

核融合反応プラズマ実験装置 (R装置)

技術報告 [V]

—— 第 2 次 設 計 ——

目 次

まえがき

1. 緒 言	1
1.1 R計画の目的	1
1.2 装置設計に際しての基本的要請	1
1.3 1次設計とその問題点	1
1.4 代替設計の検討	2
1.5 低誘導放射化装置	2
1.6 2次設計装置の特徴	3
1.7 2次設計作業の基本方針	3
1.8 産業界からの協力	3
2. 本 体	5
2.1 本体概論と基本設計	5
2.1.1 序 論	5
2.1.2 低誘導放射化設計の概説	5
2.1.3 設計の基本的方針	7
2.1.4 主パラメータ設定の手順	9
2.1.5 プラズマパラメータの推定	1 2
2.1.6 放電モードについて	1 4
2.1.7 ま と め	1 4
2.2 本体全体構造	2 5
2.2.1 本体システム検討	2 5
2.2.2 本体基本構造	2 6
2.2.3 組立手順	2 8
2.3 真 空 容 器	4 7
2.3.1 概 要	4 7
2.3.2 各部の構造	4 7

2.3.3	構造解析	5 0
2.3.4	第一壁設計	5 3
2.3.5	加熱冷却方式	5 6
2.3.6	材料選定	5 6
2.4	トロイダルコイル	7 6
2.4.1	概 要	7 6
2.4.2	構 造	7 6
2.4.3	電氣的諸量	7 7
2.4.4	磁場分布	7 7
2.4.5	コイル枠カットの影響	7 8
2.4.6	コイル冷却	7 9
2.4.7	電磁力評価	8 0
2.4.8	TFコイル系応力評価	8 0
2.4.9	製作検討	8 2
2.5	ポロイダルコイル	1 1 3
2.5.1	概 要	1 1 3
2.5.2	基本設計	1 1 3
2.5.3	構 造	1 2 3
2.5.4	使用材料	1 2 5
2.5.5	電磁的諸量	1 2 5
2.5.6	機械的強度	1 2 8
2.5.7	冷 却 系	1 2 8
2.5.8	製 作 性	1 3 0
2.5.9	1次設計との比較	1 3 0
2.6	トーラス真空排気システム及びガス導入システム	1 3 1
2.6.1	システムの全体構成	1 3 1
2.6.2	トーラス真空排気システム	1 3 1
2.6.3	トリチウム含有ガス回収システム	1 3 7
2.6.4	トリチウムガス導入システム	1 4 1
3.	制御電源・プラズマ制御	1 5 5
3.1	概 論	1 5 5

3.2	トロイダルコイル電源	1 5 6
3.2.1	装置の概要	1 5 6
3.2.2	整流電源の設計	1 5 6
3.2.3	電流制御系	1 5 8
3.2.4	負荷短絡時等の保護装置	1 6 0
3.3	ポロイダルコイル電源	1 6 1
3.3.1	概 要	1 6 1
3.3.2	数値計算による所要電源容量の評価	1 6 1
3.3.3	電源系の設計	1 7 1
3.3.4	水平磁場コイル電源	1 8 3
3.4	その他の電源	1 8 5
3.4.1	放電洗浄電源	1 8 5
3.4.2	各種電源の所要電力	1 8 6
3.5	磁場電源からみたフライホイール発電機に関する検討	1 8 7
3.5.1	フライホイール発電機の諸特性	1 8 7
3.6	プラズマ位置、電流及び断面形状のフィードバック制御	1 8 8
3.6.1	概 要	1 8 8
3.6.2	システム構成	1 8 8
3.6.3	水平位置及びプラズマ電流のフィードバック制御	1 9 0
3.6.4	垂直位置のフィードバック制御	2 0 8
3.6.5	プラズマ断面形状の制御	2 1 4
3.7	一次設計との比較	2 2 0
4.	本体周辺機器	2 2 1
4.1	概 論	2 2 1
4.2	ガス冷却系	2 2 2
4.2.1	真空容器冷却系	2 2 2
4.3	水冷却系	2 2 6
4.3.1	概 要	2 2 6
4.3.2	冷却システム基本ループ	2 2 6
4.3.3	1次冷却系統	2 2 6
4.4	雰囲気クリーンナップシステム	2 2 9

4.4.1	目 的	2 2 9
4.4.2	完全循環モデルによるシステムの処理容量の評価	2 2 9
4.4.3	トリチウム除去特性の解析	2 3 1
4.4.4	今後の詳細検討について	2 3 4
5.	計 測	2 3 5
5.1	概 論	2 3 5
5.2	測定系概論	2 3 5
5.2.1	磁気プローブ系	2 3 9
5.2.2	T V システム	2 3 9
5.2.3	干渉計システム	2 4 0
5.2.4	散乱計測システム	2 4 7
5.2.5	放射検出システム	2 5 3
5.2.6	放出粒子検出システム	2 7 6
5.2.7	R-2 フェイズにおける検出器の信頼性について	2 7 8
5.2.8	核反応プラズマ計測	2 7 9
5.3	データ処理システム	2 8 7
5.3.1	データ処理システムの基本方針	2 8 7
5.3.2	データ処理システムの構成	2 8 7
5.3.3	データ処理システムの動作シーケンス	2 8 8
5.3.4	データ処理システムの配置	2 9 2
5.3.5	インターロック用の信号	2 9 2
5.3.6	技術的な問題点	2 9 2
6.	加 熱	2 9 5
6.1	加熱序論	2 9 5
6.2	中性粒子入射加熱装置	2 9 5
6.2.1	概 要	2 9 5
6.2.2	ダクトストリーミングによるNBI構成機器放射化の評価	2 9 8
6.2.3	イオン源	3 0 3
6.2.4	ビームライン	3 1 2
6.2.5	電 源	3 3 9

6.2.6	制 御 系	3 4 5
6.3	高周波加熱の基本方針	3 5 0
6.4	I C R F加熱	3 5 1
6.4.1	I C R F加熱の概要	3 5 1
6.4.2	アンテナ設計	3 6 2
6.4.3	高周波源	3 6 7
6.4.4	各種コンポーネント	3 6 9
6.5	低域混成加熱・電流駆動	3 7 4
6.5.1	物理設計	3 7 4
6.5.2	発振部及びランチャー部	3 8 1
6.5.3	伝送線路	3 8 6
6.5.4	マイクロ波計測器	3 9 1
6.5.5	グリル開口部近傍取付け用新型方向性結合器	3 9 3
6.5.6	伝送線導波管圧力調節器	3 9 7
6.5.7	電 源	3 9 7
6.5.8	1次設計との比較	4 0 1
6.6	電子サイクロトロン加熱	4 0 2
7.	総合システム	4 0 7
7.1	概 論	4 0 7
7.2	運転シーケンス	4 0 7
7.3	全体制御システムの機器構成	4 1 6
7.3.1	概 要	4 1 6
7.3.2	機器仕様	4 1 9
7.4	保護インターロックシステム	4 2 6
7.4.1	概 要	4 2 6
7.4.2	機器構成	4 2 6
7.5	実験スケジュール	4 3 1
7.5.1	R-1 フェイズ	4 3 1
7.5.2	R-2 フェイズ	4 3 1

8.	放射線遮蔽	4 3 5
8.1	概 要	4 3 5
8.2	計算方法及び計算モデル	4 3 5
8.3	D-T放電中の遮蔽計算及びスカイシャイン	4 3 5
8.4	D-T放電後の誘導放射能計算	4 3 6
8.4.1	二次設計案と一次設計案の比較	4 3 7
8.4.2	真空容器の材料の違いによる誘導放射能の差異	4 3 7
8.4.3	装置中心側と外周側の比較	4 3 8
8.4.4	TFコイルの鉛シールドの効果	4 3 8
8.4.5	本体遮蔽体の放射化	4 3 8
8.4.6	装置全体のキュリー数の評価	4 3 9
8.5	D-D放電の場合における放射線遮蔽	4 3 9
8.5.1	D-D放電中のスカイシャイン	4 4 0
8.5.2	D-D放電後の誘導放射能	4 4 0

付 録

A.1	代替設計に関する検討の概要	4 6 3
A.1.1	1次設計に対する評価	4 6 3
A.1.2	代替設計案の検討方針	4 6 3
A.1.3	代替設計に関する検討の概要	4 6 4
A.2	高Q化代替設計	4 6 9
A.2.1	高Q化の検討について	4 6 9
A.2.2	高Q化についての一般的考察	4 7 9
A.2.3	強磁場コンパクト非円型断面装置	4 7 5
A.2.4	低誘導放射化D型断面大型装置	4 8 5
A.2.5	ま と め	4 8 8
A.3	渦電流解析コードの開発	4 8 9
A.3.1	定 式 化	4 8 9
A.3.2	メッシュの切り方	4 9 0
A.3.3	対 称 性	4 9 1

A.3.4	境界条件	491
A.3.5	断面の形状	493
A.3.6	外 場	493
A.3.7	出 力	493
A.3.8	そ の 他	494
A.4	シングルヌルダイバータ配位	496
A.5	ランチャー部および伝送線路用導波管の耐電力試験装置	502
A.6	新型方向性結合器の試作調整と性能測定	505
	あとがき、検討参加・執筆者について	509