

GHz バーストモードレーザーを用いた Si ウェハの高速加工
High-speed laser machining of Si wafers, by using GHz burst mode fiber laser

ウシオ電機株式会社¹, 千葉工業大学²

○山崎 祐¹, 影林 由郎¹, 藤本 靖²

Ushio Inc.¹, Chiba Institute of Technology²

○Yu Yamasaki¹, Yoshio Kagebayashi¹, Yasushi Fujimoto²

E-mail: y.yamasaki@ushio.co.jp

最近, 数 GHz の高繰り返しパルス列 (数個〜数 100 個) から成る, GHz バーストモードレーザーを用いた加工が注目を集めている¹⁾. これは試料中を熱が拡散する前に高速のパルス列を照射することで, 熱損傷の抑制と高速な加工を実現可能とされているからである²⁾. 今回, それぞれ波長が異なる数 10 KHz の ns レーザー3 台と, GHz バーストモードレーザーを用いて, Si ウェハの加工速度の比較実験を行った.

GHz バーストモードレーザー (波長: 1062 nm, パルス幅: 約 200 ps) は, 主発振器出力増幅器構成とし, シードレーザーには我々のグループで開発したモード同期 Nd ファイバーレーザー (周波数: バースト内 2.6 GHz, バースト間 200 kHz)³⁾ を用いた. 比較対象のレーザーには, 市販の ns レーザーを用いた (Table 1). バーストモード 1 発もしくは 1 パルスが, Si ウェハ (純度 99.999%, 片面鏡面研磨) に照射されるよう, 走査速度を調整した. その加工体積は, レーザー共焦点顕微鏡 (VK-X150: Keyence 社) で計測し, 加工速度は平均出力 1 W のレーザーを 1 分間照射した体積に換算 (= mm³/min W) して比較した (Table 1). GHz バーストモードレーザーによる加工速度は 3.0 mm³/minW と, ns レーザーよりも 2.6 倍〜30 倍も速いことを実証できた. 一方, ns レーザーでは, 短波長になるほど加工速度が速くなった. これは, Si のバンドギャップが波長換算で約 1.1 μm であり, 短波長光ほど吸収係数が大きくなるからと推測する. したがって, GHz バーストモードレーザーの波長を紫外にすると, さらなる加工速度の改善が期待できる.

Table 1 Si ウェハの加工に用いたレーザーと加工結果の比較

レーザースペック					加工速度 [mm ³ /minW]
種類	パルス幅	波長	平均出力	周波数	
GHzバースト モードレーザー	200 ps	1060 nm	2.1W	バースト内: 2.6 GHz バースト間: 200 KHz	3.0
通常 nsレーザー	10 ns	1060 nm	5.9 W	10 KHz	0.10
	6 ns	532 nm	6.0 W	20 KHz	0.50
	10 ns	355 nm	1.8 W	40 KHz	1.1

参考文献

1) F.C. Lucas, K. Obata and K. Sugioka: 第 68 回応用物理学会春季学術講演会. 18p-Z32-5 (2021).
2) C. Kerse, H. Kalaycioglu, P. Elahi, B. Cetin, D.K. Kesim, O. Akcaalan, S. Yavas, M.D. Asik, B. Oktem, H. Hoogland, R. Holzwarth and F.O. Ilday: Nature. 537 [7618](2016)84.
3) Y. Yamasaki, Y. Kagebayashi, T. Hiraishi, K. Fujioka and Y. Fujimoto: Optics Communications. 497 (2021)127151.