

室蘭工業大学大学院 ○井上 信次  
 室蘭工業大学大学院 Yusuf Nefli  
 室蘭工業大学 横内 弘宇

### 要旨

大型部品の三次元計測の為に、CCD水平設置型非接触距離センサがすでに開発されているが、用いられているレーザービーム光源に起因するスペックルが、このセンサの精度を阻害するという難問を抱えていた。これまでになされた多くのスペックル対策は十分な効果を得ていない。レーザービームを棄て、SLD(Super Luminescent Diode)を用いて、このセンサに潜在する精度をひきだすことができた。

#### 1. 緒言

既に開発されたCCD水平設置型非接触距離センサは、性能試験の結果実用に向けて有効である事が確認された。このセンサは、光軸上にCCDピクセルラインが設置されており、物体距離の高頻度測定が可能であり、距離更正における直線性に優れ、面の傾斜の影響を受けない等の特徴を持つ。しかし、物体表面のレーザー光スポットからの反射散乱光を投影してみると、不規則で明瞭な粒状模様が見られる。これはレーザー光をあてた粗面物体からの散乱光が干渉しあって生ずるもので、スペックルといわれている。このためCCD出力の波形はスペックルによる付随峰を伴い、ピーク位置判定の精度は阻害される。SLDを用いてコリメータレンズを調節し斜面、及び試料表面正常によって直線性や精度に対する影響を調査した。

#### 2. センサの仕様

このセンサは2枚のレンズを天体望遠鏡型に固定したレンズ系を持ち、レンズ系前方の対象物空間の点群は、レンズ系後方の実像空間の点群へ線形写像される。主な仕様を以下に示す。

測定範囲 :  $L=0\sim 1296\text{mm}$   
 測定分解能 :  $0.5\text{mm/pixel}$   
 目標測定精度 : 誤差 $\pm(2.5+0.025L)\text{mm}$ 以下  
 測定表面傾斜角 :  $\pm 75\text{degree}$

また、CCDの掃引頻度は355times/secである。

#### 3. スペックルの抑制について

この距離測定では、CCDのピーク位置から物体の位置を検出するのであるが、スペックルの影響を受けると、CCDのピーク位置が跳躍的に遷移してしまう。そのために測定の精度が落ちる結果となる。このスペックルを抑制するために、次のような対策がある。

(1)熱風などで空気を攪乱させレーザー光にランダムな光路差を与える(2)レーザーガンに振動を与え光路差を変える(3)光弾性材料によって周波数変調をかけ明暗を反転させて平均化する等である。

しかし、いずれの方法もある程度までの平均化は可能だが、装置の大型化、長距離における精度低下などの問題がある。

今回行なった対策のひとつめは、可干渉性の低い発光ダイオードを光源とすることにより、スペックルの原因である反射光の干渉を抑えることである。もうひとつは、ビームの径を絞ることによる幾何光学的な相対的なピーク出力を高める事を狙った。以下、この発光ダイオードを用いた場合の有効性を検討する。

#### 4. 発光ダイオードを用いた実験

レーザー光を光源とした場合、スペックルの発生は避けられず、これを完全に抑制する有効な方法も現在は知られていない。そこで、レーザー光以外の光輝度光源で、可干渉性が低い赤外発光素子SLDを光源として、距離測定実験を行なった。SLDから放出される赤外光は、ある程度の角度を持って拡散しているため、顕微鏡対物レンズを通して平行に近いビームにした。

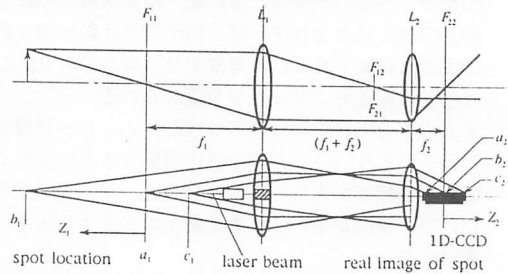


Fig 1 Principle of the distance measuring device  
 このSLDの波長はCCDラインセンサの読み取り可

能範囲内にあるため、光源を変更することについては問題ない。また、対物レンズの調整では、治具を用いてビームの焦点を対物レンズから離れた位置に調整した。これにより広い範囲で安定したビームを得ることができた。Fig. 1 に検出システムの原理図を示す。

平坦な試料面に、反射率の良い市販のアルミフォイル梨地を使った場合については、既に精度の良い測定が可能であること、対物レンズ前方にφ5mmのアイリスを付けビーム径を絞ることで精度が向上することがわかっている。今回は、表面が粗いと考えられる鋳肌に感度の低下を補うためにアルミ粉末入りのスプレーを吹き付けしたものを試料1、鋳肌にアルミ梨地を貼付したものを試料2、鋳肌よりもさらに大きな凹凸をアルミ梨地に付け適当な板に貼付したものを試料3として、以下の実験を行なった。それぞれの試料を用い、試料面を光軸との角度が0°、20°、40°、60°、75°の方向に約30mm/secで移動させ、測定時にセンサがどの程度傾斜に対して影響を受けるかを調べる。

#### 4. 実験結果及び考察

試料1を用い、試料面が光軸と直交する0°面に平行に移動する試料に対しての500値ピーク位置データをFig.2に示す。

測定距離が変わってもistogramの分布の幅や最高値の値は大きく変化していない。

Fig.3は試料1の測定距離に対する傾斜試料面ピーク位置ヒストグラムである。試料1、3に関しては全ての測定条件で測定可能であった。試料1については試料面の傾斜、測定距離が大きくなってもistogramの幅と測定誤差はあまり大きくならないが、試料3では測定面の傾斜が大きくなると、istogramの分布の幅、ばらつきの両方が試料1に比べて大きくなる傾向がある。試料2は他の試料に比べistogramの幅が大きくピークの高さも低い。また、試料面の傾斜が40°を越えるとistogramの分布の幅が大きくなり、75°では測定が不可能になる。これより、SLDを光源として用い試料面にアルミ粉末入りのスプレーを吹き付けたものはこれまで以上に高精度な測定が可能であるといえる。

#### 5. 結言

1.SLDは本センサの光源として有効である。

2.試料面として試料面として市販のアルミ粉末入りスプレーは有効である。

#### 参考文献

- 横内弘宇, 藤岡誠他: CCD水平設置型非接触距離センサの研究 - 物体表面傾斜の影響
- 横内弘宇, 藤岡誠他: 距離センサにおけるスハックル対策について

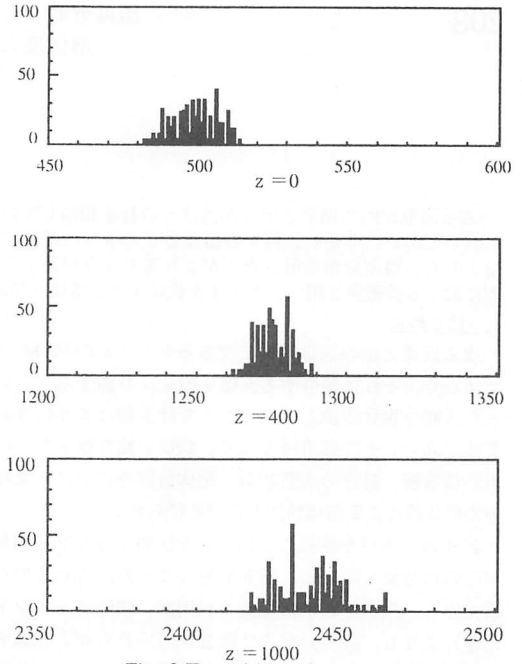


Fig.2 Transiotion of peak point by movement of object

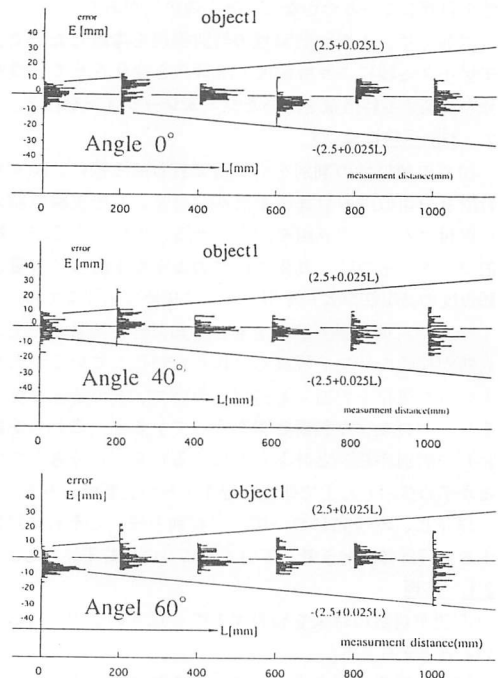


Fig.3 Histograms of local error located on general error-distance graph for moving object