

# 論文審査の結果の要旨

氏名 矢嶋 功平

本論文は、電気炉製鋼プロセスで発生するダストから有価金属を分離回収して有効利用することを念頭におき、ポリ塩化ビニルなどを塩素源としたダストからの亜鉛および鉛の塩化物による揮発回収プロセスを検討するため、その基礎となる亜鉛および鉛の塩化・揮発反応の物理化学について明らかにした研究であり、6章からなる。

第1章は序論であり、鉄鋼製錬ダストの処理プロセスの現状、高温での酸化物の塩化物化反応、揮発反応などについて調査した結果を述べている。さらに、塩化物の揮発反応に及ぼす水蒸気の影響についての研究の必要性について説明し、本研究を行う背景、重要性、目的について述べている。

第2章では、 $\text{Ar-H}_2\text{O-O}_2$  ガスによる  $\text{ZnO}$  の塩化物化の反応速度について検討するため、 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnCl}_2\text{-ZnO}$  混合物の揮発反応速度を測定した結果について述べている。 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnCl}_2\text{-ZnO}$ （モル比 1 : 1）の揮発反応速度を、重量減少速度を測定することにより、873 K で  $\text{Ar-H}_2\text{O-O}_2$  雰囲気中で測定した。 $\text{ZnCl}_2$  試料については、水蒸気分圧、酸素分圧が大きくなるに従い揮発反応速度は小さくなることを明らかにした。また  $\text{Ar-0.05atm H}_2\text{O}$  雰囲気では揮発反応の停滞現象が観察されている。 $\text{ZnCl}_2\text{-ZnO}$  試料については  $\text{Ar-0.05atm H}_2\text{O}$  雰囲気中で  $\text{ZnO}$  の生成が観察されており、 $\text{ZnCl}_2$  と水蒸気との反応により  $\text{ZnO}$  が生成して反応サイトを占有するため、反応条件によっては  $\text{ZnO}$  の生成が揮発反応を妨げることを明らかにし、蒸発機構について説明している。

第3章では、 $\text{Ar-HCl-O}_2$  ガスによる  $\text{ZnO}$  の塩化揮発反応速度について検討した結果について述べている。重量減少量を測定する事により、 $\text{Ar-HCl}$  ガス雰囲気での  $\text{ZnO}$  の塩化物化反応速度を 1023 - 1373 K で測定した。 $\text{HCl}$  分圧が大きいほど揮発反応速度は大きくなり、また、 $\text{Ar-Cl}_2$  雰囲気中での揮発反応速度と比較して  $\text{Ar-HCl}$  ガス雰囲気での反応速度が大きいことを見出した。この結果より、塩化反応と蒸発反応を考慮した反応機構について考察している。

雰囲気ガスへの  $\text{O}_2$  ガスの添加による重量減少速度への影響は小さいが、酸素分圧の増加とともに重量減少速度はわずかに減少した。この現象を、 $\text{HCl}$ 、 $\text{O}_2$  ガスからの  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  ガスの生成による揮

発速度の減少でという機構で説明している。

第4章では、 $\text{Ar-H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ar-O}_2$  ガス雰囲気中で  $\text{PbCl}_2$  の揮発反応速度について検討した結果について述べている。 $\text{PbCl}_2$  の重量減少速度を 873–1023 K で測定し、重量減少速度に及ぼす雰囲気ガス分圧の影響を測定している。その結果、酸素分圧は揮発反応速度に影響を及ぼさず、水蒸気分圧の影響があることを明らかにした。また、 $\text{PbCl}_2$  融体の揮発反応中には雰囲気ガスに  $\text{H}_2\text{O}$  が添加されると  $\text{PbCl}_2$  試料が容器壁面を這い上がる現象が観察された。水蒸気との反応により  $\text{PbO}$  が生成しており、反応による融体の組成変化による界面張力の変化により、這い上がり現象が起こる機構を説明している。

さらに、873–1023 K で温度変化による水蒸気との反応による揮発速度の影響について調べている。温度によって重量減少速度の挙動に差があり、反応速度に及ぼす温度の影響について、 $\text{PbCl}_2$  から  $\text{PbO}$  への反応と組成変化による揮発反応の両者の影響を考慮した反応機構に基づいて反応機構を検討し、両者の効果の複合効果により重量変化の挙動を説明している。

第5章では、第2章から第4章で得られた結果をもとに、反応機構の考察を行った。塩化物–酸化物混合物の揮発反応を、塩化物化反応と塩化物の揮発反応に分離して、反応機構を明らかにしている。

第6章は本論文の統括である。

以上のように、本論文では亜鉛や鉛を含む電気炉ダストを有効利用するため、亜鉛及び鉛の化合物の塩化物化反応について検討し、反応速度の測定を行い、その結果から反応機構を明らかにしている。塩化物化反応と揮発反応を考慮した反応機構を考察して、物理化学的に重要な新たな知見を得ており、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2章は月橋文孝、松浦宏行、第3章は月橋文孝、松浦宏行、第4章は月橋文孝、松浦宏行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。