

半導体レーザ干渉計による実時間高速微小振動計測

Real-time high-speed vibration measurement with a diode laser interferometer

○(M2)田村 明之¹, 鈴木 孝昌¹, 崔 森悦²

Niigata Univ. Graduate School of Science and Technology,¹ Niigata Univ. Faculty of Engineering.²

E-mail: f15c063h@mail.cc.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

光の干渉を用いた計測技術は高速、非接触での計測が可能であり、工業用途に広く用いられている。しかし、生体を計測する用途の利用はまだ少なく、近年では生体を計測する用途への応用が期待されている。そこで、本研究は難聴の予防や治療に活かすため、耳内部にある基底膜の振動計測を高精度・実時間で行う事を目的としている。計測範囲は人間の可聴域 20~20kHz であるため、高速な計測が必要とされる。

2. 原理

図1に本研究で使用した実験装置の構成を示す。半導体レーザ(LD)から射出した光はビームスプリッタ(BS)で二分され、鏡で反射された光は参照光、測定物体で反射した光は物体光となる。この二つの光は再びBSにより重なり、フォトダイオード(PD)で干渉信号 $S(t)$ が検出される。干渉信号には物体の振動の変位成分である位相 $\alpha(t)$ が含まれているため、位相のみを分離する処理を行う。図2に干渉信号に含まれる位相を信号処理によって分離する流れを示す。干渉信号をベッセル関数によって展開すると、 $\sin \alpha(t)$ と $\cos \alpha(t)$ はそれぞれ奇数次、偶数次の変調成分の係数として与えられる。ここで、変調信号 $V_m(t)$ 、周波数通倍器によって生成される $V_m^2(t)$ をそれぞれ干渉信号と乗算した後に、ローパスフィルタ(LPF)に通すことにより変調成分を取り除く。この処理によって $\sin \alpha(t)$ と $\cos \alpha(t)$ が抽出される⁽¹⁾。これらの信号を A/D 変換器に通してデジタル信号へ変換し、除算処理することにより $\tan \alpha(t)$ を算出する。また、 $\tan \alpha(t)$ の逆関数処理⁽²⁾ をすることで干渉信号の位相を検出する。

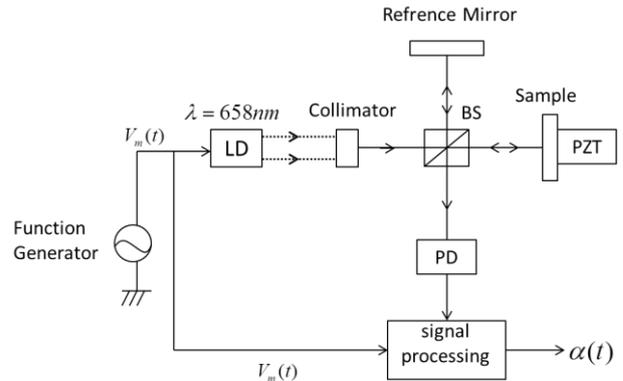


図1 実験装置の構成

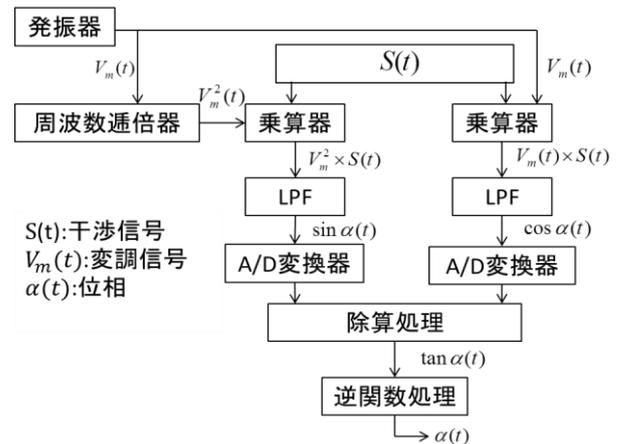


図2 信号処理の流れ

3. 実験方法及び結果

発振波長 $\lambda = 658\text{nm}$ の半導体レーザ(LD)に 400kHz の正弦波位相変調信号を入力する。圧電素子(PZT)に取り付けた鏡を測定対象物とし、計測を行った。サンプルを振動させる周波数を 10Hz から 10kHz まで指数関数的に変化させ位相の検出を行った。図3に位相の計測結果から振動振幅を算出しその結果を示す。また、実線はPZTの印加電圧-伸縮特性から求めた変位量である。

4. まとめ

内耳基底膜における高周波の振動を実時間で計測する干渉計を提案し、システムの構築を行った。計測結果より、干渉信号から位相を求め、測定物の振動を検出できることを確認した。今後は、マイコンによる計算の向上による計測時間の短縮、ファイバーカプラ光導波路を用いた利便性の高い干渉計の構築、散乱対象物での計測を行っていく。

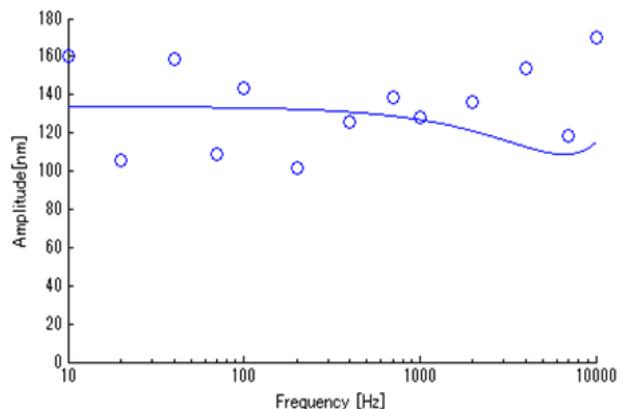


図3 振動振幅

参考文献

- [1] T. Suzuki, et. al, Appl Opt. 28, 5270 (1989).
- [2] T. Suzuki, et. al, Opt. Eng. 32, 1033 (1993).