

干渉計測紀行

石井 行 弘

(職業能力開発総合大学校)

干渉計測は、ご存知のように長い歴史があり、実用に供せられている。光源はタングステン・ランプかコヒーレンスがよいもので低圧水銀灯が使用されており、今の実験スタイルであるマグネットスタンドの配置では干渉縞が生じにくく、すべて一体化した干渉計が作られていた。その中で、コンパクトに作られたO社のTO式マイケルソン顕微干渉計は名機であった。白色干渉でスペckル雑音はなく、蒸着膜の厚さを測るのに使用した。使用方法は、巧みな操作手順に従い、顕微鏡の鏡筒を覗きながら微小マイケルソン干渉計の参照鏡と物体鏡を一致させ光路差をゼロに調整し、白色干渉縞を得るといったものであった。干渉模様のおもしろさに魅了されたのは、学生実験のジャマン干渉計である。光源は D_1, D_2 の輝線スペクトルを有する低圧のNa灯を使用し、参照光路の管は真空ポンプに繋がれ、物体光路の管の空気を加圧し移動するオレンジ色の干渉縞の数をカウントして、空気の屈折率変化を測定した。現在でも盛んに利用されているフリンジカウント法である。干渉フィルターを挿入した記憶がないことから、たぶん二波長干渉縞内の平均波長の干渉縞を利用して測定していたと思われる。He-Neレーザーを光源とする実時間ホログラフィー干渉法で、現像処理後もとの位置に乾板を戻す際、可視度のよい赤色の干渉縞を見ながらワンカラーの縞が生じるように乾板の位置を調整したことを思い出すと、この美しい干渉模様を見ながらの仕事は、実験の疲れを忘れさせた。これもコヒーレンスのよいレーザーのおかげである。

半導体レーザーが手に入り、ホログラムを作成したら結構よい再生像が得られた。そこで電流を変化させると面白いように干渉縞が移動し、トワイマン・グリーン位相シフト干渉計を構成し、レンズの収差の測定を行った。初期の半導体レーザーの温度調節は、実験室の室温と平衡を保つ程度でモードジャンプのない実験を行うことができた。その後電流を鋸歯状波に変調し、高感度化に向けてヘテロダイン・フィードバック干渉法の研究を続けている。位相シフト法は現在干渉計測に多用されているが、その位相の移動の原理は、干渉計の一方の鏡を移動するときの干渉縞の左右いずれかへの移動に基づいている。これは、鏡を動かすとドップラー効果により一方の光束の振動数が変化するからである。これらの位相シフターには、回転半波長板、PZT (piezoelectric transducer), AOM (acousto-optic modulator), LN (lithium niobate) 変調器などがあり、広帯域、高速化に向けてのデバイスが開発されている。これからの干渉計測の高感度、高速化には、高画素数のCCDカメラ、より小型な広帯域光源の開発や、より高速なコンピューターが重要となる。