

## Záverečná karta projektu

Názov projektu **ysokocitlivá spektroskopia radikálov produkovaných v plazme.** Evidenčné číslo projektu **APVV-0544-07**

Zodpovedný riešiteľ **Doc. Dr. Peter Macko, PhD.**

Príjemca **Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. IPCMS, CNRS, Strasbourg, Francúzsko
2. GePIFReM, USTL Lille, Francúzsko
3. LSP, Grenoble, Francúzsko

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. T. Földes, P. Čermák, M. Macko, P. Veis, P. Macko, Cavity ring-down spectroscopy of singlet oxygen generated in microwave plasma, Chemical Physics Letters 467 (2009) 233–6
2. M. Gulas, F. Le Normand, P. Veis, Gas phase kinetic and optical emission spectroscopy studies in plasma-enhanced hot filament catalytic CVD production of carbon nanotubes, Applied Surface Science 255 (2009) 5177-5180
3. C Foissac, J Kristof, A Annusova, V Martisovits, P Veis and P Supiot, Vacuum UV and UV spectroscopy of N<sub>2</sub>-Ar mixture discharge created by a RF helical coupling device, Plasma Sources Science & Technology, Vol. 19, No. 5 (2010), Art. No. 055006, 1-12
4. T. Foldes, P. Cermak, J. Rakovsky, M. Macko, J. Kristof, P. Veis and P. Macko, Electronic DFB laser switching for continuous wave CRDS, Electr. Lett., Vol. 46, No. 7 (2010) 523-524

## **Uplatnenie výsledkov projektu**

Vďaka aj tomuto projektu a v spolupráci s LSP UJF v Grenobli (Dr. Romaninni, spoločné sk.-fr. PhD štúdium Dr. Čermáka), sa podarilo úspešne vybudovať vertikálne z povrchu emitujúci laser s externým rezonátorom (VECSEL), ktorý pracuje v infračervenej oblasti (4290 – 4350  $\text{cm}^{-1}$ ) a aktuálne sa využíva v optickej spektroskopii na detekciu radikálov v plazme. Slúži na výskum a výchovu nových študentov,

Ďalej vďaka tomuto projektu sa podarilo realizovať fitovací algoritmus (MultiFitPeak) schopný optimalizovať neanalitické funkcie akou je napríklad absorpčné spektrum s prekrývajúcimi sa čiarami s voigtovým profilom alebo detekované emisné spektrá. Aktuálne slúži na prvkovú analýzu pomocou spektroskopie laserom indukovanej iskry (LIBS). Využívajú ho študenti (Bak., Dipl. a PhD. práce).

## **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

Hlavný výsledok riešenia projektu spočíva v použití CRD spektrometra na meranie infračerveného spektra zakázaného prechodu Noxonovho systému z metastabilného singletného stavu O<sub>2</sub>. Podarilo sa nám identifikovať dovtedy nepozorovaných 21 absorpčných čiar a tieto výsledky publikovať v renovovanom časopise (Chemical physics letters). Jeho produkciu sme následne študovali vo viacerých typoch výboja a zmesiach. Následne sme sa zaoberali zvyšovaním kvality CRD spektrometra skvalitnením jeho jednotlivých súčastí (vývoj lasera typu VECSEL, elektronického spínania DFB diód a adaptívneho ovládania piezo-generátora) ako aj spôsobu spracovania signálu (tvorba špecificky adaptovaných programov na ovládanie a spracovanie dát v prostredí Labview).

V Druhej časti projektu sme sa venovali štúdiu kinetiky plazmy. Plazmu vytvorenú v špirálovom rezonátore sme študovali v zmesi Ar-N<sub>2</sub> od VUV do viditeľnej oblasti. Zistili sme, napríklad, že nárast koncentrácie častíc NO(A), OH(A) a N(2P) významne vplyva rezonančná výmena energie s metastabilmi argónu. Tieto výsledky sme publikovali v Plasma Sources Sci. Technol. Taktiež sme venovali vplyvu plazmy na tvorbu nanotrubic (Applied Surface Science) a reasociáciou kyslíkových atómov na štyroch rôznych povrchoch: sklo simax, PETP, teflon a sľuda. Výsledky sme zaslali na publikovanie do časopisu Vacuum.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku** (max. 20 riadkov)

The main output of the project was the application of the CRD spectrometer to measure the infrared spectra of the Noxon forbidden transition from a metastable singlet state of O<sub>2</sub>. We succeeded to identify 21 previously unobserved absorption lines and the results published in the renowned journal (Chemical Physics Letters). Its production was then studied in various types of discharge and mixtures. Consequently, we continued in enhancing the quality of the CDR spectrometer by improving its individual components (development of new laser - VECSEL, electronic switching for DFB diodes and adaptive control of the piezo-generator) as well as signal processing method (creating programs specifically adapted to control experiment and data processing in LabVIEW).

The second part of the project we have devoted to a study of plasma kinetics. Plasma formed in the spiral resonator was studied in a mixture of Ar-N<sub>2</sub> from VUV to visible. We found, for example, that the increase in particle concentration of NO (A), OH (A) and N (2P) was significantly affected by the resonant energy exchange with metastable argon. These results were published in Plasma Sources Sci. Technol. We also addressed the impact of plasma to the production of the nanotubes (Applied Surface Science) and reassociation of oxygen atoms on four different surfaces: glass, Simax, PETP, PTFE, and mica. The results were sent for publication in the journal Vacuum.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

Doc. Dr. Peter Macko, PhD.

V Bratislave 31. 01. 2011

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Doc. RNDr. J. Boďa, CSc.

V Bratislave 31. 01. 2011

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu