17a-S9-3

シリコン表面におけるフェムト秒レーザーサブミクロン加工における加工閾値に及ぼすリップル形成の影響

Effect of ripple formation on ablation threshold in submicron machining by a femto-second laser on Si surface

東海大理 [1]，菅原 諒 [1]，曽根 有紀 [1]，関口 翔大 [1]，石堤 敬太 [1]，○八木 隆志 [1]

Tokai Univ. [1]，°Ryo Sugawara[1], Yuki Sone[1],Shota Sekiguchi[1],Keita Ishizutsumi[1],Takashi Yagi[2]

E-mail: 3bsnm011@mail.tokai-u.jp

背景

直線偏光のフェムト秒レーザーを固体表面に照射すると、偏光方向に対して垂直方向にレーザーの波長程度の周期的なリップルが形成されることは広く知られている。微細加工においてこのリップルは大きな影響があり、形成過程が明瞭でないことからも研究が求められている。固体表面に対して大気中でフェムト秒レーザー加工を行うと、大気中の酸素と加熱された固体表面およびアブレーションガスが反応し、加工孔周辺にデブリの蓄積などの加工性能の劣化がもたらされる。我々はそれを防ぐために、アキシコン 2 枚と凸レンズ 1 枚からなるダブルアキシコン光学系により充分なワーキングディスタンスでサブミクロンの加工を真空チェンバー内の試料に行っている。今回は、サブミクロン加工における加工閾値とリップル形成の関係について調査した。

実験方法

アキシコン 2 枚と凸レンズ 1 枚からなるダブルアキシコン光学系とフェムト秒レーザー（波長 786nm、パルス幅 160fs、繰り返し周波数 500Hz）を用いて、真空チェンバー内の試料である Si に入射角 0°、直線偏光および円偏光で照射し、アブレーション閾値と照射フルエンスおよび照射パルス数との関係を求めた。

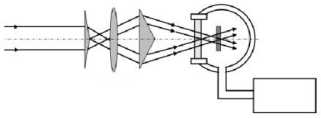
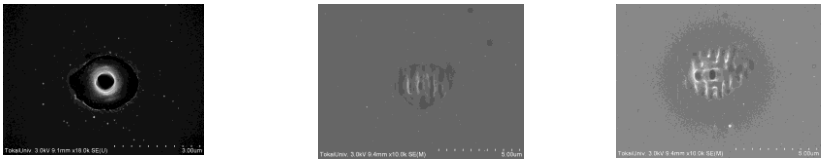


Fig.1.アキシコンレーザーシステム構

結果

円偏光の加工孔を Fig.2(a),直線偏光の加工孔を Fig.2(b),(c)に示す。円偏光では直径 600nm 程度のエッジがシャープな円形孔が形成されている。一方、直線偏光ではショット数が少ない時点でリップルが形成され、ショット数の増加とともに偏光方向に伸びた孔形状が形成される。この結果から円偏光ではリップルが形成されないことから、直線偏光の加工孔の形状にリップル形成が影響を与えていることが明らかである。この原因としては、リップルの溝による電場を強め合う効果が考えられる。



(a)　(b)　(c)

Fig.2 アブレーションパターン,(a)円偏光(1000shots),(b)横直線偏光(250shots),(c)横直線偏光(1000shots)

© 2014 年　応用物理学会