

2018

UNIST

우수 기술설명서

(Sales Material Kit)

UNIST

ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY

---

# Contents

---

## 01

### 전기전자/ICT

- 1. 선박용 네트워크 통신 시스템 03
- 2. 광음향-초음파 내시경 11
- 3. 테라헤르츠 검출기 19
- 4. 양자점 및 양자점 발광 다이오드 27

## 02

### 기계/소재

- 5. 이중 원소가 도핑된 탄소나노물질 35
- 6. 붕소와 질소가 동시에 도핑된 반도체용 그래핀 43
- 7. 주름 없는 그래핀 시트 및 이의 이용 51

## 03

### 바이오/의료

- 8. TRAP1 저해능을 가지는 신규화합물 59
- 9. 하이드로젤 패치 67

# 선박용 네트워크 통신 시스템

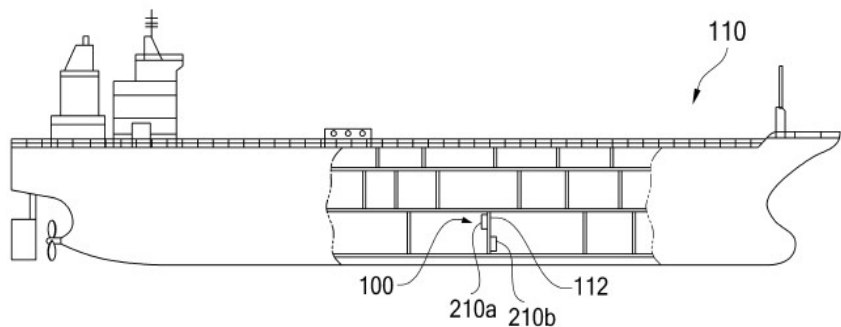
## ■ 기술개요

본 기술은 선박 내 무선으로 데이터를 송수신하는데 있어서 격벽을 통신 매질로 하여 근거리 자기장 통신을 수행하는 특징이 있음.

## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 자기장 통신 기술은 저주파의 자기장 영역을 이용하여 무선으로 데이터 및 전력을 송수신하는 기술임
- 금속으로 차폐된 공간에서 송신기와 수신기가 서로 무선으로 통신을 송수신함.
- 송수신기를 선박 내 격벽의 양쪽 면에 부착하고 자기장을 형성하여 무선으로 데이터를 송수신함



## 발명자

변영재 교수

## 문의

## ■ 본 기술의 효과 (우수성)

- 종래의 선박 내 통신기술은 격벽으로 인한 전파의 차폐가 심하여 이를 극복할 수 있는 초음파 방식의 통신을 이용하였음
- 그러나 초음파를 이용하는 방식은 격벽의 두께가 57mm를 초과하는 경우 초음파가 투과될 수 없어서 통신이 단절되는 문제가 있었음
- 따라서 본 기술에서는 상술한 문제점을 개선하기 위해서 격벽을 매질로 하는 근거리 자기장을 형성하고 이를 토대로 근거리 유무선 통신을 수행함으로써 격벽의 두께나 선박의 구조와 상관 없이 통신 시스템을 구축할 수 있는 장점이 있음

## ■ 적용 분야

- 스마트 선박 - 별도의 통신 선로를 이용하지 않고 무선통신이 가능한 선박 내 통신기술
- 센서 네트워크 - 금속이나 수중, 지중 및 붕괴된 건물의 잔해와 같은 극한 환경에서 대상의 상태나 환경을 감시할 수 있는 모니터링 기술
- 무선 전력전송 기술 - 자기장을 이용하여 무선으로 전자기기를 충전하는 기술

## 시장 현황

### 시장 동향

- 자기장 통신 시스템은 스마트 디바이스의 확산과 기존의 무선통신의 포화에 따라 수요가 증가하고 있는 추세임. 특히, 세계시장의 경우 26%의 높은 성장률을 보이며 규모가 확대되고 있음.
- 국내시장도 2014년 28조의 규모에서 2017년 33조 이상을 달성한 것으로 조사되었음.

### [ 자기장 통신 융합 시스템 시장현황 및 전망 ]

(단위: 백만 달러, 억 원)

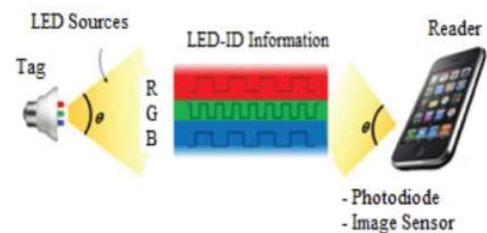
구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	성장률(%) (2012~2017)
세계시장	119,628	161,660	203,692	256,652	323,382	407,461	26.00%
국내시장	26,049	27,420	28,901	30,461	32,106	33,840	5.00%

### 업체 동향

- 현대중공업과 울산과학기술원에서 선박 내 무선통신에 대한 원천기술을 개발하였음.
- 이우티이씨는 지하시설물의 배관 상단부에 부착되는 자기 탐지기로 위치를 추적할 수 있는 자기 마커에 기반한 지하매설물 관리 시스템을 개발하였음.

### 개발 동향

- RF무선통신이 어려운 환경을 고려한 가시광 통신, LED-ID 시스템에 대한 개발 및 연구 진행
- 자기장은 특정 대상 모니터링 및 무선 충전 기술 분야로 발전하고 있음



**기술개발단계 및 보유현황**

■ 기술 성숙도 **유사 환경에서의 프로토타입 개발(6단계)**

■ 특허 포트폴리오

국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
KR	10-2015-0131519 (2015.09.17)	10-1733879(2017.04.28)	선박용 네트워크 통신 시스템
US	15-760911(2016.09.19)		Communication System
CN	201680054396(2016.09.19)		Communication System
EP	16846911.2(2016.09.19)	3352390	Communication SYSTEM

# Network communication system in ship

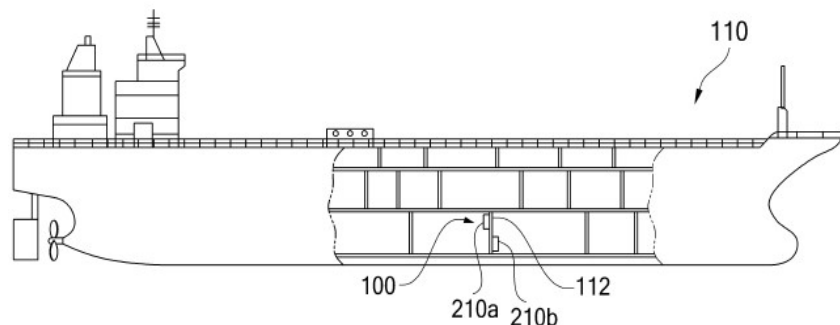
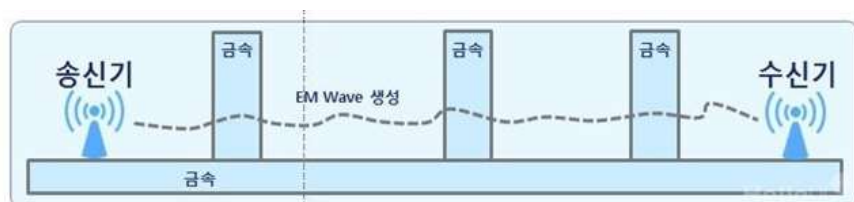
## Overview

The following technology relates to a wireless near-field magnetic communication using a bulkhead as a communication medium in a ship

## Technology Information

### Description of Technology

- Magnetic field communication is a technology for transmitting and receiving data and power wirelessly using a low frequency magnetic field area
- In a metal shielded space, the transmitter and the receiver communicate wirelessly with each other
- The transceiver is attached to both sides of the bulkhead in the ship and the magnetic field is formed to transmit and receive data wirelessly



## Researcher

Prof. Bien Young-Jae

## Contact info.

### Advantages

---

- A conventional ship communication technology uses ultrasound communication to overcome the obstruction of the radio wave due to the bulkhead
- However, when the thickness of the partition wall exceeds 57 mm, there is a problem that the ultrasonic wave can not be transmitted and the communication is disconnected
- Therefore, in order to solve the above-mentioned problem, the present technology forms a near magnetic field using a bulkhead as a medium. Therefore, it is advantageous to construct a communication system regardless of the thickness of the bulkhead or the structure of the ship.

### Applicable Area

---

- Smart ship - In-ship communication technology capable of wireless communication without using additional communication line
- Sensor networks - Monitoring technology that can monitor the condition or environment of an object in extreme environments such as metal, underwater, underground and debris of collapsed buildings.
- Wireless power transmission technology - Technology to charge electronic devices wirelessly using magnetic field



## Market Status

### Market Status

- The demand for magnetic field communication system is increasing due to the spread of smart devices and saturation of existing wireless communication. In particular, the global market is growing at a high rate of 26%.
- The domestic market is also estimated to reach 33 trillion won in 2017 from 28 trillion won in 2014.

[Magnetic Field Communication Convergence System Market Status and Forecast]

(Unit: million dollars, billion won)

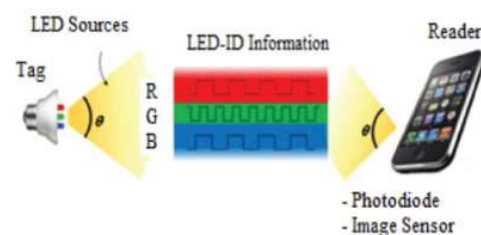
Category	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Growth Rate(%) (2012~2017)
World Market	119,628	161,660	203,692	256,652	323,382	407,461	26.00%
Domestic Market	26,049	27,420	28,901	30,461	32,106	33,840	5.00%

### Industry Status

- Hyundai Heavy Industries and UNIST developed source technology for wireless communication in ship.
- Ewootec has developed a submersible management system based on magnetic markers that can track the location of the underground facility with a magnetic detector attached to the top of the pipe.

### R&D Status

- Visible light communication and LED-ID system are being developed for non RF communication environment.
- Magnetic fields are evolving into target monitoring technologies and wireless charging technologies.



 TRL and IP Status

 **Technology Readiness Level(TRL)**
System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment(TRL6)

 IP Status

Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
KR	10-2015-0131519 (2015.09.17)	10-1733879(2017.04.28)	Communication System
US	15-760911(2016.09.19)		
CN	201680054396(2016.09.19)		
EP	16846911.2(2016.09.19)	3352390	



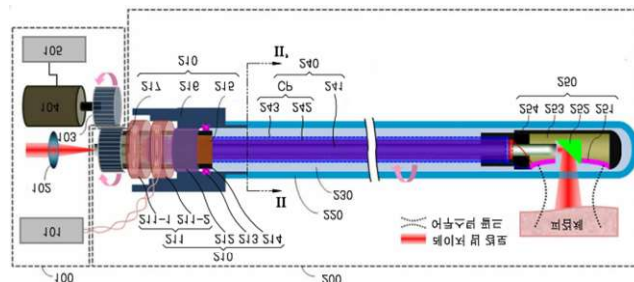
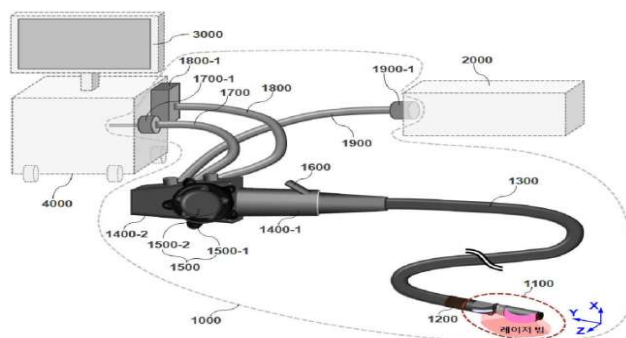
### ■ 기술개요

본 기술은 광 조사 영역과 일치하는 초음파 스캔 영역을 형성하여 제한된 크기의 내시경으로 고품질의 의료영상을 스캔하는 특징이 있음

### ■ 기술 소개

#### ■ 기술 내용

- 광음향 이미징 기술은 빛에너지가 흡수될 때 초음파로 변환되는 현상을 이용하여 측정대상을 스캔하는 기술임.
- 광학산기와 어레이 트랜듀서를 중첩되게 배치하여 광이 조사되는 영역이 어레이 트랜듀서의 전체 영역을 통과하도록 형성함.
- 이미지를 스캔하는 프로브 팁의 내부에 광섬유와 신호선을 대칭으로 형성하여 프로브가 회전해도 균일하게 스캔을 수행함.



### 발명자

양준모 교수

### 문의

## ■ 본 기술의 효과 (우수성)

- 종래 초음파 내시경술(Endoscopic Ultrasound, EUS)은 장기 내부의 해부학적 구조와 깊이에 대한 정보를 획득할 수 있는 단층 스캔 기술임.
- 그러나 EUS는 연조직(Soft Tissue)을 스캔할 때 조직과 병변을 구별하기 위한 조영제를 사용하기 어려워서 장기의 구조나 병변의 상태를 정확하게 파악하기 어려운 문제점이 있었음.
- 이를 개선하기 위해서 본 기술에서는 광확산기와 어레이형 트랜듀서를 중첩배치하여 광과 초음파가 조사되는 영역을 일치시켜서 이미지 상에 사각지대가 발생하는 것을 방지함.
- 또한, 프로브 팁을 회전하더라도 광섬유와 신호선이 대칭 구조를 유지하기 때문에 어느 방향으로 스캔하여도 균일한 품질의 이미지를 획득하는 것이 가능함.

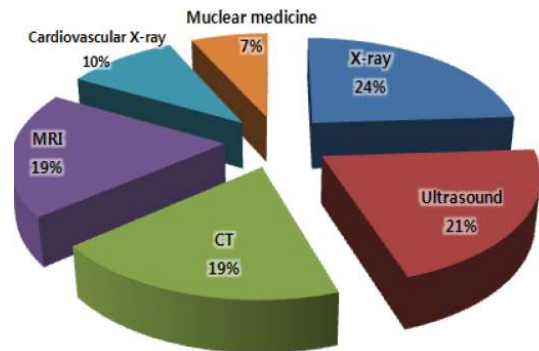
## ■ 적용 분야

- 의료영상 기술 - 생체 내 특정 세포나 혈관의 구조를 보다 정확하게 촬영할 수 있는 차세대 의료 영상 장치에 적용 가능
- 비침습 방식의 의료진단 기술 - 신진대사율, 뇌 활동량, 전달된 약물에 대한 반응을 비침습적 방식으로 빠르게 진단하는 장치에 적용 가능

## ■ 시장 현황

### ■ 시장 동향

- 광음향 의료영상 기술과 관련성이 높은 시장은 초음파 의료기기 시장임. 초음파 의료기기 시장은 전체 의료기기 시장에서 약 21%의 비중을 차지하고 있음.
- 2010년도를 기준으로 글로벌 초음파 의료기기 시장은 50억 달러에 이르며 2015년에는 60억 달러까지 성장하였음.



### ■ 업체 동향

- 이탈리아의 ESAOTE 사는 18MHz 동작이 가능한 초음파 영상 진단기술을 개발하여 유방암 진단에 특화된 장비로 상품화를 진행하고 있음.
- 삼성은 2020년 세계 일류의 의료영상 진단기 생산업체를 목표로 초음파 진단기 생산 업체인 메디슨을 인수한 바 있음. 대기업의 의료영상 진단분야 진출이 Low 및 Mid 급의 초음파 진단기에 집중되어 있던 국내 시장구조를 High 및 Premium 급으로 개편할 수 있을 것으로 보임.

### ■ 개발 동향

- 저면적 고집적으로 제작할 수 있는 트랜듀서인 CMUTs(Capative Micromachined ultrasonic Transducers) 와 PMUTs(Piezoelectric Micromachined ultrasonic Transducers)가 각광받고 있음.
- 나아가 트랜듀서를 2차원으로 배열하여 3D 초음파 의료영상을 촬영하는 기술이 발전하고 있음.



**기술개발단계 및 보유현황**

■ 기술 성숙도    연구실 환경에서의 Working Model 개발(4단계)

■ 특허 포트폴리오

No.	국 가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	KR	10-2017-0020710 (2017.02.15)		어레이 트랜듀서 기반 측면 스캔 광음향-초음파 내시경 시스템
	US	15-872414 (2018.01.16)		ARRAY TRANSDUCER-BASED SIDE-SCANNING PHOTOACOUSTIC-ULTRASONIC ENDOSCOPY SYSTEM
2	KR	10-2016-0107773 (2016.08.24)	10-1903074 (2018.09.20)	회전형 동축 광-전자기 도파관 집합체를 포함하는 광음향-내시경 시스템과 그 구현 방법
	US	15-645969 (2017.07.10)		PHOTOACOUSTIC AND ULTRASONIC ENDOSCOPY SYSTEM INCLUDING A COAXIALLY CONFIGURED OPTICAL AND ELECTROMAGNETIC ROTARY WAVEGUIDE ASSEMBLY AND IMPLEMENTATION METHOD THEREOF

# Photoacoustic-ultrasound endoscope

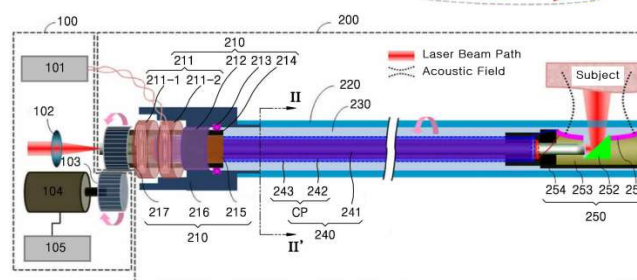
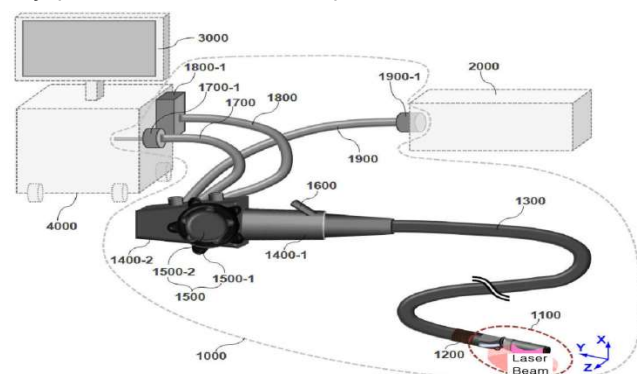
## Overview

The following technology relates to photoacoustic-ultrasound endoscope for gaining high quality medical images with endoscope of small size

## Technology Information

### Description of Technology

- Photoacoustic imaging technology is scanning the object to be measured using a phenomenon that is converted to ultrasonic energy when the light absorption.
- The optical diffusers and the array transducers are arranged so as to overlap each other so that the area irradiated with the light passes through the entire area of the array transducer.
- The optical fiber and the signal line are formed symmetrically inside the probe tip to scan the image, so that the scan is uniformly performed even if the probe rotates



## Researcher

Prof. Yang Joon-Mo

## Contact info.

### Advantages

---

- Conventional endoscopic ultrasound (EUS) is a single-layer scanning technique that can acquire information about anatomical structure and depth in the organ
- However, when scanning soft tissue, EUS has difficulty in using the contrast agent to distinguish between tissue and lesion, so it is difficult to accurately grasp the structure or lesion status of organs
- In order to improve this, in this technology, the optical diffusers and the array type transducers are superimposed so as to match the areas where the light and the ultrasonic waves are irradiated, thereby preventing a blind spot on the image
- Also, since the optical fiber and the signal line maintain a symmetrical structure even if the probe tip is rotated, it is possible to acquire a uniform quality image even when scanning in any direction

### Applicable Area

---

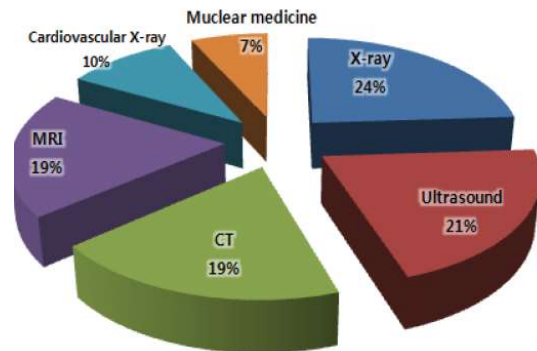
- Medical imaging technology - Applicable to next-generation medical imaging devices that can more accurately capture the structure of specific cells and blood vessels in the living body
- Non-invasive medical diagnostic techniques - Applicable to devices that rapidly diagnose metabolic rate, brain activity, and response to delivered drugs in a noninvasive manner



## Market Status

### Market Status

- The market related to photoacoustic medical imaging technology is the ultrasonic medical device market. Ultrasonic medical device market accounts for 21% of total medical device market.
- As of 2010, the global market for ultrasonic medical devices has reached \$ 5 billion and has grown to \$ 6 billion by 2015



### Industry Status

- ESAOTE of Italy has developed ultrasound imaging technology capable of operating at 18 MHz and is now commercializing it as a specialized device for breast cancer diagnosis.
- In 2020, Samsung acquired Medison, a maker of ultrasonic diagnostic equipment, aiming to become the world's leading manufacturer of medical imaging equipment. It is expected that the domestic market structure, which had been concentrated in the low- and mid-class ultrasound diagnostic systems, could be reorganized into high and premium levels.

### R&D Status

- CMUTs (Capable Micromachined Ultrasonic Transducers) and PMUTs (Piezoelectric Micromachined ultrasonic Transducers), which are transducers that can be manufactured with a low area, are attracting attention
- Furthermore, the technique of arranging the transducer in two dimensions and imaging three-dimensional ultrasonic medical images is developing



**TRL and IP Status**

**Technology Readiness Level(TRL)** Component and/or breadboard validation in laboratory environment(TRL4)

**IP Status**

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	KR	10-2017-0020710 (2017.02.15)		ARRAY TRANSDUCER-BASED SIDE-SCANNING PHOTOACOUSTIC-ULTRASONIC ENDOSCOPY SYSTEM
	US	15-872414 (2018.01.16)		
2	KR	10-2016-0107773 (2016.08.24)	10-1903074 (2018.09.20)	PHOTOACOUSTIC AND ULTRASONIC ENDOSCOPY SYSTEM INCLUDING A COAXIALLY CONFIGURED OPTICAL AND ELECTROMAGNETIC ROTARY WAVEGUIDE ASSEMBLY AND IMPLEMENTATION METHOD THEREOF
	US	15-645969 )2017.07.10)		

## 테라헤르츠 검출기

### ■ 기술개요

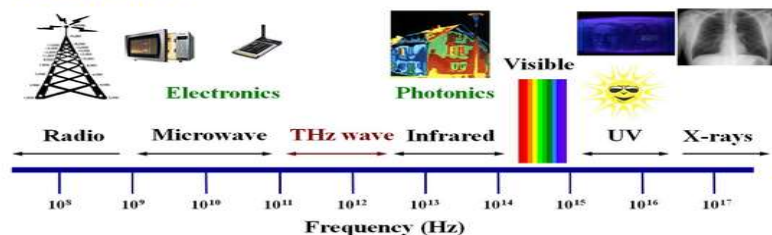
실리콘 기반 소자를 이용하는 테라헤르츠 파 검출 소자

### ■ 기술 소개

#### ■ 기술 내용

- 테라헤르츠(Terahertz)파는 스펙트럼 상 마이크로파와 중적외선 대역 사이에 위치하며, 전파와 빛, 두 성질을 모두 가지는 독특한 성질을 가짐. 테라헤르츠파의 독특한 성질로부터 치명적인 질병 중 하나인 암 진단에 적용할 수 있음.
- 테라헤르츠파 검출기는 드레인과 소스 사이의 비대칭성에 의한 전하 수집 효과가 양호한 화합물 반도체를 이용하여 형성하였으나, 제조 공정이 용이하지 않고, 제조 단가가 고가임.
- 실리콘 기반의 FET를 이용하는 기술이 개발되었으나, 자기 정렬형 게이트 구조를 형성하는 과정에서 전하 비대칭 효과를 얻기가 용이하지 않음.
- 본 기술은 현대의 실리콘 기반 반도체 기술을 이용하여 전하 비대칭 효과를 얻을 수 있는 소자를 이용하는 것으로, 채널이 소스를 감싸는 비대칭 형태로 비대칭 특성을 도출하며, 게이트와 채널 사이의 오버랩 정도를 조절하여 비대칭성을 추가로 제어할 수 있음.

Terahertz wave



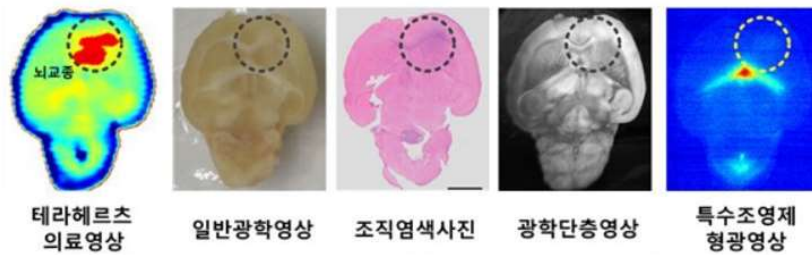
### | 발명자

김경록 교수

### | 문의

■ 본 기술의 효과 (우수성)

- 본 기술에 의하면 실리콘 기반 소자 공정을 그대로 활용할 수 있어서 종래의 화합물 반도체에 비하여 저렴한 테라헤르츠파 검출기를 제조할 수 있으며, 고감도 다중 픽셀 어레이형 검출기를 형성할 수 있음.
- 본 기술은 정보통신 · 생명 · 의료 · 안전 · 건강 · 산업 · 환경 · 우주과학 등 폭넓은 분야에서 활용 가능함.



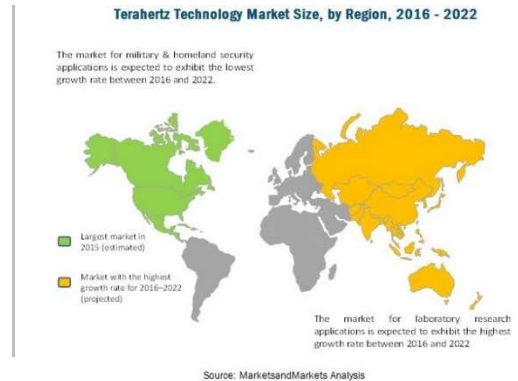
■ 적용 분야

- 질병 진단 분야, 비파괴 검사 분야, 군사 및 보안 검색 분야 등의 넓은 산업 영역에서 활용될 수 있을 것으로 파악됨.

## 시장 현황

### 시장 동향

- 전세계 테라 헤르츠 기술 시장은 2016년에서 2022년 까지 31.83 %의 연평균 성장률로 성장할 것이 예측되며, 2022 년까지 시장 규모는 4 억 8890 만 달러에 달할 것으로 예상됨.
- 2015년까지는 북미의 보안, 군사 보안 시장이 최대의 시장으로 파악되며, 2016년~2022년 사이에는 아시아 시장이 성장할 것으로 파악됨.



### 업체 동향

- Advantest Corporation (일본), TeraView (영국), Menlo Systems GmbH (독일), Acal plc (영국) 및 Microtech Instrument Inc. (미국)와 같은 주요 업체가 시장을 주도하고 있음.
- 정밀 보안 시스템, 방위 및 의료 분야에 대한 전세계 수요가 증가하면서 글로벌 테라 헤르츠 기술 시장을 주도할 것으로 예상됨.

### 개발 동향

- 테라헤르츠 관련 연구는 미국(RPI), 유럽 및 일본의 대학과 우수 연구소가 주도하고 있으며, 수많은 벤처회사가 테라헤르츠 기술의 상용화에 앞장서고 있는 상황임. 유럽의 경우, 미국과 달리 여러 대학과 연구소가 대규모 연구 컨소시엄을 구성하여 연구자원의 효율적인 집중/활용을 도모하고 있기 때문에 최근에 미국과 거의 대등한 수준에 이르고 있는 것으로 파악됨.
- 한국은 서울대학교 KAIST, 표준과학연구원, 포항 공대, 서울시립대학교 등지에서 테라헤르츠 관련 연구를 수행하고 있음.

**기술개발단계 및 보유현황**

- 기술 성숙도    개념검증 (3단계)
- 특허 포트폴리오

No.	국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	US	15/537064 (2015.01.23)		TERAHERTZ DETECTOR USING FIELD-EFFECT TRANSISTOR
	JP	2017-534574 (2015.01.23)	-	TERAHERTZ DETECTOR USING FIELD-EFFECT TRANSISTOR
2	US	15/561940 (2015.12.31)	10020370 (2018.07.10)	Ring-type field effect transistor for terahertz wave detection, which uses gate metal as antenna
	JP	2017-562946 (2015.12.31)		Ring-type field effect transistor for terahertz wave detection, which uses gate metal as antenna

### Overview

Terahertz wave detector based on silicon TFT device

### Technology Information

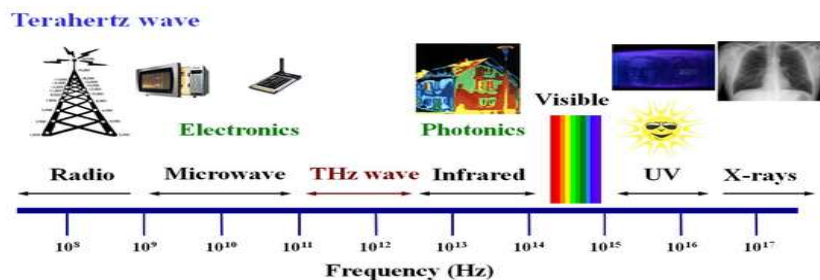
#### Description of Technology

- The Terahertz wave is located between the microwave and mid-infrared bands in the spectrum and has a unique property of both radio frequency wave and light. It can be used in areas such as diagnosis of cancer, one of the deadly diseases, from the unique nature of terahertz waves.
- Although the terahertz wave detector is formed using a compound semiconductor having a good charge collection effect due to the asymmetry between the drain and the source, the manufacturing process is not easy and the manufacturing cost is high.
- Although silicon-based FET technology has been developed, it is not easy to obtain charge asymmetry in the process of forming a self-aligned gate structure.
- Present technology uses a device capable of achieving a charge asymmetry effect using modern silicon-based semiconductor technology. It derives the asymmetric characteristic of the channel asymmetrically surrounding the source, and can be further controlled by adjusting the degree of overlap between the gate and the channel.

### Researcher

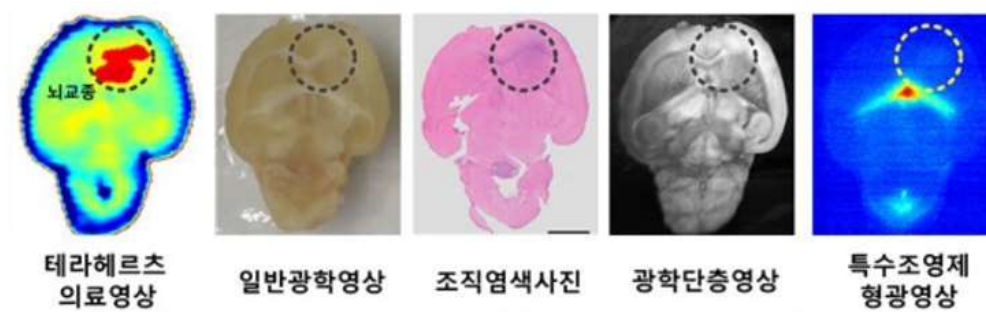
Prof. Kim KyeongRok

### Contact info.



## Advantages

- According to present technology, it is possible to utilize the silicon-based device process as it is, so that an inexpensive terahertz wave detector can be manufactured as compared with a conventional compound semiconductor, and a highly sensitive multi-pixel array type detector can be formed.



## Applicable Area

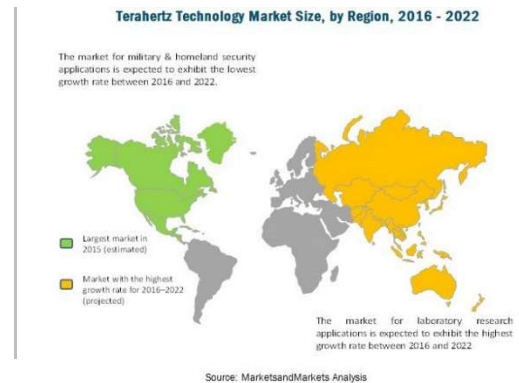
- Present technology can be used in a wide range of industrial fields such as disease diagnosis field, nondestructive inspection field, military and security search field.



## Market Status

### Market Status

- The worldwide terahertz technology market is expected to grow at an annual average growth rate of 31.83% from 2016 to 2022, and the market size is expected to reach \$ 488.9 million by 2022.
- By 2015, the security and military security markets in North America will be identified as the greatest markets, and the Asian market will grow from 2016 to 2022.



### Industry Status

- Advantest Corporation (Japan), TeraView (United Kingdom), Menlo Systems GmbH (Germany), Acal plc (United Kingdom), and Microtech Instrument Inc. (USA) are leading the market.
- The worldwide demand for precision security systems, defense and medical services is expected to lead the global terahertz technology market.

### R&D Status

- Research on terahertz is led by universities and research institutes in the United States (RPI), Europe and Japan, and many venture companies are leading the commercialization of terahertz technology. In Europe, unlike the United States, several universities and research institutes have formed a large-scale research consortium to efficiently concentrate and utilize research resources.
- Korea is conducting research on terahertz at Seoul National University, KAIST, National Institute of Standards and Science, POSTECH, and Seoul City University.

## TRL and IP Status

**TRL and IP Status**

Technology Readiness Level(TRL) **Identification and Characterization of Preliminary Product (level 3)**

**IP Status**

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	US	15/537064 (2015.01.23)		TERAHERTZ DETECTOR USING FIELD-EFFECT TRANSISTOR
	JP	2017-534574 (2015.01.23)	-	TERAHERTZ DETECTOR USING FIELD-EFFECT TRANSISTOR
2	US	15/561940 (2015.12.31)	10020370 (2018.07.10)	Ring-type field effect transistor for terahertz wave detection, which uses gate metal as antenna
	JP	2017-562946 (2015.12.31)		Ring-type field effect transistor for terahertz wave detection, which uses gate metal as antenna

### ■ 기술개요

양자점을 패시베이션하여 균일한 양자점 형성 및 다색 발광 특성을 구현함

### ■ 기술 소개

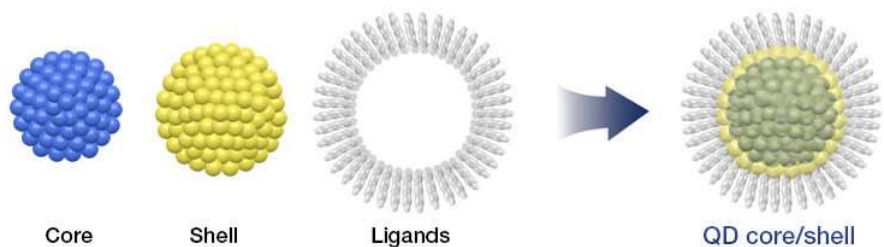
#### ■ 기술 내용

- 양자점은 수 나노미터의 크기를 가지는 무기입자로, 입자의 크기만을 제어하여 밸런스 밴드(valence band)와 컨덕션 밴드 사이의 밴드 갭(band gap)을 조절할 수 있으며, 그로부터 방출하거나 흡수 가능한 빛의 진동수, 파장을 제어할 수 있음.
- 페로브스카이트 기반 물질로 양자점을 구현하고자 하는 시도가 이루어지고 있으나, 단색광을 발현할 뿐, 다색 발광이 곤란하고, 대면적 소자를 구현하는 것이 곤란함.

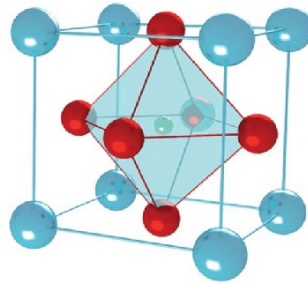
### | 발명자

박종남 교수

### | 문의



- 본 기술은  $ABX_3$ 로 표시되는 페로브스카이트 구조의 화합물을 포함하는 양자점을 포함하며, 짧은 사슬의 리간드를 포함하는 표면 처리층으로 양자점의 표면을 부동태화(passivate)함.
- 구체적으로, 우선, 지방산 계 유기 리간드 및 지방 아민계 리간드를 사용하여 양자점을 전처리함. 이어서, 리간드 교환 반응을 통하여 전처리층을 제거하여 최종 부동태화층을 형성함..



#### ■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)

- 양자점이 짧은 사슬 리간드로 표면 처리됨에 따라 부동태화율이 향상됨. 또한 그로부터, 광전자 방출(photoemission) 특성과 다색 발광 특성이 향상됨

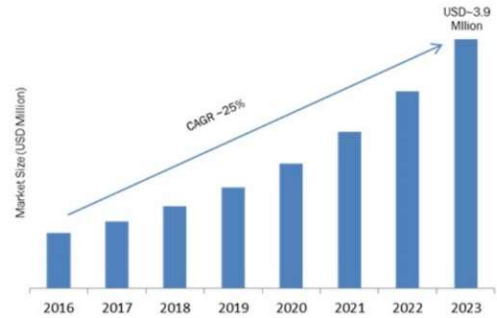
#### ■ 적용 분야

- 대면적 디스플레이, 모바일 디바이스 디스플레이 등 디스플레이 산업 전반적으로 사용될 수 있음.

## ■ 시장 현황

### ■ 시장 동향

- 세계 양자점 디스플레이 시장 규모는 2017년에서 2023년 까지 연평균 성장률 25%로 성장하여 2023년에는 대략 39억 달러에 이를 것으로 전망됨.
- 북미 지역은 글로벌 양자점 디스플레이 시장에서 가장 큰 시장임.



### ■ 업체 동향

- 양자점 시장의 키 플레이어로는 삼성 전자, LG 디스플레이, 소니, 3M, 샤프, Microvision, Inc, Altair Nanotechnologies, Inc, Evident Technologies, Inc., Quantum Materials Corporation, QD Vision, Inc., Nanosys, Inc. 등이 있음.
- 삼성 전자는 소비 가전 제품에 대한 수요가 증가함에 따라 전체 양자점 디스플레이 시장을 장악하고 있는 것으로 분석되었음.

### ■ 개발 동향

- 양자점 관련 특허활동은 매년 증가세를 유지하고 있으며 국가별로 살펴보면 아시아 권역에서는 양자점 부품, 공정 등 응용특허를 중심으로, 미국 및 유럽 권역에서는 양자점 소재특허를 중심으로 특허출원 및 등록 활동을 보이고 있음
- 미국과 유럽은 주로 대학이나 연구 기관에서 개발을 진행하여 양자점 소재 관련 소재의 특허를 출원함.
- 우리나라는 공공 연구 기관 및 기업체에서 양자점 소재 등에 관한 연구를 수행하고 있음.

**기술개발단계 및 보유현황**

기술 성숙도 **개념검증 (3단계)**

특허 포트폴리오

No.	국 가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	KR	10-2016-0159939 (2016.11.29)	10-1878340 (2018.07.09)	표면이 부동태화된 양자점, 및 양자점 표면의 부동태화 방법
	PCT	PCT-KR2017-000416 (2017.01.12)	-	SURFACE-PASSIVATED QUANTUM DOTS AND METHOD FOR PASSIVATING SURFACE OF QUANTUM DOTS
2	KR	10-2016-0159939 (2016.11.29)	10-1878340 (2018.07.09)	양자점 발광 다이오드, 및 상기 양자점 발광 다이오드의 제조 방법
	PCT	PCT-KR2017-000417 (2017.01.12)	-	QUANTUM DOT LIGHT EMITTING DIODE, AND METHOD FOR PRODUCING SAID QUANTUM DOT LIGHT EMITTING DIODE

### ▪ Overview

Passivating quantum dots realizes uniform quantum dot formation and multicolor emission characteristics

### Technology Information

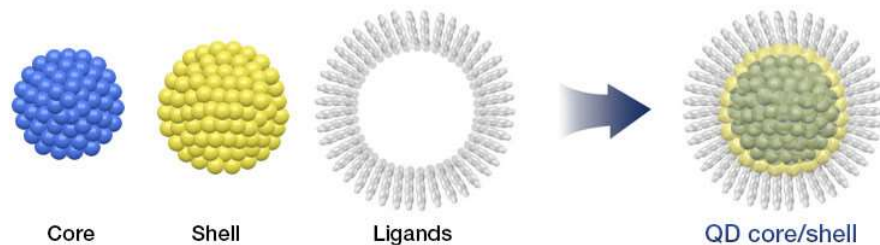
#### Description of Technology

- The quantum dot is an inorganic particle having a size of several nanometers. The quantum dot can control the band gap between the valence band and the conduction band by controlling only the size of the particle, and the frequency of the light emitted or absorbed therefrom, and wavelength can be controlled.
- Attempts have been made to realize quantum dots using a perovskite-based material, but only monochromatic light emission is feasible so far, multicolor emission has long way to go. Further, it is difficult to realize a large-area device.

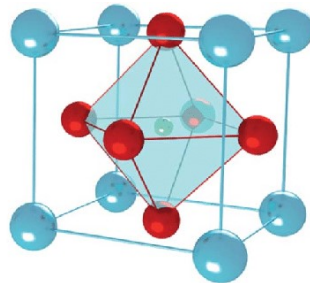
#### | Researcher

Prof. Park Jongnam

#### | Contact info.



- Present technology involves quantum dots containing a perovskite-structured compound represented by  $ABX_3$  and passivates the surface of the quantum dots to a surface treatment layer containing a short-chain ligand.
- Specifically, first, the quantum dots are pretreated using a fatty acid-based organic ligand and a fatty amine-based ligand. Subsequently, the pre-treatment layer is removed through a ligand exchange reaction to form a final passivation layer..



### Advantages

- Passivation rate improves as the quantum dots are surface treated with short chain ligands. Photoemission and multicolor emission properties are improved by the surface treatment

### Applicable Area

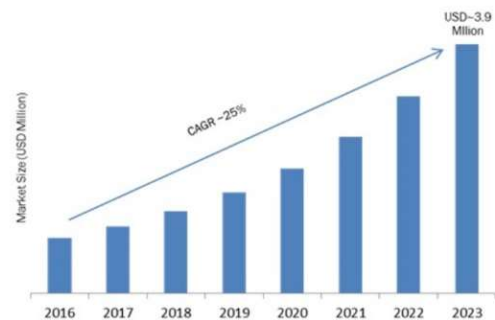
- Present technology can be widely used in the display industry such as large area displays and mobile device displays.



## Market Status

### Market Status

- The global quantum dot display market is expected to grow at an CAGR of 25% from 2017 to 2023, reaching approximately \$ 3.9 billion by 2023.
- North America is the largest market in the global quantum dot display market.



### Industry Status

- Key players in the QD market include Samsung Electronics, LG Display, Sony, 3M, Sharp, Microvision, Inc, Altair Nanotechnologies, Inc, Evident Technologies, Inc., Quantum Materials Corporation, QD Vision, Inc., Nanosys, Inc. And others.
- Samsung Electronics is believed to have dominated the entire QD display market as demand for consumer electronics products increases.

### R&D Status

- Patent activity related to the QT-spot keeps increasing every year. Looking at each country, it shows application patents and registration activities in the US
- The United States and Europe are mainly developing in universities and research institutes and filing patents for materials related to QTD materials.
- Korea is conducting research on quantum dot materials in public research institutes and companies.

TRL and IP Status

Technology Readiness Level(TRL) **Identification and Characterization of Preliminary Product (level 3)**

IP Status

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	KR	10-2016-0159939 (2016.11.29)	10-1878340 (2018.07.09)	SURFACE-PASSIVATED QUANTUM DOTS AND METHOD FOR PASSIVATING SURFACE OF QUANTUM DOTS
	PCT	PCT-KR2017-000416 (2017.01.12)	-	
2	KR	10-2016-0159939 (2016.11.29)	10-1878340 (2018.07.09)	QUANTUM DOT LIGHT EMITTING DIODE, AND METHOD FOR PRODUCING SAID QUANTUM DOT LIGHT EMITTING DIODE
	PCT	PCT-KR2017-000417 (2017.01.12)	-	

# 이종 원소가 도핑된 탄소나노물질의 제조방법

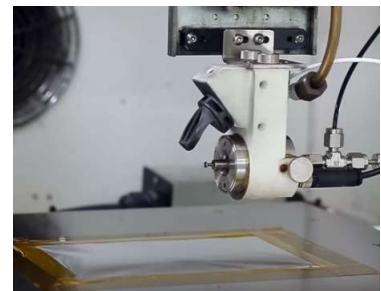
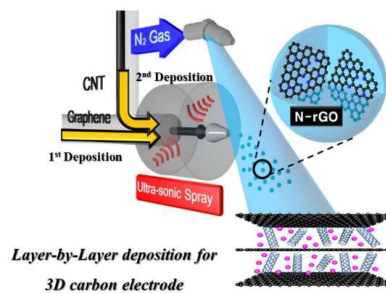
## ■ 기술개요

이종 원소가 도핑된 고품질 탄소나노물질을 단시간 대비 저비용으로 대량생산할 수 있는 제조방법을 제공

## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 본 기술은 간단한 공정으로 고품질의 이종 원소가 도핑된 탄소나노물질을 단시간 내에 저비용으로 재조할 수 있음
- 탄소나노물질이 분산된 용액을 초음파 분무하여 액적(작은 액체방울)을 발생시킨 후, 이종 원소가 포함된 가스를 분무하여 탄소나노물질을 도핑함



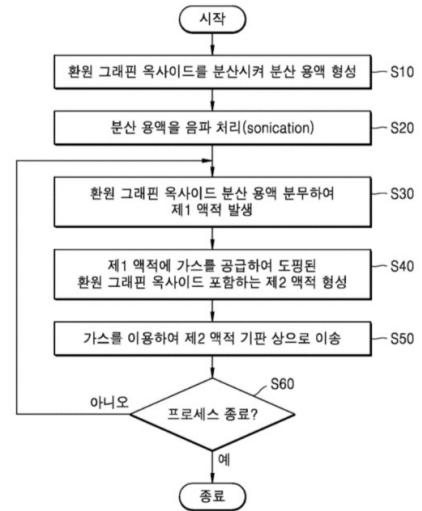
## | 발명자

권태혁 교수

## | 문의

■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)

- 전기 전도성, 이온 결합성, 비표면적 크기 등이 향상된 고품질의 탄소나노물질 제조가능
- 질소나 산소처럼 화학반응이 잘 일어나지 않는 이종원소를 수 마이크로초 이내로 탄소나노물질에 손쉽게 도핑가능
- 탄소나노물질의 도핑공정과 기판 상으로 이송공정을 연속적으로 실시가능
- 단시간 및 저비용으로 고품질의 탄소나노물질을 제조할 수 있음



- 본 기술에 따른 도핑 효율(단위 : %)

-질소 도핑 효율 :

	GR		rGO		CNT		AC	
	전	후	전	후	전	후	전	후
탄소(C)	99.48	92.18	91.19	80.70	84.47	78.12	99.99	95.16
질소(N)	0	<b>3.29</b>	0.72	<b>9.45</b>	0.10	<b>4.57</b>	0	<b>2.55</b>

-산소 도핑 효율 :

	GR		rGO		CNT		AC	
	전	후	전	후	전	후	전	후
탄소(C)	99.48	88.34	91.19	74.33	84.47	78.06	99.99	94.27
산소(O)	0	<b>10.92</b>	0.72	<b>16.47</b>	9.88	<b>22.12</b>	0	<b>4.51</b>

■ 적용 분야

- 고성능 에너지 저장장치 분야
  - 전지용 전극 소재, 분리막 소재, 연료 전지용 전극 소재 등
- 고성능 전자재료 분야
  - 고집적 반도체, 고전도성 접착제 소재, 스마트 섬유, 센서, 촉매, 도전성 필름, 디스플레이 등
- 에너지 저장장치, 우주항공, 자동차, 의학, IT 부품 분야 등 다양한 분야에 적용가능
  - BT, IT, ET, ST, CT 등의 기반기술로서 융합산업의 핵심기술로 이용될 수 있음

## 시장 현황

### 시장 동향

- 탄소나노소재는 전기적, 물리적, 화학적, 기계적 특성이 우수하여, 기존 산업분야의 기술적 한계를 극복하는 신소재로 부각되고 있음
- 세계 탄소나노소재 시장규모는 2018년에 약 16억만 달러에 이르고, 2020년에는 약 20억만 달러에 이를 것으로 예상됨

[ 탄소나노소재 분야의 세계 시장규모 및 전망 ]

(단위 : 백만달러, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
나노탄소소재	1,076	1,202	1,401	1,569	1,757	1,968	12
탄소나노튜브	1,099	1,213	1,339	1,479	1,632	1,802	10
Total	2,175	2,415	2,740	3,048	3,389	3,770	11

\* 자료: Nanotechnology: A Realistic Market Assessment, Global Nanotechnology Market through 2015, BBC Research, 2010.07, BCC Research, 2011. 1, 2010 Nanotechnology Research Review, BCC Research, 2011. 02, 2010 Graphene: Technologies, Applications and Markets, iDTECH: Conductive Ink Markets 2012-2018, KETI CNT시장동향, 2013, ChemLocus 2012, 산업통상자원부, 탄소섬유시장, 2013을 참조하여 추정

### 업체 동향

- Hyperion Catalysis(미국)는 전도성 고분자 분야에서 FIBRIL 나노 튜브를 기반으로 한 masterbatch 및 compound를 생산 및 판매하고 있으며, 자동차 분야, 전기전자분야, 플라스틱 개발에 주력하고 있음
- XG Science(미국)는 방열소재, 인쇄전자용 잉크, 에너지 저장 소재용 원소재, 방열필름을 생산 중이며, 이차전지용 음극재 개발을 진행 중
- Angstrone Materials(미국)는 전자파 차폐제, 에너지 저장 소재용 원소재 생산 및 이차전지용 음극재, 점착소재, 배리어소재, 커패시터용 전극소재 개발을 진행 중

### 개발 동향

- 사업화에 장애물로 작용하는 품질관리, 저가 고품질 대량생산 및 응용분야별 세부기술을 중심으로 지속적인 연구개발이 진행 중임. 균일한 품질의 재료 수급이 어려운 점이 응용제품 사업화 개발에 장애로 작용하고 있음
- 탄소나노소재는 아직 대량 생산에 어려움이 있어 생산단가가 매우 높은 수준을 유지하고 있음. 탄소나노소재의 응용을 위해서 고품질의 중간재(페이스트, 복합소재 등) 제조가 가능하여야 하나 분산, 배향 등의 세부 기술이 미흡한 실정임
- 탄소나노소재의 탁월한 전기적, 광학적, 기계적 특성을 활용한 유연 디스플레이, 초고속 트랜지스터, 차세대 전지, 초경량 소재, 방열 소재 등의 개발이 급증할 것으로 예상됨

### 기술개발단계 및 보유현황

기술 성숙도 시제품 제작

특허 포트폴리오

No.	국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	US	15/645,933 (2017.07.10)	10,056,603 (2018.08.21)	METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL
	KR	10-2016-0154445 (2016.11.18)	-	이종 원소가 도핑된 탄소나노물질의 제조 방법

## METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL

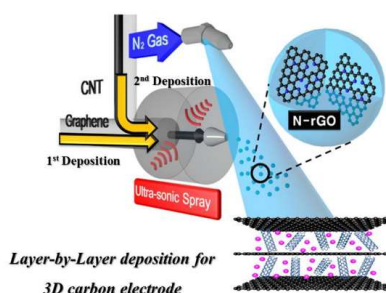
### Overview

Provides a manufacturing method capable of mass production of high-quality carbon nanomaterials doped with hetero elements at a low cost

### Technology Information

#### Description of Technology

- The present technology can prepare high-quality heteroatom-doped carbon nanomaterials in a short time with a simple process at low cost.
- A solution carbon nanomaterials are dispersed is sprayed to generate small droplets(first droplets) via an ultrasonic spray nozzle, and then a gas containing a heteroatom is sprayed to dope the first droplets to prepare heteroatom-doped carbon nanomaterials.



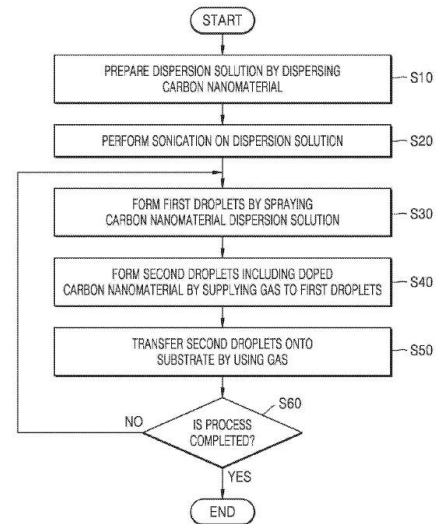
### Researcher

Prof. Kwon Tae-Hyuk

### Contact info.

### Advantages

- Manufacture of high quality carbon nanomaterials with improved electrical conductivity, ionic bonding, and specific surface area
- Easily doped carbon nanomaterials in a few microseconds with hetero-elements that do not chemically react well, such as nitrogen or oxygen
- Performing continuously Carbon nanomaterial doping process and transport process on substrate
- A short-time and low-cost processes



- The doping efficiency according to the present technology (unit : %)

- Nitrogen :

	GR		rGO		CNT		AC	
	before	after	before	after	before	after	before	after
Carbon	99.48	92.18	91.19	80.70	84.47	78.12	99.99	95.16
Oxygen	0	3.29	0.72	9.45	9.88	4.57	0	2.55

- Oxygen :

	GR		rGO		CNT		AC	
	before	after	before	after	before	after	before	after
Carbon	99.48	88.34	91.19	74.33	84.47	78.06	99.99	94.27
Oxygen	0	10.92	0.72	16.47	9.88	22.12	0	4.51

### Applicable Area

- **High-performance energy storage devices**
  - battery electrode materials, separation membrane materials, electrode materials for fuel cells, etc.
- **High Performance Electronic Materials**
  - highly integrated semiconductors, high conductive adhesive materials, smart fiber, sensors, catalysts, conductive films, displays, etc.
- **Applicable to various fields such as energy storage, aerospace, automobile, medicine and IT parts**
  - The present technology can be used as core technology of convergence industry such as BT, IT, ET, ST, CT, .etc.



## Market Status

### Market Status

- Nano carbon materials have excellent electrical, physical, chemical and mechanical properties and are emerging as new materials that overcome the technical limitations of existing industries.
- The world nanocarbon material market is expected to reach about \$1.6 billion in 2018 and reach about \$2 billion in 2020.

[Global Market Size and Prospect of Nanocarbon Materials]

(Unit: \$ million, %)

Division	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
Nano carbon material	1,076	1,202	1,401	1,569	1,757	1,968	12
Carbon nano tube	1,099	1,213	1,339	1,479	1,632	1,802	10
Total	2,175	2,415	2,740	3,048	3,389	3,770	11

(Estimated with reference to Nanotechnology: A Realistic Market Assessment, Global Nanotechnology Market through 2015., BBC Research, 2010.07, BCC Research, 2011. 1, 2010 Nanotechnology Research Review, BCC Research, 2011. 02, 2010 Graphene: Technologies, Applications and Markets, IDTechEx Conductive Ink Markets 2012-2018, KETI CNT Market Prospect, 2013, ChemLocus 2012, Ministry of Commerce, Industry and Energy, Carbon Fiber Market, 2013)

### Industry Status

- Hyperion Catalysis** (USA) produces and sells masterbatches and compounds based on FIBRIL nanotubes in the field of conductive polymers, and is focusing on automotive, electronics and plastics development now.
- XG Science** (USA) is producing cathode materials for heat dissipation materials, printing ink, raw materials for energy storage materials, heat dissipation films, and developing cathode materials for secondary batteries.
- Angstrone Materials** (USA) is in the process of developing raw materials for electromagnetic shielding materials, energy storage materials, anode materials for secondary batteries, adhesive materials, barrier materials and electrodes for capacitors.

### R&D Status

- Continuous R & D is underway, centering on quality control that acts as an obstacle to commercialization; high-quality, low-cost mass production, and detailed technology by application field. The difficulty in supplying and delivering uniform quality materials is an obstacle to the development of commercialization of application products.
- Carbon nanomaterials still have high production costs due to difficulty in mass production. it is necessary to be able to manufacture high quality intermediate materials.
- The development of flexible displays, ultra-high-speed transistors, next-generation batteries, ultra-lightweight materials, and heat dissipation materials, which utilize the carbon nanomaterials, is expected to surge.

TRL and IP Status

Technology Readiness Level (TRL) **Full-scale prototype**

IP Status

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	US	15/645,933 (2017.07.10)	10,056,603 (2018.08.21)	METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL
	KR	10-2016-0154445 (2016.11.18)	-	이종 원소가 도핑된 탄소나노물질의 제조 방법 (METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL)

# 붕소와 질소가 동시에 도핑된 반도체용 그래핀 및 그 제조방법

## ■ 기술개요

반도체 제조에 사용할 수 있는 붕소 및 질소를 동시 도핑한 그래핀 및 그 제조 방법을 제공

## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 본 기술은 탄소 전구체에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 결합한 후 붕소 전구체와 질소 전구체를 도핑하여 붕소와 질소가 동시에 도핑된 그래핀 플레이크를 제공할 수 있음.
- 상기 그래핀이 높은 밴드갭을 가져 반도체 제조에 사용될 수 있음

### ■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)

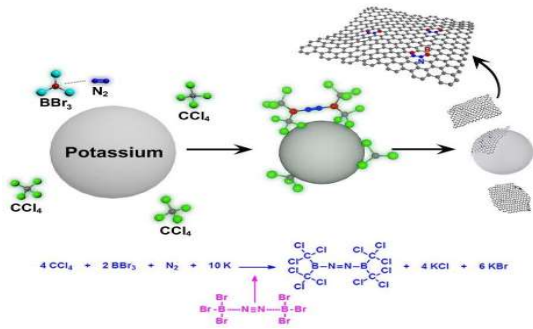
- 종래의 방법에 의해 제조된 그래핀은 밴드갭이 존재하지 않아 반도체 제조에 사용될 수 없었고, 도핑된 그래핀은 밴드갭을 가지나, 물리적 도핑으로 제조되어 외부 환경요인에 영향을 받기 쉬움
- 본 기술의 그래핀은 3.3eV의 밴드갭을 가짐
- 본 기술의 그래핀은 우수한 열적 안정성을 가짐
- 본 기술의 그래핀은 유기용매에 대하여 우수한 분산성을 가짐
- 본 기술의 제조방법은 알칼리 금속과 알칼리 토금속을 사용하여, 다량의 붕소 및 질소가 그래핀에 도핑 되도록 함

## | 발명자

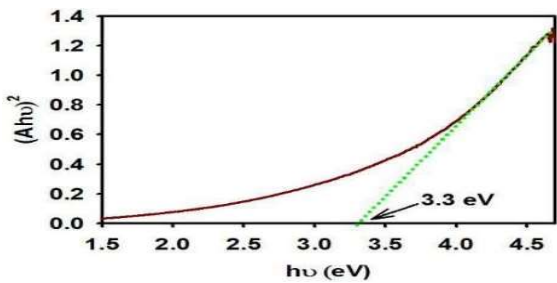
백종범 교수

## | 문의

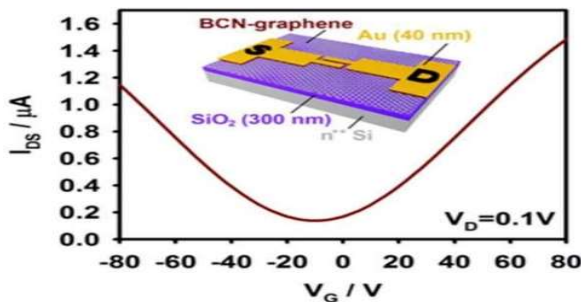
[붕소와 질소가 함께 도핑된 그래핀의 반도체 성질을 입증하기 위한 실험]



- 카본 테트라클로라이드(CCl<sub>4</sub>, Carbon tetrachloride)와 칼륨(K)을 넣고, 질소 분위기 하에서 보론 트리브로마이드(BBr<sub>3</sub>, boron tribromide)를 주입하고 가열하여 그래핀 플레이크를 제조함

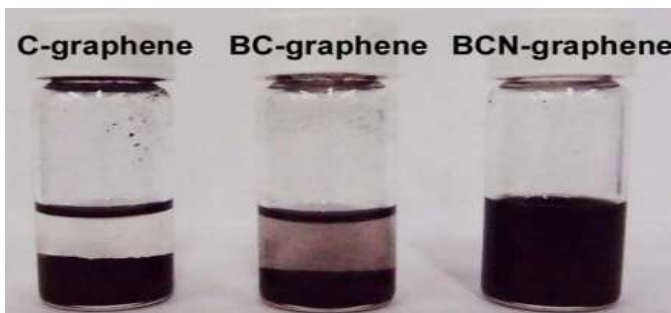


- 본 기술의 그래핀의 밴드갭은 3.3eV로, 도핑 되지 않은 그래핀(0eV) 및 종래의 도핑된 그래핀(≤ 3.0eV)의 밴드갭에 비해 충분히 높음



- 본 기술의 그래핀이 적용된 전계효과 트랜지스터(field effect transistor)의 전류/전압 곡선을 나타냄
- 온/오프 제어 비율을 통해 밴드갭 유무를 확인한 결과, 본 기술의 그래핀은 반도체 성질을 가짐

[붕소와 질소가 동시에 도핑된 그래핀의 분산도 측정]



- 본 기술의 그래핀은 붕소 또는 질소로만 도핑된 그래핀과 비교하여 현저하게 향상된 분산성을 나타냄

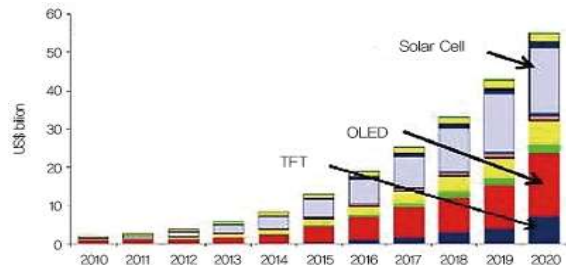
## 적용 분야

- 투명전극(플렉서블 투명 디스플레이, 터치패널, 유기발광소자), 배리어 소재(디스플레이, 유기태양전지, 유기발광소자), 잉크소재(전도성 잉크, EMI 차폐도로, 인쇄전극), 방열소재(LED조명, 자동차 ECU), 초경량 소재(자동차 외장재, 항공우주 부품)에 적용 가능함

## 시장 현황

### 시장 동향

- 그래핀은 투명전극 시장에서 크게 활용될 것으로 전망되며 시장규모는 향후 60조 원까지 확대될 것으로 예상되고, 2020년까지 27억 달러의 소재 시장과 270억 달러 이상의 부품소재 시장의 창출이 가능할 것임



### 업체 동향

- Haydale Limited(한국)는 잉크, 센서, 에너지 저장 장치, 광전지, 복합 재료, 도료 및 코팅과 같은 분야에서 그래핀 및 기타 나노 소재 적용에 주력함
- NanoXplore(캐나다)는 펠릿 형태의 마스터 배치, 그래핀 파우더 및 맞춤형 그래핀 솔루션을 비롯한 그래핀 강화 폴리머를 제공함

### 개발 동향

기관명	현황
성균관대/삼성테크윈	구리 촉매를 사용한 그래핀 합성 roll-to-roll 방식을 이용한 전사/에칭기술 개발 그래핀 투명전극을 활용한 플렉시블 터치스크린 시연
성균관대/삼성중공업	실리콘 웨이퍼상에서 니켈 촉매를 이용한 그래핀 합성기술 개발
KAIST/엔버로테크	복합소재용 그래핀 Nanoplatelet 제조기술
UNIST	Edge 기능화에 의한 고품질 그래핀 제조기술 Ball Mill 고속분쇄를 이용한 친환경 저가 그래핀 대량생산 기술
성균관대	대량 흑연 화학적 박리 저온공정기술 개발
KERI	화학적 흑연박리를 통한 그래핀 페이스트 제작, 국내기업에 기술이전
KAIST	그래핀 게이트 전극을 이용한 메모리 제작
대주전자재료	그래핀 제조 전 단계 물질인 산화그래핀을 생산하여 미국 시그마일드 리지에 공급 자동차 차체용 경량 그래핀 소재 개발에 주력

기관 유형	기관명	현황
대학 및 연구소	맨체스터대(영)	세계 최초 테이프를 이용한 흑연에서 그래핀 박리 성공 그래핀을 이용한 가스센서 및 LCD 소자 구현
	컬럼비아대(미)	그래핀 물성, 전자빔식각법에 의한 그래핀나노리본 구조 패턴링 연구
	UCLA, Rutgers(미)	그래핀의 용액상 분산 및 필름화에 대한 기술개발 연구
	프리츠하버 연구소(독)	SiC 기반 위 그래핀 합성법 및 성질변환 연구
	막스플랑크 연구소(독)	그래핀 염료감응 태양전지 투명전극 연구
	AIST(일)	그래핀 투명전극 및 리튬 이차전지 연구
기업	IBM(미)	그래핀 RF소자, 광전자 소자 등 반도체 적용 연구개발
	XG Science(미)	다양한 방법의 그래핀 합성기술 개발 및 판매
	Angstrom Materials(미)	에너지 전극용 그래핀 platelet 대량 양산기술 보유
	Vorbeck Materials(미)	다양한 방법의 그래핀 합성기술 개발 및 판매 Vor-ink™ 잉크 상용화
	Texas Instruments(미)	CVD 공정으로 수 인치급 그래핀 합성
	Fujitsu(일)	실리콘 웨이퍼상에 그래핀 성장

**기술개발단계 및 보유현황**

- 기술 성숙도    개념검증(3단계)
- 특허 포트폴리오

No.	국 가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	KR	10-2014-0009713 (2014.01.27)	10-1611218 (2016.04.05)	붕소와 질소가 동시에 도핑된 반도체용 그래핀 및 이의 제조방법
	US	14/605738 (2015.01.26)	9490040 (2016.11.08)	Graphene for semiconductor co-doping boron and nitrogen at the same time and preparation method thereof

## Boron/nitrogen co-doped graphene and preparation method thereof

### ■ Overview

Boron/nitrogen co-doped graphene for semiconductor applications and a method for producing the same

---

### Technology Information

#### Description of Technology

---

- The present technology can provide a graphene flake in which boron and nitrogen are doped by bonding an alkali metal or an alkaline earth metal to the carbon precursor and then doping the boron precursor and the nitrogen precursor. The graphene has a high band gap, and can be used for semiconductor manufacturing.

#### Advantages

---

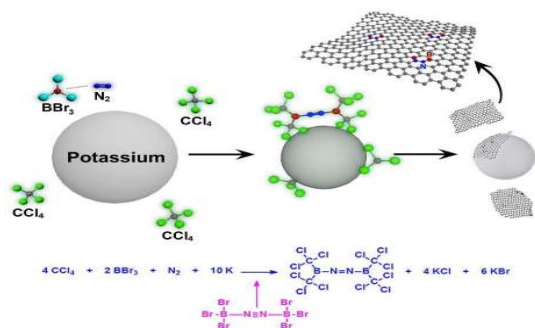
- Graphene structures produced by conventional methods cannot be used in semiconductor applications due to the absence of band gaps therein.
- The band gap of the graphene co-doped with both boron and nitrogen was calculated to be 3.3 eV sufficiently high.
- The graphene co-doped with both boron and nitrogen is manufactured at high temperature, so has excellent thermal stability.
- The graphene co-doped with both boron and nitrogen exhibits markedly improved dispersibility in organic solvent.
- The manufacturing process according to present technology enables doping of graphene with larger amounts of boron and nitrogen.

### | Researcher

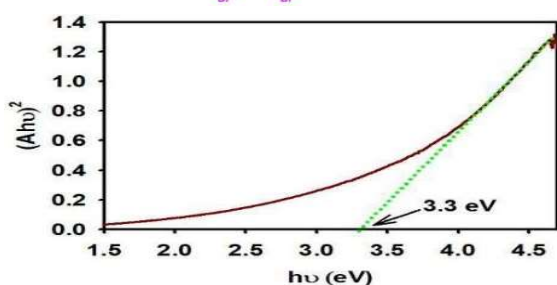
Prof.  
Beak Jong-Beom

### | Contact info.

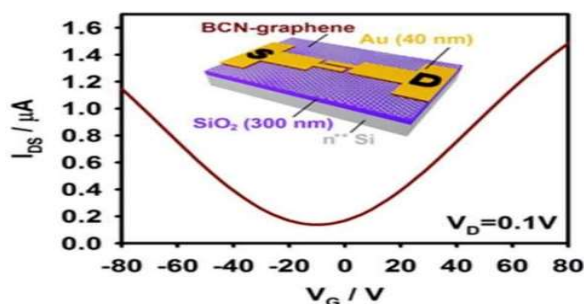
[The semiconducting properties of boron/nitrogen co-doped graphene]



- Carbon tetrachloride( $\text{CCl}_4$ ), potassium(K) and boron tribromide( $\text{BBr}_3$ ) was put in to autoclave under a nitrogen atmosphere and then heated to produce graphene flakes

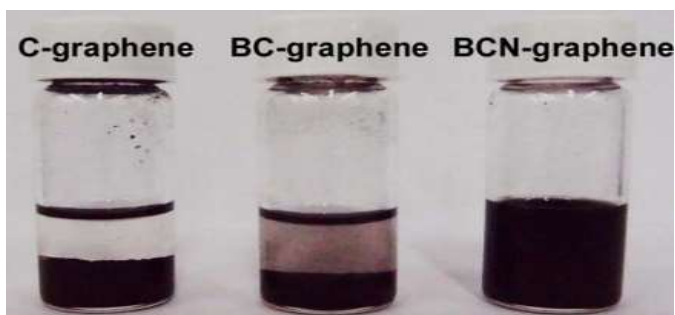


- The band gap of the graphene co-doped with both boron and nitrogen was calculated to be 3.3 eV, which is sufficiently higher than the band gaps of undoped graphene(0 eV) and conventional doped graphene structures( $\leq 3.0$  eV)



- The on/off control ratio to the measurement results of the field effect transistor to make the bandgap presence bore exemplary case of the graphene co-doped with both boron and nitrogen, it was confirmed that it has the properties of a semiconductor.

[Degrees of Dispersion of boron/nitrogen co-doped graphene]



- The graphene co-doped with both boron and nitrogen exhibits markedly improved dispersibility in N-methyl-2-pyrrolidone(NMP) compared to graphene doped with either boron or nitrogen.



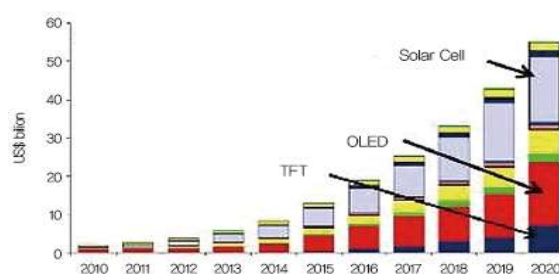
### Applicable Area

- Graphene used on a commercial scale is that in optoelectronics, specifically touchscreens, liquid crystal displays(LCD) and organic light emitting diodes(OLEDs), composite materials, photovoltaic cells, energy storage

### Market Status

#### Market Status

- Graphene is expected to be widely used in the transparent electrode market is projected to expand to 71 trillion won in the future, is expected to create a \$ 2.7 billion material market in 2020 and more than \$ 27 billion in various parts and materials markets.

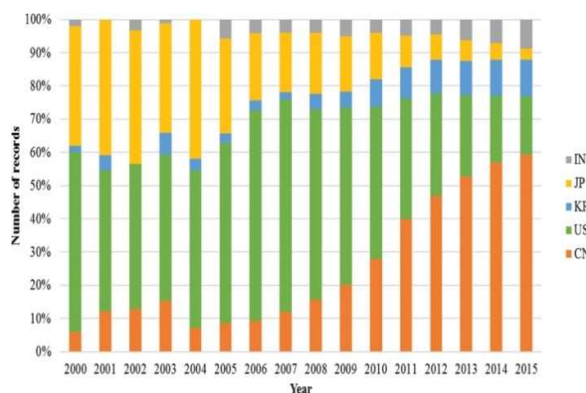


#### Industry Status

- Haydale Limited(Korea) focused on the application of graphenes and other nano-materials in fields such as inks, sensors, energy storage, photovoltaics, composites, paints and coatings.
- NanoXplore(Canada) provides customers with graphene-enhanced polymers, including master batches in pellet form, few layer graphene powders, and custom graphene solutions.

#### R&D Status

- The United States and Japan published their first papers in graphene in 1985 and 1992, respectively, and went strong until around 2010 when their publications began level-off and even began to decline after 2013. In contrast, publications from China has grown dramatically after 2010, surpassing the United States.
- The publications from South Korea overtook Japan since 2010, but increased only slowly afterwards, to be in similar strength as India in recent years.



### TRL and IP Status

**TRL and IP Status**

Technology Readiness Level(TRL) **Identification and Characterization of Preliminary Product (level3)**

**IP Status**

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	US	15/645,933 (2017.07.10)	10,056,603 (2018.08.21)	METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL
	KR	10-2016-0154445 (2016.11.18)	-	이종 원소가 도핑된 탄소나노물질의 제조 방법 (METHOD OF PREPARING HETEROATOM-DOPED CARBON NANOMATERIAL)

# 주름 없는 그래핀 시트 및 이의 이용

## ■ 기술개요

대면적 및/또는 우수한 전기적 및 광학적 특성을 갖는 주름 없는 그래핀 시트를 제공함, 상기 그래핀 시트를 포함하는 투명 전극, 전자 장치용 활성층, 광전자/전자 장치, 배터리 및 태양전지를 제공함.

## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 본 기술의 그래핀 시트는 1개 내지 20개의 그래핀 층을 포함하며, 그 중 기판과 접촉하는 가장 하부의 그래핀 층이 주름없이 연속적으로 형성되어, 우수한 전기적, 광학적 특징을 가짐

### ■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)

- 종래의 화학 기상 증착(CVD) 방법을 사용하는 경우 금속과 그래핀의 열팽창 계수가 달라 기판상의 그래핀 시트가 구겨질 수 있음, 그래핀 주름은 내부의 전자를 산란시켜 그래핀의 전기적 특성에 부정적인 영향을 줌
- 본 기술의 그래핀은 급격한 온도 변화 없이 제조되어, 그래핀 하부 시트가 주름 없이 균일함
- 그래핀 시트는 투명도가 90 % 이상일 수 있어 광학적 성질이 우수함
- 그래핀 시트는  $274\Omega/\text{square}$  이하, 구체적으로 특히  $100\Omega/\text{square}$  이하의 낮은 면저항을 가져 전기적 성질이 우수함
- 전사 공정없이 대면적의 그래핀 시트를 제공할 수 있음

## | 발명자

권순용 교수

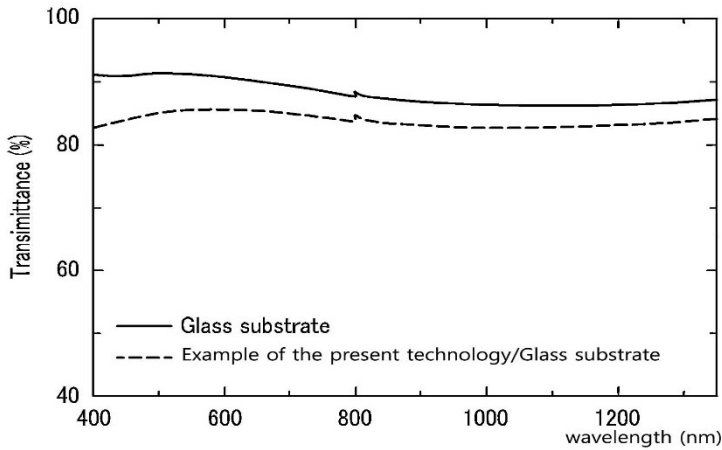
## | 문의

[그래핀의 단면도]



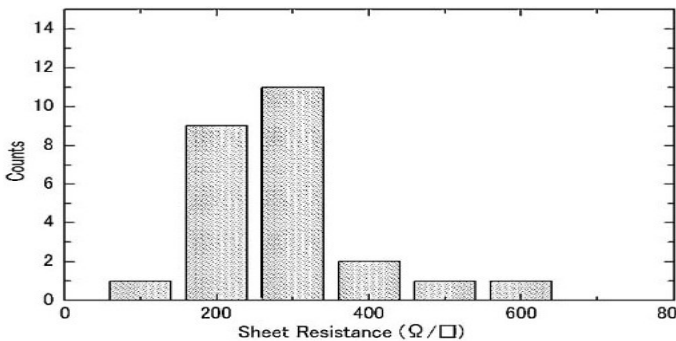
- 1개 내지 20개의 층으로 형성된 그래핀 하부 시트와 1 $\mu\text{m}$  내지 50 $\mu\text{m}$  또는 30nm 내지 100nm의 리지 사이의 최대 거리를 가지고, 용기 부분은 적어도 3개의 그래핀 층으로 이루어짐

[그래핀의 광학적 특성 평가 - UV-VIS 방법]



- 유리 기판상에 성장된 그래핀은 가시광선의 모든 영역에서 80% 이상의 높은 투명성을 가지며, 유리 기판 자체보다 2% 내지 7% 낮은 투명도를 가짐
- 본 기술의 그래핀은 CVD법으로 제조된 그래핀보다 우수한 광학 특성을 갖는 것으로 보임

[그래핀의 전기적 특성 평가 - 반 데 파우 방법(Van der Pauw method)]



- 본 기술에 따른 그래핀의 저항은 약 274 $\Omega/\text{square}$ 로 CVD법에서 고온으로 형성된 그래핀(약 1000 $\Omega/\text{square}$  이하)의 경우에 비해 현저히 작아, 전기적 특성이 우수함

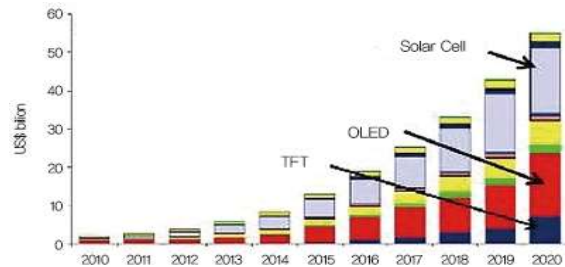
## 적용 분야

- 투명전극(플렉서블 투명 디스플레이, 터치패널, 유기발광소자), 배리어 소재(디스플레이, 유기태양 전지, 유기발광소자), 잉크소재(전도성 잉크, EMI 차폐도로, 인쇄전극), 방열소재(LED조명, 자동차 ECU), 초 경량 소재(자동차 외장재, 항공우주 부품)에 적용 가능함

## 시장 현황

### 시장 동향

- 그래핀은 투명전극 시장에서 크게 활용될 것으로 전망되며 시장규모는 향후 60조 원까지 확대될 것으로 예상되며, 2020년까지 27억 달러의 소재 시장과 270억 달러 이상의 부품 소재 시장의 창출이 가능할 것임

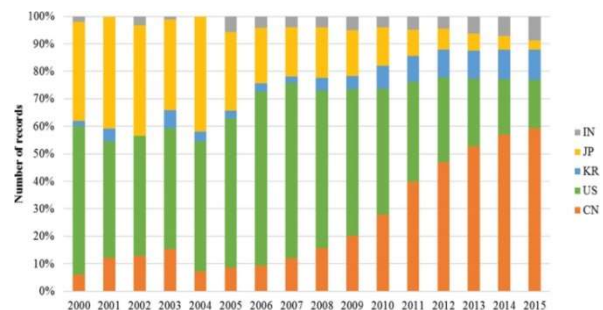


### 업체 동향

- Haydale Limited(한국)는 잉크, 센서, 에너지 저장 장치, 광전지, 복합 재료, 도료 및 코팅과 같은 분야에서 그래핀 및 기타 나노 소재 적용에 주력함
- NanoXplore(캐나다)는 펄릿 형태의 마스터 배치, 그래핀 파우더 및 맞춤형 그래핀 솔루션을 비롯한 그래핀 강화 폴리머를 제공함

### 개발 동향

- 미국은 1985년, 일본은 1992년에 첫 번째 그래핀 논문을 발간했으며 2010년경까지 논문이 증가하다가, 2013년 이후로 감소하기 시작함
- 중국의 논문 발간은 2010년 이후 극적으로 증가함. 한국의 간행물은 2010년 이후 일본을 추월했지만, 최근 몇 년 동안 인도와 유사하게 서서히 증가함



**기술개발단계 및 보유현황**

기술 성숙도    개념검증(3단계)

특허 포트폴리오

No.	국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	PCT	PCT-KR2011-005438 (2011.07.22)	-	GRAPHENE SHEET, TRANSPARENT ELECTRODE HAVING SAME, ACTIVE LAYER, AND DISPLAY DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, OPTOELECTRONIC DEVICE, BATTERY, SOLAR CELL, AND DYE-SENSITIZED SOLAR CELL INCLUDING SAME
	CN	2011-80073584 (2011.07.22)	-	
	EP	2011-870060 (2011.07.22)	-	
	US	14/159521 (2014.01.21)	9385281 (2016.07.05)	

# Graphen sheet without wrinkles

## ▪ Overview

The present technology provides a graphene sheet with a large area and/or excellent electrical and optical properties. The graphene sheet may have no wrinkles, the present technology provides a transparent electrode, an active layer for an organic/inorganic electronic device, an organic/inorganic optoelectronic/electronic device, a battery, a solar cell or a dye-sensitized solar cell, including the graphene sheet

## Technology Information

### Description of Technology

- The present technology, a graphene sheet includes 1 to 20 graphene layers, of which the lowest graphene layer contacting a substrate is continually formed without wrinkles and may be used to fabricate a display device, an optoelectronic/electronic device, a battery with excellent chemical, electrical, and optical properties and used to fabricate a transistor, a sensor, and an organic/inorganic semiconductor device with excellent physical, electrical, and optical properties.

### Advantages

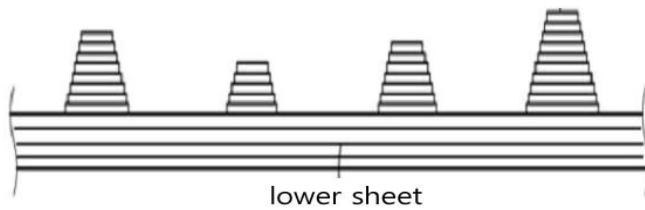
- The wrinkle negatively affect on electrical properties of graphene. the graphene according to the this technology may be prepared without a sharp temperature change, and thus, its lower sheet may be even.
- The graphene sheet may have transparency of particularly, 90% or more. Thus, appropriately used as an electron material for a transparent electrode and the like.
- The graphene sheet may have sheet resistance of particularly,  $274\Omega/\text{square}$  or less, more particularly,  $100\Omega/\text{square}$  or less, thus, applied to an electronic material for an electrode and the like.
- The present technology may provide a graphene sheet with a large area on a subject substrate without a transferring process.

## | Researcher

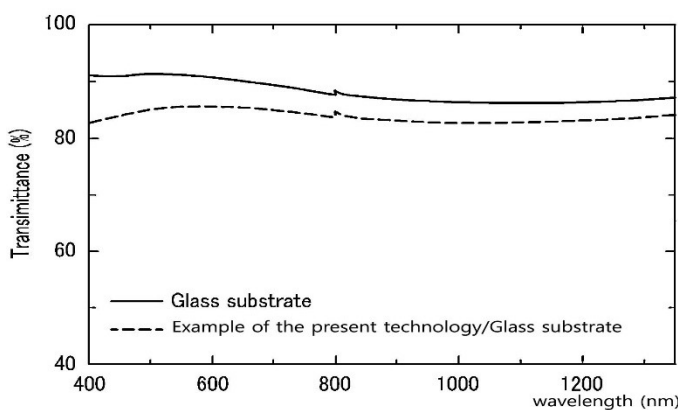
Prof.  
Kwon Soon-Yong

## | Contact info.

[The cross-sectional view of the graphene sheet]

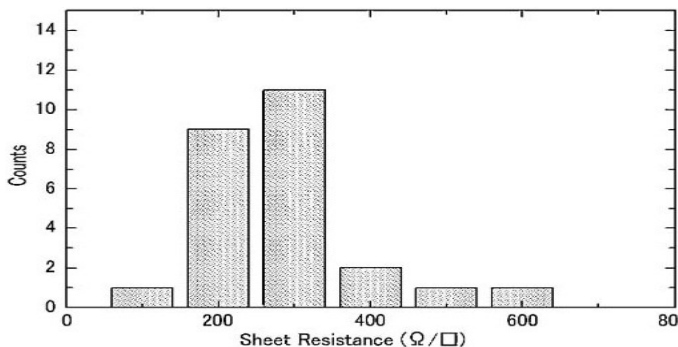


- The graphene according to the present technology had a maximum gap among ridges in a range of 1 $\mu$ m to 50 $\mu$ m or 30nm to 100nm. The ridges were formed of at least three graphene layers



- a graphene grown on a glass substrate had high transparency of 80% or more in all UV regions and about 2 to 7% less transparency than that of the glass substrate itself, the graphene was identified to have excellent optical properties.

[Electrical Characteristic Evaluation ]



- The graphene had resistance of about 274 $\Omega$ /square. Which is significantly smaller than that of graphene(1000 $\Omega$ /square or less) by CVD method.

Applicable Area

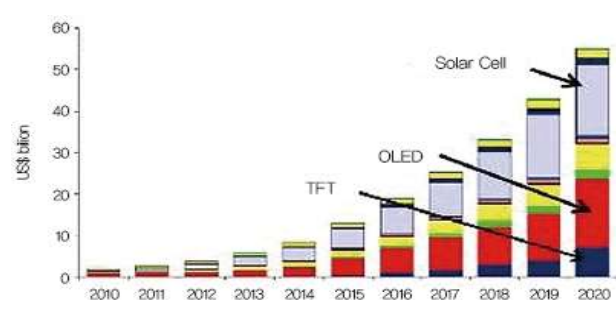
- Graphene used on a commercial scale is that in optoelectronics, specifically touchscreens, liquid crystal displays(LCD) and organic light emitting diodes(OLEDs), composite materials, photovoltaic cells, energy storage.



## Market Status

### Market Status

- Graphene is expected to be widely used in the transparent electrode market is projected to expand to 71 trillion won in the future, is expected to create a \$ 2.7 billion material market in 2020 and more than \$ 27 billion in various parts and materials markets.

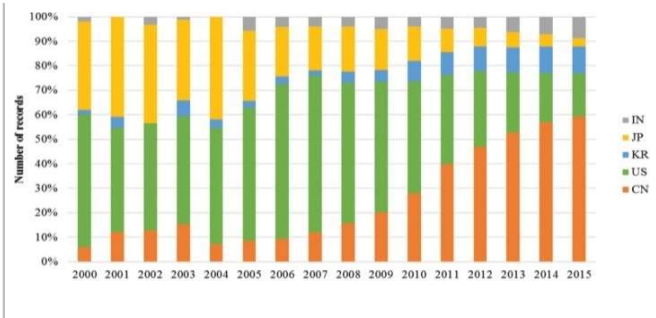


### Industry Status

- Haydale Limited(Korea) focused on the application of graphenes and other nano-materials in fields such as inks, sensors, energy storage, photovoltaics, composites, paints and coatings.
- NanoXplore(Canada) provides customers with graphene-enhanced polymers, including master batches in pellet form, few layer graphene powders, and custom graphene solutions.

### R&D Status

- the United States and Japan published their first papers in graphene in 1985 and 1992, respectively, and went strong until around 2010 when their publications began level-off and even began to decline after 2013. In contrast, publications from China has grown dramatically after 2010, surpassing the United States.



- The publications from South Korea overtook Japan since 2010, but increased only slowly afterwards, to be in similar strength as India in recent years.

## TRL and IP Status

**TRL and IP Status**

Technology Readiness Level(TRL) Identification and Characterization of Preliminary Product (level3)

**IP Status**

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	PCT	PCT-KR2011-005438 (2011.07.22)	-	GRAPHENE SHEET, TRANSPARENT ELECTRODE HAVING SAME, ACTIVE LAYER, AND DISPLAY DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, OPTO-ELECTRONIC DEVICE, BATTERY, SOLAR CELL, AND DYE-SENSITIZED SOLAR CELL INCLUDING SAME
	CN	2011-80073584 (2011.07.22)	-	
	EP	2011-870060 (2011.07.22)	-	
	US	14/159521 (2014.01.21)	9385281 (2016.07.05)	

# TRAP1 저해능을 가지는 신규화합물

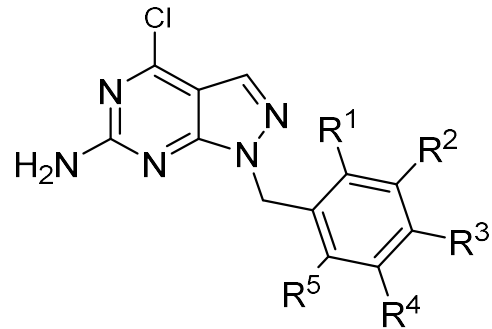
## ■ 기술개요

본 발명은 열 충격 단백질(heat shock protein)인 Hsp90 상동 단백질들을 동시에 억제하는 저해능을 가진 화합물 및 이를 포함하는 항암용 조성물에 관한 것임

## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 본 기술에 따른 화합물은 Hsp90 상동 단백질들을 저해하여 항암의 효능을 나타냄
- 본 기술은 종양세포에서 증가하는 TRAP1에 대한 억제 활성을 나타내는 신규화합물 및 유도체, 이를 포함하는 항암용 조성물을 제공함



[본 기술에 따른 신규화합물]

### ■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)

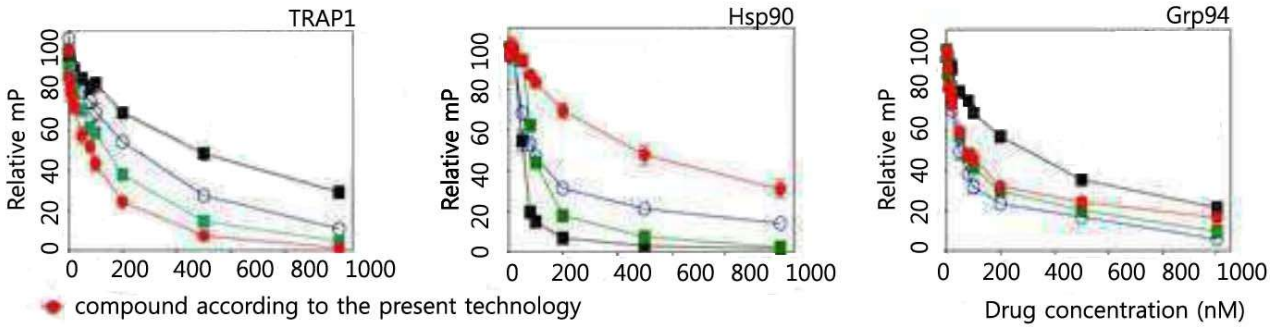
- 기존 판-Hsp90 패밀리 단백질 저해제는 미토콘드리아 저항성 TRAP1의 불활성화가 불가능함
- 본 기술에 따른 화합물 및 이의 유도체들은 TRAP1에 대한 최적화된 활성으로 인해 효과적인 미토콘드리아 투과능을 가짐
- TRAP1을 비활성화시킬 수 있어 탁월한 암-선택적 세포 독성 활성을 증강시켜 항암제로서 매우 유용함

## | 발명자

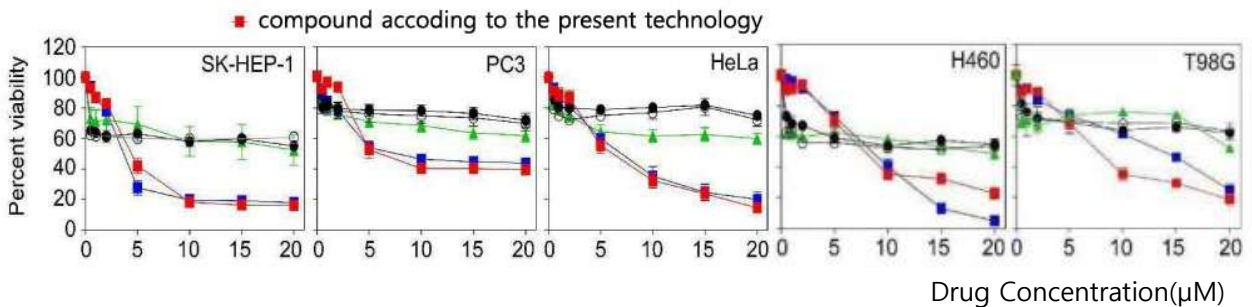
강병헌 교수

## | 문의

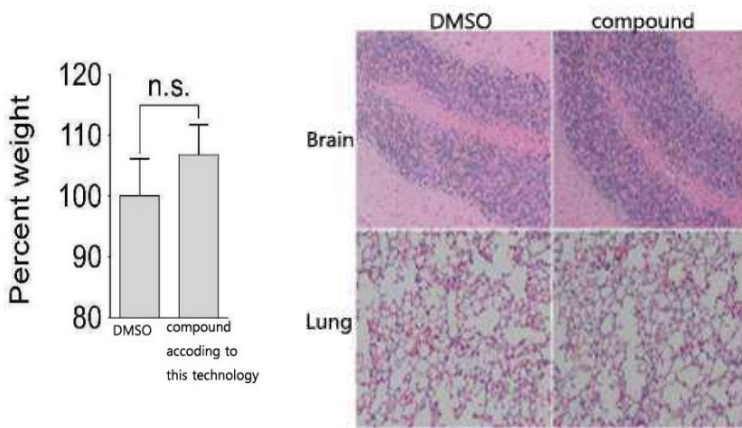
[본 기술에 따른 화합물의 TRAP1 선택성]



[본 기술에 따른 화합물의 항암 활성]



- 본 기술에 따른 화합물은 TRAP1에 대한 선택성이 높고 Hsp90 저해 활성을 낮춰 미토콘드리아 투과성이 높음
- 본 기술에 따른 화합물은 강력한 세포독성 활성을 가짐
- 본 기술에 따른 화합물은 간암세포, 전립선암, 자궁경부암, 폐암, 뇌종양 세포를 사멸유도함



- 본 기술에 따른 화합물은 실험 쥐에서 체중감소나 기관 독성 등의 부작용이 적음

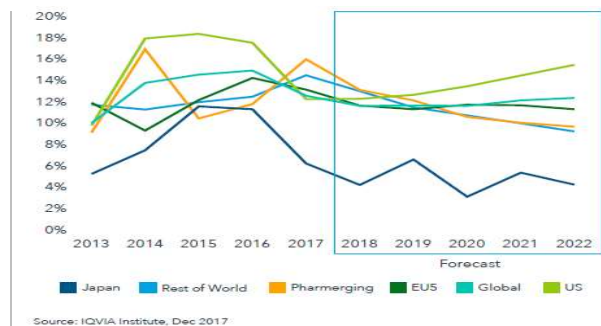
## 적용 분야

- Hsp90의 활성이 병인으로 작용하는 각종 암의 예방용 또는 치료용으로 적용가능

## 시장 현황

### 시장 동향

- 글로벌 항암제 시장은 2017년 약 1330억 달러 규모를 형성하였으며 2018년부터~2022년까지 연평균 10% 내지 13%로 성장하여 2022년에는 2000억 달러 규모의 시장을 형성할 것이며, 과거보다도 더욱 빠르게 성장할 것으로 전망됨



### 업체 동향

- 현재 세계적 제약기업 Novartis를 비롯해 많은 제약기업에서 Hsp90 저해제에 대한 임상실험을 진행하고 있음
- 국립 암 연구소(2014)에 따르면, 현재 52개의 Hsp90 저해제가 임상실험 중에 있으며 그 중, Luminespib(AUY922, Novartis) 및 Ganetespib(STA-9090, Synta)이 주도적인 제품개발을 하고 있음

### 개발 동향

- 1세대 Hsp90 저해제인 geldanamycin, tanespimycin, alvespimycin이 제한된 용량, 불용성, 세포 독성 활성 등으로 인해 임상에 실패한 후, 2세대 Hsp90 저해제인 Retaspimycin, Ganetespib, 및 NVP-AUY922 등의 개발이 진행되고 있음
- 최근 Hsp90 저해제와 화학 요법, 키나아제 저해제, 및 방사선 치료와 병용하여 약물 내성을 극복하고 항암 효과를 높이는 연구가 진행되고 있음

기술개발단계 및 보유현황

■ 기술 성숙도    개념검증(3단계)

■ 특허 포트폴리오

No.	국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	KR	10-2017-0092983 (2017.07.21)		TRAP1 저해제로서 유용한 화합물 및 이를 포함하는 항암용 조성물
	PCT	PCT/KR2017/007907 (2017.07.21)		COMPOUND USEFUL AS TRAP1 INHIBITOR, AND ANTICANCER COMPOSITION CONTAINING SAME

# Novel compounds with TRAP1 inhibition

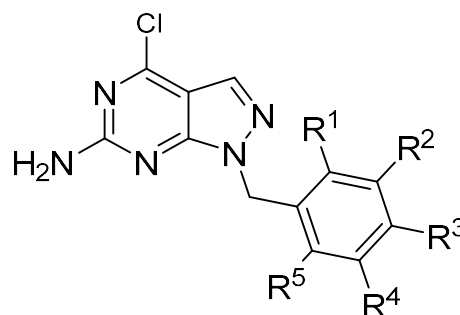
## Overview

The present invention is related to a compound having an ability to inhibit Hsp90 homologous proteins simultaneously, which is a heat shock protein, and an pharmaceutical composition for anticancer comprising the same.

## Technology Information

### Description of Technology

- The compound according to the present technology inhibits Hsp90 homologous proteins and exhibit anticancer efficacy.
- The present technology provides novel compounds and derivatives exhibiting an inhibitory activity against TRAP1 which are increased in tumor cells, and anticancer compositions containing the same.



[The novel compound according to the present invention]

### Advantages

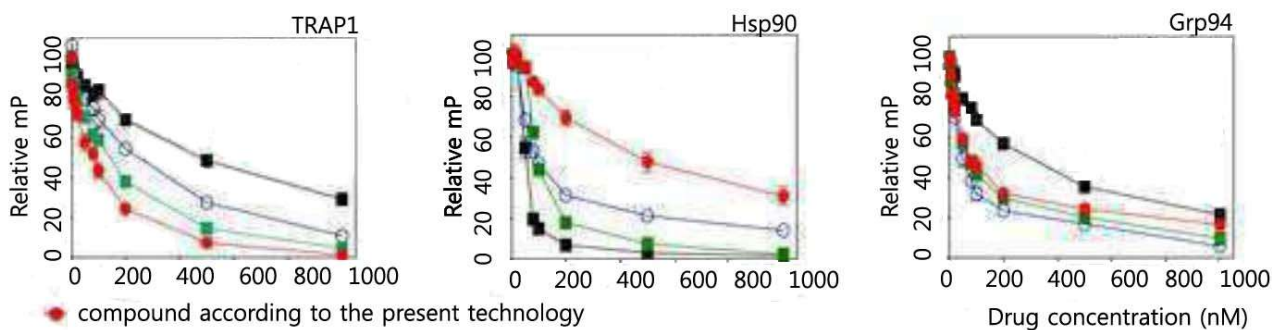
- Conventional Hsp90 family protein inhibitors can not inactivate the mitochondrial-resistant TRAP1
- The compounds and their derivatives according to the present invention have an effective permeability to mitochondria due to their optimized activity on TRAP1.
- Therefore, the compound can inactivate TRAP1, and is very useful as anticancer agents by enhancing the excellent cancer-selective cytotoxic activity.

## Researcher

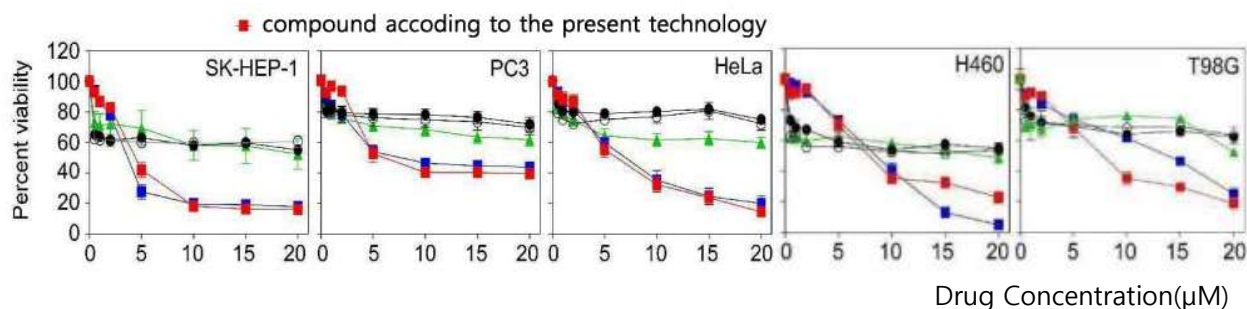
Prof.  
Kang Byoung Heon

## Contact info.

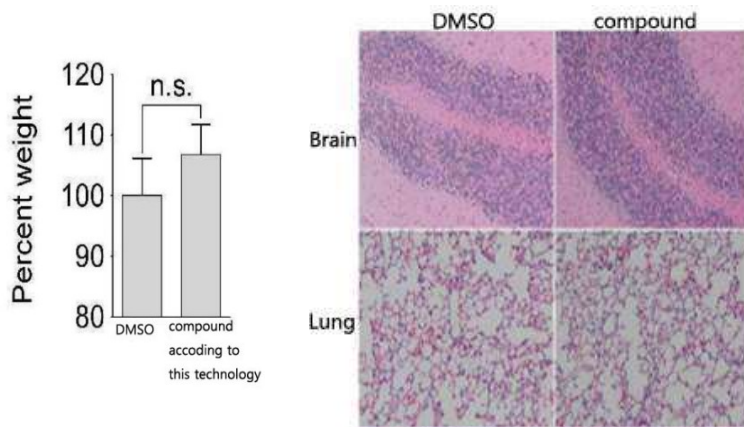
[The TRAP1 selectivity of compounds according to the present invention]



[The anticancer activity of compounds according to the present invention]



- The compounds have high selectivity for TRAP1, low Hsp90 inhibitory activity and high mitochondrial permeability.
- The compounds have potent cytotoxic activity.
- The compounds induce the death of liver cancer cells, prostate cancer, cervical cancer, lung cancer, brain tumor cells.



- compounds according to the present technology have few side effects such as weight loss or organ toxicity in experimental rats.



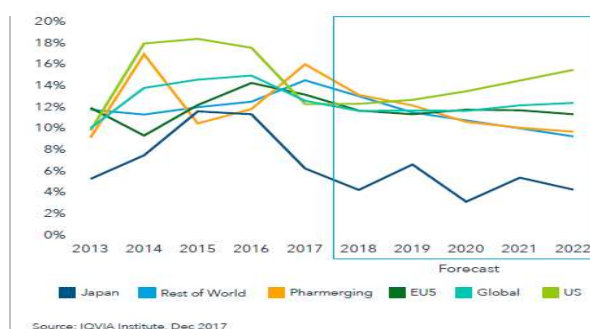
### Applicable Area

- Applicable for the prevention or treatment of various cancers that act as pathologic agents of Hsp90

### Market Status

#### Market Status

- The size of global oncology therapeutic medicine market reached USD 133 billion in 2017 and is expected to reach an annual growth of 10-13% for the next 5 years(2018 to 2022) and rapidly grow as to reach USD 200 billion in 2022.



### Industry Status

- Currently, several global pharmaceutical companies, including Novartis, are conducting clinical trials on Hsp90 inhibitors.
- Currently, Hsp90 inhibitors are being evaluated in 52 clinical trials according to National Cancer Institute(2014). Among them, Luminespib (AUY922, Novartis) and Ganetespib (STA-9090, Synta) are furthest in development.

### R&D Status

- The development of second-generation Hsp90 inhibitors-Retaspimycin, Ganetespib, and NVP-AUY922-is underway after clinical trial failure of the early-generation Hsp90 inhibitors in oncology due to limited efficacy, poor solubility, and dose-limiting toxicities.
- Recently, Hsp90 inhibitors have been used in combination with chemotherapy, kinase inhibitors, and radiation therapy to overcome drug resistance and improve anti-cancer effects.

## TRL and IP Status

Technology  
Readiness Level(TRL) Identification and Characterization  
of Preliminary Product (level3)

### IP Status

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	KR	10-2017-0092983 (2017.07.21)	-	Compounds as TRAP1 inhibitor and pharmaceutical composition for anticancer comprising the same
	PCT	PCT-KR2017-007907 (2017.07.21)	-	Compound useful as TRAP1 inhibitor, and anticancer composition containing same

# 하이드로젤 패치, 이의 제조방법 및 이의 이용

## ■ 기술개요

하이드로젤 패치(Hydrogel patch), 그의 제조 방법 및 그를 포함하는 척수손상 치료용 조성물에 관한 것임

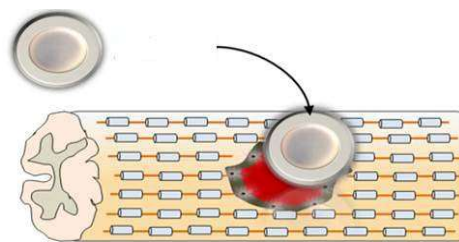
## ■ 기술 소개

### ■ 기술 내용

- 본 기술은 하이드로젤 패치 및 제조 방법에 관한 것임
- 본 기술의 하이드로젤 패치는 물질 X, 펩티드 또는 단백질 Y 및 물질 Z 또는 그의 염을 포함하는 약학적 조성물의 형태로 제공됨
- 본 기술의 하이드로젤 패치는 손상된 조직을 회복시켜 척수 손상을 포함한 다양한 질환의 치료가 가능함



### ■ 본 기술의 특징 및 효과 (우수성)



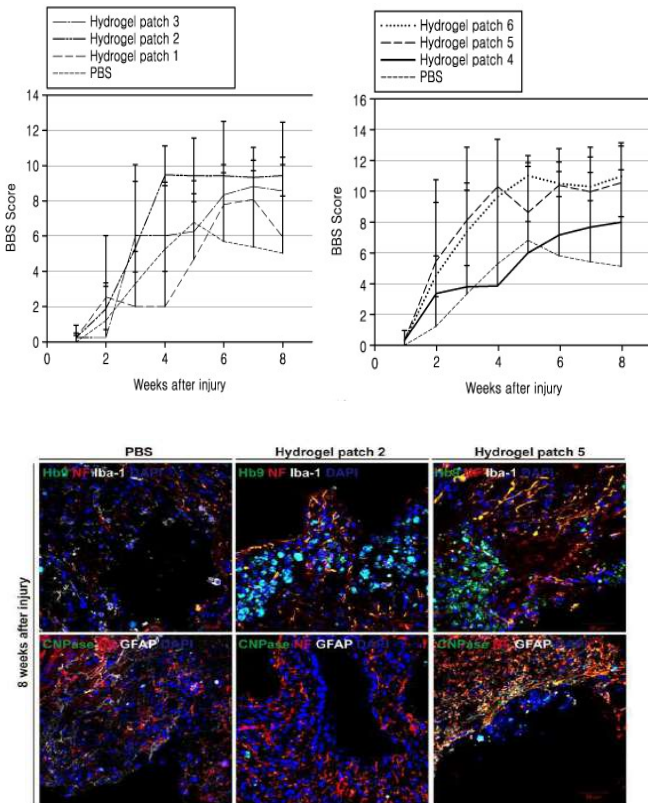
- 종래의 세포치료제에는 면역 거부반응, 발암가능성, 급성 기간 이후 적용 불가능 등의 문제가 있음
- 하이드로젤 패치는 간편하게 손상부위에 붙여서 2차 척수 손상 없이 조성물을 손상 부위에 전달 가능함

## | 발명자

김정범 교수

## | 문의

[하이드로젤 패치의 척수손상 치료효과 확인]



- 본 기술에 따른 하이드로젤 패치를 척수손상 동물 모델의 척수손상 부위에 직접 이식한 후, 척수손상 회복능을 평가함
- 하이드로젤 패치 2 및 5의 경우 가장 탁월한 척수손상 회복능을 보임
- 하이드로젤 패치 2 또는 5를 이식한 경우 척수의 Hb9와 NF를 함께 발현하는 운동신경세포의 분포가 높아 운동 능력이 현저히 복구됨
- Iba-1 미세아교세포의 분포가 현저히 감소하여, 운동 신경세포와 희소돌기 아교세포의 재생을 도와 수초가 형성된 운동신경세포의 재생을 도움

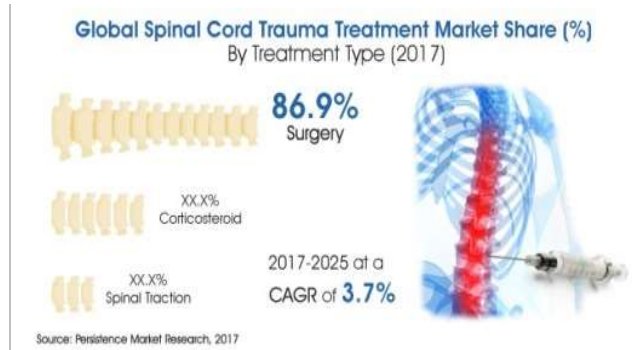
■ 적용 분야

- 피부 재생, 손상된 척수의 재생 등 다양한 재생의료 분야 및 하이드로젤 공법을 이용한 기능성 패치분야에 적용 가능함

## 시장 현황

### 시장 동향

- 척수손상의 발생 빈도는 증가하고 있으나, 손상 이후 장애를 호전시킬 치료법이 존재하지 않아 신경회복을 위한 치료방법에 대한 수요가 큰 것으로 조사됨
- 척수손상 치료제의 세계 시장은 2017년에 22억 달러로 평가되었으며, 2017년부터 2025년까지 연평균 3.7%로 성장하여 2025년 30억 달러에 이를 것으로 예상됨



### 업체 동향

- 국내 척수손상치료제 관련 업체로는 에스바이오메딕스, 스템랩, 파미셀 등 바이오 기업이 있으며, 이들 대부분 줄기세포를 통한 세포치료제를 개발에 주력함
- KIST 연구진은 척수 손상 부위에 주입하여 척수의 재생을 유도하는 하이드로젤을 개발함

### 개발 동향

- 현재 척수 신경 재생과 관련된 연구는 세포 이식과 더불어 다른 치료를 병용하는 요법과 관련된 것이 주류를 이룸
- InVivo Therapeutics, BioArctic AB, Ferrer Internacional S.A., Vertex Pharmaceuticals Incorporated, Kringle Pharma, Inc.를 중심으로 신경 성장인자, 재생억제 인자의 차단제의 효과적인 병용 투여 및 복합 세포의 이식에 관한 연구가 활발히 이루어짐

## 기술개발단계 및 보유현황

### 기술 성숙도 개념검증(3단계)

### 특허 포트폴리오

No.	국가	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	발명의 명칭
1	PCT	PCT-KR2018-003011		하이드로젤 패치

### ■ Overview

The present technology is related to a hydrogel patch, a method for producing the same, and a composition for treating spinal cord injury including the hydrogel patch.

### ■ Technology Information

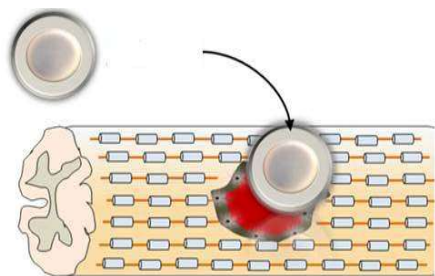
#### ■ Description of Technology

- The present technology is related to a hydrogel patch and a manufacturing method thereof.
- The hydrogel patch is provided in the form of a pharmaceutical composition comprising substance X, peptide or protein Y and substance Z or salt thereof.
- The hydrogel patch can repair damaged tissue and treat various diseases including spinal cord injury.



#### ■ Advantages

- Conventional cell therapies have problems such as immune rejection, possibility of carcinogenesis, and impossibility after an acute period.
- The hydrogel patch can be easily attached to the damaged area and the composition can be delivered to the damaged area without damaging the secondary spinal cord.

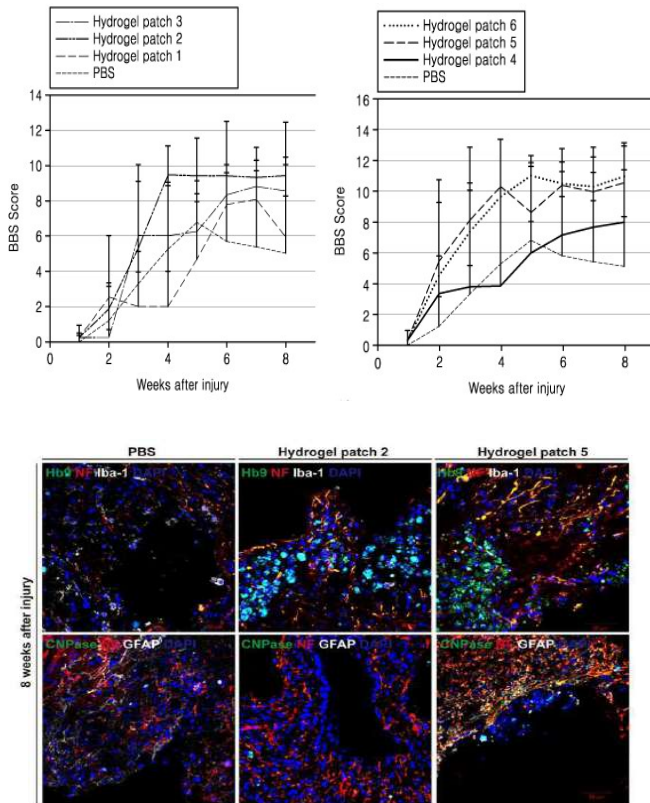


#### | Researcher

Prof.  
Kim Jeong Beom

#### | Contact info.

## [Confirming the effect of hydrogel patch on spinal cord injury]



- The hydrogel patch was directly implanted in the damaged area of the spinal cord injured animal model, and the spinal cord injury recovery ability was evaluated.
- Hydrogel patch 2 and 5 showed the most excellent spinal cord injury recovery ability.
- When the hydrogel patch 2 or 5 was transplanted, the distribution of motor neurons expressing Hb9 and NF in the spinal cord was high, resulting in a significant restoration of motor ability.
- The distribution of Iba-1 microglia is significantly reduced, which helps to regenerate motor neurons and oligodendrocyte to help regenerate motor neurons formed by myelin.

### Applicable Area

- It can be applied to various regenerative medical fields such as skin regeneration, damaged spinal cord regeneration, and functional patch using hydrogel method.

### Market Status

#### Market Status

- Although the incidence of spinal cord injury is increasing, there is no treatment to improve the disability after injury. Therefore, there is a great demand for effective neurological recovery treatment methods.
- The size of global spinal cord injury treatment market reached USD 2.2 billion in 2017 and is expected to show an annual average growth rate of 3.7% for the expecting period (2017 to 2025) and grow as to reach USD 3 billion in 2025.



#### Industry Status

- The companies involved in the treatment of spinal cord injuries in Korea include S.biomedics, Stemlab, and Pharmicell and most of them focus on developing cell therapy products through stem cells.
- The KIST team developed a hydrogel that injected into the spinal cord to induce spinal cord regeneration.

#### R&D Status

- Currently, studies related to spinal nerve regeneration are mainly related to therapy involving cell transplantation and combination with other therapies.
- Effective co-administration of nerve growth factor, regenerative inhibitor blocker, and transplantation of complex cells have been actively studied by InVivo Therapeutics, BioArctic AB, Ferrer Internacional S.A., Vertex Pharmaceuticals Incorporated, and Kringle Pharma, Inc

### TRL and IP Status

#### Technology

- Readiness Level(TRL) **Identification and Characterization of Preliminary Product (level3)**

#### IP Status

No.	Country	Application number (application date)	Registration number (registration date)	Title
1	PCT	PCT-KR2018-003011		Hydrogel patch





(44919) 울산광역시 울주군 언양읍  
유니스트길 50

T. +82 52 217 0114

<https://unist-kor.unist.ac.kr/>