

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Direzione Generale
Ufficio Paesi Industrializzati Organismi Int.li
P.le Aldo Moro, 7
00185 ROMA

Sesto Fiorentino lì 14 / 12 /2011

Oggetto: Relazione finale del progetto “*Studio e sviluppo di un laser a cascata quantica con frequenza di emissione di 12.3 THz da inviare su piattaforma avionica per lo studio dei Cirri, formazioni nuvolose d’alta quota.*”, svolto presso il Laboratoire Materiaux et Phenomenes Quantiques, dell’Università Diderot-Paris 7, Parigi, Francia, dal 30/10/2011 al 21/11/2011 nell’ambito del programma “Short Term Mobility” dalla Dr. Angela Pirri.

Negli ultimi due decenni diversi laboratori in tutto il mondo hanno svolto ricerche mirate ad indagare il maggior numero di meccanismi che svolgono un ruolo fondamentale nel riscaldamento globale della terra. Le indagini si basano su modelli teorici resi molto complessi proprio dalla moltitudine di variabili coinvolte nel processo, e che di conseguenza, richiedono dati sperimentali (utilizzati come input) assolutamente affidabili.

Tuttavia, importanti aspetti dello scambio radiativo terra-atmosfera non possono essere studiati direttamente da terra a causa della presenza del vapore acqueo, il quale presenta una larga banda di assorbimento (inclusa la regione del lontano infrarosso chiamata tecnicamente *Far Infrared Region*, FIR). Le misurazioni delle emissioni radiative sono prevalentemente eseguite nella parte alta della troposfera, ossia fino a 12 Km da terra. L'assorbimento del vapore acqueo nella troposfera ha un effetto trascurabile sulle misure. Dalla troposfera si possono eseguire misure *nadir o limb* sull'emissione degli strati più bassi dell'atmosfera.

Uno dei problemi più interessanti da studiare del riscaldamento globale è il ruolo svolto dal vapore acqueo sotto forma di *Cirri* nella stessa troposfera. I Cirri sono delle formazioni nuvolose che si trovano tra gli 8 Km ed i 12 Km; si presenta sotto forma di filamenti bianchi, isolati e sottili, formati da cristalli di ghiaccio. Proprio recentemente è stata trovata una correlazione tra il vapore acqueo e la variazione della temperatura in alcune regioni della terra. Per maggiori dettagli si rimanda all'articolo "*Contributions of Stratospheric Water Vapor to Decadal Changes in the Rate of Global Warming*", Susan Salomon *et al.*, Science **327**, 1219 (2010).

Tra gli istituti di ricerca interessati al menzionato problema, bisogna annoverare l'Istituto di Fisica Applicata "N. Carrara", presso il quale la Dr. Pirri Angela svolge la propria attività di ricerca, attraverso il progetto CTOTUS "*Capacità Tecnologica e Operativa della Toscana per l'Utilizzo dello Spazio*". Tale progetto si propone di indagare la fattibilità tecnica e il ritorno tecnologico di un radiometro, basato su rilevazione eterodina nel lontano infrarosso, dedicato allo studio delle emissioni radiative dalla bassa stratosfera alla troposfera superiore.

A causa dei vincoli osservativi sopra esposti, un tale sviluppo pone specifiche sfide tecnologiche legate all'installazione dello strumento su piattaforme ad alta quota come aerei o palloni stratosferici, i quali, tuttavia hanno pesanti limitazioni a causa delle vibrazioni meccaniche, delle condizioni termiche, del peso e, fatto non trascurabile, del consumo energetico. Questi problemi influiscono notevolmente sia sulla progettazione sia sulle prestazioni attese delle sorgenti laser. Nella progettazione, poiché i dispositivi devono essere efficienti, molto compatti, leggeri e di potenza, e con un piccolo numero di componenti ottici. Sulle prestazioni della sorgente di radiazione in termini di disallineamento ottico.

Tra le sorgenti laser che potrebbero essere usati come oscillatore locale che soddisfano le richieste descritte in precedenza, sono annoverabili i Quantum Cascade Laser, QCL.

L'attività di ricerca svolta dalla Dr. Angela Pirri presso il Laboratoire Materiaux et Phenomenes Quantiques, dell'Università Diderot-Paris 7, Parigi, nell'ambito del

programma “Short Term Mobility 2011” è stata rivolta proprio allo sviluppo di sorgenti laser QCL.

In collaborazione con il Dr. Vishal Jagtap è stato dapprima sviluppato un laser QCL *single-plasmon waveguide* basato su una struttura GaAs/AlGaAs. In Fig.1 si riporta un ingrandimento di una parte della struttura sviluppata.

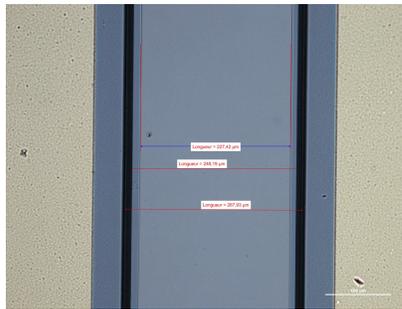


Fig.1: Struttura del QCL single-plasmon waveguide vista al microscopio (vista dall'alto).

Successivamente, e sempre nello stesso laboratorio, sono stati effettuati i test per verificare le prestazioni del laser trovando che il dispositivo emette ad una frequenza pari a 2.2 THz con una potenza di picco di 20 mW ad una temperatura di lavoro di 4K.

In fede

Handwritten signature of Matteo Vannini in black ink on a light gray background.

Dr. Matteo Vannini

Handwritten signature of Angela Pirri in black ink on a light gray background.

Dr. Angela Pirri