

目 次

1. 高周波デバイスの基礎	2-1
1. はじめに	2-1
2. 加速器における高周波の役割とエネルギーフロー	2-1
2.1. 静電場加速	2-1
2.2. 高周波加速	2-1
2.2.1. 高周波空洞のギャップにおける荷電粒子との相互作用	2-3
2.2.2. ビームの減速 (エネルギー回収)	2-4
3. 高周波の基礎	2-4
3.1. 電磁波の復習	2-4
3.2. 境界条件	2-5
3.3. Maxwell方程式の積分形とTM/TEモード	2-5
3.4. 表面抵抗	2-6
3.4.1. 常伝導の表面抵抗	2-6
3.4.2. 超伝導の表面抵抗	2-6
4. 伝送線路	2-6
4.1. 位相速度と群速度	2-6
4.2. 同軸線路	2-7
4.3. 導波管	2-8
4.3.1. 矩形導波管	2-8
4.3.2. 円形導波管	2-10
5. 空洞共振器	2-13
5.1. 直方体空洞共振器	2-13
5.2. 円筒形空洞共振器	2-15
6. 空洞と伝送線路の結合	2-17
6.1. 共振空洞と伝送線路の結合のマクスウェル方程式からの導出	2-17
6.2. 共振空洞と伝送線路の結合の過渡現象とフィリングタイム	2-18
7. 結合空洞 (連成空洞)	2-21
7.1. マクスウェル方程式での空洞の結合	2-21
7.2. 等価回路	2-22
7.2.1. 結合空洞の等価回路	2-22
7.2.2. 結合度の計算 (2セル結合空洞)	2-25
7.2.3. 連成空洞の群速度	2-26
8. 高周波源	2-27
8.1. 電子銃	2-27
8.2. Inductive Output Tube(IOT)=Klystrode	2-28
8.3. クライストロン	2-28
8.4. マグネトロン	2-28
9. 加速管	2-29
9.1. シャントインピーダンス	2-29
9.1.1. Transit Time Factor	2-30
9.2. 進行波管	2-30

9.3. 定在波管	2-33
参考文献	2-34
付録A	2-35
2. 高周波デバイスの設計とシミュレーション	2-39
1. 電磁波の数値シミュレーション	2-39
1.1. はじめに	2-39
1.2. 有限要素法 (FEM)	2-39
1.2.1. Galerkin FEM	2-39
1.2.2. 電磁波の汎関数	2-40
1.2.3. 軸対称定在波問題	2-41
1.3. 境界要素法	2-42
1.4. 差分法	2-43
1.4.1. FDTD法	2-43
1.4.2. 軸対称問題	2-45
1.4.3. 差分法の精度向上	2-46
2. 回路シミュレーションとエネルギー	2-46
2.1. 等価回路シミュレーション	2-46
2.2. 周波数領域の計算	2-47
2.3. 過渡解析	2-47
3. モデルの作成とシミュレーションソフトの使い方	2-47
3.1. 3次元データ形式	2-47
3.2. Autodesk社Inventorの使い方	2-47
3.3. 電磁波シミュレーション	2-48
3.3.1. HFSS	2-49
3.3.1.1. HFSSの概要	2-49
3.3.1.2. Driven Modalでの解析手順	2-49
3.3.1.3. Eigenmodeでの解析手順	2-55
3.3.2. MW-STUDIO	2-58
3.3.2.1. MW-STUDIOの使い方	2-58
3.3.2.2. 時間領域ソルバでの解析手順	2-58
3.3.2.3. Eigenmodeソルバでの解析手順	2-64
参考文献	2-66
3. 高周波デバイスの設計・製作・試験	2-67
1. はじめに	2-67
2. 電気設計	2-67
2.1. 電磁波シミュレーションの計算結果とその評価	2-67
2.2. 反射係数と低在波比	2-67
2.3. スミスチャート	2-69
2.4. スミスチャートを用いたQ値の求め方	2-70
2.5. 固有モードによる結合度の計算	2-72
2.6. タイムドメインでの結合度の計算	2-73

2.7. 差分情報	2-73
3. 製造工程	2-73
3.1. 構造仕様・図面	2-73
3.2. 機械加工	2-74
3.3. 塑性加工	2-75
3.4. 表面処理	2-75
4. 接合技術	2-75
4.1. ろう付	2-75
4.1.1. 炉の種類	2-75
4.1.2. ろう付け時の炉の温度調整	2-76
4.1.3. 母材の洗浄	2-77
4.1.4. ろうの種類	2-77
4.1.5. ろう溝	2-79
4.1.6. ろうの動き	2-80
4.2. TIG溶接	2-81
4.2.1. 直流TIG溶接法	2-81
4.2.2. 交流TIG溶接法	2-81
4.2.3. パルスTIG溶接法	2-81
4.2.4. TIG溶接法の特徴	2-81
4.2.5. TIG溶接の欠点	2-82
4.3. 電子ビーム溶接	2-82
4.3.1. 電子ビーム溶接の特徴	2-82
4.3.2. 異種金属の接合	2-82
4.4. HIP（熱間等方圧加圧法／Hot Isostatic Pressing）による拡散接合	2-84
4.5. その他	2-84
5. 停電力測定	2-84
5.1. DBMの仕組み	2-84
5.2. 周波数ドメイン（ベクトルネットワークアナライザ）	2-85
5.3. タイムドメイン	2-86
5.4. Slaterの摂動理論による電場の測定	2-86
5.5. 空洞の固有モードの測定	2-86
5.6. 雰囲気・温度補正	2-87
6. 大電力での試験	2-87
参考文献	2-87