

LASER SYSTEM FOR LASERTRON

M.MIYAKAWA, T.HARADA, H. IMOTO, J. KOMATSU, T. YAKUO *

T.SHINTAKE, H.MATSUMOTO, T.SHIDARA ** M.YOSHIOKA ***

* NEC Corp.Guidance and Electro-Optics Division

** National Laboratory for High Energy Physics in Japan(KEK)

*** Institute for Nuclear Study University of Tokyo

ABSTRACT

A laser system for use in LASERTRON has been first realized. It features $1\mu\text{s}$ -long flat-topped pulse comb with 25mJ at 532nm which is pulse train of 60ps wide pulses at 2856MHz rate.

レーザトロン用レーザ装置

1. はじめに

次世代加速器のマイクロ波源としてレーザトロンが研究されている¹⁾。従来のクライストロンには熱陰極が使用されているが、レーザトロンには光電陰極とこれを照射するレーザ装置が使用される。レーザ装置に要求される性能をTable 1に示す。レーザにはYAG(基本波 $1.064\mu\text{m}$:第2高調波 $0.532\mu\text{m}$)を使用しており、Table 1の第2高調波出力を発生するためには基本波で 160mJ のエネルギー(エネルギー密度 $0.3\text{J}/\text{cm}^2$)が必要である。YAGレーザの飽和エネルギー密度は $0.4\text{J}/\text{cm}^2$ であるので、増幅器の利得は飽和し、レーザ光の時間波形が劣化する。波形整形器を用いてこの劣化を補正し、レーザトロンに要求される波高値が平坦な波形を得ることができた。

Table 1 Performance of the laser system for lasertrn.

	Requirement	Obtained
Wavelength	532 nm	532 nm
Repetition	1~5 Hz	1~5 Hz
Pulse Train Width	0.5~1 μs	0.5~1 μs
Pulse Width	< 60 ps FWHM	59 ps FWHM
Pulse Rate	$2856\pm 0.1\text{MHz}$	$2856\pm 0.1\text{MHz}$
Energy in Pulse Comb	> 25 mJ	46 mJ
Energy Variation of Pulse Comb	< 5 % RMS	3 % RMS
Flatness of Pulse Comb	< 10 %/1 μs	7 %/1 μs

2. レーザ装置の構成

レーザ装置の構成を Fig. 1 に示す。発振器には CW モード ロック YAG レーザ 発振器を用いている。この繰り返し周波数は超音波変調器によって決まり、 $178.5 \pm 0.00625 \text{ MHz}$ である。必要とされるマイクロ波周波数 $2856 \pm 0.1 \text{ MHz}$ を得るために、繰り返し周波数を後段の多重光学系 MP で 16 倍にしている。

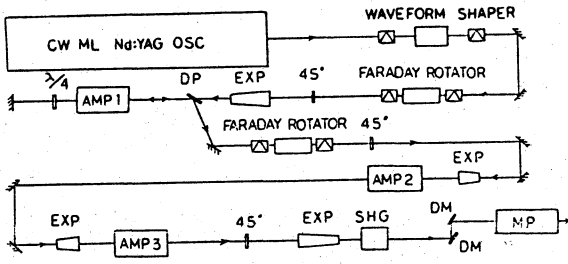


Fig. 1. The configuration of the laser system. AMP, amplifier; DP, dielectric polarizer; EXP, expander or reducer; SHG, second-harmonic generator; DM, dichroic mirror; MP, multiplexer

発振器出力を、波形整形器(WAVEFORM SHAPER)により切り出すと約 $1 \mu\text{J}$ になる。必要な出力を得るために 3 段の増幅器 [AMP 1 (小信号利得 500 倍: ダブルパス増幅器), AMP 2 (小信号利得 65 倍, AMP 3 (小信号利得 20 倍)] によって増幅している。多段の増幅器を用いると、増幅器が結合したり、光路を逆進するレーザ光が発振器のモードロック動作にじょう

乱を与えたりすることがある。これらを防止するために FARADAY ROTATOR をアイソレータとして挿入している。

レーザ光の時間波形は後段ほど劣化する。Franz Nodovik の方程式²⁾に基づくシミュレーションプログラムによってこの劣化の様子を計算した (Fig. 2 A1-A3)。波形整形器によって矩形波を切り出した場合の測定結果を Fig. 2 B1-B3 に示す。シミュレーションの予想どおり最終段の波形は右下りになっている (Fig. 2. B3)。これを補正するためには、あらかじめ右上りの波形を波形整形器で作る必要がある。

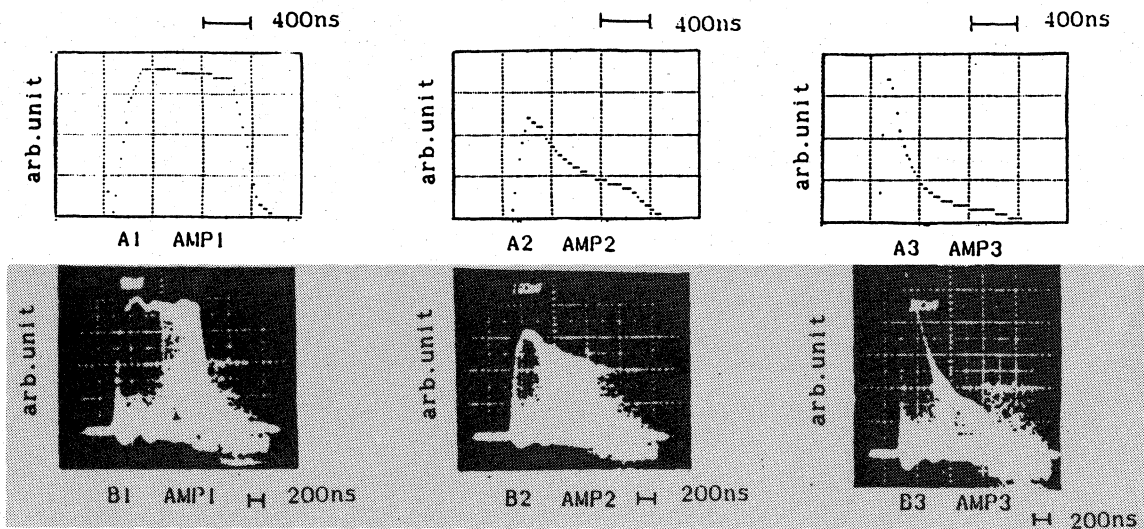


Fig. 2 Waveforms of amplified laser output at each AMP. A1-A3 show calculated waveforms. B1-B3 show observed waveforms.

3. 波形整形器 (WAVEFORM SHAPER)

波形整形器は電気光学効果を利用したもので、レーザ光の透過率を制御することにより任意の波形を得ることができる。波形整形器の透過率 $T(t)$ は式(1)に示される。

$$T(t) = \text{Sin}^2 \{ V(t) / V_{\lambda/2} \cdot \pi / 2 \} \dots\dots\dots (1)$$

ただし $V(t)$: Pockels' cell 印加電圧

$V_{\lambda/2}$: Pockels' cell 半波長電圧 (3.2 kV)

波形整形器の構成を Fig. 3 に示す。電圧波形はコンピュータキーボード入力により、25 ns 間隔、8 bit の分解能で設定できる。高電圧増幅器の出力段は、直列7段の MOS FET で構成されている。一例として、Pockels' cell の電圧波形を Fig. 4 に示す。

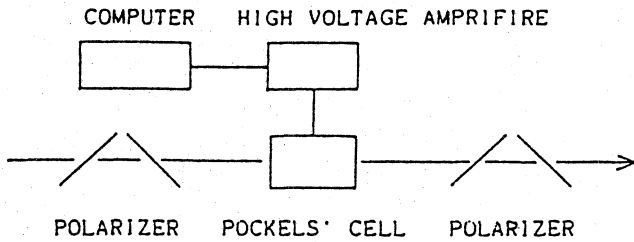


Fig. 3 Block diagram of WAVEFORM SHAPER.

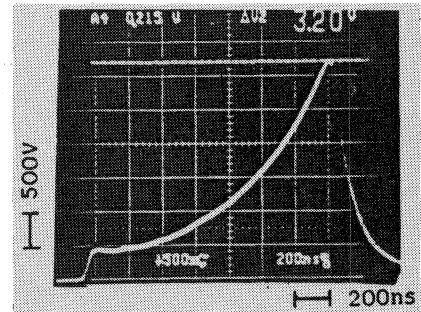
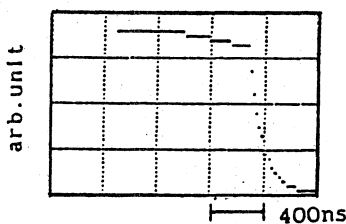


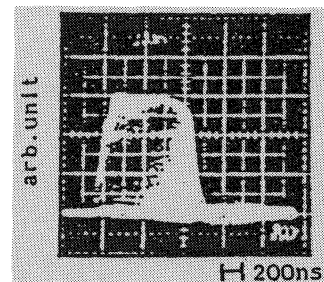
Fig. 4 Voltage waveform at Pockels' cell.

4. 結果

波形整形器による補正を行った場合の出力波形を Fig. 5 に示す。波高値一定のレーザ波形が得られた。これはシミュレーションの予想と良く一致している。



A



B

Fig. 5 Waveforms of amplified laser output at AMP3. A shows calculated waveform. B shows observed waveform.

<参考文献>

- (1) M.Yoshioka et al. "Laser-Triggered RF Sources for Linacs in Tev region" Proc. of the 1984 Linear Accelerator Conference. GSI-84-11 Sep 1984
- (2) L.M.Frantz & J.S.Nodovik JAP, Vol 34, No 8, 2340p, Aug. 1963