

トーラス型核融合装置

ジュール加熱電流を、プラズマ中に通電することを特徴とするトーラス型核融合装置では、プラズマ電流を通電している際、プラズマ電流と磁氣的に鎖交しているコイル(垂直磁場コイル、変流器コイルなど)に1ターン当たり数千ボルトにも及ぶ異常な高電圧が誘起される。

このため、巻数の多いコイルの端子間では電圧が数千万ボルトにも達して、コイルやこれに接続されている電源機器の絶縁破壊事故を発生させる虞がある。

ある。

上記の問題点を解消するため、本発明は図1に示すように、プラズマ電流と磁氣的に鎖交する変流器コイル、垂直磁場コイルなどを含む回路の電圧上昇率を制限するコンデンサと、プラズマ電流維持期間中は開路され、プラズマ電流遮断時は閉路される上記コイルの短絡用のスイッチを、それぞれ上記コイルと並列に設けたものである。すなわち、プラズマ電流の立上り期間、及びこれに引き続くプラズマ電流を比

較的フラットに変化させ少なく維持する期間、すなわち、電流維持期間中はスイッチを開路しておき、コンデンサを含む回路によりパルス幅の比較的小さいスパイク電圧の上昇をコイルや回路の絶縁耐圧の限度内に抑え、一方、プラズマ電流を遮断する際は、まずスイッチを投入して変流器コイル、垂直磁場コイルなどのコイルを短絡してから、プラズマの遮断操作を行なおうとするものである。

1. 特長・効果

スパイク電圧を抑制してコイルや電源機器を保護するとともに、コイルや電源機器の耐電圧限度を下げて安全に運転することができる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特許第1056227号(特公昭54-44080号)
「トーラス型核融合装置」

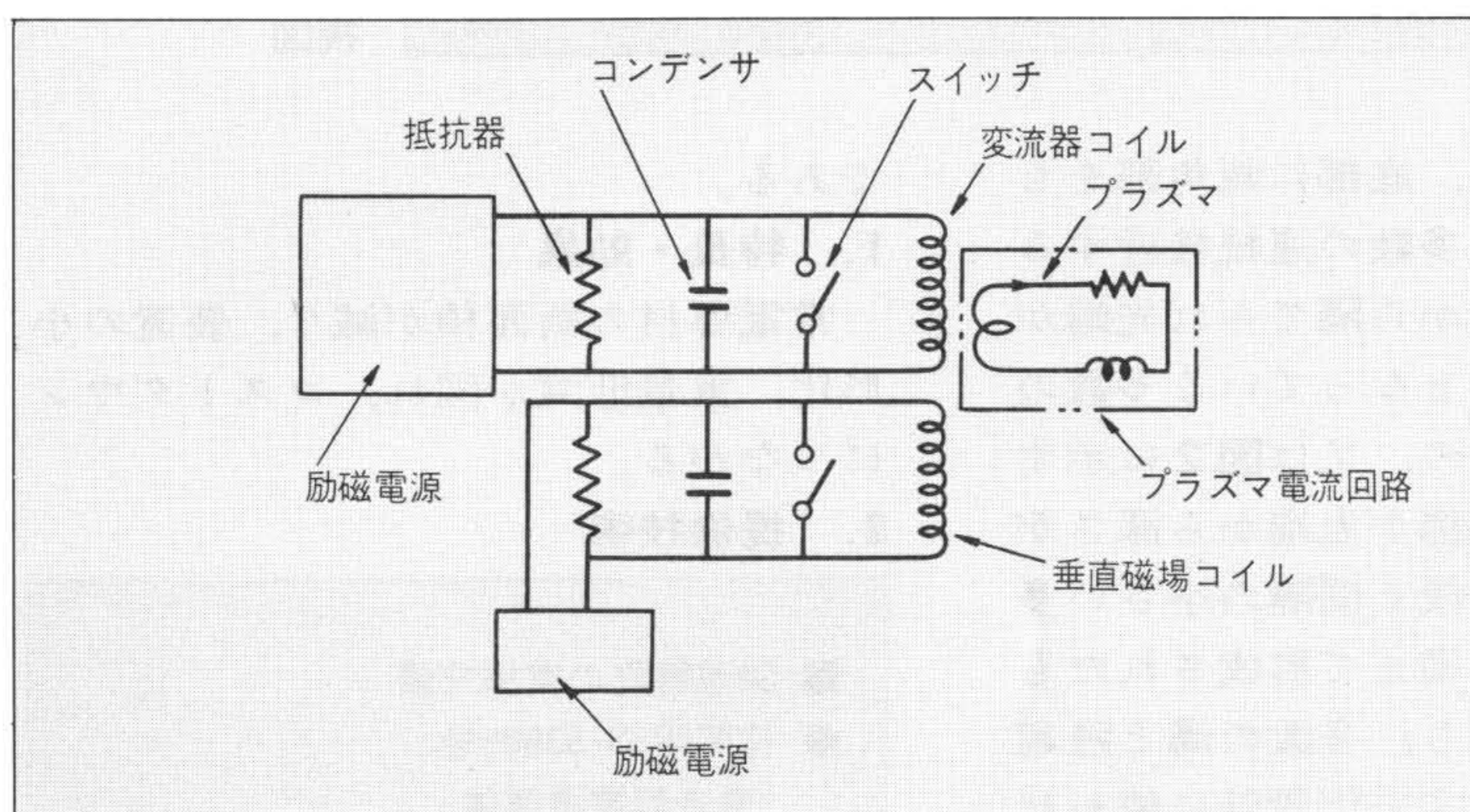


図1 トーラス型核融合装置の回路図

核融合装置のトロイダルコイルの製造方法

核融合装置に用いられるトロイダルコイルは、多数の円環状導体を絶縁物を介在させて同心状に積層して形成される。このトロイダルコイルは、トーラス中心に対して全周にわたって複数

個配置されるが、各コイルを放射状に隣接させる必要があり、コイルの積層端面にトーラス中心に楔形となるテーパ面が機械加工される。しかし、機械加工する際、導体のばりが発生して導

体間の沿面距離を減少させたり、加工粉が絶縁層に付着して絶縁性を低下させてしまう。

そこで、本発明は図1に示すように、平板状の導体の絶縁物との接触面に、円環体の形成状態でのテーパ部に相当する部分に沿ってあらかじめ溝を形成し、次いで、このコイル間の隣接端面にトーラス中心に向かうテーパ面を加工する。テーパ加工によってあらかじめ形成された溝がテーパ面に露呈され、図2に示すように、導体と絶縁物の間に間隙が形成される。

1. 効果・特長

トロイダルコイル加工時での絶縁性の低下、絶縁破壊などに至る原因が容易に防止される。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特公昭58-4319号
「核融合装置のトロイダルコイルの製造方法」

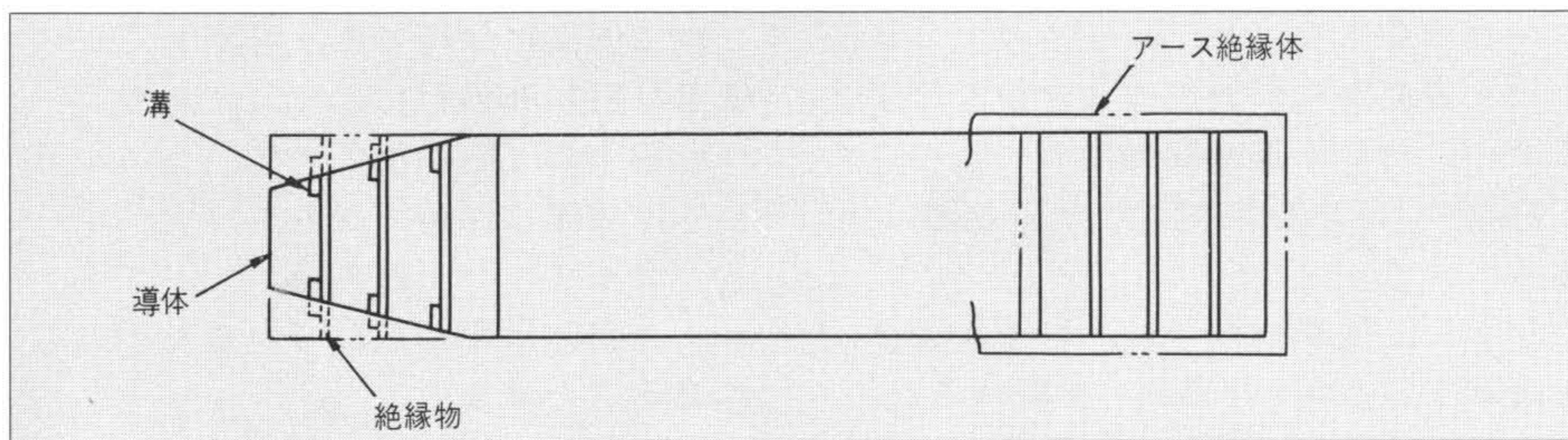


図1 テーパ加工前のトロイダルコイル断面図

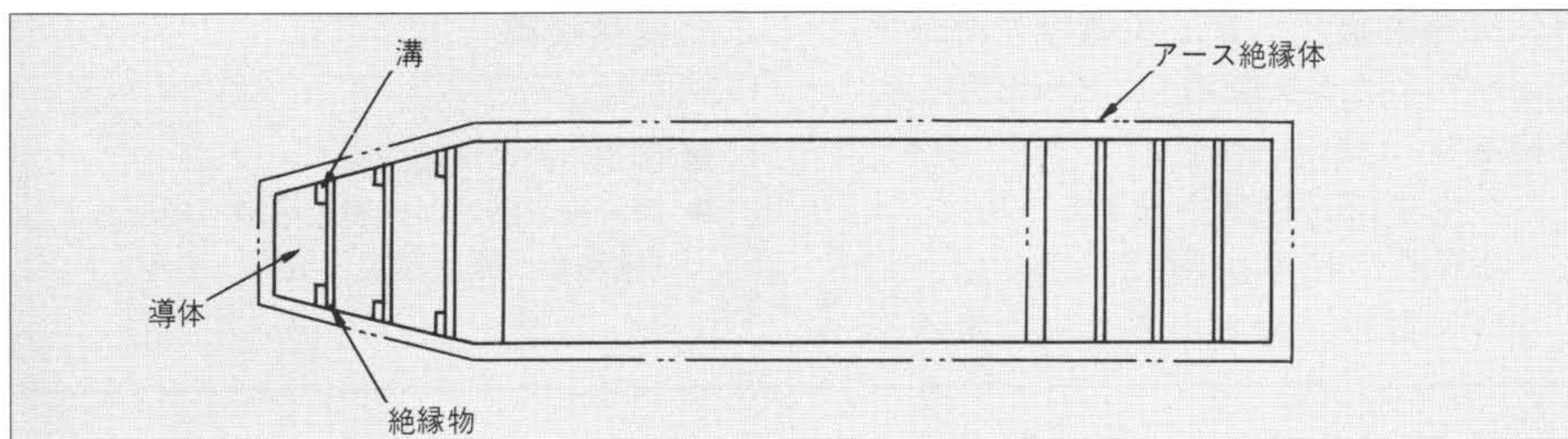


図2 テーパ加工後のトロイダルコイル断面図

複合超電導導体

複合超電導導体は超電導材と常電導材から成り、何らかの原因で超電導性が破れると多大のジュール熱が発生する。ジュール発熱のある常電導領域の拡大を防止するには、電流値や冷却条件が与えられた場合、導体の周囲長及び常電導体の断面積を大きくしなければならない。すなわち、多量の常電導材を使わねばならず装置の大形化、重量増加につながる。

そこで、本発明では図1に示すよう

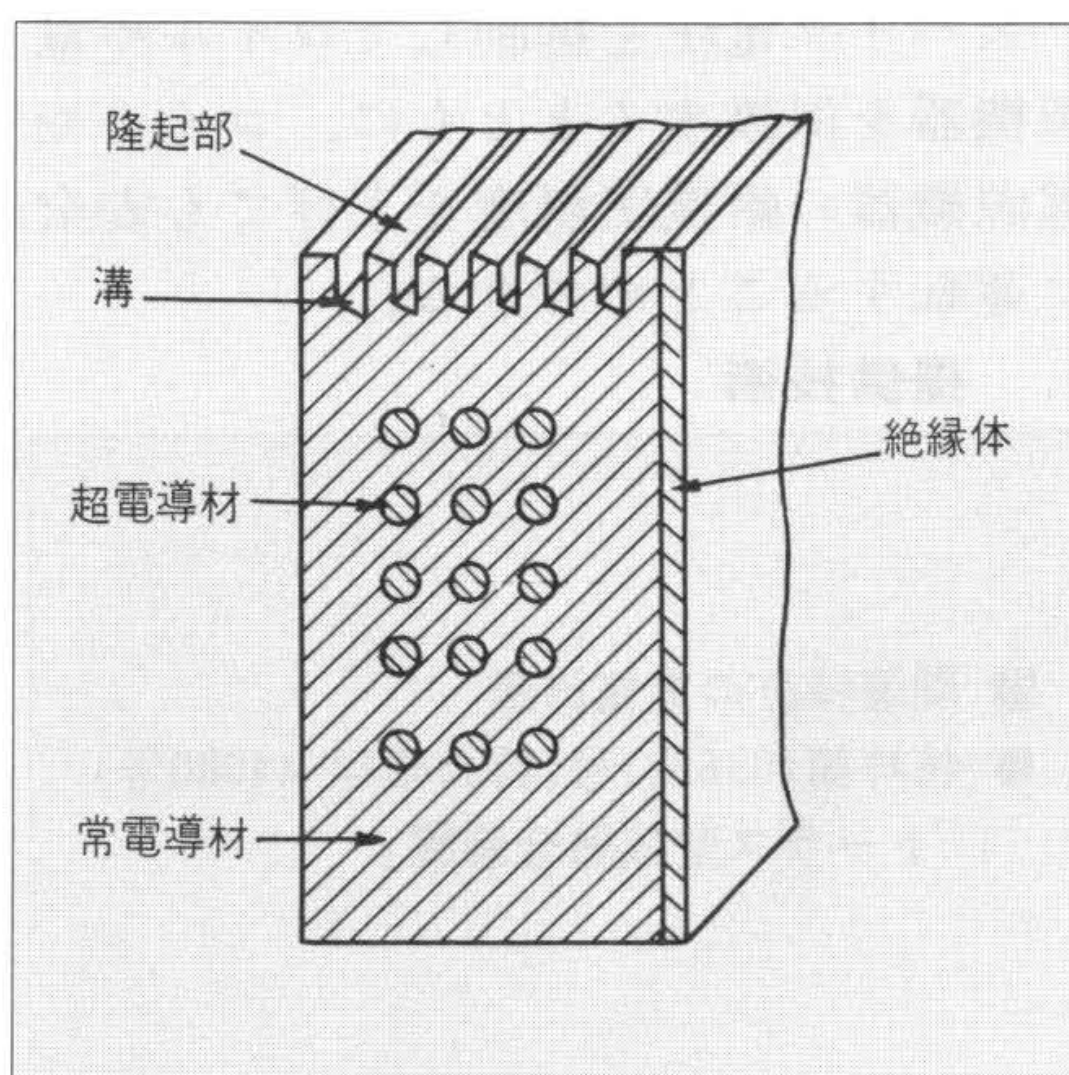


図1 複合超電導導体の断面斜視図

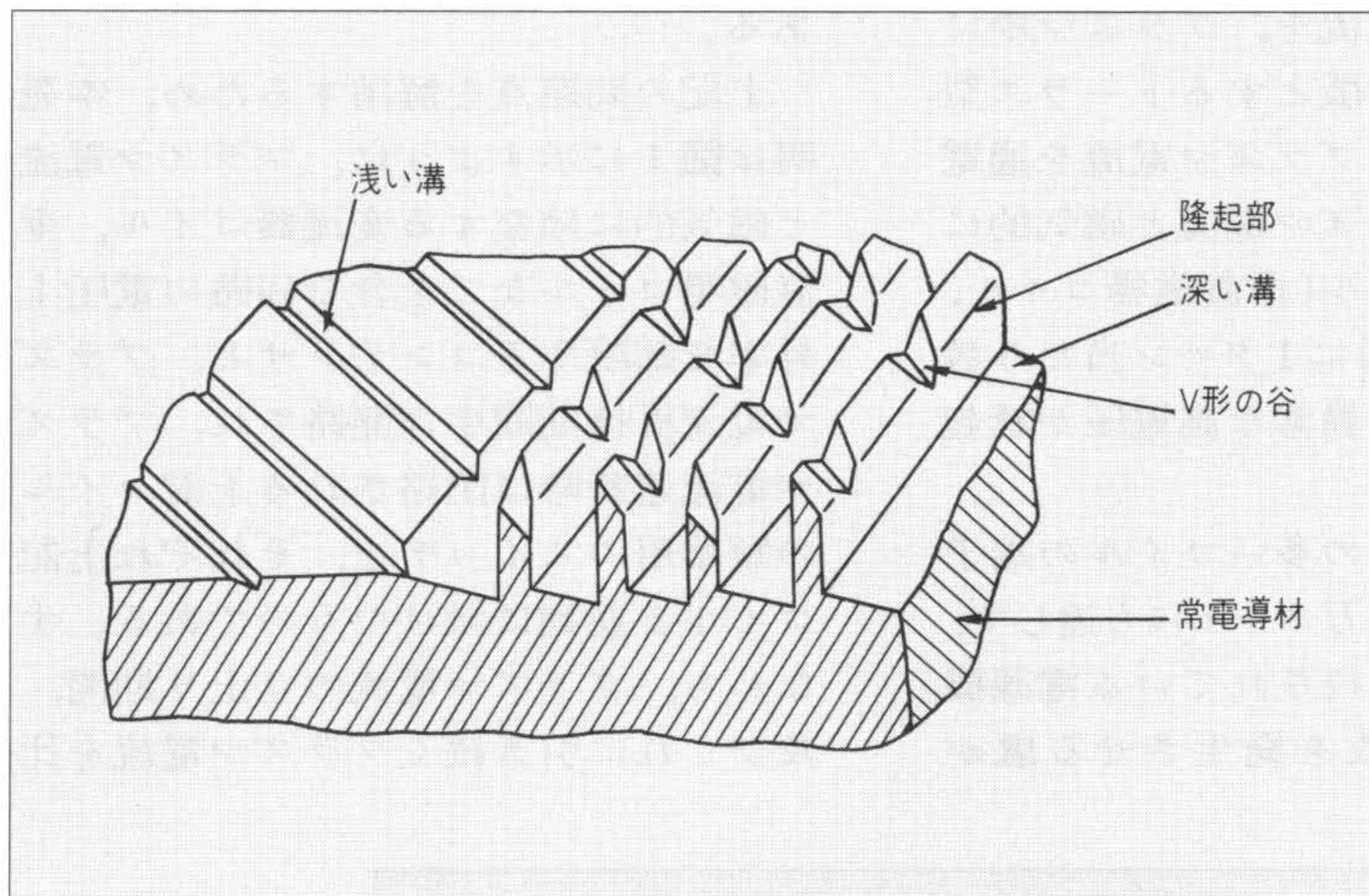


図2 複合超電導導体の断面斜視図

に、導体の表面に、底部に鋭角部をもち、間隔の小さい多数の連続接近する深い溝と、この溝から隔てられ先端が鋭角的に先細り状となっている多数の隆起部を設けたもの、又は図2に示すように、前記隆起部が先端から深さが前記の深い溝より浅く間隔の小さい多数のV字形の谷を備えて形成されたものである。すなわち、多数の溝と隆起部により、導体の安定化設計に使われる冷却量を大きく取ることができるの

である。

1. 特長・効果

常電導材の断面積が減り、装置の小形化、重量低減が図れ、コストダウンにつながる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特開昭55-53805号
「複合超電導導体」

核融合装置用真空容器内コイル

核融合装置では、真空容器内にプラズマが閉じ込められ保持されるが、このプラズマのふるまいの制御などのために、プラズマと接近してコイルを真空容器内に内蔵している。この真空容

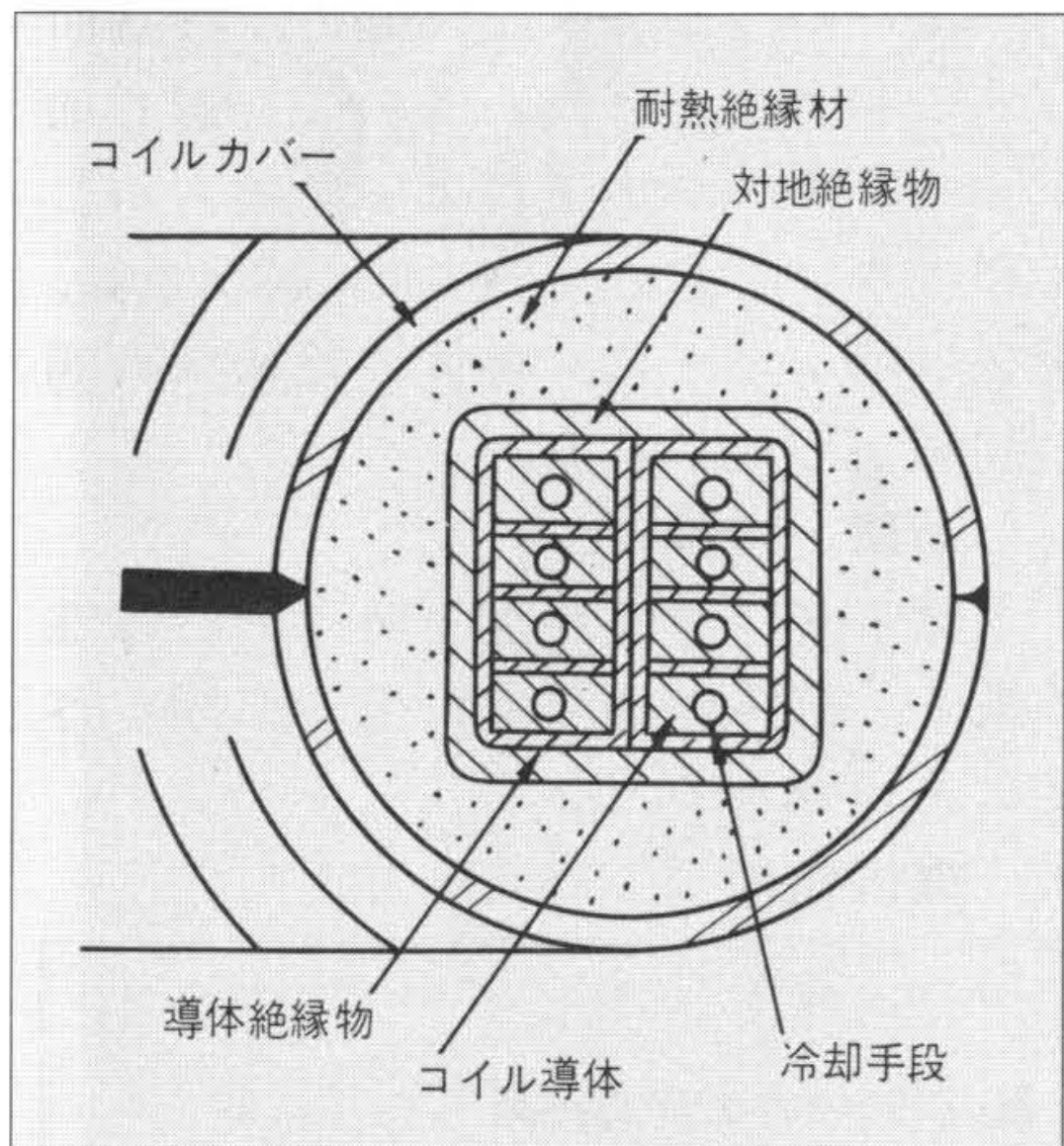


図1 真空容器内コイルの断面構成

器内コイルは、コイル導体を数ターン巻回したものを、これを覆うコイルカバーにスペーサで保持して形成される。

ところで、上記コイル導体は、コイル通電時の発熱を抑えるために冷却しなければならないし、コイルカバーは、コイル表面からの放出ガスを少なくするために行なう長時間加熱のベーキングのためには高温に保持する必要がある。

しかし、従来技術では、コイル導体を冷却するとコイルカバーも冷却され、一方、コイルカバーをベーキングするとコイル導体も加熱されてしまう。

そこで、本発明は図1に示すように、導体絶縁を施したコイル導体を複数ターン巻回して隣接配置し、その周囲を対地絶縁物で覆い一体にしてコイルカバー内の中央部に位置させるとともに、コイル導体を冷却する手段(同図ではコイル導体に設けられている孔に冷却水を

流す。)を備え、かつコイルを支持するスペーサが位置しないコイルカバー内に耐熱断熱材を設置したものである。

1. 特長・効果

- (1) コイル導体は冷却手段により冷却されて低温に保持でき、しかも、この低温は耐熱断熱材によりコイルカバーに影響することがないので、コイルカバーは高温に保持できる。
- (2) コイルカバーが高温になっても、コイル導体は冷却されているため高温になることはない。
- (3) コイル導体は対地絶縁物により一体に構成されているため、高電圧が加わった場合でもコロナ放電を生じない。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特許第1189757号(特公昭57-32356号)
「核融合装置用真空容器内コイル」

電子サイクロトロン共鳴加熱 ジャイロトロン用超電導マグネット

最近、核融合プラズマ加熱装置として、ECH(電子サイクロトロン共鳴加熱)装置の研究開発が急速に進められている。ECHの主要部品であるジャイロトロンは、メーカーごとに、また管種ごとに異なった仕様の高精度で複雑な磁場分布をもつ超電導マグネットを必要とする。日立製作所はこれらの仕様に合致したマグネットを受注・製作する体制を整えている。一例として、京都大学の「ヘリオトロンE」ECH設備用超電導マグネットを図1に示す。

この超電導マグネットはジャイロトロン発振管と組み合わせて、出力200kW、パルス幅100ms、周波数53.2GHzの高周波電力をプラズマに注入し加熱するものである。

1. 主な特長

(1) 熱侵入量を少なく抑えるために、液体窒素シールドとヘリウム容器の間に、蒸発ヘリウムガスを利用したガス

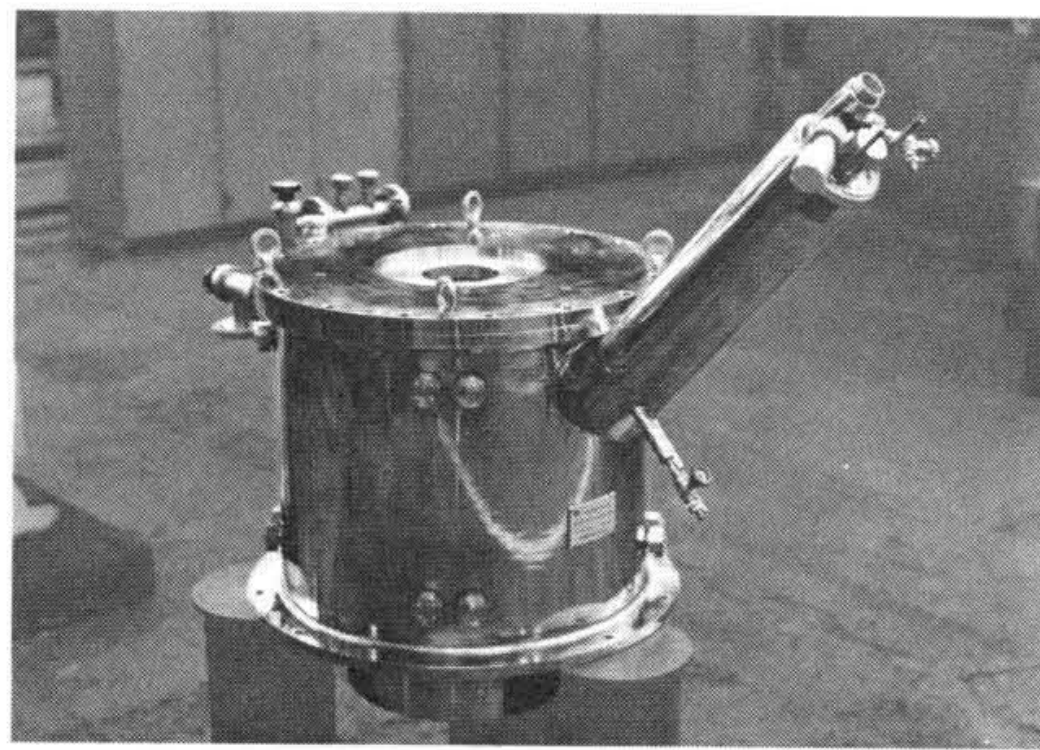


図1 電子サイクロトロン共鳴ジャイロトロン用超電導マグネットの外観

ヘリウムシールドを設置した。

- (2) 電流リードからの熱侵入量を抑えるために、コイル用超電導線として、定格電流10A級の極細超電導線(外径0.3mm)を使用した。
- (3) 超電導マグネットとジャイロトロン発振管の相対的位置調整のために、コイル位置微調整機構を設けた。
- (4) 磁場形状を変化させやすい構造とするため、超電導マグネットは6個のコイルで構成され、4台の電源で励磁

表1 超電導マグネットの主な仕様

項目	仕様
形式	密巻コイル
コイル数	6個
定格電流	10A
超電導線材	NbTi
冷却方式	浸せき冷却
中心磁束密度	2T
蓄積エネルギー	24kJ
超磁力	745kAT
励磁方式	定電流方式
ヘリウム蒸発量	0.7l/h
連続通電時間	8時間

調整する方式を採用した。

2. 主な仕様

主な仕様を表1に示す。

3. 今後の計画

ジャイロトロンの大出力化、高周波数化の開発に対処するために、高磁界・高精度磁場分布の超電導マグネットの製品化を進めている。

(日立製作所 核融合推進本部)

日立大電流イオンビーム加工装置

日立大電流イオンビーム加工装置は、長年にわたり開発してきた核融合用中性粒子入射加熱装置の大容量イオンビーム技術を基礎技術として、産業界に広く転用を図るものである。本装置の具体的な応用としては、工具、金型など各種金属材料の表面処理、加工及び複合材の合成などが考えられる。本装置は在来のイオン注入装置に比べ、10～100倍もの大容量のイオン源をもっているため、窒素、炭素、水素、アルゴンなどのイオンビームを種々の材料に注入して、窒化物、炭化物、アモルファスなどの合成・加工に際し、高速処理や大量処理が期待できる。

電源部は高電圧の半導体直流スイッチを用い、イオン源内での放電破壊に対し高速遮断保護及び自動再立上げを行なうシステムになっている。

1. 主な特長

- (1) 大容量、大口径イオン源により、高速処理が可能である。
- (2) ビームエネルギーを集束させ、高密度エネルギーでの処理が可能である。
- (3) イオンビーム処理のため、低温処

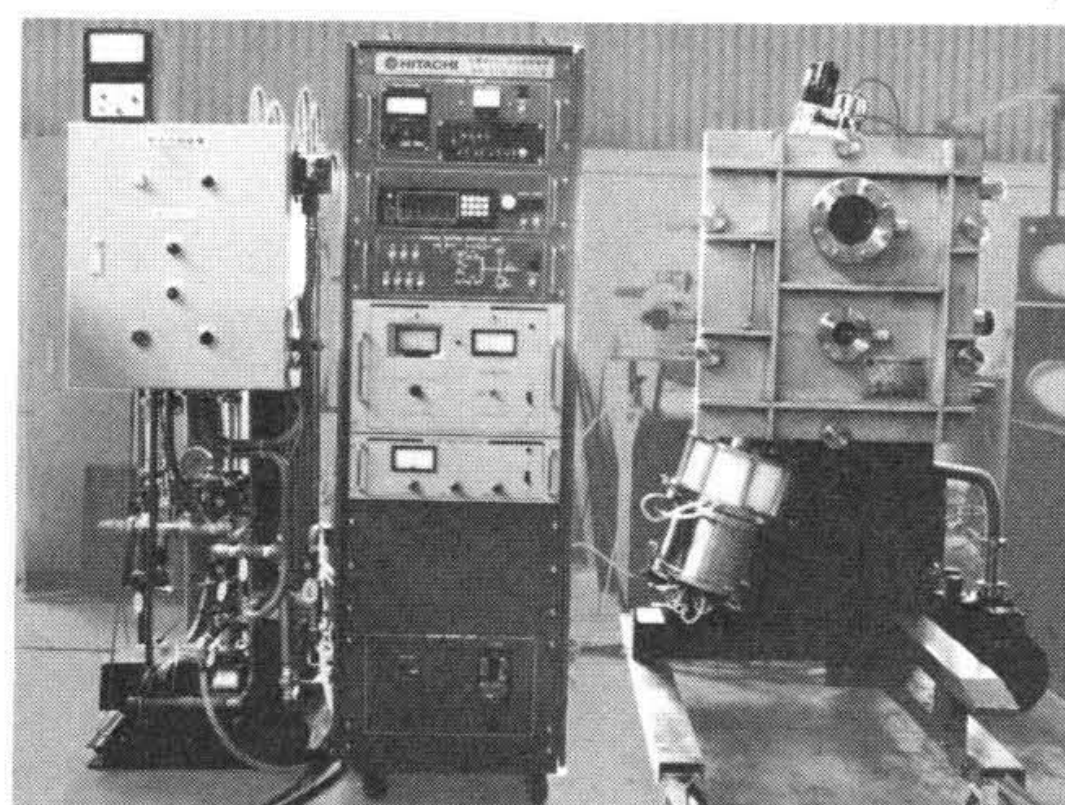


図1 イオンビーム加工装置本体部

- 理、注入量のコントロールが可能である。
- (4) 蒸着装置を備えており、蒸着物質とイオン注入物質のミキシングが可能である。
- (5) 半導体スイッチによる高速保護と自動立上げ機能を備え、信頼性が高く、効率が良い。
- (6) 電源は全半導体化しており、大容量にもかかわらずコンパクトである。

2. 主な仕様

主な仕様を表1に、また、イオンビーム加工装置本体及び電源部を図1、2に示す。

(日立製作所 機電事業本部)

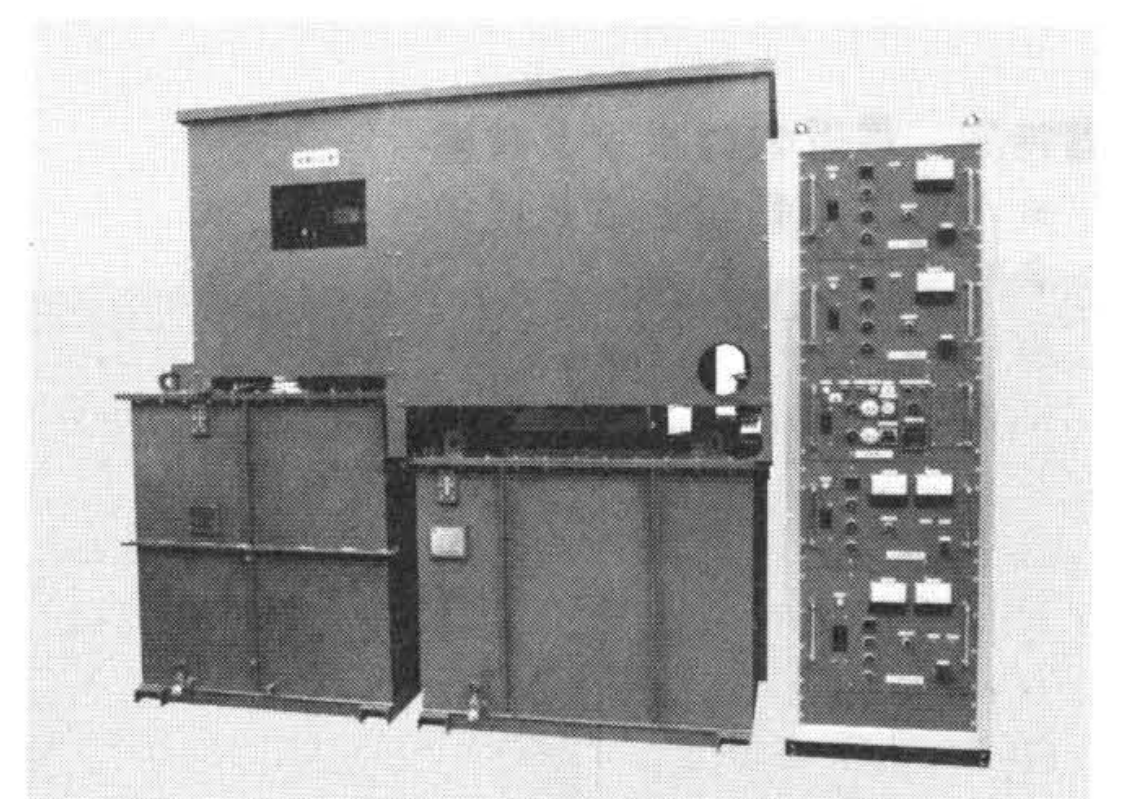


図2 イオンビーム加工装置電源部

表1 主な仕様

項目	仕様
形式	HIIB-200-B
イオン源	電圧: 10～40kV
	電流: 1A 短時間 0.4A 連続 (20kV N ₂ ガスの場合)
	ビームサイズ: φ100mm
蒸着源	電子ビーム加熱方式
	容量: 5kW
	るつぼ: 4
電源部	ゲートタンオフサイリスタを用いた直流スイッチによる保護装置付
	自動再立上げ装置付
排気部	油拡散ポンプ+油回転ポンプ

製品紹介

“JT-60”NBIポート用溶接ベローズ

日本原子力研究所納め“JT-60”NBIポート用溶接ベローズは、“JT-60”真空容器とプラズマ第2段加熱装置であるNBI(粒子入射装置)用ポート間の静的、動的相対変位を吸収し、高信頼性のもとに超高真空を維持する長方形断面伸縮管継手である(図1)。

1. 主な特長

- (1) ベローズには、軸方向、軸直角方向及びねじりの大変位が作用するため、弾塑性領域までの詳細疲労設計を行ない、更に実機大型式試験により信頼性を確認した。
- (2) NBIビームの断面形状に合わせて、ベローズ断面形状を長方形とした。
- (3) ベローズのリップ溶接には、薄板に対して熱の集中性が良いマイクロプラズマ溶接装置を本ベローズ用に開発し、施工した。
- (4) 250℃の高温繰り返しベーキングに対する耐熱、耐久性確保と、高精度磁束密度分布に及ぼす影響を軽減するために、素材として比透磁率が1.0006の

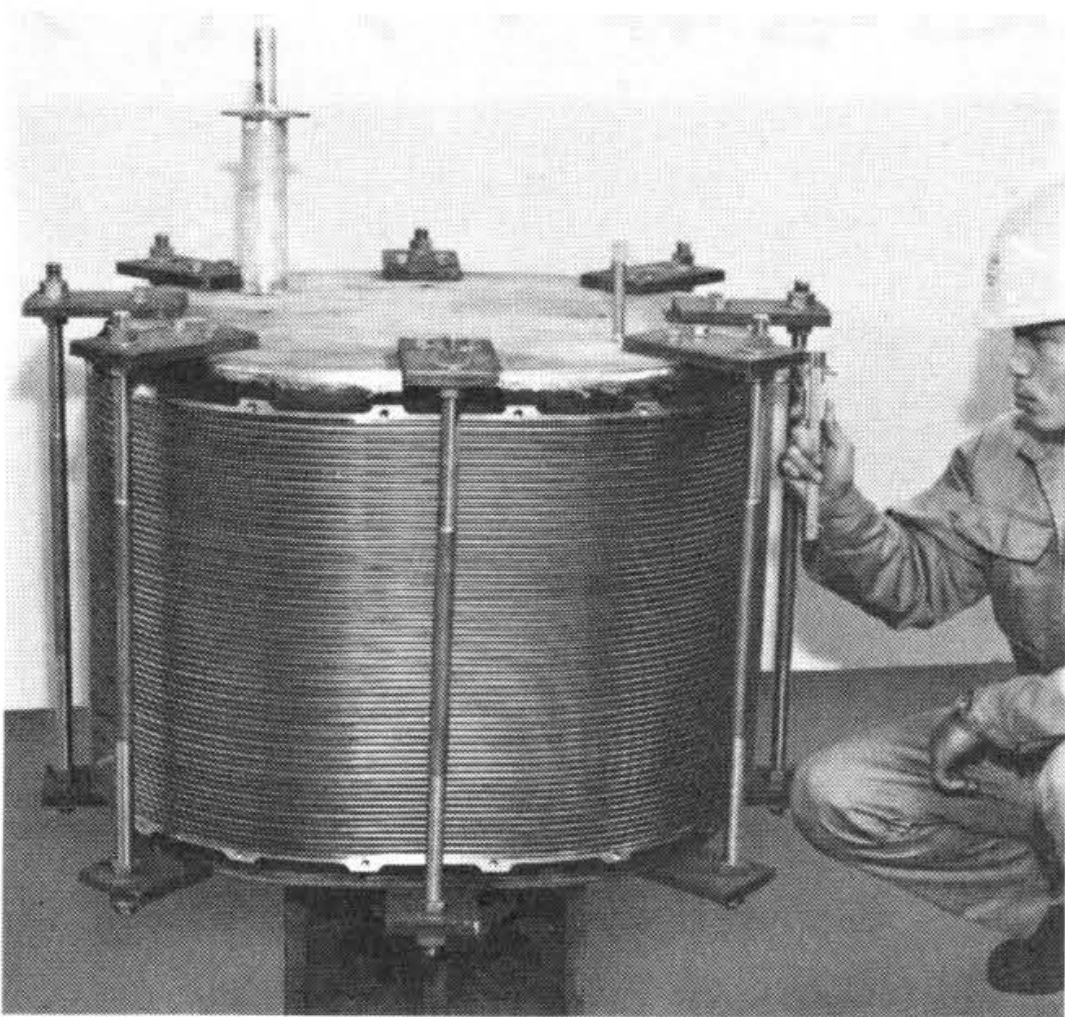


図1 NBIポート用溶接ベローズの外観

- インコネル625を採用した。
- (5) 10^{-7} Paの超高真空を維持するために、素材及び溶接施工時の品質管理を強化し、ベローズ内表面からの放出ガス量の低減を図った。

2. 主な仕様

主要な仕様を表1に示す。
(日立製作所 核融合推進本部)

表1 NBIポート用溶接ベローズの主要仕様

品 名			NBI ポート用 溶接ベローズ	
寸 法	内 径	短 径 方 向	653.1mm	
		長 径 方 向	723.8mm	
	外 径	短 径 方 向	733.1mm	
		長 径 方 向	803.8mm	
	長 さ		560mm	
圧 力 使 用 状 態			内部真空	
許 容 リ ー ク 量			≦10 ⁻¹¹ Pa・m ³ /s	
ペ ー キ ン グ 温 度			250℃	
ばね定数	軸 方 向		1.3kg/mm	
	短 径 方 向		4.3kg/mm	
	長 径 方 向		5.5kg/mm	
寿 命 仕 様	オフセット	軸 方 向	560mm	
		短 径 方 向	7 mm	
		長 径 方 向	5 mm	
	変位量	ね じ り 角	0.2度(10,000回)	
		軸 方 向	± 3 mm	
		短 径 方 向	± 9 mm	
		長 径 方 向	± 7 mm	
	繰 返 し 数		235,000回	

日立評論 Vol. 66 No.10 予定目次

日立 Vol. 46 No.9 目次

- 特集 最近のロボット技術
- ロボットの動向と将来展望
 - 多関節形組立ロボット
 - 直交座標形精密位置決めユニット
 - 精密位置決め装置の精密組立作業への適用
 - 日立ポータブルロボット
 - 日立重量物用ロボットとアプリケーション
 - ロボット視覚用小形画像処理装置“PPI-Ⅲ”
 - ロボット用アーク溶接センサ
 - ACサーボモータ
 - 組立FA用ロボット技術の開発
 - クローラ形移動ロボットとその知覚誘導
 - 知能形床面移動ロボット
 - 壁面歩行ロボット
 - 核燃料再処理工場溶解槽の遠隔補修ロボット

- グラフィックポ
- 高エネルギー物理学研究所
 - 米・ワートン・ビジネススクールからの留学生
 - 明日を開く技術<51> ロボットハンド
 - HINT コーナー 照明器具ルミタス/シャポー
 - 新製品紹介 システムコンポーネント、カラーテレビ
 - 技術史の旅<95> 上総掘り
 - 続・美術館めぐり<57> 彫刻の森美術館<ピカソ館>

企画委員		評論委員	
委員長	武田康嗣	委員長	武田康嗣
委員	三浦武雄	委員	加藤寧光
"	藤江邦男	"	小野光彦
"	清野知士	"	庄山佳彦
"	村上啓一	"	福地文夫
"	塚本和孝	"	井伊脩
"	佐室有志	"	阿部脩
"	臼井忠男	"	金丸久雄
"	倉木正晴	"	岡村昌弘
幹事	伊藤俊彦	"	鯉渕興二
"	三村紀久雄	"	三巻達夫
		幹事	倉木正晴
		"	伊藤俊彦
		"	三村紀久雄

日立評論 第66巻第9号

発行日 昭和59年9月20日印刷 昭和59年9月25日発行

発行所 日立評論社 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 ㉞101

電話(03)258-1111(大代)

編集兼発行人 倉木正晴

印刷所 日立印刷株式会社

定価 1部500円(送料別)年間購読料 6,700円(送料含む)

取次店 株式会社オーム社 東京都千代田区神田錦町三丁目1番 ㉞101 電話(03)233-0641(代) 振替口座 東京6-20018