

7 Kvapalné látky vo výrobe a v praxi

7.1 Úvod

Zo všetkých chemikálií používaných v elektrotechnike a elektronike sa spotrebuje najviac vysoko čistá voda. Pre množstvo technologických postupov v praxi sa vyžaduje vysoko čistá voda s potlačeným obsahom koloidných nečistôt, rozpustených organických látok a nízkym obsahom mikroorganizmov. Preto bežná sterilizácia nie je postačujúca

Na druhom mieste v spotrebe sú nevodné odmasťovacie kvapaliny. Zavedením chlórovaných uhlíkov kleslo nebezpečenstvo vzniku požiarov, avšak zvýšilo sa zdravotné riziko. Vynikajúce vlastnosti vykazuje trichlórtfluóretán (TTE), ktorý má vynikajúce odmasťovacie vlastnosti a je zdravotne neškodný. Používa sa pri odstraňovaní tukových a olejových filmov z povrchov, čo sa často vykonáva záverečným umývaním v parách rozpúšťadla.

Svoju úlohu v elektrotechnike zohrávajú aj mazacie oleje. Používa sa aj množstvo prírodných a syntetických olejov pre rôzne praktické (chladiace kvapalina, zhášanie elektrického oblúka ...) a špeciálne použitie (na impregnáciu papierových zvitkov pri výrobe-kondenzátorové oleje).

Nielen pre elektroniku boli vyvinuté svetlocitlivé roztoky, používané pre výrobu čipov, expozičných masiek a pre fotolitografické procesy.

Sú rozšírené najmä nematické kvapalné kryštály používané pre výrobu optoelektronických súčiastok. Pre elektroniku boli vyvinuté mnohé veľmi čisté chemikálie s potlačeným obsahom heterogénnych látok [13, 32].

7.2 Voda v elektronike

Voda sa používa pri výrobe mikroelektronických súčiastok (čipov), pri výrobe obrazoviek, pri umývaní dosiek plošných spojov po spájkovaní a pod. Používa sa vysokočistá deionizovaná voda s rezistivitou nad 10 MΩ.

Prírodná voda obsahuje:

- **Anorganické soli**, ktoré sa do vody dostávajú rozpustením z hornín. Všeobecne platí, že voda z potokov a riek je mäkkšia ako pramenitá voda. V minulosti zohrával úlohu obsah solí (najmä vápnika a horčíka) pri napádaní kotlov (kotlárenský kameň). Tvrdosť vody sa vyjadruje stupňami podľa obsahu CaO alebo CaCO₃ na liter vody.
- **Slabo disociované kyseliny**, medzi ktoré patrí CO₂, SiO₂, a organické huminové kyseliny. Najľahšie sa odstraňuje CO₂, napr. prebublávaním vzduchom. Najväčší problém spôsobuje kyselina kremičitá, ktorá sa nachádza vo vode v množstve chemických foriem. Obsah SiO₂ je potrebné kontrolovať pri napájaní vysokotlakých kotlov a v polovodičovej technike. Odstraňuje sa meničmi iónov a obrátenou osmózou. Huminové kyseliny sú súčasťou povrchových vôd a odstraňujú sa len sťažka.
- **Látky jemne dispergované a koloidy**, ktoré sú v tvare heterogénnych nečistôt o rozmeroch menších než 10 μm. Vo zvlášť čistej vode sa tieto nečistoty sledujú a potlačujú pri veľkosti nad 0,2 μm. Zväčša sú to látky anorganickej alebo organickej povahy, napr. po rozklade listov, drevín a tiel živočíchov. Odstraňujú sa len sťažka kombináciou viacerých metód.
- **Rozpustené plyny**. Okrem CO₂ sa vo vode vyskytuje najmä kyslík. Kyslík zvyčajne nie je na škodu, a preto sa neodstraňuje.
- **Mikroorganizmy**, ktorá sa bežne nachádzajú aj v každej pitnej vode. Pokiaľ sa nejedná o patogénne baktérie, ich určité množstvo je povolené. Mikroorganizmy rastú a množia a i vo zvlášť čistej vode. Napr. ak sa vedie veľmi čistá voda v polyetylénovom potrubí, ktoré je vystavené dennému svetlu, po čase v ňom zazelenajú narastané zelené kolónie rias. Pokiaľ vo farmaceutickom priemysle nie je určité množstvo mikroorganizmov na škodu, v mikroelektronike škodia aj mŕtve mikroorganizmy.

Voda v mikroelektronike sa musí špeciálne upravovať a v žiadnom prípade nie je pitná voda vhodná ani ako vstupná voda pre prípravu vysokočistej vody. Okrem destilácie sa používajú meniče iónov a reverzná osmóza. Voda sa nesmie skladovať viac ako 20 minút.

Meničmi iónov sa z vody odstraňujú disociované soli, teda katióny a anióny, čím sa získa deionizovaná voda, t.j. voda bez anorganických látok. Niekedy sa tiež nazýva demineralizovaná voda. Na rozdiel od destilácie sa iónové nečistoty z vody odstraňujú tým, že voda preteká cez meniče iónov, ktorými sú práškové častice živice v tvare guľových zrn, ktoré majú schopnosť zachytávať katióny výmenou za ióny H^+ a meniče aniónov (anexy) do cyklu OH^- . Voda s obsahom solí sa prepúšťa cez stĺpec katexov, čím sa zbaví katiónov a potom cez stĺpec anexov, čím sa zbaví aniónov. Málo disociované látky sa zachytávajú na špeciálnych vysokoalkalických meničoch iónov. Voda preteká meničmi iónov tak dlho, až dôjde k ich úplnému nasýteniu. Potom sa robí regenerácia a živice sa regenerujú do pôvodného stavu. Katexy sa regenerujú najčastejšie kyselinou chlorovodíkovou a anexy hydroxidom sodným.

Úprava vody reverznou osmózou umožňuje upraviť vodu na vysokočistú, blízku chemickej zlúčenine H_2O (obsahuje len 10 % pôvodného obsahu solí). Metóda využíva osmotický tlak, ktorý vzniká, ak oddelíme dva roztoky s rôznou koncentráciou solí semipermeabilnou membránou.

7.3 Odmasťovacie a rozpúšťacie kvapaliny

V elektronike je potrebné venovať mimoriadnu pozornosť stavu povrchov niektorých polotovarov, najmä polovodičov, ale aj kovových dielov, či súčastí zo skla, keramiky či plastov. Najzávažnejšou nečistotou sú oleje, bez ktorých sa pri výrobe polovodičov niekedy nevyhneme. Oleje sa najťažšie odstraňujú z povrchov kovov, pričom ľahšie sa odstraňujú minerálne oleje ako oleje živočíšne. Najťažšie sa odstraňuje kalafónia a vosky. Pričom pri obrábaní kovov sa bez olejov nezaobídeme. Rovnako ťažko sa odstraňuje grafit. Problémy spôsobujú aj odtlačky prstov, prach, alebo inak zamastené povrchy...). Nečistoty sa na povrchoch zachytávajú niekoľkými typmi väzieb:

- **Adhéziou**, ktorá je vyvolaná molekulovými silami oboch dotýkajúcich sa materiálov. U kovov sa adhéziou zachytávajú prach a piliny.
- **Adsorpciou**, ktorá je vyvolaná pevnejšími väzobnými silami ako u adhézie. Na kovocho sa adsorbujú oleje, tuky a vosky.
- **Chemisorpciou**, ktorá je založená na chemickom spojení (kyselina olejová, mydlo a pod.)

Oleje sa môžu odstraňovať z povrchov za horúca alkalickými roztokmi, avšak ich použitie nie je v mikroelektronike veľmi odporúčané, pretože ich zvyšky sa ťažko odstraňujú. Vhodnejšie sú preto iné typy odmasťovacích činidiel:

- **Chlórované uhľovodíky** ako trichlóretylén a perchlóretylén, ktoré umožňujú odmasťovanie nielen za studena, ale aj za horúca, ale najčastejšie v kondenzovaných parách rozpúšťadla. Sú však zdravotne škodlivé a na povrchu zanechávajú stopy chloridových iónov.
- **Chlórfuorované uhľovodíky**, najmä trichlórtfluóretán (TTE – obchodné názvy: Freon, Ledon, Fridge, a pod.) a jeho zmesi, ktoré sú najdokonalejšími rozpúšťadlami. Je zdravotne neškodlivý a rozpúšťa aj silikónové oleje a tiež nerozpúšťa plasty. Jeho nevýhodou je, že spôsobuje zmenšovanie ozónovej vrstvy, a preto sa jeho používanie v mikroelektronike obmedzuje.
- **Organické horľavé rozpúšťadlá** ako toluén, xylén, metanol (posledné opláchnutie pred sušením), etanol, izobutanol a acetón (posledné opláchnutie pred sušením).

Princíp odmasťovania spočíva v umiestnení elektronických alebo kovových súčastí do priestoru naplneného nasýtenými parami. Čistenie sa robí v niekoľkých etapách. Po odstránení olejového filmu sa robí čistenie povrchov od iónových nečistôt. Používajú sa

polárne rozpúšťadlá. Najúčinnnejším prostriedkom je vysokočistá horúca voda. Potom nasleduje umývanie v metanole alebo acetóne. Takto upravené súčiastky sa ľahko vysušia.

7.4 Prírodné oleje

Do skupiny prírodných olejov patria minerálne oleje, vyrábané destiláciou z ropy, a tiež rastlinné a živočíšne oleje. V technickej praxi sa v súčasnosti používajú takmer výhradne oleje minerálne, medzi ktoré patria oleje mazacie a konzervačné oleje, oleje kondenzátorové, spájkovacie oleje, oleje pre pohon difúzných vývev a mazadlá pre zábrusy vysokovákuových zariadení. Všeobecne majú oleje relatívnu permitivitu okolo 2,5, ktorá sa mení s teplotou a frekvenciou len málo. Sú teda stabilné, avšak najmä vplyvom kyslíka rýchlo starnú.

- **Mazacie a konzervačné oleje**, používané pre konzerváciu a opracovanie kovov najmä v strojárstve, sú priehľadné, žlté až rubínové kvapaliny. V elektronike sa aplikujú v tenkej vrstve, ktorá je termoaktívna. Po krátkej dobe vrstva oleja polymerizuje a prechádza do pevného stavu. Túto vlastnosť majú len niektoré oleje, označované ako vysychavé.
- **Oleje kondenzátorové** sa používajú pre svoje výhodné elektrické vlastnosti, stabilitu a schopnosť preniknúť do kondenzátorových papierov pri výrobe zvitkových kondenzátorov, nízky bod tuhnutia a odolnosť voči oxidácii vzdušným kyslíkom. Patria tu najmä parafinické a naftenické oleje. Tieto oleje patria do skupiny **kvapalných izolantov a dielektrík**. Medzi kvapalné izolanty patrí aj **transformátorový olej** a olej **káblový**. Všetky tieto minerálne oleje sa vyznačujú tým, že ich možno použiť vďaka fluidite a tepelnej vodivosti ako chladiace médium, vďaka vysokej elektrickej pevnosti ako dobré izolanty a tiež ako impregnátor tuhých zložiek izolácií. Inhibovaný transformátorový olej s minimálnym obsahom alkalických zložiek a primerane nízkym podielom aromatických zložiek, zabezpečujúcich ich plynotesnosť sa používa ako kvapalné médium v transformátoroch a máloolejových vypínačoch. Káblový olej má väčšiu viskozitu a strmo prebiehajúcu závislosť viskozity od teploty. Je určený na impregnovanie káblovej izolácie. Pri kábloch s papierovou izoláciou do 35 kV sa k nemu pridáva prírodná kolofónia alebo vhodné syntetické živice, aby sa zamedzilo migrovaniu impregnantu v telese kábla. Minerálne oleje majú relatívnu permitivitu okolo 2,5. Sú horľavé, a preto sa u nich musí stanovovať bod vzplanutia, aby olej nezapríčinil počas prevádzky požiar.
- **Spájkovacie oleje** sa pridávajú do roztavenej spájky v spájkovacích zariadeniach. Pokrýva sa nimi hladina mäkkej spájky, čím sa zmenšia straty spôsobené oxidáciou a skvalitní sa spájkovací proces. Od týchto olejov sa požaduje, aby mali vysokú odolnosť voči vysokým teplotám a ľahkú odstrániteľnosť z dosiek zospájkovaných plošných spojov. Rastlinné oleje nie sú vhodné, pretože sa ťažko odstraňujú.
- **Oleje pre pohon difúzných vývev** sa vyrábajú z vybraných druhov parafinických olejov s priamym reťazcom, u ktorých sa požaduje vysoké konečné vákuum, čerpacia rýchlosť, odolnosť voči vzdušnému kyslíku
- **Mazadlá pre zábrusy vysokovákuových zariadení** uvádzané pod názvom apiezony sú vazelinovými frakciami, ktoré sa pred použitím zahrievajú na 90°C vo vákuu počas niekoľkých hodín. Majú nízku tenziu pár. Nanášajú sa na očistené kohútiky a zábrusy a majú životnosť niekoľko mesiacov.

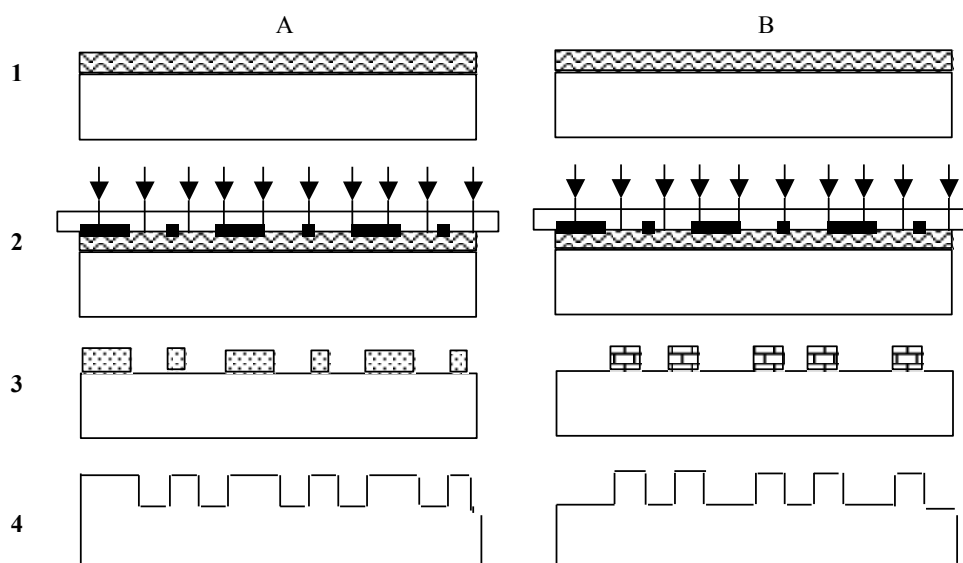
7.5 Syntetické izolačné kvapaliny

Do tejto skupiny sa zahŕňajú synteticky pripravované kvapaliny, ktoré sa používajú ako izolačné, dielektrické a impregnačné látky. Niektoré kvapaliny vylepšujú vlastnosti kondenzátorových olejov ako je malá relatívna permitivita, vlhkosť a horľavosť. Patria tu napr.: Polybutény (náplň potrubných káblov, impregnanty), chlórované aromatické uhľovodíky (sú však karcinogénne a preto ich používanie je v súčasnosti zakázané), a

silikónové oleje. Silikónové oleje sa používajú ako izolačné, impregnačné a hydrofobizačné látky. Majú vyššiu odolnosť voči vysokým teplotám a menšiu horľavosť ako minerálne oleje. Používajú sa ako náplne do kondenzátorov a transformátorov. V elektronike sa používajú na odpudzovanie vlhkosti z povrchu skla a keramiky, ako pohonné kvapaliny pre difúzne vývevy. Sú však drahé.

7.6 Fotocitlivé roztoky

Fotocitlivé roztoky, nazývané tiež fotorezisty, sú látky, ktoré sa exponujú ultrafialovým, elektrónovým žiarením. Patria tu nielen kvapaliny, ale aj tuhé tzv. suché rezisty, používané napr. pri výrobe viacvrstvových dosiek plošných spojov. Používajú sa pri výrobe čipov, expozičných masiek, pre fotolitografické spracovanie kovov alebo pre leptanie medenej fólie na doskách plošných spojov. Skladajú sa z vrstvotvorného polyméru, fotocitlivej latky a z rozpúšťadla. Môžu byť použité ako negatívne alebo pozitívne rezistory.



Obr. 7.1 Princíp funkcie negatívne (A) a pozitívne (B) pracujúcich svetlocitlivých roztokov:
 1 – podklad pokrytý fotocitlivým roztokom, 2 – osvetlenie cez masku, 3 – stav po expozícii a vyvolaní,
 4 – stav po vyleptaní podkladu a odstránení (stripovaní) rezistorovej masky

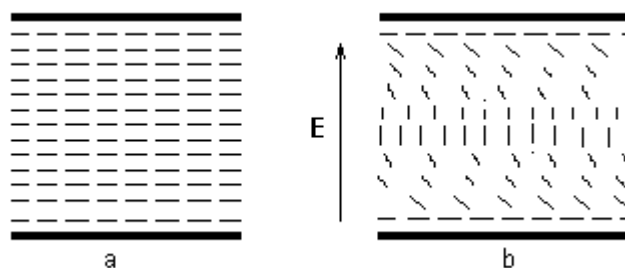
7.7 Kvapalné kryštály

Kvapalné kryštály predstavujú osobitný druh kvapalín, ktoré sa v určitom intervale teplôt vyznačujú určitou usporiadanosťou a v dôsledku toho anizotrópiou. Sú charakteristické tým, že pri zahrievaní kvapalného kryštálu v pevnej fáze sa dosiahne bod tavenia, pri ktorom sa mliečne zakalená látka zmení na anizotrópnu kvapalinu a len ďalším zahrievaním sa dosiahne bod vyjasnenia, nad ktorým má látka charakter izotropnej kvapaliny. Štruktúra na rozhraní kvapalnej a tuhej fázy so snahou udržať si pravidelné usporiadanie kryštálovej štruktúry sa nazýva mezomorfná štruktúra. V elektronike sa používajú v širokom meradle hlavne pri výrobe pasívnych zobrazovacích jednotiek.

Existujú 2 základné typy mezomorfných štruktúr:

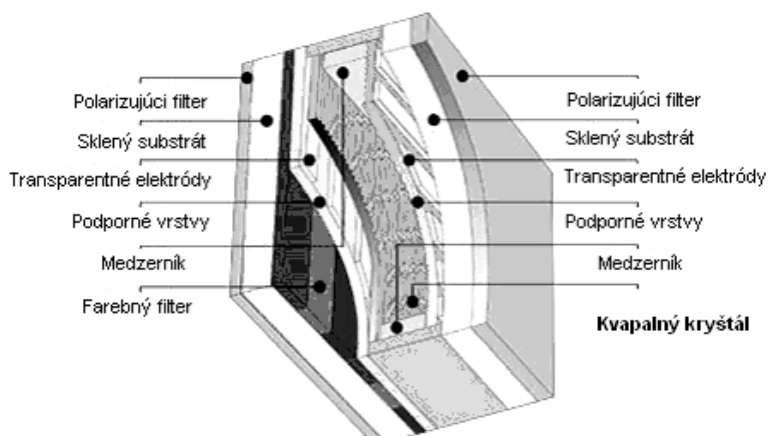
1. **Smektická štruktúra**, ktorá sa vyznačuje tým, že jednotlivé molekuly sú zoradené tak, že majú rovnobežné osi a sú zoradené v rovinách rovnako od seba vzdialených. Táto štruktúra nenašla zatiaľ použitie, avšak najviac sa približuje ku kryštálickej fáze.
2. **Nematická štruktúra**, ktorá sa vyznačuje tým, že jednotlivé molekuly sú zoradené tak, že majú rovnobežné osi. Má **elektrooptické vlastnosti** t.j. zmenou el. poľa dochádza k

zmene optických vlastností (spôsobuje dynamický rozptyl - mliečne zakalenie) a využíva sa na elektronické riadenie odrazu svetla a v displejoch. Našla najširšie uplatnenie v elektronike.



Obr. 7.2. Schematické znázornenie vrstiev smektického kryštálu
 a) bez priloženého napätia (rovnobežné usporiadanie molekúl),
 b) po priložení elektrického poľa E (narušenie paralelnej štruktúry)

Rez zobrazovacou bunkou je schematicky zobrazený na obr. 7.3. Medzi paralelnými sklenými stenami je tesne uzavretý priestor, ktorý vyplní kvapalnú kryštal. LCD (Liquid Crystal Display) pracuje na princípe zmeny natočenia kvapalných kryštálov pri pôsobení elektrostatickým poľom. Zobrazovacia bunka sa skladá z komôrky s paralelnými sklenými stenami, ktoré sa udržiavajú vo vzdialenosti 35 až 100 μm . Podstatnú časť tvorí kvapalnú kryštal vyplňujúci tento priestor. Elektrické napätie sa privádza na vývody elektród. Elektródy sú priehľadné vrstvy nanosené na vnútornú stranu skiel (na báze SnO_2). Na budenie sa používa striedavé napätie. Budením sa dosahuje zmena pohltivosti svetla. Pre vytvorenie farebného obrazu sú aplikované farebné filtre na vrchol jednotlivých LCD buniek. Pre vytvorenie bieleho bodu sú tri susedné LCD bunky nastavené tak, aby prepúšťali svetlo. Farebné odtiene môžu byť vytvárané rôznym spôsobom. Napr. poklesom napätia aplikovaného do LCD bunky, čím sa zníži množstvo vyžarovaného svetla alebo rýchlym zapnutím a vypnutím bunky alebo spôsobom priestorového ditheringu (rozrušenie) - jedná sa o využitie susedných bodov pre vytváranie premenlivého množstva červenej, zelenej a modrej.



Obr. 7.3. Rez zobrazovacou bunkou (LCD displej)

Osobitný druh nematickej štruktúry je **cholesterická štruktúra**. Táto štruktúra je citlivá na zmenu tepla, čo sa prejavuje zmenou rozptýleného svetla, t.j. určitej teploty odpovedá určitá farba - **termooptické vlastnosti**.