

KEKB入射器陽電子源における電子・陽電子バンチ特性の直接計測

諏訪田剛*

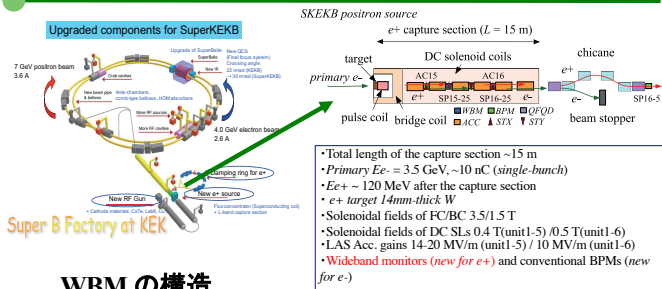
KEK, 加速器研究施設 電子陽電子入射器

TUP04

概要

- KEK電子陽電子入射器では、SKEKBリング入射への陽電子増強を目指し、2020年夏期保守に e^+ 捕獲部の改造を行なった。
- 本改造では、 e^-e^+ バンチ特性の同時分離計測を目的として e^+ 捕獲部の4箇所に広帯域モニター(WBM)2台、位置モニター(BPM)2台を新たに設置。
- 困難の克服: 厳しい放射線環境、狭い設置場所、 e^-e^+ の同時分離検出が難しい。
- WBM導入により、2バンチ加速において陽電子生成における e^-e^+ の同時分離検出に成功し、複雑に変化する e^-e^+ バンチ特性の直接計測に初めて成功した。

SuperKEKBと入射器陽電子源



WBMの構造

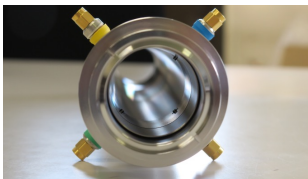


Table 1: Mechanical design parameters of WBM body and feedthrough electrode

Parameters	Symbol	Length [mm]
WBM		
Total length	l	100
Aperture diameter	$2a$	38
Feedthrough		
Total length	s	24.8
Protruding length	h	1
Inner diameter	$2b_1$	0.92
Outer diameter	$2a_1$	4.13
Axial location 1	d_1	26.5
Axial location 2	d_2	73.5

- 広帯域モニター(WBM)の構造

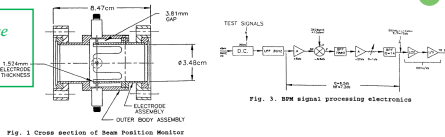
- WBM機械的構造諸元

WBM導入の動機

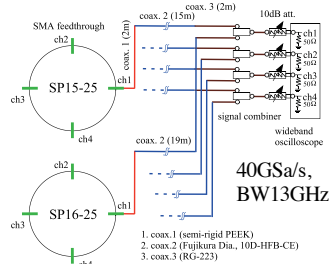
• Time domain Technique
Y. Hosono, et al., in
Procs. 18th Linear Acc.
Meeting in Japan



• Frequency domain Technique
R. Fujita, et al., in AIP Conf.
Procs. 281

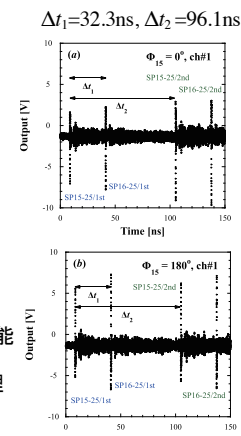


信号計測システム



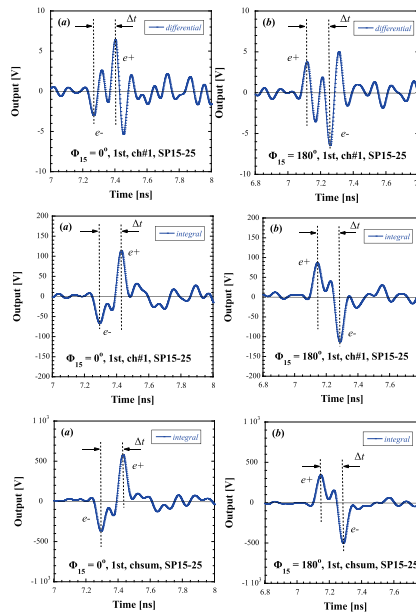
信号計測システム

- (1) 信号損失に対する周波数補正機能 (de-embedding function) を搭載
- (2) リアルタイムのFFT信号補正処理
- (3) Keysight Tech., Infinium V DSOV134A, 13 GHz, 40 GSa/s
- (4) Marki Microwave, PD-0R618, 0.6–18 GHz



- (a) $\Phi_{15} = 0^\circ$, 2バンチ全波形
- (b) $\Phi_{15} = 180^\circ$, 2バンチ全波形

信号波形処理とバンチ特性解析



- 周波数補正有り、微分波形 (FFT処理, ch#1)
- (a) $\Phi_{15} = 0^\circ$, 1st バンチ, SP15-25
- (b) $\Phi_{15} = 180^\circ$, 同上
- Δt : 走行時間差

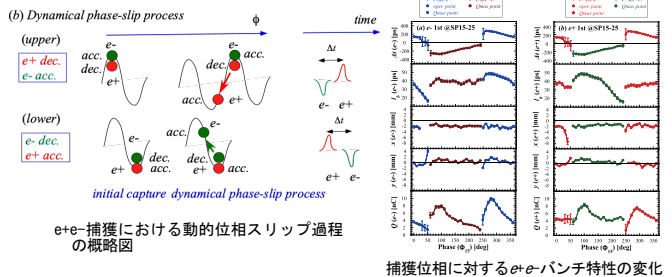
- 周波数補正有り、積分波形 (ch#1)
- (a) $\Phi_{15} = 0^\circ$, 1st バンチ, SP15-25
- (b) $\Phi_{15} = 180^\circ$, 同上
- Δt : 走行時間差

- 周波数補正有り、積分波形 (chsum)、全ch重畳波形
- (a) $\Phi_{15} = 0^\circ$, 1st バンチ, SP15-25
- (b) $\Phi_{15} = 180^\circ$, 同上

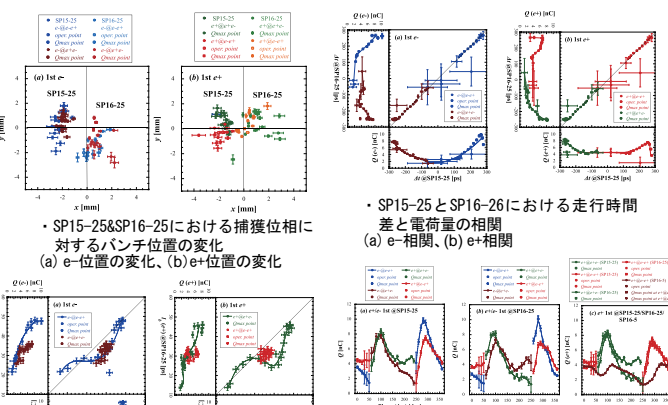
- バンチ特性解析要領

(a) e^+e^- 走行時間差 (ps): Δt , 走行時間差, (b) バンチ電荷 (nC): パルス面積
(c) バンチ長 (ps): パルス幅 (rms), (d) 位置 (mm): 4ch/パルス面積による Δ/Σ 演算

捕獲位相 Φ_{15} に対する e^-e^+ バンチ特性計測



捕獲位相 Φ_{15} に対する e^-e^+ バンチ特性の相関解析



- SP15-25&SP16-25における捕獲位相に対するバンチ位置の変化
- (a) e^- 位置の変化, (b) e^+ 位置の変化

- SP15-25とSP16-26における走行時間差と電荷量の相関
- (a) e^- 相関, (b) e^+ 相関

- SP15-25とSP16-26におけるバンチ長と電荷量の相関
- (a) e^- 相関, (b) e^+ 相関

- SP15-25, SP16-26, SP16-5における捕獲位相に対するバンチ電荷量の変化
- (a) SP15-25 e^-/e^+ 電荷量の変化, (b) SP16-25 e^-/e^+ 電荷量の変化, (c) SP15-25 / SP16-25 / SP16-5 e^+ 電荷量の変化

まとめ

- e^+ 捕獲部における e^-e^+ バンチの動的捕獲過程の直接観測に成功した。 厳しい放射線環境、システム周波数帯域の制限という厳しい環境の中で、時間領域における e^-e^+ バンチの同時分離検出が可能であることを初めて検証した。 陽電子収量の最適化に活用可能。