

HIGH-POWER TEST OF THE 432 MHz DTL

F. Naito, S. Anami, Z. Igarashi, T. Kato, M. Kawamura, T. Kubota, T. Kubo, K. Kudo,
K. Morozumi, M. Ono, E. Takasaki, T. Takenaka, K. Yoshino and Y. Yamazaki

National Laboratory for High Energy Physics, KEK
1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 JAPAN

Abstract

We carried out the high-power test for a model of 432-MHz Drift Tube Linac (DTL) for the Japanese Hadron Project at KEK. High-power rf enters the DTL through a co-axial input coupler that has a disk-type ceramic window. Maximum input power under the 3 % duty operation, about 1.2 times the design value, was achieved without any troubles.

432MHz DTLの大電力試験

1. 序

高エネルギー物理学研究所では大型ハドロン計画用1 GeV陽子リニアックを構成する各部の開発を行っている。その一環として432MHzアルバレ型ドリフトチューブリニアック(以下DTLと略す)の大電力モデルを製作した。

本モデルの仕様を表1に示す。本モデルはDTLのビーム入射部であり、構造が最も込み入っており、かつビーム特性への影響の大きい部分でもある。

本DTLは完成後、RFQとMEBTの下流のビームラインに移設され、水冷管、導波管、真空ポンプ等が整備された。そして94年の夏に最初の大電力試験を実行した。なお機械的な特性や小電力試験の結果は昨年の本研究会[1]で既に発表されている。従って以下では大電力試験の結果[2]を報告する。

2. 大電力試験

今回の試験では当然ながらタンク内部は真空である。排気は250 l/sのイオンポンプと500 l/sのターボ分子ポンプで行った。昨年夏の大電力試験の段階では到達真空度は、タンク内で 3×10^{-7} torrであり、イオンポンプのすぐ上では 3×10^{-8} torrであった。(現在ではさらに当時の半分位まで圧力は低下している。)

表1. 432MHz DTL大電力モデル

入射エネルギー	3	MeV
出射エネルギー	5.4	MeV
周波数	432	MHz
全長	1.2	m
セル数	18	
ポストカップラー	8	
ユニットタンク数	2	
材質	OFC	
Q_0 (測定値)	43500	
Z	82 M Ω /m	

2.1 入力結合器

DTLへの高周波の入力は同軸型の入力カップラーを通して行われる。タンクとの結合はループによる磁気的な結合である。タンク真空は同軸線内部に円盤型のセラミック窓を設置して保持している。(図1(a)を参照)なおクライストロンからの電力は矩形導波管(WR1800)で送られてくるので、ドアノブ型のモード変換器を使用して矩形から同軸型モードに変えている。(図1の(b)と(c)を参照)

2.2 中電力試験

クライストロンの出力をDTLに入力する前の段

階として、クライストロン駆動用増幅器の出力を直接入力結合器を通じてタンクに入力してみた。主にはセラミック窓のコンディショニングが目的であった。電力レベルは1~100wであった。図2にピーク50w、パルス幅50 μ sec、繰り返し10Hzのパルスを入力した場合のタンク内RFレベルを示す。波形のぎざぎざはタンク内(入力結合器も含む)でマルチパクターが生じているためと推測される。これは入力レベルが数wを越えると生じ始めた。(但し内部に輝点等は観測されなかったため、マルチパクターの発生箇所は特定できなかった。)

(b) 図2. 中電力試験時のタンク内RFレベル。マルチパクターが生じている。入力パルスはピーク50w、幅100 μ sec、繰り返し10Hz。

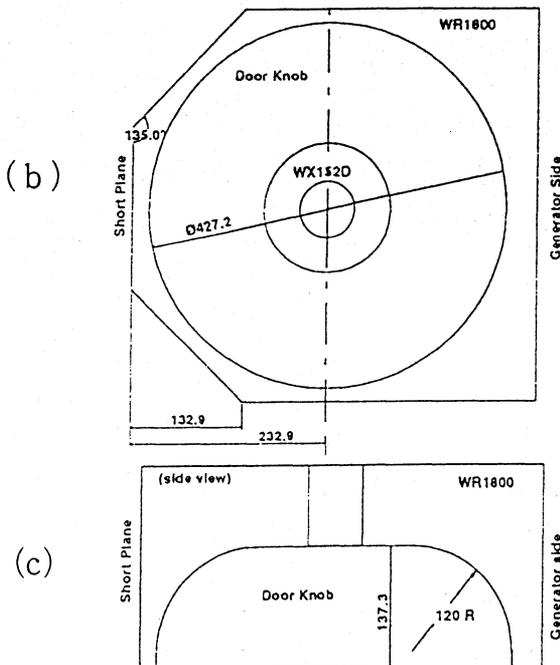
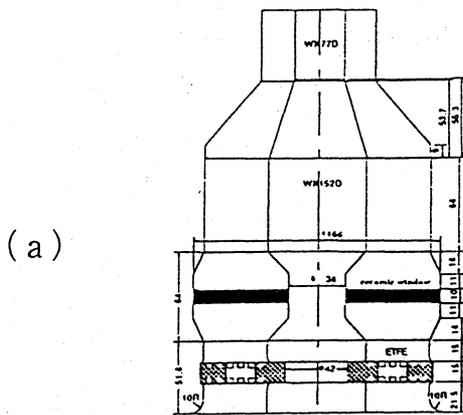
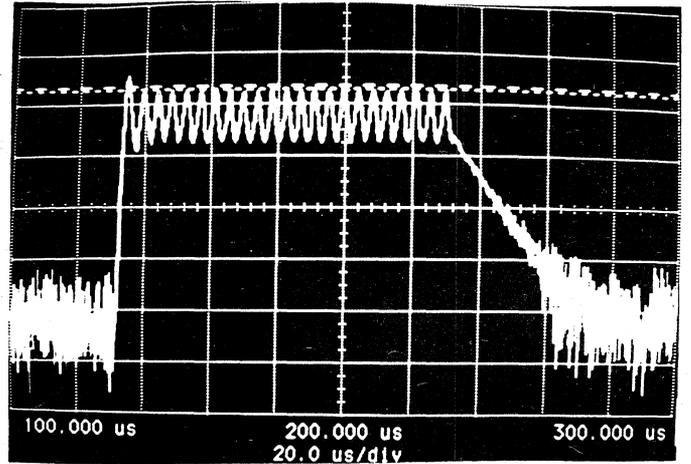


図1. 432MHz DTL用入力結合器
(a) 同軸円板型セラミック窓部周辺
(b)&(c) ドアノブ型の矩形—同軸導波管変換部

2. 3. 大電力試験

中電力試験終了後、実際にクライストロン(トムソンTH-2134)の出力をDTLに入力して本格的な大電力試験を開始した。なおこの試験(コンディショニング)はイオンポンプ真上の圧力を 2×10^{-7} 以下に保って行った。

最初は低デューティー(パルス幅10 μ sec、繰り返し10Hz)で、ピーク電力を大きく変えて(数10~210kw)、タンク内に電力が入り始めるまでセラミック窓のコンディショニングを続けた。最初は全反射であった。そして10数分後からに序じよにタンク内に高周波が入り始めた。その後は、電力のピーク値を下げ、パルスのデューティーとピーク値を徐々に増加させていった。その時の様子を図3に示す。横軸は時間(分)であり、●は入力電力の平均値、○はピーク電力である。ほぼ3時間でピーク電力156kw(パルス幅600 μ sec、繰り返し50Hz)までコンディショニングが進んだ。デューティーは3%の定格であり、ピークは定格の20%増しである。タンク各部の冷却水の温度上昇は0.5~1.0 $^{\circ}$ Cであり、ほぼ予想通りであった。この時の高周波パルスの様子を図4に示

す。上が入力波形、中央が反射波形、下がタンク内レベルである。この時点ではクライストロン出力の位相補償がされていなかったため、タンク内レベルが時間と共に低下しているのが観測できる。

その後パルスのデューティーを下げても(0.08%、幅80 μ sec、繰り返し10Hz)、電力のピーク値をさらに上げた。最高は230kwである。この時の高周波パルスを図5に示す。

4. まとめ

大型ハドロン計画用に製作された432MHzアルバレ型DTLモデルの大電力試験を行なった。3%デューティーでは定格の20%増のピーク電力まで問題なく高周波電力を入力することができた。より低いデューティー(0.08%)ではピーク電力230kwまで試験を行なった。

なおビーム加速試験は上流のイオン源、LEBT、RFQの複合系が整備されるのを待って行なう。

参考文献

- [1] F. Naito, et al., Proc. 19th Linac meeting., Tokai, JAPAN, JAERI - Conf 94-003, 81 (1994)
- [2] F. Naito, et al., Proc. 1994 Linac Conf., Tsukuba, JAPAN, 137 (1994)

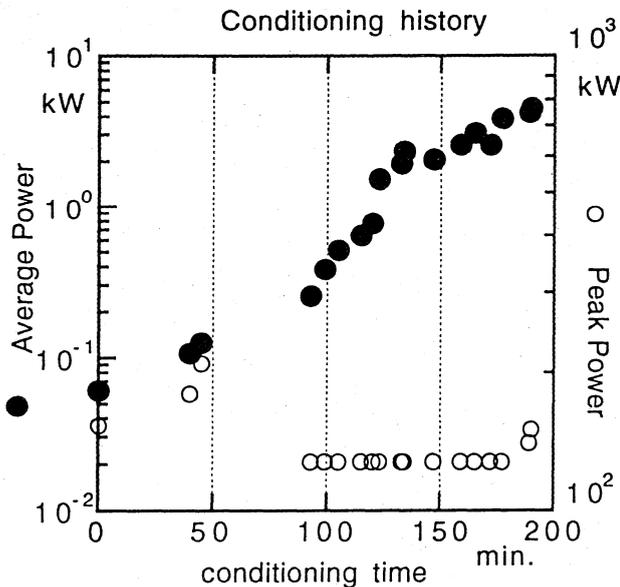


図3. 大電力によるコンディショニングの様子。●と○はそれぞれ平均とピークのRF電力の値を示す。

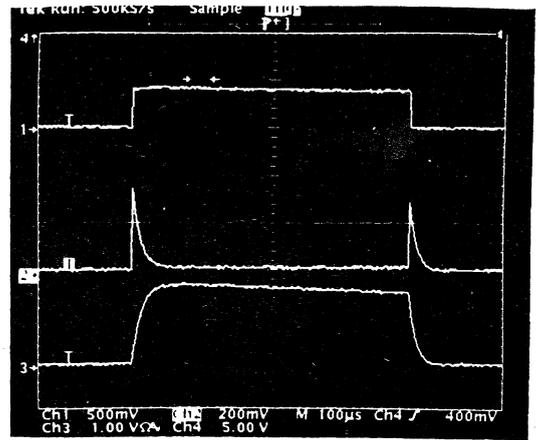


図4. 大電力試験(3%デューティー)時の高周波信号。上はDTLへの入力パルス。中は反射波形、下はタンク内レベル。横軸の単位は100 μ sec/div.。

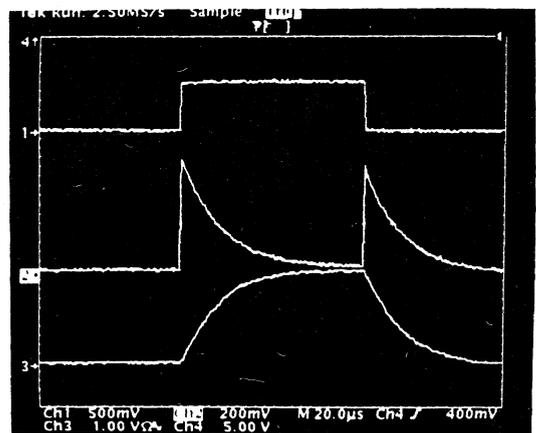


図5. 大電力試験(0.08%デューティー)時の高周波信号。入力電力のピークは230kw。横軸の単位は20 μ sec/div.。