撮像管電子ビーム系と容量性残像との因果関係の数値解析

NHK 総合技術研究所 倉 重 光 宏

低速度電子ビーム走査を用いる撮像管の電子ビーム系の低残像化の可能性を調べる目的で、走査電子ビーム系とビームアクセプタンスおよび容量性残像との因果関係を調べた。まずビーム系の要因とビームアクセプタンスの関係を明らかにし、次にビームアクセプタンスから残像を求める数値計算プログラムを開発して残像との因果関係を調べた。検討の結果、緩和現象が残像をもっとも支配し、その他の要因の影響は付加的で小さいことがわかった。

1. ま え が き

プランビコンやサチコンなど阻止型接触動作のターゲットをもつ光導電型撮像管の残像はほとんど容量性残像といわれ、その大小は光導電膜の静電容量と走査ビームがターゲットにランディングする状況（ビームアクセプタンス）に依存している。このビームアクセプタンスは電子ビームの形成の仕方と密接な関係をもっている¹⁾。

この問題については従来からも種々検討がなされていて、古くは低速度電子ビームランディングの基本的な機構に関する吉永²⁾や Meltzer³⁾の報告に始まり、以後いくつもの走査ビーム系の要因とビームアクセプタンスの関係を論じた木内⁴⁾の報告などがある。また、実際に容量性残像を計算する方法に関するものとして吉田、木内⁵⁾の解析や設楽⁶⁾の計算グラフなどがある。しかし、具体的な電子ビームの形成のされ方とビームアクセプタンスおよび残像との一連の因果関係については明らかでない点が多く残されてきた。そこで筆者は電子ビーム系をその発生から形成、集束、ランディングに至るすべてについて、どの部分がどのように残像とかわり合うのかをとらえるため、次の5点に整理して説明を進めた。

- (1) 緩和現象
- (2) ターゲットへ入射する電子ビームの集束角
- (3) ターゲットへ入射する電子ビーム軸の傾き
- (4) カソードとターゲット間の接触電位差のばらつき
- (5) ビームアクセプタンスの第2指数領域

"An Analysis of the Correlation between the Beam Discharge Lag and the Scanning Electron Beam Performance in Pickup Tubes" by Mitsuhiro Kurashige (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)

この他にはターゲットの2次電子放出比 δ やHasker⁷⁾が行ったカソード前面の近傍に形成されるポテンシャルミニマムの効果も考えられるが、いずれも光遮断直後の残像以外に顕著な効果は及ぼさないものである。

実際に解析を進めるには、まず前述のビーム系5個の要因とビームアクセプタンスの関係を明らかにし、次にビームアクセプタンスと残像との対応を明確にする必要がある。このため、どんな形状のビームアクセプタンスでも残像が求められる数値解析法を確立してビーム系諸要因と残像との因果関係を調べた。

その結果、前述5点のビーム系の要因と残像との関係について、まとまった知見が得られた。

2. 与えられたビームアクセプタンスから容量性残像を求める数値解析

ターゲット面の電子ビームランディングによる面電位降下 ΔV_b は、ターゲットの面電位を V_T 、そのときターゲットに入射するビーム電流を $I_i(V_T)$ とし、ターゲットの δ をゼロとすれば次式で求められる*。

$$\int_{V_a}^{V_b} \frac{dV_T}{I_i(V_T)} = \frac{T_f}{C_T} \quad (1)$$

ここに C_T : ターゲットの蓄積容量, T_f : 信号蓄積時間 (ターゲット全面を走査するに要する時間), V_b : ビーム走査を受ける前の面電位, V_a : ビーム走査後の面電位, $\Delta V_b: V_b - V_a$

* 厳密に言えば(1)式が成立するにはビームランディングに伴うセルフシャープニングやビームベンディング効果など、ビームの広がりや曲がり起因する影響がないとの仮定が必要である。この場合、走査ビーム系は(1)式のようにスポットビームをそのまま広げたようなフラッドビームによりターゲット全面を T_f 時間同時に照射する場合と等価になる。この解析モデルは実用ビーム系と比較的良好な対応がとれるためよく使われるので、本論文でも採用する。

一方、蓄積期間の入射光と暗電流（バイアスライトによる成分を含む）とによる面電位の上昇 ΔV_s は次式で求められる。

$$\Delta V_s = \frac{T_f}{C_T} (I_{sig} + I_d) = \Delta V_{s0} + \Delta V_d \quad (2)$$

ここに I_{sig} : 信号電流, I_d : 暗電流 (バイアスライト分を含む), ΔV_{s0} : ΔV_d : I_{sig}, I_d による面電位上昇

暗電流成分を含む一定の光入射を受けているターゲット面が周期的にビーム走査を受けている場合の平衡条件は $\Delta V_b = \Delta V_s$ であり、この条件を満たすのが平衡電位 V_{eq} である。

V_{eq} を求めるために面電位を追跡することは立上りや残像を求めることを意味するが、これはビームアクセプタンスがたとえば、

$$I_e(V_T) = I_0 \exp\left(\frac{eV_T}{kT_b}\right) \quad \left. \begin{array}{l} V_T < 0 \\ V_T \geq 0 \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$= I_0$$

表 1 立上りと残像を求める数値計算フローチャート

The flow chart for figuring out build up and decay lag characteristics due to beam discharge.

ここに e : 電子の電荷, k : ボルツマン定数, T_b : ビーム温度, I_0 : 飽和電流

のような単純な式で表わされる場合は(1)式の解析処理ができることから、すでに多くの報告がなされている⁵⁾⁶⁾。しかし、複雑な形状をなす実際のビームアクセプタンスに対しては(1)式の解析処理ができないから、未知の点が多く残されてきた。したがって、これを解明するためには数値計算が必要になる。

この場合、与えられたビームアクセプタンスを微小区間に分割し、それを(3)式と同様な式で近似するのがよい。

$$\log [1/I_e(V_T)] = A \cdot V_T + B \quad (A, B \text{ は定数}) \quad (4)$$

この方法によれば分割された各区間の解析処理の繰返しによって(1)式の計算が求められ、かつ近似されたビームアクセプタンスの形状も実態にマッチするので、計算時間や計算誤差の点ですぐれた数値解析が得られる。この方法を適用した計算フローチャートを表1に示す。同

表に示すように、まず、ビームアクセプタンスが測定値や後述の計算値の形で与えられる。次に所要の光導電膜やビーム系の条件を与えてから(1)式(2)式の繰返し計算により、暗黒状態での平衡状態 ($\Delta V_b = \Delta V_d$)、そこに光を入れた場合の平衡状態 ($\Delta V_b = \Delta V_s + \Delta V_d$) に至る立上り、およびそれから光を切って最初の暗黒状態に戻るときの残像の計算を順次行う。

3. 電子ビーム系の要因とビームアクセプタンスおよび残像との因果関係

ビームアクセプタンスは一般に面電位が高い方から順に直線、第1指数、第2指数領域と呼ばれている3つの領域から成る³⁾。1章で述べた5つの電子ビーム系要因とビームアクセプタンスの3つの領域との関連を解析し、得られたビームアクセプタンスに2章で述べた数値解析を適用して残像との相関を調べた。

本報告の数値解析では525本標準走査方式を対象とする。その場合、完全なビーム重なり効果を仮定して走査ビームは垂直走査方向に走査線2本分の一様な広がりをもつものとし、実質的にはインターレースがなく $T_f =$ フィールド時間として解析を進めた。

3.1 緩和現象

図1 完全緩和の場合のビームアクセプタンスの計算値
The beam acceptance curves, undergoing the perfect relaxation in the space at the G_2 electrode potential V_{G2} .

ビームアクセプタンスは電子ビームの速度分散と密接な関係がある。カソード面から出る熱電子は半ボルツマンの速度分散をもつといわれるが⁸⁾、実際に得られるビームアクセプタンスはこの半ボルツマン分布に対応するものではなく、もっと傾斜がゆるやかで広がり大きいものとなる。これはビームがターゲットに達するまでに電子相互間の作用による緩和現象に起因して、速度分散が広がるためである⁹⁾¹⁰⁾。

緩和が生じた場合、そのビームアクセプタンスへの影響の大小は緩和が生じた場所の電位 V_{G2} と緩和の進展状況に依存する。速度分散が完全ボルツマン分布となる完全緩和の場合のビームアクセプタンスは脚注* の式で表わされるものとなり、図1に示す形状をなし、 V_{G2} の大小に依存して肩（飽和領域と指数領域の接点付近をいい、直線領域と呼ばれる部分）が丸まり指数領域の傾斜が変わる。しかし、 V_{G2} が 0 V の場合ビーム温度は約 $0.67T_K$ に減るものの、形状は緩和がない場合と同じになる。これはいったん完全ボルツマン分布になった速度分散の正側の半分だけがターゲットに達するためである。

図2に図1に示した完全緩和の場合のビームアクセプタンスから V_{G2} と残像の関係求めた結果を示す。こ

* 条件: Aとは本報告では原則として次の条件をいう。 $T_b: 2,000\text{ K}$, $C_T: 1,600\text{ pF}$, $I_{sig}: 0.2\text{ }\mu\text{A}$, $I_d: 1\text{ nA}$, $I_b: 2\text{ }\mu\text{A}$, $\theta_m: 0^\circ$, $\theta_s: 0^\circ$, $V_M: 750\text{ V}$ 。ただし、これと異なる特定条件は各図ごとに異なるものだけを表示する。

図2 完全緩和の場合の V_{G2} 対残像の極限値
The discharge lag as a function of V_{G2} with the perfect relaxation (the worst limit the distribution may take), and the lag without relaxation (the theoretically attainable limit)

の場合の残像はビーム温度の上限値に対応するものであるから他要素の影響を受け易い第1フィールドなどを除けば実際の最悪限界とみることが出来る。同図に緩和がない場合の残像を合わせて示す。これは到達し得る最良限界値を意味する。

ところで、完全緩和は現実には起らず、その程度はわずかである⁹⁾。しかし、わずかな緩和でもビームアクセプタンスへの影響は大きい¹¹⁾。このような不完全緩和状態の解析は困難なため、まだ充分なされていない。しかし、実験的には緩和以外の要素の影響が入らないようにしてビームアクセプタンスを測定してみると、その形状は(3)式でよく表わされ、かつその傾斜は緩和の進展状況と一定の相関をもっている¹⁰⁾。

しかるに、ビームアクセプタンスの傾斜はビーム温度 T_b によっても定義されるから、 T_b は緩和の程度を表わす尺度ともみることが出来る。したがって、不完全緩和の場合は T_b が緩和の程度を表わすものと意味づけることができる。この意義をふまえながら T_b と残像の関係を求めたものを図3に示す。この場合の残像は解析解も得られ²⁾、 T_b に比例する。

図3には1インチ MM 型電子銃 8507 に C_T が 1070 pF の実験膜をつけて行った実験例も示す。

このビーム温度は G_2 電圧によって変化させ、金蒸着膜ターゲットをつけた実験管のビームアクセプタンスから推算したものである。

T_b が 2000K 以下では G_2 電圧が低くなっていて、ビーム量がジャストビームに近くなるため、後述するよ

$$* I_b(V_T) = \frac{I_0}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi} \bar{x}} \exp\{-(x-\bar{x})^2\} + \{1 - \text{erf}(1-\bar{x})\} \right]$$

ただし $V_{G2} \geq V_T$ (G_2 で完全緩和が生じ、 G_2 でターゲット方向に正の速度成分をもつ電子のみがターゲットに達し得る条件)

$$I_0: \text{飽和電流}, x: \sqrt{\frac{e}{kT}}(V_{G2} - V_T), \bar{x}: \sqrt{\frac{m\bar{w}^2}{2kT}}$$

$\bar{w}$: 完全緩和後のビーム温度, $\frac{4}{5}T_K + \frac{1}{5k}(eV_{G2} - m\bar{w}^2/2)$,

$\bar{w}$: ビーム電子の平均速度, $\sqrt{\frac{2eV_{G2}}{m} \left(1 + \frac{kT_K}{2eV_{G2}}\right)}, \frac{eV_{G2}}{kT_K} \gg 1$

図3 ビーム温度 T_b 対残像
The beam discharge lag versus the equivalent beam temperature.

* 測定値は1インチMM型電子銃 8507 に C_T 1070 pF の光導電膜をつけた実験管により求めた。

うにビーム量の影響が現われて T_b が小さくなくても残像が大となる現象がみられる。しかし、この部分を除けば定性的には解析結果と一致している。

定量的な一致性については解析モデルの当否をはじめ、後述する諸条件の影響なども考慮する必要があるので、本論文では触れないことにする。

3.2 ターゲットへ入射するビームの集束角 θ_m

全電子がカソードから同一方向に均一速度で発射されるとしても、クロスオーバーなどの物点において軌道の角度分散があるときは、ターゲットへ入射する電子ビームは途中のレンズ系によって定まる角度分散をもつことになる。軌道が管軸と角度 θ をなす場合、管軸方向のエネルギーが $\cos^2 \theta$ に比例したものとなり、その分だけ軸方向のエネルギーを失うから、軌道の角度分散もまた軸方向の速度分散を広げる効果をもっている。

実際の角度分散の分布の形はよくわからないが、ここでは結像点においてガウス分布をなすものとして解析を進める。

通常のビジコン電子銃においてメッシュを結像点と考え、メッシュとターゲット間を一樣な平行電界とした場合、この角度分散を考慮に入れたビームアクセプタンスは次式のようになる⁴⁾。

$$I_t(V_T) = \int_{\theta_s - \theta_m}^{\theta_s + \theta_m} I_\theta \exp \left[\frac{e}{k T_b} \{ V_T - (1 - \cos^2(\theta - \theta_s)) V_M \} \right] d\theta$$

$$I_0 = I_0 \exp \left[- \left\{ \frac{0.833}{\theta_m} (\theta - \theta_s) \right\}^2 \right]$$

$$V_T - (1 - \cos^2(\theta - \theta_s)) V_M < 0$$

$$I_\theta(V_T) = \int_{\theta_s - \theta_m}^{\theta_s + \theta_m} I_\theta d\theta$$

図4 ビーム集束角 θ_m を変えた場合のビームアクセプタンス

The beam acceptance curves for θ_m given converging angles on the target.

$$V_T - (1 - \cos^2(\theta - \theta_s)) V_M \geq 0 \quad (5)$$

ここに θ_m は I_0 が 1/2 になる角度、 θ_s はメッシュにおいてビーム軸が管軸となす角度、 V_M はメッシュ電圧である。

θ_m を変えてビームアクセプタンスを求めた例を図4に示す。 θ_m はビームアクセプタンスカーブの肩を丸め、若干の平行移動をひきおこす効果があることがわかる。これは次のように説明できる。

角度 θ をもつ電子は θ が 0 の電子にくらべて量が少なく管軸方向の速度も小さいから、この電子の作るビームアクセプタンスはそれだけ V_T の高い方へずれると同時に飽和値も小さくなる。したがって、すべての θ についてのビームアクセプタンスを重ねさせるとカーブの肩が丸まっていく形になるためである。

θ_m を変えて残像を計算した例を図5に示す。残像は θ_m によってほとんど変化しないがビーム電流 I_b が小さくなると影響が顕在化し、第1フィールドなど早いフィールドほどその効果は顕著になる。これは θ_m が大きくなるにつれ管軸方向の速度を失った電子が増え、実質的に有効なビーム量が減るためである。現象的にはビーム電流 I_b を減らした場合と同様の変化が見られる。

ところで、メッシュでの角度 θ はメッシュ電圧 V_M と相乗し合って軸方向のエネルギーを $V_M \cdot \cos^2 \theta$ に減らす。そこで V_M の影響を調べてみたが、その効果は小さかった。

3.3 ターゲットへ垂直入射すべきビーム軸の傾き θ_s

θ_s の影響を調べるため、(5)式において θ_m を一定とし、 θ_s を変えてビームアクセプタンスを求めた例を図6に示す。

図 5 ビーム集束角 θ_m を変えた場合の残像
The beam discharge lag versus beam converging angle on the target: θ_m .

図 6 ビーム軸の傾き角 θ_s を変えた場合のビームアクセプタンス
The beam acceptance curves for given angles of the beam incidence on the target.

図 7 ビーム軸の傾き θ_s 対残像の関係
The discharge lag versus angles of the beam incidence on the target: θ_s .

θ_s の影響は θ_m の大小で異なるが、一般に θ_m と同じ傾向のものとなり、ビームアクセプタンスの肩を丸くしたり曲線を平行移動させる。これは θ_s の影響が 3.2 節で述べた θ_s が 0 の場合に θ_s による平行移動の効果を付加するだけの形で現われるためである。

θ_s と残像の関係を求めたものを図 7 に示す。 θ_m を変えた場合と同じ変化が見られるが効果はより大きい。

しかし、 θ_m が大きい場合は図 6 に破線で示すように曲線の平行移動は非常に小さくなり、 θ_s の効果がマスクされる傾向を示す。これは θ_m が大きくなって θ_s を考えると入射角ゼロのビームが存在するようになり、このビーム群の作るビームアクセプタンスが V_T の一番低い方に位置して指数領域を支配するようになるからである。図 6 破線のビームアクセプタンスから残像を求めたものを図 7 に破線で示す。 θ_s をゼロとして θ_m を変えた場合とほぼ同じ変化が見られる。

3.4 カソードとターゲット間の接触電位差 E_c のばらつき

カソード動作面やターゲット面を微視的にみた場合、仕事関数のばらつきが予想される。池原は受信管における上述の E_c のばらつきの存在を実験的に証明している¹²⁾。しかし、撮像管においてはその有無はまだ不明であるが、ここではあった場合にどういった影響がでるかを調べてみる。カソードとターゲット間の電位差 E_c を考慮し、他の要因を省略した場合のビームアクセプタンスは (6) 式で表わされる。

いま E_c はある分布則に従って分散するものとし、この分布を $P(E_c)$ と書き、これを全動作面の中で E_c を

$$I_t(V_T) = I_0 \exp\left(-\frac{e(E_c - V_T)}{kT_b}\right), \quad V_T \leq E_c \\ = I_0, \quad V_T > E_c \quad (6)$$

もつ部分が存在する確率で定義する。この場合のビームアクセプタンスは次式で表わされる。

$$I_t(V_T) = \int_{-\infty}^{V_T} I_0 P(E_c) dE_c + \int_{V_T}^{\infty} I_0 P(E_c) \cdot \exp\left\{-\frac{e(E_c - V_T)}{kT_b}\right\} dE_c \quad (7)$$

本式中第 1 項はターゲットにランディングする電流がすでに飽和している成分、第 2 項は不飽和成分を示している。では $P(E_c)$ を具体的に仮定してビームアクセプタンスとの因果関係を調べてみよう。

(1) 分布 $P(E_c)$ が方形分布をとる場合

$P(E_c)$ を図 8 (a) に示す E_c^- から E_c^+ までの方形分布と仮定する。この場合、脚注* に示すように V_T の値により 3 つの場合に分けてビームアクセプタンスが計算される。

(2) $P(E_c)$ がガウス分布をとる場合

$P(E_c)$ を 8 図 (b) に示すガウス分布と仮定した場合の

* (a) $V_T \leq E_c^-$ の場合

(7) 式の第 1 項はゼロとなり第 2 項だけとなるから、

$$I_t(V_T) = \frac{I_0 k T_b}{2e \Delta \phi} \left\{ \exp\left(\frac{e E_c^-}{k T_b}\right) - \exp\left(\frac{e E_c^+}{k T_b}\right) \right\} \exp\left(\frac{e V_T}{k T_b}\right)$$

(b) $E_c^- < V_T < E_c^+$ の場合

$$I_t(V_T) = \frac{I_0 (V_T - E_c^-)}{2 \Delta \phi} + \frac{I_0 k T_b}{2e \Delta \phi} \left\{ \exp\left(\frac{e V_T}{k T_b}\right) - \exp\left(\frac{e E_c^+}{k T_b}\right) \right\} \exp\left(\frac{e V_T}{k T_b}\right)$$

この場合、 I_t は V_T に比例する項としない項の和で表わされる。

(c) $V_T \geq E_c^+$ の場合

この場合、第 2 項はゼロとなり第 1 項のみとなるから

$$I_t(V_T) = I_0$$

図 8 カソードとターゲット間の接触電位差の分布
The distribution of contact potential difference between the cathode and the target.

(a) Rectangular distribution, (b) Gaussian distribution.

ビームアクセプタンスは(7)式に,

$$P(E_c) = \frac{I_0}{\sqrt{\pi} \Delta \phi} \exp \left\{ - \left(\frac{E_c - \phi}{\Delta \phi} \right)^2 \right\} \quad (8)$$

を代入して求められる. 第1項の積分は求められるが, 第2項の積分は解析的には求められない.

$P(E_c)$ を方形およびガウス分布にとり, それらの $\Delta \phi$ を変えてビームアクセプタンスを計算したものを図9に示す. 同図によれば, E_c の分布に従って, ビームアクセプタンス群が平行移動を伴って分布するため, $\Delta \phi$ を大きくしていくと θ_s を大きくしていった場合と同様に平行移動とビームアクセプタンスの肩が丸くなる現象が生じる.

図10に $\Delta \phi$ と残像の関係を示す. $\Delta \phi$ の残像への影響は $\Delta \phi$ が大きいほど大で, θ_m や θ_s の効果とよく似ているが, 光遮断後のフィールドの早い遅いにあまり関係しない点の特徴である. これらの E_c の分散の影響は同じ $\Delta \phi$ についてみれば, ガウス分布の方が方形分布より大きい.

3.5 第2指数領域

ビームアクセプタンスにはビーム電流がピーク値から2~3桁下った付近から第2指数領域と呼ばれるビーム温度の高い部分が現われる. この発生機構はまだよくわかっていない. 第2指数領域を含めたビームアクセプタンスは他の要素を省略すると次のように書ける.

$$I_i(V_T) = (1-\alpha)I_0 \exp\left(\frac{eV_T}{kT_b}\right) + \alpha I_0 \exp\left(\frac{eV_T}{kT_b'}\right), \quad V_T < 0 \\ = I_0, \quad V_T \geq 0 \quad (9)$$

ここに α は異なるビーム温度 T_b' をもつビームの量的な割合である.

T_b' をビジコン電子銃などでよく見られる 10,000 K にとり, α を変えてビームアクセプタンスを求めたものを図11に, 同図から残像を求めたものを図12に示す.

図 9 接触電位差 E_c の分布幅 $\Delta \phi$ 対ビームアクセプタンスの関係

Beam acceptance curves for given widths of the distribution of the contact potential difference: $\Delta \phi$.

図 10 接触電位差 E_c の分布幅 $\Delta \phi$ 対残像の関係
The discharge lag versus $\Delta \phi$.

第2指数領域の残像への影響は暗黒状態での平衡電位がこれにかからない場合はまったくないが, そうでない場合, 光遮断後の残像消去時間を長くする形で現われる.

4. む す び

撮像管電子ビーム系と残像との相関を明らかにするには, ビーム系-ビームアクセプタンス-残像の三者関係を明らかにする必要がある. そこでまず, どんな形状のビームアクセプタンスに対しても残像の計算ができる数値解析法を確立する一方, 5個のビーム系要因に着目して, それらを考慮に入れたビームアクセプタンスを解析し, ビームアクセプタンスを媒介にして三者の因果関係

図 11 第2指数領域を取り入れたビームアクセプタンスの近似

Approximated representation of beam acceptance curve with the second exponential region for given α . (α : mixing rate of the beam current with the different beam temperature).

を調べた。

5 個のビーム系要因のうち緩和現象がビームアクセプタンスの第1指数領域発生之源となっており、この領域は残像の大小をもっとも顕著に左右する。この意味で図1～図3に示したように緩和は他の要因の有無にかかわらず影響が大でビームアクセプタンスの形状と残像の大小の大勢を決める。一方、集束角度の分散やビーム軸の傾き、および接触電位差のばらつきの3点はビームアクセプタンスの直線領域の生成およびその形状に関係し、図5, 7, 10に示したように第1フィールドなど早いフィールドでの残像を中心に緩和現象の効果に付加的な影響を及ぼす。また、第2指数領域は図12に示したように他の4個の要因とは独立した効果を持ち、暗黒状態の面電位がこれにかかるときのみ付随的な影響が現われ、収斂の悪い長い残像を生じさせる。

今後の課題としては解析結果に対する実験的裏づけが残っている。その中で緩和現象については筆者らがすでに実験的な検討を進めてきた。しかし、他の要因については実用ビーム系における量的な把握の方法を含めた検討を要する。

また、本研究により、これまでよくわからなかったビームアクセプタンスの3領域の生成メカニズムをよりはっきりさせることができ、第1指数領域は緩和現象、直線領域はターゲットへのビームの入射角度の分散をはじめ新たに接触電位差などがその要因となることがわかった。しかし、第2指数領域についてはなお未知である。

図 12 第2指数領域と残像の関係

The variation of decay lag characteristics due to beam discharge for beam acceptances with the second exponential region shown in fig. 11.

この研究の機会を与えて下さった当所映像班 大石部長、海老沢副主管、また共に議論して下さいした後藤、小楠両主任研究員を初めとする研究室各位に深く謝意を表す。最後に数値計算にご協力いただいた当所研究設備運用センター 中村副主管、丹野技師に厚く御礼申し上げる。

(昭和52年6月3日受付)

〔参考文献〕

- 倉重：撮像管電子ビーム系と容量性残像との因果関係の数値解析，テレビ学会電子装置研資，ED 302 (昭和51年)
- 吉永：低速度走査撮像管における electron beam landing，信学誌，40, 10 (1957) 1088-1095
- B. Meltzer, P.L. Holmes: Beam temperature, discharge lag and target biasing in some television pickup tubes, Brit. J. Appl. Phys., 9, 4(1958) 139-143
- 木内：ビジコンの電子ビームについて，テレビ学会電子管研資，No. 36 (昭和34年)
- 吉田，木内：ビジコンの容量性残像の計算，テレビ誌，24, 4 (1970) 20-28
- 設楽：容量性残像の計算用グラフ，NHK 技研，23 (昭和46年) 291-297
- J. Hasker: Imaging, beam acceptance, and beam discharge lag in camera tubes, IEEE Trans., ED-18, 11 (1971) 1075-1086
- K. Ulmer, B. Zimmermann: Relaxationserscheinungen in elektronenstrahlen, Z.S. Phys., 182(1964) 194-216
- 倉重，小楠：撮像管電子ビームのアクセプタンスの広がりについて，信学技報，ED 75-12 (昭和50年)
- 倉重，小楠：撮像管電子ビーム系の緩和現象と容量性残像，テレビ全大予，3-9 (1976)
- B. Zimmermann: Broadened energy distributions in electron beams, Advances in Electronics and Electron Physics, 29 (1970) 257-312
- 池原：陰極と他の電極間に存在する接触電位差の新しい測定法，信学誌，36, 3 (昭和28年) 115-120

Sensitivity Differences between Central and Peripheral Regions of Retina Measured by Critical Flicker Frequency

by Tadahiko Fukuda

CFF (Critical Flicker Frequency) determinations were made at various retinal positions by using a fixation point to which the line of vision is fixed in the first test and by employing a moving target which led the line of vision in the second test.

It is inferred from the results of the tests that CFF in the periphery is higher than that in the fovea when the target size is larger than 2° , and that the variation of CFF according to the locality on the retina in the case where the target size is very small (less than $1/8^\circ$) depends basically upon the density distribution of cones and rods on the retina.

It is also pointed out that CFF is higher during eye movement than when the line of vision is fixed, especially when the target size is large and in the periphery of the retina.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 3 (1978) 210~216

Analysis of Correlation between Beam Discharge Lag and Scanning Electron Beam Performance in Pickup Tubes

by Mitsuhiro Kurashige

In order to find out clues for improving the beam discharge lag in widely used photoconductive pickup tubes with blocking contacts, the author looked into the following aspects in the scanning electron beam performance as the factors affecting the lag: (1) Energy distribution broadening due to relaxation in the scanning beam. (2) Beam convergence angle on the target. (3) Angle of incidence of the beam on the target. (4) Local distribution of contact potential difference between target and cathode. (5) Second exponential region of the beam acceptance curves.

The author has worked out a computational procedure to follow the surface potential variation on the target and investigated the correlations among the beam performance, the resultant beam acceptance curves and the beam discharge lag.

It is concluded that the relaxation has the most predominant effect and that the other factors add only minor influence on the decay lag characteristics due to beam discharge.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 3 (1978) 217~223

Analysis of Distortion Caused by Multipath Transmission in Frequency-modulation Sound Broadcasting

by Mitsuo Ohara

Relations between distortion caused by multipath transmission and the essential parameters are analyzed for both monophonic and stereophonic FM sound broadcasting.

The parameters involved are DU ratio, delay time of the reflected wave in comparison with the direct wave, phase difference of these two carrier waves, modulation frequency and percentage of modulation.

Fast Fourier Transform processing technique is applied in the computer programme using which the complicated spectrum computation is carried out easily to allow a thorough analysis of multipath transmission phenomenon.

As a result, the complex nature of multipath distortion became clearly understandable. In addition, some considerations necessary for the better reception of FM sound broadcasting under the environment of multipath transmission are derived from the results of analysis.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 3 (1978) 224~230