

AC バイアス・デジタル磁気記録のオーバーライト消去特性

西川 正明*・野村 卓司**

Overwrite Erase Characteristics in AC-Biased Digital Magnetic Recording

Masaaki NISHIKAWA and Takuji NOMURA

Abstract

The effect of write signal and AC-bias field on overwrite erase rate in AC-biased digital magnetic recording system is examined. The experiment shows that the properties of overwrite erase rate generally depend on the medium magnetizing range determined by the combination of write signal and AC-bias field level.

1. ま え が き

デジタル磁気記録の高記録密度化をはかるため、従来の飽和形記録に代えて未飽和形記録を積極的に導入しようとする試みがなされている。この場合、一般のアナログ記録で行われているような AC バイアス記録方式を適用すれば、媒体の未飽和域で生ずる磁化の非線形性が改善されるので、例えば多値レベル記録やパイロット信号の重ね書きにこれを利用することが出来る^{1),2)}。

筆者らは、このような AC バイアス・デジタル記録の設計指針を得るため、その基本特性のひとつとしてデジタル孤立再生波の性質に及ぼす AC バイアスの影響についてすでに検討した³⁾。ところで、未飽和形記録における実用上の問題点のひとつに、オーバーライト消去特性、すなわち記録済みの媒体に新しい信号を重ね書きして書き直す場合、前の信号がどの程度消え残るかという問題がある。Jacoby はデジタル記録に AC バイアスを導入する効用のひとつとして、このオーバーライト消去率の改善を挙げているが、その定量的な根拠には触れていない⁴⁾。

本報告では、このオーバーライト消去特性が記録磁界とバイアス磁界に対してどのような性質を示すかを実験的に調べ、その性質がさきに報告した媒体の磁化動作域の区分³⁾とどのように対応するかを検討

した。

2. 実験方法

実験は市販のオープンリール形磁気テープ装置(テープ速度 9.5 cm/s)を用いて行った。Fig. 1 は記録再生回路の構成である。記録ヘッド及び再生ヘッドはいずれも高硬度パーマロイコアを用いたもので、ギャップ長はそれぞれ 7.9 μm 及び 3.5 μm である。なお、記録ヘッドのポールチップ飽和電流は約 14 mA であり、実験範囲はこの値以下に止めてヘッド飽和の影響がデータに含まれるのを避けた。

Table 1 に供試記録媒体の要目を示す。これらは市販 6.25 mm 幅磁気テープ中から塗布厚の異なるものを選んだもので、媒体塗布厚による特性の相異を調べ

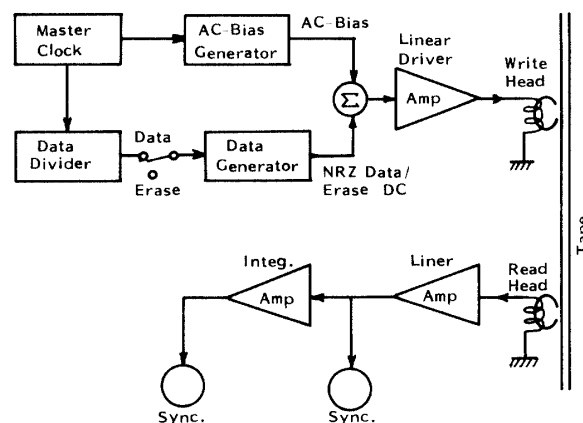


Fig. 1 Block diagram of experimental write/read circuit.

* 電気工学科

** 大学院電気工学専攻

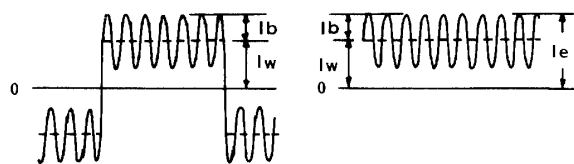
Table 1 Parameters of experimental tapes

Tape	Coating Thickness (μm)	Coercivity (kA/m) (Oe)	Residual Flux Density (T)
A	4.1	27.9 350	0.09
B	8.1	22.7 285	0.1

ようとする目的である。

オーバーライト消去率の測定は、一般にはある周波数の信号で記録された媒体にそれと異なる周波数の信号をオーバーライトした場合の再生信号を周波数分析して行われているが、ここでは実験の都合から次のようにしてこれを求めた。

まず、適当な記録密度（ここでは孤立波領域での特性を求めため、記録密度は 10.5 FR/mm と十分低くとった）の NRZ 記録信号と AC バイアスを重畳して媒体に記録し、これを記録同時再生方式で再生して再生ヘッドに現われる再生信号の振幅 E とその積分信号の振幅 Φ を測定する。再生信号の積分値は周知のように媒体中の残留磁束量を表わす。つぎに、この記録済みテープを巻戻し、更に Fig. 2 に示すようなオーバーライト消去電流 I_e を記録ヘッドに流してテープを走らせ、再生ヘッドに現われる前信号の消え残りの信号振幅 E_e とその積分振幅 Φ_e を測定する。 I_e の値は記録時の記録信号電流振幅 I_w と同じ値の直流電流に記録時と同じ値の AC バイアス電流 I_b を重ねたもの（すなわち、 $I_e = I_w + I_b$ ）としており、従ってオーバーライト消去時に媒体にかかるピーク磁界は記録時のそれと等しい。これは、孤立波のオーバーライト消去を行う実際的な条件を考慮したものである。



(a) Write (b) Erase

Fig. 2 Write and overwrite erase current.

上記の測定から、次式によってオーバーライト消去率を求めた。

$$\text{オーバーライト信号消去率 } \alpha_E = (E_e/E) \times 100\%$$

$$\text{オーバーライト磁束消去率 } \alpha_\Phi = (\Phi_e/\Phi) \times 100\%$$

実用上問題になるのは α_E であるが、内部磁束量自身の消え方を知るため α_Φ も参考とした。

3. 実験結果及び考察

3.1 媒体の飽和特性

オーバーライト消去率を測定するに先立ち、消去磁界の実験範囲を決める目安を得るために媒体の無バイアス時の飽和特性曲線を測定した。Fig. 3 にこれを示す。

図から各テープに対する飽和点電流 I_s と減磁点電流（不感帯電流） I_0 を文献³⁾ のようにして求めると Table 2 のようになる。AC バイアス印加時の最高感度バイアス電流 I_{b0} は、 $I_{b0} = (I_s + I_0)/2$ ³⁾ を計算して表のように示される。

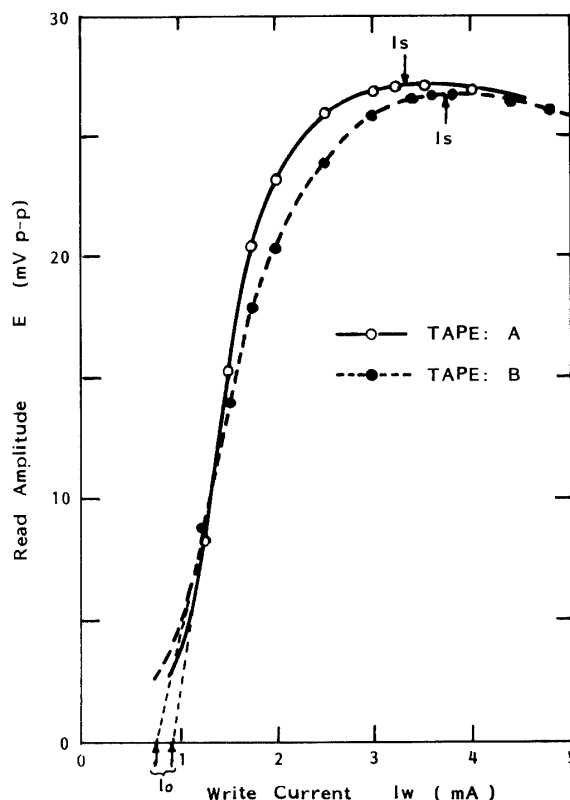


Fig. 3 Saturation curves of experimental tapes.

Table 2 Saturation point current I_s , demagnetization point current I_0 and max. sensitivity bias current I_{b0} of each tape.

Tape	I_s (mA)	I_0 (mA)	I_{b0} (mA)
A	3.3	0.9	2.1
B	3.75	0.75	2.25

3.2 オーバーライト消去特性

各テープについて、記録電流 I_w とバイアス電流 I_b

の種々の組合せにおいて記録を行い、これを2章の方法でオーバーライト消去した場合のオーバーライト信号消去率 α_E 及びオーバーライト磁束消去率 α_θ を求めた。

Fig. 4 は Tape A についての結果を示す。横軸には記録時の記録信号電流 (これはオーバーライト時の直流に等しい) I_w をとり、たて軸には I_b をパラメータとして α_E あるいは α_θ を直線グラフ上にプロットしている。図から以下のことが知られる。

- ① α_E, α_θ は I_w の増加につれて単調に減少するが、その特性曲線の性質は I_b の値によってかなり異なる。
- ② I_b が小さい範囲 (例えば $I_b=0, 1\text{mA}$) では、特性曲線のかなりの部分は直線グラフ上で負の傾

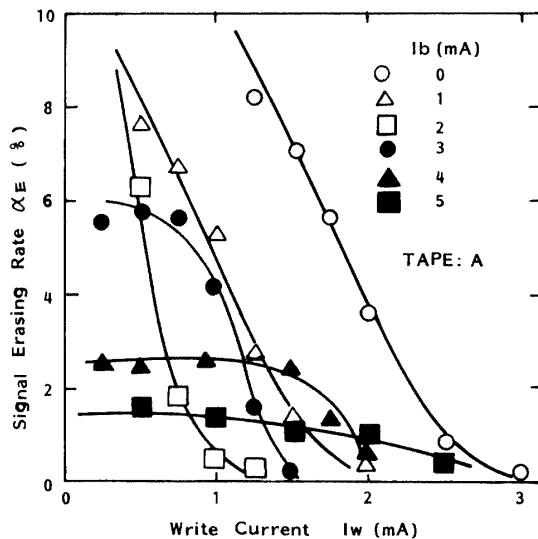


Fig. 4(a)

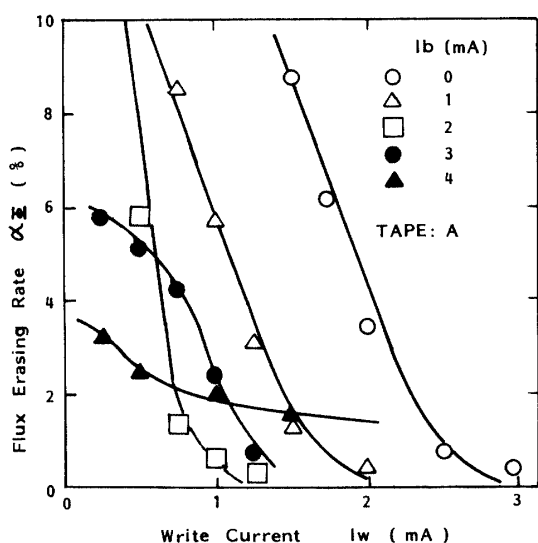


Fig. 4(b)

Fig. 4 Overwrite erasing rate vs. write current with bias current as a parameter.

(a) signal erasing rate. (b) flux erasing rate.

きを持つ直線で近似できる。

- ③ 又、 I_b が小さい範囲では、 I_b が異なった場合、特性曲線は I_b の増加分だけ左にほぼ平行移動する性質を持つ。
- ④ I_b がある程度大きくなると、上記の平行移動は曲線の上部から逐次阻止され、曲線の形はやや複雑になる。
- ⑤ 磁束消去率 α_θ は信号消去率 α_E より同じ条件下で一般にやや大きい。

3.3 考 察

以上のように、オーバーライト消去率は、同じ消去電流 I_e であっても記録時の I_b と I_w の割合によって動作領域ごとに異なった性質を持っている。これは記録時の媒体の磁化が (I_b, I_w) の組合せによって異なることから当然のことであるが、このことを整理し、記録時の媒体の磁化動作領域の区分と消去率の性質を関連付けるため、Fig. 4 から同じ信号消去率を与える (I_b, I_w) の組合せを求め、 (I_b, I_w) のリニア平面上にこれをプロットすると、Fig. 5 (a) のようになる。Fig. 5 (b) は同様な関係を Tape B について求めたものである。

ここで、図の点線は、文献3)で報告した媒体記録時の磁化動作領域の区分を示す境界線で、この境界線により (I_b, I_w) 平面は、初期磁化領域 (IM)、過バイアス減磁領域 (OBD) 及び過飽和領域 (OS) に分けられる。なお、各境界線は前記の I_s と I_0 から容易に求められる³⁾。

Fig. 5 から、オーバーライト消去率は各磁化領域ごとに次のような性質を持っていることがわかる。

- ① IM 領域：図の等消去率曲線は、この領域では -45° 勾配の直線で表わされる。すなわち、この領域では消去率に対する $I_b + I_w$ の加法則 ($I_b + I_w$ の和が等しければ同じ消去率となる) が成立つ。
- ② OBD 領域：曲線はこの領域において I_b の増加とともに一旦正勾配の直線に近付いた後、ある I_b 以上で負勾配に変曲する。
- ③ OS 領域：この領域では消去率の値が小さく、今回の実験では正確な測定ができなかったが、Fig. 5 (b) の傾向から見るとこの領域でも IM 領域と同様に消去率に対する $I_b + I_w$ の加法則が成立つように見える。
- ④ なお、Tape A と Tape B を比較すると、とくに IM 領域において、塗布厚の厚い Tape B の方が全般に消去率は大きい。

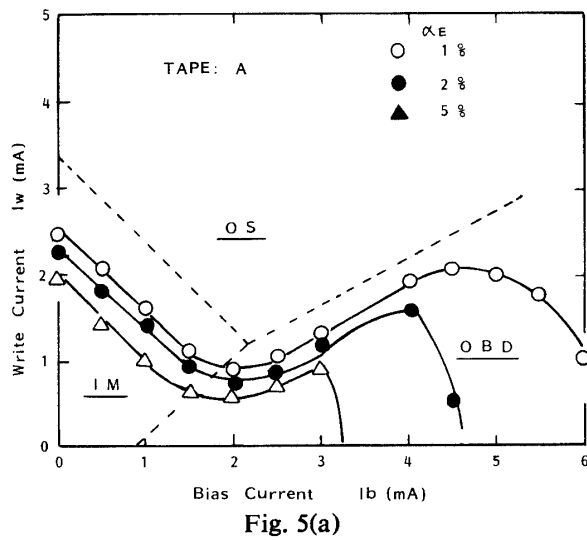


Fig. 5(a)

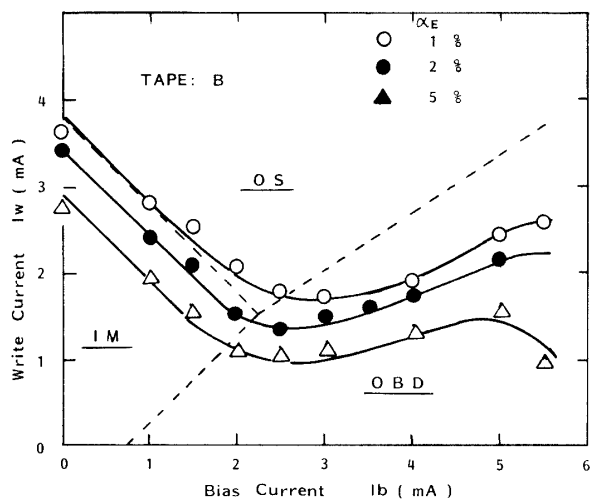


Fig. 5(b)

Fig. 5 Write current giving the same erasing rate vs. bias current.

(a) Tape A (b) Tape B

ところで、文献3)において、記録時の残留磁束に関してその磁化動作領域ごとの性質の違いを報告した。それによると、残留磁束値はIM及びOS領域では $I_b + I_w$ の加法則に従い、又、OBD領域では等残留磁束曲線が I_b に比例する正勾配の直線に漸近する。この性質は、上述の消去率に関する各領域ごとの性質と、OBDの負勾配領域を除いて、ほぼ同じである。このことから、消去率は、OBD域の一部を除くと、結局、記録時の残留磁束値が同じならほぼ同じになると見ることが出来る。

なお、消去率の絶対値は、文献3)の残留磁束値と対

照することによって、残留磁束値が大きいほど小さく、残留磁束が飽和に達するような状態では僅少な値になることが知られる。

4. むすび

ACバイアス・デジタル記録のオーバーライト消去特性が、記録時の記録信号電流振幅 I_w とACバイアス電流振幅 I_b の組合せによってどのように影響されるかを検討した。本報告では、オーバーライト消去時のピーク磁界が記録時のピーク磁界と一致するような状態のもとで特性を調べた。そしてさきに報告した記録時の残留磁束特性の (I_b, I_w) 依存性とオーバーライト消去特性を互いに照合することにより、両者の対応を考察した。要点をまとめると次のようになる。

(1) 初期磁化領域に相当する (I_b, I_w) の組合せで記録し、これを同じピーク磁界でオーバーライト消去した場合の消去率は、 $I_b + I_w$ の和によって定まり、両者の割合にはよらない。 $I_b + I_w$ が媒体の飽和値に近付くほど消去率は減少する。

(2) 過バイアス減磁領域に相当する (I_b, I_w) では、等消磁率曲線は正勾配の直線に近付いたのち、 I_b がある程度大きくなると負勾配に転ずる。

(3) 過飽和領域においては、消去率は僅少となり、今回の実験では測定精度に問題があるが、傾向としては初期磁化領域における性質と同様な性質が見られる。

(4) 消去率は、過バイアス減磁領域の一部を除き、記録時の残留磁束値が同じならほぼ同じ値になる。

参考文献

- 1) Price, R., Craig, J. W., Melbye, H. E. and Perahia, A.: An experimental, multilevel, high density disk recording system, IEEE Trans. Magn., MAG-14, 315-317 (1978).
- 2) Haynes, M. K.: Magnetic recording techniques for buried servos, IEEE Trans. Magn., MAG-17, 2730-2734 (1981).
- 3) 西川正明, 横山昌幸, 桐原昭雄: ACバイアス・デジタル磁気記録の基礎的性質, 山口大学工学部研究報告, 33, 127-134 (1982).
- 4) Jacoby, G. V.: High density recording with write current shaping, IEEE Trans. Magn., MAG-15, 1124-1130 (1979).

(昭和58年4月15日 受理)