



# 大容量ホログラフィックメモリのための 空間直交振幅変調信号の生成

山梨大学大学院 医学工学総合研究部  
工学域 電気電子システム工学系  
本間 聡

## 1. はじめに

インターネットに接続されたあらゆるセンサや端末から収集した情報(ビックデータ)を人工知能(AI)により分析・解析し、その結果をビジネスや研究に活用する時代が到来している。これらの技術を有効・効率的に稼働させるためには、膨大なデータを長期間にわたって保存しておく必要がある。現在、企業等で扱うデータの量、種類共に増大を続けており、2025年にはデータセンタに蓄積されるデータ量は175ZBにも達すると予測されている<sup>1)</sup>。このまま、増加の一步をたどるとデータセンタのキャパシティをはるかに超えてしまう懸念がある。エネルギー・資源の枯渇化という問題を考えると、単にサーバの性能を向上しストレージの容量を拡張すればよいという問題ではなく、データ通信・保存等にかかわる電子処理やそれらの機器の冷却に費やされるエネルギーをどのように補うのか、寿命を迎える機器の交換に伴う膨大な資源消費、その作業にかかわる膨大な労力をどのように抑えるのかなどの様々な要件を総合して、今度のストレージシステムの在り方を考える必要がある。

蓄積データにはコールドデータと呼ばれるアクセス頻度が極めて低いものが大量に存在し、総蓄積データの7割を占めると言われている。データセンタにおけるエネルギー消費・維持コストを抑制しながら蓄積データ容量を増やすためには、これらのコールドデータを安価に長期保存可能なアーカイバルストレージに保存しなおすことが有効であると考えられている。そのような背景から、次世代のアーカイバルストレージシステムとして、高記録密度・低消費電力のホログラフィックメモリの開発が期待されている<sup>2,3)</sup>。同メモリは、同一空間内に空間周波数の異なる多数のホログラムを多重する3次元記録と、2次元ページデータの一括記録再生によって、大容量記録と高速転送レートを実現できる。ディスク自体は20年程度の寿命があると言われており、SSDやHDDを使用した場合と比較すると、デバイスの交換やデータ移行にかかわる労力および資源の浪費を大きく低減できる。

ホログラフィックメモリを実用化するためには、記録容量のさらなる改善とドライブシステムの低コスト化を検討しなければならない。記録密度の改善を目的に、従来の2値の強度変調データの代わりに、位相と振幅を独立に多値変調した空間複素振幅(Spatial Quadrature Amplitude Modulation: SQAM)データを記録する方式が検討されている。ただし、位相と振幅を同時に変調する空間光変調器は存在しないため、一般的に位相と振幅を個別の空間変調器(Spatial Light Modulator: SLM)により変調する方式が用いられる。複数の空間変調器を使用することにより、システムの高コスト化と大型化が問題となる。

これまでに、我々は簡易な光学系でSQAM信号を生成する位相交互配置法を提案している<sup>4,5)</sup>。位相変調型SLMにより生成された位相変調光をレンズによりフーリエ変換し、必要な信号成分のみを空間フィルタにより抽出することでSQAM信号を生成する。同手法により、1台の空間変調器でSQAM信号を生成することができるため、システムの小型化と低コスト化が実現できる。ただし、SQAMの1シンボルをSLMの複数のピクセルで表現する必要があり、1ページのSQAM信号の解像度が低下