

カラーブラウン管のランデング誤差補正

Compensation of Beam Landing Errors for the Shadow-mask Type Color Picture Tube

桜井 武 磨*
Takemaro Sakurai

宍戸 昂 郎*
Kôrô Shishido

中川 治 平**
Iihei Nakagawa

小泉 喜八郎***
Kihachirô Koizumi

山崎 映 一***
Eiichi Yamazaki

内 容 梗 概

14形および17形シャドーマスクカラーブラウン管のけい光体ドットと電子ビームドットの間を生ずるラジアルランデング誤差とデグルーピング誤差につき調べた。まず偏向コイルの磁界分布を測定して、偏向中心のずれ Δp と偏向角 U との間に

$$\Delta p = \frac{93.3}{2} \tan^2 \frac{U}{2}$$

の関係を得た。次にけい光面上におけるダイナミックコンバーゼンスの補正量から偏向面でのコンバーゼンス補正量 Δs を求めた。これらの結果を用いて、けい光体ドット露光時に使用する補正レンズを試作し、両誤差とも 0.01 mm 以下に押えることができた。

1. 緒 言

シャドーマスク形カラーブラウン管のけい光膜ドット製作は、次のように行なわれる。感光性のけい光体ペーストをスクリーンに塗布し、乾燥した後、シャドーマスクを通して露光し、現像すれば所要のけい光体ドットを得る。したがって露光時の光線の軌跡と、完成後の電子ビーム軌道とが完全に一致することが望ましい。

カラーブラウン管の電子の偏向は偏向コイルにより行なわれるが、偏向コイルの特性として、偏向角の増加にともない偏向中心（けい光膜側からみた見かけの偏向の中心）が前進するし、また三つの電子ビームを常にシャドーマスクの面で交ささせるためにはダイナミックコンバーゼンスを要する。

このようにけい光体ドット露光の際の光の軌跡と電子ビームの軌跡とは、そのままでは一致しない。この両者を一致させる手段として、第1図に示すようにけい光体ドット露光の際に、光源とシャドーマスクとの間に補正レンズを入れ、光の軌跡と電子ビームの軌跡とをできるだけ合わせるような方法がとられる⁽¹⁾⁽²⁾。

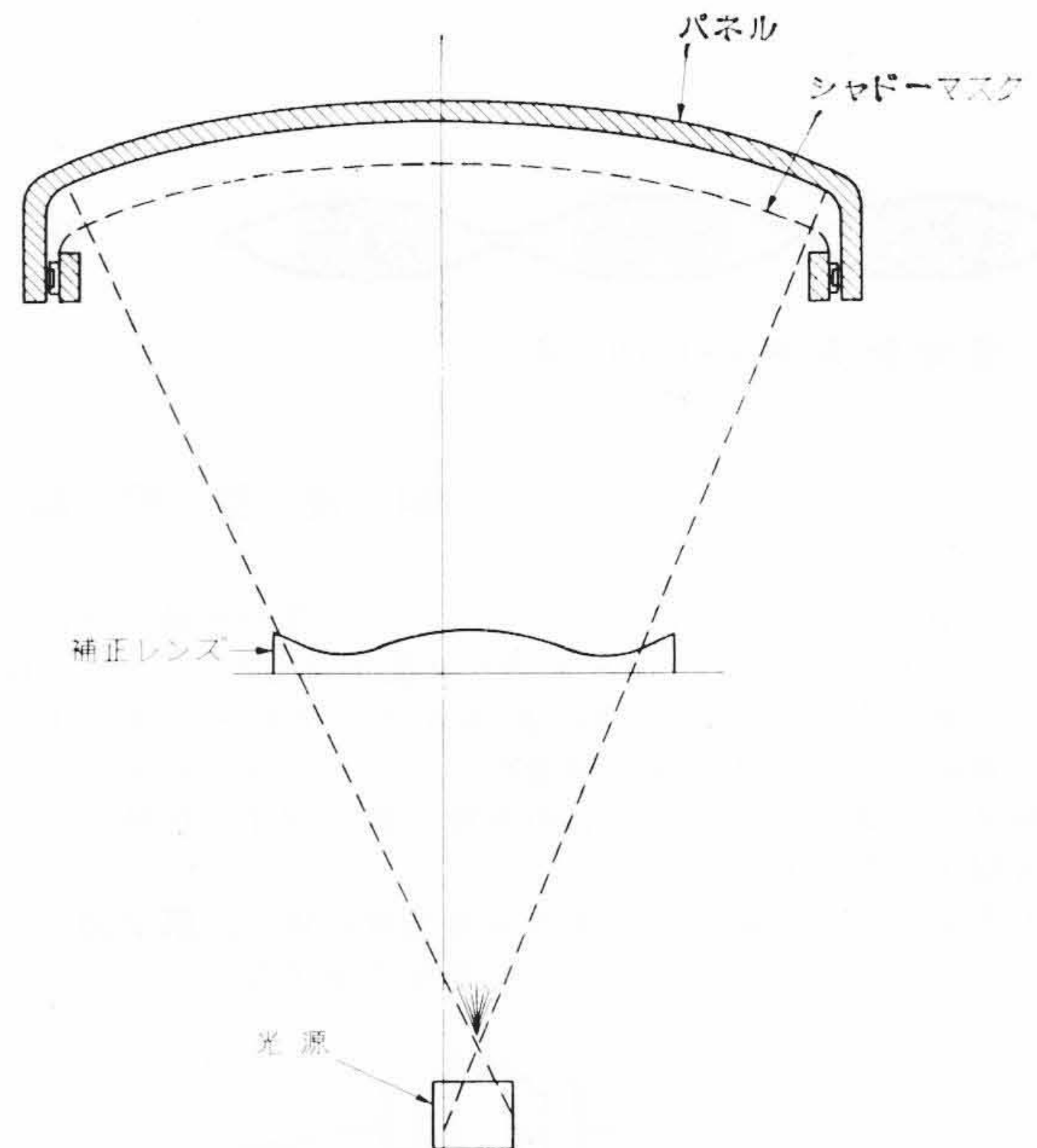
筆者らは17形および14形70度カラーブラウン管についてこれらのランデング誤差の原因を検討し、補正レンズを製作して、満足すべき補正効果が得られたので、以下これらについて述べる。

2. ランデング誤差の測定

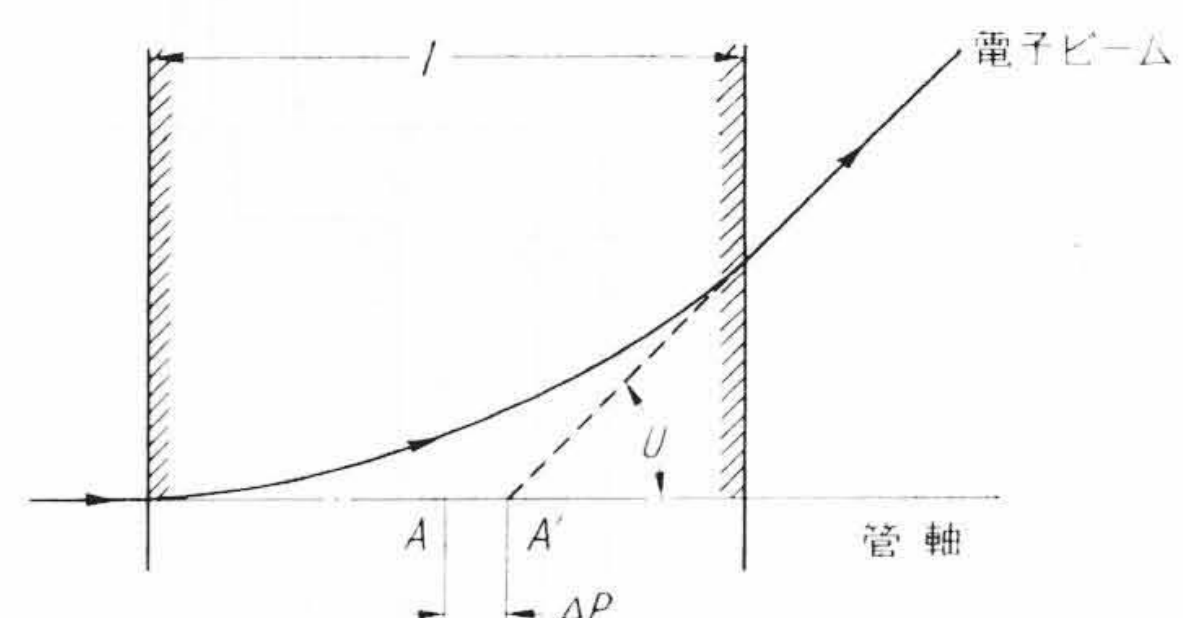
カラーブラウン管のけい光体ドットと電子ビームドットのずれを一般にランデング誤差と称している。ランデング誤差には偏向角の増大にしたがい偏向中心の前進によって起こるラジアルランデング誤差と、ダイナミックコンバーゼンスによって起こるデグルーピング誤差がある⁽³⁾。

2.1 偏向中心の前進

理想的な場合として、第2図に示す l なる範囲に一樣な磁界が紙面に直角に貫通しているとする。管軸に沿って入射する電子ビームがこの磁界中を通過する際に、その軌道は円弧を描く。電子が磁界を出るときの出射点における切線と管軸との交点 A' （これを偏向中心と称する）は偏向角 U の増加につれて、けい光膜の方に前進す



第1図 露光台配置図



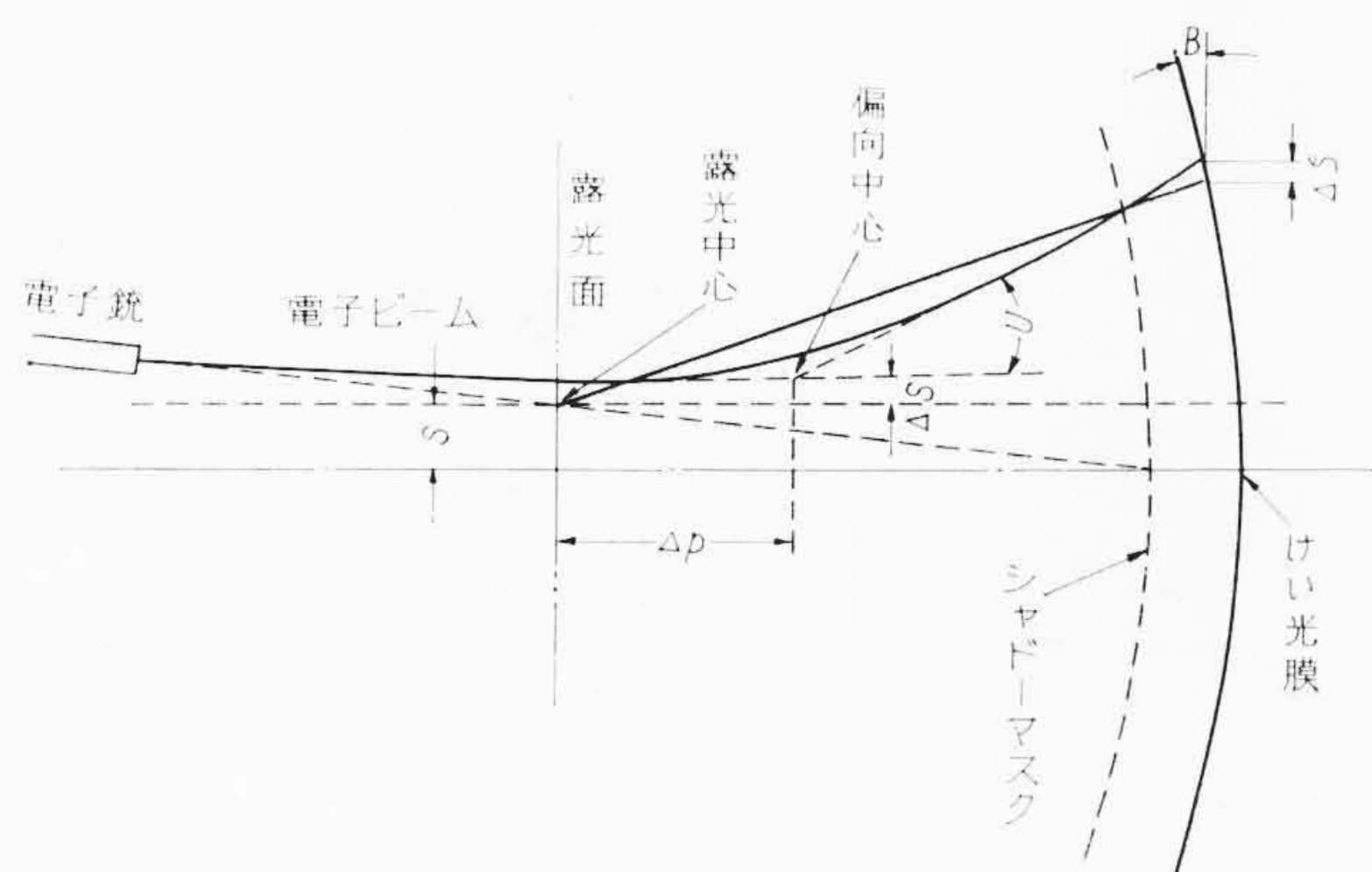
第2図 磁界偏向における偏向中心のずれ

る。 U の非常に小さな近軸電子ビームの偏向中心は $l/2$ の点 A にある。この A 点から A' 点までのずれ Δp は次式で与えられる。

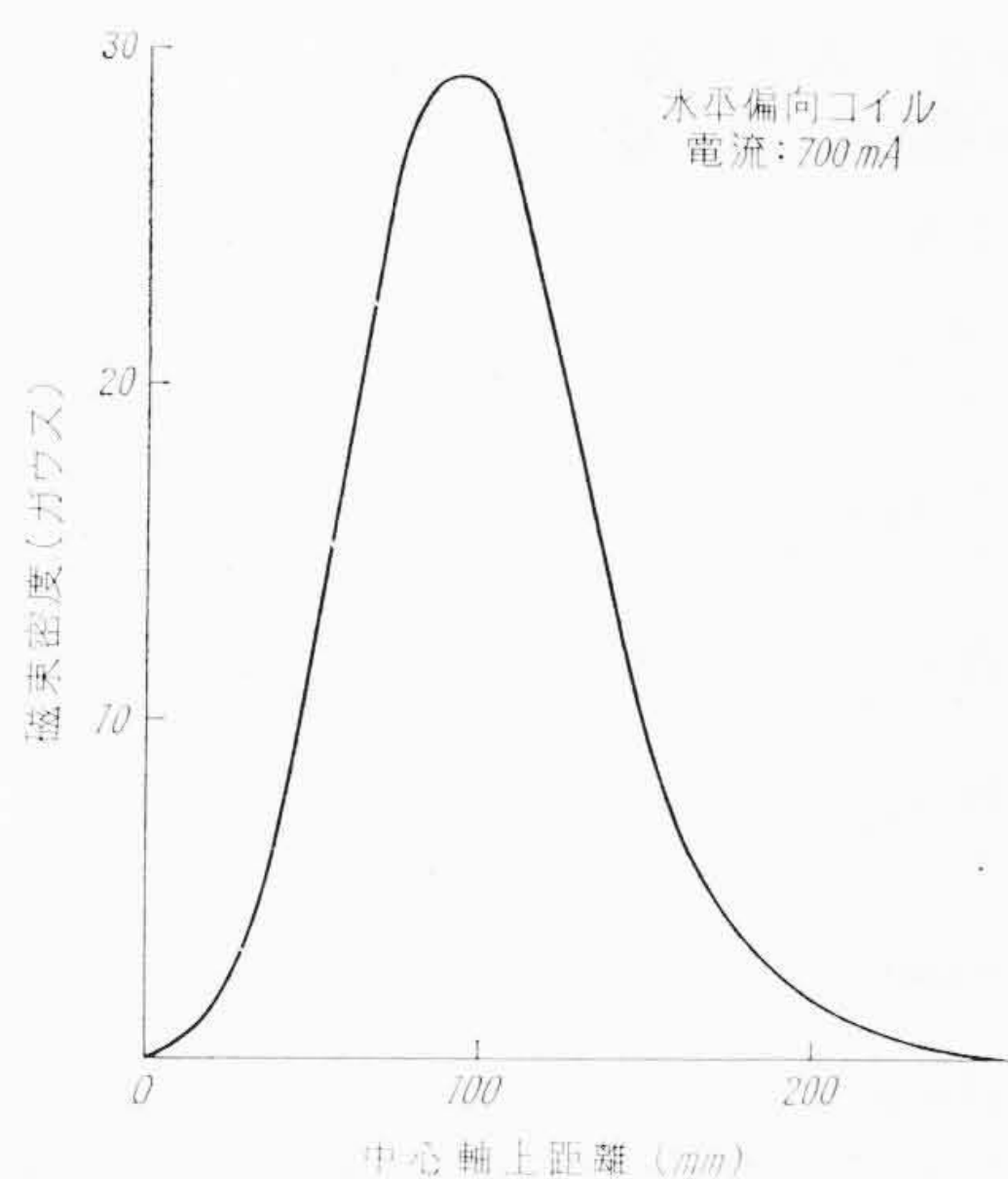
$$\Delta p = \frac{l}{2} \tan^2 \frac{U}{2} \dots\dots\dots (1)$$

このように偏向中心が Δp だけ前進すると、けい光膜面でけい光体ドットと電子ビームドットのずれ（ラジアルランデング誤差） $\Delta \rho$ が生ずる。

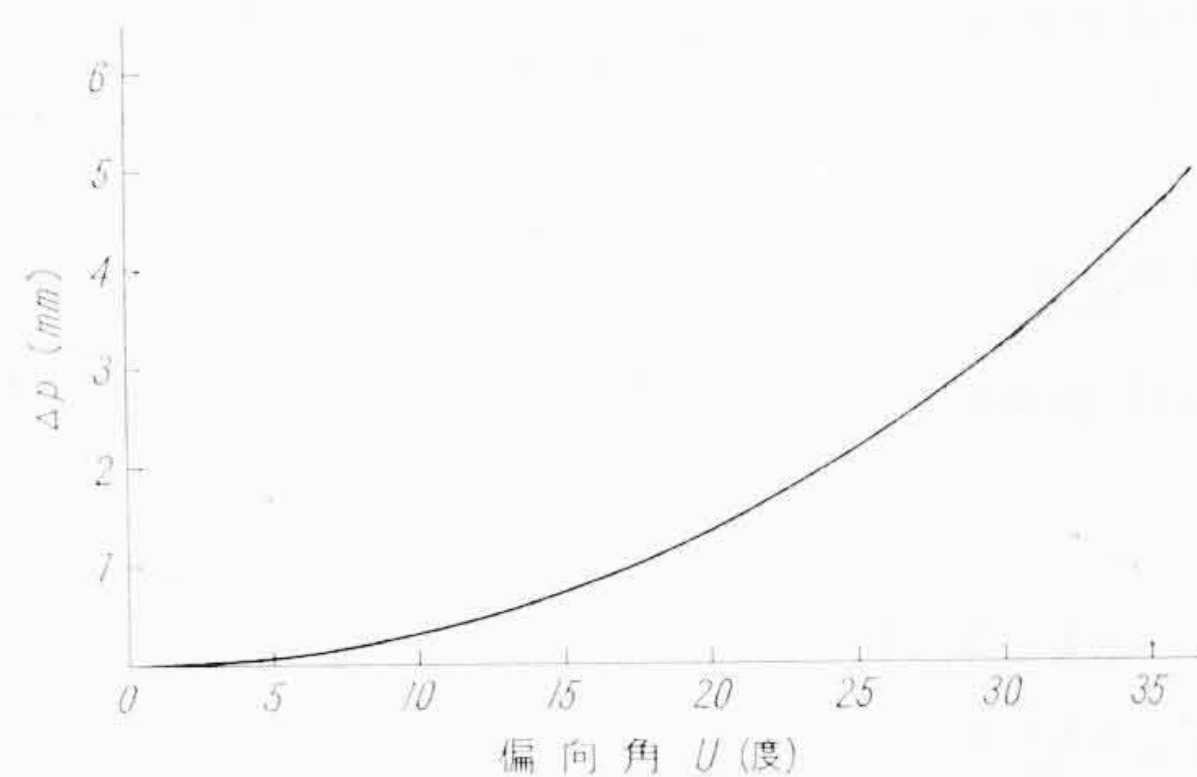
* 東北大学科学計測研究所
** オリンパス光学工業株式会社
*** 日立製作所茂原工場



第3図 電子ビームと光線の不一致説明図



第4図 水平偏向コイルの中心軸上磁束密度分布

第5図 偏向角 U と Δp

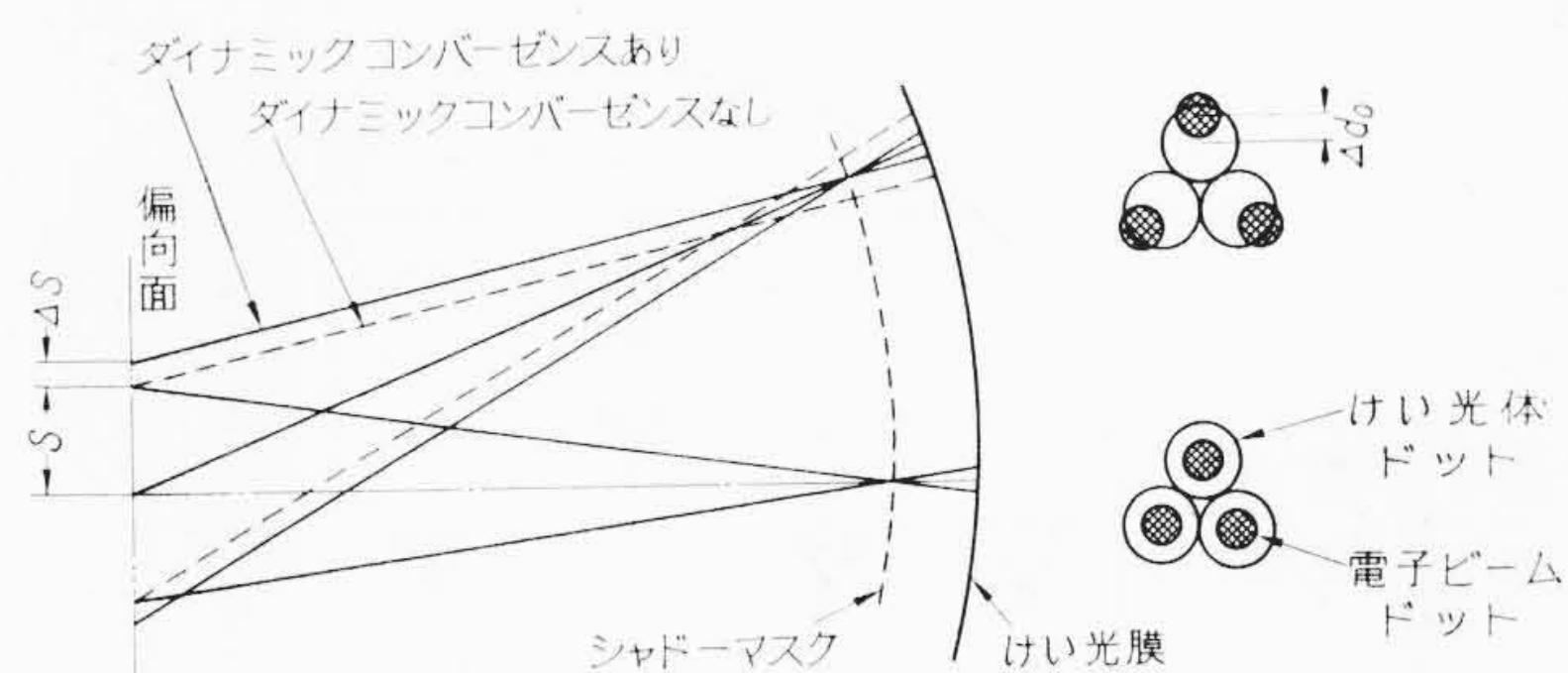
$$\Delta p = \Delta p \frac{q'}{p'} \frac{\tan U}{1 + \tan B \tan U} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに p' : 偏向中心からシャドーマスクまでの距離
 q' : シャドーマスクからけい光膜までの距離
 U : 偏向角
 B : けい光膜面の傾斜角

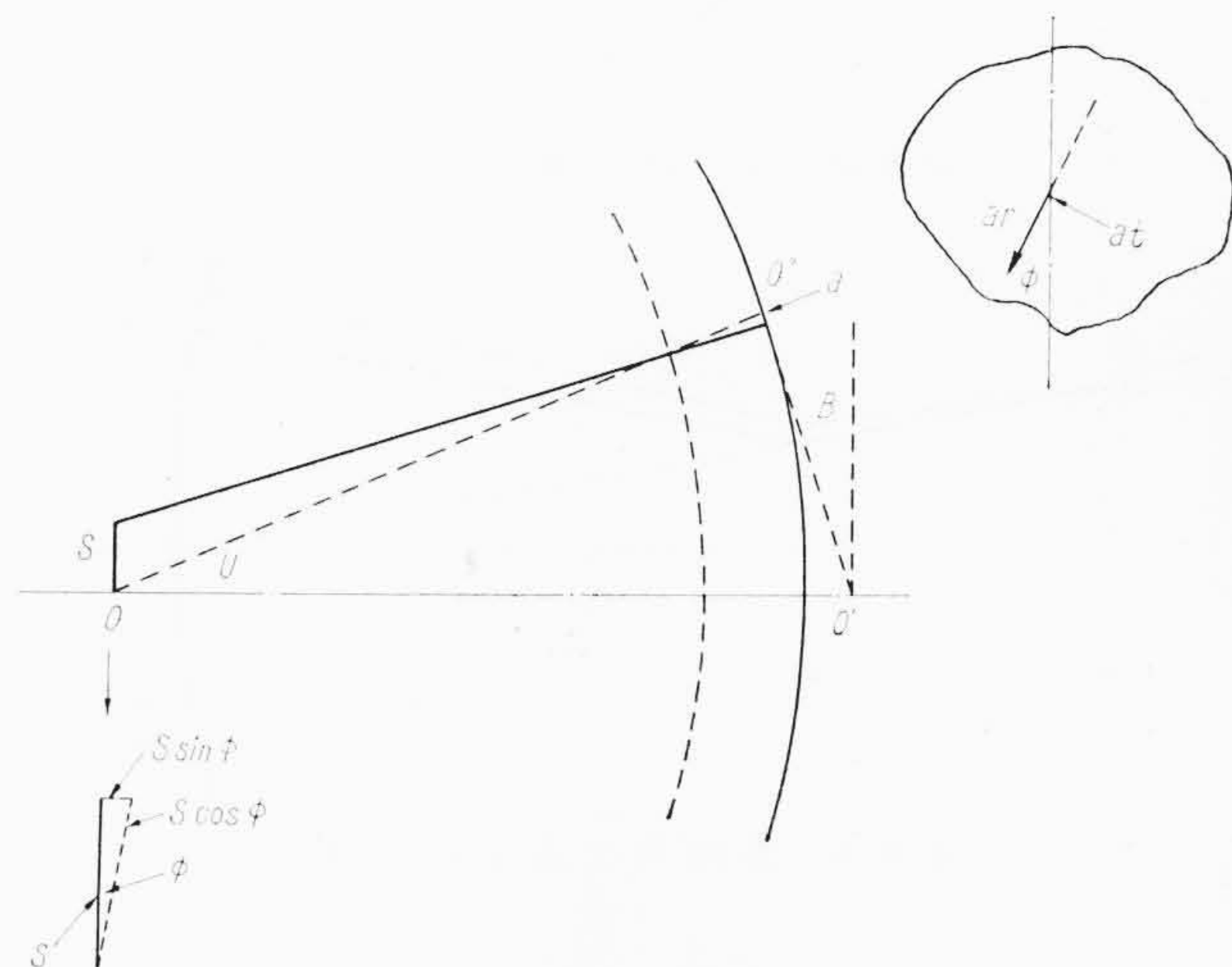
となる(第3図参照)。

Δp の測定には、けい光膜上でけい光体ドットを基準として電子ビームのずれ Δp_b を測定し、(2)式を用いて逆算することも考えられるが、実際の場合には偏向コイルの位置により Δp_b は種々の値をとり、 Δp 値を求めることが困難である。したがって筆者らは偏向コイルの軸上磁束密度分布を測定し、計算により Δp を求めた。第4図は430 CB 22, 360 CB 22 に用いられる水平偏向コイルの軸上磁束密度分布の一例である。また第5図はこの磁束密度分布より計算にて求めた Δp の値を示す。この曲線より偏向角 U と Δp との間に

$$\Delta p = \frac{93.2}{2} \tan^2 \frac{U}{2} \quad \dots\dots\dots (3)$$



第6図 ダイナミックデグルーピング



第7図 けい光面の傾斜角

が得られる。

2.2 ダイナミックデグルーピング誤差

ダイナミックデグルーピングを生ずる原因は偏向磁界による三つの電子ビームの集中作用の補正によるものである。すなわち、第6図において電子ビームを偏向させてゆくと、3本の電子ビームはシャドーマスクに達する前に交さして、色ずれが生ずる。これを補正する手段としてダイナミックコンバーゼンスコイルに電流を流し、偏向コイルにはいる前に電子ビームを偏向面で換算して、 Δs だけ外方に広げてやり、3本の電子ビームがちょうどシャドーマスクの面で交さるようにする。このようにするとシャドーマスクの面で電子ビームが交さするが、けい光体ドットに対し電子ビームドットが外方に広げられる。これを電子ビームのダイナミックデグルーピングという。

このけい光体ドットと電子ビームドットとのずれ Δd_0 は

$$\Delta d_0 = \Delta s \frac{q'}{p'} \quad \dots\dots\dots (4)$$

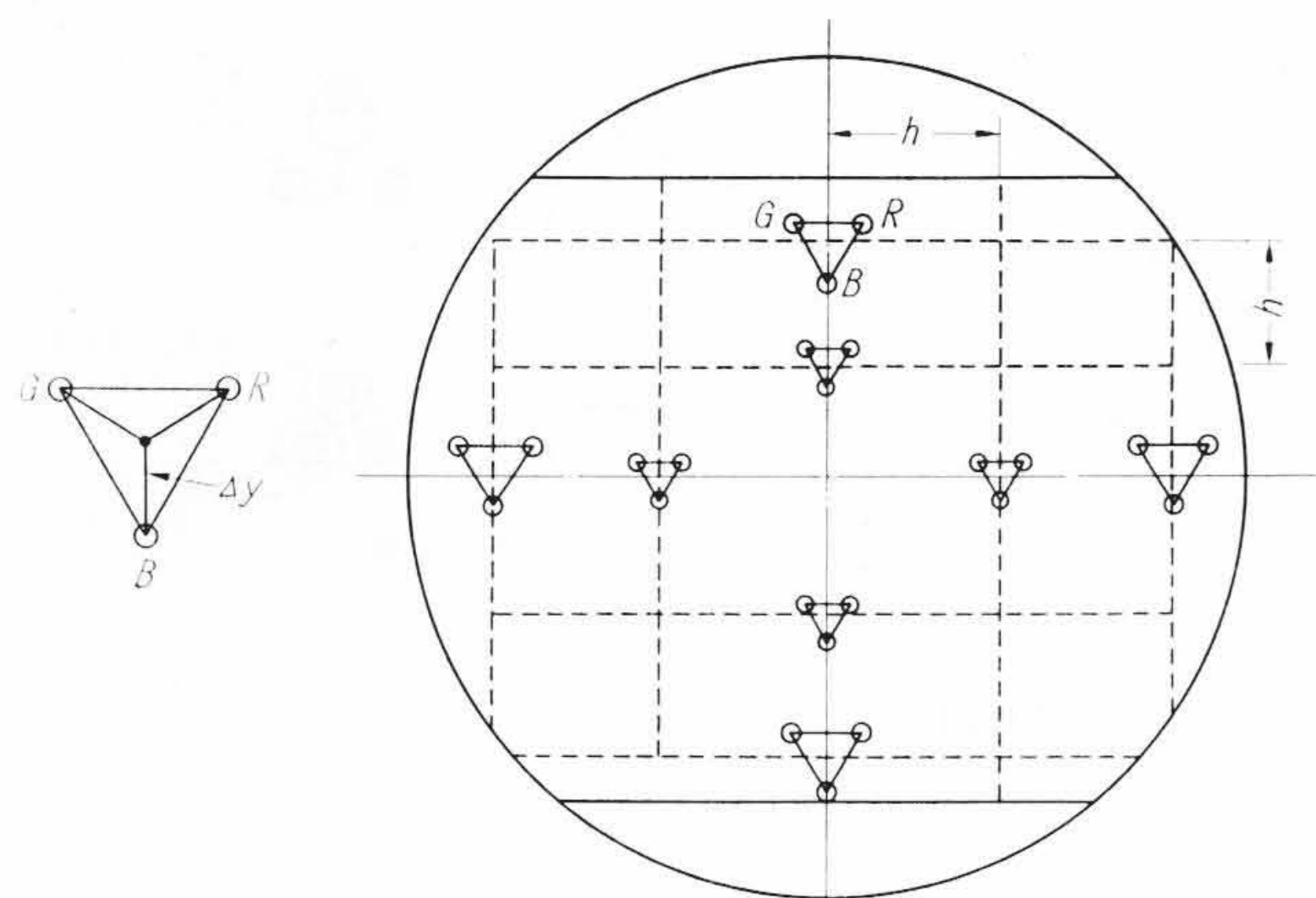
となる。なおけい光面の曲率を考慮すると

$$\Delta d_0 = \Delta s \frac{q'}{p'} \frac{\cos U \cos B + \sin^2 \phi \sin U \sin B}{\cos(U-B)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

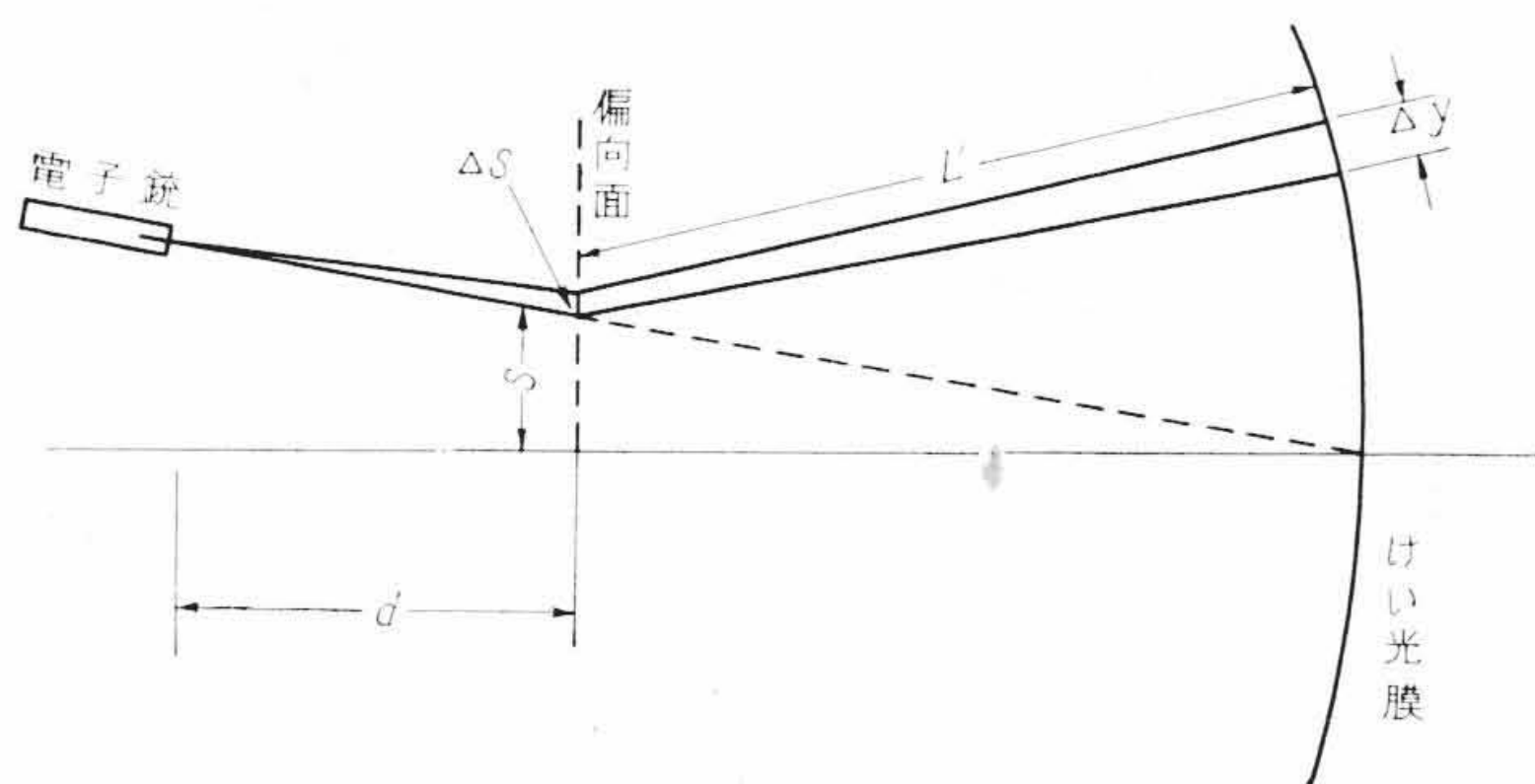
となる。ここに B はけい光面の傾斜角、 ϕ はけい光面において、 s と軸 $00'$ とを含む面より考察点までの回転角である(第7図参照)。

Δs の測定には第8図に示すように、けい光面を縦横にそれぞれ h 幅に区分し、ドットパターンを用いて、けい光面中央にて3色ドットのコンバーゼンスを合わせる。しかる後、各分割点における各電子ビームのコンバーゼンスのずれ Δy を求める。同じ偏向角上の Δy の平均値を $\overline{\Delta y}$ とすると、 Δs は次式で求められる(第9図参照)。

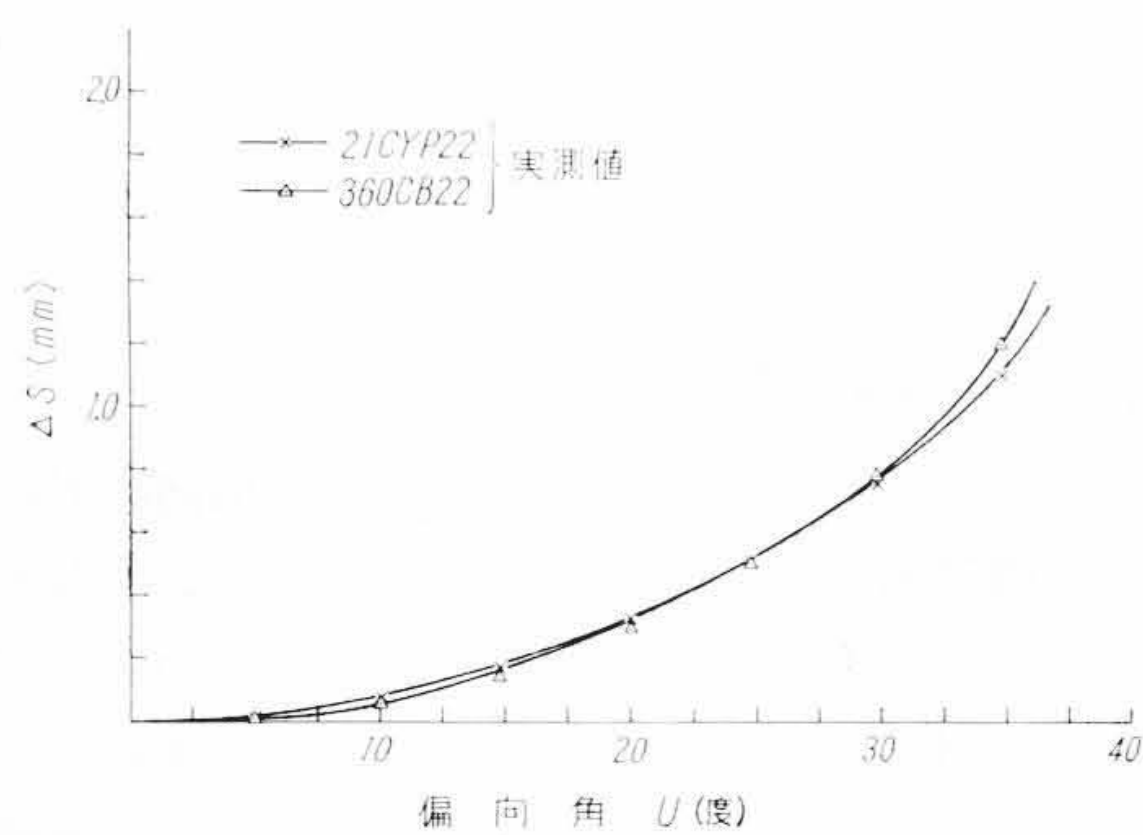
$$\Delta s = \frac{d}{d+L'} \overline{\Delta y} \frac{\cos(U-B)}{\cos U \cos B + \frac{1}{2} \sin U \sin B} \quad \dots\dots\dots (6)$$



第 8 図 Δs の 測 定 法



第 9 図 偏向角と Δs との 関 係



第 10 図 Δs の 測 定 法

ここに d : コンバーゼンス磁極の中心より偏向面までの距離
 L' : 偏向面よりけい光膜までの距離

第 10 図は Δs の測定例を示す。

3. 補正レンズの設計

次にけい光膜露光の際に使用する補正レンズの設計法について述べる。

第 11 図において、光源 O を原点とし、光軸を x 軸とする座標系を考える。補正レンズを通った光の虚光源 O_1 を含む面を xy 面とし、これに垂直に z 軸をとる。図に示すように、光の進行方向を示す単位ベクトルをそれぞれ $\vec{Q}$, $\vec{Q}_1$, $\vec{Q}_2$ とし、補正レンズの入射点および出射点におけるレンズへの法線ベクトルを $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$ とする。これらのベクトルの成分は

$$\left. \begin{aligned} \vec{Q}(\lambda, \mu, \nu), \quad \vec{Q}_1(\lambda_1, \mu_1, \nu_1) \\ \vec{Q}_2(\lambda_2, \mu_2, \nu_2), \quad \vec{E}_1(1, 0, 0) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

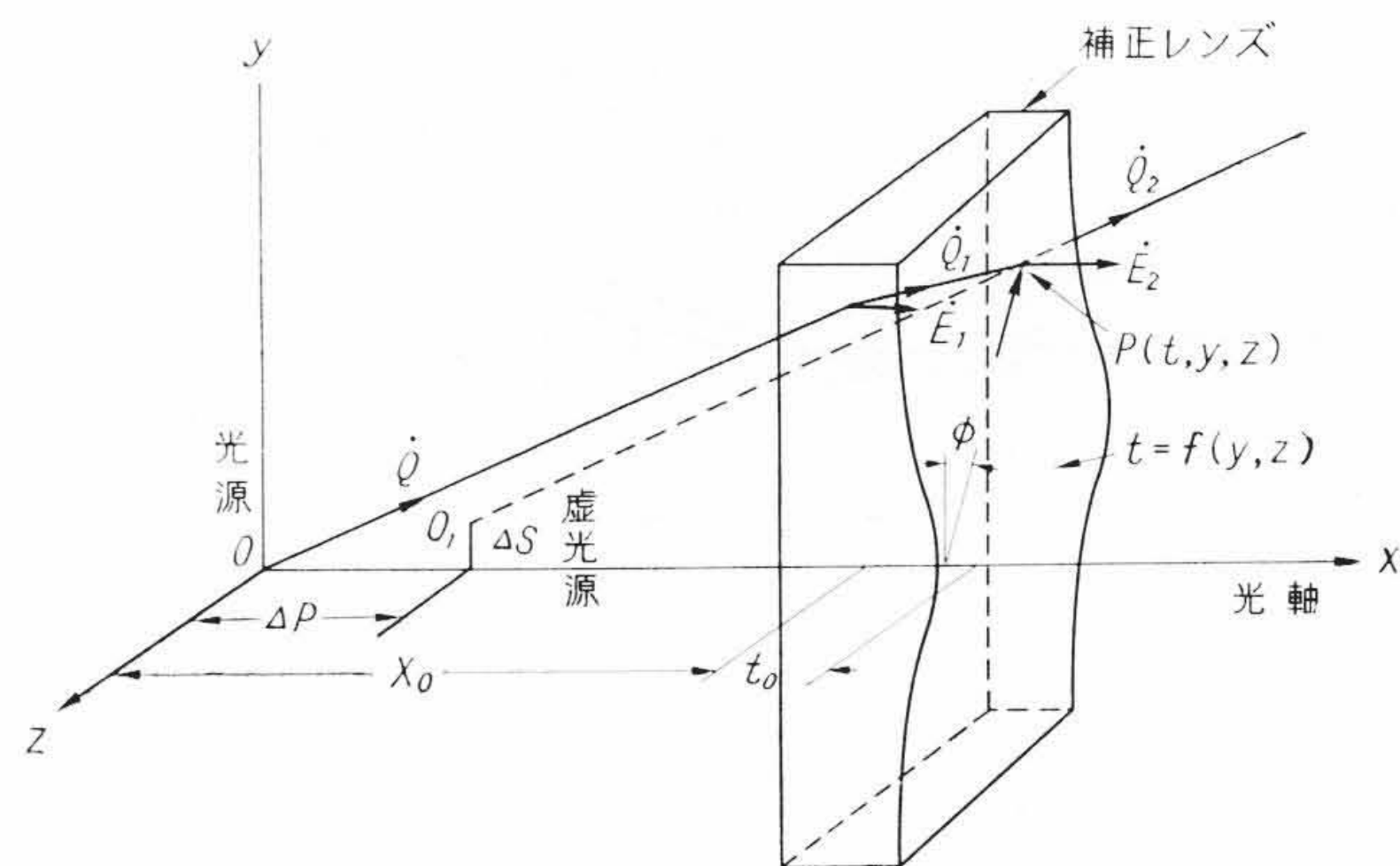
である。非球面の方程式を

$$t=f(y, z) \dots\dots\dots (8)$$

とおけば、 $\vec{E}_2$ のベクトルの成分は

$$\vec{E}_2\left(1, \frac{-\partial f}{\partial y}, \frac{-\partial f}{\partial z}\right) \dots\dots\dots (9)$$

となる。また屈折の法則が成立することから



第 11 図 補正レンズの光線軌跡

$$\left. \begin{aligned} (\vec{E}_1 \times \vec{Q}) = N(\vec{E}_1 \times \vec{Q}_1) \\ (\vec{E}_2 \times \vec{Q}_2) = N(\vec{E}_2 \times \vec{Q}_1) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

幾何学的関係より

$$y = \frac{\mu}{\lambda} x_0 + \frac{\mu_1}{\lambda_1} t \dots\dots\dots (11)$$

$$z = \frac{\nu}{\lambda} x_0 + \frac{\nu_1}{\lambda_1} t \dots\dots\dots (12)$$

$$y = \Delta s + \frac{\mu_2}{\lambda_2} (x_0 - \Delta p + t) \dots\dots\dots (13)$$

$$z = \frac{\nu_2}{\lambda_2} (x_0 - \Delta p + t) \dots\dots\dots (14)$$

$$\frac{z}{y} = \tan \phi \dots\dots\dots (15)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \dots\dots\dots (16)$$

が得られる。これらの式を用いて次式を導くことができる。

$$F(\lambda, r, t, \phi) \equiv \left(\frac{N t_0}{\sqrt{1 - N^2(1 - \lambda_1^2)}} + \frac{t}{\lambda_1} \right) \sqrt{1 - \lambda_1^2} - r = 0 \dots\dots\dots (17)$$

$$y = \frac{N \mu_1}{\sqrt{1 - N^2(1 - \lambda_1^2)}} x_0 + \frac{\mu_1}{\lambda_1} t \dots\dots\dots (18)$$

$$G(\xi, y, z, t, \phi) \equiv \xi(x_0 - \Delta p + t) - \sqrt{z^2 + (y - \Delta z)^2} = 0 \dots\dots\dots (19)$$

$$z = \frac{N \nu_1}{\sqrt{1 - N^2(1 - \lambda_1^2)}} x_0 + \frac{\nu_1}{\lambda_1} t \dots\dots\dots (20)$$

$$\xi = \frac{\sqrt{1 - \lambda_2^2}}{\lambda_2} \dots\dots\dots (21)$$

$$\frac{y - \Delta s}{x_0 - \Delta p + t} = \frac{\mu_2}{\lambda_2} \dots\dots\dots (22)$$

$$\frac{z}{x_0 - \Delta p + t} = \frac{\nu_2}{\lambda_2} \dots\dots\dots (23)$$

$$\frac{\partial f}{\partial r} = \frac{(\mu_2 \cos \phi + \nu_2 \sin \phi) - (\mu_1 \cos \phi + \nu_1 \sin \phi)}{N \lambda_1 - \lambda_2} \dots\dots (24)$$

これらの式を解いて t_n, r_n を求め、かつ (24) 式より $(\partial f / \partial r)_n$ を計算すれば

$$r_{n+1} = r_n + \Delta r \dots\dots\dots (25)$$

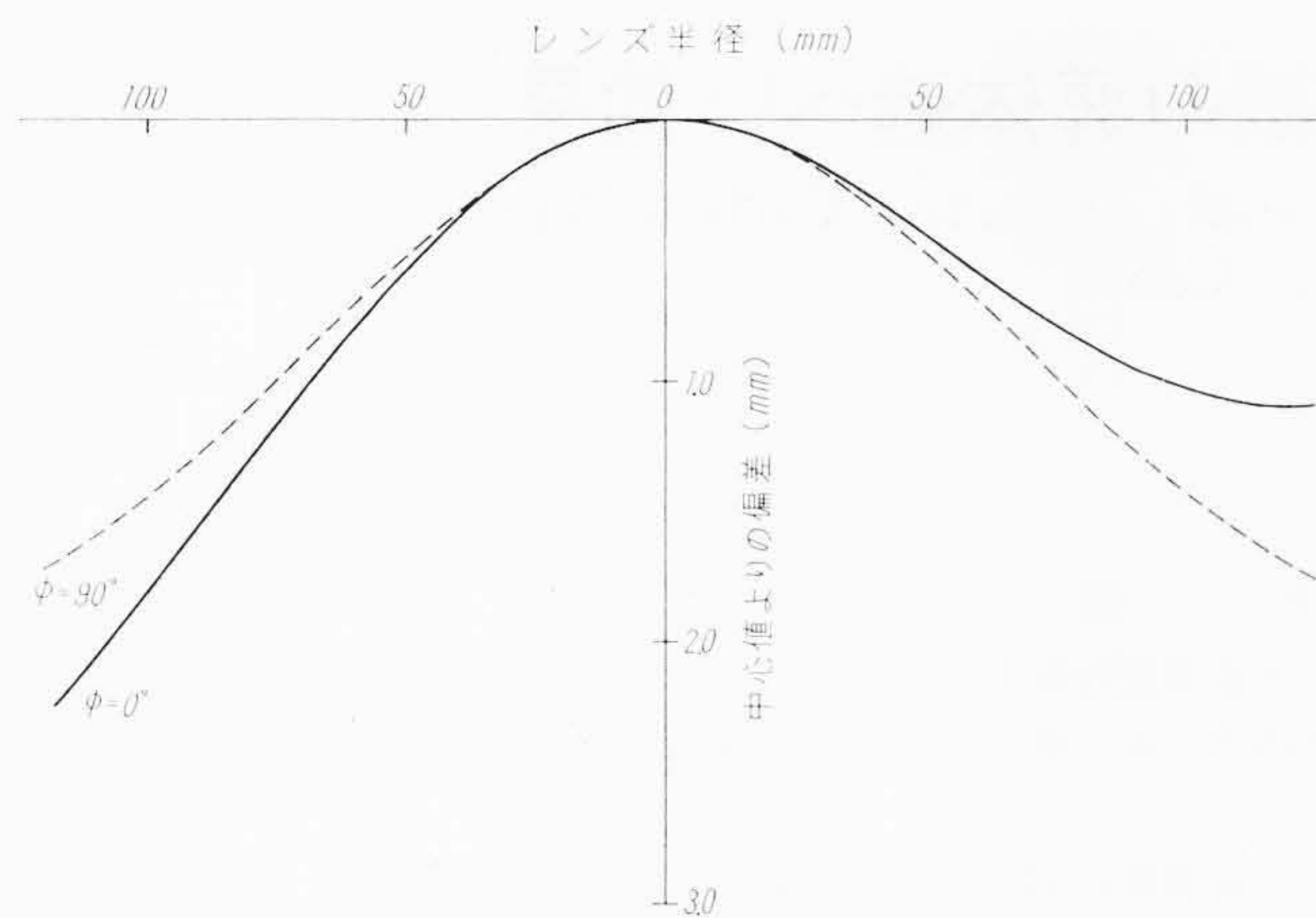
$$t_{n+1} = t_n + \left(\frac{\partial f}{\partial r} \right)_n \cdot \Delta r \dots\dots\dots (26)$$

として r_{n+1}, t_{n+1} を求めることができる。

第 12 図は 430 CB 22, 360 CB 22 用に設計された試作補正レンズの形状である。

4. 試作補正レンズの効果

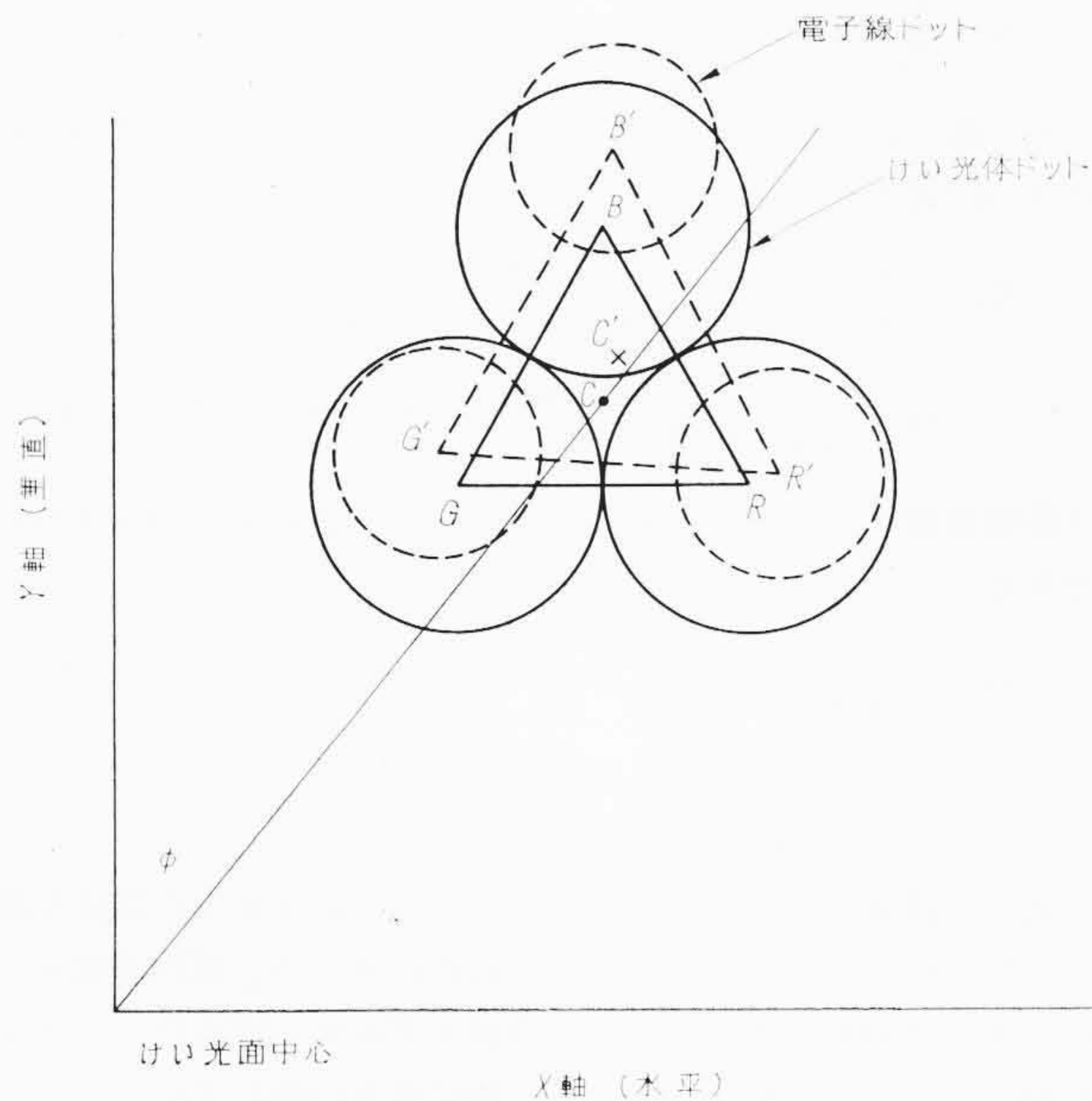
第 12 図の曲線をもとにして、補正レンズを試作した。第 13 図に外観を示す。この補正レンズを用いて 360 CB 22 ブラウン管を製作しけい光面上で、けい光体ドットと電子ビームドットとのラジアル



第12図 試作補正レンズの形状



第13図 補正レンズの外観



第14図 Δr_b , Δd の測定

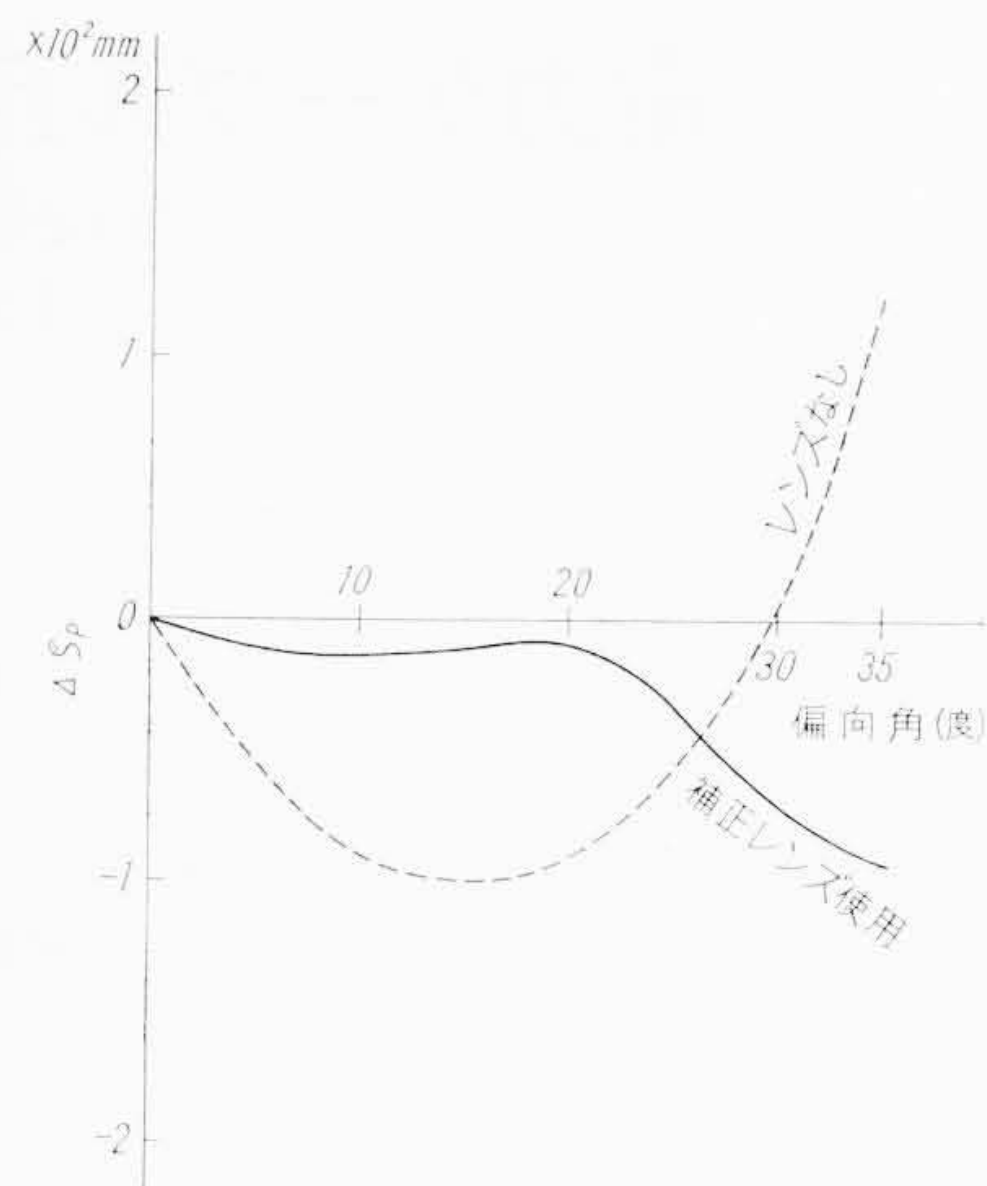
ランデング誤差 $\Delta \rho_b$ とダイナミックデグルーピング誤差 Δd を測定した。

第14図において、けい光体ドットを中心点を結ぶ三角形を $\triangle BGR$ とし、電子ビームドットの三角形を $\triangle B'G'R'$ とする。各三角形の中点を C , C' とすると

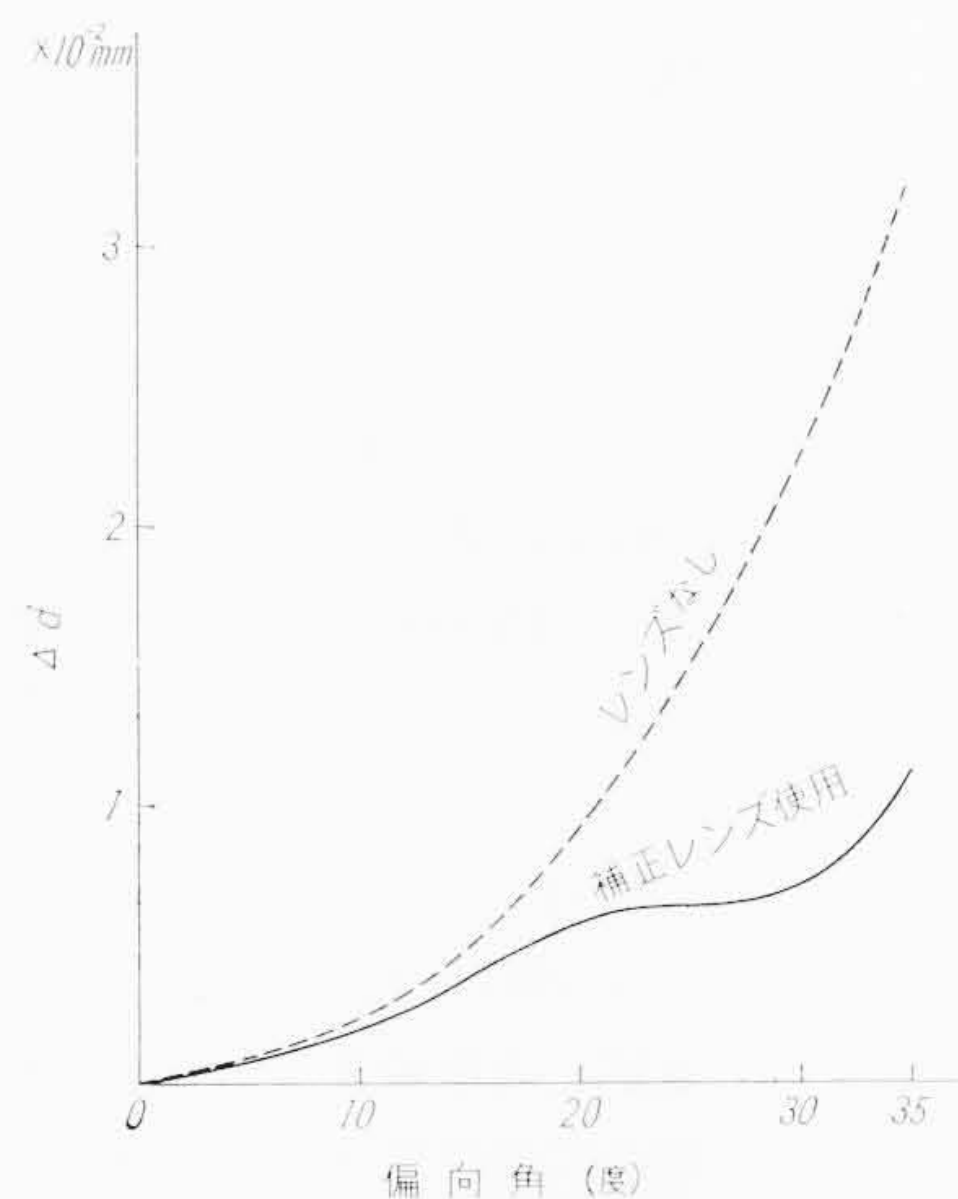
$$\Delta \rho_b = \overline{CC'} \cos \phi \dots \dots \dots (27)$$

$$\Delta d = \frac{BB' + GG' + RR'}{3} \dots \dots \dots (28)$$

として求められる。



第15図 Δr_b と偏向角の測定例



第16図 Δd と偏向角の測定例

第15, 16図に補正レンズを用いない 360 CB 22 と補正レンズを用いた 360 CB 22 について $\Delta \rho_b$ と Δd の測定例を示した。両図とも明らかに補正レンズの効果が認められている。 $\Delta \rho_b$ については偏向ヨークの位置を若干変えれば $\pm 0.005 \text{ mm}$ 以下に押えることができることを示している。また Δd は補正レンズなしの場合の $1/3$ に押えられている。

5. 結 言

シャドーマスク形カラーブラウン管のランデング誤差 $\Delta \rho_b$ および Δd の性質を解明し、露光時における光線の軌跡を電子ビームの軌跡に近づけるように補正レンズを試作した。360 CB 22 について試作した結果ではラジアルランデング誤差 $\Delta \rho_b$ では $\pm 0.005 \text{ mm}$ 以下に、ダイナミックデグルーピング誤差 Δd では 0.01 mm 以下に押えることができた。現在はこの種補正レンズを実際製品に使用し、カラーブラウン管のビームランデング調整が容易になっている。

終わりに当たり本研究をご指導くださった関係各位ならびにレンズ製作にご便宜を賜ったオリンパス光学株式会社の宮田博士、霜島次長に厚くお礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) D. W. Epstein, P. Kaus and P. D. Van Ormer, RCA Review., Vol. 16, No. 4, 491 (Dec. 1955)
- (2) C. P. Smith, M. Morrell and R. C. Demmy: RCA Review., Vol. 19, No. 3, 334 (Sep. 1958)
- (3) R. B. Janes, L. B. Headrick and J. Evans: RCA Review., Vol. 17, No. 2, 143 (June. 1956)