

SS16 : 극한환경 반응형 필터

SS16-1 | Catalyst/filter complex for industrial wastewater treatment

THAO Le Thi¹, CHOI SeungWon^{1,2}, MOON Gun-hee¹, *KIM Sang Hoon¹

¹Korea Institute of Science and Technology, ²Korea University
Designing a highly efficient and eco-friendly mineralization process for isopropyl alcohol (IPA) -contaminated water in the semiconducting manufacturing industry remains a great challenge. In this work, we present copper-doped iron oxide catalysts that can significantly enhance the peroxydisulfate activation under UV light and accelerate the mineralization of IPA. This UV/PDS/Cu-iron oxide system degraded IPA (10 ppm) within 1 and 30 min. The copper doping resulted in increased production of sulfate and hydroxyl radicals via synergistic activation of PDS by UV and Cu-Fe₂O₃ photocatalysts, and also dramatically suppressed the recombination of electron-hole pairs and improved the interfacial charge transfer. Next, we prepared catalyst/filter complex by immobilizing Cu-Fe₂O₃ catalyst on a free standing filter. This catalyst/filter complex also showed comparable performance with the powder-type system, which is favorable for practical applications.

SS16-2 | 고위험 폐수의 처리를 위한 세라믹 필터 소재 기술 개발

*송인혁¹, 이흥주¹, 하장훈¹, 이종만¹

¹한국재료연구원

세라믹 분리막은 기존에 널리 사용되어 온 고분자 분리막에 비하여 극한의 운용 조건(pH, 압력, 온도)에서 고 신뢰성을 가지며 내 환경성을 보유하고 있어, 지속 사용이 가능하여 차세대 미래 그린 산업을 주도할 수 있는 미래 원천 소재이다. 특히 기존의 분리막의 단점을 보완한 새로운 세라믹 분리막은 향후 수처리 뿐만 아니라 증류, 흡착, 추출 등이 요구되는 반도체, 제약, 식품, 제지, 발전 등 다양한 극한 운용 조건을 요구하는 시장으로 영역 확대가 가능한 기술 분야이다. 본 연구에서 제안하는 반도체/전자 산업용 폐수처리 기술은 반도체/전자산업 관련 제조 전 공정에 걸쳐 요구되는 산업 용수를 목표 수질에 맞게 공급하기 위하여 기존의 수처리 기술로 제거가 어려운 오염물질을 중금속 이온 처리용 10nm 급 세라믹 분리막 및 CMP 공정 폐슬러리 처리용 세라믹 분리막을 이용하여 효과적으로 제거하는 고도 폐수처리 기술이다. 소재적인 관점에서 본 과정을 통하여 알루미늄 분리막과 타이타니아 분리막을 압출 공정을 통하여 구현하였으며, 특히 모듈화를 통하여 실용화의 기반을 구축하였다.

SS16-3 | 압출공정에 의한 세라믹 분리막 개발

*정재철¹

¹(주)파인텍

극한 환경용 세라믹 분리막은 모듈제작, Scale-up, Packing density가 우수한 튜브 형태를 기반으로 개발되어 유해 물질 및 유해입자를 제거하는 용도로 사용된다. 본 연구에서는 진공압 출법과 침지 코팅법을 혼합하여 극한환경용 세라믹 분리막으로 활용이 가능한 다공성 알루미늄 튜브를 제작하고, 이의 성능을 평가하였다. 다공성 알루미늄 튜브의 성능은 미세구조, 수투과도, 표면 기공크기의 분석을 통해 평가하였다. “이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노·소재 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023M3H4A 3087475).”

SS16-4 | 반도체 폐수 처리를 위한 비스무스 나노시트 기반 세라믹 나노여과 멤브레인의 적용

소연¹, 송인혁², 정재철³, *박찬혁¹

¹이화여자대학교, ²한국재료연구원, ³주식회사 파인텍

반도체 제조 과정에서 다양한 오염물질을 포함한 많은 양의 폐수가 배출됨에 따라 폐수 처리의 필요성이 주목을 받고 있다. 처리 비용 및 효율 측면을 고려하였을 때 실리카 처리로는 멤브레인을 활용한 물리적인 제거 방식이 적합할 것으로 예상된다. 특히, 고분자 멤브레인에 비해 내구성 및 물리화학적 특성이 전반적으로 뛰어난 세라믹 멤브레인을 이용하는 것이 반도체 폐수와 같은 극한환경 산업폐수에 적용되기 적합할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 비스무스 나노시트 기반 세라믹 분리막을 이용하여 효율적인 오염물질의 여과를 가능하게 한다. 비스무스 기반 세라믹 분리막은 코팅 조건을 달리함으로써 용존성 실리카와 불소 이온을 포함한 대표적인 오염물질에 대해 향상된 제거 효율을 보였다. 이러한 발견은 폐수 배출에 대한 규제 기준을 충족하고 분리막에 대한 지속가능성을 향상시키는데 도움이 된다. 비스무스 나노시트 코팅 후 세라믹 분리막 표면 구조와 기공 크기의 변화와 이로 인해 오염물질의 제거율에 미치는 영향을 제시하였다. 오염물질에 대한 향상된 제거 효율은 반도체 폐수 처리 공정에서 실용적인 이점을 제공할 수 있다. 이는 반도체 폐수에 대한 효율적이고 지속 가능한 처리를 가능하게 한다.

SS16-5 | 자동차 브레이크 발생 미세먼지 저감 세라믹 필터

*황광택¹

¹한국세라믹기술원

미세먼지는 세계보건기구에서 1급 발암물질로 규정한 것으로 공장, 소각, 자동차 등 다양한 분야에서 발생하고 있다. 국민 생활 및 건강에 영향을 미치는 미세먼지 저감에 관한 다양한 방법이 시행되고 있으며 특히 고밀 도시의 경우 많은 차량 통행으로 발생하는 미세먼지 배출이 큰 이슈가 되고 있다. 자동차에서 발생하는 미세먼지는 연소에 의해 발생하는 배기계 미세먼지와 타이어나 브레이크에서 발생하는 비배기계 미세먼지로 나눌 수 있다. 배기관은 경유자동차미세먼지필터(DPF)와 같이 다공성 세라믹 필터를 이용해서 처리하고 있다. 비배기계에서 발생하는 미세먼지는 브레이크 디스크와 패드에서 발생량을 줄이는 방법과 발생된 미세먼지를 다공성 필터를 이용하여 포집하는 방법이 있다. 유럽에서는 2025년 브레이크 미세먼지 배출 규제가 포함될

Euro 7 규제가 발표되었으며 이에대한 대비가 필요한 시점이다. 본 발표에서는 자동차 브레이크에서 발생하는 미세먼지를 포집할 수 있는 세라믹 필터 및 이를 장착한 모듈에 대해 소개하고자 한다. 세라믹 필터는 다음과 같은 특성을 가져야 한다. 제동과정에서 브레이크 패드에 발생하는 마찰열(약 700°C)을 견디기 위한 내구성, 필터 오염에 대한 저항성내부식성, 차량 주행시 발생할 수 있는 진동에 대한 진동 저항성 및 내구성 등이다. 세라믹 필터를 성형 및 소성하고 이를 부착한 필터 모듈을 개발하였으며 미세먼지 포집 효율을 평가하였다.

SS16-6 | 유연 세라믹 나노섬유 분리막의 개발 및 수질정화 분야 활용

*이종만^{1,2}, 하장훈², 이홍주², 송인혁^{1,2}

¹과학기술연합대학원대학교, ²한국재료연구원

The development of flexible ceramic nanofibers has attracted much attention because they may be able to overcome the intrinsic brittleness and thus be applied towards air/water filtration media. Moreover, the pristine ceramic nanofibers can be coated with TiO₂ using a sol-gel process. The TiO₂ coating layer would improve the photocatalytic degradation ability. The ceramic nanofibers could be prepared through sol-gel, electrospinning, and calcination processes. The ceramic precursor solutions were mixed together and electrospun using an electrospinning device. The as-spun nanofibers were dried and calcined in air. For TiO₂ coating, the pristine ceramic fibers were submerged in the TiO₂ sol and rinsed. The TiO₂-coated ceramic nanofibers were dried and calcined in air. Finally, they were evaluated with respect to physicochemical properties, membrane performance, and photocatalytic degradation. For the development of flexible ceramic nanofibers, the concentrations of ceramic precursors were adjusted so as to control two major parameters (grain size and fiber diameter, respectively). It was consequently revealed that smaller grain size and larger fiber diameter could increase the flexibility. The TiO₂-coated ceramic fibers showed excellent adsorption/degradation of humic acid (HA, 88.2%), methylene blue (MB, 92.4%), and tetracycline (TC, 99.5%). Six recycling tests were performed to evaluate the reusability of the TiO₂-coated ceramic nanofibers. The adsorption/degradation efficiency for HA, MB, and TC decreased by 3.7%, 2.8%, and 2.2%, respectively. As the ceramic precursor were increased, the nanofiber diameters increased, the specific surface area decreased, and the grain size decreased, thereby enhancing the flexibility of ceramic nanofibers. The TiO₂-coated ceramic nanofibers were considered for two aspects: (1) the ability to simultaneously perform separation and

degradation and (2) improving the efficiency of photocatalytic degradation.

SS16-7 | 이산화탄소 포집을 위한 세라믹 접촉 분리막 기술 개발

*이홍주¹, 나시르 다니얌^{1,2}, 하장훈¹, 이종만^{1,2}, 송인혁^{1,2}

¹한국재료연구원, ²과학기술연합대학원대학교

Carbon dioxide is an important green-house gas that contributes to global warming and climate change. To reduce atmospheric carbon dioxide concentration, development of novel technologies for the capture of carbon dioxide from large stationary carbon dioxide emission sources is important. The most common method for carbon dioxide capture in use today is absorption with aqueous alkanolamines. However, conventional absorption processes have some problems such as the high energy consumption, foaming, channeling, entraining and flooding, etc. Membrane contactor can be a good alternative carbon dioxide capture process. Gas-liquid hollow fiber membrane contactor process for gas separation has interesting advantages compared with conventional absorption process due to the higher interfacial area, increased the capacity factor, and low energy consumption. Over the last two decades, while remarkable progress has been made in the development of membrane contactors for the separation of carbon dioxide from gas mixtures, there are still many hurdles to cross before this technology can be commercialized. To improve and optimize the performance of the membrane contactor process to make it suitable for commercialization, it is important to identify suitable membrane materials, study the membrane pore structure, optimize the operating conditions, and develop suitable absorbents. Ceramic membranes are more stable than polymeric membranes in carbon dioxide absorption process using amine solution as absorbent.

SS16-8 | Low-temperature sintered electrically conductive porous SiC: effect of transition metal additives

ANWAR Muhammad Shoaib¹, LEE Hong Joo², HA Jang-Hoon², LEE Jongman^{1,2}, *SONG In-Hyuck^{1,2}

¹University of Science and Technology, ²Korea Institute of Materials Science

Porous SiC ceramics show a combination of excellent properties which include low bulk density, adjustable permeability, controlled electrical and thermal conductivity. Combination of such outstanding properties have made SiC a widely accepted material for various applications

including electrically conductive catalytic supports and heatable-filters. In this research work, the influence of various transition metal (Mo, Co, Ni, Fe) additives on the electrical and mechanical properties of mullite-strengthened SiC sintered in the range of 1100-1500 °C was investigated. The addition of metal additives reduced the electrical resistivity, enhanced the mechanical strength and produced samples with an approximately 40% porosity. The decrease in electrical resistivity was attributed to the in-situ formation of electrically conductive metal silicides. The comparative study shows that at the same metal-additive content (15 wt%), Fe was the most effective element to reduce the electrical resistivity and increase the flexural strength, which were recorded as $8.0 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ and $20 \pm 2 \text{ MPa}$, respectively, of the samples sintered at merely 1300 °C.