

苫小牧高専 ○青山英樹, 北大工 岸浪建史, 斎藤勝正

1. 緒言

生産工程において、測定技術は二つの役割を担っている。一つは製品モデルの評価であり、もう一つは工業デザイナーが作成した物理モデル(クレイモデルなど)からコンピュータモデルへ変換するためのデータ生成である。従来の三次元座標測定機による測定技術は、位置ベクトルのみの検出であり、幾何形状の評価に対して効果的に機能しているが、自由曲面に対しては十分ではなくより高速高精度な測定評価技術が望まれている。また、自由曲面コンピュータモデルを構築する際に、測定データ(位置ベクトル)のみからコンピュータモデル定義データを導出することが困難であり、モデル構築を容易にする高度な測定データ検出技術の確立が望まれている。

本報では、自由曲面製品モデルの測定評価¹⁾および自由曲面コンピュータモデルの構築²⁾において効果的な位置ベクトルと単位法線ベクトルの高速測定を可能とする非接触センサに関して、検出原理、設計・試作、シミュレーション、および基礎実験について報告する。

2. 検出原理

図1は、提案する法線・位置検出センサの2次元における検出原理を示している。光ビームを測定点に照射しスポットSを形成する。その反射光を光ビームに対象に設置されたレンズE,Wにより光センサE,W上に集光し、スポット像E,Wの位置と光量を検出する。レンズ中心からスポット像E,Wまでの距離をrとすると、光センサから測定点までの距離Zは式(1)より得られる。

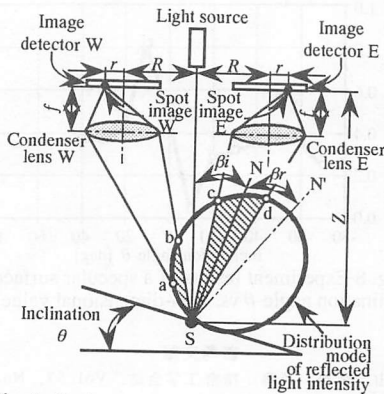


Fig. 1 Basic structure of the proposed sensor

$$Z = \left(\frac{R+r}{r} \right) f \tag{1}$$

式(1)において、Rは光ビームからレンズ中心までの距離を、fはレンズの焦点距離を表している。また、測定点の単位法線ベクトル、すなわち傾きθは、光センサE,Wにより検出される光量I_e, I_wから式(2)により定義される無次元数Aθより得ることができる。

$$A\theta = \frac{I_e - I_w}{I_e + I_w} \tag{2}$$

3. センサの設計と試作

図2は、検出原理に基づき3次元空間用に設計された法線・位置検出センサを示している。光センサはスポット像の位置と光量を同時に検出可能なPSDを、また光ビーム投光器はセンサの小型化のため半導体レーザー投光器を用いた。設計上の特徴として、集光レンズと測定点の間にミラーを設置することにより、各光センサ用の集光レンズを共通にし、センサの小型化を図っていることが挙げられる。図3は、試作されたセンサの外観を示している。

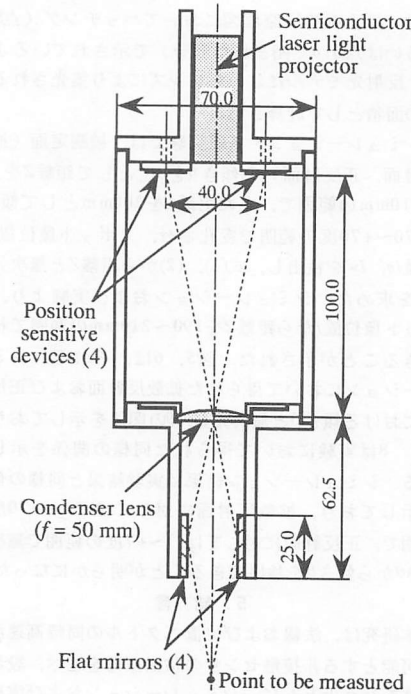


Fig. 2 Designed sensor

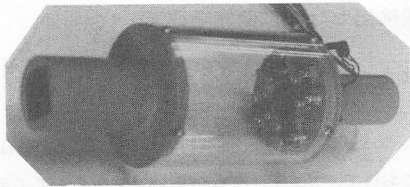


Fig. 3 View of the developed sensor

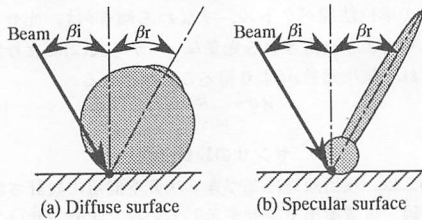


Fig. 4 Distribution model of reflected light intensity for simulations

4. シミュレーションおよび基礎実験

コンピュータシミュレーションおよび基礎実験により、設計・試作したセンサの基本性能を確認した。図4(a), (b)は、それぞれシミュレーションにおいて仮定した拡散反射面および正反射面の反射光強度分布モデルを示している。光センサにより検出される光量 I_e 、 I_w は、図1の検出原理図においてハッチング(点S_{ab}あるいは点S_{cd}で囲まれた部分)で示されているように、反射光モデルにおいてレンズにより集光される部分の面積として計算される。

シミュレーション・基礎実験では、被測定面(拡散反射面、正反射面)の傾き θ を0度として距離 Z を190~210mmの範囲で、また距離 Z を200mmとして傾き θ を-70~+70度の範囲で変化させ、スポット像位置 r と光量 I_e 、 I_w を検出し、式(1)、(2)から距離 Z と無次元数 $A\theta$ を求めた。シミュレーションおよび実験より、スポット像位置 r から距離 Z を190~210mmの範囲で検出できることが示された。図5、6は、それぞれシミュレーションにおいて得られた拡散反射面および正反射面における傾き θ と無次元数 $A\theta$ の関係を示しており、図7、8は実験において得られた同様の傾向を示している。シミュレーション結果は実験結果と同様の傾向を示しており、拡散反射面に対しては-70~+70度の範囲で、正反射面に対しては-7~+7度の範囲で無次元数 $A\theta$ から傾き θ を検出できることが明らかになった。

5. 結 言

本研究は、法線および位置ベクトルの同時高速測定を可能とする非接触センサの検出原理を述べ、設計・試作を行うとともに、シミュレーションおよび実験によりその基本特性を明らかにした。

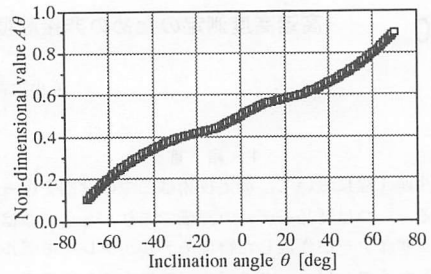


Fig. 5 Simulation results of a diffuse surface (Inclination angle θ vs. Non-dimensional value $A\theta$)

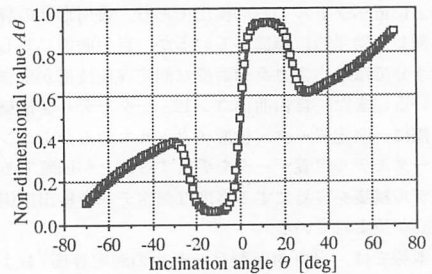


Fig. 6 Simulation results of a specular surface (Inclination angle θ vs. Non-dimensional value $A\theta$)

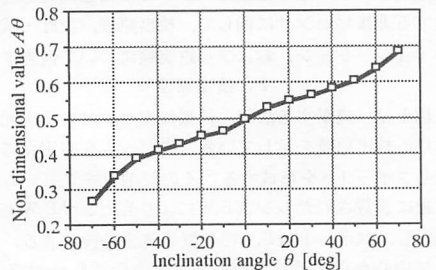


Fig. 7 Experiment results of a diffuse surface (Inclination angle θ vs. Non-dimensional value $A\theta$)

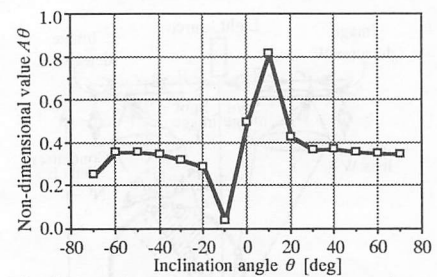


Fig. 8 Experiment results of a specular surface (Inclination angle θ vs. Non-dimensional value $A\theta$)

参考文献

- 1) 青山, 岸浪, 斎藤: 精密工学会誌, Vol. 57, No. 9, p1651.
- 2) H. Aoyama, T. Kishinami, K. Saito: JSPE, Vol. 25, No. 3, p239.