Вибір матеріалів за їхніми властивостями

1. Основи вибору матеріалів

Електрорадіоматеріали — це електротехнічні матеріали, що використовуються в радіоелектроніці. **Електротехнічними** матеріалами називаються матеріали, що характеризуються визначеними властивостями щодо електромагнітного поля і використовуються в техніці з урахування їх властивостей. У різних областях електроніки використовують **конструкційні** матеріали для виготовлення несучих конструкцій, а також допоміжних деталей та елементів радіоприладів, на які діють механічні навантаження в процесі експлуатації.

Правильно вибрати матеріал можна на основі аналізу функціонального призначення деталей, умов їх експлуатації і технологічних показників з урахуванням таких факторів:

1. *Матеріал є основою конструкції***,** визначає здатність деталей виконувати робочі функції та протистояти дії механічних і кліматичних факторів;
2. *Матеріал визначає технологічні характеристики деталі***,** оскільки оброблюється за певними технологічними методами.;
3. *Від властивостей матеріалу залежить точність виготовлення деталей.* Від точності виробу залежить точність вузла або приладу, куди він входить;
4. *Матеріал впливає на габарити та масу приладу.* Наприклад, використання високоякісних трансформаторних сталей дозволяє скоротити кількість металу в трансформаторі і тим самим зменшити його масу та габарити, що дуже важливо для спеціальної малогабаритної апаратури;
5. *Матеріал впливає на експлуатаційні характеристики деталей, на їхню надійність і довговічність.* Наприклад, контакти виконані із стійких проти окиснення матеріалів (срібло, золото) витримують десятки тисяч перемикань на відміну від контактів із нестійких проти окиснення матеріалів (латунь).

2. Електричні та магнітні властивості матеріалів

Класифікація електроматеріалів за електричними властивостями базується на уявленнях зонної теорії електропровідності твердих тіл. Основні положення цієї теорії такі.

В ізольованому атомі електрони обертаються навколо ядра на визначених орбітах. Згідно з принципом Паулі на кожній орбіті може знаходитися не більше двох електронів. Кожній орбіті відповідає чітко визначене значення енергії, яку може мати електрон, і тобто кожна орбіта являє собою визначений *енергетичний рівень*. Під дією притягання позитивно зарядженого атомного ядра електрони прагнуть зайняти ближні до ядра рівні з мінімальним значенням енергії. Тому нижні енергетичні рівні виявляються заповненими електронами, а верхні рівні — вільними. Електрон може стрибкоподібно перейти з нижнього енергетичного рівня W_1 на інший вільний рівень W_2 (рис. 3.1). Для цього електрону необхідно надати додаткову енергію $\Delta W=W_2 - W_1$. Якщо вільних рівнів в атомі немає, то електрон не може змінити свою енергію, тому він не бере участі у створенні електропровідності.

У кристалічних ґратках, які складаються з декількох атомів, окремі енергетичні рівні розщеплюються на підрівні, які утворюють енергетичні зони (рис. 3.1). При цьому розщеплюються вільні і заповнені енергетичні рівні. Зона, яка заповнена електронами, називається *валентною.* Верхній рівень валентної зони позначається W_v. Вільна зона називається зоною *провідності*. Нижній рівень зони провідності позначається Wc. Проміжок між валентною зоною і зоною провідності називається *забороненою* зоною ΔW. Значення забороненої зони суттєво впливає на властивості матеріалів.

Якщо заборонена зона ΔW дорівнює нулю або близька до цього значення, то електрони можуть перейти на вільні рівні завдяки власній тепловій енергії та збільшити провідність речовини. Речовини з такою структурою енергетичних зон відносять до *провідників.* Типовими провідниками є метали.

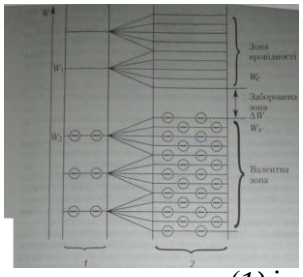

Рис. 3.1. Діаграма енергетичних рівнів ізольованого атома (*1)* і твердого тіла (2)

У металі електрони вільні, тобто вони можуть переходити з рівнів заповненої зони на незайняті рівні вільної зони під впливом слабкої напруженості, прикладеної до провідника електричного поля.

Якщо значення забороненої зони перевищує декілька електрон- вольт (1 еВ — енергія електрона, одержана ним при переміщенні між двома точками електричного поля з різницею потенціалів 1 В), то для переходу електронів з валентної зони в зону провідності необхідна значна енергія. Такі речовини відносяться до *діелектриків*. Діелектрики мають високий питомий електричний опір.

Якщо значення забороненої зони складає 0,1...0,3 еВ, то електрони легко переходять з валентної зони в зону провідності завдяки зовнішній енергії. Речовини з керованою провідністю відносять до *напівпровідників.* При відсутності в напівпровіднику вільних електронів (при нулю Кельвіна) прикладена до нього різниця електричних потенціалів не викличе виникнення струму. Якщо ззовні буде підведена енергія, достатня до переведення електронів через заборонену зону, то ставши вільними, електрони зможуть переміщатися під дією електричного поля, створивши електронну провідність напівпровідника.

Таким чином напівпровідникові матеріали мають провідність, за допомогою якої можна керувати напругою, температурою, освітленістю та ін.

Залежно від структури та зовнішніх умов матеріали можуть переходити з одного класу в інший. Наприклад, тверді і рідкі метали — провідники, а пари металів — діелектрики; типові за нормальних умов напівпровідники германій та кремній при дії високого гідростатичного тиску стають провідниками; вуглець в модифікації алмазу — діелектрик, а в модифікації графіту — провідник.

Основною властивістю речовини щодо електричного пата є *електропровідність,* яка характеризує здатність матеріалу проводити електричний струм під дією постійного електричного поля, тобто поля, напруга якого не змінюється із часом.

Всі матеріали, які знаходиться у магнітному йолі, мають певні магнітні властивості, які зумовлені внутрішніми формами руху електричних зарядів.

За характером взаємодії із зовнішнім магнітним полем всі еяектрорадіоматеріалн поділяються на немагнітні та магнітні.

Немагнітні матеріали не взаємодіють з магнітним полем, тобто не вабувають магнітних властивостей при дії на них магнітного поля.

Магнітні матеріали мають властивість намагнічуватися.

За силою взаємодії з магнітним полем усі матеріали поділяються на слабкомагнітні (діамагнетики, парамагнетики) та сильномагнітні (феромагнетики, антиферомагнетики).

Слабкомагнітні матеріали незначно змінюють свою намагніченість під впливом зовнішнього намагнічувального поля і характеризуються магнітною сприйнятливістю $k_м << 1$.

До слабкомагнітних матеріалів відносяться діамагнетики та парамагнетики.

Діамагнетики — це матеріали, які складаються з атомів, у яких оболонки повністю заповнені електронами. Тому результуючий магнітний момент атома дорівнює нулю.

До діамагнетиків відносяться більшість органічних сполук та ряд металів: мідь, срібло, золото, свинець та ін.

Парамагнетики характеризуються тим, що магнітні моменти окремих атомів парамагнетиків орієнтовані хаотично і в об'ємі твердого тіла скомпенсовані. При розміщенні цих матеріалів у магнітному полі виникає орієнтація незначного числа магнітних моментів атомів та підсилення зовнішнього поля всередині парамагнетика. Це є результатом

співпадання напрямку намагніченості парамагнетиків з напрямком зовнішнього поля. Після зняття зовнішнього магнітного поля парамагнетики зберігають незначну намагніченість.

До парамагнетиків відносять алюміній, платину та ін.

Сильномагнітні матеріали значно змінюють намагніченість під дією зовнішнього поля і характеризуються магнітною сприйнятливістю $k_м >>1$. До сильномагнітних матеріалів відносяться феромагнетики, антиферомагнетики та феримагнетики.

Феромагнетики характеризуються здатністю сильно намагнічуватися навіть у незначних магнітних полях,здатністю переходити із феромагнітного в парамагнітний став при температурі, яка перевищує температуру Кюрі.

До феромагнетиків відносять залізо, нікель, кобальт та їхні сплави, гадоліній, сплави хрому та марганцю.

Антиферомагнетики — це матеріали, у яких магнітні моменти сусідніх атомів рівні, але їхні спіни розміщені антипаралельно.

Феримагнетики багато в чому подібні до феромагнетиків, але мають ряд відмінностей:

- вони значно поступаються феромагнетикам за значенням намагніченості насичення;
- у багатьох випадках мають аномальну залежність намагніченості насичення від температури з наявністю точки компенсації.

Феромагнетики є кристалічними речовинами з доменною структурою.