

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Ablazione Laser con impulsi corti (nanosecondo) ed ultracorti (femtosecondo)

A2 Responsabile

(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)

Salvatore AMORUSO

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: Riccardo BRUZZESE
Prof. Associati: Salvatore AMORUSO
Ricercatori universitari: -
RTDA: -
RTDB: -

A4 Collaborazioni con altri enti

- Istituto CNR-SPIN
- Istituto CNR-ISASI

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

Xuan WANG (CNR-SPIN)

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti: Un assegnista dal Luglio 2017 su progetto FAVOLA (da reclutare).
Borsisti Post-doc: -
Borsisti: -

A7 Dottorandi di Ricerca

- Jijil JJ NIVAS (29° Ciclo, 2014-2017)
- Elaheh ALLAHYARI (32° Ciclo, 2017-2020)

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

Il gruppo di ablazione laser si occupa dello studio del processo di ablazione laser di materiali solidi con impulsi laser ultracorti (femtosecondi) e corti (nanosecondi). I principali temi di ricerca comprendono:

a) l'ablazione con impulsi laser al femtosecondo, con l'obiettivo di comprenderne i meccanismi fondamentali ed esplorare le possibilità offerte da questo regime di interazione laser-materia nell'analisi e nello sviluppo dei materiali innovativi. Particolare interesse è dedicato allo studio del plasma prodotto mediante diverse tecniche diagnostiche e alla generazione di nanoparticelle (NP), produzione di film sottili di NP, micro/nano-strutturazione delle superfici di diversi materiali e alla caratterizzazione delle loro proprietà fisiche.

b) l'ablazione laser con impulsi al nanosecondo per ottimizzare le condizioni di deposizione laser pulsata di film sottili di svariati materiali, al fine di migliorare le proprietà strutturali e funzionali di questi ultimi.

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

Le attività di ricerca si sono concentrate sui diversi aspetti legati all'uso di impulsi al nanosecondo (ns) e al femtosecondo (fs), come illustrato di seguito.

A) Ablazione laser con impulsi al femtosecondo: Le ricerche hanno riguardato:

- i) studio del plasma prodotto nell'ablazione laser di bersagli solidi in un intervallo di densità di energie dell'impulso molto ampio, evidenziando la presenza di componenti cariche veloci e fenomeni di carica spaziale;
- ii) generazione di nanoparticelle (NP) e dipendenza delle loro caratteristiche dimensionali dai parametri del processo con interpretazione dei risultati mediante modelli di dinamica molecolare;
- iii) elaborazione di film di NP di ossidi (TiO_2) e metalli (Au) e caratterizzazione della risposta come sensori di gas, per water splitting, etc.
- iv) creazione di strutture superficiali con fasci laser ultracorti con profilo spaziale Gaussiano e a Vortice, su diversi bersagli solidi, quali ad esempio Si, Cu e PDMS.

B) Ablazione laser con con impulsi al nanosecondo. L'attività svolta ha principalmente riguardato lo studio del processo di deposizione laser pulsata di ossidi complessi mediante l'analisi delle correlazioni fra i parametri di processo (pressione del gas ambiente, fluensa laser, etc.), le proprietà della piuma di materiale ablato e le caratteristiche strutturali e funzionali dei sistemi prodotti. Lo scopo principale di tale studio è l'individuazione delle condizioni ottimali del processo di deposizione dal punto di vista della qualità dei film sottili depositati.

Le attività su riportate sono state svolte in collaborazione sia con gruppi locali del Dipartimento (Gruppi di Ottica dei Materiali, Spettroscopia non-lineare, Magnetismo, Biosensori, etc.) o degli istituti CNR (SPIN ed ISASI) ospitati nel nostro Dipartimento od in quello dell'Università di Salerno, sia con gruppi stranieri (Bulgarian Academy of Sciences, Purdue Univeristy, Technical University of Denmark, Tianjin University, Tianjin University of Technology and Education, Trinity College Dublin, Université de Montréal, Peter Gruber Institute).

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

Per quanto concerne l'**ablazione laser con impulsi al femtosecondo**, si prevede di continuare a investigare il processo di strutturazione superficiale dei materiali estendendolo ad altri elementi e composti e a film sottili. Gli obiettivi sono molteplici e riguarderanno:

- i) lo sviluppo di nuove strutture mediante fasci laser con distribuzione spaziale di intensità e polarizzazione non convenzionale (per esempio, fasci a vortice con momento orbitale angolare);

ii) l'elaborazione di micro/nanostrutture su aree estese con caratterizzazione delle proprietà morfologiche e di risposta (per esempio, ottica o di wetting);
iii) la continuazione delle ricerche sulla generazione di nanoparticelle e l'elaborazione di film o nanostrutture assemblate di nanoparticelle per diverse applicazioni.

In tutti i casi, l'attività sperimentale sarà associata all'elaborazione di scenari interpretativi mediante modelli di interazione laser-solido. Infine, si proseguirà nello studio del plasma prodotto dal processo di ablazione laser sia con impulsi corti (ns) che ultracorti (fs), per investigare le proprietà dei plasmi prodotti da fasci gaussiani, a vortice o la possibilità di estendere la generazione di nanoparticelle e l'elaborazione di film nanostrutturati a pressione atmosferica o in ambiente liquido.

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016 (fino a Apr. 2017)

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo: 29

Pubblicazioni più significative:

- 1) J. JJ Nivas, F. Cardano, Z. Song, A. Rubano, R. Fittipaldi, A. Vecchione, D. Paparo, L. Marrucci, R. Bruzzese, and S. Amoruso, *Surface Structuring with Polarization-Singular Femtosecond Laser Beams Generated by a q-plate*, Sci. Rep. **7**, 42142 (2017).
- 2) K. K. Anoop, S. S. Harilal, Reji Philip, R. Bruzzese, and S. Amoruso, *Laser fluence dependence on emission dynamics of ultrafast laser induced copper plasma*, J. Appl. Phys. **120**, 185901 (2016).
- 3) Shutong He, J. JJ Nivas, A. Vecchione, Minglie Hu, and S. Amoruso, *On the generation of grooves on crystalline silicon irradiated by femtosecond laser pulses*, Opt. Ex. **24**, 3238 (2016).
- 4) J. JJ Nivas, S. He, A. Rubano, A. Vecchione, D. Paparo, L. Marrucci, R. Bruzzese, and S. Amoruso, *Direct Femtosecond Laser Surface Structuring with Optical Vortex Beams Generated by a q-plate*, Sci. Rep. **5**, 17929 (2015).
- 5) K. K. Anoop, M. P. Polek, R. Bruzzese, S. Amoruso, and S. S. Harilal, *Multidiagnostic analysis of ion dynamics in ultrafast laser ablation of metals over a large fluence range*, J. Appl. Phys. **117**, 083108 (2015).
- 6) S. He, J. JJ Nivas, K.K. Anoop, A. Vecchione, M. Hu, R. Bruzzese and S. Amoruso, *Surface structures induced by ultrashort laser pulses: Formation mechanisms of ripples and grooves*, Appl. Surf. Sci. **353**, 1214 (2015).
- 7) C. Xu, S. Wicklein, A. Sambri, S. Amoruso, M. Moors and R. Dittmann, *Impact of the interplay between nonstoichiometry and kinetic energy of the plume species on the growth mode of SrTiO₃ thin films*, J. Phys. D: Appl. Phys. **47** 034009 (2014).
- 8) K. K. Anoop, A. Rubano, R. Fittipaldi, X. Wang, D. Paparo, A. Vecchione, L. Marrucci, R. Bruzzese, and S. Amoruso, *Femtosecond laser surface structuring of silicon using optical vortex beams generated by a q-plate*, Appl. Phys. Lett. **104**, 241604 (2014).
- 9) P.A. Atanasov, N.N. Nedyalkov, E.I. Valova, Z.S. Georgieva, S.A. Armyanov, K.N. Kolev, S. Amoruso, X. Wang, R. Bruzzese, M. Sawczak, and Gerard Sliwinski, *Fs-laser processing of polydimethylsiloxane*, J. Appl. Phys. **116**, 023104 (2014).

10) N. Tsakiris, K. K. Anoop, G. Ausanio, M. Gill-Comeau, R. Bruzzese, S. Amoruso, and L. J. Lewis, Ultrashort laser ablation of bulk copper targets: Dynamics and size distribution of the generated nanoparticles, *J. of Appl. Phys.* **115**, 243301 (2014).

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

EMRS 2016 Fall Meeting – 2016 European Material Research Society Fall Meeting, Warsaw (Polonia) Sept. 19-22, 2016 Simposio Y “Pulsed-laser deposition of thin films : 30 years of fundamentals, innovative materials and applications”, - **Relazione su invito** di S. Amoruso “Diagnostics and dynamics of laser ablation plasma plumes during pulsed laser deposition with nanosecond and femtosecond pulses”.

ICPEPA 10 - 10th International Conference on Photo-Excited Processes and Applications, Brasov (Romania) Aug. 29th – Sept. 2nd, 2016 - **Relazione su invito** di S. Amoruso “Surface structuring of silicon with femtosecond laser beams generated by a q-plate”.

SIF 2015 – 101 Congresso della Società Italiana di Fisica, Roma Sept. 21-25, 2015 - **Relazione su invito** di S. Amoruso “Laser Ablation with ultrashort pulses: from *direct surface processing* to deposition of nanostructured film”.

ICPEPA 9 - 9th International Conference on Photo-Excited Processes and Applications, Matsue (Japan) September 29 – October 3, 2014 - **Relazione su invito** di S. Amoruso “Femtosecond laser surface structuring with optical vortex beams”.

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

-

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

- Progetto di Ricerca di Ateneo 2017-2019 FAVOLA “Femtosecond optiCAI VORtex LASer beams for the creation of novel surface structures” (Ente: Università di Napoli Federico II, project coordinator: R. Bruzzese).

- Accordo di cooperazione scientifica CNR/BAS (Bulgaria) Programma di attività per il triennio 2016–2018 – Progetto “Laser-assisted fabrication of composite nanostructures” (Ente: CNR-SPIN, project coordinator: S. Amoruso).

- Sottoprogramma LAPSE-LAngmuir Plasma Sounding Experiment (Sviluppo e test di un prototipo per diagnostica di plasmii basato su sonda di Langmuir) del contratto tra CNISM e CNR-SPIN nell'ambito del programma LISA-LAPSE (Ente: CNR-SPIN, project coordinator: S. Amoruso).

