

Rezumat etapa I

Dezvoltarea facilitatilor CETAL si ELI-NP pe platforma din Magurele, bazate pe laseri de mare putere (1-10 PW), conduce la necesitatea dezvoltarii autohtone de optica specifica (lentile, oglinzi) care sa reziste la interactia cu un fascicul laser de mare intensitate. Scopul principal al acestui proiect este sa proiecteze, sa dezvolte si sa realizeze oglinzi cu straturi antireflex (AR) pentru oglinzi de plasma care se vor folosi pentru sistemele de transport si manipulare ale fasciculelor laser ultra-scurte de mare putere.

Pentru a putea determina si observa fenomenele care apar la interactia unui fascicul laser cu putere de ordinul PW cu o tinta solida, in cazul nostru stratul dielectric cu proprietati antireflex, in cadrul acestei etape a inceput dezvoltarea unui model teoretic: PIC-FDTD (Particle in Cell – Finite Difference Time Domain).

In functie de proprietatile fizice si chimice, au fost stabilite cerintele si au fost alese substraturile pe care se vor creste straturile antireflex: safir. Cuar, MgO, sticla borosilicata. O justificare a alegerii acestora a fost facuta in detaliu, atat de CO (din punct de vedere al proprietatilor fizice si chimice fitate la conditiile de lucru) cat si de P3 (din punctul de vedere al standardelor calitatii).

Metodele de crestere a straturilor dielectrice sunt: depunere laser pulsata (PLD) si depunere laser pulsata asistata de o descarcare in radiofrecventa (RF-PLD).

Folosirea unui strat antireflex (AR) reduce reflexiile nedorite de pe suprafete, pastrand doar componenta dorita, pentru care reflectivitatea poate atinge 99.99%; intr-o aproximatie si mai complexa exista oglinzi care au reflectivitate ridicata pentru un interval de lungimi de unda si foarte mica (antireflexie) pentru alt interval. Materialele folosite pentru straturile de acoperiri optice sunt de obicei dielectrice (oxid metalic) depusi ca film subtire pe un suport optic. Cand acoperirea monostrat nu este suficienta sau daca proprietatile de antireflexie sunt necesare pentru un interval larg de lungimi de unda (ori pentru mai multe lungimi de unda simultan, sau unghiuri diferite de incidenta), acoperirile devin mai complexe, precum multistraturi cu indici de refractie diferiti.

In general, aceste acoperiri din materiale dielectrice trebuie sa prezinte cele mai inalte proprietati morfologice, structurale si stoichiometrice (lipsa defecte de suprafata, structurale sau de compozitie) pentru a minimiza absorbtia energiei laser.

Materiale ieftine dar eficiente, care au fost alese pentru a acoperi oglinzile pentru laseri de mare putere, sunt oxizii de Hf, Al, Si si Ta. Aceste materiale dielectrice vor fi depuse sub forma de heterostructuri cu diferiti indici de refractie.

In cadrul acestei etape a fost stabilit modelul de strat dielectric – multi-straturi: este recomandat sa existe straturi alternative cu indici de refractie mici (silica - 1.46 sau alumina - 1.77) si indici de refractie mari (hafnia – 2 sau pentaoxid de tantal – 2.27) pentru a obtine reflectivitate mai joasa de 0.1% pentru o lungime de unda specifica. Astfel, vor fi depuse prin PLD si RF-PLD straturi alternative de $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$, $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3$ pe substraturi incalzite de la 200 la 700°C; vor fi folosite puteri diferite ale descarcarii RF.

Substraturile achizitionate, inainte de a fi prelucrate optic de catre partenerul P3, au fost analizate pentru a verifica calitatea suprafetei si a compozitiei (in particular a indicelui de refractie). Astfel, au fost efectuate investigatii prin microscopie de forta atomica (AFM), microscopie electronica cu baleiaj (SEM) si elipsometrie (ES).

Substraturile de cuar, safir si sticla borosilicata prezinta formatiuni de dimensiuni micrometrice, pe intreaga suprafata. Acestea probabil ca provin de la materialul cu care au fost prelucrate substraturile de catre producator (dovada, imaginea de faza AFM). Aceste substraturi necesita o prelucrare optica pentru a elimina formatiunile si a reduce rugozitatea.

La elaborarea acestui raport stiintific au contribuit toti partenerii implicati in proiect.

In scopul cresterii vizibilitatii asupra cercetarilor efectuate in cadrul proiectului, a fost creata o pagina de web in limba romana: <http://ppam.inflpr.ro/arcolas.htm>.