

ダイレクトマーキング

I

素材、レーザマーカ装置

ドットインパクト装置

出典・参照資料

ダイレクトマーキング導入ガイドライン
(一社)日本自動認識システム協会
2003年発行

ISO/IEC 24720, ISO/IEC 29158 ,
ISO 17350

ダイレクトマーキングの 概要と対象素材

ダイレクトマーキングとは？

マーク技術

製品に直接マークする技術としては、レーザマーキング、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、サーマルマーキング、サンドブラストマーキングなどの技術がある。

ダイレクトマーキングの定義

「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、又は包装容器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。

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)、一次元シンボル、2次元シンボルなどが考えられるが、マトリクスタイプの2次元シンボルが比較的適している。

ダイレクトマーキングの国際動向

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(US DoD、NATO)**などで安全性の確保、サービスメンテナンス性向上、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利用が急速に進んでいる。

- ☆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 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

ダイレクトマーキングの目的

サービス

航空機、鉄道車両、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。

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。

ダイレクトマーキングの目的

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、部品を破碎して、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。したがってダイレクトマーキングにより、リユース市場を活性化することが重要である。

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既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、迅速化が容易になる。

ダイレクトマーキングの階層

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、NASA HDBK-P027

Layer 4 情報技術の標準化

ネットワーク

受発注システム

無線LAN、モバイル

UN/EDIFACT、ASCX12、CII、XML

Layer 3 コンテンツの標準化

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 マーキングの標準化

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 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、LED

照明角度、受光センサ、デコード技術

Layer 0 素材へのマーキング技術

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、ドットインパクト、インクジェット、サーマル
ケミカルエッティング、サンドブラスト、ドライランスファー

マーキング素材 鉄鋼

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・铸物	ねずみ鑄鉄品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

マーキング素材 非鉄金属

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	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
	青銅鋳物6種
銅鋳物	

マーキング素材 高分子

ABS (アクリニトリル・プラジェン・スチレン樹脂)

PA (66ナイロン)

EP (エボキシ樹脂)

PC (ポリカーボネイト)

PET (ポリエチレンテレフタレート)

MF (メラミン)

LCP (液晶ポリマ)

PI (ポリイミド) 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 (アポリスチレン)

アクリル

UF (ユリア樹脂)

マーキング素材 高分子

ガラス入樹脂	66ナイロン (GG30%)
	PBT (GF30%)
	EP (エポキシ樹脂)
	シンクロ (GFxx%)
	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
発砲スチロール	

マーキング素材 その他

ダンボール(地肌)

カートン(ボール紙)

ゴムNBR(黒)

シリコンゴム

ガラス(強化、合わせ)

レーザマーカ装置

レーザマーカの例(種類)



CO₂レーザマーカ



YAGレーザマーカ
(FAYbレーザマーカ)

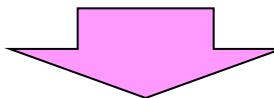
レーザマーカの利点

優れた環境性

容易なトレーサビリティ管理

レーザマーキング需要拡大の要因

- ISO14000(環境問題)の取り組みの増大
- PL法／ISO9000による履歴管理の徹底



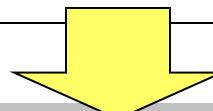
- ・消えないマーキング
- ・高品質のマーキング
- ダイレクトレーザマーキングが注目

従来の印字手段

- スタンプ問題点
 - ・インクが環境に悪影響。
 - ・文字が欠ける。
 - ・印字内容の変更が困難。

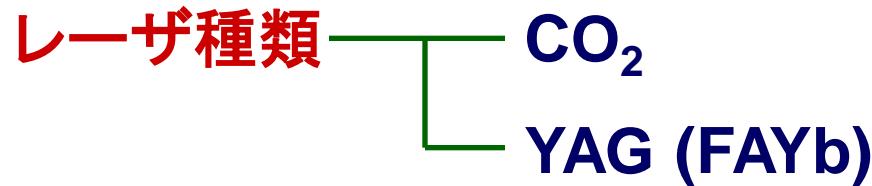
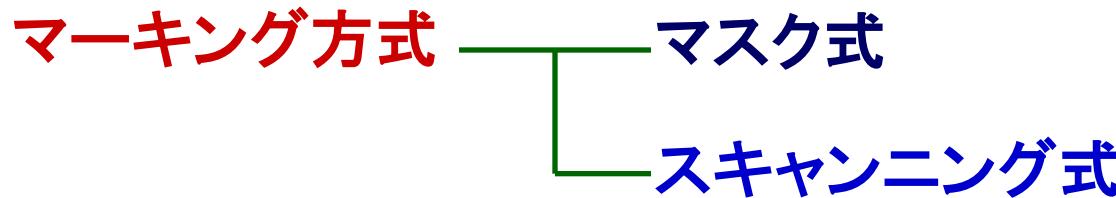
- ラベル貼りつけ問題点
 - ・ラベルが廃棄物となる。
 - ・ラベル等のランニングコスト。
 - ・リサイクルが困難。
 - ・ラベルが剥がれる。

- インクジェットプリンタ問題点
 - ・インク、溶剤が環境に悪影響
 - ・インク、溶剤のランニングコスト
 - ・ノズルつまり等のトラブル多発
 - ・インク、溶剤といった、消耗品が多い。



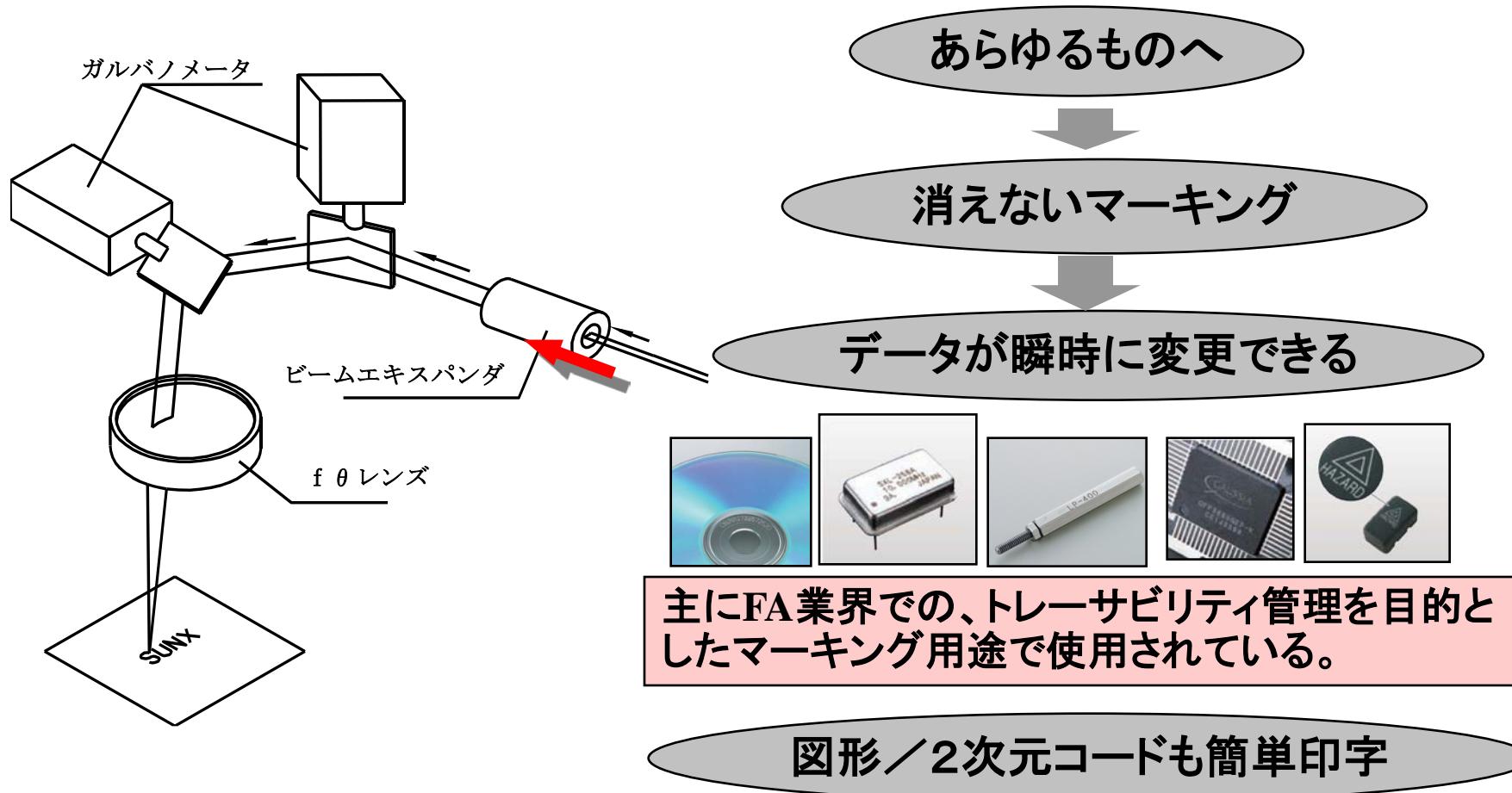
レーザマーカによるダイレクトマーキングの用途拡大。

レーザマーカの分類



スキャンニング方式の原理

レーザ光をX-Yガルバノメータで2次元走査させ、さらに集光レンズによってワークに光を集光させて、そのエネルギーでマーキングを行なう装置。



レーザマーカの種類と特徴

	CO ₂	YAG (FAYb)
波長	10.6 [μm]	1.06 [μm]
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・透明体(ガラス等)への印字が可能 ・装置が小型、低価格化 ・メンテナンスフリー、廃棄物なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属への印字が可能 ・樹脂発色印字が容易 ・ビームを細くで、微細印字可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・金属への印字が不可 ・樹脂発色印字が困難 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラスなどの透明体印字不可 ・高価 <p>※レーザによっては、装置大型、水冷設備必要、消費電力大きい</p>

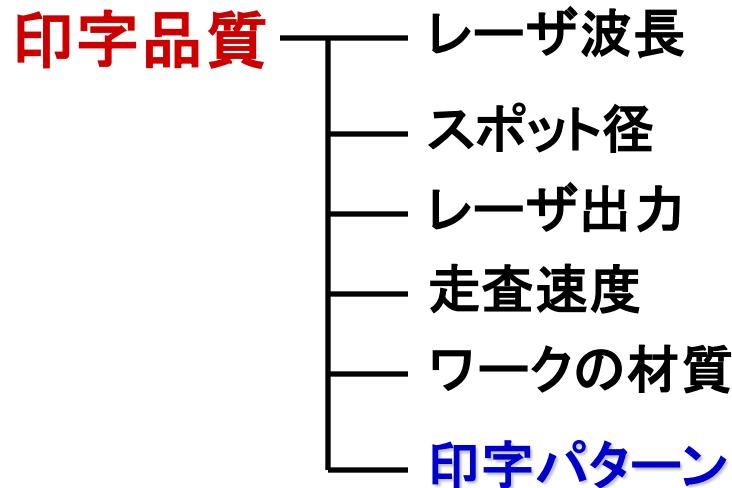
	CO ₂	YAG(FAYb)
波長	10.6[μm]	1.06[μm]
金属への掘り込み マーキング	×	○
樹脂への発色印字	△	○
透明体への印字	○	×
紙／木材	○	△
ガラエポ基板	○	△

レーザマーカの種類と特徴

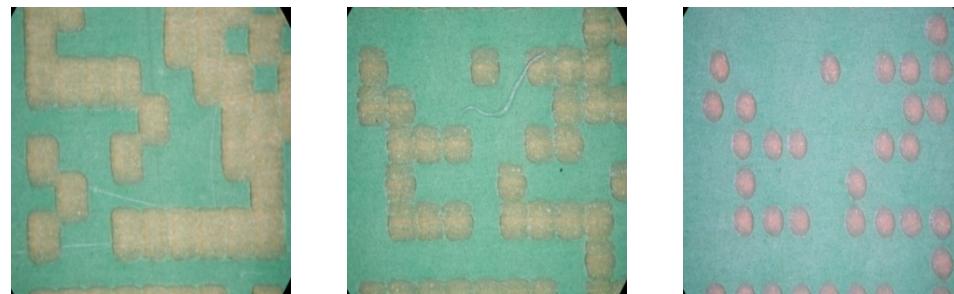
	材質	YAG(FAYb)	CO ₂
樹脂	ABS	◎	○
	PBT	◎	○
	PET	○	○
	PC (ポリカーボネイト)	◎	○
	PP (ポリプロピレン)	◎	○
	PF (フェノール)	◎	◎
	PE (ポリエチレン)	◎	○
	PVC (塩化ビニル)	○	◎
金属	アルミ	◎	×
	鉄	◎	×
	ステンレス	◎	×
	アルマイド	○	◎
	シリコン	○	×
その他	紙	○	◎
	ガラス	○	○
	セラミック	◎	○
	木材	○	◎

(◎ : 発色印字可能 ○ : 発色しないが印字可能 × : 印字不可)

マーキング品質



印字パターンに合わせて調整



セルパターンの印字例

CO₂レーザマーカ 詳細

CO₂レーザマーカの詳細

CO₂レーザを搭載した、レーザマーカ
レーザの小型化と低価格化が進み普及
紙、樹脂、ガラス材などへのマーキングに適している

■高出力・高安定CO₂レーザマーカ

- ・発振器を搭載。
高出力(30W)で、
レーザ安定性±3%

■特長

- ・高速印字 700文字／s
- ・高安定(±3%)で安定印字
- ・優れた設置性



CO₂レーザマーカ 印字性能

より高速に！

700文字／0. 99秒で印字可能!!

LP-430

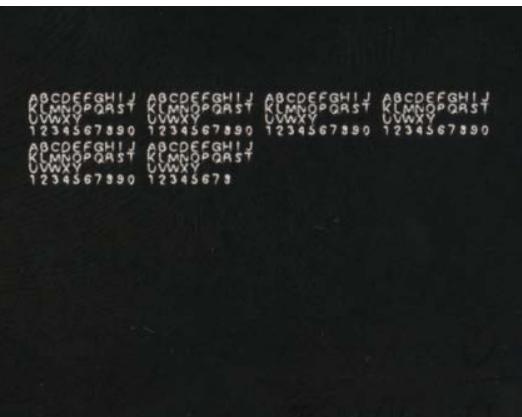


従来機種
(LP-200)



文字設定 : □ 1 mm
スキャンスピード : 3 0 0 0 mm／秒
印字時間 : 0. 9 9 秒

3倍以上



700文字

208文字

生産性の向上

設備投資費用の削減

CO₂レーザマーカ 高速印字応用例

より高速に！

超高速印字が要求されるアプリケーション

高速移動体への印字も可能に！

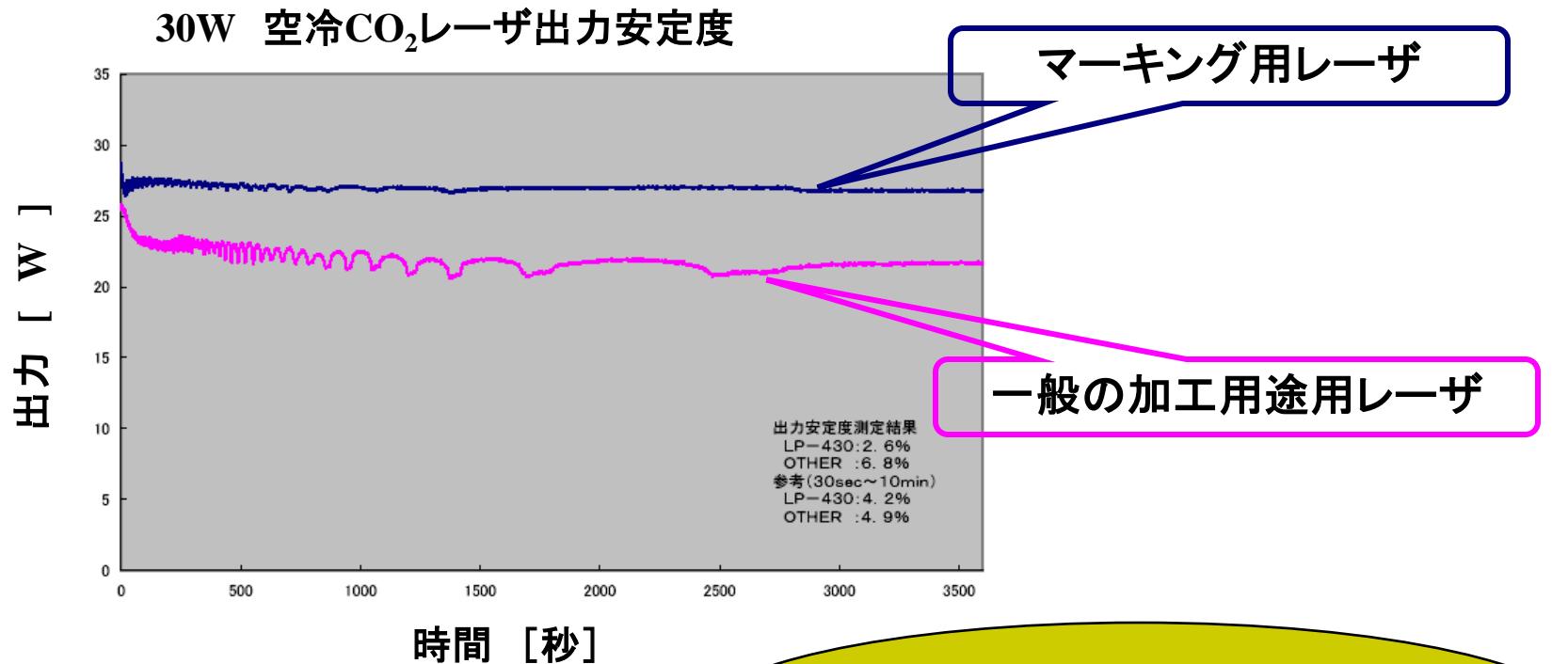
240m／分の高速ラインに対応。PETボトルやケーブルなどの高速ラインでも追従可能
今まで印字が難しかった高速移動中のワークにも印字可能。



CO₂レーザマーカ 性能

よりきれいに！

出力30Wクラスで安定性±3% (typ.)



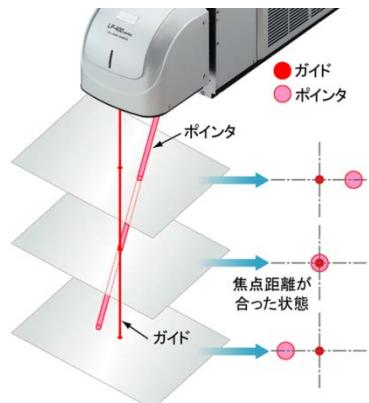
ハイパワーで均質印字
生産性UP

CO₂レーザマーカ 操作性

より簡単に！

優れた設置性

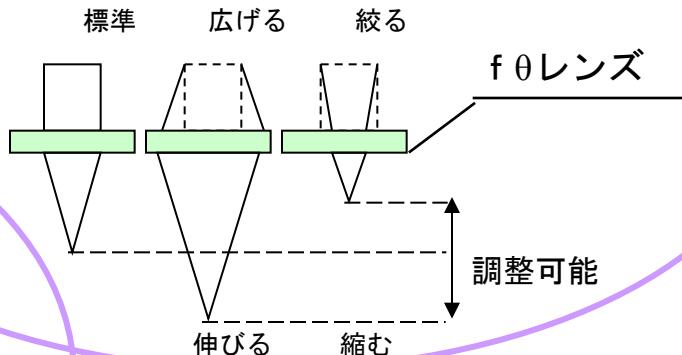
(2) デュアルポインタ搭載
最適なワーク間距離を設定



- ・設備設計が容易(コスト削減が可能)
- ・立ち上げが短期間
- ・設置後も安心稼動

(1) フォーカス調整機能

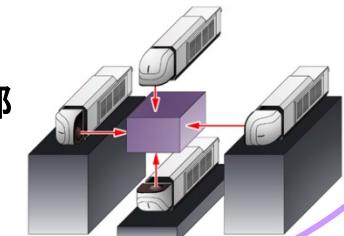
微妙な焦点の変化にも対応



(3) ヘッド回転機構

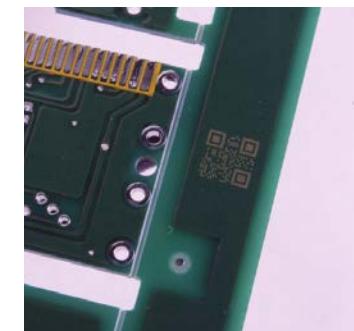


350度回転できる走査部



CO₂レーザマーカ マーキング例

マーキング例



超高速印字、高出力・高安定性能。

薄いフィルムから金属、極小の電子部品、さらにはケーブルの被覆むきなどの加工まで対応可能。

FAYb レーザマーカ 詳細

FAYbレーザマーカの詳細

ファイバレーザを搭載した、レーザマーカ(YAGレーザの波長と同じ)
レーザの小型化と空冷化が進み普及
金属材料、樹脂発色などのマーキングに適している

■FAYb レーザ搭載

- ・10W超 パルスタイプファイバーレーザ
を採用したレーザマーカ
- ・レーザ波長はYAGレーザマーカと同じ。

■特長

- ・省エネルギー
- ・空冷式(水冷設備及び、設備工事が不要)
- ・消耗品なくランニングコストを大幅に削減
- ・省スペース
- ・高速印字 700文字／s



FAYb レーザマーカ 変換効率

従来のYAGレーザとの変換効率の比較

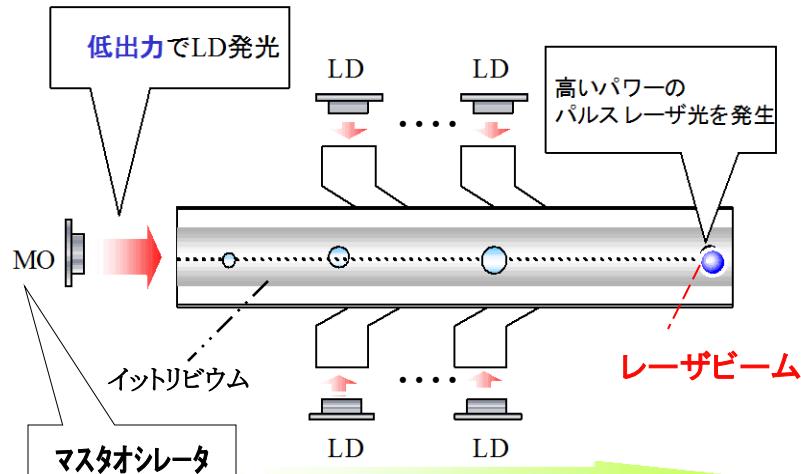
励起方式	内容	変換効率
ランプ励起式 YAGレーザ	アークランプの光をYAG結晶に照射し、レーザを発振させる方法。	悪い
LD励起式 YAGレーザ	LDの光をYAG結晶に照射し、レーザを発振させる方法。	良い
FAYbレーザ	YbをドーピングしたファイバにLD光を効率良く注入しレーザを発振させる方法。	非常に良い

進化・発展

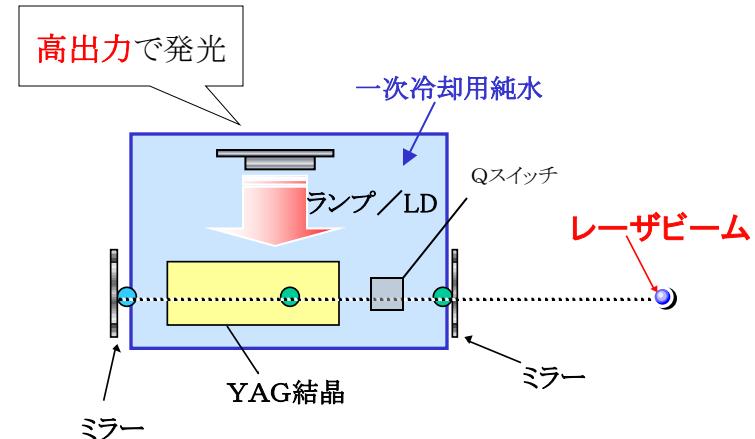
Yb
イッテルビウム

FAYb レーザマーカ 発振方式

従来のYAGレーザとの比較（発振方式）



FAYb発振構造



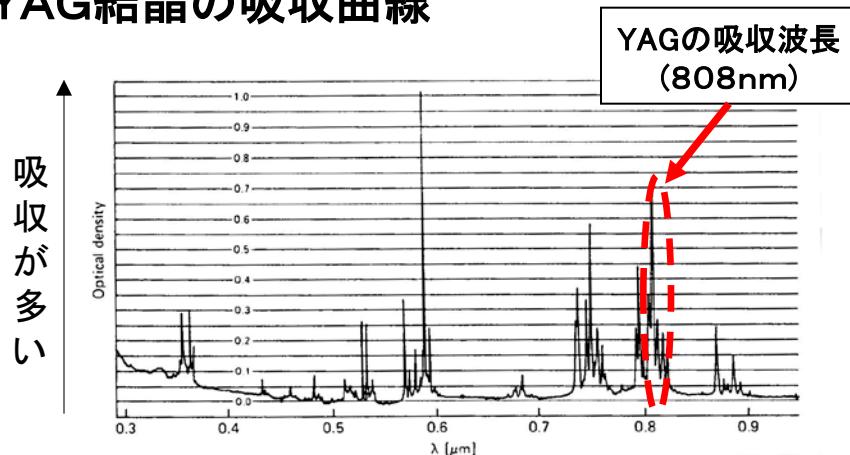
従来のYAG発振構造

•LDの光をファイバに効率良く注入

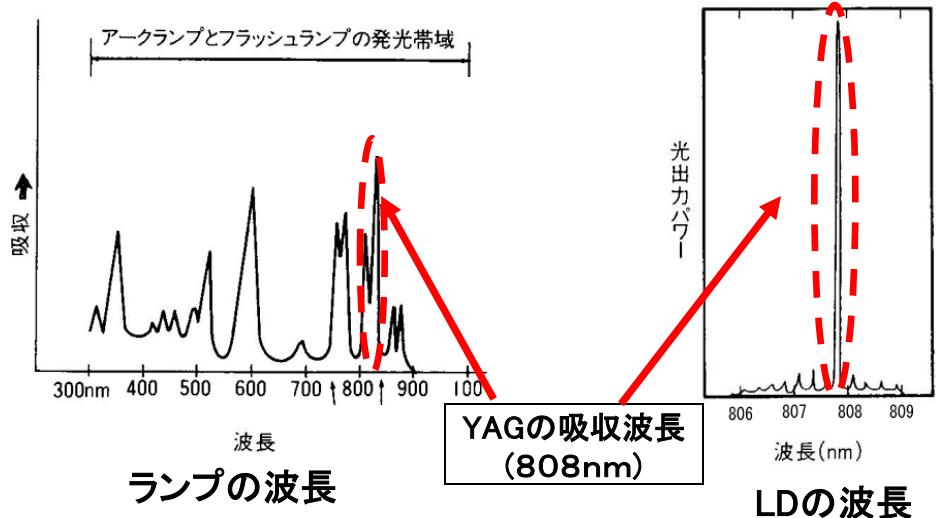
FAYb レーザマーカ 励起方式

従来のYAGレーザとの比較（励起方式）

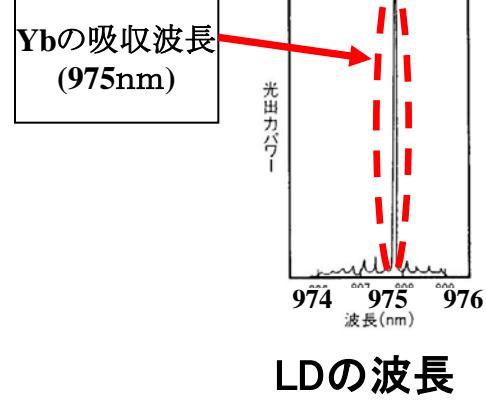
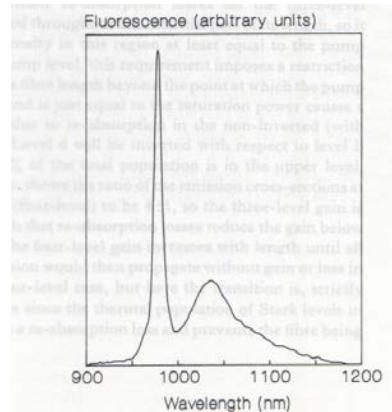
・YAG結晶の吸収曲線



・ランプとLDの波長



・Yb (Fiber) の吸収曲線

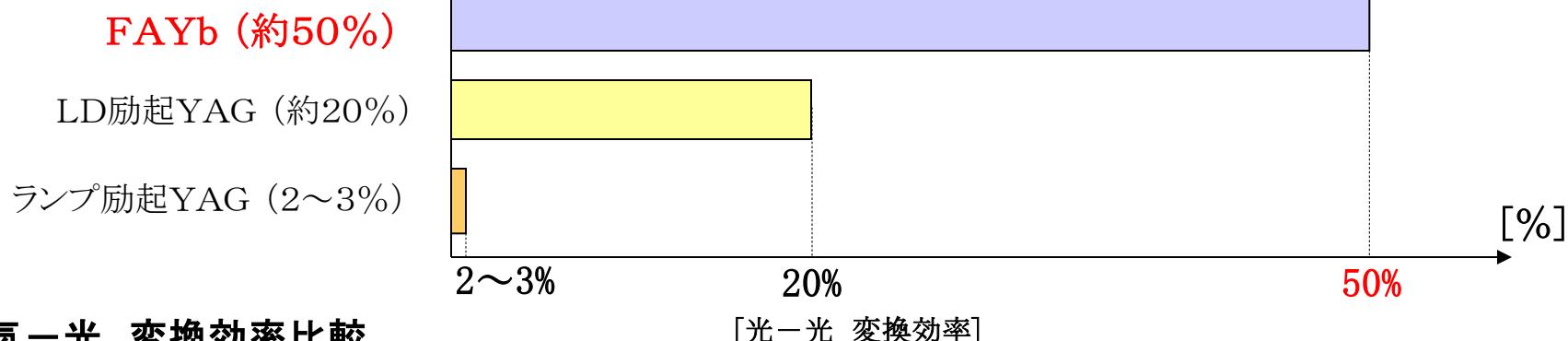


FAYb レーザマーカ 発振効率

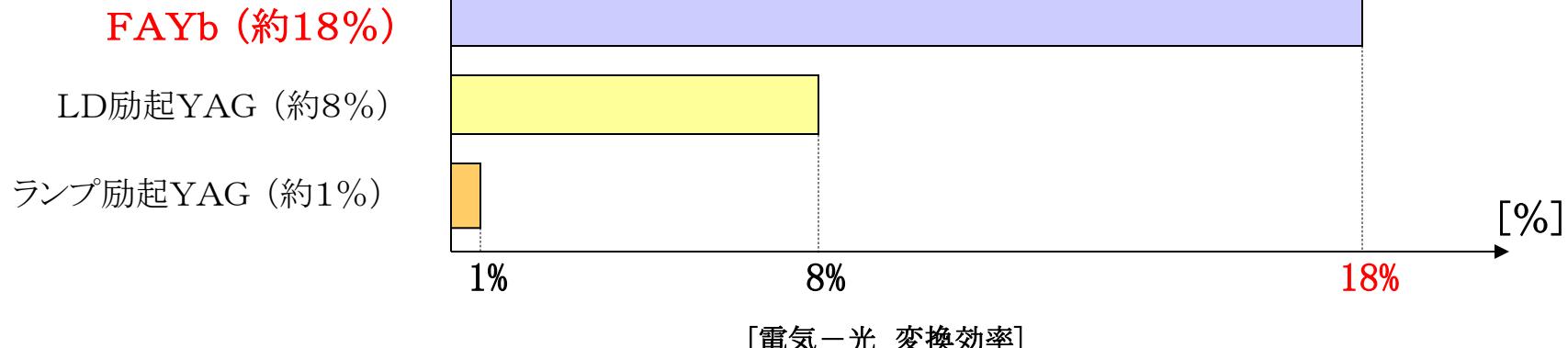
従来のYAGレーザとの比較(発振効率)

ファイバの中で励起するため、励起用LDの光を無駄なく吸収

・光一光 変換効率比較



・電気一光 変換効率比較

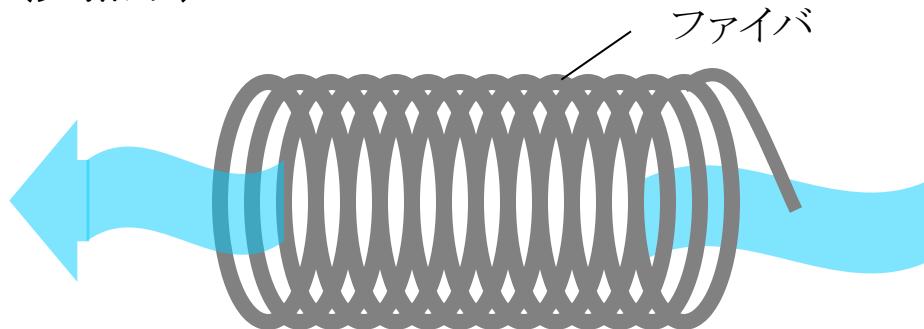


FAYb レーザマーカ 冷却方式

従来のYAGレーザとの比較（冷却方式）

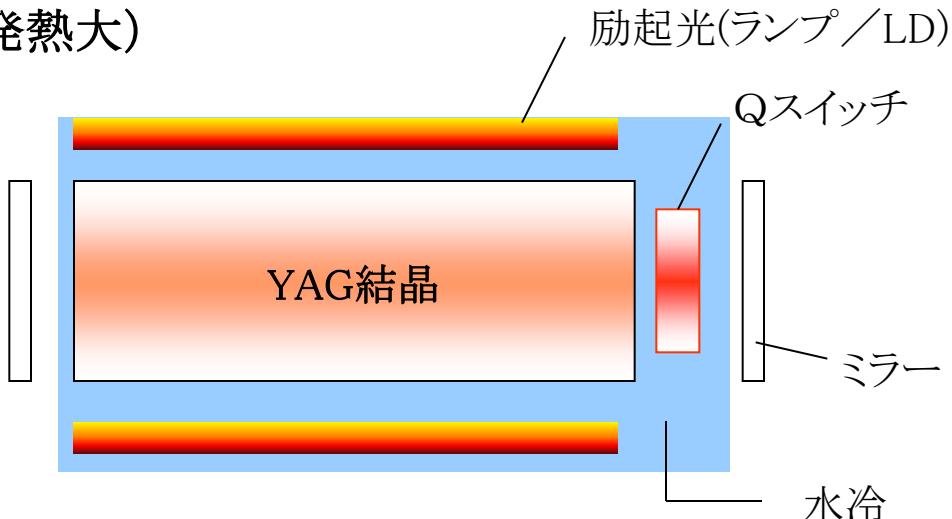
- FAYbのレーザは、レーザ媒質がファイバである為、表面積を大きくする事が可能。
このため、完全空冷を実現

FAYb(発熱小)



- レーザ媒体がファイバで、放熱面積が広い為、放熱しやすい。

YAG(発熱大)

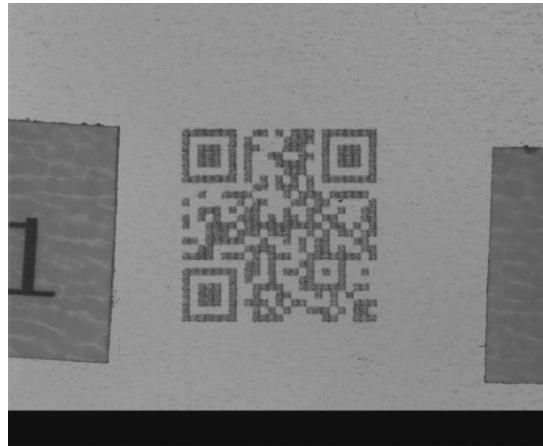


- 密閉された空間でYAG結晶に励起光を照射するので、放熱が悪く、水冷が必要。

印字限界テストサンプル FAYb

印字方式:レーザマーキング FAYb

0.2mm



素材:SUS304-2B

0.1mm



0.15mm



0.05mm

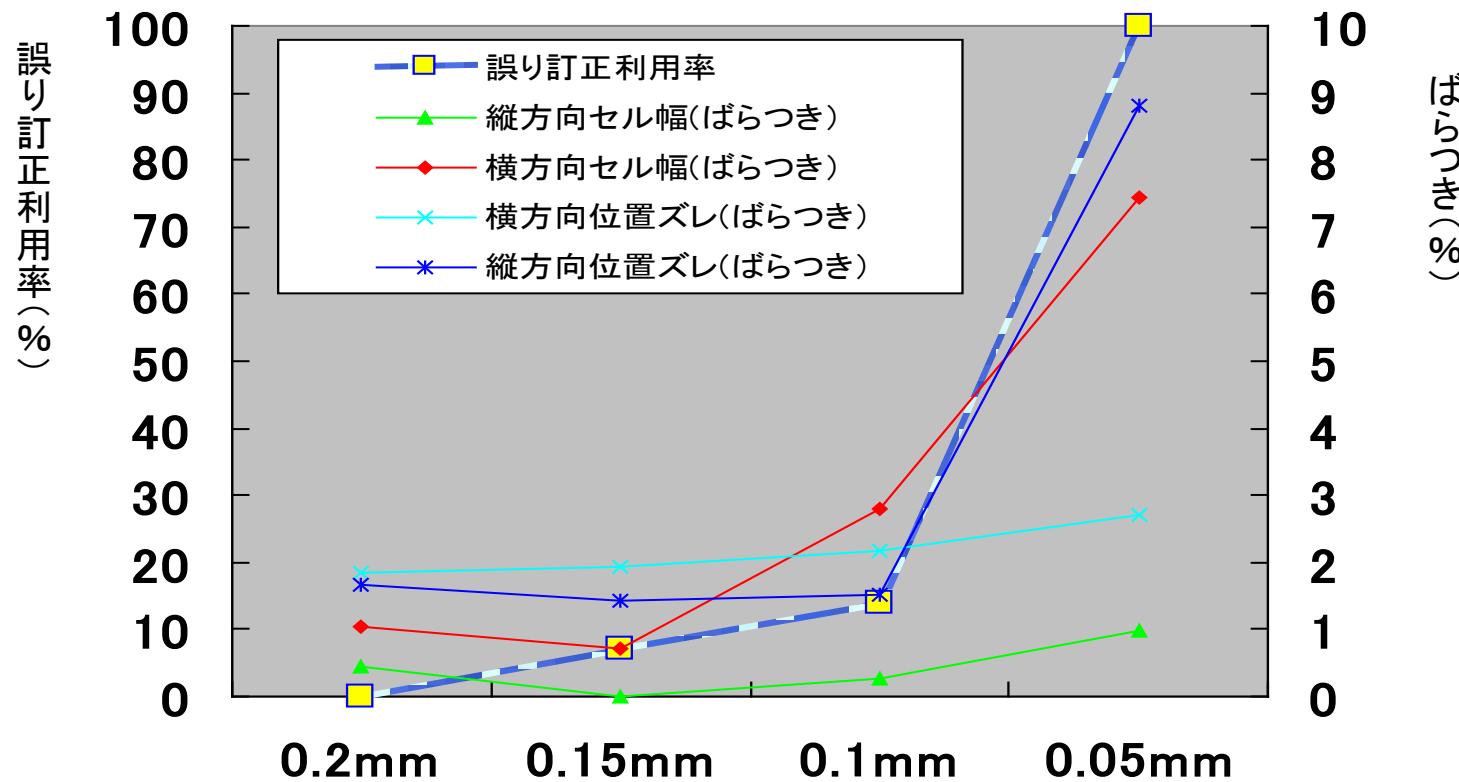


評価結果 FAYb

印字方式:レーザーマーキング FAYb

素材 金属 SUS304-2B

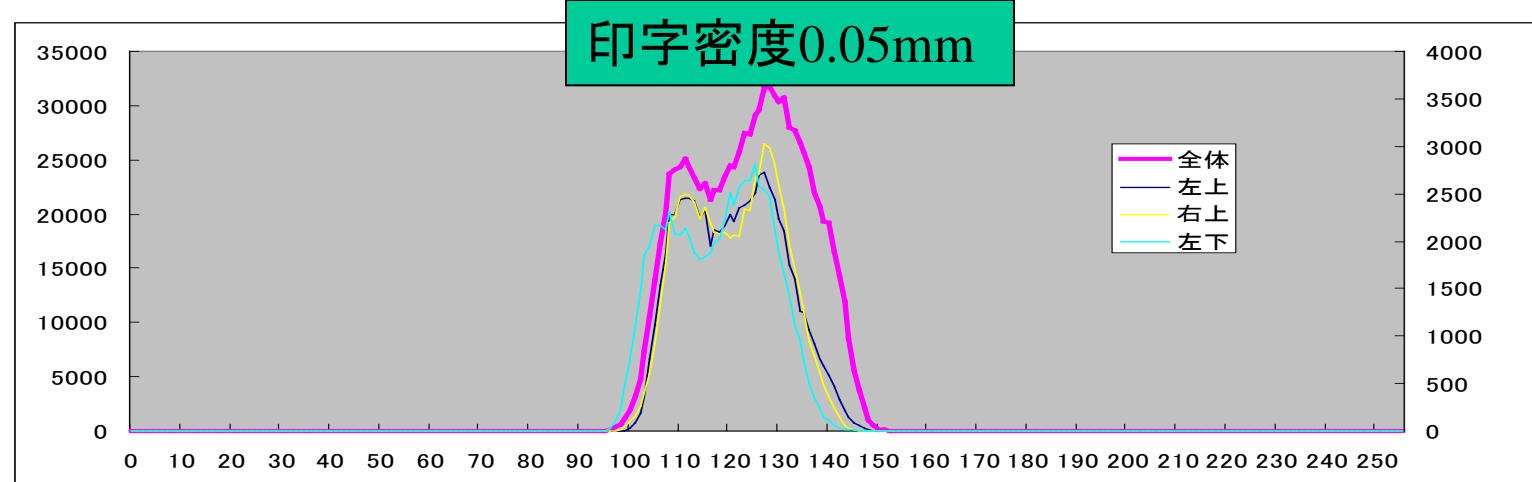
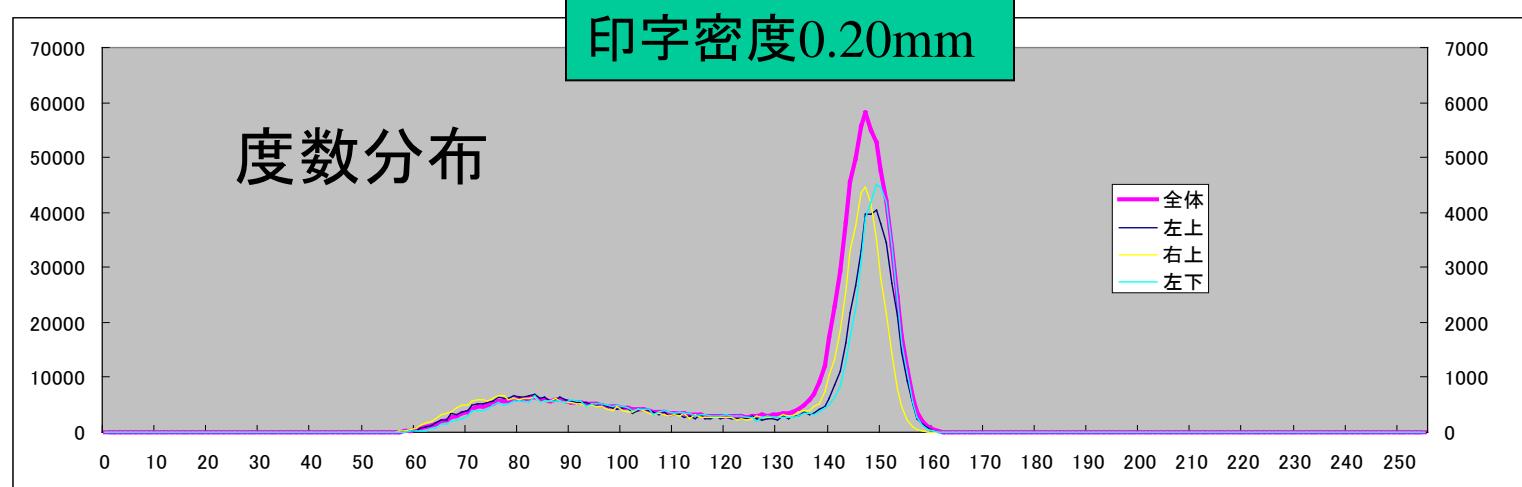
誤り訂正利用率とセル幅、ズレの関係



評価結果 FAYb

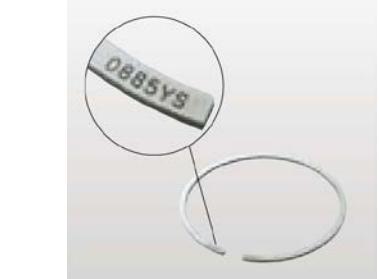
印字方式:レーザーマーキング FAYb

素材 金属 SUS304-2B



FAYb レーザマーカ マーキング例

マーキング例



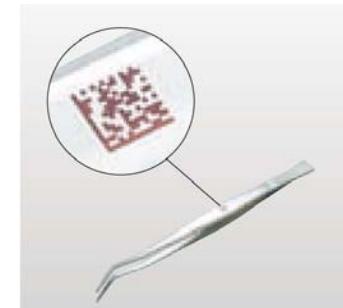
ピストンリング(自動車部品)



アルミ部品(自動車部品)



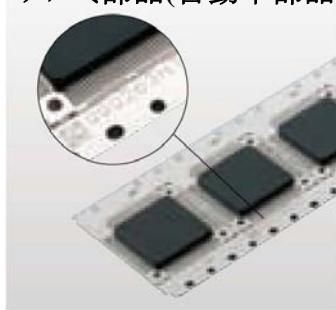
照光スイッチ(自動車部品)



ピンセット(医療器具)



ICパッケージ(半導体)



リードフレーム(半導体)



金属パッケージ(電子部品)



電池ケース(電子機器)



ドライバビット(工具)



ノコ刃(工具)



継手(工業部品)



カップリング(工業部品)

ドットインパクト装置

ドットインパクト装置例



機構部



制御部



オペレーティングユニット

ドットインパクト装置 仕様

主な仕様

1) マーキング範囲
(X軸×Y軸)

VM1001A : 30×30 mm

2) Z軸ストローク

VM1001B1 : 80×30 mm

マーキング範囲 : 6 mm

3) マーキング速度

100～4000 mm/分

4) マーキング文字

英数字、標準フォント3種

文字サイズ : 2～30 mm

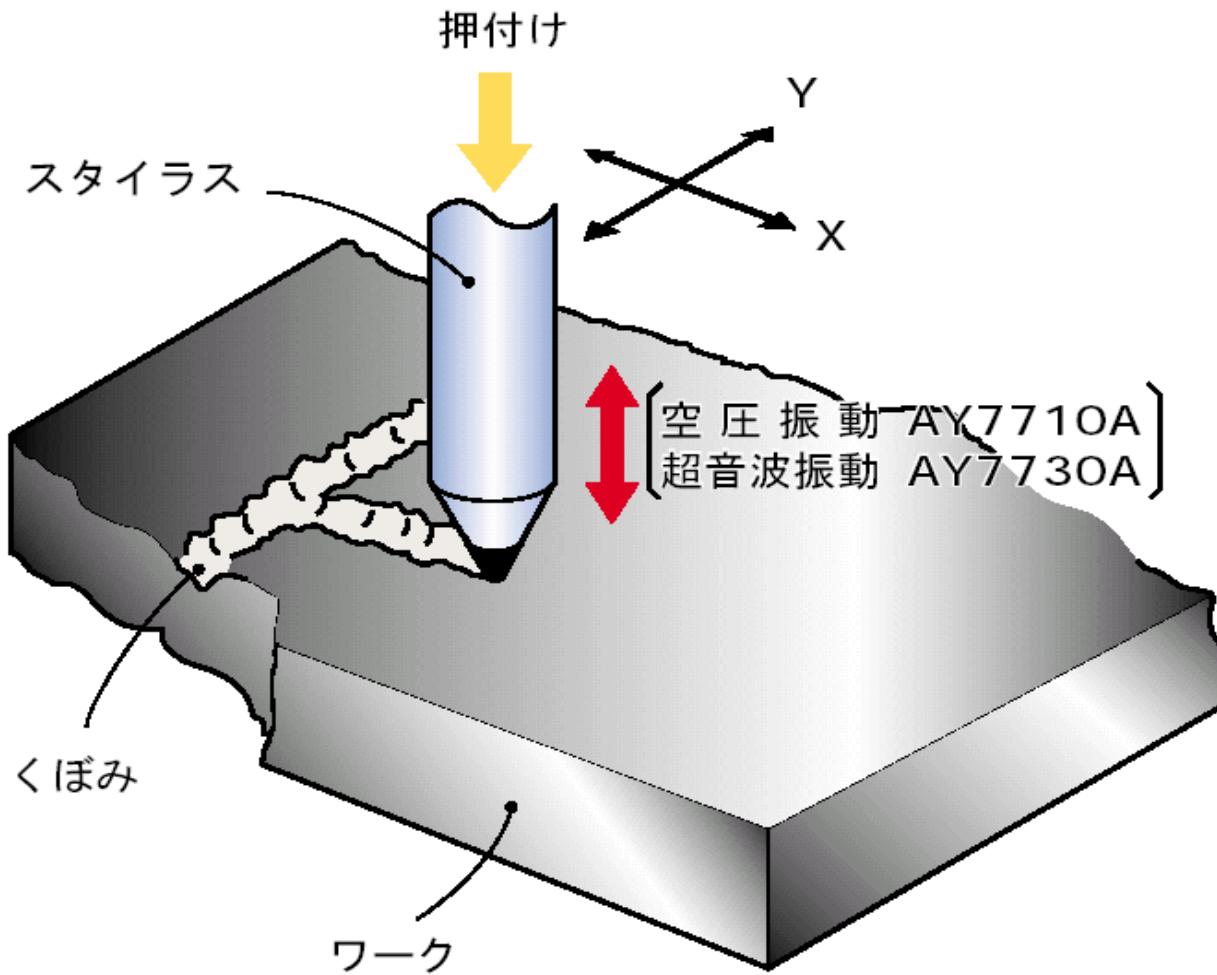
5) マーキングシンボル

QR、マイクロQR、データマトリクス

6) ドットピッチ

0.2～1.5mm 25μmステップ[°]

ドットインパクト装置の原理

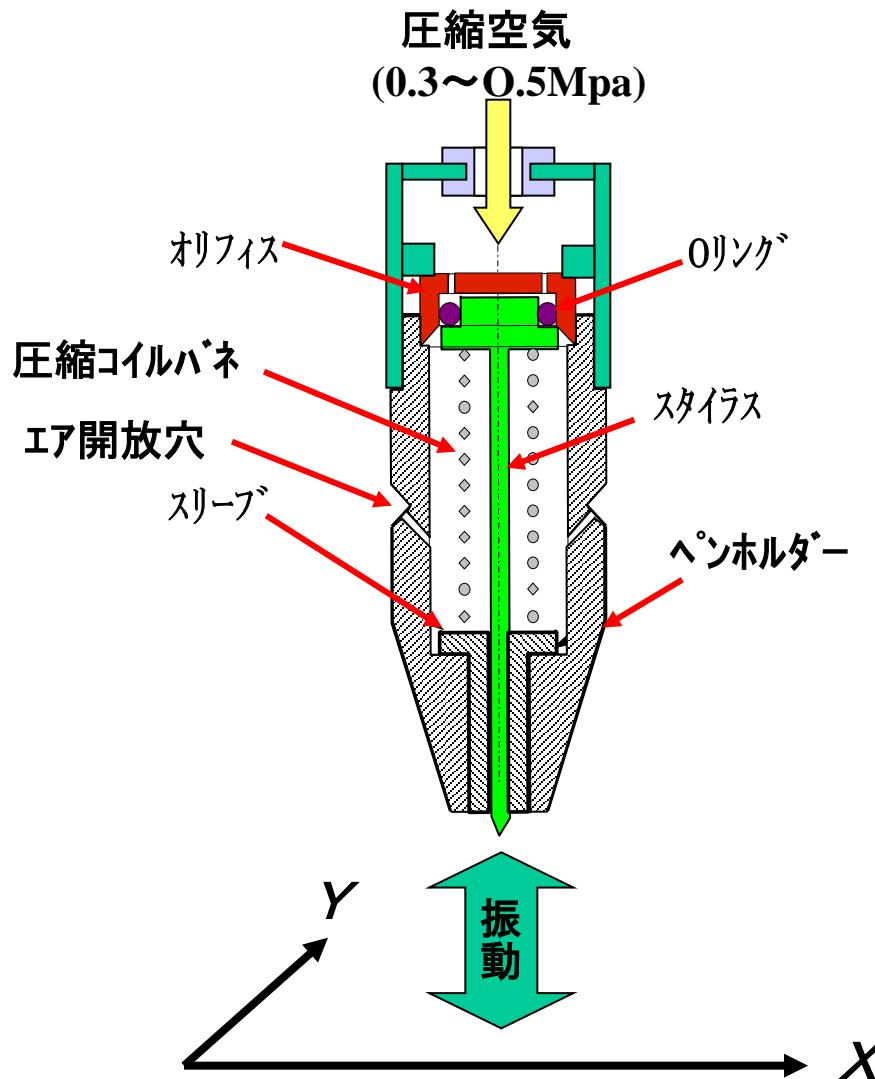


stylusを
ワークに衝突させ
ワークに窪みを形成

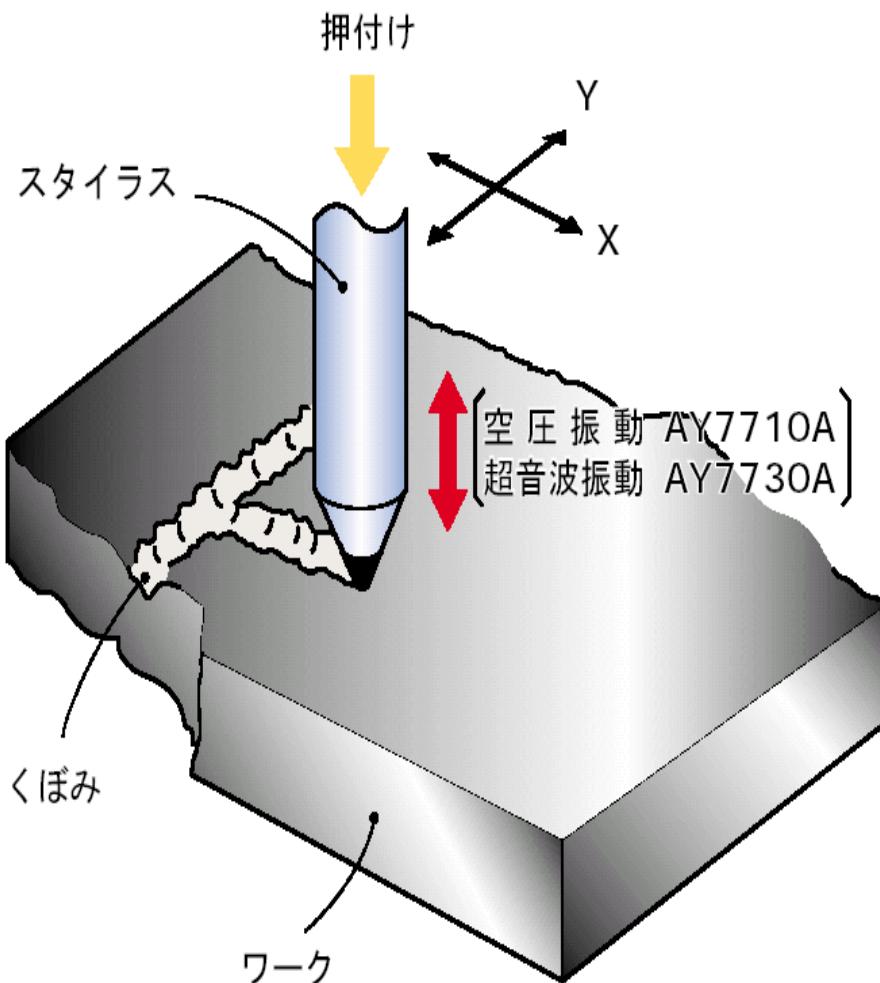
接触式

マーキング面に
窪みができる。

ドットインパクト方式の動作原理



ドットインパクト装置の特徴



物と情報の一一致

- ・物へのダイレクトマーキング

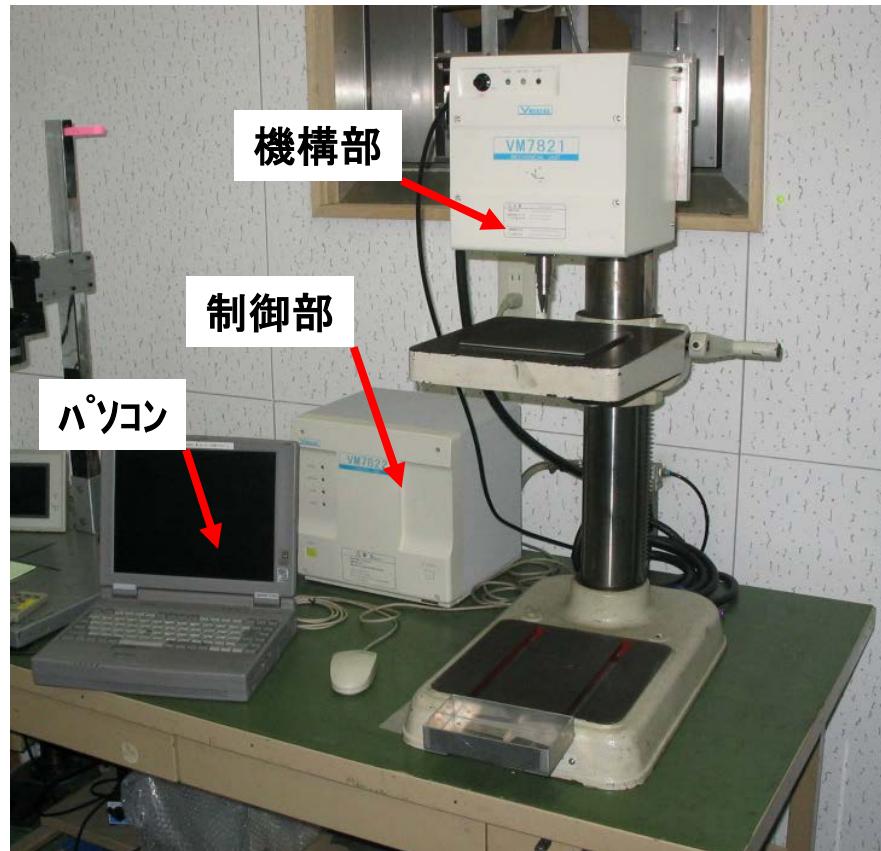
確実なトレースをしたい

- ・消えないマーキング

付着物/搬送/後加工

- ・ドットインパクト方式

印字品質とテスト印字システム



印字品質に影響する主要因

- 1) ワークの材質
- 2) 圧縮空気圧力
- 3) スタイラス先端形状

テストサンプル



印字品質 要因分析

読み取易さに影響するパラメータと要因

● 読み取易さに影響するパラメータ

- 1) ドットの位置精度
- 2) ドットピッチ(ドットピッチ比)
- 3) ドットの形状

● 各パラメータに影響を与える要因

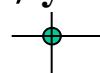
- 1) ドットの位置精度
 - ・機構部の位置決め精度、剛性
 - ・エアヘン各部のがた
- 2) ドットピッチ
 - ・エアヘン各部のがた
- 3) ドットの形状
 - ・スタイラス先端形状



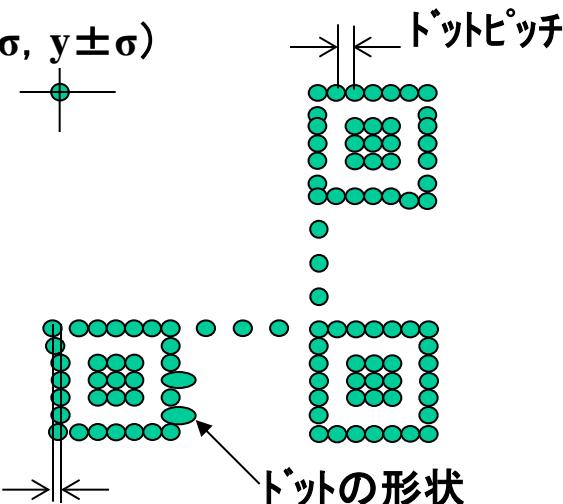
上記要因を検証し改良することで、読み取り性改善ができる。

ドットの位置精度

$(x \pm \sigma, y \pm \sigma)$

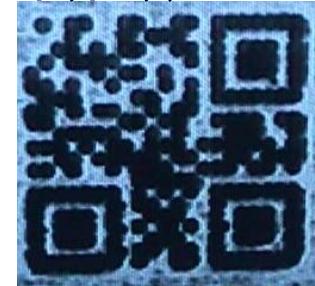


ドットピッチ

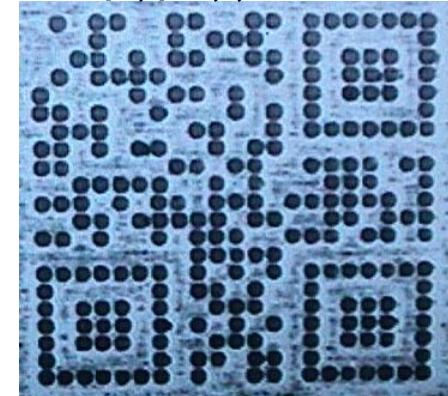


ドット並び精度

ドットピッチ0.3mm



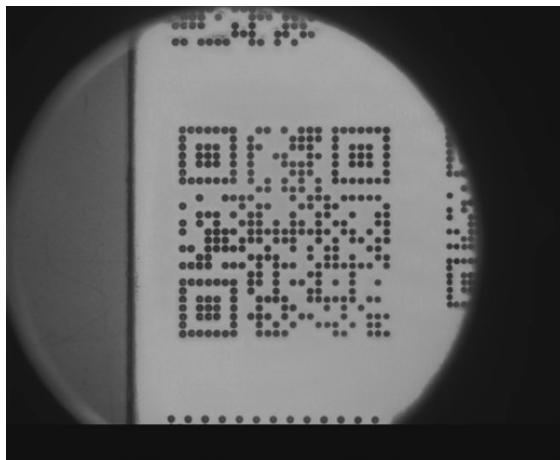
ドットピッチ0.5mm



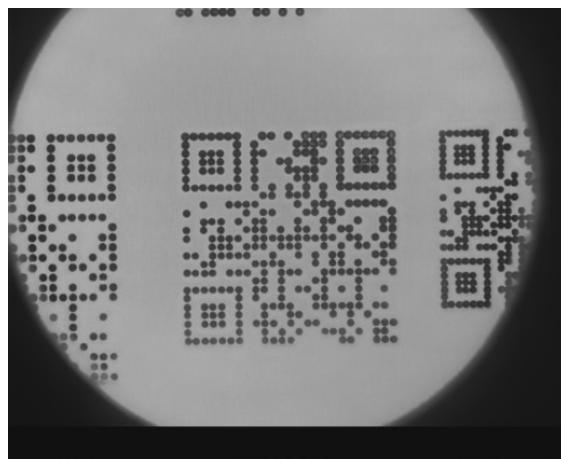
評価サンプル ドットピッチ比

印字方式:ドットインパクト

ドットピッチ比0.8

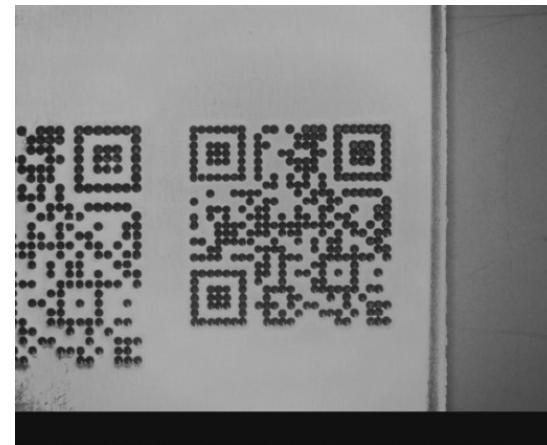


ドットピッチ比0.9

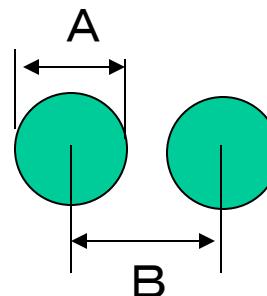


素材:金属 KA5052-O

ドットピッチ比1



ドットピッチ比=A/B



評価結果 ドットピッチ比

印字方式:ドットインパクト

素材:金属 KA5052-O

QRコード検査結果

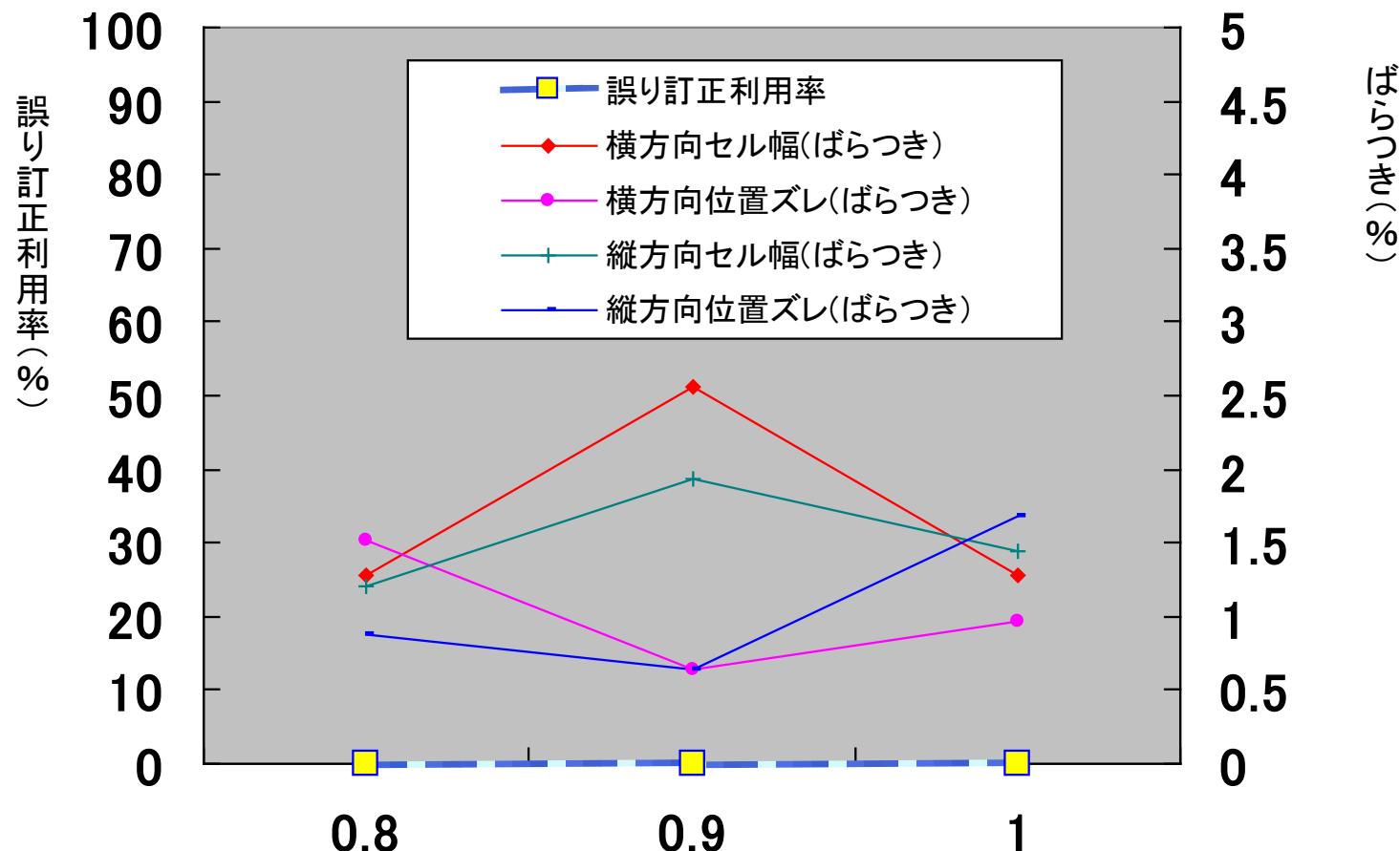
ドットピッチ比	シンボル 縦横比	シンボル 軸角度	タイミング パターン 幅(横)	タイミング パターン 幅(縦)	読み取 可否	誤り訂正 利用率
0.8	100%	89.8°	78~82 (80%)	83~86 (85%)	○	0%
0.9	99%	89.9°	88~98 (93%)	83~88 (86%)	○	0%
1	100%	90°	102~106 (104%)	97~101 (100%)	○	0%

評価結果 ドットピッチ比

印字方式:ドットインパクト

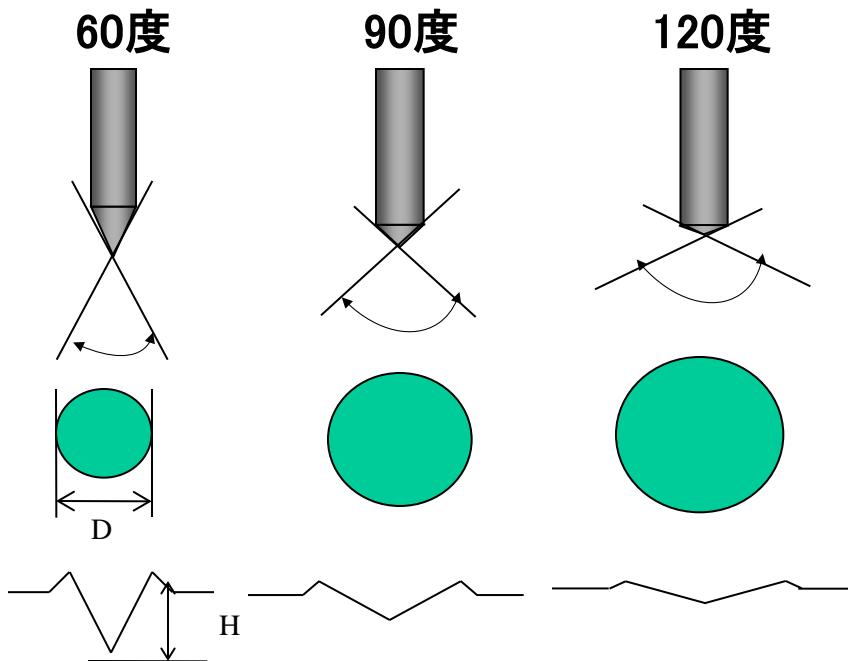
素材:金属 KA5052-O

誤り訂正利用率とセル幅、ズレの関係

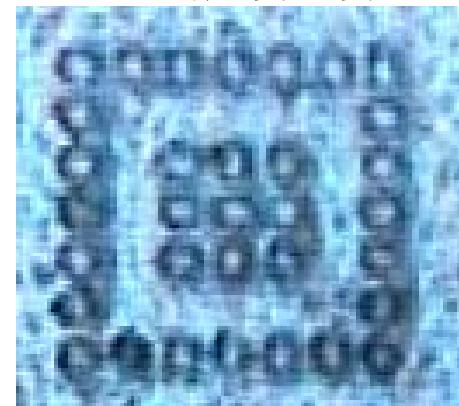


印字の改善 スタイラスの形状

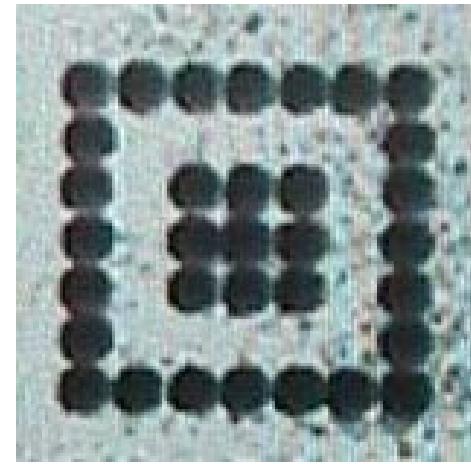
先端角度



先端角度60度

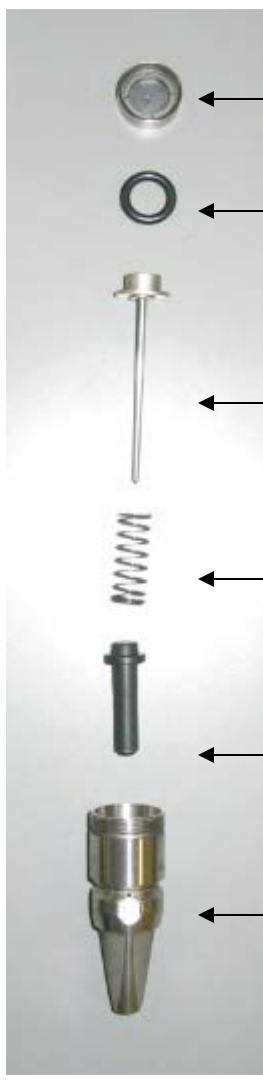


先端角度120度

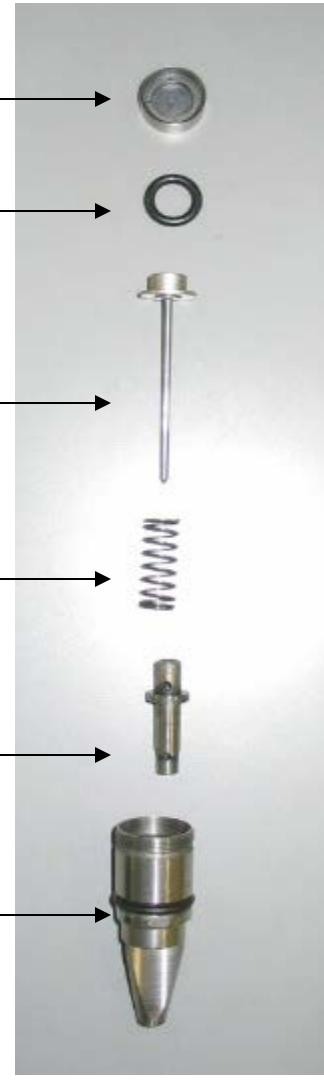


印字の改善 スタイラス

改良前



改良後



スリーブ
改良前 改良後

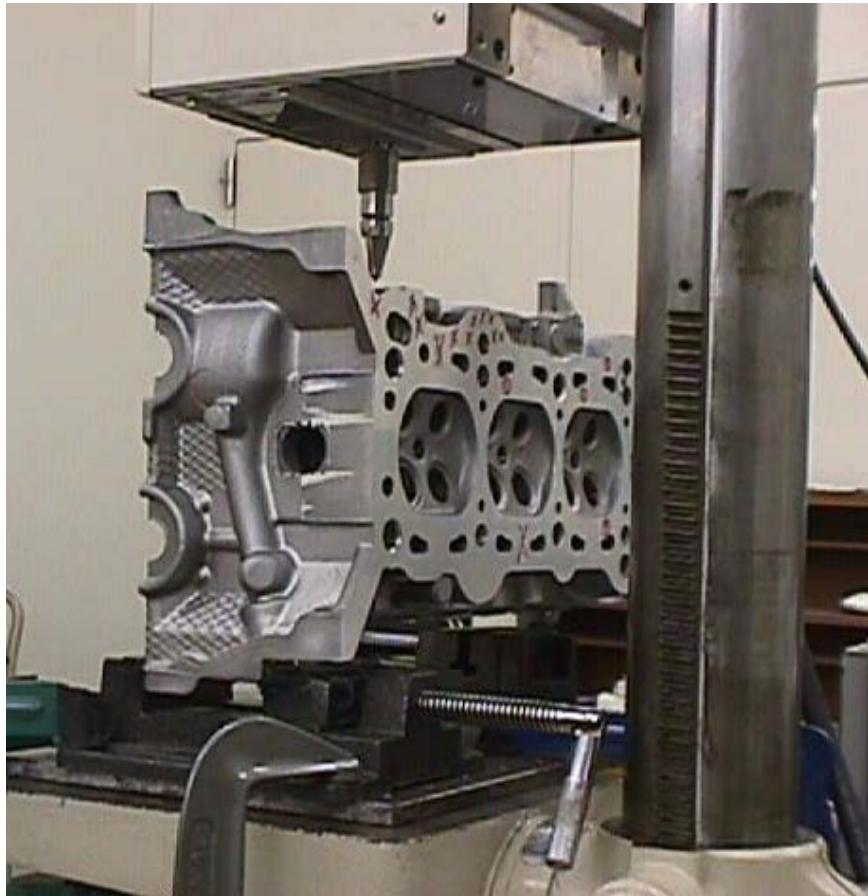


ペンホルダー
改良前 改良後



マーキング例

テストマーキング設備



シリンダーブロック



ご清聴、ありがとうございました。