

材料科学研究所

概要

材料科学研究所は、原子力・火力発電用構造材料の損傷・劣化機構の解明、寿命評価法・非破壊検査法の高度化から、二次電池材料、半導体材料、超伝導材料などの機能材料の開発・評価に至るまで、電気事業の材料諸問題に関わる研究を推進している。

課題毎の成果

原子力材料

【目的】

軽水炉冷却水の水管理／処理および材料腐食に及ぼす環境影響評価に関する分野の基盤技術力を向上させ、被ばく低減と材料健全性確保の観点から原子力発電プラントの現場支援を行う。

【主な成果】

- 被ばく低減を目的とした、酸化物の溶解挙動に基づく加圧水型軽水炉（PWR）の停止操作時における水質管理を提案した。
- PWR炉心部模擬環境下での放射性腐食生成物の燃料被覆管への付着量と水質の関係を明らかにし、被ばく低減のための指針を得た。

火力材料

【目的】

超高温材料・遮熱コーティングなどの材料開発により火力発電効率の向上に貢献するとともに、革新的なセンサ等を用いた材料評価技術の開発により発電設備の運用信頼性向上に寄与する。

【主な成果】

- ガスタービン動翼表面に多孔質セラミックスを溶射することにより、遮熱性に優れたコーティングを成膜できることを確認した [Q09004]。
- ボイラ配管の複雑形状部に適用可能な探触子およびスキャナーを用いて、溶接部の損傷を二次元的に自動探傷できる小型超音波探傷システムを開発した [Q09002]。

エネルギー変換・貯蔵材料

【目的】

高効率水素製造技術の開発、太陽光発電の最適導入に向けた屋外発電特性評価技術の開発など、新・省エネルギーに関する材料／評価技術開発を進める。

【主な成果】

- 電解質の薄膜化と電極材料の高性能化により 650℃付近での作動を可能にした固体酸化物形燃料電池セラミックリアクターを用い、燃料電池の逆化学反応を利用した水蒸気電解により世界最高性能の水素製造特性(1.25V@0.5A / cm²)を得た [Q09008]。

- 太陽光発電評価にとって重要な、太陽光が上空で散乱する分光日射分布の天気による変化を、理論的に説明することに初めて成功した [Q09009]。

先進機能材料

【目的】

超伝導材料や半導体材料における革新的な機能の創出を目的として、基礎物性制御技術と結晶成長技術を駆使して、次世代の電子機能材料を開発する。

【主な成果】

- 新たな超伝導体である鉄系Fe(Se, Te)材料の薄膜作製に取り組み、超伝導転移温度(T_c)が10Kに迫る薄膜合成に成功した。また、ホール係数測定を行い基本的な電子物性を明らかにした¹⁾(図1)。
- 有機単結晶材料を使った半導体開発として、有機単結晶と2成分イオン液体を用いた新たな電界効果トランジスタを提案し、イオン液体の最適化を進めて、100Hz以上の高速動作が可能となることを見出した²⁾。

PD制度に関する非破壊検査の高度化

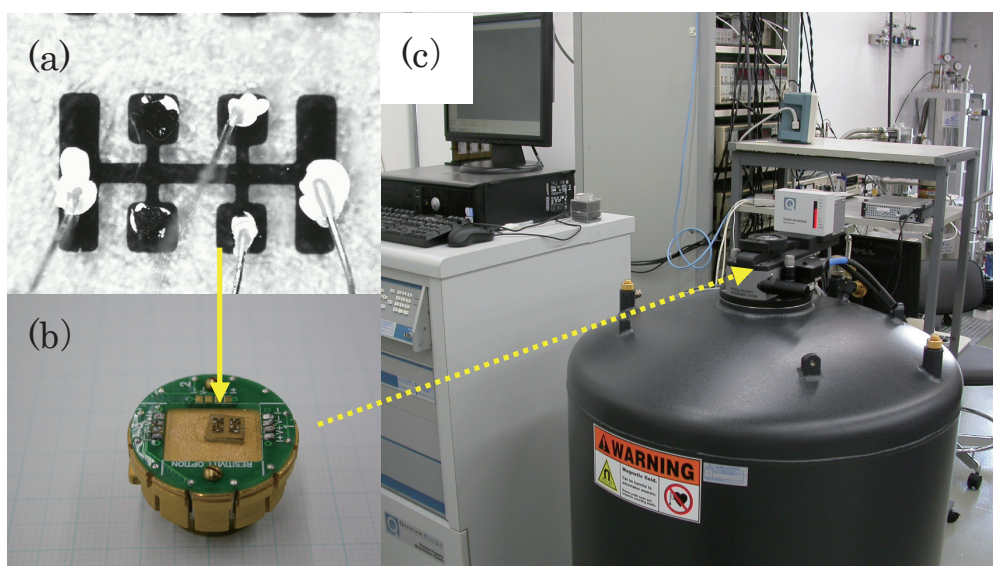
【目的】

原子力発電所の非破壊検査技術の信頼性向上に資するために、超音波による再循環系配管溶接継手の応力腐食割れ深さ測定の性能実証試験(PD試験)結果の統計分析を行う。

【主な成果】

2009年3月までのPD試験の分析結果から、配管の応力腐食割れ深さ測定精度は、誤差平均±1mm、標準偏差2mmと、世界的にみてもトップクラスであった [Q09020]。

その他の文献 1) Phys. Rev. B 81, 054515 (2010)、2) Organic Electronics 10, 1579 (2009)。



(a) 電極をつけた Fe(Se, Te)超伝導体薄膜（黒い楕形が薄膜材料）、(b) 低温測定用の試料ホルダーに装着した状態、(c) 超伝導マグネットに挿入して測定。

図1 パルスレーザー堆積法で MgO 基板の上に成長した、10K に迫る超伝導転移温度を示す新規鉄系超伝導材料 $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ 薄膜の物性測定中の写真