

破壊予知・破壊制御研究分野

Laboratory for Prediction and Prevention of Fractures



教授
三浦 英生
Professor
H. Miura



教授(兼)
陳 迎
Professor
Y. Chen



助教
THERESA DAVEY
Assistant Prof.



特任助教
ARKAPOL SAENGDEEJING
Assistant Prof.

二十一世紀の社会を支える構造材料、エレクトロニクスデバイス等に使用される各種機能材料は多元素で構成され、複雑な結晶組織、構造から成り立っている。このため、材料の製造工程や使用環境において原子配列や結晶組織に変化が生じると、設計時に材料に期待されていた物理化学特性にも多様性、変化が生じることになる。この原子配列や結晶組織の変化は基本的には原子の拡散挙動で生じ、この拡散挙動は温度勾配や濃度勾配に加えて構造内部のひずみ勾配や電磁界の分布など複雑な要因で支配されている。そこで、原子配列と原子の拡散挙動を可視化し、その物性変化を計測する実験技術と定量的に予測する解析技術を開発し、構造材料やエレクトロニクスデバイスの機能損傷、破壊を予知し防止する制御技術を研究開発しています。

We have been developing methods for explicating the determinant factors of physical and chemical properties of various advanced materials used for infrastructures and electronic devices. Since the advanced functional materials consist of many elements and complicated micro texture, both their physical and chemical properties should vary drastically depending on their micro and nano texture. The variation and/or fluctuation occurs due to diffusion of component atoms, and the diffusion is dominated by not only the gradients of temperature and composition, but also the gradients of strain, electromagnetic field, and so on. The main research topics of our laboratory is to develop methods for visualizing atomic configuration and diffusion of atoms, measuring physical properties in nano-scale, and predicting the residual lifetime of materials and structures under operation.

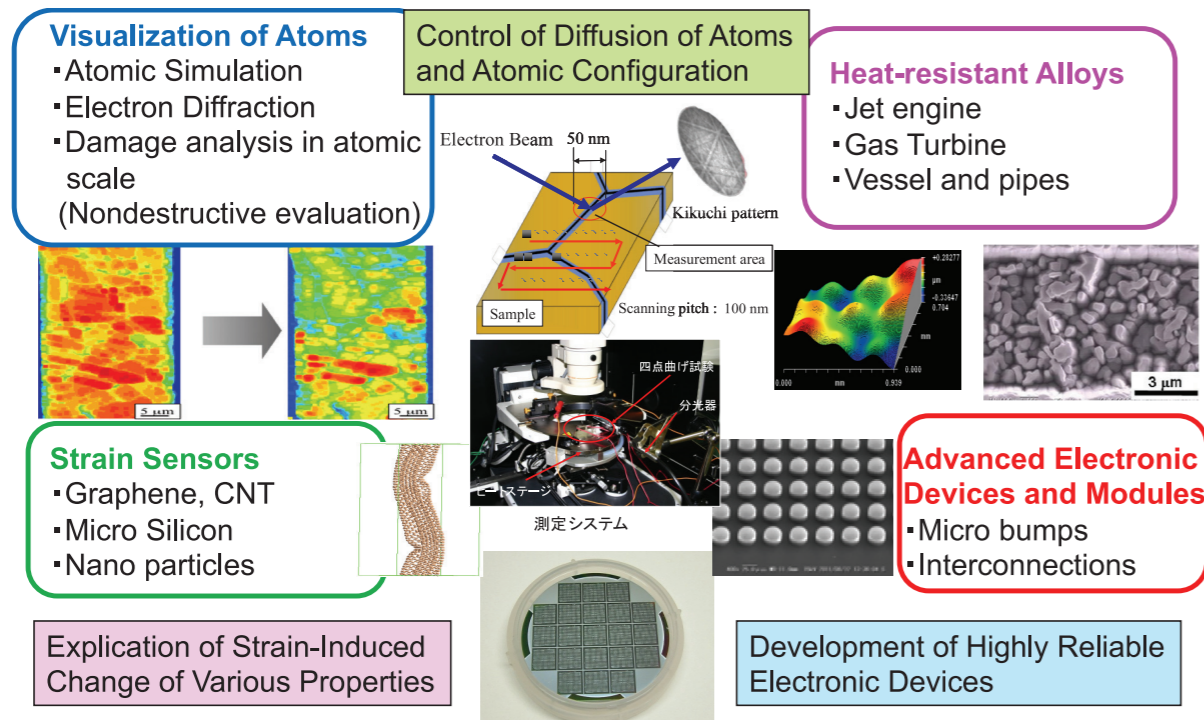


Fig.1 Strain Engineering in Nano-Scale

ナノ材料・デバイスの物性発現メカニズム解明技術

Development of Analytical Methods for Explicating Material Properties of Thin Film Materials

ナノ構造体、薄膜デバイスの物性発現メカニズムを解明する解析技術を開発する。材料の原子結合状態と電子状態を量子力学に基づき解析し、複数材料を積層した構造における界面の存在による各材料の原子レベル構造変化と各種物性、特に強度信頼性特性の変化を解析する。さらに、これら構造物の機能（強度、電磁気物性等）低下支配因子を明らかにし、本支配因子（たとえば結晶欠陥や異物（汚染）、原子拡散等）の制御方法を確立することで機能向上あるいは寿命向上設計を可能とする。

最終的には所定の機能と寿命を達成する最もコストの低い構造、材料システム、あるいは生産方法等の設計技術確立を目標とする。

The aim of this research is to develop analytical and experimental methods for explicating the material properties of nano-structure and thin film devices. The effect of interface structure on the atomic bonding characteristics and band structure of electrons and holes is discussed. Quantum mechanics is applied for the analysis. The dominant factors, such as crystallographic defects, impurities, and diffusion of component elements around the interface, that cause the functions and reliability of nano and thin film materials to deteriorate, are determined quantitatively. To improve the electronic functions and reliability of thin film devices, we have been developing methods for optimizing the structure, material, and fabrication process of microstructures.

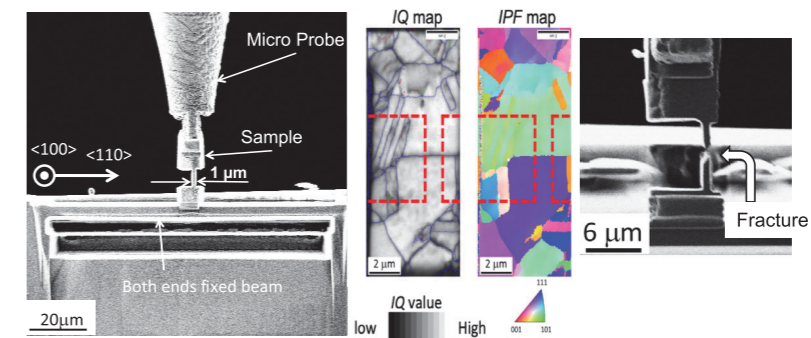


Fig.2 Measurement of Strength of a Grain Boundary as a function of its quality

原子配列の秩序性の原子拡散の可視化技術野開発

Development of Remote Non-contact Dynamic Strain Measurement Methods

材料物性の発現メカニズムである原子配列とその劣化損傷機構を定量的に論じることを目的に、電子線回折技術を用い、原子配列の秩序性と原子拡散挙動を可視化する技術を開発している。集束電子線を材料表面で走査し、その回折強度分布を解析することで、電子線照射位置の原子配列の規則性の高さを定量的に評価可能である。本技術を用いることで、材料中の原子空孔、不純物、転位等の損傷を定量的に論じることが可能となり、材料の均質性評価や劣化損傷の進行メカニズムを解明が可能となる。

The aim of this research is to develop a visualization method of atomic configuration around a surface of a material by using electron back-scatter diffraction analysis. Based on the Bragg's law, the order of atomic alignment in the electron-beam-irradiated area was evaluated quantitatively. The distributions of damages in the material, such as vacancies, impurities, dislocations, and so on, and thus, the degradation process of a material due to the local diffusion of component atoms are visualized by nano-scale.

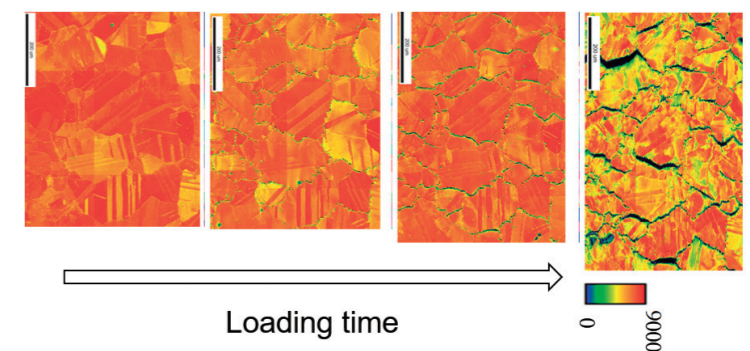


Fig.3 Visualization of the degradation process of a material due to the local diffusion of component atoms