

GERMANIOVÉ POLOVODIČOVÉ SOUČÁSTKY

Polovodič je pevná látka, jejíž elektrická vodivost závisí na vnějších i vnitřních podmínkách a dá se jejich změnami řídit. Podle hlavních nositelů, kteří v polovodiči přenášejí elektrický náboj, se dělí na polovodič typu N a P. Velikost a typ vodivosti lze měnit zejména přidáním nepatrného množství příměsí jiných látek (dopantu) do velmi čistého krystalu polovodiče.

Roku 1821 odhalil F. Seebeck polovodičové vlastnosti síranu olovnatého PbSO_4 , roku 1833 publikoval M. Faraday informace o teplotní závislosti polovodičů a od roku 1876 jsou známy usměrňovací schopnosti selenu. Použitím hrotové elektrody na polovodiči vznikly první usměrňovací detektory, které v roce 1940 následovaly germaniové hrotové diody, používané pro detekci signálů s velmi vysokým kmitočtem. Mezníkem v historii elektroniky se stal rok 1947, kdy J. Bardeen, W. H. Brattain a W. B. Shockley vynalezli v Bellových laboratořích v USA hrotový tranzistor, vhodný pro zesilování elektrických signálů. Ohromný rozmach výroby polovodičových součástek nastal použitím příměsových polovodičů pro výrobu přechodů PN.

Germanium je vzácné se vyskytující polokov, který byl předpovězen roku 1864 J. A. R. Newlandsem, jeho vlastnosti specifikoval v roce 1871 D. I. Mendělejev a objevil jej roku 1886 C. A. Winkler. V pevném skupenství se v krystalické i amorfní fázi chová jako polovodič, v kapalném stavu jako vodivý kov. V zemské kůře je poměrně vzácným kovem s průměrným výskytem 1,5 gramu na tunu horniny a často jako příměs v rudách zinkových a stříbrných. Jediné ložisko koncentrovaného germania je v Jižní Africe. Občas se objevuje i v ložiscích uhlí, s výskytem až 50 gramů na tunu uhlí, z jehož popela se obvykle i získává. Získané germanium s čistotou 99 %, což znamená, že v 1 000 tunách kovu je 10 tun cizích příměsí, se dále upravuje na potřebnou vysokou čistotu metodou zonální tavby. Čistota je pak taková, že v 1 000 tunách germania nesmí být více než 1 gram cizích příměsí.



Montáž germaniových tranzistorů (1956–1960)



Montáž germaniových tranzistorů (1956–1960)

S rozvojem polovodičové techniky začínaly téměř všechny země RVHP v 50. letech nezávisle a bez koordinace. Většina výrobců však vyráběla převážně funkční ekvivalenty zahraničních vzorů. V Československu se od roku 1950 začíná v pražských výzkumných ústavech VÚVE a VÚEF pracovat na vývoji hrotových diod a tranzistorů, později pak i plošných slitinových. V podniku TESLA Rožnov byly do výroby zaváděny od roku 1954, původně jako náhrada bateriových elektronek, za všeobecného nezájmu průmyslu i ministerstev. Tradují se výroky nekompetentních vysokých činitelů z vedení průmyslu, kteří hlásali, že: „Polovodiče nepotřebujeme, počkáme si na „celovodiče“ a tranzistory vyrábět nebudeme, protože je nikdo k ničemu nepotřebuje a potřebovat nebude.“

Dalším historickým mezníkem v životě závodu byl rok 1956. V tomto roce opustily výrobní dílny první výrobky polovodičové techniky – germaniové diody a krátce na to také germaniové tranzistory. V té době málokdo dokázal odhadnout rozsah nové výroby a její další směry, která se posléze dopracovala až k výrobě nejsložitějších mikroprocesorů.



Germaniový výkonový nízkofrekvenční tranzistor pro výkon 4 W

Germaniové nízkofrekvenční a vysokofrekvenční tranzistory pro malé výkony



Germaniová usměrňovací dioda pro proud až 20 A



Germaniové výkonové nízkofrekvenční tranzistory pro výkony až 50 W

Polovodičová technika nabírala rychle dech. Prvními slitinovými tranzistory byly dnes už historické typy řady 1NU40, 1NU70 a 101–104NU70, používané v prvním československém celotranzistorovaném radiopřijímači T 58. Následovaly další typy včetně vřes tranzistorů GF 501–504, později také výkonové prvky OC 30 a OC 16.

Další vývoj součástek zvolna přecházel z výzkumných ústavů do útvaru výzkumu a vývoje podniku TESLA Rožnov. Používané technologické procesy výroby přechodů PN germaniových polovodičových součástek se během času měnily tak, aby se dosáhlo co nejlepších vlastností a to přes hrotový přechod (1NN41), přivařený zlatý hrot (OA5), slitinový přechod (1NU40), difúzně slitinový a difúzní (OC170), výkonový difúzně slitinový mesa (GF501) až po poslední používanou variantu germaniové technologie vysokofrekvenční difúzně slitinový mesa přechod (GF507).

Byly vyvíjeny a následně vyráběny slitinové usměrňovací diody pro proudy až 20 A, nízkofrekvenční tranzistory s výkonem do 50 W a vysokofrekvenční tranzistory pro kmitočty až 1 000 MHz.

Výroba, v počátcích zcela manuální, s malou sériovostí a úzkým sortimentem, v 60. letech začínala, díky nástupu mechanizace některých výrobních operací, nabírat poloprovozní režim a postupně zvyšovat počet vyráběných typů i jejich množství. V této době hrála TESLA Rožnov roli průkopníka nové techniky v Československu a ve spolupráci výzkumných ústavů, vysokoškolských pracovišť a podnikového útvaru výzkumu a vývoje se dařilo udržovat technickou úroveň srovnatelnou se světem.

Větší problémy ovšem způsoboval nedostatek germania. Státní úkol, vyhlášený na vyřešení způsobu získávání germania z tuzemských zdrojů elektrárenského popílků, se nepodařilo akademii věd a výzkumným ústavům splnit. Vyrobené monokrystalické germanium nebylo pro výrobu polovodičových součástek použitelné. Státní úkol byl zrušen a germanium se, i přes embargo, celou dobu výroby germaniových součástek dováželo ze západní Evropy. Výroba posledních typů germaniových tranzistorů, jimiž byly vysokofrekvenční tranzistory pro kanálové voliče televizních přijímačů, byla ukončena až koncem 70. let, když již předtím byly z jiných aplikací definitivně vytlačeny součástkami křemíkovými. Výroba zejména integrovaných obvodů vyžadovala prakticky zcela novou materiální základnu. Doposud používané materiály nevyhovovaly svou čistotou, a proto byla v Rožnově zvládnuta rafinace speciálních chemikálií, ve spolupráci s hutěmi byly vyvinuty nové materiály pro nosiče čipů integrovaných obvodů, řádově se změnila náročnost a přesnost nástrojů a v neposlední řadě bylo nutné vyvinout zcela nové typy technologických zařízení. Do konce 70. let převažovaly stroje a zařízení místní či domácí produkce, ale ty přestávaly stačit stále rychleji se měnícím technologickým procesům. V osmdesátých letech byla již řada zařízení z dovozu z vyspělých zemí (zejména Švýcarsko, Spolková republika Německo, Japonsko) a stejně tomu bylo i u speciálních materiálů, které se v takzvaném východním bloku nepodařilo vyvinout. Představa o soběstačnosti v elektronickém průmyslu neměla šanci na přežití.

Historie germaniových součástek

Vývoj ve světě

1901 Firma TELEFUNKEN dala do prodeje první galenitový detektor PbS

1904 Patent na usměrňovač Cu_2S

1906 Firma TELEFUNKEN vyrábí karborundový detektor SiC

1927 L. Gronda vynález cuproxového usměrňovače Cu_2O

1929 Selenový usměrňovač Se

- 1931** A. H. Wilson vytváří teorii pásového modelu polovodiče
- 1940** Hrotová germaniová dioda
- 1947** J. Bardeen, W. H. Brattain, W. B. Shockley sestrojili první germaniový hrotový tranzistor
- 1948** Patent Bellových laboratoří na první prakticky použitelné hrotové tranzistory
- 1950** Tažený plošný tranzistor, fotodioda, fototranzistor
- 1950** R. N. Hall vývoj slitinové technologie výroby PN přechodu
- 1951** Slitinová dioda pro proud 0,5 A
- 1952** W. G. Pfann vývoj metody zonální rafinace germania
- 1952** Slitinový nízkofrekvenční tranzistor 200 mW
- 1952** Bellovy laboratoře nabízejí licenci na výrobu plošných tranzistorů
- 1952** Germaniové tranzistory pro kmitočet 10 MHz
- 1953** Slitinový nízkofrekvenční výkonový tranzistor 20W
- 1953** Vývoj metody difuze příměsí z plynné fáze do pevné fáze krystalu
- 1954** První tranzistorový radiopřijímač se 4 tranzistory
- 1956** C. A. Lee vývoj tranzistoru s difuzní bází pro kmitočet 500 MHz
- 1956** Nobelova cena pro původní „tranzistorový“ tým z roku 1947
- 1958** L. Esaki vynález tunelové diody
- 1958** C. H. Knowless vyvíjí mesa tranzistor, vrchol germaniové technologie

Vývoj v Československu

- 1950** První pokusný hrotový tranzistor
- 1953** Vývoj hrotových diod ve VÚVE Praha a plošných tranzistorů ve VÚEF Praha
- 1954** Zavedení výroby germaniových hrotových diod v TESLE Rožnov
- 1955** Výroba slitinových Ge PNP tranzistorů 1NU40, 1NU70 v TESLE Rožnov
- 1958** Výroba slitinových Ge NPN tranzistorů 101NU70, 151NU70
- 1958** První tranzistorový radiopřijímač TESLA T58 s 9 tranzistory
- 1959** Slitinová usměrňovací dioda 20 A 81NP71
- 1960** Výkonové nízkofrekvenční slitinové tranzistory do 50 W 2NU74
- 1961** Difusně slitinové tranzistory OC170 pro kmitočty 50 MHz
- 1962** Difusně slitinové mesa tranzistory GF501 pro kmitočty 300 MHz
- 1966** Difusně slitinové mesa tranzistory GF 507 pro kmitočty 800 MHz
- Konec 80. let** – ukončení výroby germaniových součástek