

ミクロなビーム形状制御：干渉パターン制御

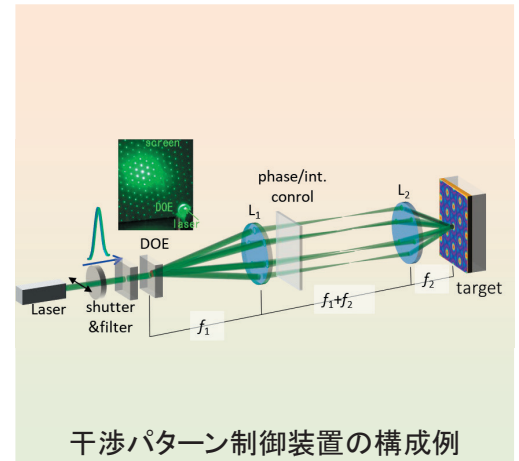
Microscopic beam shape shaping: control of interference pattern

中田 芳樹 准教授

干渉パターン制御

レーザーの本質的な特徴であるコヒーレンシーによって生み出される「干渉パターン」は、さまざまな応用がある。一般的には、同じ波長と位相を持った複数のビームを交差させることで、格子状や光子配列されたドット状の光パターンが得られる。

一方で、ビームごとのパラメーターを精密に制御することで、光パターンの形状制御範囲が広がる。同じ光形状が事実上無限に配列できるため、周期構造を一括して形成することができる。さらに周期の精度や自由度が非常に高いなど、さまざまな特徴を備えている。古くから回折格子の書き込みに利用されており、近年ではハイパワーレーザーの干渉パターンを用いた直接加工や周期構造の形成が可能となっている。その結果、この技術の応用範囲は格段に広がっている。

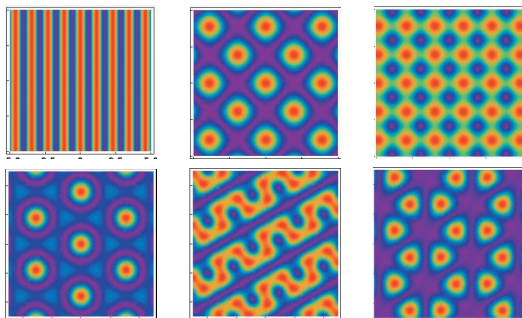


応用1 干渉パターンの制御

レーザービームの電界強度は次式で表される。

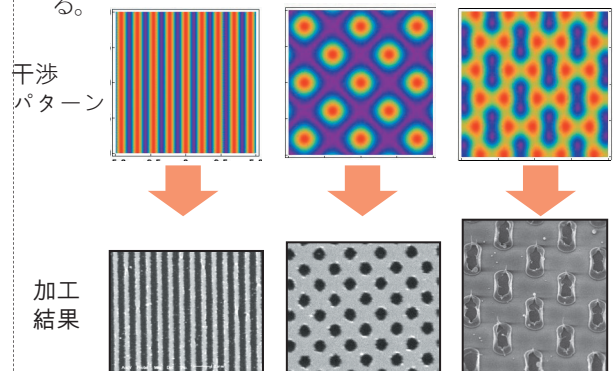
$$E_n(x, y, z, k_n, \theta_n, \phi_n, \omega_n, \alpha_n, t) = E_{n0} \cos(k_n \cos \theta_n \times z + k_n \sin \theta_n \times (-x \cos \phi_n - y \sin \phi_n) - \omega_n t + \alpha_n)$$

複数本のビームを重ね合わせた干渉パターンは、それら電界を加算して2乗し時間平均することで表される。ビーム本数及び E_{n0} と α_n を制御する事で、下記の例にあるようにバラエティに富んだ干渉パターンを形成する事が可能である (Copyright (2012) OPTICA, (2010) Springer, (2002) AIP)。



応用2 干渉パターンを用いた加工

左の干渉パターンを用いて物質加工を行うことで、周期構造を直接形成する事が出来る。干渉パターンはオンデマンドで制御が可能であり、レーザー加工が可能な物質であれば全て適応可能で、エッチングが必要な露光プロセスと比較して簡便かつ応用範囲が広い。下記は全て金薄膜を加工した例であり、グレーティング構造や周期穴構造 (MHA)、周期配列した島状構造が形成されている。



グループHP

<https://www.ile.osaka-u.ac.jp/ja/groups/research01/plp/>

キーワード

干渉パターン、加工、プロセッシング、メタマテリアル

