

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | SiC ナノ粒子メンブレンフィルターによるスス酸化反応に関する研究 |
| Title(English) | |
| 著者(和文) | 中村圭介 |
| Author(English) | Keisuke Nakamura |
| 出典(和文) | 学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9288号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:花村 克悟,岡崎 健,平井 秀一郎,小酒 英範,山中 一郎 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9288号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 審査の要旨 |
| Type(English) | Exam Summary |

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号 | 甲第 | | 号 | 学位申請者氏名 | | 中村 圭介 | |
|-------------|-----|--------|----|---------|-------|-------|--|
| | | 氏名 | 職名 | | 氏名 | 職名 | |
| 論文審査 審査員 | 主査 | 花村 克悟 | 教授 | 審査員 | 山中 一郎 | 教授 | |
| | 審査員 | 岡崎 健 | 教授 | | | | |
| | | 平井 秀一郎 | 教授 | | | | |
| | | 小酒 英範 | 教授 | | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「SiC ナノ粒子メンブレンフィルターによるスス酸化反応に関する研究」と題し、全 6 章より構成されている。

第 1 章「序論」では、ディーゼルエンジンの後処理システムの概要と、その中心的役割を担うディーゼル微粒子フィルター(DPF)について概説し、その高機能化の一手法であるディーゼル微粒子メンブレンフィルター(DPMF)においては、ススのケーキ層が直接形成されることによる圧力損失低減効果や、再生時において、メンブレン層を構成する SiC ナノ粒子表面の酸化膜によるスス酸化反応活性化エネルギー低減効果が示唆されていることを説明し、このスス酸化反応機構を明らかにすることが本研究の目的であることを述べている。

第 2 章「メンブレンフィルターによるスス酸化反応現象の可視化」では、DPMF に堆積されたススの 600°C 程度の温度域における見掛け上の酸化速度が従来の DPF に比べて速いことを光学顕微鏡により示し、さらに環境制御型透過型電子顕微鏡を用い、表面酸化膜に白金ナノ粒子を埋没させた SiC ナノ粒子とスス粒子を接触させることにより、450°C 程度においてもその接触界面から酸化反応が生ずることを示している。

第 3 章「ディーゼル・パーティキュレート・メンブレン・フィルター (DPMF) におけるスス酸化反応速度」では、ディーゼルオイルランプの輝炎から採取されたスス粒子から可溶性有機物質(SOF)を除去したススを、通常の DPF の流入流路表面に SiC ナノ粒子により構成されるメンブレン層を施した DPMF に堆積させた場合について、そのスス酸化反応速度を検討している。この SiC ナノ粒子は数ナノオーダーの酸化膜に覆われており、ここではその酸化膜層に白金ナノ粒子を埋没させたメンブレンフィルターと白金を埋没させていないメンブレンフィルターについて比較されている。通常、SOF 分を除去したススと気相中の酸素 (10%濃度) との酸化反応はおよそ 600°C 程度の温度域において生ずるが、メンブレンフィルターに堆積されたススにおいては、460°C においても酸化処理が可能であることが示されていることから、ススとメンブレンフィルターとの接触状態が酸化反応を大きく左右することを示している。さらに、この酸化反応速度は SiC ナノ粒子表面酸化膜内部への白金添加により促進されるものの、その総活性化エネルギーは、白金の有無に関わらず同じであることが示されている。

第 4 章「SiC ナノ粒子とスス粒子の界面におけるスス酸化反応の評価」では、スス中の炭素成分としてカーボンブラック (平均粒径 42nm) を用い、それと SiC ナノ粒子 (平均粒径 35nm) の混合比率を変化させることにより両者の接触面積を変化させ、その酸化反応温度域を昇温反応試験装置により評価している。カーボンブラック粒子と SiC 粒子の個数比がほぼ 1:1 の接触状態においては酸化膜層への白金添加により酸化反応温度が低下するが、個数比が 1:4 と、SiC 粒子が多くカーボンブラック粒子に接触している場合には、カーボンブラック酸化反応温度は、白金の有無に関わらずほぼ等しいことが示されている。このとき酸化膜により覆われた SiC ナノ粒子による吸着酸素量が、白金の添加により増大することが昇温脱離分析装置により示されていることから、酸化膜による酸素吸着がスス酸化反応速度を増大させる触媒効果を担い、白金添加はその吸着酸素量を増大させる役割を担っていることを示している。

第 5 章「DPMF におけるスス酸化反応機構に関する考察」では、第 4 章までに得られた知見に基づいて、気相中の酸素が SiC ナノ粒子表面酸化膜にいったん吸着され、その吸着酸素によりスス粒子が酸化される反応機構を提案し、それについて考察するとともに、実機レベルのディーゼル微粒子メンブレンフィルターについて、白金添加量およびメンブレン層の構成など、その設計指針を示している。

第 6 章「結論」では、各章にて得られた結論を総括している。

以上を要するに、本論文は SiC ナノ粒子メンブレンフィルター (DPMF) による反応機構について考察しており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は、博士 (工学) の学位論文として十分な価値を有するものである。