課題番号　2009B-D05

高エネルギー重イオン注入による光導波路の試作
Swift ion implantation for fabrication of optical waveguides

チウ　フェン[1)]，　成沢　忠[1)]，　左高　正雄[2)]，　長　明彦[2)]
Feng QIU　Tadashi NARUSAWA　Masao SATAKA　Akihiko OSA

[1)]高知工科大学　[2)]原子力機構

（要約）光学ガラスや光学結晶に 40 MeV 程度の重イオン（Ｎ，Ａｒ）を微量注入すると、過大な損傷を避けながら、屈折率を変化させて高性能の光導波路を実現できる可能性がある。本課題はその可能性を探る基礎研究の一環である。

キーワード：光集積回路、光導波路、高エネルギー重イオン注入

１．目的

$LiNbO_3$などの光学結晶や硫化ガリウム・ランタン・ガラスなどの光学ガラスは、将来の光集積回路の基板となる可能性があるので、電子回路の配線に相当する光導波路をこれらの材料に作りつけることには大きな意味がある。イオン注入はそのための有効な手段の一つであるが、通常のイオン注入では、注入に伴う損傷が大きい、ごく浅い領域にしかイオンが注入されない、時間がかかり過ぎる、などの困難がある。そこで、高エネルギーで重いイオンを注入することによって、これらの困難を排除できるかどうかの可能性を探りたい。

２．方法

40 MeV のＮイオンや 60 MeV のＡｒイオンを種々の光学材料に極微量だけ注入し、屈折率の変化および表面から内部にかけての屈折率の分布を光学的手法によって計測する。また、実際に光導波路を試作して光の導波損失を評価する。

３．研究成果

10 種類ほどの光学結晶・ガラスにＮ，Ａｒイオン注入を行った。ドーズ量は通常のイオン注入に比べてほぼ３桁低い～10^{12} ions/cm^{2}と設定した。注入サンプルの光学的評価は現在進行中であるが、これまでのところ次のような興味ある結果が得られている。

１）表面から深さ～10 um に渡って屈折率がバルクより 0.2 %ほど高い領域が形成される。
２）表面から深さ 10-12 um のところには、厚さ～1 um の低屈折率層が形成される。
３）以上の分布によって、試作したプラナー導波路では光の閉じ込めが確認され、光損失は 2-4 dB/cm であった。

４．結論・考察

高エネルギー重イオン注入が光導波路作製に有効であることが確認された。特に、上記１）の成果は、基板バルクへの光損失（トンネリング）を防ぐ上で重要であるが、重イオンに対する高い電子阻止能に起因するものと考えられる。試作プラナー導波路の光損失は、通常のイオン注入で試作した場合にくらべて同等かやや低い程度であるが、サンプルのアニーリングなどによってさらに低下できよう。また、チャンネル型の導波路を早急に試作し、その特性を評価する予定である。

５．引用(参照)文献等

1. J. I. Mackenzie, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 13, 626 (2007).
2. P. D. Townsend, P. J. Chandler, L. Zhang, Optical Effects of Ion Implantation (Cambridge University Press, Cambridge, 1994).
3. F. Chen, X. L. Wang, K. M. Wang, Opt. Mater. 29, 1523 (2007).