

# Development of an Electron Gun for High Power CW Electron Linac

Masahiro NOMURA , Shinichi TŌYAMA , Yuko KATO\*

Ken HAYAKAWA \*\* and Toshinari TANAKA\*\*

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation ,  
Oarai Engineering Center , Technology Development Division ,

4002 Narita , Oarai - machi , Ibaraki - ken

\*Nuclear Energy System Incorporation

4002 Narita , Oarai - machi , Ibaraki - ken

\*\*The Physical Science Laboratoryies , Nihon University

7-24-1 Narashinodai , Funabashi - shi

## ABSTRACT

We are developing an electron gun for high power CW electron linac and this paper presents the present status. We introduce in this paper the cathode material , the accelerating field and the preliminary results of electron trajectories calculated by EGUN code.

## 大強度CW電子線形加速器用電子銃の開発

### 1 はじめに

我々のグループでは核分裂生成物の核種変換に適用し得る高出力の加速器開発を目的に、現在試験用の大強度CW( Continuous Wave ) 電子線形加速器の研究開発を行なっている。この大強度CW電子線形加速器の主な仕様を以下に示す。

ピーク電流 = 100 mA

ビームエネルギー = 10 MeV

デューティーファクター = 20 % ~ 100%

RF 周波数 = 1249.135 MHz ( L - Band )

加速モード =  $2\pi/3$

加速管構造 = 進行波還流型

この大強度CW電子線形加速器の研究開発に伴い、出力1.2MW のL - Band 連続波を供給するクライストロン、進行波還流型の加速管、加速器に電子を供給する源である電子銃等の要素開発を行なっている。電子銃に関する開発項目には、大電流を供給するカソ

ード材質の選定、加速電場の種類（RF電場、DC電場）の検討、電極形状の研究等がある。電子銃は加速器全体から考えてみても最大ビーム電流及びビームの質の大部分は電子銃で決まると言っても過言ではない程加速器開発において重要な位置を占めている。特に大電流加速器の場合にはその重要性は高くなる。我々の開発する電子銃に対する一番の要請は、加速器に大電流を供給できる性能を有する事である。具体的には、加速器のピーク電流 100 mA である事にチョッパーでビームが間引かれる事を考慮すると、電子銃出口で約400 mA 程度の電流が必要となる。又ビームの質に関しては、大電流電子銃と言う性能を満足する範囲で出来るだけエミッタンスは低くしなければならない。つまり我々の開発する電子銃は約400 mA の大電流で且つ出来るだけ低いエミッタンスのビームを供給できる電子銃である。以下にそれぞれの開発要素についての今までに得た結果及び今後の計画について述べる。

## 2 カソード

電子銃の開発において常に問題となるのはカソードの選定である。カソードについて寿命、使用温度、放出電流密度、信頼性及び安定性等から総合的に判断すると我々の電子銃のカソード材質としては含浸型カソードが一番適していると言える。そしてある程度エミッタンスは悪くなるものの、このカソードの放出電流密度が数A/cm<sup>2</sup> と大きい事から考えて、カソード径 3 ~ 4 mm を使用することにより我々の要求する電流値 400 mA を満たすことができると考えられる。但し実際に得られる電流値及び寿命についてのテスト実験を今後行なう必要がある。

## 3 DC銃、RF銃

RF銃は、FEL あるいは衝突型加速器用として開発が進んでいる低エミッタンスで大電流の電子銃である。この銃は大電流の場合常に問題となる空間電荷効果をRF電場で一気に数 MeV のエネルギーまで加速することによりその効果を弱める。又このタイプの電子銃は光電子放出による電子放出と組み合わせることにより、大電流のバンチしたビームを取り出せるというメリットがある。この事から考えても大電流、低エミッタンスの電子銃にはRF電場と光電子放出カソードを利用した電子銃が適していると考えられる。しかし開発の困難さや我々の加速器ではFEL程エミッタンスを低く押さえる必要がない事などから考えて、まずはDC銃の製作を行ないこれと並行してRF銃については検討を続けていくのが良いと考えられる。

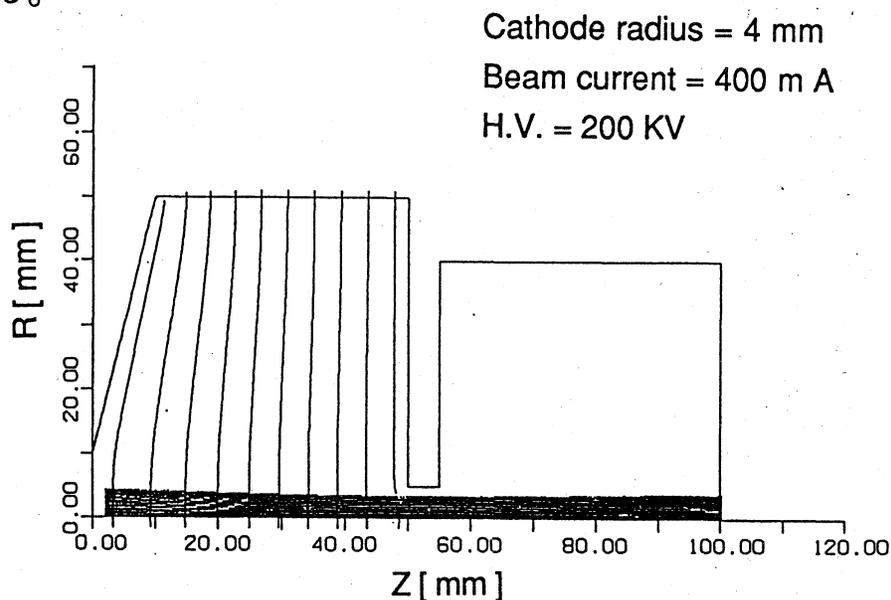
## 4 電極形状

電極形状については非常に単純な場合を仮定し電極の傾きを変化させた場合について検討を行なった。EGUN コードによる計算結果から我々の開発する 400 mA の大電流の電子銃、つまり空間電荷効果の大きい場合でもある程度電極の傾きなどによりビームの

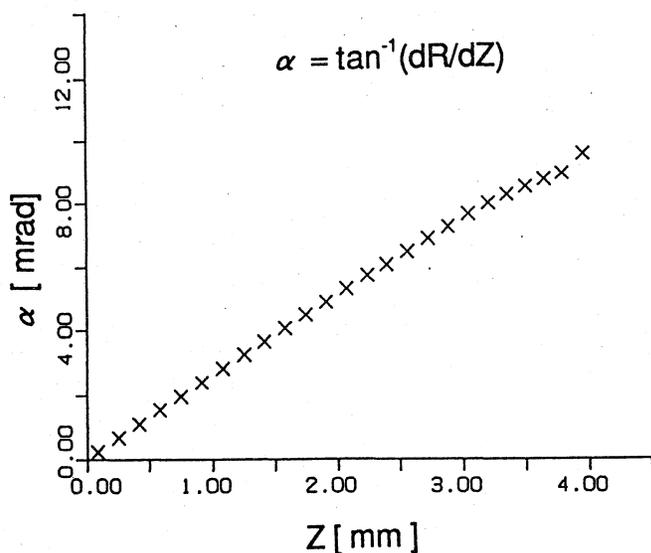
広がりを制御できる事が分かった。第1図に電子の軌道を第2図にビーム角度の広がりの例を示す。

## 5 おわりに

今回大強度CW電子線形加速器用の電子銃の開発にあたり、カソードの材質、加速電場の種類についての調査及びEGUNと呼ばれる電子銃内での電子の軌道を解析する計算コードによる計算を行なった。この結果、含浸型カソードを使用したDC銃が我々の加速器には適していることが分かった。今後は実際にこのカソードから得られる電流値及び寿命についてのテスト実験、電極形状の決定、RF銃についての検討などを行なう予定である。



第1図 電子銃内での電子軌道



第2図 電子銃出口でのビーム角度