

YAG レーザを用いた SnO₂ 系薄膜の高速微細加工技術に関する研究

白井 玲大*, 佐藤 了平**, 三原 雄***, 岩田 剛治**, 森永 英二*, 磯野 貴充****

A High-Throughput and Fine Patterning Process for SnO₂-Based Thin Films Using YAG Laser

Reo USUI*, Ryohei SATOH**, Yu MIHARA***, Yoshiharu IWATA**,
Eiji MORINAGA* and Takamitsu ISONO****

*大阪大学大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

**大阪大学先端科学イノベーションセンター (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

***大阪大学大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1) / 現 株式会社セガトイズ (〒110-0052 東京都台東区柳橋1-4-4)

****パナソニック株式会社 (〒571-8504 大阪府門真市松生町1-15)

*Graduate School of Engineering, Osaka University (2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871)

**Center for Advanced Science and Innovation, Osaka University (2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871)

***Graduate School of Engineering, Osaka University (2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871)/Present Address; SEGA TOYS CO., LTD. (1-4-4 Yanagibashi, Taito-ku, Tokyo)

****Panasonic Corporation (1-15 Matsuo-cho, Kadoma-shi, Osaka 571-8504)

概要 ナノ秒パルス YAG レーザによる SnO₂ 系薄膜の高速ドライエッチングの検討を行った。実際に加工を行い、加工端部精度 2 μm、表面粗さ 10 nm を達成可能であることを確認した。さらに加工性は膜厚やパルス幅依存性があり、200~300 nm 膜厚、数十 ns パルスが適当であることを明らかにした。また加工が自由電子濃度に依存し、その加工可否を分ける閾値が $4.0 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$ 程度であることを明らかにした。しかし低自由電子濃度にもかかわらず加工が行えた結果も得られ、これに対し YAG 光子 (1.16 eV) による中間準位からの電子励起メカニズムを推察した。こうした推定加工メカニズムをもとに適正材料を作成することで 20 mJ/mm^2 の低エネルギー加工を達成し、高速加工が達成可能であることを示すことができた。

Abstract

In this article, we report on our investigation of nano-second pulsed Nd:YAG laser (1064 nm) patterning on SnO₂-based thin films. The process could achieve 10 nm surface roughness and 2 μm edge accuracy. Experiments showed that the process depended on pulse duration, and a ten ns pulse duration was appropriate for 200~300 nm film thickness to achieve one-pulse ablation. It was also found that carrier concentration is an important factor influencing the process and its energy from the energy absorption mechanism of the free carrier vibration induced by the laser. The process needs a high-carrier concentration for a low-energy process. Experiments showed the required minimum carrier concentration for patterning was about $4 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$. However, there were some exceptions. For these, the excitation of deep level electrons by a YAG photon (1.16 eV) was thought to be an additional mechanism. We obtained a very low patterning energy of 20 mJ/mm^2 through consideration of the mechanism and optimization of the patterning conditions.

Key Words: YAG Laser Etching, SnO₂ Thin Film, Transparent Electrode, Carrier Concentration, Ablation Mechanism