

KEK Proton Linac RF電源の現状

高エネルギー研 沢見昌之, 田中治郎, 馬場齊, 佐藤勇, 角山泰一部, 柏垣慈見, 守山義廣, 竹中匠

RF System

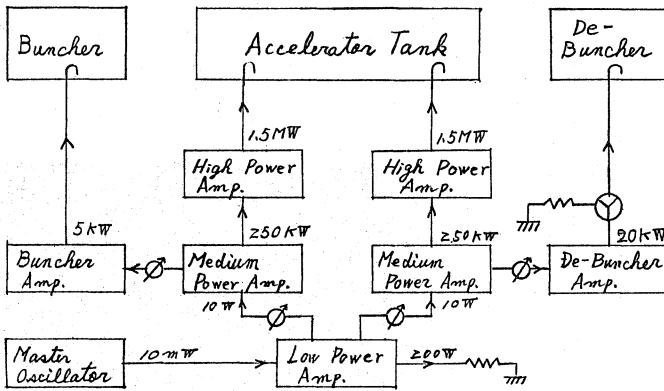


図1. RF SYSTEM

KEK Proton Linac の高周波電源は、周波数 201.03 MHz, 出力 power 3MW, パルス巾 275 μ s, 繰返し 20pps である。図1はRF System を示している。加速管は約 16m で 2ヶ所 ($1/4L$, $3/4L$) からRFを供給している。この為RF電源は2組あり、それぞれが大電力増中器 (TH516),

中電力増中器 (7651-7651-4616) とから成っている。その他 buncher, de-buncher 用に P-7651, D-7651-7651 から成る増中器と低電力増中器とがある。周波数及び各々RF電源の出力レベル, 位相等の制御は、現在 Tank の field level, beam current, energy spread 等の波形と見ながら手動で行っている。(しかし一度調整するとはほとんど動かす必要が無く安定に動作している。

低電力増中器

ここでは master oscillator から来た 201.03MHz, 10mW と CW で 250W まで増中している。構成は 4W Amp, 30W Amp, 250W Amp. ALC (automatic level control) から成っている。4W Amp. は solid state amp であり、終段 Tr の collector 電圧を変えろることによって、出力レベルを制御できるようにになっている。30W, 250W Amp. は箱形の cavity で、出力管に SF60R を使用した増中器である。ALC は 250W 出力の一部を検波し、基準レベルと比較して、その差を DC で 60dB, AC で 40dB 増中し、4W Amp. にもどしている。これにより $\pm 0.1\%$ の安定度を得ている。250W の出力は方向性結合器, 固定減衰器によって分配され、中電 I, II にそれぞれ 10W を供給し、残りの 200W は dummy load に吸収させている。

中電力増中器

ここでは 10W (CW) を 250kW (pulse) に増中している。構成は 7651-7651-4616 の三段と成っており、それぞれで 300W, 5kW, 250kW に増中している。7651, 4616 とは 4極管であり、各々の G_1, G_2 , plate 電源はすべて安定化されている。現在 RF そのものは

feed back されてはいるが、出力レベルの安定度は $\pm 0.7\%$ 程度になっている。尚、2段目の 7651 の出力の一部は buncher, de-buncher の電源に供給されている。各 Amp. の空洞は RCA 社のものをそのまま使用している。加速タンクに供給する power level の control 及び beam loading の amplitude compensation は 4616 の ± 2 電圧で行っている。この為、この電源の出力は beam と同程度の立上りで 1.7kV, 2A が必要である。

大電力増中器

この段では 250kW の入力に 1.5MW に増中している。出力管に TH516 三極管を使用した $\frac{3}{4}$ 入同調空洞増中器である。動作点は B 級で、グリッドバイアスはカソード抵抗による自己バイアスである。冷却は plate を蒸気冷却で、空洞を強制空冷で行っている。plate 電源は line type のものであり、出力電圧 37kV, 電流 125A, ハールズ中 275 μ s, 線返し 20pps, 出力レベルの安定度は 10^{-2} である。空洞は Tomson CSF 社のものを原形として、主に入出力の結合器, plate の feeder, 冷却系等を改良して製作したものである。現在までに得られた最高出力は 1.8MW であるが、これは dummy load によって制限されているためであり、より high power の dummy load を開発することによって、design value の 2.5MW を得ることは可能であると思われる。

Tank との結合

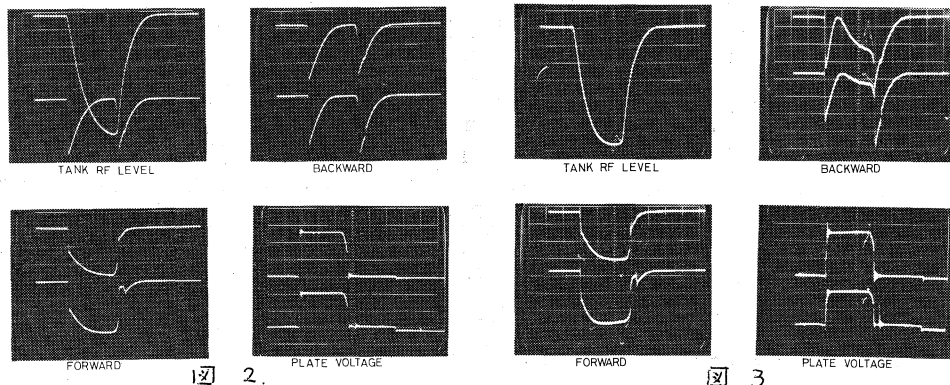


図2では、周波数を Tank の共振周波数に合せ、coupling coefficient を 1 とした時の波形を示している ($0.1V/div$, $100\mu s/div$)。Tank RF Level の図で rise time が fall time に比べて長いの forward 波形の肩がなまっているためである。この現象は cavity と結合したために transient で起る mismatching によるものであり、この reaction は中電力の 7651-2 まで現われている。図3は運転中の波形を示したものである。この場合、beam が入った時に match する様に周波数を低くずらし、しかも over couple にしている。beam compensation はそもそも beam loading による加速 field の減少と phase shift を補正するものであるが、現在 amplitude の補正だけを行い、detuning によって power を入りやすくしている。plate voltage 波形の凹みは、compensation 時に match し、excitation 時には TH516 が PFN に較べて high impedance になっていることを示している。