

時間分解偏光マッハ・ツェンダー干渉計による 超短パルスレーザー誘起応力波の空間プロファイル計測

Spatial Profile Measurement of Ultrashort Pulsed Laser-induced Stress Wave

Using Time-resolved Polarized Mach-Zehnder Interferometer

東大工¹ ○(D)服部隼也¹, 伊藤 佑介¹, (B)徳味 健太¹, 杉田 直彦¹

Univ. of Tokyo¹, ○Junya Hattori¹, Yusuke Ito¹, Kenta Tokumi¹, Naohiko Sugita¹

E-mail: j.hattori@mfg.t.u-tokyo.ac.jp

高強度のパルスレーザーを材料表面に集光するとアブレーションが起こり、その反力により材料内部に応力波が発生する。このレーザー誘起応力波は、レーザーショックピーニングやレーザーピーンフォーミング、穴あけ加工などの各種の超短パルスレーザー加工において重要な役割を果たしている。これらの加工法の更なる発展のためには超短パルスレーザー加工中の応力波によって作られる応力場の解明が必要である。

本研究では、時間分解偏光マッハ・ツェンダー干渉計を用いた超短パルスレーザー誘起応力波の空間プロファイル計測手法を提案する。時間分解偏光マッハ・ツェンダー干渉計とは、図1に示すような光学系であり、ポンプ・プローブ法による時間分解イメージングと、 $\lambda/4$ 波長板を利用した偏光状態制御が可能なマッハ・ツェンダー干渉計を組み合わせた手法である。

波長 1030 nm, パルス幅 180 fs, パルスエネルギー 100 μ J の超短パルスレーザーを石英ガラス表面に集光し、ガラス内部に応力波を発生させ、この応力波を時間分解偏光マッハ・ツェンダー干渉計で撮影した。これにより得られた干渉縞画像を解析することにより、図2に示すような位相変化分布が得られた。この位相変化分布は応力波の3次元応力テンソル場の情報がプローブ光の伝搬方向に積算された結果である。そこで、超短パルスレーザー誘起応力波によって作られる応力場が軸対称であるという仮定に基づいた、テンソル場における逆アーベル変換と、偏光マッハ・ツェンダー干渉計における異なる偏光状態を用いた計測という2つの手法を組み合わせることで、図3に示すような応力波の空間プロファイルの再構築を行った。

本研究で提案した計測手法を応力場の制御を可能とする手法と組み合わせることにより、超短パルスレーザー加工のさらなる発展につながる。

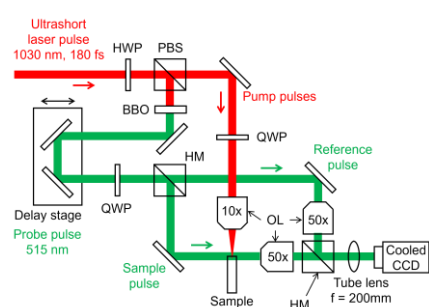


図1：時間分解偏光マッハ・ツェンダー干渉計

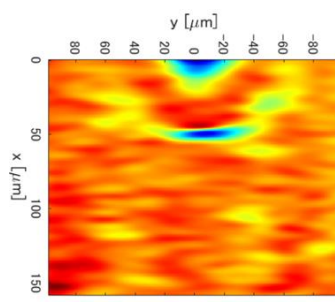


図2：応力波の位相変化分布計測結果

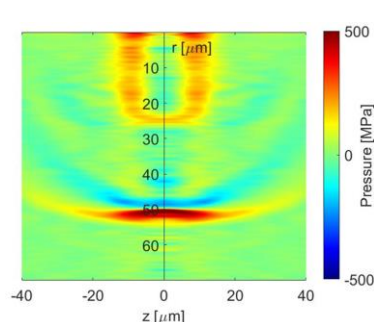


図3：応力波の空間プロファイル再構築結果