ไฮบริไดเซชั่นในตัวนำยิ่งยวดโลหะทรานซิชัน

นายมนตรี แย้มวงษ์

002303

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2519

ISBN 16983750

HYBRIDYZATION IN TRANSITION METAL SUPERCONDUCTORS

Mr. Montree Yamvong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1976

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

Visid Prachuabmoh
.....

(Professor Dr. Visid Prachuabmoh)

Dean

Thesis Committee Rachanee Rukveeradhum .....Chairman

(Assistant Professor Dr. Rachanee Rukveeradhum)

I-Ming Tang .....Advisor

(Dr. I-Ming Tang)

Virulh Sayint .....Member

(Assistant Professor Dr. Virulh Sa-yakanit)

Yuth Akkaramas .....Member

(Assistant Professor Yuth Akkaramas)

Thesis Advisor Dr. I-Ming Tang

Copyright 1976

by

The Graduate School

Chulalongkorn University

Thesis Title : Hybridyzation in Transition Metal Superconductors

By : Mr. Montree Yamvong

Department : Physics

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ไฮบริไดเซชันในตัวนำยิ่งยวดโลหะทรานซิชัน

ชื่อ นายมนตรี แย้มวงษ์ แผนกวิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2519

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

จากพื้นฐานความคิดของ แอนเดอร์สัน และ ทฤษฎีของ บาร์ดีน คูเปอร์ และชริฟเฟอร์ เราได้ตั้งฮามิลโทเนียนสำหรับใช้อธิบายตัวนำยิ่งยวดโลหะทรานซิชันขึ้นมา ในโมเดลของเรา คืออิเลคตรอนซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งของแลททิส จะเป็นอิเลค-ตรอนที่จับเป็นคู่แบบคูเปอร์แพร์ ส่วนอิเลคตรอนอิสระในเอสแบนด์ไม่ได้รับผลโดยตรงจากปฏิกริยาของ อิเลคตรอน–โฟนอน จุดสำคัญในโมเดลของเราคือ ไฮบริไดเซชันของดีแบนด์กับเอสแบนด์ เนื่องจากไฮบริไดเซชันนี้ ความเข้มของกระแสของเอสอิเลคตรอนจึงเป็นกระแสยิ่งยวด เมื่อโลหะทรานซิชันอยู่ในสภาวะตัวนำยิ่งยวด ความเข้มของกระแสของเอสอิเลคตรอนคำนวณได้จาก วิธีกรีนฟังค์ชันและการประมาณของฮาร์ทรีฟอก

Thesis Title Hybridyzation in Transition Metal Superconductors

Name Mr. Montree Yamvong

Department Physics

Academic Year 1976

ABSTRACT

Based on some ideas of Anderson and the Bardeen-Cooper-Schrieffer theory of superconductivity, we have proposed a Hamiltonian to describe transition metal superconductors. In our model, the d- electrons, which are localized about the lattice sites, are the electrons which form the Cooper pairs, while the free electrons in the s- band are not directly affected by any electron-phonon interactions. Essential to our model is the hybridyzation of the d- band with the s- band. Due to the hybridyzation, the current density of the s- electrons enter into the supercurrent state when the transition metal enters into the superconducting phase. The current density of the s- electrons has been calculated by using the Green's function technique within the Hartree Fock approximation.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincere appreciation to Dr. I-Ming Tang for his helpful and valuable suggestions, the encouragement and the patience he has shown throughout this research.

Also, he would like to acknowledge the kind support of the University Development Commission, National Education Council, in providing a graduate scholarship.

CONTENTS

			Page
ABSTRACT		.....	iv
ACKNOWLEDGEMENTS		.....	vi
LIST OF ILLUSTRATIONS		.....	ix
CHAPTER I		INTRODUCTION	1
II		SUPERCONDUCTIVITY	4
	II.1	Infinite Conductivity	4
	II.2	Meissner's Effect	6
	II.3	Critical Field and Critical Current	8
	II.4	Penetration Depth	10
	II.5	The Specific Heat Capacity	12
	II.6	Type I and Type II Superconductors	16
III		PHENOMENOLOGICAL THEORY OF SUPERCONDUCTIVITY	18
	III.1	Two-Fluid Models of Superconductivity	19
	III.2	London Theory	20
	III.3	Pippard Modification of London Theory	25
	III.4	Ginzburg Landau Theory	30
IV		MICROSCOPIC THEORIES OF SUPERCONDUCTIVITY	33
	IV.1	The BCS Theory	33
	IV.2	SMW Theory	45

		Page
CHAPTER V	ANDERSON MODEL FOR TRANSITION METAL SUPERCONDUCTORS	50
	V.1 Anderson Model	50
	V.2 Hamiltonian for Superconducting Transition Metals	52
VI	CURRENT DENSITY OF S-ELECTRONS	55
	VI.1 Green's Functions of the s- Electron	55
	VI.2 The Current Density	63
VII	CONCLUSION	69
APPENDIX A	GREEN'S FUNCTIONS	77
APPENDIX B	THE HARTREE FOCK APPROXIMATION	80
BIBLIOGRAPHY		82
VITA		87

LISTS OF ILLUSTRATIONS

Figure		Page
1	The Meissner's Effect	7
2	The Behavior of a Perfect Conductor in an Applied Magnetic Field	7
3	The Variation of the Critical Field with Temperature ($H_c(T)$ curve) for a Superconductor	9
4	The Electronic Specific Heat Capacity	13
5	The Magnetization Curve of Superconductors	17
6	Variation of Penetration Depth with Mean Free Path in Tin Dilutely Alloyed with Indium	26
7	Electron-Electron Interaction through the Lattice Phonon	35
8	Variation of Energy Gaps with Temperature	49
9	The Contour for Integration of (6.13)	67
10	$Y = \frac{1}{X}\left(\frac{1}{4X} - 1\right)$	71
11	Thermal Conductivity of Ta and Nb	74
12	Ultrasonic Attenuation Ratio α_s/α_n VS T/T_c on Ta	76