

[平成4年度光学論文賞受賞論文紹介]



田中康弘氏の論文紹介

松下電器産業(株)光デバイス研究所 山本 義春

田中康弘氏の受賞論文は下記のとおりである。

“Novel measuring technique of the optical performance of objective lenses for optical disk systems,” Appl. Opt., **31**, No. 25 (1992) 5305-5311.

光ディスクはコンパクトディスクによって急速に市場が立ち上がった。さらに最近では、コンピュータの外部メモリとしてもその市場を確立しつつある。このような光ディスクの進展の背景の一つに、非球面レンズのプレス技術の開発がある。この技術により光ディスクの性能を決定すると言っても差し支えない高精度な対物レンズを、大量にかつ安価に製造することができるようになった。この対物レンズは NA 0.45~0.55 程度のもので、色収差補正の点を除けば、顕微鏡対物レンズに匹敵する高精度な光学素子である。

光ディスク用の非球面レンズはガラス、あるいはプラスチックの成形によって作られるものがほとんどであるが、回折限界の光学性能を満足するためには、面形状精度として $0.1 \mu\text{m}$ 以下の精度が要求される。たとえ高精度なレンズ成形工程を用いたとしても、レンズから光ピックアップの製造工程にいたるところで、その光学的な性能の評価が必要なことは言うまでもない。コンパクトディスク用の光ピックアップだけでも年間約 3,000 万個も生産されていることを考えると、その光学特性の評価技術がいかに重要であるかが想像できる。

従来このような回折限界の性能を要求される光学素子の評価には干渉計による波面収差の測定が行われてきた。測定された波面収差を解析することにより、コマ収差、非点収差、球面収差などの成分を分離し、定量的に評価することができる。このような各収差の定量化は、その光学素子のもつエラーの原因を解析する上で重要な鍵となる。しかし干渉計による測定は測定時間がかかること、装置が高価であること、光学素子の使用波長と干渉計の測定波長が一致しない場合があるなどの問題があった。

対物レンズにより集光されたスポットを観察すること

によってその性能を知ることでも従来から広く行われてきた。しかしコマ収差や非点収差などの各種収差を定性的に判断できても、定量化に関してはスポットの直径を測定する程度であった。

本論文は、回折限界に絞られたスポットの強度分布から、巧みにその特徴を抽出することで、収差の内容を定量的に測定するアルゴリズムを見出したものである。レンズの入射瞳内の振幅および位相分布をフーリエ変換することによって焦点面でのスポットの形状が得られることは既知である。しかしスポットの測定ではその強度分布しか得られず位相分布が不明であるため、フーリエ逆変換によってもとの位相分布すなわち波面収差を計算することは不可能である。しかし瞳上の振幅分布がほとんど一様あるいはガウス分布のように単純な形で、位相分布の方も、コマ、非点、球面の各収差の低次の項が支配的な場合は、スポットの近傍の強度分布を解析することにより位相を推定することができることが示されている。各収差と他の収差との相互干渉や瞳内の強度分布の影響についてはシミュレーションにより注意深く考察されている。さらに干渉測定との相関を実験で確認しており、非常に高い相関を得ている。

この測定アルゴリズムは当社の生産ラインで実際に用いられているだけではなく、測定器とともにソフトウェアとしても市販されており、その実用性において特に高く評価できるものである。さらに光ディスク用レンズやピックアップの評価にとどまらず、レーザービームプリンターや光通信用光学部品、光導波路デバイスなど多くのレーザー応用分野への展開が可能と思われる。

田中康弘氏は、1982年大阪大学工学部応用物理学科を卒業、同大学院応用物理学専攻課程を修了した後、松下電器産業株式会社に入社し、ガラスモールドによる非球面光学素子の開発に従事している。この受賞を機会によりいっそうの精進を重ね、ますますの活躍を期待したい。