

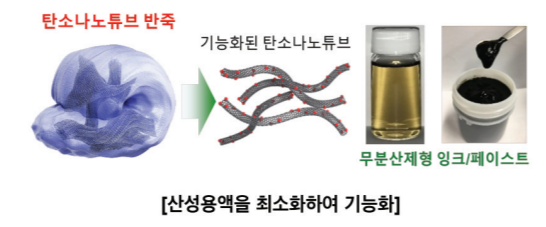
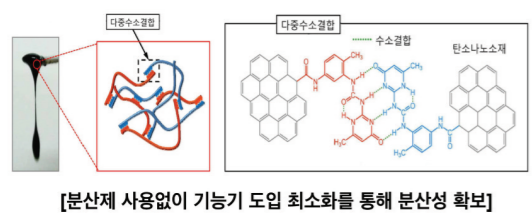
091 무분산제형 나노카본 분산기술

나노융합연구센터 | 한중탁

○ 본 기술은 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 나노카본소재를 이용해 유연전극으로 활용하기 위한 잉크, 페이스트 제조에 있어, 기존에는 분산제를 사용하여 제조한 반면, 무분산제형으로 용액내 분산하여 잉크/페이스트를 제조하는 기술임. 이는 고전도성 나노카본소재 중간재 개념으로 각종 에너지 소자, 투명전극, EMI 차폐 및 기타 전도성 첨가제로 활용의 폭이 매우 넓음.

기술개념 및 구성

- 기술개념
 - ▶ 본 기술은 분산제의 사용없이 탄소나노소재를 고농도로 원하는 용매에 분산할 수 있는 기술로 탄소나노소재의 활용도를 극대화 할 수 있는 기술임
- 기술의 구성도
 - ▶ 초분자구조 다중수소결합 관능기를 도입한 무분산제형 분산기술
 - ▶ 탄소나노튜브의 고효율 기능화 기술을 이용한 무분산제형 분산기술



1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
 - ▶ 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 탄소나노소재는 전기전도성이 우수하고 가벼우며 외부변형에 의한 파괴가 일어나지 않는 장점을 지니고 있으며, 내화확성이 우수하여 차세대 스마트기기에 필요한 유연투명전극, 에너지 전극, 센서전극 등에 필수적인 전도성 나노소재로 인식되고 있음.
 - ▶ 탄소나노소재는 입자형태이기때문에 용액공정으로 전극을 형성하기 위해서는 묽은 잉크나 고점도의 페이스트 형태로 제조가 가능해야함. 그러나 탄소나노소재를 열역학적으로 안정한 분산상태를 유지하기 위해서는 탄소나노소재간 반데르발스힘을 극복할 수 있는 화학적 힘이 필요함.
 - ▶ 그러나 통상의 방법인 계면활성제와 같은 분산제를 사용하거나 구조적인 결합을 유도하여 분산성을 확보할 경우 탄소나노소재로 전극을 형성한 후에 우수한 전기전도도를 확보하기 어려운 단점을 지니고 있음. 따라서, 분산제를 사용하지 않는 무분산제형 분산기술은 직접사용 뿐만 아니라 중간재로서의 탄소나노소재의 활용도를 극대화할 수 있는 기술임

2. 기술 내용

- 기술의 특징
 - ▶ 기술의 특징점
 - 탄소나노튜브, 그래핀에 초분자구조 다중수소결합 관능기를 도입함으로써 탄소나노소재간 반데르발스힘을 극복하여 용액에서 분산성을 확보함
 - 다중수소결합관능기의 중간구조를 제어함으로써 사용자 맞춤형 분산이 가능함

- 단일벽 탄소나노튜브의 결합구조 없이 고효율로 기능화하는 경우 물뿐만 아니라 알코올 및 기타 유기용매에 분산이 용이하고, 전극형성 후 간단한 환원과정을 통해 고전기전도성이 구현됨.
- 분산제 없이 분산성을 확보하였으므로 중간재로서 활용도가 높아 이종소재와 복합화가 용이 하여 상업적 활용도가 매우 높음
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 다중수소결합 관능기 도입 고농도 탄소나노소재 페이스트 기술
 - 나노금속/탄소나노소재 복합구조 기술
 - 단일벽 탄소나노튜브/산화 단일벽 탄소나노튜브 복합 투명전극 기술
 - 고효율 탄소나노소재 산화공정 기술

- 경쟁기술과 차별성
 - ▶ 국내외 유사 · 경쟁 기술 현황
 - 무분산제형 탄소나노소재 분산기술
 - 초분자구조 기능기 도입을 통한 무분산제형 분산기술은 KERI 고유 독자기술로 국내외 유일한 실용화기술임
 - 반죽형태로 탄소나노튜브 등의 나노카본소재를 기능화하여 다양한 용매에 분산될 수 있도록 처리하는 기술은 최초로 시도된 기술임
 - ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
전무함	• 앞서 언급한 바와 같이 국내외적으로 분산제를 사용하지 않고 탄소나노소재를 용액상에 분산하는 기술은 전무하여, 본 기술은 KERI의 독창적인 고유기술임.

3. 기술의 시장성

- 기술 응용분야 및 제품
 - 전극 주재료/첨가제/복합재료 합성(투명전극, 에너지 정극, 촉매전극, 센서전극)
 - 유연 디스플레이, 웨어러블 디바이스

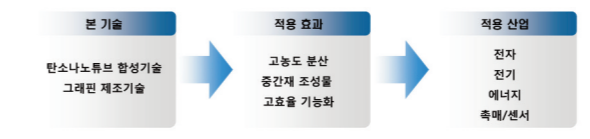


■ 시장이슈

- 정부는 플렉시블 · 스트레처블 등 차세대 디스플레이 기술개발 사업을 신설(116억 원)해 기존 주력 산업을 고도화하는 한편, 소재 분야 원천 기술 확보를 통한 주력 산업 고도화를 위해 소재 분야 기술 개발을 추진
- ITO를 대체하기 위한 유연 투명전극 기술에 대한 수요가 크게 증가하고 있는 상황이며, 최근 금속 나노소재, 금속 메쉬, 탄소 나노소재 및 고분자 나노소재 등을 기반으로 한 투명전극 기술이 속속 발표되면서 플렉시블 투명전극 개발에 대한 기대가 고조되고 있음
- 차세대 스마트기기 및 전기자동차, 대용량 전기저장장치 등의 에너지 저장소자에는 고용량 음극, 양극재가 필요하므로 이에 대한 전도성 첨가제로 탄소나노튜브, 그래핀이 실용화 단계에 진입하고 있음

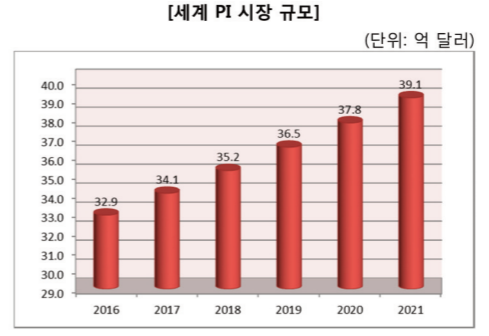
■ Supply chain

- 본 기술은 탄소나노소재를 분산제 없이 용매에 분산하는 기술로, 중간재 성격이 강해 응용분야에 맞는 맞춤형 제조가 가능하며, 수요 기업의 요구에 맞는 조성물을 대응하여 공급함



■ 수요전망

- 세계 전도성 잉크 시장은 2016년 32억 9,000만 달러에서 연평균 성장률 3.5%로 증가하여 2021년에는 39억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망됨



자료: Marketsandmarkets, Conductive Inks Market, 2016

4. 주요 연구성과

- 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재를 이용한 전도성 분산액 조성물	한국	10-1454407	2016
출원	산화 탄소나노튜브 환원 및 그 제조방법	한국	10-2017-0033090	2017
출원	탄소나노튜브-은나노와이어 일액형 코팅액 조성물 및 이의 제조방법	한국	10-2018-0154003	2018
출원	탄소나노소재-나노금속 복합체 및 이의 제조방법	한국	10-2018-0154002	2018

■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : 4~5단계 시제품
- ▶ 개발 기술 범위 : 무분산제형 탄소나노소재 분산 및 응용기술
 - 다중수소결합 관능기 도입 탄소나노튜브, 그래핀 분산기술
 - 탄소나노소재/나노금속 복합체 제조기술
 - 탄소나노튜브/은나노와이어 복합 투명전극 기술
 - 고효율 탄소나노소재 기능화 기술
- ▶ 기술개발 원료 시기
 - 랩스케일에서 기술은 완성되었으며 중간재 성격이 강한 경우 수요기업체 발굴을 통해 맞춤형 잉크/페이스트 개발 예정

5. 기대 효과

- 기술 도입 효과
 - ▶ 경제적인 효과
 - 탄소나노소재는 최근 이슈가 되고 있는 에너지 저장소자 및 5G 대응 전자기기소재에 대한 개발에 있어 기존 소재가 해결하지 못하는 경량 고안정성 측면에서 고부가가치 창출이 가능함
 - 전도성 잉크/페이스트 기술은 인쇄전자뿐만 아니라 에너지 저장 및 발생 소자 등의 산업에 핵심소재로 다각적 활용 가능
 - 4차산업혁명 시대에 접어들면서 보다 유연한 혹은 늘어나는 전기전자소자 산업이 주목받고 있어 탄소나노소재의 역할이 증대될 것을 예상됨

■ 기술 · 산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 탄소나노소재는 기존의 전도성 금속 및 고분자, 세라믹 소재와 융합되어 시너지 효과를 발휘할 수 있음
 - 분산제를 사용하지 않는 전도성 잉크/페이스트 형태의 중간재는 전기전도성을 극대화하면서 이종소재와 복합화가 용이하여 전기전자소자 특성을 극대화할 수 있음
 - 상용화된 탄소나노소재를 고효율 1차 가공을 통해 고부가가치 구현 가능