

IV. NYOMTATOTT ÁRAMKÖRI KÁRTYA (NYÁK) TERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE

1. BEVEZETÉS

A Wikipédia, szabad enciklopédia szerint „a NYÁK (Nyomtatott Áramköri Kártya, angolul Printed Circuit Board, PCB) sorozatban vagy egyedileg előállított 1-48 rétegű bakelit, kerámia, vagy üvegszál erősítésű epoxigyanta alapú elektronikai alkatrész. Feladata a rajta kialakított elektromos áramkör alkatrészeinek mechanikai hordozása és közöttük villamos kötések biztosítása. Robosztus felépítésű, olcsó és megbízható alkatrész. Elkészítése komoly tervezői munkát igényel és a gyártásához szükséges kezdeti beruházási költség is nagy, a sorozatgyártás felfuttatása után azonban mindez megtérül, mert az egy darabra jutó gyártási költség alacsony (az alkalmazott alapanyagok ára és a rövid gyártási idő miatt). A kész áramkör a benne található nehézfémek, epoxigyanta, üvegszál szövet és műanyagok miatt veszélyes hulladéknak számít, emiatt a használaton kívüli elektromos készülékek begyűjtése és újrafelhasználása kiemelt feladat. Az elektronikai iparban tervezése és gyártása során szabványokat használnak, amelyeket egy nemzetközi szabványosítási szervezet, az IPC (Association Connecting Electronics Industries, Összekötő Elektronikai Iparágak Egyesülete) készít és ellenőriz”.

2. NYÁK TERVEZÉSE

Egy NYÁK tervezése mostanság többnyire számítógéppel segített tervezéssel történik, ritkában hagyományos kézi tervezéssel. Számos ilyen program létezik, amit kezdő vagy profi tervezőknek ajánlanak. Az egyik ilyen NYÁK tervező program a CadSoft Computer, Inc. által fejlesztett EAGLE nevű program, melynek ingyenes verziója (Light Edition verzió) letölthető a fejlesztő honlapjáról (<ftp://ftp.cadsoft.de/eagle/program/5.6/eagle-win-5.6.0.exe>). Ennek a verzióknak következő fontosabb korlátozásai vannak:

- a tervezendő NYÁK mérete maximálisan 100x80 mm lehet;
- csak 2 jelréteg használható (a felső → TOP és az alsó → BOTTOM);
- a kapcsolási rajz szerkesztőjében max. egy lap hozható létre.

A program három modulból áll:

- a Layout Editor Module (NYÁK tervező modul);
- a Schematic Module (kapcsolási rajz modul);
- az Autorouter Module (automatikus huzalozás modul).

A NYÁK panel tervezést kétféle módon végezhetjük a program segítségével:

- NYÁK tervezés kapcsolási rajz nélkül;
- NYÁK tervezés kapcsolási rajzzal.

Valamint lehetőségünk van mindkét fenti módszer alkalmazásánál automatikus huzalozásra.

A fejlesztő program rövid használati útmutatója megtalálható az alábbi honlapon:

http://web.mit.edu/eaglecad_v4.16/tutorial-eng.pdf

Feladat: tanulja meg az EAGLE NYÁK tervező program használatát! Tervezzen meg egy tranzistoros astabil multivibrátort! Válasszon alkatrészeket, tervezze meg a NYÁK panelt!

3. NYÁK KÉSZÍTÉSE

Az elektronikai szereléstechnikában a hatvanas évektől egészen napjainkig szinte egyeduralgoló eljárás a nyomtatott áramköri szerelés. Korábban az alkatrészeket szegecselt forrasztási fülekre forrasztották, vagy csavarkötéssel szerelték. A felrögzített alkatrészeket egyenként, szigetelt vezetékkel kötötték össze. Ez a módszer igen időigényes, szinte egyáltalán nem lehet gépesíteni. Csak jól képzett dolgozók tudják csinálni, mégis benne van az emberi tévedés esélye. Egyszóval igen költséges eljárás.

Ezt a problémát felismerve kezdtek el a harmincas években a kutatók fejleszteni egy hatékonyabb eljárást. Munkájuk eredményéből született, és az idők során folyamatosan finomodott a nyomtatott áramköri szereléstechnika.

A nyomtatott áramkör nem más, mint **egy szigetelő lemez felületére, vagy felületeire felvitt fémfóliából kialakított forrasztási pontok, és az ezeket összekötő vezető sávok hálózata**. Az alkatrészek a forrasztási pontokra vannak forrasztva, az elektromos kapcsolatokat a vezető sávok biztosítják. A lemezek lehetnek merevek, vagy papírszerűen hajlékonyak, egy, vagy több rétegűek. Esetenként a fémfóliából csatlakozó- és kapcsolóérintkezők is kialakíthatók.

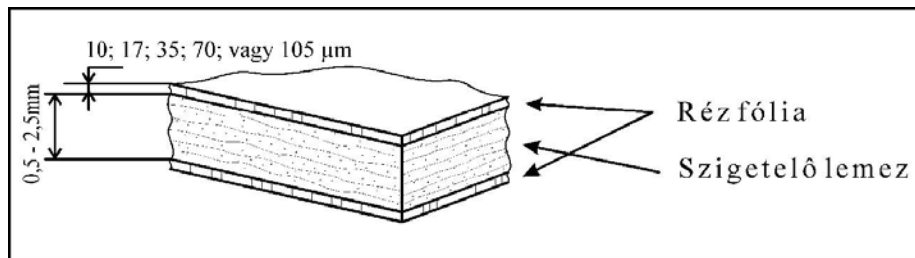
Fejezetünkben az ilyen áramkörök alapjául szolgáló nyomtatott huzalozású lapok készítésének technológiájával fogunk megismerkedni. A tudomány számtalan módszert ismer, mi azonban csak azzal foglalkozunk, ami házi körülmények között is elkészíthető kézi felrajzolással,

fotózással, illetve ami az iparban leginkább elterjedt.

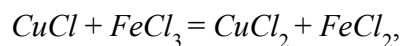
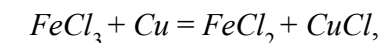
Az áramkörök készítésének legfontosabb alapanyaga a folizált lemez. Egy szigetelő lemez, melynek az egész felületére (gyakran mindkét oldalára) fémfóliát vittek fel.

A szigetelő lemezek általában fenol- vagy epoxigyanta alapúak, cellulóz papír, jobb esetben üvegszövet vázanyaggal megerősítve. A lemezvastagság többféle lehet, (0,2-3,2 mm) a legelterjedtebb méret 1,5 mm. A felületeire felragasztott fémréteg nagy tisztaságú elektrolitikus réz. Vastagsága leggyakrabban 17µm, 35µm vagy 70µm, de lehet ezektől eltérő is.

Kisipari és kisüzemi gyártásnál leginkább a szubtraktív (fóliamaratásos) eljárást alkalmazzák. Ennek az a lényege, hogy a fólia azon felületeit, amelyek az áramkört fogják alkotni, maratásálló védőréteggel látják el, majd a szabadon maradt rézet vegyi úton leoldják.



A maratáshoz leggyakrabban alkalmazott anyag a ferri-klorid oldat, népszerűbb nevén vas-klorid, $FeCl_3$. A reakció a következő lépésekben folyik le:



Ha a maratófolyadékot használat után levegőn állni hagyják, a keletkezett vas(II)-klorid ($FeCl_2$) a levegő oxigénjének hatására visszaalakul vas(III)-kloriddá. Ezzel a vegyszerrel a maratás lassú és a folyadék csúnya barna foltot hagy mindenben, valamint a nemesfémek kivételével szinte minden fémet megtámad.

Ezen kívül használatos még a rézklorid, a krómsav, az ammóniumperszulfát, vagy a kénsav-hidrogénperoxid is. Az utóbbi eljárás során hidrogén-peroxidos sósavat használnak. A rézfóliát a keletkező különálló (nascens) klór (Cl) támadja meg. Az eljárás veszélyesebb, mérgező klórgáz fejlődhet, valamint a vegyszer nem regenerálható, azonban gyorsabb. Ma ezeket az eljárásokat

csak a kis számban vagy házilag gyártott paneleknél használják.

Nagyüzemekben leginkább a féladditív eljárást alkalmazzák. A folizált lemez csak igen vékony réz réteget tartalmaz. Erre és az előre elkészített furatok, kémiaiilag kezelt belső falára, fém réteget galvanizálnak. Természetesen csak oda, ahova az áramkör megkívánja. A galvanizáló anyag ón, vagy ón-ólom ötvözet lehet. Ez után a felesleges rezet, a szokásos módon lemaratják. (A vas-klorid az ónnal és az ólommal nem lép reakcióba, viszont ezt a réteget majd jól lehet forrasztani.)

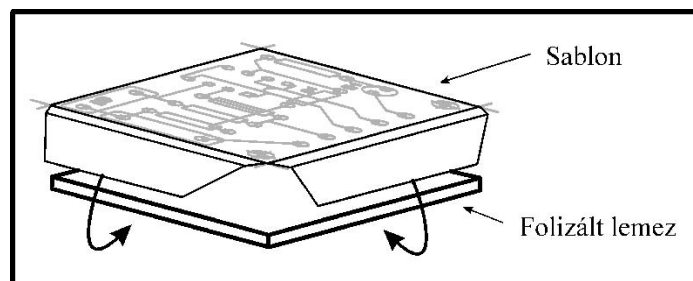
Ilyen módon lehet a furatokat fémezni, ami lehetővé teszi a két-, vagy többrétegű áramkörök készítését.

Ismeretes még az additív eljárás is, de korlátozott mechanikus terhelhetősége miatt, inkább csak a vastagrétegű integrált-, és mikroáramkörök gyártásánál használják.

3.1. Nyomatott huzalozású lapok készítése manuális módszerrel

Ezt az eljárást akkor alkalmazzuk, ha csak egy, esetleg néhány darab áramkört kell készíteni, és nem támasztunk magas kiviteli igényeket. Például kísérleti panelokhoz, vagy sürgős munkákhoz. Finomabb rajzolatú áramkörök készítésére nem alkalmas.

Első feladatunk, hogy a folizált lemezt méretre vágjuk. Ez történhet fémfűrészszel, fonalfűrészszel, de gyorsabb, ha lemezvágó táblaollón végezzük. Az ollónál vigyázzunk, mert bizonyos cellulózpapír kötésű lemezek hajlamosak a repedésre, különösen, ha a vágó él kis sugárban fordul. A méretre vágás után célszerű elkészíteni a furatokat, de legalább is a helyüket bepontoszni. Erre azért van szükség, mert meghatározzák az alkatrészek helyét, és így segítenek a rajzolat pontos felvitelében.



A pontoszázhoz használjunk sablont, mely nem más, mint az áramkör tervének, egy papírra készített másolata. A rajzot vágjuk a kontúrjánál egy kicsit nagyobbra, hogy a lemezre illesztve a

széleken vissza tudjuk hajtani, és a túloldalon ragasztószalaggal rögzíteni.

Miután kifürtük, polírpapírral csiszoljuk le a réz felületet, ezzel elvégezzük a sorjátalanítást is. Különböző lehet a súroló hatású, lúgos mosószeres tisztítás is. Teljesen fémtiszta, zsírtalan felületre van szükség ahhoz, hogy majd a védőréteg rátapadjon.

A rajzolatot többféle anyagból vihetjük fel. A lényeg, hogy a vasklorid oldat ne támadja meg, ne oldja le. Használatosak a vízben nem oldódó festékek, lakkok, ragasztós szalagok, fóliák. Felrajzolhatjuk csőtollal, alkoholos oldószerű filctollal, de gyártnak kimondottan erre a célra, ragasztható matricákat is. (pl.: Chartpack)

Ha elkészítettük a rajzolatot, akkor a szabadon maradt réz felületet marassuk le vasklorid oldatban. Az oldat körülbelül 50%-os legyen. Gyorsabb a reakció, ha közben melegítjük és mozgatjuk. A hatást még fokozhatjuk, ha az oldatba 10-20% sósavat is teszünk. Ebben az esetben légbuborékokkal is kell dúsítani, vagy a lemezre kell permetezni.

Figyelem!

A vasklorid a fémek többségét megtámadja, más anyagokon is nyomot hagy. Amíg nem szárad meg, vízzel lemosható, utána csak savas tisztítószerrel. Üveg, vagy műanyag edényben kell tárolni. Az elhasznált anyagot környezetszennyező, veszélyes hulladékként kell kezelni.

Maratás után – ha még nem tettük meg – készítsük el a furatokat, sorjátalanítsuk és tisztítsuk le a védőréteget. A tisztításnál legyünk alaposak, mert a vasklorid maradék később is aktivizálódhat, roncsolhatja az áramkört.

A későbbi oxidációk megelőzése érdekében lakkozzuk le az elkészült áramkört. A lakkot házilag is elkészíthetjük. Denaturált szeszben oldjunk fel fenyőgyantát. A gyantaréteg a későbbi forrasztást is megkönnyíti.

3.2. Nyomtatott huzalozású lapok készítése fototechnikai eljárással

Ha fototechnikai eljárással akarunk nyomtatott huzalozású lemezt készíteni, akkor a nyers folizált lemezt legalább 5-10 milliméterrel nagyobbra kell levágni, mint a készméret. (Ennek majd a későbbikben lesz szerepe.) A réz felületét itt is teljesen fémtisztára és zsírtalanra kell mosni, súrolni. Mosás után töröljük le a vízcseppeket, hogy foltmentesen száradjon. Olyan törlőruhát használjunk, amelyiknek nem hullanak a bolyhai. A lemeznek teljesen száraznak és pormentesnek kell lenni.

A következő lépés a fotoreziszt réteg felhordása. Erre a célra a legalkalmasabb a

kereskedelemben rendszeresen kapható, és a kisiparban leginkább elterjedt „POSITIV 20” fotolakk. Szórópalackban forgalmazzák, ezért a felhasználása egyszerű. 20-30 centiméter távolságból permetezzük vékony egyenletes rétegben a felületre. Akkor jó, ha ez a réteg magától egyenletesen szétterül. (Réteg vastagodás csak a lemez szélén lehet, ezért kellett nagyobbra vágni.) A lakkozást végezhetjük normál megvilágítás mellett, csak az UV fénytől kell kímélni, például az erős napfénytől.

A lakkréteget szárítókemencében 60-70 °C-on, 15-20 percig kell szárítani. Ügyeljünk arra, hogy ne kerüljön por a felületre, mert az megbontja a réteg egyenletességét! Figyeljünk arra is, hogy a szárítókemence ne melegedjen túl, mert a nagyobb hőmérséklet tönkreteszi a lakkot!

A megszáritott lakkrétegre helyezük rá az áramkör pozitív rajzolatát tartalmazó filmet. Egy tiszta üveglap segítségével szorítsuk rá, és erős fénnel világítsuk meg a felületet.

A megvilágítás ideje függ a fény erejétől, UV tartalmától és a megvilágítás távolságától. A pontos értéket kísérleti úton lehet meghatározni. Irányadatként néhány érték:

- 100 W-os izzó 20 cm távolságból 10 percig;
- 500 W-os izzó 20 cm távolságból 3 percig;
- Kvarclámpa 25 cm távolságból 30-60 másodpercig.

Megvilágítás után helyezük a lemezt lúgos oldatba. Ecsettel finoman mossuk le a megvilágított és ezáltal tönkrement lakkréteget. Mindig friss oldatot használjunk.

Az oldat összetétele: 7 gramm nátriumhidroxid 1 liter vízben.

Mosás után tiszta vízben öblítsük le, szárítsuk meg! Az esetleges hibákat retusáljuk, a felesleges lakkot szikével kaparjuk le, a hiányokat kézi átfestéssel pótoljuk! A maratás menete megegyezik a kézi felrajzolás módszerénél megismertekkel.

A lemaratott lemezt fúrjuk ki! Ha filmen a forrszemek közepén világosan volt hagyva a furatok helye, akkor nem kell pontozni, mert a vasklorid kimarta a szükséges mélyedést. Ellenkező esetben fúrás előtt pontozzunk. Ebben a fázisban már a lemez széleit is levághatjuk a pontos készméretre.

Fúrás után csiszoljuk le a lemez felületét, ezzel eltávolítjuk a maradék fotoreziszt réteget és elvégezzük a sorjátalanítást is. Ha még mindig maradt lakk a felületen, akkor azt denaturált szesszel moshatjuk le maradéktalanul. Az elkészült lemezt célszerű most is gyantás oldattal lekezelni.

Figyelem!

*A fent leírt munkák során veszélyes anyagokkal kell dolgozni. Fokozottan figyeljünk oda a balesetvédelmi előírások betartására. A nátriumhidroxid erős fehérje bontó **MÉREG!** A lakkok és oldószerük belégzése egészségtelen, Csak jól szellőző helyen használjuk őket.*

3.3. Nyomtatott huzalozású lapok készítése az iparban

Az iparban a már ismertetett szubtraktív módszerek nem használhatók. A kézi eljárás egyáltalán nem alkalmas sorozatgyártásra, a fotózásos technika ilyen formában nem ad megfelelő minőséget, és nem eléggé hatékony.

Napjainkban féladditív eljárással készülnek a magasabb igényeket is kielégítő nyomtatott huzalozású lapok. Például ezzel az eljárással lehet megvalósítani a furatfémmezést, ami alapvető feltétele a kettő, vagy többretegű áramkörök készítésének.

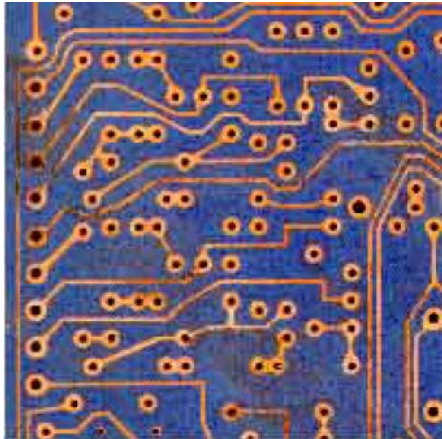
Az eljárás részleteiben változó lehet, de fő vonalai a következő. Az alaplemezt méretrahagyással nyersméretre vágják. Tájéoló furatokat készítenek, hogy a műveletek során mindig azonos pozícióba tudják állítani. Ezt a műveletet nevezik pakettázásnak.

Az áramkör furatait nagy fordulátú, többsörös, CNC fűrőgépen készítik el. A sorjátalanítást kefével végzik.

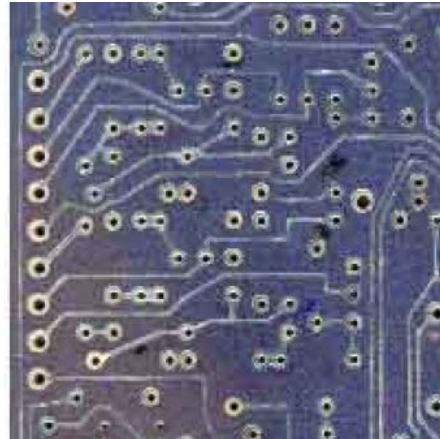
Furat fémzésnél fontos, hogy a furatok belső felületei nagyon egyenletes és sima legyen, mert erre formalinos rézredukcióval, kb. 3-5µm vastag réz réteget hoznak létre. Ha egyenetlen a felület, akkor a réz nem tapad meg tökéletesen.

A rézfelületeket habkőporos csiszológépben tisztára mossák. Ezután végzik a maszkolást, ami az áramkör negatív nyomatának felvitelét jelenti. Alapvetően kétféle eljárás terjedt el. Az egyik a fototechnika, a másik a szitázás.

A fotoeljárás hasonló a kisiparban használatos módszerhez. Részleteiben tér csak el, például lakk helyett inkább száraz rezisztfoliát használnak. Ezt az eljárást csak kis szériáknál alkalmazzák.



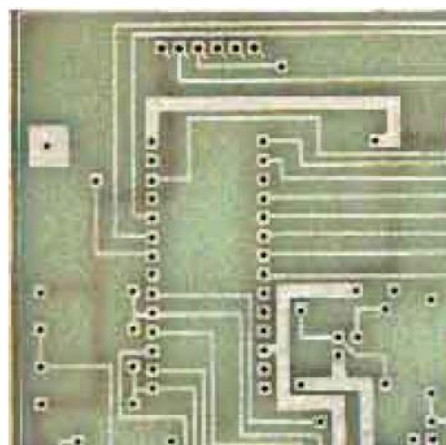
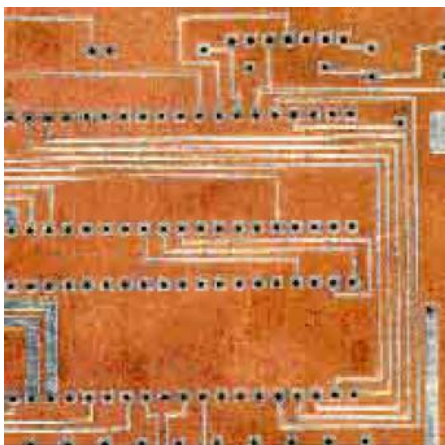
1. ábra. Az áramkör negatív nyomatának felvitele.



2. ábra. Galvanizálás.

Nagyobb darabszámnál a szitanyomó technika a hatékonyabb. Hátránya, hogy finomabb rajzolatok – 0,3 mm-nél kisebb vezetősáv és szigetelőtávolság – felvitelére nem alkalmas. A negatív maszk felvitele után, a szabadon maradt réz felületekre 10-12 μm ón-ólom rezisztréteget galvanizálnak. (Ez már a pozitív rajzolatot adja, és a furatokba is bejut.)

A maszkréteg lemosása után következik a szabadon maradt, felesleges réz lemaratása. Általában a permetezéssel használják, mert ez a leggyorsabb. A marató anyag a rézet leoldja, az ón-ólom réteget nem bántja.

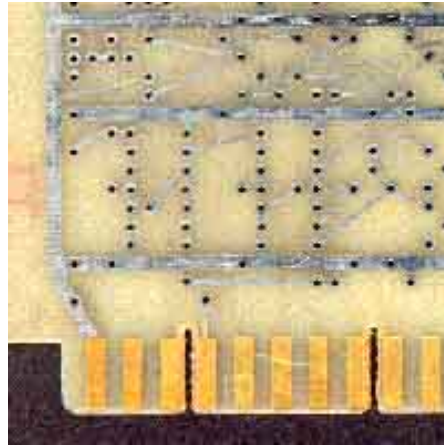


3. ábra. A maszkréteg lemosása, felesleges réz lemaratása.

A további műveleteket csak a vezetősávok és a furatfémmezések folytonosságának ellenőrzése után végzik el. Az ellenőrzést vizuálisan, illetve számítógépes program alapján, tűágyas

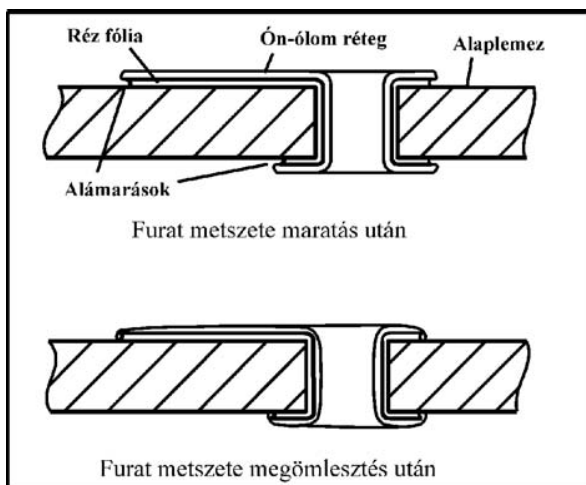
automatákkal végzik.

A megfelelőnek minősített lemezeket – igény esetén – csatlakozó és kapcsoló érintkező felületein aranyozzák. Először 5-7 μm vastag nikkelt visznek fel a szükséges felületre, majd erre galvanizálják az 1-2 μm aranyréteget. Az arany jó érintkezési felületet biztosít, de a megfelelő kopásállóság érdekében kobalttal dúsítják.

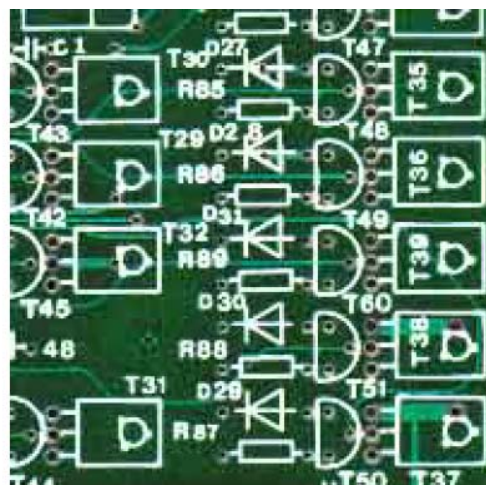


4. ábra. Az aranyréteg felvitele.

A maratás során a rezisztréteg határvonalain a réz alámaródik, a szélék lepattoghatnak, azok zárlatot okozhatnak. Ennek az elkerülése érdekében szükséges a réteg megömlesztése. Ezt a műveletet forrólevegős fúvatással végzik el. Hatására az ón-ólom ráolvad a rézfólia szabadon maradt részeire, ezzel a további korrózióját is megakadályozza.



5. ábra. A réteg megömlesztése.



6. ábra. A hőálló lakkréteg felvitele.

(Újabban vegyileg kezelik az ón-ólom réteg széleit, és vegyi úton passziválják a réz felületeket.)

A felületek végső védelmét a szitanyomással felvitt hőálló lakkréteg biztosítja. Csak a forrasztási helyek és a csatlakozó érintkezők maradnak szabadon. Ez a réteg hullámforrasztásnál megakadályozza a felesleges ón felvételt és annak megfolyását. A legtöbb esetben felszítázzák a beültetési oldalra az alkatrészek szimbólumát és pozíciószámát is. Ez meggyorsítja a kézi beültetést, és megkönnyíti a későbbi szervizelést. Utolsó műveletként a lemezeket présgéppel, vagy kontúrmaróval pontos készméretükre vágják. Csomagolás előtt vizuálisan ellenőrzik az elkészült lapokat.

Feladat: ismerkedjen meg a NYÁK panel készítési technológiákkal! Készítse el az astabil multivibrátor NYÁK paneljét!

4. ALKATRÉSZEK BEÜLTETÉSE

Mikor a NYÁK elkészül, következik az alkatrészek beültetése. Ehhez szükségünk van forrasztópákára, -ónra, gyantára, oldalt csípő, lapos, blankoló fogóra, csipeszre.

Feladat: a kiadott kapcsolási rajz és beültetési rajz alapján végezze el az alkatrészek beültetését!

5. NYÁK BEVIZSGÁLÁSA

Az alkatrészek beültetése után következik a kész áramkör bevizsgálása.

Feladat: végezze el az astabil multivibrátor bevizsgálását!

6. ADATOK FELDOLGOZÁSA ÉS LEÍRÁSA

A laboratóriumi munka elvégzése során kapott eredményeket, tapasztalatokat foglalja össze a mérési jegyzőkönyvbe.

7. IRODALOM, INTERNET LINKEK

1. <http://www.cadsoftusa.com>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board
3. http://hu.wikipedia.org/wiki/Nyomtatott_%C3%A1ramk%C3%B6r
4. <http://www.zipernowsky.hu/~kami/pcb/pcb.html>