

# ***Rodzina czujników przemieszczeń w płaszczyźnie z wykorzystaniem interferometrii siatkowej (GI) i plamkowej (DSPI)***

**Kierownik:**

Małgorzata Kujawińska

**Wykonawcy:**

Leszek Sałbut, **Dariusz Łukaszewski,**

Jerzy Krężel



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



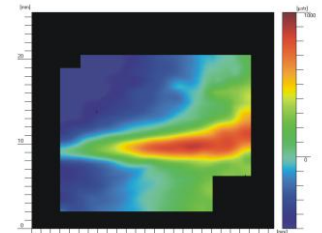
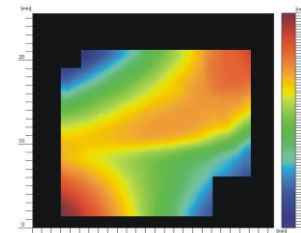
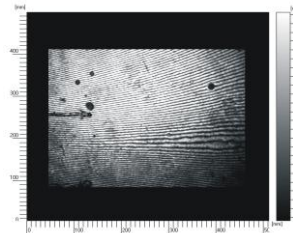
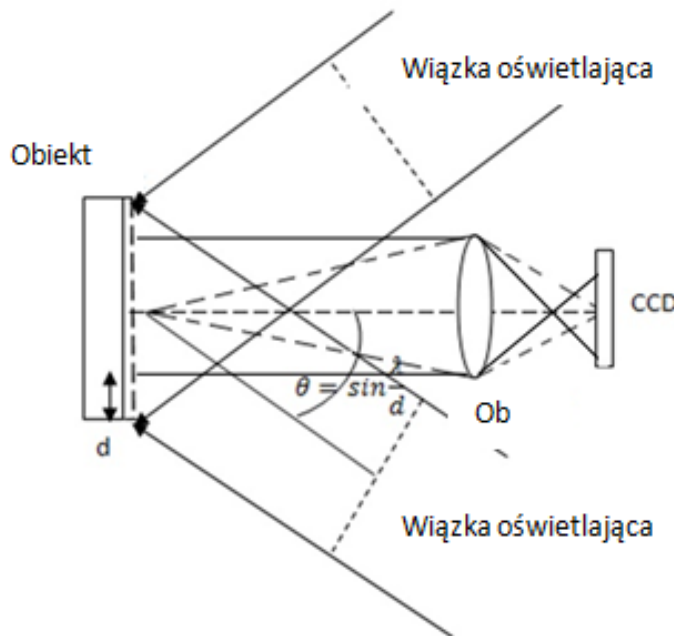
# Plan Prezentacji

- Motywacja
- Zasada działania czujników
- Konstrukcja i parametry proponowanych czujników
- Stanowisko laboratoryjne do testowania głowic czujników
- Przykładowe zastosowania
- Podsumowanie

- Zapotrzebowanie rynku na „tanie”, uniwersalne czujniki przemieszczeń (systemy SHM, inżynieria materiałowa, mechanika eksperymentalna)
- Ciągły rozwój nowych technologii otwiera nowe możliwości dla miniaturyzacji opracowywanych systemów



- Interferometria siatkowa (GI)

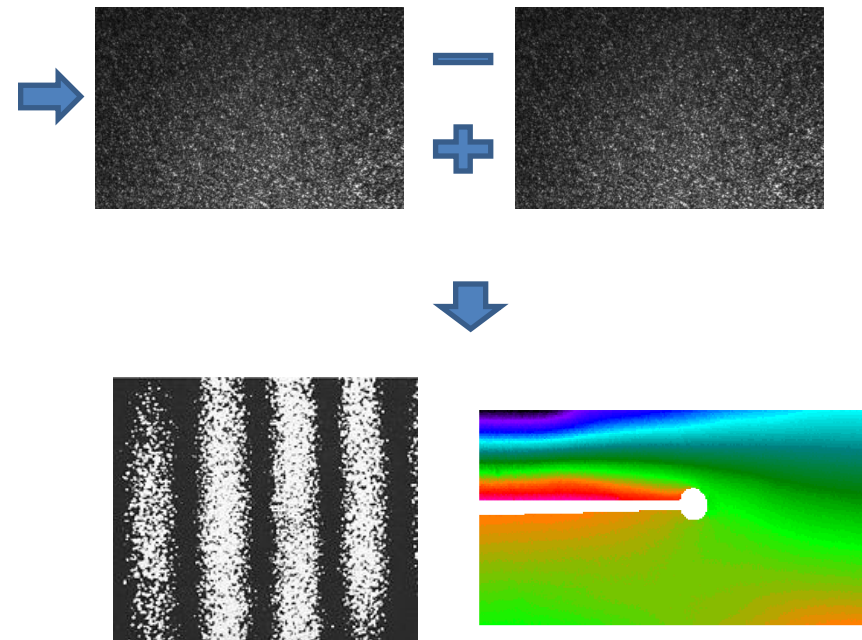
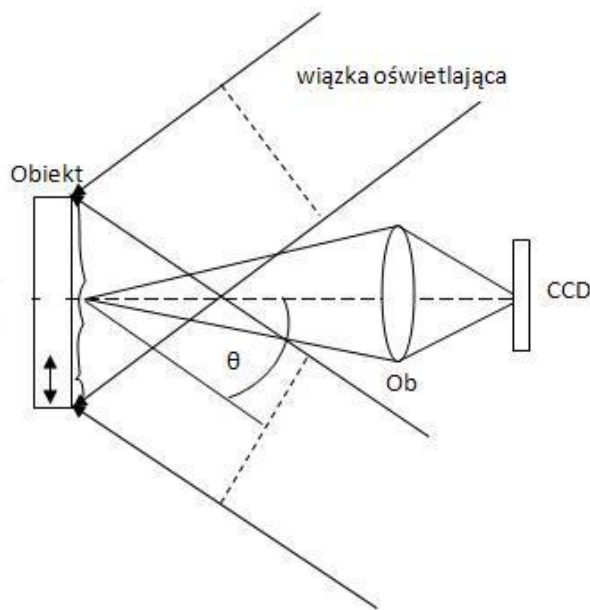


$$E_{-1} = \left( -i \left( \frac{2\pi}{d} u(x, y) + \frac{2\pi}{\lambda} w(x, y)(1 + \cos\theta) \right) \right)$$

$$E_{+1} = \left( i \left( \frac{2\pi}{d} u(x, y) - \frac{2\pi}{\lambda} w(x, y)(1 + \cos\theta) \right) \right)$$

$$\Delta\varphi(x, y) = \frac{4\pi}{d} u(x, y)$$

- Interferometria plamkowa (DSPI)

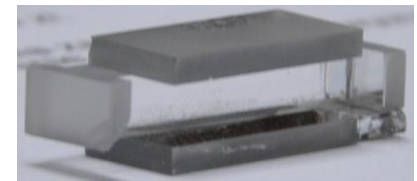
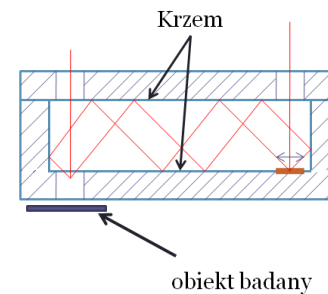
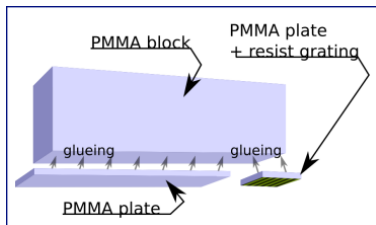
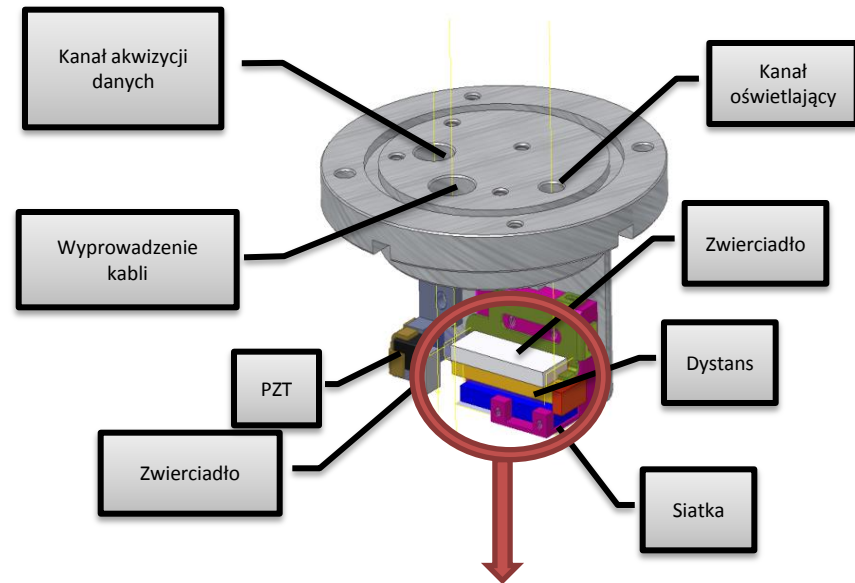
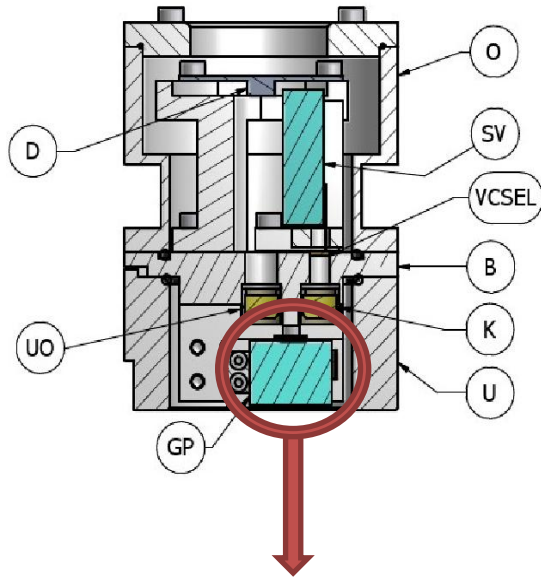


$$\Delta\varphi(x, y) = \frac{4\pi}{\lambda} u(x, y) \sin\theta$$

- Porównanie metod

	Interferometria siatkowa GI	Interferometria plamkowa DPSI
Oświetlenie	Koherentne, skolimowane i symetryczne	
Przygotowanie obiektu	Konieczne nałożenie siatki obiektowej (pamięć siatki o stanie obiektu od momentu nałożenia)	Obiekt o powierzchni rozpraszającej (konieczne zbieranie obrazów w dwóch kolejnych stanach obiektu)
Wielkość mierzona	(u,v)	
Pole pomiarowe	Zależne od wielkości siatki obiektowej i średnicy wiązki oświetlającej	Zależne od średnicy wiązki oświetlającej
Czułość	Submikrometrowa	





## Czujnik z niskokosztową głowicą GI



## Czujnik z hybrydową głowicą GI/DPSI

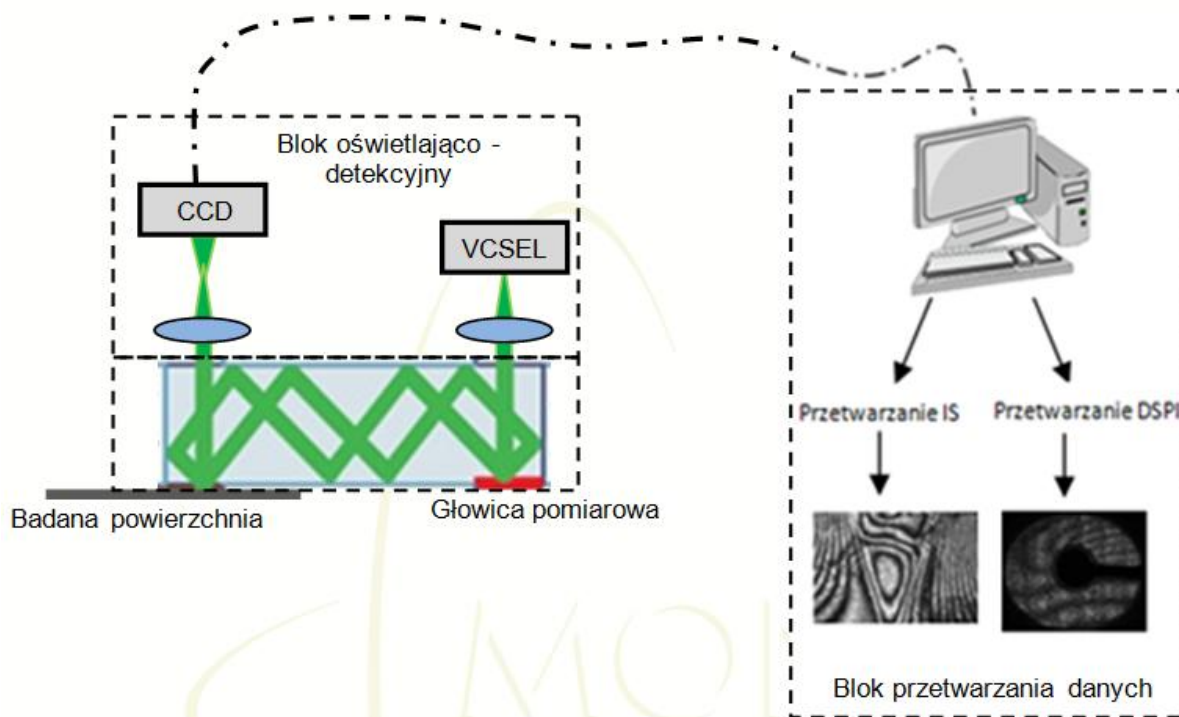


UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

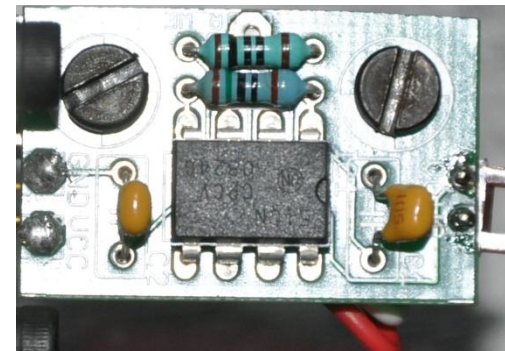
- Modułowa konstrukcja czujników zwiększa ich uniwersalność i ułatwia modyfikacje





# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

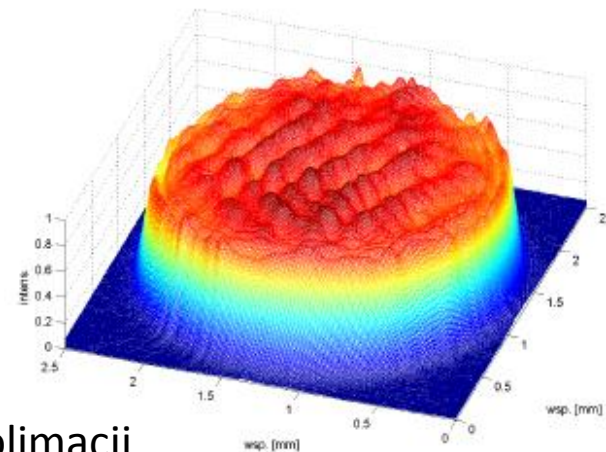
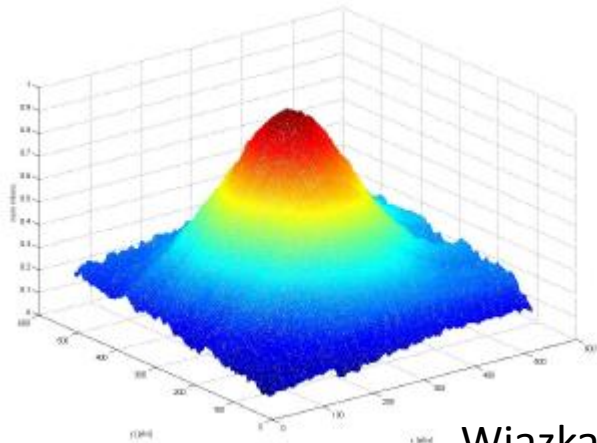
- Blok oświetlający
  - Źródło światła VCSEL (ang. vertical cavity surface light emitting laser)
  - Sterownik źródła światła — układ elektroniczny kontrolujący i stabilizujący napięcie
  - Kolimator — układ optyczny kolimujący wiązkę wyjściową z VCSEL'a



# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

## ➤ Parametry VCSELa

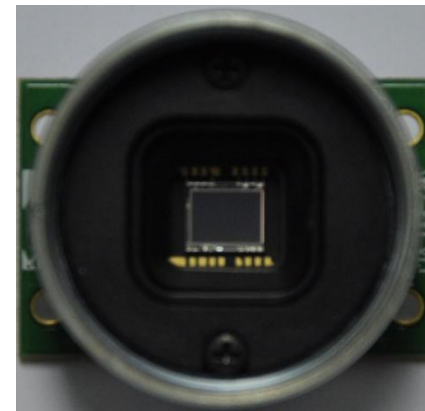
Parametr	Wartość
Długość fali	665 nm
Szerokość spektralna	<1nm
Zmiana długości fali pod wpływem temperatury	0,05 nm



Wiązka przed i po kolimacji

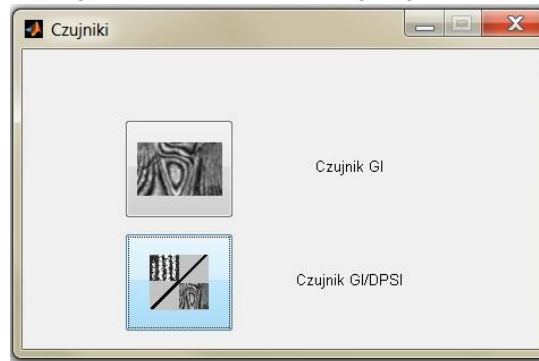
# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

- Blok detekcyjny
  - Obiektyw odwzorowujący – zapewnia sprzężenie obiektu badanego z detektorem
  - Kamera CCD/CMOS typu „board level”



# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

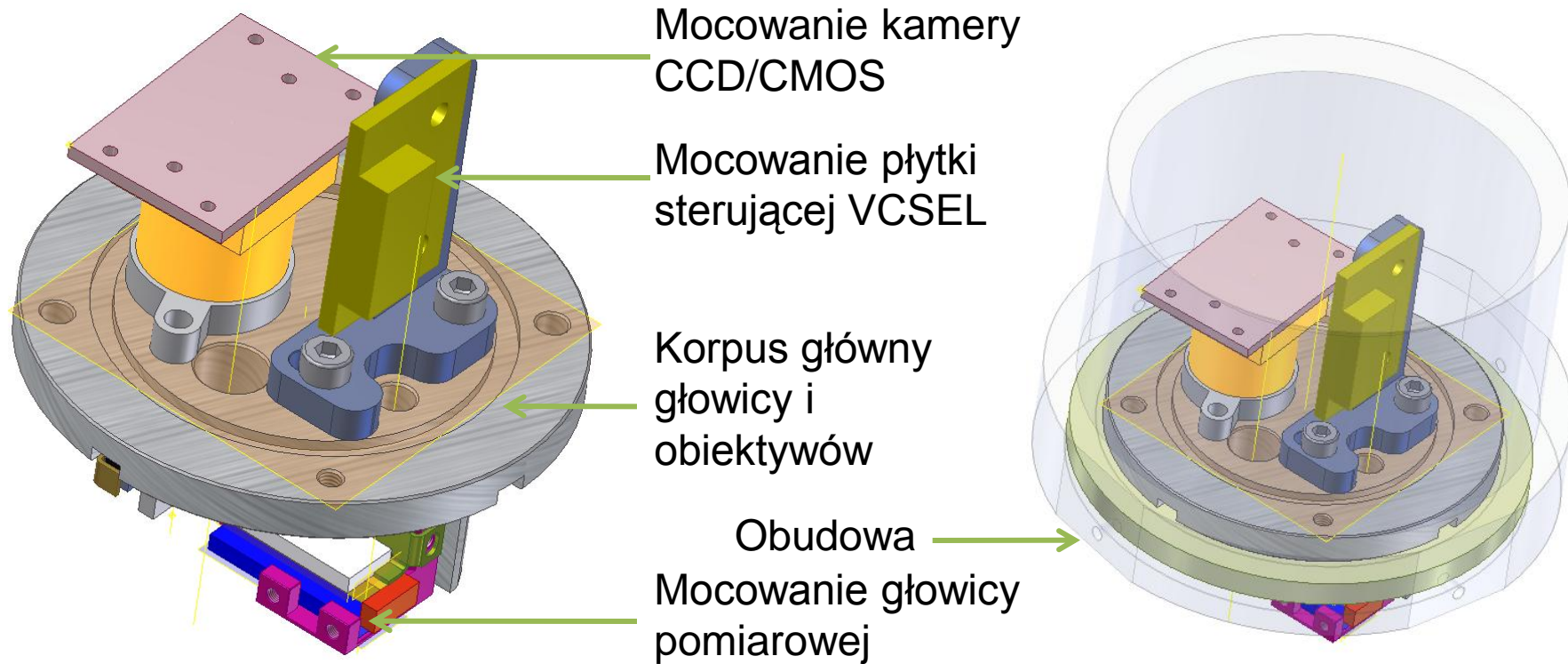
- Blok przetwarzania danych
  - Dane przesyłane do komputera za pomocą kabla USB lub firewire (w przyszłości możliwość montażu modułu bezprzewodowego)
  - Osobne tryby analizy dla obrazów GI, DSPI i obrazów hybrydowych
  - Dane wyjściowe w postaci map przemieszczeń i odkształceń





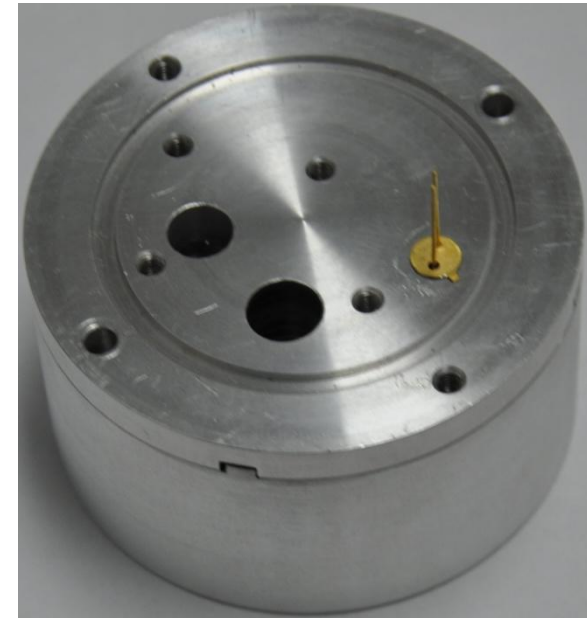
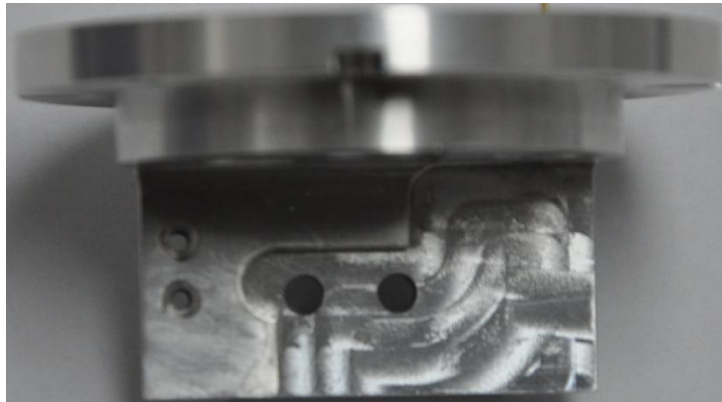
# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

- Konstrukcja mechaniczna





# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników



Obudowa głowicy uniwersalna dla obu czujników oraz  
dedykowane mocowanie

# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

- Porównanie proponowanych czujników

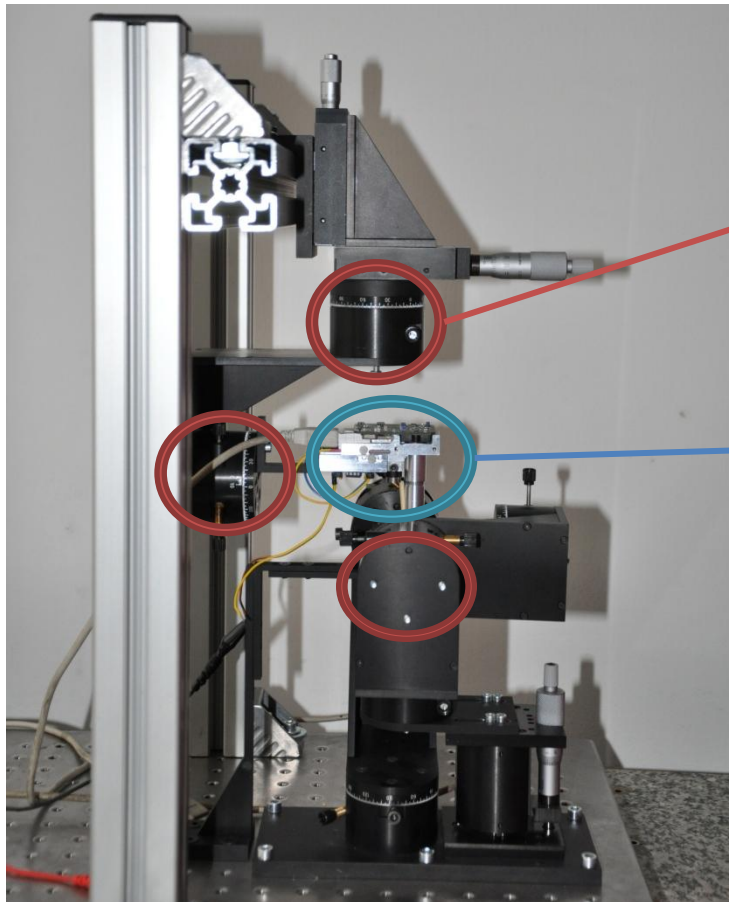
	<b>Czujnik GI</b>	<b>Czujnik GI/DSPI</b>
<b>Konstrukcja głowicy</b>	<i>Prosta, monolityczna ze szkła lub tworzywa sztucznego</i>	<i>Wnękowa z elementów szklanych lub krzemowych</i>
<b>Replikacja głowicy</b>	<i>Możliwa replikacja niskokosztowa</i>	<i>Możliwa replikacja w krzemie wymagająca zaawansowanych i kosztowych technologii</i>
<b>Obiekt badany</b>	<i>Z nałożoną siatką dyfrakcyjną</i>	<i>Z nałożoną siatką dyfrakcyjną lub o powierzchni rozpraszającej</i>
<b>Siatka odniesienia</b>	<i>1200 l/mm</i>	<i>1200 l/mm</i>



# Konstrukcja i parametry proponowanych czujników

<b>Metoda automatycznej analizy obrazów prążkowych (AAOP)</b>	<i>Metody z przestrzennym przesunięciem fazy CNDZF</i>	<i>Metody z przestrzennym (CNDZF) i czasowym (CDZF) przesunięciem fazy</i>
<b>Wpływ drgań</b>	<i>Zminimalizowany</i>	<i>Zminimalizowany ale większy niż w przypadku czujnika GI</i>
<b>Tryby pracy</b>	<i>Tryb GI</i>	<i>Tryb GI; tryb DSPI; hybrydowy tryb GI/DSPI</i>
<b>Pole pomiarowe</b>	<i>2 mm x 2mm</i>	
<b>Zakres pomiarowy</b>	<i>do 20 <math>\mu\text{m}</math></i>	
<b>Czułość bazowa</b>	<i>417 nm/prążek</i>	
<b>Rozdzielczość</b>	<i>ok. 5nm po zastosowaniu AAOP</i>	
<b>Gabaryty czujnika</b>	<i><math>\Phi 60\text{ mm} \times 115\text{ mm}</math></i>	

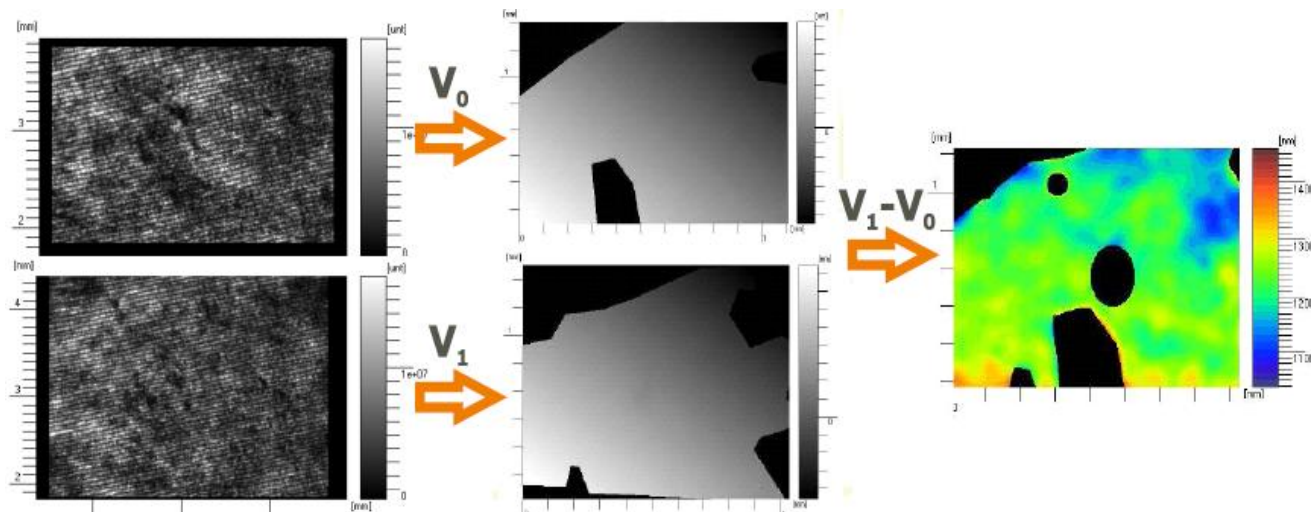
# Stanowisko laboratoryjne do testowania głowic czujników



→ Manipulatory liniowe i kątowe

→ Mocowanie głowicy pomiarowej nad próbką

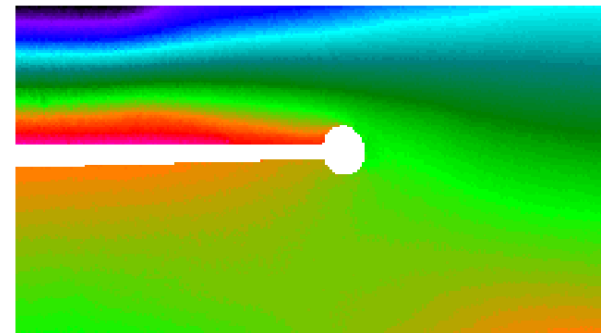
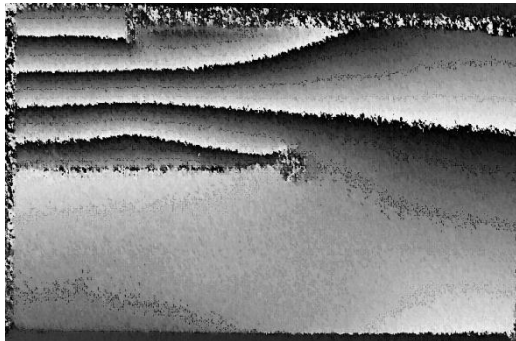
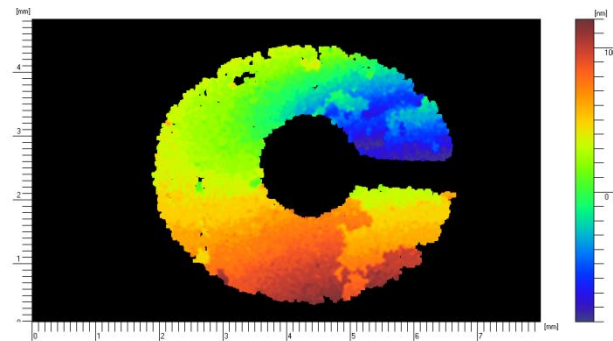
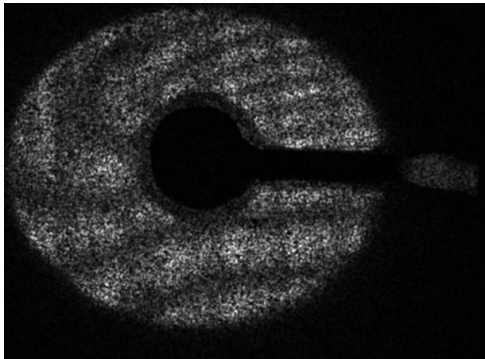
- Pomiar konstrukcji inżynierskich



Obrazy uzyskane głowicą w trybie GI



- Charakterystyka mechaniczna nowych materiałów



Obrazy uzyskane głowicą w trybie DSPI

- Przedstawiono konstrukcje czujników przemieszczeń w płaszczyźnie z wykorzystaniem metody GI i DSPI
- Wykorzystano falowodowe głowice pomiarowe monolityczne i wnękowe
- Przeprowadzono badania modelowe i wstępne testy laboratoryjne czujników potwierdzające założone parametry techniczne
- Rozpoczęto analizy metrologiczne głowic



Zespół realizujący:

Małgorzata Kujawińska, Leszek Sałbut,  
Dariusz Łukaszewski, Jerzy Krężel,  
Grzegorz Dymny

Współpraca:

Partnerzy Projektu MONIT

Zakład Mikroinżynierii i Fotowoltaiki  
Politechniki Wrocławskiej (prof. J. Dziuban)

Dziękuję



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

