

# DESIGN OF THE ELECTRON GUN WITH DISPENSER CATHODE

\*H.IWATA, S.OHSAWA, M.YOKOTA, Y.OGAWA, S.FUKUDA, A.ASAMI

\* Isikawajima-harima Heavy Industries Co.Ltd

National Laboratory for High Energy Physics

## Abstract

In order to improve the lifetime and beam current of the electron gun of KEK positron generator, a new electron gun with a dispenser cathode Y-796 (EIMAC) is designed with the computer simulation program by W.B.Herrmannsfeldt, and the effect is investigated of the configuration of anode and focusing electrode on beam radius.

The expected characteristic of this gun is as follows;

under the acceleration voltage of 160KV, the beam current is 18.0 A, perveance is  $0.28 \mu\text{A}/\text{V}^{3/2}$ , and the beam radius (at 100mm distance from cathode) is 6.8mm.

The test of this gun will be soon made at a test bench.

## 電子銃の解析

### 1) はじめに

KEKの陽電子発生装置の電子銃は、現在酸化物塗布のグリッド付きカソード（東芝E3078）を用いているが、PFリングでの陽電子利用に際し、長パルスビーム（20~40ns）が利用されるようになると、寿命の点で支障をきたしてくる。このため、長寿命と大電流が期待できるEIMAC製のDispenser型カソード Y-796（カソード面積 $2.0 \text{ cm}^2$ ）を用いた電子銃部の開発が急務となっている。

今回、W. B. Herrmannsfeldt の電子軌道解析コード<sup>1)</sup>を用いてY-796電子銃の解析を行い、電極形状を決定したので報告する。

### 2) 設計方針

Y-796は、大口径（ $\sim \phi 16.0 \text{ mm}$ ）であるため大電流が期待できる反面、ビームの集束に充分注意する必要がある。ビームを発散させる原因は、空間電荷、アノードアパーチャがあるが、これらによる発散を相殺させるような集束効果は平面型カソードであるY-796には元来備わっていない。このため、電極形状を適当に選びビームを集束させる必要がある。

今回の電子銃部の解析では、以上の事情を考慮し、電子銃の下流に配置されるマグネチックレンズ近辺でのビーム半径が最小となるように電極形状を選ぶこととした。（なを、本来エミッタンスについても考慮すべきであるが、 $2.0 \pi \text{ cm} \cdot \text{mrad}$ 程度であるため極力ビーム半径を小さくし下流部でのエミッタンスの悪化を軽減させることとした。）

### 3) 基本パラメータの決定

解析を容易にするために電子銃の形状を図1のように仮定してR1, R2, D1, D2の4つのパラメータに対するビーム半径の影響を解析することにより電子銃のおよその形状を求めた。解析結果を図5に示す。図5は各パラメータのビーム半径に及ぼす影響を他のパラメータは固定しそれぞれプロットしてある。この図より最適と思われるパラメータと、そのときの電子銃の特性を表1に示した。

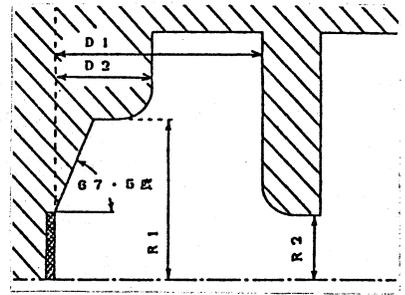


図1

### 4) 詳細形状の決定

3) で求めたパラメータをもつ電子銃の形状を基本形状として次に、カソード面に対するウエーネルトの角度及びアノードノーズを付けて解析し最終形状を決定した。

#### (a) ウエーネルトの角度

角度の付け方には次の図2、3の2ケースを考えそれぞれについて解析を行なった。

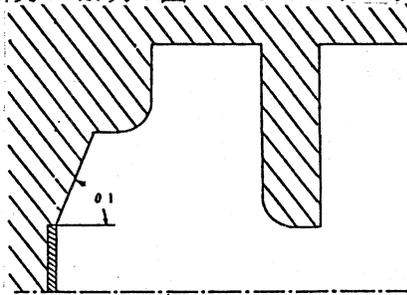


図2 (ケース1)

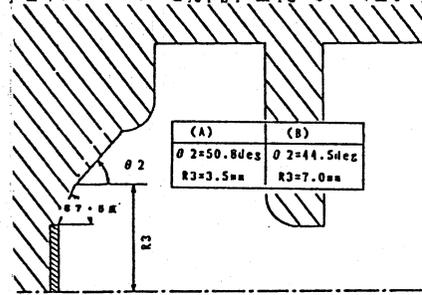


図3 (ケース2)

解析の結果を図5に示す。 $\theta_1$ を小さくするとビーム半径をある程度絞ることができる。ただし $\theta_1$ を小さくしすぎるとバービアンスが下がり必要電流をとれなくなること、また、 $\theta_1$ を小さくすることでビーム半径が絞れるのはビームの端部のみで、ビームの半径方向に対する電流密度にひずみが出てしまう。このため $\theta_1$ の最小の値は $57.5$ 度程度が妥当であると考えられる。

ケース2は角度を2段に分けて付けてある。1段目は $67.5$ 度と固定し、2段目の角度を $50.8$ 度、 $44.5$ 度とし角度を付ける位置はそれぞれ $R_3 = 3.5 \text{ mm}$ ,  $7.0 \text{ mm}$ とした。

ケース1と比較することにより2段目の角度より1段目の角度のほうがよりビーム半径に影響を及ぼすこと、つまりビームはカソード面とウエーネルトの付け根部分にひじょうに敏感であることが分かる。

以上の結果よりウエーネルトの角度はケース2のように2段に分けるよりケース1のようにするほうが望ましく、またその角度は $57.5$ 度程度がよいと考えられる。

#### (b) アノードノーズ

アノードノーズを図4のように付けて解析した。

図5が解析結果である。この図よりアノードノーズを伸ばすと多少ビーム半径が絞れる傾向があることが分かる。解析の結果 $D_3 = 5.0 \text{ mm}$ にしたものはカソードの放出電流密度が許せばバービアンスが $0.628 \mu\text{A}/V^{3/2}$ となり最大

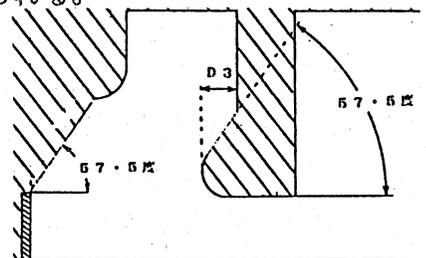


図4

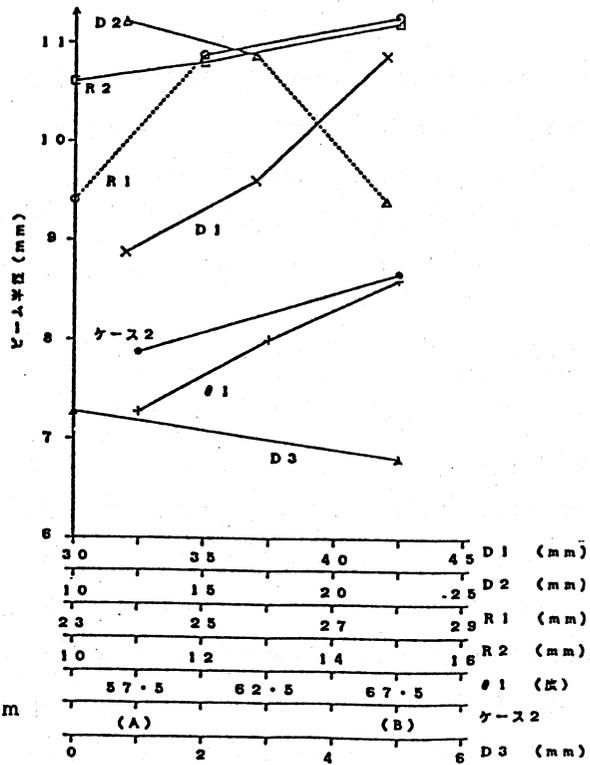
41・2Aまで電流をとれることが分かる。また18Aに対するビーム半径は6・8mm、境界面の最大電界強度は137・0KV/cmとなった。

5) まとめ

最終形状は図6に示すものになった。  
現在 今回の解析結果をもとに電子銃を製作しテストベンチにて試験を行なうための準備を進めている。

表 1

最適パラメータ	電子銃特性
R1 = 25 mm	電流値 Max 32 A
R2 = 10 mm	*ビーム半径 8・6 mm
D1 = 32 mm	面上最大電場 99・7 kv/cm
D2 = 15 mm	(*I=18Aに対する値)



(\*点線はビーム電流が18・0Aに達しないことを表す。)

図5

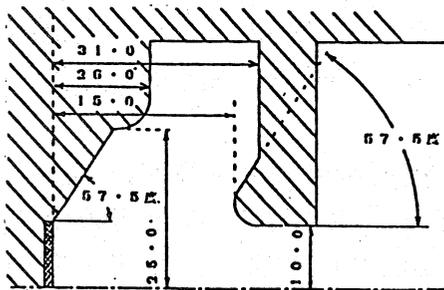


図6

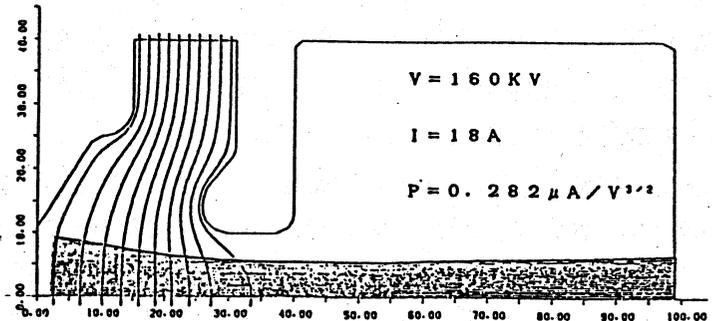


図7

参考文献

- 1) W.B.Herrmannsfeldt, "Electron Trajectory Program", SLAC Report 226, November 1979
- 2) Y.Ogawa et al., "Electron Gun of KEK e<sup>+</sup> Linac", Proc.11th Linac Meeting 66 1986
- 3) S.Fukuda et al., "Electron Gun for the Positron Generator", presented at the 1986 Linear Accelerator Conference, June 2-6, 1986, SLAC, Stanford, CA, U.S.A