P2-127 ソーラー電力セイル用イオン エンジンの開発状況

西山和孝、細田聡史、國中均(JAXA)

概要

- ・マイクロ波イオンエンジン µシリーズの特徴と展開
- 研究開発
 - 高圧電源
 - 光学的・電気光学的イオン源内部診断



- キセノンを用いた高比推力電気推進
- 深宇宙探査を主たるターゲットとし、静止衛 星向けのものに比べ、より長寿命であることを優先課題として研究開発
- 独自のプラズマ生成方式により放電室を長 寿命化
- プラズマ生成用電源として衛星搭載用のC 帯進行波管増幅器を流用。実績多数の10 万時間の長寿命・高信頼電源を開発要素 なしで利用可能。
- 世界初のカーボン・カーボン複合材製のグ リッド採用(ビーム光学系)による長寿命化 を実現。µ10の地上試験では2万時間、µ20 では1万時間まで動作確認。
- 他方式イオンエンジンの半分以下のビーム 電流密度。推力のわりに大口径になる反 面、原理的には3万時間以上の長寿命と大 きなトータルインパルスが期待できる。

第13回宇宙科学シンポジウム

ソーラー電カセイル用イオンエジはやぶさ」10cmイオンエンジン µ10 (ミュー・テン)





2



第13回宇宙科学シンポジウム

Lineup of Microwave Discharge Ion Engines

•	μ1	µ10	µ10HIsp	μ20
Isp	1,000sec	3,000sec	10,000sec	2,500sec
Thrust	0.1mN	8mN	27mN	30mN
Power	<10W	350W	2.5kW	1kW
Ion gen.	μ1	μ10	μ10	μ20
Neut.	μ1	μ10	u10	μ20
第13回宇宙科学	ዾシンポジウム	ソーラー電力セー		

4

ソーラーセイル用IPPU-EMに向けての要 素技術開発

電力セイル用イオンエンジンのビーム加速には、はやぶさ1の10倍の電圧(15kV)を発生させる 高電圧電源の新規開発が必要であり、高電圧電源のBBMを作成して機能を検証した。



高圧電源の技術課題としては、以下の2点である。

- 1. 入力段(低圧側)のプリレギュレータの高効率化、高排熱化
 - (スイッチングの高速化には小型化が必須。その場合排熱密度が増加するので、 高排熱化が必須)
- 2. 出力段(高圧コンバータ側)の絶縁耐性検証及びコンバータの高効率化・ロバスト化 第13回宇宙科学シンポジウム ソーラー電力セイル用イオンエンジン

ソーラーセイル用IPPU-EMに向けての開発 状況

1. プリレギュレータの高効率化、高排熱化 <u>高熱伝導基板の採用</u> 基板中間層にCFRPを含んでおり、基板面内の熱拡散

を促進することから、高い発熱密度においても排熱パ スをフレキシブルに選択可能となる(はやぶさ1はコン ポーネント外壁からの輻射のみ)。

基板は宇宙用と同じ企業から試作品を調達済み。 宇宙用基板としての基本性能試験(熱特性、機械的特性)を実施中。

2. 高圧コンバータのロバスト性向上 ポッティングの耐圧試験 高圧部をポッティグした基板に8kVを印加して2千時間 の課電試験を行い、健全性を確認した スイッチング回路の共振的作動

スイッチング回路を共振的に作動させることで、イオンエ ンジン実負荷に対する回路部品の負担を低減を狙う。 第13回宇宙科学シンポジウム ソーラー電力セイル用イオンエンジン 高圧部基板



高熱伝導基板イメージ図



5圧部基板 耐圧試験サンプル

光学的なイオン源診断法(1/2)

- レーザ吸収分光法と合わせ、エンジン稼働中の診断法を確立
- 分光測定や、EO素子との組み合わせで、様々な測定系に発展可能 これらの診断法は、µ10にもµ10HIspにも適用できる汎用的な手法。





ソーラー電力セイル用イオンエンジン

第13回宇宙科学シンポジウム

2

EO(電気光学)プローブを用いた電場 _{意義}

マイクロ波電場への擾乱が小さい、ビーム加速下での電場測定技術の確立

・電場計測によるµ10の推力低下メカニズムの解明

利点

- ・誘電体のためマイクロ波電場に擾乱を与えない
- ・絶縁体のため高電位プラズマへの近接性が良い
- ・微小(1mm角)なため、非破壊で高分解能の測定ができる



第13回宇宙科学シンポジウム

ソーラー電力セイル用イオンエンジン



EO(電気光学)プローブを用いた電場 測定(2/2)

高流量時に導波管内に異常電界 **Pvrex Glass Tube** 16000 0 sccm 14000 3 1 sccm -[mm] 2 sccm -12000 Air (in) Silica Glass Tube Air (out) 3 sccm — 10000 300 [mm] 4 sccm 8000 Discharge 6000

Chamber

3

4

5

2

Pyrex Glass Tube 1.8 [mm] EO Probe 3 [mm] 4 [in] PTFE tube Air (out) 4 [in] PTFE tube 3 [mm] Air (out) Air (out) Optical Devices Silica Glass Tube Air (out) Flange Feed-Through Air (in) 300 [mm] Tube Coupling 1500 [mm]

・冷却システムを構築することによりEOプローブを 用いた加速プラズマ中での電界測定技術を確立
・中心軸上の加速下プラズマ中電場分布を測定.
高流量時に導波管内にて異常電場が生じている ことから,導波管内でマイクロ波の反射が起きていることを示した.

第13回宇宙科学シンポジウム

Waveguide

9

8

7

Distance from the Screen Glid, cm

10

Electric Field Intensity, V/m

4000

2000

A

12

11

ソーラー電力セイル用イオンエンジン

成果