

新技術紹介

iD PHOTO フォーマット

iD PHOTO Format

市浦秀一・鷺見 聡・島崎勝輔*・代田吉朗**

三洋電機(株)ハイパーメディア研究所, 岐阜県安八郡安八町大森 180 (☎503-0191)

*日立マクセル(株)筑波研究所, 茨城県筑波郡谷和原村絹の台 6-20-1 (☎300-2496)

**オリンパス光学工業(株)DI事業推進部, 東京都八王子市石川町 2951 (☎192-8507)

S. Ichiura, S. Sumi, K. Shimazaki,* and Y. Yoda**

SANYO Electric Co., Ltd., 180 Omori, Anpachi-cho, Gifu 503-0191

*Hitachi Maxell Ltd., 6-20-1 Kinunodai, Yawara-mura, Ibaraki 300-2496

**OLYMPUS OPTICAL Co., Ltd., 2951 Ishikawa-cho, Hachioji-shi, Tokyo 192-8507

OLYMPUS OPTICAL Co., Ltd., SANYO Electric Co., Ltd., and Hitachi Maxell, Ltd. in July 1999 announced the joint development of a 50 mm-diameter magneto-optical disk system, a new iD (intelligent or image) PHOTO format standard, together with an associated logo for this system standard, as a next generation medium for digital still cameras.

The system is based on the AS-MO standard, and is a very suitable application format for digital still cameras. Despite the world's smallest rewritable optical disk of a 50 mm diameter, it has a high capacity of 730 MB, which exceeds that of a CD. It's data can be rewritten over 1 million times at a speed of more than 20 Mbps, and stored for long periods.

Key words: iD PHOTO, magneto-optical disk, MSR, MFM, high density

1. はじめに

インターネットの爆発的な拡大と、それに伴うパーソナルコンピュータ(PC)の急速な普及により情報のデジタル化が急速に進んでいる。この中でもデジタルカメラは、PCとの親和性を特徴に、e-mailでの画像添付やホームページの素材などを目的に市場を拡大している。昨年度のデジタルカメラ出荷台数は580万台を超え、本年度は銀塩カメラの出荷額を超えるものと予想されている (Fig. 1).

従来、デジタルカメラの記録メディアには、スマートメディアやコンパクトフラッシュカードに代表されるフラッシュメモリカードが使われていた。しかし、フラッシュメモリカードは一般に、価格が高く容量が小さい。このため、メモリーカードに撮影記録した画像をパソコンなどに転送して保存する必要があった。また、通常、撮影した画像データはJPEGなどの圧縮データとして記録される。しかし、画質の劣化を招くため、画像データを圧縮せずに記録したり、音声・動画が記録できるデジタルカメラが現れ、これまで以上に、記録媒体の高容量化、高速記録化への要望が高まっている^{1), 2)}

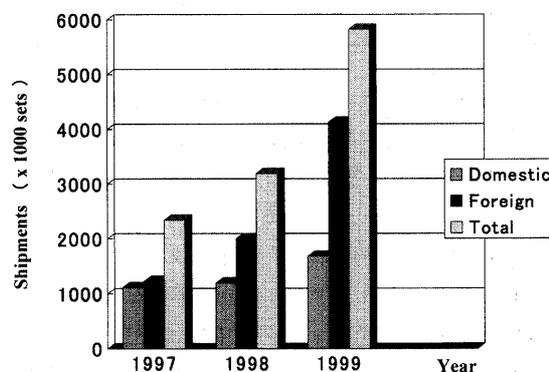


Fig. 1 Market for digital still cameras (data provided by JEIDA).

iD PHOTO フォーマットは、こうした要望に答えるべく AS-MO 技術³⁾をベースとして、デジタルカメラ用の大容量次世代メディアとして開発した直径 50 mm の小径光磁気ディスクシステムである。デジタルカメラ用の最適なアプリケーションフォーマットをもち、直径 50 mm の小径書き換え型光ディスクでありながら CD の容量を超える 730 MB もの大容量を実現している。高速でのデータ書き換えが可能で、しかも信頼性が高く 100 万回以上の書き換えを行うことができ、データの長期保存が可能なメディアである。

以下に、iD PHOTO フォーマットの概要と特徴について述べる。

2. iD PHOTO フォーマットの概要

iD PHOTO フォーマットは、最新の光記録再生技術を用い、以下のような特徴を実現している。

- ①直径 50 mm の小型光ディスクに 730 MB の大容量
- ②高速なデータ書き換えが可能
- ③データ保存に対する高信頼性を確保
- ④カートリッジ採用により携帯性と堅牢性を実現

物理フォーマット

Table 1 に主な仕様を示す。メディアは、直径 50.8 mm,

Table 1 Main parameters for iD PHOTO format

Media type	Magneto-optical disk CAD magnetic super resolution
Recording method	Magnetic field modulation recording
Reproduction type	Optical stylus
Objective lens N.A.	0.6
Laser wavelength	650 nm
Disk diameter	50.8 mm
Memory capacity (user capacity)	730MB
Surface memory density	4.6 Gb/in ² (7.13 Mb/mm ²)
Data transfer speed	10-50 Mbps
Overwrite	Possible
Substrate thickness	0.6 mm (memory area)
Track servo type	Land/Groove continuous servo
Track pitch	0.6 μm
Minimum mark length	0.235 μm
Data modulation code	NRZI plus
Clamp type	Magnetic clamping type
Minimum bit length	0.235 μm
Dimensions	59.5 mm W x 56.5 mm L x 4.8 mm H
Weight	13 g

厚さ 0.6 mm の CAD (Central Aperture Detection) 型磁気超解像方式 (MSR: Magnetic induced Super Resolution) 光磁気ディスクである⁴⁾。記録は光パルス磁界変調記録方式で行い⁵⁾、レーザ波長 650 nm、対物レンズ開口数 0.6 のピックアップを用いる。ディスクはカートリッジに収納されており、トラックピッチは 0.6 μm、最短記録マーク長 0.235 μm で、光ディスクの中では最も高い記録密度 (4.6 Gbit/inch²) を実現している。記録容量は 730 MB で、データ転送レートは 20 M ビット/秒を超える高速書き換えが可能である。ディスク回転方式は、データ記録に最適な CAV (角速度一定) 記録と AV データ記録に最適な CLV (線速度一定) の両方式が可能のように、ゾーン CAV/CLV 方式となっている。

変調方式は NRZI プラス方式で、NRZI 変調に DC 変動成分が少なくなるようにデータ 45.5 bytes に 0.5 bytes の DSV が付加されている⁶⁾。

アプリケーションフォーマット

Table 2 に iD PHOTO フォーマットの構成を示す。iD PHOTO フォーマットでは、デジタルカメラのアプリケーションとして、静止画・音声・動画を規定している。iD

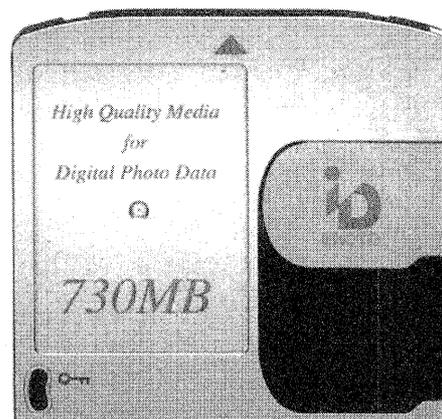
**Fig. 2** iD PHOTO cartridge.

PHOTO を使ったデジタルカメラでは、静止画撮影だけでなく動画撮影が可能となる。静止画像、音声のデータ構造は、デジタルカメラの標準ファイル規格である DCF (Design rule for Camera file System), Exif (Exchangeable image file format) 規格^{7), 8)}に準拠している。また、動画データとしてアップル社の QuickTime (Quick Time Movie File Format: Apple Computer, Inc.)⁹⁾を採用している。これにより、静止画、音声付き静止画、動画、高速連写などの多彩な機能を実現している。

ファイルシステムは CD や DVD などの光ディスクで標準となっている UDF (Universal Disk Format) に準拠している。画像などのディレクトリ構造は DCF に準拠しているが、iD PHOTO では新たに動画 (QuickTime) 対応として、動画ディレクトリを DCF ディレクトリに追加している。静止画像、音声、動画データフォーマットは、それぞれ、JPEG, Exif, QuickTime フォーマットである。

このように iD PHOTO のファイルフォーマットは、光ディスクとデジタルスチルカメラの標準規格である UDF と DCF に準拠しているため、非常に汎用性の高いフォーマットとなっている。

iD PHOTO は、小型・軽量、大容量というデジタルカメラ用として優れた特徴を有している。たとえば、iD PHOTO を使えば、200 万画素相当 (400 kB/1 枚) の静止

Table 2 iD PHOTO format

Still_Picture.jpeg jpeg, DCF	Sound.wav Exif 2.1	Moving_Picture.mov QuickTime	Application format
Extended DCF			File structure
UDF ver 1.5			File system
50 mm disk physical specifications			Physical format

- ★ UDF: Universal Disk Format (UDF) ver. 1.50
- ★ Exif: Exchangeable image file format
- ★ DCF: Design rule for camera file system
- ★ QuickTime: QuickTime movie file format, Apple Computer, Inc.

画を約 1,800 枚, 320×240 ピクセルの動画を, 約 40 分間 (フレームレート 15 fps, 転送速度 2.4 Mbps) 保存することができる。また, 高速データ記録の特徴を活かし 640×480 ピクセルの高画質 VGA 画像が, フレームレート 30 fps のフルレートで記録が可能である。

3. iD PHOTO システムの特性

3.1 光パルス磁界変調記録と CAD 型 MSR 媒体

iD PHOTO は, 記録に光パルス磁界変調記録, 再生に磁気的超解像光磁気ディスクを使うことによって, システムの光学分解を超えた記録再生を実現している。

記録時にはパルス化されたレーザー光の照射とともに, 磁気ヘッドを用いて外部から磁界を印加する。記録しようとする情報に従って外部磁界が変調され, レーザパルス光のそれぞれに対して記録マークが決定されるため, 微小なマークが正確に記録できる。また, レーザ光のパルス化によって, 記録時の熱拡散を抑えることができ, しかも磁界を有効に利用できるため高密度記録と高速オーバーライト記録が可能となっている。iD PHOTO では, 20 M ビット/秒を超える記録速度でデータ書き換えを行うことができる。

CAD-MSR 光磁気ディスクは, 再生層の温度の高い部分, すなわちレーザー光スポットの中央部だけが磁気的な開口部となる。再生時には, この開口部を通して磁界変調記録方式で記録された微細な記録信号を識別する。iD PHOTO ではレーザー光スポットの 1/4 程度の最小マーク (0.235 μm) を識別している。一方, トラック方向には MSR マスクが作る見かけ上のガードバンドを用いて隣接トラックの干渉をなくしランド/グループ記録を実現している。トラックピッチはこれにより 0.6 μm を達成している。

また, CAD-MSR 光磁気ディスクは, 他の方式の超解像光磁気ディスクに比べて再生信号のひずみが少なく, 再生磁界も必要としないため装置が簡略化できる利点を持っている。

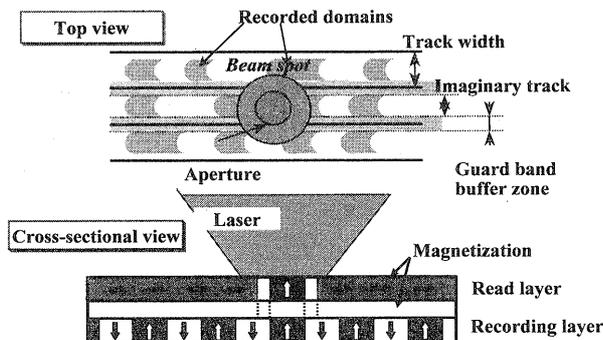


Fig. 3 Central Aperture Detection type Magnetic Super Resolution method.

3.2 記録再生系

一般に記録再生系の安定化のためには, 記録再生に用いるシステムクロックの検出がドライブを構成する上で重要となる。iD PHOTO ではディスク上にあらかじめ刻まれたファインクロックマークを用いてシステムクロックの検出・生成を行う。光スポットがこのファインクロックマーク上を通過するとき, その接線方向に検出したプッシュプル信号は Fig. 4 に示すような信号となる。システムクロックは, この信号を元にディスク上の欠陥による誤検出補正や信号欠落補間を行う回路を設け, 通倍することによって得ている。

このように iD PHOTO システムでは, システムクロックがあらかじめディスク上に刻まれているため, 検出窓が広く変調効率がよい NRZI プラス変調を用いることができ, PRML 再生も安定に行うことができる。Fig. 5 にアイパターンを示す。広い検出窓幅と良好なジッタ特性が得られていることがわかる。再生クロック位相余裕はクロック幅 50 ns に対して, 18 ns 以上である。また, 振幅余裕は 30% 以上ある。iD PHOTO ではこの外部クロックを用いて PRML 再生を行うことによって高い再生性能を得ている。

3.3 高速データ転送・高信頼性

Fig. 6 にデータ転送レートとビットエラー特性を示す。記録再生パワーはそれぞれのデータ転送レートで最適化している。データ転送レート 20 Mbps から 50 Mbps (記録線速度 4.7~11.75 m/s 相当) 以上の広い範囲で 10^{-4} 以下の低いエラーレートが得られている。このように光磁気ディスクである iD PHOTO は, 記録線速度依存性が少ないため, 静止画から動画まで用途に適した記録速度が設定できる。このため低消費電力が要求されるモバイル用途に最適である。

Fig. 7 に繰返し記録再生特性を示す。データ転送レートは 20 Mbps である。100 万回以上の繰返し記録再生においてもビットエラーレートは 10^{-4} 以下であり高い信頼性を示している。

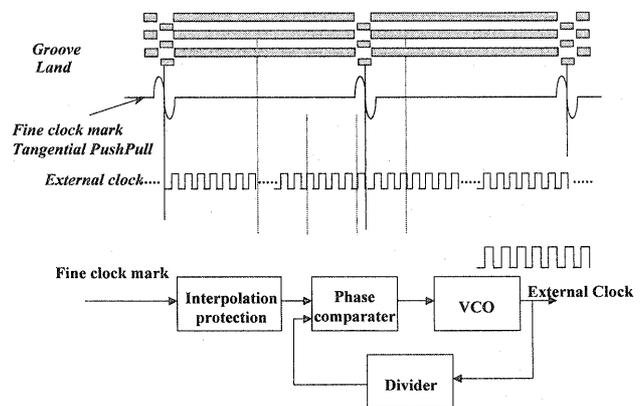
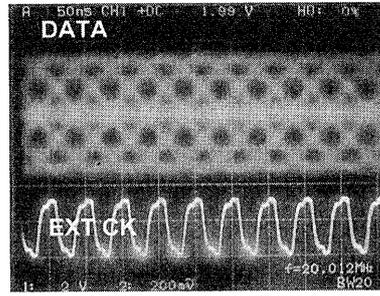


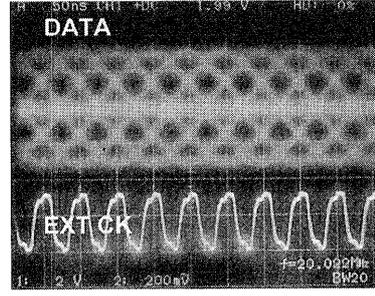
Fig. 4 External clocking system.

PR(1,1) level margin
33%



Land

30%



Groove

Fig. 5 NRZI plus eye pattern with an external clock.

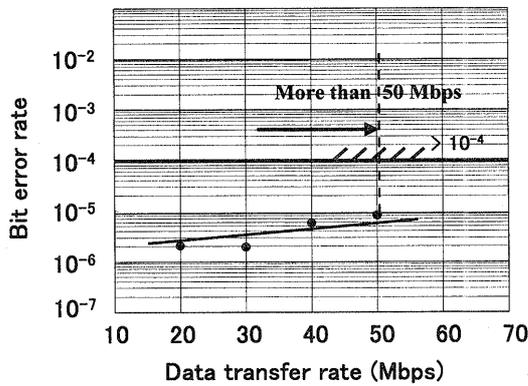


Fig. 6 Data transfer rate.

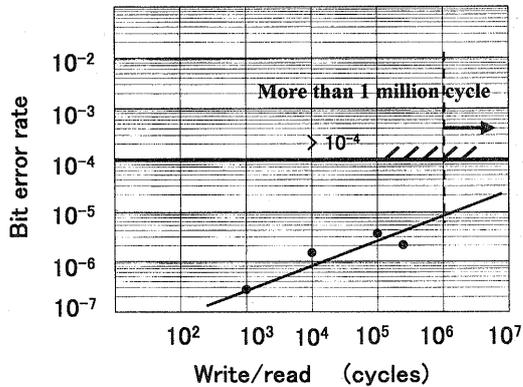


Fig. 7 Write-read cycle.

このように、iD PHOTO は高い記録性能と信頼性をもっていることがわかる。

4. おわりに

ディスク型メディアである iD PHOTO は、現行フラッシュメモリカードに比べてメガ当たりの単価が2桁低く

でき、メガピクセル対応メディアとしてコストパフォーマンスに優れている。このため iD PHOTO は、大容量・保存性に優れた特徴とともに、電子アルバムなどの民生用途や高精細静止画撮影・高速連写などの業務用途まで、デジタルイメージングの世界に、デジタルカメラの可能性をよりいっそう高めていくものと期待できる。

さらに、iD PHOTO で用いた光磁気記録方式は、青色レーザーによる大容量化のほか、磁区拡大再生方式など数々の高密度記録技術¹⁰⁾がある。将来的にはこれら技術を用いれば、さらなる大容量化が可能で、大容量アプリケーションにも展開可能と考えられる。

参考文献

- 1) たとえば、デジタルカメラ新時代：情報端末 1999年8月号（日刊工業出版）。
- 2) http://www.jeida.or.jp/japanese/statistics/dsc/99dsc_4q/index.html
- 3) 高橋 明, 渡辺 哲, 鷺見 聡, 松浦道雄, 渡辺 均: 日本応用磁気学会誌, 22, 1349 (1998).
- 4) J. Hirokane and A. Takahashi: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 35, 5701 (1996).
- 5) T. Watanabe and H. Ogawa: *Proc. Symp. Optical Memory*, 47 (1988).
- 6) AS-MO (Advanced Storage Magneto Optical Disk) の技術: エレクトロニクス 1998年9月号 (オーム社)
- 7) Exif 規格: デジタルスチルカメラ用画像ファイルフォーマット: 社団法人 日本電子工業振興協会, 1998.
- 8) DCF 規格: カメラファイルシステム規格: 社団法人 日本電子工業振興協会, 1998.
- 9) QuickTime ファイル仕様: QuickTime Movie File Format Specification 1996, Apple Computer, Inc.
- 10) H. Awano, A. Yamaguchi, S. Sumi, S. Ohnuki, H. Shirai, N. Ohta, and K. Torazawa: *Appl. Phys. Lett.*, 69, 4257 (1996).

(2000年9月21日受理)