

新エネルギー技術研究開発 昭和53年度研究成果の概要

(研究開発費) (上半期)

電子技術総合研究所

NEDO 図書・資料室



010018315-1

目 次

太陽エネルギー技術

太陽の分光放射照度測定に関する研究	1
太陽熱発電システムの研究	4
太陽光発電システムの研究開発	8
太陽エネルギー新利用方式の研究	12

水素エネルギー技術

水素製造技術の研究	15
水素の利用技術の研究	17

総 合 研 究

トータルエネルギーシステムの研究	20
海洋度差発電システムの基礎研究	21
高温電離反応に関する研究	24
エネルギー貯蔵用超電導マグネットに関する研究	25

発 表 文 献	28
---------------	----

1. 研究項目 太陽エネルギー技術

中項目 太陽エネルギーシステムの研究

小項目 太陽の分光放射照度測定に関する研究

2. 研究目標

太陽熱発電システム、太陽光発電システム等の研究開発に必要な太陽光の分光放射照度の計測を十分な精度で行う技術を開発する。

3. 研究計画の内容

紫外、可視域（ $0.3\sim 1.1\mu\text{m}$ ）の分光放射照度測定を引続き行うとともに天空光を含む水平面の分光放射照度測定を行う。また、近赤外域（ $1.1\sim 3.0\mu\text{m}$ ）の分光放射照度の測定データの収集を行う。

4. 研究の進捗状況

1. 紫外および可視域（ $0.3\sim 1.1\mu\text{m}$ ）の太陽直射光による分光放射照度の測定を8月まで行い測定データを収集した。3月から8月までの期間は毎年気象的に測定条件に恵まれず他の月に比してデータ数が少なかったが、本年の測定によりほぼ十分な数の測定データを揃えることができた。51年1月の測定開始よりの総測定回数は690回で、月別の累計は下表の通りである。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
測定回数	52	46	25	37	36	39	77	52	81	90	52	107	690

太陽直射光についての測定は8月をもって一応の区切りとしてこれを終了し、引続いて天空光を含む水平面での分光放射照度測定を行うため、測定装置の太陽光および校正用標準光の入射機構を水平面での測定用に切換えると同時に、標準電球による校正光学系が直射光測定の場合と異なるため校正値に検討を加え測定態勢を整えた。

太陽直射光について収録した測定データの統計処理方法としては先に、分光放射照度の値をair mass 1に基準化した大気分光透過率の形に変換して統計処理をほどこすのがいろいろな点で有利であるとの結論を出した。表1は分光放射照度の値より大気分光透過率および混濁因子をミニコンにより算出し、結果を表にしたものである。この表は1測定のデータについての計算例であるが、同様の計算を全測定データについて行い、更に季節、測定月、時刻、太陽高度など分類別に平均値、標準偏差などを算出し作表することを考えている。

その準備としてカセット磁気テープに収録した測定データを紙テープに移し換える作業を行い、すでに約3分の1を移し終えた。又ミニコンを用いて統計処理を行うために必要な各種の計算プログラムの作成を進め、その殆んどを終了した。

従来しばしば故障し、測定の障害となっていたスリット幅制御装置の更新はすでに設計を終え発注した。今までのメカニカルな制御方式に代ってマイクロコンピュータによりモニタする方式を用い制御精度の向上を図った。

2. 昨年度末より測定に着手した太陽直射光近赤外域分光放射照度の測定 ($1.1\sim 3.0\mu\text{m}$) は試験測定を繰返して測定装置の総合調整を行った。特に校正用標準光源についてその出力をアップし校正精度を高めた。又、測定信号のタイミングを調整し検出器の応答特性と測定機器の時定数との整合を図り測定データの再現性を向上させた。

近赤外域における太陽直射光についての測定データは紫外・可視域での測定データと統合し、 $0.3\sim 3.0\mu\text{m}$ の波長域についての分光放射照度のデータとして統計処理を行うもので、そのためには紫外・可視域における測定と同様にカセット磁気テープに一定のフォーマットでデータを収録しておく必要がある。そのための装置としてデータ演算・収録装置を設計・発注した。これはマイクロコンピュータによるシーケンス制御により測定装置および測定機器をモニタすると共にカセット磁気テープに測定データを自動集録するものである。磁気テープに集録された測定データは既設のデータ処理装置にかけることにより直ちに作図および作表することができ測定データの演算処理が著しく促進される。

CONDITION 0
 DATE 1977,12,21 EDT=139.8MM/SQ.CM
 TIME 12:23
 AIR MASS 2.00

NO.	W(NM) (測定波長)	ES (分光放射照度)	TA (大気の 分光透過率 (a.m.=1))	TL (Linkeの 混濁因子)
32	303	.203	.0587	2.434
33	306	.338	.0733	2.338
34	309	.819	.1087	2.074
35	312	1.796	.1555	1.812
36	315	2.973	.1942	1.662
37	318	4.083	.2209	1.595
38	321	5.545	.2482	1.533
39	324	7.398	.2757	1.473
40	328	11.798	.3338	1.322
41	332	13.068	.3440	1.351
42	336	15.054	.3675	1.333
43	340	15.255	.3708	1.388
44	344	17.559	.3983	1.356
45	348	19.163	.4136	1.362
46	352	22.873	.4509	1.289
47	357	25.385	.4776	1.270
48	362	26.731	.4865	1.305
49	367	34.227	.5367	1.194
50	372	35.484	.5413	1.245
51	378	35.596	.5512	1.298
52	384	29.229	.5067	1.585
53	390	43.112	.6148	1.207
54	396	41.521	.5679	1.497
55	403	64.382	.6320	1.304
56	410	72.625	.6345	1.383
57	417	75.597	.6442	1.432
58	425	79.655	.6748	1.385
59	434	81.522	.6896	1.435
60	443	94.068	.6959	1.523
61	453	112.780	.7329	1.439
62	464	103.310	.6980	1.816
63	475	116.270	.7418	1.678
64	487	120.550	.7703	1.621
65	501	129.120	.8032	1.522
66	515	122.210	.8020	1.724
67	531	123.470	.8068	1.917
68	548	123.870	.8310	1.889
69	567	123.980	.8382	2.053
70	589	126.490	.8481	2.227
71	612	116.620	.8324	2.867
72	637	116.650	.8529	3.002
73	665	119.430	.8867	2.671
74	697	107.000	.8666	3.769
75	733	106.810	.8983	3.575
76	773	94.567	.8818	5.241
77	817	90.995	.9085	5.051
78	867	79.558	.8989	7.109
79	919	66.346	.8586	12.704
80	974	48.486	.7688	26.297
81	1032	53.503	.8607	21.432
82	1088	62.014	.9855	2.438

表1 ミニコンによるデータ処理結果の作表例

1. 研究項目 太陽エネルギー技術

中項目 太陽熱発電システムの研究開発

小項目 システムの研究

2. 研究目標

1. 太陽熱発電システムの技術的・経済的可能性を評価しうる小規模システム・モデルの試作、解析評価を行うことによりシステムの最適化を計り、評価基準を明らかにするとともに、ソーラ・トータルエネルギーシステムの基本システムを究明する。
2. システムを構成する各要素の研究・評価を行い、要素の最適化及び評価基準を明らかにし、全体システムの効率的な開発に貢献する。

3. 研究計画の内容

1. システムの研究

(1) 小規模システムモデルの機能的向上と最適化の研究

各種の新しい要素及び構成から成る太陽熱発電システムモデルについて、最適な組合せを検討するとともに、ソーラ・トータルエネルギー・システムの基礎データを取得する。

(2) 機器及び材料の研究

太陽熱発電システムを構成する主要な要素機器材料の開発を行う。特に各種コレクタ（南北型・東西型・全天日射型）の集熱特性の把握と最適な組合せの明確化、太陽熱吸収体の熱応力対策、気液二相流現象の解明。

一方向性ヒートパイプのシステムへの適用方式の開発、化学反応等を利用したエネルギー変換及び輸送システムの検討。新しい概念である直接熱交換機構の解明、高効率化を目的とした有機媒体の採用、高性能な選択吸収面（ZrC）を有した吸収体の試作等を行う。また選択吸収面等の材料のソーラ・シミュレータによる評価を継続するとともに、各種反射鏡材料の耐久性試験を開始する。

4. 研究の進捗状況

1. 小規模システムモデルの機能向上と最適化の研究

三種類のコレクターの集熱特性を取得しながらコレクター群の最適な構成法を考察した。その結果、これらを組み合わせることによって $0.15\text{KW}/\text{m}^2$ 以上の日射量に対して 120°C から 400

℃の幅広い範囲で集熱が可能で、蒸気タービン（タービン入口温度 180°C ）と低沸点媒体タービン（タービン入口温度 90°C 、フロンR-11）を組み合わせた複合タービン方式を採用することによって、これらの熱エネルギーを有効に利用できることが解った。（後者のタービンについて仕様を決定し発注した）また、これらのデータをもとにソーラ・トータル・エネルギーシステムの基本システムを検討した。さらに田無における長期日射データを取得、整理した。これらのデータを用いて中容量太陽熱発電の年間発電時間は、 $1600(\sim 2000)\text{ hr/gr}$ と予想され、ミニマム発電コストを与える蓄熱容量は $3\sim 4$ 時間となった。

2. 機器および材料の研究

2-1 南北型、東西型、逆平板型の3種類のコレクターについて、各々の特性を実験的に明らかにした。

- 南北型については、集熱面積 4.5 m^2 2台の同型のコレクターを用いて選択吸収面、選択透過膜の有無、カプセル真空度等による集熱特性の違いを定量的に明らかにするため、まず両コレクターの基本的な特性を一致させるための調整、予備実験を行った。
- 東西型については集熱面積 13.5 m^2 の試作コレクターについて空気を熱媒体とした集熱実験を行い、集熱パイプの表面温度分布等を調べた。センサーによる追尾機構は晴天時には十分な精度で動作することが確められた。
- 逆平板型については、集熱面積約 9 m^2 のI、II号機について、有機熱媒体を用いて集熱実験を行い、基本的特性を明らかにした。入射量 10 kW/m^2 、外気温 30°C において無負荷到達温度は $180\sim 200^{\circ}\text{C}$ 、集熱温度 120°C における集熱効率は $35\sim 40\%$ であった。なお、I、II号機の特性の差は、ほとんど認められなかった。

2-2 基礎実験を終了し、好結果を得た。長さ 3.5 m の $\text{H}_2\text{O}/\text{CU}$ ヒート・パイプは、東西型樋状放物面鏡集光装置と組み合わせ実験を行うための準備を進めている。現在、ガラスカプセル支持フランジ、熱交換器、真空排気系などの設計、発注を終り、一部組み立てを始めている。

一方、南北型ソーラ・コレクター用ヒート・パイプの基礎実験を行うために、長さ 1 m のグラビティ・アシスト型のヒート・パイプを試作し動作流体封入量とヒートパイプの傾斜角との関係を実験的に検討し、次の事項を明確にした。

- i) グラビティ・アシスト型ヒート・パイプでは普通のヒート・パイプの数倍の動作流体量を必要とし、その量はウィック構造とヒート・パイプの長さに依存する。
- ii) ヒート・パイプの熱入力一定の場合には、傾斜による円周方向温度分布の変化は、ほとんどなく、ある傾斜以上では各軸方向温度の変化もほとんどなくなる。

2-3 蓄熱サブシステムについては、前年に引き続き、潜熱蓄熱と化学蓄熱の検討を進めた。

潜熱蓄熱材の候補の一つとして尿素（融点 132°C ）を取り上げ、その熱安定性を熱分析により調べたが、開放雰囲気では不安定なことが明らかとなった。共融混合物や包接化学物とすることにより、安定性を増すことを試みている。

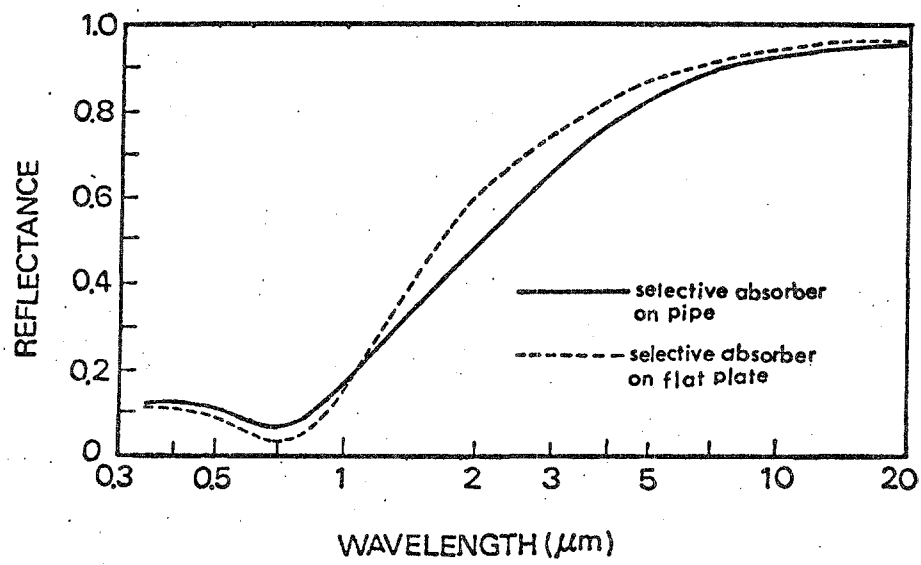
前年度、繰返しテストにより安定性の確認された $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ 系については、2つの組成の混合物（融点 $222\sim 260^{\circ}\text{C}$ ）の伝熱特性を調べた。 Na_2MoO_4 の固相転移熱（転移点 $\sim 400^{\circ}\text{C}$ ）を利用する方式についても同様の実験を行い、蓄熱熱交換器の設計に必要な基礎データを得た。化学蓄熱に関しては濃度差エネルギーを取り上げ、間接混合方式と直接混合方式との長短を熱力学計算から明らかにした。

2-4 ZrCx/Zr 系選択吸収膜を直径 3 cm 、長さ 25 cm のステンレスパイプ上に化成スパッタリング法でコーティングすることを試みた。この結果、 Ar 分圧 $3\times 10^{-3}\text{ Torr}$ 、メタン分圧 $5\times 10^{-3}\text{ Torr}$ 、パイプ温度 300°C 、パイプの回転速度 8 回転/分 、送り速度 1.5 cm/分 、スパッタリング時間をそれぞれ 3 時間 (Zr)、および 55 分 (ZrCx) に設定することにより、平板で得られた特性とほぼ同一の特性をもち一様性のよい膜をパイプ上に作製することができた。第1図にパイプ上に作製した膜と平板上に作成した膜の分光反射率を示す。パイプ上に作製した膜の耐熱特性は試験を行っている。また基板表面の処理方法をかえて選択吸収膜をコーティングし、その特性を調べた。ここで得られたパイプコーティングの基礎技術をもとに 300 cm の長尺集熱管の試作・指導を行っている。

選択吸収膜の特性評価の一環として放射率に関しその測定法に関する検討を行った。

選択吸収膜の新材料として MoCx/Mo 系材料を用いた薄膜の作成を行った。予備的に試作した膜では反射率が可視域で 20% 、赤外域で 98% であるが、作成条件の適正化により性能向上が可能と考えられる。

2-5 ソーラ・シミュレータを用いて選択吸収面の太陽熱吸収効率を測定するためのエスティームの過渡特性を改良するために制御系の補強を行った。また太陽熱発電用反射鏡材料の耐久性評価法の検討の第一段階として大気暴露試験を行うためにその方法の詳細について煮詰めた。



第1図 平板およびパイプ上に作製した選択吸収膜の分光反射率特性

1. 研究項目 太陽エネルギー技術

中項目 太陽光発電システムの研究開発

小項目 太陽電池の基礎研究

2. 研究目標

太陽光発電システムの経済的・技術的可能性を追求するために、長期的・総合的な基礎研究を行い、太陽光発電システムの評価・解析技術を確立する。

3. 研究計画の内容

(1) 新太陽電池の基礎研究

横形直列構成太陽電池の接続抵抗の減少による高集光化、縦形構成太陽電池のイオン化機構と基板加熱機構の最適化、非単結晶薄膜太陽電池の減圧プラズマによる作製、P形基板用透明膜の構成等について検討を行う。

(2) 化合物半導体太陽電池の基礎研究

化合物半導体太陽電池用InP薄膜を分子線蒸着法により成膜し、その結晶構造及び電気的特性を調べ、併せて太陽電池に適した構造の検討を開始する。

(3) 太陽電池測定・評価法の研究

薄膜の拡散長、ライフタイム、表面再結合速度の測定法の改良、結晶欠陥の解析法、人工光による太陽電池の評価におけるスペクトルの影響の検討を行うとともに、非単結晶薄膜の評価法の検討を開始し、その微視的動作について理論的解明を試みる。

4. 研究の進捗状況

(1) 新太陽電池の基礎研究

- 横形直列構成太陽電池の接続抵抗減少のためにセル間接続電極形成の実験を行った。各種金属薄膜の組み合わせの中で安価で接着力良好なものとしてSn/Ni/Crの電極形成の条件を得た。
- 透明ゲートセルについてはn形基板で12%の変換効率のセル(面積約1cm²)を得た。P形基板に対する透明薄膜の成長実験に着手し、200Ω/D以下の抵抗の膜を得ている。
- 縦形直列構成太陽電池用の薄膜製作技術としての高真空中でのSiイオンビーム蒸着法に関してはSiイオンビーム発生のためのイオン化機構を試作しイオン化特性を調べた結果、

熱電子電流100mAのときイオン化率0.1%のSiイオンビームが得られた。引続きイオン化効率の向上を計っている。

- シャッター機構の改良により、イオン化電流の内の残留ガスによる成分の分離計測を可能にした。さらに、イオン化機構の最適化を検討した結果、各イオンビーム電流の分離計測を容易にするためには、基板電位をアース電位にして計測する方式が最も有利であることが判明したので電源を含めて設計し発注した。
- 低温域での基板温度制御を確立するために、赤外輻射温度計を購入し、真空窓機の吸収特性、及びSi表面の輻射率等の補正方法を種々実験した結果、300℃以上で計測可能であることを確認し引続き、温度計出力で加熱電源を制御する方法を検討中である。
- 薄膜単層太陽電池の試作のために、先づP型不純物であるGaのドーピング実験を開始した結果、ドーピングしない場合に得られたものと同じ超格子構造が観察され、キャリア濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のドーピングでは、結晶性の低下は認められなかった。引続き、太陽電池構造の試作を行い太陽電池特性を調べる予定である。

(2) 化合物半導体太陽電池の基礎研究

先に製作されたガラス基板上へのInP生成膜が単結晶である事を述べたが、反射ラウエ写真のステレオ投影を行い、単結晶面の面指数の決定を行った。又、単結晶層は化学量的組成となっており、併存する各結晶層は化学量的組成から外れている事が膜断面のXMAによる線分析から判った。

ガラス基板上への生成膜のオージェ電子分光分析を行った結果、組成比の決定を行う事が出来た。生成膜上には炭素(c)と酸素(o)が吸着していた。

InとPのマスフィルタからの出力強度のルツボ温度変動に対する応答を測定した。これはマスフィルタからの出力をルツボ温度に還する事により、膜厚深さ方向の均質性を改善する為の自動制御系設計準備作業である。

(3) アモルファス薄膜太陽電池の基礎研究

水素系アモルファスシリコン薄膜の形成実験を行い太陽電池設計に必要なパラメータの1つである可視光の吸収係数の波長依存性を測定し、接合形成実験に着手した。現在発表されている薄膜の光学及び電気特性を用いてPn接合形の太陽電池の効率を計算したところ、裏面反射と組込電界を考慮した設計を行えば1μ以下の膜厚で6~8%の変換効率が可能であることが予見された。(現状は4%が最大)

さらに従来のスパッター装置を改良し、ガス導入部を工夫することにより容量結合方式

(ダイオード法)によるグロー放電法(SiH_4 ガスを高周波プラズマ中で分解する)及び反応性スパッタ法(Si をアルゴンと水素の混合気中でスパッタする)の2方法によりa-Siを作製できるよう整備した。この速成改良装置により、作製条件のパラメータと薄膜特性との関連を再現性を重視しつつ調べた結果、次のような予備的結果を得た。

- (1) 両方法とも水素を含んだ欠陥の少ないa-Si薄膜の作製が可能である。
- (2) 反応性スパッター法は不純物に敏感で薄膜特性の再現性を得るのに現在のところ苦労しているが、グロー放電法では比較的再現性の良い膜が得られる。
- (3) 基板温度 250°C の時、最も光伝導の高い膜が得られ(暗伝導 $8 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ 、光伝導は $6328 \text{ \AA}$ 波長光 $300 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ に対し $3 \times 10^{-5} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$)、その感度は、従来の文献上の最高データと同程度のものである。

薄膜特性を決めるパラメータは極めて多く、光電特性との詳細な関連を知るためには、装置的な問題を含め、まだかなりの日時を要するものと思われる。

構造安定性の問題としては、現在、水素気中でのアニーリングに対する各種特性の変化を測定しており、少なくとも 250°C までは薄膜からの水素の離脱がないことを確かめた。また、反応性スパッタ法で作ったa-Siの場合、膜中の水素の結合状態がアニーリングに対して特異な挙動を示し、グロー放電法で作ったものとは全く異っていることを見出している。この現象は初めて見出されたもので、2方法による違いを微視的構造の立場から説明できるのではないかと見通して解明を急いでいる。熱サイクル試験装置、ガス導入制御システムの2つの新規設備は、設計発注を終え間もなく搬入の予定である。

(4) 太陽電池測定評価法の研究

- 前年度下期より実施している「自然太陽光による太陽電池評価の採光条件の研究のための1年間実測計画」の大体を終了した。後若干の補充測定や劣化チェックは行うが残る作業は1年分のデータ分析となる。中間分析によると実測に用いた日射計の精度、及び被測体や日射計の温度依存性が予想に反しデータ分析に際しかなり問題になりそうなことが検出されているので、計算補正も導入したデータ分析を行う予定。
- 前年度に引続き高精度ソーラシミュレータの実験器の試作を行っており、スペクトル制御方式及びスペクトル測定方式について検討を行い、独立制御くし形液晶(100本ぐし)を1sec毎に測定制御する方法を考案し設計中である。但し液晶は特性(減光)に不満足なTN型をさし当り使用することになるので、さらに次年度以後改良する予定だ。
- SB型セル構造の分光感度特性を精密測定し、理論と一致させることによって拡散長を求め

ることができた。そしてこの手法により、リボン結晶の欠陥の集中部分については太陽電池特性との相関をみることができた。しかしながら個々の欠陥の太陽電池特性に及ぼしている効果及びそのメカニズムについては未だはっきりしていない。今期はその手始めに液体チッソによる低温実験を行った。その結果、低温においても、分光感度特性と理論とが一致をみた。そして一般に欠陥の多い貧弱な結晶の場合は、低温になると拡散長が小さくなるといわれているが我々の手法で測定した限りでは顕著な変化はみられなかった。今後は、分光感度特性の感度及び精度を向上させるとともに、他のアプローチも試みる。

- 。 電界誘起表面障壁法による拡散長の測定については前年度行った予備実験の結果をふまえてその測定限定を評価し、 $0.1\ \mu$ のオーダーまで可能であるという理論予測を得た。
- 。 作製したアモルファス薄膜の評価法としては(1)微視的構造解析、(2)光電特性を取り上げ、これらに構造安定性（将来、素子としての経時変化の問題につながる）の問題をからませて実験を行っている。微視的構造解析は、光電特性を決定する各種構造欠陥、あるいは膜中に含まれる不純物を明らかにするために不可欠の評価法であり、現在、X線回折（アモルファスか否かのチェック）、X線マイクロアナライザー（不純物の同定）、X線光電分光（同左、及び電子状態）、赤外吸収（水素のチェック）の測定を併行して行っており、膜中のアルゴンと水素の量及び状態（結合をつくっているか否か）を決定することに成功している。また、a-Si中のボイド（穴ぼこ）の量を密度測定から決めつつある。これらの解析結果は、同時に測定した光電特性（暗伝導と活性化エネルギー、光伝導、光吸収特性）と比較検討され、相関の強い物性量を抽出しつつある。就中、薄膜中のSi-H結合状態は光電特性に極めて大きな影響を持っており、赤外吸収のデータから、 SiH_2 及び SiH_3 結合の存在が光電特性を著しく落とすとする従来の推論を支持する結論が得られている。

1. 研究項目 太陽エネルギー技術

中項目 太陽エネルギー新利用方式の研究

小項目 新発電方式の研究

2. 研究目標

太陽熱電子発電方式の実現を促進するため新しい構造の太陽熱電子発電方式の基礎的研究を行い、技術的、経済的可能性を追求する。

3. 研究計画の内容

(1) 太陽熱電子発電用発電器の研究

熱電子発電器の高性能化の鍵をにぎるコレクタ仕事関数の低減化をはかるため新しいコレクタ材料のセシウムを吸着した状態における仕事関数、耐熱特性を実験的に検討する。太陽熱電子発電用として望ましい中低温動作熱電子発電器に適したランタンヘキサボライド電極モデルを試作し、その動作特性を求める。

(2) 太陽熱電子発電システムの研究

前年度試作の熱電子発電モジュールの性能試験を進め、熱的及び電気的特性を把握するとともにコレクタ除熱用熱伝達装置（ナトリウムヒートパイプ）を設計試作し、その特性を実験的に検討する。また太陽熱電子発電システムの最適化設計及び熱電子複合発電システムの検討を開始する。

4. 研究の進捗状況

新しい電極材料の開発

熱電子発電器利用電極の性能は、セシウムガス雰囲気中における仕事関数の大きさによって表現され、現在の研究開発の目標は、エミッタ電極 2.5～3.0 eV、コレクタ電極 1.0～1.4 eVである。エミッタ電極の場合、現状では 3.0 eV 程度の仕事関数を得るのに必要なセシウム蒸気圧は数 Torr のオーダーであるが、熱電子発電器の内部電圧損失を低減する観点から 1/10～1/100 Torr のオーダーのセシウム圧力において 2.5～3.0 eV の仕事関数を示す材料が望まれる。コレクタ電極の場合、仕事関数 1.0 eV、耐熱温度 700 K 程度の材料の実現が望まれる。以上のような観点から、今期は、エミッタ電極材料として、ニオブ、ランタンヘキサボライド、コレクタ電極材料として、ニッケル、ランタンヘキサボライド、金、銀を選定して電極試料を試作し、

これらの試料をセシウム蒸気雰囲気中で、加熱してその熱電子放出電流の測定（Cs プラズマ埋入技法）から電極試料の仕事関数を求める実験準備を進めた。現在、試作を終えた電極試料の主な仕様は次のとおりである。

エミッタ電極試料： ニオブ製、 $20\phi \times 6^t\text{mm}$ のディスク形状、耐熱温度 2100K 、パイロメータによる測定穴 $1.2\phi \times 10^l\text{mm}$ 。

コレクタ電極試料： ニッケル製、 $18\phi \times 6^t\text{mm}$ のディスク形状、耐熱温度 1100K 、クロメル・アルメル熱電対による測温穴 $1.6\phi \times 30^l\text{mm}$ 。

両電極とも、高精度の仕事関数の測定が可能となるよう、熱電子放出電流に寄与する電極表面以外の部分でセシウムガスに触れる部分は、高純度アルミナでおおい、さらにガードリングを設けて浮遊電流の影響を抑えるようになっている。両電極試料とも広範囲な温度制御が可能であり、従って広範囲の T/T_R に対する仕事関数の測定ができる。

ランタンヘキサボライド電極モデルの設計試作

ランタンヘキサボライド電極を用いた熱電子発電器は、比較的低温度動作においても高効率期待でき、また低温動作のため信頼性の向上をはかることが可能である。ランタンヘキサボライド電極モデルの設計試作については、電極ディスクと電極支持との異種金属間のロー接や、電子ビーム溶接を用いた接合法に関して気密性や信頼性などの問題点を探索しその対策をはかること、また、上記電極を用いた新型発電器の器内プラズマおよび電極界面のふるまいを実験的に解明することなどを目的として設計を行った。

設計に際しては、上記目的を達成するため、次のような必要条件を付した。第1に器内プラズマや電極界面損失の把握検討を可能ならしめるために、極力熱的効率を良くすること、また電極への加熱入力および熱損失などを正確に測定できること。第2には、電極構造や電極の接合部の気密性および信頼性などの問題点を探索し、その対策をはかるため、エミッタ電極、コレクタ電極および補助電極が着脱できるようにする。第3は発電器の出力に対して、電極間距離の最適化をはかるため、各電極間距離が $0\sim 5\text{mm}$ の間可変であること。第4は、新型発電器における器内プラズマのふるまいを探索するため、改良ラングミュアプローブが挿入でき、そして、電極間距離方向および径方向の測定が可能で、しかも観測できること。

その基本的仕様としては、次のようである。エミッタおよびコレクタ電極面積が 2cm^2 で、コレクタは、一様なプラズマ領域を形成するため、ガードリング付の構造とする。エミッタ動作許容温度を 2000K とする。上記にあげたような基本仕様に基ずいてランタンヘキサボライド

電極モデル新型発電器の設計を行った。

太陽型熱電子発電モジュールSETG-IIの電気加熱試験の準備

SETG-II 熱電子発電モジュールの電気加熱試験を実施するために必要な装置、電源、測定系等の整備を行った。まずSETG-II 発電モジュールの電気加熱装置として、タングステンフィラメント、補助電極等から構成される電子ビーム加熱装置の設計試作、及びその電源として電子衝撃加熱用高圧直流電源 DC、7 KV、0.5 A、フィラメント用安定化電源 AC、30V、50Aの設計試作を行った。また、熱電子モジュールの出力特性記録の際に必要な信号サンプリング回路の試作を実施した。

1. 研究項目 水素エネルギー技術

中項目 水素の製造技術の研究

小項目 高温直接熱分解法による水素製造技術の研究

2. 研究目標

1000℃以上の温度領域における高温熱分解による水素製造法の基礎的条件を明らかにすることを目標とする。

3. 研究計画の内容

(1) 熱分解特性の把握

キセノン・アーク・イメージ炉を用いて、水蒸気の高温加熱による水の熱分解特性を実験的に検討する。

(2) 水素分離法の研究

金属の高温における水素透過特性、及びセラミックスの酸素イオン輸送特性の利用を検討する。

4. 研究の進捗状況

(1) 熱分解特性の把握

前年度に購入した高温気体温度測定装置を使用して、イメージ炉によって加熱される水蒸気系の温度を実測し、現在までに1800~2000 Kの到達温度を観測した。この装置の精度の向上をはかるため、さらに解離状態の観察のため、装置のNa-D線フィルタの部分を分光器で置き換えることにした。現在、その改造作業を進めている。

(2) 水素分離法の研究

水素分離膜として検討中の各種の金属板に、高温水蒸気中における耐触性を持たせるため、セラミックの保護コーティングを施すことを試みている。コーティングには、プラズマ・トーチを使用して、イットリヤ安定化ジルコニヤを各種の金属面に溶射することに成功した。この方法に従って、チタン、モリブデン、ニオブ等にコーティングを施した円板を試作した。コーティングは良好で、機械的な作用による剝離は認められない。試作したサンプルの試験は、別途、製作を進めている水素分離脱試験装置が完成次第、行うことにしている。

さらに、不純物をドーピングしたジルコニヤの酸素イオン輸送特性を、酸素分離に利用するこ

とを検討するため、焼結多孔質の基板上にイットリヤ安定化ジルコニヤを溶射して固体電解質膜を試作する作業を行っている。イオン電導度を $10^{-3}(\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ と仮定して理論的な試算を行った結果、電解質の膜厚の目標値を $30\mu\text{m}$ 程度にする必要のあることがわかった。

この他、ガス拡散法による水素と酸素の分離法を理論的に評価するため、拡散膜の細孔の寸法、拡散流量、および分離度を計算するコンピュータプログラムの作成を進めている。

1. 研究項目 水素エネルギー技術

中項目 水素の利用技術の研究

小項目 燃料電池の研究（ジルコニア固体電解質燃料電池の研究）

2. 研究目標

1. 高温固体電解質燃料電池の素子を試作し、発電特性試験を行い、大容量燃料電池発電システムを構成するにあたっての技術的問題点を明らかにする。
2. 現状の動作温度よりも低温で利用できるものを開発するために、薄膜固体電解質燃料電池製造技術の確立と、新材料の探索を行う。

3. 研究計画の内容

1. 固体電解質燃料電池発電システムの研究

単基体管電池について性能を向上させるため、長尺化と特性のばらつきをさける方法を検討するとともに、複数基体管を用いる発電モジュール試験において総合出力特性の向上をはかるための運転条件を把握する。

2. 固体電解質燃料電池製造法の研究

高周波スパッター法およびプラズマ化成蒸着法により薄膜固体電解質単電池を試作し、特性評価を行う。

4. 研究の進捗状況

1-1 燃料電池長時間試験装置による発電実験

前年度においてアルミナ基体管を用いた単基体管電池による発電実験に成功したので8本の基体管による電池を製作し、長期間試験装置に装荷して発電実験を試みた。アルミナ基体管は熱衝撃に強いいため電池の製作は容易であるが発電温度においては、金属燃料電極との熱膨張が合わず雰囲気全体の温度制御が完全に行われないと電池の破壊を生じる危険がある。今回の実験では100℃/hrの温度上昇率で1000℃迄昇温し発電を試みた。残念ながらこの温度上昇率では局部的に100℃/hrの温度上昇率を超えたためか1部の電池の電流リード部の破壊および燃料電極の変形が発生し、そこから水素が漏れたため、発電出力はわずかであった。この現象を避けるためには、温度上昇率のより精密な制御（局所的な温度分布のモニターによる）を行うと同時に、電流リード部および燃料電極のより熱膨張率の低いサーメット材の検討が必要と思われる。

この実験では中間接続子の構造材料を変更した。従来のニッケル・アルミナイド気密層の上に酸化インジウムを溶射していたが、わずかな漏洩水素と結合して変質し、下層から浮き上がる現象がみられたので、ニッケル・アルミナイト層の上に耐熱性に優れたニッケル・クロムを溶射した。この中間接続子は熱的にも強く、割れが発生せず雰囲気的な接続特性も良好であった。

1-2 単基管発電実験による電池構成材料の探索

サーメット材による燃料電極として酸化ニッケルを検討した。本来酸化ニッケルの導電率は低い気孔率の高い酸化ニッケル層を燃料電極として用いると、水素によって還元されNiとなり、金属本来の導電率を持つに到るものと推測されること O_2 部分が還元により欠落することにより、気孔率が上昇し全体がスポンジ状になり熱膨張の異なる物質と接した場合、ストレスが内部で吸収されることが予想される。これらの点を実証するためNiOを燃料電極とした電池を製作し、発電実験を行った。図-1にその実験例を示す。これらの実験例では発電部分の盛り上りが全くみられず、発電出力は日金ペースト空気電極の場合624Wに達し、今迄の最高出力を記録した。その他の空気電極材料でも安定した出力が示された。同図にみられるように、ランタンクロマイト($LaCrO_3$)の発電例では出力電圧がPtペーストの場合に比較して若干低く、内部抵抗(特性の勾配により求める)も高くなっている。ランタンコバルト($LaCoO_3$)の例では、さらに起電力が低くなっているが内部抵抗は、Ptペーストの場合に近い。出力電圧はジルコニア部分および中間接続部分からの水素の漏洩量に依存するのでこの洩れを改良し、活性化分極の少ないランタンコバルト燃料電極を用いることにより、さらに出力特性の改良が行い得る見通しが得られた。

2-1 安定化ジルコニア薄膜の製造法

プラズマ化成蒸着法については、付属装置としてガス流量精密制御装置などを付加して再現性の向上をはかった。塩化ジルコニウムを原料とするプラズマ化成蒸着を試みた結果、昇華温度が高すぎて実用的でないことが判明したので、昇華温度の低い有機ジルコニウム化合物を使用することとし、試案を入手した。高周波スパッタ法により多孔質アルミナおよびアルミナ系セラミックス基板に固体電解質薄膜をピンホールを少なく成膜することが可能な電極材料の検討を開始した。また、カルシア安定化ジルコニア基板に高周波スパッタ法により、酸化鉄を添加したジルコニアあるいは酸化コバルト-アルミナ系酸化物薄膜を空気極として成膜せしめ、電気炉中で電極界面抵抗の測定を前期に開始したが、電気炉の雑音により測定困難であったの

で、高CMRRを有する増巾器により差動信号を得、満足すべき測定が行えるよう装置を改良した。この結果、2~3mm厚のカルシア安定化ジルコニア基板では基板の抵抗値が高すぎて、満足すべき精度で界面抵抗の測定が行えないことが判明した。また、3電極法により基板の抵抗を補正することを試みたが、通常の参照極の取付け方法では基板抵抗の50~80%程度を補正できるのみで、最終的には基板を薄くし、さらに導電率の大きいイットリア安定化ジルコニアあるいは酸化ビスマス系固体電解質にスパッタ法で、安定化ジルコニア薄膜を成膜した基板を使用する方針が考えられた。

2-2 安定化ジルコニア薄膜の製造法

これまで、イットリア含量8.4および12.0mol%イットリア安定化ジルコニア単結晶について検討して来たが、この単結晶が1000℃弱で失透し熱膨張にも950℃付近で異常な伸びが見出れたので、これをさらに検討するため、イットリア含量12.4mol% および10.6mol%の安定化ジルコニア焼結晶および不純物の少ないイットリア含量5.5mol%および8mol%の安定化ジルコニア焼結体について、前期と同様の検討を開始し、固体電解質の安定性に関する知見を得ようとしている。なおイットリア含量はケイ光X線法により測定した。

2-3 燃料電池の試作と構成材料の評価

薄膜固体電解質燃料電池の単電池を試作するために、多孔質基材として安定化ジルコニア、アルミナ、ムライトなど各種の材料を入手し、そのうちアルミナおよびムライトについて、銀あるいはニッケルなどの金属電極材料の焼結状態を検討した結果、銀は高温で昇華しやすく、ニッケルは空気酸化を生ずるが、適当な雰囲気および温度であれば使用可能との見通しを得た。また、耐酸化性の大きい、ニクロム合金を高周波スパッタ法で成膜する方法も検討を開始した。このほか、多孔質基材側に燃料極を用いるか空気極を用いるかを検討した結果、純水素を使用する場合は、燃料極を多孔質基材側に作製する方が電流密度が高いことを計算により導いた。

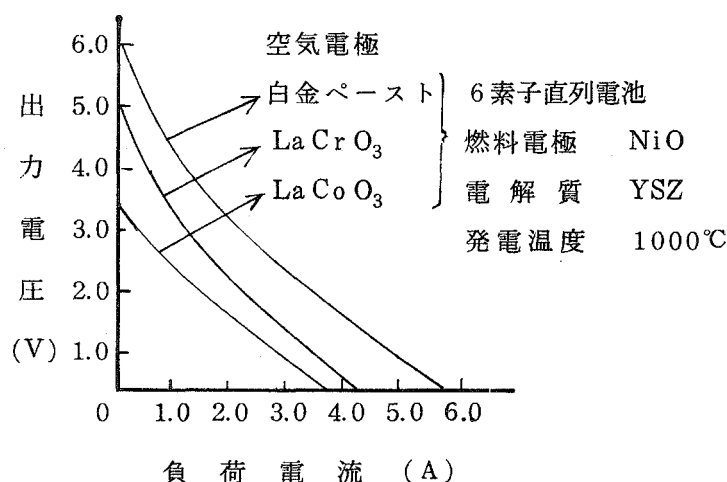


図-1 各種空気電極による発電特性

1. 研究項目 総合研究

中項目 トータルエネルギーシステムの研究

小項目 トータルエネルギーシステムに関する研究

2. 研究目標

- (1) エネルギーシステムを社会、自然との相互関係を含めたトータルエネルギーシステムとしてとらえ、最適なエネルギーシステムの概念を明確にし、その総合的分析手法を開発する。
- (2) トータルエネルギーシステムにおける新エネルギー技術の研究開発段階に従った位置づけと適切な導入法を明確にするための方法論を開発する。

3. 研究計画の内容

- (1) エネルギー需要の地域的偏在、エネルギー資源の移動等を検討するため、エネルギーシステムの地域的特性を日本全体システムの観点より分析する手法を開発する。
- (2) 産業活動、国民生活水準とエネルギー需要の関連を含むエネルギーと社会の相互関係をエネルギーシステムの中に関連させるための分析手法を開発する。
- (3) 将来のエネルギーシステム及びその中における新エネルギー技術の位置づけ等を総合的に分析する手法を調査する。

4. 研究の進捗状況

将来のエネルギーシステムのあり方、そのようなシステムへの移行、そのための新エネルギー技術の開発の進め方等を検討するためには、将来の各時点の産業、生活内容(水準、様式等)、社会等の間の相互関係、システムの時間的移行の仕方等を含めて検討する必要がある。現在はそのような検討のための方法の開発を進めている。

その内容としては、線形計画法を基本としていることは、従来のマクロ、スタティックモデルと同じであるが、産業間の整合をはかるため産業連関分析を取り入れ、それと国民の需要を結びつけ、またシステムの時間的移行の検討のため、モデルを時間に関して多段階化を計っている。

1. 研究項目 総合研究

中項目 新エネルギー技術シーズの研究

小項目 海洋温度差発電システムに関する基礎研究

2. 研究目標

エネルギー資源の多様化をはかるために、太陽エネルギーの自然収集体の一つである海洋エネルギーを社会、産業の基盤エネルギーとして利用するための新技術を確立する。

- (1) 低温度差エネルギー変換方式、特に海洋場における低温度差発電技術を確立する。
- (2) 温度降下の小さい条件の下での高効率熱交換技術を確立する。

3. 研究計画の内容

- (1) 小型低温度差発電装置(ETL-OTEC-II)に除湿制御系を付加してシステム特性の改善を図るとともに、主要コンポーネントのスケーリング則を抽出し、大規模システムの総合的な設計法について調査する。
- (2) 長尺ならびに多管高性能伝熱管の性能実験、および流動層における熱媒体の直接接触凝縮実験を行う。また、アンモニア媒体に対する高性能伝熱面の特性を実験的に把握する。
- (3) 低温度差発電システムの過熱サイクルとして用いる半貯蔵型流体コレクターについて量子収率の改善策などの検討を行うとともに、逆反応条件の確認を行い、システムへの適合性に関する検討を行う。

4. 研究の進捗状況

海洋温度差発電システムの研究

① 低温度差発電実験装置(ETL-OTEC-II)による実験的研究

低温度差発電システムの特性を正確に把握することを目的として①ETL-OTEC-IIにデミスタを付加し作動流体のミストや湿り蒸気の振舞いを明らかにして、蒸発器及びタービン性能を明確にする。それによって解析モデルとの整合をはかり、大規模設計の精度の向上をはかる。②蒸発器及び凝縮器内の性能の分布を検討し、大型化の場合の性能評価のための資料を得る。③データ処理プログラムを完成させ解析の精度向上と迅速化をはかる。④システムの再現性が不凝縮ガスの含有量に依存するので不凝縮ガス濃度を制御し、そのシステムへの依存性を確認する。

デミスタの仕様は推定粒径を 5μ とし、効年99.8%を設計条件とし、メッシュデミスタ方式を採用した。設計上のガスの圧力損失は 63 mmAq でほとんど無視出来ると考えられる。捕捉されたミスト液はドレン流量計により計測し、前後に温度・圧力・ミスト量の計測のための観測孔が設けられた。実験ではドレン流量計では検出されなかったもので、次回に直接ミストの存在を計測することになっている。蒸発器内での性能分布は液の深さ方向に非常に大きいことが検出された。液底近くと表面近くとでは熱通過係数は各々で $2000\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 及び $5800\sim 4500\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ と約3倍異なっている。大規模化した時の性能と単管性能試験及び小型システム実験での各々の性能との関係を明らかにすることが設計精度の向上のために必要であることが確認された。

凝縮器での性能の分布はほぼ均一であった。不凝縮ガスの含有量を制御したシステム実験では空気の体積含有量が0.6%では0.1%の時より凝縮温度が約 1°C 近く上昇し熱通過係数も75%に低下するなど、システムへの影響度を検出した。

② 高性能熱交換特性に関する研究

直接接触型凝縮の低温度差発電への適用可能性についての検討を進めているが、単一水柱に対する凝縮性能から設計資料を得る目的で実験並びに解析がなされた。単一水柱実験の結果と従来の層流モデルによる解析とは大きい隔たりがあったが、これを水柱の乱れによる表面積の増加によると考えても不十分であることが判明した。(高速度カメラによって計測された表面波動を考慮した表面積は平均半径基準に対し、水量 $2\ell/\text{min}$ で1.556倍であるにすぎない。)それ故、乱流による熱伝達モデルを検討することにした。化学反応による物質拡散に用いられた乱流モデルを援用して更に物質伝達と熱伝達との対応関係を用い、直接接触凝縮の場合の乱流モデルを明らかにし、解析を行った。乱流境界層内の層流底層における熱抵抗が支配的となり、その厚さは凝縮フロン液厚さにくらべ十分小さいので落下水柱の表面はフロンの表面張力によって定められる。レイノズル数の大きい乱流領域では実験結果の特性を十分説明することが明らかとなった。又、ノズル口径を可変とすることにより大巾なレイノズル数を変えた場合の性能を把握するため実験装置の改造を行った。又安定な冷水温度及び乱れの少ない流れとするため助走区間を設けたノズル構造及び小型ポンプシステムを新たに加えた。

③ 低温度差発電過熱サイクルに関する研究

光化学反応を用いた流体コレクターを低温度差発電システムの過熱サイクルの熱源として導

入するためのフィジビリティ・スタディを行っている。

全体効率を上げるための条件について検討が進められた。溶液濃度は加圧を考えない時には実用的にはほぼ 3 mol/l が上限である。濃度依存性は、ほぼ直線的に濃度とともに変化し、濃度 3 mol/l では照射 2 分後では量子収率 1.7 (理想値 = 2.0) を得ることができるが、4 分後には 1.4 まで低下する。この変化の割合は濃度を変えてもほぼ一定した割合で減少している。温度の変化に対する量子収率の変化は照射後短時間では、ほぼ一定であるが時間がたつにつれて高温条件の方が量子収率が良くなっている。又損失には酸素の混入の影響が大きいことが判り、量子収率向上のためアルゴンガスを搬送気体として N_2 と Cl_2 とを分離し逆反応を抑制するためのセルの改造を行った。

1. 研究項目 総合研究

中項目 新エネルギー技術シーズの研究

小項目 高温電離反応に関する研究

2. 研究目標

1. 高温電離気体における強い電磁波の異常吸収効果について、その機構を解明し、照射技術の確立をはかる。
2. 高温電離気体への電磁波異常吸収効果を、化学反応の制御に利用する方法の研究を行う。

3. 研究計画の内容

- (1) 高温電離気体に吸収されたレーザ光エネルギーの熱エネルギーへの緩和過程の究明を行う。
- (2) 高温電離気体とレーザ間のエネルギーバランスの総合的把握に必要な計測法の開発を行う。
- (3) レーザ光エネルギーの高温電離気体への吸収効率改善のための検討を行う。

4. 研究の進捗状況

今期はターゲットプラズマについて密度及び温度の空間分布の時間的変化を精密に計測することにより、吸収されたレーザ光エネルギーがどのように熱エネルギーへと緩和していくかを調べている。

- (1) チャンネルプレートX線ピンホールカメラ(時間分解能 $\approx 10\text{ ns}$ 空間分解能 $\approx 0.5\text{ mm}$)の試作が完了し、電子温度分布を高時間分解能で決定するために十分な感度があることが確められた。現在ピンホールの形状印加電圧等を調節し時間、空間、分解能の改善を進めている。
- (2) 多チャンネル窒素レーザ(波長 $3371\text{ \AA}$ 、パルス巾 2.2 ns 、最大出力エネルギー $800\text{ MJ}\times 5$ チャンネル)が完成した。これによりレーザとプラズマとの相互作用にとって特に重要である照射時の電子密度分布及び密度こうばいが計測できる。レーザによって引き起こされる密度じょう乱を被照射プラズマの崩壊過程における $m=0$ $m=1$ モードの不安定性から分離して調べることができる。

また前期に引き続きレーザ光の吸収過程については、ルビーレーザによる前方散乱計測によってパラメトリック不安定や共鳴吸収を調べるとともに照射レーザ光の後方散乱光の分光測定と散乱光角度分布測定とを行った。現在 $10.6\text{ }\mu$ 付近の赤外分光による散乱光の波長シフトスペクトル巾の広がりより被照射プラズマの巨視的な動きとイオン温度について調べている。高調波散乱光分光、角度分布パターン、偏光依存性等によって吸収過程全般について把握することができる。パラメトリック不安定性、共鳴吸収やその他吸収過程を検出し、その照射レーザ光強度依存性や照射プラズマの密度、温度に対する依存性より高温電離気体への吸収効率の改善をはかっている。

1. 研究項目 総合研究

中項目 新エネルギー技術シーズの研究

小項目 エネルギー貯蔵用超電導マグネットに関する研究

2. 研究目標

エネルギー貯蔵用の大形高磁界マグネットの製作技術の確立を目標とする。エネルギーの出し入れに伴うマグネット側への影響を検討し、また、上記目標達成に必要な超電導線材の開発及び導体構成の検討を行う。

3. 研究計画の内容

- (1) メガジュール級エネルギー貯蔵装置の $\frac{3}{4}$ スケールを完成し、その実験を行う。
- (2) Nb-Ti 大容量多芯超電導線材について安定化母材の相異による特性への影響を検討し、コイル試験を行う。
- (3) Nb₃Sn線材の大容量化の研究を行うとともに、低温における応力変化及び冷却条件に対する線材の安定性の評価を行う。
- (4) 貯蔵エネルギー量に応じた超電導エネルギー貯蔵装置の概念設計を行う。

4. 研究の進捗状況

1. メガジュール級エネルギー貯蔵装置の研究

前年度購入した 9 T 用及び 7 T 用超電導線により、内側に挿入する $\frac{3}{4}$ スケールマグネットを試作した。巻線方法は、前年度製作した外側マグネットと同様である。しかし、予備実験の結果、超電導線のホルマル絶縁が十分でなくエネルギー回収時に 1000 V 程度の電圧が発生するために、電圧破壊を起すことが明らかになった。従って層間の耐電圧を向上させるために 20 μ のマイラーシートと 50 μ のナイロン布を挿入し、また端部に於ける絶縁に特に注意して巻き直した。また巻線内部からの電圧リード線の電気絶縁並びに固定方式の改良を行った。

2. 安定化母材の影響の研究

安定化母材の電気的および熱的影響の解析を行った。その結果、母材の熱伝導率 K と電気抵抗率 P との比 k/p によって、常電導電圧の発生が変ってくることが明らかになった。この結果 k/p の大きな安定化材を用いると、見かけ上の臨界電流が大きくなることが示された。この結果は、アルミニウム安定化超電導線の実験結果と良く一致することが明らかとなった。

3. Nb₃Sn 導体の大容量化研究

(i) 試作小容量線材の実証試験

52年度に試作した長尺Nb₃Sn 線材により設計製作した小形マグネットを各種バイアス磁界下において磁界発生試験を行った。試験マグネットは、製作当初から数回の励磁試験を行っており、試験毎に特性の劣るパンケーキコイルを除去し、最終的には、表1に示す仕様となった。図1はこのマグネットの試験結果である。図中、右上方の曲線は用いた線材の短試料H-IC特性であり、その下方の曲線はマグネット巻線の際に生ずる歪にもとづく特性劣化を示している。バイアス磁界10.1Tでの励磁結果は、86Aで最高中心磁界11.8T(最大経験磁界12T)を発生し、短試料特性に達していることがわかる。試験結果から本線材はマグネット材として実用になり得ることが実証された。なお図1の低バイアス側で短試料特性に達しないのは、パンケーキコイル間、及びコイル内での接続法に問題があり、低磁界側では励磁電流が大きく、それに伴うジュール発熱が膨大になるためと考えられる。

(ii) 容量増加研究

前記小容量導体の試験の結果、当研究室で開発した製法によるNb₃Sn 導体がマグネットの製作に適することが実証し得た。現在この製法によるNb₃Sn 導体のScaleup を研究中である。図2に示すような導体を試作し、特性及び製作過程における問題点を検討している。

(iii) 化合物線材の機械的安定性

化合物線材の機械的特性の研究、室温における線材の機械的特性及び超電導特性への影響について研究して来たが、低温中(4.2K)での化合物線材の機械的特性測定のため、低温クライオスタットを取りつけた低温引張試験装置を設計、製作した。現在測定系を含めた装置の整備が完了し、測定準備中である。

化合物超電導マグネットの機械的安定性についての研究、パンケーキ型化合物超電導マグネットの巻線張力、液体ヘリウムの冷却、マグネット励磁中の各段階でのマグネットの応力解析プログラムを完成した。

表1 Magnet Specification

Outer diameter	87 mm
Inner diameter	32 mm
Coil length	81 mm
Bore	25 mm
Number of pancake	24
Total turns	1584
Superconductor length	296 m
Coil constant	0.0191
Inductance	585 mH

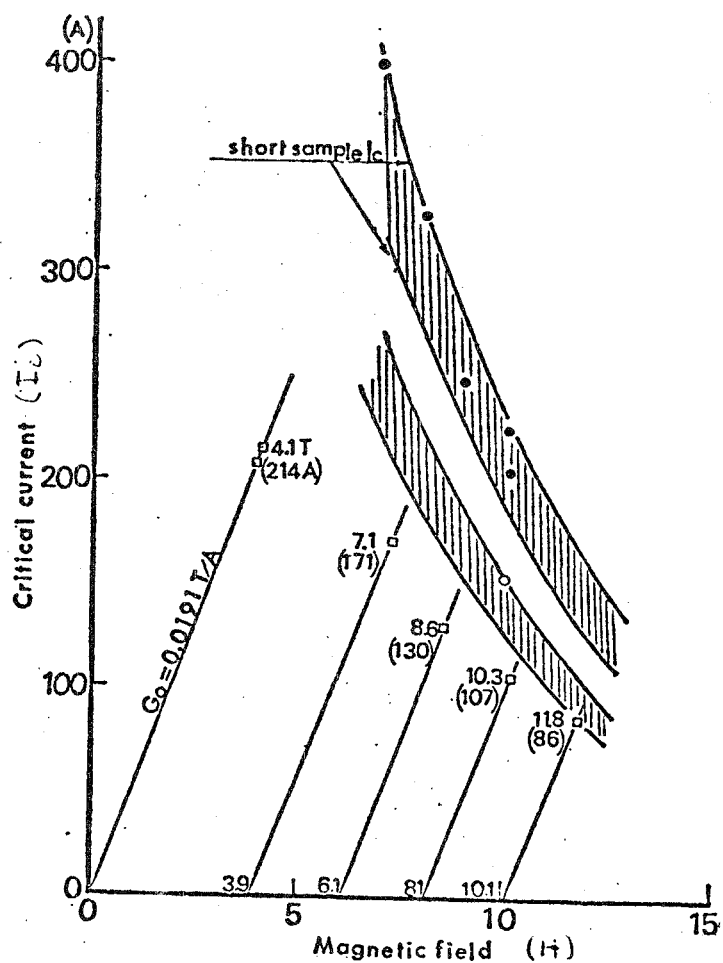


图1

No. of core	361		
I_C (10T)	3000A	I_C (Nb/Nb ₃ Sn)/unit=160A	
J_C (10T)	3.4×10^4	A/cm ²	
Cu	Nb	Sn	Cu/(Nb/Nb ₃ Sn)
76.57%	21.82%	1.61%	3.27

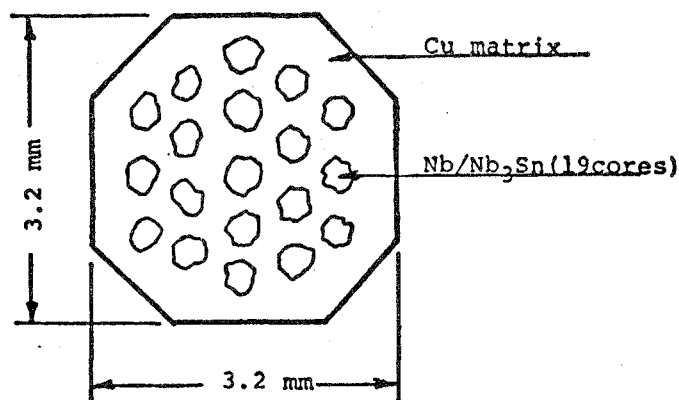


图2

研究項目

太陽の分光放射照度測定に関する研究

応用光学研究室

年 月	発 表 題 目	発 表 者	講 演 会 又 は 発 表 誌
53. 4	太陽直射光による分光放射照度の測定(Ⅲ)	羽生光宏、長坂武彦 鈴木 守	昭和53年度照明学会全国大会 S-39111
53. 4	近赤外域における太陽直射光の分光放射照度測定(I)	大日方喜久雄	昭和53年度照明学会全国大会 S-39111

研究項目

システムの研究

エネルギーシステム研究室

年 月	発 表 題 目	発 表 者	講 演 会 又 は 発 表 誌
53. 4	太陽熱発電所の経済性について(2)	谷、沢田、田中、堀米	電気学会全国大会 No.690
53. 5	太陽熱発電に関する最近の進歩	堀米	電子技術総合研究所 サンシャイン計画 研究成果発表会
53. 6	An Analysis of a Gyrindrical Parabolic Focusing Collector for Distributed Collector Power System	田中、谷、沢田、作田、堀米	Policy Analysis and Information Systems (Special issue)
53. 8	Estimating of Collector Area and Electical Energy Cost for STEPS in Japan	谷、沢田、田中、作田、堀米	13 th Intersociety Energy Conversion Enginoering Conference No.789343
53. 8	特許出願53-96254号 太陽エネルギー吸収装置	沢田、谷、作田	
53. 9	日本における太陽熱発電と太陽電池の最近の開発	堀米、谷	日本太陽エネルギー学会(ソーラシステム技術セミナー)
53. 9	潜熱・顕熱蓄熱	神本	工業材料 26(9) 23(1978)

システムの研究

高温電子材料研究室

年 月	発 表 題 目	発 表 者	講 演 会 又 は 発 表 誌
53. 4	ZrOx/Zr系の太陽光選択吸収膜	海老沢重雄、伊原英雄 篠木藤敏	真空 21巻4号 S-32211
53. 5	酸化インジウムスパッタ膜の作製	篠木藤敏	日本学術振興会薄膜131委員会研究会 S-32211

太陽電池の基礎研究

半導体デバイス研究室

年 月	発 表 題 目	発 表 者	講 演 会 又 は 発 表 誌
53. 5	SnO /n-Si太陽電池の試作	林 豊、山中光之	電気学会、電安置置・電気化学・電熱合同研究会(資料EDD-78-25) S-33211
53. 7	SnO ₂ /Si Solar Cell	林 豊、山中光之	International Conference on Solid Films and Surfaces S-33211
53. 7	Si epitaxy bya molecular beam method	坂本統徳、高橋徹夫 鈴木英一、東海林 彰 川浪仁志	同 上 "

太陽電池の基礎研究

固体デバイス研究室

年 月	発 表 題 目	発 表 者	講 演 会 又 は 発 表 誌
53. 7	InP Single Crystal Film Prepared by Molecular Beam Deposition on a Glass Substrate	Shosan Iida and Shoei Kataoka	International Confererce on Solid Films and Surfaces S-33111

研究項目

太陽電池の基礎研究

年月 発表 題目

53. 3 水素を含む a-Si 薄膜の製作

53. 6 非晶質シリコンとカルコゲナイドガラス

53. 9 半導体薄膜 (非晶質シリコン)

新発電方式の研究

年月 発表 題目

53. 5 太陽型熱電子コンバータの出力特性

部品基礎研究室

発表 者 講演会又は発表誌

大串秀世、田中一宣 応用物理学会連合講演会
飯島 茂、平井 裕
松田彰久

田中一宣 「高分子」27巻、6号(1978)

田中一宣 「応用物理」47巻、9号(1978)

エネルギー輸送研究室

発表 者 講演会又は発表誌

福田隆三、林 和俊 電気学会・電子装置電気化学、電熱合同
江沢 登、春日康弘 研究会資料

研究項目

高温直接熱分解法による水素製造技術の研究		システム・ダイナミクス研究室	
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌
53.8.21	On the Study of Hydrogen Production from Water Using Solar Thermal Energy	伊原征治郎	2nd World Hydrogeree Energy Conference (2nd WHEC)
53.9	Feasibility of Hydrogen Production by Direct Water Spitting at High Temperatures	伊原征治郎	International Journal of Hydrogen Energy Vol.3, No.3
燃料電池の研究		電子化学研究室	
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌
53.3	燃料電池	小沢丈夫	エネルギー変換 1978年版

研究項目

海洋温差発電システムの研究		海洋エネルギー研究室		
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌	
53. 4	低温度差発電システム(5) ー熱源条件の変動に対するシステムの特性についてー	阿川孝司、梶川武信 高沢弘幸、天野雅継 西山勝男 梶川武信		
53. 4	省エネルギー技術 ーエネルギーカスケディングー	梶川武信		
53. 5	フロンー水系の直接々触凝縮特性についてー	天野雅継、西山勝男 梶川武信		
53. 9	Occan Thermal Enlrgy Convirson Status and Plan in Japan	梶川武信、本間琢也		
53. 9	循環モデルによる低温度差発電システムの特性	梶川武信、阿川孝司		
高温電離反応に関する研究		高温技術研究室		
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌	
53. 4	TEA CO ₂ レーザとプラズマの相互作用	松本、小山、谷本 杉浦	日本物理学会年会	S-41311
53. 4	オプトエレクトロニクスの電力技術への応用 (エネルギー問題への応用)	杉浦、谷本	電気学会全国大会	S-41311
エネルギー貯蔵用超電導マグネットに関する研究		超電導研究室		
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌	
55. 4	超電導磁石によるエネルギー貯蔵に関する研究	我妻 洸、小室和男 小山健一、吉岡達生 石山敦士、田島孝子 古野郁夫	電気学会全国大会	S-42511
53. 4	移動磁界型フラックスポンプの基礎実験	我妻 洸、小山健一 吉岡達生、石山敦士 田島孝子、古野郁夫	電気学会全国大会	S-42511
53. 4	MJ級超電導電磁石の試作	海保勝之、小原健司 小室和男、小山健一 南波孝治、安富 強	電気学会全国大会予稿	465 42541
53. 6	変動磁界中における超電導線の磁気的不安定性	小原健司、海保勝之 小山健一、小室和男 南波孝治	電気学会論文誌	53-A37 42541
エネルギー貯蔵用超電導マグネットに関する研究		低温技術研究室		
年月	発表題目	発表者	講演会又は発表誌	
53. 4	有効内径90mmφNb ₃ Sn超電導マグネット(I)設計	梅田政一、平沢健彦 渡辺牧夫、	電総研彙報	42巻 4号('78)
53. 5	Nb ₃ Snテープ線材の引張強度と超電導特性	梅田政一	低温工学	13巻 3号 ('78)
53. 5	米国におけるMHD超電導マグネットの開発状況	梅田政一	低温工学	13巻 4号 ('78)
53. 5	内部拡散により作成した多芯Nb ₃ Sn線材による小形超電導マグネット	渡辺牧夫、梅田政一	第20回低温工学研究発表会	
53. 5	25cmφ15 Tマグネット(Ⅱ)製作及び励磁実験	梅田政一、平沢健彦 渡辺牧夫	第20回低温工学研究発表会	
53. 9	内部拡散によるNb ₃ Sn多芯導体	渡辺牧夫	電気学会超電導材料専門委員会	

JN0040270