

Beszámoló a XV. Európai Mikrohullámú Konferenciáról

Párizs, 1985. szept. 9—13.

A nagy hagyományokkal rendelkező konferencián a vezető európai cégek képviselőin kívül ezúttal is nagy számban képviselték magukat USA és Japán-beli cégek, így a konferencia jó áttekintést adott a mikrohullámú technika jelenlegi kérdéseiről és a fejlődés főbb irányairól. A konferenciával egyidejűleg megrendezett szakkiallítás jól mutatta a mikrohullámú félvezető eszközök és mérés-technika fejlődését és a vezető nyugati cégek igen széles termékskáláját.

Az alábbiakban elsősorban a mikrohullámú félvezető eszközök fejlődési irányairól számolunk be.

A GaAs vagy Si

Ismeretes, hogy a GaAs fizikai sajátosságai jobb eshetőséget adnak mikrohullámú félvezető eszközök előállítására. E tulajdonságok kihasználását azonban hátráltatja az, hogy a GaAs anyag- és eszköztechnológia fejlettségi színvonala elmarad a szilíciumtól. A kérdést több mikrohullámú konferencián is vitatni szokták. Megfigyelhető, hogy egyre feljebb tolódik az a frekvenciahatár, ameddig a szilícium alapú eszközök versenyképesnek tekinthetők a GaAs eszközökkel szemben. Természetesen ezzel egyidejűleg igen megnövekedett az a felső frekvencia, ahol már csak GaAs alapú félvezető eszközök adják az elvárt paramétereket.

Ez a jelképes határfrekvencia — tehát, ahol még célszerű szilícium eszközöket alkalmazni — természetesen függ az adott eszközök típusától is. Így az előadásokból és a hozzászólásokból jelenlegi ismereteink szerint megállapítható, hogy erősítőknél ez a frekvenciahatár 8 GHz-re tehető. Vannak természetesen kiugró műszaki eredmények is. Így megemlíthető az a 9 GHz-es szilícium alapú bipoláris öniülesztéses technológiával készített direkt frekvenciaosztó áramkör, amely műszaki paramétereivel nemcsak a MESFET alapú áramköröket, hanem a HEMT (High Electron Mobility Transistor) alapú áramkörök jelenlegi fejlettségi szintjét is eléri. A szilícium alapú eszközök előnyei elsősorban ott jelentkeznek, ahol magas transzkonduktanciára, alacsony, $1/f$ zajra, stabil oxid félvezető interfacerára van szükség. Ezek az előnyök nem használhatók a MESFET típusú eszközöknél.

Új elemként jelentkezett a konferencián a GaAs alapú bipoláris eszközök térhódítása. Ez azt jelenti tehát, hogy a MESFET és a HEMT eszközök mellett harmadikként megjelentek azok a bipoláris eszközök, amelyekről a korábbiakban az volt a vélemény, hogy technológiai nehézségeik miatt számottevő térhódításuk nem várható. Különösen gyors kapcsoló elemekben alkalmazzák a bipoláris technikát.

Jelentős előrelépésről számoltak be az áramkör és az eszköz kölcsönhatásának vizsgálatában is. A 14 elemes MESFET helyettesítő kép már lehetővé teszi azt, hogy 5—12%-os toleranciás számolásokat és modellezéseket végezzenek. Jelentősen fejlődött az eszközkonstrukció is, így például Japán szakemberek olyan MESFET konstrukciót mutattak be, amelynél a GaAs hordozót teljesen elmarják és az egész eszköz arany hűtőtömbbe van beágyazva.

Monolit vagy hibrid

A mikrohullámú integrált áramkörök 1960-ban történt első példányok elkészülte óta szakadatlanul fejlődnek. Jelentős mérföldkő volt, amikor 1974-ben a Plessey-nél elkészült az első X-sávú erősítő, melynek erősítése 5 dB volt. 1984-ben ezt sikerült a 7...11 GHz-es frekvenciasávban 30 dB-re növelni. Érdekes módon a GaAs alapú integrált áramkörök fejlődésében — mai elképzelések szerint — a fő hűzőerőt nem a számítástechnika, hanem a híradástechnika és a fázisvezérelt radar jelenti.

Egybehangzó vélemények szerint a GaAs integrált áramkörök bonyolultsága gyorsabban nő, mint azt a szilícium alapú integrált áramköröknél a Moore-törvény mutatta. Ez az elmaradás jelen pillanatban 10—12 évre tehető. Természetesen az egyes áramkör típusok fejlettségi színvonala erősen eltérő, legnagyobb erővel jelenleg erősítők fejlesztésén dolgoznak. Igen perspektivikus a monolit feszültségvezérelt oszcillátorok területe, több cég mutatott be a 2—18 GHz-es sávban működő integrált feszültségvezérelt oszcillátort. Lényegesen kevésbé fejlett a keverő típusú áramkörök kidolgozása, ezek vagy diódával, vagy dual-gate tranzistorokkal működnek.

A konferencia alatt több előadásban is tárgyalták azt a kérdést, hogy milyen szintig érdemes integrálni az egyes áramköri funkciókat. Érdekes módon ezt a kérdést a GaAs alapanyag minősége dönti el. Az volt a vélemény ugyanis, hogy jelenleg fő nehézséget nem az egyes áramköri elemek reprodukálható, megbízható előállítása okozza, hanem a GaAs alapanyagban levő hibák előfordulási gyakorisága a meghatározó. Egyértelmű volt a vélemény, hogy a kihozatali százalék elsősorban nem az egyes áramkörök bonyolultságától, hanem az általuk elfoglalt felület nagyságától függ. A kihozatali százalék egyébként is kulcsfontosságú helyet foglalt el az egyes előadásokban, és az egyes áramkör konstruktorok feltehetően ennek ismeretében határozták meg, hogy monolit vagy hibrid technikát válasszanak az egyes áramköri funkciók megvalósítására.

Általánosan elmondható, hogy az áramkör tervezésben a szerelés és a mérés jelenti a legnagyobb problémát, a tokok költsége általában tízszerese az adott elem költségének.

Mérés-technika

Igen magasán automatizált, nagy termelékenységu mérési technikát mutattak be az elkészített eszközök minősítésére. Megoldottnak tekinthető az aktív elemek és az integrált áramkörök szeletben történő mikrohullámú minősítése 18 GHz-en. A mikrohullám szeletbe vezetésével speciálisan kialakított hosszú vezetéseket használnak, melyek veszteségeit elektronikusan kompenzálják. Ezek lehetővé teszik a nagy termelékenységu összetett mérések elvégzését, ami az egyébként alacsony kihozatalú technológiai folyamatokat ellensúlyozni tudná.

Összefoglalva megállapítható, hogy a legnagyobb előrelépésről ezen a konferencián elsősorban az integrált áramkörök területén számoltak be. A korábban favorizált InP szinte teljesen háttérbe szorult, a vegyületfélvezetők közül jelenleg a GaAs-en van a fő hangsúly, távolitlag bonyolultabb vegyületfélvezetők (például GaInAs) alkalmazása kerülhet előtérbe, ehhez azonban meg kell oldani vagy a molekulasugaras epitaxiás eljárás nagyobb termelékenységét, vagy a metallorganikus módszerrel előállított félvezető rétegszerkezetek tulajdonságait kell javítani.

Dr. Mojzes Imre