



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## ISTITUTO PER LA MICROELETTRONICA E I MICROSISTEMI

Lecce University Campus - Via Arnesano - 73100 Lecce (Italy)  
Tel: (39-0832)-422501 - Direction (39-0832) -422500 - Fax: (39-0832) 422552  
VAT N. 02118311006

---

### Relazione scientifica Programma Short Term Mobility 2006 di Simonetta Capone

**Periodo:** 1-21 ottobre 2006

**Struttura ospitante:** Centro Nacional de Microelectrónica (Institut de Microelectrònica de Barcelona CNM-CSIC, Campus UAB, 08193 Bellaterra, Spain- Director Dr.Carles Canè)

**Proponente:** Dr. Pietro Siciliano (IMM-CNR, Lecce)

**Titolo del programma:** Caratterizzazione elettrica di sensori di gas microlavorati in ambiente controllato con modalità di misura modulata in temperatura

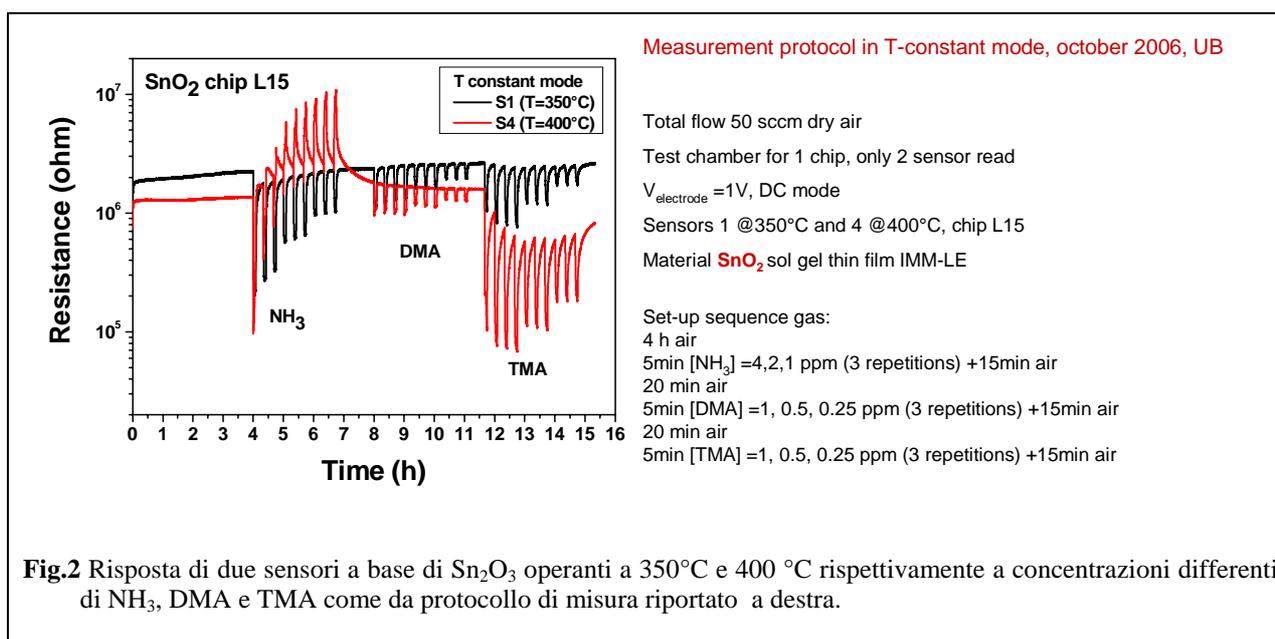
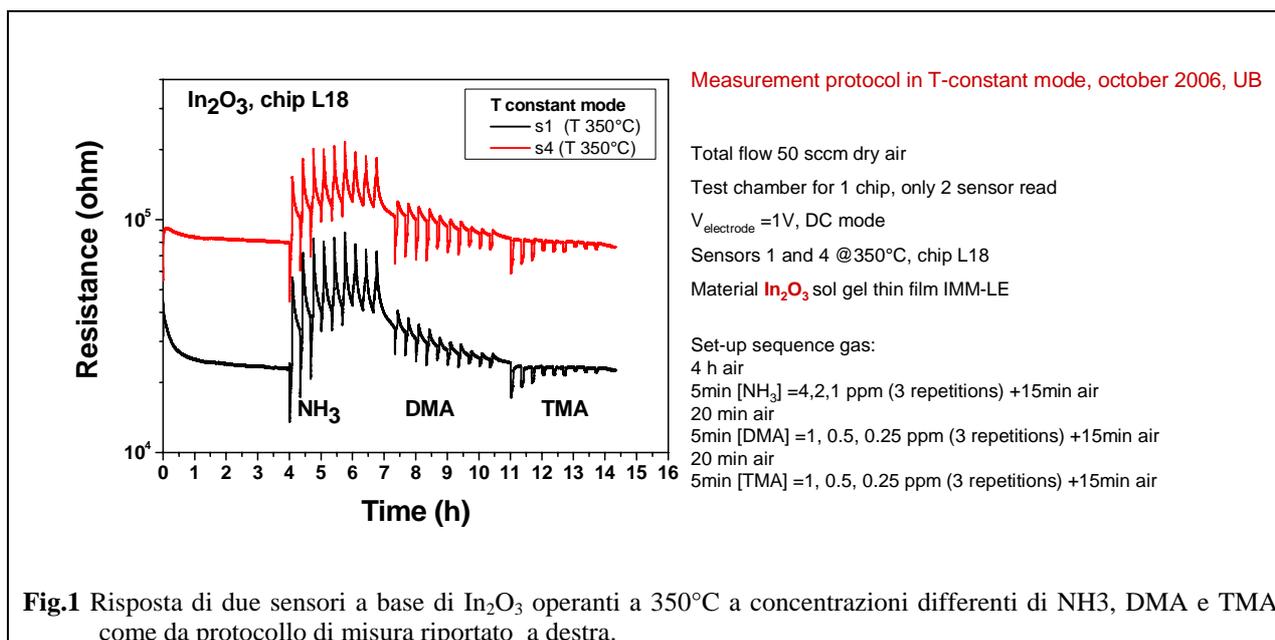
Durante il soggiorno presso l'istituto di ricerca CNM-CSIC di Bellaterra (Spagna), la sottoscritta Simonetta Capone ha portato a termine il suo programma di ricerca riguardante la caratterizzazione elettrica di sensori di gas microlavorati in ambiente controllato con modalità di misura modulata in temperatura. Secondo questa modalità di misura, invece di mantenere costante la temperatura del sensore, la superficie dell'elemento sensibile del sensore viene sottoposta ad una modulazione periodica in temperatura pulsata o oscillante. Si è dimostrato, difatti, che tale approccio porta a pattern di risposta che sono caratteristici delle specie presenti nella miscela gassosa. Si può in tal modo aumentare la selettività del sensore ai vari gas; poiché i vari gas analiti hanno cinetiche e modalità di reazione differenti a temperature differenti, una variazione ciclica della temperatura può dar luogo ad una "impronta" unica di ciascun gas. Inoltre, poiché periodi di lavoro del sensore a basse temperature possono portare ad una accumulazione di contaminanti non completamente ossidati, switch periodici ad alte temperature possono ripulire la superficie del sensore.

Numerose discussioni scientifiche con ricercatori dell'istituto ospitante in merito a tali argomenti sono state di valido aiuto alla sottoscritta per acquisire maggiori competenze nella specifica tematica del programma di ricerca. In primo luogo, è stata pertanto soddisfatta l'esigenza principale di acquisire esperienza in una particolare modalità di misura per microsensori di gas basata sulla modulazione della loro temperatura di lavoro, ampliando in tal modo le proprie conoscenze nella caratterizzazione elettrica dei sensori, tematica pertinente le attività di ricerca a cui la sottoscritta si dedica nell'istituto di appartenenza (IMM-CNR, Lecce) come ricercatore CNR.

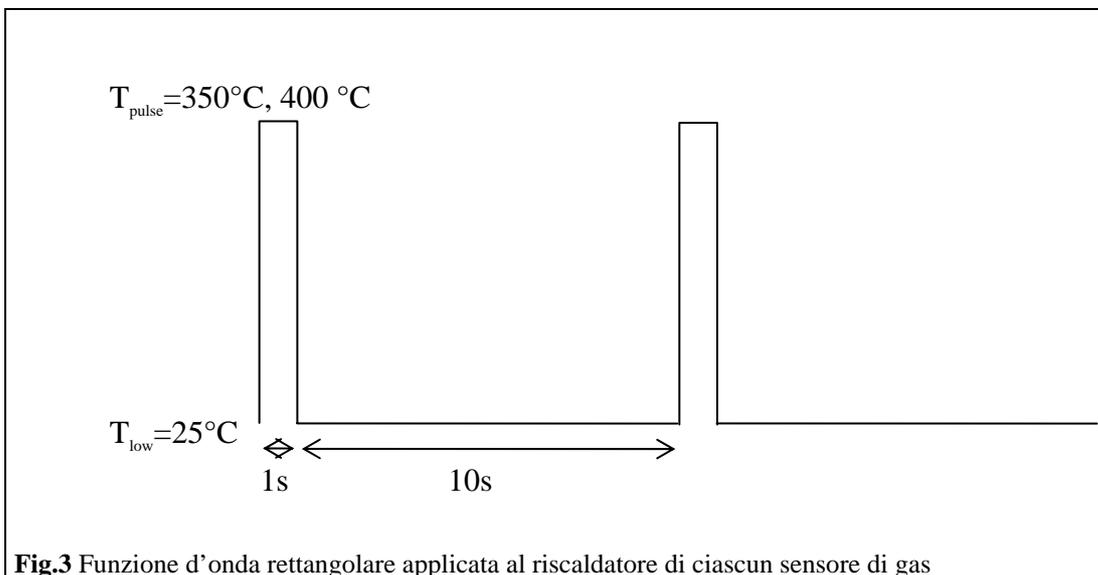
In secondo luogo, il soggiorno presso l'istituto di ricerca CNM-CSIC di Bellaterra (Spagna) ha rinforzato la collaborazione tra la struttura proponente (IMM-CNR, Lecce) e quella ospitante all'interno del progetto Europeo Integrato (*GOODFOOD: Food Safety and Quality Monitoring with Microsistems (Contract N. 508774), Integrated Project in the VI European Framework*).

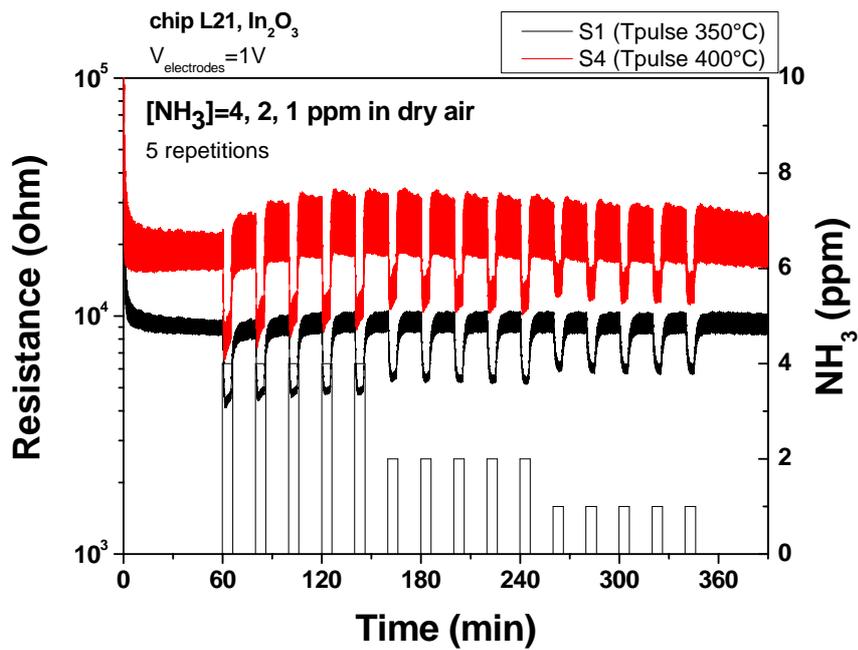
In particolare, durante il soggiorno presso la struttura straniera ospitante, è stato necessario risolvere innanzitutto alcuni problemi tecnici e sperimentali legati alla messa a punto e ricalibrazione dell'apparato sperimentale, messo a disposizione dell'istituto ospitante, per la caratterizzazione elettrica dei sensori di gas in ambiente controllato. È stato inoltre necessario predisporre delle apposite connessioni elettriche tra la cella di misura e il sistema di controllo dell'apparato. Si è poi passati a effettuare dei test di caratterizzazione elettrica di alcuni sensori di

gas su substrati di silicio microlavorato basati su film sottili di  $\text{SnO}_2$  e  $\text{In}_2\text{O}_3$  preparati mediante la tecnica sol-gel dall'IMM-CNR. Tali microsensori di gas sono stati selezionati all'interno del progetto GOODFOOD, come sensori con buone proprietà di sensibilità alle specie chimiche gassose di interesse per il progetto in campo agroalimentare per l'analisi della qualità di prodotti agroalimentari e, in particolare, relativamente al monitoraggio della qualità del pesce. Sono stati difatti presi in considerazione le seguenti specie chimiche: ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), dimetilammina (DMA) e trimetilammina (TMA). Si sono, dapprima, effettuati dei gas-sensing test verso basse concentrazioni di tali gas di interesse sui sensori di gas a base di  $\text{In}_2\text{O}_3$  e  $\text{SnO}_2$ , mantenendo costante la loro temperatura di lavoro. Ciò al fine di avere un riferimento delle loro performance come sensori nella modalità di misura standard a T costante, e definire alcuni parametri per i successivi test in modalità di misura a temperatura pulsata. Di seguito, si riportano le risposte in dinamica dei sensori di  $\text{In}_2\text{O}_3$  e  $\text{SnO}_2$  con il relativo protocollo di misura utilizzato (fig.1 e 2).

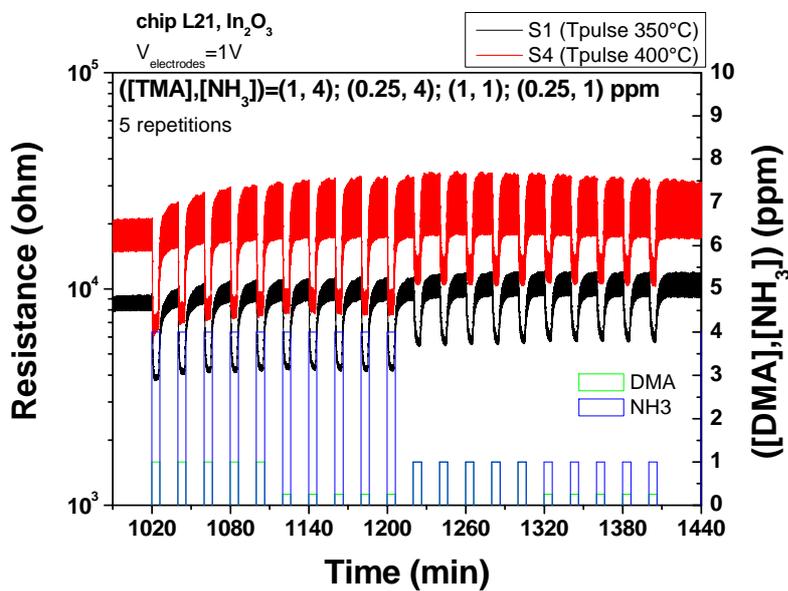


Successivamente, si sono effettuati dei test di caratterizzazione elettrica a temperatura variabile, applicando al riscaldatore dei sensori una funzione d'onda rettangolare con periodo  $P=11$  s (1 s a  $T_{\text{pulse}}$  elevata + 10 s a  $T_{\text{low}}$  bassa), riportata in fig.3. In particolare, sia per il chip microlavorato a base di  $\text{In}_2\text{O}_3$  che per quello a base di  $\text{SnO}_2$ , sono stati utilizzati due sensori per i quali si è scelta una temperatura di impulso ( $T_{\text{pulse}}$ ) pari rispettivamente a  $350^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$ . Si è inoltre adottato un protocollo di misura che considerasse non solo miscele semplici di  $\text{NH}_3$ , DMA e TMA in aria secca, ma anche miscele binarie (miscele  $\text{NH}_3/\text{DMA}$ ,  $\text{NH}_3/\text{TMA}$ ,  $\text{DMA}/\text{TMA}$ ) e ternarie ( $\text{NH}_3/\text{DMA}/\text{TMA}$ ) complesse di tali composti in aria. A titolo di esempio, nelle fig.4-5 è riportato la risposta in dinamica dei sensori a base di  $\text{In}_2\text{O}_3$  a concentrazioni differenti di  $\text{NH}_3$  in aria e a miscele binarie di  $\text{NH}_3/\text{DMA}$  in aria a diverse concentrazioni. Analogamente, nelle fig. 6-7 è riportato la risposta dei sensori a base di  $\text{SnO}_2$  alle stesse miscele.





**Fig.4** Risposta di due sensori a base di  $\text{In}_2\text{O}_3$  operanti in modalità di misura pulsata in temperatura ( $T_{\text{pulse}}=350^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$  rispettivamente) a concentrazioni differenti di  $\text{NH}_3$ .



**Fig.5** Risposta di due sensori a base di  $\text{In}_2\text{O}_3$  operanti in modalità di misura pulsata in temperatura ( $T_{\text{pulse}}=350^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$  rispettivamente) a miscele binarie di  $\text{NH}_3/\text{DMA}$  in concentrazioni differenti.

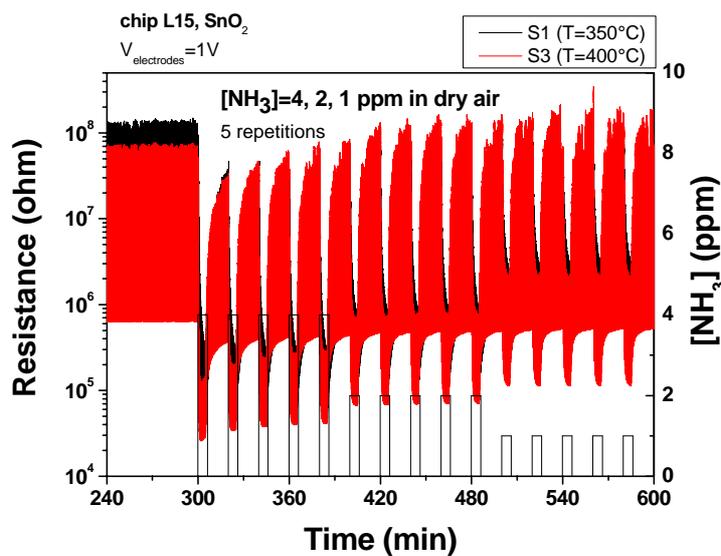


Fig.6 Risposta di due sensori a base di SnO<sub>2</sub> operanti in modalità di misura pulsata in temperatura (T<sub>pulse</sub>=350°C e 400 °C rispettivamente) a concentrazioni differenti di NH<sub>3</sub> in aria.

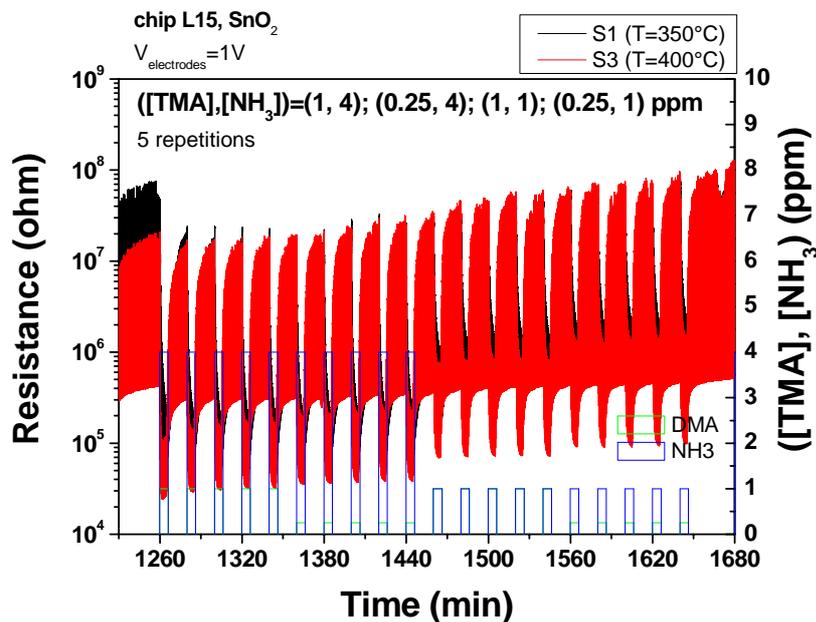


Fig.7 Risposta di due sensori a base di SnO<sub>2</sub> operanti in modalità di misura pulsata in temperatura (T<sub>pulse</sub>=350°C e 400 °C rispettivamente) a miscele binarie di NH<sub>3</sub>/DMA in concentrazioni differenti.

Firma  
(Simonetta Capone)