

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

И.М. Елисеева

**ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ДИЭЛЕКТРИКОВ**

Монография

Минск 2007

УДК 621.3

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ

Елисеева, И.М.

Основы материаловедения и технологии получения материалов на основе диэлектриков : монография / И.М. Елисеева – Минск : БГПУ, 2007. – 112 с.

ISBN 978-985-501-509-4.

В монографии освещаются проблемы одного из перспективных направлений материаловедения. Обобщен теоретический материал по взаимосвязи структуры диэлектриков и свойств материалов на их основе. Рассмотрен комплекс физических процессов, определяющих поведение диэлектрика при эксплуатации. Изложены основные закономерности, определяющие строение, состав и свойства материалов на основе диэлектриков, а также методы их обработки для практического применения в технике.

Адресуется научным работникам, студентам и аспирантам соответствующих специальностей, а также всем интересующимся данной проблемой.

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой общей физики БГПУ *В.И. Януть*;

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики БГПУ

О.А. Новицкий

ISBN 978-985-501-509-4

© Елисеева И.М., монография, 2007

© БГПУ, 2007

Введение

Современный научно-технический прогресс неразрывно связан с разработкой и освоением новых материалов. Именно материалы стали ключевым звеном, определяющим успех многих инженерных решений при создании сложнейшей аппаратуры. Поэтому изучению материалов в вузах отводится значительное место.

Практика постоянно предъявляет более жесткие и разнообразные требования к качеству, признакам и сочетанию свойств материалов. Соответственно растет количество и номенклатура материалов. При любом их использовании предполагается некоторый отбор. Его можно произвести, зная свойства материалов или проделав необходимые эксперименты по выявлению этих свойств. В большинстве случаев отбор только по одному свойству не дает удовлетворительного результата. Как правило, при решении инженерных задач требуется искать компромиссное решение, исходя из комплекса свойств. Например, проводниковые материалы должны обладать высокой электрической проводимостью и одновременно быть механически прочными, коррозионно-устойчивыми и т. п. Поэтому необходимы знания о закономерностях поведения материалов в различных условиях эксплуатации.

Перед специалистами нередко возникают задачи и более сложные: не просто подобрать материал, удовлетворяющий комплексу требований, а синтезировать его с заранее заданными свойствами. Реализация этой задачи возможна благодаря установлению тесной взаимосвязи между микроскопическим строением вещества и его макроскопическими свойствами. С научной точки зрения это позволит обеспечить возможность создания сложнейших систем для использования при освоении космоса, в области биологии, медицины и т. д. С экономической точки зрения – существенно сократить потребление материалов, трудоемкости и капитальных вложений в производство аппаратуры и приборов, а также снизить энергетические затраты при производстве и эксплуатации, т. е. существенно удешевить выпуск продукции и ее использование. Техническая задача сводится к сокращению размеров и массы аппаратуры при одновременном увеличении ее надежности и долговечности. Осуществить это можно только за

счет минимизации энергетических процессов в электронных схемах. Для решения данной задачи существуют разные пути: уменьшение размеров деталей и элементов, создание новых элементов, рациональное их размещение, замена навесных соединений печатным монтажом (методами фотолитографии, вакуумным напылением и т. п.), придание элементам одинаковой формы и размеров, создание элементов, узлов и интегральных схем на основе новых принципов пленочной технологии или путем обработки объема материала. Используя разные свойства вещества, удается повышать функциональность элементов и схем, заменять прибор, состоявший в прошлом из нескольких резисторов, конденсаторов и других элементов, специально выращенной и легированной кристаллической системой.

Для рационального применения материалов необходимо знание физических, механических, электрических свойств, понимание закономерностей их изменения при перемене условий их получения и эксплуатации.

Особую роль новые материалы играют в развитии такой технической отрасли, как электротехника. Она относится к исторически молодым отраслям, поэтому в ней трудно выделить периоды подавляющего господства отдельных материалов. В развитии материальной базы происходили отдельные скачки, которые сделали возможным открытие новых материалов. Сюда можно отнести начало века, когда с использованием первого электроизоляционного материала макромолекулярного характера – бакелита – в электротехнике началась эра пластических масс. Аналогичные скачки обусловили открытие во время Второй мировой войны первых сегнетоэлектрических материалов, затем внедрение в технику ферритов и полупроводников.

В настоящее время электротехническая промышленность не имеет возможности производить для своих нужд материалы высшего качества. Сложность решаемых ею задач требует сотрудничества с другими отраслями промышленности, которые снабжают электротехнику высококачественным сырьем, полуфабрикатами, а часто и готовыми изделиями. Такими отраслями в настоящее время являются, в частности, химическая, металлургическая, электронная. Таким образом, наука об электротехнических и конструкционных материалах смыкается со многими научными

отраслями и представляет собой типичную комплексную научную дисциплину, которой при подготовке специалистов в высших учебных заведениях уделяется большое внимание.

В монографии рассмотрена физическая сущность явлений и процессов, происходящих в диэлектрических материалах при их взаимодействии с электромагнитным полем, дан анализ свойств материалов в различных условиях их эксплуатации, а также представлены особенности технологии и наиболее важные области применения диэлектриков.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Литература

1. *Богородицкий, Н.П.* Электротехнические материалы / Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.Н. Тареев. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 303 с.
2. *Ван-Флек, Л.* Теоретическое и прикладное материаловедение / Л. Ван-Флек; пер. О.А. Алексеева. – М.: Атомиздат, 1975. – 456 с.
3. *Горелик, С.С.* Материаловедение полупроводников и металловедение / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. – М.: Металлургия, 1973. – 542 с.
4. *Тареев, Б.М.* Физика диэлектрических материалов / Б.М. Тареев. – М.: Энергоиздат, 1982. – 436 с.
5. Физика твердого тела / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Никитенко, Е.А. Серов. – М.: Высш. шк., 2001. – 240 с.
6. *Гавва.* Физика твердого тела: лабораторный практикум / Гавва, Ю.Ю. Гущина, Е.Ю. Грачева. – М.: Высш. шк., 2001. – 364 с.
7. *Щербаченко, Л.А.* Физика диэлектриков: метод. пособие. – Иркутск: ИГУ, 2005. – 73 с.
8. *Витайкин, Б.* Физика твердого тела / Б. Витайкин. – М.: Изд-во ИГТУ им. Баумана, 2006. – 360 с.
9. *Пасынков, В.В.* Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – М.: Высш. шк., 1986. – 367 с.
10. Конструкционные и электротехнические материалы / под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш. шк., 1990. – 296 с.
11. *Елисеева, И.М.* Структура и свойства материалов на основе резины / И.М. Елисеева. – Минск: БГПУ, 2007. – 222 с.

Оглавление

Введение	5
----------------	---

Глава 1

Физические процессы в диэлектриках	8
<i>1.1. Поляризация диэлектриков</i>	<i>8</i>
Основные понятия	8
Механизмы поляризации	9
Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость линейных диэлектриков	13
<i>1.2. Токи смещения и электропроводность диэлектриков</i>	<i>15</i>
Основные понятия	15
Электропроводность газов	17
Электропроводность жидких диэлектриков	18
Электропроводность твердых диэлектриков	18
Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков ..	19
<i>1.3. Потери в диэлектриках</i>	<i>20</i>
Основные понятия	20
Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества	22
<i>1.4. Пробой диэлектриков</i>	<i>25</i>
Основные понятия	25
Пробой газов	26
Пробой жидких диэлектриков	32
Пробой твердых диэлектриков	32
<i>Литература</i>	<i>37</i>

Глава 2

Электроизоляционные и конденсаторные материалы	38
<i>2.1. Классификация диэлектриков</i>	<i>38</i>
<i>2.2. Основные сведения о строении и свойствах полимеров</i>	<i>40</i>
<i>2.3. Линейные полимеры</i>	<i>44</i>
<i>2.4. Композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики</i>	<i>49</i>
<i>2.5. Электроизоляционные компаунды</i>	<i>51</i>
<i>2.6. Неорганические стекла</i>	<i>53</i>
Общие сведения	53
Зависимость свойств стекол от химического состава	55
Классификация стекол по техническому назначению	57

2.7. Ситаллы	61
2.8. Керамика	63
Общие сведения	63
Особенности технологического цикла	65
Классификация и свойства керамических материалов	66
Литература	72

Глава 3

Активные диэлектрики	73
3.1. Классификация активных диэлектриков	73
3.2. Сегнетоэлектрики	74
Основные понятия	74
Классификация сегнетоэлектриков	78
Применение сегнетоэлектриков	79
3.3. Пьезоэлектрики	83
3.4. Пироэлектрики	88
3.5. Электреты	91
3.6. Жидкие кристаллы	93
3.7. Материалы для твердотельных лазеров	100
Литература	105
Заключение	106