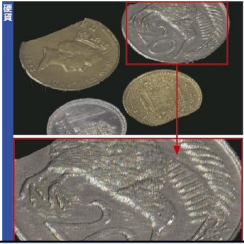
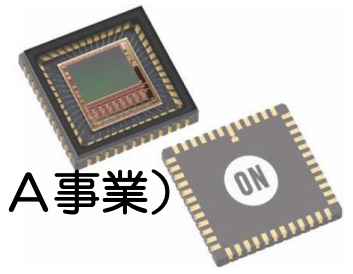
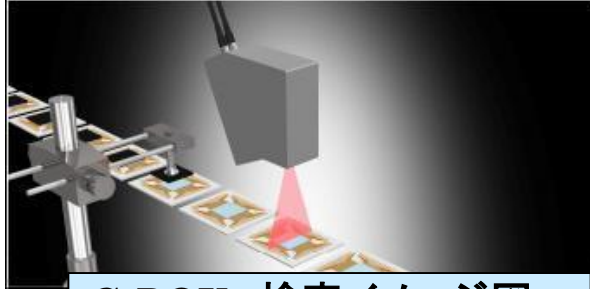


新型FA検査を提案 (G-BOX)

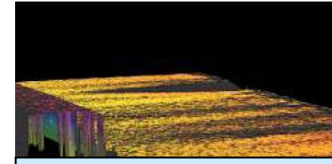
(超高速スピードカメラ+3D・2D複合画像処理技術を用いたFA事業)



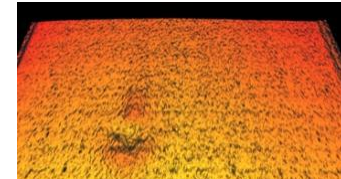
アミューズメント(コイン)



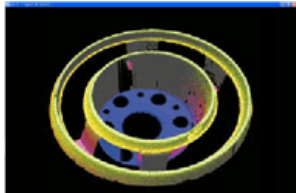
G-BOX 検査イメージ図



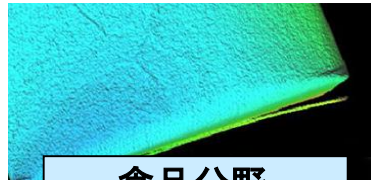
建材分野(タイル)



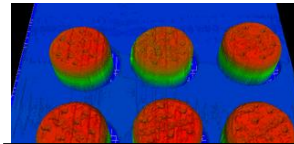
自動車分野(板金)



自動車分野(部品)



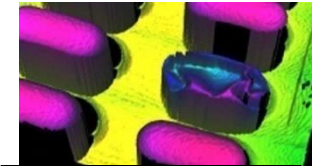
食品分野
(パッケージ)



食品分野(クッキー)



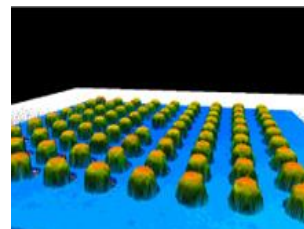
自動車分野(タイヤ)



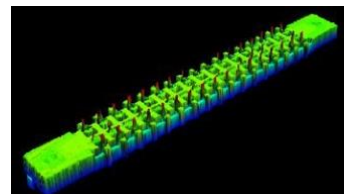
医薬品分野
(カプセル)



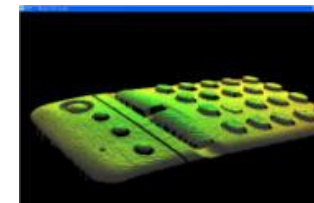
医薬品分野(錠剤)



電子分野
(ハンダボール)



電子分野
(コネクター)



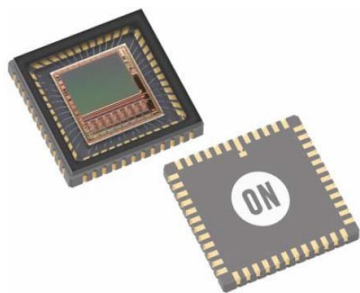
成形分野(リモコン)



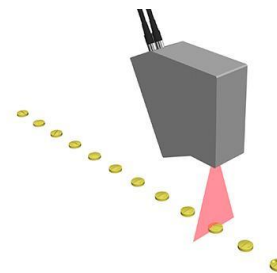
超高速SC



自動車分野
(溶接)

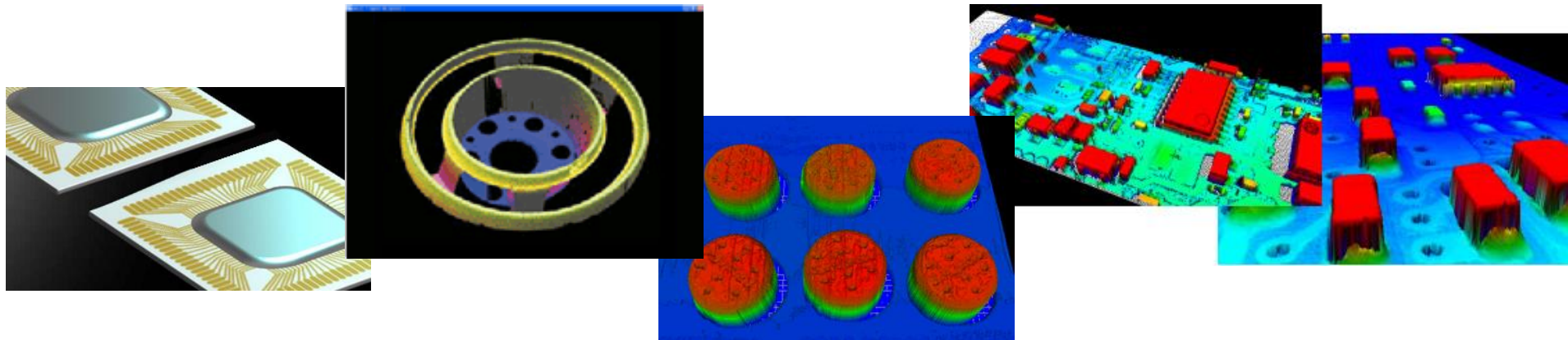


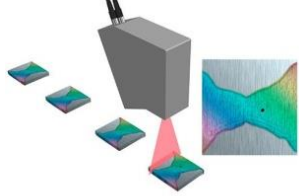
G-BOXとは



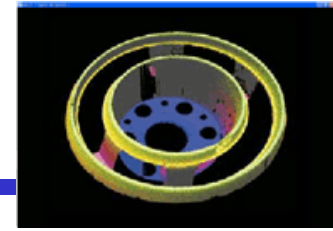
■超高速カメラの応用により、今まで処理出来なかった早い速度で移動する動体検体検査や、2D画像処理と光切断技術を用いた3D画像処理2つの複合した画像処理をもとに判断能力をUPさせることで、いままで不可能だった動体検査を可能とし、新しいFAのマーケットを開拓する。

■価格に対しても、画像処理技術を使った一般に言われているFA(Factory Automation)は大変高価なもの(数100万円~数千万円)あるが、FA検査マーケットを拡大させるために、ハード(カメラ・レンズ・処理部・照明(LED)+レーザー(光切断)を1つのケースにユニット化(仮称:G-BOX)し安価(100万円目標)にすることで、いままでFA検査器を入れる事の出来なかった業界への数量拡販及びメンテナンスフリーを目標に市場拡大を進める。





G-BOXの開発



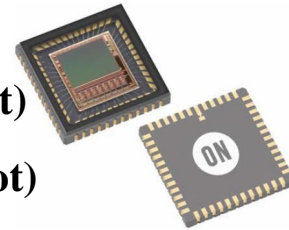
・超高速カメラの採用

■超高速カメラの開発を中心に、2次元センサーでは検査出来なかった検体を検査可能とし、超高速カメラを採用することで、2D&3D計測 2つのデータを基に正確な検体検査を可能とする。

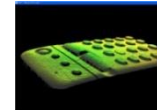
* **VGA** (640×480Pixels) 1/4 **860/620** frames per second(Zero Rot/Nomal Rot)

* **SVGA** (800×600Pixels) 1/3.3 **560/420** frames per second(Zero Rot/Nomal Rot)

* **SXGA** (1280×1024Pixels) 1/2 **210/175** frames per second(Zero Rot/Nomal Rot)



・G-BOXのステップ開発



■まずは、カメラのスピードを生かして、カメラユニット+レンズ(客先の仕様)+LED照明(客先の仕様)の2Dカメラシステム G-BOXをOEMで供給する方向で開発を進める。

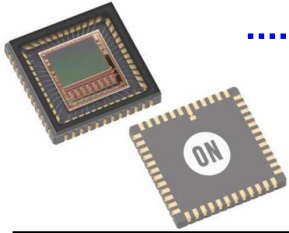
■上記のG-BOX 2Dを販売していきながら下記製品の開発を順序立てて進めていく。

- STEP1) 超高速カメラ+LED照明内蔵 2D:G-BOX2DM (2次元高速マクロ検査システム・LED照明)
- STEP2) 超高速カメラ+LED照明内蔵 2D:G-BOX2Dμ (2次元高速マイクロ検査システム・LED照明)
- STEP3) 超高速カメラ+LED照明内蔵 3D:G-BOX3DM (3Dマクロ検査システム:光切断仕様(LED))
- STEP4) 超高速カメラ+レーザー照明内蔵 3D:G-BOX3Dμ (3Dマイクロ検査システム:光切断仕様(レーザー))
- STEP5) 超高速カメラ+LED照明内蔵 2D&3D:G-BOX2D3DM
(2D&3D マクロ検査システム:LED照明 & 光切断仕様)
- STEP6) 超高速カメラ+LED照明 & レーザ照明内蔵 2D&3D:G-BOX2D3Dμ
(2D&3Dマイクロ検査システム:LED照明 & 光切断仕様)

G-BOXシステム (内部仕様)

G-BOX=センサー部+コントロール部+レンズ+照明

センサー部 (3種類)



① **VGA**
(640 × 480Pixels)
1/4 **860/620**

② **SVGA**
(800 × 600Pixels)
1/3.3 **560/420**

③ **SXGA**
(1280 × 1024Pixels)
1/2 **210/175**

センサーコントロール部

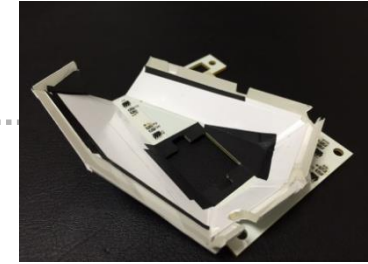


トリガー & 電流

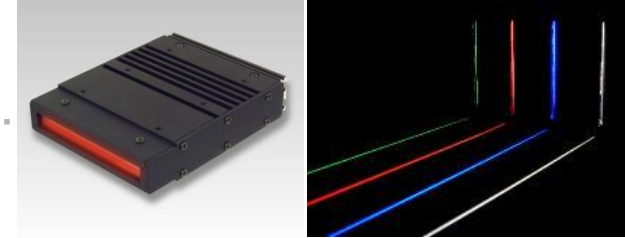
多種 レンズ



照明部 (3種類)



ストロボLED照明部 2D仕様



ストロボLED照明部 3D: 光切断用



レーザー照明部 3D: 光切断用

I/F部

位置情報

画像

エンコーダー

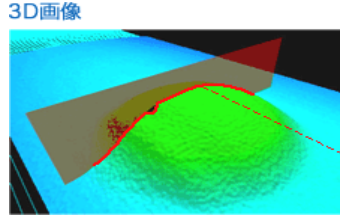
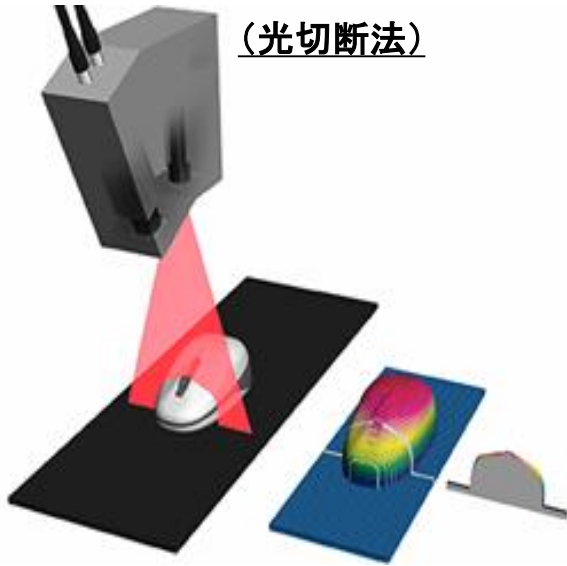
位置情報

PC

2D/3D画像処理SW

光切断の原理 (3D)

3D画像計測の基本原則 (光切断法)

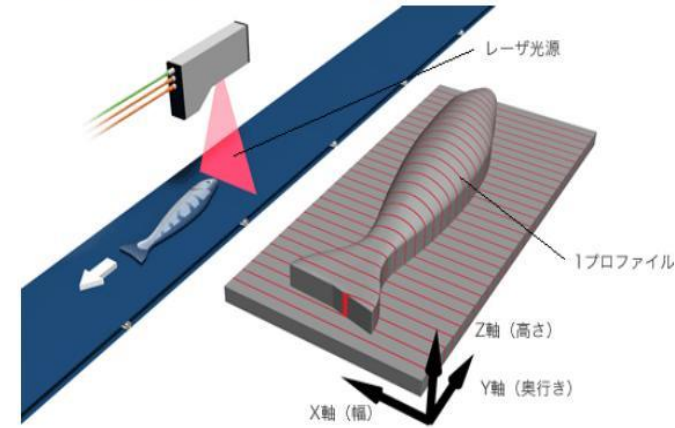


* レーザによる線光源が検査ワークを切断する形状(輪郭形状)を、高さ形状として取り込みます。(この単位を1プロフィールとします) その後、ワークを一定量移動させ(単一時間もしくは、エンコーダにより移動量を計測)、ワークの必要箇所における全形状の取込みが完了するまで、この操作を繰り返します。

プロフィール画像

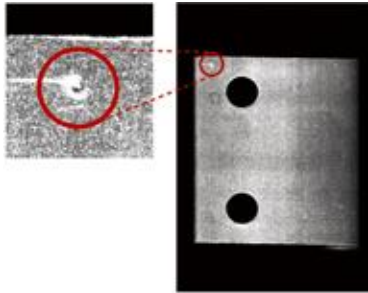


ワークの光沢や色の影響に強い
高さデータを取得可能

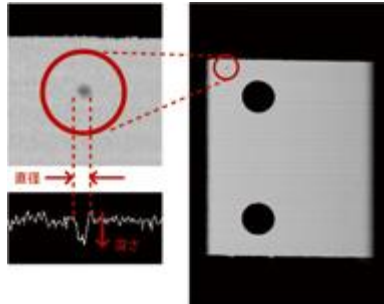


- I) 定量化された数値で判断でき、歩留まりも高く品質データ統計にも有効
- II) 光切断法により外観色調の影響を受けず表面の凹凸欠陥を高速検出
- III) 3D形状検査(3次元)と2D色調検査(2次元)の同時検査が可能

3D計測のメリット

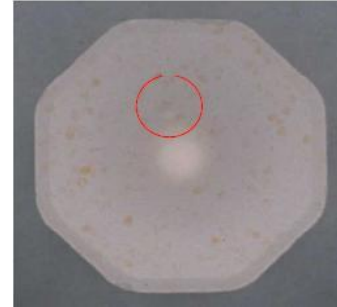


2D画像(金属部品)

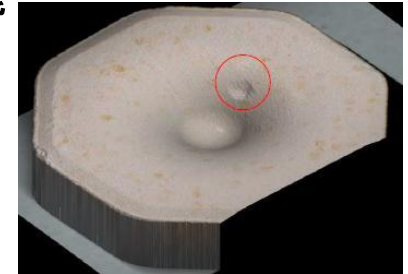


断面形状(プロフィール)を観察した画像。
定量的に打痕の判定が行える。

3D画像(金属部品)



2D画像(入浴剤)



3D画像(入浴剤)

格子投影法の原理（3D）

* 格子投影法

図1に示す多くの等間隔の平行線からなる格子を投影する格子投影法を使用すると、1枚の画像で全面の情報を撮影することができる。この格子の明るさ分布を余弦波状であるとみなしてその位相解析を、位相シフト法（格子の位置を数回ずらして投影し格子の位相を解析する）で解析すると格子ピッチの 1/100~1/1000 の精度で三次元形状を計測することができる。

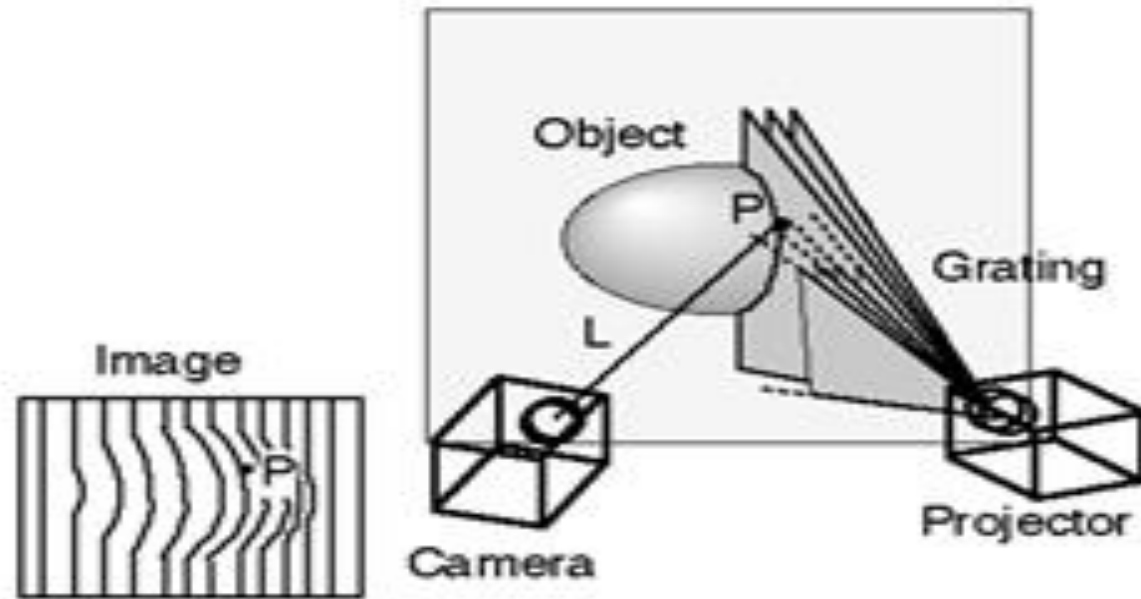


図 1 格子投影法の原理説明図

格子投影法の原理（3D）

* モアレトポグラフィ

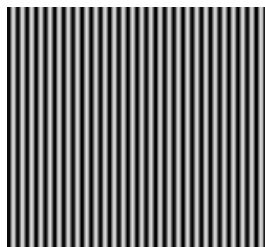
この格子投影法の光学系を図2のように配置すると、すなわち、プロジェクタのレンズとカメラのレンズを同じ平面内に置くと、簡単に等高線を撮影することができる。

すなわち、レンズ面に平行な基準面に格子を投影する。

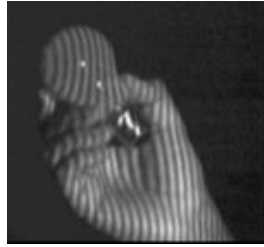
これをカメラで撮影すると、図3(a)に示すように平行な格子線が撮影されます。モノを置いた場合は、(b)に示すようにその形状に応じて格子線がゆがんで写る。この平行な格子線画像とゆがんだ格子線画像を重ねると(c)に示すような等高線を表すモアレ縞が現れる。この等高線となる理由を図2を用いて説明する。

図2のオレンジ色の実線はこの格子の明るい線が投影されている光路を、黒い破線は格子の暗い線が投影されている光路を示している。これをカメラで撮影するとき、カメラの画素ピッチが基準面上で格子のピッチと等しくなるように光学系を調整すると、カメラの各画素にはWの高さにあるモノは常に明るく、Bの高さにあるモノは常に黒く写る。これによりモアレ縞が発生していることになり、等高線が同じ明るさで写ることになる。

図3 モアレトポグラフィで撮影される画像



(a) 基準面に投影された格子(基準格子)



(b) モノに投影された格子(変形格子)



(c) モアレ縞

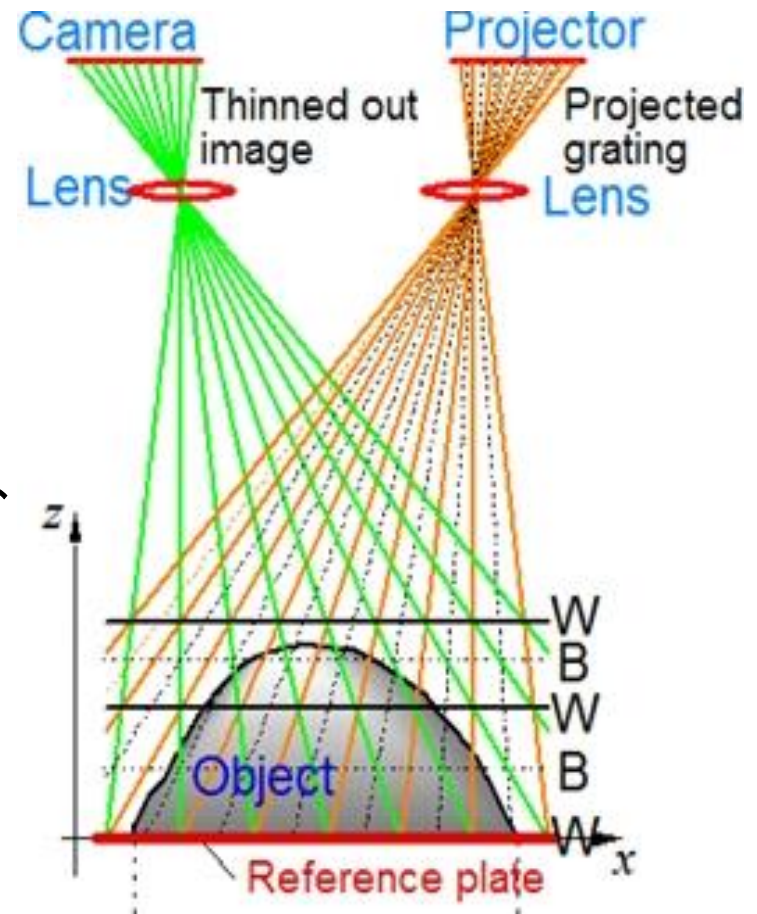


図2 モアレトポグラフィの光学系

格子投影法の原理（3D）

実際にはカメラの画素間隔はもっと細かく図3(b)に示すようなゆがんだ格子線が写るが、前回述べたサンプリングモアレ法を用いて、画素を間引いて図3(a)の格子線のピッチとおなじ間隔となるようにサンプリングし、間引かれた画素の輝度を補間すると、図3(c)のような等高線を表すモアレ縞が現れる。このモアレ縞の位相は基準面の格子(基準格子)の位相とモノに投影された格子(変形格子)の位相の差になっている。このように、ゆがんだ格子やモアレ縞の位相を解析すると格子ピッチの $1/100 \sim 1/1000$ 程度の高精度に形状を計測することができるようになる。

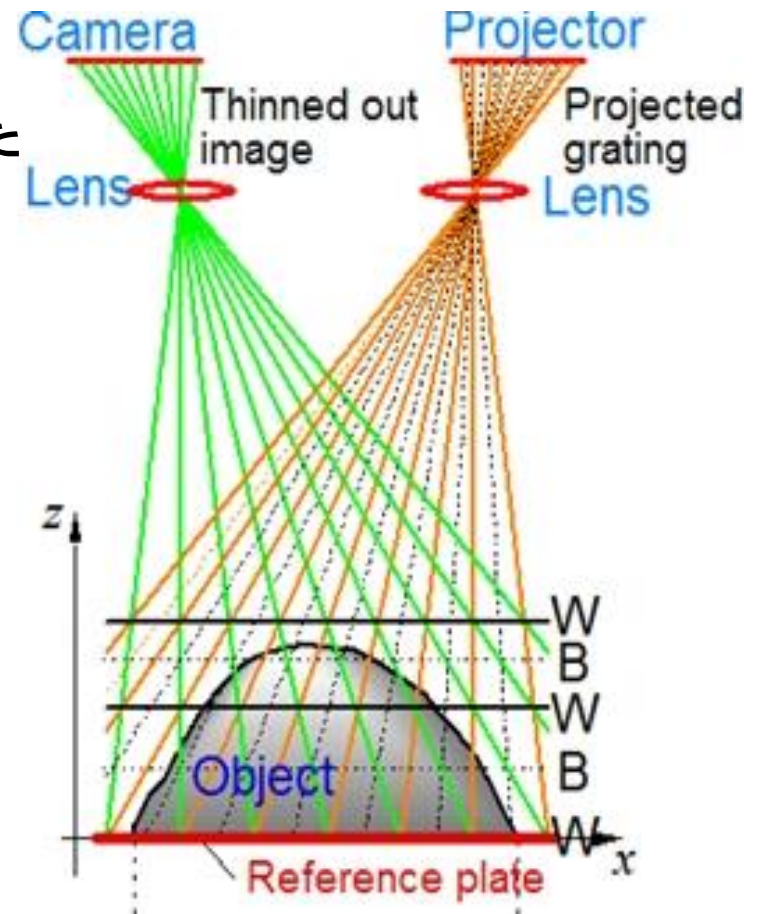
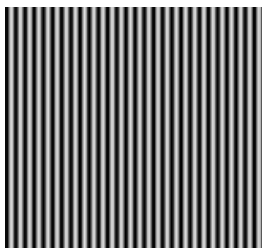
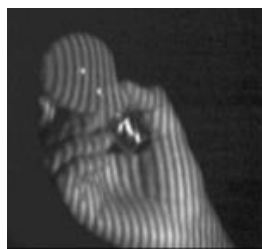


図3 モアレトポグラフィで撮影される画像



(a) 基準面に投影された格子(基準格子)



(b)モノに投影された格子(変形格子)



(c)モアレ縞

図2 モアレトポグラフィの光学系

全空間テーブル化手法の原理（3D）

* 全空間テーブル化手法

モアレトポグラフィの光学系を用いると簡単に等高線が得られたが、市販のプロジェクタやカメラを用いて、どちらもモノの方向に向けると、プロジェクタやカメラの両方のレンズ面を同じ平面にすることが困難になる。この場合も、三角測量の原理を用いて格子の位相を解析することにより形状を計測することができるが、カメラの各画素位置から、プロジェクタやカメラのレンズ位置およびプロジェクタやカメラが見ているモノの一点の方向をパラメータとして、マトリックス演算をして三次元座標を求めることになる。この計算に時間を要する。また、位相解析により高精度計算ができるようになると、レンズの収差などが計測の誤差を生み出すことになる。

この計算を行わずに**格子の位相から表を見るだけで三次元座標を求める高速高精度な方法がここで述べる全空間テーブル化手法**である。図1に示したように多くの等間隔の平行線からなる格子を投影する格子投影法を使用すると、1枚の画像で全面の情報を撮影することができる。この格子の明るさ分布を余弦波状であるとみなしてその位相解析を、位相シフト法（格子の位置を数回ずらして投影し格子の位相を解析する）で解析すると、格子ピッチの $1/100 \sim 1/1000$ の精度で三次元形状を計測することができる。

全空間テーブル化手法の原理 (3D)

図4に示すようにプロジェクタとカメラが配置される。プロジェクタから投影された格子の位相が $2n\pi$ となる n が整数のときを黒い実線で表示している。図には左から位相が $0, 2\pi, 4\pi, 6\pi$ の4本の線が示されている。この線の間においても位相は連続的に変化してゆく。モノの上に投影されたこの格子線をカメラで撮影する。このときカメラの1画素に注目すると、その画素は視線 L の線上のモノを撮影することになる。すなわち、モノの位置が低いほど、撮影した格子の位相が小さくなり、モノの位置が高くなると、撮影した格子の位相も大きくなり、位相 φ と高さ z は1:1の対応関係がある。そこで、各画素ごとにこの対応関係を表にして覚えておくと、各画素の投影された格子の位相がわかればその表を見るだけで高さが判ることになる。高さ z だけでなく、 x, y 座標も位相と1:1の関係があり、位相がわかれば、その点の三次元座標 (x, y, z) が判ることになる。手順としては、まず計測したい全空間にプロジェクタで格子を投影する。基準面を上下方向の移動テーブルに載せ、その基準面上に投影された格子を位相シフトさせながらカメラで撮影する。これによりカメラのすべての画素で、基準面上の格子の位相が判ることになる。次に、基準面を下から上に一定間隔で移動テーブルを移動させる。それぞれの高さで格子の位相シフトを行い各画素の位相を覚える。各画素ごとに高さで位相の関係を表す表を作ることができる。高さ間隔を粗くとした場合は途中の高さを補間により求めることにより、細かな分解能をもたせることができる。次にモノを置いたときに各画素の位相がわかれば、その表を見るだけで高さ情報が得られることになる。各画素の位相がわかればマトリクス計算をしなくても表を見るだけで良いので高速に計測できる。また、レンズに収差があっても、格子に少々歪みがあっても、誤差は自動的にキャンセルされる。全周計測を行うためなどカメラやプロジェクタを複数つけても座標系はすべて基準面と移動テーブルにより決まり、同じ座標で表現される。

図4 全空間テーブル化手法の原理説明図

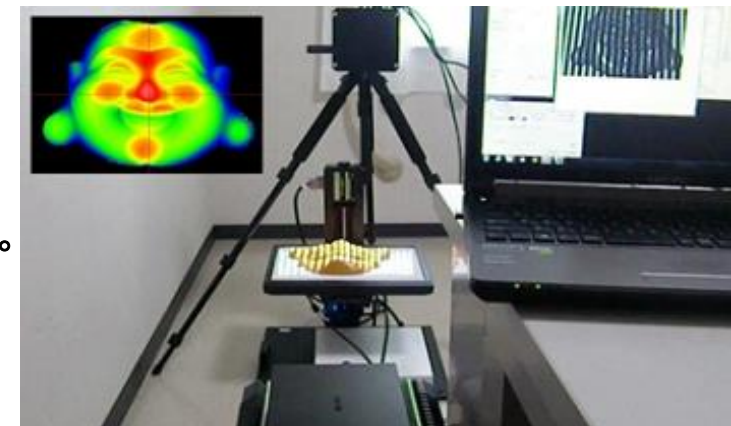
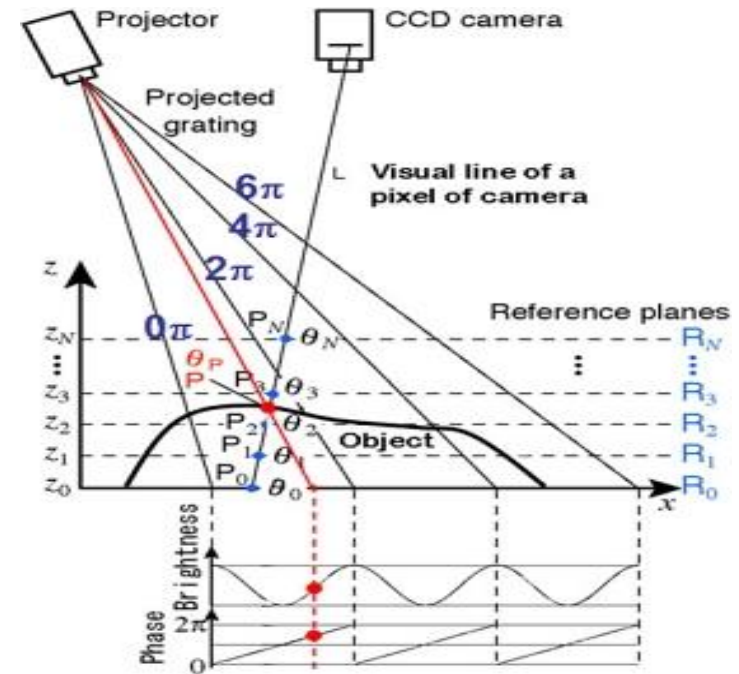


図5 全空間テーブル化手法を用いた三次元形状計測装置

参考資料(3D計測)

