

II 調査概要

耐放射線性機器・材料データベース構築に必要な基礎調査を行なうため、耐放射線性機器・材料データベース研究委員会では、平成元年度に引き続き、隔月に幹事会を開催し、具体的な調査課題と調査の適任者の検討と選定を行ない、研究会において調査内容について討議討論を行なった。第Ⅲ章に詳細な調査内容を示したが、本章ではそれらの調査概要を以下に示す。

1. 光ファイバ耐放射線性試験について

1.1 耐放射線性光ファイバの開発とその実用化 (原研 角田恒巳、阪大工 飯田敏行 住友電工 松原健夫、藤倉電線 真田和夫、三菱電線工業 田中紘幸氏)

光ファイバの放射線に対する性能変化の応答について概説がなされ、開発された耐放射線性光ファイバの性能が示された。原子力発電所、核燃料再処理、高速増殖炉などの原子力産業や核融合の研究開発における光ファイバの応用分野の拡大状況についても紹介された。原研・阪大・ファイバ三社(住友、三菱、藤倉)という産官学の連携で日本原子力学会賞を得た研究開発である。

1.2 希土類ドープ光ファイバとその応用 (三菱電線工業 田中紘幸氏)

コア部分に希土類元素(Er, Nd, Ho)をドープした単一モード光ファイバの特性が紹介された。これらは低い励起光入力で誘導放出作用が得られ、レーザ発振や光増幅といった能動的性能を持つ。Erドープファイバを中心として、その製法、光増幅器やファイバレーザ(可変波長を含む)の構成と特性などが解説された。

2. 半導体の耐放射線性試験について

2.1 半導体デバイスの電子線及び陽子線照射効果 (松下電工 半導体研 富井和志 山本治彦 毛野拓治 早崎嘉城 菰田卓哉 安部敏郎氏)

静電誘導MOS素子に電子線あるいは陽子線を照射し、シリコン中に深い準位の再結合中心を多数導入してキャリア寿命を短くし、ターンオフ時間を短縮させて高速で作動を実現したという研究開発の内容が紹介された。照射によって生成したものをDLTS測定により考察した結果についても紹介された。

2.2 ロジックICの耐放射線性の評価法 (日立 エネルギー研 上村 博氏)

半導体素子の耐放射線性評価には、①製品種類数が多いこと、②試験時と使用時との間の線量率効果による差異があること、が問題である。①に対し、基本ICの選択→照射効果の測定→内部トランジスタの特性劣化の定式化→IC全体の劣化を回路シミュレーションで求める、という手法を、②に対しては、高線量率のデータにインパルス応答モデルを適用し低線量率の特性劣化を予測する手法をCMOSインパルスにつき検討し、ともに良好な結果を得た。

2.3 放射線照射によって発生するシリコン中の欠陥 (鳴門教育大 福岡 登氏)

電子線 (γ 線)・熱中性子・高速中性子の照射でシリコン原子が受け取るエネルギーの見積から始まり、生成する格子欠陥の種類 (vacancy, interstitial, A- & E-Center) 格子欠陥の測定法 (電気伝導度、ラフタイム、ESR、IR、DLTS、PL、電顕、 e^+) が解説された。さらに、中性子転換注入シリコン (NTD-Si) 中の欠陥と、Czochralski 法で作成された、焼鈍によりドナーとなる格子間酸素を含むシリコン結晶を中性子照射し、キャリア濃度の変化・DLTS・PL (Photo Luminescence) の測定により検討した結果も解説された。

2.4 III-V化合物半導体 (主としてGaAs) の放射線損傷と損傷機構

(阪大 工 白藤純嗣氏)

宇宙空間では支配的な放射線 (γ 線、電子線、陽子線) 及び原子炉で問題となる中性子により、GaAs中に導入される欠陥についての研究の現状が解説された。これらの放射線が欠陥を導入する素過程がまず各々説明され、その後、導入された欠陥の性質が主として電子線及び γ 線照射損傷について、欠陥導入率、エネルギー準位、変移エネルギー、焼鈍特性、再結合促進欠陥反応、欠陥の同定と構造、の項目にわけて解説された。

2.5 照射されたシリコン中の炭素原子の挙動について (名古屋工大 中島堅志郎氏)

シリコン中の炭素は、①酸素集合によるドナーの形成に関与する、②照射誘起格子間シリコンのトラップとなる、などの働きをもつが、電氣的検出が不能なこともあり、これからの研究課題である。炭素の関与する照射欠陥の分類、格子間炭素、Bistable defect、 C_i-O_i 対、などの解説がなされた後、高感度炭素濃度検出への応用例が示された。

2.6 1990 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC) 報告

(東芝半導体技研 吉井一郎氏)

1990年 7月に米国で開かれた首記の会議の内容が報告された。650名の参加者、37件のポスター、47件の口頭発表のあったテクニカルセッションの内容が次の分野別に概括された。

(a) Basic Mechanism of Radiation Effects, (b) Dosimetry & Energy Dependent Effects, (c) Hardness Assurance & Testing Techniques, (d) Single Event Upset & Latchup, (e) Isolation Technology, (f) Device Radiation Effects & Hardening, (g) IC Radiation Effects & Hardening, (h) Spacecraft Charging, (i) Electromagnetic Effects.

3. 有機材料の耐放射線性試験について

3.1 有機材料に対する放射線効果 (京大 原子炉実験所 山岡仁史氏)

CERN (ヨーロッパ合同原子核研究機関) から公表された、有機材料の放射線効果に関するデータ集 (Compilation of Radiation Damage Test Data; Part-1 2nd Edition, Halogen-free cable-insulating materials: CERN 89-12 Technical Inspection and Safety Commission, 31 December 1989, by H. Schonbacher and M. Tavlet) の内容が概説された。第1版 (CERN 79-04, 1979) と比較すると対象市販材料の種類・数が増加し表示にも

工夫が凝らされている。

3.2 光反応性高分子とその応用 (大阪府大 工 角岡正弘氏)

光反応性高分子の応用の重要性は半導体集積回路の作成のフォトリソに代表されるが、応用範囲はさらに広がり(UVコーティング、カラーフィルター、おogram等)、各々の用途に適した光反応性高分子材料の研究が進められている。講演では、先ず様々な光反応性(光重合、光橋かけ、光崩壊、官能基の光変換、など)の特長が解説され、*ポリ・ネ* 両用レジストへの応用の可能性を持つ「光開始による酸・塩基の生成」に関する演者の最近の研究内容が紹介された。

3.3 原子炉におけるシリコン製Oリングの放射線劣化の評価 (原研 池島義昭氏)

材料試験炉(JMTR)の高温高圧照射ループ(OWL-2)の貫入部シールとして13年間用いられていたOリング(シリコン製)の劣化が調べられた。まず使用環境の放射線の強度と温度が測定と計算により評価され、53℃以下で約3kGyの集積線量を受けたことを明らかにした次に、この実機使用体に加え、使用前のものと上の環境を模擬してγ線照射したものの3種について引張・圧縮試験を行い、実機使用体は模擬材より劣化が大きく経年劣化の重畳が指摘された。

4. 宇宙環境と人工衛星機能に関する基礎データについて

4.1 宇宙の放射線環境と衛星の信頼性設計 (宇宙科学研究所 楨野文命氏)

宇宙衛星の放射線環境と対応する衛星の信頼性向上策について解説がなされた。集積線量効果で最も弱いのはCMOSで 10^4 rad以上の耐放射線性が目標とされている。シングルイベント(ラッチアップ)対策にはSOS(Silicon On Sapphire)が用いられる。科学衛星での経験では1Mrad/y程度の被爆があり耐放射線性試験が不可欠であることが解った。人体被爆では、7和14号では127mrad/day、往復1.14rad、*スカイラブ*では7rad/90dayというデータが紹介された。

4.2 高周波パワーMOSFETの放射線照射特性 (日立中研 加藤正高 勝枝嶺雄氏)

MOSFETは照射されると酸化膜中の電荷蓄積により界面準位が発生し劣化するが、その挙動は線量率・バイアス電圧・焼鈍などに依存する。耐放射線性が要求される放送衛星搭載用の高周波パワ-MOSFETの照射試験を、ゲートへの860MHzの交流印加をパラメータとして取り入れて実施した結果が紹介された。照射後の焼鈍中にこれに印加した場合、界面準位が急激に減少することが分かった。

4.3 GaAs太陽電池の耐放射線性 (三菱電機 光マイクロ波研 津上真理氏)

人工衛星に搭載する太陽電池は宇宙環境放射線(電子・陽子)に曝されながら、その設計寿命の間、所定の性能を保持する必要がある。GaAsとSi太陽電池を電子線と陽子線で照射し、その性能劣化を測定した結果が報告された。一連のデータが、①照射放射線により生成してキャリアトラップとなる欠陥の分布や種類、②活性化領域の厚さなどの電池構造、③電池を構成する各層の光吸収の波長依存性、等を考慮に入れて考察され解説

がなされた。

5. 他分野データベースの構築状況

5.1 原子力コード情報データベースの概要 ((財)原子力データセンター 鈴木忠和氏)

原子力コード情報データベース(NUCIS)は原子力開発に必要な、安全性、環境、炉心解析、遮蔽などの全ての分野にわたる原子力ソフトウェアに関する情報のデータベースである。内容はOECD/NEAに於て公開・登録されている約1500件のコードを対象としている。

5.2 原子力発電プラントデータベース(PDD) ((財)原子力データセンター 泉 文男氏)

原子力発電プラントデータベース(PDD)は、国内で運転・計画されている原発プラントの原子炉設置許可申請書に記載された文章・数値・図表(イメージ収録)などを体系的に整理し格納している。原研にホストコンピュータを置き、41プラントの約3万件の項目、約20万件のデータを収録している。

5.3 絶縁材料文献データベースの共同構築用システムの開発

(豊橋科学技術大 長尾雅行 中田正浩 金沢和加子 水野幸男 小崎正光氏)

多数の専門家が意欲を持ち、共同構築作業ができるデータベースシステムの開発を目的の一つとして試作中の、絶縁材料関連の文献データベースの内容が紹介された。複数の利用者が作成した暫定データファイルを管理者がパソコン通信を利用して集め、用語の統一や重複のチェック等を行ない、マスターデータを改訂し再配布する方式が取られている。紹介の後、若干のデモンストレーションが行なわれた。

5.4 検査設計のためのデータベースについて (発電設備技術検査協会 三好 滋氏)

(財)発電設備技術検査協会は通産省傘下の財団法人で、電気事業法に基づき発電設備の許認可に関連した検査を実施している。この検査業務に加え、原子力発電設備の事故・故障の再現試験を含めた原因究明も行い、さらには、種々の研究開発(非破壊検査関連、原発設備の長寿命化、など)も行なっている。

6. 原子力関連学会の活動状況

6.1 原子力学会「放射線効果の再評価」研究専門委員会の活動状況

(阪大 産研 山本幸佳氏)

1988年4月から活動中の標記委員会は約40名の委員で構成され、①放射線の多様化についての情報交換、②各分野における放射線効果の見直し、③グレードの高い放射線計測法の確立と新しい利用分野の開拓、の三つの主題を持つ。望ましい放射線をつくりをはかり、利用するために興味深い照射効果があれば講演を聞くという方針である。現在までの講演28件について概説がなされた。

6.2 電気学会絶縁材料エキスパートシステム調査専門委員会の活動 (茨城大工 堤 泰行氏)

昭和62年10月に発足した首記の委員会(委員長 小崎 豊橋科学技術大学教授)は、昨年9月に技術報告書「絶縁材料・技術エキスパートシステム及びデータベース(平成3年5月発行)

を纏め解散した。委員会、研究会、シンポジウム、見学、アンケート等を通じて、技術の現状と将来方向を調査した。この分野のエキスパートシステムへのニーズは大きくその基礎となるデータベースの開発が求められ、限定された領域（例えば耐放射線性）では開発されつつある。今後相当の努力が必要との認識を学会として持っている。

7. データ調査関連

7.1 耐放射線性データ調査

平成元年度に引き続き、日本原子力研究所より「半導体素子の耐放射線性データ調査（Ⅱ）」の委託を受け、研究委員会内に、半導体素子の耐放射線性データ調査委員会（主査 京都大学 工学部 教授 田丸啓吉）を組織し、調査を実施した。

7.2 プロトタイプデータベース

有機材料、光ファイバ、半導体、化合物半導体の耐放射線性データを本研究委員会で作成したフォーマットに整理し、フロッピーディスクに集録し、関係先に配布、使用実験を行なうとともに、平成元年度に採録した調査データの収録を開始した。