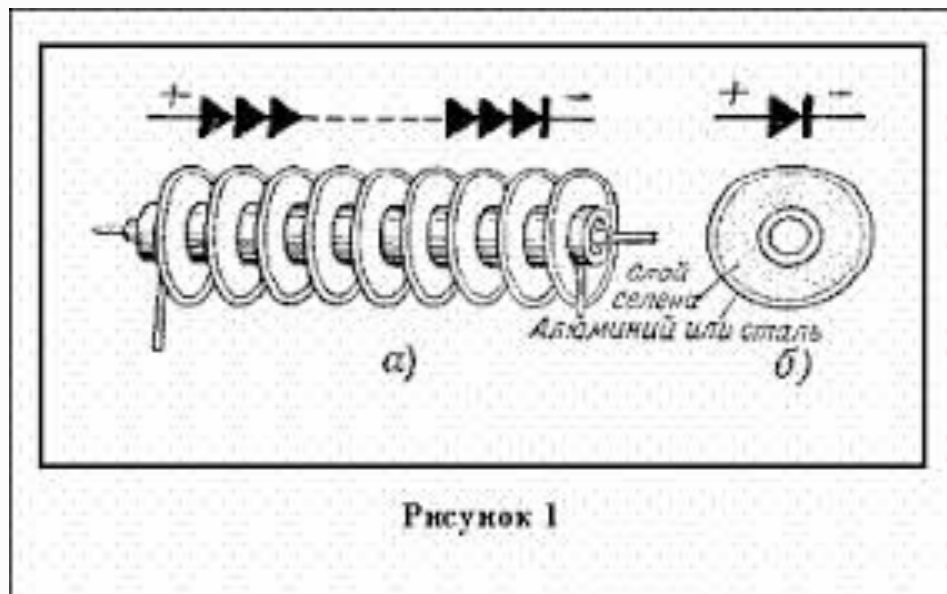


Напівпровідниковий діод

Напівпровідниковий діод

це напівпровідниковий прилад з одним випрямним електричним переходом і двома зовнішніми виводами.

Випрямним електричним переходом, в напівпровідникових діодах, може бути електронно-дірковий перехід, гіперперехід або контакт метал-напівпровідник.



Класифікацію напівпровідникових діодів проводять за наступними ознаками:

За методом отримання переходу бувають:

- Точкові
- Планарні
- діод Шотткі

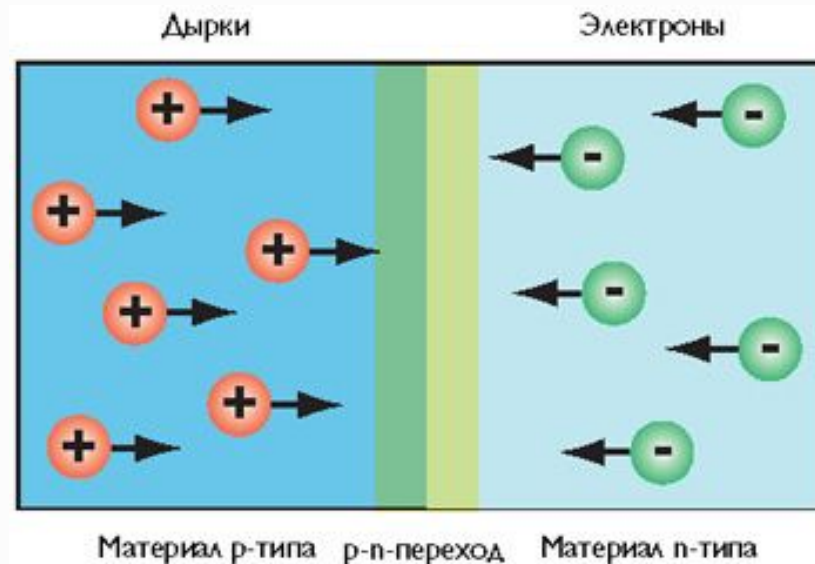
Точкові

- У яких використовується пластинка германію або кремнію з електропровідністю n-типу, завтовшки 0,1...0,6 мм і площею 0,5...1,5 мм²; з пластинкою стикається загострений провідник з нанесеною на вістря домішкою.
- При цьому з вістря в основний напівпровідник дифундують домішки, які створюють область з іншим типом електропровідності.
- Таким чином, біля вістря утворюється мініатюрний p-n перехід півсферичної форми;



Планарні

- У яких р-п перехід утворюється двома напівпровідниками з різними типами електропровідності, причому площа переходу у різних типів діодів лежить в межах від сотих долей квадратного міліметра до декількох десятків квадратних сантиметрів (силові діоди).

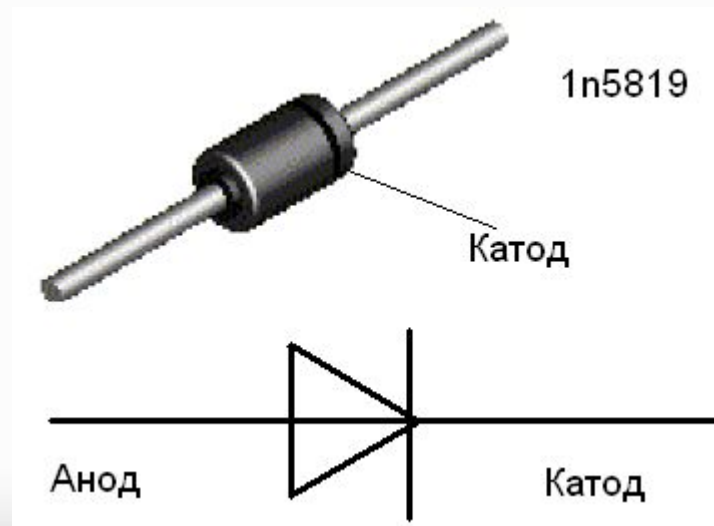


- Площинні діоди виготовляються методами сплавлення (вплавлення) або дифузії

Діод Шотткі

(названий на честь імені німецького фізика Шотткі Вальтера), також відомий, як «діод з гарячими носіями», є напівпровідниковим діодом з низьким значенням падіння прямої напруги, та дуже швидким перемиканням.

Діоди Шотткі використовують перехід метал-напівпровідник, як бар'єр Шотткі, (замість р-n переходу як у звичайних діодів



За матеріалом напівпровідникові діоди бувають:

- Германієві
- Кремнієві
- Арсенідо-галієві

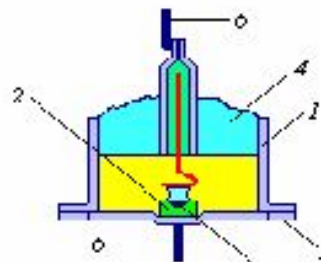


Рис. 1.1.9. Устройство германевого диода.
1-кварцовый корпус, 2-кристалл германия,
р-n-переход, 4-стеклянный изолятор,
5-кристаллодержатель, 6-выводы



Германій



Кремній



Монокристали арсеніду галію

За фізичними процесами

- Тунельні
- Лавинно-пролітні
- Фотодіоди
- Світлодіоди
- Діоди Ганна

Тунельні(діоди Лео Есакі)

- напівпровідникові елементи електричного кола з нелінійною вольт-амперною характеристикою, на якій існує ділянка з від'ємною диференційною провідністю, наявність якої базується на квантовомеханічних ефектах.
- Застосовуються як підсилювачі, генератори тощо

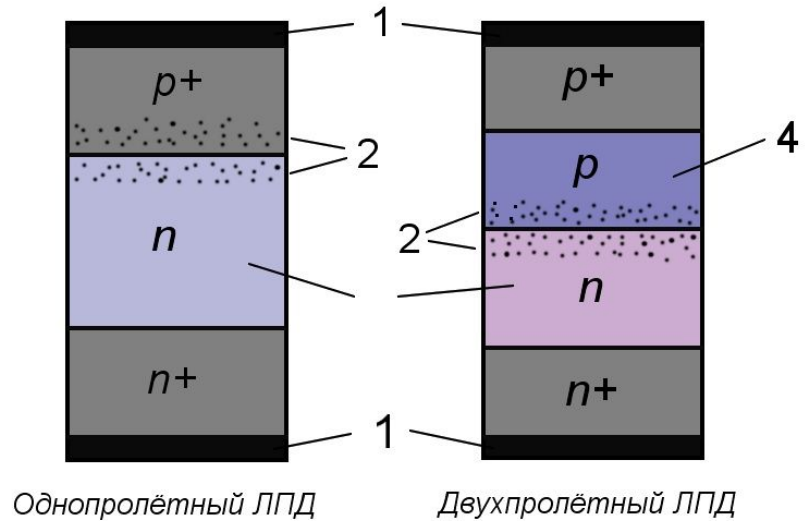


Лео Есакі

Лавинно-пролітні

- напівпровідникові діоди, що працюють в режимі лавинного розмноження носіїв заряду при зворотному зміщенні електричного переходу та призначені для генерування надвисокочастотних коливань

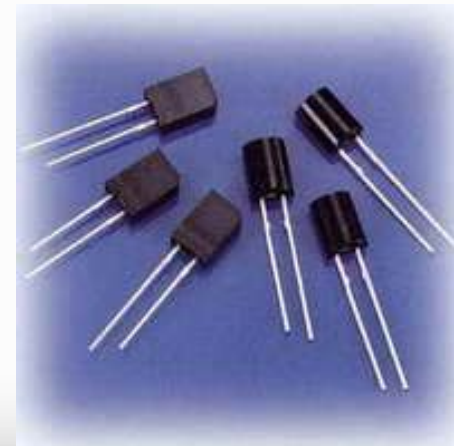
Структура лавинно-пролітного діода



1. Контактний слой
2. Область образования лавины (p-n-переходов)
3. Область дрейфа электронов
4. Область дрейфа дырок

Фотодіоди

- це приймачі оптичного випромінювання, які перетворюють світло, що падає на його фоточутливу область в електричний заряд за рахунок процесів в р-п переході.
- Його можна класифікувати як напівпровідниковий діод, в якому використовується залежність його вольт-амперної характеристики від освітленості



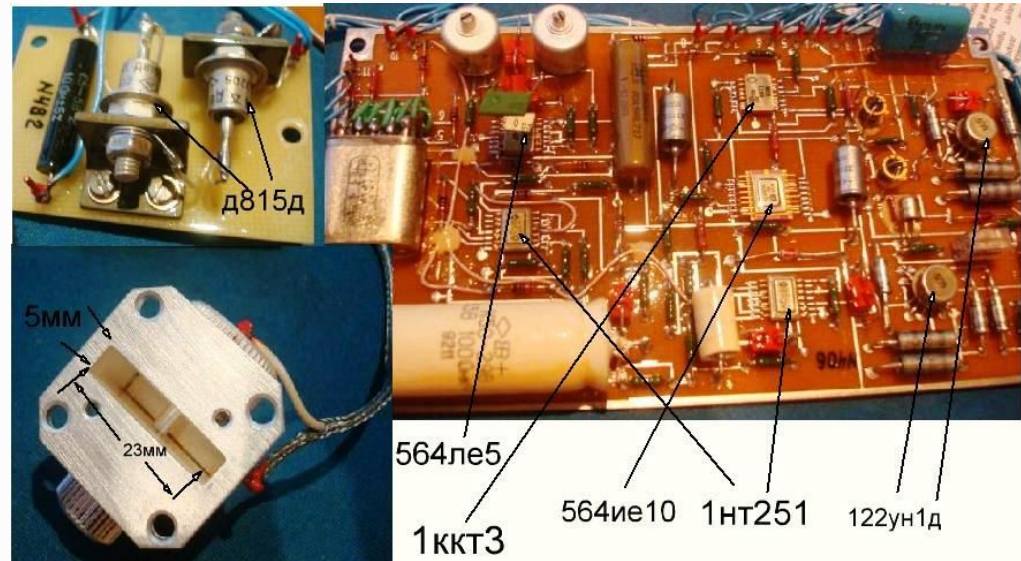
Світлодіоди

- напівпровідникові пристрої, що випромінюють некогерентне світло, при пропусканні через них електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція).
- Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить у вузькій ділянці спектру, а його колір залежить від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника.



діоди Ганна

- тип напівпровідникових діодів, що використовується для генерації та перетворення коливань у діапазоні НВЧ.
- На відміну від інших типів діодів, принцип дії діода Ганна заснований не на властивостях р-п переходів, а на власних об'ємних властивостях напівпровідника.



За призначенням напівпровідникові діоди поділяють на

- Випрямні
- Імпульсні
- Варикапи
- Стабілітрони

- Детекторні

Стабілітрони (діод Зенера)

- напівпровідникові діоди, що працюють в режимі зворотного пробою та використовується як джерело опорної напруги;



Детекторні, параметричні та змішувальні

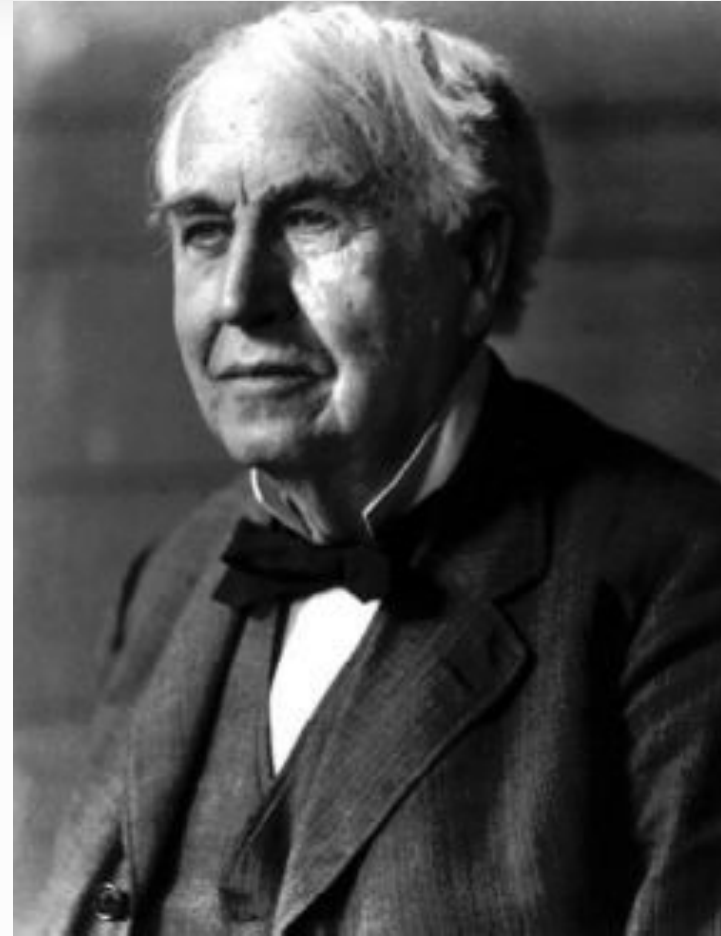
- Детекторні - напівпровідникові діоди, призначені для детектування сигналу;
- параметричні — варикапи, що призначені для застосування в діапазоні надвисоких частот у параметричних підсилювачах,
- змішувальні — напівпровідникові діоди, призначені для перетворення високочастотних сигналів у сигнал проміжної частоти.

Історія

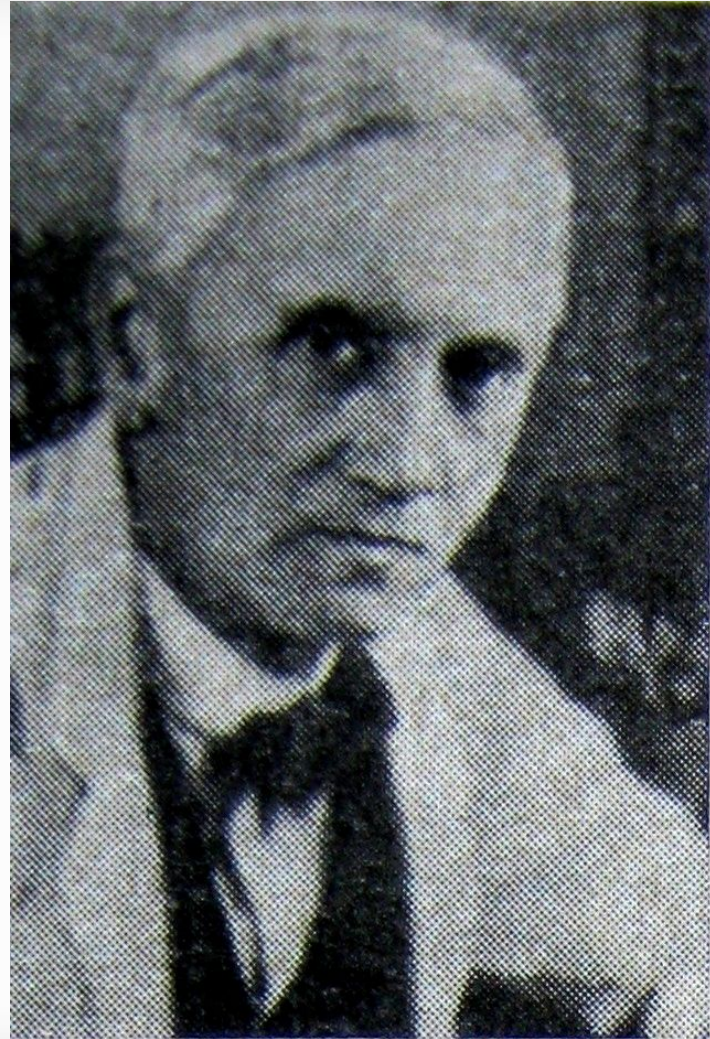
- У 1873 Фредерік Ґутрай відкрив принцип функціонування вакуумного діода.
- Підносячи розжарений метал до додатно зарядженого електроскопа, і не торкаючись його, він зміг розрядити електроскоп, а з від'ємно зарядженим електроскопом такого не траплялося.



- Це відкриття незалежно повторив Томас Едісон у 1880 році.
- У часи цього відкриття було незрозуміло, як можна використати цей ефект, але Едісон на всякий випадок запатентував винайдений пристрій.



- Через 20 років, Джон Амброуз Флемінг збагнув, що ефект односторонньої провідності можна використати в радіо.
- Він запатентував свій винахід у 1904 році — в Британії, а в 1905 році — в США.



- Принцип роботи напівпровідникового діода відкрив у 1874 році Карл Фердинанд Браун.
- Перший радіоприймач з використанням кристалічного діода сконструював Ґрінліф Віттєр Пікард.
- Свій винахід він запатентував у 1906 році.



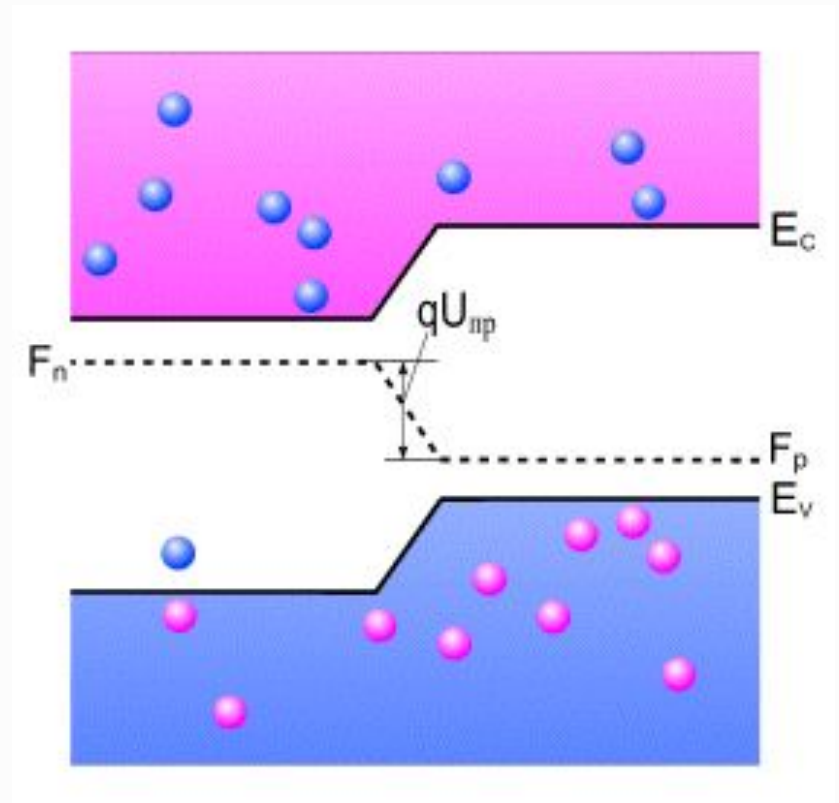
Карл Браун



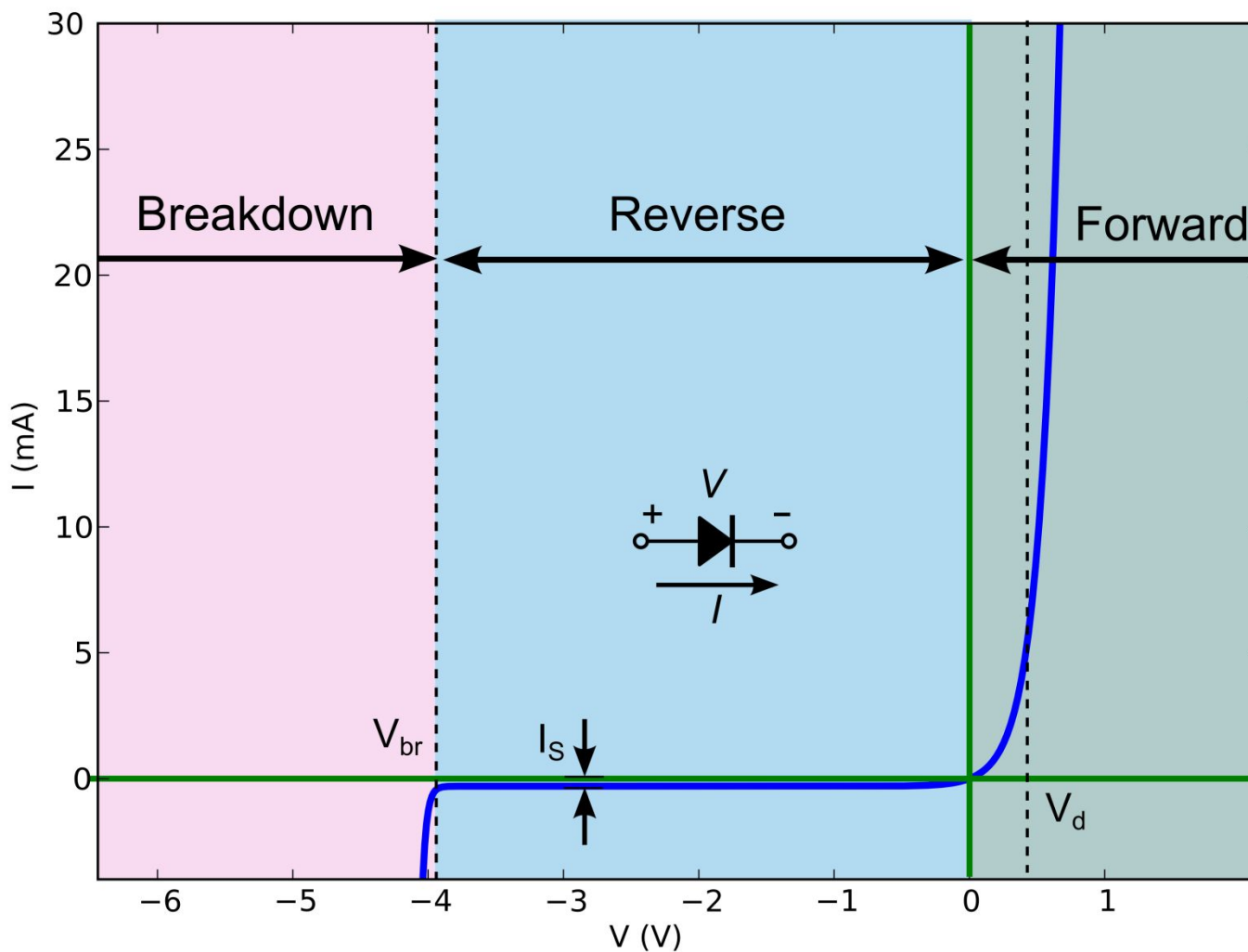
Ґрінліф Віттєр Пікард

Виготовлення

- Діоди виготовляють з кремнію, германію, селену та інших напівпровідників.
- Розглянемо германієвий діод з n-електропровідністю. При високій температурі в нього вплавляють індій, внаслідок чого утворюється ділянка з р-електропровідністю.
- На межі цих ділянок утворюється р-n перехід



Вольт-амперна характеристика



Рівняння ідеального діода

- Вольт-амперну характеристику ідеального діода, тобто діода, в якому не враховується можливість пробоя та інші фактори, можна описати рівнянням Шоклі

$$I = I_S \left[\exp \left(\frac{eV_a}{k_B T} \right) - 1 \right]$$

де I — сила струму,

I_S — сила струму насичення при зворотній напрузі,

V_a — напруга (в прямому напрямку),

k_B — стала Больцмана,

T — температура.

Величину $V_T = k_B T / e$ називають термальною напругою.

Характеристики діодів

- I_s — струм насичення (тепловий струм)
- R_b — опір бази діода
- R_a — активний опір
- R_d — диференційний опір
- C_b — бар'єрна ємність
- C_d — дифузійна ємність
- $R_{tp\ k}$ — тепловий опір перехід-корпус
- K_V — коефіцієнт випростування
- ϕ_k — контактна різниця потенціалів

Використання

- Діоди широко використовуються в електротехніці, електроніці та радіотехніці.
- Діоди використовуються при демодуляції амплітудно-модульованого радіосигналу, тобто виділення низькочастотної складової з високочастотного сигналу.

- Світлодіоди використовуються як джерела світла, а фотодіоди — як його індикатори
- Діоди використовуються, також, для вимірювання температури, оскільки падіння напруги на діоді (при прямому включенні) залежить від температури.
- Варікапи виконують роль керованої напругою ємності.

- Інше використання діодів — у клавіатурі електронних музичних інструментів.
- Для зменшення кількості проводів ці інструменти часто використовують плати клавіатурних матриць. Контролер клавіатури сканує рядки й стовпчики, щоб визначити, яку клавішу натиснув музикант.
- Виникає проблема в тому, що при одночасному натисненні на декілька клавіш, струм може текти в зворотному напрямку й викликати фантомні ноти.
- Щоб запобігти цьому, клавіатурні матриці мають діод під кожною клавішею.

Джерела інформації

- <http://tiristor.net/analogi-2/>
- http://uk.wikipedia.org/wiki/Напівпровідниковий_діод
- http://generator.com.ua/poluprovodniki_ukr.html