

GLOSSZÁRIUM

OPTIKAI SZAKSZAVAK

diffrakció: Elhajlás. A hullám terjedési irányát az útjába tett akadály módosítja. A hullám olyan tartományba is behatol, ahova a szabad (egyenes vonalú) terjedés esetén nem juthatna el. Az eltérés mértéke annál nagyobb, minél jobban megközelíti a hullámhossz az akadály méretét.

diszperzió: Közegekben a hullám terjedési (fázis-) sebességének a hullámhossztól való függése.

elektromágneses sugárzás, elektromágneses

hullám: A fény hullámtemenzete egyértelműen kimutatható az interferencia és az elhajlási (diffrakciós) jelenségek alapján. A fény elektromágneses hullám, melyben az elektromos és mágneses térerősség periodikusan változik térben és időben. Az elektromágneses hullámot jellemezhetjük a hullámhosszával vagy frekvenciájával (ami a fénycsoporthoz és a hullámhossz hányadosa). A különböző hullámhosszú elektromágneses sugárzások növekvő hullámhossz szerinti sorrendben: gamma-, röntgen- és ultraibolya sugárzás, látható fény, infravörös, terahertzes és mikrohullámú sugárzás, valamint a rádióhullámok.

Fabry-Perot-interferométer vagy etalon:

Két párhuzamos, részben áteresztő tükrökből álló optikai eszköz. A tükrök közötti többszörös visszaverődések következtében interferenciajelenség lép fel.

fázis: Harmonikus (szinuszos) rezgés jellemzője. A fázis szinusza egyenlő a rezgő mennyiség pillanatnyi értékének és az amplitúdójának hányadosával.

felharmonikusok, felharmonikuseltetés,

frekvenciátöbbszörözés: Nemlineáris kristályokban (például: KDP – kálium-dihidrogén-foszfát, ADP – ammónium-dihidrogén-foszfát) terjedő intenzív lézersugárzás mellett megjelenik a kétszeres, illetve a több-

szörös frekvenciájú fényhullám. A felharmonikus hullám az öt keltő hullám energiájából származik.

feloldóképesség, mélységélesség: Két különböző pontszerű tárgyat az optikai eszköz felbont, ha a képeik megkülönböztethetők. A leképezési hibák és az elhajlás miatt még a pontszerű tárgyak képe sem pontszerű, így a felbontásnak határa van, vagyis a felbontott tárgyponthoz egy bizonyos távolságnál nem szabad közelebb lenniük. A mélységélesség az optikai tengely mentén, a feloldóképesség erre merőlegesen jellemzi a felbontás határát. Minél nagyobb a két érték, annál közelebb vannak a felbontás határán lévő pontok.

fotolitográfia: Optikai maszkokról leképezés során kicsinyített kép előállítás és rögzítése megfelelő fotoreziszttekkel. A fotolitográfia az integrált elektronikai eszközök előállításának egyik alapvető technológiai lépése.

hullámfelület, hullámfront: Az a felület, amelyen a rezgő mennyiség fázisa azonos.

interferencia: Hullámok találkozásánál fellépő, a hullámzó fizikai mennyiségek helyi és pillanatnyi összegződésével értelmezhető jelenség.

képfeldolgozás: Digitálisan rögzített képek számítógépes feldolgozása, kiértékelése-

koherencia: Ha fényhullámok esetén interferenciajelenség figyelhető meg, a fényforrás koherens. A koherenciához szükséges, hogy a találkozó fényhullámok fáziskülönbsége a rezgési periódushoz és a megfigyelési időhöz képest időben lassan változzon.

kvantumkontroll: Fotokémiai és -biológiai reakciók irányának megválasztása a fénygerjesztés térerősségének megfelelő időbeli változtatásával.

kvantumoptika: Az optikának a kvantumelmélet törvényei alapján kidolgozott része.

nemlineáris optikai jelenségek: Azon optikai jelenségek, ahol a közegekben a fény terjedése

során mind a közeg állapota, mind a sugárzás számottevően módosul. A nemlinearitás a 10^6 W/cm² feletti intenzitásoknál jelentkezik, és 10^8 W/cm²-nél nagyobb intenzitásoknál válik jelentőssé.

optikai kép (leképezés): A tárgy egyes pontjából kiinduló fénysugarak az optikai rendszeren való áthaladás után egy ponton (a képponton) haladnak át.

polarizáció: Transzverzális (a hullám terjedési irányára merőleges) rezgéseknél határozott irányok kitüntetése a terjedési irányhoz képest.

A KVANTUMELEKTRONIKA SZAKSZAVAI

Doppler-effektus, Doppler-kiszélesedés: A Doppler-effektus leírja, hogy mozgó hullámforrás vagy mozgó észlelő esetében hogyan változik meg a hullámhossz. A Doppler-hatás a gázlézerekben fellép az aktív közegben mozgó atomok, ionok, molekulák miatt, és a lézersugárzást biztosító átmenetekhez tartozó hullámhossz- vagy energiatartomány kiszélesedik.

elosztott visszacsatolású lézerek: A megfelelő erősítéshez a rezonátort nem két külső tükör, hanem az aktív közegben például periodikus pumpálással létrehozott tükörrendszer biztosítja.

emisszió: Emisszió (fénykibocsátás) akkor jön létre, mikor egy atom vagy molekula a magasabb energiájú (gerjesztett) állapotában az energiatöbbletet fény sugárzásával adja le, miközben egy alacsonyabb energiájú állapotba jut. Spontán emisszió külső behatás nélkül, míg kényszerített (indukált) emisszió külső elektromágneses mező hatására jön létre.

kvantumelektronika: Lézerek működését és lézerekben lejátszódó jelenségeket tanulmányozó tudományág.

lézerparaméterek: A lézereket legáltalánosabban a következő paraméterekkel szokták jellemezni: hullámhossz (frekvencia); sávzélesség (amit például az aktív közeg erősítési tartománya és a longitudinális módusok határoznak meg); folytonos vagy impulzusüzemű-e a lézer. Folytonos lézereknél a lézernyaláb teljesítményét, impulzusüzem esetén

pumpa-próba módszer: Gyors fizikai, kémiai és biológiai folyamatok vizsgálatára alkalmas optikai módszer. Egy gyors optikai jellel, tipikusan rövid, ultrarövid impulzussal (pumpa) indítva a folyamatot, az egy megfelelően beállított késésű próbaimpulzussal vizsgálható.

többfotonos gerjesztés: Nagy intenzitások esetén két vagy több foton egyidejű elnyelésével is lejátszódhat fényelnyelés, abszorpció. Az n fotonos gerjesztés valószínűsége az intenzitás n -edik hatványával arányos.

az impulzushosszat (rövidnek a piko- és nanoszekundumos, míg ultrarövidnek az atto- és femtoszekundumos impulzusokat nevezik) és az impulzus energiáját adják meg. A nyaláb keresztmetszeti eloszlása és a közvetlen, illetve a fókuszált nyalábméret határozza meg a nyaláb intenzitását (teljesítménysűrűségét) és az impulzuslézerek esetén értelmezett egy impulzusra vonatkozó energiasűrűséget. A divergencia (a lézernyaláb szétartására jellemző szög) szabja meg különböző távolságokban a nyaláb méretét és a nyaláb fókuszálhatóságát is.

lézertípusok: Az első lézer (1960) egy impulzusüzemű rubinlézer volt. A rubinlézer aktív közege a rubinkristály (krómionokkal adalékolt zafir, Al₂O₃), hullámhossza: $\lambda=694,3$ nm. A *szilárdtestlézerek* családjába tartoznak a közeli infravörös tartományban sugárzó YAG kristály- (itrium alumínium gránát) és üveglézerek is, amelyekben az aktív közeg ritkaföldfémekkel (például neodímiummal, gadolíniummal) adalékolt kristály vagy üveg. Folytonos és impulzus üzemben is működnek, a legelterjedtebb típus az 1064 nm-en sugárzó Nd-YAG lézer, melynek számos ipari és orvosi alkalmazása van. A legrövidebb néhány fs-os hosszúságú impulzusok előállítását lehetővé tévő titán-zafir lézerek aktív közege titánnal adalékolt zafirkristály, melyben ~800 nm középhullámhosszon nagy sávzélesség mellett lehet optikai erősítést elérni. A diódalezerekben a félvezető p-n homo-, illetve heteroátmenetek mint aktív közegek gerjesztése jó hatásokkal elérhető elektromos árammal. A félvezető anyag(ok)tól függően az ultrabolya tartománytól a láthatóan keresztül a közép infravörös tartományig működnek. A

festéklézerek aktív közegei folyadékok, szerves festékanyagok vizes vagy szerves oldószeres híg oldatai. A festéklézerekkel a látható spektrum teljesen lefedhető, hullámhosszuk a rezonátor tükrreivel és a festékanyag változtatásával folytonosan módosítható. A **gázlézerek** között a legismertebb folyamatos üzemmódban működő gázkisüléssel hélium-neon lézer ($\lambda = 543,5; 594,1; 612; 632,8$ nm – ez a leggyakrabban használt hullámhossz – és 1523 nm). A nemesgázion-lézerekkel (argon, kripton és keverék gázok, $\lambda = 350-799$ nm) jó minőségű (TEM₀₀ módusú) pár W-os teljesítményű nyálábok állíthatók elő egy kiválasztott, illetve több hullámhosszon egyszerre. A nitrogén (N₂: 337 nm), fluor (F₂: 157 nm) és excimer (ArF: 193 nm, KrCl: 222 nm, XeBr: 282 nm, XeCl: 308 nm, XeF: 351 nm) aktív közegű lézerekben nagyfeszültségű impulzusüzemű gázkisülések során jön létre a populációinverzió. Egy-egy impulzus tipikusan 1-300 mJ energiát tartalmaz. A fémgőzlézerek esetében az aktív közeget porlasztással vagy termikus párologtatással előállított fémgőz (például arany, ezüst, réz) adja. A széndioxidlézer molekularézer: a széndioxid-molekula rezgési és forgási állapotaihoz tartozó átmenetek alkalmasak lézerátmenetek kialakítására. A működésük $\lambda \sim 10$ mm hullámhosszán akár kW-os teljesítményeket is el lehet érni, ami alkalmassá teszi őket hegesztésre és fémek vágására is.

longitudinális módusok: Az erősítés hullámhossztartományában az a fényhullám erősödik, melyre teljesül, hogy a félhullámhosszegész-számú többszöröse megegyezik a rezonátorhosszal. Ekkor a tükrökről visszaverődő hullámszakasz a rezonátorban lévő hullámszakasszal megegyező fázisban lesz, és konstruktív interferencia révén megtörténik az erősítés.

optikai erősítés: Az aktív közegben haladó megfelelő hullámhosszú fény erősítése.

optikai szál: A fény továbbítását akár nagy távolságokra is lehetővé tévő, üvegből, optikai anyagból készült szál. A (lézer)fény a szálban reflexiók veszteségei nélkül teljes visszaverődések során terjed. A teljes visszaverődést a szálban megfelelően kialakított törésmutató-profil biztosítja.

populációinverzió: Legtöbb esetben az alapállapotban lévő atomok (molekulák) száma sokkal nagyobb, mint a gerjesztettek száma. A lézerműködéshez az energiaszintek e betöltési állapotát meg kell fordítani. Vagyis a lézer aktív közegében el kell érni az ún. populációinverziót, amikor a gerjesztett atomok (molekulák) száma meghaladja az alapállapotban lévőket.

Q kapcsolás: a rezonátorba beépített aktív vagy passzív veszteséget okozó elem, mely lehetővé teszi, hogy időben megfelelő populációinverzió alakuljon ki. Ekkor a veszteség hirtelen megszüntetésével a rezonátorban felhalmozott energia egyetlen rövid és nagyenergiájú lézerimpulzus alakjában távozik.

rezonátor: Egy erősítő visszacsatolásának optikai megfelelője: az aktív közeget közrefogó tükrőpár, ami lehetővé teszi, hogy a megfelelő irányba tartó sugarak többszörös visszaverődés során megfelelően felerősödjenek.

transzverzális TEM módusok: A rezonátorban a lézernyaláb terjedési irányra merőleges síkban többfajta keresztmetszeti intenzitáseloszlás jöhet létre. Ezeket nevezik transzverzális (TEM – transzverzális elektromágneses hullám) módusoknak. A transzverzális alapmódusú (TEM₀₀) nyaláb esetén az intenzitás a Gauss-eloszlást követi, azaz a nyaláb haladási tengelyében a legnagyobb az intenzitás, és attól távolodva exponenciálisan csökken.

LÉZERES TECHNIKÁKHOZ TARTOZÓ SZAKKIFEJZÉSEK

fotokusztikus spektroszkópia: Szilárd testek, folyadék és gázkomponensek jellemző abszorpciósi hullámhosszainak megfelelő lézerekkel történő, periodikus megvilágításakor akusztikus hullám, hang keltethető. A hang intenzitása széles dinamikatartományban többnyire lineáris a

vizsgált anyag koncentrációjával, ami ezt a technikát rendkívül széles körben alkalmazható analitikai módszeré teszi.

fotokémiai megmunkálás, fotodegradáció: a megvilágító fény fotonjai kémiai kötések bontanak fel a besugárzott molekulában, amely ennek hatására felbomlik.

fototermikus megmunkálás: a megvilágító fény fotonjainak elnyelésekor hő szabadul fel, melynek

során hőkezelés, olvasztás, párologtatás, plazmakeltés valósítható meg. Reaktív közegben pedig a hőmérsékletfüggő kémiai reakciók indíthatók be.

holográfia: A holográfia elvét Gábor Dénes, magyar származású fizikus dolgozta ki 1948-ban. (Holos=teljes; Grafein=rajzolni). A holografikus fényképezés során egy tárgyról szóródó sugarak (tárgyhullám) amplitúdójának rögzítése mellett a fázist is rögzítik. Ez egy referenciahullám segítségével történik, amely interferál a tárgyhullámmal. A létrejövő interferenciacsík-rendszer (illetve a csíkrendszer nagyított képe) fényképező lemezen, illetve CCD-chip alkalmazásával rögzíthető. A hologram megjeleníthető az előhívott fotólemez referenciahullámmal történő megvilágításával, illetve a digitális hologram számítógépes feldolgozásával.

impulzuslézeres vékonyréteg-leválasztás (Pulsed Laser Deposition – PLD): Az ablációs anyagfelhő atomok, molekulák, ionok, mikron méretű szilárd törmelékek és olvadt cseppek egyvelege, amely nagy sebességgel terjed ki a felületre merőleges irányban. Ez az anyagfelhő felfogható egy, az útjába helyezett hordozón, ahol vékonyréteggént rakódik le.

lézeres abláció: Ha egy nagyteljesítményű impulzuslézert nyalábját ráfókuszáljuk egy céltárgyra, a lézerimpulzus hatására a felületre merőlegesen nagy sebességű anyagfelhő lép ki, s egy éles peremű gödör marad vissza. Komplex folyamat, mely függ az alkalmazott lézer paramétereitől és a céltárgy optikai, termikus és morfológiai tulajdonságaitól. Nagy teljesítménysűrűségű megvilágítás hatására magas hőmérsékletű plazma kelthető.

lézeres hűtés: Az adott sebességű atom Dopplereltolódott átmeneteivel rezonáns, intenzív fény abszorpciójával járó kitüntetett irányú lökés sebességváltozást okoz. Megfelelő irányú és frekvenciájú lézernyalábok segítségével az atomok sebessége, így hőmérséklete is lecsökkenthető.

lézerindukált előre irányuló átvitel (Laser Induced Forward Transfer – LIFT): egy ún. direktírasos eljárás. Lézerimpulzus segítségével szétbontanak és átmásolnak egy, a lézer fényét elnyelő vékony filmet egy átlátszó kvarc- vagy üveglemezről egy vele szemben párhuzamosan elhelyezett hordozóra.

Összeállította:

Tóth Zsolt, Horváth Zoltán és Hopp Béla

