構造材料および機能性材料における原子拡散およびミクロ組織制御の研究

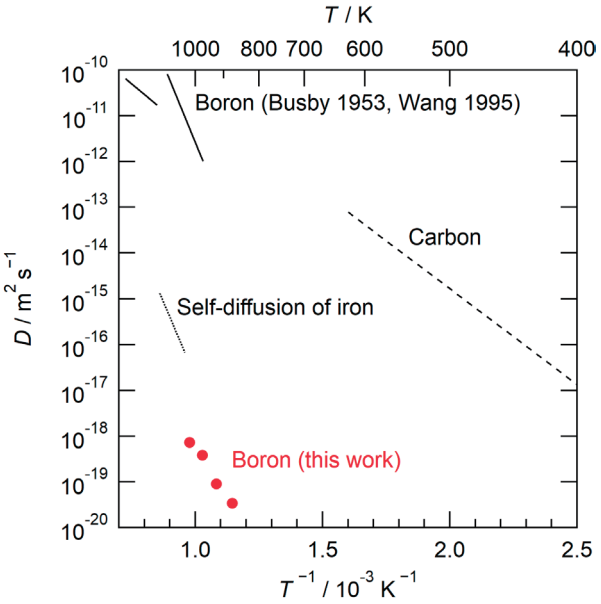
関連するSDGsの国際目標

工学部　材料化学科　　教授　　仲村　龍介
研究分野　：　金属材料
研究室ＨＰ：　http://metal1.mat.usp.ac.jp/~metal-labo/

鉄鋼および機能性金属・酸化物における原子拡散係数を測定して基礎データベースの構築を行い，熱処理や合金設計の指針を得る．また，電子ビームを利用して半導体デバイス薄膜や機能性酸化物薄膜の相転移を促す新しい材料プロセスを開発する．

■鉄中のホウ素の拡散係数の測定

・鉄鋼へホウ素を微量添加すると，焼入れによるマルテンサイト相形成が著しく容易になる．熱処理温度や冷却速度の設計にはホウ素の拡散係数が必要であるが，信頼できる値は測定されていない．我々は二次イオン質量分析法によりα鉄中の微量ホウ素の拡散濃度プロファイルを測定して体拡散係数を決定した（右図，赤のデータ点）．数少ない報告値（右図，黒の実線）よりも7桁から8桁小さいことを明らかにした．鉄中を速く拡散する軽元素の炭素（右図，破線）に比べても圧倒的に遅いという学術的にも興味深い性質が見えてきた．γ鉄中の体拡散係数，およびα鉄とγ鉄中の粒界拡散係数の測定にも着手し，未知のホウ素の振る舞いを解明する研究を行っている．

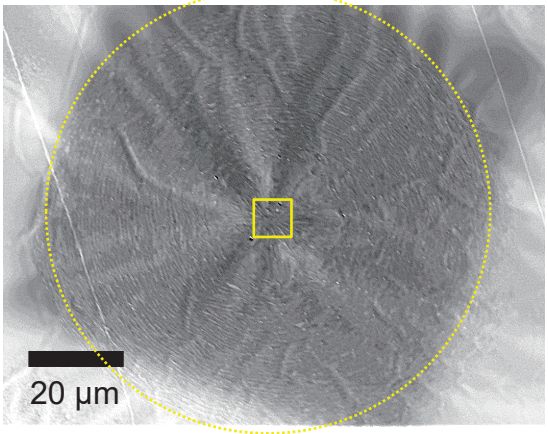


■銀や錫における高速拡散現象の研究

・銀や錫は導電部材の実装材料として重要である．銀中の酸素の粒界拡散，錫中の亜鉛・ニッケル・銅の体拡散および粒界拡散挙動は，材料プロセスや安定性の鍵を握る現象であるが，実態はよくわかっていない．高感度の二次イオン質量分析法によりこれらの拡散挙動を明らかにする研究を行っている．

■弱い電子ビームによるアモルファスゲルマニウム薄膜の高速結晶化

・3 kV の弱い電子ビームをアモルファスゲルマニウム薄膜に照射すると，瞬間的に広い範囲が結晶化することを見出した（右図，黄色の四角の囲いがビーム照射領域，円形の囲いは結晶化の領域．波紋状の特有の結晶組織となる）．室温で起こるこの高速結晶化現象は，非加熱方式で基板へのダメージがない多結晶薄膜作製プロセスに利用できる．この手法を確立して，多結晶膜の電気特性の評価を行い，フラットパネルディスプレイ材料としての適用可能性を探索する研究を行っている．



＜特許・共同研究等の状況＞
・2022年度　奨学寄附金 1件，共同研究 1件