

Elektornikai Technológia és Anyagismeret

LABOROK ANYAGÁT ÖSSZEFOGLALÓ JEGYZET

Készítette: Illyés Dávid

Ez a jegyzet nagyon hasonlóan van struktúrálva az előadás jegyzetekhez és fő célja, hogy olyan módon adja át a "A Programozás Alapjai 1" nevű tárgy anyagát, hogy az teljesen kezdők számára is könnyen megérthető és megtanulható legyen.

Tartalomjegyzék

Oldal

1 (PWB) - Nyomtatott huzalozások technológiája	3
1.1 A mérés célja	3
1.2 A mérési feladat	3
1.3 A mérés elvégzésével megszerezhető képességek	3
1.4 A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása	3
1.4.1 Nyomtatott huzalozású hordozó (lemez)	3
1.4.2 Furatfémezés	3
1.4.3 Rajzolatfinomság	3
1.4.4 Fotolitográfia (fotoreziszt technológia)	3
1.4.5 Nedveskémiai bevonat-készítési technológiák	4
1.4.6 Alkalmazott technológiák	4
1.4.7 A nyomtatott huzalozású hordozók gyakrabban használt alapanyagai . .	4
1.5 A mérés menete	5
1.5.1 CNC fúrás	5
1.5.2 Nedves csiszolás	6
1.5.3 Furatfémezés	6
1.5.4 Fotoreziszt maszk készítés	6
1.5.5 Rajzolatgalvanizálás	6
1.5.6 Maszkeltávolítás és maratás	6
1.5.7 Forrasztásgátló maszk és szelektív forrasztható bevonat felvitele	6
1.5.8 Kontúrmarás	6
1.5.9 Ellenőrző kérdések	6
2 (DOE) - Számítógéppel segített kísérlettervezés	7
3 (CAD-PCB) - Nyomtatott áramköri kártyák tervezése	8
3.1 Bevezetés	8
3.1.1 Általános bevezetés, a Design Flow fogalma	8
4 (CAD-3D) - Elektronikus áramkörök 3D tervezése	9
5	10
6 (H.SOLD.) - Moduláramkör készítése kézi forrasztási technológiával	11
6.1 A mérés célja	11
6.2 A mérési feladat	11
6.3 A mérés elvégzésével megszerezhető képességek	11
6.4 A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása	11
6.4.1 Forrasztás	11
6.4.2 Javítás, rework	11
6.4.3 Forrasztótvözetek kézi forrasztáshoz	11
6.4.4 Forraszhuzal	11
6.4.5 Folyatószer kézi forrasztáshoz, rework-höz	11
6.4.6 Forrasztási csomópont	11
6.4.7 A forrasztás hőmérséklete	11
6.4.8 Forrasztópáka	11
6.5 A pákacsúcs hőmérséklete	11

6.5.1	I. táblázat. Az áramkör alkatrészjegyzéke	11
6.6	A mérés menete	11
6.6.1	A munka megtervezése, alkatrészek előkészítése	11
6.6.2	Megfelelő pákacsócs és pákahőmérséklet kiválasztása, beállítása	11
6.6.3	A kézi forrasztás műveleti lépései	11
6.6.4	Felületszerelt alkatrészek beforrasztása	11
6.6.5	Furatszerelt alkatrészek beforrasztása	11
6.6.6	Minőségellenőrzés	11
6.6.7	A PIC felprogramozása	11
6.7	Ellenőrző kérdések	11
7	(SMT) - Újraömllesztéses felületszerelési technológia	12

1 (PWB) - Nyomtatott huzalozások technológiája

1.1 A mérés célja

A nyomtatott huzalozások mechanikai, fotolitográfiai, valamint a szelektív rétegfelviteli és ábrakialakítási technológiáinak megismerése.

1.2 A mérési feladat

Olyan kétoldalas, furatfémezett, fényes ónbevonattal ellátott nyomtatott huzalozású hordozó készítése, melynek előállításában a hallgatók is részt vesznek, és amelyet az Elektronikai Technológia gyakorlat más mérésein is fel fognak használni. A gyakorlatvezető irányításával a hallgatók elvégzik a nyomtatott huzalozású lemezek gyártásának főbb technológiai lépéseit.

1.3 A mérés elvégzésével megszerezhető képességek

Az alkalmazott berendezések működését és működési elvét, az alapvető technológiákat, a technológiák gyakorlati alkalmazását valamint a környezetvédelmi ismereteket tanulmányozzák a hallgatók.

1.4 A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása

1.4.1 Nyomtatott huzalozású hordozó (lemez)

Az elektronikus készülékek, berendezések döntő többségénél a diszkrét aktív és passzív alkatrészeket nyomtatott huzalozású hordozókra szerelik. E hordozók feladata az alkatrészek mechanikai rögzítése és az alkatrészek kivezetői közötti villamos kapcsolat megteremtése szigetelő lemezen megvalósított vezető rajzolat révén.

1.4.2 Furatfémezés

A fúrás elvégzése, és megfelelő felületkezelés után a villamos szempontból szigetelő furatfalra árammentes, illetve elektrokémiai rétegpítési technológiákkal rezes, majd ónréteget visznek fel. A furatfémezés alkalmas vezető síkok közötti átvezetések (viák) kialakítására és a forrasztási felület megnövelése révén mechanikailag erősebb kötést kapunk. Már a huzalozástervezés során figyelembe kell venni a furatfémezés vastagságát a furatátmérő meghatározásakor. Fontos a furatfémezés minősége, elsősorban a megfelelő áramterhelhetőség, a jó tapadás és a forraszthatóság.

1.4.3 Rajzolatfinomság

A nyomtatott huzalozások fontos jellemzője a rajzolatfinomság, azaz a rajzolon előforduló minimális vezeték- és szigetelő köz-szélesség. Ennek minimális értéke általában 0,1...0,3 mm, de ha az áramterhelhetőség, illetve az üzemi feszültség indokolja, akár néhány mm is lehet.

1.4.4 Fotolitográfia (fotoreziszt technológia)

A fotolitográfia során a hordozó felületére fényérzékeny anyagot, ún. fotorezisztet visznek fel. A fotoreziszt anyaga laminálással felvitt fólia (szilárd rezisztek), szitanyomtatással felvitt kétkomponensű lakk, vagy ún. függönyöntéssel felvitt folyékony reziszt. A függönyöntésnél megfelelő résen át szivattyú segítségével függőleges folyékony reziszt filmet hoznak létre, melyre merőlegesen halad a hordozó. A fotoreziszt film egyenletesen ráterül a hordozó felső oldalára. A folyékony reziszteket megvilágítás előtt beszáritják.

Megvilágításkor az UV fény hatására kémiai kötések alakulnak ki, vagy bomlanak fel, miáltal megváltozik az előhívószerral szembeni oldhatóság. A fotorezisztet ún. gyártófilmen keresztül világítjuk meg, mely a megvalósítandó rajzolatot tartalmazza. Az ún. negatív működésű rezisztelnél a megvilágított részeken oldhatatlanná válik a fotoreziszt bevonat. Ritkán pozitív működésű reziszteket is alkalmaznak, amikor a megvilágított részek oldhatók az előhíváskor. Az előhívás után a felületen maradó szelektív fotoreziszt bevonat a maszk. Negatív maszkról akkor beszélünk, amikor a megvalósítani kívánt ábra negatívja a maszkkal fedett rész. Pozitív maszknál a maszk a rajzolatnak megfelelő részeket fedi. Előbbi szelektív rétegfelviteli (pl. galvanizálás), utóbbit réteg eltávolító technológiákhoz (maratás) használják. A gyakorlaton negatív maszkot készítünk.

1.4.5 Nedveskémiai bevonat-készítési technológiák

A nyomtatott huzalozások technológiájában a galvanizálást, az árammentes bevonat-felvitelt és az ún. immerziós bevonatkészítést soroljuk ide.

Mindhárom eljárás folyékony közegben (elektrolitokban) kémiai reakciók révén megy végbe, ezért nevezzük e technológiákat nedveskémiai eljárásoknak. Közös tulajdonságuk, hogy e folyamatok mindegyike redukció: pozitív töltésű fém-ionok elektronfelvétellel fémmé redukálódnak.

Galvanizálás során a redukció elektromos áram hatására megy végbe, árammentes rétegfelvitel esetén redukálószerrel használják, az immerziós bevonat készítésekor pedig az elektródpotenciálkülönbsége a folyamat hajtóereje.

1.4.6 Alkalmazott technológiák

- mechanikai technológiák: lemezollóval végzett darabolás, fúrás, csiszolás, kontúrmarás;
- fotolitográfia: fotoreziszt felvitele, gyártófilm illesztése, megvilágítás, előhívás;
- nedveskémiai technológiák: tisztítás, rétegfelvitel, rétegeltávolítás (maratás).

1.4.7 A nyomtatott huzalozású hordozók gyakrabban használt alapanyagai

A különböző hordozók felhasználási területeit a vázanyag és a kötőanyag fizikai és kémiai tulajdonságai határozzák meg.

Néhány elterjedten alkalmazott hordozó fontosabb tulajdonságai az 1. táblázatban láthatók.

A megvalósítandó áramkörökhöz az optimális hordozó-anyagot az egyes tulajdonságok – pl. villamos és/vagy mechanikai tulajdonságok, környezetállóság, ár – mérlegelésével kell megválasztani. Olyan célra, ahol az ár a lényeges szempont, legtöbbször az olcsó papírváz erősítésű fenolgyanta lemezeket használják. Ezek hőállósága megfelelő, jól megmunkálhatók, de nagy a nedvszívó képességük és kicsi a mechanikai szilárdságuk. Gyártják önkioltó változatban is, ami azt jelenti, hogy a hordozó meggyulladás esetén égést elfojtó gázok keletkeznek. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező hordozók szabványos jelölése tartalmazza az FR (Flame Retardant) jelzést. A papírváz erősítésű epoxigyanta lemezek kis dielektromos veszteségi tényezővel és kedvező szigetelési tulajdonságokkal rendelkeznek. Jól sajtolhatók, hajlítók szilárdságuk jobb, mint a fenolgyanta lemezeké. A megmunkálási körülményektől függően fémezett falú furatok készítésére is alkalmasak. Az üvegszövet erősítésű epoxigyanta lemezek kiváló villamos, mechanikai és hőállósági tulajdonságokkal rendelkeznek. Vízfelvételük csekély. Furatfémezési technológiákhoz kiválóan alkalmasak. A két oldalon huzalozott, fémezett furatú és többretegű nyomtatott huzalozású lemezek legelterjedtebben használt szigetelőanyaga.

Az említett hordozók mellett számos egyéb anyagot is használnak, melyek alkalmazását egy-egy különleges tulajdonságuk teszi indokolttá. Ilyen lehet például a kis dielektromos állandó vagy veszteségi tényező, a hőmérsékletállóság, hőtágulási és hővezetési tulajdonságok.

Kiváló dielektromos tulajdonságai miatt a mikrohullámú elektronikában gyakran alkalmazzák a politetrafluoretilént (PTFE), közismert nevén a teflont. Alkalmazásának korlátja elsősorban az igen magas ár. A poliimidet jó szigetelési tulajdonságai mellett elsősorban az epoxigyantához képest magasabb hőállósága miatt célszerű esetenként használni.

1.5 A mérés menete

1.5.1 CNC fúrás

A CNC fúráshoz köteget készítünk, azaz lemezollóval méretre vágjuk az FR4-es epoxi-üvegszövet hordozót, valamint a kifutólemezeket, majd két helyen fúrás után 3 mm átmérőjű csappal egymáshoz rögzítjük a lapokat. Felső kifutólemezként 0,24 mm vastag kemény alumínium lemezt, alsó kifutólemezként pedig 2,5 mm vastag döntően műgyantából és farostból álló lemezt használunk. A termelékenység növelése érdekében rendszerint több hordozót fognak össze, egyszerre végezve el azok fúrását (1. ábra). A kötegben egyszerre fúrható hordozók számát (általában 2...4 db) a fúróprogramban előforduló legkisebb átmérőjű furatra számított furathosszfuratátmérő arány határozza meg, amelynek általában 7-nél nem szabad nagyobbak lennie. A kifutó lemezek alkalmazásának célja elsősorban a sorjaképződés megakadályozása. Az alsó kifutólemez feladata egyben a munkaasztal védelme is. A köteggészítést követő lépés a fúrás, ami CNC géppel történik (2. ábra).

A köteget a két csap alul kilógó részét megfogó pneumatikus szerkezet segítségével lehet a munkaasztalon rögzíteni. A fúróorsót ill. az asztalt nagy menetemelkedésű csavarorsók közbeiktatásával szervomotorok mozgatják a három tengely irányában. A gép működése közben keletkező fúrási törmeléket elszívó rendszer távolítja el.

A számítógépes tervezés (CAD) befejezésekor gyártófájlokat készítenek, ezek egyike a fúrógépet vezérlő, rendszerint drl kiterjesztésű fájl, amelynek kiterjesztése a fúrás angol elnevezéséből (drill) származik. A fúróprogram tartalmazza azt az információt, mely meghatározza furatok átmérőjét és azok koordinátáit. A furatkoordináták átmérők szerint csoportosítva szerepelnek a fúróprogramban, az átmérő általában 0,1...6,3 mm közé esik, ennél nagyobb furatokat kör kontúrmarásával lehet kialakítani. 3 mm feletti átmérőjű furatoknál a légcsapágyazású orsók kímélése érdekében 1 mm körüli átmérőjű szerszámmal előfúrást végeznek, ezek a furatok a program elején helyezkednek el.

A furatok elkészítésének sorrendje erőteljesen befolyásolja a termelékenységet, ezért a gyártás előkészítésekor az orsó útvonalát optimalizáljuk. Fúrás közben a számítógép kijelzi a gép működésének fő adatait: az éppen használt átmérőt, a fordulatszámot, az előtolási sebességet, az összes furat számát, az éppen készülő furat sorszámát és a fúró pillanatnyi koordinátáit. Az optimális technológiai paramétereket (fordulatszám, előtolási sebesség) az alábbi összefüggésekkel határozhatjuk meg:

$$n = \frac{v}{d\pi}$$

$$v_e = e \times n$$

és ahol:

- n : fordulatszám (ford/min)
 v : a fúró kerületi ("vágási") sebessége — 100...150 m/min,
- x d : a fúró átmérője — 0,1...6,3 mm,
- v_e : előtolási sebesség (m/min),
- x e : előtolás — 0,05...0,15 mm/ford.

- 1.5.2 Nedves csiszolás
- 1.5.3 Furatfémezés
- 1.5.4 Fotoreziszt maszk készítés
- 1.5.5 Rajzolatgalvanizálás
- 1.5.6 Maszkeltávolítás és maratás
- 1.5.7 Forrasztásgátló maszk és szelektív forrasztható bevonat felvitele
- 1.5.8 Kontúrmarás
- 1.5.9 Ellenőrző kérdések

2 (DOE) - Számítógéppel segített kísérlettervezés

3 (CAD-PCB) - Nyomtatott áramköri kártyák tervezése

3.0.0.1 A mérés célja: Olyan nyomtatott huzalozású lemez (NYHL, NYÁK) megtervezése, amely bevezet minket a CAD funkciók világába, és "hello world" jellegű alkalmazásként segít megérteni egy egyszerű felületszerelt áramkör születésének a menetét.

A mérés során a hallgató megismerkedik az európai iparban jelentős SIEMENS Mentor Graphics PADS CAD szoftvercsaláddal és később a további mérések során 3D tervezésig, valamint alapvető szimulációkig jut a feladat. Az egyszerű kapcsolási rajzból kiindulva a hallgatóknak tehát a félév végéig egy egyszerű termék tervezésének a lépésein kell végigjutni, hogy az első ábrán látható eszköz tervéig eljussanak.

3.0.0.2 A mérési feladat: A mérésvezető irányításával a hallgatók számítógépes áramkörtervező rendszerrel megtervezik az adott mintázattal rendelkező lemezt. A rajzolatot és a hozzá tartozó stencil apertúrákat úgy alakítják ki, hogy a lemez a legyártása után alkalmas legyen az adott stencil és NYHL technológia, valamint a szerelési-forrasztási folyamat határainak, tulajdonságainak megállapítására.

3.0.0.3 A mérés elvégzésével megszerezhető készségek: A hallgató megismerkedik a tipikus szereléstechológiai kérdésekkel, a CAD szoftverek UX felületével, és általános felépítésével, munkafolyamatával (WorkFlow). A hallgató elsajátítja a mérés során használt áramkör tervező rendszer legfontosabb eszközeit. A hallgató nem lesz képes még önállóan ipari áramkörtervezői munkára, de a következő szintek elérését segíti a mostani gyakorlat, az általános "onboarding" a későbbi CAD munkák során könnyebbé válik, valamint a témába való bevezetés utáni fogalomrendszer-áttekintésre képes lesz.

3.1 Bevezetés

3.1.1 Általános bevezetés, a Design Flow fogalma

A számítógépek hatékony munkát tesznek lehetővé a mérnökök számára. Az első számítógéppel támogatott megoldások a második világháború után jelentek meg, amikor az akkori alapszámítógépek egyre hatékonyabb számításokat tudtak alkalmazni a kezdeti feladatokra. A modern CAD-megoldások alapjai a hatvanas évekre datálhatók (Bézier, Renault, később IBM), ahol a háromdimenziós grafika is kezdetlegesen megjelent. Azt is mondhatjuk, hogy a 60-70-es években megalapozták az elektronikai tervezőszoftvereket is.

Összességében a CAD-tervezés további ágait határozhatjuk meg:

- Mechanika
- Járműtervezés
- Lakás-, lakás- és építőmérnöki tervezés
- Kémia és molekuláris tervezés.

4 (CAD-3D) - Elektronikus áramkörök 3D tervezése

6 (H.SOLD.) - Moduláramkör készítése kézi forrasztási technológiával

6.1 A mérés célja

6.2 A mérési feladat

6.3 A mérés elvégzésével megszerezhető képességek

6.4 A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása

6.4.1 Forrasztás

6.4.2 Javítás, rework

6.4.3 Forraszötvözetek kézi forrasztáshoz

6.4.4 Forraszhuzal

6.4.5 Folyatószer kézi forrasztáshoz, rework-höz

6.4.6 Forrasztási csomópont

6.4.7 A forrasztás hőmérséklete

6.4.8 Forrasztópáka

6.5 A pákacsúcs hőmérséklete

6.5.1 I. táblázat. Az áramkör alkatrészjegyzéke

6.6 A mérés menete

6.6.1 A munka megtervezése, alkatrészek előkészítése

6.6.2 Megfelelő pákacsőcs és pákahőmérséklet kiválasztása, beállítása

6.6.3 A kézi forrasztás műveleti lépései

6.6.3.1 Felmelegedett forrasztópáka megtisztítása és előőnozása

6.6.3.2 Hővezető híd képzése

6.6.3.3 A forrasztási csomópont kialakítása

6.6.3.4 Forraszhuzal elvétele, megfelelő intermetallikus réteg kialakítása (500 ms-1 sec), végül a pákacsúcs elvétele

6.6.4 Felületszerelt alkatrészek beforrasztása

6.6.5 Furatszerelt alkatrészek beforrasztása

6.6.6 Minőségellenőrzés

6.6.7 A PIC felprogramozása

6.7 Ellenőrző kérdések

7 (SMT) - Újraömllesztéses felületszerelési technológia