

UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Dragoljub Novaković
Živko Pavlović
Sandra Dedijer

Od kompjutera do štampe
Computer to Plate tehnologije

Novi Sad, 2013.

Edicija: „TEHNIČKE NAUKE - UDŽBENICI”

Naziv udžbenika: „OD KOMPJUTERA DO ŠTAMPE - COMPUTER TO PLATE
TEHNOLOGIJE”

Autori: dr Dragoljub Novaković, red. prof. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
dr Živko Pavlović, docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
dr Sandra Dedijer, docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Recenzenti: dr Branko Milosavljević, vanr. prof. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
dr Slobodan Nedeljković, red. prof. Akademija umetnosti, Novi Sad

Izdavač: Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

Glavni i odgovorni urednik:
prof. dr Rade Doroslovački, dekan Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu

Štampa: FTN - Grafički centar GRID, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad

Štampanje odobrio: Savet za izdavačko-uređivačku delatnost FTN u Novom Sadu

Predsednik Saveta za izdavačko-uređivačku delatnost:
dr Radoš Radivojević, redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu

Autorska prava pripadaju izdavaču

CIP-Katalogizacija u publikaciji
Библиотека Матице српске, Нови Сад

655:004.9(075.8)

НОВАКОВИЋ, Драгољуб

Od kompjutera do štampe : Computer to Plate tehnologije / Dragoljub
Novaković, Živko Pavlović, Sandra Dedijer. - 1. izd. - Novi Sad : Fakultet tehničkih
nauka, 2013 (Novi Sad : Grid). - 150 str. : ilustr. ; 24 cm. - (Edicija "Tehničke nauke
- udžbenici" ; 434)

Tiraž 300. - Bibliografija.

ISBN 978-86-7892-575-7

1. Павловић, Живко 2. Дедијер, Сандра
а) Дигитална штампа
COBISS.SR-ID 282431239

Udžbenik je namenjen studentima grafičkog inženjerstva i dizajna, ali može biti koristan i studentima drugih fakulteta i viših škola koji izučavaju teme sadržane u njemu, kao i osobama različitih profila koji imaju interesovanja za upoznavanje ove oblasti.

Sadržaj materijala koncipiran je na način da predstavi savremene tehnologije od kompjutera do štampe CtP.

Tematika u najvećem delu pokriva gradivo koje je deo kursa koji izučavaju studenti Grafičkog inženjerstva i dizajna u Novom Sadu.. Struktura iznete materije je takva da predstavlja kombinaciju opših i specifičnih znanja, koja su od interesa za grafičku struku, tako da pojedine teme predstavljaju vezu sa gradivom drugih stručnih predmeta, pa se pojedinim temama studenti mogu vraćati i kasnije u toku svog školovanja.

Autori

SADRŽAJ

Uvod	11
Razvoj Computer to Plate sistema	13
Computer to Plate tehnologija	15
Digitalni radni tok	16
Prijem materijala	17
Prethodna provera - Preflight	17
Korekcija slika i teksta	18
Digitalna montaža	19
Digitalni probni otisak	19
Raster Image Processor	20
Osvetljavanje ploča	21
Softverska rešenja za digitalni radni tok	21
Softverska rešenja za različite vrste rastriranja CtP štamparskih formi	22
FlexRip tehnologije rastriranja	22
Oblici rasterskih tačaka	23
Okrugla rasterska tačka	24
Kvadratna rasterska tačka	25
Elipsasta rasterska tačka	25
Helio rasterska tačka	26
Ekscentrične rasterske tačke	27
“Rugby” rasterska tačka	31
FlexRip rastriranje	32
FlexRip Monet rastriranje	32
FlexRip Samba raster	36
FlexRIP Dynacell rastriranje	38
Konstrukcija uređaja za CTP štamparske forme	39

Podela CtP uređaja za ofset štamparske forme prema konstrukciji	40
Ravni osvetljivači.....	40
Osvetljivači sa spoljašnjim cilindrom.....	41
Osvetljivači sa unutrašnjim cilindrom	42
Podela CtP uređaja za flekso štamparske forme prema konstrukciji	45
Izvori svetlosti u CtP tehnologiji.....	47
Gasni laseri.....	48
Argon jonski laseri.....	50
Helijum-neonski laseri	50
Laseri na bazi čvrstih materijala	52
Nd:YAG laseri.....	53
Laseri na bazi poluprovodnika.....	53
Crvena laserska dioda (crveni diodni laseri).....	57
Diode koje emituju svetlost	58
Infracrveni laseri	58
Violet laseri	58
Termalne laserske diode.....	59
Laseri sa optičkim kablom	59
Ploče za ofset CtP tehnologiju.....	61
CtP ploče za tehnologiju vidljive svetlosti.....	62
CtP ploče sa emulzijom na bazi fotopolimera	63
CtP ploče sa emulzijom na bazi srebrohalogenida.....	65
Hibridne CtP ploče.....	66
CtP termalne ploče	67
Negativ termalne CtP ploče sa emulzijom na bazi fotopolimera.....	68
Pozitiv termalne CtP ploče sa emulzijom na bazi fotopolimera	69
Ofset CtP ploče bez konvencionalnog razvijanja	70

Anthem štamparske ploče	73
Struktura i mehanizam oslikavanja Anthem ploča.....	73
Oslikavanje i naknadna obrada Anthem ploča.....	77
Applause štamparske ploče.....	77
Struktura i mehanizam oslikavanja Applause ploča	77
Oslikavanje i naknadna obrada Applause ploča.....	80
Azura štamparske ploče	80
Struktura i mehanizam oslikavanja Azura ploča.....	81
Oslikavanje i naknadna obrada Azura ploča.....	83
Ploče koje se razvijaju na štamparskoj mašini (On press developing)	84
KODAK Thermal Direct štamparske ploče	87
Ink -jet ofset CtP sistemi	88
Izrada štamparske forme	89
Oslikavanje štamparske forme	90
Završni tretman štamparske forme	92
Uređaji za izradu ink-jet štamparskih formi	93
Glunz & Jensen PlateWriter 8000	93
VIM JT	95
TechNova imaging systems	96
Poređenje Ink-jet ofset CtP sistema	98
Miracle plate	99
Ploče za flexo CtP tehnologiju.....	100
Specijalna izrada CtP fleksa štamparskih formi.....	102
Princip spajanja crne maske sa fotopolimernom fleksa štamparskom pločom	102
Princip izrade maske na fotopolimernoj fleksa štamparskoj ploči ink - jet tehnologijom	103
Lasersko graviranje fleksa štamparskih ploča	103

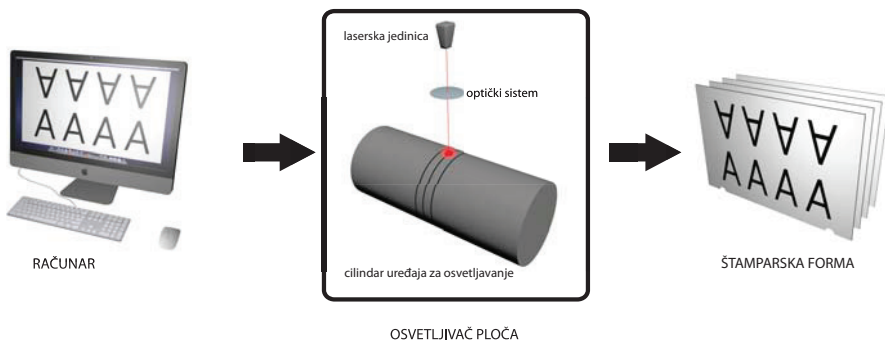
CtP tehnologije za duboku štampu	107
CTP tehnologija za ploče - indirektna duboka (tampon) štampa.....	107
Laseri za izradu CtP štamparske forme za tampon štampu	108
CtP tehnologija za cilindre - direktne duboke štampe	109
CtP tehnologije za sito štampu.....	112
Computer to Screen (CtS) tehnologija	112
Termalni CtS sistemi.....	113
Diablo (OYO instruments)	114
Oslikavanje pomoću „Digital Light Processing” tehnike	114
Laserski sistemi u CtS tehnologiji	115
JetScreen DX round	117
Merno kontrolni elementi u CtP tehnologijama	118
Merno kontrolne trake za ofset CtP štamparske forme.....	118
Merno kontrolna traka Ugra/FOGRA Digital Plate Wedge	120
Digitalna merno kontrolna traka Agfa DigiControl.....	121
Merno kontrolna traka GATF Digital Plate Control Target	122
Merno kontrolna traka System Brunner CtP ZebraStrip.....	123
Merno kontrolna traka Heidelberg plate wedge.....	124
Kontrolne merne trake za kontrolu izrade digitalnih (CtP) flekso štamparskih formi.....	128
Merni uređaji za kontrolu CtP štamparskih formi	131
Merni uređaji za kontrolu CtP štamparskih formi za flekso i duboku štampu.....	139

Uvod

Računar je tehnološka inovacija koja je imala najveći značaj i uticaj na savremenu štamparsku industriju. Računari su doprineli da priprema za štampu i štampa budu brži, jednostavniji i efikasniji nego što se to ikad moglo i pomisliti. Računari, internet i elektronsko izdavaštvo pomeraju značaj i granice štampe. Elektronski mediji, sa jedne strane pojačavaju konkurentski pritisak na štampane medije i delom zamenjuju štampane proizvode, ali sa druge strane utiču na povećanje atraktivnosti štampanih medija i u estetskom i u funkcionalnom smislu. Tržište štampanih medija i pored velikog udela elektronskih medija ostaje i dalje izuzetno atraktivno posebno u štampi ambalaže. Razvoj štampe do današnjih razmera pratile su brojne uspešne i manje uspešne promene. Danas je primena računarske tehnologije postala nezaobilazna. Objedinjene nazivom Od računara do ..., ili Computer to ... pojavljuju se nove tehnologije, sa CtF tehnologijom, prvom u nizu. Nakon nekoliko godina uspešnog korišćenja tehnologije Od računara do filma (CtF - Computer to Film) ona je zamenjena novom Od računara do ploče (CtP - Computer to Plate) tehnologijom. CtP je termin kojim se opisuje postupak dobijanja štamparske forme procesom direktnog, računarom kontrolisanog osvetljavanja. Učešće ove tehnologije na tržištu grafičkih proizvoda raste iz godine u godinu, tako da je ona u nekim zemljama već zašla u svoju zrelu fazu. Na budućnost grafičke tehnologije gleda se kao na ciklus koji će tek otpočeti da se odvija u svojim novim fazama, od ploča bez konvencionalnog razvijanja, preko direktnog oslikavanja ploča u štamparskoj mašini (Computer to Press-Direct Imaging) do završne faze razvoja koja se ogleda u korišćenju cilindra štamparske mašine za formiranje štampajućih površina, koje će se nanositi pre štampe i brisati nakon štampe (Computer to Cylinder).

Poslednju deceniju obeležio je niz značajnih promena u grafičkim tehnologijama. Film u grafičkoj tehnologiji skoro u potpunosti je zamenjen novom tehnologijom. Nova tehnologija nosi naziv od računara do ploče (Computer to Plate). CtP tehnologija predstavlja postupak direktnog, kompjuterski kontrolisanog osvetljavanja štamparske ploče u postupku dobijanja štamparske forme (slika 1). Ona podrazumeva prenos „slike” kao oblikovanog materijala u pripremi za štampu na ploču koja je takođe nosilac te iste slike. Ploča se obrađuje - osvetljava u tzv. CtP uređaju i od nje nastaje štamparska forma koja je osnov procesa štampanja. Computer to Plate, ili skraćeno CtP, je donedavno bio nov pojam u svetu štampe i grafičke pripreme. CtP tehnologija menja deo procesa u vezi sa osvetljavanjem i razvijanjem filma i njegovim kopiranjem na ofset ploču. Ova tehnologija, takođe omogućava dobijanje ploča mnogo brže, redukuje troškove, izostavljajući tradicionalne korake u procesu grafičke pripreme.

Istraživanja su pokazala da operacije u proizvodnji u oblasti ofset štampe, primenom CtP tehnologije smanjuju troškove za 50%, u poređenju sa CtF tehnologijom i da je primenom CtP tehnologije, za povratak investicija pri ulaganju u ovaj sistem, potrebno manje od godinu dana.



Slika 1. Osnovna struktura CtP sistema za ofset štamparske forme

CtP tehnologija olakšava procese u štampi i daje veći kvalitet. U ovom domenu je prisutan i visok nivo automatizacije, izrade elemenata pozicioniranja ploče, uklanjanja zaštitnih slojeva ploče, osvetljavanja, pranja, termičke obrade i odlaganja u završnoj fazi.

Štamparske forme, kao osnova izrade štampanih proizvoda u grafičkom proizvodnom procesu čine važan deo celokupnog kruga uticajnih faktora od kojih zavisi krajnji rezultat i kvalitet odštampanog proizvoda. Ofset CtP ploče, bez konvencionalnog razvijanja doživljavaju veliku ekspanziju u grafičkoj industriji iz više razloga. CtP ploče bez konvencionalnog razvijanja koriste termalnu energiju za oslikavanje, a posle toga ne zahtevaju dalju obradu kao što je razvijanje, odnosno formiranje štampajućih i neštampajućih elemenata na površini primenom hemijskih supstanci. Ove ploče mogu biti oslikane uklanjanjem materijala termalnom energijom, promenom faze rastvorljivosti kopirnog sloja ili topljenjem silikonskog kopirnog sloja. Posle oslikavanja, neke od ovih ploča ne zahtevaju nikakvu dalju obradu, a neke zahtevaju samo pranje sredstvom za vlaženje štamparske forme.

Razvoj Computer to Plate sistema

CtP sistem prvobitno je nastao u okviru tehnike ofset štampe. Stoga i razvoj CtP sistema se referira upravo na razvoj u domenu ofset tehnike. Prvi sistem kompjuter prema ploči, Lasergraph, razvijen je 1947. godine. Koristio je dva visokonaponska lasera kako bi spalio neštampajuće površine na čvrstom plastičnom materijalu od koga se dobijala leterpres štamparska forma. Malo je nedostajalo da se koristi za štampanje novina u Elmir, Njujork.

Godine 1976. izvedena je demonstracija sistema EOCOM CtP na Sajmu novina u Anahejmu, Kalifornija. Test postavka je bila instalirana u Njujorku i koristila se u proizvodnji novina.

1985.: Tehnologija kompjuter prema ploči primenjena je u proizvodnji Wall Street Journal, Njujork Times i Christian Science Monitor. Skeniranjem montiranih filmova dobijali su se podaci potrebni za osvetljavanje ploča. Journal i Monitor koristili su satelitske veze kako bi slali podatke o stranicama širom SAD. Times ih je slao preko reke do Nju Džerzija.

1986.: CtP sistem proizveden u saradnji IBM, Hell, EOCOM i Autologic instaliran je u Morristownu, Nju Džerzi, i korišćen je u proizvodnji Daily Record. EOCOM ravni osvetljivač ploča demonsriran je 1984. i kasnije prodat Gerberu. Delom je bio Autologicov APPS-1 sistem, koji je bio prvi sistem sposoban da izvrši digitalnu montažu stranice i osvetli ploču pomoću tih podataka. Instaliran je nakratko u Morristownu, na svom putu u zaborav.

1990.: Uvedene su u rad poliesterske ploče sredinom 1980-ih godina i osvetljavane su u ranim verzijama fotografskih osvetljivača filma. Hoechst (Kalle) je 1990. predstavio N90 CtP ploču na Sajmu DRUPA, velikom internacionalnom sajmu štamparske opreme koji se održava svake četiri godine. U toku 1990. godine sve ploče su se osvetljavale u vakuumskim okvirima.

1991.: Presstek i Heidelberg predstavili su prvi sistem za osvetljavanje ploča direktno na mašini Heidelberg GTO-DI. Sistem se koristi na dvobojnim i četvorbajnim mašinama kao i za osvetljavanje ploča izvan mašine za ploče bez vlaženja i ploče sa vlaženjem. Gerberg LE55 (EOCOM) instaliran je u Holandskim novinama i osvetljavao je ploče N90.

1994.: Prva publikacija proizvedena isključivo pomoću CtP tehnologije bila je Sports Cars International u maju. Publisher's Press u Florenci, Kentucky, koristila je Optronics osvetljivač ploča za premazno četvorbajno izdanje. Publisher's press sada koristi Gerberove osvetljivače ploča i skenira filmove kako bi dobili digitalne fajlove.

1995.: Prva publikacija sa oglasima, digitalno snabdevana i proizvedena pomoću CtP tehnologije bila je The Computer in 21st Century, izdavača Scientific America, izdata u aprilu. Apple kompjuteri bio je jedini oglasnik i njegova agencija, BBDO, snabdevala je R.R. Donnelley's Creo osvetljivač ploča sa digitalnim oglasima. Na sajmu DRUPA je bilo više instaliranih CtP sistema (42), nego u štamparijama širom sveta.

1997: Instalirano je više CtP sistema nego u celom prethodnom periodu.

1998: Od decembra meseca, bilo je 3090 ofset CtP sistema širom sveta.

1999: Postoji više od 30 digitalnih ploča i preko 57 modela CtP osvetljivača.

Danas su CtP sistemi svakodnevna potreba normalnog poslovanja i kvalitetne reprodukcije.

Tehnologije koje su se razvile na sistemu kompjuter prema -

CtF.....Kompjuter prema filmu

Osvetljivači filma.

CtP.....Kompjuter prema ploči

Kompjuter prema ploči, bilo koja vrsta ploče.

CtPP.....Kompjuter prema poliesterskoj ploči

Osvetljivači filma ili impostereri, izlazni film ili ploča, ili namenski uređaji koji kao izlaz imaju samo poliesterske ploče.

CtAP.....Kompjuter prema aluminijumskoj ploči

Osvetljivači ploča koje karakteriše konstrukcija sa unutrašnjim ili spoljašnjim cilindrom ili ravna konstrukcija.

CtPoP.....Kompjuter prema ploči na štamparskoj mašini

Presstek tehnologija integrisana na mašinama KBA, Heidelberg i Omni-Adast.

CtPIC.....Kompjuter prema cilindru za oslikavanje ploče

Creo tehnologija koja uključuje nanošnje materijala na štamparski cilindar i oslikavanje pomoću termalnog lasera.

CtEP.....Kompjuter prema elektronskom štampaču

Uključuje sve digitalne štamparske uređaje, jednobojne ili višebojne.

CtECP.....Kompjuter prema elektronskoj štamparskoj mašini

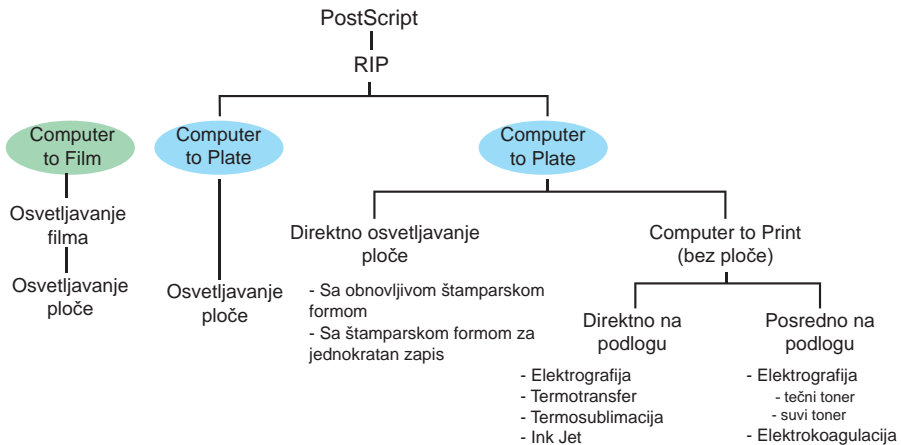
Podrazumeva specijalno visokokvalitetne, višebojne sisteme velikih brzina.

Computer to Plate tehnologija

U razvoj i usavršavanje već postojećih CtP tehnologija ulažu se velika sredstva. U domenu ofset štamparskih ploča budućnost stoji pred CtP sistemima koji koriste ploče bez hemijske obrade jer one omogućavaju dodatno skraćenje ciklusa rada. Kako je već ranije rečeno, Computer to Plate je termin koji opisuje postupak direktnog, kompjuterski kontrolisanog osvetljavanja štamparske forme. Brzina, tačnost registra i štampani otisak veran originalu predstavljeni su kao glavne karakteristike ovih uređaja. To se zapravo i očekivalo kao sledeći korak u razvoju grafičke proizvodnje tj. razvoju pripreme štamparske forme. Zahtevi za što više boja, za što kvalitetnijom štampom i velikom brzinom štampe, uslovili su razvoj u grafičkoj industriji koji je rezultirao pojavom tehnologije CtP. Pojavom ove tehnologije ispunjeni su svi zahtevi savremene grafičke industrije u oblasti pripreme štamparske forme.

Danas su najčešće u upotrebi tri postupka direktnog, kompjuterski kontrolisanog osvetljavanja (slika 2):

- ComPuter to Film (od kompjutera do filma);
- ComPuter to Plate (od kompjutera do ploče);
- ComPuter to Press (od kompjutera do štampe).

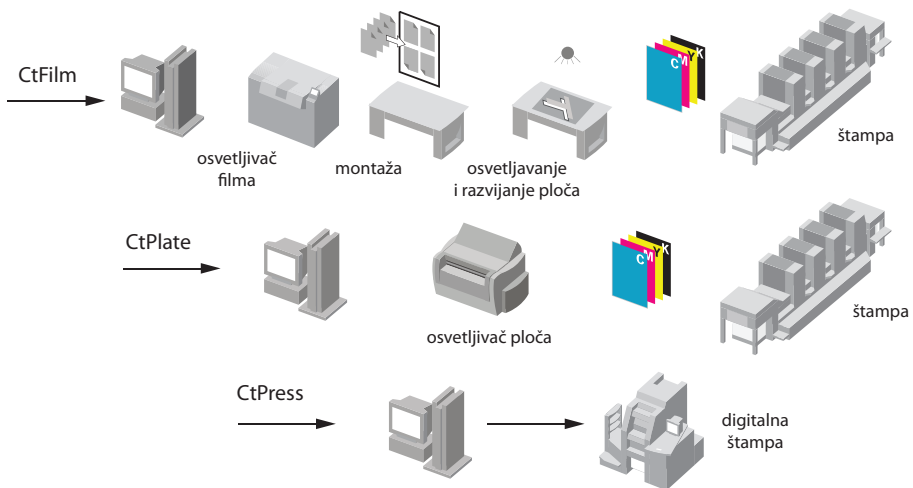


Slika 2. Tehnologije Computer to...

Dynacell raster je najbolje rešenje ukoliko rasterski uglovi, sa kojima je potrebno raditi da bi se dobio odgovarajući kvalitet otiska, značajno odstupaju od standardnih vrednosti uglova za ofset i flekso tehnike štampe. U pogledu sito štampe, upotreba ovog rastera u kombinaciji sa ragbi rasterskom tačkom daje izvanredan kvalitet otiska u štampi (slika 27).

Konstrukcija uređaja za CTP štamparske forme

Konstrukciona rešenja uređaja za digitalno osvetljavanje štamparskih formi vode svoje poreklo od uređaja za osvetljavanje filmova. Razvoj Computer to... tehnologija je u suštini započeo razvojem uređaja za direktno osvetljavanje celovitih filmova koji su se kasnije koristili za izradu štamparskih formi za različite tehnike štampe. Tako da je prva u nizu Computer to tehnologija Computer to Film tehnologija. Upotrebom CtF sistema osvetljavali su se filmovi velikog formata (slika 28) čime je bila eliminisana potreba za ručnom montažom pojedinačnih filmova stranica s obzirom na to da je jedan film bio veličine štamparske forme.



Slika 28: Poređenje CtFilm, CtPlate i CtPress

Prema konstrukciji, uređaje za osvetljavanje filma možemo podeliti na: uređaje sa unutrašnjim cilindrom, uređaje sa spoljašnjim cilindrom i ravne osvetljivače. Shodno tome, uređaji za osvetljavanje CtP ploča imaju konstrukciju osvetljivača sa spoljašnjim cilindrom, unutrašnjim cilindrom ili u ravnom položaju.

Podela CtP uređaja za ofset štamparske forme prema konstrukciji

Osvetljivači CtP ofset ploča, po svojoj konstrukciji su vrlo slični osvetljivačima filmova, a što je sasvim logično s obzirom na to da su nastali upravo iz njih. Osnovna razlika između osvetljivača filma i osvetljivača ploče je u tome što su osvetljivači ploča namenjeni osvetljavanju aluminijumskih podloga debljina od 0,125 mm do 0,40 mm, dok se osvetljivači filma koriste za osvetljavanje poliestarskih podloga debljine 0,10 mm. Ostali elementi su ili isti ili slični: RIP, laserski izvor svetla, konstrukcija samog osvetljivača, on line veza sa mašinom za razvijanje ako je to potrebno i dr.

Odabir osvetljivača zavisi na prvom mestu od dimenzija štamparske forme koja se želi osvetliti. U skladu s tim može se izvršiti sledeća podela osvetljivača:

1. osvetljivači izuzetno velikog formata 167x208 cm;
2. osvetljivači velikog formata 139x170 cm;
3. osvetljivači formata 104x132 cm;
4. osvetljivači formata 81x106 cm;
5. osvetljivači formata 55x71 cm.

Sa formatom ploče, odnosno dimenzijama osvetljivača, raste potrebna rezolucija kao i cena osvetljivača.

Prema konstrukciji, razlikuju se tri tipa CtP uređaja za osvetljavanje ploče:

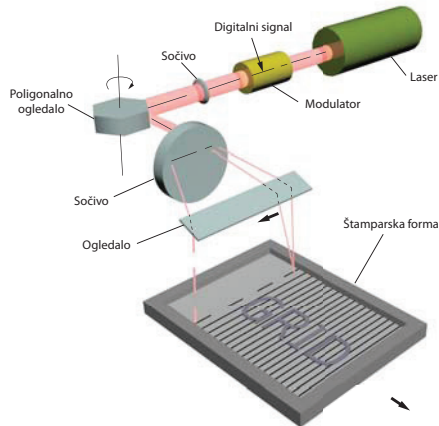
- ravni (tzv. flat-bed) osvetljivači;
- osvetljivači sa spoljašnjim cilindrom;
- osvetljivači sa unutrašnjim cilindrom.

Ravni osvetljivači

Kod ravnih osvetljivača, štamparska forma postavlja se horizontalno na ravnu podlogu tokom osvetljavanja, a najčešća rešenja se sastoje iz optičkog sistema sa ogledalom i korekturnim sočivima koji prenose laserski zrak, liniju po liniju, po površini ploče. Uprkos ovako kompleksnom optičkom sistemu, javljaju se deformacije u obliku rasterske tačke koje postaju izraženije kako zrak ide prema ivicama ploče (slika 29). Ovakve smetnje takođe se pojačavaju povećanjem formata. Rešenja za ovakav nepoželjan efekat postoje, ali se njihova implementacija pokazala skupom.

Zbog distorzije rasterske tačke, ovakvi uređaji za osvetljavanje štamparskih formi uglavnom se koriste za manje formate (maksimalno 50 x 70 cm). Zato su

svoju idealnu primenu našli u novinskoj produkciji, gde je brzina veoma bitna. Kako se u novinskoj produkciji najčešće upotrebljava jedna štamparska forma za jednu stranicu novina, te forme su relativno male tako da distorzija rasterskih tačaka i nije toliko izražena. Jednostavno rukovanje štamparskim formama i veoma kratko vreme za osvetljavanje, u kombinaciji sa tehnologijom CtP ploča koje koriste vidljivi ili UV deo svetlosnog spektra, dovele su do masovnog korišćenja ovih uređaja u novinskoj štampi.



Slika 29. Princip osvetljavanja ravnog CtP osvetljivača

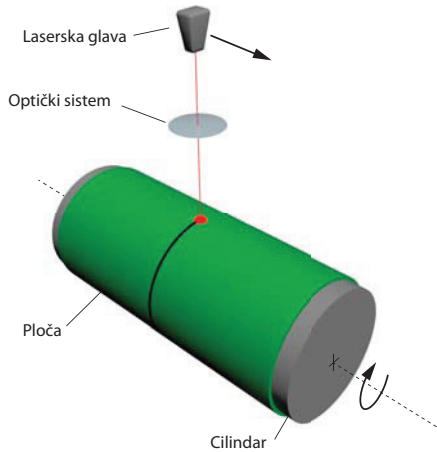
Jedini postojeći CtP sistemi koji koriste UV lampe umesto lasera (proizvođača BasyPrint), takođe su ravne konstrukcije, ali ne sadrže optički sistem koji izaziva pomenutu smetnju, već glavu za osvetljavanje koja se kreće na bliskom rastojanju od ploče i direktno je osvetljava. Slična rešenja iskorišćena su i kod modela drugih proizvođača koji koriste laserski izvor svetlosti kod ravnih osvetljivača.

Najveća prednost ovakvih sistema leži u lakom i jednostavnom rukovanju pločom, što ih opet čini primamljivim za novinsku štampu, zbog skraćenja ukupnog vremena potrebnog za dobijanje osvetljene ploče, tj. štamparske forme.

Osvetljivači sa spoljašnjim cilindrom

Kod ovakvih uređaja, ploča se pozicionira po spoljašnjoj strani cilindra na sličan način kao što je to slučaj na standardnoj ofset mašini. Glava za osvetljavanje postavljena je iznad cilindra i fokusira jedan ili više laserskih zraka na površinu ploče i ispisuje sliku pomerajući se duž ose cilindra (slika 30), koji se pri tome

okreće definisanom brzinom, zavisno od modela između 150 i 1400 obrtaja u minuti, obezbeđujući na taj način idealno pozicioniranje svake tačke na ploči. Brzina rotiranja nije ograničena mehanizmom za učvršćivanje ploče ili balansom cilindra, već snagom lasera tj. vremenom potrebnim da se izvrši osvetljavanje.

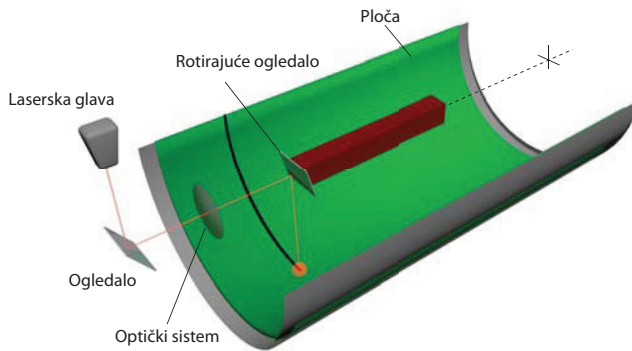


Slika 30. Princip osvetljavanja CtP osvetljivača sa spoljašnjim cilindrom

Prednost ovakve konstrukcije je jednostavnost (mehanička i optička), koja omogućava lako fokusiranje više lasera istovremeno, što skraćuje vreme da se ploča osvetli. Sa druge strane, ovakav način montiranja ploče na cilindar, gotovo da onemogućava integraciju uređaja za bušenje (registar sistem), pa je neophodno posedovati ovaj uređaj van osvetljivača.

Osvetljivači sa unutrašnjim cilindrom

Kod osvetljivača sa unutrašnjim cilindrom, ploča se pozicionira po unutrašnjem obodu cilindra (obično pod uglom većim od 180°). Na geometrijskoj osi takvog cilindra nalazi se optički sistem na čijem je kraju ogledalo koje rotira velikom brzinom (više od 40.000 obrtaja u minutu) i usmerava zrake ka površini ploče, dok se ceo sistem polako pomera aksijalno. Da bi osigurali stabilnost sistema i vibracije sveli na minimum, neki proizvođači ovakvih osvetljivača ugrađuju granitnu osnovu. Sama ploča je najčešće fiksirana u jednom položaju. Kod ovih uređaja štamparska forma se pričvršćuje pomoću potpritiska, tako da je kopirni sloj okrenut prema unutrašnjosti cilindra (ploča se pozicionira po unutrašnjem obodu cilindra). Glava za osvetljavanje nalazi se u centru cilindra (ili izvan) i snop svetlosti se usmerava prema štamparskoj formi, tj. prema kopirnom sloju (slika 31).

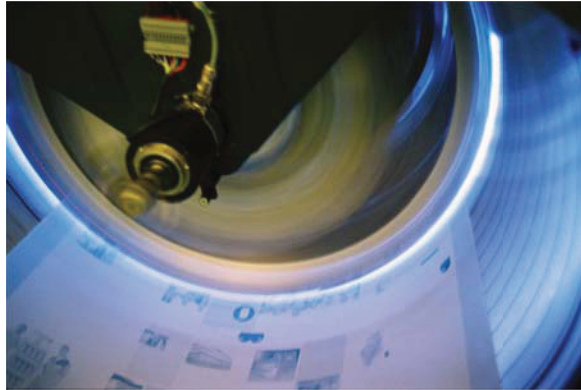


Slika 31. Princip osvetljavanja CtP osvetljivača sa unutrašnjim cilindrom

Postoje dva načina osvetljavanja štamparske forme: rotiranje svetlosnog izvora oko ose ili rotiranje optičkog sklopa. Pri prvom načinu, rotira se svetlosni izvor i pomera se po dužini štamparske forme i tako je osvetljava. Prednosti ovakvog sistema ogledaju se u blizini svetlosnog izvora prema štamparskoj formi, pa je moguće koristiti izvore manjih snaga zbog manjeg rasipanja svetlosnog intenziteta. Takođe, ovakva konstrukcija omogućava i izuzetnu tačnost pri oslikavanju, jer se rotacijom svetlosnog izvora mnogo lakše manipuliše nego rotacijom optičkog sklopa (ogledala).

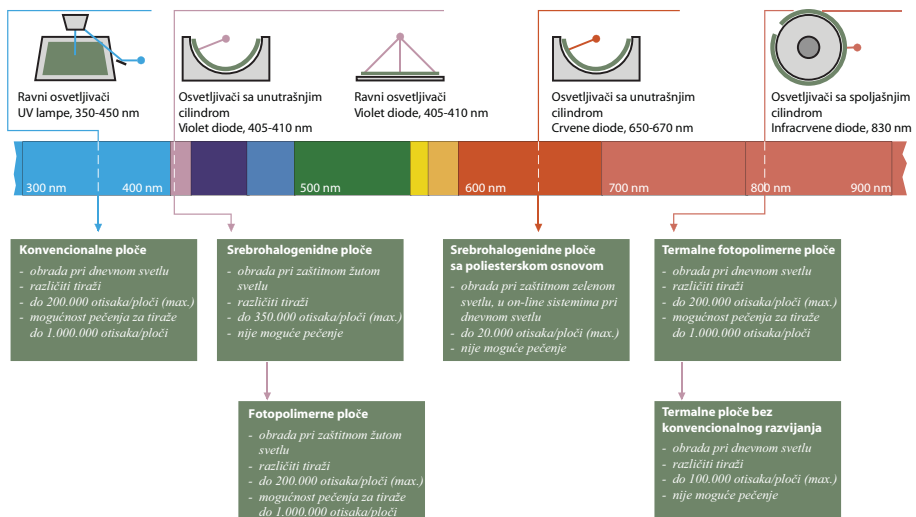
Drugo rešenje je kada je svetlosni izvor fiksiran, a rotira se optički sklop, tj. ogledalo, uz istovremeno pomeranje duž ose cilindra. Ta rotacija je izuzetno brza, preko 40.000 obrtaja u minutu, i pomoću nje ogledalo usmerava zrake ka površini ploče, a svetlosni izvor (zajedno sa optičkim sklopom) pomera se duž ose cilindra. Negativne pojave u vidu vibracija dovele su do smetnji - bilo je izuzetno teško usmeriti više zraka precizno prema štamparskoj formi.

Kako je teško precizno usmeriti više zraka na ovaj način, neki proizvođači su odbacili sistem sa ogledalima u korist rotirajuće glave sa laserskom grupom (npr. Lüscher XPose!). Ovako postavljen, izvor svetlosti je blizu površine ploče, pa se povećava preciznost i smanjuje rasipanje laserske energije (slika 32). Često se ovakve konstrukcije postavljaju na antivibracione podloge, što dodatno povećava izdatke kao i samu težinu uređaja, a ponekad može da predstavlja određenu smetnju.



Slika 32. Izgled CtP sa unutrašnjim cilindrom Lüscher Xpose!

Prednosti svih ovih uređaja ogledaju se u jednostavnosti promene formata štamparskih formi, jer nema potrebe da se izvede rebalansiranje uređaja, kao što je to slučaj sa sistemom sa spoljašnjim cilindrom. Negativne osobine ovakvih sistema predstavljaju komplikovano pozicioniranje štamparskih formi prema unutrašnjem delu cilindra (zapravo polucilindra) i nemogućnost korišćenja više izvora svetlosti istovremeno. Zbirni prikaz sa određenim karakteristikama osvetljivača prikazan je na slici 33.



Slika 33. Konstrukcije osvetljivača sa prikazom izvora svetlosti i vrstama CtP ploča

Podela CtP uređaja za flekso štamparske forme prema konstrukciji

Cilj CtFlexo tehnologije bio je da se iz upotrebe potisne negativ film, a ono što je njega trebalo da zameni jeste sloj za lasersku obradu (eng. LAMS - Laser Ablation Mask System). Ovaj sloj samo dodat je na već postojeću strukturu fotopolimerne ploče za flekso štampu, što znači da velikih promena što se tiče same ploče nije bilo. Sloj za lasersku obradu je debljine svega nekoliko mikrona i najčešće je crne boje.

CtP uređaji za flekso štamparske forme mogu se karakterisati kao uređaji za oslikavanje digitalnih flekso formi s obzirom na to da je njihov zadatak da uklone sloj za lasersku obradu (crnu masku ili LAMS sloj) sa površine flekso forme shodno izgledu štampajuće slike kako bi se omogućilo formiranje štampajućih elemenata u fazi glavnog osvetljavanja.

Uređaj za oslikavanje digitalnih flekso fotopolimernih ploča povezan je sa računarom od koga preuzima podatke, u digitalnoj formi, o slici koja treba da bude prenet na ploču. Konstrukcijski, dati uređaji mogu se okarakterisati kao CtP sistemi sa spoljašnjim cilindrom. U zavisnosti od primenjene tehnologije, dati sistemi mogu biti opremljeni sa Nd YAG ili fiber laserima.

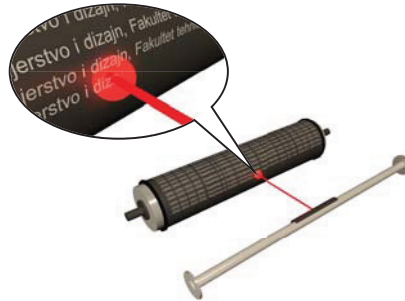
Fotopolimerna ploča, pre osvetljavanja, mora proći fazu predekspozicije, kako bi se formirala podloga i uspostavila dubina budućeg reljefa. Nakon preosvetljavanja, ploča se postavlja na cilindar CtP uređaja. Vakuum obezbeđuje da ploča čvrsto stoji na cilindru i da ne dolazi do njenog pomeranja u toku obrade. Kada je sigurno da je ploča dobro montirana na cilindar, poklopac CtP uređaja se zatvara i obrada fotopolimerne ploče CtP sistemom može da počne. Naravno, svi parametri, pored slike koja treba da bude prenesena, kao što su linijatura, vrsta lasera, brzina okretanja cilindra i laserskog ispisivanja, format ploče i sl. imaju mogućnost podešavanja.



Slika 34. Šematski prikaz uređaja za oslikavanje digitalne flekso štamparske forme

U toku procesa osvetljavanja cilindar, sa fotopolimernom pločom na sebi, okreće se, dok laserski zrak ablacijom uklanja sloj za lasersku obradu, i to na onim mestima koja odgovaraju transparentnim delovima konvencionalnog negativ filma (slika 34).

Nakon osvetljavanja u CtP uređaju, sloj za lasersku obradu ponaša se kao predložak tj. negativ film. Dalje faze obrade identične su kao kod konvencionalne obrade fotopolimerne ploče (slika 35).



Slika 35. Uklanjanje LAMS sloja laserom u CtP uređaju

Kompanija Lüscher ima patentirano rešenje CtP uređaja za oslikavanje flekso fotopolimernih štamparskih formi koga karakteriše konstrukcija sa unutrašnjim bubnjem. Možemo ga smatrati hibridnim osvetljivačem s obzirom na to da se osim oslikavanja flekso ploča može koristiti za osvetljavanje ofset ploča i ploča za visoku štampu (leterpres). Može biti opremljen sa 16 ili 32 2W laserske diode velike snage. Mogu biti opremljeni sa UV i IR diodama. U slučaju da se vrši oslikavanje flekso ili leterpres štamparske forme, onda se koriste IR diode, a u slučaju osvetljavanja ofset ploča mogu se koristiti i UV diode (slika 36).

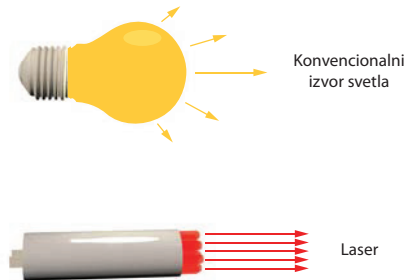
Konstrukcija uređaja za oslikavanje u ravnoj formi karakteristična je za Ink Jet CtP sisteme za flekso štamparske ploče.



Slika 36. CtP uređaj za flekso štamparske forme sa unutrašnjim bubnjem

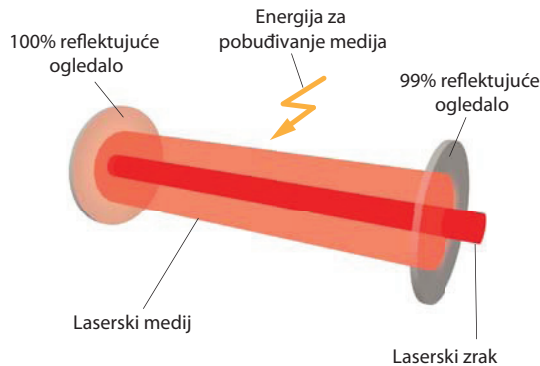
Izvori svetlosti u CtP tehnologiji

Kao izvore svetla osvetljivači u tehnologiji Computer to Plate koriste lasere. Laseri predstavljaju kvantne generatore koji koriste različite talasne dužine svetlosti u ultraljubičastom, vidljivom i infracrvenom području spektra. LASER je skraćenica od engleskih reči Light AmPLification by Stimulated Emision of Radiation što u suštini predstavlja pojačanje svetlosti stimulisanom emisijom zračenja. Laser predstavlja pojačivač i usmerivač svetlosti određene talasne dužine koji pretvara energiju svetlosti širokog talasnog područja u energiju svetlosnih zraka tačno određene talasne dužine, potpuno paralelnih i koherentnih, tako da energija u njima ima visok nivo koncentrisanja u odnosu na konvencionalne izvore svetlosti kao što je sijalica (slika 37).



Slika 37. Laserski i konvencionalni izvor svetla

Osnovne karakteristike laserske svetlosti su uredenost, strogo određeni pravac i smer, monohromatičnost i veliki intenzitet. Laser se sastoji od elemenata prikazanih na slici 38.



Slika 38. Šema lasera sa osnovnim elementima

Prema vrsti radne supstance možemo ih podeliti na lasere sa čvrstom supstancom, gasne lasere i tečne lasere. Lasere sa čvrstom supstancom koji su izrađeni na bazi poluprovodnika nazivamo laserskim diodama.

Prema režimu rada lasere delimo na impulsne i kontinualne lasere. Kada se pobuđivanje izvodi neprekidno, laseri rade kao kontinualni, dok impulsno pobuđivanje uslovljava impulsni rad lasera.

Najčešće korišćeni tipovi lasera u CtP uređajima za osvetljavanje su:

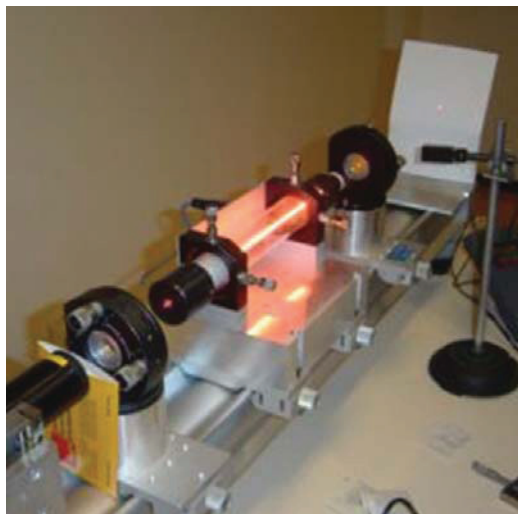
- Argon jonski laser (gasni laser);
- Helijum-neonski laser (gasni laser);
- YAG laser (čvrsti laser na bazi itrijum-aluminijum i neodimijuma);
- Crvena laserska dioda (laser na bazi poluprovodnika);
- LED diode;
- Infracrveni laser (laser na bazi poluprovodnika);
- Violet laser (laser na bazi poluprovodnika);
- Termo laser;
- Fiber laser.

Gasni laseri

Familija gasnih lasera prilično je velika i raznolika. Gasni laseri se međusobno razlikuju po svojim karakteristikama. Kod najslabijih komercijalnih lasera red veličine snage je čak i ispod 1 mW, a kod najjačih i preko 10 kW. Neki gasni laseri mogu emitovati neprekidan snop godinama, dok ostali pulsiraju u periodima reda nano sekundi. Njihov izlazni opseg je u vakuumu od ultraljubičastog - na talasnim dužinama toliko kratkim da su potpuno blokirani od strane vazduha - preko vidljivog i infracrvenog do graničnog područja milimetarskih talasa i mikrotalasa.

Laserski gas je sadržan u cevi sa udubljenim ogledalima na oba kraja. Jedno ogledalo je potpuno reflektujuće, a drugo propušta deo svetlosti i tako obrazuje izlazni snop. Prikaz helijum-neonskog lasera je dat na slici 39.

Većina gasnih lasera pobuđuje se prolaskom električne struje kroz gas; pražnjenje se obično odvija dužinom cevi. Elektroni iz pražnjenja prenose energiju do atoma ili molekula u laserskom gasu, kroz najmanje jedan međukorak. Nakon toga pobuđeni gas emituje svetlost koja rezonira u laserskoj šupljini i tako formira laserski snop.



Slika 39. Helijum-neonski laser

Postoje dva bitna zahteva gasnih lasera. Na prvom mestu je da moraju imati skupove energetske nivoa pogodne za lasersku akciju. U praksi, samo energetske nivoi nisu dovoljni. Za optimalno funkcionisanje laserski medij mora da sadrži i specijalnu mešavinu gasova pri tačno određenom pritisku. Optimalna mešavina gasova ne zavisi samo od karakteristika emitovane svetlosti, već takođe i od uslova rada kao što je nivo - količina snage, talasna dužina i dizajn laserske cevi.

Pritisak gasa je takođe važan činilac, pogotovo što utiče na provodnost elektriciteta kroz gas. Mnogi laseri neprekidnog snopa zahtevaju pritisak mnogo manji od jednog bara da održe stabilno električno pražnjenje. Nekii pulsni laseri zahtevaju mnogo viši pritisak ponekad čak veći i od jednog bara, pošto pražnjenje ne sme biti stabilno tokom vremena.

Optimalni pritisak nije isti čak ni za sve lasere istog tipa jer zavisi i od dizajna laserske cevi. Neki gasni laseri zahtevaju periodičnu zamenu laserskog gasa zato što se akumuliraju kontaminirajuće materije i smanjuju efektivnost lasera. Iz tog razloga su neke laserske cevi razvijene za periodično čišćenje i ponovno punjenje svežim gasom.

Ponekad je čak i moguće obnoviti cevi dugih lasera, npr. argonskog, čišćenjem cevi, menjanjem nekih njenih delova i punjenjem novog. Gasni laseri koji su našli svoju primenu u CtP tehnologiji su helijum-neonski laser i argon jonski laser.

Argon jonski laseri

Argon jonski laseri emituju intenzivno plavo-belo svetlo talasne dužine 488 nm. Koriste se za osvetljavanje ploča koje imaju emulziju senzibiliziranu na plavu boju i zbog toga se moraju izlagati svetložutom zaštitnom svetlu u radnoj prostoriji. Ovi laseri su jednostavni za rukovanje, ekonomični su i pouzdani u radu i poseduju veliku izdržljivost. Radi obezbeđenja stabilnosti u radu, ovi laseri se ne isključuju noću već ostavljaju u tzv. standby režimu. Argon jonski laseri pokreću se električnim pražnjenjem koje prolazi kroz elemente inertnih gasova (grupa VIII) periodnog sistema elemenata. Svi normalno emitovani neprekidni snopovi su iz područja vidljive svetlosti. Tipični izlazni opseg snage argon jonskih lasera je od nekoliko miliona vati do 25 vati.

Aktivni medij kod argonskog lasera je argon, na pritisku oko 0.001 bara. Emisija u argonskim laserima nastaje od atoma koji su jonizovani tako što su im uklonjeni po jedan ili dva elektrona iz spoljnih putanja. Talasne dužine kraće od 400 nm potiču od atoma sa dva uklonjena elektrona (Ar^{+2} ili Kr^{+2}). Duže talasne dužine potiču od jednostruko jonizovanih atoma (Ar^{+} ili Kr^{+}). Struje pražnjenja u argonskim laserima su od 10 do 70 A. Ove velike struje pražnjenja greju laserski gas do vrlo visokih temperatura.

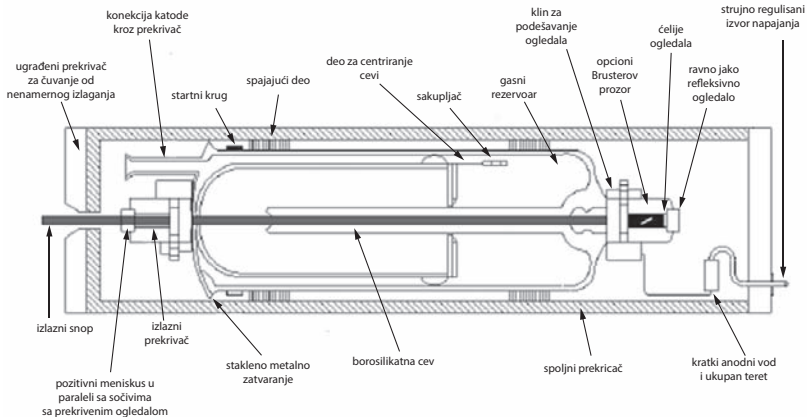
Upravo iz tog razloga zahtevaju dodatno hlađenje u toku rada (forsirano vazdušno hlađenje odgovara za argonske lasere koji daju po par vati snage ili vodeno hlađenje). Tipični argon jonski laser je većih gabarita pa otuda je njihova primena vezana isključivo za uređaje većih dimenzija i kapaciteta. Najveći deo argonskih lasera poseduje prozore montirane pod Brusterovim uglom na krajevima cevi i sa spoljnim ogledalima čine lasersku šupljinu. Stepem korisnog dejstva je mali, tako da je potrebno posvetiti pažnju minimizaciji gubitaka u laserskoj šupljini. Sama cev je najčešće keramička.

Optika iz laserske šupljine selektuje koju će talasnu dužinu argonski laser emitovati. Tipični radni vek ovih lasera je 1000 do 10.000 časova, sa dužim radnim vekom kod lasera manje snage. Ovaj tip lasera može se koristiti u osvetljivačima sa unutrašnjim, spoljašnjim cilindrom i u ravnim osvetljivačima.

Helijum-neonski laseri

Helijum-neonski laseri emituju vidljivu crvenu svetlost talasne dužine od 633 do 635 nm. Ubrajaju se u kontinualne lasere. U grafičkoj industriji svoju primenu su našli za osvetljavanje ploča za CtP tehnologiju vidljive svetlosti. Najbitnije karakteristike ovog tipa lasera su brza priprema za rad, pouzdanost, izdržljivost (masovno proizvedeni laseri sa hermetički zatvorenim cevima mogu neprekidno da rade i na hiljade časova), pristupačna cena i jednostavnost.

Na slici 40 prikazana je unutrašnja struktura tipičnog helijum-neonskog lasera masovne proizvodnje.



Slika 40. Helijum - neonski laser masovne proizvodnje

Primećuje se da je pražnjenje koje se odvija između elektroda na suprotnim stranama cevi koncentrisano u uskoj kvarcnoj cevi, od jedan do nekoliko milimetara u prečniku. Ovo povećava produktivnost pobuđivanja u laseru i takođe potpomaže kontrolu kvaliteta snopa. Najveći deo zapremine cevi je gasni rezervoar koji sadrži helijum i neon. Pritisak gasa u cevi predstavlja nekoliko desetina jednog procenta atmosferskog pritiska. Ogledala su pričvršćena direktno za cev pomoću visokotemperaturnog procesa koji se naziva „čvrsto zatvaranje”. Zatvaranje usporava curenje helijuma, koji sa druge strane može ograničiti radni vek lasera. Ogledala moraju imati male gubitke zbog malog koeficijenta korisnog dejstva lasera. Zadnje udubljeno ogledalo je potpuno reflektivno (100% reflektivno) dok izlazno ogledalo reflektuje najveći deo upadnog zraka nazad (98%) u lasersku šupljinu, a ostalih nekoliko procenata (2%) propušta napolje u vidu laserskog snopa. Jedno ili oba ogledala imaju konkavne krivine da bi fokusirala snop unutar laserske šupljine, što je važno za visok kvalitet izlaznog snopa. Alternativa ovoj konstrukciji je zatvaranje laserske šupljine Brusterovim uglom, i montiranje ogledala nezavisno od laserske cevi. Ovaj prilaz je mnogo skuplji, ali izbegava gubitke kod ravnanski polarizovanog snopa i dopušta selekciju operativne talasne dužine. Kroz cev se izvodi električno pražnjenje jednosmernim i visokofrekventnim naponom. Struja pražnjenja iznosi nekoliko desetina mA. Na ovaj način pobuđuju se atomi helijuma koji sudarima predaju

svoju energiju atomima neona, da bi ovi emitovali fluorescentne fotone. Povratak atoma u osnovno stanje često ide preko nekoliko intermedijarnih prelaza, pri čemu nastaje inverzija naseljenosti elektrona na dva ili više energetske nivoa.

Izlazna snaga raspoloživa kod helijum-neonskih gasnih lasera zavisi od dužine cevi, pritiska gasa, i unutrašnjeg prečnika cevi pražnjenja i kreće se u intervalu od 1 mW do 100 mW.

Laseri na bazi čvrstih materijala

Lasere čvrstog stanja možemo podeliti na impulsne, kontinualne (CW - Continuous Wave) ili kvazi CW (kvazi kontinualne) lasere. Impulsni laseri na bazi čvrstih materijala uglavnom koriste razne modele ksenonskih sijalica kao i originalni rubinski laser. S ciljem stabilizacije i pojačanja radne izlazne snage i kontrole rezonancije (dok nije došlo do potpune inverzije populacije) koriste Q-prekidanje. Q-prekidanje je impulsni način rada lasera koji skraćuje širinu impulsa, povećava radnu snagu impulsa i poboljšava konzistenciju izlaznog impulsa. Ideja Q-prekidanja je sprečiti rezonanciju dok većina atoma nije u višem energetskom stanju (inverzija naseljenosti gotovo potpuna). Kad većina atoma dospe u više energetsko stanje omogućava se rezonancija što za posledicu ima nastanak kratkih impulsa visokog intenziteta i energija pumpanja se koristi efikasnije.

Dve važnije metode Q-prekidanja su Q-prekidanje pomoću rotirajućeg ogledala i delotvornije elektrooptičko Q-prekidanje. Tehnikom Q-prekidanja uz smanjenje vremena trajanja i energije po impulsu postiže se srednja snaga od 10 MW.

Kod lasera na bazi čvrstih materijala atomi koji emituju svetlost su fiksirani u kristalnom ili staklenom materijalu koji sadrži i druge elemente. Kristal je obično oblikovan u šipku, sa ogledalima na oba kraja. Svetlost iz spoljašnjeg izvora - impulsne lampe, sjajne neprekidne lučne lampe, ili drugog lasera - prodire u lasersku šipku i pobuđuje atome koji emituju svetlost. Ogledala optičke šupljine formiraju rezonantnu šupljinu oko populacije inverzije u laserskoj šipci, obezbeđujući povratnu spregu potrebnu da generiše laserski snop koji izbija kroz izlazno ogledalo. Ako je izvor pobuđivanja lasera lampa, onda su lampa i laserska šipka zagrađene u reflektorskoj šupljini koja fokusira svetlost na šipku. U najvažnije lasere sa čvrstim telom spada rubinski laser koji radi sa tri različita stanja jona hroma, čije odgovarajuće prelazne frekvencije leže u vidljivom području. Obično je izveden kao dugački rubinski štapa koji je okružen blic lampom kao svetlosnim izvorom. Pri radu u impulsima rubinski laseri mogu da rade sa snagom do 1000 mW, a u trajnom pogonu sa oko 100

mW. U grafičkoj industriji svoju primenu nalaze laseri na bazi neodimijuma (Nd) - Nd:YAG laseri.

Nd:YAG laseri

Nd:YAG laseri, čvrsti laseri na bazi itrijum-aluminijuma i neodimijuma, spadaju u grupu lasera velikih snaga i emituju zrake talasne dužine 1064 nm (infracrveni deo spektra). Ukoliko se frekvencija rada YAG lasera udvostruči, tada laser emituje zrake talasne dužine 532 nm (zeleni deo spektra) i nosi naziv FD-YAG laser. Ako se utrostruči frekvencija rada, onda YAG laseri emituju UV svetlost. U molekulu neodimijum-YAG, neodimijum je primesa koja zauzima mesto pojedinih atoma itrijuma u kristalnoj rešetki YAG-a. Kristal ima dobre termičke, optičke i mehaničke osobine, ali se teško proizvodi. Kristal se proizvodi u blokovima zvanim "boules" od kojih su načinjene šipke. Tipične YAG šipke su u prečniku od 6 do 9 mm (0,24 do 0,35 inča) i dužine do 10 cm (4 inča). YAG laser takođe može biti proizveden u obliku ploča sa ravnim površinama. Termičke i optičke osobine Nd-YAG lasera nalažu da se pobuđuje neprekidno sa lučnom lampom ili sa serijom impulsa impulsne lampe. Primena ovih lasera veća je u odnosu na gasne lasere, i to ne samo u grafičkoj nego i u ostalim industrijama. YAG laseri su manjih dimenzija od gasnih lasera i snaga im je u opsegu od nekoliko milivata do 100 W.

U grafičkoj industriji, YAG laseri se koriste za oslikavanje CtP termalnih ploča, a FD-YAG laseri za osvetljavanje ploča CtP tehnologije vidljive svetlosti.

Laseri na bazi poluprovodnika

U svetu lasera postoji jasna razlika između lasera na bazi čvrstih materijala i lasera na bazi poluprovodnika jer oni počivaju na različitim osnovama i imaju različite karakteristike. Laseri na bazi čvrstih materijala su električno neprovodni i pobuđuju se svetlošću emitovanom iz nekog spoljašnjeg izvora koja prolazi kroz kristal. S druge strane, lasere na bazi poluprovodnika pobuđuje električna struja koja prolazi kroz deo materijala sa specifičnim elektronskim svojstvima. Laseri na bazi poluprovodnika često se zovu „diodni laseri” ili samo „diode”, jer su oni u stvari elektronski uređaji sa dva različita kraja. Tehnologija poluprovodničkih lasera je bazirana na kombinaciji optičkih i poluprovodničkih tehnologija, što daje poluprovodničkim laserima njihove jedinstvene osobine.

Prva laserska dioda bazirana na poluprovodničkoj tehnologiji prikazana je 1962. godine. Najveći razvoj u laserskoj tehnologiji, a samim tim i u tehnologiji izrade lasera na bazi poluprovodnika, je primarno zavisio od dva faktora: sposobnosti novih tehnologija da proizvedu bolje, manje i jeftinije poluprovodničke

lasere i širine primene. Stvaranjem mogućnosti razvoja laserskih dioda za duže i kraće talasne dužine, veće izlazne snage, bolje kontrolisanu optičku radijaciju i duže vreme života, širio se i broj primena lasera na bazi poluprovodnika.

Danas sve većoj upotrebi laserskih dioda doprinosi visok stepen kompaktnosti i visoka efikasnost za masovnu proizvodnju. Kako i samo ime govori, osnovu građe poluprovodničkog lasera čini poluprovodnik. Poluprovodnik je materijal čije se osobine nalaze između osobina provodnika i izolatora. Spoljni elektroni u provodniku (na primer, metalu) slobodni su da se kreću kroz materijal kao električna struja. Valentni elektroni u izolatoru ne mogu se kretati na taj način, pa ne mogu prenositi struju. U poluprovodnicima, samo deo elektrona može da se kreće u materijalu. Osnovna razlika između provodnika, poluprovodnika i izolatora je u načinu na koji su elektroni vezani za atome u materijalu (ovde se uvek govori o elektronima u poslednjoj ljusci u atomu). Izolatori su materijali kod kojih su elektroni čvrsto vezani, pošto spoljašnji elektroni formiraju vezu između atoma. Provodnici su materijali kod kojih su spoljni elektroni slabo povezani sa atomima dok u poluprovodnicima, kao što je čist silicijum, većina elektrona vezana je za kristalnu rešetku, ali neki ipak uspevaju da se oslobode i da se kreću kroz materijal. Elektroni u poluprovodnicima mogu se naći na dva energetska nivoa. Donji energetski nivo se naziva valentna zona, u njoj se nalaze elektroni koji sačinjavaju vezu sa susednim atomima. Čist poluprovodnik, kao što je silicijum ili germanijum ima tačno toliko elektrona da se popuni valentna zona. Na sobnoj temperaturi samo nekoliko elektrona ima dovoljnu energiju da pređe na viši energetski nivo, provodnu zonu, gde može slobodno da se kreće kroz materijal. Broj elektrona u svakoj zoni zavisi od veličine energetskog procepa između valentne i provodne zone, kao i od temperature u skladu sa Bolcmanovim zakonom. Na sobnoj temperaturi samo jedan mali deo elektrona prelazi na viši energetski nivo, stoga čisti poluprovodnici provode neku struju, ali ipak ostaje velika otpornost. Dodavanjem atoma primese čistom provodniku, povećava se provodljivost. Dodavanje atoma primese koji imaju različit broj elektrona u spoljašnjoj ljusci naziva se dopiranje. Dopiranjem nastaju poluprovodnici p i n tipa, u zavisnosti od vrste dopiranog elementa. U slučaju kada element koji se dodaje u svojoj atomskoj ljusci ima višak elektrona nastaju poluprovodnici n-tipa (primer: fosfor ili arsen sa pet elektrona u spoljašnjoj ljusci atoma dodaju se silicijumu koji ima četiri elektrona u spoljašnjoj ljusci; fosfor i arsen su donori jer obezbeđuju višak negativnog naelektrisanja). Poluprovodnici p-tipa nastaju kada se kao dopirani elementi koriste elementi koji u spoljašnjoj ljusci imaju manji broj elektrona od elementa kome se dodaju (primer: aluminijum i galijum koji imaju tri elektrona u spoljašnjoj ljusci dodaju se silicijumu; oni se nazivaju akseptori jer primaju višak elektrona).

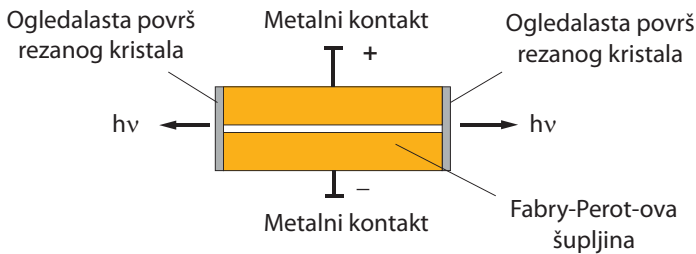
U praksi, n-tipovi i p-tipovi poluprovodnika imaju mnogo veću provodnost od čistih poluprovodnika, zato što primese obezbeđuju mnogo nosioca naelektrisanja. Stepenn provodnosti zavisi od dopiranosti materijala. Količina primesa i provodnost mogu se razlikovati između različitih n-tipova i p-tipova poluprovodnika, čak i između različitih slojeva u istoj komponenti. Čisti poluprovodnici nazivaju se i sopstveni (intrinsic) poluprovodnici, zato što je njihova provodnost svojstvena poluprovodnicima. Takvi materijali nazivaju se i poluprovodnici i-tipa, ali se ne koriste često. Dopiranjem nastaje spoj u poluprovodniku. Spoj je granična zona između dve oblasti poluprovodnika koje su različito dopirane. Razlikujemo sledeće spojeve:

- nepolarisani spoj kod koga su nosioci naelektrisanja u kristalu raspoređeni na isti način kao i primese;
- inverzno polarisan spoj kod koga je pozitivna elektroda dovedena na n oblast spoja, a negativna na p oblast spoja;
- direktno polarisan spoj, kod koga je pozitivan napon doveden na p kraj spoja, a negativan na n kraj spoja.

Prvi poluprovodnici koji su bili u upotebi su silicijum i germanijum. Najvažniji složeni poluprovodnici za primenu u laserskoj tehnologiji su takozvani III-V poluprovodnici. Oni su svoj naziv dobili zbog toga što su sastavljeni od istih količina elementa iz IIIa i Va grupe periodnog sistema elemenata (PSE). Najvažniji elementi iz IIIa grupe PSE su Al (aluminijum), Ga (galijum) i In (indijum) dok su iz Va grupe najznačajniji N (azot), P (fosfor), As (arsen) i Sb (antimon). Smeše II-VI su takođe važne za poluprovodničke lasere. One uključuju elemente koji imaju dva ili šest spoljašnjih elektrona; oni se uglavnom, mada ne uvek, nalaze u IIb i VI grupi elemenata u periodnom sistemu. Najvažniji elementi iz IIb grupe su Zn (cink), Cd (kadmijum) i Hg (živa), Iz IVb grupe Sn (kalaj) i Pb (olovo) i iz VI grupe S (sumpor), Se (selen) i Te (telur). Osobine poluprovodnika možemo podeliti na dve osnovne grupe: električne i optičke. Električne osobine čine koncentracija nosilaca naelektrisanja, provodnost i pokretljivost elektrona.

Osnovni parametar optičkih osobina je i razlika u energijama vrha valentne i dna provodne zone, takozvana zabranjena zona. Naziv zabranjena zona nastao je zato što ne postoje energetska nivoi između valentne zone (energetski nivoi koji učestvuju u vezama u kristalu) i provodne zone (energetski nivoi slobodnih elektrona koji provode struju). Elektron koji prelazi iz provodne zone mora se osloboditi energije da bi prešao na vrh valentne zone. Takođe, elektron sa vrha valentne zone mora preskočiti zabranjenu zonu da bi dostigao provodnu zonu. Elektron mora dobiti ili osloboditi najmanje onoliko energije kolika je

zabranjena zona da bi prešao iz valentne zone u provodnu ili obrnuto. Na osnovu ovoga zaključuje se da emitovanje svetlosti zavisi od energije zabranjene zone. Najopštija podela lasera na bazi poluprovodnika bila bi na lasere homogene strukture (homospojni laseri) i laseri heterostrukture. Najprostija laserska dioda homostrukture je nazvana Fabry-Perot laser (slika 41).



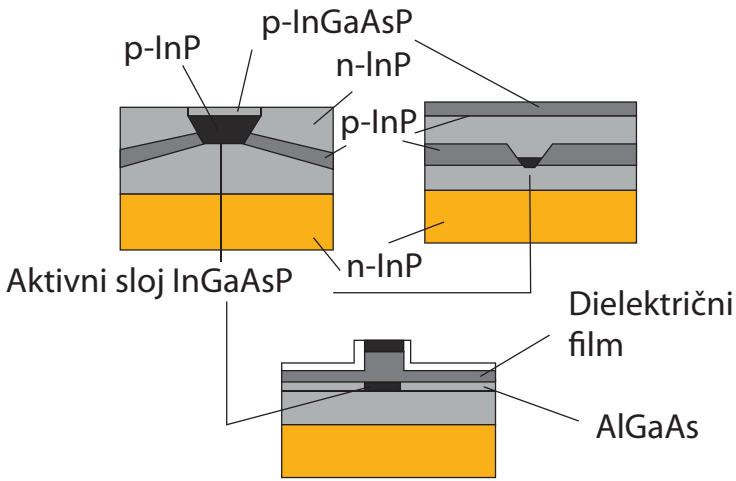
Slika 41. Prostiji laserski dizajn. Tip lasera poznat kao Fabry-Perot laser

Fabry-Perot je ime optičke šupljine tj. uređenje ogledala koje daje povratnu spregu u laserskom oscilatoru. Ogledala su dobijena rezanjem kristalnih površina oba kraja. Razlika u indeksu prelamanja između vazduha i poluprovodnika izaziva delimičnu refleksiju koja omogućava nekom delu radijacije da izađe napolje iz lasera, a nekom delu da bude reflektovan. Ovi prosti laseri često daju nelinearnu izlaznu snagu.

Heterostruktura znači da je p-n spoj napravljen od nekoliko slojeva sa različitim energetske procepima. Promena u energetske procepima utiče na indeks prelamanja i kretanje nosilaca. Dizajniranje p-n spoja tako da sadrži tanke ($<0,5\mu\text{m}$) slojeve sa niskim energetske procepom okružene slojevima sa višim energetske procepom, doprinosi da nosioci i optička radijacija budu bolje ograničeni u transverzalnom pravcu. Ovo daje nižu struju praga i bolju stabilnost moda.

Za dobijanje istih prednosti takođe u latelarnom pravcu moramo širiti laserski materijal u nekoliko koraka sa uzorkovanjem i nagrivanjem između. Zajednički metod je prvo rast heterostrukture. Nakon jednog nagrivanja dalje sav materijal osim oštre ivice će postati laserska šupljina. Posle toga novi materijal sa različitim sastavom ponovo raste na strani ivica. Ovaj materijal je izabran da ima širi energetske procep od aktivnog sloja u p-n spoju. Tako se dobija laser sa aktivnim slojem okruženim materijalom sa većim procepom u oba pravca. Ovo daje dobru kontrolu preko nosilaca i generisane optičke radijacije.

Slika 42 pokazuje profile tri tipa modernih laserskih struktura. Svi gornji laseri mogu se koristiti sa prostom Fabry-Perot šupljinom koja daje multimodno ponašanje spektra tj. laserske oscilacije mnogih frekvencija u isto vreme. Ako želimo monomodni spektar, koji je potreban za najveći broj primena, moramo napraviti optičku šupljinu kao mrežu i to su tzv. „laseri sa raspodeljenom povratnom spregom” (DBF laser).



Slika 42. Heterospojne laserske diode. Gore levo i desno: dva različita tipa laserske diode - jedna planarna i druga neplanarna. Dole: ivična laserska dioda

Crvena laserska dioda (crveni diodni laseri)

Jedan od najrasprostranjenijih lasera na bazi poluprovodnika je crvena laserska dioda. Crveni diodni laseri prirodno emituju svetlost talasne dužine od 670 do 680 nm, a mogu biti podešeni da emituju i svetlost talasne dužine od 630 do 650 nm. Prvi diodni laseri koji su generisali svetlost vidljivu ljudskom oku, 670 nm, pojavili su se na tržištu kasnih 1980-ih godina. Od tada se crveni diodni laseri razvijaju i dostižu i manje talasne dužine, do 630 nm, a u laboratorijama i manje. Oni spadaju u grupu uređaja kod kojih je aktivan sloj smeša četiri materijala, Al (aluminijum), Ga (galijum), In (indijum), i P (fosfor). Broj atoma aluminijuma, galijuma i indijuma jednak je broju atoma fosfora. Prvi izrađeni laseri emitovali su svetlost talasne dužine 670 nm sa aktivnim slojem. Kasnije su napravljeni laseri sa aktivnim slojem od Al-GaInP, koji emituje kraće talasne dužine. Kraće talasne dužine su važne zato što ljudskom oku opada osetljivost sa

faktorom 10 na svakih 25 do 30 nm za talasne dužine veće od 633 nm helijum-neonske linije. Takođe, neki materijali bolje reaguju na kraće talasne dužine. Crvene laserske diode u poređenju sa gasnim i čvrstim laserima imaju veću ekonomsku isplativost i duži životni vek (dve do četiri godine). Prednost im je i brza priprema za rad, kompaktnost i relativno hladan rad u odnosu na druge gasne lasere. Takođe, karakteriše ih lako podešavanje u fokus, s obzirom na to da je njihova svetlost vidljiva. S obzirom na to da emituju svetlost iz vidljivog dela spektra (crvena svetlost) crvene laserske diode koriste se za osvetljavanje ploča CtP tehnologije vidljive svetlosti.

Diode koje emituju svetlost

LED (Light Emitting Diode) dioda je direktno polarisana poluprovodnička dioda kod koje rekombinacija na spoju proizvodi svetlost. Galijum-arsenid dopiran sa silicijumom je najefikasniji kao gradivni material LED diode i njegovo zračenje je u infracrvenom delu spektra. LED dioda nije laser. One proizvode svetlost spontanom emisijom, kao i sijalice i emituju svetlost u svim pravcima. Da bi se dobio što efikasniji izlaz spoj mora biti što je moguće bliže površini uređaja. Ovim se sprečava da se svetlost apsorbuje od strane ostalih delova uređaja. Nedostatak LED dioda je što ne generišu dobro fokusiranu svetlost, kao laseri i njihov izlaz je spontana, a ne stimulisana emisija svetlosti.

Infracrveni laseri

Infracrveni laseri emituju svetlost talasne dužine od 830 nm do 870 nm. Odlikuju se brzom pripremom za rad i velikom pouzdanošću. Emituju značajnu količinu toplote, tako da zahtevaju dodatno hlađenje u toku rada. S obzirom na svoju prirodu infracrveni laseri se koriste za oslikavanje termalnih CtP ploča.

Violet laseri

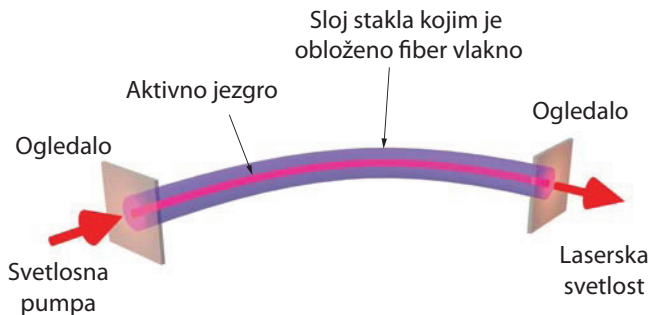
Violet laseri (ljubičaste laserske diode) emituju svetlost talasne dužine 350 nm. Snaga ovih lasera iznosi od 1mW do 100 W, pa je i vreme ekspozicije kraće. Cena ljubičastih laserskih dioda znatno je niža od cene drugih lasera. Razlog tome leži u činjenici da je ekspanzivnom razvoju violet lasera doprinela DVD industrija. U pogledu potrošnje energije prilično su ekonomični, a imaju i dug životni vek (4-5 puta duži nego termalne diode). Ljubičaste laserske diode od 5 mW koriste se za osvetljavanje violet ploča sa emulzijom na bazi srebrohalogenida, a diode od 30 mW za osvetljavanje violet ploča sa fotopolimernim kopirnim slojem.

Termalne laserske diode

Talasna dužina termalnih lasera iznosi 830 nm ili 1030 nm. Termalne laserske diode (npr. 830 nm) rade sa mnogo većim napajanjima od ljubičastih dioda, što je i opravdano s obzirom na potrebe termalnih CtP ploča pri čijem se osvetljavanju i koriste. Termalni laseri deluju više toplotnim nego elektromagnetnim zračenjem.

Laseri sa optičkim kablom

Laseri sa optičkim kablom (Fiber laseri) su poslednjih godina našli svoju primenu u CtP uređajima za flekso štampu, a zbog svog kvaliteta sve više preuzimaju primat u ovoj oblasti grafičke industrije. Prvi fiber laseri bili su proizvedeni još davne 1960. godine, ali zbog male snage nisu imali neke veće primene. Njihov razvoj trajao je skoro tri decenije i danas, kao rezultat, je njihova sve veća upotreba u svim oblastima tehnike i tehnologije. Ovi laseri koriste iste fizičke principe kao i ostali laserski sistemi, ali nekoliko karakteristika ih čine specifičnim u odnosu na druge (slika 43).



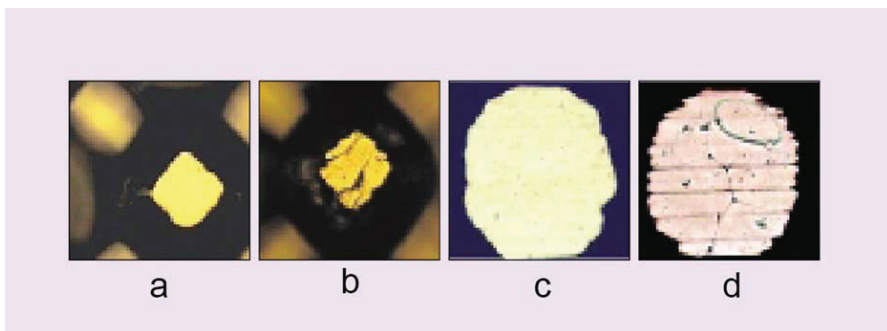
Slika 43. Fiber laser

Aktivno sredstvo fiber lasera jeste fiber vlakno (optičko vlakno) u koje se, tokom procesa izrade, ugrađuju joni retkih elemenata kao što su: erbijum (Er 3+), neodimijum (Nd 3+), iterbijum (Yb 3+), tulijum (Tm 3+) ili praseodimijum (Pr 3+). Razlog upotrebe baš ovih elemenata je što njihovi energetske nivoi mogu da apsorbuju fotone talasne dužine od 980 nm, koji se raspadaju na metastabilne ekvivalente. Zbog toga se za pobudu ovih elemenata mogu koristiti svetlosne pumpe veoma malih snaga, kao što diode talasnih dužina od 980 nm. Broj dioda

koji će se upotrebiti zavisi od vrste primesa i namene samog lasera. Pošto su diode, pojedinačno, veoma malih snaga, fiber laseri se veoma lako hlade što je jedna od prednosti ovih sistema. Sama laserska svetlost nastaje unutar fiber vlakna, a njene osobine su: velika snaga, talasna dužina do 1550 nm, visok kvalitet i usmerenost, kao i dubina fokusa od 300 μm . Prednost ovih lasera je i u njihovoj stabilnosti, otpornosti, ali i lakšem upravljanju.

U poređenju sa Nd YAG laserima, u uređajima za CtFlexo, fiber laseri su se bolje pokazali u pogledu otklanjanja sloja za lasersku obradu. Naime, od kvaliteta uklanjanja ovog sloja zavisi izgled budućeg reljefa i rasterskih tačaka, a samim tim, kasnije, i kvalitet štampe. Svaki nedostatak ili grešku, u narednim procesima obrade, nemoguće je ispraviti. Zbog toga je veoma važno obratiti pažnju na sve parametre od kojih zavisi kvalitet uklanjanja sloja za lasersku obradu, od kojih su najbitniji: vrsta materijala, osetljivost LAMS sloja i vrsta korišćenog lasera.

Na slici 44 prikazan je mikroskopski snimak površine sa koje je uklonjen sloj za lasersku obradu pomoću Nd YAG i fiber lasera. Prednost fiber lasera jasno je vidljiva na ovoj slici, što i opravdava njihovu sve veću upotrebu.

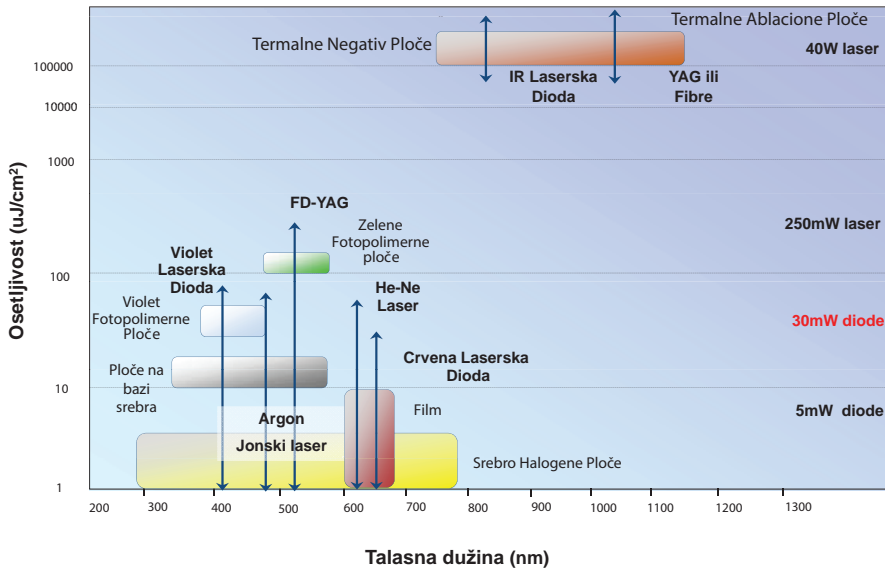


Slika 44. Otklanjanje LAMS sloja fiber laserom (a,c) i pomoću Nd YAG lasera (b,d)

Fiber laseri su u području flekso štampe, osim u uređajima za CtP, našli primenu i u direktnom graviranju fleksografskih ploča.

Na slici 45 prikazani su najčešće korišćeni laseri u tehnologiji CtP, njihova oblast osetljivosti i snaga koja je potrebna za osvetljavanje štamparske forme. Na slici 45 se može videti i raspon talasne dužine lasera kao i raspon snage lasera. Violet laseri predstavljaju najnoviju tehnologiju u svetlosnim izvorima.

Emituju svetlost 350 nm. Snaga lasera, u poređenju sa osvetljavanjem konvencionalnih ploča, UV svetlom, je daleko manja i iznosi od 1 mW do 100 W dok je za osvetljavanje konvencionalnih ploča potrebno i do 8000 W. Time je i vreme ekspozicije znatno kraće.



Slika 45. Najčešće korišćeni laseri u CtP tehnologiji

Ploče za ofset CtP tehnologiju

Prilikom podele ofset CtP ploča, kao klasifikacioni element može biti tip ploče, gradivni materijal osnove štamparske ploče, vrsta emulzije koja je naneta na osnovu ploče ili vrsta svetlosti na koju je kopirni sloj ploče osetljiv. Emulzija kojom je oslojena ploča i svetlost na koju je kopirni sloj osetljiv veličine su koje su u direktnoj proporciji: u zavisnosti od vrste kopirnog sloja zavisi i tip lasera, odnosno vrsta svetlosti koja će se koristiti prilikom osvetljavanja ploče.

Emulzije koje se koriste mogu biti:

- na bazi fotopolimera;
- na bazi srebrohalogenida;
- na bazi polimera koji reaguju na toplotu;
- kompleksne emulzije koje su kombinacija srebrohalogenida i fotopolimera (hibridne).