

21A4-4 KEK Proton linac に於けるラインタイプパルサーのP.F.N.

高エネルギー研 馬場 齊 田中治郎 穴見昌三 寺山義広

KEK線型陽子加速器の最終増巾器の陽極変調電源には、集中常数パルス成形回路(P.F.N.)
 図1を使ったラインタイプパルサーを使用した。その特性は表1に示してある。一般にラインタイプパルサーによつて、このよつて、大出力で巾の長いパルスを、その頂きの平坦度を1%以下に押えることは容易ではない。

実際のP.F.N.では、その集中常数に製造誤差があり、パルスの頂きの平坦度は、単にP.F.N.のセクション数を増しただけでは改善されない。したがつて、集中常数であるコンデンサーの静電容量C、或いはコイルのインダクタンスLを可変にして、良いパルスの頂きの平坦度を得るよつに微調整する必要がある。このような場合固定静電容量、可変インダクタンスとするのが実用的であるが、吾々の場合には、鉄心を使った可変インダクタンスを開発して、良好な結果を得ることができた。

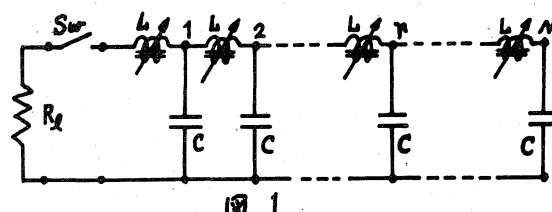


図1

P.F.N.のセクション数Nは、パルスの平坦度、調整の容易さ及び経済性を考慮し33セクションとした。現在市販されているコンデンサーの容量は、その精度の高いものでも $\pm 5\%$ 程度であるから表2の④式に基づいて、インダクタンスの可変量を $\pm 20\%$ とした。可変リアクターとは漏電流による損失を少なくするため 0.1^{μ} の方向性磁素鋼板を使用し、パルス出力増加時に飽和がなく、隣接リアクターとの相互誘導をさけるため、図2に示すよつな外鉄型構造とした。こゝによつて、P.F.N.を小型化され所定の空間内に収めることができた。パルス波形の最終調整はパルス電源が最大出力で運転中に行うのが最良であり、絶縁棒で調整でき、同時にクランプできるよつな機構を持っており、安全性にも充分留意した。パルス電源と負荷の間には昇圧比4、パルス頂きの重水下り2%のパルストランスを用いている。この重水下りをP.F.N.で補正するため、P.F.N.の特性インピーダンスが始まりから終端に向つて順次小さくなるよつに調整した。

実際の調整では、リアクター間の相互誘導がないので表3、図3に示したよつに、パルス頂きの電圧の凹凸とP.F.N.のセクション間の対応関係がよりはつきりするため、微調を容易に行うことができた。現在0.3%以下の

Characteristics of plate modulator

Pulsed output voltage	37 kv
Pulsed output current	125 A
Output impedance	296 Ω
Step up ratio of pulse transformer	4
Pulse duration	275 μ s
Rise time	13 μ s
Flatness of pulse top	0.1 %
Repetition frequency	20 pps
Impedance of P.F.N.	18.5 Ω
Number of sections of P.F.N.	33
Inductance of P.F.N.	77 μ H $\pm 20\%$ / section
Capacitance of P.F.N.	0.225 μ F $\pm 5\%$ / section

表1

平坦度が得られている。これ以上は測定器の精度の問題があって明確でない。図4は図5のライントライポパルサーで得られた出力パルスの電圧波形の一例である。

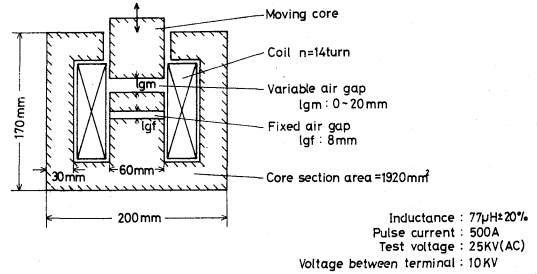
特性インピーダンス ; $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$ ①

パルス巾 ; $\tau = 2N\sqrt{LC} = 2\sqrt{L_0 \cdot C_0}$ ②

パルス立ち上がり時間 ;
 $t_r = \frac{\pi}{2\omega_0} = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2} = \frac{\pi\sqrt{L_0 \cdot C_0}}{2N}$ ③

パルス頂きの平坦度とL, Cの関係 ;
 $\left. \begin{aligned} \left(\frac{\Delta V}{V}\right)_L &\div -\frac{1}{4}\left(\frac{\Delta L}{L}\right) \\ \left(\frac{\Delta V}{V}\right)_C &= \left(\frac{1}{4} + \frac{2}{3}\right)\frac{\Delta C}{C} \div \frac{\Delta C}{C} \end{aligned} \right\}$ ④

表 2



SIMPLIFIED DIAGRAM OF P.F.N. REACTOR

図 2

各段	各段Cが放電し、 $V_0=0$ になるまでの時間, t	各段が5R ₂ に達するまでの時間, t	$V_0/2$ のパルス電圧がR ₂ 上に現れるまでの時間, t
1	$\frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$\frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$\frac{\tau}{N}$
2	$2 \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$2 \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$2\left(\frac{\tau}{N}\right)$
r	$r \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$r \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$r\left(\frac{\tau}{N}\right)$
N	$N \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	$N \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{\tau}{N}\right)$	τ

表 3

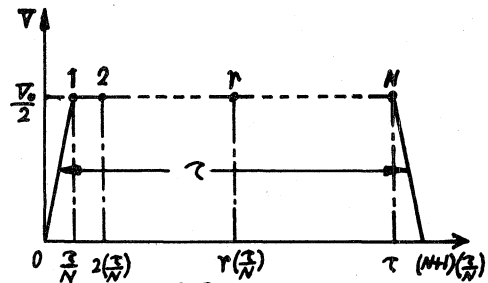
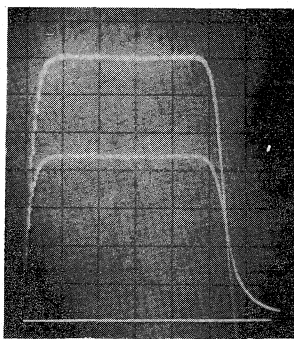
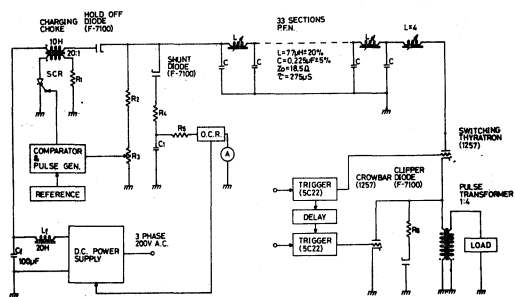


図 3



垂直 ; 2V/div. (上)
 5V/div. (下)
 (1.7KV/div)
 水平 ; 50µsec/div.

図 4



SIMPLIFIED CIRCUIT OF ANODE MODULATOR

図 5