



3.5インチ光磁気ディスクの新機軸—その2

米澤成二

(株)日立製作所中央研究所 T180 国分寺市東恋ヶ窪 1-280

5. レーザーパルスアシスト磁界変調方式

この方式はディスク上のあらかじめ正確に決められた記録されるべき場所に間欠的にパルス光を照射してキュリヤー温度 T_c 以上に加熱し、そこに外部磁界を与えてデータをオーバライトするものである。この方式を実現するには図6に示すようにディスク上の埋込みクロックからチャネルクロックを発生させ、それに同期して半導体レーザーを幅 10~20 ns の短パルスを連続して発振させ、磁気ヘッドで磁界を変調してデータ記録する。この方式はチャネルクロック幅を光スポット径より小さくすることによって光の回折限界の 1/3 の小さな磁気ドメインの記録が可能である。図7は $NA=0.55$, $\lambda=780$ nm の光学系で幅 20 ns、周期 40 ns のレーザーパルスを照射し、0.4 μm 長の磁区を記録する場合の冷却時の基盤温度の追跡を行ったものである。図7でパルス幅 20 ns のレーザーを照射した場合には 250 °C のピーク温度に 20 ns 後に達し、その後 18 ns 後 (38 ns) には 165 °C に急冷する。この場合、記録温度は 208 °C であるから、磁壁は固定され、次のレーザーパルスが 40 ns 後に照射されても影響はうけない。この記録条件ではディスク半径方向の記録磁区長は 0.7 μm (=λ/2NA) になるので、形成される磁区形状は 0.4 μm × 0.7 μm のシェブロン型になる。

この計算は丁度 3.5 インチ光磁気で 650 MB 容量に相当する。図8 はレーザーパルス幅 10 ns、周期 20 ns のレーザーパルスを照射して 0.2 μm × 0.7 μm のシェブロン型磁区を記録する場合の計算である。図8でもパルス幅 10 ns のレーザーを照射した場合 250 °C のピーク温度に 10 ns 後に達し、その後 8 ns 後 (18 ns 後) には 190 °C に急冷して磁壁は固定され、次のレーザーパルスが 20 ns 後に照射

されても影響はうけない。この方式は図7、8 から明らかなように同じ波形のレーザーパルスが常に照射されているので各パルス点での温度分布は同じになる。このため記録パワーが変動しても磁区長は同じになるという大きな特長があり、さらに線密度が光の回折限界を大幅に越えた安定な記録ができる。

6. 狹トラック化と光利用効率の検討

現在の光磁気ディスクではレーザー波長は $\lambda=830$ nm、トラックピッチは $p=1.5 \sim 1.6 \mu\text{m}$ である。レーザー波長が 680 nm になると、トラックピッチは $1.2 \mu\text{m}$

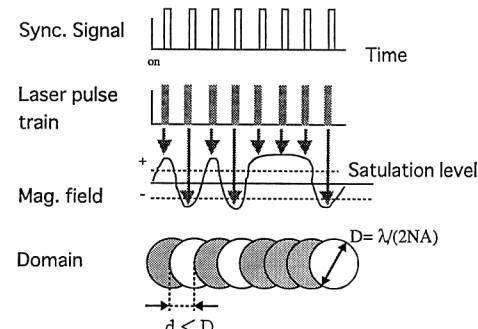


図6 レーザーパルス駆動磁界変調記録方式

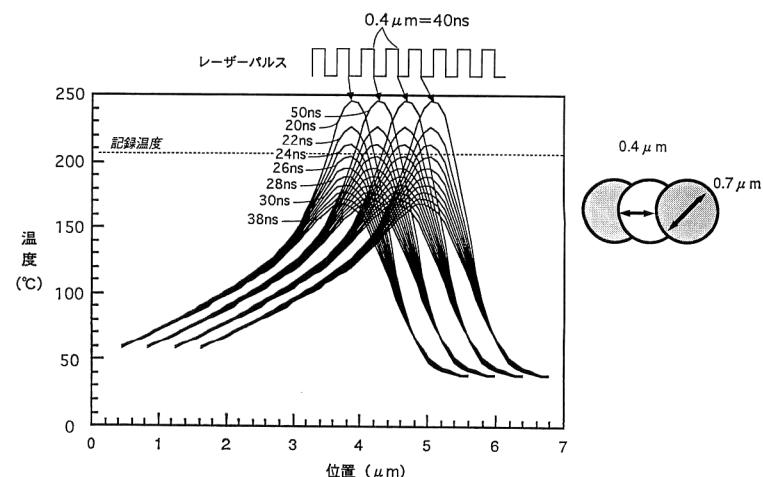


図7 記録温度プロファイルの時間変化 (0.4 μm 磁区長記録)

に狭くできる。しかしさらに狭トラック化をしようとするとき、記録時に隣接トラックの情報を破壊してしまう危険性がでてくる。この狭トラック化の検討をするためにレーザーをDC照射(これは現在の光磁気ディスクでデータを消去する場合に相当)とパルス照射(レーザーパルスアシスト磁界変調方式に相当)する場合について各々ディスク半径方向での温度分布を計算した結果を図9に示す。

図9において $x=0$ はトラック中心を示し、縦軸はトラック中心の

温度が最大になったときでのディスク半径方向の温度を示す。実験条件はDC照射では6mW、パルス照射の例ではパルス幅10ns、ピーク値16mWの集光レーザー光を10m/sの速度で走査する。光学系はレーザー波長 $\lambda=680\text{nm}$ でレンズ開口数NA=0.55である。この記録条件では媒体面での最高温度はいずれも250°Cになる。図9から明らかなようにパルス照射した場合にはDC照射の場合に比べて熱がトラック中心に集中していることがわかり、これから狭トラック化に特に有効であることがわかる。さらに図9の計算結果からパルス照射法は光利用効率が非常に高い方法であることがわかる。すなわちパルス照射法でのパルス幅10ns、ピーク値16mWの条件はチャネルロックを100nsとすると1.6mWのDC照射エネルギーに相当し、チャネルロックが50nsでも3.2mWになる。したがってパルス照射法はDC照射の6mWに比較して光利用効率は2~3倍高いことがわかる。

7. まとめ

光変調方式とレーザーパルスアシスト磁界変調方式について高密度安定記録とパーシャルROMの観点で述べた。

光変調方式は、(1)記録限界は光のスポット径で決まり、実用的な値はスライスレベル50%で、そのときの最小マークは $d=\lambda/2NA$ である。波長680nm, NA/0.55とすると $d=0.6\mu\text{m}$ になる。スライスレベルを90~95%と高くした筆先記録は光学的なマージン(パワー、収差等)が少なく、0.35μmより小さい磁区長の安定記録は困難になり、3.5インチで700MB、さらに1.2GB、2.4GB容量への展開は生産技術上で極めて難しい。さ

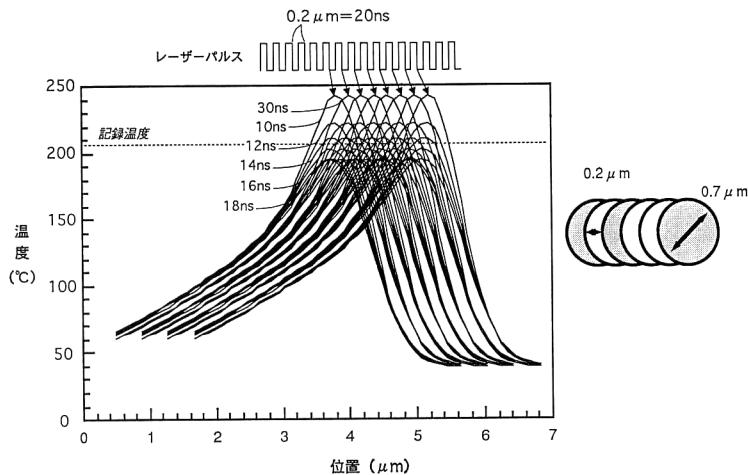


図8 記録温度プロファイルの時間変化(0.2 μm 磁区長記録)

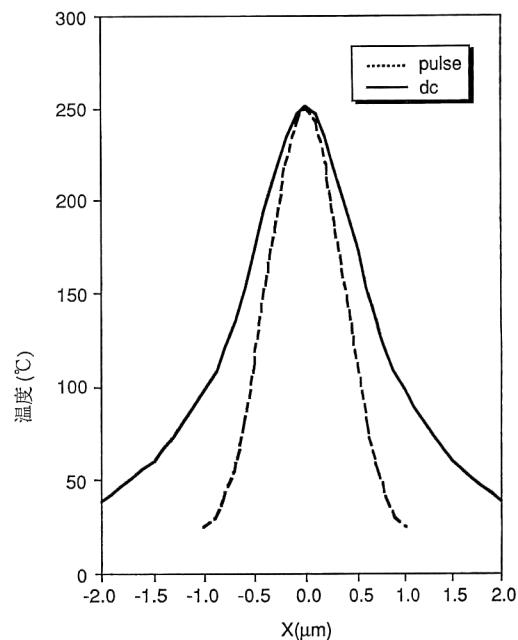


図9 ディスク半径方向の温度勾配
.....: レーザーパルス照射, —: レーザーCD照射

らに、(2)連続サーボフォーマットで構成されている現状システムではパーシャルROMディスクの実現は生産技術上で極めて難しい。

一方、レーザーパルスアシスト磁界変調方式は、(1)記録限界は磁気回路の周波数特性で決まり、レーザーパルスを連続的に照射するので熱干渉がなく、低ジッターで0.1~0.4μm磁区長の安定な記録が可能である。その結果光学的マージンが大きく3.5インチ700MBは容易である。さらに1.2GB, 2.4GB容量への可能性

がある。(2)サンプルサーボフォーマットで構成されているこのシステムはパーシャルROMディスクを容易に実現する。

以上、現時点で最善と考えている筆者の主張を述べた。読者の忌憚のないご意見をお寄せ頂ければ幸いである。

文 献

- 1) F. Tanaka, S. Tanaka and N. Imamura: "Magneto-optical recording characteristics of TbFeCo media by magnetic field modulation method," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **26** (1987) 231-235.
- 2) T. Nakao, M. Ojima, Y. Miyamura, S. Okamine, H. Sukeda, N. Ohta and Y. Takeuchi: "High speed overwritable magneto-optic recording," *Proc. Int. Symp. on Optical Memory, Tokyo 1987*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **26** (1987) Suppl. **26-4**, pp. 149-154.
- 3) D. Rugar: "Magneto-optic direct overwrite using a resonant bias coil," *IEEE Trans. Mag.*, **24**, No. 1 (1988) 666-669.
- 4) K. Kataoka, N. Ohta and S. Yonezawa: "Bit shift measurement and overwriting in a sampled servo format magneto-optical recording," *Proc. Int. Symp. on Optical Memory* (1988) pp. 53-54, *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng.*, **1078** (1989) 300-307.
- 5) T. Watanabe and H. Ogawa: "High speed overwriting method for magneto-optical recording," *Proc. Int. Symp. on Optical Memory, Tokyo* (1988) pp. 47-48.
- 6) G. Fujita, Y. Urakawa, T. Yamagami and T. Watanabe: "New approach to high density recording on a magneto optical disk," *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng.*, **1499** (1991) 423-432.
- 7) M. Tobita, T. Yamagami and T. Watanabe: "Viterbi detection of partial response on a magneto-optical recording channel," *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng.*, **1663** (1992) 166-173.
- 8) S. Iwatsu, Y. Nishida and T. Takeda: "A higher-capacity optical subsystem using a sampled servo format," *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng.*, **1663** (1992) 421-426.
- 9) S. Yonezawa and M. Takahashi: "Thermodynamic simulation of magnetic field modulation methods for pulsed laser irradiation in magneto-optical disks," *Appl. Opt.* (1993) in press.
- 10) 米澤成二: "3.5インチ光磁気ディスクの新機軸—その1", *光学*, **23** (1994) 381-384.

(1994年5月12日受理)

1994年国際光学委員会研究集会報告（主催者側から）

朝 倉 利 光

北海道大学電子科学研究所 〒060 札幌市北区北12条西6丁目

本年4月4日から8日までの5日間、国立京都国際会館において、1994年国際光学委員会研究集会 (1994 Topical Meeting of the International Commission for Optics, 略して1994 ICO Topical Meeting) が開催された。ICOは光学の国際的な研究推進団体で、1948年に設立されて以来、加入国が増加し続けて、現在は光学の研究が行われているほとんどの国である37か国がこれに加入している。ICOは3年ごとに大きな総会を開催すると共に、総会と総会の間に特定テーマについての研究集会を随時開催している。研究集会は、日本では1964年と1974年に行われており、今回は3回目である。今回の研究集会は、京都洛北の美しい自然、そして緑と静かな環境に恵まれた国立京都国際会館で開かれた。幸いにも会期間中はほぼ好天に恵まれ、新緑と美しい桜の花がすばらしいコントラストをかもし出している環境で、参加者は会議に集中すると共に、疲労をいやす休息はこの日本情緒が一杯の中での散策で取られた。

会議の内容は、今回の主テーマである "Frontiers in Information Optics (情報光学の最前線)" のもとに、情報光学とそれに関連する物理光学や光計測など割合に広い範囲の内容で研究発表・討論が行われた。この学術的研究発表のほかに、開会式、閉会式およびいくつかの社交行事が行われた。

この会議への参加者は、30か国から456名であった。表1に、国別の参加者数と発表論文数を示す。参加者数は過去の世界における研究集会への参加者数として最大に近いものであり、かつ日本における過去2回に比較してもほぼ変らず、むしろ外国人参加者は増加した。一方、日本からの参加者は313名で、これは日本における過去2回の研究集会への参加者より少なくなっている。主な理由は民間会社からの参加者の減少によるもので、これは現在の日本の不況状態を反映したものになった。海外から参加者が多かった国は、ドイツ、アメリカ、フィンランド、中国、ベルギーの順であり、期待と不安が