

MICROWAVE SOURCE USING PHOTO-CATHODE FOR HIGH  
GRADIENT ACCELERATING STRUCTURES

T. Shidara, H. Matsumoto, I. Sato, K. Takata and Y. Fukushima  
National Laboratory for High Energy Physics

H. Kurada and N. Nakano

Institute for Solid State Physics, University of Tokyo

Y. Kato

Institute of Laser Engineering, Osaka University

S. Takeda

Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

M. Yoshioka

Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

ABSTRACT

R & D on high power microwave source using photo-cathode to attain a gradient of 100 MV/m in an accelerating structure began last autumn. The problems which must be solved by this R & D and the proto-type model will be described briefly.

1. まえがき

TRISTAN後の次期加速器計画を検討しようとする TRISTAN PHASE II ワークショップが昨年秋 KEK において開催された<sup>1)</sup>。このワークショップにおいて数 TeV 程度のエネルギーを持つ電子-陽電子衝突型線型加速器が次期計画の一つとして期待され研究開発がはじめられた。衝突型の線型加速器が候補として選ばれた理由は、従来のシンクロトロン型の加速器ではシンクロトロン放射によるエネルギー損失が莫大となり電子や陽電子の加速が技術的に、経済的に実現不可能に存在するためシンクロトロン放射の少ない直線型加速器の方が有効であろうと考えられたためである。しかしながら従来の技術に基づいたこのエネルギー領域の加速器は長大となり建設費及び運転電力が莫大となり実現不可能とわがざるまゝである。こうした制約を打つやがるものとして 100 MV/m の高勾配でしかも群速度  $2\beta$  の大きい加速構造とそれに数 GW のマイクロ波を供給するマイクロ波源の開発という研究テーマが与えられた<sup>1)</sup>。本稿ではこのマイクロ波源の R&D において解決すべき問題点とオイスラップのモデルについて報告する。

2. 数 GW 出力のマイクロ波源

数 GW 領域の出力を出力するマイクロ波源は現在のところ達成されておらず。その候補として Multiple Beam Klystron, Gyrotron, Crossed Field Amplifier, PhotoCathode Device 等が考えられている<sup>2)</sup>。クライストロンは現在日本協会で 150 MW 出力のものが開発中であるが<sup>3)</sup>、そのままスケールアップすると、電子の速度が光速  $c$  に近くなり相対論的に近づき速度変調がかなりにくくなる。その結果、効率の低下とドリフトスペースの長大化を余儀なくされる。そこで我々はマイクロ波源の R&D として PhotoCathode Device を考えることにした。PhotoCathode Device はあらかじめマイクロ波の周波数で変調された laser の光子 Cathode に照射することにより直接バンチされた電子ビームを得て加速し、出力空間にマイクロ波を誘起せしめるものである。

図1に示すように Cathode面上からパンチされたビームが出て来るためドリフトスペースは省略出来、加速電圧を大きくしても効率等の低下は少ないと考えられる。もしも Output Cavityの Gap 7 の位置、コレクター部及び電子銃部の設計等の 150 MW クライストロニクス問題となっている点は充分検討されなければならないものであるが、ここでは Photocathode Device 特有の問題点について洗い出してみる。

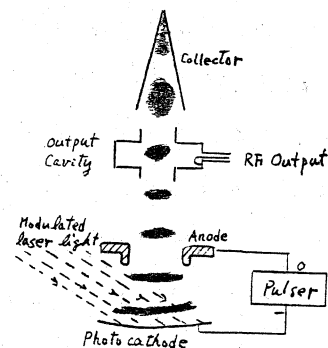


図1 Photocathode Device

### 3. Photocathode Deviceにおける解決すべき問題点

Sbandで数GWクラスの出力を得るものとしてパラメータをあげてみる。加速電圧を1MV、パルス間隔350psec、パルス幅が10psec程度の laser light を Cathode に照射されるとして、必要とされる電流は約100kA程度である。この Space charge Effect は充分に検討すべき問題点であり、debunching や電流の制限等の悪影響をひきおこすものと考えられる。100kAの電流を供給する Cathode については現在市販の Phototube には 10A/mm<sup>2</sup> 程度のものが有り量子効率と10%程度でスケールアップすれば使用可能なものと考えられる。しかし、長時間の安定度・寿命・使用環境等を考慮する時 Metal の Photocathode の開発は不可欠と思われる。Metal の Photocathode については量子効率が高く、安定であり、大電流がとれるかどうかは検討すべき課題の一つである。Photocathode Device を特徴づける Laser については、100kA、10psec の電流が電子の個数にして約  $10^{13}$  個に相当するので量子効率を10%、波長を5000Å程度とするとピークパワーで数MWの光が必要である。この光は当然マイクロ波周波数間隔で mode lock されている必要があり、その出力の安定性はマイクロ波出力の安定をはかるためには少くとも1%以内である必要がある。Metal の Photocathode を使用する際には変換効率が悪化するものと考えられるのでさらに難しくなるものと思われる。これらの要請を満しうる Laser 装置の検討が重要である。以上の問題点の他にまだいろいろ検討すべき事項があると考えられるが現在少しづつ検討を加えたいところである。

### 4. Prototype Model

種々の問題点の検討と並行して Photocathode Device のオーステップとして Prototype model を製作した。Phototube は市販の Diplanar 型の tube を一部流用して製作したものでピーク値で750A、概10psecの電流を得ることが出来る。印加電圧は2.5kV である。Output Cavity は同波数可変で、Coupling を変えられるようにしている。

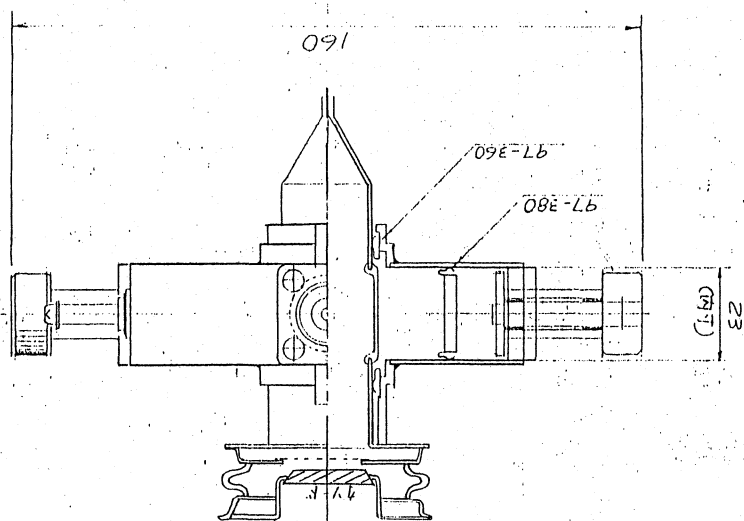
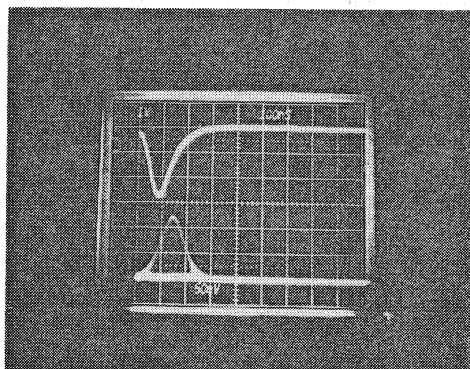
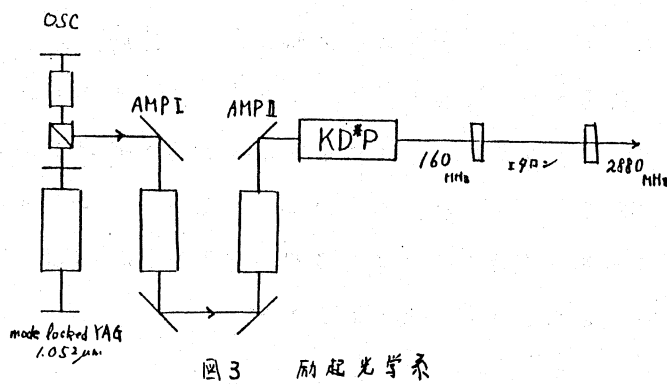


図2 Prototype model

励起用 laser の光学系を図3に示した。  
mode lock された YAG の光子 Glass Amp I<sup>st</sup>  
増幅し KDP 波長変換した後イタロンの  
Cavity T<sub>18</sub> 作の周波数 2880 MHz にす  
る。これらの準備は、7月上旬に、  
全て完了し、7月中旬より、東京大学  
物性研究所のレーザー施設及び、

大阪大学レーザーセンターに於て、並  
行して始められ、本装置でマイクロ波  
を発生させる事に成功した。図4に  
最初の結果を示す。我々は、今後、この  
Device を「Lasentron (レーザートロン)」  
と呼ぶ事にした。



← 出力 RF  
(~100μw)  
← Laser

図4 First Result of "Lasentron"

#### 参考文献

- 1) H. Hirabayashi et al, to be published
- 2) P. B. Wilson, SLAC-PUB-2884 Feb. 1982
- 3) S. Anami, Proceedings of the meeting on linear accelerators in Japan (1982) 42