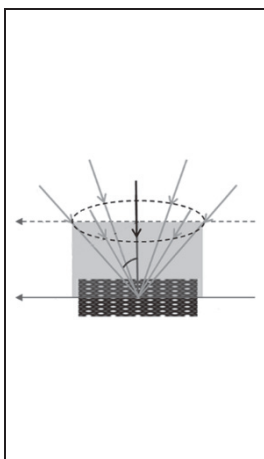


フェムト秒レーザーを利用した 表面ナノ加工技術

東京農工大学 大学院工学研究院
宮地悟代



1. はじめに

パルス幅がフェムト秒 (fs) であるレーザーは fs レーザーとよばれ、熱的および機械的な効果を最小限にして光エネルギーを加工対象物へと注入できるため、熱的影響領域が少なく、鋭いエッジを持った加工が実現できる^{1,2)}。近年ではレーザー技術開発の進展により、コンパクトで取り扱いやすく、高出力で非常に安定、かつ、物理的に頑強なレーザー装置が続々と開発されるのと同時に、レーザー本体の市場価格が下がってきた。そのため、fs レーザーを搭載した加工装置が続々と市場に投入され、現在では微細加工において一般的なツールとなっている。しかし、レーザー光のような伝搬光では、回折限界という理論的な制約のために、入射レーザーの波長サイズを大幅に超える微細化は難しいことがよく知られている。

この制約を克服しようと、これまでにいくつかの加工方法が提案されてきた。中でも、2000年初めに fs レーザーによる固体表面のナノ周期構造生成現象が発見され、注目を集めた³⁻⁸⁾。これは、レーザー照射による固体表面の剥離 (アブレーションとよばれる) によって、直接固体表面にナノ構造体が形成される現象である。構造のサイズはレーザー波長の $1/10 \sim 1/5$ (最小 30 nm) であり、レーザーを照射するだけで自己組織化的にナノ構造体が形成できることから、産業応用を目指して研究が進められている。

一方、筆者が2014年まで所属していた研究グループ(リーダー: 宮崎健創京都大学名誉教授)は、この現象発現における共通の実験条件に着目して一連の実験を行い、ナノ構造の生成条件と、構造生成を担っている相互作用過程を追求し、理解を進めた。その結果、提案した物理モデルは種々の実験条件によって誘電体⁹⁾、半導体¹⁰⁻¹²⁾、金属表面¹³⁾で観測されるナノ構造生成を最もよく説明できている。さらに、これを基に開発した制御法により、図1に示すように、直線性の良い均一なナノ構造 (ここではナノ格子とよぶ) を形成することにも成功している^{11,14)}。現在筆者は、基礎学理解明だけでなく、産学連携も含めた応用研究も積極的に進めている。本稿ではこれらについて紹介する。また、本技術について JST 主催のイベントでも紹介しており、共同研究等で興味があればそちらのビデオ¹⁵⁾もご覧いただきたい。

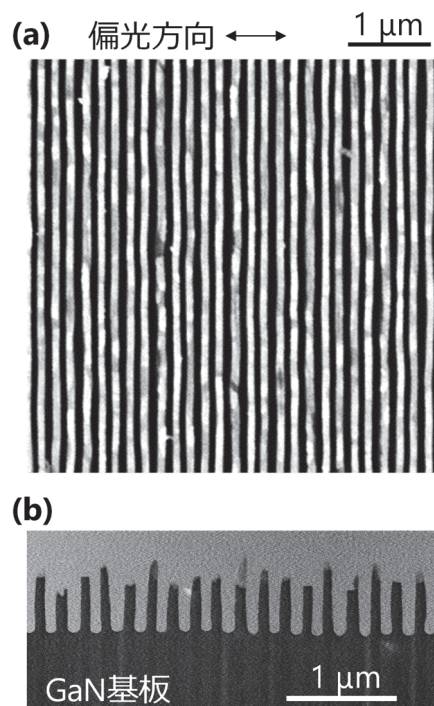


図1 窒化ガリウム表面に fs レーザー照射によって形成したナノ格子。2ステップアブレーション法という独自開発技術^{11,14)}によって形成している。