

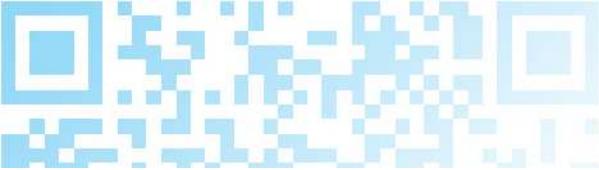


OMRON

2次元コード基礎 ダイレクトパーツマーキング編

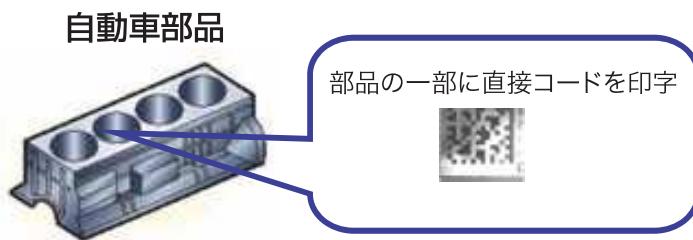
INDEX

ダイレクトパーツマーキング (DPM) とは?	2
素材と印字方法	4
印字の読みやすさ	7
2次元コードの読取方法	12
素材と照明法	14
コードはどう見える?	21
カメラ式2次元コードリーダの動作原理	22
材質ごとのコードの見え方	23
まとめ	29



ダイレクト パーツ マーキング(DPM)とは

「もの」に情報を付加する手法として、シールや伝票を貼り付けるのではなく「もの」に直接印字することをダイレクトパーツマーキング(DPM)と呼びます。近年では、DPMによりコードを「もの」に印字して管理するケースが増えてきています。



DPMの利点

「もの」に直接印字するので

半永久的な管理が可能

コードが消えることがなく、情報が失われることはありません。

データ改ざんされない

シールの様に張替えが不可能なので、情報が改ざんされることはありません。



利用される業界

DPMは、トレーサビリティを重視する業界で主に利用されています

- ・自動車業界
- ・航空機業界
- ・電子機器業界
- ・医療業界

印字されるシンボル種類

DPMでは、2次元コードが利用されることが一般的です。

2次元コードには様々な種類がありますが、

- ・Data Matrix
- ・QRコード

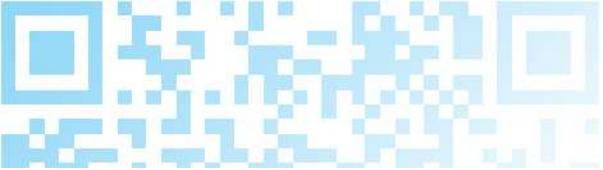
がよく利用されます。



Data Matrix

QRコード

2次元コードには、多くの情報を小さな領域に印字できるという利点があります。



DPMの印字方法

DPMの印字方式として主に次の3つがあります。

①打刻機による印字

自動車部品の個体管理



打刻ピンを用いて2次元コードを打ち込む方式です。ピンを用いて凹凸をつくることでコードを刻印します。
金属ワークに用います

②レーザーマーカによる印字

電子基盤の個体管理



レーザーマーカーを用いて、表面を溶かす、焦がす、表面層を剥がす、削ることによって2次元コードを印字します。金属、樹脂、木材等幅広い材質に対して印字することができます。

③インクジェットプリンタによる印字

個装箱のデータ管理



インクジェットプリンタ

インクをワークに吹きつけて2次元コードを印字します。紙、ラベル、シール等に印字する場合に用います。

レーザーマーカーと材質の対応

様々な材質に印字のできるレーザーマーカーですが、方式によって印字可能なワークに違いがあります。

材質名		レーザーマーカー	
		YAG/ ファイバーレーザー	CO2 レーザー
金属	鉄	○	×
	アルミ	○	×
	ニッケル	○	×
	ステンレス	○	×
	銅	○	×
	金	○	×
樹脂	PE (ポリエチレン)	○	○
	PC (ポリカーボネイト)	○	○
	PP (ポリプロピレン)	○	○
	POM (ポリアセタール)	○	○
	PBT (ブリブチレン・テレフタレート)	○	○
	PET (ポリエチレン・テレフタレート)	×	○
	ABS (アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)	○	○
	EP (エポキシ)	○	○
	PF (フェノール)	○	○
	UF (ユリア)	○	○
	PVC (塩化ビニール)	○	○
	PA (ポリアミド)	○	○
	SI (シリコン)	○	×
その他	セラミック	○	○
	木材	△	○
	紙	△	○
	ガラス	×	○
	ゴム	○	○

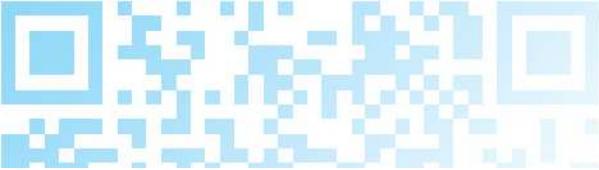
産業用に使用されているレーザーマーカーとしては、主にYAG (ヤグ) レーザーマーカーとCO2レーザーマーカーの2種が使われ、その違いは、レーザー光の波長にあります。

YAGレーザーの波長→1.064μm

CO2レーザーの波長→10.6μm

YAGレーザーはCO2レーザーに比べ、波長が1/10と短いため、金属表面でのレーザー光の反射率が低く、金属への加工がしやすくなります。

CO2レーザーは、YAGレーザーに比べ、波長が10倍長いため、ガラスなどにも吸収されやすい特性を持ちます。



印字の読みやすさ

■2次元コード仕様上の注意点

2次元コードは仕様に準拠したものを鮮明に撮像することで安定した認識が可能になります。ここでは、仕様面での注意点を挙げていきます。

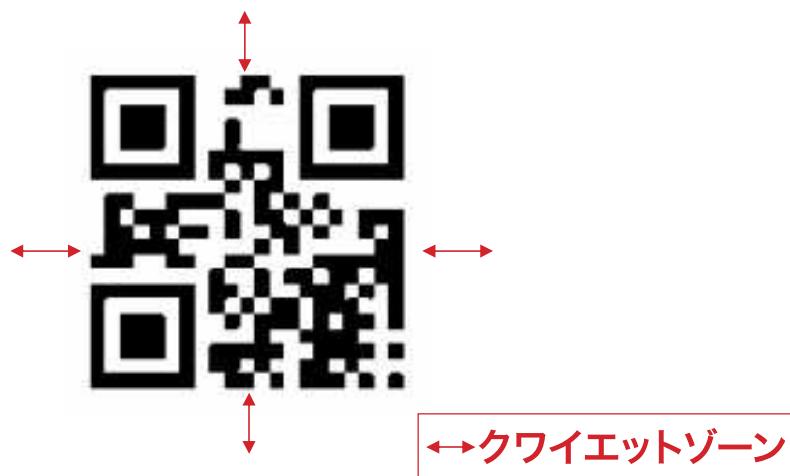
①ファインダーパターン（アライメントパターン）について

Data MatrixやQRコードはコードがキズや汚れなどで多少消えてしまっている場合でも誤り訂正処理によって情報を読み取ることが可能です。しかし、QRコードのファインダーパターンやDataMatrixのアライメントパターンが読み取れなかつた場合には2次元コードを認識できないことがあります。



②クワイエットゾーンについて

Data MatrixやQRコードはクワイエットゾーンを設けることが規定されています。これに準拠しない場合は読み取りができない場合があります。



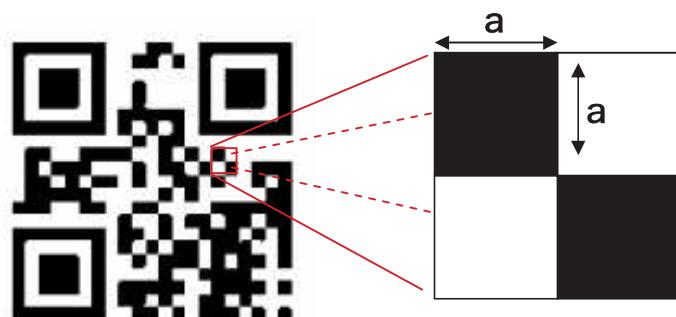
クワイエットゾーンは各種2次元コードで以下のように定義されています。

2次元コード種類	必要クワイエットゾーン
DataMatrix	最小セルサイズ以上
QRコード	最小セルサイズの4倍以上
MicroQRコード	最小セルサイズの2倍以上

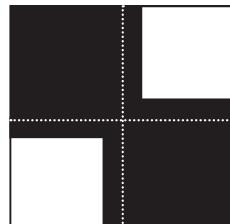
必ずクワイエットゾーンを十分に確保するように2次元コードを印字する必要があります。

③セルについて

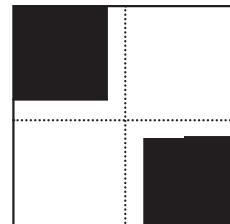
2次元コードではセルの大きさが規定されており、1つのセルで縦横が同じ長さにする必要があります。



ダイレクトパーツマーキングでは印字をする機器の条件により、以下のように適切なセルサイズにできないことがあります。この様な場合には機器の設定を調節したりすることでセルサイズの条件を満たすようにする必要があります。

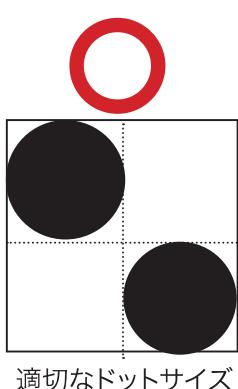


印字部分のサイズが大きい

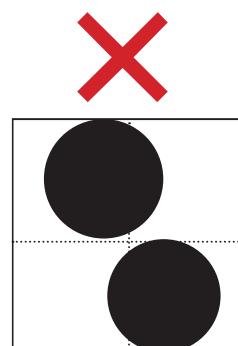


印字部分のサイズが小さい

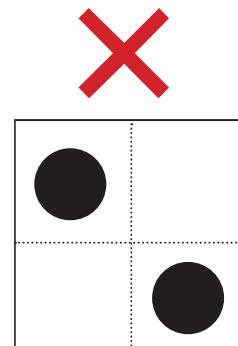
レーザマーカーや刻印機でドット印字する場合にはドットずれや印圧によってドットが小さくなるといった場合があり注意が必要です。また、ドット印字では印字部分の面積が小さくなるため、ドットが小さすぎるとセルサイズ異常とみなされ検出が不安定になる可能性があります。



適切なドットサイズ



ドットずれ



ドットが小さい

2次元コードリーダ使用上の注意点

2次元コードは仕様に準拠したものを鮮明に撮像することで安定した認識が可能になります。ここでは、コードリーダ使用時の注意点を挙げていきます。

①動作原理について

コードリーダーは撮像した画像に対してグレー画像へ変換、2次元コード仕様に適合したデコード処理を実施し情報を読み取ります。

そのため、印字が最適な状態でも入力情報となる画像の状態が悪いと読み取りに失敗する可能性があります。



最適な状態



照明が明るすぎる状態

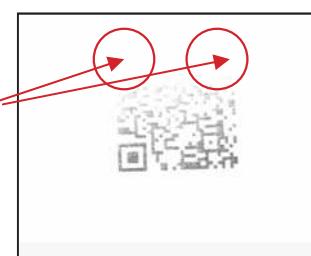
↓ グレー変換



読み取ることができると

ファインダパターン
の読み取り不可

↓ グレー変換



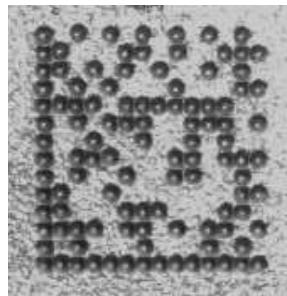
読み取りできない

上記の例では照明の影響によりファインダパターンをグレー変換後画像から読み取りできないため2Dコードを読み取ることができません。

適切な撮像環境を構築することできれいな画像が取得可能となり、安定的な読み取りが可能となります。

②取得画像について

ワーク表面の状態の影響によってきれいな画像が取得できず、結果として印字されているセルを誤認識してしまう場合には安定的な読み取りができない可能性があります。



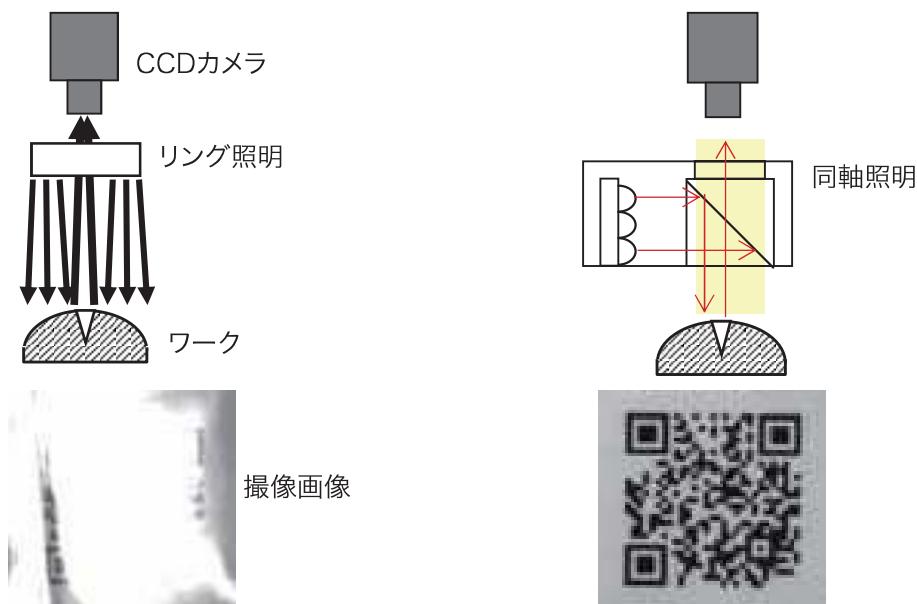
撮像画像

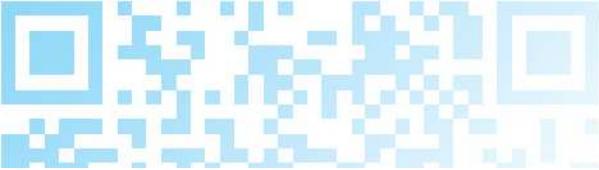
上記画像ではワーク表面の凹凸によって陰影が発生し印字されているセルを誤認識しまい、正しく読み取りができません。

③照明について

照明はワークの表面状態を考慮して適切な配置と種類の選定をする必要があります。

ウェハ表面などの鏡面ワークの真上からリング照明設置した場合ワークからの反射光が強く正しく読み取りができないなってしまいます。しかし、同軸照明を使用すれば光の反射を抑えることができるため、読み取りに適した画像を取得できます。





2次元コードの読み取り方法

2次元コードの読み取るポイント

2次元コードを読み取る時には、2次元コードの白と黒を判別して読み取ります。背景と2次元コードの明度差（コントラスト）を大きくすることがコードを読みとるポイントです。



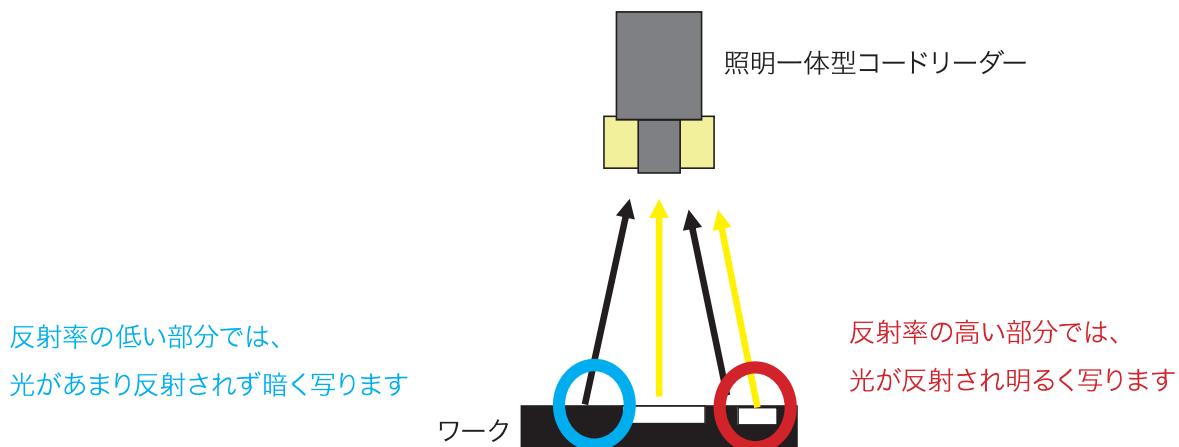
コントラストの高い画像



コントラストの低い画像

コントラストが生じる仕組

ワークの反射率によってカメラで観測される明るさがことなります。反射率の高い部分では多くの画像で明るくなり、反射率の低い部分では画像として暗く見えます。背景とコードが印字された部分の反射率が異なることで、コントラストが生じます。



ダイレクトパーツマーキング (DPM) 読取の難しさ

紙等に印字された2次元コードと比較して、DPMでは素材が金属、光沢面、透明であったり、表面に凹凸が存在しているものがあります。これら材質等の影響により、コードと背景のコントラストが得られず読み取りが困難になります。



金属ワークに印字されたコード

白飛びが発生し、コードと背景にコントラストが生じていない

照明を利用したDPM読取性能の向上

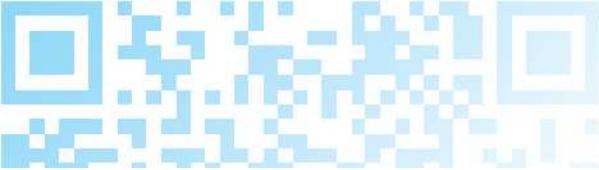
読み取りが難しいDPMですが、**照明を利用すること**により読み取りが可能になる場合があります。

上の図では白飛びが発生し読み取りが困難な状況ですが、下の図では、照明を斜光照明に変更することでコード部分と背景のコントラストが得られ認識が可能になります。



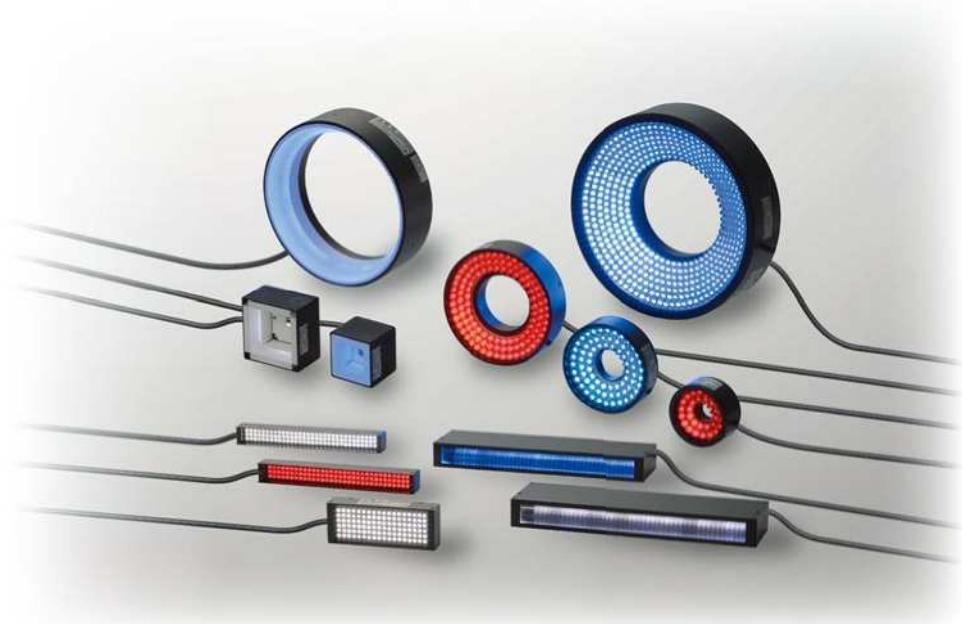
照明の変更による高コントラスト化

斜光照明により白飛びが無くなりコントラストが生じている



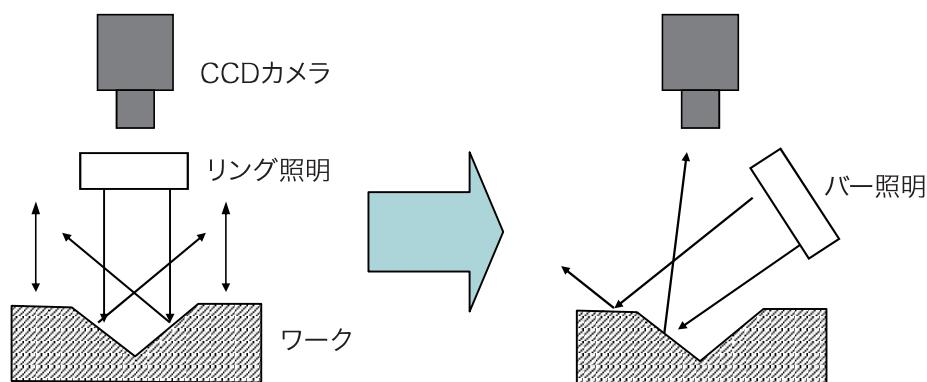
素材と照明法

精度の高い読み取りを行うためには、照明の活用は非常に重要です。有効な照明を用いて、鮮明な画像を得るためにここでは、それぞれの素材に最適な照明の選定方法について説明します。

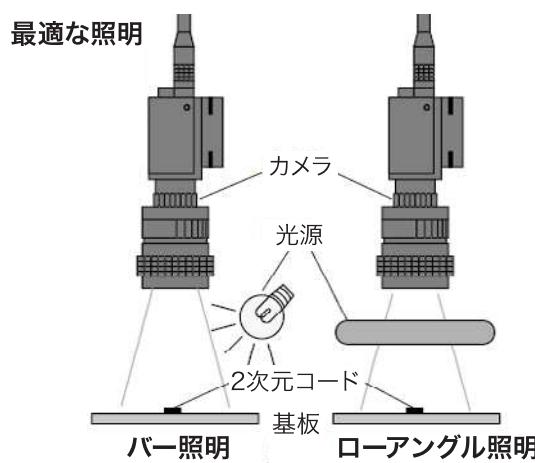
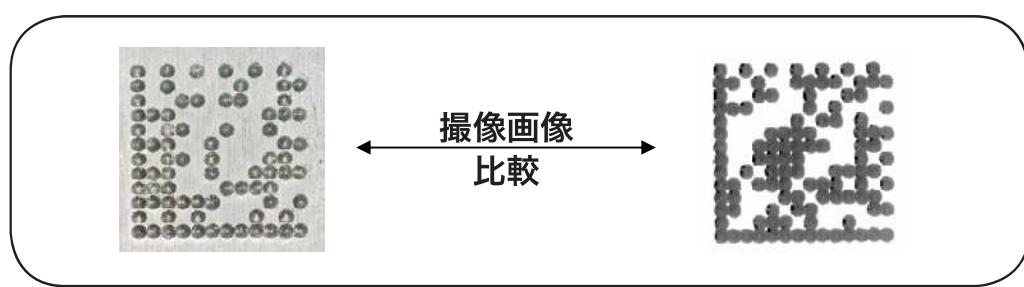


金属加工面の印字について

金属表面に2次元コードを印字した場合、加工時に細い筋状の加工痕（＝ヘアライン）が付いて、ヘアラインに直接光を照射すると照明光の反射によって濃淡ができ、正しく認識できない場合があります。

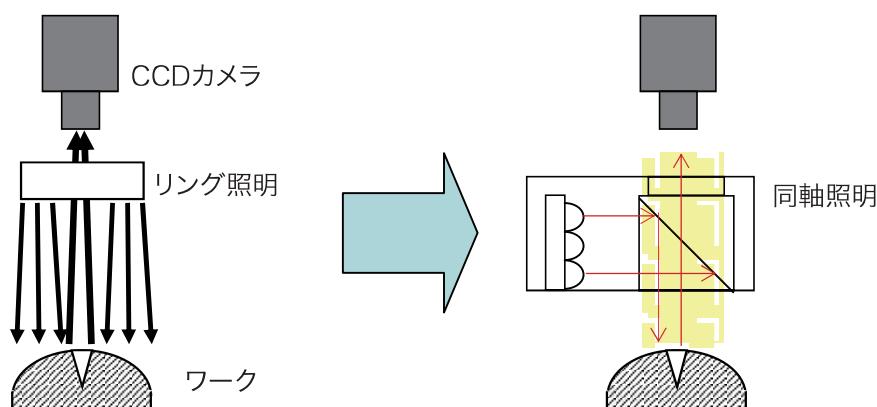


解決方法：正反射光と拡散反射光の差を利用

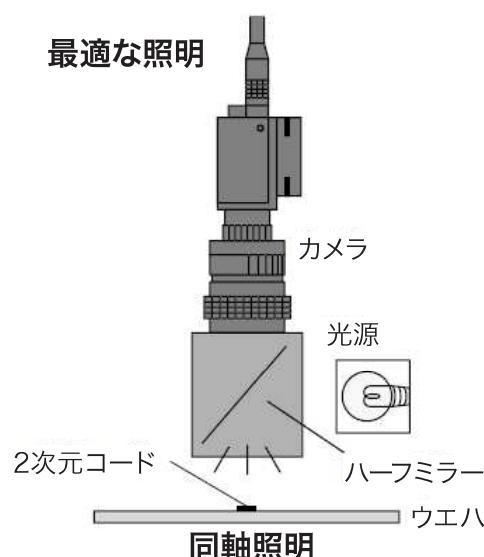
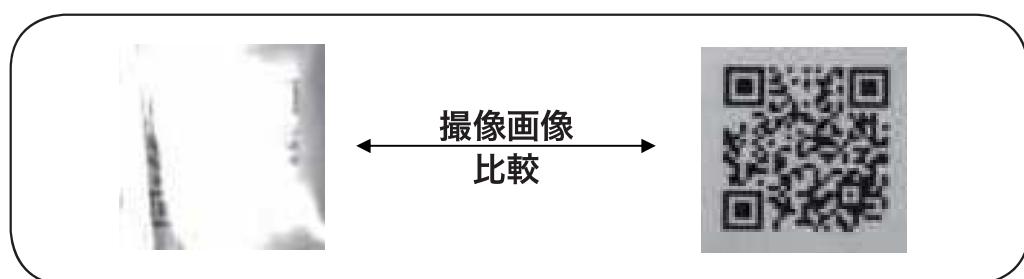


鏡面の印字について

ウェハ表面などの鏡面に2次元コードを印字した場合、ワーク表面に写り込む照明の光源やコードリーダの影響により、正しく認識できない場合があります。

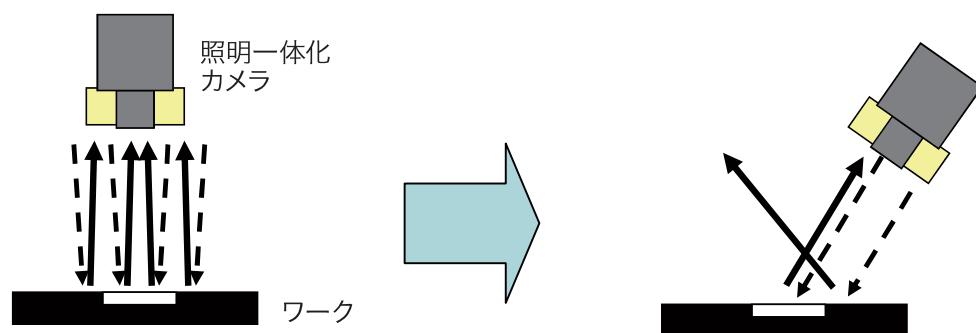


解決方法：正反射光と拡散反射光の差を利用

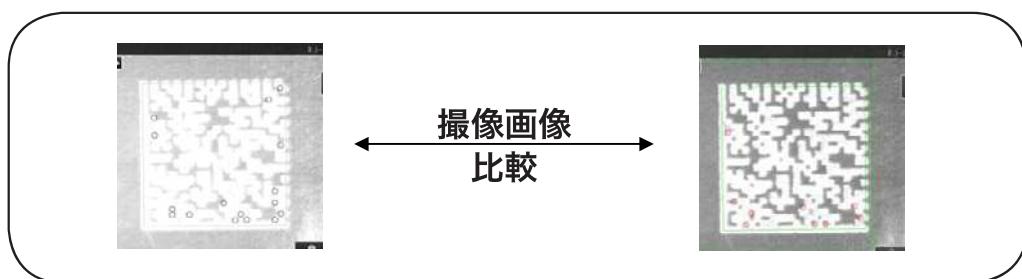


黒樹脂の印字について

黒樹脂に2次元コードを印字した場合、強度を高めるために添加したガラス繊維成分が光を反射するために光沢のある表面になり、正しく認識できない場合があります。

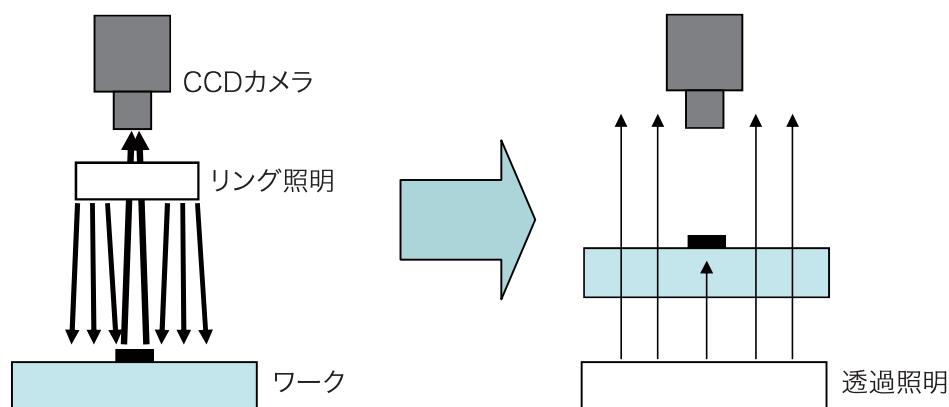


解決方法：正反射光と拡散反射光の差を利用

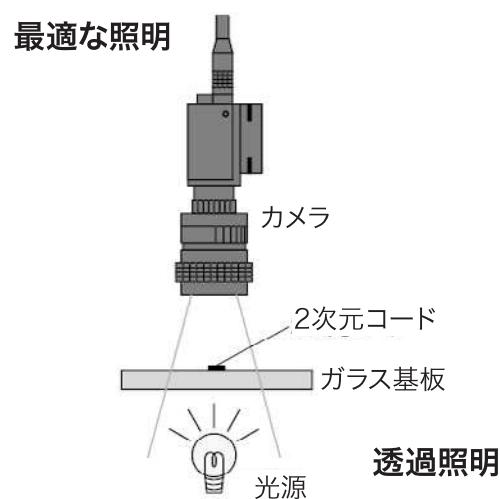
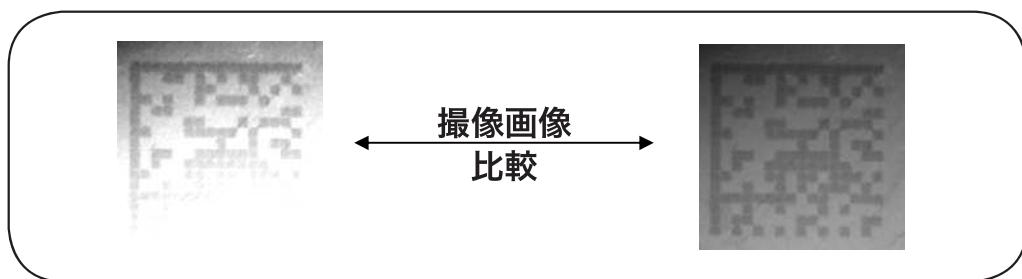


透明面の印字について

ガラス基板などの透明な材質に2次元コードを印字した場合、ワーク表面に写り込むコードリーダや照明の光源の影響により、正しく認識できない場合があります。

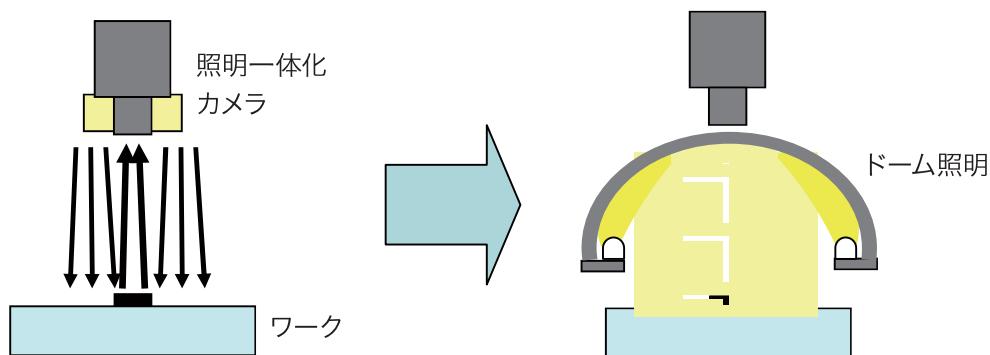


解決方法：透過光と遮光の差を利用

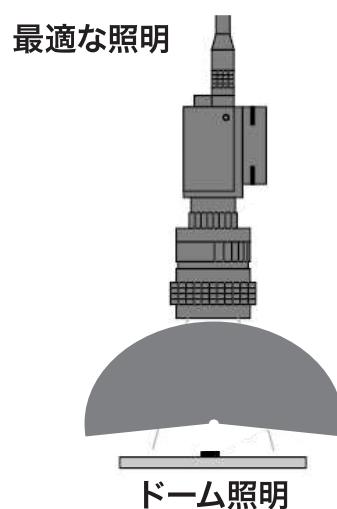
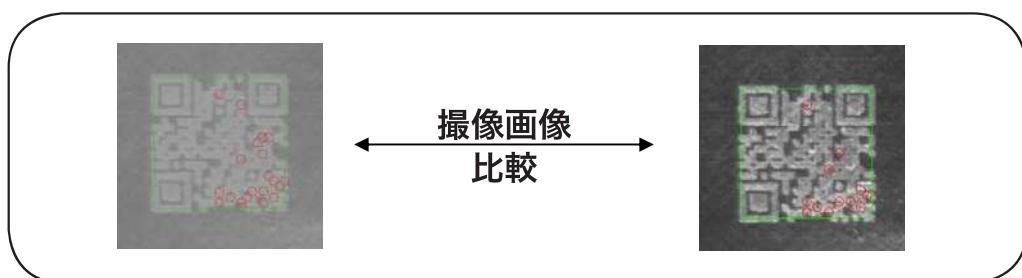


鋳肌面の印字について

鋳肌表面は全体に凸凹があり、2次元コードを印字した場合、表面の状況により色にむらがでたり、ワークの表面にテカリが出て正しく認識できない場合があります。



解決方法：広い角度から均一な光を当てる



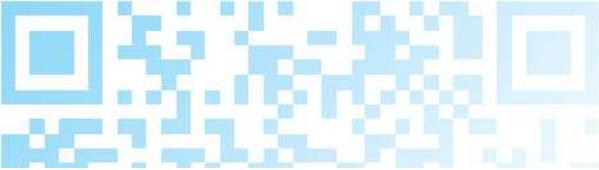
マーキング方法と照明の当て方

ワーク表面の平らな部分と、窪んだ部分の光の反射角度の違いにより、CCDカメラの撮像にコントラストが生じます。反射光がレンズに返ってこない部分は黒く返ってくる部分は白く写ります。

下記にマーキング方法と照明の当て方によるワークの見え方の一例を示します。マーキング方法に対して最適な照明or最適な照明の当てかを選定することでワークをきれいに撮像することができます。

照明の 当て方	同軸	リング	同軸	ドーム状
ピンスタンプ 刻印				
レーザー マーキング				
レーザー マーキング (酸化マーキング)				

マーキングの方法、材質、表面状態はこの限りではありません。



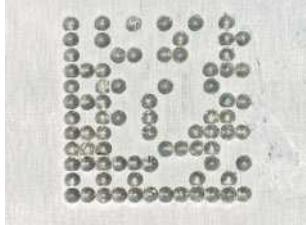
ダイレクトパーツマーキングのススメ ＝コードの見え方編＝

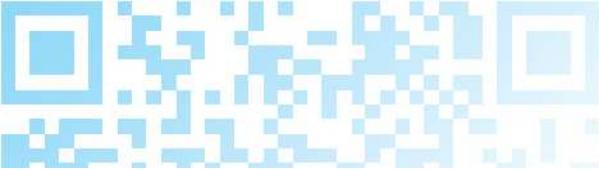
■ワークの見え方

ここでは、各材質（樹脂、金属、透明体）に印字したワークがコードリーダでどのように見えているのかを説明します。

実際の製造現場では人の目では見えているがコードリーダでは読み取りが出来ないことが多々発生します。

以下の材質の印字例と動作原理からコードリーダでの見え方を紹介します。

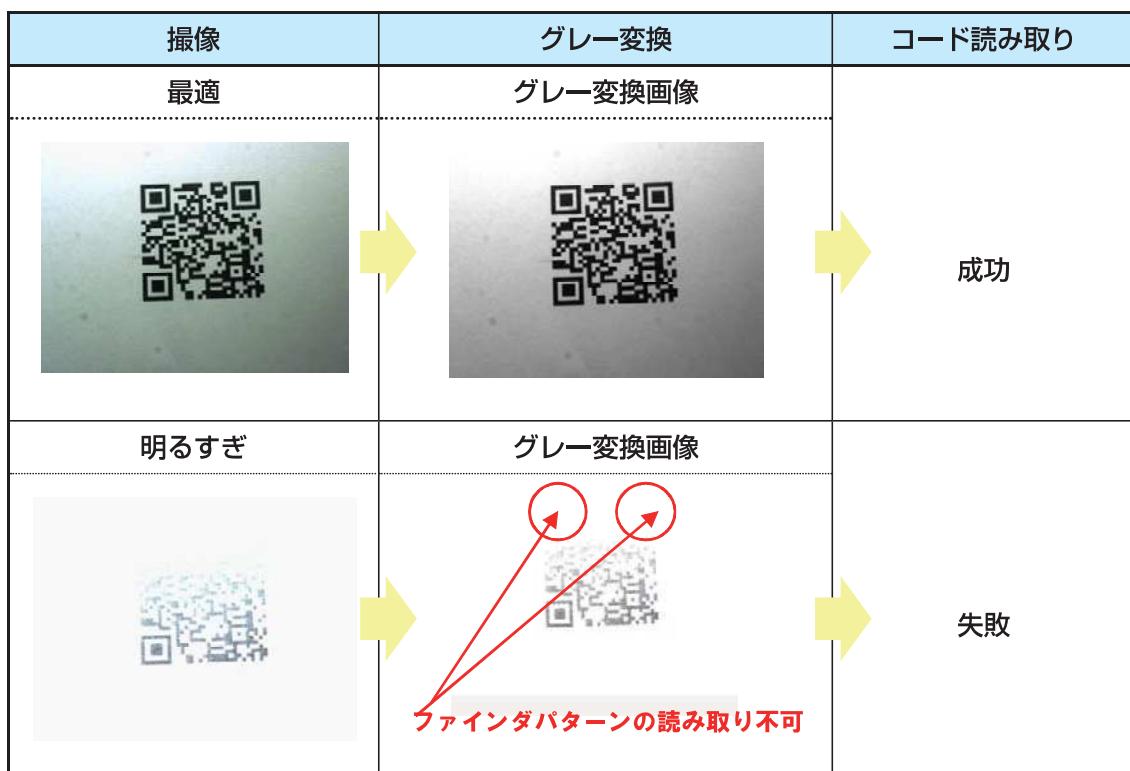
	樹脂	金属	透明体
印字例			
	黒樹脂の反射光 白樹脂のドット印字	鏡面への印字 切削・加工面への印字 円柱側面への印字 鋳肌面への印字	ガラス面への印字



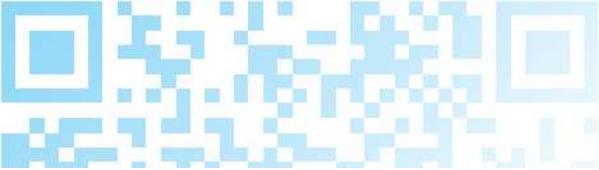
カメラ式2次元コードリーダの動作原理

コードリーダーは撮像した画像に対してグレー画像へ変換、2次元コード仕様に適合したデコード処理を実施し情報を読み取ります。そのため、印字が最適な状態でも入力情報となる画像の状態が悪いと読み取りに失敗する可能性があります。

以下の図に示すとおり、表面材質や照明の当たり方、カメラの設定によって2次元コードを正しく認識できない状態が発生します。



次ページより、2次元コードを印字したワークの参考例を紹介します。



CCD方式・固定型 バーコードリーダ

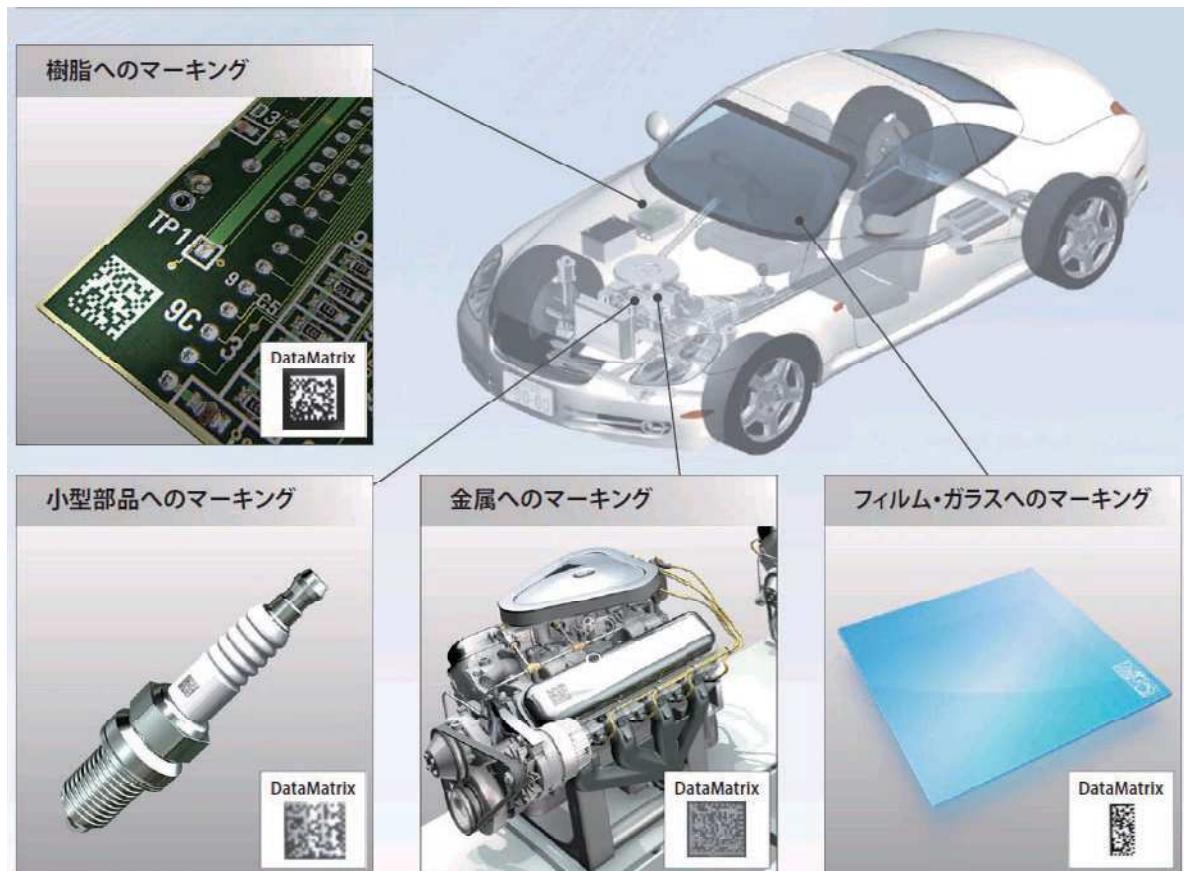
2Dコード基礎 材質ごとのコードの見え方

2D コードは下図に示すように製造工程の中で金属部品、樹脂、ガラスなど様々な材質にマーキングされ利用されています。

ここでは、そのコードがどのような見え方をするのか、読み取りできなかったコードを読み取り可能にするにはどのようにすべきかを紹介します。

- 金属材質の見え方
- 樹脂材質の見え方
- ガラス材質の見え方

自動車部品業界における2Dコードの使用例





金属にマーキングされたコード

車のエンジンブロック、トランスマッisionなどの金属ワーク上にマーキングされたコードでは照明変化、素材の光の反射などの正反射光の影響を受けやすくなります。

DataMatrix



QRcode



ポイント

正反射光の影響を受けなくするためには、コードに対して斜めにセンサを設置することでコードの反射光のみを受光します。金属ワークでは斜めに設置して撮像すると正反射光の影響を少なくすることができます。

参考

FQ-CR1、FQ-CR2 で搭載されている外乱光の影響、正反射光をカットする HDR 機能や偏光フィルタを使用すると斜め設置することなく撮像することができます。



2D コード基礎 材質ごとのコードの見え方

HDR機能^{※1}

HDR処理をすることで、照明変化や素材の反射の影響を最小限にカットすることができます。
またセル認識率も上がります。

HDRなし



セル認識率：46

HDRあり



セル認識率：86

※1 HDR(ハイダイナミックレンジ)

ダイナミックレンジを広げることで、明暗の差が激しい対象物をきれいに撮ることができます
特に、明暗の差が激しい対象物や、明るい対象物と暗い対象物が混在しているときに効果的です。

限られた範囲の明るさで画像を撮影



広いダイナミックレンジの画像に合成



ただし、次の点に注意してください。

- ・HDR機能は、必ず計測対象物を静止させて使用してください。
- ・シャッタースピードを変えた画像を撮影し、それを合成するため、画像撮影中に対象物が移動すると、ぶれた画像になってしまいます。
- ・明るさの異なる画像を合成するため、合成後の画像はコントラストがやや低くなります。



偏光フィルタ^{※2}

偏光フィルタを用いると光の正反射光をカットして読むことができます。

センサ本体に偏光フィルタアタッチメントを装着して使用します。テカリなどの正反射をカットする機能です。

偏光フィルタなし



偏光フィルタあり



偏光フィルタ
形FQ-XF1



コードリーダ
形FQ-CRシリーズ

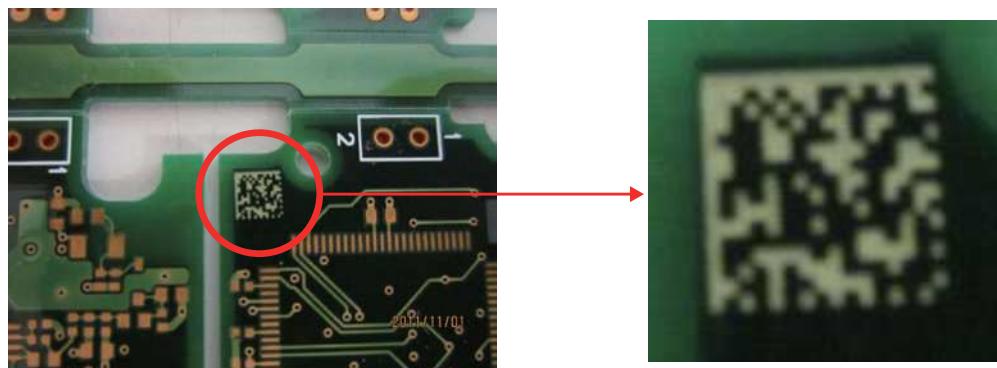


2D コード基礎 材質ごとのコードの見え方

樹脂上にマーキングされたコード

電子基板などの材質にマーキングされたコードでは、金属ワークなどに比べ光の影響は少ないですが、ガラスなどの素材が含まれること見え方が変わることがあります。

基板上にマーキングされたDataMatrix

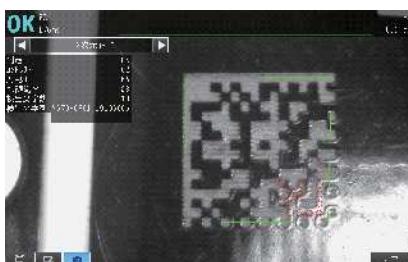


前項の金属ワーク同様、現場の設置状態に応じて、偏光フィルタを使用してより安定した読み取りができます。

HDR機能 + 偏光フィルタ

HDR を使用することでセル認識率が高くなっています。

HDRなし



HDRあり



セル認識率：100

偏光フィルタ

偏光フィルタを使用することでセル認識率が高くなっています。

偏光フィルタなし



偏光フィルタあり



セル認識率：85

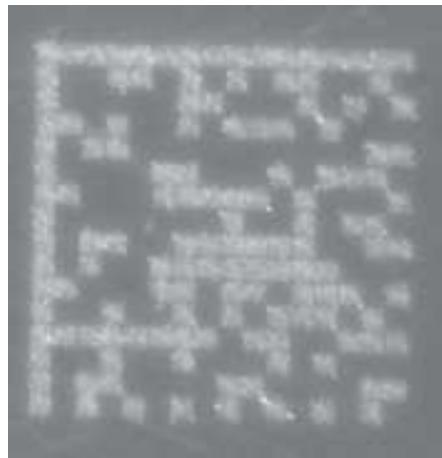


ガラス上にマーキングされたコード

ガラス上にマーキングされたコードでは照明の当て方により、見え方が変わります。カメラと同一方向から照射する照明（同軸照明）、ガラスの裏面から照射する照明（透過照明）の画像を図示します。



ガラス上にマーキングされたコード
セルがマーキング部分



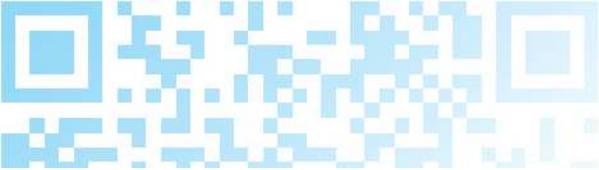
同軸照明を使用して撮像した画像

同軸照明を使用し照射するとガラス部は透過するので、マーキング部が白色となります。



透過照明を用いて撮像した画像

透過照明を使用し裏面照射すると、マーキング部は光が透過しないため、黒色となります。



2Dコード基礎 DPM編まとめ

本章では材質ごとに印字した2Dコードの見え方について記載しました。

コードは材質、照明の当てかたで大きく変わります。カメラ設置方法(偏光フィルタ使用)、画像補正(HDR)を使用して安定している状態で撮像する必要があります。

「2Dコードの基礎 各材質でのコードの見え方」をご覧いただき、2Dコード検査の参考にしてください。
オムロン製コードリーダは抜群の読み取り性能&簡単操作で紙・ラベルから金属・ガラス面のアプリまで幅広く解決することができます!!