

ABSTRACT

In questo progetto di dottorato si è focalizzata l'attenzione sul processo di ablazione laser e sullo studio spettroscopico dei plasmi laser – indotti per due diverse applicazioni tecnologiche.

La prima ha riguardato l'uso e lo sviluppo della tecnica analitica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), la quale permette di ottenere informazioni qualitative e quantitative sulla composizione elementare dei materiali analizzati.

La LIBS è stata applicata allo studio di una serie di reperti archeologici in bronzo e in argento, provenienti da tre differenti siti della Basilicata e datati VI secolo a.C.

Nella prima parte del lavoro è stato ottimizzato un nuovo metodo di analisi quantitativa, il metodo Calibration Free inverso, utilizzando il laser al femtosecondo Nd:Vetro.

Si è scelto di utilizzare un laser a impulsi ultracorti per poter sfruttare la micro distruttività di questa sorgente laser, molto importante quando si deve preservare l'integrità dei reperti archeologici analizzati.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli ottenuti con il metodo LIBS classico delle curve di calibrazione e con la tecnica della Fluorescenza di Raggi X.

L'accordo tra le diverse serie di dati è stato soddisfacente per tutti i campioni analizzati, confermando la validità della tecnica LIBS.

La seconda applicazione ha riguardato la determinazione delle proprietà chimico-fisiche del plasma prodotto da un materiale complesso quale il $\text{LiCo}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{PO}_4$ (FeLCP), un materiale che può essere utilizzato come elettrodo positivo nelle batterie agli ioni litio, utilizzando la spettroscopia di emissione ottica.

Tale plasma è stato poi depositato sotto forma di film sottile tramite la tecnica PLD (Pulsed Laser Deposition) per la produzione di micro batterie litio - ione.

Il processo di deposizione dei film sottili è stato condotto sia in vuoto che in presenza di 100 Pa di Argon o 100 Pa di Ossigeno al fine di analizzare le differenze nell'espansione del plasma e per valutare come la presenza del gas, inerte o reattivo, vada a influire sulla crescita e sulle proprietà dei film sottili.

In questo caso, è stato utilizzato il laser al nanosecondo Nd:YAG.

Film sottili con la stechiometria desiderata e con elevata cristallinità sono stati ottenuti in presenza di gas alla pressione di 100 Pa, senza la necessità di trattamenti termici.

Questo lavoro ha dimostrato, quindi, come lo studio chimico - fisico dei plasmi indotti da laser possa essere utile per una vasta gamma di applicazioni, che includono lo studio di materiali di interesse archeologico e la produzione di materiali ad alta tecnologia.

ABSTRACT

In this project, the attention has been focused on the laser ablation process and on laser induced plasmas spectroscopic study for two different technological applications.

First of all, the analytical LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) technique, which allows to obtain qualitative and quantitative information on the elemental composition of the materials analyzed, has been used and developed.

The LIBS has been applied to the study of bronze and silver archaeological findings, coming from three different sites in Basilicata and dated VI century B.C..

The inverse Calibration Free method, that is new a method of quantitative analysis, has been optimized.

The femtosecond Nd: Glass laser has been employed in order to exploit the micro-destructiveness of this ultra-short laser source, which is very important for preserving the integrity of the archaeological objects.

The LIBS data have been compared with those from classical calibration curve LIBS and with those from independent measurements performed by XRF.

The agreement among different series of data has been satisfactory for all ancient findings confirming the validity of the method.

The second application concerns the study, by Optical Emission Spectroscopy, of the properties of the plasma generated by a $\text{LiCo}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$ (FeLCP), a material useful for cathode in lithium ion batteries.

The plasma has been deposited as thin films by Pulsed Laser Deposition technique in order to produce micro lithium ion batteries.

The deposition has been conducted both in vacuum than with buffer gas (100 Pa of Argon and 100 Pa of Oxygen) in order to evaluate the role of the gas on the plume evolution and on the growth mechanism of thin films.

In this case, the Nd: YAG nanosecond laser has been employed.

Stoichiometric thin films with high crystallinity have been obtained in presence of a buffer gas pressure of 100 Pa, without the necessity of thermal treatments.

This work has demonstrated how the physical study of laser induced plasma can be useful for a wide range of applications, that include the study of cultural heritage materials and the production of high-tech materials.