

DƯƠNG VŨ VĂN

VẬT LIỆU ĐIỆN - ĐIỆN TỬ



NHÀ XUẤT BẢN

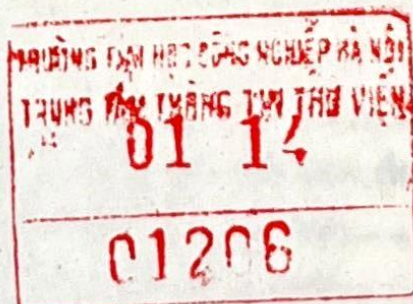
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

Dương Vũ Văn



VẬT LIÊU
ĐIỆN - ĐIỆN TỬ



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
TP HỒ CHÍ MINH - 2014

MỤC LỤC

Lời nói đầu	7
Chương mở đầu	9
NHỮNG HIỂU BIẾT CHUNG VỀ CẤU TẠO VẬT CHẤT	9
Cấu tạo nguyên tử theo mô hình Born	9
Chương 1	
TÍNH DẪN ĐIỆN CỦA ĐIỆN MÔI	26
1.1. Những hiểu biết chung	26
1.2. Điện trở khối của đoạn cách điện có hình dạng khác nhau	28
1.3. Bản chất vật lý của sự dẫn điện trong vật chất	30
1.4. Tính dẫn điện trong kim loại	33
1.5. Tính siêu dẫn và tính dẫn điện cao (<i>dây dẫn lạnh</i>)	37
1.6. Tính dẫn điện của bán dẫn	42
1.7. Tính dẫn điện trong điện môi rắn	43
1.8. Tính dẫn điện mặt của điện môi rắn	48
1.9. Tính dẫn điện của chất khí	50
1.10. Tính dẫn điện của chất lỏng	52
Chương 2	
PHÂN CỰC ĐIỆN MÔI	56
2.1. Những định nghĩa chủ yếu	56
2.2. Quan hệ giữa điện dung và điện trở của đoạn cách điện	61
2.3. Điện môi có cực và điện môi không cực	62
2.4. Bản chất vật lý của phân cực điện môi	63
2.5. Quan hệ giữa các tham số vĩ mô với các tham số vi mô	71
2.6. Quan hệ giữa hệ số điện môi với các yếu tố khác nhau	74
2.7. Hệ số điện môi của hợp chất	79
2.8. Điện trường trong điện môi không đồng nhất	82
2.9. Lực cơ học tác động lên điện môi trong điện trường	86
Chương 3	
TỒN HAO ĐIỆN MÔI	89
3.1. Những định nghĩa chủ yếu và các công thức	89
3.2. Bản chất vật lý của tổn hao điện môi	93

3.3. Quan hệ của tg δ với các yếu tố khác nhau	98
3.4. Tổn hao điện môi trong chất khí	103
3.5. Tổn hao điện môi trong chất lỏng	103
3.6. Tổn hao điện môi trong chất rắn	104
3.7. Tổn hao điện môi ở điện áp không sin.....	108

Chương 4

PHÁ HỦY ĐIỆN MÔI 116

4.1. Phá hủy điện môi khí.....	118
4.2. Phá hủy điện môi lỏng	125
4.3. Phá hủy điện môi rắn.....	127

Chương 5

TÍNH CHẤT HÓA LÝ VÀ CƠ CỦA ĐIỆN MÔI 136

5.1. Tính hút ẩm của điện môi	136
5.2. Tính chất cơ học của điện môi	139
5.3. Đặc tính nhiệt của điện môi.....	141
5.4. Tính chất hóa học của điện môi và sự tác động lên vật liệu những tia năng lượng cao	144

Chương 6

VẬT LIỆU ĐIỆN MÔI 147

6.1. Phân loại điện môi	147
6.2. Điện môi khí	148
6.3. Dầu mỏ cách điện	149
6.4. Điện môi lỏng tổng hợp.....	151
6.5. Điện môi hữu cơ.....	152
6.6. Nhựa tổng hợp	154
6.7. Dầu thực vật.....	161
6.8. Bitum.....	162
6.9. Điện môi nén (Sáp)	163
6.10. Sơn cách điện và hỗn hợp	164
6.11. Màng dẻo và tinh thể lỏng.....	166
6.12. Vật liệu sợi.....	167
6.13. Chất dẻo nhiều lớp	168
6.14. Vật liệu đàn hồi	168
6.15. Thủy tinh	170
6.16. Vật liệu gốm sứ cách điện	171

6.17. Mica và vật liệu mica	173
6.18. Amian và vật liệu amian	175

Chương 7

VẬT LIỆU BÁN DẪN 176

7.1. Phân loại bán dẫn	176
7.2. Bán dẫn có liên kết loại $A^{III}B^V$	208
7.3. Bán dẫn có liên kết $A^{II}B^{VI}$	208
7.4. Bán dẫn các liên kết $A^{IV}B^{VI}$	208
7.5. Bán dẫn GE	209
7.6. Bán dẫn silic	210
7.7. Carbit silic	212

Chương 8

VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN 214

8.1. Đồng	214
8.2. Nhôm	216
8.3. Hợp kim có điện trở cao và hợp kim cho cặp nhiệt ngẫu	217
8.4. Kim loại và hợp kim có công dụng khác	221
8.5. Các vật liệu dẫn điện không kim loại	227

Chương 9

QUÁ TRÌNH VẬT LÝ TRONG VẬT LIỆU TỪ 229

9.1. Những hiểu biết chung về từ tính	229
9.2. Phân loại vật chất theo tính chất từ	230
9.3. Trạng thái thiên nhiên của sắt từ	232
9.4. Các quá trình khi từ hóa sắt từ	236
9.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới tính chất từ của sắt từ	242
9.6. Giới thiệu chung về sắt từ trong từ trường xoay chiều	244
9.7. Đặc điểm của sắt từ	248
9.8. Cấu trúc miền trong màng từ mỏng	253

Chương 10

VẬT LIỆU TỪ 256

10.1. Vật liệu từ mềm cho từ trường một chiều và tần số thấp	256
10.2. Vật liệu từ mềm cao tần	261
10.3. Vật liệu từ có công dụng đặc biệt	266
10.4. Vật liệu từ cứng	270

Chương 11

ĐIỆN MÔI TÍCH CỰC

- 11.1. Phân loại điện môi tích cực.....
- 11.2. Xenhít điện
- 11.3. Áp điện.....
- 11.4. Hỏa điện.....
- 11.5. Electret.....
- 11.6. Tinh thể lỏng.....
- 11.7. Các vật liệu dùng cho lazer cứng

Tài liệu tham khảo

Lời nói đầu

Điện môi hay vật liệu cách điện được hiểu là vật liệu mà trong đó có thể tồn tại lâu dài trường tĩnh điện. Các vật liệu này có điện trở rất lớn. Dòng điện đi qua chúng dưới tác động của điện áp một chiều có tính chất khác hẳn so với dây dẫn.

Không thể có một mạch điện nào dù đơn giản nhất cũng không thể thực hiện được nếu không có dây dẫn và chất cách điện. Công dụng của chất cách điện là không cho dòng điện đi qua những con đường mà sơ đồ điện không cho phép.

Một vài chục năm trước đây câu hỏi về lựa chọn vật liệu cách điện cho thiết bị này hay khác rất đơn giản. Thông thường vật liệu cách điện được sử dụng là vật liệu thiên nhiên: gỗ, giấy, dầu thực vật, cao su thiên nhiên, nhựa thiên nhiên,

Những năm gần đây yêu cầu của vật liệu điện - điện tử ngày càng khắt khe hơn. Tăng điện áp làm việc của máy móc thiết bị, tăng công suất.... làm cho kích thước của cách điện tăng theo, đồng thời tăng công suất trên một đơn vị thể tích. Điều này rất quan trọng cho các thiết bị chuyển động. Trường hợp khác lại tăng nhiệt độ làm việc của cách điện. Ngoài ra trong kỹ thuật điện tử hoạt động ở tần số cao cần độ chính xác và ổn định theo tần số của vật liệu cách điện. Rất nhiều trường hợp khác thiết bị điện lại hoạt động ở nhiệt độ rất thấp hoặc nhiệt độ làm việc thay đổi đột ngột, lực tác động cơ học cao, áp suất lớn hay có nhiều tia bức xạ cao.... Những tác động gây ra làm xấu tính cách điện của thiết bị và đẩy chúng vào điều kiện hoạt động khó khăn hơn dẫn tới việc phải tìm kiếm, chế tạo các vật liệu có tính chất tốt hơn, điều này đòi hỏi công nghệ chế tạo vật liệu mới. Theo nguyên tắc tất cả các vật liệu cách điện có tính chất tốt nhất là các vật liệu tổng hợp nhân tạo - vật liệu polyme cao phân tử. Ngoài ra còn sử dụng một số vật liệu vô cơ như thủy tinh, gốm sứ....

Để chế tạo vật liệu điện trong số đó có bán dẫn và điện môi, trong thời gian hiện nay sử dụng nhiều phương pháp khác nhau hoặc điều chế hóa học hay gia công nhiệt, điện phân.... đã tạo ra những vật liệu mới có cấu trúc rất đa dạng và có những tính chất cực kỳ quý báu. Để có thể hiểu biết cặn kẽ hơn về tính chất của vật liệu, đầu tiên chúng ta phải nghiên cứu hiện tượng vật lý trong điện môi dưới tác động của điện

trường cùng các tham số khác của điện môi. Ngoài tính chất điện của vật liệu cần hiểu biết về tính chất cơ học, tính chất hóa lý, tính chịu nhiệt, tính hút ẩm và tính bền vững của vật liệu với dung dịch hóa học và các tia bức xạ v.v...

Nghiên cứu tính chất của vật liệu và cấu tạo hóa học là cơ sở để chế tạo những vật liệu mới có tính chất được biết trước.

Chương trình vật liệu điện tử là cơ sở của nhiều ngành kỹ thuật và công nghệ, trong chương trình đề cập nhiều tới bản chất vật lý của điện môi cũng như nhiều loại vật chất khác. Phân loại vật liệu trong kỹ thuật có thể chia thành bốn nhóm sau: vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện, vật liệu bán dẫn, vật liệu từ.

Do khuôn khổ của giáo trình hạn chế nên các vấn đề trong chương trình chỉ được xem xét một cách khái quát.

Tác giả xin chân thành cảm ơn sự đóng góp quý báu của tập thể giáo viên trong nhóm vật liệu điện bộ môn Hệ thống điện Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TPHCM.

Địa chỉ liên hệ: Bộ môn Hệ thống điện Khoa Điện - Điện tử Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TPHCM, 268 Lý Thường Kiệt Q.10. DDT: 8651821.

TS DƯƠNG VŨ VĂN