



Artykuł promocyjny

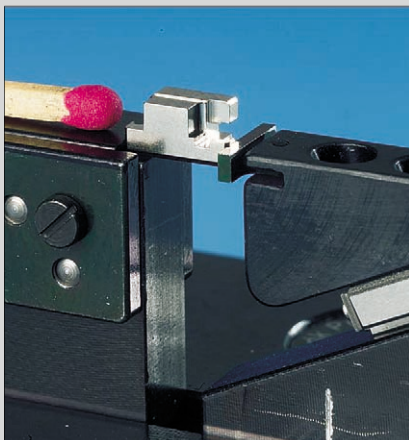
## Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25 do pomiarów systemów mikrotechnologii

Co łączy regulatory przepływu do silników turbo diesel, dentystyczne wiertarki szybkoobrotowe, igły kroplówek na oddziałach intensywnej terapii, precyzyjne korpusy zegarków, mikroprzełączniki? Częścią wspólną tych systemów, pochodzących z różnych obszarów, są mikrokomponenty, których dokładny kształt i jakość powierzchni powinny gwarantować wysoką funkcjonalność i niezawodność. Niezawodność i jakość są ze sobą powiązane i mogą być osiągnięte tylko poprzez pomiar części i wprowadzenie na jego podstawie odpowiednich korekcji w procesie wytwarzania.



Rys. 1. Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25

Systemy mikrotechnologii odkrywają swoje tajemnice dopiero wtedy, gdy zostaną zastosowane pomiary optyczne. W pomiarach dotykowych przedmiotów o ekstremalnie małych wymiarach i kiedy są wymagane niewielkie naciski pomiarowe trzeba użyć niekonwencjonalnych metod. Dlatego wymagania maszyny pomiarowej do pomiarów systemów mikrotechnologii metodą dotykową są diametralnie różne od tych, które spotykamy przy pomiarach dużych elementów w przemyśle motoryzacyjnym, a także narzędziowym.



Rys. 2. Specjalny uchwyt mocujący część o niewielkich wymiarach

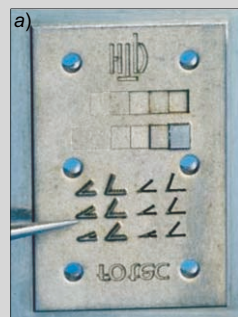
Małe elementy wymagają stosowania specjalnych systemów mocujących część w przestrzeni pomiarowej (rys. 2), a co za tym idzie również miejsca do ich ustawienia w przestrzeni pomiarowej urządzenia. Aby część mierzona nie odkształcała się lub nie uległa zniszczeniu podczas pomiarów, nacisk systemów mocujących i pomiarowych powinien być bardzo mały. Dlatego głowica maszyny pomiarowej powinna pracować z ekstremalnie małym naciskiem pomiarowym gwarantującym, że mikrocześci nie zostaną odkształcone lub przesunięte przez maszynę podczas pomiarów końcówką dotykową. **Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25** (rys. 1) produkcji Carl Zeiss Industrielle Messtechnik wytwarza nacisk w przybliżeniu równy 1/400 nacisku pomiarowego używanego w pomiarach na dużych współrzędnościowych maszynach pomiarowych.

Dodatkowo do pomiarów mikrocześci wymagane jest oprogramowanie pomiarowe bazujące na modelu CAD, np. Calypso (rys. 3). Ze względu na praktycznie niewidoczne gołym okiem elementy powierzchni przedmiotu, da-

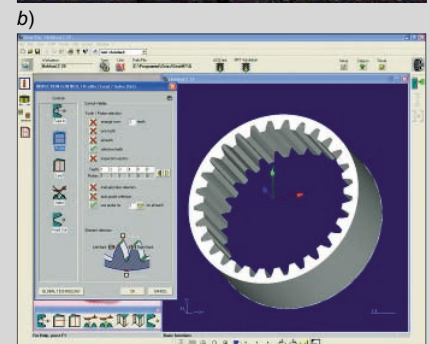
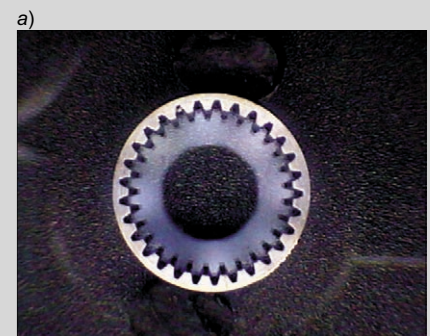
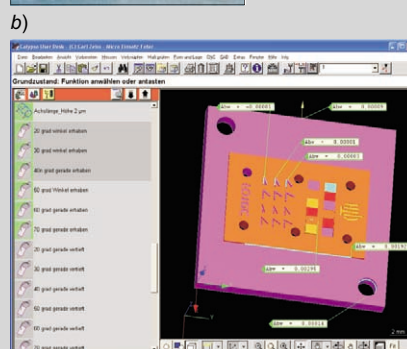
ne sterujące oraz program pomiarowy muszą być generowane z użyciem modelu CAD, a przed rozpoczęciem pomiaru także przetestowane pod względem kolizyjności. W ten sposób można zapewnić bezkolizyjny pomiar bardzo cienką końcówką wszystkich powierzchni elementu.

Ponieważ zorientowane obiektowo oprogramowanie pomiarowe Calypso umożliwia selekcję dowolnej liczby mierzonych elementów, nie ma potrzeby tworzenia oddzielnego programu pomiarowego i można je mierzyć niesekwencyjnie. Dużą zaletą programu pomiarowego jest możliwość wyboru mierzonych charakterystyk. W przypadku bardziej skomplikowanych pomiarów części o specjalnej geometrii można zastosować dodatkowe, specjalistyczne oprogramowanie, np. do pomiarów małych kół zębatach Gear PRO (rys. 4).

Przy pomiarach tak małych części operator musi dodatkowo stosować specjalny układ optyczny, a niekiedy



Rys. 3. Przykład wykorzystania maszyny F25: a) mierzona część, b) oprogramowanie pomiarowe Calypso bazujące na modelu CAD



Rys. 4. Przykład wykorzystania maszyny F25: a) mierzone koło zębate o użębieniu wewnętrznym, b) oprogramowanie do pomiaru kół zębatach Gear PRO bazujące na modelu CAD

wykorzystywać bezdotkowy sensor pomiarowy ViScan.

Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25 mierzy z ekstremalną dokładnością drobne części zarówno metodą dotykową, jak i bezdotkową – optyczną (rys. 5).

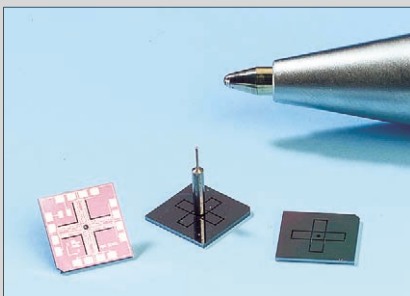


Rys. 5. Sensory pomiarowe: dotykowy ze wspomaganiami optycznymi oraz sensor optyczny ViScan Carl Zeiss

### Pomiary dotykowe z niepewnością pomiaru 250 nm

Przestrzeń pomiarowa maszyny 3D F25 wynosi 1 dm<sup>3</sup>. Niepewność pomiaru długości w tej przestrzeni – 250 nm, a rozdzielczość – 7,8 nm. Aby zapewnić taką dokładność, maszynę wykonano w technologii CARAT oraz zastosowano specjalne łożyska areostatyczne. W celu ograniczenia niekorzystnego wpływu temperatury na wyniki pomiarów, we wszystkich osiach maszyny zastosowano ultraprecyzyjne szklano-ceramiczne linały pomiarowe o rozdzielczości 0,0078 μm. Maszyna w standardowej wersji jest wyposażona w aktywny, pneumatyczny układ tłumienia drgań przenoszonych przez podłoże. Przy zastosowaniu minimalnego nacisku pomiarowego (przy tak wysokiej rozdzielczości) oraz optymalnego sterowania napędami liniowymi możliwe są pomiary otworów o średnicy poniżej 1 mm.

Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25 umożliwia pomiar wymiarów, kształtu i położenia mikrosystemów dzięki specjalnemu sensorowi dotykowemu. Konstrukcja głowicy została opracowana w Narodowym Instytucie Metrologii i Instytucie Mikrotechnologii (IMT) w Brunzshwiku (Niemcy).

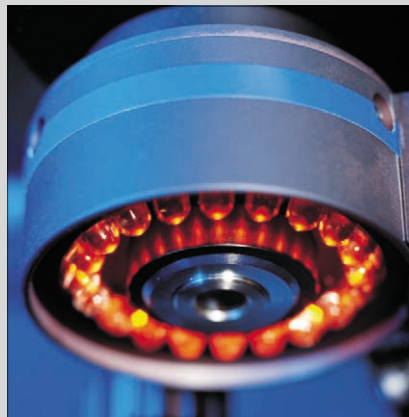


Rys. 6. Talerzyk i końcówka do zamocowania w głowicy pomiarowej

Głowica pomiarowa 3D ma rozdzielczość 0,001 μm i jest przystosowana do końcówek pomiarowych o średnicach 20 ÷ 500 μm; czynna długość pomiarowa końcówki – do 4 mm. Nacisk pomiarowy, dzięki zastosowaniu silikonowej membrany sprężynującej z przyklejonymi do niej elementami piezoelektrycznymi, został zredukowany i jest mniejszy niż 0,5 mN/μm. Talerzyk mocujący końcówkę pomiarową (rys. 6) ma wymiary zaledwie 6,5 × 6,5 mm.

### Pomiary bezdotkowe optyczną głowicą skanującą ViScan

Pomiary dotykowe mogą być uzupełnione pomiarami optycznymi 2D z użyciem skanującej głowicy ViScan wyposażonej w wysokiej jakości obiektywy Carl Zeiss do mikroskopów. ViScan jest kamerą CCD, która przekazuje obraz części do oprogramowania sterująco-oceniającego Calypso. Układ optyczny cechuje się wysoką rozdzielczością oraz doskonałą głębią obrazu, co pozwala na bardzo precyzyjne pomiary zarówno w świetle przechodzącym, jak i odbitym z dokładnością  $R_2 = 0,4 \mu\text{m}$ . Do pomiarów w świetle odbitym używane jest specjalne podświetlenie diodowe (rys. 7), dające światło w kolorze pomarańczowym, o długości fali



Rys. 7. Oświetlenie diodowe do pomiarów w świetle odbitym

605 nm. W zależności od natężenia światła w pomieszczeniu, w którym znajduje się maszyna pomiarowa F25, możliwe jest dosterowanie natężenia oświetlenia diodowego niezależnie w kilku sektorach kątowych podświetlacza z poziomu oprogramowania pomiarowego. Pomiary w świetle przechodzącym wymagają zastosowania stolika z podświetleniem o barwie białej. Zaletą systemu multisensorowego jest możliwość wykonywania w jednym cyklu roboczym pomiarów dotykowych i optycznych, w których wykorzystuje się ten sam układ współrzędnych.

*Carl Zeiss Industrielle Messtechnik wyprodukował współrzędnościową maszynę pomiarową F25 oraz głowicę pomiarową i dodatkowe moduły do pomiaru mikrocześci w ramach projektu MiMiKri sponsorowanego przez Niemieckie Ministerstwo Edukacji i Badań (BMBF). Celem projektu było zbadanie zachowania się precyzyjnego systemu sterowania i zapewnienie ekstremalnie niskich drgań samowzbudnych współrzędnościowej maszyny pomiarowej, przy zachowaniu wysokiej dokładności w pomiarach części wymagających krótkich przejazdów maszyny. Precyzyjny układ kinematyczny (spełniający zasadę Abbego) został rozwinięty podczas projektu doktorskiego przy współpracy z Instytutem Metrologii i Technologii (NMI) na Politechnice w Eindhoven w Holandii.*

*Współrzędnościowa maszyna pomiarowa F25 została zaprezentowana po raz pierwszy podczas targów Control 2004 w Sinsheim. Umożliwia ona zapewnienie jakości w konstruowaniu układów mechaniki precyzyjnej i produkcji mikrosystemów w przemyśle i ośrodkach rozwojowo-badawczych.*

### LITERATURA

1. K. SEITZ: F25 Measuring Machine for Microsystem Technology. *Innovation SPECIAL Metrology 7/2005* Carl Zeiss.
2. R. SOWIŃSKI: Calypso Planner – nowe perspektywy programowania off-line maszyn pomiarowych. *Mechanik 5-6/2004*.
3. D. IMKAMP, F. BADER, W. FRANZ: Multi-sensor systems from Carl Zeiss-multiple uses from GAUDLITZ. *Innovation SPECIAL Metrology 5/2003* Carl Zeiss.

Mgr inż. Marek Migacz



### Carl Zeiss Sp. z o.o. Przemysłowa Technika Pomiarowa

ul. św. Andrzeja Boboli 8/4  
02-525 Warszawa  
tel. 022 881 02 49, -50  
fax 022 848 23 53  
e-mail: [imt@zeiss.pl](mailto:imt@zeiss.pl)  
[www.zeiss.pl](http://www.zeiss.pl)  
[www.zeiss.de/imt](http://www.zeiss.de/imt)