

## 1-1-1

# Recent progress on atom holography

研究分担 電気通信大学レーザー新世代研究センター 清水 富士夫

Recent progress on atom holography

Fujio Shimizu, ILS and CREST

University of Electro-Communications

ホログラフィーは波動を最も一般的に操作する手段であり、原理的に、その波動が作り得るあらゆるパターンを平面波などの単純な波面から作り出すことが出来る。原子も量子力学的に見れば波動である。エネルギーが一定の量子力学的原子が満たす運動方程式（波動方程式）は真空中の単色光が満たすマクスウェル方程式と同一の形をしているから、光と同様、原子の任意パターンもホログラムを使って描けるはずである。現実には、原子波が固体中を透過しないこと、室温原子の波長（ドブロイ波長）が極端に短いことなどにために原子ホログラフィーは光のホログラフィーよりはるかに困難であり、制約が大きい。我々は数年前にSiN薄膜に穴をあけた計算機ホログラムを使って極低温準安定状態ネオン原子線を操作する方法を発明した。最初に製作したフーリエホログラムでは簡単な英文字の列を原子で描かせるだけであったが、その後、分解能、解像度、原子濃度の格段の改良を行い、グレースケールの写真を原子で表現することも出来るようになった。

原子は電磁場や非共鳴光と僅かながら相互作用があるのでこれを使って原子波の位相を制御することが出来る。静電磁場をSiNホログラム上で原子波に加えれば位相ホログラムになる。我々はSiN薄膜にストライプ状電極の列を形成し、そのギャップにホログラムパターンを埋め込み、電極間にかかる電圧によって原子波の位相を変化させ、原子パターンを実時間で変化させる位相ホログラムを作成した。これによって、1次元パターンの実時間任意制御、2次元パターンのスイッチング等のデモンストレーションを行った。同様の制御を電流の作る磁場によって行うことも計画している。

原子波ホログラムは穴をあけたホログラムの他、レーザー光の定在波パターン、エバネセント波のパターン、あるいは固体表面に形成した反射型回折格子などで作ることも可能なはずで、これらをデモンストレーションすることも計画している。

さらに、ホログラフィーは原子パターン生成だけでなく、各種原子光学部品の形成や原子波の位相パターンの検出、したがって原子と固体表面や気体との小さな相互作用を検出する高感度計測手段としても利用できる応用範囲の広い技術である。