

光学式三次元振動計測可視化システムの開発

Development of optical three-dimensional vibration measurement and visualization system

研究者氏名 山村 研斗

指導教員 長谷川 淳

拓殖大学大学院 工学部 機械・電子システム工学専攻 長谷川研究室

キーワード：三次元振動計測、光学式変位センサ、三軸測定、ノイズ特性

1. まえがき

本研究は 1mm からサブミクロン程度の振動振幅を持つ振動体の三次元的な振動現象を観測し、計測・可視化するシステムの開発を目的としている。

三軸測定環境の概略図を Fig. 1 に示す。微細な振動をする測定対象に対して縦、横、奥行き方向に光センサを配置し、各方向の振動を測定することにより、振動の様子を三次元的に可視化するシステムである。

前任者は高変位分解能型センサユニットを新たに開発し、ノイズに埋もれて計測できなかったより微細な振動の計測に成功した。

しかし、開発されたセンサユニットにはまだ問題が残っており、その一つはセンサユニットの大きさが挙げられる。センサユニット自体が大きいため三軸測定を行うと、センサユニット同士が干渉してしまう恐れがある。そこでセンサユニットの小型化を目指し、実用性を高めるとともに、三軸測定環境の構築を行うこととする。

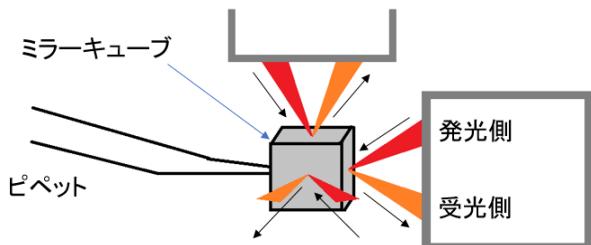


Fig. 1 三軸測定環境の概略図

2. 光学式振動分布計測システム

使用する光センサは、前任者の開発したセンサと同様の高変位分解能型センサを改良して使用する。このセンサの構造を Fig. 2 に示す。今回使用するセンサの原理は、発光側である LED からの光をレンズで屈折させ、測定物から反射した光を受光側であるフォトダイオードで受ける。

この時、発光側が発し、反射した光がどれだけ受光側に入るか、つまりは採光率によって出力が変化する。

採光率は距離に依存するため、測定対象との距離（変位）が分かる。

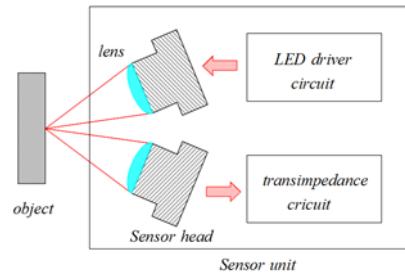


Fig. 2 光ファイバレスセンサユニットの構造

3. センサの光の調節機構について

本研究で使用するセンサは LED が発した光をフォトダイオードで受光するため、LED、フォトダイオードそれぞれの角度を調節するための機構が必要となる。そのために角度調節機構をセンサに搭載する。

設計したセンサユニットのレンズ調節機構の簡略図を Fig. 3 に示し、今回開発したセンサを Fig. 4 に示す。調節のためのイモネジをセンサの側面から調整することでセンサを測定対象に向けたままの各調節が可能となった。

結果として、前任者が開発した高変位分解能光学式センサユニットの寸法が縦 : 30mm、横 : 60mm、厚さ : 16mm であったのに対し、今回開発した高変位分解能光学式センサユニットの寸法は縦 : 22mm、横 : 40mm、厚さ : 13 mm までの小型化に成功し、三軸測定時のセンサユニット同士の干渉を防ぐことに成功した。

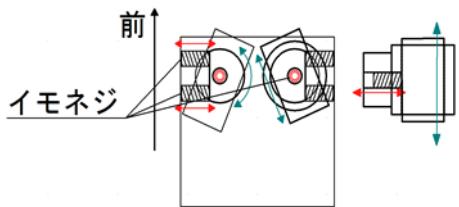


Fig. 3 開発したセンサの角度調節機構

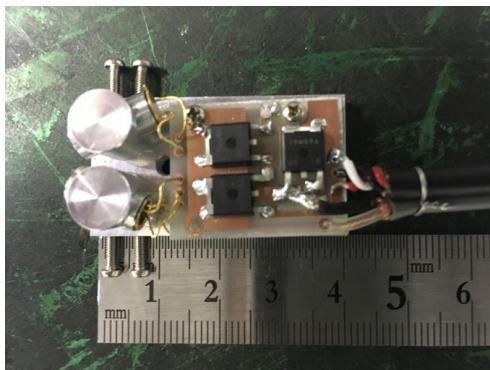


Fig. 4 今回開発したセンサ

4. 三軸測定環境の整定

三軸測定には縦、横、奥行きの三方向にセンサを設置するため、センサは少なくとも三つ必要となる。この三つのセンサを前項 Fig. 3 に示す角度調節機構によりレンズホルダの位置及び、センサヘッドの角度をそれぞれ同じように調整する必要がある。そのための治具を製作することとする。

また、このセンサの構造上、センサが発する光に光軸ずれが発生すると正しく測定が行えなくなるため、光軸ずれを検知するための補助センサの製作も行っていく。

センサ光軸ずれ検知補助センサの概略図を Fig. 5 に示す。このセンサ光軸ずれ検知補助センサは、センサの受光側レンズの周囲に複数個配置し、センサ発光部から発した光が受光側から逸れていた場合に補助センサが反応することで、光軸ずれを検知する仕組みとなっている。

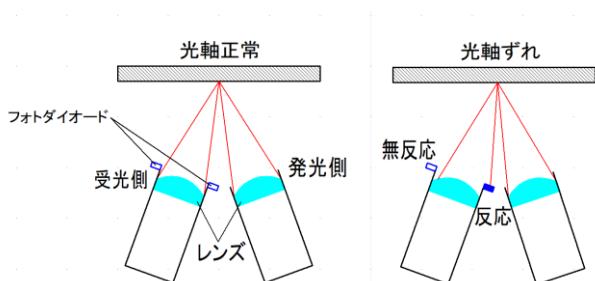


Fig. 5 センサ光軸ずれ検知補助センサの概略図

5. センサ回路について

本研究で開発中のセンサは、前任者の開発したセンサの改良型となる。センサユニットの角度調節機構及び、センサ回路等に改良を加えてきたが、センサ回路に於いて回路に使用する素子について検討する必要がある事が判明した。センサ出力が飽和してしまうことが確認されたため、センサ出力の飽和を抑えるために回路素子の変更を行うことも検討する。

開発したセンサの出力特性を Fig. 6 に示す。

実際の測定では、出力の大きさではなく、変位当たりの出力の変化が大きくなる距離でセンサとして運用する形となるため、Fig. 6 のグラフ上での傾きにあたる部分に支障が出ないように務める。

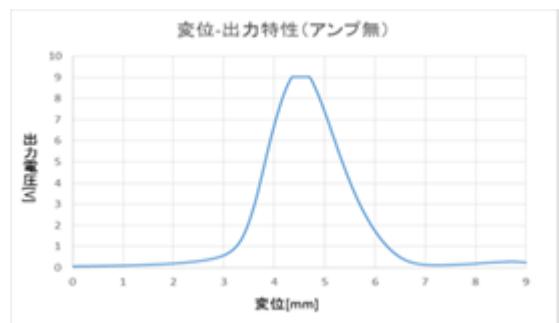


Fig. 6 変位一出力特性のグラフ

6. ノイズ特性について

本研究のセンサで使用している電源は直流電源装置を使用している。このほかに低ノイズ直流電源や蓄電池式直流電源等を使用した場合のセンサのノイズ特性を測定し、電源によるセンサノイズの比較を行う予定である。

前任者は蓄電池式直流電源装置を使用した測定を行っており、前任者の開発したセンサで測定を行った測定環境と同等の条件下での測定を行うことで、今回開発したセンサの具体的な改善点及び、更なる改良点を明らかにできると思われる。

7. 結論

今後活動方針として、三軸測定環境を制定するために、センサ調整のための治具を製作する。

電源装置の違いによるノイズ特性を比較、及び前任者が行った測定環境と同等の条件下での測定を行い、今回開発したセンサの具体的な改善点及び、更なる改良点を明らかにする。