磁気プリンタにおけるマルチヘッド記録

A Recording Method Using a Multiple-Channel Head in the Magnetic Printer

小鍛治徳雄・木下邦夫
N. Kokaji, K. Kinoshita

岩崎通信機(株), 八王子市石川町 2969-1 (〒192)

Iwatsu Electric Co., Ltd., 2969-1, Ishikawa-cho, Hachioji, 192

This paper describes a new multiple-channel head and a scanning method using the head in the magnetic printer.

The head records spaced multiple lines each rotation of the magnetic drum and moves along the axial direction of the drum.

The head has multiple channels with different track widths.

The track widths of the preceding channels are wider than those of the succeeding channels. The latent images of the preceding channels are partly overlapped by the succeeding channels, whereby a high quality copy having a solid black is realized. A formula is presented which determines the track pitch of the head according to the number of channels and the scanning pitch.

From experiments we found that the track width of the last succeeding channel should be set to be about 10 micrometers narrower than the desired toner image width.

1. ま え が き

磁気プリンタの実用化については既に報告されている^{1)~3)}。そこでは記録ドラムの円周方向を主走査方向とし、記録ドラムの軸方向を副走査方向とし、記録ドラムの回転につれて記録ヘッドが副走査方向に移動することにより、順次磁気潜像を形成している。1頁分の潜像形成を終了すると、潜像を磁性トナーで現像して顕像となし、トナー顕像を紙に転写し定着することによりハードコピーを得ている。

このような磁気プリンタにおいては潜像形成時間を短縮することが重要課題のひとつである。そこで従来の1

チャンネルヘッド^{1),2)}に代わるマルチヘッドを考案したので報告する。

2. 走査原理

Fig. 1 に4チャンネルヘッドを例として記録走査の原理を示す。(b)のドラムの展開図上にヘッドの軌跡が示されている。ドラム上のO点から軸方向に沿って展開してあり、各主走査の始端O'点と終端O''点とはドラム上O点と同じ位置にある。チャンネルAはO'上の(1)点からO''上の(1)'点へと走査する。同様にチャンネルBは(2)点から(2)'点へ、チャンネルCは(3)から(3)'点へ、チャンネルDは(4)点から(4)'点へと走査

Fig. 1 Principle of scanning by the 4-channel head
(a) Arrangement of the drum and the head,
(b) Developed figure of the surface of the drum

する。次に (1') 点と (5) 点とはドラム上で同じ地点であるから、チャンネル A は (5) 点から (5') 点へと走査する。同様にチャンネル B は (6) から (6') 点へと走査する。

このようにして各チャンネルは Table 1 に示すように 4 行おきに走査行を担当する。多条ネジ方式でスパイラル状に各チャンネルの走査軌跡を描いていくことになる。

3. ヘッドの形状および走査軌跡

Fig. 2 (a) にヘッドコアの先端部の形状を示す。各チャンネルのトラック幅は先行するチャンネル (例えばチャンネル D) の方が後行するチャンネル (例えばチャンネル A) より広くしてある。巻線しろとシールド板のために各チャンネルは間隙をもって並べられるから、隣接 4 行を同時に記録することはできない。Table 1 に従い、例えばチャンネル A が 1 行目を記録するとき、チャンネル B は 6 行目、または 10 行目を、チャンネル C は 11 行目または 19 行目を、チャンネル D は 16 行目または 28 行目をというふうに離れた行を同時に記録することになる。Table 1 を満足するようなトラックピッチの一般式は次式で示される。

$$E = (km + 1)P \quad (1)$$

E : トラックピッチ, P : 副走査ピッチ,

m : チャンネル数, k : 整数

Fig. 2 (b) に $m=4$, $k=2$, 従って $E=9P$ とした場合の記録軌跡の一部を時系列で示す。各チャンネルは 9 行

Fig. 2 Sequential recording loci by the 4-channel head

(a) Geometry of the head, (b) Sequential recording loci by partly overlapping the loci, (c) Resulting loci

Table 1. Recording lines of the respective channels

	1	2	3	4	n
channel-A	1 line	5 line	9 line	13 line	$(4n-3)$ line
channel-B	2	6	10	14	$(4n-2)$
channel-C	3	7	11	15	$(4n-1)$
channel-D	4	8	12	16	$4n$

ずつ離れた行を同時に記録していく。(b) 図はチャンネル A が 9 行目、チャンネル B が 18 行目、チャンネル C が 27 行目、チャンネル D が 36 行目を記録した時点を示してある。まず第 1 回目の走査でチャンネル D が 4 行目を記録する (軌跡 D_4)。このときチャンネル C~A はまだ自分の担当行の位置にない。記録ドラムが 1 回転して第 2 回目の走査になるとヘッドが 4 行分副走査方向に進み、チャンネル D は 8 行目を記録する (軌跡 D_8)。第 3 回目の走査になるとヘッドが更に 4 行分副走査方向に進み、チャンネル D が 12 行目を記録する (軌跡 D_{12}) とともに、チャンネル C が 3 行目を記録する (軌跡 C_3)。軌跡 C_3 は軌跡 D_4 と 1_3 の幅だけ重ね書きされる。飽和記録することによりこの重ね書き分は後行する C_3 の軌跡に書換えられ、軌跡 D_4 は 1_3 だけ線幅が狭くなる^{1),2)}。

このようにして走査が進んで行き、5 回目の走査でチャンネル B が 2 行目を記録し (軌跡 B_2)、重ね書きにより軌跡 C_3 を 1_2 の幅だけ狭くする。同様に第 7 回目の走査でチャンネル A が 1 行目を記録し (軌跡 A_1)、重ね書きにより軌跡 B_2 を 1_1 の幅だけ狭くする。

こうして順次重ね書きにより各チャンネルの軌跡幅が狭められていき、Fig. 2 (a) に示すような異なるトラック幅によるヘッドの記録軌跡が、Fig. 2 (c) に示すごとく行ピッチ P に等しい幅になる。

ここで隣接行を一部分ずつ重ね書きする理由を述べる。Fig. 3 (a) は各チャンネルのトラック幅を等しくかつ

Fig. 3 Loci models to explain the reason of partly overlapping

(a) Ideal recording loci by a head with equal track widths, (b) Actual recording loci by the head mentioned in (a), (c) Actual recording loci by the head mentioned in Fig. 2.

Fig. 4 Photography of the head, viewing from A in Fig. 1 (a)

行ピッチに等しくした場合の理想的な軌跡である。しかし実際にはヘッドの加工ムラや副走査方向へのヘッドの送りムラなどのために軌跡の行ピッチは不揃いになり、(b) に示すようにある部分では重なり、他の部分では軌跡間にスペースが生ずる。このスペースにはトナーが付着しないから白の画像になる。ベタ黒であるべき部分にこのような筋状の白い部分が混じると雨降り模様のようにになり、画質を低下させる。そこで Fig. 3 (c) に示すように隣接行を一部分重ねて、スペースを生じさせないようにすることによりベタ黒が実現される。我々の視感覚には (c) の方が (b) よりも良好な画質として受け入れられる。

4. 実験及び考察

4 チャンネルヘッドとして Fig. 2 (a) に示す形状のヘッドを作成して記録を行った。作成したヘッドの側面 (Fig. 1 (a) の A から見る) を Fig. 4 の写真に示す。

実験条件は以下のとおりである。

線密度 13 本/mm トナー 乾式一粒子
行ピッチ $P=78 \mu\text{m}$ 粒径 (10~25 μm)
整数 $k=3$ 定着 圧力定着
チャンネル数 $m=4$ 紙 普通紙
トラックピッチ $E=8.80 \mu\text{m}$

((1) 式によれば $E=857 \mu\text{m}$)

Table 2. Track widths of the heads

	d	c	b	a
head (I)	300 μm	170 μm	130 μm	90 μm
head (II)	300	160	120	70
head (III)	300	160	115	65

トラック幅 Table 2 に示す

Fig. 2 からわかるとおり、チャンネル D は後行する隣隣のチャンネル C とチャンネル A に重ねられるので軌跡が狭くなりやすく、逆にチャンネル A はどのチャンネルにも重ねられないので軌跡は広くなりがちである。従ってトラック幅に対して軌跡の広がりかどの程度になるかは、最終軌跡を求めるうえで重要である。この広がりを 0, 8 μm , 10 μm , 12 μm とした場合のチャンネル A とチャンネル D の軌跡の計算値を Fig. 5 に示す。

今、線密度が 13 本/mm であるから、理論的には各チャンネルの軌跡が 78 μm となればよく、この値を Fig. 5 に破線で示す。各チャンネルの軌跡幅が均一でないといひ画質は期待できない。

次にこれらのヘッドを用いて、ドラムに記録を行い、得られたコピーサンプルで実際の軌跡の幅を調べた。

実験の方法はそれぞれのヘッドについて、軌跡の幅を知りたいチャンネルのみ黒信号を入力して、黒線を記録し、同時に他の三つのチャンネルは白信号を入力して白とした。従って、記録サンプル上には、一つのチャンネルの軌跡のみが黒線となり、他は白のままである。

Fig. 6 の記録サンプルの拡大写真からわかるとおり、トナーの粒径などの影響で、記録サンプルから黒線の線幅を正確に求めることはむずかしい。そこで一定の面積の黒濃度で、黒線の線幅の代用とすることを考えた。

各ヘッドから得られた Fig. 6 に相当するコピーパタ

Fig. 5 Calculated locus-widths

Expanded width is (a) zero, (b) 8 μm , (c) 10 μm and (d) 12 μm .

Fig. 6 Photographies of the enlarged copy samples with
(a) the head III-channel-A writing black,
(b) the head I-channel-D writing black

ーンの濃度の測定値を Fig. 7 に示す (反射濃度計マクベス RD917 使用). Fig. 7 は Fig. 5 (c) と非常によく一致している. 反射濃度は対数であり, 線幅の変化は一次関数であるが, 限定された範囲では一次近似が可能であることを示している. このことから黒線の線幅を反射濃度で推定する方法は, 限られた範囲での比較の場合には有効であることがわかった. 一方記録の際のトラック幅に対する広がり, Fig. 7 の結果から $10\ \mu\text{m}$ 程度であることが確認された.

ヘッドのコア幅に対して媒体上の記録幅の広がりについては, いろいろ検討されている. ヘッドの3次元モデルから計算している論文⁴⁾によれば, この場合の広がり $5\ \mu\text{m}$ と計算される. ビッター図形を観測したところ約 $5\ \mu\text{m}$ となり計算値とよく一致した. しかし平均粒径 $13\ \mu\text{m}$ の乾式トナーで現像する磁気プリンタにおいては, さらにこの粒径の大きさの影響が加わって, 広がり

Fig. 7 Reflective density of the copies by the various heads

Fig. 8 Copy samples produced by the head III

は $10\ \mu\text{m}$ 程度になったものと考えられる.

これらの結果から3種類のヘッドのうち, ヘッド(III)が最も均一でよい画質が期待できる. ヘッド(III)によるテストチャート (画像電子学会 No. 2) のコピーサンプルを Fig. 8 に示す. 実用的に十分良好な画質が得られた.

5. む す び

多条ネジ的に走査するマルチヘッド記録について報告した. 各チャンネルのトラック幅は先行するチャンネルのトラック幅を広くし, 後行するチャンネルのトラック幅を狭くした. 各チャンネルは離れた行を同時に記録し, 順次先行チャンネルの軌跡に後行チャンネルの軌跡を一部分重ね書きすることにより, 行間スペースのない良好な画質のコピーが得られた. コピーされたトナー像から軌跡幅はトラック幅に対し約 $10\ \mu\text{m}$ の広がりを持つことがわかった. 最後行のチャンネルのトラック幅についてのみ実験結果との対比を示したが, 他のチャンネルのトラック幅の決定方法および同一ヘッドによる線密度の切替えについては別稿にて報告したい.

最後に日頃御指導賜わる喜安善市博士に深く感謝致します.

文 献

- 1) 小鍛冶, 木下, 浦野, 斎藤: 画像電子学会誌, **10**, 202 (1981).
- 2) 小鍛冶, 木下, 浦野, 斎藤: 電子通信学会, MR80-31 (1981).
- 3) 小鍛冶: 応用磁気学会誌, **7**, 2, 107 (1983).
- 4) 市山: 電子通信学会, MR 76-31 (1977).

1983 年 12 月 12 日受理, 1984 年 2 月 14 日採録