



IX Konferencja Naukowa  
Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne,  
Nałęczów, 20-23.06.2010



## Prekoncentrator gazu w technologii LTCC

**Wojciech Maziarz, Artur Rydosz,  
Tadeusz Pisarkiewicz,**

**Akademia Górniczo-Hutcznia, Katedra Elektroniki  
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland  
[e-mail: rydosz@agh.edu.pl](mailto:rydosz@agh.edu.pl)**

- 1. Wstęp – przedstawienie problemu**
- 2. Konstrukcja prekoncentratora**
  - 2.1 W technologii LTCC**
  - 2.2 W technologii mikromechanicznej**
- 3. Wyniki eksperymentu**
- 4. Podsumowanie – obszary dalszych badań**

## Pomiar (ekstremalnie) niskich stężeń gazów

### MEDYCYNA

NO (5-100 ppb) – choroby układu oddechowego

NH<sub>3</sub> (20-50 ppb) – monitorowanie poziomu cukru u diabetyków

VOCs (pojedyncze ppb) – wykrywanie bakterii *Helicobacter pylori*, choroby układu pokarmowego

### MILITARIA

opary materiałów wybuchowych



<http://dziennik.pl/wydarzenia/article283662>

### PRZEMYSŁ

CO (od 8 ppb )

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (od 1,6 ppb)

C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> (od 70 ppb)

C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub> (od 200 ppb)

– dyrektywa UE 2000/69/EC, dzienny limit, od 01.2010

Prekoncentrator składa się z:

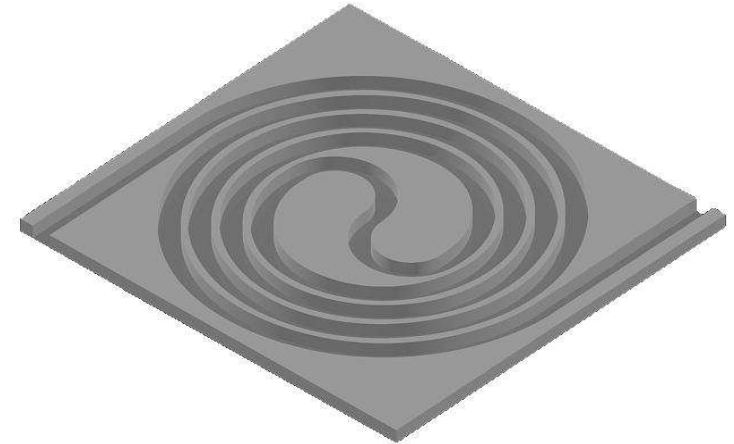
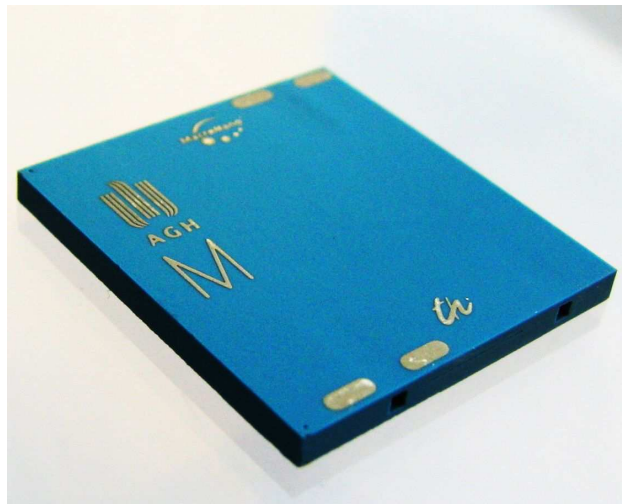
**8 warstw foli LTCC (DuPont 951)**

**2 grzejników** nad i pod kanałem,  
w 2 wersjach: spiralowy/meander

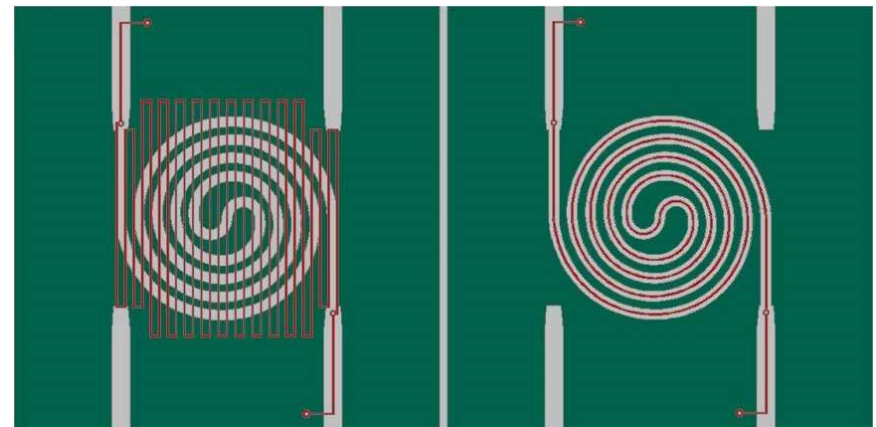
Wymiary boczne: **2cm x 2cm**,  
wysokość **1,68 mm**

Długość kanału: **12cm**

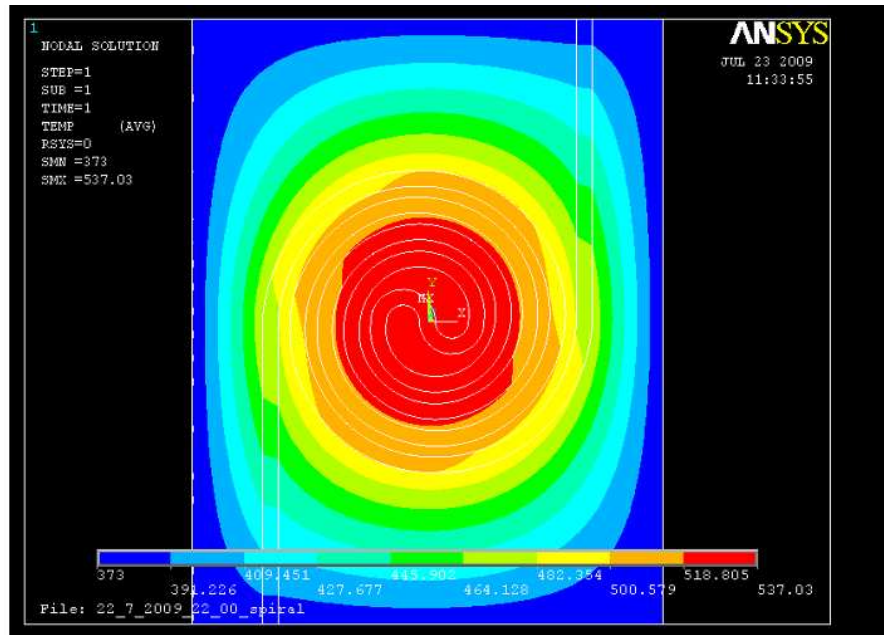
Szerokość/wysokość: **500um x 500um**



Wydrążony kanał laserem

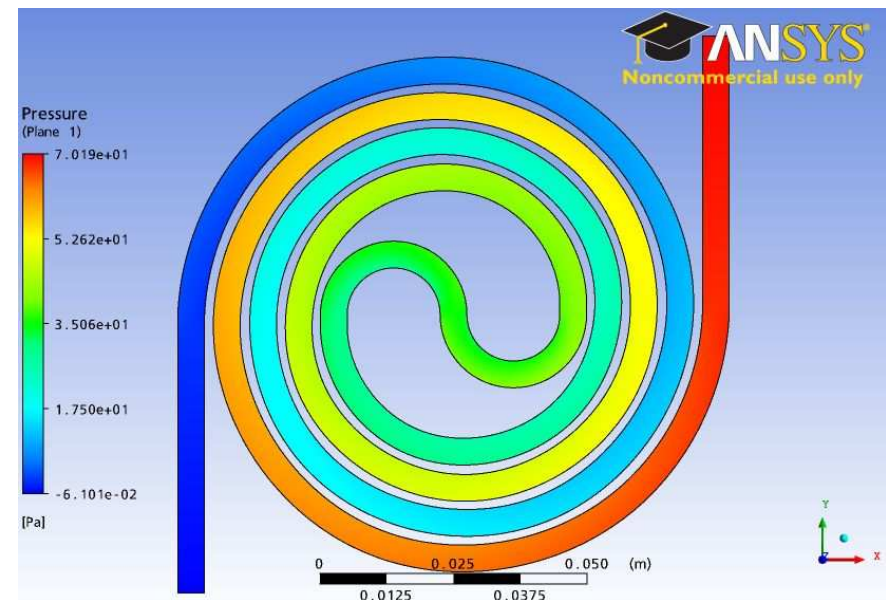


Dwie topologie grzejników: meander/spirala

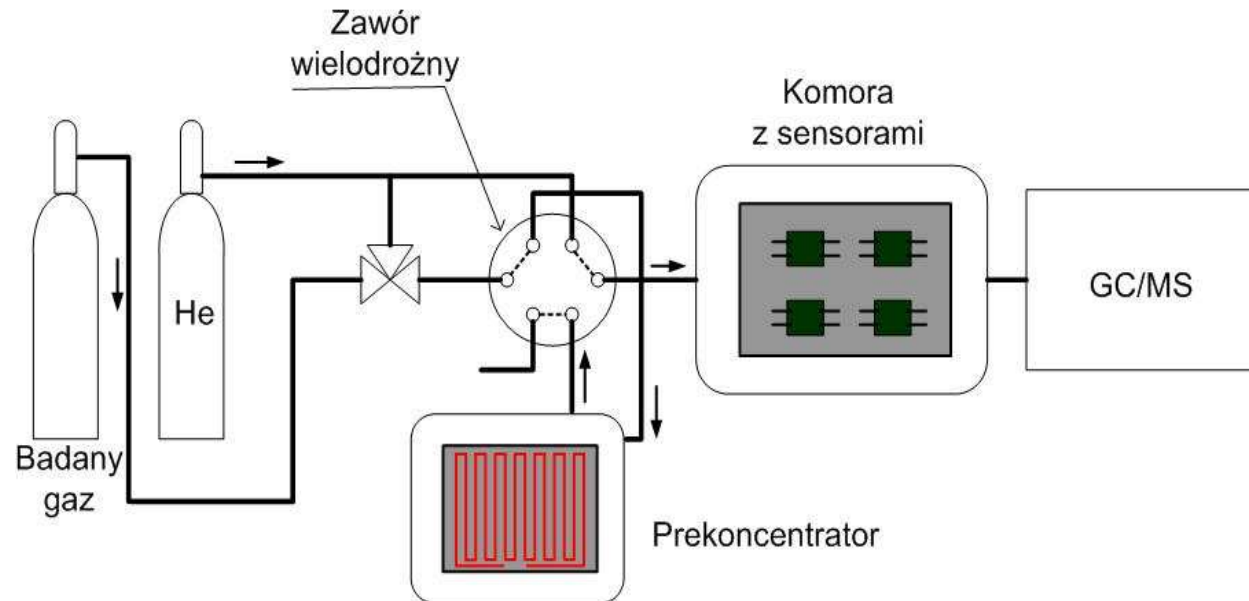


**Rozkład temperatury  
w prekoncentratorze  
z grzejnikiem  
spiralowym**

**Rozkład ciśnienia w kanale**



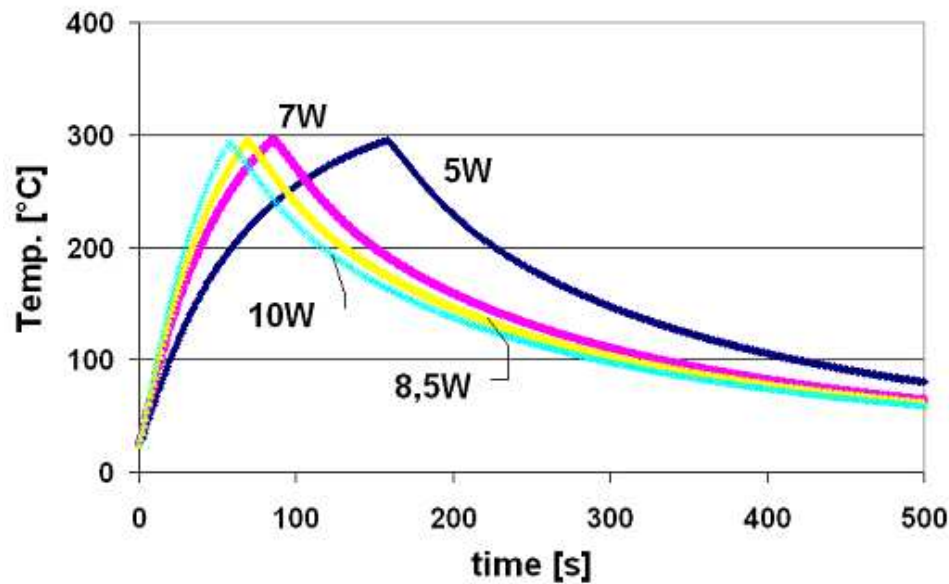
# Projekt mikrosystemu pomiarowego gazów w obszarze sub-ppm



**Mikrosystem składający się z prekoncentratora i matrycy czujników półprzewodnikowych (układ GC/MS spełnia rolę kontrolną).**

**Przewidziano dwie alternatywne technologie prekoncentratora: ceramiczną LTCC oraz mikromechaniczną.**

Thermal time



aspen aerogels®

Porogel Minus  
Cryogel Z

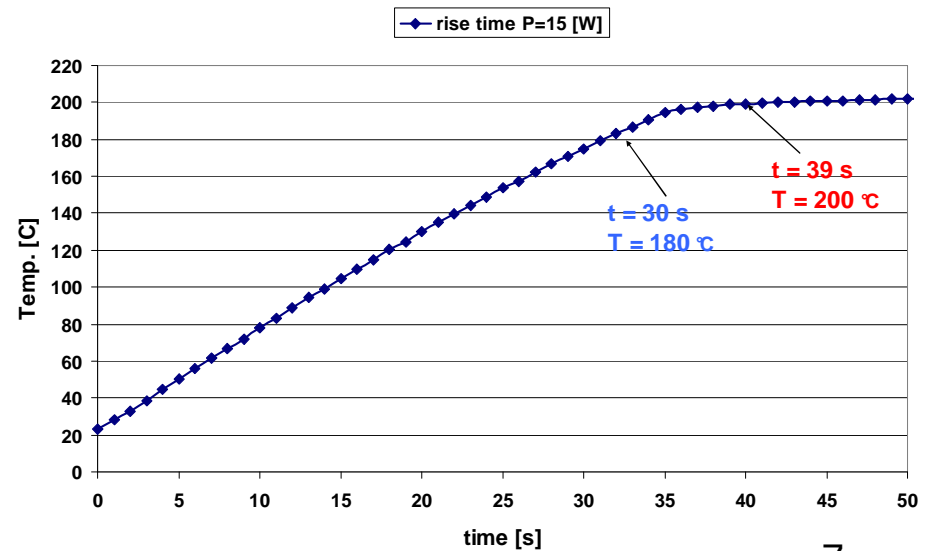


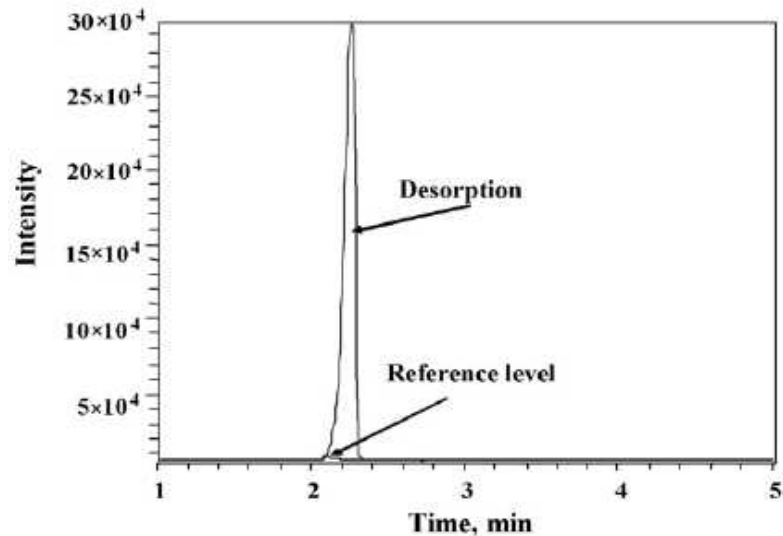
Pomiar stałej czasowej  
prekoncentratora:

$t = 30s \rightarrow T = 180^{\circ}C$

$t = 39s \rightarrow T = 200^{\circ}C$

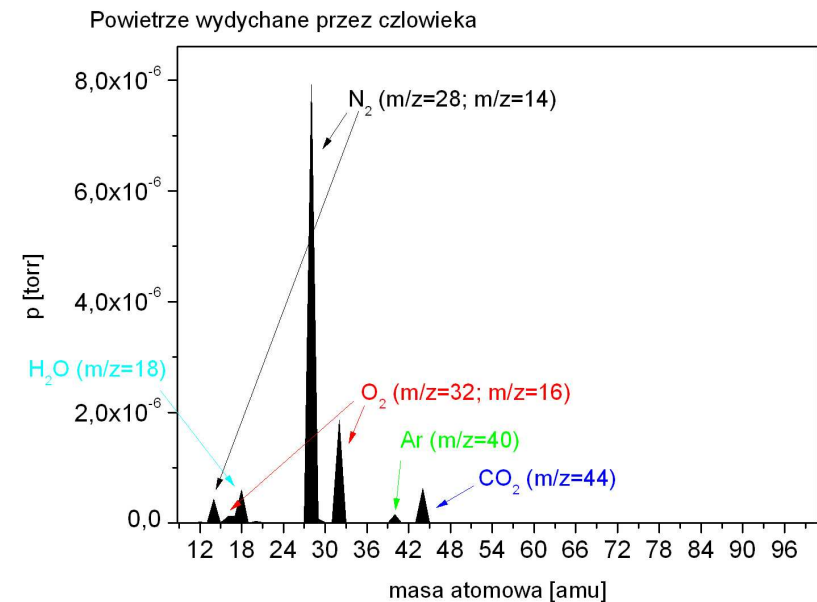
Thermal time constant





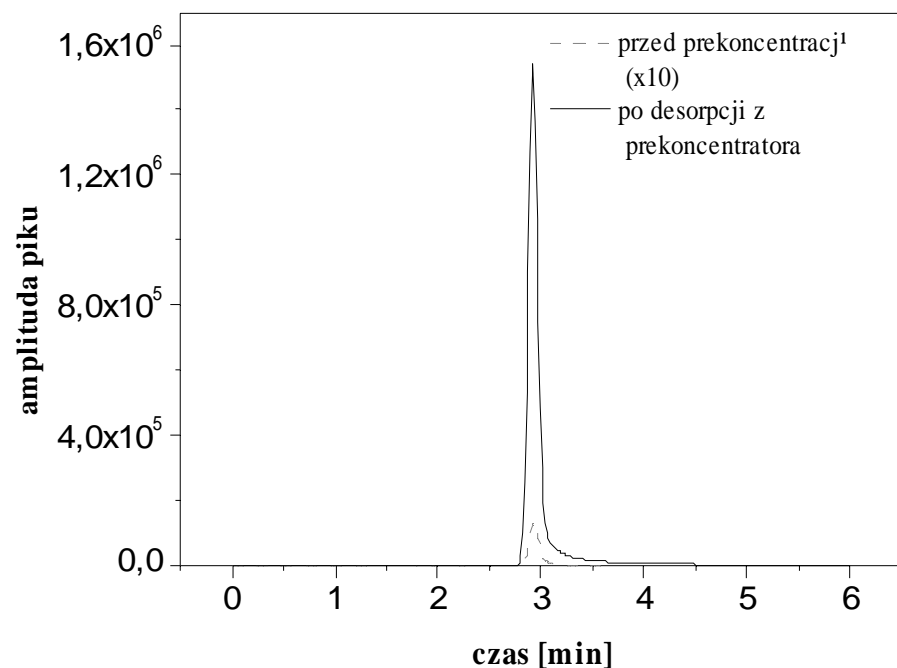
Typowy chromatogram  
CF = 308

Współczynnik koncentracji  $CF = A_d/A_b$   
 $A_d$  – powierzchnia piku po desorpcji  
 $A_b$  – powierzchnia piku referencyjnego

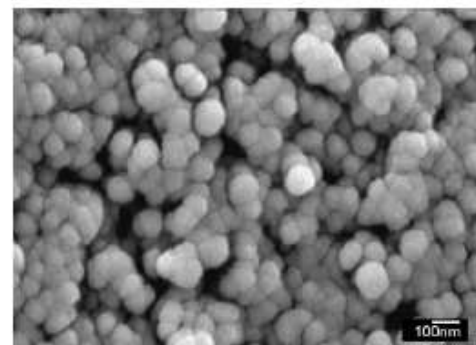


Wyniki pomiaru składu  
podane jako ciśnienia  
parcjalne  
obserwowanych jonów

## Wynik eksperymentu (prekoncentracja metanu)



Adsorbent Carboxen 1003  
firmy Sigma-Aldrich®



Przepływ badanego gazu: 50 sccm

Czas adsorpcji: 30 min

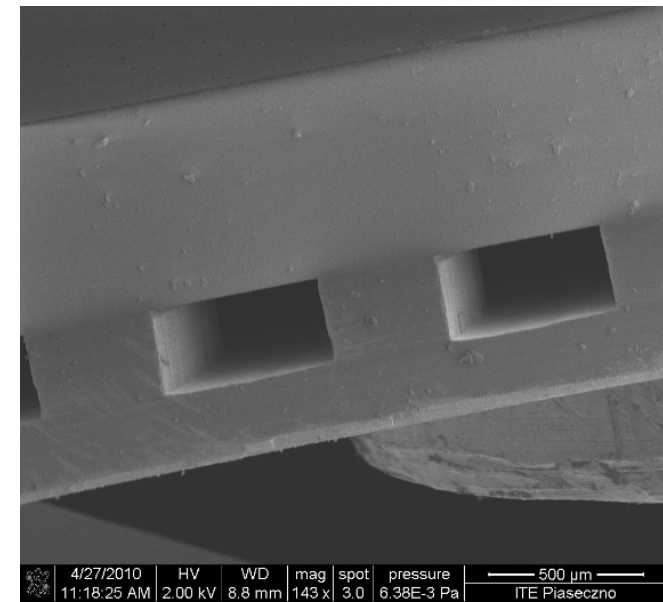
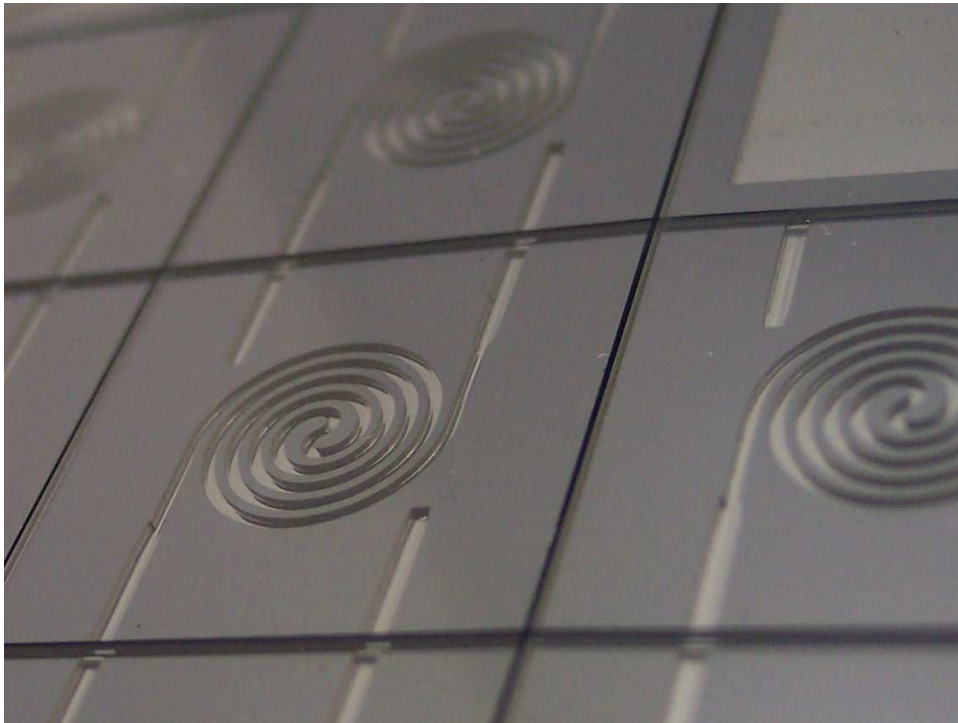
Temp. desorpcji: 200°C

Współczynnik koncentracji: 100

**Chromatograficzne piki desorpcyjne dla metanu przed i po zagęszczeniu.**

*Wartości pomiarów dla piku przed zagęszczeniem pomnożono 10-krotnie w celu uzyskania odpowiedniej przejrzystości.*

# Prekoncentrator w wersji mikromechanicznej



**Struktura krzem/szko, widok ogólny i przekrój**

- Przeprowadzone eksperymenty wykazują, że zastosowanie prekoncentratora poprawia czułość znanych sensorów półprzewodnikowych co najmniej o 2 rzędy wielkości (zakres sub-ppm)
- Wytworzony w technologii LTCC prekoncentrator jest mniejszy niż rozwiązania „rurkowe”, pobiera mniejszą moc
- Dalszym etapem badań będzie przeprowadzenie doświadczeń z oparami materiałów wybuchowych oraz gazami w zakresie sub-ppb, do czego wymagana jest optymalizacja mikrosystemu i redukcja objętości martwej prawie do zera