

論文審査の結果の要旨

氏名 鍾 明

鉄鋼精錬における不純物元素であるりんを鉄鋼から除去する脱りんプロセスでは、処理に用いられるフラックスは固相 CaO を含む固液共存状態である CaO 系マルチフェーズフラックスとなっており、マルチフェーズフラックスによるりんの除去反応機構の研究が行われている。本研究では、CaO 系マルチフェーズフラックスによる脱りん反応を有効に進めるための基礎として、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体中成分の活量などの熱力学的性質を測定し、りん酸カルシウム系固溶体相へのりんの除去を促進する条件を検討した。本論文は7章からなる。

第1章は緒言であり、本研究の背景、鉄鋼精錬における脱りんプロセスに関するマルチフェーズフラックスへのりんの濃化反応機構およびその熱力学に関する既往の研究について検討し、本研究を行う背景、位置づけ、目的について述べている。

第2章では、本研究の熱力学データの測定原理および用いた実験方法、試料の分析方法について説明している。

第3章では、実際のプロセスでのりんの除去挙動を考察するため、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体ペレットと溶鉄を酸素分圧 5.22×10^{-12} atm、温度 1823K および 1.41×10^{-11} 、 4.25×10^{-10} atm で 1873 K で平衡させ、固溶体相と溶鉄相の間のりん分配を測定した結果について述べている。固溶体中 $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 濃度が増加するに従い、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体ペレットと溶鉄間のりん分配比は減少し、固溶体中 P_2O_5 の活量は増加することを明らかにした。

第4章では、実際のりんの除去プロセスでは固体 CaO の共存する条件で、マルチフェーズフラックスによる脱りんが行われていることから、りんの除去挙動に及ぼす共存 CaO の影響を調べるため、第3章と同様の実験を固体 CaO 共存下で行った結果について述べている。8 および 24mass% の固体 CaO を共存させた $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体ペレットと溶鉄を酸素分圧 5.22×10^{-12} atm、温度 1823 K、および 1.41×10^{-11} atm、1873 K で平衡させ、固溶体相と溶鉄相の間のりん分配を測定した。固溶体中 $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 濃度が増加するに従い、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体中 P_2O_5 の活量は増加した。また、固溶体中で CaO が飽和していることから、 P_2O_5 の活量より固溶体中の

$3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ および $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ の活量を計算により得ている。

実際の精錬プロセスではスラグ中に MgO が含まれているため、 MgO による脱りんプロセスへの影響を検討する必要がある。第5章では、 MgO のりんの除去挙動に及ぼす影響を明らかにするため、 MgO を含む $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体中の P_2O_5 の活量などの熱力学データを測定した結果について述べている。8 および 24mass%の固体 MgO を共存させた $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体ペレットと溶鉄を酸素分圧 5.22×10^{-12} atm、温度 1823 K、および 1.41×10^{-11} atm、1873 K で平衡させ、固溶体相と溶鉄相間のりん分配を測定した。固体 MgO が共存する場合、固溶体中 $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 濃度が増加するに従い、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体中 P_2O_5 の活量は増加した。また、 P_2O_5 の活量から固溶体中の $3\text{MgO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ の活量を計算し、脱りんプロセスを考察するための $2(\text{Ca},\text{Mg})\text{O}\cdot\text{SiO}_2-3(\text{Ca},\text{Mg})\text{O}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体に関する熱力学データを報告している。

第6章では、第3章から第5章までの研究で得た $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体相に関する熱力学データをまとめて比較検討し、溶鋼の脱りんプロセスについて考察した結果について述べている。本研究で得た $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体相に関する熱力学データと従来報告されている固溶体相-液相の相関係に基づいて、りん酸カルシウム系固溶体相へのりんの除去を促進するマルチフェーズフラックスを用いた脱りんプロセスを新しく提案している。

第7章では本論文の統括である。

以上のように、本論文では $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 固溶体相に関する熱力学データを明らかにし、それに基づき、鉄鋼精錬プロセスでのマルチフェーズフラックスによる脱りん反応について考察し重要な知見を得ており、本研究の成果はマテリアルプロセス工学への寄与が大きい。

なお、本論文第3章、第4章、第5章、第6章は松浦宏行、月橋文孝との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上 1 9 8 5 字