

## Thomson Scattering apparatus

小松 巖 生田 栄 岸本 博義 嶋田 隆司  
I. KOMATSU S. IKUTA H. KISHIMOTO T. SHIMADA

東京芝浦電気株式会社 電子事業部

Electron Tube & Device Division, Toshiba Corporation

## 1. まえがき

レーザーのトムソン散乱によるプラズマの電子温度、密度測定はその原理から信頼性にすぐれ、プラズマ研究に必要な不可欠な手段の1つになっている。

また近年プラズマ測定器には、プラズマ1ショットあたり、できるだけ多量の情報収集能力が要求され、トムソン散乱測定装置も空間、時間多点測定が必要とされつつある。

上記要求に応えた大形システムを製作したので、以下にその特長・性能につき述べる。

## 2. 装置の特長

- (1) ダブルパルスレーザーを用いているため、1ショットのプラズマの電子温度・密度の時間変化を測定できる。
- (2) 同一時刻に10ヶ所、長さ500mmの測定ができる。
- (3) 測定位置を大半径方向に20mm間隔で9位置遠隔制御できる。

## 3. 装置の概要

図1に本システムの模式図を示す。図2に本システムがプラズマ本体に取り付けられた状態の写真を示す。

A・B2台の高出力ジャイアントパルス・ルビレーザーからのビームは、レーザー光光学系によりプラズマ容器の窓からプラズマ中に集光される。

ビームA200mm、ビームB300mmの部分からの90°トムソン散乱光は、大口径のコンデンサーレンズにより立体角約30msteradianで集められ、1:1の倍率で像を結ぶ。結像位置の光路分離プリズムで像を100mmずつ合計5部分に分離する。この像は散乱光集光レンズにより5台の分光器入射スリット上に倍率1/2で結像される。

各々のトムソン散乱光は分光器で分散され、更に上下2分割されて多チャンネル光学系に導かれる。多チャンネル光学系は分光器の出射スリットの像を8等分して8本のPMT\*に入射させる。

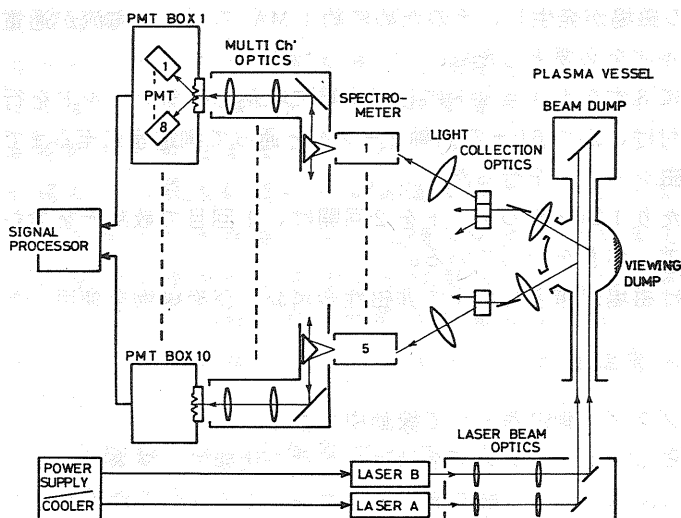


図1 本システム模式図

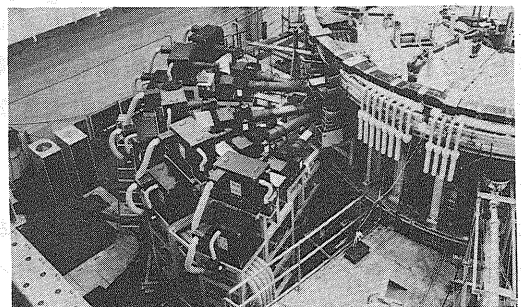


図2 本システム外観図

各PMTの信号はインピーダンス変換器、アンプを経て約60mの同軸ケーブルで測定室に送られる。更に測定室ではアッテネータで振幅調整し、ADCでAD変換を行う。

以上で得た1部分(50mm)あたり8チャンネルの信号の強度分布のガウシアンプロファイルから電子温度を式(1)により求めることができる。

$$\Delta\lambda = 32\sqrt{Te} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$\Delta\lambda$  : ガウシアンプロファイルの全半値幅 (Å)     $Te$  : 電子温度 (eV)

\* : PMT = 光電子増幅管

#### 4. 本システムの各部の仕様

- (1) レーザ : ジャイアントパルスルビーレーザー  
出力エネルギー : 10J/パルス      パルス幅 : 約30 nS  
ビーム拡がり角 : 1mrad.      第1・第2パルス間隔 : 100ms  
詳細は別途報告
- (2) レーザ光光学系 : 2式  
ルビーレーザービームをプラズマ中300mmにわたって、直径1.9mm~5mmに絞っている。
- (3) 散乱光集光光学系
  - ① コンデンサーレンズ部 : 2式  
F<sub>NO</sub> 2.7、口径214mmの組合わせレンズである。被観測部分の移動に伴ってズーミングを行う。
  - ② 散乱光集光レンズ部 : 5式  
F<sub>NO</sub> 2.2、口径192mmの組合わせレンズである。
- (4) 分光器 : 5台  
F<sub>NO</sub> 3.5、焦点距離250mm、逆分散3.2nm/mm、100nm  
同時取り出し、かつ内部にノッチフィルタ1枚内蔵。
- (5) 多チャンネル光学系 : 10式  
分光器出射スリットの像を8分割し、8本の光電子増倍管に導く。
- (6) PMT : HTV製R1333 80本使用    ERMA光電面    1~10μS 低速ゲート付
- (7) ADC : Lecroy 2250L 7台使用    高速ゲート付積分形ADC

#### 5. S/N改善対策 その他

本装置に近接したプラズマ本体には最大2万ガウスの磁場が発生し、そのために約1MAのパルス電流が通電される。そのため本装置は嚴重な磁気および電磁シールドを必要とした。

各PMTはパーマロイと鉄の2重ケースに入れ、更に8本を1ユニットにして鉄箱に収納し磁気シールドを行った。PMTケースは架台および床から絶縁して取り付け、かつ60mの同軸ケーブルを通過して測定室に至るまでの経路を、全て銅あるいはアルミのパイプに収めて電磁シールドを行った。

またプラズマ光の影響を除くためレーザー1パルスあたり120nSのゲートを2回開け、1回目で散乱光を含む信号を、2回目でプラズマ光のみを観測し、計算機で差し引きを行っている。

その他光学系のホルダとそれらを載せた大きな架台は磁場対策として全て非磁性金属および絶縁物を使用した。

#### 6. レーリー散乱による総合評価試験の結果

本システムは現在、京都大学ヘリオトロンE装置のプラズマ測定器として稼動中である。

上記ヘリオトロンEプラズマ容器にビームダンプとビューイングダンプを付けただけの状態で、窒素のレーリー散乱を試みた。90ヶ所の測定での迷光量が10Torr N<sub>2</sub>のレーリー散乱光とほぼ等しくなるという結果が得られた。