

Mô phỏng transistor đơn điện tử (SET) sử dụng phương pháp hàm Green / Vũ Thị Ngọc Thu

; Nghd. : PGS.TS. Đinh Sỹ Hiền . - H. : ĐHCN, 2010 . - 79 tr. + CD-ROM

Tóm tắt: Tổng quan về linh kiện transistor đơn điện tử, tìm hiểu hoạt động truyền tải điện tử trong các hệ thống thang nanomet, cơ sở thuyết chính thống "Orthodox theory". Nghiên cứu xây dựng mô hình toán học tính dòng điện qua transistor đơn điện tử sử dụng phương pháp hàm Green. Mô phỏng sự vận chuyển điện tử trong transistor đơn điện tử

MỤC LỤC

Trang phụ bìa	Trang
Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ri
Mục lục	iii
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	v
Danh mục các bảng	vi
Danh mục các hình vẽ, đồ thị	vii

MỞ ĐẦU	1
---------------------	---

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ LINH KIỆN TRANSISTOR ĐƠN

ĐIỆN TỬ	4
1. 1. Từ vi điện tử đến điện tử nano	4
1 .2. Linh kiện điện tử nano	7
1 .3. Hoạt động truyền tải điện tử trong các hệ thống thang nanomet	9
1 .4. Cơ sở thuyết chính thống "Orthodox theory"	10
1.4.1. Sự tích điện bên trong chấm lượng tử	11
1.4.2. Cơ sở thuyết chính thống	13
1.4.3. Hạn chế của thuyết chính thống	15
1.5. Tổng quan về những nghiên cứu liên quan đến transistor đơn điện tử	

.....	16
-------	----

Chương 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC TÍNH DÒNG QUA TRANSISTOR ĐƠN ĐIỆN TỬ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP

HÀM GREEN	19
2.1. Cơ sở xuyên hầm của điện tử trong linh kiện transistor đơn điện tử	19
2.1.1. Cấu trúc và nguyên lý hoạt động của transistor đơn điện tử	19
2.1.2. Quan sát hiện tượng xuyên hầm	21

2.1.3. Điều kiện quan sát dao động xuyên hầm của đơn điện tử.....	24
2.1.4. Nhận xét	25
2.2. Những khái niệm cơ bản của transistor đơn điện tử	25
2.2.1. Mô hình thông số của transistor đơn điện tử	26
2.2.2. Điều kiện hoạt động truyền tải điện tử ở chế độ chấm lượng tử	29
2.2.3. Tốc độ xuyên hầm của điện tử	29
2.3. Transistor đơn điện tử với chấm lượng tử một mức	30
2.3.1. Quan sát dao động Coulomb	31
2.3.2. Dòng qua chấm lượng tử một mức	32
2.3.3. Chấm lượng tử với nhiều trạng thái tích điện: hình thoi Coulomb	37
2.4. Nhận xét	40

Chương 3: MÔ PHỎNG SỰ VẬN CHUYỂN ĐIỆN TỬ TRONG TRANSISTOR ĐƠN ĐIỆN TỬ 41

3.1. Mô hình tính dòng qua transistor đơn điện tử với chấm lượng tử một mức	41
3.2. Mô phỏng những đặc trưng của transistor đơn điện tử trên phần mềm MATLAB	44
3.2.1. Lưu đồ giải thuật tính dòng qua transistor đơn điện tử	45
3.2.2. Những đặc trưng của transistor đơn điện tử mô phỏng được.....	46
3.2.3. Quan sát dao Coulomb của transistor đơn điện tử với chấm lượng tử một mức	50
3.2.4. Quan sát vùng khoa Coulomb của transistor đơn điện tử với chấm lượng tử một mức	55

KẾT LUẬN	61
-----------------------	-----------

TÀI LIỆU THAM KHẢO 63

PHỤ LỤC: Code Matlab chương trình mô phỏng.....	65
--	-----------

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT

CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
FET	Field Effect Transistor
GUI	Graphical User Interfaces
MATLAB	MATrix LABoratory
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
MTs	Molecular Transistors
NEGF	Non - Equilibrium Green's Function
RTD	Resonant Tunneling Device
RTT	Resonant Tunneling Transistor
QD	Quantum Dot
SET	Single Electron Transistor
ULSI	Ultra large-scale integration

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng	Mô tả	Trang
1.1	Dự báo thể hệ công nghệ trích từ SIA's ITRS.	6

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình vẽ	Chú thích	Trang
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ LINH KIỆN TRANSISTOR ĐƠN ĐIỆN TỬ		
1.1	Quy luật Moore cho thấy số transistor trên một chip điện tử cứ 18 tháng tăng lên gấp đôi.	5
1.2	Số transistor trên một chip mạch vi điện tử tăng lên đi đôi với kích thước transistor giảm.	5
1.3	Phân loại linh kiện điện tử có kích thước nanomet.	8
1.4	Sự tích điện của đảo trước và sau khi bổ sung điện tử.	11
1.5	Năng lượng của đảo sau khi bổ sung một điện tử.	12
1.6	Xuyên hầm của điện tử.	14
1.7	Xuyên hầm của điện tử từ phổ năng lượng gián đoạn đến mức năng lượng Fermi liên tục.	15
1.8	Cấu trúc transistor đơn điện tử SET.	16
1.9	Độ dẫn của một transistor đơn điện tử như là một hàm của điện thế cực cổng. Khoảng cách giữa các đỉnh là điện thế cần thiết để thêm một điện tử vào nguyên tử nhân tạo. Những kết quả này dành cho một loại linh kiện trong nghiên cứu của Meirav và các đồng sự.	17
Chương 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC TÍNH DÒNG ĐIỆN QUA TRANSISTOR ĐƠN ĐIỆN TỬ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP HÀM GREEN		
2.1	Cấu trúc của transistor đơn điện tử SET.	19
2.2	Sự truyền tải điện tử trong transistor đơn điện tử SET.	23
2.3	Sơ đồ cấu trúc và các thông số của transistor đơn điện tử SET.	26

2.4	Biểu đồ các mức năng lượng của transistor đơn điện tử SET.	28
2.5	Biểu đồ mức năng lượng của transistor đơn điện tử SET với chấm lượng tử một mức.	32
2.6	Dao động Coulomb.	32
2.7	Các giá trị của hàm phân bố Fermi.	36
2.8	Chấm lượng tử với ba trạng thái tích điện.	39
Chương 3: MÔ PHỎNG SỰ VẬN CHUYỂN ĐIỆN TỬ TRONG TRANSISTOR ĐƠN ĐIỆN TỬ		
3.1	Sơ đồ cấu trúc và biểu đồ năng lượng của SET với chấm một mức.	41
3.2	Lưu đồ khôi giải thuật chương trình mô phỏng những đặc trưng của transistor đơn điện tử SET.	45
3.3	Màn hình nền thể hiện kết quả mô phỏng những đặc trưng của SET.	46
3.4	Đặc trưng $I_d - V_{gs}$ của SET với $V_{ds} = 5mV$, $n = 2$ tại $T = 10K$.	47
3.5	Đặc trưng $I_d - V_{ds}$ của SET với $V_{gs} = 5mV$, $n = 2$ tại $T = 10K$.	48
3.6	Độ dẫn $G - V_{ds}$ của SET với $V_{gs} = 5mV$, $n = 2$ tại $T = 10K$.	48
3.7	<i>Đặc trưng $I_d - V_{ds} - V_{gs}$ của SET với $V_{ds} = 80mV$, $V_{gs} = 60mV$ và $n = 4$ tại $T = 10K$.</i>	49
3.8	Dao động khóa Coulomb của SET.	50
3.9	Ảnh hưởng của các thông số W ($W = 10, 15, 20, 25$ nm) lên dao động Coulomb.	51
3.10	Ảnh hưởng của các thông số L ($L = 10, 15, 20, 25$ nm) lên dao động Coulomb.	52
3.11	Ảnh hưởng của các thông số t_{ox} ($t_{ox} = 1, 3, 5, 7$ nm) lên dao động Coulomb.	52

3.12	Ảnh hưởng của vật liệu làm chấm lượng tử lên dao động Coulomb.	53
3.13	Ảnh hưởng của điện thế thiên áp v_{ds} lên dao động Coulomb.	54
3.14	Ảnh hưởng của nhiệt độ T lên dao động Coulomb.	55
3.15	Khoa Coulomb trong trường hợp chấm lượng tử của SET một mức có hai trạng thái tích điện.	57
3.16	Khoa Coulomb trong trường hợp chấm lượng tử có năm trạng thái tích điện.	59