薄膜磁気ヘッドのウイグル現象が記録再生特性に及ぼす影響

Influence of Wiggle on Reproduced Waveform

宮本 詔文・相原 誠・田辺正則・福井 宏・川上寛児*

(株)日立製作所日立研究所, 日立市久慈町 4026 (☎319-12)

* (株)日立製作所小田原工場, 小田原市国府津 2880 (☎256)

N. Miyamoto, M. Aihara, M. Tanabe, H. Fukui and K. Kawakami*

Hitachi Research Laboratory, Hitachi Ltd., 4026, Kuji-cho, Hitachi, Ibaraki 319-12

*Odawara Works, Hitachi Ltd., 2880, Kozu, Odawara, Kanagawa 256

Reproduced waveform with thin film magnetic heads, distortions (wiggles) of reproduced waveform are sometimes observed. In this study, a method for extracting wiggles from reproduced waveform was devised, and wiggle behavior was studied. Extracted wiggles were in pulse width from 40 to 80 ns, in amplitude from 10 to 30 μ V, and their locations during reproduced waveform were shifted by and external magnetic field, but wiggle width and amplitude were not affected. After write operation, wiggle pulse width and amplitude changed; however, the area under the extracted pulse was verified constant. Peakshifts of reproduced waveform increased when wiggles came close to the peak of the reproduced waveform, and wiggle amplitude increased.

Key words: magnetic recording, thin-film head, inductive head, reproduced waveform distortion, wiggle, peakshift

1. はじめに

薄膜磁気ヘッドは磁気ディスク装置の記録密度向上に必要な不可欠なデバイスである。薄膜磁気ヘッドに用いられるパーマロイなどの磁性膜は、磁性膜本来の磁気特性、形状による反磁界のため、多くの磁区に分割される。これらの磁区は媒体からの磁界により複雑な挙動を示し、再生信号の波形歪として観察される場合がある。薄膜磁気ヘッドの波形歪現象は 1979 年 IBM 社の Jones によりウイグル (wiggle) 現象として始めて報告され¹⁾、その後磁区構造とウイグルの関係が明らかにされている²⁾。またウイグル現象そのものについては、磁区の挙動に関連してさまざまな説明が試みられており^{3), 4)}、最近では、Klaassen らがヘッドのコイルに DC バイアス電流を印加し、ウイグルの挙動を観察した報告⁵⁾、Williams によるウイグルのモデル化などがある⁶⁾。しかしながら、ウイグル現象にはまだ不明な点が多く、その詳細については

解明されていない部分が多い。我々は、このようなウイグル現象の解明を目的とし、その一端となるべく再生波形に含まれるウイグル成分を抽出、定量化することを試みた。さらに、発生したウイグルが再生信号に及ぼす影響について調べたので、その結果についても報告する。

2. ウイグル成分の抽出方法

再生信号に含まれるウイグルはコイルに微小な DC バイアス電流を流すことによってその発生位置が変化することが報告されているが⁵⁾、ヘッドに対して外部から磁界を印加した場合にも同様の現象が起きる。我々は、Fig. 1 に示すように電磁石を利用して、信号再生中のヘッドに外部磁界を印加し、ウイグルを観察することを試みた。電磁石はヘッド磁性膜の困難軸方向に磁界を印加するためにスライダの真上に固定した。ヘッドと磁石の間隔は約 2 mm で、ヘッド先端部において最大 30 Oe の磁界を印加可能である。Fig. 2 にこの装置を利用して、孤立再生波形を観察した例を示す。(a) は印加磁界 22 Oe の場合で、A, B 2 個所にウイグルが発生している。ウイグルは孤立再生波形の後斜面には発生しない。磁界を 27 Oe と大きくした場合、それぞれのウイグルは再生波形の上を移動する (b)。A のウイグルは孤立再生波

Fig. 1 A method for applying an external magnetic field.

Fig. 2 The waveform including wiggles, in case that an external magnetic field is (a) 22 Oe, (b) 27 Oe.

形の後斜面をかけのぼる方向、Bのウイグルは斜面をかけおりる方向に移動する。ウイグルは記録のためヘッドに大きな電流を流すと、その発生位置が変わるが、一度再生に入るとほぼ一定の位置で観測され、外部磁界によって発生位置をコントロールできる。このようなウイグルの性質を利用して、次の方法でウイグル成分を抽出することを試みた。Fig. 3 にその方法を示す。抽出方法はウイグルを含んだ再生波形からウイグルを含まない再生波形を引き、その差分をウイグルとするものである。ウイグルを含まない再生波形は、外部磁界を変化させながら波形ディジタイザでデータを収集し、得られた波形を平均化して求める。この方法により完全ではないもののウイグルを特定の位置に含まない波形を求めることができる。一方ウイグルを含んだ波形は外部磁界を一定にして同様の方法で求める。

3. ウイグル成分の抽出結果および考察

Fig. 4 にウイグル成分の抽出結果を示した。ヘッドはポール厚約 $3\mu\text{m}$ の薄膜ヘッド、媒体は保磁力 600 Oe のスパッタ媒体を用いた。測定条件は、周速 25 m/s、浮上量 $0.25\mu\text{m}$ とした。(a) は外部印加磁界 -10 Oe の場合であり、再生波形中の A 点、B 点 2 か所にウイグルが観測された。この波形から抽出したウイグルを上図に斜線で示した。この例で観測したウイグルは、幅が約 50 ns、ピーク値が $30\mu\text{V}$ であった。(b) は外部印加磁界を -15 Oe にしたときのウイグルを抽出したものである。外部磁界によってウイグルの発生位置は変化しているが、ウイグルのピーク値、幅はほとんど変化しない。こ

Fig. 3 A method for extracting wiggles.

のようにウイグル成分を抽出することによって、ウイグル波形の形状、外部磁界による動きなどを定量化することができる。

ウイグルはヘッドに記録電流を流すごとにその発生位置が変化することは前にも述べたが、この時発生したウイグルの大きさ、パルス幅などの形状がどのような分布を持っているのかを調べてみた。Fig. 5 にその結果を示す。実験は一つのヘッドについて行った。ウイグルのパルス幅は最小 40 ns から最大 80 ns、大きさは最小 $10\mu\text{V}$ から最大 $30\mu\text{V}$ であり、さまざまな大きさのウイグルが観測された。また、ウイグルの幅が大きくなると、そのピーク値は小さくなる傾向も観測された。このことを詳細に調べるため、発生したウイグルの面積、すなわち電圧の時間積分値 ($\int V dt$) の分布をまとめた。Fig. 6 にその結果を示す。図よりウイグルの面積は発生したウイグルのパルス幅に関係なく、ばらつきがあるもののほぼ一定値となることが観測された。ウイグルの面積は電圧の時間積分であり、磁束の変化量を示している。すなわち、いずれのウイグルについても、ウイグルを発生させるための磁束量は一定であり、ヘッドの内部で発生したある決った量の磁壁の移動が、ウイグルの発生要因となっていることが考えられる。

4. ウイグルが再生特性に及ぼす影響

ウイグルがヘッドの再生特性のピークシフトにどのような影響を与えるかを調べた。まず最初にウイグルの発生位置と、ピークシフトの関係を調べた。Fig. 7 にその結果を示す。ウイグルの発生位置は再生波形のピーク位

Fig. 4 The reproduced waveform including wiggles at position A and B and extracted wiggles (upper figures), in case that an external magnetic field is (a) -10 Oe and (b) -15 Oe , respectively.

Fig. 5 The relationship between width and amplitude of wiggles.

置を基準にした。ピークシフト量はウイグルが発生した時としなかった時の再生信号のピーク位置のずれから求めた。ここでのピークシフトはウイグルに起因する成分のみを取り扱う。測定の結果、ウイグルが再生信号のピーク位置に対して約 15 ns まで近づくとピークシフトが発生する。さらに接近するとピークシフト量は増加し、約 5 ns 付近で最大 3 ns 程度のピークシフトが観察された。また、 5 ns 以内に接近した場合はウイグル波形は検出されなかった。次にウイグルの大きさとピークシフトの関係を調べた。ウイグルの発生位置は再生信号のピーク位置から 5 ns とした。結果を Fig. 8 に示す。ピークシフトは約 $10 \mu\text{V}$ 以下のウイグルでも発生して

Fig. 6 Area under the extracted wiggles vs. width of wiggles.

おり、ウイグルのピーク値が大きくなるに従いピークシフト量も増加する。ピーク値 $30 \mu\text{V}$ のウイグルで約 7 ns のピークシフトが発生した。

5. ま と め

ウイグルが外部印加磁界によってヘッド再生信号中を移動することを利用して、再生信号に含まれるウイグル成分を分離抽出し、次の結論を得た。

- (1) 外部磁界によってウイグルの発生位置は変化するが、そのパルス波形形状は変わらない。
- (2) 記録電流を流すことによってウイグルの波形形状が変化するが、その電圧の時間積分値はほぼ一定である。
- (3) ウイグルの発生位置が再生波形のピーク値に近づき、かつウイグルのピーク値が大きくなるほど、ピークシフト量は増加する。

Fig. 7 Peakshift vs. location of wiggles.

Fig. 8 Peakshift vs. amplitude of wiggles.

文 献

- 1) R. E. Jones, Jr.: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-15**, 1619 (1979).
- 2) 丸山隆男, 山田一彦, 伊藤 勝, 大橋啓之, 山縣敏男: 昭和 57 年度電子情報通信学会学術公演概要集, 1-289 (1982).
- 3) R. F. Soohoo: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-18**, 1128 (1982).
- 4) K. Ohashi: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-21**, 1581 (1985).
- 5) K. B. Klaassen, J. C. L. van Peppen, *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-25**, 3209 (1989).
- 6) M. L. Williams, S. E. Lambert: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-25**, 3206 (1989).

1990 年 1 月 5 日受理, 1990 年 1 月 30 日採録