

Óbudai Egyetem

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Híradástechnikai Intézet



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**HALLGATÓI LELEMÉNYESSÉG
ALKALMAZÁSA
AZ ÁRAMKÖRTERVEZÉSBEN
ÉS MEGVALÓSÍTÁSBAN**

Szerzők:

Bársony Péter

Villamosmérnök Bsc. III.

Braun Ferenc

Villamosmérnök Bsc. III.

Szili Kristóf

Villamosmérnök Bsc. III.

Konzulens:

Dőring András

Docens

Budapest, 2014. április 13.

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés.....	4
Nyomtatott Áramköri lapok	5
2.1. Történeti áttekintés	5
2.2. Technikai elvárások.....	5
2.3. A hordozó.....	5
2.4. Fólia készítés	6
2.5. Különböző típusok összehasonlítása	7
Otthoni NYÁK gyártási módszerek.....	8
3.1. TERVEZÉS.....	9
3.1.1. Alapfogalmak.....	9
3.1.2. NYÁK tervezés számítógéppel.....	9
3.1.3. Vezetékezési tanácsok.....	10
3.2. Ábrafelviteli módszerek	11
3.2.1. Cellux ragasztó szalagos technika	12
3.2.2. Körömlakkos technika	13
3.2.3. Alkoholos filces, csőtollas technika.....	14
3.2.4. Satírozós technika.....	15
3.2.5. a „Vasalós” technika.....	16
3.2.6. Amatőr foto technológiával.....	18
3.3. Maratás.....	20
3.3.1. A vas(iii)kloridos maratás	21
3.3.2. Sósav-Hidrogén-peroxid	22
KLÁRA	24
4.1. Nyomtatók működése.....	24
4.1.1. A mátrix nyomtató	24
4.1.2. A tintasugaras nyomtató	24
4.1.3. A lézer nyomtató.....	25
4.2. munkavédelem, környezetvédelem és veszélyforrások	26
4.2.1. Munkavédelem.....	26
4.2.2. Környezetvédelem	26
4.3. A nyomtató átalakítása, és működése	28
4.3.1. átalakítások, szerelés	28
4.3.2. szerelési folyamat	29
4.3.3. A Tisztítás.....	30

4.4. következtetések	30
4.4.1. Minőségi szempont	31
4.4.2. gazdasági szempont	32
4.5. KLÁRA további előnyei	34
4.6. Hasonló fejlesztések itthon és külföldön	34
4.7. Jövőbeli fejlesztési terveink	34
4.7.1. Klára fejlesztése	34
4.7.2. egyéb kutatási céljaink	35
<i>Felhasznált irodalom</i>	36
<i>Melléklet.....</i>	37

BEVEZETÉS

Sokszor eszünkbe jut – mérnökhallgatóknak – milyen jó lenne otthon is elkészíteni az egyes laborokban vizsgált áramköröket, esetleg azok módosított változatait, további mérések céljából, illetve bármilyen általunk hasznosnak, érdekesnek vélt kapcsolást. Az Egyetemen megtanultuk már, hogy hogyan zajlik a NYÁK (Nyomtatott Áramkör) gyártása, az arra a célra készített gépekkel, kifejlesztett ipari technológiákkal.

Azonban ezen megszerzett ismereteink csak részben használhatóak saját projektek elkészítésében, ugyanis a berendezések, amelyekkel dolgoztunk, és amelyekről megtanultuk, hogy hogyan működnek egy diák számára megfizethetetlen kategóriába tartoznak (milliós nagyságrendek).

Vannak „csináld magad” módszerek, melyek működnek, de sok a hibalehetőségek száma a munka folyamán, és nagyon sok időt vesznek igénybe, ami lássuk be, a második dolog, ami a diákok számára a legmeghatározóbb ebből a szempontból, hiszen tudjuk, hogy a tanulásra sincs sosem elég idő.

Erre a két problémára szeretnénk megoldást nyújtani, saját technológiánkat bemutatni, amellyel mindkét tényezőt – anyagi, idő – csökkenteni tudjuk, hogy gazdaságosan, és időtakarékosan is készíthetők saját munkák, melyekből szintén sokat tanulhatunk.

Munkánk során a lehető legnagyobb mértékben törekedtünk a költségek minimalizására. Itt nem alsó kategóriás minőséget értünk, hanem a „lehető legjobbat, a lehető legkevesebbet” elvet követtük. Szeretnénk megköszönni Döring András Tanár Úrnak a sok segítséget, és hogy bármikor fordulhattunk hozzá bizalommal, a Híradástechnikai intézetnek a fizikai eszközök biztosításáért, barátnőinknek, hogy elnézték nekünk, hogy nem rájuk fordítottuk a szabadidőnket a sikeres munka érdekében.

NYOMTATOTT ÁRAMKÖRI LAPOK

2.1. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A fejlődő elektronika során már nem volt elegendő az addigi technológia ezért szükség volt egy olyan eszközre, amivel rendszerezve lehet huzalozni az egyre sűrűsödő alkatrészeket. A nyomtatott áramkört lemezt Paul Esler Német feltaláló dolgozta ki 1943-ban. Napjainkban az elektronika elengedhetetlen kellékévé nőtte ki magát.

2.2. TECHNIKAI ELVÁRÁSOK

Elsősorban huzalok felváltása volt a cél, azonban napjainkban számos követelményeknek kell eleget tenni. Elsősorban mechanikai stabilitást kell teremtenie, stabil energiaellátást kell biztosítani az aktív eszközök számára és az áramkör működése során keletkezett hőt is el kell tudni disszipálnia.

2.3. A HORDOZÓ

A Hordozóval szembeni főbb követelmények:

- Hordozónak meg kell tartania a szerelés és használat során alkalmazott komponenseket.
- Szükséges a megfelelő szigetelőképeségű anyagból való előállítás az esetleges átvezetések elkerülése céljából (kis dielektromos állandó (ϵ), nagy felületi ellenálás, térfogati ellenálás)

- Mindezek hő és frekvenciafüggése: $P_v = U^2 \omega C_0 \epsilon \tan \delta$

Ahol C_0 az eszköz geometriai kapacitása. $\tan \delta$ a hatásos és meddő áramok komponense.

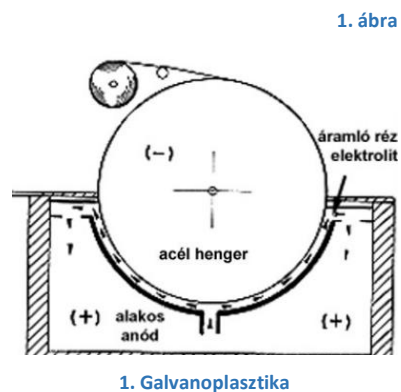
- Kis hő táulás és vízfelvétel (Vízfelvétel: 24 óra vízbe helyezés utáni tömegnövekedés)

- Gyártás és használat során a hőterhelés megfelelő eloszálása
- Vegyszerálló legyen (Gyártás során több kémiai vegyszerrel kerül kapcsolatba)
- Az alapanyag választás az előbb ismertetett követelményeknek megfelelő szál-erősített műgyantára esett. Az erősítő anyag lehet üvegszál, papír és speciális esetekben kerámia. A kerámia erősítésnek rendkívül nagy előnye a jó dielektromos tulajdonság így ezt a típust többnyire nagyfrekvenciás berendezésekbe tervezik. Kezdetben fenol gyantába helyezték el az erősítő szálakat, napjainkba ezt leginkább epoxi műgyantába implementálják.

2.4. FÓLIA KÉSZÍTÉS

A fólia feladata az elektromos vezetés megvalósítása. Megválasztásakor figyelembe kell venni hogy kémiai úton eltávolítható legyen. A vezető réz fólia 10-100 mikron vastagsággal rendelkezik. Általában a 35 mikronost alkalmazzuk. A rézfóliát galvanoplasztikai módszerrel készítik.

Az eljárás lényege hogy forgó acél hengerre elektrolizálás útján rézréteget növesztenek, melyet fél fordulat után lefejtenek. Az elkészült fóliát laminálással felhelyezik a hordozóra.



2.5. KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Típus	Szálerősítő	Műgyanta	Összefoglalás
G-3	Üveg	Fenol	- Nagy szakítószilárdság - Száraz helyeken jó villamos paraméterek
G-10	Üveg	Epoxi	- Nagy szakítószilárdság - Száraz, és párás környezetben is jó villamos tulajdonságok. - Jó szigetelési ellenállás
G-11	Üveg	Epoxi	- G-10 továbbfejlesztettje - Javított hőállóság
FR-1	Papír	Fenol	- Kis vízfelvétel - Jó elektromos paraméterek
FR-2	Papír	Fenol	- Lángálló - Hasonló, mint FR-1
FR-3	Papír	Epoxi	stabil villamos tulajdonságok magas páratartalom esetén
FR-4	Üveg	Epoxi	- Nagy szakítószilárdság - Száraz, és párás környezetben is jó villamos tulajdonságok. - Jó szigetelési ellenállás - Lángálló
RF-35	Üveg	teflon	Nagyfrekvencia $f > 1\text{GHz}$

Tulajdonság	FR-3	FR-4	FR-5	RF-35
Térfogati ellenállás (40°C)	$4 \cdot 10^{12}$	$8 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{14}$	$9 \cdot 10^{14}$
$\epsilon(\text{rel})$ (1MHz)	4,9	4,7	4,6	3
$\text{tg}\delta$ (1MHz)	0,04	0,02	0,015	0,0006 10GHz: 0.0018
Vízfelvétel (mg)	na	15	na	8

Az iparban 80% az FR-4 es üvegszál szövésű epoxigyantás kártyát alkalmazzák, melynek oka a rendkívül jó villamos tulajdonság és a mechanikai masszívuság.

OTTHONI NYÁK GYÁRTÁSI MÓDSZEREK

A következő fejezetben megvizsgáljuk az otthoni körülmények között megvalósítható gyártási folyamatokat, pozitív és negatív tulajdonságaikat.

Nézzük is végig, hogy milyen folyamatoknak kell végbemenni egy gyártás során, milyen problémákkal kell megküzdenünk.

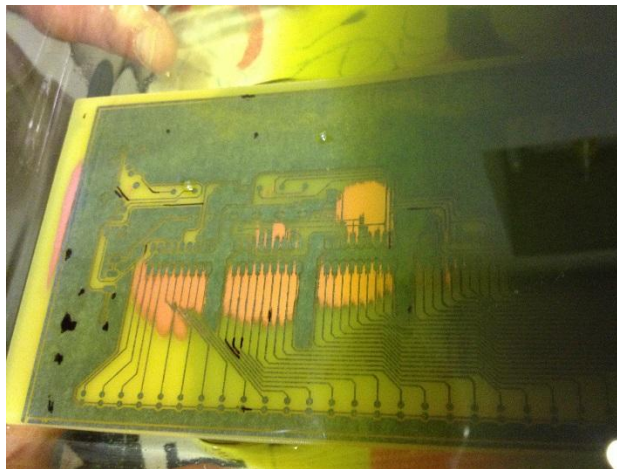
Ahhoz, hogy egy nyomtatott áramkört készítsünk, szükségünk van NYÁK lemezre. Ez különböző méretekben kapható elektronikai boltokban. Lehet kapni egy oldalas és két oldalas NYÁK lemezt is. Ára kettőszázötven és négyezer-kétszáz forint között mozog, ami függ a Nyák méreteitől, lemez vastagságától, réz vastagságától. Ezzel a költséggel folyamatosan, minden egyes technológia alkalmazásakor számolnunk kell, a többi költséget az egyes folyamatok tárgyalásakor tekintjük meg.

A NYÁK lemez mellett szükség van minden esetben valamilyen marató szerre, mi vas kloridot használtunk a gyártások során, hiszen kevésbé mérgező és enyhén veszélyes maratószer, a kristályt vízben feloldva marató folyadékként hasznosítjuk. Költsége ötszázhusz és ezeregyszáz forint között mozog, kiszerezéstől függően. Hátránya, hogy sárga foltokat hagy maga után.

Rövidebb maratási időt tesz lehetővé a korszerű sósavas-hidrogénperoxidos eljárás. Nagyüzemileg elterjedt, de jól alkalmazható és ajánlott egyedi készítésű áramköröknél is. Előnye a nagy maratási sebesség és a viszonylagos veszélytelenség, ugyanakkor a vegyszerekkel – különösképp a hidrogén-peroxiddal – fokozott óvatossággal kell bánni.

Továbbá szükséges a rajzolatot védeni, célszerű kémiai ónozt venni, ugyanis gyorsan, egyszerűen használható vegyszer, értéke ezer forint.

Vagy más alternatívaként jöhet szóba a denaturált szeszben feloldott fenyőgyanta, ami elzárja a felületet a levegőtől, így biztosítva a vezető felület védelmét a kémiai hatásoktól, valamint folyasztószerként szép forrasztásokat biztosít.



1. maradás

3.1. TERVEZÉS

3.1.1. ALAPFOGALMAK

- VIA: Két réteg közötti kontaktust biztosító furat
- PIN: Általában alkatrészláb, de lehet mérőpont is
- Layer: Réteg, általában 2 réteg.
- 1 raszter = $0.1 \text{ coll} = 2,54 \text{ mm}$
- SMD: Felületszerelt alkatrész

3.1.2. NYÁK TERVEZÉS SZÁMÍTÓGÉPPEL

Számítógépes tervezés legnagyobb előnye hogy az áramkört le is tudjuk szimulálni.

A nyáktervező szoftverek általában két fő egységből épülnek fel. A sematikus ábrakészítő és a rajzolat tervezőből. A sematikus ábrába a megépítendő áramkör kapcsolását vesszük be, melyből később a rajzolatot tervezzük. Az alkatrészek számos program esetén előre definiálva van. Például az alkatrészek neve, tokozása, a footprint és szimulációs paraméterek. Több szoftver is támogatja az egyedi alkatrészek létrehozását. A footprint az nem más, mint az alkatrészre jellemző rézfólia rajzolat. Minden alkatrészhez tartozik egy. Például egy smd kapacitás két meghatározott méretű négyzet, amelyek egymástól megadott távolságra helyezkednek.

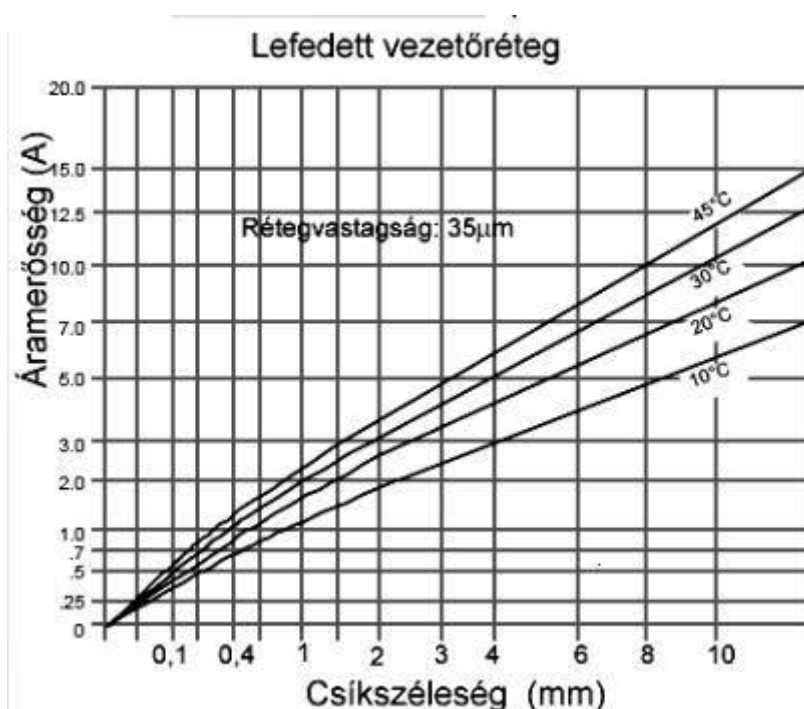
A tervezés során lehetőségünk van úgynevezett netlistát generálni. Ez a lista írja le a rajzolattervező szoftver számára, hogy mely footprint mely más footprintel van összekötve. Az alkatrészeket felhelyezve és összekötve elkészül a nyák terv. A kész tervből lehet Gerber file-t generálni, ami egy olyan adathalmaz, ami gyártósorok számítógépeinek információforrása. Ezzel a formátummal tudunk fűrőgépet és kontúrmarót vezérelni.

A tervezést egyszerűbb esetekben papíron is elvégezhetjük, azonban bonyolultabb kapcsolások esetén nélkülözhetetlen a számítógép.

3.1.3. VEZETÉKEZÉSI TANÁCSOK

- Átlagos NYÁK- készítők 8-mil (0,025mm) vagy nagyobb vezetőt tudnak készíteni
- Egyszerűbb rajzolatokhoz 12-mil vagy vastagabb vezetőket alkalmazunk
- A vezetőt nem szoktuk 90° -a megtörni hisz a technológia során a sarkok lekerekednek.
- Kerüljük a 0.6mm alatti furatokat. Korlátozott számú furatátmérőt használjunk. (2-3 méretű)
- A forrasztás gátló rétegen a forrasztási szemeket növeljük meg kb. 8mil-el
- Széltől minimum 1 raszternél közelebb ne tegyünk furatot mert a körbevágás során sérülhet
- Furatgalván esetén használjunk nagyobb furatokat, hiszen a galvánréteg miatt az átmérő csökken.
- Használjunk rajzolatkitöltéseket, hogy a maratószer ne marjon feleslegesen.
- A tápvezeték minimum 4 szerese legyen a jelvezetéknek. Vékony vezetők esetén túl nagy lehet a veszteség.
- Törekedjünk a minél kevesebb átkötésre
- Felületszerelt alkatrészek esetén az átkötést 0 ohm-os ellenállással meg tudunk valósítani.
- Törekedjünk a gazdaságos helykihasználásra, igyekezzük az alkatrészeket egymáshoz képest a munkalapon egyenletes sűrűséggel elhelyezni

3. ábra



1. Vezetőszélesség áramfüggése

3.2. ÁBRA FELVITELI MÓDSZEREK

Az ábra felvitele előtt mindenképpen gondoskodnunk kell a panel megfelelő mechanikai és kémiai tisztaságáról. Nem megfelelő tisztaság esetén a maratáskor számos hibalehetőség adódik.

Mechanikai tisztítás során általában nagy finomságú polírpapírt alkalmazunk, de használhatunk acélgyapotot is. A művelet során a hordozóról eltávolítjuk a felületi szennyeződések. A folyamatot elkészültével a panelt bő vízzel le kell öblíteni.

Kémiai tisztítás esetén a zsírtalanítást értjük. Korábban szerves oldószereket alkalmaztak azonban ezek a szerek rendkívül környezetszennyezőek ezért manapság a lúgos zsírtalanítást alkalmazzuk. A zsírtalanító fürdő után is alapos öblítést kell végrehajtani majd az ábrafelvitelre előkészített nyhl-t hagyni kell megszáradni.

3.2.1. CELLUX RAGASZTÓ SZALAGOS TECHNIKA

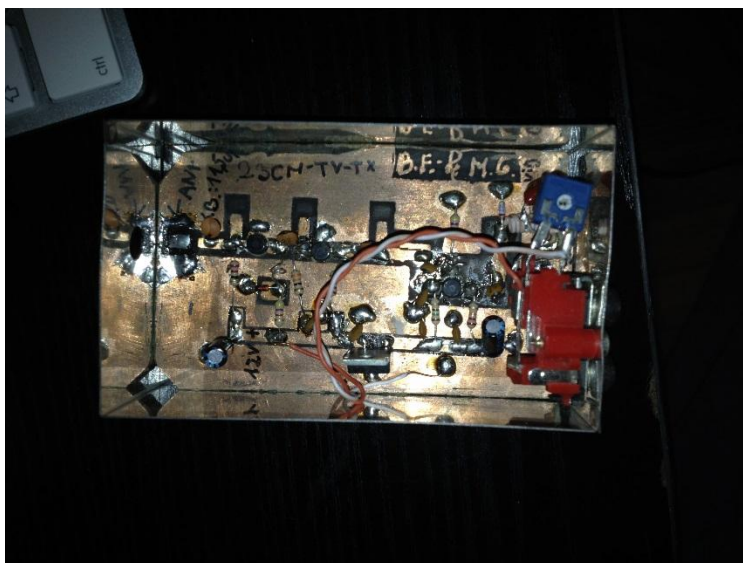
Nem a legnépszerűbb eljárás, de ha nagyon rászorul az ember, nagy precíziósággal, sok bosszankodással gyártható vele NYÁK.

Szükségünk lesz egy vagy több cellux ragasztó szalag tekercsre, ollóra, szikére, pormentes helysége, jó kézügyességre.

A technológia lényege, hogy cellux szalagot, ami 2 cm széles, az általunk előre megtervezett vezetősávoknak megfelelően felvágjuk szélességében, és hosszúságában is a lehető legpontosabban. Miután előkészítettük a szalagcsíkokat, a NYÁK lemezt megtisztítjuk, ügyelve arra, hogy semmilyen zsír, illetve szennyeződés ne legyen rajta, és nagy óvatossággal felhelyezzük rá a szalag darabokat, amik a vezetősávok lesznek a műveletek befejeztével. Nagyon óvatosnak és figyelmesnek kell lennünk a felragasztásnál, ugyanis nem szabad, hogy a szalag alá levegő, vagy bármilyen szennyeződés kerüljön. A maratás során (a NYÁK-ot miután rávittük a mintát vas kloridban áztatjuk addig, míg a kitakaratlan részek lemaródnak) ennél a módszernél nagy eséllyel találkozhatunk az alámaródás¹ jelenséggel. Ez nagy gondot jelenthet számunkra, hiszen ha a minta alámaródik, akár azt is jelentheti, hogy az egész gyártást újrakezdhetjük, ami a költségek halmozását jelenti.

Előnye az eljárásnak, hogy rendkívül olcsó, hiszen egy cellux ragasztó szalag körülbelül száz forintba kerül, bár a munka minősége szenved el ennek a pozitívumnak a hatását. Ugyanakkor rengeteg időre van szükségünk, ha ebbe a folyamatba kezdünk bele, és egy jó nagy adag türelem is jó, ha van a műhely asztalunkon.

alámaródás¹ : Az a jelenség, amikor a maratószer a kitakart minta alá is behatol, ez által ott is lemarja réz réteget, ahol az, számunkra fontos, hogy megmaradjon



1. cellux technológia

3.2.2. KÖRÖMLAKKOS TECHNIKA

Igen. Körömlakkal is lehet NYÁK-ot készíteni, bár ha ezt a módszert választjuk, akkor ecsetkészletre is szükségünk van.

Ebben az esetben körömlakkot viszünk fel a NYÁK lemez réz felületére, ecsetet használva.

A megtervezett áramkör mintáját rajzoljuk fel, a megtisztított réz felületre. Az ecsettel való munka nem teszi lehetővé például a vonalzó használatát, így a vonalaink meglehetősen egyenetlenek lesznek, vastagságuk pedig változó. Forrszemeket viszont kitűnően készíthetünk, hiszen csak egy pöttyöt kell felvinnünk a felületre. Itt nem is tárgyalnánk bonyolultabb kapcsolásokról, mivel azok kivitelezése ecsettel rajzolva nagyon nehéz munka, legtöbbször sikertelen a végkimenetel.

Ha sikeresen felvittük a mintát a rézfelületre, a maratás folyamata következik, amikor is szintén alámaródhat sok helyen a rajzunk.

Pozitívum ezt a technológiát tekintve, hogy költségkímélő, ám a minősége nem megbízható, és sok gyötrellemmel jár egy ilyen munka.

3.2.3. ALKOHOLOS FILCES, CSÓTOLLAS TECHNIKA

Az alkoholos filccel illetve csótollal való „NYÁK rajzolás” sem tartozik a kedvenc gyártási módszereink közé, ugyanis ez a folyamat a következőket igényli:

- Jó minőségű alkoholos filc
(különböző vastagságúak, a vezetősávok miatt)
- Vonalzó
- Magas szintű kezűgyesség, sőt inkább rajzolási tehetség

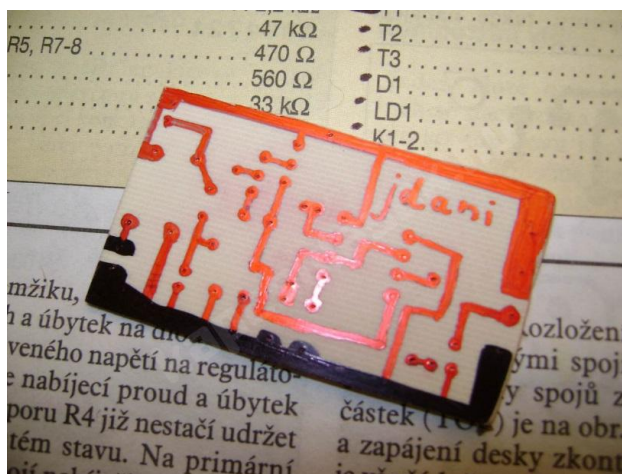
Utóbbiból jut inkább ritkán nekünk hallgatóknak. A gyártás elvi menete a következőkben:

Ha megvan a megtisztított NYÁK lemezünk, a mintánk, amit fel akarunk vinni a lemezre, és az alkoholos filc, már neki is láthatunk. A vezetősávokat lehetőleg egyenes vonalakkal megrajzoljuk, a mintát többször is át kell rajzolni, ügyelni kell, hogy ne csússzon félre a filctoll. Nehézségekbe akkor ütközünk, amikor az alkatrészek foglalatait rajzoljuk, ugyanis az alkatrészlábak pontos elhelyezkedését szem előtt kell tartani, és precízen kell felvinnünk a mintát. Ez nagy kockázatot jelent, hiszen ha elrontjuk, nem tudunk csak egy pontot illetve vonalat letisztítani, a hibás rész környezetében elhelyezkedő mintákat is el kell távolítanunk.

Miután sikeresen megrajoltuk az áramkör szükséges részeit, a maratás következik. Ebben az esetben is számolnunk kell az alámaródás jelenségével, így ha ez megtörténik, valószínűsíthetjük, hogy újra kell kezdenünk az egész NYÁK gyártást.

Esztétikai szempontból nem lesz kifogástalan az elkészült NYÁK, hiszen a sávok helyenként görbék, hol vastagabbak, hol vékonyabbak lesznek. Amik akár az áramkörünk működését is befolyásolhatják.

Csótollat alkalmazva annyiban különbözik az eljárás, hogy a tusnak határozott vonalszélessége adott. Így a vonalszélességek nem változnak a rajzolaton. Erre a célra a legalkalmasabb a piros tus volt.



1. alkoholos filc

3.2.4. SATÍROZÓS TECHNIKA

Ez egy régóta ismert és használt technológia, amit az alfaset papír tesz lehetővé. Ez egy olyan, A4-es méretű lap, amelyen található többféle vezetősáv, forrszemek, különböző alkatrészek lábainak pontos elhelyezkedése.

Az alfaset papír használata úgy történik, hogy a papírt rajzolattal lefelé ráhelyezzük egy A4-es lapra, ügyelve a pontos elhelyezésre, egy gömbölyű végű műanyag tollal, határozott mozdulatokkal át satírozzuk a kívánt mintát. Miután a teljes áramkör rajzolatát felvittük a lapra, foto technológiával folytatódik a folyamat, transparent lakkal befűjjük, ami átlátszóvá teszi a papírt, és így keletkezik egy „film”, ami már levilágításra alkalmas.

Az alfaset papírról való átsatírozás közvetlenül a NYÁK-ra is lehetséges. Idő takarékoság, és a foto technológia alkalmazásának elkerülése céljából kitűnő eljárás.

Alfaset papírral bonyolult áramkörök is létrehozhatóak, ám problémája, hogy egyetlen boltban voltak kaphatók, így nehézkes volt a beszerzése.



1. satírozás

3.2.5. A „VASALÓS” TECHNIKA

A „vasalós” technika már eltérő az eddigiektől, hiszen az előzőekben az áramkör mintáját kézzel vittük fel a rézfelületre több, kevesebb sikerrel.

Amikre szükségünk van a gyártáshoz: áramkör készítő/rajzoló szoftver lézeres nyomtató, műnyomó papír, vasaló, és természetesen a NYÁK lemez, illetve maratószer.

A technológia nem túl bonyolult, sokszor használják amatőr NYÁK gyártásra, mivel nem igényel túl sok extra eszközt – vasaló található a legtöbb háztartásban, és a lézeres nyomtató is elég elterjedt manapság.

Számítógépünkön megtervezzük az áramkörünket (ha már létező áramkört szeretnénk házilag elkészíteni, akkor is célszerű program segítségével megtervezni) majd a NYÁK tervet műnyomó papírra nyomtatjuk a lézernyomtatóval.

A lézernyomtató azért fontos, mert a por, amit rányomtat a papírra valójában műanyag, és ha a műnyomó papírra nyomtatjuk, akkor a mintát le tudjuk venni róla.

Tehát miután kinyomtattuk az áramkör rajzolatát, a lapot rajzolattal lefelé a NYÁK lemezhez erősítjük, ügyelve arra, hogy pontosan illeszkedjen a felületre, ne legyen hullámos a papír, a rajz semmilyen része ne lógjon le a lemeztől. Miután ezzel megvoldnánk, a vasalót üzembe helyezve, magas hőfokra állítva pár percig „megvasaljuk” a műnyomó papír hátoldalát, óvatosan, odafigyelve arra, hogy ne égessük meg a kezünket.

A vasalás azért szükséges, mert a műnyomó papír hordozza a rajzolatot, amit lézer nyomtatóval rávittünk, és azt szeretnénk, ha az valahogy megjelenne a NYÁK

lemezünkön. A vasaló átmelegíti annyira a műnyomó papírt és az arra felvitt mintát, hogy az, ha megfelelően illeszkedik a jól megtisztított lemezre, összetapad, a műanyag por átolvad a NYÁK lemezre.

Türelmesen leáztatjuk, és eltávolítjuk a műnyomó papír azon részeit, amelyeken nincs számunkra hasznos dolog, tehát azokat, amelyeken nincs rajzolat.

Így az összetapadt NYÁK-ot és nyomatot egy maratófürdőbe helyezzük, ahol a rajzolat a NYÁK-on marad, a kitakaratlan részek (tisztá réz felület) lemaródnak.

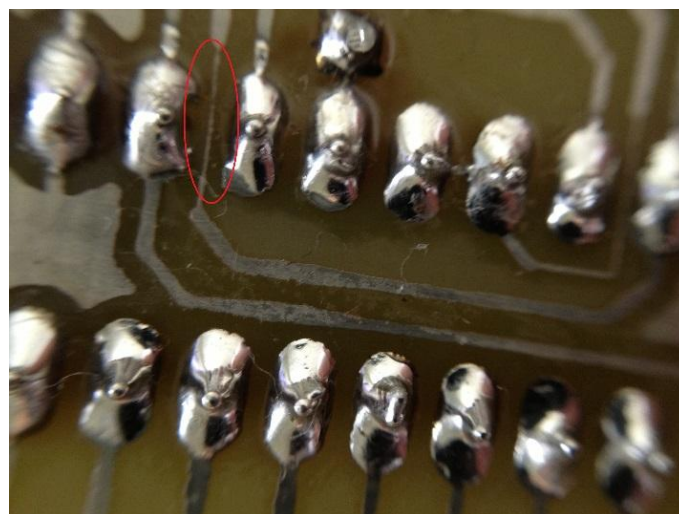
A maratás után nitrohigítóval eltávolítjuk a NYÁK-ról a rajtamaradt festékport, így megkapjuk a lemezen a kívánt rajzolatot, ami a megmaradt rézfelület.

A maratás után célszerű használni a kémiai ónozó folyadékot.

Vállalkozó szellemű kollégák továbbfejleszthetik ezt a technológiát úgy, hogy vasaló használata helyett átalakítanak egy lamináló berendezést (kivágják a hátulját, megerősítik a szerkezetet, hogy átférjen rajta a NYÁK lemez). A NYÁK-ot, és a ráragasztott műnyomó papírt átküldik az átalakított lamináló berendezésen, sütőbe helyezik 5-8 percre 200°C-on, majd ismét a laminálóba helyezik, és ezt a folyamatot háromszor, négyszer megismétlik, és a műnyomó papír leáztatásától követik az előzőekben leírtakat.

Ebben az esetben a következő költségekkel kell számolnunk: Nitrohigító, ötszáz forint literenként, műnyomó papír A5-ös méretben kétszázharminc forint 20 lap.

7. ábra



1 vezetősáv hiba

3.2.6. AMATŐR FOTO TECHNOLÓGIÁVAL

Az amatőr foto technológia segítségével készíthető a legmegbízhatóbb áramkör otthoni körülmények között. Ez majdnem megegyezik az iparban alkalmazott technológiával, ám sajnos ez a módszer azért esik ki a sorból, mert magas az anyagköltség, amivel számolnunk kell, illetve elég magas a gyártás során a hibalehetőségek száma, és a gyártási folyamat elég hosszadalmas ezt az eljárást alkalmazva, ami igencsak meghatározó a mi szempontunkból.

Először is kell, hogy legyen egy filmünk, ami lehet pozitív vagy negatív. Általában negatívot használunk. Szükségünk lesz még egy fényérzékeny lakkra, amely 6 hónap után megromlik és egy levilágító eszközre, előhívó oldatra, valamint maratószerre.

A gyártás menete, ha megvan minden, amire szükségünk van, a következőképp zajlik. A NYÁK-ot megtisztítjuk minden szennyeződéstől, majd lefűjjük a fényérzékeny lakkal (beszerezhető olyan NYÁK lemez, amely gyárilag rendelkezik ezzel a réteggel, ezek ára körülbelül háromszorosa az általános hordozóknak.). Figyelmesen kell ezt végeznünk, hogy a lakk egyenletesen legyen elosztva a lemezen, ne folyjon meg. Ha a lakkot rávittük a NYÁK lemezre és a használati utasításnak megfelelően megszáritottuk, a filmet ráhelyezzük, ügyelve az illeszkedésre, elhelyezésre. Filmet készíthetünk sima papírból is, ha transparent lakkal befűjjük, ettől átlátszóvá válik a papír, csak a rányomtatott ábra lesz látható.

A levilágításhoz többféle eszköz használható, a lényeg hogy UV fényt tartalmazzon a spektruma. Levilágító készíthető kvarclámpából, illetve higany gőz lámpából. A higany gőz lámpáról el kell távolítanunk a külső üveg burkolatot, mivel a plazma állapotú higanygőz az emberi szem számára nem látható, UV tartományú fényt bocsát ki.

A levilágítás során, ahol fény éri a lemezt, ott a lakk megszilárdul, megkeményedik, ahol nem, ott oldható marad a lakk bevonat.

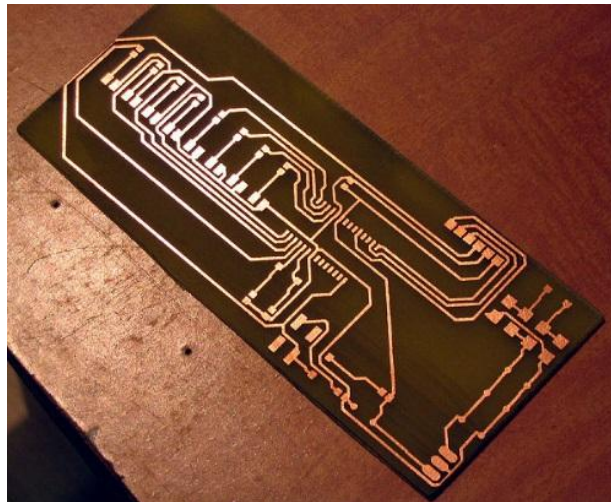
A lemezt, levilágítás után, hígítással elkészített előhívó oldatba helyezzük - amely fokozott biztonsági osztályba tartozik, így ügyelnünk kell annak tárolására és használatára - ahol biztosítanunk kell a folyadék áramoltatását kevergetéssel, mozgatással. Ügyelni kell, hogy az előhívó oldatban ne töltsön a lemez a kelleténél több időt, mert akkor a megszilárdult részeket is elkezd oldani.

Ha előhívtuk a mintát, marató fürdőbe helyezzük a NYÁK lemezt, ahol a már ismert módon, a felesleges rézfelületet le oldjuk.

Ez a módszer nagyon hatékony, árban a következőkkel kell számolnunk.

Előhívó oldat hétszáz forint, pozitív illetve negatív fényérzékeny lakk három- és hétezer forint között mozog, higanygőz lámpa négyezer forint, transparent lakk kettőezer-ötszáz forint. Ezek a folyamatok nagyon sok időt is vesznek igénybe, így beláthatjuk, hogy nem előnyös megoldás számunkra.

8. ábra



1. amatőr foto techn.

3.3. MARATÁS

Az ábrafelvétel után következik a maratás. Jelen folyamat lényege hogy kémiai úton a számunkra felesleges réz réteget eltávolítjuk. A művelet során különböző vegyszerekkel dolgozunk amelyek a környezetre és az élővilágra is veszélyesek, ezért fontos hogy gondoskodjunk a megfelelő védőeszközökről és a veszélyes hulladékok passziválásáról.

Legelterjedtebb maratószerke:

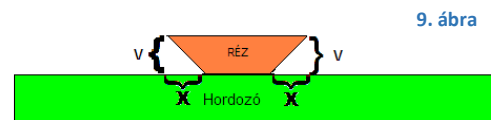
- Vas klorid
- Sósav-Hidrogén peroxid
- Rézklorid
- Ammónium perszulfát

Mi amatőr körülmények közt a két legnépszerűbb maratási módszert ismertetjük.

Fontosabb tényezők:

A koncentrációja az oldatnak meghatározza a marási sebességet és az alámaródást. Az alámaródás jelenség hogy az eljárás során a vezető rétegek falai nem merőlegesek hanem trapéz alakúak. A maratási faktor megadja az alámarás nagyságát. Ezen jelenség kiküszöbölésére több lehetőség is van. Például, ha folyamatosan ellenőrizzük a maratószer koncentrációját, vagy a tervezés során számolunk az alámaródás jelenségével.

$$\text{Maratási faktor} = \frac{X}{V}$$



9. ábra

1. Alámaródás

Minél magasabb hőmérsékletű az oldat, annál gyorsabban megy végbe a folyamat, azonban egy bizonyos hőmérséklet után szerkezeti változások lépnek fel. A maratások során mindig viseljünk megfelelő védőfelszerelést az oldat savas kémhatása miatt.

3.3.1. A VAS(III)KLORIDOS MARATÁS

A vas klorid:

A vas(III)klorid sárgás színű kristályokból épül fel. A levegő páratartalmát könnyedén magába szívja, ezért gondoskodnunk kell tárolása során a vákuum-csomagolásról.

A gyógyászatban vérzéscsillapításra, a textiliparban pedig textilfesték pácként alkalmazzák. Az oldata sárgásbarna színű és jellegzetes szagú, vizes oldata savas kémhatású. Beszerezhető elektronikai boltokban vagy gyógyszertárakban.

Folyamat:

Először a vas(III)kloridot vízben hígítsuk fel. Az optimális töménység: 1kg vas klorid 1,7 liter, 40°C-fokos vízhez. Utána az oldatot műanyag marató edénybe töltjük ki. Következik az ábrával ellátott NYHL behelyezése. A berakás után a munkadarabunk rögtön rózsaszínűvé válik. Pár perc után szemmel láthatóan elkezdnek eltűnni a kitakaratlan részek. Folyamatosan ellenőrizzük a panelt hogy maradt-e lemaratlan terület. A maratási idő kb. 30 perc, amelyen gyorsíthatunk, ha néha megmozgatjuk a maratótálat vagy ecsettel kengetjük. Ha már nincsenek ábrával nem védett területek, akkor vegyük ki és bő vízben többször is öblítsük le. Majd távolítsuk el a rajzolatvédő réteget.

A technológia kémiai egyenlete: $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$

10. ábra



1. Vaskloridos marás

3.3.2. SÓSAV-HIDROGÉN-PEROXID

A hidrogénperoxid:

A hidrogén-peroxid halványkék színű, híg oldatban színtelen folyadék. Gyenge sav, azonban erős oxidálószer. Gőze irritálja a nyálkahártyát. Maximum 30%-os oldatként beszerezhető, hiszen ezen érték felett robbanásveszélyes.

Általános felhasználása:

- fehéritőszer
- oxidálószer
- szennyvíz ártalmatlanítás
- gyógyászatban szagtalanító gyógyszerként
- rakéta hajtóanyag
- hajfesték

A hidrogénklorid:

Színtelen szúrós szagú korrózív anyag. Háztartási tisztítószerként bármely háztartási üzletben beszerezhető 30%-os oldata.

A folyamat:

Ez az eljárás egyáltalán nem veszélytelen!

Gumikesztyű, védőszemüveg és védőruha használata kötelező! Az anyagok keverése és a maratás **csak nyitott térben** történhet! A sósav (HCl) hidrogén-peroxid (H₂O₂) elegyből klórgáz szabadul mely belélegezve tüdőödémát okozhat.



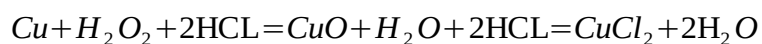
11. ábra

és a
fel,

A panelt műanyag vagy üveg maratóedénybe helyezzük, majd annyi sósavat öntünk rá, hogy éppen ellepje a munkadarabunkat. Lassan elkezdünk hidrogén-peroxidot önteni a sósavba addig, amíg szemmel láthatóan el nem kezdődik a maratás.

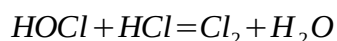
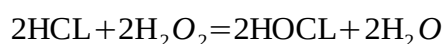
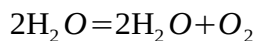
A rezet a hidrogén-peroxid hevesen oxidálja, a sósav pedig oldja.

Reakció egyenlet:



A réz-oxid csak átmeneti termék a felületen.

A maradék sósav és hidrogén-peroxid reakcióegyenletei:



A folyamat során mérgező gázok, többnyire klór és hő fejlődik. Ez a technológia gyors, kb.1 perc alatt végbemegy. Ahogy az utolsó felesleges réz is lemaródott, saválló csipesszel kivesszük, majd bő vízzel leöblítjük. Célszerű a savmaradványokat valamilyen lúgos oldatban közömbösíteni.

A technológia előnye, hogy gyors, ezért csökken az alámaródás valószínűsége, viszont az oldat később nem használható, ezért a környezetszennyezés elkerülése érdekében gondoskodnunk kell elszállíttatásáról. **(Lefolyóba önteni szigorúan TILOS!)**

KLÁRA

A KLÁRA elnevezés jelentése: Közvetlen Lézeres Áramkör Rajzoló Automata.

Sok technológiával próbálkoztunk, több-kevesebb sikerrel. Az általunk kifejlesztett módszer gyakorlati megvalósításához nem kell sok drága eszköz, és rengeteg idő sem.

Kutatásunkat a már előbb említett „vasalós” technológiából kiindulva kezdtük el. Két meghatározó kérdés merült fel bennünk. Az első, hogy fel tudnánk e vinni a mintát közvetlenül a hordozóra nyomtató segítségével, a másik pedig, hogy ha igen, akkor hogyan.

4.1. NYOMTATÓK MŰKÖDÉSE

Elkezdtek vizsgálni a nyomtatók működését, mechanikáját.

Azért a nyomtatókét, mert könnyen beszerezhetőek, és költségkímélők.

4.1.1. A MÁTRIX NYOMTATÓ

A mátrix nyomtató röviden úgy működik, hogy a fejben lévő elektromágnesek által mozgatott tűk egy nyomdai festékkel átítatott Ribbon² szalagon ütik át a festékpontokat a felületre. Ebből adódóan nem alkalmas nyomtatott áramkör rajzolat készítésére, mivel a festékpontok között szemmel látható távolság van, így például vezetősávok készítése is kivitelezhetetlen.

4.1.2. A TINTASUGARAS NYOMTATÓ

A tintasugaras nyomtató esetében nyomófej fűvókáin keresztül festékcseppeket juttatunk a felületre, melyekből a kép, szöveg áll össze a felületen. Könnyen beláthatjuk, hogy ez esetünkben nem túl szerencsés, mivel a rézlemez, amire a rajzolatot szeretnénk juttatni, üvegszövet papír és epoxigyanta keveréke, így nedvességfelvétele viszonylag kicsi, tehát nem szívja úgy magába a festékcseppeket, mint a papír, ezért ez a nyomtató áramköri rajzolat készítésére alkalmatlan.

Ribbon² indigószerű, jó nedvszívó képességű szalag

4.1.3. A LÉZER NYOMTATÓ

A lézer nyomtató egy speciális por-keveréket juttat a felületre, amely koromból, porból, műgyantából és különböző festékanyagokból áll. Ezt egy fényhenger (OPC- vagy szelénhenger) segítségével juttatjuk a lemezre. Az OPC egy alumínium henger, mely különleges fényérzékeny anyaggal van bevonva, ami szilíciumból és cinkoxidból áll.

Az nyomtatás elindítását követően a lézerablakon keresztül a belőtt sugár eltalálja a fényérzékeny hengert, mely így elektronikusan töltött, statikus állapotba kerül. Így a henger fél fordulata alatt a lézersugár sztatizálja a hengerre a nyomtatni kívánt rajzolatot.

A fordulat második részében a henger kontaktusba kerül a már említett festékporral, így az elektromosan töltött helyeken megtapad a festékpor. A nyomtatandó lapot eközben feltölti ellentétes polaritással, hogy a felület vonzókéességét biztosítsa. Így amikor a henger elhalad fölötté, átkerül a por a felületre. A lap a felszedést követően továbbhalad a fűtőhenger felé, az OPC hengert pedig törli egy „dr. knife”-nak nevezett szilikon gumi alapú kés, hogy a folyamat újrakezdődhessen.

A hordozó végső állomása a fűtőegység, ami áll egy alumínium hengerből és egy benne elhelyezkedő halogén izzóból. Funkciója a nevéből adódik. A felületre melegíti rá a feljuttatott festékport, ami ott megolvad és beleég a papír-rostokba, vagy esetünkben a rézlemez felületére.

Ismerve a nyomtató működését, belátható hogy ez az eszköz alkalmas „NYÁK” rajzolat készítésére, hiszen a rézlap felülete szintén sztatizálható, akárcsak a papír, ezért a feljuttatott festékpor nem folyik szét a felszínén, ezenkívül a lemez is kitűnően fűthető, tehát a por rá is tud olvadni a lemezre.

4.2. MUNKAVÉDELEM, KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS VESZÉLYFORRÁSOK

4.2.1. MUNKAVÉDELEM

Most, már tudjuk, hogy melyik nyomtató használható közvetlen rajzolat kialakítására. Mielőtt nekifognánk az átalakításnak, ismerjük meg a munkafolyamat során előforduló veszélyforrásokat és környezetvédelmi előírásokat.

Léteznek olyan OPC hengerek, melyek arzén és kadmium-szulfidos bevonatokkal rendelkeznek, mivel ezek rendkívül mérgezők, így szétszedés előtt ajánlott tájékozódni a hengerbevonat anyagáról. Fontos dolog még ezzel kapcsolatban, hogy fényérzékeny a henger, a közvetlen UV sugárzás, így a napsugárzás is a bevonat tönkremenetelét okozhatja. Ezenkívül a festékanyag is rákkeltő hatású, amennyiben por formájában a tüdőbe kerül, így ajánlott ezzel szemben megfelelően (pl.: maszkkal) védekezni.

Fontos továbbá, hogy szerelés alatt, az üzembe helyezést követően, nyitott lézeralak mellett, megfelelő védőszemüveg, takaróburkolat használata kötelező, mivel a lézersugár a szemben olyan fotokémiai reakciót vált ki, amely a szem maradandó károsodását okozhatja. Ügyeljünk a melegedő alkatrészekre (pl. fűtőhenger), és arra, hogy a szereléshez szükséges szerszámokat rendeltetésüknek megfelelően használjuk.

A nyomtató hálózati feszültségről üzemel, ezért biztonsági leválasztó transzformátor használata szükséges. Minimalizáljuk a feszültség alatti, burkolat nélküli szerelést.

Az átalakítás befejezése után, érintésvédelmi bemérés feltétlen szükséges.

4.2.2. KÖRNYEZETVÉDELEM

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap a környezetvédelem, ezért érdemes ezt a témát is megvizsgálni. Az elektronikai ipar gyors ütemben történő fejlődésének következménye, hogy a gyártás, átalakítás és felhasználás során nagy mennyiségű

veszélyes hulladéknak minősülő felesleges anyag (maratószer, akkumulátorsav, stb.) illetve készülék (meghibásodott nyomtató, telefon, stb.) halmozódik fel.

Környezetre gyakorolt hatás alapján megkülönböztetnünk veszélyes és nem veszélyes hulladékokat.

Amennyiben a hulladék bármely felsorolt tulajdonsággal bír, illetve összetétele ismeretlen, veszélyes hulladékként szükséges kezelni:

- fertőző,
- mérgező,
- tűz-, és robbanásveszélyes,
- korrozív,
- mutagén,
- radioaktív hulladékok.

Ezek megfelelő tárolásáról, passziválásáról és elszállíttatásáról érdemes használatuk előtt tájékozódni.

Az anyag típusát a flakonon feltüntetett címke jelzi:

12. ábra

Jelenlegi szimbólumok	Új piktogramok
	
Tűzveszélyes anyagok (pl. gyúlékony gázok, aeroszolok, folyadékok)	
	
Robbanásveszélyes anyagok	
 	
Mérgező vagy ártalmas anyagok	
 	
Egészségkárosító anyagok (pl. csírasejt mutagén, rákkeltő, reprodukcióra káros anyagok)	
 	
Irritatív vagy kevésbé ártalmas anyagok (pl. bőr-és szemirritáló, légzőszervi irritáló, narkotikus hatású anyagok)	
	
Maró hatású anyagok	
	
Környezetre veszélyt jelentő, környezetkárosító anyagok	

1. Veszélyek

Az áramkörgyártás esetében ilyennek minősülnek a következők:

- Előhívó folyadék
- Maratószerek
- Nitrohigító
- Kémiai ónozó
- Forrasztóvíz
- Forrasztóórn
- Selejtes, vagy nem felhasznált panelek, alkatrészek

Az általunk létrehozott eszköz ilyen szempontból is rendkívül előnyös, mivel a már említett technológiákkal szemben, esetünkben csak a tonerporról és a maratószerrel beszélhetünk, mint veszélyes hulladék.

Előnyös továbbá az is, hogy az általunk kifejlesztett eljárásához egy régi, elavult nyomtatót használtunk, mely néhány éven belül az elektronikai hulladékok csoportját gazdagította volna, így nyugodt szívvel kijelenthetjük, hogy egy újrahasznosított eszközről van szó.

4.3. A NYOMTATÓ ÁTALAKÍTÁSA, ÉS MŰKÖDÉSE

Első lépésként ki kell választanunk egy nyomtatót, ami alkalmas az átalakításra. Olyan célszerű választani, ami a hordozót egyenes vonalban szedi be, és továbbítja. Ha erre nincs lehetőségünk, és ilyen specifikációval nem rendelkező nyomtatót választunk, akkor sincs probléma, ugyan tovább tart az átépítés, és egyedi burkolatot valamint külön álló fixáló berendezést igényel az eszköz.

Erre a célra mi egy HP4L típusú nyomtatót választottunk, mivel, ez megfelel az előbb tárgyalt feltételnek, és ezzel időt is megtakarítottunk.

A felhasznált irodalomjegyzékben található a nyomtató használati útmutatója, láthatjuk benne ennek a nyomtatónak a robbantott rajzát, amin az alkatrészek elhelyezkedései tanulmányozhatók.

4.3.1. ÁTALAKÍTÁSOK, SZERELÉS

A szükséges szerszámok, amiket elő kell készítenünk:

- Csavarhúzó (lapos és keresztornyú egyaránt)
- Reszelő, tűreszelő
- Tolómérő
- Ajánlott kisebb tálcák a csavarok tárolására
- Levegő spray, vagy kompresszor
- Denaturált szesz a tisztításhoz
- Papírtörlő
- Védőburkolat a lézerdiódára
- Szigetelő szalag
- Próbalemez

Ha ezek megvannak, hozzá is láthatunk.

4.3.2. SZERELÉSI FOLYAMAT

Először nyomtatunk egy tesztoldalt papírlapra, amivel ellenőrizzük, hogy a nyomtatott ábra nem maszatol, nem húz csíkot, a mechanika megfelelően működik. Ha mindezekről meggyőződünk, a készüléket feszültségmentes állapotba helyezzük, és eltávolítjuk a külső burkolatát, ehhez használjuk a csavarhúzókat odafigyelve arra, hogy a műanyag burkolatot ne sértsük meg.

Következő lépésként behelyezzük a próbalemezünket a nyomtatóba, és megfigyeljük, hogy milyen akadályokba ütközik áthaladása során. Gyakran már a lapszedő nyílás sem elegendően nagy, tekintve hogy az átlagos hordozó vastagsága 2mm.

A kellő magasság eléréséhez elkezdjük kireszelni a nyílást a megfelelő méretűre, és a tolómérő segítségével folyamatosan ellenőrizzük azt. Ügyelnünk kell arra, hogy a kireszelt felület vízszintes síkot képezzen, egyenes vonalú áthaladást biztosítva a hordozó részére. Gyakori probléma, hogy a próbalemezzel való tesztelés során a hajtómechanika megszorul, a fogaskerekek maradandó sérülést szenvednek, melyek pótlása nehézkes, amire nem árt felkészülni. Esetleges problémaként

jelentkezhet a fényhenger alatt található automatikus vastagságkiegyenlítő nyomóhenger, amely a papír esetében megfelelő távolságot biztosítja a szelénhengertől. A hordozók vastagságkülönbségének kiküszöbölésére e hengerből körülbelül 1.5 millimétert leasztergáltatunk. Ennek költsége körülbelül ezerötszáz forint.

Ezen műveletek elvégeztével a lemez hajlítás mentesen eljut a fixáló mechanikáig.

A mi nyomtatónk esetében a fixáló mechanika 3,6 mm-el lejjebb helyezkedett el az érkező NYÁK síkjától.

Művelet harmadik lépésében a fűtőhenger pozicionálását kell elvégeznünk, vagyis megemeljük az alsó hengert a szükséges 3,6 mm-el. Mi ezt úgy oldottuk meg, hogy a henger tengelyére egy bronzperselyt helyeztünk el.

Az átalakítás miatt a NYÁK nem érte el az opto kapu érzékelőjét, és ezért azt meg kellett hosszabbítanunk.

A mi esetünkben a burkolaton nem kellett módosításokat végezni.

4.3.3. A TISZTÍTÁS

Az előző fejezetben tárgyalt műveletek elvégeztével gyakorlatilag a szerelési folyamat végére érkeztünk, mely során rengeteg por és törmelék halmozódott fel a készülék belsejében. Így nincs más hátra, mint ezek eltávolítása. Ehhez használjuk az előkészített levegő sprayt, vagy kompresszort. Ezt különös óvatossággal tegyük, mert a szálló műanyag-törmelék és esetlegesen kiszóródó festékpórá a szembe orrba kerülve, maradandó károsodásokat okozhatnak, így védőszemüveg és pormaszk viselése ajánlott.

Miután a felesleges anyagokat eltávolítottuk, célszerű denaturált szesszel megtisztítani az opto elektronikai alkatrészeket, melyek a hordozó áthaladását jelzik. Tegyük ezt rendkívüli odafigyeléssel, mivel ezen alkatrészek igen érzékenyek mindenféle külső mechanika behatásra.

4.4. KÖVETKEZTETÉSEK

A projekt megvalósítása után, vizsgáljuk meg annak előnyeit és hátrányait az első fejezetben tárgyalt technológiákkal szemben, hogy reális képet kapjunk arról, milyen minőségi színvonalat tudunk produkálni a munkánkkal.

4.4.1. MINŐSÉGI SZEMPONT

Ha szembe állítjuk az általunk átalakított eszközt a négy alacsony költségvetésű, nagy hibalehetőséget tartalmazó módszerrel (Celluxos, Körömlakkos, Alkoholos filces, Satírozós), a minőséget szem előtt tartva, egyértelműen belátható, hogy saját technológiánk magasan felülmúlja azokat.

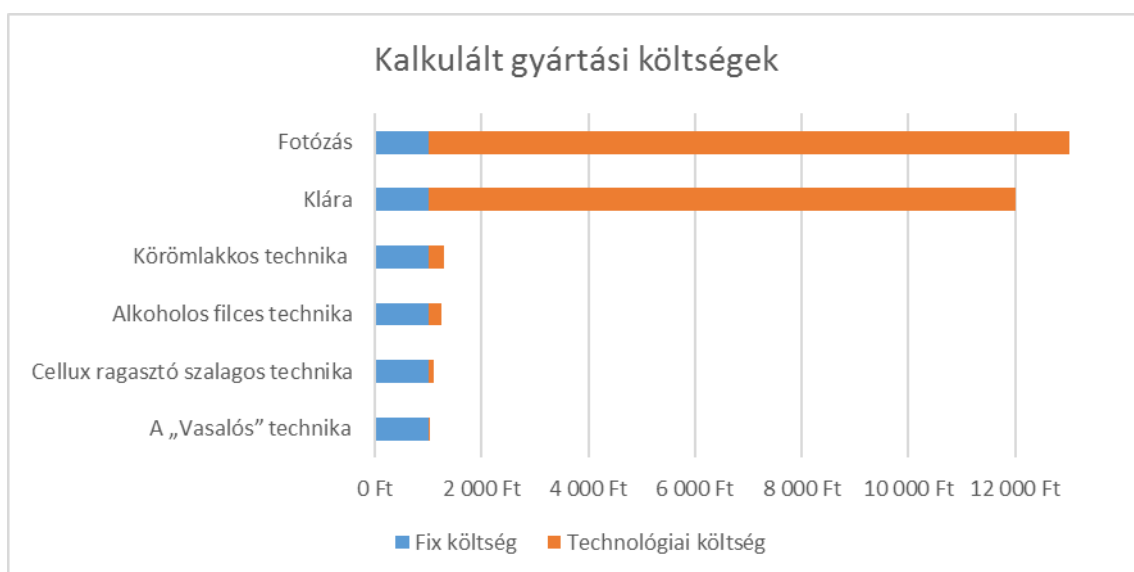
A „vasalós” módszerrel és az amatőr foto technológiával hasonló eredményre juthatunk, mint az általunk kifejlesztettel, azonban itt időben jelentős előnyre tesz szert a technológiánk.

Ennek oka, hogy megkerüljük a nyomtatás, ragasztás, vasalás lépéseket, amivel nem csak időt takarítunk meg, de jelentősen leegyszerűsödik a gyártási folyamat, nem beszélve arról, hogy sokkal kevesebb felmerülő hibával kell számolnunk.

4.4.2. GAZDASÁGI SZEMPONT

Miután bebizonyosodott, hogy az eszközünk minőségben megállja a helyét, vizsgáljuk meg a pénzügyi vonzatait.

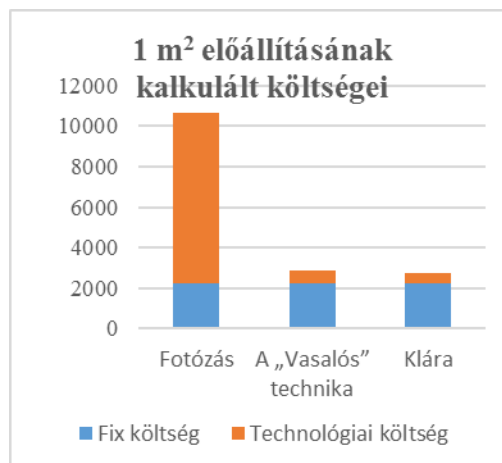
Technológiához szükséges anyagok		Átlagos ár
Cellux ragasztó szalagos technika		
Ragasztószalag		100 Ft
Összesen		1 100 Ft
Körömlakkos technika		
Körömlakk		300 Ft
Összesen		1 300 Ft
Alkoholos filces technika		
Alkoholos filc		250 Ft
Összesen		1 250 Ft
Fotózás		
Alfaset papír vagy fólia		500 Ft
Házi levilágító		6 000 Ft
Pozitív 20		2 800 Ft
Transparent lakk		2 500 Ft
Előhívó		800 Ft
Összesen		13 600 Ft
A „Vasalós” technika		
Műnyomó papír		25 Ft
Összesen		1 025 Ft
Klára		
Nyomtató		8 000 Ft
Átalakítási költség		2 000 Ft
Összesen		11 000 Ft
Fix kalkulált átlag költségek		
Maratószer (Vas-klorid)		600 Ft
Hordozó lemez (100*100mm)		250 Ft
Csiszoló vászon		150 Ft
Összesen		1 000 Ft



A táblázatokból és a grafikonból az a következtetés vonható le, hogy a felmerülő költségek szempontjából a módszerünk nem tűnik kifejezetten megnyerőnek, de itt csak a beruházási költségeket vizsgáltuk, ezért ebből az ábrából nem kapunk elegendő információt. Így össze kell hasonlítanunk a technológiák hosszútávon való megtérülését, ezért vizsgálati alapunk 1 m^2 -es hordozó egység, feltételezve, hogy egy toner kapacitása háromezer A4-es oldal, azaz négyszáznyolcvan m^2 . Mivel ekkora felület nem viszonyítható manuális rajzolatfelvitelhez, ezért csak a gépesített módszereket vizsgáltuk.

Technológiához szükséges anyagok	Átlagos ár
Fotózás	
Fólia	3 125 Ft
Pozitív 20	2 800 Ft
Transparent lakk	2 500 Ft
Összesen	10 675 Ft
A „Vasalós” technika	
Nyomtatási költség (1 m^2)	480 Ft
Műnyomó papír	156 Ft
Összesen	2 886 Ft
Klára	
Nyomtatási költség (1 m^2)	480 Ft
Összesen	2 730 Ft

Fix kalkulált átlag költségek	
Maratószer (Vas-klorid)	600 Ft
Hordozó lemez (1 m^2)	1 500 Ft
Csiszoló vászon	150 Ft
Összesen	2 250 Ft



Ezek a becslések már pontosabb információkat szolgáltatnak, és következtethetünk arra, hogy hosszútávon melyik technológiába érdemes beruházni. Igaz hogy a KLÁRA projekt egyszeri beruházása magas költséget jelent, - mint az kiderült az első kalkulációból - de ez hosszabb távon megtérül, nem beszélve a számos technológiai egyszerűsítésről az építő kedvűek körében.

4.5. KLÁRA TOVÁBBI ELŐNYEI

Tulajdonképpen ezzel a berendezéssel nem csak nyomtatott áramköri lemezeket készíthetünk, hanem akár minden, maximum 2mm vastagságú anyagra, amely olvadáspontja magasabb, mint 90°C univerzális nyomtatóként használhatjuk. Alkalmazható például skálaüveg, készülék előlap feliratozására... stb.

4.6. HASONLÓ FEJLESZTÉSEK ITTHON ÉS KÜLFÖLDÖN

Hazánkban nem találtunk ilyen, vagy ehhez hasonló dokumentált kísérletet, ami nem jelenti, hogy nem is próbálkoztak vele, de ezzel kapcsolatban publikációt nem jelentettek meg.

Külföldi vonatkozásban viszont, az interneten böngészve, számos hasonló és eltérő célú kutatásra találhatunk. Ezek egyike sem egyezik a mi eljárásunkkal, így a teljes folyamat (rajzolatfelviteltől a fixálásig) egy szerkezeten belül nem került még megvalósításra.

4.7. JÖVŐBELI FEJLESZTÉSI TERVEINK

4.7.1. KLÁRA FEJLESZTÉSE

További nyomtató típusok átalakítása hasonló célra, dokumentálása a reprezentálhatóság érdekében. Többfajta NYÁK méret és típus befogadására alkalmassá tétel, hogy ne csak a szabványos méretekkel tudjunk dolgozni.

4.7.2. EGYÉB KUTATÁSI CÉLJAINK

A közeljövőben szeretnénk megvalósítani egy számítógép-vezérelt áramkör fűrő- és maró automatát. Valamint tintasugaras nyomtató átalakítását olyanra, hogy akár színes ábrákat vagy rajzolatvédő réteget juttathassunk a már maratott áramkörünkre.

Ismét meghatározó szempontunk a költségek minimalizálása és ezáltal a hallgatók életének egyszerűbbé tétele.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- <http://www.cnv.hu/gallery/cikkek/elektronika/pcb-06-maratva.jpg>
(Letöltés dátuma 2013-11-08)
- <http://kapcsolasok.hu/images/stories/jdani/alarm/alarm/nagy/RDSC00136.jpg>
(Letöltés dátuma 2013-11-08)
- <http://www.feedroller.com/Store/Service%20Manual/LASERJET%204L,%204ML,%204P,%204MP%20Service%20Manual.pdf>
(Letöltés dátuma 2013-11-08)
- <http://www.taconic-add.com/pdf/technicalarticles--theuseofptfebasematerials.pdf>
(Letöltés dátuma 2014-03-18)

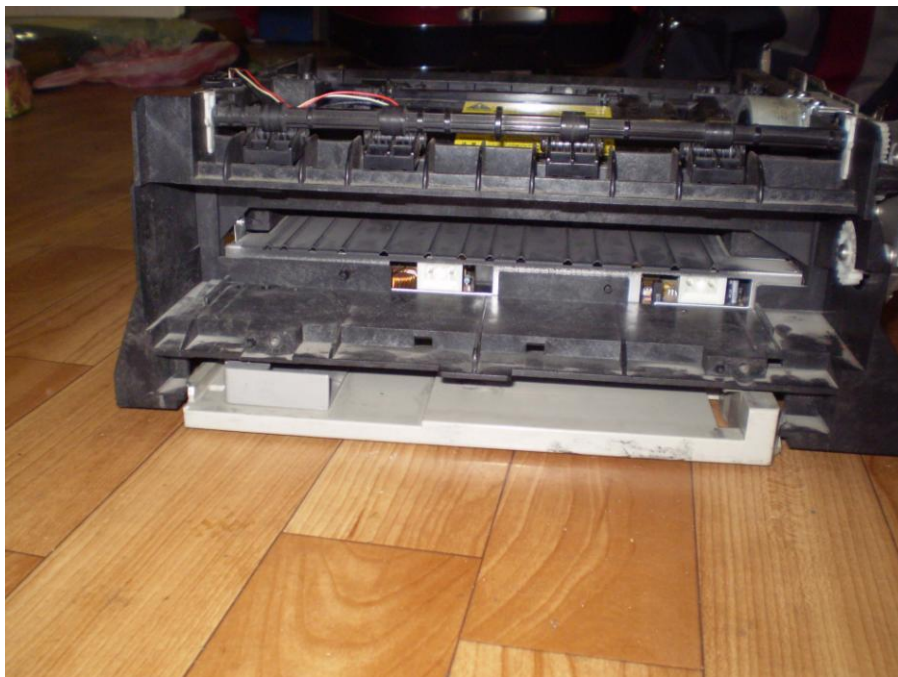
MELLÉKLET

13. ábra



1. A nyomtató szemből

14. ábra



1. Nyomtató hátulról

15. ábra



1. Toner szétbontva

16. ábra



1. Első nyomtatás

17. ábra



1. Első nyomtatás megszakítva

18. ábra



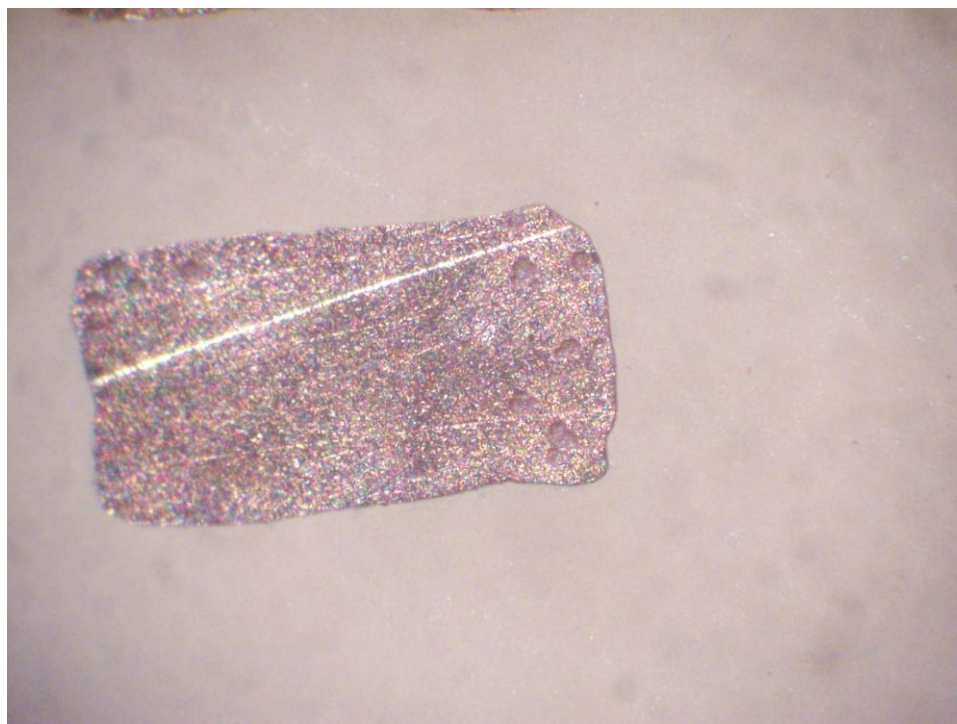
1. Első nyomtatás fixálással

19. ábra

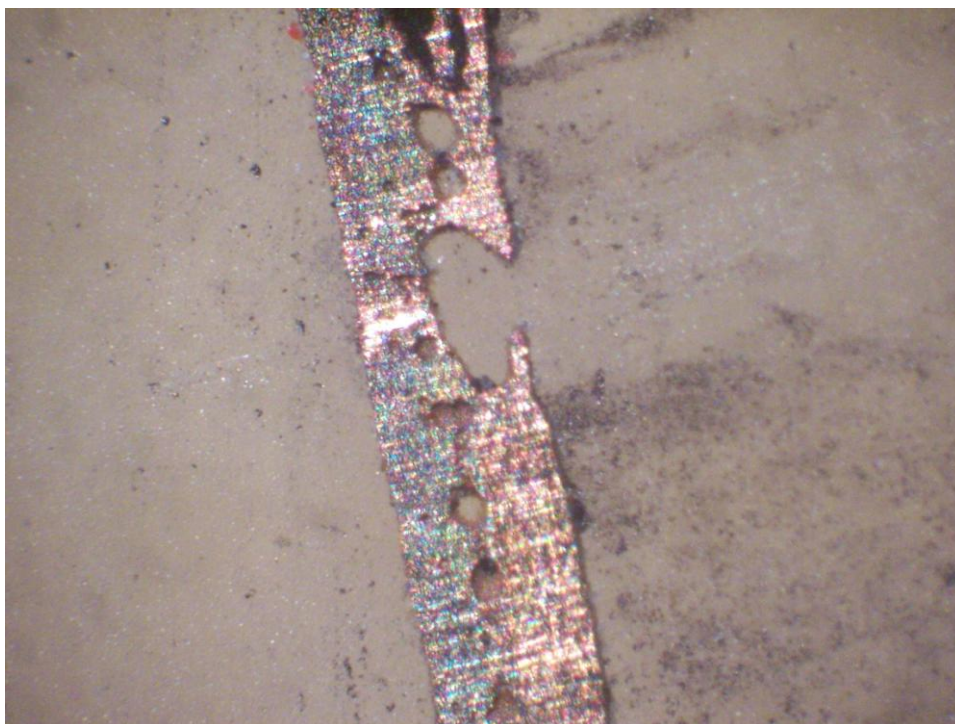


1. Fine pitch a nyomtatóval 19x nagyítás

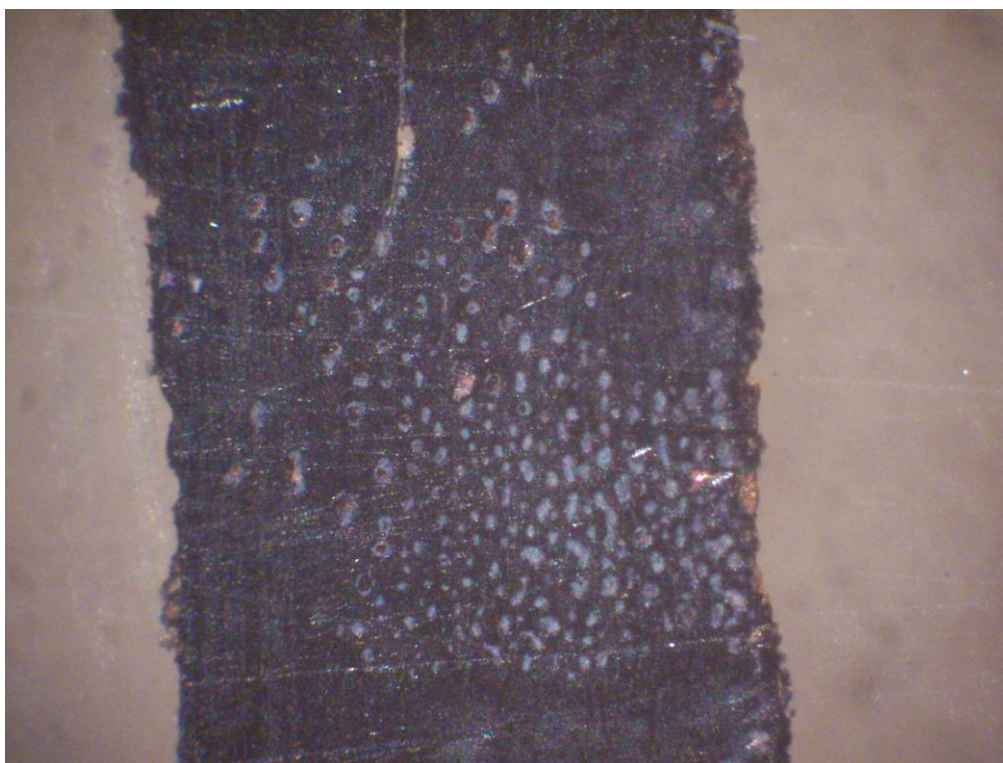
20. ábra



1. SMD pad 5X nagyítás



1. Alkoholos filc fedési probléma



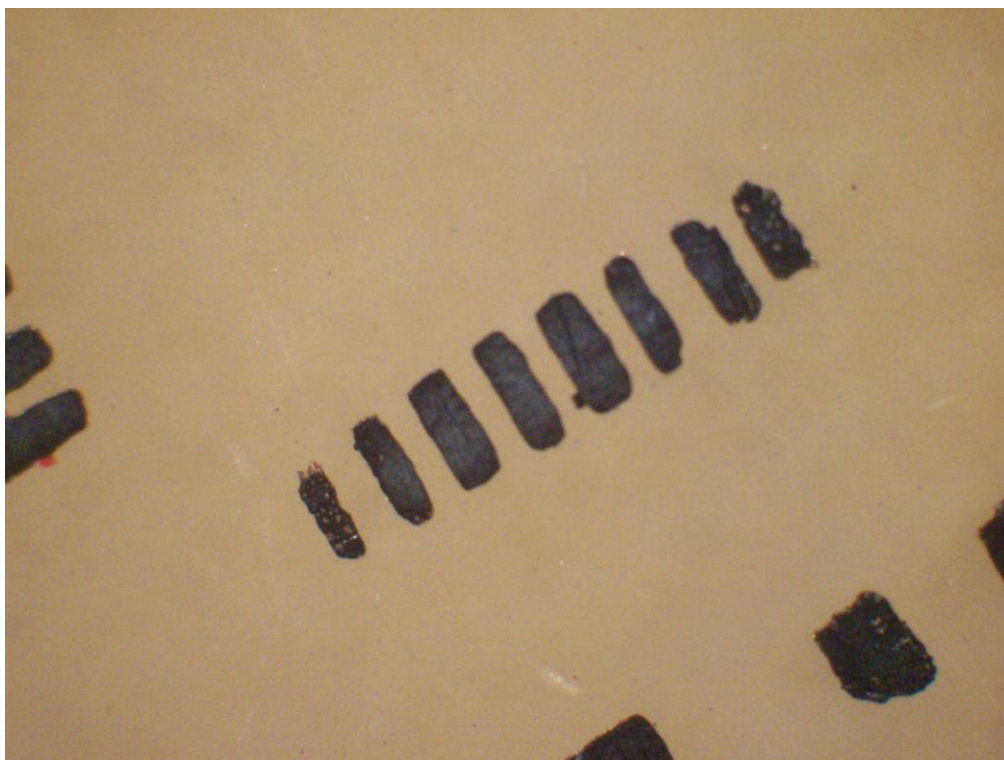
1. Vasalás fedés probléma

22. ábra



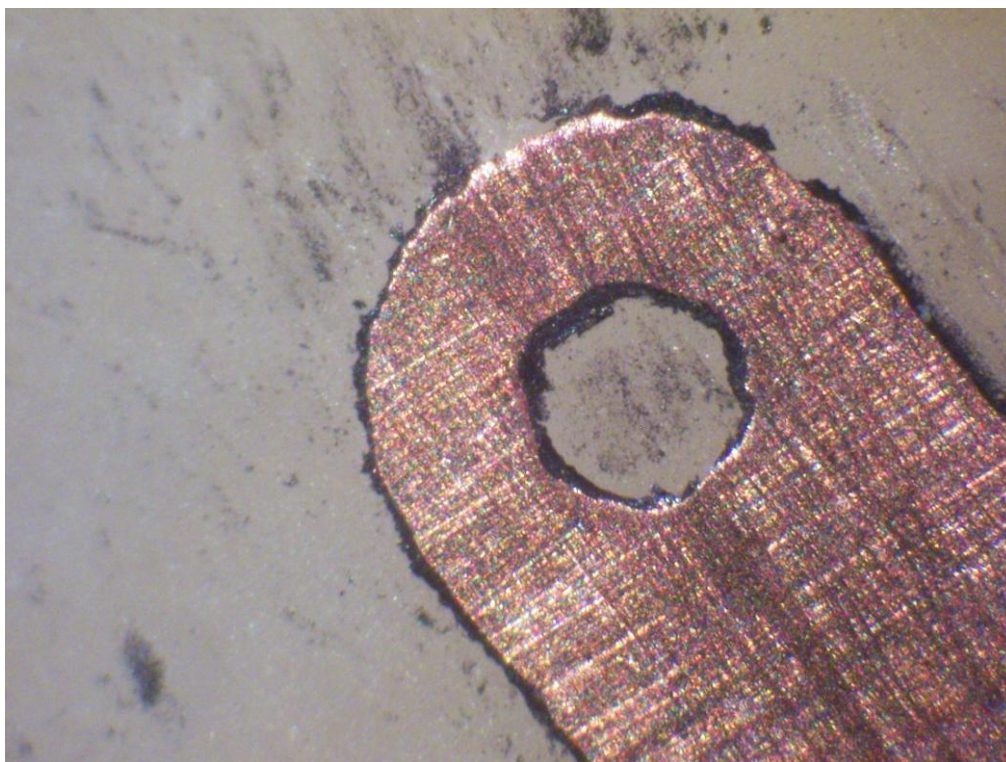
1. KLÁRA fedés

23. ábra



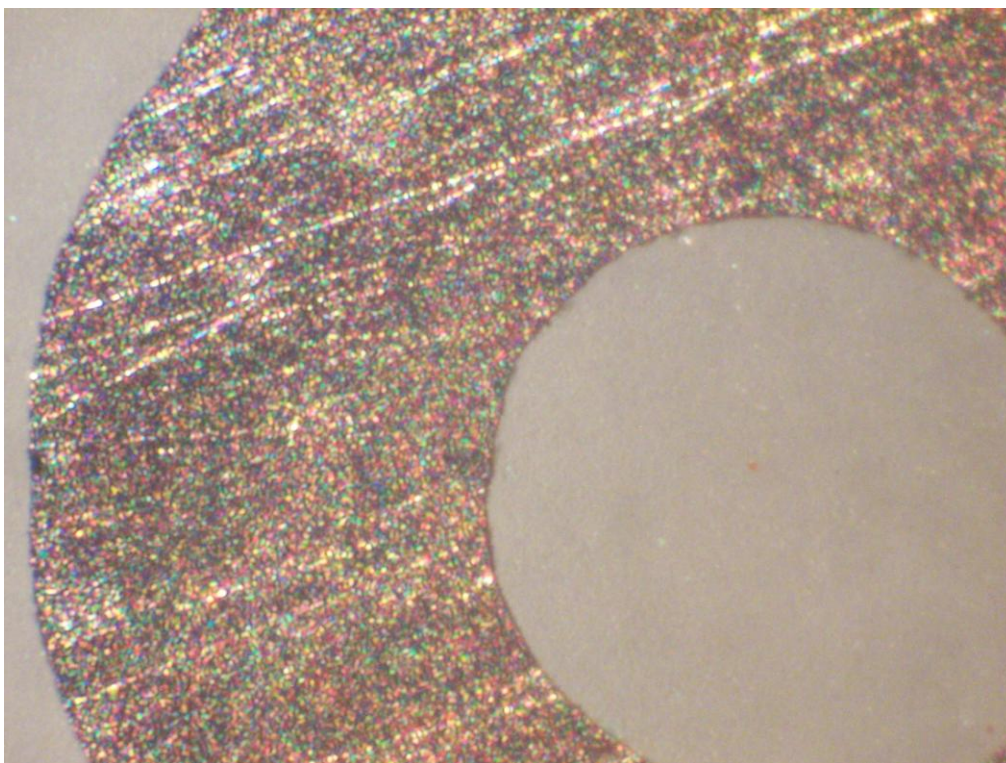
1. Fine pitch a nyomtatóval 10X nagyítás

24. ábra



1. Vasalt furat

25. ábra



1. Nyomtatott furat 15x nagyítás