

6 Plyny a zmesi plynov vo výrobe a v praxi

6.1. Úvod

Plyny a zmesi plynov hrajú významnú rolu pri výrobe elektrovákuových a polovodičových súčiastok, v svetelnej technike, pri výrobe vysokočistých materiálov a v neposlednom rade ako izolanty. Najmä v poslednom období pribúda s rozvojom mikroelektronických technológií množstvo operácií, kde sa využíva zmes plynov špeciálne vyvinutých pre tieto aplikácie [27, 32].

Nákup, doprava i vlastná výroba predstavujú významnú položku v nákladoch na tieto výroby. Najväčšie množstvo plynov sa spotrebuje na vytváranie redukčnej alebo neutrálnej atmosféry a pri náročných technológiách, ako je odplyňovanie kovových dielov, spájanie dielov kovovými spájkami, spájanie kovových súčastí so sklami alebo s keramikou. Značné množstvo plynov sa spotrebuje pri výrobe špeciálnych kovov, najmä na redukciu ich oxidov, a na prípravu monokryštálov kovov a polovodičových materiálov. Napr. na výrobu 1 kg kremíka z trichlórsilánu až na monokryštál sa spotrebuje 30 m³ vodíku a 5 m³ argónu. Veľké množstvu kvapalného dusíka sa požíva ako kvapalné chladivo, napr. pre difúzne vývevy alebo pre kontrolné zariadenia, ktoré merajú parametre pri nízkych teplotách. Väčšina svetelných zdrojov sa plní neutrálnymi plynmi, zväčša ide o zmes dusíka a vzácnych plynov. V tomto prípade sa kladie dôraz aj na ich elektrické vlastnosti.

Pre prípravu redukčných a neutrálnych atmosfér sa používa vodík a zmes vodíka s dusíkom s rôznym pomerom oboch zložiek (formovací plyn) alebo len čistý dusík. Pre prípravu monokryštálov sú k dispozícii vzácne plyny s rôznou tepelnou vodivosťou. Kvalita monokryštálov rastie s klesajúcou tepelnou vodivosťou plynov, pretože ubúdajú defekty spôsobené rýchlym chladením kryštálu. Žiaľ, ale tepelná vodivosť vzácnych plynov klesá s rastom ich atómového čísla. Tým je ovplyvnená cena kvalitných monokryštálov. Vodík má najväčšiu tepelnú vodivosť zo všetkých všeobecných plynov, a preto sa používa pre chladenie. Elektrárenské generátory chladené vodíkom možno viac zaťažiť.

V elektronike je najdôležitejšou požiadavkou na používané plyny ich vysoká chemická čistota. Nie je jedno, aký výrobný postup pri výrobe plynu sa zvolí. napr. vodík vyrábaný z vodného alebo zemného plynu obsahuje vždy stopy uhlíkovodíkov, ktoré sú na škodu. Jedinou vhodnou technológiou je elektrolýza vody. Z ostatných nečistôt hrá najdôležitejšiu úlohu hlavne kyslík a vodná para.

V elektronike sa plyny používajú pri výrobe elektrovákuových súčiastok, pri výrobe polovodičových súčiastok, v svetelnej technike, pri výrobe vysokočistých materiálov (na redukciu oxidov nečistôt), ako redukčná alebo neutrálna atmosféra, napr. pri výrobe monokryštálov (z dôvodu vysokej tepelnej vodivosti, čím je vyššie atómové číslo, tým nižšia je tepelná vodivosť. Najlepšie je na tom vodík, ktorý sa najčastejšie používa na chladenie.

Plyny sa dodávajú bežne v čistote 5N. Menšie množstvo plynov sa skladuje v kovových alebo v minulosti aj sklenených fľašiach. Pritom je potrebné vziať do úvahy problém vnútornej korózie fliaš, spôsob plnenia, spôsob prípravy zmesi plynov a pod. Na vnútorných stenách fliaš a potrubí dochádza k sorpcii plynných nečistôt a pri postupnom vyprázdňovaní fliaš rastie vplyvom desorbcie najmä obsah vody a kyslíka. Kvapalné plyny sa dopravujú v hliníkových Dewarových nádobách, prípadne v automobilových cisternách na kvapalné plyny.

6.2 Plyny ako izolanty a plyny, zmesi plynov v priemyselnej výrobe

6.2.1 Vzduch

V elektronike slúži najmä ako izolačné prostredie. Elektrická pevnosť vzduchu a povrchový elektrický odpor materiálov výrazne klesá s rastúcou vlhkosťou vzduchu. Túto okolnosť je potrebné brať do úvahy pri konštruovaní všetkých elektrických zariadení. Najvýznamnejšou premenlivou zložkou vzduchu je voda. Vo vzduchu sa nachádza vo forme

pár v plynnom skupenstve, v kvapalnom stave vo forme dažďa alebo rosy, v tuhej forme snehu alebo námrazy. Obsah vody vo forme pár stanovujeme ako **relatívnu vlhkosť**. Pri 100 % vlhkosti začína voda kondenzovať. Mnoho technologických operácií v praxi sa vykonáva v upravovanom vzduchu. Môže sa meniť jeho tlak, vzduchová atmosféra sa môže nahrádzať inými plynmi alebo zloženie vzduchu sa môže upravovať. Ak sa zníži tlak vzduchu na hodnotu 1,3 až $130 \cdot 10^{-6}$ kPa hovoríme o **vákuu** a pri hodnote okolo $1,10^{-11}$ kPa o veľmi vysokom vákuu. Príprava týchto atmosfér je základom elektrovákuového priemyslu.

Stlačený vzduch sa používa ako pohonný prostriedok pre stroje, pre technologické operácie ako je miešanie kvapalín, striekanie suspenzií a lakov a odstraňovanie vodných kvapiek z polotovarov. Striekaním sa nanášajú napríklad povlaky emisnej suspenzie na katódy, grafitové povlaky na obrazovky a ochranné laky na zospájkované dosky s plošnými spojmi. Vzduch sa stláča centrálnou pomocou kompresorov a rozvádza sa oceľovým potrubím. Pre použitie na pohon nezáleží na čistote. Pre použitie pri technologických operáciách sa dostáva do styku s chemikáliami a preto je nevyhnutné ho upravovať. Hlavnou nečistotou vzduchu býva voda a olej, ktorý sa tam dostáva z kompresorov a nachádza sa vo forme aerosólu. Sušenie vzduchu je nevyhnutné najmä pri jeho použití na striekanie. Dôležité je uvedomiť si, že pri rozopnutí stlačeného vzduchu v ústí striekacej pištole dôjde k ochladeniu často až na teplotu rosného bodu. Kvapky takto vzniknutej vody sú škodlivé. Sušenie vzduchu sa môže robiť molekulovými sitami. Najväčší problém je olej, ktorý sa nedá ľahko zo vzduchu odstrániť, nakoľko zanáša čistiace vložky. Je však možné použiť bezolejové kompresory.

Úprava vzduchu pre čisté (hermetizované) pracoviská

Úpravy vzduchu sa používajú pri technologických operáciách, kde sa musí minimalizovať prach. Základnou požiadavkou je zníženie obsahu prachu tiež výmena vzduchu. Priestory s takýmto vybavením sa nazývajú čisté (hermetizované, biele), na rozdiel od čiernych pracovísk, ktoré nemajú upravovaný vzduch a od sivých pracovísk, kde je vzduch upravovaný len čiastočne. Nemá sa používať termín bezprašné pracovisko. Vzduch sa mechanických častíc zbavuje filtráciou cez filtračné látky. V závislosti od počtu a veľkosti povolených prachových častíc, existujú viaceré triedy čistých pracovísk. Okrem prachu sa na týchto pracoviskách upravuje aj teplota vzduchu, jeho vlhkosť a tlak. Tak je možné zaručiť homogenitu vykonávaných technologických operácií na pracovisku. S ohľadom na prívod upravovaného vzduchu existujú pracoviská s turbulentným a laminárnym (výhodnejším) prúdením. Pre prácu v čistých priestoroch je potrebné dodržiavať režim práce (odev, oblečenie, rýchlosť chôdze, stúpanie na schody) a hygienické a zdravotné aspekty pri práci.

6.2.2 Vodík

Vodík je najľahší prvok, je to plyn, ktorého špecifická hustota je 0,0695 a teplota varu $-252,8^{\circ}\text{C}$ (-423°F) pri atmosférickom tlaku. Je bezfarebný, bez chuti a zápachu, je horľavý pri koncentrácii 0.0001% na vzduchu. Používa sa ako surovinový materiál v nespočítateľnom množstve chemických reakcií od výroby vysokohustých polyetylénov a polypropylénov k hydrogenácii kvalitných potravinárskych olejov. Tiež sa používa ako redukčný plyn pri výrobe kovov. V technickej praxi sa vyrába zo zemného plynu, koksárenských plynov a z derivátov ropy. Výnimkou je elektronický priemysel. Pre účely elektroniky, kde je veľmi vysoká spotreba vodíka, sa vyrába výhradne z elektrolýzy vody. Dôvodom je požiadavka na vysokú čistotu.

Vodík, ako horľavý plyn, je známy už dlho. Malá hustota vodíka sa využívala pri prevádzkovaní lietadiel, v zmesi s inými plynmi ako svietivo alebo ako palivo. V súčasnosti sa uvažuje o vodíku ako o sekundárnom zdroji energie. Vodík má zo všetkých plynov najmenšiu hustotu, najmenšiu elektrickú pevnosť a najväčšiu tepelnú vodivosť. Má vysokú afinitu ku kyslíku a za horúca je schopný redukovať celý rad oxidov kovov, pričom vzniká neškodná voda. Jeho výhodou je tiež, že sa dá pripraviť ako veľmi čistý, preto je to najlepší

redukčný prostriedok (pri výrobe germánia a kremíka). Využíva sa pri výrobe veľmi čistých kovov (volfrám, molybdén, práškový nikel, železo med'...) a pri ich tepelnom spracovaní. Pri zlučovaní so vzdušným kyslíkom má vysokú výhrevnosť a vysokú teplotu plameňa. To sa dá využiť napr. pri spracovaní kremenného skla a pri výrobe svetelných kremenných svetlovodov. Obidva plyny sa tesne pred spálením zmiešavajú v Danielovom horáku. Tento horák je možné skonštruovať tak, aby bol veľmi jemný a dal sa využiť aj spájanie zlatých mikrodrôtov. Na druhej strane má vodík nízku zápalnú energiu. So vzduchom tvorí v širokom rozsahu zápalnú až výbušnú zmes. Preto pokiaľ to je možné, používame vodík v kombinácii s dusíkom. Takáto zmes v závislosti na obsahu dusíka je nevybušná a dokonca aj nehorľavá. Vo vodíkovej atmosfére sa robí v praxi mnoho technologických operácií ako je spájkovanie polovodičových súčiastok bez použitia tavidla, spekanie keramických materiálov s kovmi, čistenie kovov od grafitových mazadiel. Vodík sa uskladňuje a transportuje ako plyn alebo ako kryogénna kvapalina. Pri malej spotrebe sa môže dodávať v oceľových fľašiach. V elektronike je vysoká spotreba vodíka. Používa sa ako redukčné činidlo pri výrobe vysokočistých kovov ako je W, Mo, práškový Ni, tiež pri výrobe polovodičov ako je Ge a Si pri výrobe kremíkových waferov a počítačových čipov, spájkovanie vo vodíkovej atmosfére, ako výhrevné činidlo spolu s kyslíkom, v kryogénnej technike, ako pohonná látka v raketových strojoch.

6.2.3 Dusík

Dusík (N_2) sa vo vzduchu vyskytuje v množstve 78,03 %. Jeho špecifická hustota je 0,967 a teplota varu - 195,8°C (- 320,5 °F) pri atmosférickom tlaku. Je bezfarebný, bez chuti a zápachu. Názov dusíka je zavedený výstižne. Zabraňuje horeniu a dýchaniu väčšiny organizmov. V dusíkovej atmosfére nedochádza k žiadnym formám oxidácie. Dusík udeľuje vzduchu rad vlastností. Ide najmä o elektrické a tepelné vlastnosti. Pre technickú prax má význam najmä rozdiel vo vlastnostiach medzi dusíkom a argónom. Obidva sa totiž používajú pre vytváranie neutrálnej atmosféry pri žíhaní kovov, či už ide o ich zmäkčovanie, výrobu monokryštálov alebo spájkovanie, či zváranie. Argón je však drahší. Z elektrických vlastností má dusík vyššiu priernu pevnosť než argón, a preto sa pri plnení žiaroviek používajú obidva plyny. Tepelná vodivosť plynov je väčšia ako u argónu. Argón nie je so žiadnym prvkom reaktívny, zatiaľ čo dusík je v žiari reaktívny a zlučuje sa s niektorými kovmi za vzniku nitridov. Táto okolnosť je rozhodujúca pri voľbe optimálnej atmosféry pri tepelnom spracovaní kovov. V mnohých prípadoch sa pre tieto operácie používa dusík s vodíkom a tejto zmesi plynov sa hovorí *formovací plyn*. Formovací plyn obsahuje tri diely vodíka a jeden diel dusíka. Avšak často sa dusík používa aj ako inertný plyn, pretože prirodzene nereaguje s množstvom materiálov.

Dusík sa vyrába frakčnou destiláciou vzduchu a dodáva sa stlačený do kovových fliaš alebo do hliníkových Dewarových nádob v kvapalnej forme. Veľké oceliarske podniky, ktoré používajú kyslík vo veľkom si budujú vlastné výrobné kyslíka zo vzduchu, pričom vedľajším produktom je tu kvapalný dusík. Druhou surovinou na získanie zmesi dusíka s vodíkom je skvapalnený amoniak. Podstatou procesu výroby je katalytický rozklad čpavku prechodom cez zahriaty katalyzátor.

Plynný dusík sa používa v chemickom a ropnom priemysle pre uskladnenie ropných produktov ako plynový vankúš. Intenzívne sa využíva v elektronike a metalurgickom priemysle pre svoje inertné vlastnosti. Kvapalný dusík sa používa ako chladiace médium v takých aplikáciách ako kryogénne brúsenie plastických hmôt alebo zmrazovanie potravín. V elektronike sa používa ako neutrálne činidlo, chladiace médium, neutrálne prostredie pri spekaní kovových súčiastok so sklom alebo keramiky s kovmi, médium na nanášanie rozličných povlakov (pri naparovaní, naprašovaní), pri skladovaní polovodičových súčiastok (zabraňuje vlhkosti), v žiarovkových technológiách v neutrálnej atmosfére. Kvapalný dusík sa používa ako chladiace médium a pre prípravu plynného dusíku. Dáva sa tak prednosť pred kvapalným vzduchom, lebo je bezpečný. Skvapalnený vzduch totiž pri styku s organickými látkami vybuchuje.

6.2.4 Kyslík

Vo vzduchu sa vyskytuje 21 % kyslíka (O_2). Jeho špecifická hustota je 1,1 a teplota varu -183°C ($-297,3^\circ\text{F}$). Je nositeľom oxidačných vlastností vzduchu, ktoré sa v technike využívajú najviac. Vyrába sa frakčnou destiláciou kvapalného vzduchu alebo elektrolýzou vody. Ako už bolo pri dusíku spomenuté, je vedľajším produktom pri výrobe dusíka a vodíka frakčnou destiláciou vzduchu. U kvapalného kyslíka je dôležitá čistota a rosný bod a prísne je obmedzený obsah acetylénu a uhlíkovodíku. Pri ich obsahu v kvapalnom kyslíku môže dôjsť k explózií.

Typické použitie kyslíka pramení z jeho výraznej oxidačnej schopnosti a nevyhnutnosti pre život. Používa sa v medicíne pri terapiách. Kyslík sa v technickej praxi môže využívať pri výrobe kovov, ocelí, aj pri zváraní kovov alebo skiel, tiež pri príprave fotocitlivých katód priamo vo vákuovom zariadení. V chemickom a ropnom priemysle sa kyslík používa ako palivo a chemikália. Používa sa tiež pri výrobe celulózy a papiera vrátane jeho bielenia, v sklárskom priemysle, pri kyslíkovom spaľovaní.

Kyslík v trojatómovej forme – ozón, je mimoriadne toxický a má charakteristický zápach. Stlačený kyslík nesmie prísť do styku s tukmi alebo olejmi, ktoré zapaluje. Ventily na nádobách s kyslíkom sa preto nesmú mazať minerálnymi alebo rastlinnými olejmi, ale len glycerínom.

6.2.5. Zemný plyn

Zemný plyn, známy ako metán (CH_4), je bezfarebný plyn bez chuti, palivo, ktoré horí čistejšie než iné fosílné palivá. V súčasnosti je to jedna z najpopulárnejších foriem energie. Používa sa pre ohrev, ochladzovanie, výrobu elektrickej energie a má mnohé použitia v priemysle. Stále viac sa zemný plyn používa z environmentálnych dôvodov a dôvodu zníženia znečistenia, v kombinácii s inými palivami.

Zemný plyn sa nachádza spolu s náleziskami ropy, odkiaľ sa získava. Výrobcovia pridávajú „odoranty“ do zemného plynu, aby ho bolo cítiť z bezpečnostných dôvodov.

6.2.6 Elektronegatívne plyny

Elektronegatívne plyny majú v svojich molekulách fluór a chlór a vyznačujú sa veľkou elektrickou pevnosťou, nehorľavosťou a chemickou stálosťou. Používajú sa hlavne v poslednom období pri stavbe rôznych prístrojov v stlačenom stave. Ich najdôležitejšou vlastnosťou je, že ich molekuly majú schopnosť zachytávať voľné elektróny.

Najviac používaným elektronegatívnym plynom je fluorid sírový (SF_6 - Elgaz). Je päťnásobne ťažší ako vzduch, nehorľavý a až do 200°C je chemicky stály. Má vysokú hodnotu elektrickej pevnosti, ktorá pri tlaku 0,2 MPa je porovnateľná s elektrickou pevnosťou minerálneho oleja. Používa sa najmä vo forme izolačnej náplne zapuzdrených vn rozvodní a ako izolačné a chladiace médium v suchých vn a vvn transformátoroch.

6.2.7 Flourokarbónové zlúčeniny

Flourokarbónové zlúčeniny sú pomerne rozsiahlym súborom látok, z ktorých sa ako plynné izolanty používajú:

- dichlórdifluórmetán (CCl_2F_2), ktorý sa vyrábal pod označením Ledon alebo Freón a používal sa najmä v chladiarenskej technike. V súčasnosti, keď sa dokázalo, že tento plyn porušuje ozónovú vrstvu Zeme, sa jeho používanie maximálne obmedzuje.
- Oktafluórcyklobután (C_4F_8), ktorý popri vysokej chemickej a tepelnej stabilite má vysokú elektrickú pevnosť v porovnaní s SF_6 . Je schopný pracovať do 220°C . Používa sa ako chladiace a izolačné médium v suchých vn a vvn transformátoroch, ako aj v röntgenových zariadeniach.

6.2.8 Vzácne alebo inertné plyny

Patria tu argón, neón, hélium, kryptón, xenón, radón. Sú to nereaktívne, teda inertné plyny, ktoré sa vyrábajú (okrem hélia) viacnásobnou frakčnou destiláciou zo skvapalneného vzduchu. Niektoré z nich sú vzácne aj v dnešnej dobe. Kryptón a xenón majú vo vzduchu nízky podiel a sú ťažko separovateľné. Hélium sa získava zo zemného plynu.

Vzácne plyny sú bezfarebné, bez chuti a zápachu. Tvoria jednoatómové molekuly. Ich vlastnosti sa plynulo menia od ľahkého hélia, cez neón, argón, kryptón až po najťažší xenón. Rastie ich hustota, body varu a topenia, klesá merná tepelná kapacita, tepelná vodivosť a ionizačný potenciál. Hélium je jediným prvkom, ktorý je kvapalný i pri absolútnej nule a k prevedeniu do pevnej fáze potrebuje vonkajší pretlak.

V elektronike sa používa hélium ako ochranný plyn, pri zváraní kovov, v kryogénnych technológiách a ako hľadač netesností (pri stavovaní skiel alebo spojovaní kovov s keramikou). Často sa nahrádza argónom, avšak héliové zvary majú lepší tvar a je väčšia rýchlosť zvárania. Neón sa používa pri výrobe výbojok. Argón je najčastejšie používaným vzácnym plynom, lebo je ľahko získateľný a ľahko skvapalniteľný. Najviac sa využíva v svetelnej technike, pri výrobe vysoko čistých kovov a monokryštálov (Czochralského metóda) a pri zváraní a spájkovaní a tiež ako nosný plyn v elektronických technológiách (vákuové naprašovanie). Xenón a kryptón sa používajú len v obmedzenej miere, najmä pre ich vysokú cenu. Používajú sa najmä pri výrobe svetelných zdrojov. Ich priaznivou vlastnosťou je malá tepelná vodivosť a tým aj možnosť menších rozmerov žiaroviek. Kryptón sa používa pri pestovaní špeciálnych kovových monokryštálov, u ktorých sa vyžaduje potlačenie rastových porúch mriežky.

Argón

Argón (Ar) je monoatómový netečný plyn vyskytujúci sa vo vzduchu v množstve menšom než 1 %. Jeho špecifická váha 1,38 a teplota varu je $-185,9^{\circ}\text{C}$ ($-302,6^{\circ}\text{F}$). Argón je bezfarebný, bez zápachu, chuti, je nekorozívny, nehorľavý a netoxický. Komerčný argón sa získava frakčnou destiláciou zo vzduchu. Argón sa pre svoje vlastnosti využíva najmä ako inertný plyn v takých aplikáciách ako oblúkové zváranie, výroba ocele, tepelné spracovanie kovov a v technológiách elektroniky.

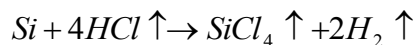
Hélium

Hélium (He) je druhý najľahší prvok (vodík je najľahší), ktorého špecifická váha je 0,138. Pri izbovej teplote a atmosférickom tlaku je to inertný bezfarebný plyn bez chuti a zápachu. Vrie pri teplote $-268,9^{\circ}\text{C}$ ($-452,1^{\circ}\text{F}$) pri atmosférickom tlaku. Hélium sa vyskytuje v množstve 0,005 % v suchom vzduchu. Získava sa najmä z ropy a zemného plynu, a uskladňuje sa buď ako plyn alebo ako kryogénna kvapalina. Hélium sa hojne využíva ako inertný plyn pri zváraní. Hélium sa tiež používa ako nosný plyn v chromatografii. Pre svoju nízku mernú hmotnosť a nehorľavosť (je ľahší ako vzduch), napr. pre plnenie balónov alebo v leteckej technike. Zmes hélia a kyslíka sa používa ako plyn na dýchanie pre potápačov. Kvapalné hélium sa používa v supravodičových magnetoch vrátane snímania magnetickej rezonancie.

6.2.9 Plyny a zmesi plynov vysokej čistoty pre špeciálne použitie

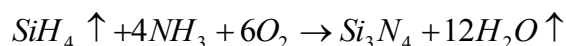
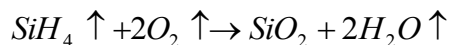
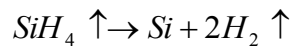
Ich najväčšie množstvo sa spotrebuje pri výrobe integrovaných obvodov, plazmochemickom leptaní, iónovej implantácii. Patria tu aj nízkovriace kvapaliny používané pre prípravu epitaxných vrstiev kremíka. Ide najmä o vysokočistý tetrachlorid kremíka, trichlórsilán a dichlórsilán. Ich spoločnou vlastnosťou je chemická reaktivita, ktorá sa uplatňuje pri vysokej teplote alebo pri pôsobení elektrického poľa. Nosné plyny ako je argón, dusík alebo vodík sa na reakcii nezúčastňujú. Účinné zložky sa v styku s vyhriatym podkladom rozkladajú a podľa charakteru aktívnej zložky dochádza k žiaducej reakcii.

Ako príklad použitia možno poukázať na princíp leptania z plynnej fázy:



Chlorovodík reaguje pri vysokej teplote s povrchovými znečistenými vrstvami kremíkového substrátu a prevádza sa na plynný SiCl_4

Princíp vzniku epitaxnej vrstvy kremíka a oxidovej alebo nitridovej vrstvy:



Výsledkom reakcie je vznik vrstvy polykryštalického alebo monokryštalického kremíka, alebo ochranná vrstva oxidu, prípadne nitridu kremíka.

Plyny tejto skupiny rozdeľujeme na plyny pre leptanie, pre dotovanie, pre vytváranie vrstiev a pre iónovú implantáciu.

Plyny pre leptanie

Najdôležitejším predstaviteľom je plyný chlorovodík a fluorovodík, ktorý umožňuje leptať kremíkový substrát a odstraňovať nečistoty z vnútorného povrchu zariadenia (grafitové lodičky, podložky pre epitaxný rast a pod). Podmienkou pred leptaním je, aby boli predmety leptania ohriate na teplotu, pri ktorej prebiehajú chemické reakcie. Veľké množstvo chlorovodíka sa spotrebuje pri epitaxnom raste kremíka.

Plyny pre dotovanie

Sú to plyny zložené z nosného plynu, ktorým je argón, dusík alebo vodík a z plynnej dotujúcej látky, ktorou je pri kremíkovej technológii pre typ vodivosti N najčastejšie fosfín (PH_3 páchne ako zhnité ryby, spôsobuje problémy pri nadýchnutí a je nervovým a krvným jedom), arzín (AsH_3 páchne ako cesnak, vyvoláva horúčky a zlyhanie nervov a obličiek) a pre typ vodivosti P diboran (B_2H_6 má zápach čokolády, dráždi pokožku, oči a sliznice, vyvoláva horúčku a zápal pľúc). Tieto plyny sa používajú pre dotovanie monokryštalického kremíka a pre dotovanie epitaxných kremíkových vrstiev a ochranných vrstiev oxidu kremičitého. Sú vysoko toxické, a preto je potrebné manipulovať s nimi veľmi opatrne.

Plyny, zmesi plynov a nízkovriace kvapaliny pre vytváranie vrstiev

Sú určené pre prípravu polykryštalického alebo monokryštalického kremíka, epitaxných vrstiev zlúčenín typu A_3B_5 , vrstiev s odlišným indexom lomu a ochranných vrstiev oxidu kremičitého. Patria tu silán (SiH_4), monochlórsilán (SiH_3Cl), dichlórsilán (SiH_2Cl_2), trichlórsilán (SiHCl_3), tetrachlorid kremíku (SiCl_4). Epitaxný rast kremíku z plynnej fázy patrí do tzv. skupiny CVD (Chemical Vapor Deposition) a uskutočňuje sa rozkladom zlúčenín obsahujúcich kremík a ich usadením na kremíkovej podložke zohriatej na rozkladnú teplotu v epitaxnom zariadení.

Plyny pre iónovú implantáciu

Pre iónovú implantáciu vyhovujú zlúčeniny s nízkou ionizačnou energiou, ktoré obsahujú kationy donorového alebo akceptorového typu. Ide o fluoridy fosforu (PF_3), arzenu (AsF_3) alebo bóru (BF_3 , BF_6). Tieto látky sú vysoko reaktívne a jedovaté. Dodávajú sa

stlačené v ocelových fľašiach. Plyny sa vpúšťajú do zariadenie pre iónovú implantáciu za podtlaku, privedú sa do ionizovaného stavu a ich katióny získajú takú rýchlosť, aby vnikli do pod povrch kremíkovej doštičky, ktorá má teplotu okolia. Tým sa vnesie do substrátu určené množstvo prímiesí. Nasleduje difúzia pri teplote okolo 600°C do vhodných miest mriežky.