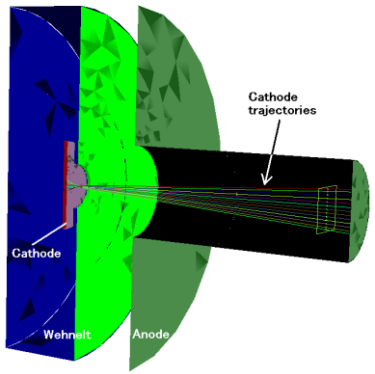
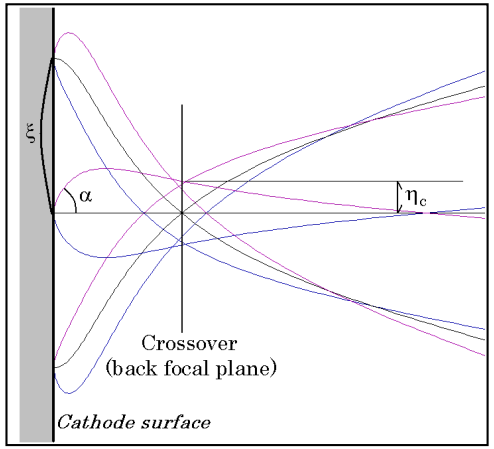
電子源設計の方法論

太秦電子光学研究所　藤田真

方法論１：電子源特性の解析



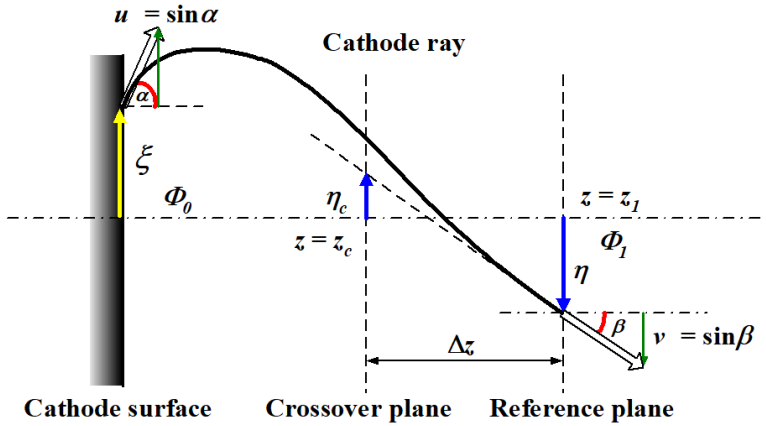


電子源特性をレンズ理論でおなじみの少数の**光学パラメータ**で記述することを提案する：

電子源サイズ：　$d_{co} = 2|f|\sqrt{\dfrac{kT}{e\Phi_1}}$

角電流密度：　$J_\Omega = j_s f^2$

f：電子銃焦点距離（光学パラメータ）

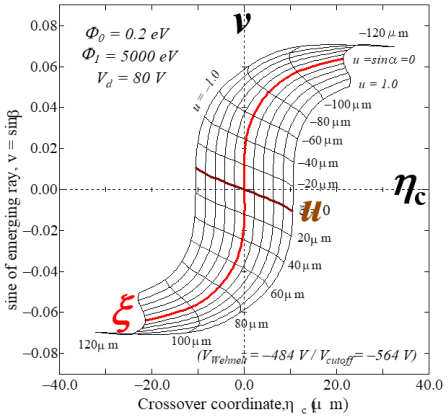


$$\begin{pmatrix} \xi \\ u = sin\alpha \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} \eta_c \\ v = sin\beta \end{pmatrix}$$

光学パラメータは陰極とクロスオーバでの軌道条件（変位/角度）の関係づけ（写像）より得られる：

$$\eta_c(\xi,u) = f\sqrt{\frac{\Phi_0}{\Phi_1}}u + \sum_{k+l=3} a_{kl}\xi^k u^l$$

$$v(\xi,u) = -\frac{1}{f}\xi + mu + \sum_{k+l=3} b_{kl}\xi^k u^l$$



収差分を含めた係数は近軸軌道法で計算が可能

陰極上の電子初期条件から電子源特性を導くことが可能に

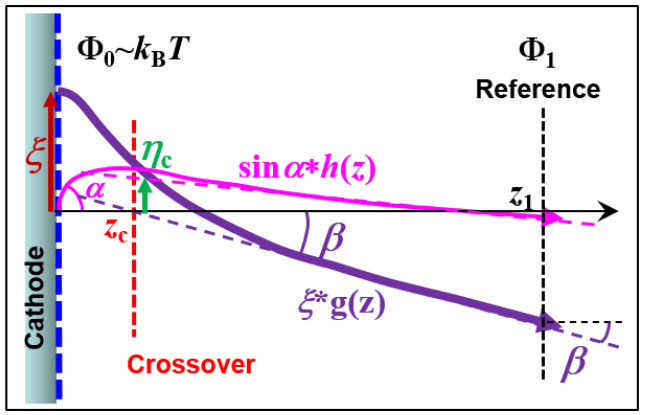
S. Fujita, Advances in Imaging and Electron Physics, vol.212, 15–34 (2019).

方法論１：電子源特性の解析（続き）

電子源の主要特性は電子銃焦点距離fで決まる：

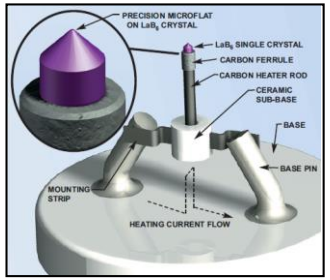
定義

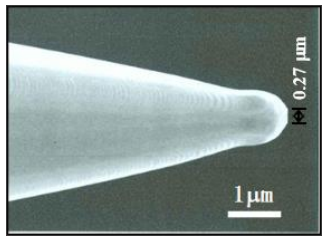
$$f = \left.\frac{\partial \xi}{\partial sin\beta}\right|_{\xi=0} = \frac{-1}{g'(z_1)}$$



LaB6電子銃 vs Schottkyエミッターの電子源特性のちがいはfが大きく異なることに起因する

	LaB6 gun	Schottky emitter
Cathode current load, j_s	10.0 A/cm^2	5,000 A/cm^2
Reduced brightness, R_0	2.05x10^5 A/m^{2}srV	1.03x10^8 A/m^{2}srV
Crossover size, d	12,900 nm	17.9 nm
Angular intensity, J_Ω	3,600 mA/sr	0.14 mA/sr
Electron gun focal length, f	5,980 µm	-1.69 µm





fは電子銃の**幾何学的形状**により決まる
その支配的要素は電子銃の第１電極となる
陰極の形状である

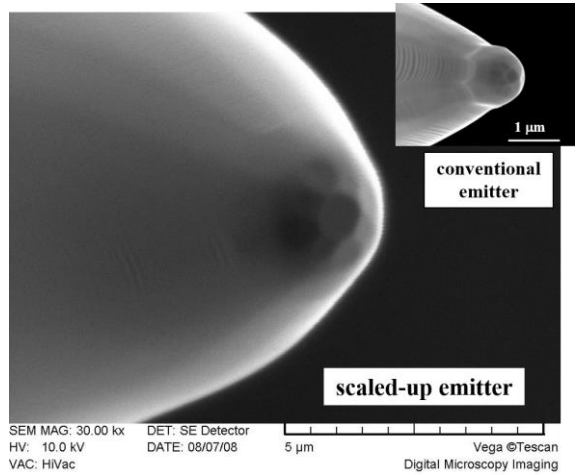
方法論２：チップ形状のコントロール

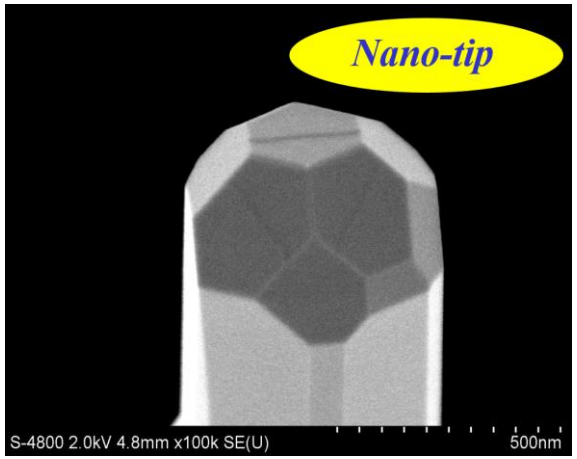
Remolding法を用いた陰極チップ形状のコントロールにより電子源特性の改良を試みた：

A)Schottkyエミッターの角電流密度改善

チップのスケールアップでfを大きくとる

$$J_\Omega = j_s f^2$$





B)ナノチップによる超微小電子源の実現

特定結晶面による多面体構造で頂点を形成、fを短縮

$$d_{co} = 2|f|\sqrt{\frac{kT}{e\Phi_1}}$$

S. Fujita, T.R.C. Wells, et al., Journal of Microscopy, 239(3), 215–222 (2010).
S. Fujita and H. Shimoyama, J. Vac. Sci. Technol. B 26(2), 738-744 (2008).