



小野寺理文氏の論文紹介

石井 行弘

(職業能力開発総合大学校電子工学科)

小野寺理文氏は、平成 11 年度光学論文賞をめでたく受賞された。小野寺氏は昭和 58 年 3 月東京都立大学理学部物理学科を卒業、博士課程（物理学専攻）で金属物性を修め、2 年を終えた後、職業訓練大学校（現、職業能力開発総合大学校）電子工学科助手に採用となり、3 年後小生の研究室の助手、講師になられた。途中フィンランド・ヨエンスー大学物理学科客員研究員としての 10 か月の研究を含め、長年にわたり一貫して周波数変調半導体レーザーを光源に用いる干渉計測法や半導体レーザー位相ロッキングの研究を行ってきた。平成 7 年 3 月群馬大学工学研究科（芳野俊彦教授）から二波長半導体レーザー干渉法に関する研究で工学博士を授与された。

今回受賞された主論文は 2 編あり、“Two-wavelength interferometry that uses a Fourier-transform method,” Appl. Opt., **37** (1998) 7988-7994 と “Time-multiplex two-wavelength heterodyne interferometer with frequency-ramped laser diodes,” Opt. Commun., **167** (1999) 47-51 である。両論文とも、光波干渉による測定領域を拡大する干渉法のひとつに二波長干渉法があり、そのアイデアに富む新しい干渉計測法の論文である。前者は、小野寺氏らが開発した半導体レーザー二波長干渉法における各波長における干渉信号を互いに符号の異なる基本周波数を与えることにより、外部変調器を使用することなしに測定できる方法をフーリエ変換法に適用し、空間キャリアを有する二波長干渉縞画像から、1 つの波長成分の 1 次スペクトルと別の波長成分の -1 次スペクトルを取り出し合算し逆フーリエ変換を行うことにより、二波長から成る合成波長を単位とした被検位相の測定法を報告している。後者は、相補的に鋸歯状波で駆動された 2 つの半導体レーザー光をトワイマン・グリーン干渉計に導き、各々の波長での時間多重された干渉ビート信号が生成され、スイッチング回路により波長ごとのビート信号に分離しロックインアンプにより合成波長での移動鏡の変位の測定法を報告している。

関連論文の “Frame-rate phase-shifting interferometer with a frequency-modulated laser diode,” Opt. Eng., **38** (1999) 2045-2049 では、半導体レーザー位相シフト干渉

法において、4 ステップに変化した半導体レーザーの注入電流とビデオのフィールド信号の同期をとり、フレームレート (1/30 秒) で位相シフトされた干渉縞強度をビデオレコーダで長時間記録し、フレームレートでのダイナミックな位相が測定できる干渉法が報告されている。このような半導体レーザーの電流変化により干渉二光束間の位相をシフトさせる干渉法では、電流変化によりレーザーパワーの変動が伴い、従来の位相導出アルゴリズムに適用した場合に測定位相に周期 2π の系統誤差が生ずる。この誤差を取り除きパワー変動に不感な半導体レーザー干渉計測用の六点法位相導出アルゴリズムを導出し、理論と実験により検討した関連論文が、“Phase-extraction analysis of laser-diode phase-shifting interferometry that is insensitive to changes in laser power,” J. Opt. Soc. Am. A, **13** (1996) 139-146 と “Phase-extraction algorithm in laser-diode phase-shifting interferometry,” Opt. Lett., **20** (1995) 1883-1885 である。

半導体レーザーゼロダイン干渉法では、干渉ビート周波数が参照信号である鋸歯状波電流の変調周波数と異なる場合でも位相が検出できる。しかし、このとき周期 π の位相誤差が生じ、この誤差を取り除くための変調電流振幅を制御するフィードバック回路を提案し実験により実証した報告が、“Effect of beat frequency on the measured phase of laser-diode heterodyne interferometry,” Appl. Opt., **35** (1996) 4355-4360 の関連論文である。その軽減法は干渉装置への応用が期待できる内容となっている。

これらの研究は、小生がモチベーションした半導体レーザー干渉法を小野寺氏の巧みな電子回路技術と信号処理の解析能力により、測定位相の高精度化に向けて、空間的な位相シフト法においては位相測定精度に影響する位相シフトの校正法を開発し、また、時間的なヘテロダイン法においてはビート周波数と変調周波数が一致する制御回路を開発するなど、機械的位相変調を行わず位相測定が可能な半導体レーザー干渉法を理論と実験により検証している。同氏のこれからの光工学・計測分野のますますの発展といっそうの活躍を期待したい。