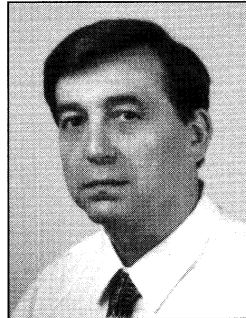


Ryszard Dindorf

SAMODZIELNY ZAKŁAD AUTOMATYKI I ROBOTYKI
POLITECHNIKI ŚWIĘTOKRZYSKIEJ W KIELCACH

Mikroprzetworniki termopneumatyczne w elementach płynowych

Dr hab. inż. Ryszard Dindorf



Profesor nadzwyczajny Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach. Pełni funkcję kierownika Samodzielnego Zakładu Automatyki i Robotyki na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn. Jego zainteresowania naukowe dotyczą ogólnie systemów płynowych - hydraulicznych i pneumatycznych, stosowanych w maszynach technologicznych, pojazdach, urządzeniach automatyki, robotach przemysłowych oraz inżynierii medycznej i rehabilitacyjnej. Obecnie szczególnie zajmuje się nową dziedziną mikrohydrauliki i mikropneumatyki oraz ich zastosowaniem w mikrorobotach i inżynierii medycznej.

Streszczenie

Artykuł dotyczy zastosowania mikroprzetworników termopneumatycznych w elementach płynowych (hydraulicznych i pneumatycznych). Przetworniki termopneumatyczne są uruchamiane ciśnieniem gazu (powietrza) podgrzanego elektrycznie. Przedstawiono przykłady mikropompy membranowej i bistabilnego mikrozaworu foliowego uruchamianych termopneumatycznie. Mikroprzetworniki są zaprojektowane do zastosowań w mikrorobotach i mikrotechnice.

Abstract

The paper deals with the use of thermopneumatic microactuators in fluid (hydraulics and pneumatics) elements. The thermopneumatic microactuators are driven by gas (air) pressure heated electrically. The examples of thermopneumatically actuated membrane micro-pump and bistable foil microvalve are presented. Microactuators are designed for use in microrobots and microtechniques.

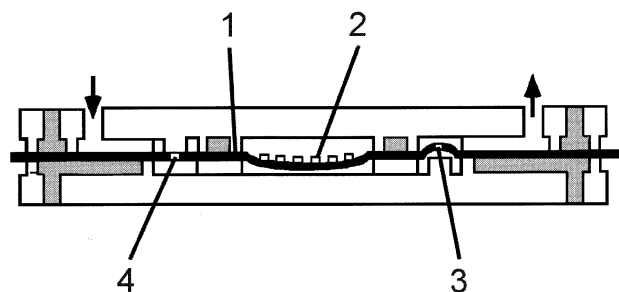
Wstęp

Mikroprzetworniki są mikrouządzeniami do przetwarzania sygnałów wejściowych na sygnały wyjściowe w mikrosystemach MEMS (Micro Electro Mechanical System). W systemach technicznych stosuje się mini- mikro- i nanoprzetworniki. Mini-przetworniki (przetworniki zminiaturyzowane) o wymiarze kilku mm wytwarza się w technologii tradycyjnej. Mikroprzetworniki o wymiarze kilku (m) wytwarzane są w mikromontażu stosowanym dla układów scalonych w krzemie (BM - Bulk Mikromachining, SM - Surface Mikromachining) oraz w mikrotechnologii opartej na technice LIGA (Lithographie - Galvanoformung - Abformung). Nanoprzetworniki mają wymiary komórki biologicznej, buduje się je z pojedynczych molekuł lub atomów, a także korzysta się z technik polimerowych (Langmuir-Blodgett'a). Ze względu na zasadę działania wyróżnia się mikroprzetworniki termiczne, magnetostrykcyjne, piezoelektryczne, elektromagnetyczne, elektrostatyczne, elektroreologiczne, płynowe, chemiczne i biologiczne.

Zastosowanie mikroprzetworników w elementach płynowych

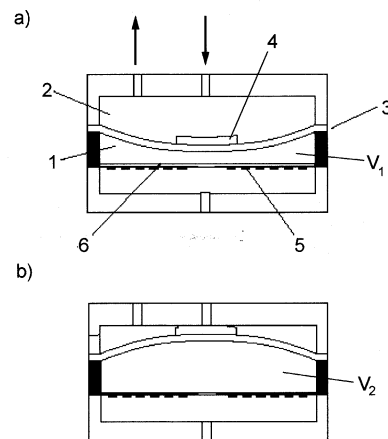
Mikroprzetworniki mają zastosowanie jako urządzenia uruchamiające i wykonawcze (microactuators) w mikroelementach płynowych (mikropompach hydraulicznych i mikrozworach pneumatycznych) [1], [2], [3]. Zasada działania przetworników termicznych oparta jest na rozszerzalności cieplnej ciała stałego, cieczy lub gazu. Powstające przy tym cykliczne zmiany objętości medium steru-

jącego powodują przemieszczenie ruchomego elementu sterującego (membrany, folii). W przetwornikach termopneumatycznych medium sterującym jest gaz, którego zamiana objętości powoduje przemieszczanie membrany jako elementu wyporowego w mikropompie, albo membrany lub folii jako elementu sterującego w mikrozworach regulacyjnych i zwrotnych. W mikroprzetwornikach termopneumatycznych uzyskuje się względnie duży skok membrany lub folii w stosunku do ich wymiaru poprzecznego. Schemat mikropompy z mikroprzetwornikiem termopneumatycznym według konstrukcji BŁstignosa o wydajność $Q = 0,6 \mu\text{l}/\text{min}$ przy maksymalnym ciśnieniu $p_{max} = 4\text{mH}_2\text{O}$ przedstawiono na rys.1 [5].



Rys.1. Schemat mikropompy membranowej z mikroprzetwornikiem

Mikrozawory z mikroprzetwornikiem termopneumatycznym stosowane są jako zawory regulacyjne typu 2/2 lub 3/2 lub jako zawory wstępnego sterowania (piloty) w 3/2 dwustopniowych zaworach pneumatycznych. Przez kombinację mikrozworów 2/2 lub 3/2 można stworzyć złożoną strukturę sterownia mikrosystemu płynowego (pneumatycznego). Na rys.2 przedstawiono bistabilny mikro-



Rys.2. Schemat bistabilnego mikrozworu foliowego z mikroprzetwornikiem termopneumatycznym w stanie otwarcia (a) i zamknięcia (b) [4]: 1 - komora sterująca, 2 - komora wyporowa, 3 - folia poliamidowa, 4 - płytka silikonowa, 5 - spirala grzejna, 6 - membrana nośna

zawór foliowy z przetwornikiem termopneumatycznym. Zawór ten składa się z komory sterującej 1, komory wyporowej 2, folii poliamidowej 3, płytki silikonowej 4, skrętki grzejnej 5 i membrany nośnej 6. Komora wyporowa 2 połączona jest kanałami wlotowym i wylotowym z systemem pneumatycznym. Komora sterująca 1 wypełniona jest powietrzem, a kanał wlotowy do niej połączony został z otoczeniem. Komorę sterującą tworzą cylindryczna obudowa i odcinek kuli utworzony przez folię poliamidową. Objętości te

