

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **204016**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **364256**

(51) Int.Cl.
G01N 21/17 (2006.01)
G01N 21/75 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **29.12.2003**

(54) **Światłowodowy czujnik i sposób pomiaru stężenia wodoru w różnych środowiskach**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.07.2005 BUP 14/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.2009 WUP 12/09

(73) Uprawniony z patentu:
Politechnika Śląska, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
Zbigniew Opilski, Gliwice, PL
Erwin Maciak, Gliwice, PL
Marian Urbańczyk, Przyszowice, PL

(74) Pełnomocnik:
Ziółkowska Urszula,
Rzecznik Patentowy, Politechnika Śląska

PL 204016 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest światłowodowy czujnik i sposób pomiaru stężenia wodoru w różnych środowiskach pomiarowych.

Duże rozmiary, skomplikowana budowa, a przede wszystkim ciągle wysoki poziom zagrożenia w wybuchowym środowisku mieszaniny wodoru z powietrzem, to główne ograniczenia obecnych, komercyjnych czujników wodoru. Znaczna część sensorów wodoru wykorzystuje oddziaływanie wodoru z warstwami katalitycznymi, wykonanymi najczęściej z palladu. W wyniku tego oddziaływania warstwa palladu przechodzi w warstwę wodorku palladu o odmiennych własnościach optycznych, mechanicznych i elektrycznych. Jednak receptorowe warstwy palladu niezbyt dobrze nadają się do zastosowań w wyższych koncentracjach wodoru w temperaturze pokojowej, ze względu na przejście fazowe. Następstwem przejścia fazowego warstw PdH_x jest pogorszenie ich własności sensorowych oraz mechanicznych, co w rezultacie może prowadzić do delaminacji warstw od podłoża.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 5 783 152 znany jest światłowodowy sensor wodoru i temperatury, na końcu którego naniesiona jest wielowarstwowa struktura zawierająca zwierciadlaną warstwę katalityczną, zabezpieczoną dodatkową warstwą, która pozostaje w bezpośrednim kontakcie ze środowiskiem pomiarowym.

Z międzynarodowego opisu patentowego WO 0 005 570 znana jest inna odmiana światłowodowego sensora wodoru i temperatury, w którym zwierciadlana warstwa katalityczna wykonana jest z palladu, który zmienia swoje własności optyczne po zaabsorbowaniu wodoru i następuje zmiana współczynnika odbicia światła przez strukturę.

Światłowodowy czujnik według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma przed zwierciadlaną warstwę katalityczną naniesioną chemochromiczną wnękę rezonansową i dielektryczne lub metaliczne zwierciadło półprzepuszczalne, przy czym warstwa katalityczna, chemochromiczna wnęka rezonansowa oraz zwierciadło półprzepuszczalne tworzą wielowarstwową strukturę interferometru Fabry-Perot.

Sposób według wynalazku polega na tym, że po zaabsorbowaniu wodoru następuje zmiana warunków interferencji światła w strukturze oraz przesunięcie prążków interferencyjnych w dziedzinie długości fali lub zmiana ich intensywności, przy czym rejestruje się jednocześnie zmiany natężenia światła dla dwóch długości fal, korzystnie obydwu w obrębie prążk(ów) interferencyjnych, a stosunek natężeń światła obydwóch długości fal decyduje o wielkości stężenia wodoru.

Idea światłowodowego, chemochromicznego sensora wodoru opiera się na konstrukcji warstwowego interferometru Fabry-Perota. Optyczny czujnik charakteryzuje się specyficzną konstrukcją głowicy pomiarowej. Głowica jest wielowarstwową strukturą, naniesioną na koniec odsłoniętego włókna światłowodowego, której parametry optyczne i geometryczne są tak dobrane by spełniała ona warunek interferencji dla pomiarowej długości fali. Wnęka rezonansowa jest warstwą wykonaną z materiału chemochromicznego, który wskutek absorpcji atomowego wodoru zmienia swoje parametry optyczne. Pierwsze zwierciadło (od strony włókna) jest zwierciadłem półprzepuszczalnym i może ono być dielektryczne lub metaliczne. Drugim zwierciadłem jest natomiast cienka warstwa katalityczna, korzystnie jeśli jest wykonana z Pd. Głowicę sensorową opcjonalnie można wyposażać w dodatkową polimerową lub metaliczną warstwę ochronną. Metaliczna warstwa, wykonana korzystnie z Al, ma jeszcze jedną funkcję. Jej zadaniem jest zwarcie pola fali elektromagnetycznej na zewnątrz układu warstw.

Czujnik według wynalazku jest niewrażliwy na zmiany współczynnika załamania ośrodka ponad układem warstw, lecz wrażliwy jest na zmianę właściwości optycznych wnęki rezonansowej oraz zwierciadła katalitycznego, wykonanego np. z palladu, które powodowane są przez penetrujący układ warstw wodór. Ponieważ wodór jest pierwiastkiem o najmniejszym promieniu jonowym, w związku z tym penetracja ta zachodzi stosunkowo szybko. Wynalazek pozwala mierzyć stężenie wodoru rozpuszczonego nie tylko w gazach, ale także w cieczach.

Zaletami wynalazku jest możliwość pomiaru stężenia wodoru w szerokim zakresie pomiarowym w różnych środowiskach pomiarowych - gazowych i ciekłych. Optyczna detekcja podnosi poziom bezpieczeństwa stosowania czujników tego typu w środowiskach wybuchowych. Bardzo małe rozmiary sensora pozwalają na łatwą jego adaptację w monitorowanym środowisku. Ponadto wynalazek wyposażony jest w specyficzny układ detekcyjny, który pozwala łatwo mierzyć sygnał pomiarowy niezakłócony wpływem innych czynników zewnętrznych, takich jak np. zgięciowe lub termiczne zmiany sygnału optycznego.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładowym wykonaniu na rysunku, który przedstawia schemat światłowodowego czujnika wodoru.

Struktura warstwowego interferometru Fabry-Perot naniesiona jest na końcówkę wielo- lub jednomodowego światłowodu 1. Kluczowym elementem sensora jest warstwa chemochromiczna 3 wytworzona pomiędzy zwierciadłami. Atomowy wodór zaabsorbowany przez tą warstwę powoduje zmianę optycznych parametrów wnęki rezonansowej 3, co z kolei jest przyczyną zmiany warunków interferencji światła w strukturze, objawiającej się zmianą położenia lub intensywności prążków interferencyjnych. Warstwę chemochromiczną pokrywa warstwa katalizatora, jest to np. warstwa palladu lub platyny 4, która pozostaje w bezpośrednim kontakcie ze środowiskiem pomiarowym. Warstwa katalityczna 4 może też zostać pokryta warstwą (ochronną) 5 przepuszczającą wodór, bądź warstwą metaliczną 5 pozwalającą na zwarcie pola elektromagnetycznego tak, by nie wnikało ono do środowiska pomiarowego. W skład czujnika wchodzi: odcinek światłowodu sprzężony z rozgałęziaczem typu Y 9, źródło światła 7, które oświetla światłowód z naniesioną strukturą sensorową 6 oraz układ detekcyjny 8 rejestrujący natężenie odbitego sygnału optycznego od tej struktury.

Warstwy tworzące warstwową strukturę sensorową 6, nanoszone są kolejno na specjalnie przygotowaną końcówkę włókna. Długość drogi optycznej wnęki rezonansowej 3 jest tak dobrana, by w strukturze doszło do interferencji. Efektem tego zjawiska jest pojawienie się w obserwowanym widmie odbitym minimum interferencyjnego. Jeśli struktura 6 zostanie wystawiona na działanie wodoru, warstwa katalityczna 4 spowoduje rozłożenie wodoru cząsteczkowego na atomowy. Penetruje on zarówno warstwę katalityczną, jak również wnękę rezonansową wykonaną z materiału chemochromicznego. Wodór atomowy wnikając do wnęki rezonansowej 3 powoduje zmianę jej parametrów optycznych. Prowadzi to do przesunięcia lub zmiany intensywności prążka interferencyjnego. Skutkiem tego jest zmiana sygnału optycznego, dla wybranych długości fal odbitych od struktury 6. Zmiana ta jest proporcjonalna do stężenia wodoru w środowisku, w którym umieszczono głowicę pomiarową. Sygnał jest transmitowany do układu detekcyjnego 8 poprzez jedno z ramion rozgałęziacza światłowodowego 9. Transmitancja pierwszego zwierciadła 2 jest tak dobrana, by sygnał optyczny niosący informację o stężeniu wodoru był łatwo mierzalny.

Sposób pomiaru stężenia wodoru polega na jednoczesnej rejestracji zmiany natężenia światła dla dwóch długości fal, korzystnie jeśli obie są wybrane w obrębie prążka(ów) interferencyjnych. O wielkości stężenia wodoru decyduje stosunek natężeń światła obu wybranych do detekcji długości fal.

Zastrzeżenia patentowe

1. Światłowodowy czujnik do pomiaru stężenia wodoru w różnych środowiskach pomiarowych posiadający na końcu odsłoniętego włókna światłowodowego zwierciadlaną warstwę katalityczną oraz warstwę metaliczną lub polimerową, **znamienny tym**, że ma przed zwierciadlaną warstwę katalityczną (4) naniesioną chemochromiczną wnękę rezonansową (3) i dielektryczne lub metaliczne zwierciadło półprzepuszczalne (2), przy czym warstwa katalityczna (4), chemochromiczna wnękę rezonansowa (3) oraz zwierciadło półprzepuszczalne (2) tworzą wielowarstwową strukturę interferometru Fabry-Perot (6).

2. Sposób pomiaru stężenia wodoru w różnych środowiskach wykorzystujący jedno ze zwierciadeł wykonane z materiału, który zmienia swoje właściwości optyczne po zaabsorbowaniu wodoru, a w rezultacie następuje zmiana współczynnika odbicia struktury dla danej długości fali, przy czym rejestruje się jednocześnie zmiany natężenia światła, **znamienny tym**, że po zaabsorbowaniu wodoru następuje zmiana warunków interferencji światła w strukturze oraz przesunięcie prążków interferencyjnych w dziedzinie długości fali lub zmiana ich intensywności, przy czym rejestruje się jednocześnie zmiany natężenia światła dla dwóch długości fal, korzystnie obydwu w obrębie prążk(ów) interferencyjnych a stosunek natężeń światła obydwóch długości fal decyduje o wielkości stężenia wodoru.

Rysunek

