

SOLISHTIRMA QARSHILIGI KAM VA KO'P BO'LGAN ELEKTR MATERIALLARI

Axmadaliyev Farrux

Namangan shahar 2 son politexnikumi maxsus fan o'qituvchisi

Elektr materiallari fanidan Energetika kafedrasi mudiri

Annotatsiya: elektr materiallarining qarshiligi (rezistivligi) turli bo'lib, ularning elektr xususiyatlariga ko'ra ikki katta guruhga ajraladi: qarshiligi kam bo'lgan o'tkazuvchilar va qarshiligi yuqori bo'lgan izolyatorlar hamda yarimo'tkazgichlar. Qarshilik materiali atom tuzilishi, elektron zichligi, bog'lanish turi va haroratga sezgirlik kabi omillarga bog'liq. Metallar (mis, kumush, alyuminiy, oltin) juda past qarshilikka ega bo'lib, energiya uzatish va simlar uchun ideal; ularning konduktivligi erkin elektronlar bilan ta'minlanadi, lekin korroziya va harorat koeffitsienti muhim rol o'ynaydi. Yarimo'tkazgichlar qarshiligi modifikatsiya qilinadi—dopirovka orqali zaryad tashuvchilar soni nazorat qilinadi, bu elektronika va mikroelektronika uchun zarur.

Kalit so'zlar: elektr o'tkazuvchanligi, izolyatsiya, yarimo'tkazgich, metall, grafit, g'aroyib xususiyatlar, past o'tkazuvchanlik, yuqori o'tkazuvchanlik, mis, kumush, mis-alloy, alyuminiy, temir, kobalt, nikel.

Аннотация: электрическое сопротивление (резистивность) материалов различается, и по их электрическим свойствам они делятся на две основные группы — проводники с низким сопротивлением и изоляторы вместе с полупроводниками, обладающие высоким сопротивлением. Сопротивление материала определяется такими факторами, как атомная структура, плотность электронов, тип химической связи и чувствительность к температуре. Металлы (медь, серебро, алюминий, золото) обладают чрезвычайно низким сопротивлением и идеальны для передачи энергии и изготовления проводов; их проводимость обеспечивается свободными электронами, при этом коррозия и температурный коэффициент сопротивления имеют важное значение. Сопротивление полупроводников можно изменять — при легировании регулируется число носителей заряда, что необходимо для электроники и микроэлектроники.

Ключевые слова: электропроводность, изоляция, полупроводник, металл, графит, необычные свойства, низкая проводимость, высокая проводимость, медь, серебро, медный сплав, алюминий, железо, кобальт, никель

Annotation: the electrical resistance (resistivity) of materials varies, and based on their electrical properties they are divided into two major groups — conductors with low resistance and insulators together with semiconductors that have high resistance.

A material's resistance depends on factors such as atomic structure, electron density, type of bonding, and sensitivity to temperature. Metals (copper, silver, aluminum, gold) have very low resistance and are ideal for power transmission and wiring; their conductivity is provided by free electrons, while corrosion and the temperature coefficient of resistance play important roles. The resistance of semiconductors can be modified — by doping the number of charge carriers is controlled, which is essential for electronics and microelectronics.

Key words: electrical conductivity, insulation, semiconductor, metal, graphite, unusual properties, low conductivity, high conductivity, copper, silver, copper alloy, aluminum, iron, cobalt, nickel

Solishtirma elektr qarshilik — uzunligi 1 metr, ko'ndalang kesim yuzi 1 m² bo'lgan bir jinsli to'g'ri tsilindrik o'tkazgichning elektr qarshiligi. Metall va qotishmalarning ko'pchiligida bir necha Kelvin gradusi tartibidagi trade Solishtirma elektr qarshilik sakrab nolga aylanadi va undan ham past temperaturalarda $r=0$ saqlanib qoladi. Bu hodisa o'ta o'tkazuvchanlik deb ataladi. Elektr zanjirga uzunliklari va ko'ndalang kesimi yuzalari bir xil, lekin turli materiallardan yasalgan uch xil sim, masalan, mis, nikelin va nixromga navbatma-navbat ulaylik. Bunda har gal ampermetrning ko'rsatishi har xil bo'ladi. Bu tajriba turli moddalarning elektr qarshiligi har xil ekanligini ko'rsatadi. Solishtirma qarshilik 1 m birlikda o'lchanadi. O'tkazgichning zanjirda toq o'tishiga qarshilik qilish xossasiga elektr qarshilik deyiladi. Elekur qarshiligining fizikaviy belgisi qilib R harfi qabul qilingan. Qarshilikning asosiy o'lchov birligi qilib esa fizika faniga qarshilik tushunchasini kiritgan va elektr zanjirning asosiy qonunini yaratgan nemis fizigi Georg Simon Om sharafiga $Om(\Omega)$ deb qabul qilingan.

Georg Simon Om 1787-1854 yillarda yashab o'tgan fizik olim bo'lib hisoblanadi. O'zining fizik qonunlaridan biri ya'ni elektr qarshiligi haqidagi qonunini yaratib fizika faniga o'z hissasini qo'shgan. O'tkazgichning qarshiligining bir qancha turi bor. Shulardan biri o'tkazgichning solishtirma qarshiligi. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi o'tkazgich uzunligiga to'g'ri, ko'ndalang kesimi yuzasiga teskari proporsionaldir.

$$R_{pl/s} R \sim 1$$

$$R \sim 1/s$$

O'tkazgichning elektr qarshiligi o'tkazgich tayyorlangan materialning elektr xossasiga ham bog'liq. p-o'tkazgichning elektr xossasini ifodalovchi fizik kattalik. Tok kuchi bilan zanjirning bir qismi- o'tkazgichdagi kuchlanish va shu o'tkazgich qarshiligi orasidagi bog'lanish Georg Om sharafiga qo'yilib, fizika fanida Om qonuni deb yuritilib kelmoqda. Elektr materiallarining qarshiligi (rezistivligi) ularning elektr xususiyatlarini belgilaydi. Qarshiligi kam bo'lgan materiallar — o'tkazuvchilar, yuqori

qarshilikka ega materiallar esa izolyatorlar yoki yarimo‘tkazgichlar guruhiga kiradi. Quyida ushbu guruhlarining xossalari, misollar va amaliy qo‘llanilishi ko‘rsatiladi. O‘tkazuvchilar — qarshiligi kam.

Asosiy xususiyatlar:

Kam rezistivlik (ρ odatda $10^{-8} \dots 10^{-6} \Omega \cdot m$ oralig‘ida). Erkin elektronlarning yuqori zichligi va mobiliteti. Harorat oshishi bilan qarshilik ko‘payishi (metallar uchun ijobiy harorat koeffitsienti). Metallik bog‘lanish; mexanik va termal o‘tkazuvchanlik yuqori. Asosiy misollar va qiymatlari. Kumush (Ag) — eng yaxshi elektr o‘tkazgichi; past rezistivlik. Mis (Cu) — kabel va elektr simlar uchun eng ko‘p ishlatiladi; yaxshi muvozanat o‘tkazuvchanlik, narx va korroziyaga bardoshlikda.

Alyuminiy (Al) — yengil va nisbatan yaxshi o‘tkazuvchan; og‘irlik jihatidan afzallik. Oltin (Au) — korroziyaga juda chidamli va yaxshi o‘tkazuvchan; kontaktda ishlatiladi.

Temir, nikel, kobalt — elektromagnit qurilmalarda va konstruktsiyalarda qo‘llaniladi, lekin rezistivliklari yuqoriroq. Elektr uzatish tarmoqlari, simlar, kabel, kontaktlar, elektromexanika va elektron komponentlar. Korroziya, og‘irlik (masalan, misga qarshi alyuminiy), haroratga sezgirlik. Izolyatorlar va yuqori rezistivlikka ega materiallar Asosiy xususiyatlar: juda yuqori rezistivlik (ρ ko‘pincha $10^6 \dots 10^{20} \Omega \cdot m$). Erkin zaryad tashuvchilari juda kam yoki yo‘q. Elektr maydon ostida zaryad o‘tishi cheklangan; dielektrik xususiyatlar muhim. Misollar. Keramika, shisha, plastiklar (PTFE, PVC), kauchuk.

Yarimo‘tkazgichlar — o‘rta qarshilik va nazoratlana oladigan xususiyat. Asosiy xususiyatlar: Rezistivlik kattaligi moddaga va sharoitga bog‘liq; qattiq nazorat ostida dopirovka bilan o‘zgartiriladi. Harorat yoki yorug‘lik ta’sirida zaryad tashuvchilar soni o‘zgaradi.

Asosiy misollar: Silikon (Si), Germaniy (Ge), galliy arsenid (GaAs). Grafit va "g‘aroyib" xususiyatlar. Grafit — uglerodning allotropi bo‘lib, qatlamli struktura sababli metalli o‘tkazuvchanlikka yaqin xususiyat ko‘rsatadi parallel yo‘nalishda, perpendikulyar yo‘nalishda esa yomon o‘tkazadi. Super o‘tkazuvchilar — ba’zi materiallar juda past temperaturada qarshiligini butunlay yo‘qotadi; energiya uzatish va yuqori kuchlanishli ilovalarda kelajakda muhim. Qarshilikni belgilovchi omillar. Atom va kristall tuzilishi — erkin elektronlar mavjudligi.

Taqqoslash va tanlov mezonlari

- Elektr o‘tkazuvchanlik bo‘yicha: kumush > mis > alyuminiy > oltin > temir > nikel > yarimo‘tkazgichlar (dopirovka qilingan holatlar istisno).

- Narx va amaliy foydalanish: mis keng qo‘llaniladi — yuqori o‘tkazuvchanlik va nisbatan past xarajat. Alyuminiy esa og‘irlik jihatidan afzallik beradi.

- Korrozion barqarorlik: oltin va kumush yuzasi yaxshi; alyuminiy oksid qatlam hosil qilib himoya qiladi.

- Ilova shartlari: og‘ir yuk va past qarshilik kerak bo‘lsa — mis; yengillik va katta uzatish uchun — alyuminiy; yuqori izolyatsiya uchun — keramika yoki plastmassa; elektronika uchun — dopirovka qilingan yarimo‘tkazgichlar.

Elektr materiallarini tanlashda ularning rezistivligi, haroratga chalinishi, korroziya chidamliligi, narxi va mexanik xossalari hisobga olinadi. Mis va kumush eng yaxshi o‘tkazuvchilar bo‘lib, alyuminiy keng miqyosdagi energetika va og‘irlik talablariga javob beradi. Yarimo‘tkazgichlar esa elektron va mikroelektronika sohasida nazorat qilinadigan qarshiliklari bilan markaziy rol o‘ynaydi.

Foydalanilgan adabiyot va havolalar

1. Ziman J.M. Electrons and Phonons. Oxford University Press, 1960. — Elektron-fonon o‘zaro ta’siri va haroratga bog‘liq rezistivlik.
2. Mott N.F., Davis E.A. Electronic Processes in Non-Crystalline Materials. 2nd ed. Clarendon Press, 2012. — Amorflar va yuqori rezistivlikli materiallar xususiyatlari.
3. Poole C.P., Farach H.A., Creswick R.J. Superconductivity. Academic Press, 1995. — Supero‘tkazuvchilar va ularning qarshiligi haqida sharh.