

22a-4

**EFFECT OF WAKE-FIELD ON RESPONSE OF BEAM MONITOR
WITH WIRELINE PICKUP**

A. Homma, T. Sawamura, H. Yamazaki,
J. Ohkuma,* T. Yamamoto,* S. Okuda,* K. Tsumori*¹ and S. Suemine**

Department of Nuclear Engineering, Hokkaido University

*Radiation Laboratory, The Institute of Scientific and Industrial
Research(ISIR), Osaka University

**Unicon System Co.Ltd

ABSTRACT

Concerning the response of a beam monitor with wireline pickup, the effect of wake-field which is generated by an electron beam passing through a linac beam exit window was studied experimentally. In order to suppress the field, a copper disk with a beam entrance-hole coated with electromagnetic absorber was placed in front of the window. As a result, a considerable improvement in the time domain response was observed for a single bunched electron beam from ISIR of Osaka University linac. A Fourier-analyzed data was also given for a discussion of frequency domain response.

1)Present address: Harima Research Lab. Sumitomo Electric Industries Ltd., Hyogo, Japan

**ワイヤーライン型ビームモニターの応答
へのウェーク場の影響**

【はじめに】

本研究は近年行われているビームの高度利用、及び関連研究^{1) 2) 3)}に対応しうるピコ秒領域でのビーム診断技術の確立を目的とした基礎的研究である。時間応答波形の観測・位置検出の目的からビームが形成する電磁場を検出するワイヤーライン型のピックアップを採用し、応答機構を明らかにすることを課題としている。このような形式のモニターの応答については幾多の報告がなされている。⁴⁾しかしながら応答の理論解析とビームを用いた実測例の比較研究の発表例は未だ無いように思われる。その理由はビームがビーム窓を通過するときウェーク場が発生しピックアップを設置した導体境界内部を伝播、(壁面での反射等)境界内部の場を複雑なものとしていると考えられる。更にワイヤーラインピックアップが軸方向の場にも感度を持つためモニタ出力波形を複雑なものとし、解析との対応を困難にしているものと考えられる。この困難を避ける方法は、ウェーク場の発生とピックアップ部までの伝播を抑制することであ

る。著者らはこれまでに阪大産研ライナックからの単バンチビームを用い、ビーム取り出し窓にテーパー型境界を導入する事によりウェーク場の発生を低減出来ることを示してきた。⁵⁾今回の実験ではテーパー状円筒境界に代わりビーム貫通孔(以下単に貫通孔)をもつ電波吸収材を塗布した銅板を用い、より確実な抑制効果を得ることを目的とした。このため、実時間と周波数領域の両方から評価を行った。

【ビームモニター】

今回の実験で用いたビームモニター検出部を図1に示す。ライナックのビーム出口に取り付けた内径70mmの銅製ビームダクト内に太さ0.3mm、高さ2mm、長さ40mmのワイヤーライン直線状ピックアップを配置しビーム上流側をSMAコネクタに取り付け、下流側を接地しビームモニターを構成した。ピックアップによる検出信号は低損失ケーブル(宮崎電線MCT-358T:16m)を経由してサンプリングオシロで観測される。

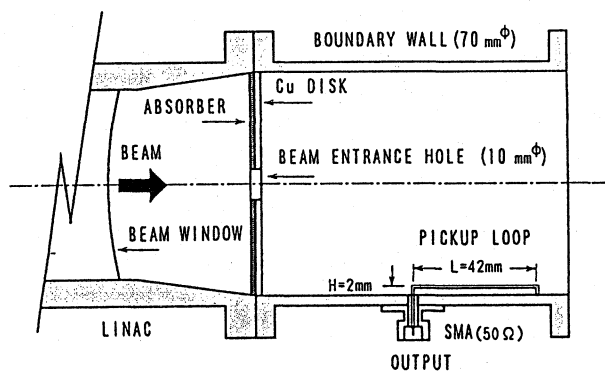


図1 ビームモニター

今回の実験では信号伝送時の高次モード発生等の影響を低減する目的からモニター出力とオシロの垂直軸入力の間からは変換コネクタ類を除去した。(40dBのアッテネータが挿入されている) これらの結果、測定系全体の時間応答はおよそ50psecと見積られる。

【ウェーク場抑制の実験】

はじめに図1の配置において電波吸収材塗布銅板のない通常の測定を行った。このときの時間応答波形を図2aに示す。第1ピークに続いて、およそ200psec遅れて第1ピークと同極性の第2ピークが、更に200psec程度遅れて逆極性のピークが観測された。図2bはその周波数スペクトルである。3GHz近傍のディップ、4GHz近傍のピークが観測された。これらの応答はループ、測定系の応答にビーム窓で発生するウェーク場の影響が加算されたものと考えられる。なお周波数スペクトルの分解能は50MHzであり、サンプリングオシロスコープからの512点のデータのFFT処理

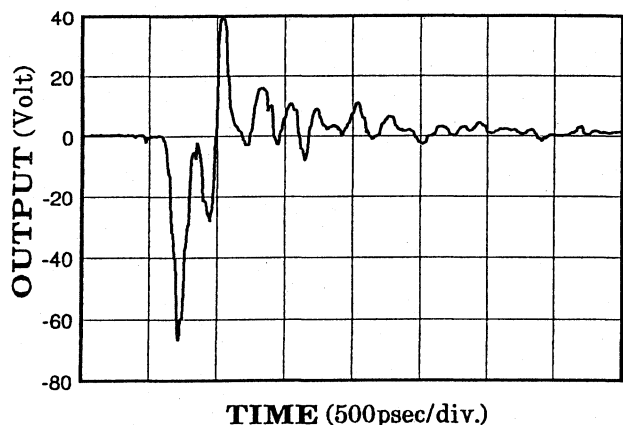


図2 a モニター応答波形 (抑制無し)

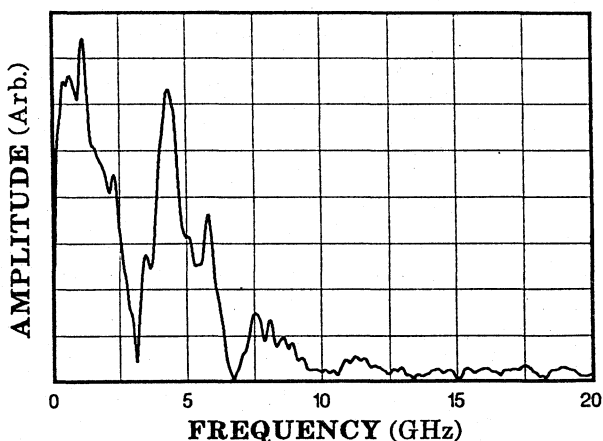


図2 b 周波数スペクトル (抑制無し)

により得た。次にビーム窓で発生するウェーク場がピックアップまで伝播するのを抑制するため、ピックアップ設置円筒(以下モニター円筒と書く)上流端と加速器ビーム出口の間に直径10φのビーム貫通孔をもつ銅板を挟む。円筒導波管で近似した貫通孔のカットオフ周波数は主要なモードで15GHz以上であり先に観測したウェーク場の影響によると思われる周波数よりも十分高い。また銅板(ビーム出口側)に電波吸収材(TDK社製IL-K095)を塗布しウェーク場の抑制を確実なものとするのを試みた。更にモニター円筒下流端部(解放端)よりビームが離れるときに発生するウェーク場と、前述したウェーク場が伝播しこの開放端部で反射して再び観測波形に重なることを避けるため、300mm長の円筒を付加した。(反無限の円筒境界に近似) 図3aは以上の設定で行った時間応答波形であり、3bはその周波数エスペクトルである。

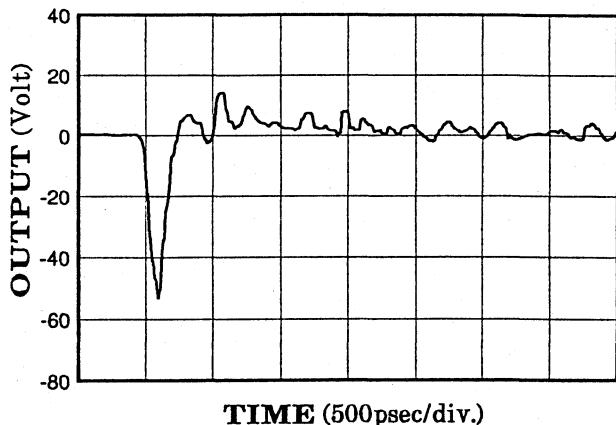


図3 a モニター応答波形 (抑制有り)

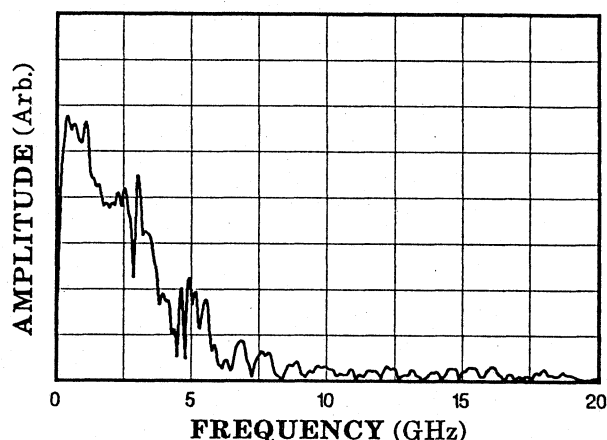


図3 b 周波数スペクトル (抑制有り)

3GHz近傍のディップ、4GHz近傍のピークが低減されているのがわかる。このことよりビーム窓で発生するウェーク場がピックアップまで伝播するのを、挿入した銅板が制限していると推察される。また貫通孔でのウェーク場の発生も比較的小さいといえる。

【おわりに】

ワイヤラインピックアップを用いビームの波形観測を試みた。ビーム貫通孔を持つディスクと電波吸収材によるウェーク場の抑制方法はテーパーによる方法に比べ簡便である。実験により使用した電波吸収材（吸収特性のピークが9GHz）はウェーク場の影響によるスペクトルより高いところに位置する。今後の実験ではより適切な吸収特性を持つ電波吸収材の選択により効果の改善が期待できる。また今回の実験から従来まで主に位置検出モニターとして使用されてきたワイヤラインピックアップが時間領域の波形観測にも応用可能であることが示唆された。尚、測定に当たっては細野氏（東大）より伝送ケーブルを借用致しました。お礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) J. Ohkuma, S. Okuda et al., "Performance of a bunch width control system for coherent radiation with a high-current linear accelerator" Nucl. Instrum. Meth. A339(1994) 420-424.
- 2) S. Okuda, J. Ohkuma et al., "Self-amplified

spontaneous emission at wave length of 20 and 40 μm from single bunch electron beam" Nucl. Instrum. Meth. A331(1993)76-78.

- 3) S. Okuda, K. Tsumori et al., "FEL amplifier and oscillator experiments with the ISIR linac" Nucl. Instrum. Meth. A301(1992)81-84.
- 4) W. Barry, "A general analysis of thin wire pickups for high frequency beam position monitors" Nucl. Instrum. Meth. A301(1991)407-416.
- 5) A. Homma, T. Aoki et al., "Electromagnetic field in a tapered-cylindrical boundary for an electron beam monitor" 16th Meeting on Linac in Japan, (1991, Sept.), p28-6.