

4P054

172 nm Xe₂エキシマランプによるSO₂の分解過程に関する研究

(九州大院・総理工¹，九大先導研²，ウシオ電機³)

川原 孝史¹，川原 将司¹，加茂 直大¹，辻 正治^{1,2}，菱沼 宜是³

1. 緒言

SO₂は石炭や石油の燃焼時に排出され、排出源として発電所や工場や自動車などがあげられる。SO₂は水の存在下で硫酸となり酸性雨の原因になったり、呼吸器系疾患の原因になったりする。排ガスの除去に関しては設備コストや運転コストが安価でコンパクトかつ高効率な脱硫装置が求められている。

最近我々は、運転コストが安くコンパクトであり、高価な触媒や吸収材などを一切必要としない172 nm Xe₂エキシマランプを用いた排ガス処理装置の開発研究を行っている。172 nm 光はN₂には全く吸収されないためO₂存在下でもN₂/O₂の光反応によるNO_x生成という問題は起こらないという利点がある。本研究では172 nm 真空紫外 Xe₂エキシマランプによるSO₂の分解過程に関する研究を閉鎖系とフロー系を用いて行った。さらに仮想排ガス雰囲気(窒素 90% + 酸素 10%)でSO₂とNO₂の同時分解実験もフロー系で行った。

2. 実験

実験装置を図1に示す。SO₂+N₂またはSO₂+N₂+O₂混合物をチャンバー内に導入し閉鎖系とフロー系で分解実験を行った。ここでN₂:O₂比は四重極質量分析計(QMS)で決定した。混合ガスに172 nm 光を照射する前と一定時間照射後のSO₂と生成物の濃度を測定し、SO₂の残留率と各生成物の生成率を決定した。Xe₂ランプには市販の50 mW/cm³のものでウシオ電機の試作装置である300 mW/cm³のものを用いた。今回フロー系ではすべて300 mW/cm³のランプを用いた。

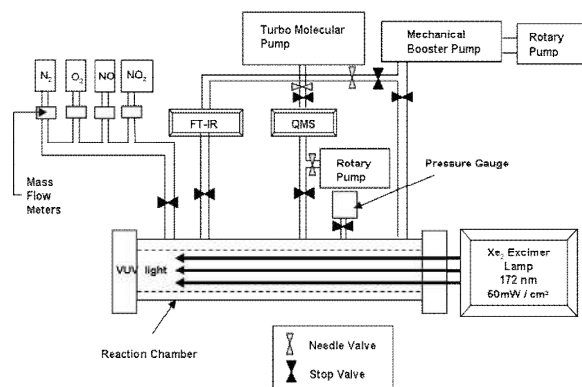


図1. 実験装置図

3. 実験結果

3.1 閉鎖系

閉鎖系において窒素100%と窒素80%+酸素20%のときのSO₂残留率の照射時間依存性を図2に示す。このときのSO₂濃度は1000 ppmである。窒素雰囲気中では次の反応が起きる。

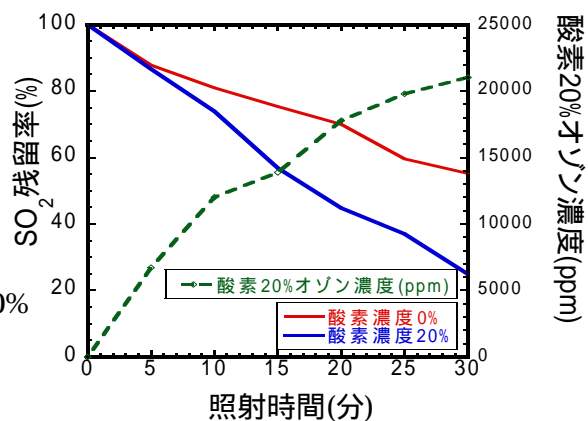
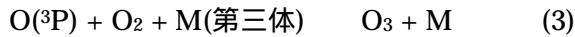


図2.閉鎖系におけるSO₂(1000 ppm)の処理効率(50 mW/cm³)

よってチャンパー内にSの付着が確認された。

一方酸素雰囲気中においては以下の反応が起きる。



これらの反応で生成するO(¹D)やO₃やとSO₂との反応でSO₃やH₂SO₄が生成すると考えられる。

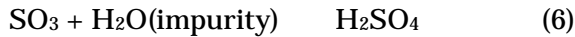
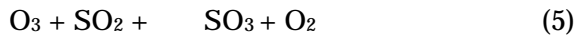


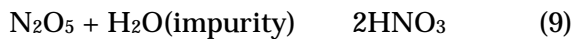
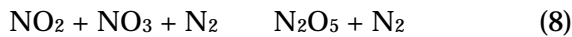
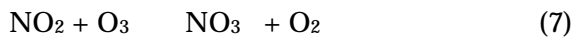
図2より窒素中における172 nm光照射での直接的な光分解よりも、酸素中でのO₃やO(¹D)による分解のほうが効率的にSO₂を変換可能なことが分かる。

3.2 フロー系

図3に流量1 L/minにおいて酸素濃度を变化させた時のSO₂濃度200 ppmの残留率(%)を示す。酸素濃度を10, 20%と増加させるにつれてSO₂の残留率は減少し、酸素を20%導入した場合には約50%に減少させることができた。

3.3 SO₂+NO₂処理

図4に流量1 L/minにおいて仮想排ガス雰囲気下(窒素90%+酸素10%)でSO₂ 200 ppmとNO₂ 200 ppmの混合気体を処理したときの実験結果を示す。ここでNO₂がN₂O₅やHNO₃へ変換される過程を以下に示す。



NO₂は完全に172 nm光照射後は100%フロー系において分解されることが分かる。またSO₂に関してはSO₂単独での実験の結果よりも若干残留率が高くなったもののNO₂共存下でも真空紫外光による処理が可能であることがわかった。

4. まとめ

流量1 L/minにおいてSO₂はSO₃やH₂SO₄に変換でき、NO₂はN₂O₅やHNO₃に変換できた。ここでSO₂やNO₂は水に溶けず非常に回収しにくい、照射後は液体や水に溶けやすいものになり回収が容易になる。またSO₂とNO₂の混合ガスの同時軽減も可能であることが分かった。よって今回試みた真空紫外光プロセスは触媒を用いずコンパクトでかつ低ランニングコストの大気汚染物質の同時処理法としての実用化が期待できる。

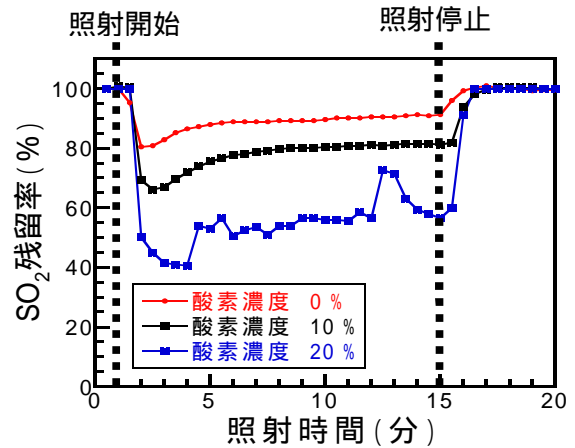


図3.流量1 L / minにおけるSO₂(200 ppm)の処理効率

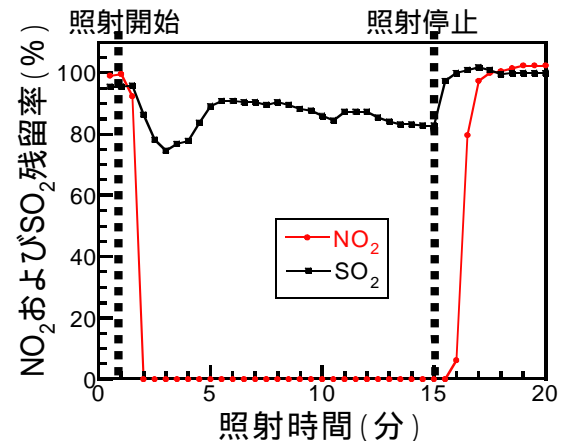


図4.流量1 L / minにおけるNO₂(200 ppm) + SO₂(200 ppm)の処理効率(窒素90% + 酸素10% 雰囲気)