

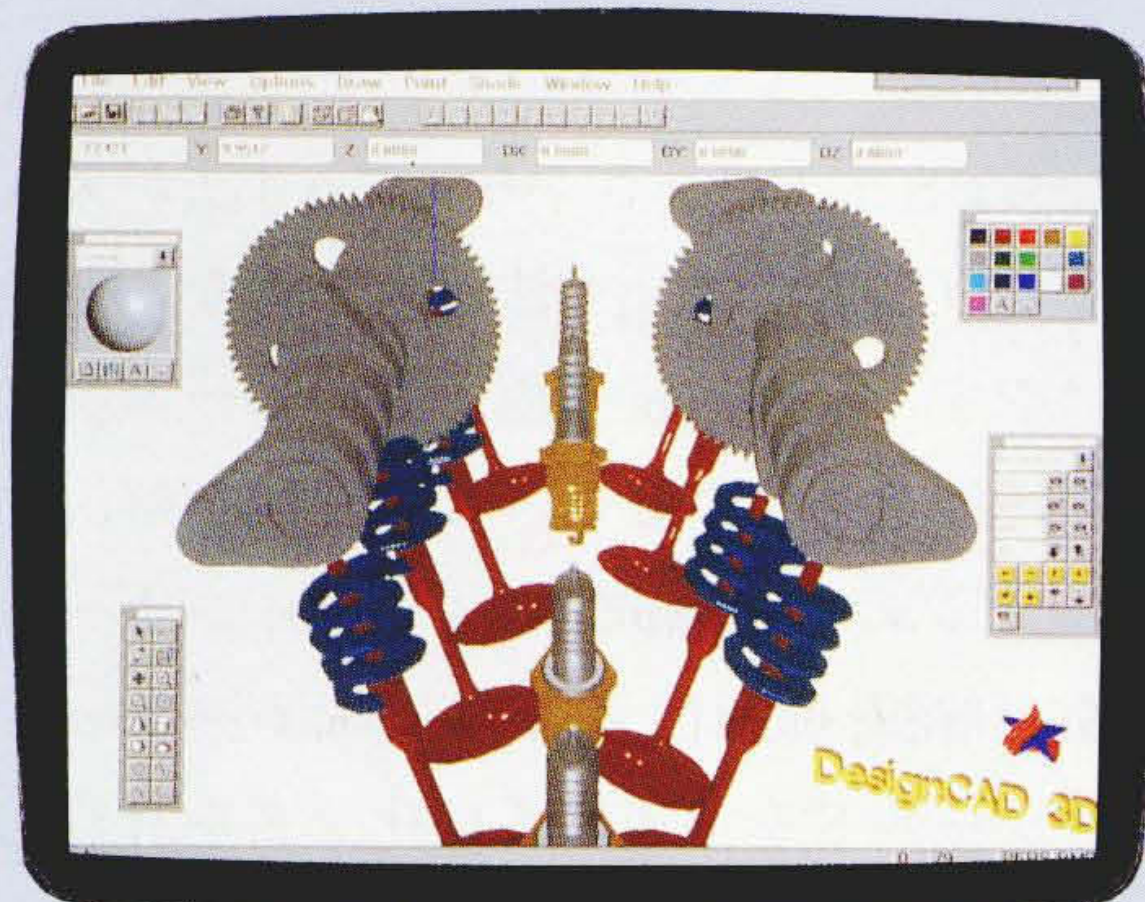
デスクトップパソコン用41 cm(17型) 省電力カラーディスプレイ管

Development of 41-cm Power-Saving Color Display Tube for Desk-top PC Use

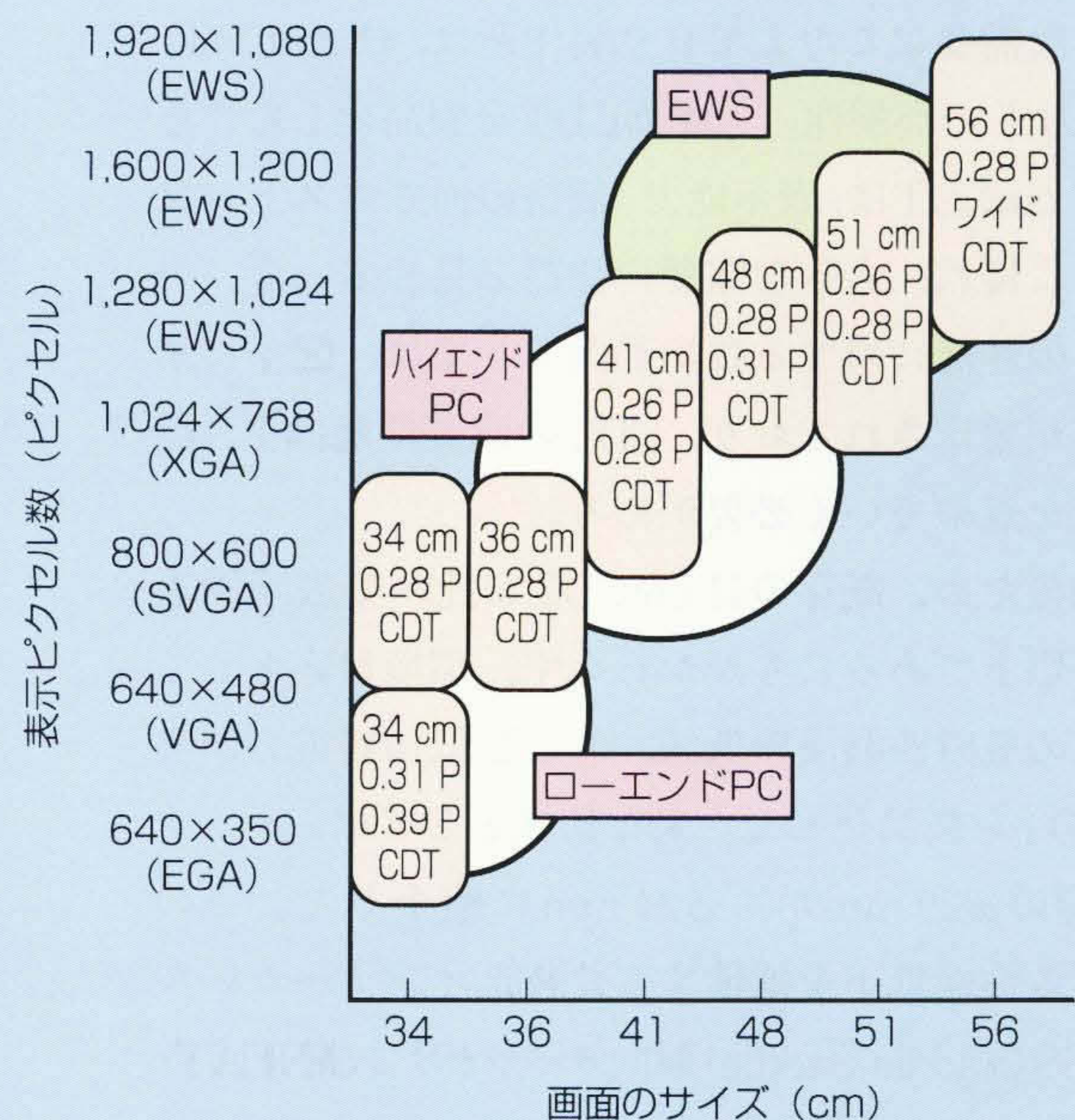
吉岡 洋* Hiroshi Yoshioka 白井正司** Shôji Shirai
桜井宗一* Sôichi Sakurai



(a) 41 cm(17型)*



(b) 51 cm(21型)*



カラーディスプレイ管の品ぞろえ

注：略語説明ほか EGA(Enhanced Graphics Adapter), VGA(Video Graphics Array), SVGA(Super VGA), XGA(Extended Graphics Array)
EWS(Engineering Workstation), PC(Personal Computer), CDT(Color Display Tube), P(Pitch)
*画面はCorel Corp. 提供(Photo-Paint 5 Plus ソフトウェアで制作)

カラーディスプレイ管の画面サイズと表示能力

パソコンの用途別に画面サイズの大型化、表示能力向上を図った。

ソフトウェアの拡充、処理性能の向上、低価格化などによってパソコンの需要が急速に伸びている。これに合わせて、パソコンの情報表示素子としては、表示能力、製品コストの面でコストパフォーマンスに優れたデスクトップ用カラーディスプレイ管の伸長が著しい。パソコンの表示情報の増加の進歩に応じ、カラーディスプレイ管が画面の大型化、高解像化を進めて追従してきたこともこの伸長の理由と考える。一方、ユーザーからはディスプレイ管に対して、画質性能、環境保護の両面から特性改善の要求がある。画質性能としては、表示画面の見

やすさの面で、印字された文字を忠実に再現させるためにハイフォーカス、ペーパーホワイト画面が要求されている。さらに環境保全という面については消費電力を低くすること、またモニタからの不要電磁波輻(ふく)射を低減することが要求されている。

今回、これらのニーズの中で環境保全の問題に着目し、ディスプレイ管のネック径を従来品よりも15%縮小することによってモニタの消費電力および電磁波漏洩(えい)を減らしながらも、表示画面性能が従来品と比べて高度なカラーディスプレイ管を製品化した。

1. はじめに

超高速MPU(Microprocessor Unit)などのハードウェアの普及と、Windows95^{※)}に代表されるソフトウェアの拡充により、パソコンの需要が急速に伸びている。この需要に合わせて、パソコンの情報表示素子としてのデスクトップ型モニタ用CDT(Color Display Tube:カラーディスプレイ管)は、高解像度、大画面化が進んでいる。

このような需要にこたえて日立製作所は、41 cmCDT, 51 cmCDTなどの高解像、大画面CDTを製品化した。その中でも41 cmCDTは、表示能力、価格の面でコストパフォーマンスに優れ、大きな需要の伸びを見せている。一方、モニタの性能に対する技術動向としては、図1に示す技術内容が要求されており、CDTの画質性能向上、環境問題対策を進めていく必要がある。

この実現のため、既存の41 cmCDTに比べて表示画面性能が同等以上であるにもかかわらず、環境対応としてモニタからの電磁波漏洩の低減、および低消費電力が実現できるCDTを製品化した。主な仕様としては、ネック径を従来管のφ29 mmからφ24 mmに縮小した。このときに生ずる性能低下を補償するため、インナーシールド、低損失SS(Saddle-Saddle)偏向ヨーク、およびNEAT-DF(Narrow Elliptical Aperture Technology with Dynamic Electrostatic Quadrupole Focus)電子銃を新たに開発して搭載した。従来品と新製品の主な仕様と特性の比較を表1に示す。

ここでは、このたび開発したCDTと、これに採用した新技術について述べる。

2. 開発品に対する新技術

2.1 インナーシールド

新たに開発したCDTは、従来のCDTに比べてネック径がφ29 mmからφ24 mmと縮小されているため、電子銃の中央ビームとサイドビーム間の距離であるS寸法が小さくなっている。また、S寸法とパネル内面とシャドーマスクまでの距離であるq寸法の間には次式で示す関係がある。

$$q = \frac{(L \times PH)}{(3 \times S)} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、L:偏向中心からパネル内面までの距離

PH:シャドーマスクの横方向ピッチ

※) Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

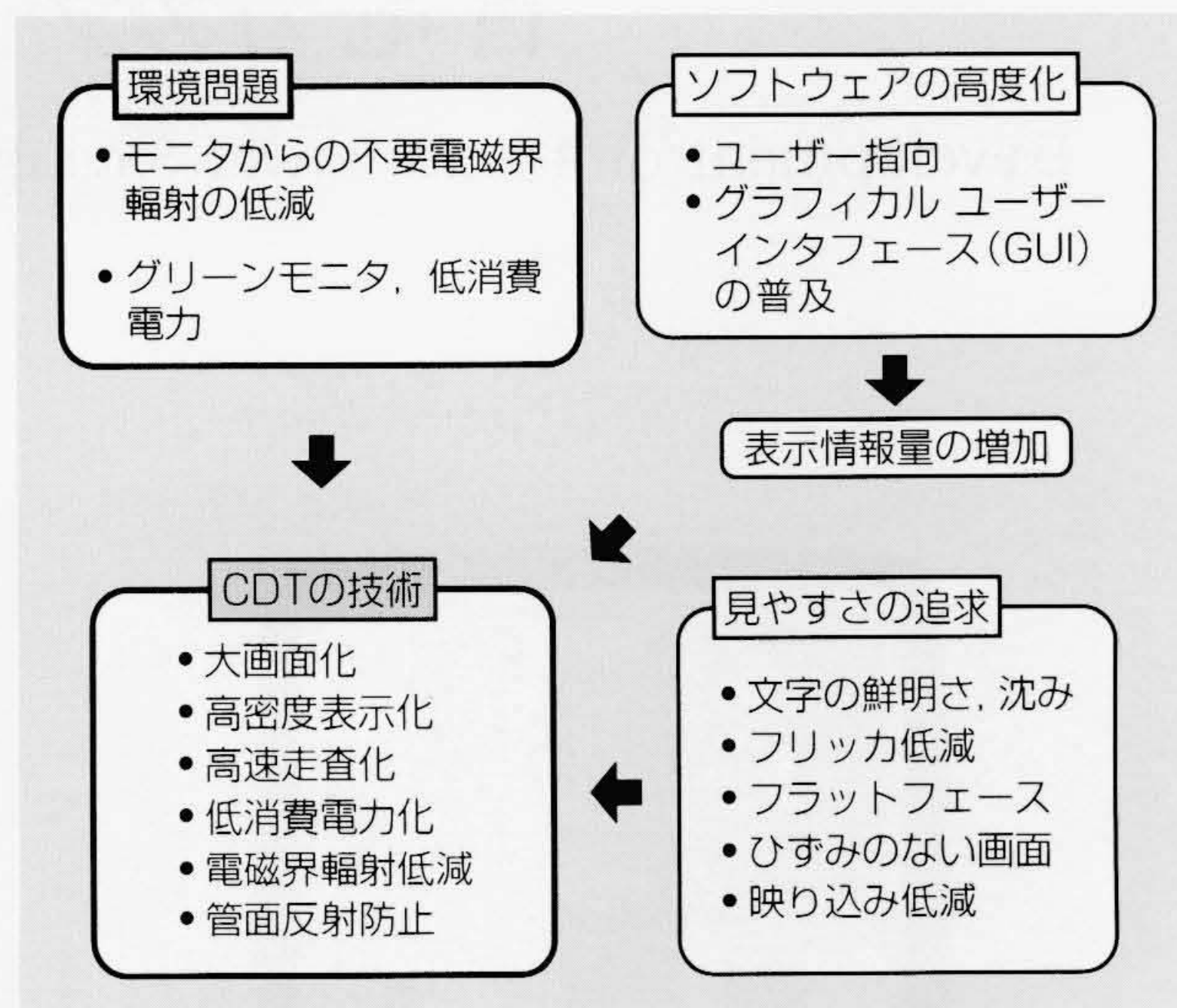


図1 モニタの技術動向

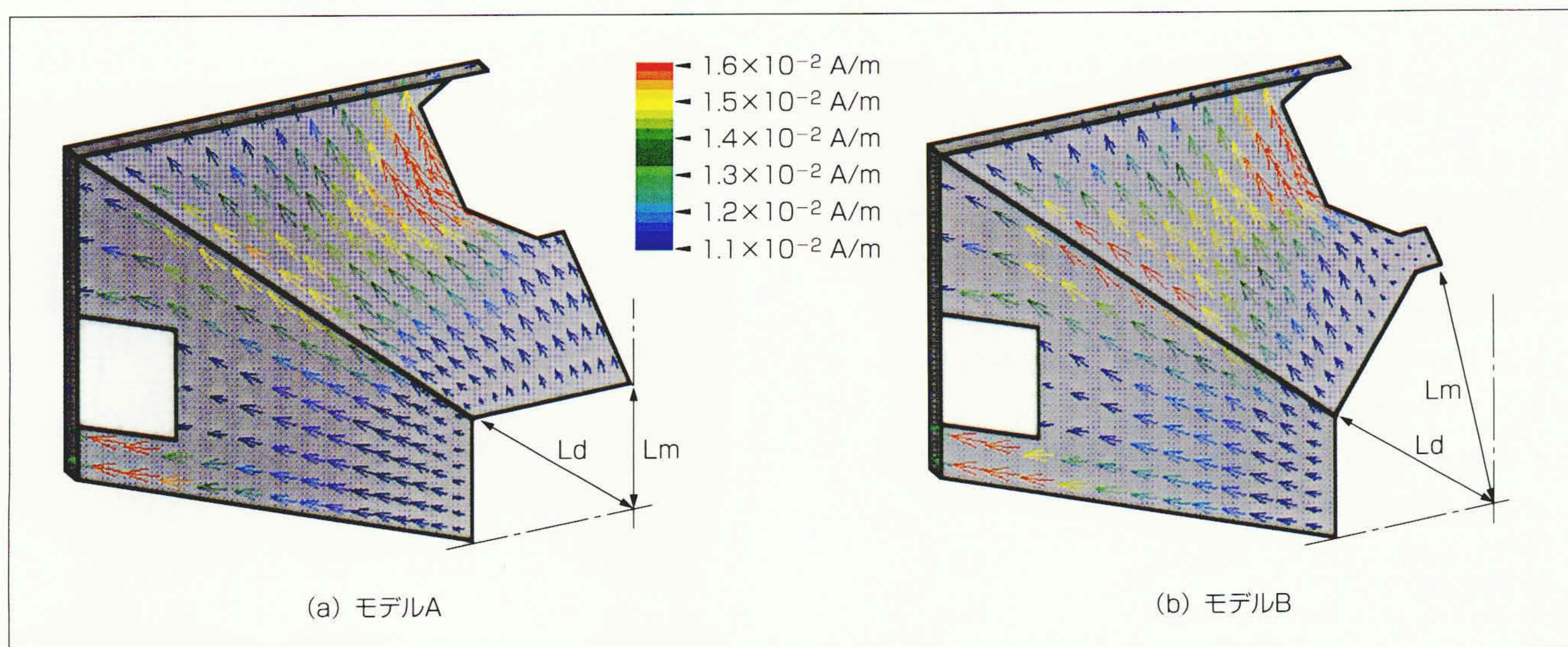
多岐にわたる要求事項からCDTの技術開発が決まる。

この式から、S寸法が小さくなってq寸法が大きくなることがわかる。CDTでは、q寸法が大きくなると地磁気の影響を受けやすくなり、蛍光面上でのビーム移動を増大させて画面性能を劣化させる。この課題を解決するために、新たにシミュレーションによってインナーシールド内磁化分布を解析、設計した。シミュレーションによってインナーシールドを通過する磁化分布を計算した例を図2に示す。計算結果では、インナーシールドのコーナ

表1 従来品と新製品の主な仕様・特性比較

既存製品と今回開発品について仕様、特性の面で比較する。

項目 \ 型式	M41LGT180X (新製品)	M41KKL180X (従来品)	M36LFA180X (従来品)
サイズ	41 cm(17インチ)	41 cm(17インチ)	36 cm(15インチ)
偏向角	90°	90°	90°
ネック径	24.3 mm	29.1 mm	24.3 mm
全長	382.7 mm	382.7 mm	349.0 mm
シャドーマスク ピッチ	0.26 mm	0.26 mm	0.28 mm
アノード電圧 (最大値)	27.5 kV	27.5 kV	26.0 kV
電子銃方式	NEAT-DF	EA-DF	NEAT
フォーカス電圧	31%	24%	28%
ダイナミック フォーカス電圧	450 V	450 V	(シングルフォーカス)
偏向感度 (Eb 26kV換算値)	11.9 mHA ²	14.5 mHA ²	11.1 mHA ²
不要磁界 キャンセルコイル	不要	付き	不要
適用周波数	~96 kHz	~85 kHz	~64 kHz
解像度	1,280×1,024 ピクセル	1,280×1,024 ピクセル	1,024×768 ピクセル



注：略語説明 Ld(対角軸開口径), Lm(短軸開口径), A/m(インナーシールド内の磁界強度)

図2 インナーシールドの磁化分布(解析モデル)

インナーシールドの形状の差とインナーシールド内の磁化状態の計算例を示す。モデルAは長短軸高さを同じとしている。モデルBは短軸部に切込みを入れている。

部と軸上部の切込みの比率によって磁化分布を変えることができる。一方、磁化分布と蛍光面上のビーム移動には相関関係があり、磁化率が大きいほどビーム移動が大きくなることがわかった。インナーシールドの形状(コーナと軸上部の切込み比率)と磁化率の関係を図3に示す。この結果と蛍光面上の裕度を考慮して開発品のインナーシールド形状を決定し、従来品以上の性能を得た。

2.2 偏向ヨーク

偏向パワーの低減を図ることを目的とし、偏向ヨーク

本体から発生する不要輻射磁界を抑え、これまで偏向電力の増加を招いていた不要輻射磁界キャンセルコイルの削除を図った。偏向ヨーク本体から発生する不要輻射磁界特性を図4に示す。同図から、不要輻射磁界の発生源が主にコア先端部であり、特に開口側での不要輻射磁界の発生が大きいことがわかる。そこで、水平コイル開口側端とコア端の間げき部を長くすることによって不要輻射磁界の低減を図り、不要輻射磁界キャンセルコイルを必要とせずに、MPR(Stalens Mat Och Provrad)などに

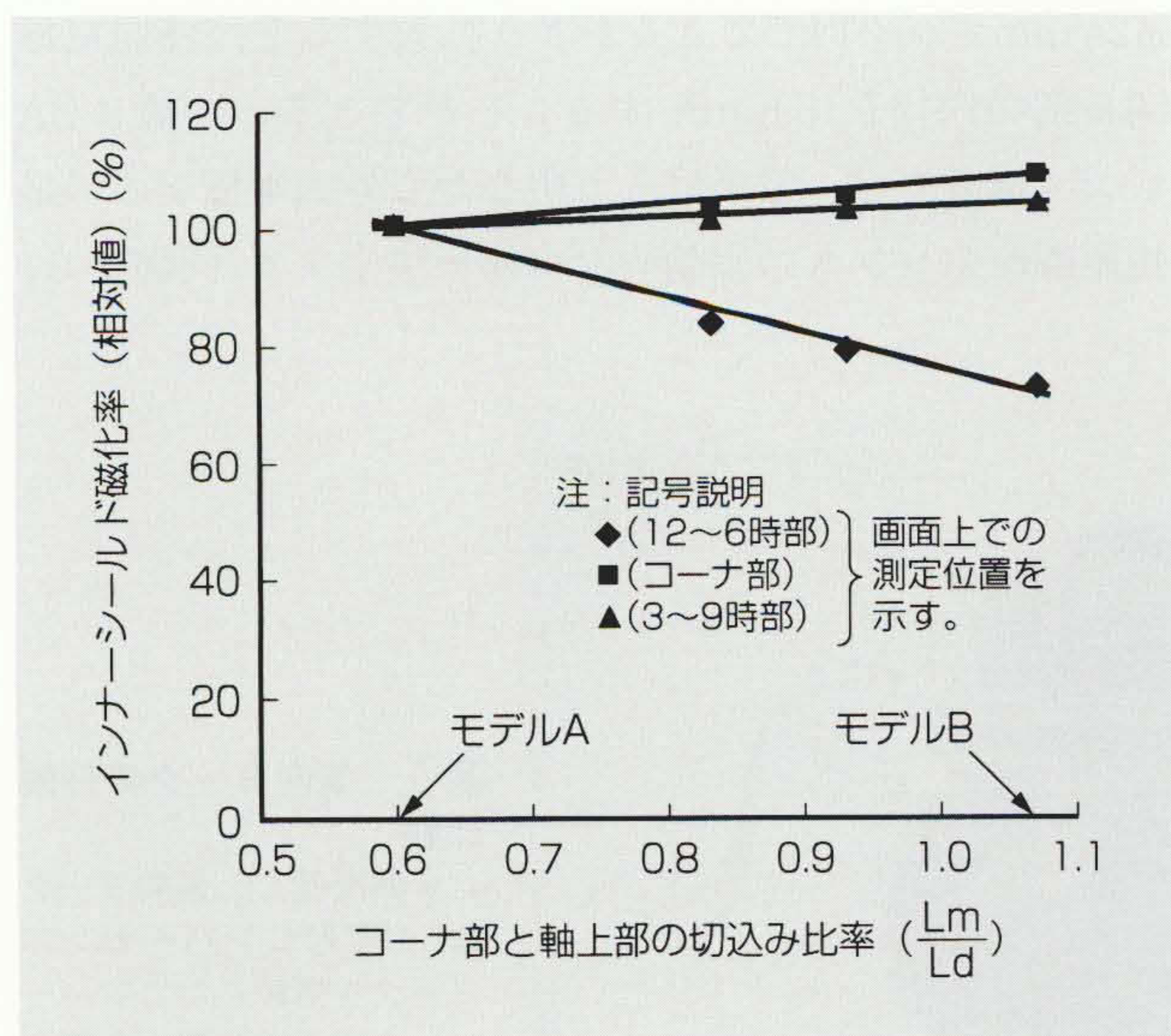
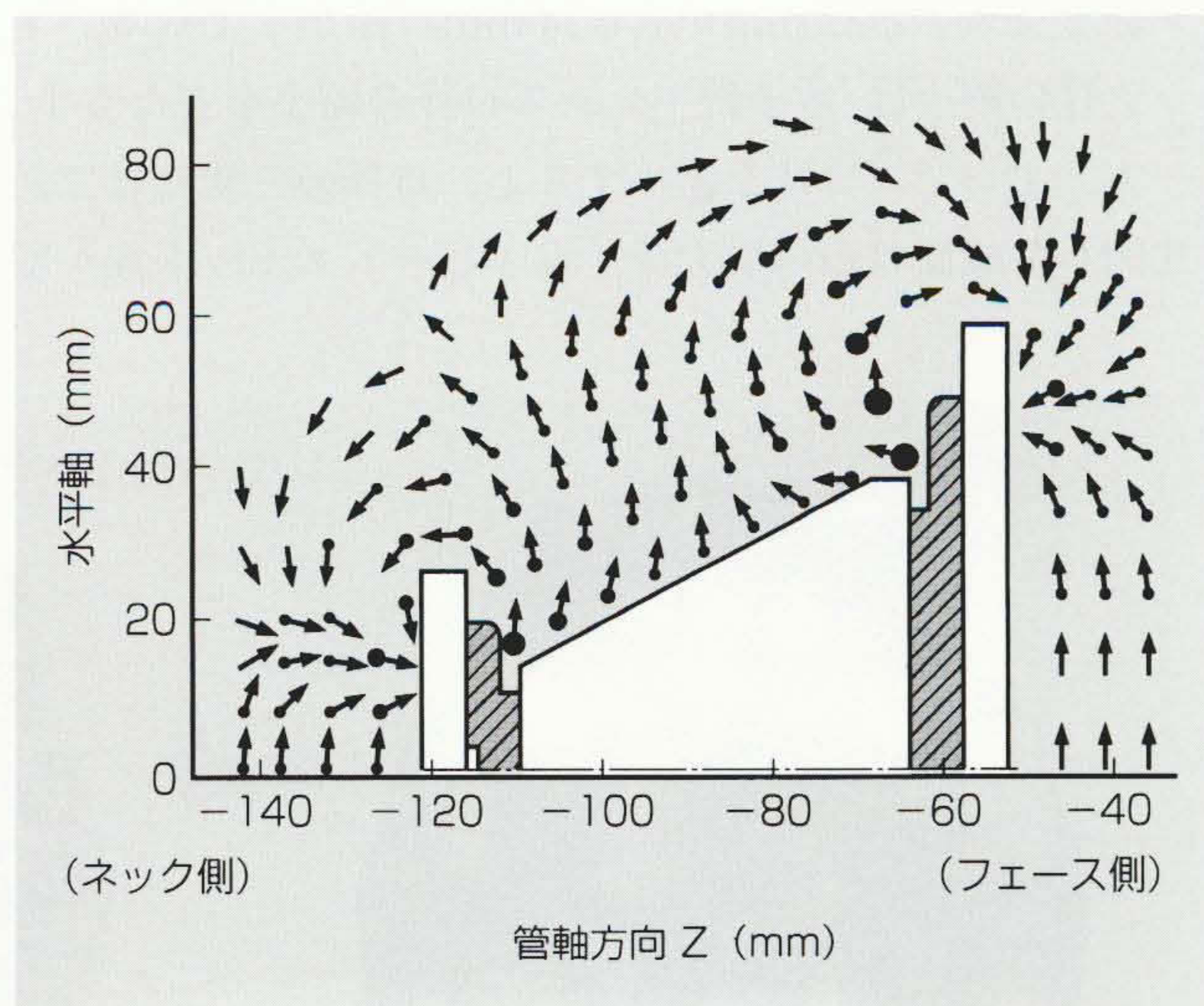


図3 インナーシールド開口率と磁化率の関係(解析値)

インナーシールドの形状により、インナーシールド内の磁化分布を変えることができる。



注：(1) 矢印は磁束の方向を示す。
 (2) 矢印端のドットの大きさは磁束密度の大きさを示す。

図4 偏向ヨークから発生する不要輻射磁界分布

偏向ヨークから発生している磁界の強さとベクトルを示す。

規定される不要輻射磁界規格を満足するものとした。

さらに、偏向パワーの改善を図るため、以下に示す手段を適用した。

- (1) コンピュータ軌道解析により、ネックシャドー裕度を満足しながら偏向パワーを最小とする最適ファンネルカーブの導出
- (2) 電子ビームに作用する偏向磁界の効率を向上するU字形コンバーゼンスヨークの適用
- (3) 偏向ヨークの発熱を満足しながら偏向パワーを最小とする最適コア径の導出

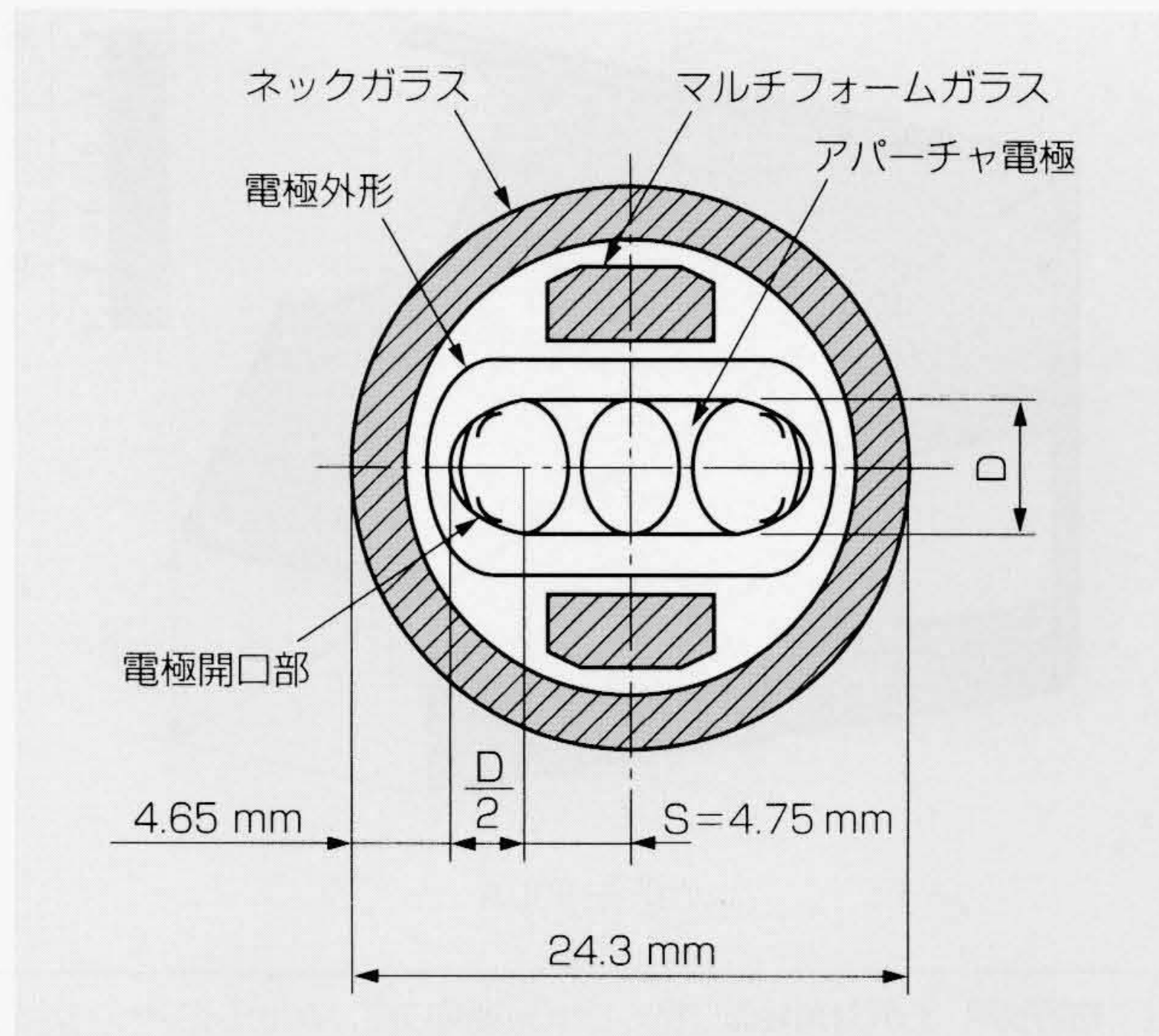
この結果、CDTのネック径の縮小化による効果も含め、偏向ヨークの水平偏向電力を従来管のネック径 $\phi 29$ mm比で80%に低減することができた。

一方、コンバーゼンスの高精度化を図るために、多機能コンバーゼンス補正回路を偏向ヨークに搭載した。この補正回路で残留ミスコンバーゼンスの改善を図り、さらに偏向コイルの巻線分布を調整することにより、他のミスコンバーゼンスを改善するシステム構成とした。これらにより、画面全域にわたる高精度なコンバーゼンスを実現している。また、このU字形コンバーゼンスヨークをコンバーゼンス補正回路基板上に搭載し、さらにこの回路基板を偏向ヨークの背面に装着する構造とすることにより、偏向ヨークのコンパクト化と量産性向上を実現している(図5参照)。

2.3 電子銃

2.3.1 主レンズ口径の検討

電子ビーム偏向電力を低減するため、このCDTのネック径を従来 $\phi 29$ mmから $\phi 24$ mmに縮小している。ネック径の縮小は、電子銃主レンズ口径の縮小をもたらす。一方、主レンズ口径を縮小すると、口径の三乗にほぼ逆比例して球面収差の増大分、電子ビームスポット径が増



注：略語説明 S(電子ビーム間隔), D(主レンズ実効口径)

図6 NEAT-DF電子銃のネック部断面

電子銃主レンズ部の部品配置と基準寸法を示す。

大することが知られている。したがって、 $\phi 24$ mmネックCDTの解像度は、 $\phi 29$ mmネックCDTに比べて大きく劣化することが考えられる。このため、 $\phi 29$ mmネックCDTと同等以上の解像度が確保できるように、今回新たにNEAT-DF電子銃を開発した。

$\phi 24$ mmネック内に配置されたNEAT-DF電子銃主レンズ部の断面を図6に示す。NEAT-DF電子銃の主レンズはEA(Elliptical Aperture：だ円開孔)レンズ構成³⁾となっている。EAレンズは、従来の円筒レンズに比べてレンズ口径の拡大が可能である。電子銃外周電極の寸法を $\phi 24$ mmネック内でできるかぎり拡大すると、外周電極開口部の内径を15 mmとすることができる。一般にEAレンズ構成では、電子ビーム中心から外周電極までの最短距離が主レンズの実効的な口径を決定する。同図から、

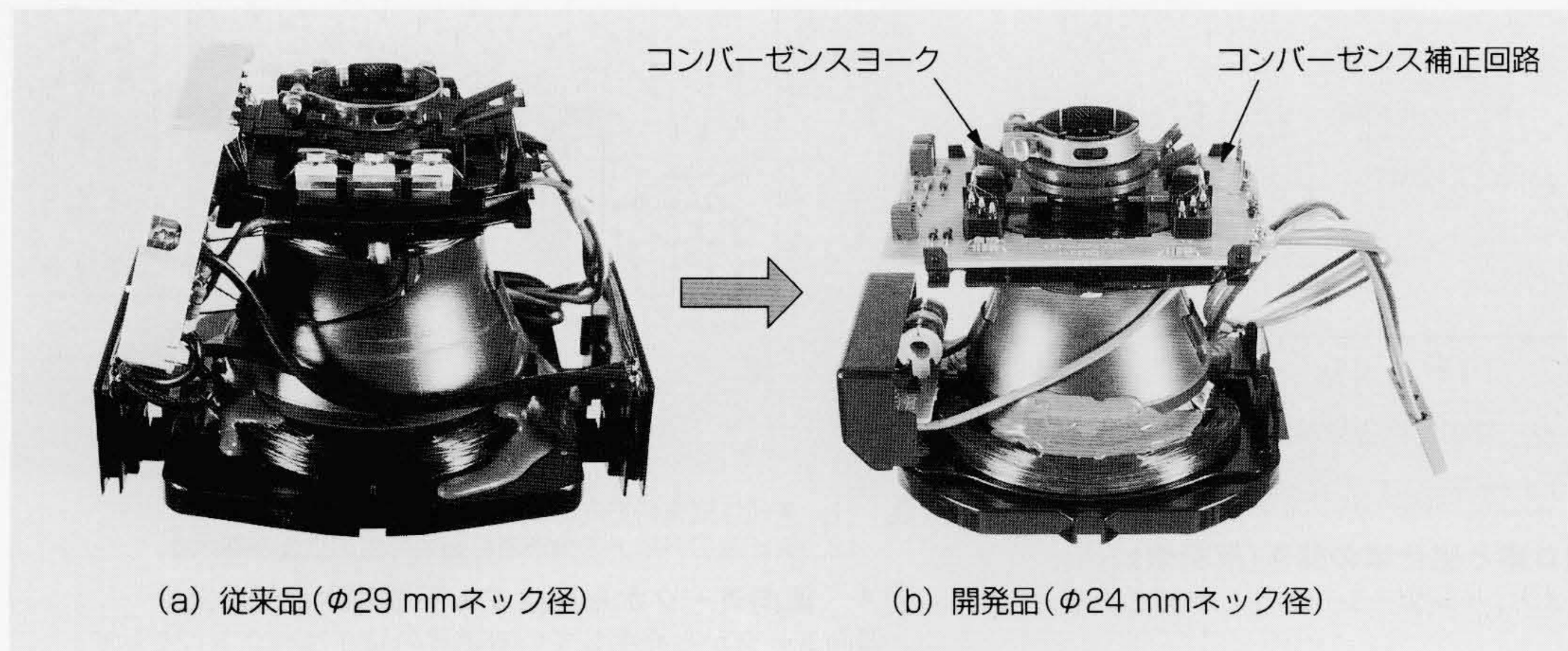


図5 偏向ヨークの外観比較

今回開発した偏向ヨークは、U字形コンバーゼンスヨークを搭載したコンバーゼンス補正回路基板を偏向ヨークの背面に装着することにより、小型化を実現している。

この最短距離は、サイドビーム中心から、外周電極開口部の水平方向端部までの距離であることがわかる。したがって、主レンズ実効口径 D は次式のように表せる。

$$D \approx 15 - 2 \times S \cdots \cdots (2)$$

ここに、 S ：中央ビームとサイドビーム間の距離

ここで、 S は地磁気の影響による性能低下を補償可能な範囲とし、できるかぎり小さい値4.75 mmとした。したがって、(2)式から主レンズ口径は約5.5 mmとなる。外周電極開口部の垂直方向の径を、この5.5 mmにほぼ一致するように定め、さらにアパーチャ電極の寸法と位置の最適化を図った。詳細な三次元電子ビームシミュレーションの結果では、NEAT-DF電子銃の主レンズ口径は $\phi 5.5$ mmよりも若干大きく、 $\phi 5.6$ mmであった。

2.3.2 電子ビームスポット径の解析

従来の $\phi 29$ mmネックCDTに用いられている口径 $\phi 8$ mmのEA-DF電子銃と、口径 $\phi 5.6$ mmのNEAT-DF電子銃の電子ビームスポット径を比べた解析結果を図7に示す。同図では、主レンズ球面収差による電子ビームスポット径の広がり D_{LC} 、空間電荷効果と熱初速度分散による電子ビームスポット径の広がり D_{st} 、さらにこれらの合成による電子ビームスポット径 D_t と、主レンズ出口での電子ビーム径 D_{out} との関係を示している。 D_{LC} は D_{out} の三乗に比例して増大し、 D_{st} は D_{out} に逆比例して減少する。したがって D_{out} に対しては、合成電子ビームスポット径 D_t を最小にする最適値が存在する。 D_{out} が最適値から

外れると、主レンズ口径を拡大しても電子ビームスポット径を縮小することはできない。

EA-DF電子銃の D_{out} を動作点として図7に示した。この D_{out} が最適値よりもかなり小さく、EA-DF電子銃は電子ビームスポット径が最小になる条件では設計されていないことがわかる。これは、電子ビームスポット径が最小値まで縮小されると、41 cm CDTではシャドーマスクと垂直方向走査線の干渉によって生じるモアレが顕著になり、かえって解像度が劣化してしまうからである。したがって、NEAT-DF電子銃の球面収差は、EA-DF電子銃に比べてかなり大きいにもかかわらず、 D_{out} を最適値にすれば、NEAT-DF電子銃の電子ビームスポット径をEA-DF電子銃と同等にすることができる。

しかし、EA-DF電子銃と同等な電子ビームスポット径を得るためには、次の二つの条件を満たす必要がある。

- (1) フォーカス電圧比「 V_f (Focus Voltage) : V_a (Anode Voltage)」を、EA-DF電子銃の24%から30%まで増大させる。
- (2) G1, G2電極の開孔径を縮小する。

V_a の増大は球面収差の低減を、G1, G2電極開孔径の縮小はクロスオーバー径の縮小をそれぞれもたらす。クロスオーバーとは、G1, G2電極と陰極とで構成する3極部で形成される電子ビーム径の最縮小部分であり、このクロスオーバーが主レンズによって蛍光面上に投影されたものが電子ビームスポットであると考えられる。したがって、クロスオーバー径が縮小されれば、電子ビーム径も縮小される

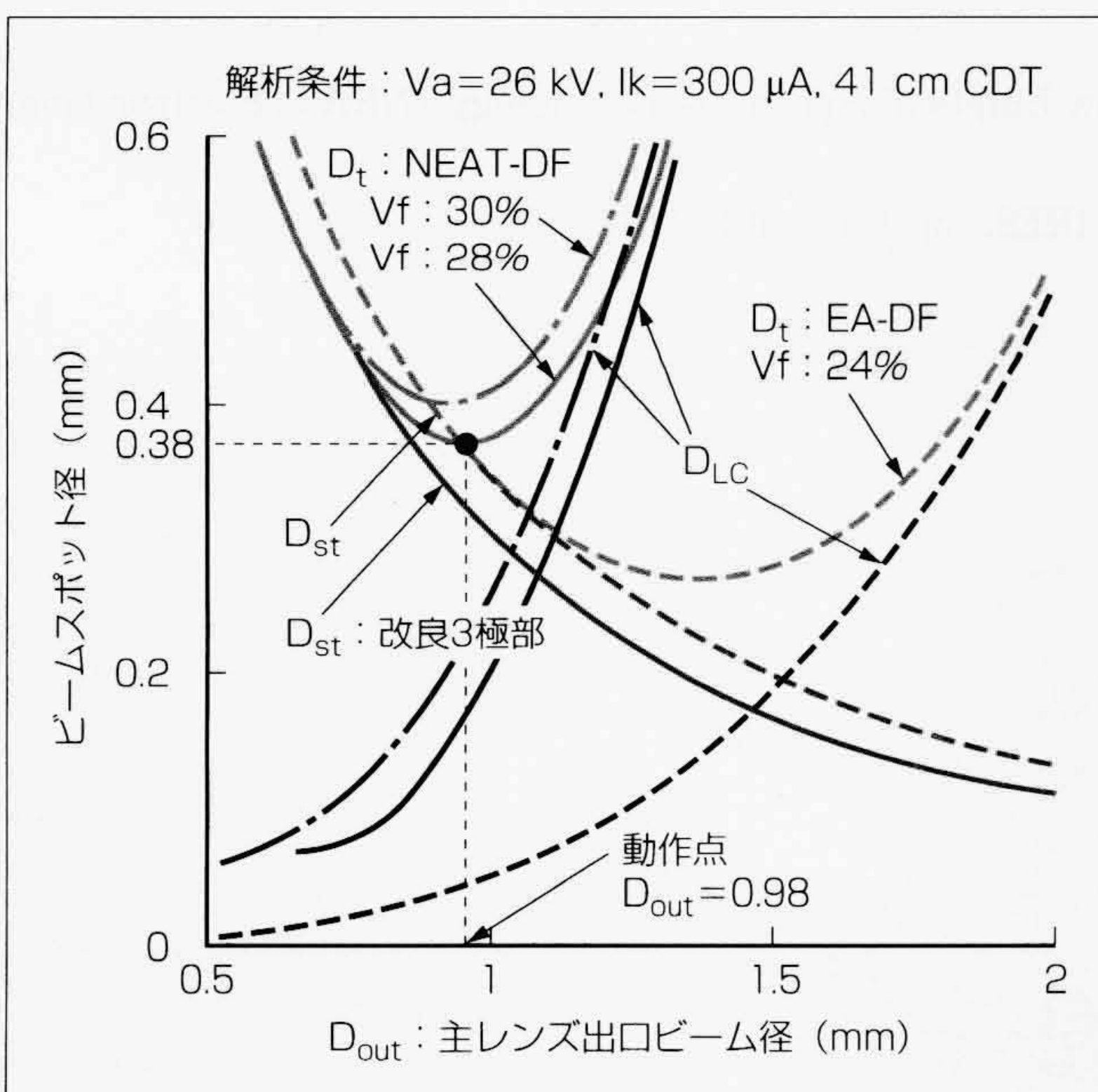


図7 ビームスポット径の検討(解析結果)

電子銃の基本ディメンションについての解析結果を示す。

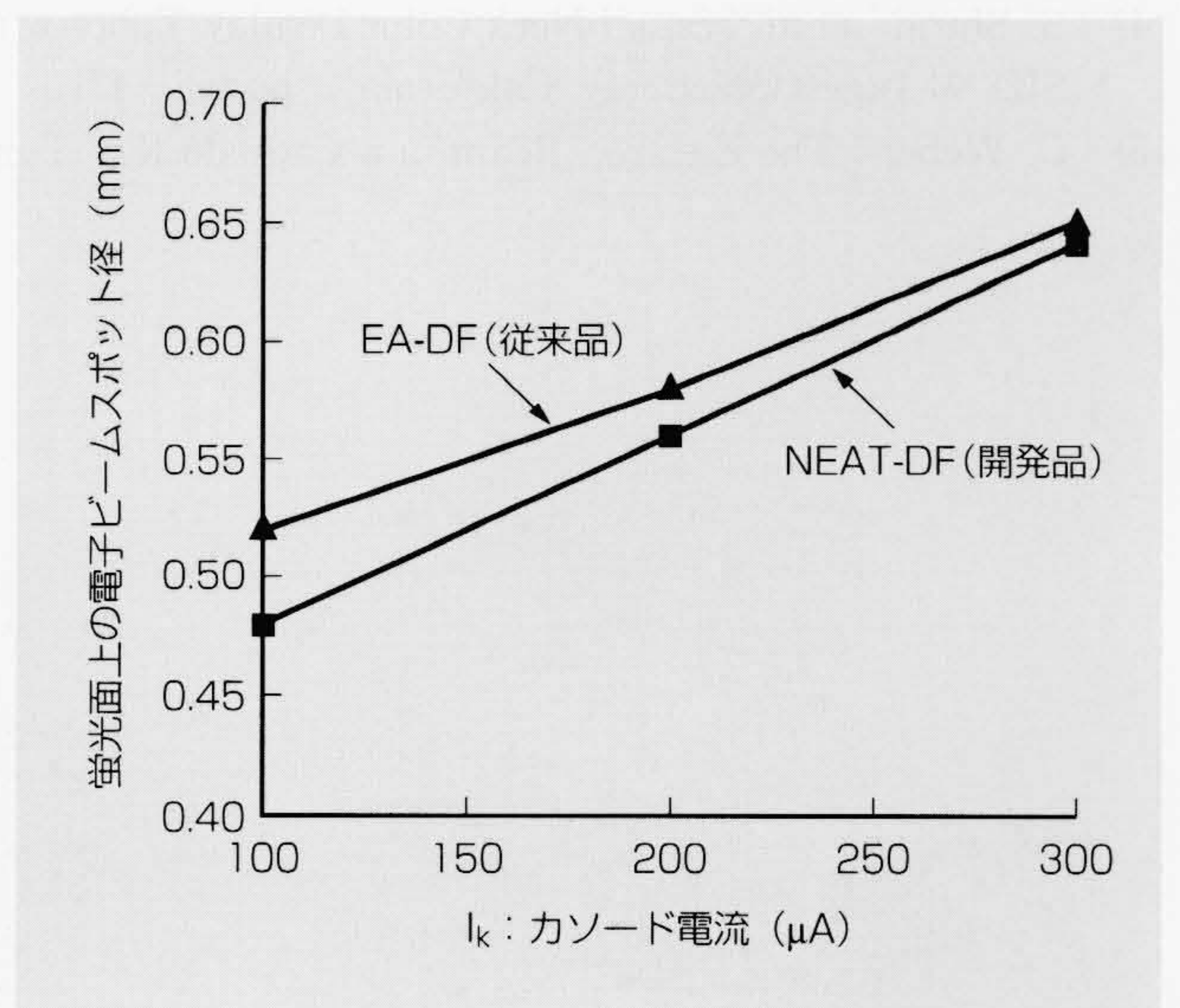


図8 蛍光面上での電子ビームスポット径の比較(実測値)

電子銃の性能を示すフォーカス特性を従来品と開発品で比較してみた。

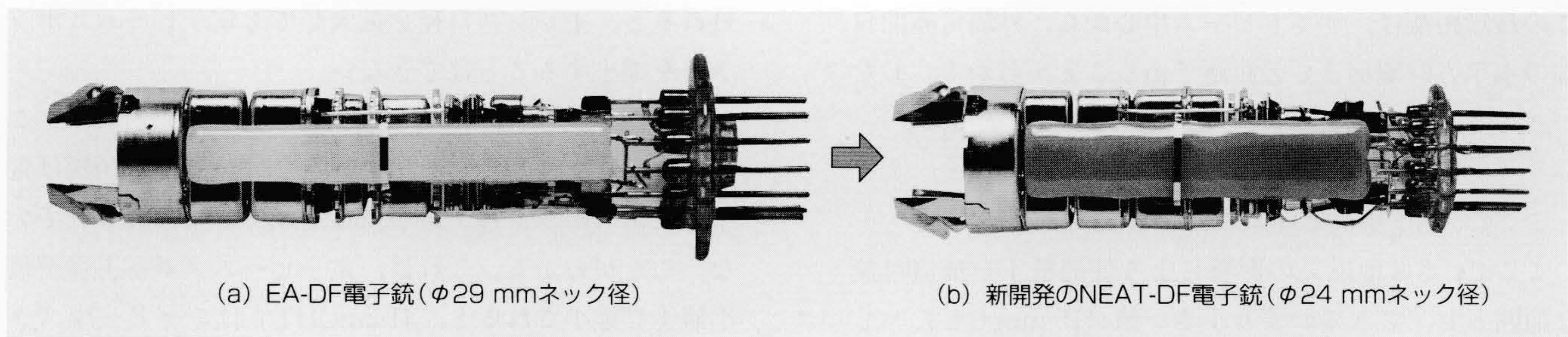


図9 電子銃の比較

今回開発したNEAT-DF電子銃では、従来のEA-DF電子銃と比べてもわかるように小型化を図っている。

ことになる。他方、G1、G2電極開孔径の縮小は陰極の電流密度増大をもたらす。そこで、十分な寿命特性を確保するため、新たに開発した長寿命陰極をこの電子銃に採用した。

NEAT-DF電子銃と、EA-DF電子銃の電子ビームスポット径の実測値の比較を図8に示す。電子ビーム電流値 I_k が200 μ A以上の高輝度領域でも、NEAT-DF電子銃の電子ビームスポット径がEA-DF電子銃と同等以上に良好であることがわかる。

NEAT-DF電子銃とEA-DF電子銃の外観を図9に示す。 ϕ 24 mmネックに収容できるように電子銃の外形寸

法を縮小しているが、電子銃長は電子ビームスポット径をEA-DFと同等以上とするために短縮していない。

3. おわりに

ここでは、新しく製品化した41 cm・省電力対応のCDTについて述べた。開発したCDTは、従来管に対して表示画面性能が同等であるにもかかわらず、消費電力、電磁波漏洩という点で優位となる製品とすることができた。今後、伸長の著しいパソコン市場へこの製品を投入し、CDT需要のいっそうの拡大に貢献していく考えである。

参考文献

- 1) H. Nose, et al. : Development of 56 cm Wide Color Display Tube, Proc. of Asia Display '95 (Hamamatsu, Japan : 1995), pp.749~752
- 2) K. Shimada, et al. : 21-inch High Resolution Flatter Square Color Display Tube, Hitachi Review 38, No.2, 91~96 (1989-4)
- 3) S. Shirai, et al. : A Rotationally Asymmetric Electron Lens with Elliptical Apertures in Color Picture Tubes, Proc. of the SID 25, pp.171~175 (1984)
- 4) S. Shirai, et al. : Small Neck Color Display Tubes with Narrow Elliptical Apertures Technology (NEAT) Electron Gun, SID '94 Digest (Monterey, California), pp.468~471
- 5) C. Weber : The Electron Beam in a Cathode Ray Tube, Proc. IRE9, pp.996~1001 (1964)