

rate constant distribution evaluated employing specified kinetic data. The applications of this new concept are illustrated using the kinetic data for reduction of hematite with hydrogen, and gasification of carbon with carbon dioxide. Effects of some of the operating parameters e. g., temperature, particle size, porosity, gas flow rate and gas composition on the reaction kinetics are discussed in terms of this new concept.

Desulfurization and Simultaneous Desulfurization and Dephosphorization of Molten Iron by $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ and $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ Fluxes

By Hikoya Iwai *et al.*

温度 1600°C において $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ および $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ 系フラックスによる溶鉄の脱硫および同時脱硫脱りん実験を行った。

脱硫実験において、脱硫率は $\text{Na}_2\text{O/SiO}_2$ 比および NaF 添加量の増加にともなつて上昇し、CaO 添加量の増加にともなつて低下した。また、 $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ 系フラックスによる溶鉄の同時脱硫脱りん実験において、脱りん率はフラックス中の $\text{Na}_2\text{O/CaO}$ 比の大小にかかわらず 80% 以上の高い値が得られた。一方脱硫率は、CaO 添加量の増加 ($\text{Na}_2\text{O/CaO}$ 比の減少) にともなつて低下した。実験終了時に得られたソーダ系スラグと溶鉄間の硫黄およびりんの分配比についても検討を加えた。

Mathematical Expression of Phosphorus Distribution in Steelmaking Process by Quadratic Formalism

By Retsu Nagabayashi *et al.*

1573~1953 K の温度範囲における溶鉄-スラグ間のりん分配について測定を行った。製鋼過程でのりん分配平衡に及ぼす添加酸化物の影響を明確にする目的で、研究対象としたスラグ系は $\text{Fe}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-M}_x\text{O}_y$ ($\text{M}_x\text{O}_y = \text{CaO, MgO, SiO}_2$) 三元系、 $\text{Fe}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-M}_x\text{O}_y$ ($\text{M}_x\text{O}_y = \text{MgO, SiO}_2$) 四元系である。

イオン説の立場から、スラグ-メタル間のりん分配平衡反応を定式化することを目的として、正則溶液モデルの整合性を試みた。その結果、極端に酸化鉄濃度の高い領域を除き、正則溶液モデルは本実験並びに諸家による既報の研究を含む全実験結果に適用可能であることを確認した。スラグと平衡している溶鉄中のりんと酸素濃度は、スラグが正則溶液であると仮定することによって導出した 2 乗形式により、 $\pm 10\%$ の精度で推算することが可能である。

Mixing and Mass Transfer in Ladle Refining Process

By Kanehiro Ogawa *et al.*

ガス攪拌および誘導攪拌における混合・スラグ-メタル間物質移動特性について、水モデルおよび実機実験を実施した。均一混合時間をパラメーター $\epsilon V^{-2/3}$ でまとめた結果、 $\epsilon V^{-2/3}$ 値の小さい領域においては誘導攪拌の均一混合時間はガス攪拌よりも短いのに対し、 $\epsilon V^{-2/3}$ 値の大きい領域ではその差はほとんど認められなかった。この現象はガス攪拌および誘導攪拌下での液本体の一循環時間によつて説明できた。

スラグ-メタル間物質移動係数についても、浸透説にもとづいたパラメーター $\epsilon V^{-2/3}$ でまとめた。ガス攪拌でのスラグ-メタル間物質移動係数は誘導攪拌よりも大きい。この現象はスラグ-メタル近傍での乱流変動速度の差によつて説明できた。

Extension of Darken's Quadratic Formalism to Dilute Multicomponent Solutions (Communication)

By S. Srikanth *et al.*

Darken's quadratic formalism is extended to multicomponent solutions. Equations are developed for the representation of the integral and partial excess free energies, entropies and enthalpies in dilute multicomponent solutions. Quadratic formalism applied to multicomponent solutions is thermodynamically consistent. The formalism is compared with the conventional second order Maclaurin series or interaction parameter representation and the relations between them are derived. Advantages of the quadratic formalism are discussed.

Microstructure

Effect of Magnetic Fields on Martensitic Transformations in Ferrous Alloys and Steels (Review)

By Ken-ichi Shimizu *et al.*

本稿は、著者らのグループが種々の鉄系合金の磁場誘起マルテンサイト変態について行った最近の研究を総括したものである。調べた合金は、Fe-Ni 合金多結晶と単結晶、インバー効果有無の Fe-Ni-C 合金多結晶、異なる規則度を持つ Fe-Pt 合金多結晶、オースエージした Fe-Ni-Co-Ti 合金多結晶および常磁性 Fe-Mn-C 合金多結晶である。その結果、オースエージした Fe-Ni-Co-Ti 合金において、初めて磁気弾性マルテンサイトの生成を見出した。また、磁場誘起マルテンサイト変態に及ぼす組成、結晶方位、結晶粒界、インバー効果、熱弾性特性および母相の磁気構造の影響を考慮して、 M_s 点の変化と臨界磁場の関係を厳密に決める式を新しく導出した。この式に含まれる磁気エネルギーの項は、ゼーマンエネルギーの項のほか、高磁場帯磁率および強制体積磁歪によるものの 3 項から成り、調べた合金系のすべてにおいて、この式が実験的にも成立していることを

示した。

Pulsed Magnetic Field-induced Martensitic Transformation in an Fe-21Ni-4Mn Alloy

By E. X. SUN *et al.*

Magnetic field-induced transformation from paramagnetic austenite to ferromagnetic martensite in an Fe-21Ni-4Mn (wt%) alloy with dual martensitic transformation kinetics has been studied by magnetization measurement and optical microscopy, applying a pulsed ultra-high magnetic field. As a result, the followings were found.

A magnetic field higher than a critical one is needed to induce the martensitic transformation above M_s . The critical magnetic field increases with increasing temperature, and when plotted against the temperature difference (ΔT) from M_s , it lies on a straight line not passing through the origin. This result and thermodynamical analysis suggest that pulsed magnetic field strongly promotes the athermal martensitic transformation and restrains the isothermal one. The influence of magnetic field on martensitic transformation in the present Fe-Ni-Mn alloy is mainly due to Zeeman effect. The entropy change for athermal transformation at M_s , ΔS_M^a , is obtained to be 4.13 J/mol·K. The amount of magnetic field-induced martensites increases linearly with the maximum strength of pulsed magnetic field. Lath, plate and butterfly martensites are formed under magnetic field.

Mechanical Behavior

Effect of TiN Inclusion on Fracture Toughness in Ultrahigh Strength Steel

By Sing-Yuan LI *et al.*

The investigation was conducted in 6 specimens of identical composition except for N and Ti contents, the specimens were remarkably free of nonmetallic inclusions other than TiN inclusion.

The quasi-dynamic method has been used to investigate the condition of microcrack nucleation, growth and propagation from TiN inclusion.

In summarizing the present study the following con-

clusion can be made :

(1) Fracture toughness K_{Ic} decreases rapidly with increasing in volume fraction of inclusion (f_V) for $f_V < 0.1\%$ and become insensitive when $f_V > 0.1\%$ where the percentage of cracked-TiN reaches a limiting value.

(2) The percentage of cracked-TiN is controlled by true fracture strain ϵ_f and its propagation depends mainly on the critical true fracture strain ϵ_f^* . The ϵ_f^* can be computed by using both McClintock's model and Wall-Hill method as follows :

$$\epsilon_f^* = 0.0345 \ln \frac{\bar{d}_i}{\bar{a}}$$

The ϵ_f^* can be connected with the inclusion spacing (\bar{d}_i) and size (\bar{a}).

(3) Based on the testing results, we get a similar relation with ductile fracture model proposed by Rice, that is :

$$K_{Ic} = (E \cdot \sigma_y \cdot \bar{d}_i)^{1/2}$$

Effects of Volume Fraction and Grain Size on Creep Characteristics of α/β Titanium Alloys

By Yoshikazu RO *et al.*

α 相と β 相の化学組成を一定にした一連のチタン合金を設計し、クリープ特性への α 相の量比および溶体化処理時間の影響を調べた。各合金は1173 Kにて、1, 100 および1000 hの溶体化処理を行った後、773 K 4 hの時効処理をした。一次 α 相の量比(VFAP)は17~73%であった。クリープ破断試験は773 K, 392 MPaにて実施した。破断寿命は、溶体化時間が100 hまでは、VFAPが50%の合金で最長、17%の合金で最短であった。1000 hでは、破断寿命はVFAPの増加とともに長くなった。定常クリープ速度 $\dot{\epsilon}_s$ はVFAPの増加とともに減少した。これは α 相のより高い流動応力による。VFAPの低下とともに $\dot{\epsilon}_s$ は溶体化時間にかかわらず一定値に収束する傾向を示した。これはVFAPの低い合金では、溶体化時間に関係なく一定の平均寸法をもち、 β 相内に析出した微細 α 相が $\dot{\epsilon}_s$ を支配しているためであると考えられた。本実験でのクリープ変形機構は、交叉すべりを主とした転位クリープであると推定された。

A Speculation on Dynamic Recrystallization (Note)

By Paulo Roberto CETLIN

会員には「鉄と鋼」あるいは「ISIJ International」(1989年1月より「Trans. ISIJ」より改題)のいずれかを毎号無料で配布いたします。「鉄と鋼」と「ISIJ International」の両誌希望の会員には、特別料金5000円の追加で両誌が配付されます。