

高偏向感度 RAC-CDT

Rectangular-Cone Color Display Tube with High Deflection Sensitivity

佐野 雄一
SANO Yuuichi

横田 昌広
YOKOTA Masahiro

村田 弘貴
MURATA Hiroataka

消費電力の低減を目的とした高偏向感度 RAC (RectAngular Cone)-CDT (Color Display Tube) を開発した。

RAC-CDT はバルブコーン部を電子ビームの通過領域にあわせて矩(く)形化し、それに伴いコアを含めた偏向ヨークも従来の円形状から矩形状としたものである。このように偏向ヨークをコンパクトにすることで、電子ビームを効率よく偏向できるようになった。この独特な矩形状のバルブおよび偏向ヨークは、シミュレーション技術を駆使した新規の設計手法により実現した。46cm RAC-CDT では当社従来品に対して水平偏向電力指数 $LH \cdot IH^2$ を 23% 低減した。

We have developed a rectangular-cone color display tube (RAC-CDT) with high deflection sensitivity, in order to reduce monitor power consumption. In this system, the bulb cone is designed with a rectangular shape to conform with the shape of the beam passing region, and the deflection yoke is also transformed from the conventional circular shape to a substantially rectangular shape. The small size of the deflection yoke enables the electron beam to be effectively deflected.

This unique rectangular design of the bulb and deflection yoke was optimized by means of simulation analysis. In the case of a 46 cm RAC-CDT, $LH \cdot IH^2$ is reduced by 23% in comparison with a conventional CDT.

1 まえがき

近年、CDT マーケットでは高解像度、大画面、省スペースの要求が高まってきている。しかし、これらの要求を満足させようとする消費電力の増加を引き起こし、省エネルギー製品開発の指針に逆行してしまう。

このような問題を解決するため、当社ではマイクロフィルタ⁽¹⁾、ミニネックシステム⁽²⁾といった新技術を開発してきたが、今回、いっそうの省エネルギー化のために高偏向感度 RAC-CDT を開発した。

モニタの省エネルギー化を達成するには、消費電力の 1/2 近くを占めている偏向電力を低減することがもっとも有効である。そこで、RAC システムでは偏向部を従来の円形から矩形とし、偏向ヨークをコンパクト化することにより偏向電力の低減を図った。設計においては、シミュレーション技術を駆使した新設計手法を用いてデザインの最適化を実現した。

2 概要

図 1 は RAC-CDT のバルブ外観である。矩形状のスクリーンに画像を描く場合、偏向ヨークが装着されるコーン部のビーム通過領域も同様に矩形となる。そこで、RAC-CDT では従来円形だったコーン部をビーム通過領域に合

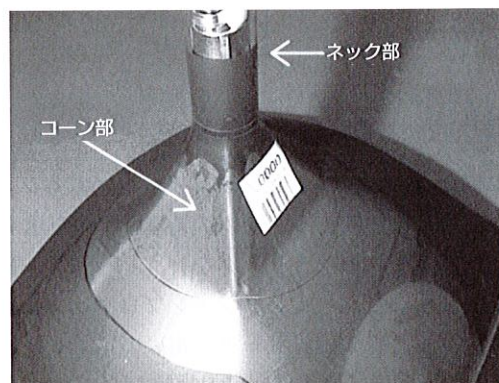


図 1. RAC-CDT バルブ 偏向ヨークが装着されるコーン部の形状を角錐(すい)状に形成した。

RAC-CDT bulb

せて矩形化した。

図 2 はコーン部の管軸に直交する断面である。

従来の CDT では水平軸と垂直軸の近傍でコーン部とビーム通過領域の間にむだなスペースがあった。

これに対し RAC-CDT では、矩形状のビーム通過領域に合わせてコーン部を形成することで無駄なスペースを最小化した。そして、コーン部に外装される偏向ヨークも矩形状に形成することにより、電子ビームを効率よく偏向できるようになった。

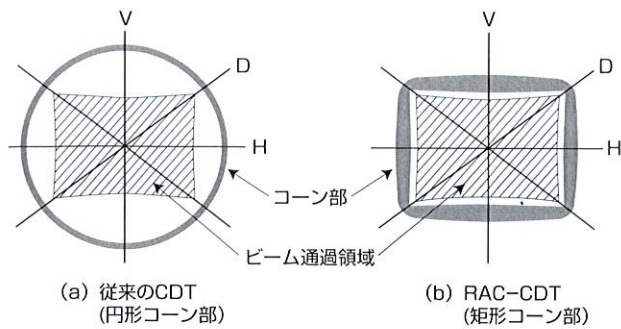


図2. コーン部の断面 RAC-CDTではコーン部形状を矩形状のビーム通過領域に合わせた。
Cross section of cone

バルブコーン部および偏向ヨークを矩形状に形成するシステムは、RIS (Rectangular cone, In-line gun, Slotted mask) システム⁽³⁾として20年以上前に当社のCPT (Color Picture Tube) で一部に採用していた。しかし、当時はビーム軌道やバルブ応力の正確な計算ができなかったため偏向ヨークやバルブは最適化できず、また偏向ヨークは水平コイルだけの矩形化だったので十分な効果が得られなかった。

今回、シミュレーションを用いて偏向ヨーク、バルブの最適化設計を行い、さらに偏向ヨークのコアも矩形化することにより、大幅に偏向電力を低減できるRACシステムを実現した。

3 設計

図3に偏向シミュレーションおよびバルブ応力シミュレーションを導入したRACシステムの新設計手法を示す。

まず、偏向ヨークのモデリングを行う。そして、磁気モーメント法を用いたシミュレーションプログラムにより偏向磁界を計算し、この磁界データを用いて電子ビーム軌道を計算する。同時に、水平偏向電力指数 $LH \cdot IH^2$ 、漏えい

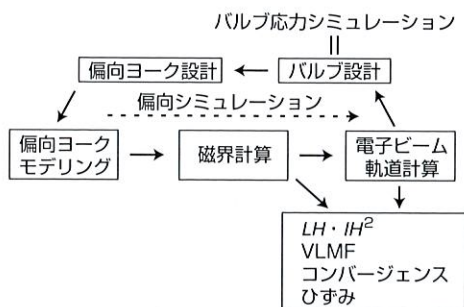


図3. RACシステムの設計手法 偏向シミュレーションを用いて電子ビーム軌道と偏向特性を計算し、バルブおよび偏向ヨークを設計する。

Design procedure for RAC system

磁界VLMF、コンバージェンス、ひずみなどの偏向特性を算出する。

次に、計算したビーム通過領域に合わせてコーン部を矩形化し、RACバルブを設計する。ここで、安全上必要なバルブ強度が保たれているか、バルブ応力シミュレーションで検証する。

そのあと、矩形状のコーン部に合わせて偏向ヨークのコイル、コアを設計する。

また、偏向特性のもっとも優れたデザインを探るため数種類の偏向ヨークのモデリングを行い、この設計手法のループを適宜繰り返して偏向ヨーク、バルブ形状の最適化を行う。

3.1 バルブ

RACバルブのコーン部は矩形となるため、円形状のコーン部では起こらなかったバルブ強度上の問題が発生する。

図4は、コーン部の管軸に直交する断面であり、矩形化によって発生する真空応力を示したものである。

コーン部の水平・垂直軸上は平坦(たん)になるため、大気圧により破線のように内側方向へひずむ。このひずみにより水平・垂直軸上ではそれぞれ圧縮応力 σ_H 、 σ_V が発生し、対角軸上では大きな引張応力 σ_D が発生する。コーン部のスクリーン側近傍では水平・垂直軸上の平坦な辺が長くなるため、引張応力 σ_D はもっとも大きくなる。矩形程度を緩和して円形に近づけることで σ_D は小さくできるが偏向電力の低減効果を減少させてしまう。

ここで、電子ビームの通過領域は図5のように完全な矩形ではなくピンクッション状であることに着目して、コーン部の水平・垂直軸近傍を破線から実線のように管軸方向へ厚肉化した。これにより、コーン部のひずみは抑制されるので引張応力 σ_D を低減させることができた。

また、図6のようにコーン部の長さを破線から実線のように偏向ヨークの前端ぎりぎりまで短縮し、コーン部のス

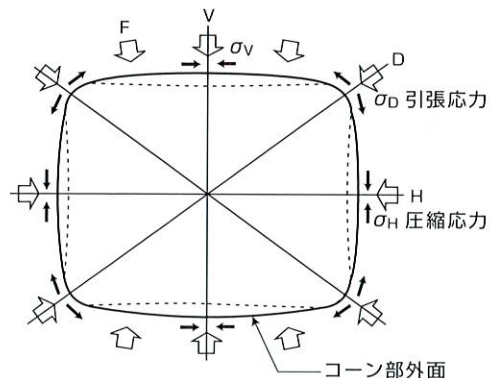


図4. コーン部の真空応力 大気圧により矩形コーン部の水平軸と垂直軸で圧縮応力、対角軸で引張応力が発生する。

Vacuum stress of RAC cone

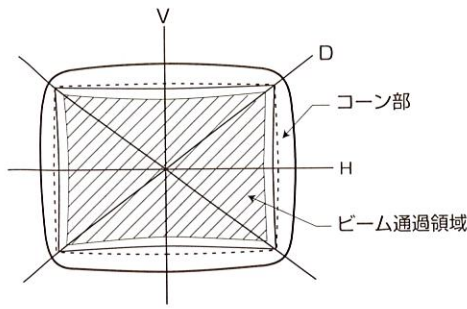


図5. コーン部の肉厚の設計 ピンクッション状のビーム通過領域に着目し、水平・垂直軸近傍のコーン部を内側方向へ厚肉化した。
Design of cone thickness

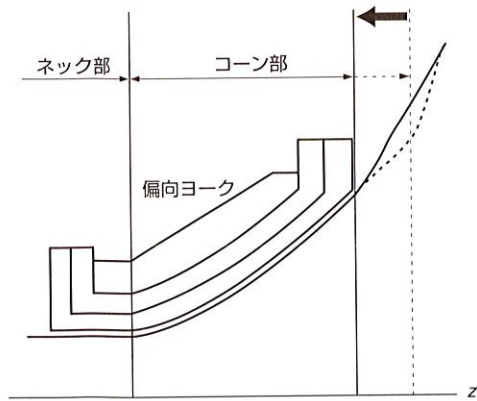


図6. コーン部の長さの設計 コーン部の長さを偏向ヨーク前端まで短縮する。
Design of cone length

クリーン側近傍の矩形程度を緩和することで引張応力 σ_D を低減させた。

このような対策により、最終的に最大引張応力を8.3MPa以下に抑え、安全上必要なバルブ強度を確保したうえで大幅に偏向電力を低減できる矩形化を達成した。

3.2 偏向ヨーク

図7に従来のCDTとRAC-CDTの偏向ヨークの比較を、図8にリファレンスライン断面での水平コイルの内面形状の比較を示す。

RAC-CDTでは水平・垂直軸方向の水平コイル径が従来よりそれぞれ12%、26%ほど小さくなり、電子ビームに接近するため偏向電流 I_H を削減できる。

また、矩形化によりフロントバンドのインダクタンスも小さくなる。なお、これに伴いVLMFも大幅に低減する。

さらに、コアを角形にすることでいっそうの感度向上を図ることができる。

このような理由により、RACシステムでは $LH \cdot IH^2$ とVLMFを低減させることができる。

なお、これらの効果はシミュレーションを用いることで

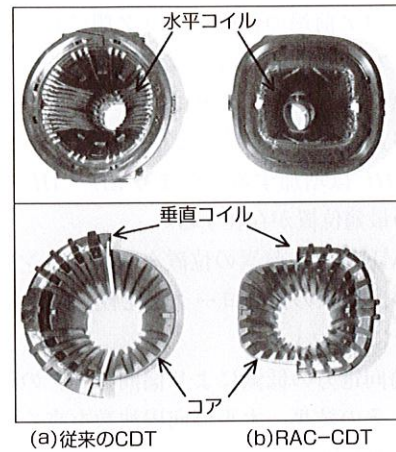


図7. 偏向ヨークの比較 RAC-CDTでは偏向ヨークのコイルだけでなくコアも矩形化した。
Comparison of deflection yokes

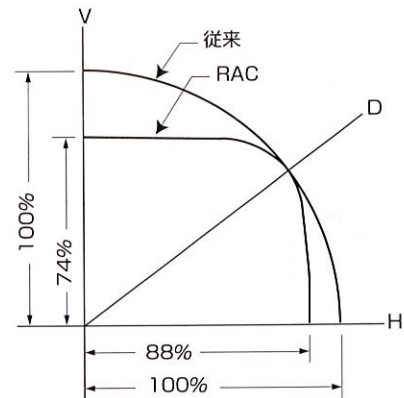


図8. 水平コイルの内面形状 RAC-CDTの水平コイル径は、水平・垂直軸で従来のCDTより大幅に短縮した。
Cross-sectional inner shape of horizontal coil

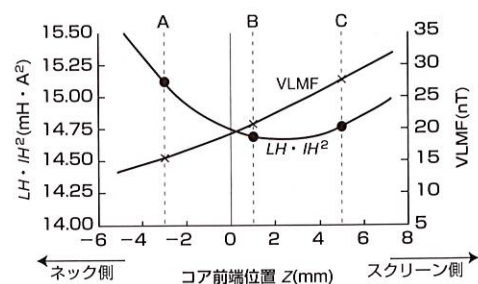


図9. $LH \cdot IH^2$, VLMF 对 コア前端位置 $LH \cdot IH^2$, VLMFはコア前端の設定位置により変化する。
 $LH \cdot IH^2$ and VLMF vs. front position of core (Z)

詳細に解析することができた。

$LH \cdot IH^2$ とVLMFはコア前端の位置に大きく依存する。図9にシミュレーションによる検討結果の一例を示す。ここで、 $Z=0$ はリファレンスラインである。

Aのようにコア前端の位置をネック側にしすぎると、ネックシャドウ余裕を確保するため磁路長は短くなり、 $LH \cdot IH^2$ は増加する。逆にCのようにスクリーン側にしすぎると、磁路長は不必要に長くなりインダクタンス LH が増大し、 $LH \cdot IH^2$ は増加する。つまり $LH \cdot IH^2$ を最小にするコア前端の最適位置が存在する。

また、VLMFはコア前端の位置をスクリーン側にするほど増加するが、従来の偏向ヨークと比較して約60%も削減するため十分に小さい。

さらに、偏向電力の低減により偏向ヨークの温度上昇も抑制される。その結果、水平偏向周波数を高くできるのでモニタの高解像度化が達成される。

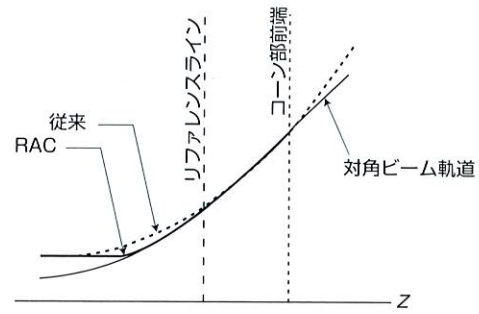


図10. 対角ビーム軌道とコーン部の内面形状 シミュレーションを用いた設計により、RAC-CDTのコーン部形状はビーム軌道に沿っている。

Diagonal beam trajectory and inner shape of cone

4 到達性能

表1に46cm 90° φ 29.1 RAC-CDTの偏向特性を示す。

表1. RAC-CDTの偏向特性
Deflection performance of RAC-CDT

| 管種 | 41cm 90° | 46cm 90° |
|--|----------|-------------|
| システム | 従来 | RAC |
| 偏向電力指数 ($E_b=25kV$) | | |
| $LH \cdot IH^2$ ($mH \cdot A^2$) | 13.3 | 10.3 (-23%) |
| $RV \cdot IV^2$ ($\Omega \cdot A^2$) | 14.9 | 10.9 (-27%) |
| BSN(mm) | 5.4 | 6.3 |
| 温度上昇 ΔT (°C) | 48 | 47 |
| (水平周波数 fH) | (95kHz) | (110kHz) |
| VLMFコイル | あり | なし |

従来の41cm 90° φ 29.1 CDTと比較し、ネックシャドウ余裕の目安であるBSN(Beam Strike the Neck)を大きくとっているにもかかわらず、 $LH \cdot IH^2$ は23%低減している。また、垂直偏向電力指数 $RV \cdot IV^2$ は27%低減している。

図10は、対角ビーム軌道とコーン部の内面カーブを示している。RAC-CDTのコーン部は、最適化されているためビーム軌道に沿った形状となっているが、従来のCDTは、ネック部付近でビーム軌道とのむだな空間があり、約5% $LH \cdot IH^2$ を劣化させている。

また、RAC-CDTではVLMFを大幅に低減できるため、キャンセルコイルなしで、もっとも厳しいTCO漏えい磁界規格(CDTの50cm前方の位置で25nT以下)を満たしている。

さらに、水平偏向周波数が110kHz (1,600 × 1,200ピクセル, 85Hz)の高周波でも偏向ヨークの温度上昇は十分に低

く、高解像度(フリッカーレス)モニタを実現できる。

5 あとがき

RAC-CDTは、偏向ヨークの矩形化により偏向電力およびVLMFを大幅に削減し、さらに高解像度モニタに必要な高周波対応を達成した。

今後は、省スペースを目的とした広角偏向CDTなどに適用し、幅広く展開していきたい。

文献

- 伊藤武夫, 他. スーパーブライトロン™カラーブラウン管. 東芝レビュー. 50, 10, 1995, p.729-732.
- 星野史孝, 他. 41cm ミニネック CDT用電子銃. 東芝レビュー. 53, 4, 1998, p.55-58.
- 太田康雄, 他. RIS方式110度カラー受像管. 東芝レビュー. 27, 11, 1972, p.1007-1010.



佐野 雄一 SANO Yuuichi

映像管事業部 映像管技術部。
カラーブラウン管の開発・設計に従事。
Cathode Ray Tube Div.



横田 昌広 YOKOTA Masahiro

映像管事業部 映像管技術部主務。
カラーブラウン管の開発・設計に従事。
Cathode Ray Tube Div.



村田 弘貴 MURATA Hiroataka

映像管事業部 映像管技術部主務。
カラーブラウン管の開発・設計に従事。
Cathode Ray Tube Div.