

EPCOS2008 ショート速報[相変化記録材料]

島 隆之 (産業技術総合研究所、近接場光応用工学研究センター)

会議名 : European Phase Change and Ovonic Symposium 2008

開催期間 : 2008年9月8日-9日

開催場所 : プラハ、チェコ共和国

*****要 約*****

Ge-Sb-Teなどの相変化記録材料は、これまで光メモリ(光ディスク)に使われていたが、不揮発性の電気メモリ(相変化メモリ)においても使う検討が進み、間もなく実用化される。既に光ディスクで市販化されている材料でありながら、メモリの根幹を成す、アモルファス/結晶間の相変化機構には未だ不明な部分が多く、実験や計算を含め数多くの報告があった。メモリデバイスとしては、光から電気に移行してきているため、光ベースの報告はそう多くないが、筆者が注目した発表を中心に、以下報告する。

1. はじめに

EPCOSは、毎年ヨーロッパで開催される、相変化記録材料とそのデバイスアプリケーション(相変化メモリ、光ディスクなど)に関する国際会議である。主催者発表で今年は、口頭発表26件(欧州9、日本7、米国6、他のアジア諸国4)、ポスター発表14件(欧州7、日本4、他のアジア諸国2、米国1)があった。ざっと数えた限りで、70名程度が会議に参加していた。同じような研究者が集まる他の国際会議としては、IEDM(相変化メモリ)、ISOM(光ディスク)、ODS(光ディスク)、MRS(材料中心)、PCOSなどがある。今年の会議では、(相変化記録の一方を担う)アモルファス状態の構造についてと、相変化メモリに関する報告が多かった。光ということでは、材料の光学特性を評価した報告は幾つかあるものの、光ディスクなどアプリケーションに関するものはあまり多くなかった。

2. テーマ別の講演内容

以下各節において、光に関するテーマと筆者が注目したテーマを中心に、会議での講演内容を報告する(全ではない)。[]内の表記は講演番号を表し、()内の所属は会議配布のSubmitted Papersに記載された内容に従った。また敬称は全て氏で統一している。

2. 1 光ディスクなど光関連

Keynote speechは当初、相変化記録の発明者(父)であるOvshinsky氏(Ovshinsky Innovation LLC、米国)が行う予定であったが、Ohta氏(Ovonic Phase Change Institute)が代わりに行った[A01]。1)アモルファスと結晶の間にある大きな屈折率(及び電気抵抗率)差を利用した多値記録、2)数回適切なパルスを与えると相変化する性質を利用し、元々何回パルスが与えられていたかを後ほど加えるパルスの回数で調べるやり方、3)650nmのレーザ光で相変化材料の光学特性を可逆に変化させ、通信波長帯1.55 μm の光

の伝わり方を制御するミラーデバイスなど、新たな応用展開を含む内容はとても興味深かった。

光ディスクに関する報告のうち、2件は固体浸レンズ(SIL)を使った大容量化についてであった。Nakaoki氏ら(Sony)は専用の信号処理法開発[B01]、Birukawa氏ら(Panasonic/Sony)は記録層の多層化[B02]、についてそれぞれ報告した。3Dや4K2K動画像のため、サブテラバイト(200GB以上)の容量実現を目指すとしていた。相変化記録材料は、既存のもの(Ge-Sb-Te系)をベースに調整すれば良いようなので、特に課題としては挙げていなかった。発表を聞き限り、先の2つの課題はクリアされてきているようなので、果たして本当に実用化/市販化されるかが、気になるところである。他に相変化材料を使った超解像再生について、Lee氏ら(Korea Institute of Science and Technology、韓国)は、Ge-Sb-Teに窒素を添加すると、再生耐久性が向上するとして[P5]。筆者らも以前、ZnS-SiO₂誘電体層との間にGe-N界面層を設ける方法が、超解像再生耐久性の向上に効果的であると報告した。超解像再生層への直接の工夫で、再生性能を落とさず耐久性を改善できるのは非常に良いと思うが、まだ1万回程度の再生回数なので、今後の更なる回数増に期待したい。

2. 2 相変化材料の構造解析

SPring-8などの大型放射光施設を使った構造解析が盛んである。Matsunaga氏ら(Matsushita Electric Industrial他)は、Ge₂Sb₂Te₅アモルファス薄膜のEXAFS(Extended X-ray Absorption Fine Structure)測定などから、温度を上げててもその原子配置は変わらないことを示し、アモルファス記録が長持ちする理由だとした[A03]。Tanaka氏ら(RIKEN他)は、結晶化の過程を時間分解しながら、X線回折にて測定する系を構築した[C03]。測定結果からは、Ge₂Sb₂Te₅とAg-In-Sb-Teの結晶化過程の違いを説明できるとした。実験報告以外にも、コンピュータ・シミュレーションにて、アモルファス状態の原子配置を予測する報告が数多くあった。

2. 3 2つのアモルファス状態

相変化記録では、アモルファスと結晶の各状態を切り替えることで、情報の書き込みや消去を行っている。このアモルファスについて、スパッタリング法等で成膜直後に得られる状態(アズデポ)と、レーザ光や電流パルス等で一旦熔融/急冷した後に得られる状態(リアモ)とは、同じでないとする報告はこれまでも幾つかあった。Raoux氏ら(IBM他、米国/ドイツ)は、静的状態でのレーザ光を使った実験から、種々相変化材料の結晶化速度を評価し、リアモの方が全般的に早いと報告した[B04]。材料によってその程度は異なるが、Ge₁₅Sb₈₅では3桁(μs→nsオーダー)も変わった。筆者らも、光ディスクテスタを使ってリアモ記録マークを形成し、加熱実験から結晶化温度と活性化エネルギーを評価した結果、Ge₂Sb₂Te₅では両値ともアズデポの場合よりも下がることを示した[P2]。リアモ部分は結晶部分に囲まれた状態にあるが、実際のデバイス構造に近いこともあり、より実際的な評価結果と考える。

2. 4 相変化材料ナノ構造

Milliron氏ら(Lawrence Berkeley National Laboratory、米国)は、Ge-Sb-Se等の相変化材料を含む前駆体溶液を、スピコート法で微細な型に流し込む方法を使い、大きさが20nm程度のナノドット構造を作製した[B03]。Agarwal氏ら(Pennsylvania大学、米国)は、GeTeやGe₂Sb₂Te₅のナノワイヤ構造を、金微粒子を使った自己構築的な方法で作製した[D01]。これらアプローチは、相変化メモリの微細化に直接関わ

ることであり、またナノ化で融点が下がると、相変化（結晶→アモルファス）の低消費電力化につながることから、アプリケーションの観点からみても重要である。

2. 5 走査プローブを用いた相変化記録

Hamann氏ら（IBM、米国）は、集光したレーザ光をAFM（Atomic Force Microscope）チップに照射、あるいはパターニングで作製した薄膜ナノヒータを用いるなどして、相変化膜を局所的に加熱することにより、より高密度な記録を行う方法とその実験結果について述べた [E03]。Wright氏ら（Exeter大学他、英国他）は、走査プローブに電流を流し、そのチップ先にある相変化膜を加熱（記録）する方法で、アーカイブあるいはバックアップのための記録メディア開発を目指すとした[F03]。後者テーマは、EUの研究開発プロジェクトに採択されていて、CEA-LETIやRWTH Aachen大学など数多くの研究機関が参加している（<http://www.protem-fp6.org>参照）。このようなプローブを使う方法では一般に、メディアへのアプローチ（あるいは距離設定）に時間を要することと、衝突/破損の恐れがあることが問題となる。何かしらの対応策は練られていると思うので、今後の成果に注目していきたい。

3. おわりに

Lencer氏ら（RWTH Aachen大学/Cambridge大学、ドイツ/英国）は結晶状態におけるresonance bondingの存在について[C04]、Pandian氏ら（Groningen大学/Plasmon Data Systems、オランダ/英国）はアモルファス化を伴わない抵抗スイッチングについて[D03]、Chen氏ら（Macronics International他、台湾他）はブリッジ型相変化メモリの開発について[F01]の講演で、それぞれ今年のEPCOS賞を受賞した。2009年の本学会は、ドイツのアーヘン（Aachen）で、9月か10月辺りに開催される予定である。本会議のプロシーディング（一部アブストラクト）は、おそらく<http://www.epcos.org>で公開されるので、（ここで取り上げなかった分を含め）各発表の詳細については、そちらを参照して頂ければと思う。