）

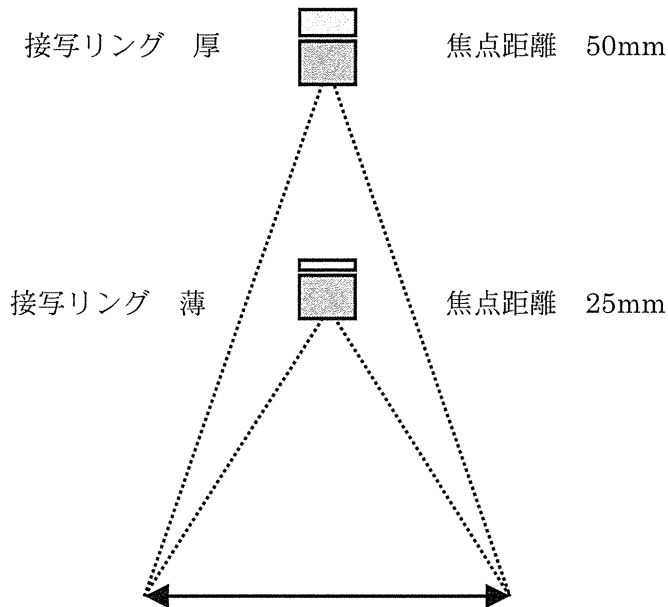


図 9-4 同一視野サイズ時のレンズの焦点距離と接写リングの厚みの関係

b) 照明方式の選択

通常、紙等に黒インクにより印字されている 2 次元シンボルを読み取る際には、設置方法についてそれほど考慮する必要はない。これは紙に印字されている場合は、レンズの焦点を正しく調整することで、読み取りに十分なコントラストが得られるためである。しかしながら、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルの場合、そのワークの材質、ワークの形状、2 次元シンボルの印字方法により、適切な照明方式を選択しなければ、読み取りに十分なコントラストが得られない。以下にダイレクトマーキング読み取りに用いられる主要な照明方式について説明する。

【斜光照明方式（含むリング照明）】

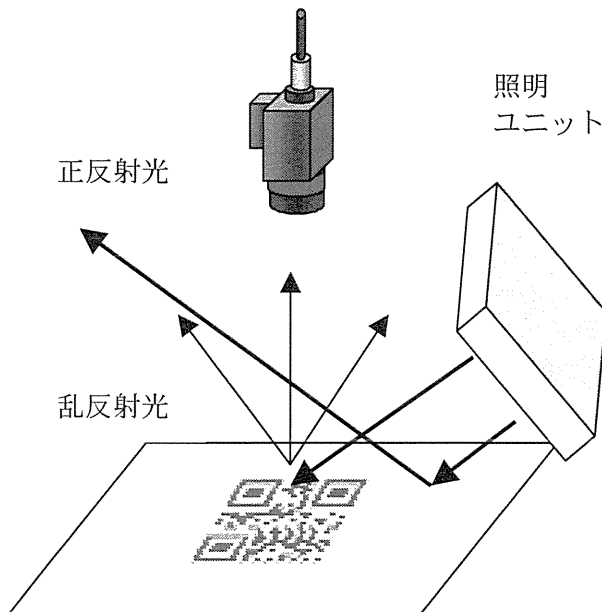


図 9-5 斜光照明

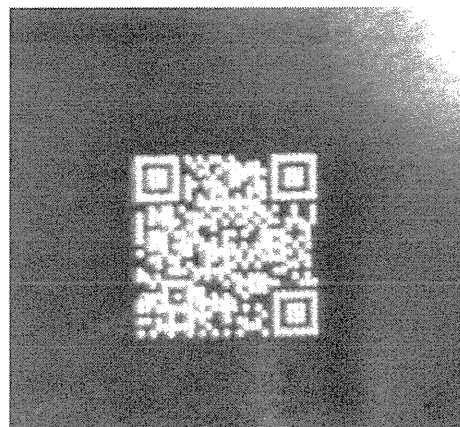


図 9-6 斜光照明の画像

斜光照明方式は、ワークの斜めから照明を当てる方式である。(図 9-5 参照) 主にプリント基板や電子部品に印字された 2 次元シンボルの読み取りに効果的である。また、斜光照明方式の一種として、リング照明があるが、リング照明は光をより均一、かつより多く照射することができ、レンズとの接続も可能で装置自体を小型化できるため、よく使用される。

プリント基板にレーザーマーキングした場合には、背景に比べて照明光の乱反射の度合いが多くなるため、背景に比べて明るくなる。よって、取り込まれた画像中では 2 次元シンボルのセルが白くなる。(図 9-6 参照)

斜光照明方式には、直射 (ダイレクト) 照明方式と間接照明方式という分類もある。この違いは直射照明方式が LED から直接ワークに対して照射されるのに対して、間接照明方式は LED からの光が拡散板によって拡散され、拡散板からの光がワークに照射されるというものである。一般に直射照明方式は間接照明方式に比べて、照明光が強くと照射されるが、ワーク表面につやがある場合は、写り込みが発生する。間接照明方式は、ワーク表面につやがある場合でも、写り込みが発生せず、均一な輝度を得やすい。

【同軸 (同軸落射) 照明方式】

同軸照明方式は、ワーク面に対して照明の投光軸とカメラの受光軸が垂直になる方式である。(図 9-7 参照) 投光軸と受光軸を同軸にするために、ハーフミラーを使って、ワークに対して垂直に照明光をあてている。照明光は背景部分で全反射し、印字部分では乱反射するため、2 次元シンボルのセルは黒く写る (図 9-8 参照)。

主にガラスや金属等の鏡面のワークに印字された 2 次元シンボルの読み取りに効果的であるが、ワークの角度に左右されやすいという欠点がある。また、曲面のワーク等にも弱い。

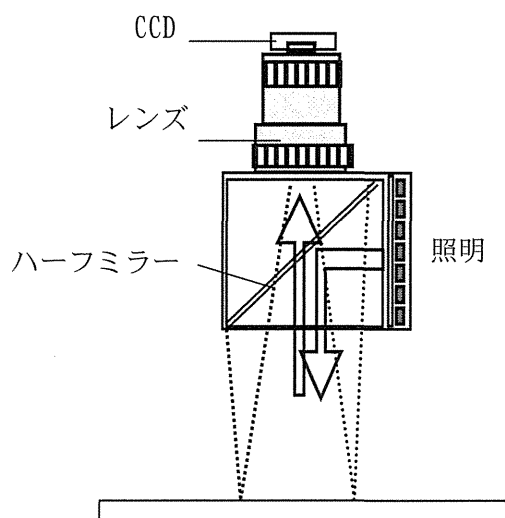


図 9-7 同軸照明



図 9-8 同軸照明の画像

【透過照明方式】

透過照明方式は、ワーク後方から光を当てて、ワークの透過像 (シルエット像) を見る照明方法である。(図 9-9、9-10 参照) バックライト方式とも言う。

画像中の 2 次元シンボルのコントラストは、照明光に対する透過率の差で決定される。主にガラス、液晶基板上に印字された 2 次元シンボルの読み取り時に適している。

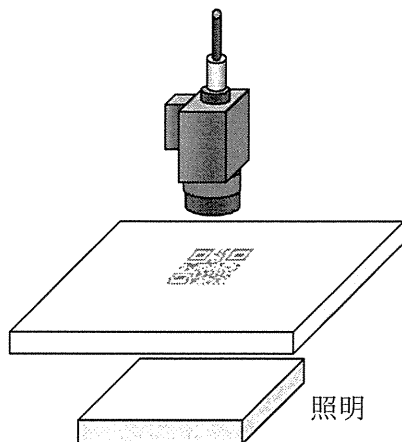


図 9-9 透過照明

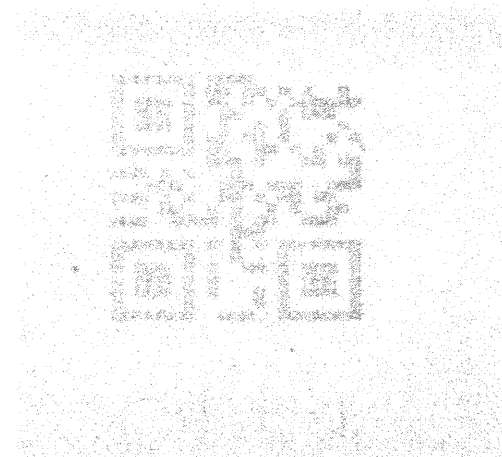


図 9-10 透過照明の画像

【レンズの絞り、電子シャッターの設定】

レンズの種類、照明方式が決定した後は、実際の設置を行い、現地調整作業を行わなければならない。ここでは、その際に必要なレンズの絞り、カメラの電子シャッター値について説明する。

まず、レンズの絞りの設定による効果を説明する。レンズの絞りを変えることにより、深度方向のピントの合う範囲である「被写界深度」を変えることができる。

レンズの絞りを空けると被写界深度は狭くなり、レンズの絞りを絞ると被写界深度は広くなる。例えばワークディスタンスが都度変わる場合は、レンズを絞り、被写界深度を深くしなければならない。ここで、注意しなければならないことは、被写界深度を深くするために、レンズの絞りを絞ると光量が少なくなり、読み取りに十分なコントラストが得られなくなる可能性がでてくることである。この場合は照明を強くする等の対応が必要となる。

次に電子シャッターについて説明する。2次元シンボルリーダやカメラによっては、電子シャッタースピード（露光時間）を変えることができるものもある。

電子シャッターを高速にすることは、ワークが移動している場合、または振動している場合に読み取り性能を向上させるために必要となる。電子シャッターの値は例えば、 $1/60\text{s}$ ～ $1/10000\text{s}$ と変化させることができ、電子シャッタースピードを速くすれば、移動読み取りに対応することが可能となる。しかし、レンズの絞りと同様に光量が少なくなるため、十分なコントラストを得るためには、照明を強くするか、レンズの絞りを開けなければならない。このように、2次元シンボルの読み取りを安定的に行うためには、照明の強さ、レンズの絞り、電子シャッターの速度を総合的に検討する必要がある。

d) 2次元シンボルリーダの読み取り条件の設定

2次元シンボルリーダの読み取り条件の設定について説明する。読み取り条件の設定は、各メーカーによって様々な項目があるが、ここでは共通と思われる項目について説明する。

【コードの種類】

どの種類の2次元シンボル（QRコード、データマトリックス等）を読み取るか選択する。読み取りコードを複数設定可能な2次元シンボルリーダの場合、読み取り可能な2次元シンボル種類を絞ると、読み取り時間を短くできる可能性がある。

【コードの白黒反転】

背景が白で、2次元シンボルのセルが黒（ノーマル）か、背景が黒で、シンボルのセルが白（白黒反転）か選択する。照明状態により、白黒が反転した画像の読み取りが必要になる。例えば、プリント基板にレーザーマーキングされた2次元シンボルリーダを斜光照明方式で読み取る場合は、コードが白く写る。

【コードの左右反転】

コードが左右反転しているコードか、否かを選択する。ガラス等の透明な材質に印字された2次元シンボルを、背面から読み取る場合等には、左右反転の読み取りが必要となる。

【印字の種類（ノーマル印字、ドット印字）】

読み取る2次元シンボルのセルの形状を選択する。ノーマルは、通常の紙印字と同様のものである。ドット印字（ドットマーキング）は、図9-11で示されるように、円形であり、隣り合ったセルとセルの間が開いているものもある。ドットマーキングのセルピッチとドット径の関係を図9-11に示す。

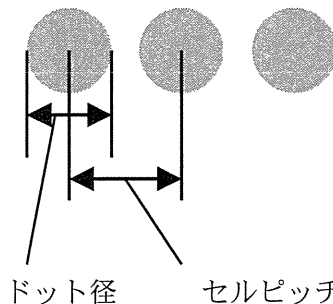


図9-11 ドットマーキング

(4) 読み取り調整、検証

次に読み取りテストの方法について説明する。図9-12に一般的な調整、テストの流れを示す。

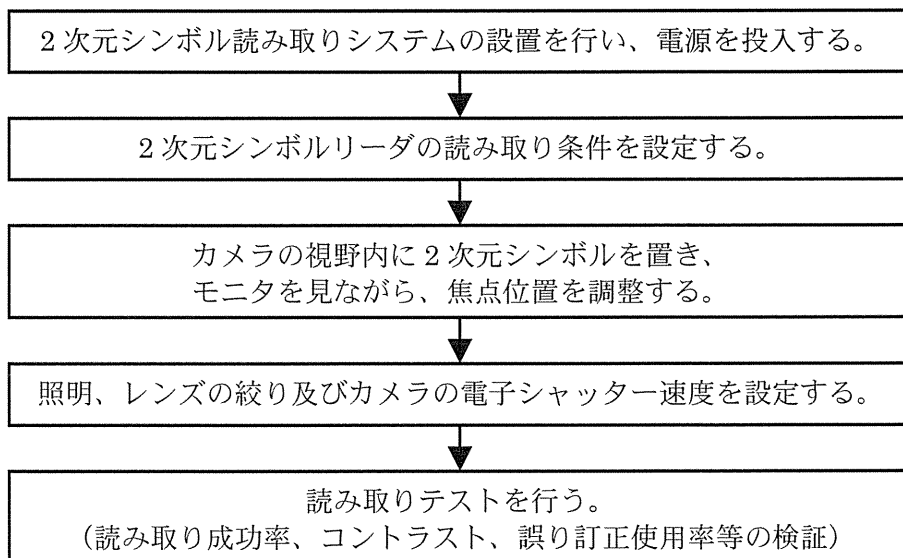


図9-12 読み取りテストの手順

図 9-12 についての詳細な説明は、前章までに述べてきた通りである。

読み取りテストでは、図 9-12 で行われたレンズ、照明の設置調整、または 2 次元シンボルのマーキングが最適に行えているか調べるものである。

ここでは、与えられたマーキングサンプルに対して、2 次元シンボル読み取りシステムがどのような読み取り性能で、どの程度尤度（マージン）があるかを調べなければならない。読み取り性能を測定する値としては、読み取り成功率、誤り訂正使用率、コントラスト値等がある。

読み取り成功率は、読み取り成功数を読み取り試行数で割ったものである。この値は、100%に近い程良い。

誤り訂正（使用）率は 2 次元シンボルの誤り訂正の機能をどの程度使用しているかを表すもので、この値が大きいほど誤り訂正を行っており、読み取り尤度（マージン）が少ない。2 次元シンボルの誤り訂正の機能は、2 次元シンボルを汚れに対して強くするために、必要不可欠な機能であり、特にダイレクトマーキングについては、通常紙印字のものに比べて低品質な 2 次元シンボルの画像を読み取るため、より多く誤り訂正を行うが、読み取り成功率が 100%であっても、誤り訂正を多く行って読み取り成功している場合は、レンズ、照明等の設置条件、マーキングの再検討を行う必要がある。

2 次元シンボルシンボルにおけるコントラスト値（図 9-13）は、画像上での白黒の輝度の差を表す値であるが、一般にこの値が大きいほど、2 次元シンボルリーダは 2 次元シンボルを読み取りやすくなる。よって、コントラスト値が大きくなるように調整すれば、読み取り尤度を取ることができる。

以上の情報を元にして調整を行い、読み取りテストを行う。繰り返しながら、最も読み取り成功率、読み取り尤度が取れる設置、マーキングの調整を行うことにより、安定なシステム構築を行うことができる。

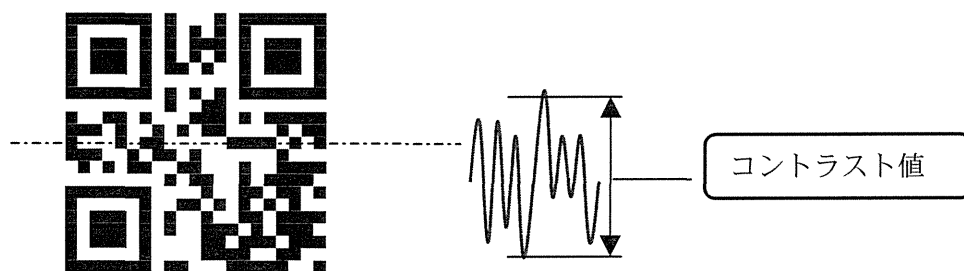


図 9-13 コントラスト値

(5) カメラ分離型 2次元シンボルリーダー ZE-85RSX5 の概略仕様

表 9-1 にカメラ分離型 2次元シンボルリーダー ZE-85RSX5 の概略仕様を示す。

表 9-1 ZE-85RSX5 の概略仕様

項 目		仕 様
読み取りコード	2次元シンボル	QRコード、データマトリクスコード
	1次元コード	CODE39、CODE128、NW7、ITF、JAN/EAN/UPC
最小分解能	2次元シンボル	1セル：5×5画素
	1次元コード	1モジュール：4画素
カメラ	接続台数	1台
	カメラタイプ	ランダムトリガ機能付倍速カメラ ANM831/ 電子シャッター機能付CSマウントカメラ ANM830A/
CPU		32bit RISC CPU 200MHz
画像メモリ	解像度	512×480画素 256階調
	保存画面	最大32画面
外部入出力	モニタ	1ch NTSC 準拠
	シリアル	RS232C 2ch
	パラレル	入力=11点 出力=14点
電 源	定格電圧	DC24V
	定格消費電流	700mA 以下
寸法質量	外形寸法	40mm (幅) ×120mm (高さ) ×74mm (奥行き)
	質 量	300g (ケーブルのぞく)

【特 長】

- 高速・高精度読み取り
移動体の読み取りが可能
- 小形・省スペース設計
本体 40 (W) ×120 (H) ×75 (D) mm
- 設置・調整に便利な各種機能
画像保存機能 (32画面)
各種読み取り尤度 (マージン) 測定機能
モニタ上でのパラメータ設定機能

(6) むすび

以上、ダイレクトマーキングされた 2次元シンボルを読み取る際の基本的な項目について簡単に説明した。

内容を理解いただき、2次元シンボルリーダー導入に役立てていただければ幸いです。

10. 読み取り装置 II

(1) はじめに

本章では、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルを読み取ることができる、固定式リーダの導入方法について解説する。特に主眼をおいているのは、「ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルを、市場で幅広く活用するには、どのようなリーダが必要であり、また、そのリーダをどのようにして導入するか」という点である。なぜならば、2 次元シンボルを部品や製品にダイレクトマーキングして管理する手法は、その有効性の市場認識が高まっているものの、ラベルに印刷された 2 次元シンボルの読み取りに比べ、読み取りに習熟が必要とされるからである。

この主な理由としては、

- 読み取りが安定しない、もしくは、読み取り率を挙げられない
- 画像処理の知識が求められ、ラベル印刷のように簡単に導入できない

という点が挙げられる。

そこで、本章では、固定式リーダの導入の流れに沿って、どのようなリーダをどのようにして導入すればよいかという、導入の為に最低限必要となる項目について述べる。なお、内容を固定式リーダに限定したのは、操作性、読み取り能力の面から見ると、現状、ハンディタイプ（手持ち式）より固定式の方がより安定した読み取りができるためである。なお、本章では、株式会社デンソーウェーブ製の機器を例にして述べる。

(2) 固定式リーダの種類

固定式リーダには、一般的に以下の 2 種類のタイプの製品がある。

- カメラとデコーダをベースに、レンズや照明を組み合わせて使用する高機能タイプ（写真 9-1 デンソーウェーブ製 QD20）
- レンズ・照明一体型の簡易タイプ（写真 9-2 デンソーウェーブ製 QB20）

但し、簡易タイプは低コスト化と小型化をコンセプトに開発されており、限定された 2 次元シンボルの読み取り用であるため、以後述べる固定式リーダは、高機能タイプを指すこととする。

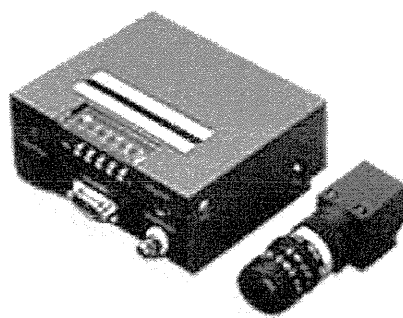


写真 9-1 高機能タイプ

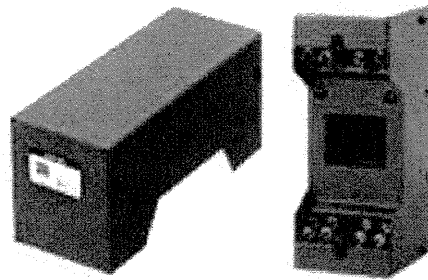


写真 9-2 簡易タイプ

(3) システム構成

固定式リーダの一般的なシステム構成を図 10-1 に示す。読み取りを行う為に最低限必要なものは、リーダ本体（カメラ及びデコーダ）、レンズ/接写リング、照明である。レンズ/接写リング、照明については、読み取る対象の 2 次元シンボルに応じて、最適なものを選択する必要がある。なぜならば、ワークにダイレクトマーキングする場合、ワークの大きさや材質により、2 次元シンボルのサイズや反射率等が異なり、レンズ・接写リング、照明をワークに応じて使い分ける必要があるからである。これらの詳細については、(5) 項で説明する。

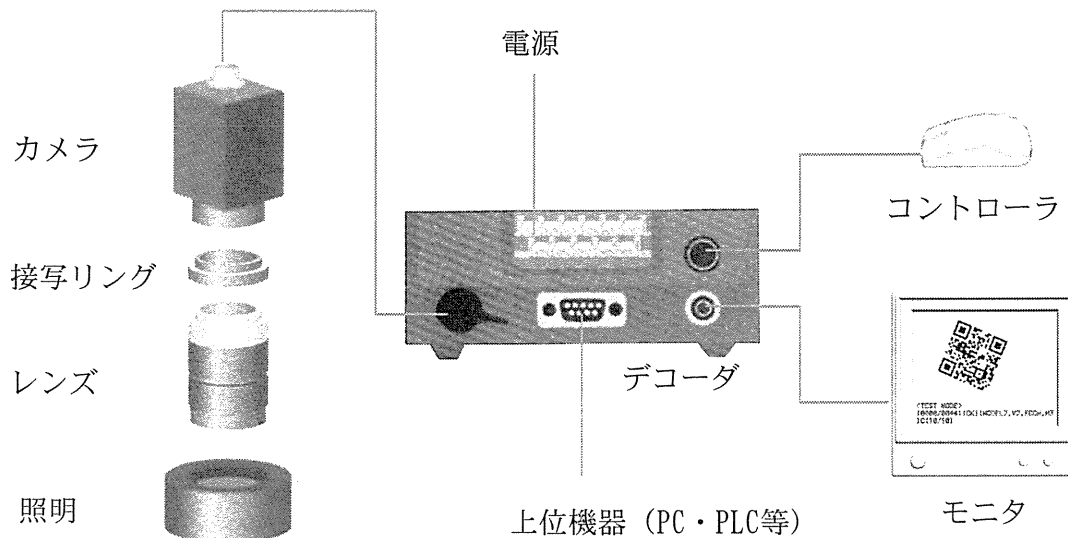


図 10-1 固定式リーダのシステム構成

また、条件設定及び確認用として、モニタとコントローラが必要である。モニタは読み取り状態を確認する為に必要であり、また、コントローラは運用前の設定や運用時の設定変更の為に使用する。コントローラが無く、PC からのコマンドで設定変更を行うタイプもあるが、ラインに設置された状態でインターフェースケーブルを接続し直すのは困難なケースが多い為、コントローラで制御できる機器の使用を推奨する。以上のように、固定式リーダは比較的複雑なシステム構成となるが、ポイントさえ抑えれば、導入は決して難しいものではない。そこで、以下に固定式リーダの導入の流れにそって、ポイントを説明する。

(4) 固定式リーダの導入フロー

固定式リーダの導入の流れは、一般的に図 10-2 に示す通りである。

図 10-2 は、使用する 2 次元シンボルのサイズやワークの材質が決まっていることを前提としている。

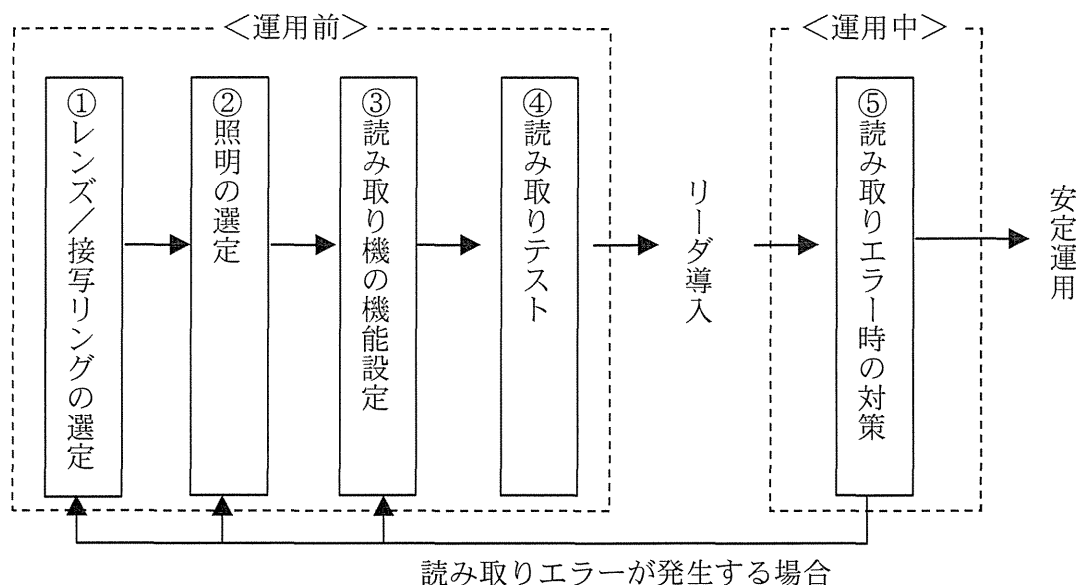


図 10-2 導入フロー

(5) 各作業の詳細

本項では、前項の導入フローに沿って、それぞれの作業についての詳細を説明する。尚、ダイレクトマーキング・2次元シンボル対応の固定式リーダとして実績の豊富な QD20 をベースに説明する。(表 10-1 参照)

表 10-1 固定式リーダ QD20 の概略仕様

読み取り部	読み取りコード	2次元	QRコード(モデル1・2)、マイクロQRコード、DataMatrix、PDF417
		1次元	UPC-A/E、EAN-13/8、CODE39、NW-7、ITF、CODE128
	スキュー角		360°
	仰角・傾角		レンズ・接写リングによる
	カメラ		専用VGA/1線式
機能	画像メモリ		10画像(クレー画像/2値画像のそれぞれ)
	モニタ表示		グレー/2値画像、設定メニュー、読み取りテスト、照度分布
操作部	モニタ出力		NTSC/EIA
	コントローラ		PS/2 マウスインターフェース (活線挿抜可能)
外部入出力	入力		トリガ、モード1、モード2
	出力		OK、NG、外部照明同期信号
通信 I/F	方式		RS-232C
	転送速度		115.2Kbps. Max
	コネクタ		D-sub9ピン(オス)
電源	定格電圧		DC24V、1A
環境条件	使用温度範囲		0~50°
	使用湿度範囲		10~85%RH(結露・結氷のないこと)

a) レンズ・接写リングの選定

レンズ・接写リングの選定は、運用時に必要な「読み取り距離」と「読み取り視野」に基づいて行う。「読み取り距離」とは、レンズの先端からワークまでの距離のことを指し、「読み取り視野」とは、カメラでコードを捕らえられるエリアを指す。（図 10-3 参照）

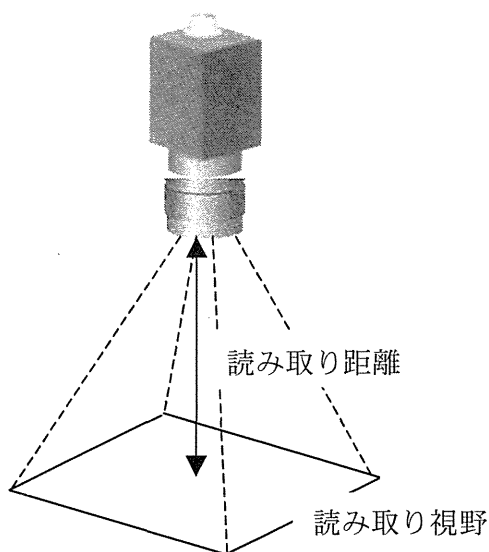


図 10-3 読み取り距離 (WD) と視野

【読み取り視野の決定】

「読み取り視野」を決める場合には、2次元シンボルのセルサイズに制約を受けることに注意が必要である。

結論からいうと、100桁程度までの2次元シンボルを安定して読み取る為には、「読み取り視野」をシンボルサイズの2~5倍程度に設定することが必要である。すなわち、小さな2次元シンボルを読み取れる視野の大きさには限界があるということである。

この「読み取り視野」を決定する要因は、セルサイズ、リーダの割り当て画素数、カメラのセンサの画素数（30万画素（横640×縦480画素）程度のものが一般的）である。そこで、以下に読み取り視野算出の為の計算式を記す。

$$\text{読み取り視野 (縦)} = \text{セルサイズ} \div \text{割り当て画素数} \times 480$$

$$\text{読み取り視野 (横)} = \text{セルサイズ} \div \text{割り当て画素数} \times 640$$

割り当て画素数とは、2次元シンボルの1つのセルに対し、カメラのセンサの何画素を割り当てれば読み取れるかということで、これは各メーカーのリーダによって異なるが、ダイレクトマーキングされた2次元シンボルを読み取る場合は一般的には5~8画素程度を推奨することが多い。そこで、例えば、0.25mmで印字されたシンボルの視野を、割り当て画素数：5画素で計算すると

$$\text{読み取り視野 (縦)} = 0.25\text{mm} \div 5 \times 480 = 24\text{mm}$$

$$\text{読み取り視野 (横)} = 0.25\text{mm} \div 5 \times 640 = 32\text{mm}$$

が最大の視野（この視野より小さくすることは問題ない）ということになる。このようにシンボルのセルサイズから、まず読み取り視野を算出する。

【読み取り距離の決定】

次に読み取り距離であるが、レンズと接写リングの組み合わせである程度はフレキシブルに変更することが可能である。

例として、QD20 のレンズと接写リングの組み合わせによる「読み取り距離」と「読み取り視野」の表を示す（表 10-2 参照）。

この表は、横軸にレンズの種類、縦軸に接写リングの種類をとっており、それぞれの組み合わせの距離と視野をまとめたものである。（1つのレンズ・接写リングの組み合わせに対し距離と視野が2段に分かれているのは、上段がレンズのピント位置をもっとも近くにとった場合、下段はもっとも遠くにとった場合という意味）この表からわかる通り、同程度の視野でも16mmと25mmレンズでは25mmレンズの方が遠くでピントを合わせることができるので、例えば、大きなレンズを使えば使うほど同じ視野でも遠くから読み取れるということになる。このように、まず、2次元シンボルのセルサイズで視野をきめ、その視野を実現できるレンズと接写リングを選定するという流れとなる。

表 10-2 読み取り距離 (WD) と視野

接写 リング (mm)	6mmレンズ			8mmレンズ			12mmレンズ			16mmレンズ			25mmレンズ			50mmレンズ			75mmレンズ		
	WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横		WD (mm)	視野 縦 横	
0.5	43	33	44	68	36	48	140	44	58	218	50	67	354	50	67	835	60	79			
	63	45	60	115	57	77	296	89	119	517	117	156	1270	181	242	4644	345	461			
1	19	19	25	37	22	29	91	29	39	149	35	47	278	39	53	719	51	68			
	25	22	30	52	29	38	143	45	59	255	58	78	636	91	121	2343	173	230			
1.5				24	16	21	66	22	29	114	27	36	229	32	43	632	44	59			
				31	19	25	92	30	40	167	39	52	425	60	81	1576	115	154			
2							51	18	24	91	22	29	195	27	37	565	39	52	3189	138	184
							67	22	29	123	29	39	319	45	60	1193	86	115			
5							18	8.1	10.8	38	10.2	13.6	103	14	19	353	23	31	607	23	30
							21	8.9	11.9	44	11.7	15	129	18	24	503	35	46	1422	55	74
10										17	5.5	7.3	59	8.0	10.7	228	14	19	475	15	20
										18	5.8	7.8	66	9.1	12.1	273	17	23	833	28	37
15													41	5.5	7.4	175	9.9	13.2	409	11	15
													45	6.0	8.1	196	11.5	15.4	637	18	25
20													32	4.2	5.7	145	7.7	10.3	369	9.1	12.1
													34	4.5	6.0	157	8.6	11.5	539	14	18
25																126	6.3	8.4	342	7.6	10.1
																134	6.9	9.2	480	11	15
30																113	5.3	7.1	323	6.5	8.7
																119	5.8	7.7	440	9.2	12.3
35																104	4.6	6.1	309	5.7	7.6
																108	4.9	6.6	412	7.9	10.5
40																			296	5.1	6.8
																			391	6.9	9.2
45																			289	4.5	6.0
																			375	6.2	8.2
50																			282	4.1	5.5
																			362	5.5	7.4
60																			271	3.5	4.7
																			342	4.6	6.1
70																					
																			328	4.0	5.3

*WDの上段は最近点、下段は最遠点 にピント位置を合わせた場合の距離



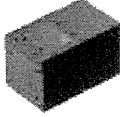

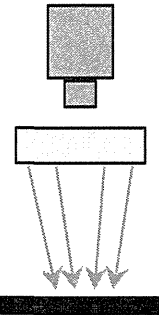
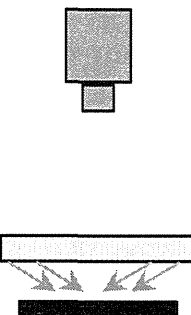
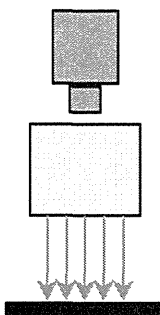
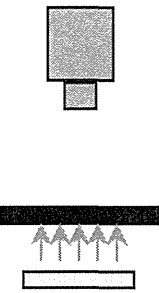
b) 照明の選定

照明には LED 照明、ハロゲン照明など様々な種類の物があるが、照明の寿命が長くコストも比較的低価格な LED 照明を使用することを推奨する。（尚、ワークや使い方によってはこの限りではない。）

そこで、本項では、LED 照明の種類と特徴、対象ワークについて解説する。

表 10-3 に LED 照明のバリエーションについてまとめる。このように、LED 照明には様々なタイプのものがあり、2次元シンボルを印字するワークの材質や印字状態によって、最適なものを選択しなくてはならない。

表 10-3 LED 照明の種類

	シャワー (斜光方式)	ローアングル (斜光方式)	同軸方式	透過方式
イメージ				
照射方法				
概要	ワークの中心部を集中照射するので、明るい光量を確保可能	光沢のあるワークでも、映り込みが無く、浅い凹凸のワークに最適	正反射を得られるので鏡面状のワークに最適	均一な面発光による透過光が得られ、透明なワークに最適
用途	<ul style="list-style-type: none"> ・コントラストが確保できるコード ・乱反射の少ないコード (ex.) ラベル、基板等	<ul style="list-style-type: none"> ・コントラストが確保できないコード ・背景ノイズが強いコード (ex.) 金属、樹脂等	<ul style="list-style-type: none"> ・鏡面に印字されたコード (ex.) ウエハ等	<ul style="list-style-type: none"> ・透明体に印字されたコード (ex.) ガラス等

例えば、金属の表面に QR コードをダイレクトマーキングしたものに、写真 9-3 はローアングル（斜光方式）、写真 9-4 はシャワー（斜光方式）で照明をあてた写真である。写真 9-4 のように、適切でない照明を照射するとワークの乱反射やシンボルコントラスト不足となるのに対し、写真 9-3 のように適切な照明を照射すると、QR コードの画像が綺麗に取得できることがわかる。このようにワークに最適な照明を選択することが重要である。

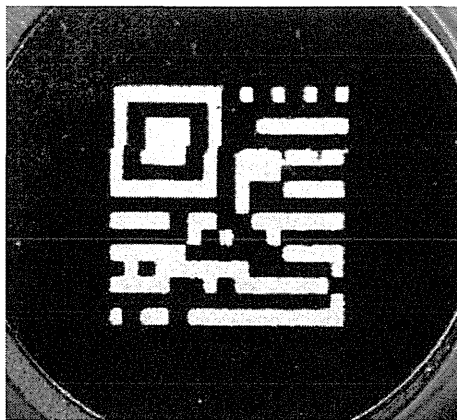


写真 9-3 照明が適切（ローアングル斜光方式）

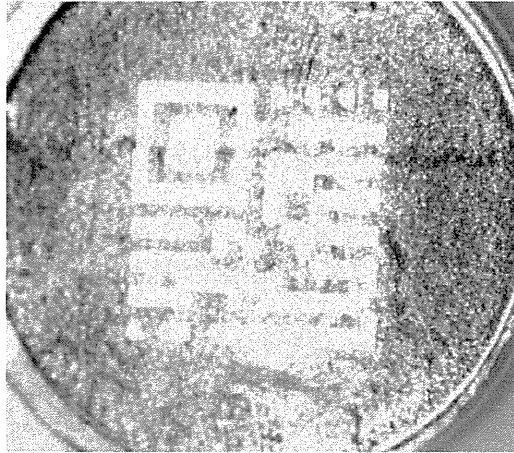


写真 9-4 照明が不適切（シャワー斜光方式）

c) 読み取り機（デコーダ）の機能設定

この項では、ダイレクトマーキングした 2 次元シンボルを読み取る為に最低限必要となる機能要件について解説する。今後、固定式リーダを導入しようとしているユーザーにおいては、以下に述べる要件を満足している機器を選択することを推奨する。

【高い読み取り性能・機能】

レンズ・接写リング、照明を最適なものを選択したとしても、読み取り機の性能・機能が高くないと安定した運用は困難である。

2 次元シンボルをダイレクトマーキングすると、シンボルのセルの形は本来の四角（■）ではなく、ドットパターン（●）で形成されたり、ワークの背景ノイズが大きい等、一般的に印字状態が良くないことが多い。このようなコードに対応する為、最低限必要なのは、以下の 2 要件である。

- ドットパターンで印字された 2 次元シンボルの読み取り対応
- 背景ノイズやセルの掠れ等を補正できる画像処理機能

例えば、QD20 では、上記の 2 要件に対し以下の機能で対応している。

- ドットパターン読み取りモードの搭載
- デジタルフィルタ処理による画像補正（図 10-4 参照）

画像処理前



画像処理後

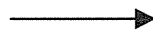
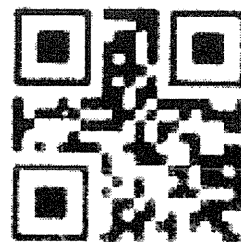


図 10-4 画像処理による補正例

【簡単な設定】

上記のような機能を有してしても機能が複雑すぎて使いにくい、使えない、のでは問題である。そこで、以下の要件を備えている機器が良い。

- マンマシンインターフェースの充実
モニタでの画像確認、コントローラでの設定（写真 9-5 参照）
- 最低限の機能設定
必要最低限のパラメータ設定で安定した読み取りを実現

その他、読み取り信号の入力や通信パラメータ等の設定も必要だが、これらの点はユーザの運用方法によって異なるので本項での説明は省略する。



写真 9-5 モニタとコントローラ

d) 読み取りテスト

以上の設定でダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルの読み取りを行うことができるが、運用前には、十分な読み取りテストを行うことが必要である。

読み取りテストで、検証する必要があるのは、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルをどのくらい安定して読み取れるかという点である。そこで、次の 2 点の計測機能を搭載しているリーダを使うことが望ましい。

【読み取り率の計測】

読み取り試行回数に対して何回読み取れているかの計測

【誤り訂正使用率の計測】

2 次元シンボルは、シンボルの一部が欠損しても読み取れる誤り訂正機能を持って

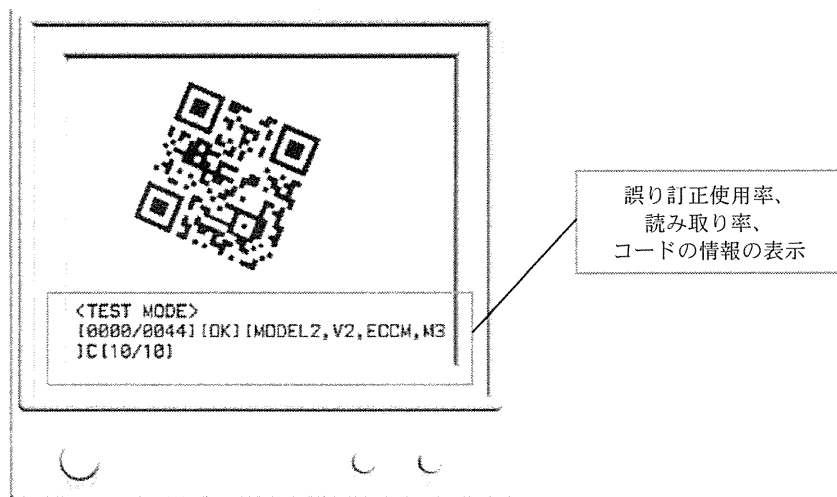


写真 9-6 計測データの表示

おり、リーダがどの位、この誤り訂正を使用しながら読み取っているかの計測をモニタ上に計測データを表示することができる。（写真 9-6 参照）

ダイレクトマーキングした 2 次元シンボルは印字状態が良くないことが多い為、この 2 点の計測を行い、誤り訂正使用率は 0%に近くなるような設定、また、読み取り率は 100%に近づける設定を行う。読み取り率が向上しない場合は、a)～c) の設定を見直し、再度読み取りテストを実施して読み取り状態を向上させることが必要である。

e) 読み取りエラー時の対策

前項までは、固定式リーダを導入するまでの作業について解説してきたが、本項では、導入後に発生する読み取りエラー時の対策について説明する。

テストを十分に実施し万全な状態で運用を開始しても、読み取りエラーは必ず発生する。その為、このエラーをなくしていく為の対策をとることが必要である。

その際重要なのは、読み取りエラーが発生した時にワークやシンボルの状態を確認することである。そこで、以下の機能を搭載しているリーダが必要である。

【読み取り NG 時の画像の取得】

読み取り NG 画像を取得することで、① ワークが視野に入っていない、② 2 次元シンボルの印字状態が悪化している、③ ワークの材質、反射率、印字状態がばらつく、等の原因分析を行うことができる。

また、対策については、例えば、①についてはラインの位置決め精度などの制御の問題、②については印字装置の問題であり、対策を行うことは比較的容易である。しかし、③の問題については、ワーク自身の問題である為、解決は容易でない。基本的にはワークの材質の見直しや均一化をすることが最良の方法であるが、これができないケースも多い為、以下の機能のあるリーダを使うことが望ましい。

【ワークのばらつきに対応できる機能の切り替え機能】

ワークの個々の材質特性や印字状態にばらつきから、1つの機能設定のみでは読み取れない場合、複数の設定を切り替えながら読み取ることで対応する機能が必要である。例えば、QD20 の場合、NG 画像の取得はもちろんのこと、4 通りの設定を保存できるメモリを搭載しており、ワークのばらつきに対し、PLC 等の上位機器からの信号で切り替えながら読み取る機能を有している。このように、読み取りエラーが発生しても、原因分析と対策を実施すれば、100%に限りなく近い読み取り率を実現できる。

(6) むすび

以上、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルを読み取る為のリーダの導入方法のガイドラインを説明してきた。以上からもわかる通りポイントとなる部分は限られているので、システム導入は決して難しいものではない。すなわち、

<運用前>

- ・ レンズ/接写リング、照明はワークに応じた最適なものを選択すること
- ・ リーダ本体については、できるだけ簡単な設定で高い読み取り性能を実現できるも製品を採用すること

<運用後>

- ・ 読み取りエラーが発生した際の原因分析と対策がうてる製品を採用することがポイントということである。

このポイントをご理解いただき、十分な検討の上で固定式リーダを導入すれば、ダイレクトマーキングされた 2 次元シンボルを使用したシステムの効果的な導入が実現するであろう。

禁無断転載

ダイレクトマーキング導入ガイドライン

2003年2月 第1版

2003年9月 第2版

社団法人日本自動認識システム協会

〒106-0032 東京都港区六本木3丁目1-28

オー・エヌ・オー六本木ビル2階

TEL. 03-5575-6231 (代) FAX. 03-3586-3132

<http://www.aimjapan.or.jp>

営団地下鉄南北線「六本木一丁目」駅から徒歩9分
営団地下鉄日比谷線・大江戸線「六本木」駅から徒歩9分
営団地下鉄銀座線「溜池山王」駅から徒歩15分
営団地下鉄千代田線「赤坂」駅から徒歩18分

本ガイドラインの著作権は（社）日本自動認識システム協会と各章執筆者にあります。内容に関する問い合わせは（社）日本自動認識システム協会、又は各章執筆者にお願いします。製品に関する問い合わせは製品問い合わせ窓口をお願いします。