

目 次

1	はじめに	10-1
2	電子ビームと検出器との各種相互作用	10-1
2.1	電子ビームに付随する電磁場と鏡像電荷	10-1
2.2	RF空洞と電子ビームの相互作用	10-2
2.3	電子ビームの物質中での振る舞い	10-3
2.3.1	電離損失	10-3
2.3.2	制動放射と電磁シャワー	10-3
2.3.3	多重散乱	10-5
2.4	電子ビームの放射現象	10-6
2.4.1	遷移放射	10-6
2.4.2	チェレンコフ放射	10-7
2.4.3	シンクロトロン放射	10-7
2.4.4	コヒーレントな放射	10-8
2.5	電子ビームによる電離にともなう現象	10-8
2.5.1	電子ビームによる蛍光	10-8
2.5.2	電子ビームによって電離された電荷の検出	10-9
3	SACLAのビーム診断システム	10-10
3.1	ビーム診断システムに必要な性能	10-10
3.2	SACLAのビーム診断機器	10-11
3.2.1	ビーム位置測定	10-11
3.2.2	ビームプロファイル測定	10-11
3.2.3	ビーム電荷量測定	10-11
3.2.4	ビームの時間構造測定	10-11
3.2.5	ビームの到達時間測定	10-12
3.2.6	ビーム損失・ビームハローの測定	10-12
3.2.7	データ収集システム	10-12
4	RF空洞型ビーム位置モニタ	10-12
4.1	測定原理と特徴	10-12
4.1.1	TM110モードの電磁場	10-12
4.1.2	TM010モードの電磁場	10-13
4.1.3	電子ビーム軌道が空洞の軸から傾いている場合	10-13
4.1.4	RF-BPMの特長	10-14
4.2	空洞の設計・製作	10-14
4.2.1	空洞のパラメータの決定	10-14
4.2.2	空洞の材質・形状	10-15
4.2.3	RFシミュレーション	10-16
4.2.4	空洞の製作	10-16
4.3	信号処理回路とビーム位置の算出	10-17
4.3.1	処理回路の構成	10-17
4.3.2	処理回路の性能	10-18
4.3.3	ビーム位置の算出	10-18
4.4	較正と位置分解能測定・到達時間分解能測定	10-19
4.4.1	XZステージを用いた較正	10-19
4.4.2	ステアリング電磁石を用いた較正	10-20
4.4.3	3BPM法による位置分解能測定	10-20
4.4.4	4台以上のBPMによる位置分解能測定	10-21

4.4.5	2台のBPMの比較による到達時間分解能測定	10-23
5	高分解能スクリーンモニタ	10-23
5.1	測定原理と特徴	10-23
5.1.1	遷移放射光 (OTR)	10-23
5.1.2	蛍光ターゲット	10-24
5.1.3	光学系	10-24
5.2	スクリーンモニタの設計と基礎性能	10-25
5.2.1	スクリーンモニタチャンバ	10-25
5.2.2	ターゲット	10-26
5.2.3	光学架台	10-27
5.2.4	レンズの設計	10-27
5.2.5	CCDカメラ、絞り	10-28
5.2.6	光学系の評価	10-28
5.3	電子ビームプロファイル測定	10-28
5.3.1	SCSS試験加速器のデータ	10-29
5.3.2	コヒーレントOTRの発生とその対策	10-29
5.3.3	エミッタンス測定・Twissパラメータ測定	10-30
6	差動CT型ビーム電荷モニタ	10-30
6.1	CTの測定原理と特徴	10-30
6.1.1	測定原理	10-30
6.1.2	CTの特徴	10-32
6.2	高速差動CTとその検出回路	10-32
6.2.1	高速差動CT	10-32
6.2.2	検出回路	10-33
6.3	ビームデータ	10-33
6.3.1	生波形	10-34
6.3.2	コモンモードノイズの低減効果	10-34
6.3.3	ファラデーカップを用いた較正	10-34
6.3.4	入射部でのバンチ長測定	10-35
7	RFデフレクタによる時間構造測定	10-35
7.1	測定原理	10-35
7.1.1	RFデフレクタによる時間構造測定	10-35
7.1.2	時間プロファイルから空間プロファイルへの変換	10-36
7.1.3	時間分解能	10-36
7.1.4	RFデフレクタ以降のビームの転送	10-36
7.1.5	E-t位相空間測定	10-37
7.2	RFデフレクタ空洞	10-38
7.3	測定データ	10-38
7.3.1	RF位相の決定とキック電圧の較正	10-38
7.3.2	時間構造測定	10-39
8	ストリークカメラによるバンチ長測定	10-39
8.1	ストリークカメラの検出原理	10-39
8.2	OTR伝送系の設計	10-40
8.3	測定データ	10-40

9	コヒーレント放射によるバンチ長測定	10-41
9.1	コヒーレント遷移放射検出器	10-41
9.1.1	検出器の構成	10-41
9.1.2	測定データ	10-41
9.2	コヒーレントシンクロトロン放射検出器	10-42
9.2.1	検出器の構成	10-42
9.2.2	測定データ	10-43
10	ビームロスモニタ・ハローモニタ	10-43
10.1	コヒーレント遷移放射検出器	10-43
10.1.1	光ファイバ型ビームロスモニタ	10-43
10.1.2	測定データ	10-43
10.2	ダイヤモンドハローモニタ	10-44
10.2.1	検出器の構成	10-44
10.2.2	測定データ	10-45
11	データ収集	10-45
11.1	MADCOCAの概要	10-45
11.2	同期データ収集	10-45
12	おわりに	10-46
	謝辞	10-46
13	付録1：電子ビームに付随する電磁場	10-47
13.1	ローレンツ変換	10-47
13.2	4元ポテンシャルとマクスウェル方程式	10-47
13.3	点電荷に付随する電磁場	10-48
13.3.1	自由空間の電子に付随する電磁場	10-48
13.3.2	完全導体円筒内の線電荷に付随する電場	10-49
13.3.3	完全導体円筒内の点電荷に付随する電磁場	10-49
14	録2：RF空洞の一般論と電子ビームがRF空洞に誘起する電磁場	10-52
14.1	RF空洞のモードと電磁場の方程式	10-52
14.1.1	RF空洞内の電磁場のモード	10-52
14.1.2	電磁場のrotationの準備	10-53
14.1.3	電磁場の方程式	10-53
14.2	RF空洞のQ値	10-54
14.2.1	Q値の定義	10-54
14.2.2	Q値の種類	10-54
14.2.3	入出力ポートから出て行くRFパワー	10-55
14.2.4	空洞内壁のジュール損失の例	10-55
14.2.5	その他の損失要因	10-56
14.3	ピルボックス空洞の共振モード	10-56
14.3.1	電場の方程式と変数分離	10-56
14.3.2	境界条件の適用	10-57
14.3.3	TMモードの解	10-57
14.3.4	TEモードの解	10-58
14.3.5	規格化	10-59

14. 4 電子ビームがRF空洞に誘起する電磁場	10-60
14. 4. 1 誘起する電磁場とそのエネルギー その1	10-61
14. 4. 2 ショットインピーダンスと電子ビームが誘起する電磁場との関係	10-62
参考文献	10-64