

박 사 학 위 논 문  
Ph.D. Dissertation

탄소 나노튜브의 물리적 특성에 대한 이론 연구

Theoretical Study on Physical Properties of Carbon Nanotubes

2020

안 진 현 (安眞玄 Ahn, Jin-Hyun)

한 국 과 학 기 술 원

Korea Advanced Institute of Science and Technology

박 사 학 위 논 문

탄소 나노튜브의 물리적 특성에 대한 이론 연구

2020

안 진 현

한 국 과 학 기 술 원

전기및전자공학부

# 탄소 나노튜브의 물리적 특성에 대한 이론 연구

안 진 현

위 논문은 한국과학기술원 박사학위논문으로  
학위논문 심사위원회의 심사를 통과하였음

2020년 11월 30일

심사위원장 송 익 호 (인)

심 사 위 원 김 종 진 (인)

심 사 위 원 조 용 훈 (인)

심 사 위 원 김 도 경 (인)

심 사 위 원 이 억 균 (인)

# Theoretical Study on Physical Properties of Carbon Nanotubes

Jin-Hyun Ahn

Advisor: Ickho Song

A dissertation submitted to the faculty of  
Korea Advanced Institute of Science and Technology in  
partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Doctor of Philosophy in Electrical Engineering

Daejeon, Korea  
November 30, 2020

Approved by

---

Ickho Song  
Professor of Electrical Engineering

The study was conducted in accordance with Code of Research Ethics<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Declaration of Ethical Conduct in Research: I, as a graduate student of Korea Advanced Institute of Science and Technology, hereby declare that I have not committed any act that may damage the credibility of my research. This includes, but is not limited to, falsification, thesis written by someone else, distortion of research findings, and plagiarism. I confirm that my thesis contains honest conclusions based on my own careful research under the guidance of my advisor.

DEE

안진현. 탄소 나노튜브의 물리적 특성에 대한 이론 연구. 전기및전자공학부 . 2020년. 8+iii 쪽. 지도교수: 송익호. (한글 논문)

Jin-Hyun Ahn. Theoretical Study on Physical Properties of Carbon Nanotubes. School of Electrical Engineering . 2020. 8+iii pages. Advisor: Ickho Song. (Text in Korean)

### 초 록

지난 10여 년간 탄소 나노튜브는 자체의 독특한 전기적, 기계적 성질로 인하여 다가오는 나노기술 분야의 이상적인 기초물질중의 하나로 떠오르고 있다. 흑연을 감는 세세한 방법에 따라 전기적 특성이 금속성에서 1eV의 띠간격을 가지는 반도체 특성까지 다양한 분포로 존재한다. 본 학위논문에서는 탄소 나노튜브의 여러 물리적 성질에 대해 고찰하는데, 기본적으로 제일원리 밀도함수 이론과 밀접결합근사 모형을 사용하여 전기적 특성과 그 제어 방법, 자기적 특성, 그리고 수송특성 등을 다루고자 한다.

핵심 낱말 가, 나, 다

### Abstract

For the last decade, carbon nanotubes have been emerging as one of ideal materials for the building block of the forthcoming nanotechnology, due to their unique electrical and mechanical properties. Depending on detailed wrapping-up methods, their electronic properties show a wide spectrum from metals to large-gap semiconductors with band gaps of 1eV. In this thesis, we study various physical properties of carbon nanotubes, including electrical properties and their controlling methods, magnetic properties, and transport characteristics, based on the first-principles density-functional theory and the tight-binding model.

Keywords a, b, c

## 차 례

차 례 . . . . .	i
표 차례 . . . . .	ii
그림 차례 . . . . .	iii
제 1 장     머릿말 . . . . .	1
제 2 장     본문 작성 . . . . .	2
2.1    작성 . . . . .	2
2.1.1    자동 . . . . .	2
2.2    한글 논문 . . . . .	2
제 3 장     그림, 표 . . . . .	3
3.1    그림과 표를 본문에서 이야기하기 . . . . .	3
제 4 장     맺음말 . . . . .	5
참 고 문 헌 . . . . .	6
사 사 . . . . .	7
약 력 . . . . .	8

## 표 차례

3.1 캡션제목 넣으십시오 . . . . .	4
--------------------------	---

## 그림 차례

3.1 캡션제목 넣으십시오 . . . . .	4
--------------------------	---



## 제 1 장 머릿말

본문을 한글로 작성할 때 머릿말로 시작을 하시는 게 좋습니다. [1] 인용은 다음과 같이 합니다 [2]-[8]. 인용은 뒤에 인용을 쓰는 칸이 있습니다. 참고하여서 인용하시길 바랍니다 [9, 10]. 한글 논문에는 영어를 쓰지 마시기 바랍니다.

## 제 2 장 본문 작성

### 2.1 작성

장과 절 그리고 부절로 본문을 작성하실 수 있습니다.

#### 2.1.1 자동

이것들은 자동으로 차례에 들어가게 됩니다.

### 2.2 한글 논문

한글 논문에는 영어를 쓰지 마시기 바랍니다.

## 제 3 장    그림, 표

### 3.1    그림과 표를 본문에서 이야기하기

본문에서 그림과 표에 관해 이야기를 할 때도 인용에서처럼 하시면 됩니다.

표 3.1: 표 제목을 넣으십시오.

	BF	SW-I		SW-II		SW-III	CAP
		Para	Ferro	Para	Ferro		
$E$ (eV)	0	7.796	7.832	10.418	10.408	11.5	13.2
$M$ ( $\mu_B$ )	0	0	1.94	0	2.06	0	0

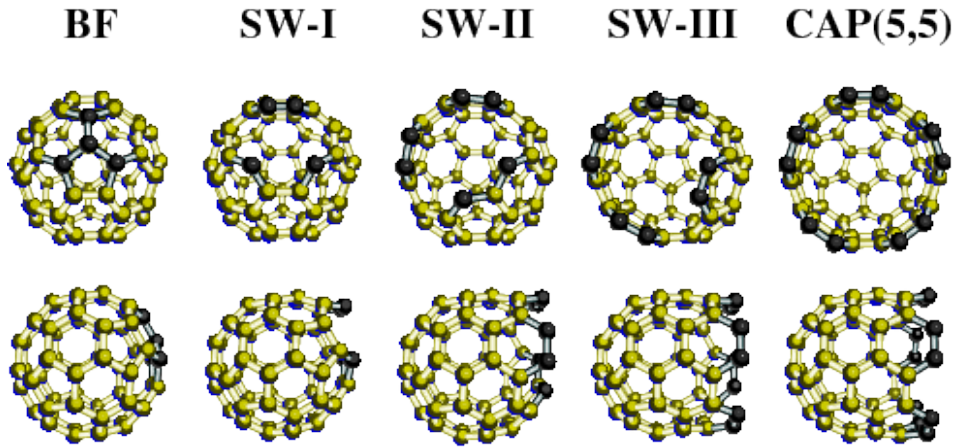


그림 3.1: 그림 제목을 넣으십시오.

## 제 4 장    맺음말

마지막은 맺음말로 하는 것을 권합니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박상우, 동시 송수신 안테나를 두 개 쓰는 협력 인지 무선통신망에 알맞은 전 이중 통신, 한국과학기술원 석사 학위 논문, 2016.
- [2] 송익호, 박철훈, 김광순, 박소령, 확률변수와 확률과정, 자유아카데미, 2014.
- [3] 송익호, 안태훈, 민황기, 인지 무선에서의 광대역 주파수 검출 방법 및 장치, 특허등록번호 10-1494966, 2015년 2월 12일.
- [4] 호우위시, 이원주, 이승원, 안태훈, 이선영, 민황기, 송익호, “선형 판별 분석에서 부류안 분산 행렬의 영 공간 재공식화,” 한국통신학회 2012년도 추계종합학술발표회, 대한민국 고려대학교, 242-243쪽, 2012년 11월.
- [5] 민황기, 안태훈, 이승원, 이성로, 송익호, “비간섭 전력 부하 감시용 고차 적률 특징을 갖는 전력 신호 인식,” 한국통신학회논문지, 제39C권, 제7호, 608-614쪽, 2014년 7월.
- [6] S. Park, *Full-Duplex Communication for Cooperative Cognitive Radio Networks with Two Simultaneous Transmit and Receive Antennas*, Master Thesis, Korea Adv. Inst. Science, Techn., Daejeon, Republic of Korea, 2016.
- [7] I. Song, J. Bae, and S. Y. Kim, *Advanced Theory of Signal Detection: Weak Signal Detection in Generalized Observations*, Springer-Verlag, 2002.
- [8] I. Song, T. An, and J. Oh, *Near ML decoding method based on metric-first search and branch length threshold*, registration no. US 8018828 B2, Sep. 13, 2011, USA.
- [9] H.-K. Min, T. An, S. Lee, and I. Song, “Non-intrusive appliance load monitoring with feature extraction from higher order moments,” in *Proc. 6th IEEE Int. Conf. Service Oriented Computing, Appl.*, Kauai, HI, USA, pp. 348-350, Dec. 2013.
- [10] I. Song and S. Lee, “Explicit formulae for product moments of multivariate Gaussian random variables,” *Statistics, Probability Lett.*, vol. 100, pp. 27-34, May 2015.

## 사 사

언제나 저를 바른 길로 이끌어 주시는 송익호 교수님께 큰 고마움을 느낍니다. 끝으로 오늘의 제가 있을 수 있도록 사랑으로 키워 주신 가족들에게 감사드립니다. 저의 이 작은 결실이 그분들께 조금이나마 보답이 되기를 바랍니다.

## 약 력

이 름: 안 진 현  
생 년 월 일: 199x년 x월 xx일  
출 생 지: ...  
주 소: ...

## 학 력

2007. 3. – 2009. 2.    고등학교 (2년 수료)  
2009. 2. – 2013. 8.    한국과학기술원 수리과학과 (학사)  
2013. 9. – 2016. 2.    한국과학기술원 수리과학과 (석사)

## 경 력

2013. 9. – 2016. 2.    한국과학기술원 수리과학과 일반조교

## 연구 업 적

1. J. Ahn, *Analysis of Tail Probability of Interference at a Node in 2-dimensional Homogeneous Poisson Point Process*, Master Thesis, Korea Adv. Inst. Science, Techn., Daejeon, Republic of Korea, 2016.