

ISOLATION TRANSFORMER FOR NANOSECOND PULSES USING PARALLEL BAR TRANSMISSION-LINE (II)

A.Homma, H.Yamazaki, S.Nagahara & M.Tabata

Department of Nuclear Engineering, Hokkaido University
Sapporo 060 Japan

Abstract

An isolation transformer for a subnano-second trigger system in an linac was designed, constructed and tested. The transformer, named "disk and washer type transformer" by us, was composed of parallel-bar transmission-lines. A reflection diagram based on the transmission-line analysis was described for the design of this transformer. The test result showed that it had low rise-time degradation (about 17 %), small insertion loss (less than -2.3 dB) and high isolation voltage (over d.c.100 kV). This transformer has a simple structure and can be constructed with ease.

— 序 —

電子ライナックの入射系に用いる，サブナノ秒トリガーパルス伝送用絶縁トランスを開発するため，容易に高耐電圧を達成しうる構造—Disk & Washer構造—を考案，これによるトランスを試作した。特に設計にあたっては，伝送線路解析を基礎としてリフレクションダイアグラムを作成，これを用いて応答のシュミレーションを行い，パルス伝送特性を評価した。

— Disk & Washer型トランスの構造 —

試作したトランスは，直径 50 cm，線路幅 8 cmの円形平板線路導体を，厚さ 10 mmのポリカーボネイト ($\epsilon=2.94$ ，絶縁耐圧 33 kV/mm) を用いて反対称に配置し，入出力端で，インピーダンス (50 Ω)，Line-1, 2で，インピーダンス (25 Ω) の伝送線路を構成する。図1) 参照。二次側線路に対しては高耐電圧を維持できるように，シリコン絶縁体を用いて厚さ 10 mmの被覆をほどこし耐電圧 330 kVを目指した。

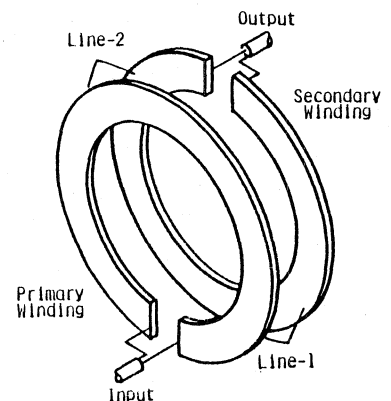


図1) 試作トランスの模式図

— トランスの応答 —

入力電圧波は、Line-1, Line-2 (Main Mode Line, M. M. L.) に分岐し、出力端で合成されるが、ワッシャー構造の内部空間も短絡端をもつ伝送線路 (Coil Mode Line, C. M. L.) として伝搬する。このように複雑な分岐過程をもつトランスの応答を求めるため、リフレクションダイアグラムをもちいる。簡単のため、C. M. L. のインピーダンスは一定で、M. M. L. - 1, 2の合成インピーダンス Z (Ω) に対し、 α 倍であるとする。入出力端での C. M. L. をそれぞれ C. M. L. - 1, 2 とする。 ρ_1 は入、出力端からそれぞれの C. M. L. への透過係数、 Γ_1 は M. M. L. から C. M. L. を見たときの反射係数、 T は入力端から出力端までの伝搬時間である。それぞれの接合部における電位の時間変化は、その点に集まる電圧波の重ね合わせとして求められる。図2) 参照。これを用いてパルス応答のシュミレーションを行ったのが図4) である。

次に、単位ステップ関数に対する応答を求め、これを連続関数近似すると、出力電圧波 $E_o(t)$ は、

$$\tilde{E}_o(t) = C \cdot \exp(-t/\tau)$$

$$C = (2\alpha / (2\alpha + 1))^2 \quad \tau = ((2\alpha + 1)^2 / 4\alpha) T$$

と書くことができる。上式で C は波高減衰率、 τ は等価時定数である。より長いパルスを伝送するためには、 α , T を大きくするとよいことがわかる。

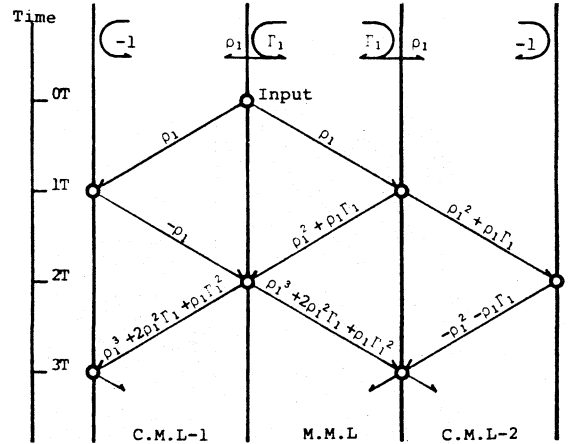


図2) ステップ応答を求めるために用いたリフレクションダイアグラム

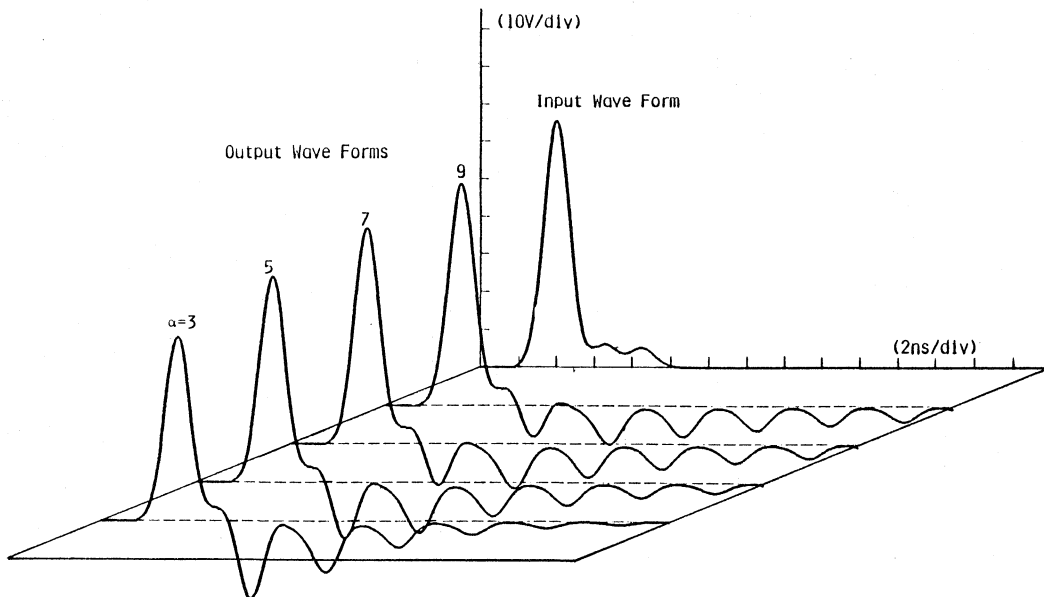


図4) 計算機シュミレーションによるトランスの応答

— 結果 —

試作トランスのパルス伝送特性を図3 a), 図3 b) に示す。波高減衰率は -2.3 dB 立ち上がり応答に対する劣化は 17% 程度と測定された。図3 b) と図4) の比較では、応答波形全体に対して $\alpha=9$ 程度と見られるが、図3 a) よりもとめた波高減衰率からは $\alpha=3.3$ となり、これらの間に一致を見ない。これは解析に用いたモデルが理想線路であること、C. M. L. と M. M. L. の線路長の見積もり方等に起因する。

耐電圧試験は、D. C. 150 kV まで行なわれたが、高圧発生装置の性能で設計値の 330 kV まで試験することができなかった。

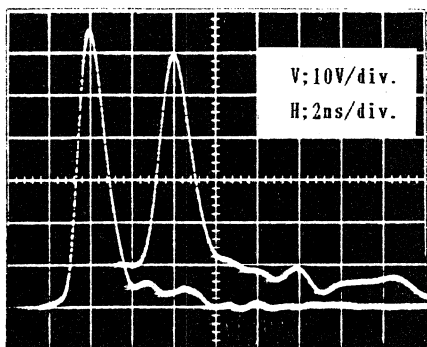


図3 a) トランスのパルス応答
入力波形(下), 出力波形(上)

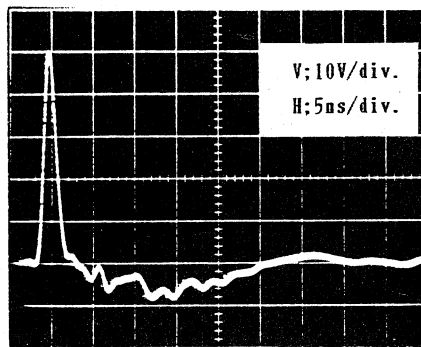


図3 b) トランスのパルス応答

— References —

- 1) A.Homma, et al., Proc. 9th Meeting on Linear Accelerator in Japan, July, 1984, p 39.
- 2) A.Homma, et al., "Reflection Diagram & Its Applications" N.E.L.-A Report 07 85.