

Galvanizálás a híradástechnikában

ETO 621.357.6/7:621.39

Az ipari fejlődés során az eredetileg díszítő és korrózióvédő bevonatok előállítására szolgáló galvanizálást egyre nagyobb mértékben alkalmazták technikai célokra szolgáló rétegek előállítására. A technikai (funkcionális) bevonatok felhasználói között a híradástechnikai ipar tekintélyes helyet foglal el. Jónéhány olyan alkatrészt alkalmaz, melyek előállítása során a galvanotechnika számottevő szerepet játszik. Ilyenek pl. a nyomtatott áramkörök, a különböző érintkezők, egyes mikrohullámú passzív elemek stb. A galvántechnikai eljárások az elektronikus alkatrészek és áramkörök miniatürizálása és integrációja során fellépő problémák megoldásához lehetőséget nyújtanak.

A következőkben áttekintést nyújtunk egy sor részben új, gazdaságilag és technikailag érdekes felhasználási példáról a híradástechnika körében, melyek a funkcionális rétegtulajdonságok kihasználására épülnek, és melyeknél a miniatürizálás kérdése többnyire uralkodó szerepet játszik. Így képet alkothatunk a terület problematikájáról és sokoldalúságáról.

A híradástechnikai iparban gazdasági szempontból ma talán az *elektronikus áramkörök különböző kivitelezési formái* a legnagyobb jelentőségűek.

A *nyomtatott huzalozás* kialakulása az elektronikus készüléképítés történetének szükségszerű eseménye volt. A nyomtatott huzalozással megvalósítható tömörebb szerelés, a megnövelt megbízhatóság, valamint a kedvező tömeggyártási adottságok nélkül sok korszerű elektronikai fejlesztési, és még inkább gyártási eredmény elérése lehetetlen, gyakorlatilag megoldhatatlan lett volna. Ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy az eredeti nyomtatott huzalozás alapvető jelentőségű továbbfejlesztése olyan előrehaladást eredményezett, amelynek elérése a hagyományos összekötési eljárásokkal sohasem lett volna lehetséges.

Nyomtatott áramkörök alatt valamilyen szigetelőre, vagy félvezetőre felvitt vezető sávot értünk. A második világháború idején történt bevezetésük óta túlnyomó többségben még ma is a merev nyomtatott áramköröket alkalmazták. A hajlékony nyomtatott huzalozás utóbbi időben bekövetkezett fejlődése azonban szükségessé teszi a nyomtatott áramkörök két általános kategória szerinti osztályozását. Eszerint megkülönböztethetünk: merev nyomtatott áramkörös kártyákat és hajlékony nyomtatott huzalozást.

A nyomtatott áramkörös kártyák, ill. huzalozás felépítése szerint további osztályozás végezhető a kész kártya, ill. szerelési egység vezetőrétegeinek, síkjainak száma alapján.

A merev nyomtatott áramkörös kártya volt történetileg a nyomtatott áramkörök első megjelenési

formája, és jelenleg is ezt alkalmazzák a legelterjedtebben. Kezdetől fogva nem csupán az áramvezető huzalozás megvalósítása a feladata, hanem a be-kötött alkatrészek rögzítése és védelme, továbbá a teljes szerelvény hőegyensúlyát biztosító hűtőbordák rögzítése is.

A nyomtatott huzalozás legegyszerűbb kivitele az *egyoldalas nyomtatott áramkörös kártyák* esetében a huzalozás csupán a szigetelő alaplemez egyik oldalán van kialakítva. Ebben a kivitelben készül a jelenleg gyártott legtöbb nyomtatott áramkörös kártya. Az egyoldalas kártyákat a viszonylag kevésbé bonyolult, egyszerű áramkörökhöz alkalmazzák, ahol az áramkör típusa vagy sebessége nem támasztja a huzalozás elektromos jellemzőivel szemben szokatlan követelményeket.

Ha *egynél több huzalozási réteg* szükséges, a nyomtatott huzalozású kártya mindkét oldalára helyeznek áramköri rajzolatot. A két oldalon kialakított huzalozással kapcsolatban felmerül a két huzalozási réteg összekötésének szükségessége is. A rétegek közötti kapcsolatot többnyire a lemezbe fúrt lyukakban elektrokémiai úton leválasztott fémréteglátja el.

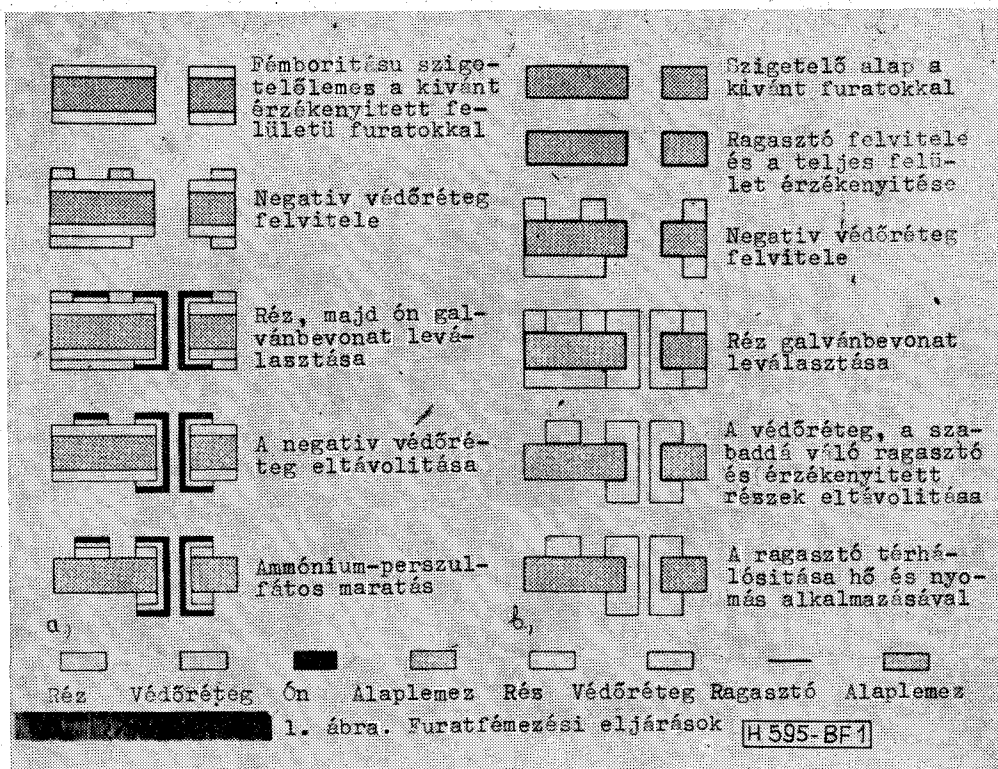
Az átfémezési (furatfémezési) eljárásnak kétféle változata van, mindkettő fémfelvitellel készített vezetőréteget alkalmaz az összekötés céljára a furat belső felületén. A két eljárás összehasonlítása végett az egyiket:

- a) hagyományos furatfémezési eljárásnak (vagy szubsztraktív eljárásnak), a másikat
- b) maratás nélküli furatfémezési eljárásnak (vagy additív eljárásnak) fogjuk nevezni.

Mindkét eljárást az 1. ábra szemlélteti.

A *hagyományos furatfémezési eljárás* kiinduló alapanyaga két oldalán fémfóliával (rézfóliával) borított alaplemez, amelyen furatok vannak azokon a helyeken, ahol az átkötések szükségesek. A furatok kifúrása és sorjátlanítása után a kártya egész felületét — a furatok belső felületét is beleértve — kémiai redukcióval (árammentes úton) rézzel vonják be. Ezután galvanikus úton rézréteget visznek fel a fóliára és az érzékenyített furatfelületekre, a réteg vastagsága rendszerint 0,025 mm. Ezután a kártya mindkét oldalára negatív védőréteget visznek fel, amely azokat a felületeket fedi, ahonnan a későbbi műveletek során a rézfólia maratás útján eltávolításra kerül. A következő művelet a védőréteg által nem fedett felületek galvanikus bevonása a maratószernek ellenálló vékony ón-, vagy aranyréteggel. Végül, az eredeti védőréteg (fotolakk) eltávolítását követően, az így szabadabbá vált felületről az alkalmazott galvánbevonat figyelembevételével megválasztott maratószerrel a rézet lemaratják.

A *maratás nélküli furatfémezési eljárás* abban különbözik az előbb ismertetett hagyományos eljárástól, hogy a maratási művelet elmarad, és az áramköri rajzolat az átkötésekkel (lyukfémezéssel) egy-



1. ábra. Galvanizálás a híradástechnikában

idejűleg készül. Ennek az eljárásnak a kiinduló anyaga az átkötési furatokkal ellátott, fémborítás nélküli rétegtelt lemez. A kártya- és furatfelületeket az lb. ábrán szemléltetett módon ragasztóréteggel vonják be. E ragasztórétegre előbb áram nélküli, majd galvanikus eljárással igen vékony rézréteget visznek fel.

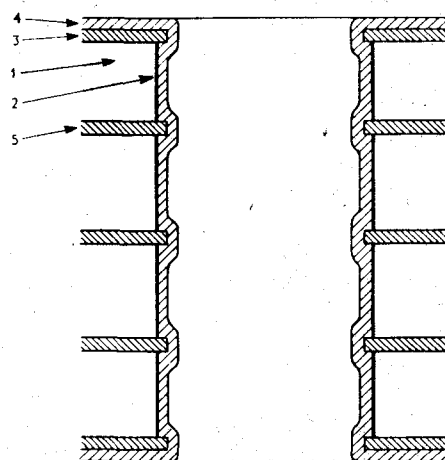
A következő művelet ebben az eljárásban is a negatív védőréteg elkészítése, amelyet az áramköri rajzolatot képező szabadon maradt felületek megfelelő vastagságú galvanikus rézbevonása követ. A negatív védőréteget és az alatta levő vékony rézréteget ezután eltávolítják, majd utolsó műveletként hő és nyomás alkalmazásával a ragasztóréteget térháló-sítják.

A megnövekedett huzalozási sűrűség problémája csak kettőnél több huzalozási sík felhasználásával oldható meg. Ez a megoldás a *többréteges nyomtatott áramkörös kártyák* alkalmazásához vezet. A többréteges nyomtatott áramkörös kártya egyedi áramköri rétegek sorozata, mely rétegek a rendszer huzalozási rajzának megfelelően egymás között össze vannak kötve, ill. külső bekötőpontokkal vannak ellátva, és egyetlen darabból álló szerelvényt alkotnak. A többréteges kártyák gyártási eljárásai alapszabvány vége az egy-, vagy kétoldalas kártyákhoz alkalmazott eljárások továbbfejlesztésének tekinthetők (2. ábra).

A hajlékony nyomtatott huzalozás és a nyomtatott kábelek gyártására szolgáló eljárások nem sokban különböznek a merev nyomtatott áramkörök előállításának módjától. A huzalozás e fajtájára jellemző a hajlékonyság, alakíthatóság és a lapos, vékony forma.

Az utóbbi években az áramkörfelépítésnek azt a módját, hogy hagyományos módszerrel egyedi

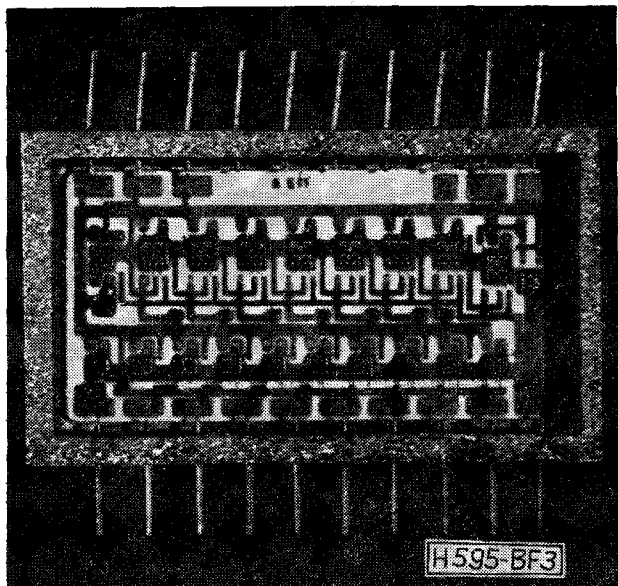
alkatrészeket kötnek be az áramkörbe és szerelnek össze, egy olyan technológia váltotta fel, melynél az összetett alkatrészek előállítása és ezek belső összekötése az alkatrészgyártás szerves részét alkotja. A különböző rétegfelviteli módszerekből — melyekkel alkatrészeket és belső kötésekkel hoznak létre — két főbb áramkörtípus vagy stílus alakult ki. Az egyik monolitikus vagy *integrált áramkör* néven vált ismertté, amelyben az aktív (diódák, tranzisztorok stb.) és a passzív alkatrészeket (ellenállások, kapacitások) egyidejűleg gyártják és ezután a szük-



1/1 Alaplemez /3/ Rézfólia
 2/2 Kémiai réz /4/ Galván réz
 /5/ Belső vezetősávok

2. ábra. Furatfémzésű többréteges kártya [H 595-BF 2]

2. ábra. Furatfémzésű többréteges kártya



3. ábra. Hibrid áramkör

séges belső kötések úgy alakítják ki, hogy teljes funkcionális vagy műveleti áramkör keletkezzék. A másik technológia a *hibrid áramkör*, amelyben a passzív alkatrészeket és a belső kötések állítják elő egy hordozón és az aktív elemeket építik be úgy, hogy teljes áramkör jöjjön létre (3. ábra).

Az integrált áramkörök alkalmazása gyors ütemben növekszik. Ma már analóg és műveleti áramköröket is előállítanak integrált formában olyan különleges célokra, ahol a mennyiség elegendő nagy ahhoz, hogy a fejlesztési költségek megtérüljenek (4. ábra). Ahogyan a hibrid áramkörök gyorsan felváltják az egyedi alkatrészekből álló szerelvényeket még a kis darabszámú alkalmazásokban is, ugyanúgy az integrált áramkörök is sok hibrid alkalmazást válthatnak



4. ábra. Integrált áramkörökkel működő memóriaegység

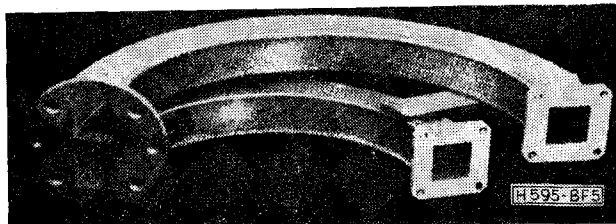
majd fel, ha költségeik eléri a gazdaságos szintet, vagy ez alá csökkennek, és kidolgozásra kerülnek olyan integrált áramkörök, melyek alkalmasak a hibrid alkalmazások kiváltására. A hibrid áramkörök mindemellett továbbra is fennmaradnak különleges tulajdonságaik következtében.

Az elektromos ipar másik, gazdaságilag jelentős ága, ahol a galván technika, pontosabban galvánplasztika alkalmazásra kerül, a *hanglemezgyártás*. A matrica előállításának lényegi lépése a viaszmatrica mérethű és pontos galvanikus „másolása” nikkell- és rézfürdőkben. A tárolt információ-sűrűség növelése céljából a jövőben egyre inkább szükségessé válik a barázdák távolságának további csökkentése, és a barázdaszerkezet precizitásának növelése. Ez különösen a sztereó-hangzás regisztrálására, színes képregisztrálásra és hasonló eljárásokra való tekintettel követelmény.

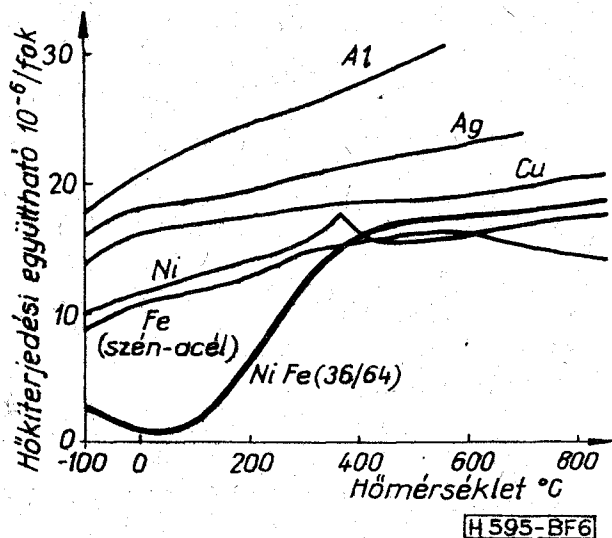
Az első lemezek, melyekre a hagyományos sztereó-lemezhez képest 10-szeres barázdásűrűséggel képeket rögzítettek, már forgalomban vannak. Játékidejük aránylag rövid, ami a barázdásűrűség további növelésével javítható lenne.

Amíg ma tulajdonképpen a forgalomban levő mechanikai regisztrálású hanglemezek többnyire PVC és korom keverékéből állnak, különböző cégek már forgalomba hoztak kobalt-nikkell, vagy más kobalt ötvözzel borított lemezeket, amelyek mágneses tulajdonságainak kihasználása lehetővé teszi kép rögzítését és visszajátszását is. Egy másik fontos területet képeznek a mágneses szalagra való rögzítések, amelyeknél mind a hang, mind a kép regisztrálása lehetséges. Ez esetben műanyag szalagokra árammentesen visznek fel mágnesezhető réteget, amilyen pl. a kobalt-vas-foszfor, nikkell-kobalt-foszfor, vagy a kobalt-foszfor réteg. Az ilyen mágneses tároló rendszerek nem csak a hang- és képrögzítésnél, hanem az adattárolásnál is széles körű alkalmazásra találnak.

A galvánplasztika további alkalmazási területe a *csőtápvonalak* előállítása. Ezek belül üreges tér-idomok nikkellből, rézből, vasból, alumíniumból, vagy megfelelő ötvözetekből, invárból vagy szuperinvarból készülnek és többnyire négyszögletes vagy kör keresztmetszetűek (5. ábra). Az ilyen testeket a felső MHz és GHz tartományban levő elektromágneses hullámok kis veszteséggel járó vezetésére használják. Hőmérsékletstabil ötvözetek alkalmazásával meglehetősen nagy frekvenciastabilitást lehet elérni. Amint azt a 6. ábrán láthatjuk, a Ni-Fe bázisú ötvözetek a számbajövő hőmérséklettartományban nagyságrendekkel jobb tulajdonságokat mutatnak, mint a hagyományos fémek. Ezért az utóbbi években számos cég foglalkozott olyan Ni-Fe, illetve Ni-Fe-Co ötvözetfürdők kifejlesztésével, melyekből a



5. ábra. Csőtápvonal

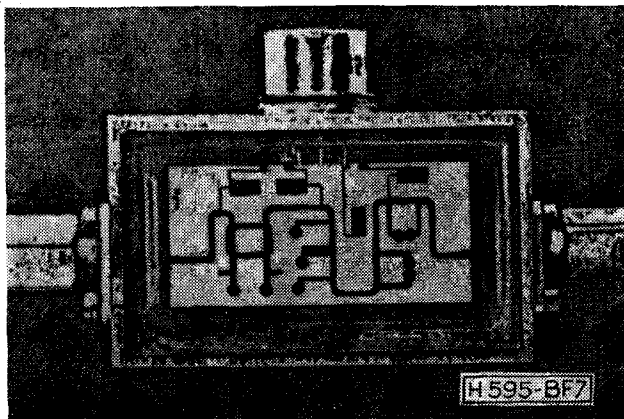


6. ábra. Különböző fémek hőkitérjedési együtthatója

kívánt tulajdonságú idomok leválaszthatók. Az előállítás másik érdekes perspektívája akkor nyílt meg, amikor lehetővé vált szerves oldatokból az alumínium galvanizálása.

A csőtápvonalak előállításánál lényeges szempont a belső felületek rendkívül sima és mérhető kialakítása, mivel a hullámok reflexióját ezáltal a lehető legmagasabb, csillapítását a lehető legalacsonyabb értéken tarthatjuk. A legtöbb esetben a belső felületre még néhány μm vastag ezüstréteget választanak le, mivel az ezüst nagyfrekvenciás vezetőképessége jobb, mint a rézé. Sima belső felületeket a matricamagok gondos felületkezelésével lehet elérni.

Bár a hullámvezető-technológia területén még számos egyedi probléma vár megoldásra, a miniatürizálás egyre inkább afelé halad, hogy a csőtápvonalakat kisebb, tömörebb idomokkal, az ún. *sávvezetőkkel* helyettesítsék. A 7. ábrán egy miniatürizált fázistolót láthatunk, amely a sávvezető technológiával készült. Kívül a koaxiális kábelek csatlakozói láthatók. Az alaplemez hátsó oldalát összefüggő aranyréteggel vonták be, mely egy vékony, 100 Å vastagságú tapadást közvetítő krómrétegen helyezkedik el. Időközben már ezen a területen is kifejlesztettek árammentes fémező eljárásokat, melyek segítségével a kerámia alapra jól tapadó fémbevonatok



7. ábra. Sávvezető technológiával készült fázistoló

választhatók le. A sávvezető kapcsolások segítségével ma már a szilárdtest oszcillátorok és vevőberendezések hullámvezetőit deciméter és centiméter hullámtartományban teljesen integrálni és miniatürizálni lehet. Ez különösen a radarberendezések és az űrrepüléstechnika szempontjából érdekes, ahol fokozottan előtérbe kerül a kis súly és a nagyfokú megbízhatóság.

A galvanizált alkalmazási területével kapcsolatban meg kell említeni, hogy ma már lehetőség van arra, hogy a radarberendezések néhány méter átmérőjű fém parabola tükröit könnyűszerrel galvanizáltkával állítsák elő.

Az árammentes, illetve galvanikus fémleválasztásnak a szupravezetők területén történő alkalmazása jelentős technológiai haladást fog eredményezni. Olyan fémrétegeket lehet leválasztani tehát, melyek vezetőképessége az abszolút nulla fok közelében ugrásszerűen, nagyságrendekkel nő. Szupravezető kábeleket ún. huzalgalvanizáló berendezésekben lehet bevonni.

A galvánotechnológiák igen jelentős felhasználási területe a számítástechnika. E téren eredményesen alkalmazhatók a permalloy ötvözetekből készült mágneses rétegek (tároló cellák), melyekbe az információk betáplálhatók és újra visszahívhatók. A sík vékonyréteg tárolók néhány 100-tól 1000 Å-ig terjedő rétegvastagságú egységeket, a huzaltárolók kb. 0,5–5 μm vastag permalloy réteggel ellátott réz-berillium magokat tartalmaznak.

A vékonyréteg tárolók előnye a jó integrálhatóság, nagyon jó tároló kapacitás, nagyon jó – néhány nanoszekundumos nagyságrendű – kapcsolási idő. Tároló közegként előszeretettel használnak nikkkelvas-szelén rétegeket, mivel a szelén alkalmazása a galvanikus Ni-Fe permalloy rétegek tulajdonságait jelentős mértékben megjavítja. Természetesen ugyanezre a célra más, pl. nikkkelvas-kobalt, nikkkelvas-foszfor, nikkkelvas-tellur, nikkkelvas-réz, nikkkelvas-antimon, és hasonló ötvözetek is leválaszthatók.

Az ilyen rétegek kifogástalan működésének előfeltétele, hogy mechanikai feszültség a mágneses tulajdonságokat nem változtathatja meg. A réteget mágneses térben kell leválasztani, mégpedig úgy, hogy az erővonalak a réteggel párhuzomasak legyenek, ezáltal egytengelyű mágneses anizotrópia áll elő. A mágnesszettség tehát a réteg síkjában irányfüggő. A mágnesszettség fordulásán alapszik az információtárolás és a betáplált adatok visszakeresése is.

A galvanizálással előállított mágneses tárolók másik lehetősége a huzaltároló. Bár a mágnesfilm-tárolóknál lassúbbak, előállításuk szinte teljes egészében automatizálható, és így gazdaságosabban állíthatók elő. A fémleválasztás egy kb. 76 μm vastag réz-berillium, vagy réz-foszfor-bronz hordozó huzalra történik. Az eljárásnál különösen fontos, hogy a hordozó huzal a lehető legmerevebb legyen. Ezt a leválasztás előtt többnyire kemencében történő hőkezeléssel érik el.

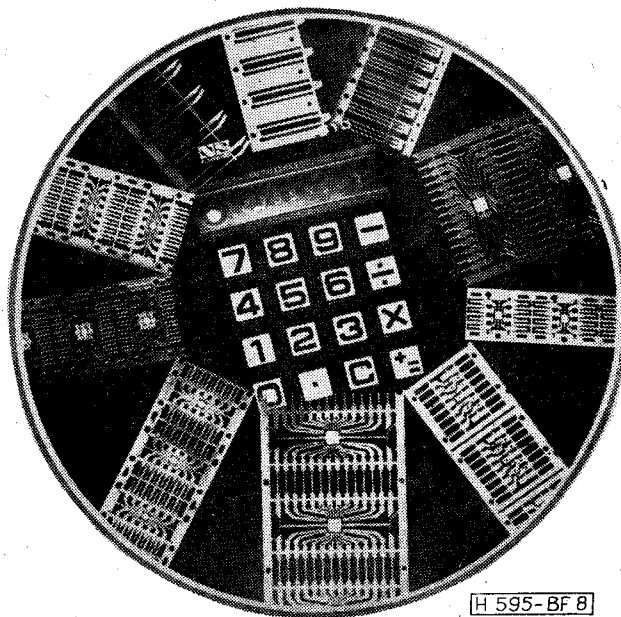
A réteg felvitelére részleteiben a következőképpen mehet végbe. A huzalt viszonylag kis (2,5 mm/sec) előtolási sebességgel áthúzzák a szokásos előkezelő oldatokon. Gyakran elektrokémiai polírozási műveletet is közbeiktatnak. Öblítés után a huzalra

egy-, vagy kétlépcsős folyamatban 1–2 μm vastag kiegyenlítő rézréteget választanak le. Ezután ioncserélt vízben újabb öblítés következik, majd leválasztják a huzalra a tulajdonképpeni permalloy réteget 0,5–5 μm vastagságban. Végül a tárolóhuzal egy vizsgáló berendezésbe jut, ahol a magnetrokció-mentességet ellenőrzik, vagy egy tároló-mérőhelyre, ahol a réteg kapcsolási tulajdonságait vizsgálják. A huzalt ezután 30–80 cm-es darabokra vágják, minőség szerint osztályozzák és további feldolgozásra kerül.

A galvántechnika legigényesebb problémái közé számít az *elektronikus építőelemek kontaktrozásának megoldása*. Ezzel kapcsolatosan egy érdekes megoldásra szeretnénk röviden rámutatni. A vezető és érintkező szerkezetek részleges aranyozásának berendezéseiről van szó. A galvániiparban ismeretes, hogy az aranyhoz házrészekre és vezetékrendezésekre történő leválasztása az összköltség tetemes részét teszi ki. A részleges aranyozásnál csak azokat a helyeket aranyozzák pontszerűen, ahová később a vezetőket kell forrasztani. Ez több szempontból előnyös. A 8. ábrán a részlegesen aranyozott vezetőelemek jellegzetes példáit mutatjuk be. A teljesen automatizált részleges aranyozó berendezésekkel 95%-os arany megtakarítás is elérhető.

A vázolt alkalmazási területek áttekintése nem lenne teljes a *fémek mikroszerkezetek* tárgyalása nélkül. Ezek alatt parányi méretű szerkezeteket értünk, többnyire önhordó fémidomokat, amelyek akár számszámnak, pl. felgőzölögtetőmaszk, megvilágítómaszk, tablettaszita és hasonló, akár csövek alkatrészeinek, pl. színes csöveknél árnyékolómaszk, elektrod vezérlőrács, számkijelző csövek alkatrészei stb., vagy funkcionális félvezető alkatrészenként alkalmazhatók. Az alkalmazott anyagoknak megfelelően árammentes leválasztást és galvanizálást, vagy kémiai és elektrokémiai maratási technológiát alkalmaznak, vagy ezek kombinációját.

A különböző technológiai feladatok megoldásait áttekintve megállapítható, hogy a megvalósítás során nemcsak elektrolitikus leválasztást, hanem ezenkívül más rétegfelvívő eljárásokat is alkalmaznak, amilyen pl. az árammentes leválasztás, anódos oxidáció, vákumgőzölögtetés, vagy akár a szita-nyomás. Ez a körülmény semmi esetre sem jelenti az elektrolitikus leválasztás jelentőségének csökke-



8. ábra. Részlegesen aranyozott vezetőelemek

nését vagy korlátozását, hanem az eljárási sor olyan kiegészítését, amely a galvántechnika bevezetését olyan esetekben is lehetővé tette, ahol eddig nem tudták alkalmazni. Az egyes eljárási módszerek kiválasztása vagy kombinációja szempontjából a szubsztrátumra, rétegvastagságra, tapadási szilárdságra, forraszthatóságra stb. felállított követelmények a fontosak. A galvántechnikának az elektronikában való alkalmazására egy további jellemző szempont lehet, hogy a legtöbb probléma már nem oldható meg monórétegekkel, át kell térni a több rétegű elrendezésekre. Sok feladatnál nagy jelentőségű lehet megfelelő ötvözetrendszerek alkalmazása, melyek leválasztására számos esetben még ki kell fejleszteni a megfelelő galvanizálási eljárásokat.

Röviden összefoglalva a jövőre nézve a következő prognózis állítható fel: a galvanikus úton előállított szerkezetek precizitásának növekedése, új ötvözetek kifejlesztése és leválasztása, a legtisztább anyagok előállítása célzott szennyezésekkel, új eljárások és vizsgálati módszerek kidolgozása az összes fizikai és kémiai rétegtulajdonságok kihasználására.