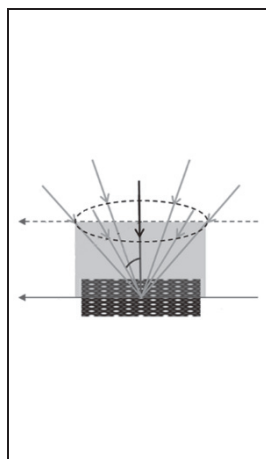


ガラスのレーザスライシング技術 ～レンズの創成を目指して～

埼玉大学 大学院理工学研究科
池野順一



1. はじめに

現在、ガラスの非球面レンズ加工では、大口径のレンズを除き、大方はモールドが適用されている^{1,2)}。一方、大型レンズや多品種少量生産のレンズでは、モールドはコストが合わず、直接ガラスに研削や切削を施している³⁾。しかし、研削や切削では工具のダイヤモンドがガラス上を上滑りし、正確に切り込めないといった課題が残されている。

そこで、工具接触のない加工であるレーザ加工の可能性について議論することは有意義と思われる。レーザ加工を見てみると、ガラスの加工研究では表面にレーザを吸収させ、穴あけ加工や切断加工など研究事例は多い^{4,5)}。その中で、ガラスレンズの創成を目的とした研究事例としては、短波長レーザを用いたアブレーション加工が報告されている⁶⁾。ただし、レンズ形状と表面粗さを同時に満足できる加工は難しく、未だレーザ加工のみでレンズ創成は実現できていないのが現状である。

ここ数年にわたり、当研究室ではレーザスライシング技術を用いたガラスのレンズ創成を試みている⁷⁾。レーザスライシング技術とは、材料に対するレーザの透過性と吸収性を利用して、薄くウエハなどを二枚に剥離させる加工技術である。これまでにシリコンや炭化珪素などの半導体単結晶、サファイアやMgO ウエハの剥離に成功している⁸⁾。一方、レーザスライシング技術は機械加工では不可能な加工もできることがわかってきている。例えば、スライシングと同時に加工面に所望の3次元パターンニングが施せることである⁹⁾。ここでは、レーザスライシング技術を活用したガラスのレンズ創成について、その一端を紹介する。

2. 加工原理および基礎実験

まず、レーザスライシング加工原理について説明する。本加工は前述したように、材料を透過しつつ、集光部では材料に吸収されるレーザを用いる。ここで紹介する実験では可視域の光を90%以上透過するホウケイ酸ガラスを用いた。よって、使用するレーザは可視域の波長をもつレーザが望ましい。ただし、焦点部で吸収され加工痕を形成しなければならない。そこで可視域の波長をもつ超短パルスレーザを選定した。これにより、焦点部で多光子吸収が生じ、透過率10%以下になり加工痕の形成が期待できる¹⁰⁾。さらに、無数の加工痕を所望のレンズ輪郭形状に沿って連鎖させることでレンズ面の剥離が期待される。

次に基礎実験で用いた加工装置を図1に示す。使用したレーザ発振器は超短パルスレーザ (Light Conversion 社製 PHAROS-4W, 波長:515nm, 発振周波数:200kHz, パルス幅:290fs) である。集光系にはN.A.=0.7の対物レンズを用い、試料には厚さ2mmのホウケイ酸ガラス (住田光学ガラス社製 K-BK7, 転移点 576°C) を用いた。波長515nmにおける透過率は91.8%である。この試料を空気静圧案内のリニア駆動2軸ステージ上に真空チャックで固定した。また対物レンズを取り付けた1軸ステージ (シグマ光機社製 KST-50 分解能:1 μ m) で集光位置を制御し3次元加工を可能とした。