Výroba plošných spojov fotocestou za použitia moderných materiálov a postupov.

Úvod
Výroba plošných spojov je nepostrádateľnou činnosťou, ktorú by mal človek kategórie "bastlič" zvládnuť. V odbornej literatúre aj na internete možno nájsť veľké množstvo rôznych návodov, viac či menej vydarených a s rôznou úrovňou zložitosti, náročnosti na vybavenie a s rôznou kvalitou výstupov.

Krátky historický exkurz
V rámci svojej praxe som vyskúšal veľa rôznych postupov (kreslenie acetónovou farbou trubičkovým perom, nažehľovanie tonera z laserovky, nažehľovanie cez modrú fóliu) až som nakoniec zakotvil pri fotoceste. Ale aj tu bola cesta porastená tŕním, prvé pokusy s cuprextitom s fotovrstvou z predajní Tesla boli dosť nešťastné (osvitka bolo slniečko), vyvolávalo sa klasicky hydroxidom, ale tá kvalita vrstvy bola rôzna a výsledok bol častokrát dielom náhody a nie snahy, pričom opakovateľnosť bola veľmi problematická.
Neskôr sa dostali do obehu kvalitnejšie pripravené dosky s nanesenou fotovrstvou (SOS, GME).

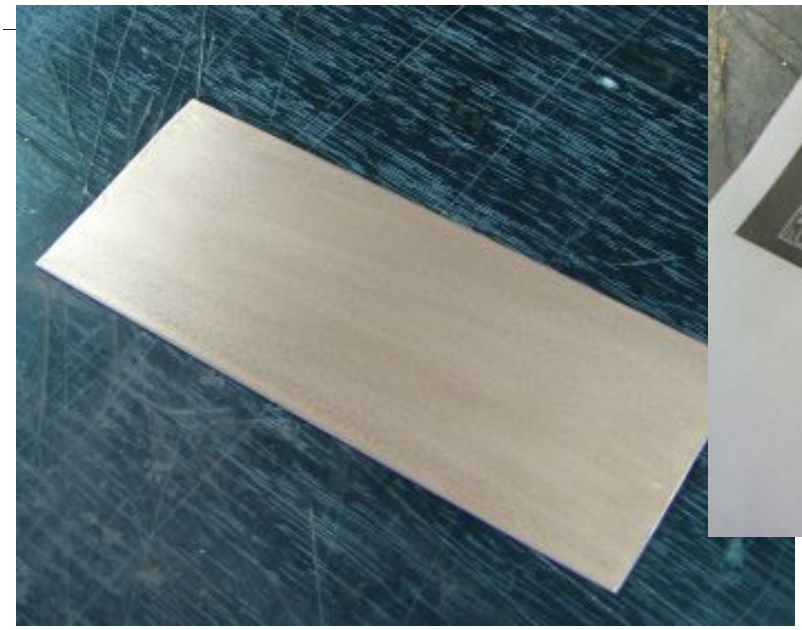
Aktuálny stav
S týmito sa už dá dosiahnuť ozaj dobrý výsledok, problém nastane vo chvíli, keď sa niečo nepodarí, ostane mám holá doska bez fotorezistu. Čiastočným riešením je nechvalne známy sprej Positiv20, torý som vyskúšal tiež, ale nebol som s ním spokojný - nanášanie je dosť problematické, prach vlezie všade tam, kam nemá, kvalita osvitu je veľmi závislá na hrúbke nanesenej fotovrstvy, na kvalite vysušenia a tuším závisí aj od aktuálneho dátumu - aspoň mne to tak občas pripadalo. Na malé dosky sa dá vcelku dobre použiť, ale na väčšie plošné spoje je prakticky použiteľný len ťažko, až vôbec nie.

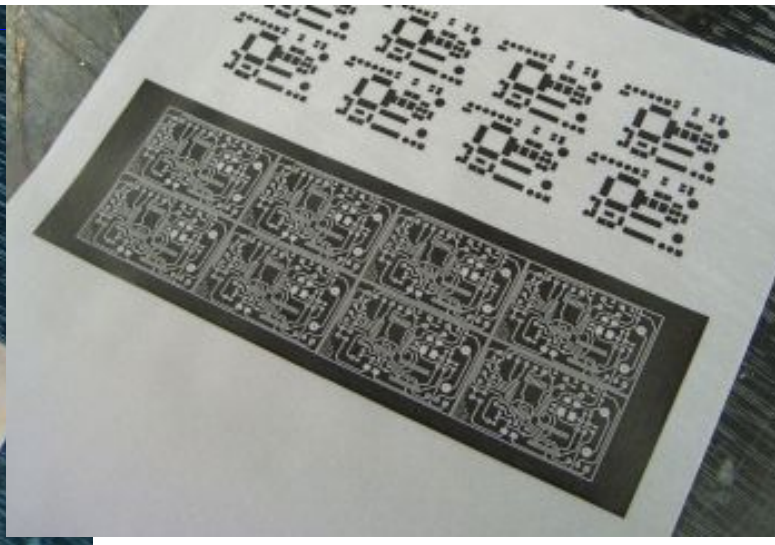
Nová inšpirácia
Dosť dlho som používal dosky s nanesenou fotovrstvou z produkcie SOS, ale ako som už písal, problém je čo s nepodarkami - začne sa vám na stole hromadiť cuprextit bez fotovrstvy. Preto som bol mimoriadne potešený, keď som objavil fotorezist vo fólii značky Riston od Dupont Chemicals, ktorý sa používa aj v poloprofi a profi sfére. Ide o fotorezist vo forme fólie (dodáva sa v rolkách rôznej šírky, dá sa kúpiť buď ako metráž, alebo vo forme archov formátu A4), ktorý sa na cuprextit nanáša laminovaním, následne sa osvitne UV svetlom, ako aj ostatné typy fotorezistov, vyvolá (na rozdiel od predtým uvedených fotorezistov sa nevyvoláva agresívnym hydroxidom sodným, ale neškodným uhličitanom sodným - teda sódou). Jediným rozdielom (a dosť podstatným), že tento rezist je negatívny - na rozdiel od skôr uvedených, ktoré sú pozitívne. To znamená, že u tohoto rezistu cestičky na predlohe musia byť priesvitné, UV svetlom sa rezist vytvrdzuje a je potom voči vývojke odolný.

Nespájkovateľná maska
Úplne nadšený som bol, keď som ako dvojičku k fotorezistu objavil aj nespájkovateľnú masku VACREL od toho istého výrobcu, ktorá sa spracováva veľmi podobne (a rovnakou chémiou). Popis, ktorý tu je rieši aj jej použitie, nech tie plošáky nejako aj vyzerajú.

Tak podme na to
Skúsime si popísať postup, ktorý mám už pomerne slušne zvládnutý - nie že by tu nebolo ešte čo vylepšovať, to nie, ale je to len vec praxe a skôr kozmetická, ako funkčná záležitosť.
Budeme potrebovať:
- laminovací fotorezist Dupont Riston
- laminovaciu nespájkovateľnú masku Dupont VACREL 8130 (ak ju máme v úmysle použiť)
- obyčajný kancelársky laminátor
- mäkkú filcovú stierku (v núdzi postačí papierová utierka)
- cuprextit
- brúsny papier zrnitosti 1200 - 2000
- prášok na nádoby (Toro a pod.)
- uhličitan sodný (dodáva sa spolu s fotorezistom, vývojka)
- riedidlo C6000 alebo lieh
- misky na vyvolávanie a leptanie
- staršiu zubnú kefku alebo malú mäkkú kefku
- obľúbené leptadlo (chlorid, HCl+H2O2, persulfát, alkalický leptací roztok, ...)
- predlohu vytlačenú na laserovej alebo atramentovej tlačiarni na pauzák alebo číru fóliu
- lepiacu pásku
- samozrejme osvitku, resp, zdroj UV žiarenia

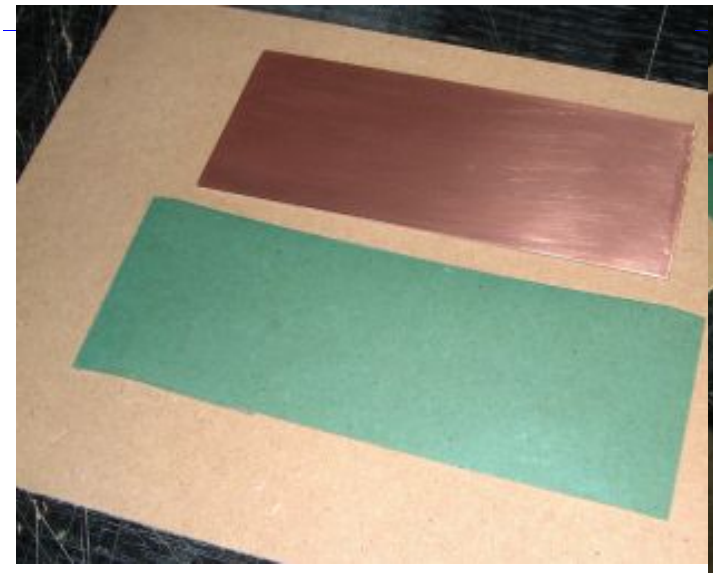
Celý postup si vysvetlíme na nasledujúcej sérii fotografií - povedia viac ako len holý popis.





Pripravíme si príslušný kus cuprextitu, samozrejme dosť veľký na to, aby sa naň vošiel budúci plošný spoj s prídavkom pre pohodlnú manipuláciu. Ak je v dobrom stave, tak ho len pekne očistíme práškom na nádoby (Toro a pod.), dobre opláchneme pod tečúcou vodou a vysušíme - očistenú medenú plochu už nechytáme prstami, aby sme ju neznečistili. Ak je meď silnejšie zaoxidovaná, môžeme ju najprv zľahka prebrúsiť brúsnym papierom zrnitosti 1200-2000 a následne očistiť práškom.

Pripravíme si predlohu pre plošný spoj, pozor, v negatívnej podobe a obrazec tlačíme zrkadlovo otočený. Ja tlačím na pauzák na laserovej tlačiarni, pre zvýšenie kontrastu takto vytlačený pauzák dám "naparit" acetónovými parami (do nádobky nalejeme na spodok troška riedidla, na vrch položíme kúskom skla - naparovať nechávam asi 15 minút, záleží od teploty. Toner sa v acetónových parách rozpustí, zleje a vytvorí peknú súvislú a krásne čiernu plochu. Údajne niektoré moderné tonery už túto schopnosť nemajú, čo je škoda, treba to vyskúšať).



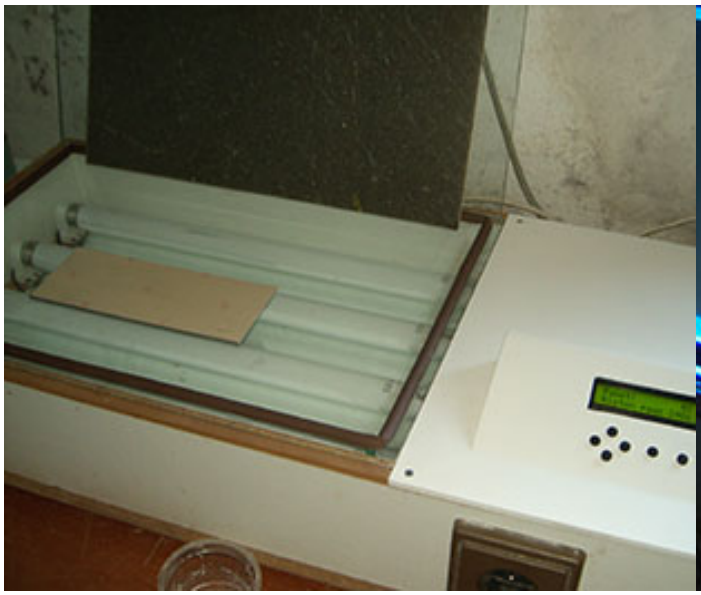
Odstrihneme si kus fotorezistu o niečo málo väčší, ako je cuprextit, za pomoci dvoch kúskov lepiacej pásky, ktoré prilepíme z oboch strán v rohu fólie oddelíme na kúsku kryciu fóliu (to je tá matná). Táto strana fotorezistu je po oddelení krycej fólie mierne lepivá. Okraj fotorezistu jemne prilepíme k okraju plošného spoja, postupne opatrne sťahujeme kryciu fóliu a zároveň filcovou stierkou alebo

Zapneme laminátor a necháme ho zohriať na pracovnú teplotu.

papierovou utierkou opatrne pritláčame rezist k cuprextitu. Pracujeme opatrne, nenechávame bublinky a musíme dávať pozor, aby sa nám fólia nepokrčila. Pri malých plošných spojoch to naozaj nie je problém, fóliu možno v pohode poodlepiť a prípadnú bublinku vyhnať, len musíme dávať pozor, aby sa nám pod ňu nedostali nečistoty, alebo aby sme fóliu nezalomili. Pri väčších plošných spojoch odporúčam použiť mokrú cestu - cuprextit dáme do vaničky s vodou, stiahneme z rezistu kryciu fóliu, položíme pod vodou na povrch cuprextitu a umiestnime na správne miesto. Vyberiem von na savú podložku a smerom od stredu k okrajom vytlačíme vodu stierkou alebo papierovou utierkou spod rezistu von, musíme ale pracovať opatrne, aby tam voda nezostala a aby sme prílišným tlakom nepoškodili rezist, aj keď ten znesie naozaj veľa.

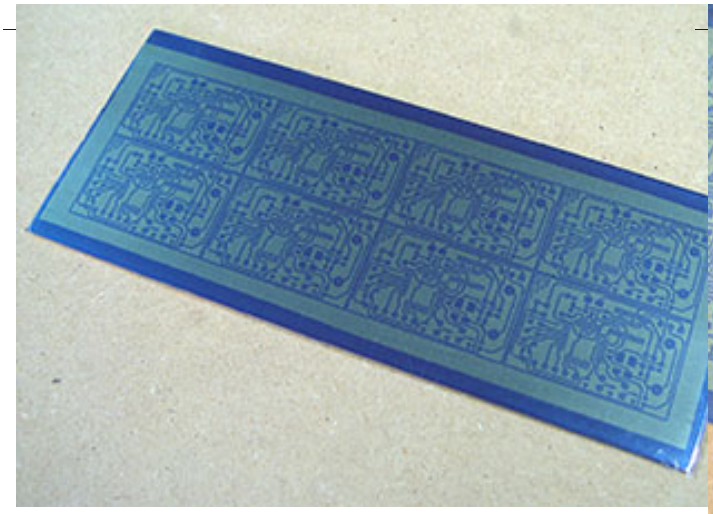
Keď máme rezist prilepený, otočíme dosku a popri okrajoch ostrým nástrojom orežeme prebytočný fotorezist, inak sa nám môže prilepiť v laminátore na valce a narobiť neplechu. Potom dosku 4-5x necháme prejsť laminátorom, ak je to možné, aj v pozdĺžnom, aj v priečnom smere. Výsledkom musí byť fotorezist dokonale prilepený na povrch medi bez bubliniek, bez nečistôt pod ním a bez viditeľných vád.

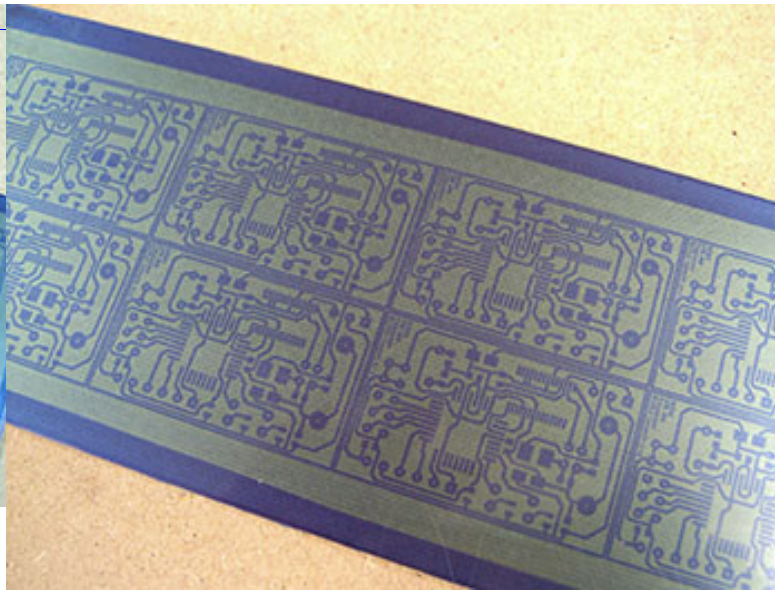
Necháme dosku vychladnúť, umiestnime na ňu predlohu (samozrejme tonerom dole, preto sme tlačili predlohu zrkadlovo otočenú, aby sme minimalizovali riziko podsvietenia) a prichytíme lepiacou páskou, aby sa nám predloha neposunula. Na tejto fotke zároveň vidno filcovú stierku, ktorú používam, kúpiť ju môžete u firiem, ktoré dodávajú materiál pre výrobu reklám.



Dosku s naneseným rezistom a prichytenou predlohou umiestnime do osvitky, ktorú máte k dispozícii. Dôležité je zabezpečiť, aby predloha čo najdokonalejšie priliehala k rezistu, či už zaťažením, svorkami, alebo váukovaním, ako to robím ja. Zabránime tým podsvieteniu, ktoré dokáže znehodnotiť výsledok našej práce.

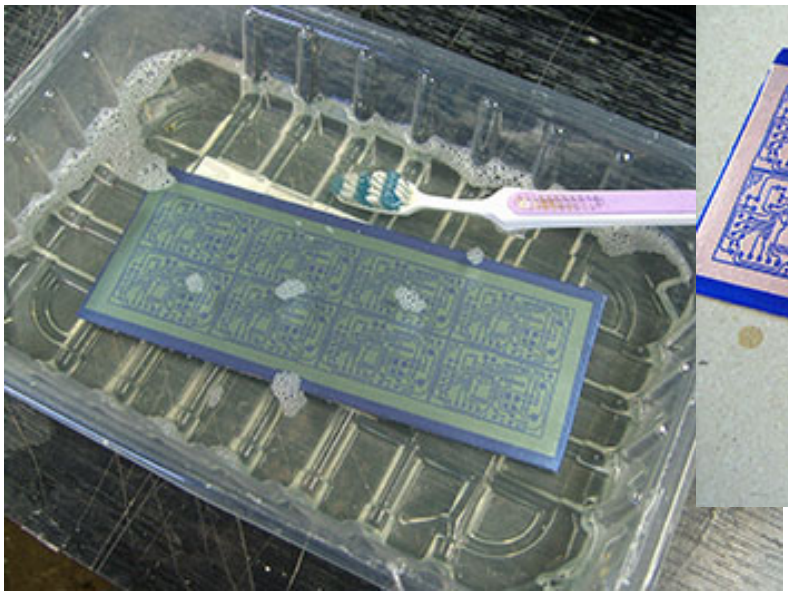
Zapneme osvit a počkáme. Optimálny osvitový čas si každý musí vyskúšať sám, závisí od intenzity UV žiarenia vášho zdroja, sýtosti a priepustnosti použitej predlohy. Ja som pri prvých testoch skúšal až 7 minút, postupne čas znižujem, už som na 60s a ešte stále sa dá ísť dole. Pri tomto negatívnom fotorezisteak preženiete osvit, tak to spoznáte tak, že doska sa ťažko a dlho vyvoláva a aj tak ostanú neodplavené miesta.

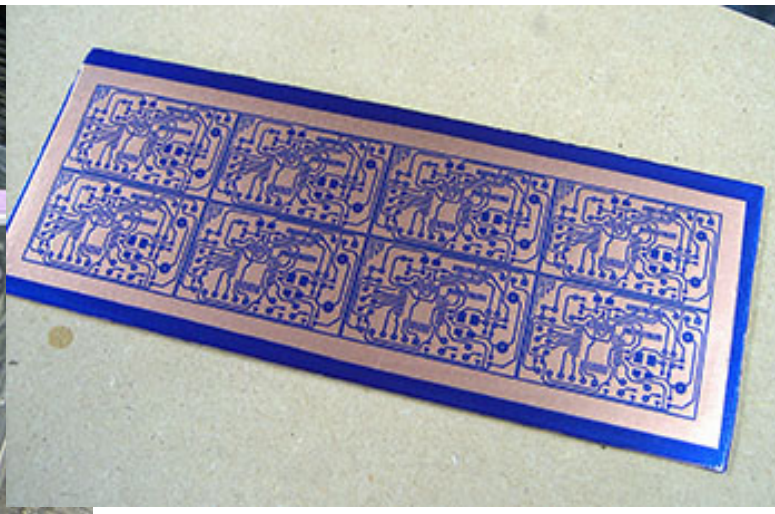




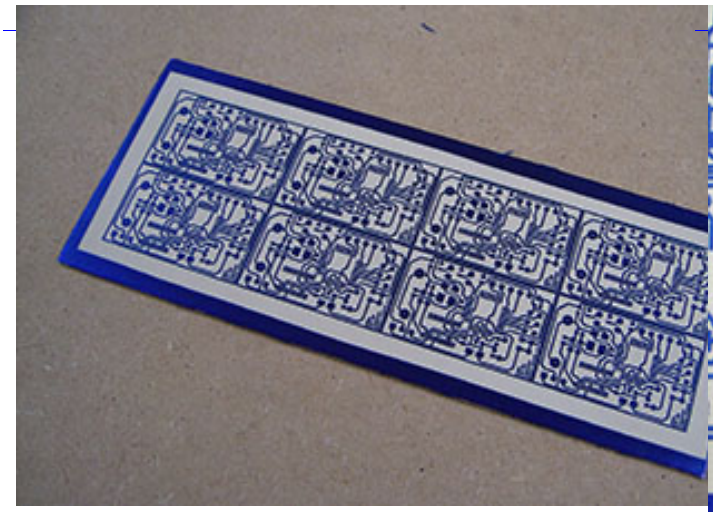
Po ukončení osvitu dáme dole z dosky predlohu, musí byť jasne viditeľná kresba budúceho plošného spoja.

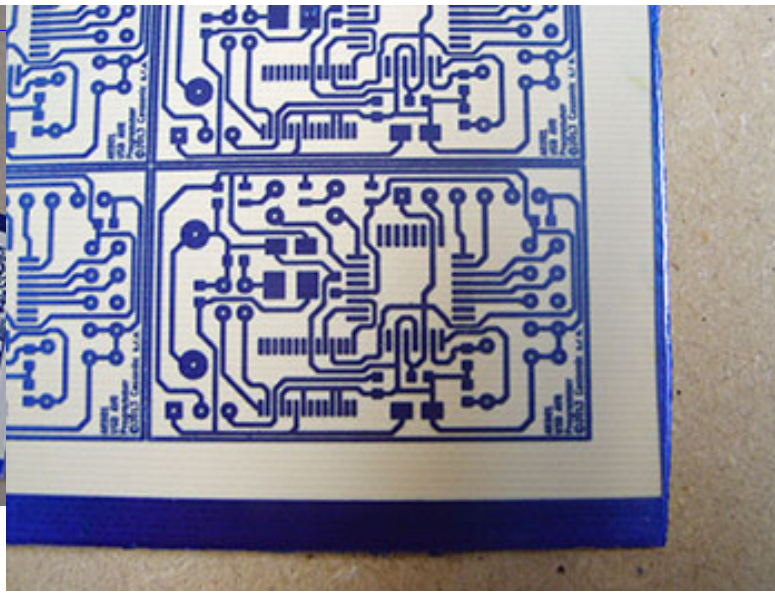
Teraz sa nám z vrchnej strany bude dať veľmi ľahúčko oddeliť vrchná krycia fólia (je lesklá), nenechajte ju tam, mali by ste problém s vyvolávaním





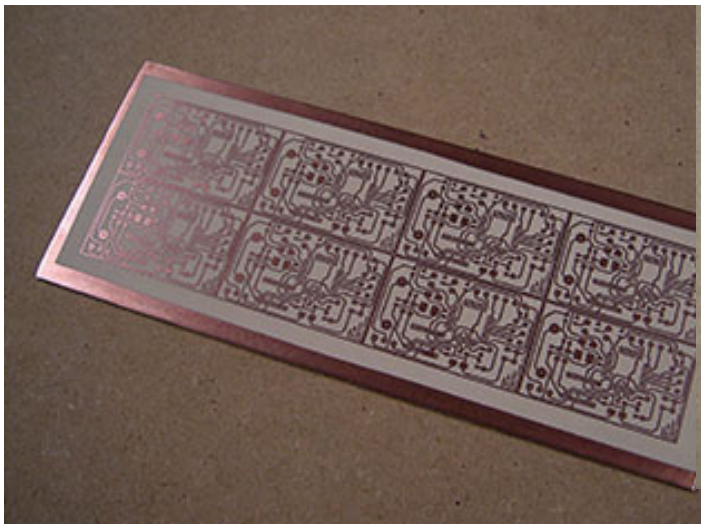
Osvitnutú dosku vyvoláme v 0,8% roztoku uhličitanu sodného. Vyvolávanie je ukončené, keď všetky svetlejšie miesta odplaví vývojka a ostane len motív, ktorý má jednoliatu tmavšiu farbu. Vývojka by mala mat teplotu okolo 30°C, dosku do nej ponoríme, necháme chvíľku postáť (1-2 minútky) a potom pomocou zubnej alebo inej mäkkej kefky pomáhame šúchaniu niekde ostanú napr. medzi cestičkami plôšky svetlého rezistu, tak sme Ak aj napriek dlhšiemu vyvolávaniu a šúchaním vyvolávať. Nebojte sa aj pritlačiť, exponovaný rezist tho preexponovali a buď urobíme celú procedúru znova, alebo vydrží neskutočne veľa. opatrne skalpelom urobíme nápravu.

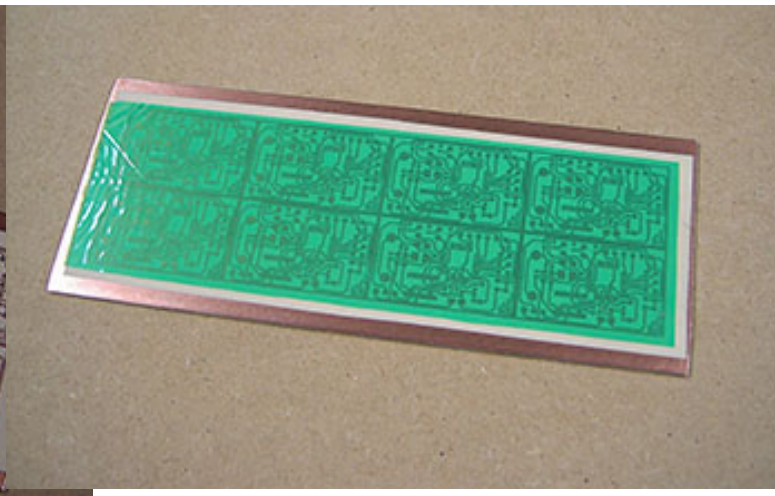




Vyleptáme v obľúbenom leptadle, rezist je odolný voči všetkým bežným leptacím roztokom, môžeme použiť chlorid železitý, HCl s peroxidom vodíka, amoniumpersulfát, alebo amónny medený komplex (o ňom si podrobnejšie povieme niekedy nabudúce)

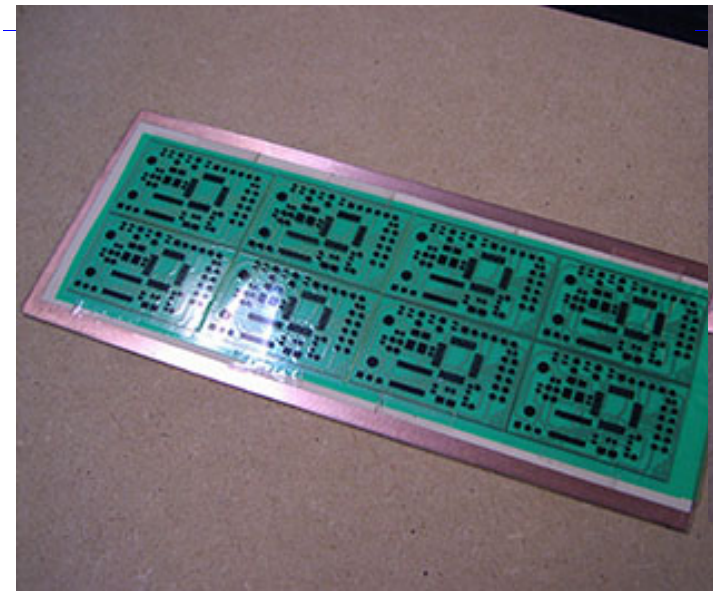
Ako vidíte na detailnom zábere, doska je takmer dokonalá...

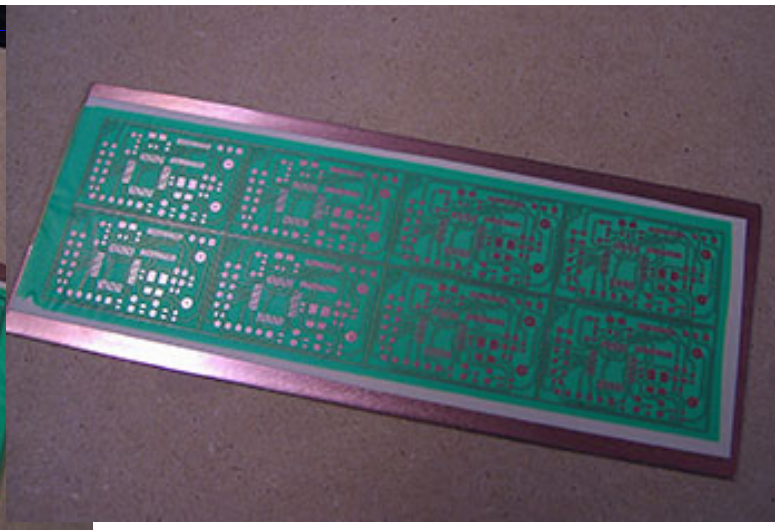




Teraz z dosky dáme dole už nepotrebný fotorezist - vložíme dosku do nádobky s riedidlom C6000 alebo liehom, počkáme pár minút a fotorezist pekne zlezie dole. Tí, ktorí nebudú robiť nespájkovateľnú masku vlastne na tomto kroku končia, stačí už len nejaká povrchová úprava (postriebrenie, alebo aspoň flux), môžete dosku odvŕtať a použiť. Ostatí pokračujú ďalej

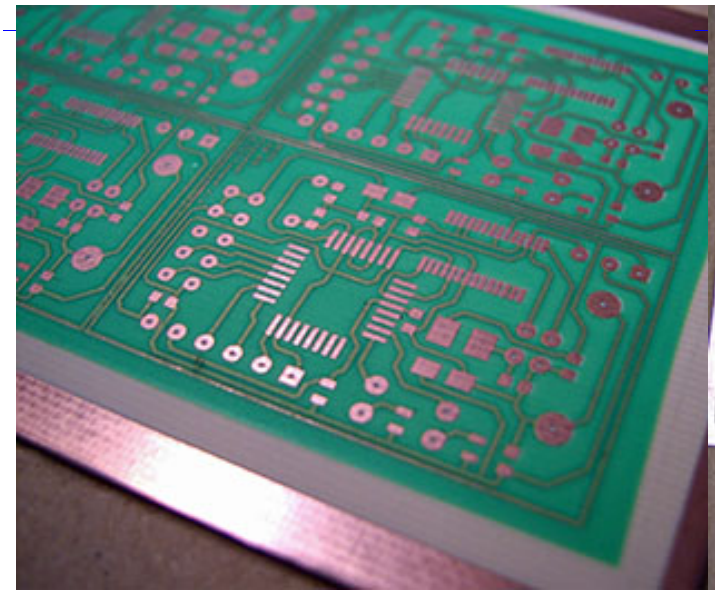
Odstrihneme si - podobne ako pri reziste - potrebnú veľkosť nespájkovateľnej masky VACREL, opäť stiahneme spodnú matnú kryciu fóliu - pozor, tu to ide podstatne horšie, ako pri reziste, niekedy je to riadna fuška. Nanášanie masky je troška komplikovanejšie - neuložíme ju na dosku hneď celú, prilepíme len okraj (aj to opatrne, aby sa maska nezrolovala), zapneme laminátor a kým ešte nie je úplne zohriaty strčíme dosku do laminátora, držíme masku mierne napnutú nad povrchom dosky, postupne oddeľujeme kryciu fóliu a laminátor postupne priamo pritláča masku k povrchu dosky. Výsledkom musí byť hladká, dokonale prilepená maska bez bubliniek, Môžete použiť aj mokrú cestu, tak ako pri reziste, ale treba dávať extrémne veľký pozor, aby vám tam nezostali zvyšky vody, nakoľko povrch dosky po vyleptaní už nie je hladký, má reliéf a všade, kde ostane vzduchová bublina alebo voda, maska nepriľne, neprilepí sa, a pri vyvolávaní sa odlepí a znehodnotí výsledok našej snahy. Ak sa vám to nepodarí, alebo nie ste spokojní s výsledkom, pred osvitom možno ešte stále masku dať dole podobne ako fotorezist (acetón, lieh) a operáciu opakovať. Ako vidno z fotky, mne sa ten koniec nie celkom podaril, takže som ho dal dole a opakoval nanesenie masky.

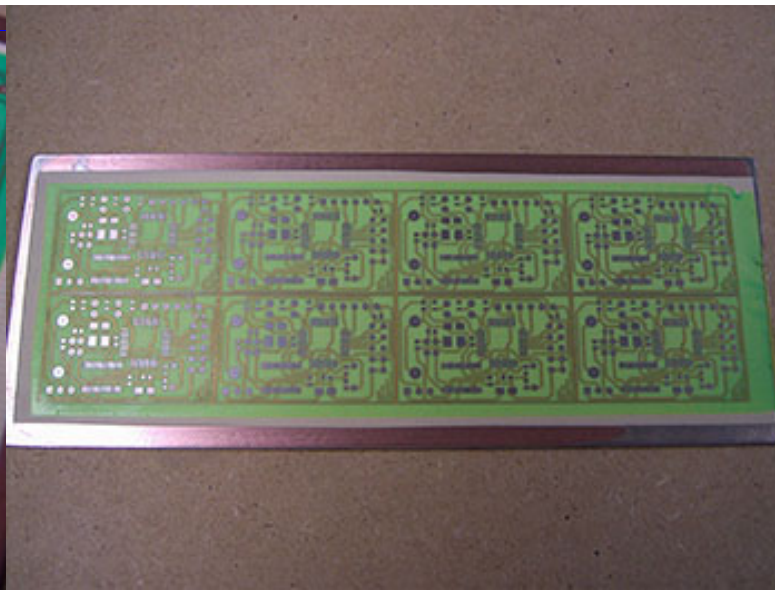




Umiestnime na dosku predlohu s maskou (používam číru fóliu, lepšie sa to pasuje na motív), a osvitneme podobne ako rezist. Po osvite nezabudnime opäť stiahnuť vrchnú lesklú kryciu fóliu z masky.

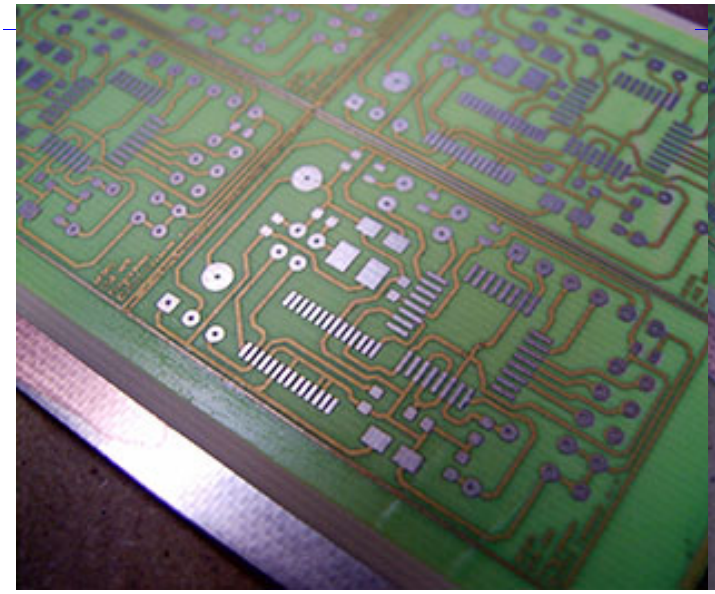
Vyvoláme v rovnakej vývojke ako rezist, taktiež si pomáhame kefkou. Ak sa nám z plošiek, na ktoré budeme neskôr pájkovať, neodplavila všetka maska, tak opäť platí, že sme to preexponovali, Tu si už ale veľmi nepomôžeme, naexponovaná maska je už pomerne odolná a dole z dosky pôjde len veľmi zle, takže jednoduchšie je opatrne mechanicky zoškrabať prípadné prebytočné plochy, ak je výsledkom katastrofa, tak radšej celú dosku nanovo. Chce to proste prax a možno sa vám na začiatok podarí pár dosiek zmršiť, odporúčam testovať na niečom menšom. Po vyvolaní musíme masku ešte vytvrdiť - najprv cca 15-30 minútovým osvitom UV svetlom, a na záver by sa maska mala piecť 1 hodinu v peci pri teplote 140-150°C. V núdzi možno použiť aj kuchynskú rúru (nastavte troška nižšiu teplotu, regulácia teploty v rúre nie je bohvie čo), treba potom ale dobre vyvetrať, pri pečení vzniká dosť nepríjemný smrádeček

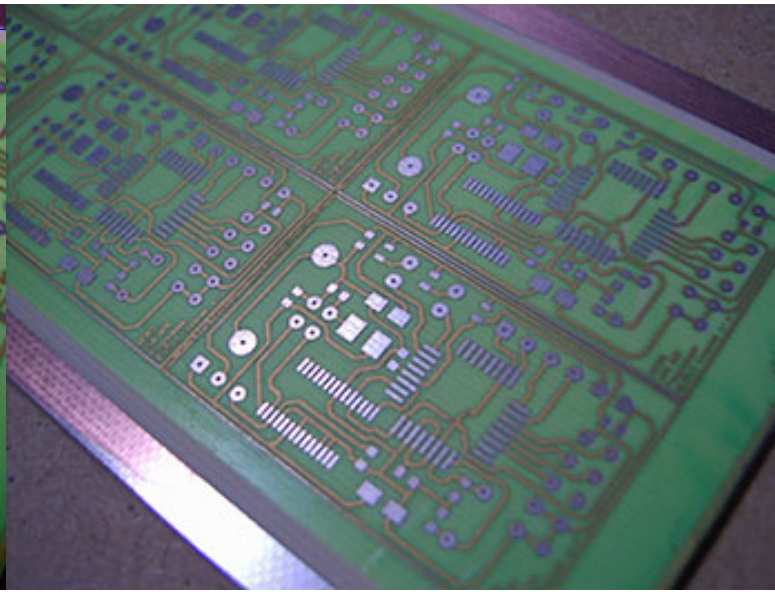




Detailný záber na masku, výsledok je takmer dokonalý.

Ja som dosku ešte postriebril, použil som komerčne dostupný postriebrovací roztok, ktorý sa dá kúpiť v GM Electronic, na záver som dosku ešte nastriekal fluxom v spreji.





A na záver ešte pár detailných záberov na pokochanie sa...

Dúfam, že som aspoň niekoho inšpiroval, postup to nie je náročný a výsledky sú viac ako dobré. Nabudúce si povieme niečo o postriebrovaní, podrobne si popíšeme spomenutý alkalický leptací roztok a vyriešime aj problém so smradom pri zapekaní masky.

A ako som bol v komentoch správne upozornený, patrí sa aj uviesť, kde sa dajú tieto mateiály kúpiť, čo sa týka masky, viem o jednom jedinom zdroji - webshop firmy DPSK, zdroje na fotorezist sú momentálne dva - DPSK a Emzet Robotics.