

論文要旨

現代において、揮発性有機化合物(VOC)が大量に使用されている。これらには有害な物質が多く、これまでその除去法として、燃焼法触媒法などが用いられているが、これらの方法は低濃度の VOC 分解には効率が悪い問題がある。これらの方法に替わり、低濃度の VOC を高速かつ高効率で分解できる大気圧プラズマを用いた方法に、触媒を併用した方法が提案されている。しかし、触媒ビーズを充填する方法では圧力損失が大きい欠点があり、触媒塗布型では耐久性に問題がある。

本研究では、被処理ガスをベンゼンとし、プラズマ処理におけるエネルギー効率を高めるため、触媒を併用し、従来の欠点を改善する新しい方法を考案した。ここで、内部電極材料としてチタンを採用した。大気圧プラズマによる放電では、空気中の窒素分子等に起因する紫外光の発光があることから、チタンの酸化物の光触媒効果によりベンゼン分解のエネルギー効率の向上が期待できる。本研究では、熱酸化膜を有するチタン電極を用いた大気圧プラズマ装置により、外部光源なしで、圧力損失が少なく、高い耐久性を実現し、光触媒効果を併用して高効率な VOC 分解を目指した。

まず、様々な条件で酸化処理したチタン板表面の構造を調べ、メチレンブルー分解実験で光触媒効果について検討した。次に、酸化処理したチタン電極を用いた大気圧プラズマ装置によりベンゼン分解を行い、光触媒効果との相関に関して検討した。さらに、電極表面を加工して、電極表面の構造がベンゼン分解に与える影響について検討した。

10 時間、大気中で酸化処理したチタン板表面に形成された結晶構造は、XRD 解析より 550°C 以下では結晶が観測されなかったが、550°C~700°C でルチル型の結晶が観測された。メチレンブルーの分解実験より、450°C で酸化処理した場合、光触媒効果が最大になった。

内部電極に酸化処理したチタンを用いることにより、ベンゼン分解のエネルギー効率が改善されることを明らかにした。特に、450°C で酸化処理した場合、チタン電極表面に成長した酸化膜の紫外光吸収が大きいため、光触媒効果がより大きくなったためと考えられる。チタン電極の表面構造がベンゼン分解率に与える影響は、ボルト型電極を用いたときベンゼン分解率が最大になることが分かった。これは、ボルト型電極の場合、放電ストリーマが密になり未処理のベンゼンの割合が減少し、ベンゼン分解率の上昇に寄与したと考えられる。