

SS2 : 세라믹 3D 적층성형기반 RM 체제 구축을 위한 요소기술 개발

SS2-1 | 고에너지밀도 리튬 이온 전지 구현을 위한 차세대 전극 공정 기술

*최정현¹

¹한국세라믹기술원

운송 분야의 탄소 중립 실현을 위하여 보급이 시작되었던 전기자동차는, 대부분의 주요 국가에서 티핑 포인트를 지나 내연 기관 자동차를 빠르게 대체하고 있다. 이러한 전기자동차 성장의 바탕에는 에너지원인 리튬 이온 전지 기술의 빠른 기술적 성장이 있었다. 리튬 이온 전지 기술은 리튬을 보관하는 양/음극 등 활물질 소재를 중심으로 개발이 진행되어 왔으나, 최근 소재 특성의 한계에 부딪혀 점차 성능 개선이 둔화되고 있는 상황이다. 소재 기술의 한계를 극복하기 위하여 최근 전극 공정 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전극 공정 기술은 전지 내 활물질의 집적도를 결정짓는 기술이며, 전극 내의 미세구조를 제어하는 주요 공정이기 때문에 전지의 에너지밀도 뿐만 아니라 출력 특성 등 대부분의 전지 성능에 크게 영향을 미친다. 본 발표에서는 기존 리튬 이온 전지 제조를 위한 전극 공정 기술에 대해 살펴보고, 현 기술의 한계점을 짚어볼 것이다. 또한 차세대 공정 기술인 건식 기반 전극 공정 기술에 대한 소개를 통하여 고에너지밀도 리튬 이온 전지 구현을 위한 공정 기술 개발의 방향성을 제시하고자 한다.

SS2-2 | TiO₂ 기반 3D 프린팅 구조체를 활용한 Pd 촉매의 제조 및 특성 연구

김예은^{1,3}, 백재호³, 천동환^{2,3}, *이만식³

¹고려대학교, ²부산대학교, ³한국생산기술연구원

3D 프린팅 기술은 각각의 레이어를 적층하여 원하는 구조체를 제조하는 방법으로, 이는 특정 구조체로 제조하기가 용이하다는 장점이 있다. 현재 의료 및 다양한 분야에서 3D 프린팅된 소재의 활용이 확대되고 있는 추세이며, 특히 최근에는 촉매 분야에서도 다양한 소재를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 TiO₂ 분말을 활용하여 3D 프린팅을 통해 새로운 촉매 구조체를 제조하고, 습식합침법을 통해 Pd 담지 촉매를 제조하여 촉매적 특성을 확인하였다. 3D 프린팅은 direct ink writing법을 활용하였으며, 알코올기를 갖는 바인더 및 수계 분산제를 사용하여 TiO₂ 페이스트를 제조 및 적층하였고, 이후 건조 및 소성을 통해 바인더를 제거하고 견고한 구조체를 제조하였다. 특히, TiO₂ 소성 과정에서 rutile 상으로의 상전이로 인해 표면적 및 기공크기가 감소하는 문제를 극복하고자 구조체 표면에 관능기를 부여하였으며 이를 통해 구조체 표면에 고르게 Pd를 함침시킬 수 있었다. 제조된 촉매는 4-nitrophenol 환원 반응에 활용되었으며, 촉매 표면의 특성과 제거 반응 효율의 상관관계에 대해 다루고자 한다.

SS2-3 | Additive manufactured NH₃-SCR catalysts through powder bed 3D-print and stepwise coating processes

정보라^{1,3}, 김수진^{2,3}, 이명진^{2,3}, 김태형^{1,3}, *김홍대³

¹부산대학교, ²울산과학기술원, ³한국생산기술연구원

Selective catalytic reduction (SCR) technology for NO_x removal has been widely used to respond to environmental regulations that have been strengthened according to industrial development. For the excellent SCR performances, a high specific surface area is important because catalytic reaction occurs on the surface of catalysts. High durability is also required for applications needing physical strength. In this study, honeycomb-type outputs as supports through powder bed 3D-print could have the high specific surface area which increased by ~112% by minimizing the thickness of inner walls. Thereafter, SCR catalysts were finally prepared by stepwise coating processes. Post-treatment using colloidal silica increased the physical strength of the outputs. Slurry was prepared by the commercial composition of VW/TiO₂, and wash coating process was proceeded under optimized conditions. NO_x conversion of 93.5% for our catalysts was similar to those fabricated from traditional methods in spite of scale-up from 0.5 to 1.0 inch. Therefore, SCR catalysts prepared by the 3D-print and coating processes indicate economic feasibility through reduced use of additives and probability of printing the complex-shape support for high specific surface area. The improved properties were characterized using a universal tester and fixed bed reactor.

SS2-4 | 대형 Sub-frame의 중공 차압주조를 위한 부품 및 제조공정 설계

*박진영¹, 윤필환¹, 강호정², 이규환¹

¹한국생산기술연구원, ²부산대학교

차압주조공정은 용탕의 층류층전을 통한 주조품 내부 가스결함을 방지하여 그로인한 기계적특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있어, 고강도를 요하는 자동차 샷시부품을 중심으로 적용이 확대되고 있다. 그러나, 최근 차량부품의 경량화 극대화를 위한 중공화(hollow) 주조는 챔버내에서 증자와 용탕의 반응으로 인한 반응 가스의 벤팅문제로 중공주조에는 어려움이 있어왔다. 본 연구에서는 자동차 주조성형부품 중 경량화효과가 큰 대형 sub-frame을 대상으로 차압주조기반의 중공주조 성형 가능성을 평가하기 위해서 적층성형에 의한 증자를 제조, 장착하고, 반응가스 제어를 위해 보온로 감압방식의 차압주조 성형을 시도하였다. 차압주조 적용을 위해 대상 부품을 under-cut 방지, 가스벤팅, 취출 용이성을 고려하여 재설계하였고, 주조해석을 반영하여 급형의 게이트, 런너, 벤팅 및 냉각채널등의 주조방안을 설계하였다. 주조품 중공화를 위한 증자는 모래입자 190um, 적층성형법은 binder jet형식(해상도: 300dpi)을 이용하여 제조하였고, 증자의 강성확보를

위해 구조해석을 진행하였으며 비교재료 기존의 샌드 코어공정 (isocure cold box공법)을 통해 증자를 성형하여 특성을 비교하였다. 또한, 적용된 증자형상은 차압주조공정 시뮬레이션을 통해서 용탕 충전성과 냉각능 개선을 반영하여 최적화하였고, 증자 증공도를 0%, 30%, 50%로 각각 제조하였다. 제조된 증자를 장착한 후, 차압주조공정을 적용하여 시제품을 제조한 후 내부 가스량, CT분석 및 기계적특성을 분석한 결과, 증자의 증공도가 증가함에 따른 시제품 내 가스량은 감소하는 경향을 나타내었다. 최종적으로, 30%의 증공도를 갖는 증자를 적용한 경우 미성형없이 우수한 기계적 특성을 나타내어, 1m급 대형 sub-frame에 대한 증공 차압주조 성형 가능성을 확인하였다.

SS2-5 | 세라믹 복합체의 절연파괴 특성에 대한 연구

*김백진¹, 박인¹, 한세미¹

¹한국생산기술연구원

Dielectric breakdown resistance is a key variable that must be firstly considered when selecting a high-voltage capacitor, and is greatly dependent on the chemical structure and their composition of the dielectric, atomic defects, and solid structure and defects. Dielectric breakdown refers to a phenomenon in which a dielectric material changes from an electrical insulator to a conductor as the applied voltage to the dielectric increases. The applied voltage at this time is generally referred to as dielectric breakdown strength. In this study, in order to prepare a ceramic composite with UV curable good insulation breakdown resistance materials, a biomass-derived photo-curable platform chemicals and ceramic materials such as alumina and fumed silica were synthesized, respectively. Especially photo-curable platform compound was synthesized using isosorbide and PO3G, and acrylate functional groups were terminated on the surface of alumina and silica to response UV light source. And then, a photo-curable ceramic composite was fabricated by mechanical methods, and finally UV irradiation system was employed to manufacture ceramic composites of 2 inch specimen. It will be confirm that the dielectric breakdown strength and its characteristics for ceramic composites at voltage of 10 kV for 1 minute.

SS2-6 | 고밀도 세라믹 슬러리 제조를 위한 플라즈마 공정 최적화

*안치성¹, 나병록^{1,2}

¹한국생산기술연구원, ²한양대학교

세라믹 소재 기반 적층성형 공정을 구성하는 핵심 요소 기술 중 하나로서 장치에 공급하는 원료의 형태를 최적화하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 출력된 구조체를 구성하는 세라믹 소재 특성으로 인해 요구되는 열처리 후공정 단계에서의 수축 및 변형의 최소화가 가능하도록 공급 원료를 고밀도 슬러리 형태

로 가공할 수 있는 플랫폼 확보에 관한 관심이 증가하고 있다. 한편, 슬러리 내 분말 함유량을 높이기 위한 일반적인 방법으로 입자 표면에 작용기를 형성하는 전처리 단계를 반영하는데, 이때 불밀 등 물리적 공정법이 주로 활용되고 있다. 하지만, 오랜 시간이 소요되고, 분말 형상 변형이 발생할 수 있다는 단점으로 인해 세라믹 적층성형 RM (Rapid Manufacturing) 체제를 효율적으로 구축하는 데에는 한계가 있다. 본 연구에서는, 세라믹 입자 (Al₂O₃ / 300 nm 입경)와 DI (Deionized) water로 구성된 슬러리 내에 플라즈마를 조사함으로써 고분산도 및 입자 함유량 증가에 중요한 요소로 작용하는 OH- (Hydroxyl) 작용기의 효율적 생성이 가능한 공정을 설계하였다. 추가로 플라즈마 공정 변수별 슬러리 분산도 경향성을 관찰하였으며, 슬러리 내 분말 함유량의 극대화가 가능한 최적 조건을 예측하였다.

SS2-7 | 산업 부품 제조를 위한 레이저 기반 세라믹 3D프린팅 공정 기술 개발

*박지용^{1,2}

¹한국생산기술연구원, ²과학기술연합대학원대학교

현재, 복잡한 형상을 구현하기 어려운 기존의 제조 방법 대신 3D 프린팅 기술이 널리 활용되고 있다. 특히 설계 최적화, 격자 구조, 그리고 위상 최적화를 통해 맞춤형 부품을 제작하는 것이 가능하며, 이러한 기술은 플라스틱 뿐 아니라 금속 및 세라믹과 같은 다양한 소재에 적용되고 있다. 이 중에서도 가장 널리 사용되는 방법은 레이저를 활용한 광소결 기술로서, 이를 통해 고속 및 정밀한 직접 소결 방식으로 3D 형상을 만들어낼 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 레이저 소결 공정 기술을 중심으로 주요 기술 및 현재 기술 동향을 소개하며, 이를 기반으로 특정 응용 분야 및 산업 부품에 대한 최적화 맞춤형 공정 기술을 논의하고자 한다.