L 字形磁性体によるシャドウマスク周辺の磁界分布制御

Magnetic Field Distribution of Shadow Mask Having L-Shaped Magnetic Material

奈須野 裕・鈴木寛範*・芳賀 昭*・藤村健男**・山根啓介**

宮城職業訓練短期大学校, 宮城県栗原郡築館町萩沢土橋 26 (☎987-22)

*東北学院大学工学部, 宮城県多賀城市中央 1-13-1 (☎985)

**三菱電機(株)京都製作所, 京都府長岡京市馬場岡所 1 (☎617)

H. Nasuno, H. Suzuki*, A. Haga*, T. Fujimura** and K. Yamane**

Miyagi Polytechnic College, 26, Hagsawa Tukidate, Kurihara 987-22

*Faculty of Engng., Tohoku Gakuin Univ., 1-13-1, Chuo, Tagajo 985

**Mitsubishi Electric Corporation, Kyoto Works, 1, Baba Nagaokakyou, Kyoto 617

An effective method of shielding an ambient magnetic field in the CRTs is presented. The key to this method is the use of the L-shaped strip iron. The L-shaped pieces are arranged with separation around the frame of the CRT. The new shielding method has the effect of reducing and reshaping the perpendicular field to the screen and reduces the color change. On the other hand, there are no effects from reducing and reshaping the parallel field to the screen.

Key words: L-shaped magnetic material, miss-landing, color CRT, electron beam, shadow mask, magnetic field

1. ま え が き

シャドウマスク(以下マスク)を内装する3電子ビーム形のカラーCRTにおいては、地磁気などの環境磁界の影響を受けて電子ビームの軌道が変化して、所望しない蛍光体を発光させて、色ずれなどの好ましくない結果を招くことが知られている^{1,2)}。このような環境磁界の影響を取り除くため、カラーCRTのマスク・フレーム周辺に内部磁気シールドが装着されている。しかし、内部磁気シールドは、カラーCRT設置方向により環境磁界の遮蔽効果に差が生じる。さらに、カラーCRTの管軸に平行な方向および垂直方向からの環境磁界に対して、遮蔽効果を独立して調整することが困難であった。前報のマスク周辺に磁気回路を有した場合の電子ビームの軌道への影響においても、平行な方向の磁界に対する遮蔽効果が少なく改善の必要があった³⁾。

本論文では、磁性体の形状効果を利用しカラーCRTの管軸に平行な方向の環境磁界に対してのみ、ミスランディング量を減少させる磁気遮蔽部材の効果について報告するものである。なお、環境磁界の地磁気には水平成分と垂直成分があるが、垂直成分の影響はカラーCRT

の管軸を水平に保って動作させる限り蛍光面をどちらの方向に向けても一定である。このため、垂直成分の磁界による色ずれは蛍光体塗布工程で低減できるため、ここの磁気遮蔽部材は水平成分の遮蔽性能を問題とした。

2. L 字形磁性体と磁界分布制御

一般の家庭で使用されているテレビ装置は、Fig. 1 のようなストライプ状の蛍光面を有するカラーCRTを使用している。このカラーCRTは各電子ビームが環境磁界の影響を受けて上下方向(Y方向)に移動しても、同色の蛍光体列に射突するため、色純度の低下を招くことはない。しかし、環境磁界の影響を受けて電子ビームが蛍光面を左右方向(X方向)に移動するローレンツ力を受ける場合は、対応する蛍光体列から外れたり、他の蛍光体列にまたがって射突してしまうので色ずれが生じる。電子が磁束密度 B の磁界中を、速度 V で運動するとき色ずれを生じるカラーCRTの蛍光体列のX方向のローレンツ力 F_x は

$$F_x = -e(V_y B_z - V_z B_y) \quad (1)$$

で表される。ここで V_y , V_z は電子のY方向, Z方向の速度成分, B_y , B_z はY方向, Z方向の磁束密度成分である。CRTの管軸方向(Z方向)からの環境磁界においては、CRT内の磁界分布は印加方向の B_z 成分が B_y 成分に比べ格段に大きい。さらにCRTの偏向中心から画面に打ち出される電子放出速度は $V_z \approx V_y$ とみなしてよい。よって(1)式より B_z 成分を弱め、 B_y 成分を強めるように制御し F_x を零に近づければX方向に働くローレンツ力が少なく色ずれを生じない。Z方向の磁界に対し色ずれを防ぐには、このような観点から磁界分布を制御できる磁気遮蔽部材を使用することが考えられる。

Fig. 2は磁界分布制御用のL字形磁性体を示したもので、十分に細長い板状磁性体を厚み方向に曲げL字形

Fig. 1 A configuration of a shadow mask and phosphor screen in a color CRT.

Fig. 2 L-Shaped magnetic material.

に形成したものである。この磁性体の長手方向に磁界を印加すると、厚みに対し長さが十分長いので形状効果により長手方向に沿って磁化し、L字形磁性体の先端部を中心として誘導磁界を発生する⁴⁾。これを Fig. 3(a) のようにマスク周辺のフレームに沿って配置し、カラーCRTの管軸方向 (Z 方向) から磁界を印加すると Y 方向を中心として放射状に誘導磁界ができる。このように L 字形磁性体はその形状に従って磁化し、先端部において誘導磁界を放出するので磁界分布の制御が可能となる。さらに、この磁性体は幅方向の磁界に対しては磁化しにくいので、幅方向の環境磁界に対しては影響を与えない。

3. 磁界分布測定とミスランディング量計算

Fig. 3(a) のマスクに Z 方向、または X 方向から 1.0 (Oe) の環境磁界に相当する磁界を印加し、マスク周辺の X, Y, Z 方向の各磁束密度成分 B_x , B_y , B_z をフラックスゲート型磁力計により測定した。測定は偏向中心を出発して画面の各部に入射する電子ビームの軌道に沿って Z を位置変数として行っている。ここで、偏向中心とは電子銃を出発した電子ビームが偏向ヨークの磁界によって蛍光面の各位置に向かって発散していく発散中心に相当する点でありこの点を $Z=0$ と定めている。環境磁界としての地磁気は通常 0.4 (Oe) 程度であるが、本論文では検討の精度を上げるため 1.0 (Oe) としている。消磁は印加磁界を設定し、磁界を印加したまま交番減衰磁界に

Fig. 3 A shadow mask assembly having L-shaped magnetic material around a frame periphery.

よって行っている。その際 0.4, 0.8, 1.0 [Oe] と印加磁界を変化したとき、電子ビーム軌道上の磁界分布が線形的に変化していることを確かめた。

ミスランディング量は無磁界中を走行する電子ビームの蛍光面での位置と磁界中を走行する電子ビームがマスク面の同一の孔を通過し、蛍光面に達した位置での両者の差と定義⁵⁾し、運動方程式をルンゲ・クッタ・バーナ法により計算した。磁界分布の測定および電子ビームの軌道計算に使用したカラー CRT のマスク・フレームの寸法は縦 30.0 cm、幅 39.0 cm である。また、Fig. 3(a) で示してある図の偏向中心側から見てマスク中心 (O) の上側を A、マスク面の左側を B、コーナ部を C とした。

4. カラー CRT 内の磁界分布とミスランディング量

4.1 L 字形磁性体幅および配置本数による磁界分布

L 字形磁性体は純鉄で厚み $t=0.1$ cm、全長 $l=15.0$ cm の板を曲率半径 $r=3.3$ cm に形成したものである。幅 b は 2.0, 1.0, 0.5 cm の 3 種類を作製し、Fig. 3(a) のようにフレーム上辺および下辺に幅 b の 1/2 の間隔 d

Fig. 4 Magnetic field components along electron trajectory at the screen corner in the cases of applying (a) an axial (Z) field and (b) a horizontal (X) field.

をあげて配置した。配置する L 字形磁性体数は磁性体総量を等しくするようにそれぞれ 12 本、22 本、44 本とした。また、L 字形磁性体の幅を 0.5 cm 一定として、磁性体間隔を 0.5, 1.0, 2.0 cm、配置本数を 33 本、22 本、14 本と変えたときの磁界分布についても測定した。

Fig. 4(a) は幅 0.5 cm の L 字形磁性体を間隔 0.25 cm で 44 本配置し、Z 軸方向に 1.0 (Oe) の磁界を印加し偏向中心から C 点に達するまでの磁束密度の測定値を示したものである。マスク・フレーム単体と比べ、L 字形磁性体を配置した場合は B_z が減少し、 B_y は $Z=0 \sim 200$ mm の範囲で増加し磁界分布が変化していることが了解される。Table 1(a) はこれらの磁界分布から電子ビームの軌道計算を行いミスランディング量を求めたものである。X 方向でのミスランディング量に着目すればマスク・フレーム単体と比べ、L 字形磁性体を配置した場合コーナ部で格段にミスランディング量が減少している。L 字形磁性体の幅 0.5 cm、間隔 0.25 cm、配置本数 44 本

Table 1 (a) in an axial field and (b) in a horizontal field

(a)

Miss-Landing	A		B		C	
	X	Y	X	Y	X	Y
Mask and Frame	81	2	6	-117	100	-137
with L-shaped (W-2.0 P-12)	51	-37	2	-109	62	-133
with L-shaped (W-1.0 P-22)	47	-30	-4	-113	49	-140
with L-shaped (W-0.5 P-44)	45	-41	-4	-126	48	-156
with L-shaped (W-0.5 P-33)	48	-38	-5	-121	53	-153
with L-shaped (W-0.5 P-22)	51	-27	-1	-121	57	-148
with L-shaped (W-0.5 P-14)	58	-33	-1	-126	67	-152

(b)

Miss-Landing	A		C	
	X	Y	X	Y
Mask and Frame	9	152	12	230
with L-shaped (W-2.0 P-12)	8	164	12	231
with L-shaped (W-1.0 P-22)	11	155	18	247
with L-shaped (W-0.5 P-44)	11	154	14	235

(W:Width, P:pieces, Unit: μ m)

の場合、画面の各部において最も良好な値が得られた。

Fig. 4(b) は X 方向から 1.0 (Oe) の環境磁界を印加した場合の偏向中心から C 点までの磁界分布測定結果である。L 字形磁性体を配置した場合でも磁界分布にはほとんど変化がない。これは磁性体の形状効果により、十分に細長い L 字形磁性体の幅方向に磁界を印加しても磁化しにくいのである。Table 1(b) は、カラー CRT の画面 A 点、C 点でのミスランディング量を計算した結果である。マスク・フレーム単体と比べ、L 字形磁性体を配置した場合でも大きな変化がない。このように X 方向からの環境磁界に対する影響を与えることなく、Z 方向の環境磁界に対してのみ磁界制御を行い、ミスランディング量を減少させることが可能なことが了解できる。

4.2 L 字形磁性体 Z 方向位置による磁界分布

次に、L 字形磁性体を Fig. 3(b) で示すように、Z 方向への位置を変化して磁界分布を測定しミスランディング量を求めた。L 字形磁性体幅は 1.0 cm、間隔 0.5 cm でマスク・フレーム周辺に 22 本配置した。これを L 字形磁

Fig. 5 Magnetic field components along electron trajectory at the screen corner.

Table 2 Miss-landing in an axial field

Miss-Landing (22 Pieces)	A		B		C	
	X	Y	X	Y	X	Y
Mask and Frame	81	2	6	-117	100	-137
with L-shaped ($g=0.3$ cm)	60	-32	3	-127	84	-154
with L-shaped ($g=1.8$ cm)	50	-33	1	-122	66	-152
with L-shaped ($g=3.3$ cm)	47	-30	-4	-113	49	-140
with L-shaped ($g=4.8$ cm)	37	-16	0	-110	49	-142
with L-shaped ($g=6.3$ cm)	39	-23	1	-108	46	-142

(g : gap, Unit: μ m)

性体先端部とマスク・フレームとの間隔 g を 0.3, 1.8, 3.3, 4.8, 6.3 cm と移動し磁界の測定を行った。

Fig. 5 は L 字形磁性体先端部とフレームとの間隔を変化し、Z 方向から 1.0 (Oe) の磁界を印加した場合の偏向中心から C 点に達するまでの磁束密度を測定した結果である。間隔 g を Z 方向に移動した場合、 B_z の減少および B_y の増加が偏向中心側にずれることがわかる。Table 2 はこれらの磁界分布から、ミスランディング量を求めた結果である。L 字形磁性体先端部とマスク・フ

レームとの間隔 $g=6.3$ cm の場合、X 方向のミスランディング量はコーナ部 C 点において 46μ m, A 点で 39μ m と最も減少している。このように、間隔 g を Z 方向に移動した場合にも、最適位置が存在することが確認できた。

5. ま と め

カラー CRT のマスク・フレーム周辺に L 字形磁性体を配置することにより、管軸に平行な (Z 方向) 環境磁界の影響を効果的に低減でき、管軸に垂直な (X 方向) 環境磁界に対しては影響を与えないことを確認した。これより、Z 方向の磁界に対して色ずれが起こりやすい画面のコーナ部と上辺部において、格段にミスランディング量が減少した。また、L 字形磁性体の寸法条件やマスク・フレームに配置する際の磁性体の本数、位置によって X 方向の磁界による遮蔽効果を損なうことなく、Z 方向磁界に対するミスランディング量を最小にする最適設計が可能である。今回の実験では L 字形磁性体の幅を 0.5~1.0 cm と細くし、マスク・フレーム間隔 g を 5.0~6.0 cm に配置することによってミスランディング量を最小にできた。

最後に、本研究を進めるに当たりご指導いただきました東北学院大学工学部 菊地新喜教授に謝意を表します。

文 献

- 1) 奈須野, 鈴木, 芳賀, 中西, 藤村: 日本応用磁気学会誌, 14, 403 (1990).
- 2) S. B. Safford and M. D. Obara: IEEE National Symposium on EMC (1989), Session 5C, pp. 315~319.
- 3) 奈須野, 鈴木, 芳賀, 中西, 藤村: 日本応用磁気学会誌, 15, 503 (1991).
- 4) 奈須野, 鈴木, 芳賀: 電気学会全国大会 (1991), 1710.
- 5) R. C. Alig and R. J. D'Amato: Proceeding of SID, Vol. 30 (April 1989), pp. 287~296.

1991 年 11 月 12 日受理, 1992 年 1 月 30 日採録