

### 3. týždeň

**Šírka vodičov:** Šírka vodičov DPS má byť čo najmenšia, ale najmenej taká, aby zniesla predpokladané prúdové zaťaženie. Presnosť šírky vodičov závisí na použitom výrobnom postupe, spôsobe pokovenia a kvalite leptania. Minimálna prípustná hranica šírky plošných vodičov závisí od hrúbky plátovanej medenej fólie:

- min. 0,10 mm pri hrúbke medenej fólie 17,5  $\mu\text{m}$ ,
- min. 0,15 mm pri hrúbke medenej fólie 35  $\mu\text{m}$ ,
- min. 0,20 mm pri hrúbke medenej fólie 70  $\mu\text{m}$ .

V súčasnosti sa u dosiek aplikovaných v SMT používajú vodiče so šírkou 0,2 mm. Plošné vodiče by pri spájaní so spájkovacími plochami nemali mať rovnakú hrúbku. Mohlo by dôjsť k zbytočnému hromadeniu spájky a následne k ohybu dosky a prasknutiu vodiča. Tab. 5 udáva orientačné stanovenie prúdovej zaťažiteľnosti plošných vodičov materiálu FR – 4 v závislosti na šírke plochých vodičov a hrúbke medených fólií.

**Tab. 5 Orientačné stanovenie prúdovej zaťažiteľnosti plošných vodičov**

Šírka vodiča [mm]	Fólia (h = 17,5 $\mu\text{m}$ )			Fólia (h = 35 $\mu\text{m}$ )			Fólia (h = 70 $\mu\text{m}$ )		
	Prierez [mm <sup>2</sup> ]	Odpor [m $\Omega$ /cm]	Prúd [A]	Prierez [mm <sup>2</sup> ]	Odpor [m $\Omega$ /cm]	Prúd [A]	Prierez [mm <sup>2</sup> ]	Odpor [m $\Omega$ /cm]	Prúd [A]
0,125	0,0022	78,2	0,12	0,0044	39,1	0,31	0,0088	19,7	0,5
0,25	0,0044	39,1	0,23	0,0088	19,7	0,56	0,0175	9,8	0,9
0,50	0,0087	19,7	0,46	0,0175	9,8	1,27	0,0350	4,9	2,0
1,00	0,0175	9,8	0,91	0,0350	4,9	1,74	0,07	2,5	2,8
1,50	0,0262	6,6	1,37	0,053	3,3	2,42	0,105	1,6	3,9
2,00	0,0350	4,9	1,82	0,07	2,5	3,00	0,14	1,2	4,8
3,00	0,0525	3,3	2,73	0,105	1,6	4,09	0,21	0,82	6,5
4,00	0,07	2,5	3,64	0,14	1,2	5,07	0,28	0,61	8,1
5,00	0,0875	1,9	4,55	0,175	0,98	6,30	0,35	0,49	10,0
6,00	0,105	1,6	5,46	0,21	0,82	6,77	0,42	0,41	10,8

**Izolačná medzera** je priestor medzi hranami susedných vodičov v jednej vrstve DPS. Medzera medzi vodičmi musí odpovedať požiadavkám na elektrickú pevnosť a musí uľahčovať používanie výrobku. Šírka medzery je obmedzovaná hlavne elektrickou pevnosťou pri použitom napätí (pri zvážení jeho kolísania). Medzera medzi vodičmi opäť závisí od hrúbky plátovanej medenej fólie:

- min. 0,10 mm pri hrúbke medenej fólie 17,5  $\mu\text{m}$ ,
- min. 0,15 mm pri hrúbke medenej fólie 35  $\mu\text{m}$ ,
- min. 0,20 mm pri hrúbke medenej fólie 70  $\mu\text{m}$ .

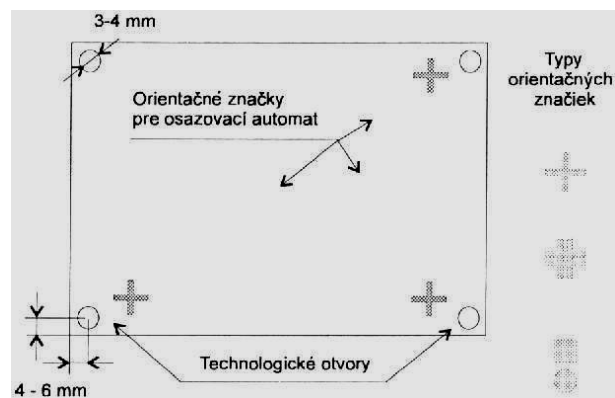
Orientačné hodnoty minimálnych vzdialeností medzi plochými vodičmi udáva tab. 6:

**Tab. 6 Orientačné hodnoty minimálnych vzdialeností medzi plochými vodičmi**

Napätie medzi vodičmi [V]	Minimálna vzdialenosť vodičov [mm]
0 - 150	0,7
151 - 300	1,3
301 - 500	2,5
Nad 500	0,005 na každý volt

## 2 Príprava hrubých prírezov

DPS sú uložené vo vodorovnej polohe a roztriedené podľa hrúbky. Po výbere DPS sa na rozmeriavacom stole doska rozmeria a na padacích nožniciach sa postrihá. Strihajú sa tzv. hrubé prírezy t.j. DPS je po obvode zväčšená o technologický okraj, ktorý je nevyhnutný pre spracovanie dosky. Technologický okraj obsahuje technologické otvory používané pre osadzovací automat, pre vnútroobvodový testovací systém a pre zariadenie na nanášanie spájkovacej pasty sieťotlačou. Do technologického okraja dosky sa na značkovacom stroji označí typ DPS (Obr. 8). Do tohto technologického kroku patrí rozmeriavanie základného materiálu, jeho strihanie a výrobné označenie dosky.

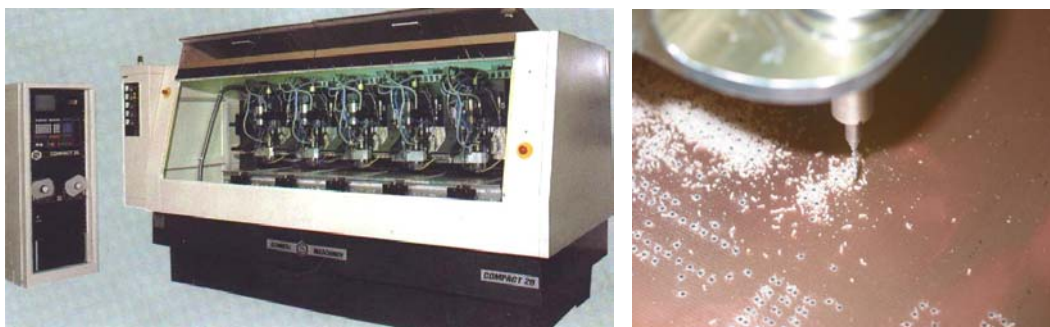


**Obr. 8 Technologický okraj DPS**

## 3 Vŕtanie otvorov

Otvory určené na pokovovanie sa vŕtajú vrtákom, ktorého priemer je o 0,1 mm väčší než požadovaná nominálna hodnota otvoru. Táto operácia je jednou z tých, ktoré rozhodujú o kvalite plošného spoja. Optimálne vyvŕtaný otvor má mať vnútorné steny rovnomerné, hladké, bez známok delaminácie materiálu a okraj otvoru v medenej fólii má byť bez otrepov. Pre zabezpečenie optimálneho vŕtania musíme použiť vhodnú vŕtačku, vhodný vrták a vhodnú reznú rýchlosť. Všeobecne platí, že čím menšie množstvo tepla vzniká pri vŕtaní, tým je kvalita vŕtania lepšia. Vrtáky používané pre vŕtanie DPS sú pomerne drahé, pretože sú na báze tvrdokovov a možno nimi v závislosti na kvalite vyvŕtať asi 4500 otvorov. Potom sa musia naostriť. Pred vŕtaním sa dosky zložia do súboru, ktorého skladba je daná veľkosťou série a typom použitej vŕtačky. Pri tom je potrebné dávať pozor na správnu orientáciu vrstvy medenej fólie.

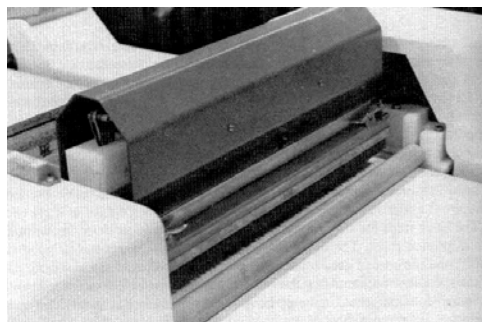
Podľa veľkosti výrobnéj série sa vŕta buď na ručných vŕtačkách alebo na programovo riadených vŕtačkách (Obr. 9). Ručné vŕtačky poznáme jednovretenové typu napr. UNI DRILL, na ktorých sa vŕta zospodu alebo štvorvretenové typu napr. QUAD DRILL, kde sa vŕta zhora. Programovateľná vŕtačka typu CNC (Computer Number Control – číslicovo riadená) umožňuje vŕtať veľké počty dosiek rovnakého typu. Táto vŕtačka vŕta zhora. Po vŕtaní ručnou vŕtačkou je nevyhnutná kontrola úplnosti vŕtania, pretože nevyvŕtaný otvor je nutné vŕtať dodatočne, čo predražuje výrobu. **Vŕtací predpis**, ktorý slúži na ovládanie CNC vŕtačky, obsahuje údaje o polohách otvorov, priemeroch nástrojov, druhu DPS, offsete, príreze a pod.. Údaje vŕtacieho predpisu sú spravidla generované CAD systémami a majú najrôznejšie formáty, vo všeobecnosti typu Aritma, Excellon, Merona, Sieb-Mayer, Vero, Micronic. Údaje vŕtacieho predpisu bývajú generované v palcovej alebo metrickej sústave, s absolútnym alebo inkrementálnym spôsobom zadávania súradníc otvorov.



Obr. 9 CNC vŕtačka

#### 4 Čistenie povrchu medenej fólie

Pri čistení povrchu medenej fólie sa odstraňuje povrchová oxidácia medenej fólie, otrepy po vŕtaní a strihaní. Čistenie sa robí pomocou kefového stroja za mokra (Obr. 10). Pred kefovaním sa povrch odmasťuje vo vhodnom rozpúšťadle (chlórovaný alebo fluórovaný uhlíkovodík).



Obr. 10 Kefový stroj

## 5 Pokovovanie

Pokovovanie patrí v elektronike medzi najrozšírenejšie a tiež najdôležitejšie aditívne procesy. Pokovovacie procesy sa delia na: bezprúdové, elektrolytické.

### a) Bezprúdové pokovovanie

Požiadavka pokovovania otvorov vznikla s rozvojom i obojstranných a viacvrstvových DPS. Úlohou bezprúdového pokovenia je zväčša naniesť dostatočne silnú a priľnavú vrstvu kovu na izolant a vytvoriť tak dobré podmienky pre narastanie kovovej vrstvy následným elektrolytickým pokovením. Presne tak je tomu práve u plošných spojov s pokovenými otvormi.

### b) Elektrolytické pokovovanie

**Med'**: Medzi najčastejšie pokovenia v elektronike patrí elektrolytické pokovenie medi najmä u DPS. Elektrolytická vrstva medzi sa nanáša na tenkú bezprúdovo - nanesenú vrstvu v oblasti pokovených otvorov a na miestach nepokrytých rezistom. Častejším je proces pokovenia obrazcov (pattern plating). Elektrolytické pokovenie by nevykazovalo požadované vlastnosti bez množstva vedľajších operácií. Vhodné pokovovacie roztoky obsahujú asi 75 g/l síranu meďnatého a 100 ml kyseliny sírovej, aditíva, ktoré zjemňujú zrno a stopové množstvo chlóru, pričom sa používa prúdová hustota  $1 - 4 \text{ A/dm}^2$ .

**Sn a SnPb**: SnPb sa donedávna používala ako zlúčenina pre kovový rezist na DPS. Táto zlúčenina sa vylučovala z kyseliny fluoroboritej alebo kyseliny solfónovej. Takýto roztok dáva dostatočnú záruku kvalitnej vrstvy 63% Sn a 37% Pb, ktorá sa okrem odolnosti vyznačuje dobrou schopnosťou ďalšieho pretavenia. S nástupom technológie SMT sa však použitie tejto zlúčeniny obmedzuje a nahrádza ju čistý cín o hrúbke 2 až 3  $\mu\text{m}$ . Táto vrstva pôsobí ako leptuvzdorný rezist, ktorý sa po leptaní stripuje až na čistú meď. V prípade požiadavky spájkovacej vrstvy sa táto nanáša separátne.

**Ďalšie kovy**: **Nikel** sa používa ako podkladová vrstva k pokoveniu napr. zlatom, napr. pre priame konektory a tiež pod vrstvy SnPb. Spájkovateľnosť niklu je nevyhovujúca a pre umožnenie zmáčania spájkou by museli byť použité silné aktívne tavidlá so všetkými nepriaznivými účinkami. **Cín – nikel** sa používa ako podkladová vrstva pre pokovenie zlatom alebo SnPb na vodičoch a v pokovených otvoroch plošných spojoch. Tieto vrstvy sú lepšie spájkovateľné než čistý cín, ale sú extrémne krehké. **Paládium – nikel** je viac ohybný a už vrstva 0,5  $\mu\text{m}$  býva dostatočne homogénna, aby dokázala chrániť pred leptadlom. To je atraktívna vlastnosť, avšak previsy po leptaní a ich odstraňovanie sú problémom. **Zlato** sa používa občas ako spájkovateľná vrstva, ale jeho cena je vysoká a pri vyšších vrstvách je nebezpečie praskanie tejto

krehkej vrstvy. Zlato sa používa ako kontaktná povrchová úprava, napr. pre priame konektory alebo na kontaktné plošky čipov. V tenkých vrstvách býva zlato porézne, čo môže ovplyvniť spoľahlivosť spoja predovšetkým v agresívnych atmosférach. **Striebro** je síce veľmi dobrým vodičom a dobre sa vytvárajú aj jeho vrstvy, ale používa sa zriedka z troch hlavných dôvodov. Donedávna sa čisté striebro nanášalo z roztoku alkalického kyanidu strieborného, ktorý je nielen toxický, ale je aj agresívny k organickým materiálom ako sú fotorezisty. Strieborné vrstvy rýchle a silne oxidujú zvlášť v agresívnych prostrediach. Tretím dôležitým dôvodom je migračná schopnosť striebra za pôsobenia jednosmerného potenciálu a vlhkosti. Preto je využitie striebra zväčša obmedzené len na podkladové vrstvy.

### **Ručné elektrolytické pokovovanie:**

Ručné elektrolytické pokovovanie sa používa pre lokálne nanášanie vrstiev alebo pre lokálne opravy. Metóda spočíva v pripojení štetca alebo tampónu, namočeného do elektrolytu na anódu, ktorá je zvyčajne inertná (uhlík alebo titán) a dotyku miest, ktoré majú byť pokovené a sú pripojené na katódu. Pre tieto pokovenia sa používa obvykle zlato, meď (tiež pre pokovenie priamych konektorov) alebo nikel. Proces obvykle prebieha pri normálnej teplote a pri vysokých prúdových hodnotách.

### ***Pokovenie otvorov***

Pokovovanie otvorov zahŕňa aktiváciu povrchu, chemické pokovenie a galvanické zosilnenie medi v otvoroch:

#### **1. Aktivácia povrchu DPS zahŕňa procesy:**

- alkalické odmastenie povrchu a oplach po odmastení,
- mikrozaleptanie (morenie) v roztoku  $H_2SO_4$ ,  $H_2O_2$  a stabilizátora používaného pre očistenie povrchu,
- mierne, rovnomerné zdrsnenie medi a oplach po zaleptaní,
- zvýšenie hustoty aktivačných centier v komplexe  $H_2SO_4$  a stabilizátora (bez oplachu),
- aktivácia povrchu s cieľom tvorby aktivačných centier v alkalickom roztoku Pd v organickom komplexe, kde aktivované centrá katalyzujú nasledovné vylučovanie chemickej medi,
- redukcia Pd z organickej molekuly a jeho fixácia na povrchu DPS, ktorou sa vytvára sieť centier, katalyzovaných vylučovaním chemickej medi.

#### **2. Chemické pokovenie (medenie) stien otvorov v hrúbke 1 $\mu m$ , ktoré sa uskutočňuje vylúčením medi z alkalického a organického komplexu medi.**

#### **3. Galvanické zosilnenie vrstvy medi v otvoroch na hrúbku 5 - 8 $\mu m$ .**

## 6 Maskovanie motívov sieťotlačou

Organické a kovové masky sa používajú na maskovanie motívov DPS. Sieťotlačou sa nanášajú organické a kovové masky, ak šírka vodičov a izolačných medzier je väčšia ako 0,3 mm a počet vyrábaných kusov väčší ako 100.

Do tohto technologického kroku patrí:

- výroba sieťotlačových šablón ( napínanie sieťok do rámov, ovrstvovanie svetlocitlivou vrstvou, expozícia, vyvolanie motívu, odvrstvovanie sieťok ),
- výroba masky odolnej voči leptaniu sieťotlačou (tlačí sa pozitívny motív farbou pre kyslé alebo zásadité leptanie),
- kontrola a retuš masky.

Sieťotlačou sa nanáša snímateľná nespájkovacia maska (Obr. 11), ktorá sa používa na ochranu špecifických oblastí DPS v priebehu spájkovania (napr. zakrytie uhlíkových vrstiev,...).

- **Mokrú nespájkovacia maska**, ktorá má vysokú kryciu schopnosť a je výhodná pre väčšie série DPS, pretože pri malých sériách vystupujú do popredia náklady na zhotovenie sieťotlačovej sieťky.
- **Mokrú svetlocitlivá maska**, ktorá má schopnosť zvýšiť klimatickú odolnosť dosiek a zlepšiť dielektrické parametre DPS. Táto maska je výhodná pre väčšie série DPS, pričom sa používa hlavne pre DPS s vyššou hustotou montáže a pre povrchovú montáž súčiastok.
- **Organická vrstva OSP (*Organic Solderability Preservative*)**, ktorá sa používa na vytvorenie vynikajúceho tepelného odporu a zamedzeniu redukcii spájkovateľnosti počas SMT. Táto vrstva sa často používa ako náhrada HAL-u.
- **Spájkovacia pasta na báze SnPb**, ktorá sa používa ako kovová povrchová ochrana za účelom zachovania spájkovateľnosti, resp. zvýšenia zmačavosti povrchu. Vrstva sa musí pretavovať. Účelom spájkovacej masky je obmedziť spájkú na oblasť spoja na DPS.

## 7 Maskovanie a expozícia motívov zo svetlocitlivých vrstiev

Maskovanie motívov prostredníctvom svetlocitlivých materiálov sa robí u jedno a obojstranných DPS. Existuje niekoľko spôsobov maskovania motívov fotocestou:

- Ovrstvovanie DPS tekutým **pozitívnym fotorezistom** sa robí nanášaním svetlocitlivej vrstvy v zariadení pre nanášanie s hrúbkou cca 0,2 mm. Súčasťou zariadenia je infratunel, v ktorom sa DPS sušia. Pred týmto postupom sa kontroluje čistota povrchu DPS.
- **Mokrú svetlocitlivá maska** je nanášaná na DPS pomocou sieťotlače.
- Ovrstvovanie DPS **suchým fotorezistom** (*suchá nespájkovacia maska*) prebieha pomocou vákuového laminátora.



**Obr. 11 a) Laminátor pre nanášanie suchej nespájkovacej masky  
b) Schéma zariadenia pre exponovanie ovrstvených DPS (vákuový rám )**

DPS zamaskované svetlocitlivou vrstvou materiálu nesmú byť osvetlené denným svetlom a mali by byť v prostredí s relatívnou vlhkosťou nad 45 %. Po maskovaní nasleduje **expozícia ovrstvenej dosky** cez motív, pri ktorej sa definuje tvar vzoru. DPS sa exponuje v expozičnom zariadení tak, že na každú dosku sa položí pracovná matrica, ktorá sa uloží na vákuový rám. Pred tým sa stanoví optimálna expozičná doba, ktorou sa exponuje motív plošného spoja. Čas expozície musí byť dostatočne dlhý na to, aby došlo k úplnému preniknutiu UV žiarenia cez celú hrúbku vrstvy. Optimálny čas expozície býva v závislosti od hrúbky svetlocitlivého materiálu od 25 do 100 sekúnd. Používa sa UV žiarenie cez negatívnu masku (osvetlené časti zostanú na podložke) alebo cez pozitívnu masku (Obr. 11).

**Vyvolávanie** sa robí v kontinuálnych vyvolávacích zariadeniach prevažne vývojkou na báze 0,35 N roztoku NaOH. Doba vyvolávania sa stanovuje experimentálne a nastavuje sa rýchlosťou priechodu dosky vyvolávacou zónou. Po vyvolaní a usušení dosky sa kontroluje kvalita masky vytvorenej fotorezistom v žltom svetle. Ako vývojka sa používa tiež 1 % roztok  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Po vyvolaní sa musí DPS opláchnuť deionizovanou vodou. V obvode medzi prepojeniami by mohla zostať vývojka, ktorá by mohla spôsobiť pri ďalších procesoch, ako sú kontaktovanie alebo spájkovanie nežiaduce efekty.

## **8 Leptanie**

Leptanie motívov nezakrytej medenej fólie sa robí v zariadení na kontinuálne leptanie.

### ***Leptadlá a mechanizmus leptania***

Úlohou leptacích prostriedkov je rýchlo a dokonale rozpúšťať leptaný kov, avšak požiadavkou je aj ich ľahká odstrániteľnosť zo základného materiálu DPS, minimálne podleptávanie spojov, ľahká regenerácia, maximálna leptacia kapacita a jednoduché zneškodnenie oplachov. Tab. 7 udáva typy leptadiel používané pri subtraktívnom spôsobe výroby DPS.

**Tab. 7 Typy leptadiel používaných pri výrobe DPS**

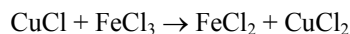
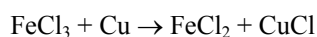
Leptadlá		
kyslé		alkalické
$\text{FeCl}_3$ $\text{FeCl}_3 + 2-3\% \text{HCl}$ , $\text{FeCl}_3 + 2-3\% \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{CuCl}_2$ $\text{CuCl}_2 + \text{HCl}$ , $\text{CuCl}_2 + \text{NaCl}$ $(\text{NH}_4)_2 \text{S}_2\text{O}_8 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $(\text{NH}_4)_2 \text{S}_2\text{O}_8$	$\text{NaClO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ $\text{NaClO}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$

***Leptadlá aplikované pri použití organickej masky***

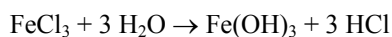
**1. Chlorid železitý  $\text{FeCl}_3$**

Pri použití organickej masky sa pri bežných aj náročných aplikáciách často používa chlorid železitý  $\text{FeCl}_3$ .  $\text{FeCl}_3$  je kyslé leptadlo, ktoré sa používa v koncentrácii 400-500 g  $\text{FeCl}_3$  / l. Jeho prednosti sú: vysoká kapacita rozpúšťania medi (60-120 g / l), ľahká dostupnosť, nízka cena, vysoká leptacia rýchlosť bez nebezpečenstva podleptávania, nenáročnosť likvidácie odpadových vôd. Jeho nevýhodou je ťažká regenerácia, tvorba kalu a hydrolyza železitých solí.

**Mechanizmus leptania medi chloridom železitým  $\text{FeCl}_3$ :**



Pre potlačenie hydrolyzy sa do roztoku  $\text{FeCl}_3$  pridáva 10%  $\text{HCl}$ :

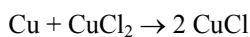


Pracovná teplota chemickej reakcie je 40-50°C a čas leptania 5 min.

**2. Chlorid meďnatý  $\text{CuCl}_2$**

Chlorid meďnatý  $\text{CuCl}_2$  je kyslé leptadlo, ktoré sa používa v koncentrácii 150-400 g  $\text{CuCl}_2$ /l, ktoré je ľahko regenerovateľné, má dobrú rýchlosť leptania a ľahkú dostupnosť. Jeho nevýhodou je malá leptacia kapacita (30-50 g Cu/l).

**Mechanizmus leptania medi chloridom meďnatým  $\text{CuCl}_2$ :**





Do roztoku chloridu meďnatého  $\text{CuCl}_2$  sa pridávajú  $\text{Cl}^-$  ióny vo forme  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , čo umožňuje tvorbu komplexu  $\text{CuCl}_3^{-2}$ , čím sa stabilizujú pomery leptania:



- **Leptadlá kovovej masky vylúčenej redukčne alebo galvanicky**

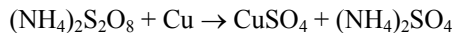
**Leptadlo na báze Cr:** ( $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ): Leptadlo sa používa pri aplikácii cínovej masky. Jeho nevýhodou je malá leptacia kapacita (50 g Cu / l), ekologická škodlivosť a vysoká cena.

**Mechanizmus leptania medi roztokom ( $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ):**



**Persulfát amónny ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ):** Leptadlo sa pri kovovej maske na báze Sn-Pb. Do  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  sa pridáva  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , pričom vzniká exotermická chemická reakcia, pri ktorej vzniká nebezpečenstvo podleptania spojov. Nevýhodou je malá leptacia kapacita (50 g Cu/l).

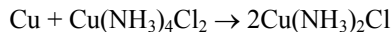
**Mechanizmus leptania :**



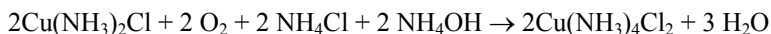
- **Univerzálne leptadlá (alkalické)**

Vo svete sa používajú alkalické leptadlá, ktoré majú vysokú výťažnosť rozpustenej medi, ľahkú regeneráciu a minimálne podleptávanie obrazca. Používajú sa pre organickú aj kovovú masku.

**Mechanizmus leptania v roztoku ( $\text{NaClO}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 4\text{NH}_4\text{OH}$ ):**



Regenerácia roztoku:



Je výhodné pracovať v uzavretom systéme regenerácie.

### ***9 Zmývanie organickej masky***

Zmývanie organickej masky sa robí 5% roztokom hydroxidu sodného v stripovacom zariadení. Po ňom sa aktivuje povrch medi 5% kyselinou chlorovodíkovou a robí sa oplach deionizovanou vodou.

### ***10 Tlač nespájkovacej masky a popis rozloženia súčiastok***

Tlač nespájkovacej masky sa robí, ak je požadovaná nespájková maska. Popis rozloženia súčiastok je aplikovaný na DPS pomocou sieťotlače. Medzi hlavné výhody servisnej potlače patrí výborná priľnavosť, tvrdosť, odolnosť proti poškrabaniu, tepelná odolnosť a odolnosť voči rozpúšťadlám. Popis je možné vyhotoviť buď ako jednofarebný, alebo viacfarebný, pričom je možné použiť nasledujúce farby: čierna, biela, červená, žltá.