



Rozszerzona diagnostyka półprzewodnikowych detektorów UV

JOANNA ĆWIRKO, ROBERT ĆWIRKO

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych,
00-908 Warszawa, ul. gen. S. Kaliskiego 2, joanna.cwirko@wat.edu.pl, robert.cwirko@wat.edu.pl

Streszczenie. Artykuł przedstawia wybrane zagadnienia diagnostyki detektorów UV. Przy wyborze detektorów UV do konkretnej aplikacji należy uwzględnić, że ich parametry optyczne i elektryczne mogą się zmieniać w znacznym stopniu podczas eksploatacji. Najczęstszymi źródłami tych procesów jest długoczasowe narażenie struktury półprzewodnikowej detektora UV na wpływ silnego promieniowania termicznego lub/i optycznego.

Na podstawie przeprowadzonych eksperymentalnych badań różnych typów detektorów półprzewodnikowych opracowano metodykę ich diagnostyki. Pierwszym etapem jest pomiar charakterystyk widmowych i szumowych detektorów w temperaturze otoczenia. Pomiary mają na celu sprawdzenie i ewentualne odrzucenie detektorów, które nie spełniają wymagań danej aplikacji. Kolejnym etapem jest pomiar charakterystyk widmowych w szerokim zakresie temperatur dodatnich, a następnie w zakresie kriogenicznych zmian temperatury. Detektory, które są przewidywane do zastosowań w sprzęcie eksploatowanym w ekstremalnych warunkach (np. wysoka temperatura, duże natężenie naturalnego promieniowania ultrafioletowego), powinny podlegać w ramach diagnostyki badaniom długoczasowym. Badania te obejmują wygrzewanie w podwyższonej temperaturze oraz badanie wpływu długotrwałych pobudzeń optycznych. Opracowane procedury diagnostyki umożliwiają uzyskanie dodatkowych, pozakatalogowych informacji w aspekcie eksploatacji detektorów UV w ekstremalnych warunkach.

Słowa kluczowe: optoelektronika, półprzewodnikowe detektory UV, charakterystyki widmowe

DOI: 10.5604/12345865.1210620

1. Wstęp

W ostatnich latach nastąpił dynamiczny rozwój aplikacji wykorzystujących promieniowanie optyczne nie tylko w zakresie światła widzialnego (VIS)

i podczerwieni (IR), lecz także w zakresie ultrafioletu (UV) [1-3]. W większości aplikacji stosuje się fotonowe, półprzewodnikowe detektory promieniowania optycznego, które w porównaniu z detektorami termicznymi charakteryzują się wyższymi wykrywalnościami i większymi szybkościami odpowiedzi, mimo selektywnej zależności czułości od długości fali padającego promieniowania. Detektory UV, VIS i IR są stosowane niemal we wszystkich dziedzinach życia: przemyśle, automatyce, aplikacjach AVT i medycynie, a także na coraz większą skalę w monitoringu zagrożeń bezpieczeństwa.

Podstawowym parametrem opisującym właściwości fotodetektora jest jego *czułość widmowa* na promieniowanie. Parametrem pozwalającym na obiektywne porównywanie detektorów jest znormalizowana *wykrywalność (detekcyjność) widmowa* uwzględniająca szумы ograniczające możliwości detektora. Często stosowany jest parametr NEP (*noise equivalent power*) moc równoważna szumowi, który jest odwrotnością wykrywalności (bez normalizacji względem pasma i powierzchni) [4-5]. Konstruktorzy półprzewodnikowych detektorów promieniowania optycznego wdrażają wiele rozwiązań technologicznych, aby uzyskać dużą czułość oraz wymagany kształt charakterystyki widmowej [6].

2. Diagnostyka detektorów do zastosowań specjalnych

Ze względu na szeroki zakres zastosowań detektorów UV, VIS czy IR istnieje konieczność obiektywnej weryfikacji ich danych katalogowych podawanych przez producentów. Ma to szczególne znaczenie przy wyborze podzespołów systemów bezpieczeństwa przeznaczonych do pracy w obiektach specjalnych. Parametry elektrofizyczne detektorów są bardzo zależne od temperatury pracy, co przekłada się na ich zakres zastosowań w konkretnych aplikacjach.

Ze względu na specyfikę wymagań, detektory UV do zastosowań militarnych powinny charakteryzować się: jak najniższym poziomem szumów własnych, jak największą stabilnością charakterystyk widmowych w szerokim zakresie zmian temperatury oraz stabilnością długoczasową podstawowych parametrów elektrofizycznych, których kompleksowe poznanie wymaga badań w funkcji temperatury [7-9]. Tak szczegółowych informacji brakuje w ogólnie dostępnych danych katalogowych udostępnianych przez producentów detektorów UV. Nie ma również opracowań dotyczących szczegółowych badań detektorów w funkcji temperatury, zwłaszcza badań długoczasowych.

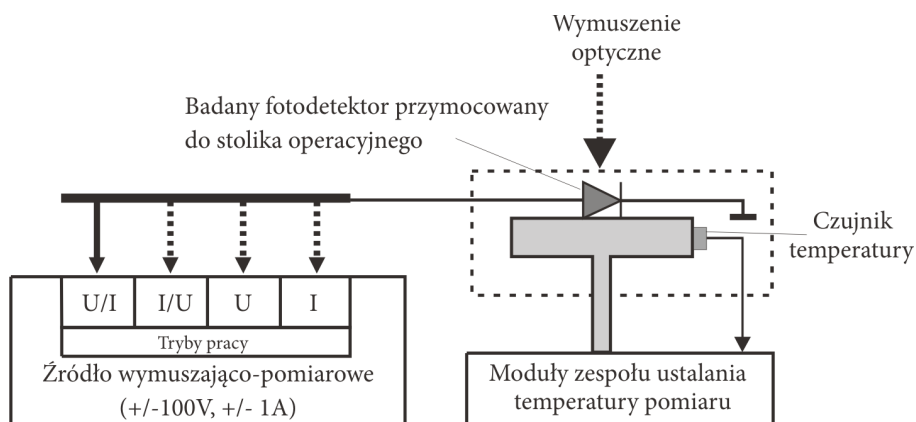
Autorzy proponują, aby badania diagnostyczne obejmowały pomiary charakterystyk szumowych i widmowych detektorów w szerokim zakresie temperatury. Zakres zmian temperatury powinien być możliwie szeroki, gdyż tylko w takim przypadku można badać nie tylko wpływ uwarunkowań środowiskowych, w jakich pracuje dany detektor, ale i identyfikować oddziaływania elektrofizyczne mające

przykładowo wpływ na poziom szumów detektora. W przypadku detektorów skonstruowanych w oparciu o złącze p - n należy również przeprowadzić pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych. Do realizacji poszczególnych pomiarów opracowano dedykowane stanowiska pomiarowe.

Etapem początkowym jest sformułowanie oczekiwań odnośnie do parametrów fotodetektorów dla konkretnej aplikacji. Następnie należy dokonać wyboru, na podstawie specyfikacji technicznych producentów, zestawu typów detektorów spełniających jak najlepiej warunki aplikacji.

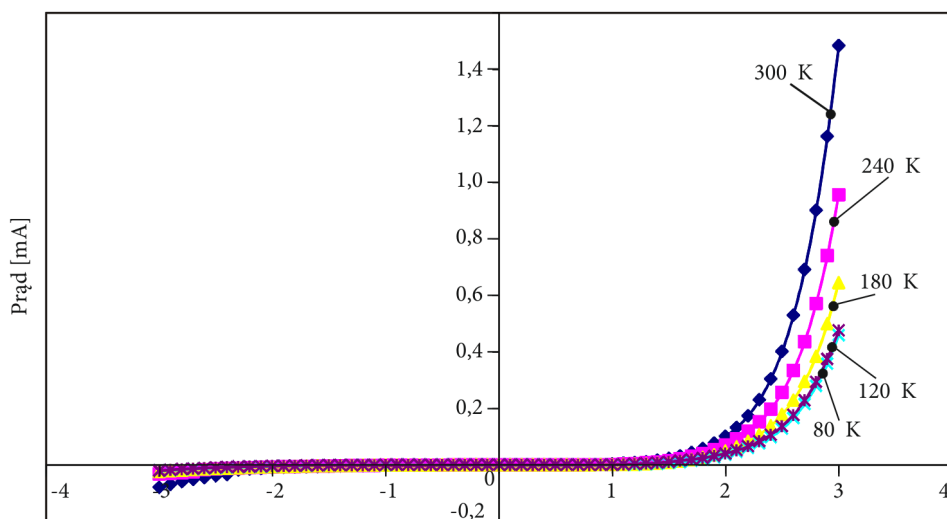
Dla fotodetektorów, które są fotodiodami, zaleca się wykonanie, jako badań wstępnych, pomiarów charakterystyk prądowo-napięciowych w możliwie szerokim zakresie temperatury. Przeprowadzenie tych rutynowych pomiarów jest konieczne ze względu na coraz częstsze pojawianie się na rynku elementów i podzespołów elektronicznych będących „podrówkami”. Tylko w latach 2009-2010 w amerykańskim uzbrojeniu odpowiednie służby wykryły zamontowanie około miliona „podróbek”, głównie w samolotach myśliwskich i helikopterach.

W dedykowanym stanowisku badawczym pomiary charakterystyk I/U fotodetektorów w funkcji temperatury są wykonywane przy użyciu precyzyjnego źródła wymuszająco-pomiarowego typu 236 firmy Keithley (rys. 1). Przy pomiarze charakterystyk I/U korzysta się głównie z dwóch trybów pracy przyrządu — wymuszenia napięcia i pomiaru prądu lub wymuszenia prądu i pomiaru napięcia. Jako czujnik temperatury zastosowano kalibrowaną diodę typu D firmy Leybold. Wymuszenie optyczne realizowane jest za pośrednictwem wymiennych diod LED obejmujących pasma badanych detektorów.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny stanowiska pomiarowego dedykowanego przeznaczonego do pomiaru charakterystyk prądowo-napięciowych w przyjętym zakresie zmian temperatury

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowo charakterystykę prądowo-napięciową fotodetektora z AlGa_N dla wybranego zakresu zmian temperatury.



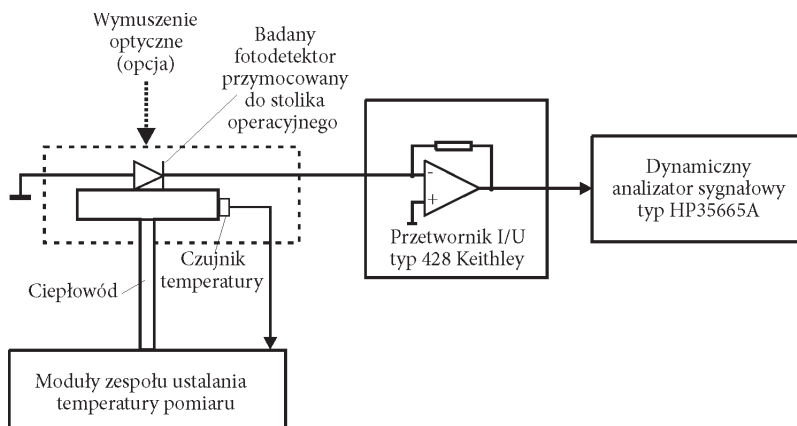
Rys. 2. Charakterystyki I/U detektora AlGaIn dla wybranych wartości temperatury

Ze względu na to, że wszystkie następne badania są pracochłonne, dla niektórych typów detektorów należy dodatkowo wykonać pomiary charakterystyk szumowych w funkcji zmian temperatury. Dotyczy to przykładowo detektorów wykonanych z AlGaIn — materiału trójskładnikowego. W materiałach tego typu koncentracja głębokich centrów defektowych w przerwie zabronionej może być znaczna. Istnienie głębokich centrów defektowych powoduje fluktuacje koncentracji swobodnych nośników ładunku w czasie, co jest jednym ze znaczących źródeł szumu generacyjno-rekombinacyjnego. W przypadku bardzo małych koncentracji głębokich centrów defektowych w materiale półprzewodnikowym charakterystyka jego szumu niskoczęstotliwościowego jest na ogół zbliżona do przebiegu charakterystyki szumu typu $1/f$. W konsekwencji szum generacyjno-rekombinacyjny może dominować w szumie wypadkowym detektora, który z kolei determinuje jego czułość. Może się więc zdarzyć, że dla pewnego zakresu częstotliwości i wartości temperatury szum wypadkowy detektora będzie powyżej dopuszczalnej granicy.

Pomiar charakterystyk szumowych pozwala określić: w jakich zakresach częstotliwości badany detektor UV charakteryzuje się nieakceptowalnym poziomem szumów, jak zmienia się charakterystyka detektora w funkcji temperatury oraz prognozować jego niezawodność w oparciu o stopień zdefektowania materiału.

Na rysunku 3 przedstawiono schemat funkcjonalny stanowiska pomiarowego przeznaczonego do pomiarów charakterystyk szumowych.

Pomiary są wykonywane przy pomocy dynamicznego analizatora sygnałowego FFT typu HP35665A firmy Hewlett-Packard o zakresie pracy od kilku μHz do 102 kHz. Minimalizację przecieku widma z sygnałów zakłócających uzyskuje się przez odpowiednie dobranie w analizatorze szerokości okna czasowego Hanninga.



Rys. 3. Schemat funkcjonalny stanowiska pomiarowego przeznaczonego do pomiaru charakterystyk szumowych

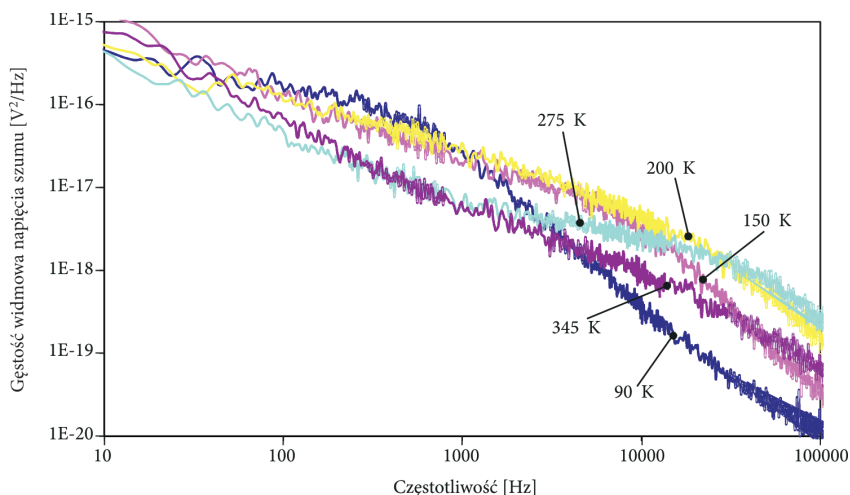
Sygnał prądowy z wyjścia detektora jest wzmacniany wstępnie w niskoszumowym przetworniku transimpedancyjnym I/U typu 428 firmy Keithley. Standardowo gęstość widmowa mocy szumu jest wyznaczana w 2000 punktach pomiarowych w zakresie częstotliwości od 1 Hz do 102 kHz.

Typowe pomiary detektora są wykonywane w zakresie zmian temperatury od 80 K do 350 K, z krokiem co 10 K. Ze względu na minimalizację zakłóceń (które wnosi podczas pracy kriostat helowy) w pomiarach szumowych stosowany jest kriostat azotowy. Warunki temperaturowe pomiaru są realizowane przy zastosowaniu odpowiednich modułów zespołu ustalania warunków temperaturowych, analogicznie jak w stanowisku do pomiarów charakterystyk napięciowo-prądowych. Użycie przetwornika transimpedancyjnego I/U typu 428 firmy Keithley pozwala na polaryzację badanego detektora w czasie pomiaru w zakresie od 0 V do 2,5 V.

Program sterujący przebiegiem pomiaru został opracowany w środowisku TestPoint. Wymaga on jedynie określenia napięcia polaryzacji detektora oraz zakresu temperaturowego badań. Na rysunku 4 przedstawiono przykładowe charakterystyki szumowe detektora wykonanego z AlGaIn.

Wszystkie kolejne badania diagnostyczne związane są z pomiarami charakterystyk widmowych detektorów.

Cykl pomiarowy charakterystyk widmowych wymaga rejestracji fotoprądu badanych detektorów w określonym zakresie widmowym, wykonanej dla określonych wartości temperatury, oraz rejestracji fotoprądu detektora wzorcowego w tym samym zakresie widmowym. W systemie pomiarowym jako detektora wzorcowego używa się krzemowej fotodiody S120VC firmy Thorlabs (zakres pomiarowy 200-1100 nm).



Rys. 4. Charakterystyki szumowe detektora AlGaIn dla pięciu wybranych wartości temperatury przy polaryzacji zaporowej wynoszącej 0,6 V

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i znajomości czułości prądowej detektora wzorcowego można wyznaczyć charakterystyki widmowe badanych detektorów w funkcji temperatury wg wzoru

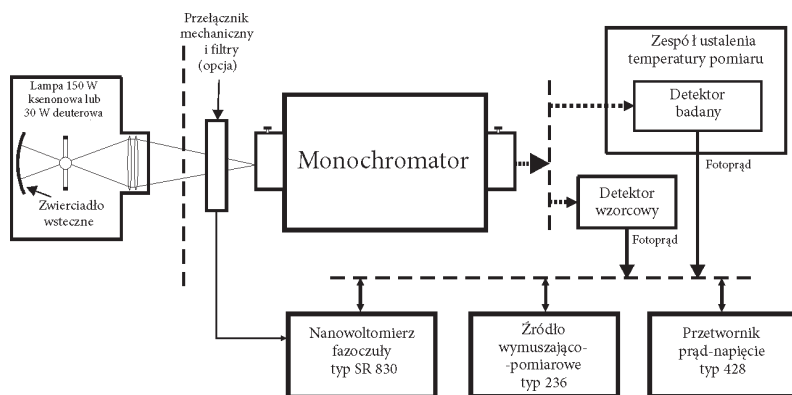
$$R_i(\lambda, T) = m R_{iw}(\lambda, T_{amb}) \frac{I_s(\lambda, T)}{I_w(\lambda, T)}, \quad (1)$$

gdzie: $R_i(\lambda, T)$ — czułość prądowa detektora badanego w zakresie λ , dla kolejnych wartości temperatury począwszy od temperatury otoczenia; $R_{iw}(\lambda, T_{amb})$ — czułość prądowa detektora wzorcowego dla temperatury otoczenia; $I_s(\lambda, T)$ — sygnał fotoprądu detektora badanego dla kolejnych wartości temperatury; $I_w(\lambda, T)$ — sygnał fotoprądu detektora wzorcowego dla kolejnych wartości temperatury; m — współczynnik normalizujący wzajemnie powierzchnie detektorów wzorcowego P_w i badanego P_s , na które podawane jest wymuszenie optyczne ($m = P_w/P_s$). Wzór (1) może być łatwo zmodyfikowany dla przypadków, gdy mierzony fotoprąd jest rejestrowany w postaci napięciowej, np. na wyjściu przetwornika I/U, lub znana jest tylko czułość napięciowa detektora wzorcowego [V/W].

Wprowadzenie do wzoru (1) współczynnika m pozwoliło znormalizować pomiar do warunków, gdy wymuszenie optyczne podawane jest na detektor badany i wzorcowy przy różnej powierzchni czynnej detektorów. Jest to pierwszy krok umożliwiający precyzyjniejsze podawanie wartości czułości prądowej w [A/(Wcm²)] lub [A/(Wcm²nm)].

Na rysunku 5 przedstawiono schemat funkcjonalny stanowiska pomiarowego. Podczas pomiarów badany detektor umieszczany jest na wyjściu monochromatora. Najczęściej stosowany jest zespół monochromatora Cornestone 260 typu 74100

z oświetlaczami z lampą ksenonową lub deuterową. Przy rejestracji charakterystyk widmowych dla zadanej temperatury mierzy się fotoprąd detektora UV dla kolejnych długości fali wymuszenia optycznego ustalanych przez monochromator. W czasie pomiarów napięcie polaryzacji badanego detektora może być ustalone na poziomie zerowym lub może przyjmować konkretną wartość dla zaporowej polaryzacji złącza.



Rys. 5. Schemat funkcjonalny stanowiska do pomiarów charakterystyk widmowych detektorów UV

Rejestracja fotoprądu może odbywać się przy użyciu źródła wymuszająco-pomiarowego w konfiguracji przedstawionej na rysunku 3. W trybie pracy „wymuszenie napięcia–pomiar prądu” można łatwo spolaryzować badany detektor żądaną wartością napięcia, w tym też wartością zerową.

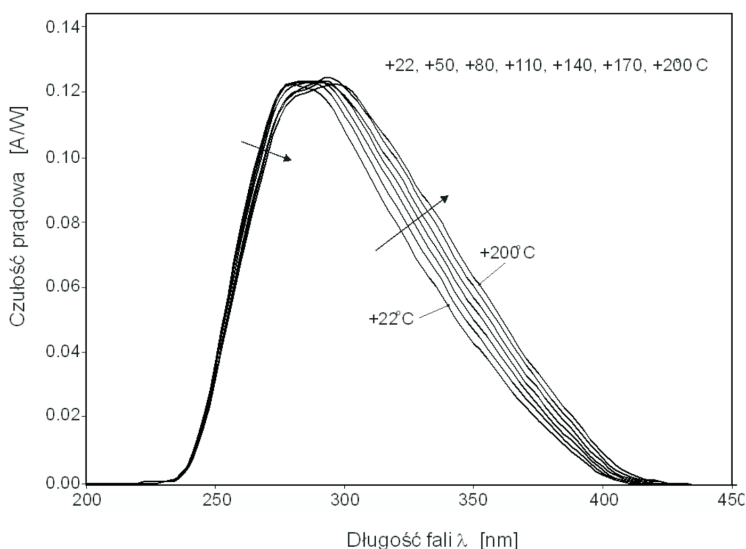
Przy pomiarach z użyciem źródła wymuszająco-pomiarowego lub też wzmocnienia fotoprądu przy użyciu przetwornika transimpedancyjnego I/U typu 428 firmy Keithley i przetworzenia wzmocnionego sygnału w postać cyfrową wymagane jest, żeby amplituda rejestrowanego sygnału była większa niż szumy tła. Jednak dla wielu konfiguracji pomiarowych detektorów UV nawet przy zastosowaniu oświetlaczy dużej mocy sygnał prądowy z badanego detektora ma amplitudę o wiele mniejszą niż szumy tła. Składowe tych szumów są w różnym stopniu generowane przez wszystkie elementy toru pomiarowego: monochromator, oświetlacz, interfejs optyczny dołączony na wyjściu monochromatora, badany detektor, jego układ polaryzacji, przedwzmacniacz sygnału mierzonego, urządzenia zapewniające warunki cieplne pomiaru itp.

Jednym ze sposobów minimalizacji szumu tła jest pomiar selektywny dla takiej częstotliwości, dla której większość składowych szumowych przyjmuje jak najmniejsze wartości. W takich przypadkach do pomiaru fotoprądu wykorzystuje się stanowisko pomiarowe w wersji z nanowoltomierzem fazoczułym SR830 firmy Stanford. Pomiar przy użyciu nanowoltomierza fazoczułego wymaga modulacji strumienia

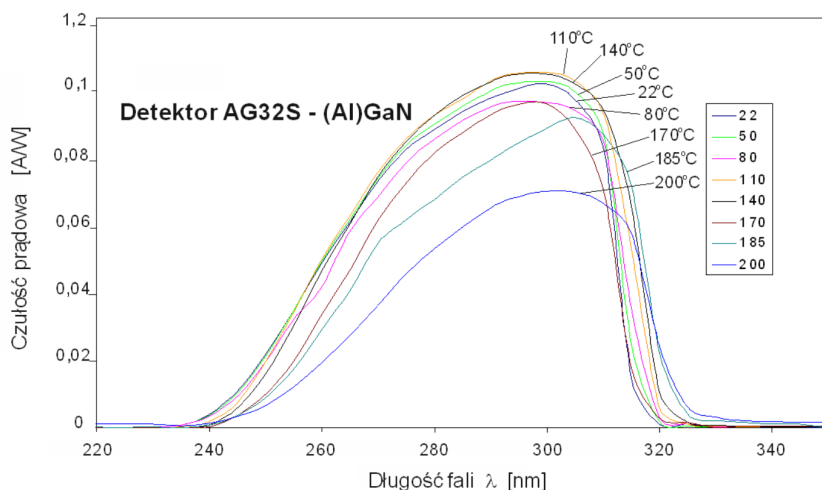
promieniowania świetlnego. Modulacja dokonywana jest za pomocą wirującej tarczy modulatora optomechanicznego typu SR549 firmy Stanford. Z transoptora szczelinowego tego modulatora otrzymuje się sygnał referencyjny o częstotliwości i fazie, względem których odbywa się w nanowoltomierzu fazoczułym proces analizy sygnału z badanego detektora. Częstotliwość modulacji strumienia świetlnego powinna być tak wybrana, żeby dla niej i najbliższego jej otoczenia maksymalne wartości szumu były znacznie mniejsze niż wartość sygnału użytkowego detektora. Określenie takiej częstotliwości ułatwia obserwacja sygnału z wyjścia detektora przy użyciu dynamicznego analizatora sygnałowego FFT typu HP35665A firmy Hewlett Packard. Za pomocą tego przyrządu wyznaczane są także charakterystyki szumowe fotodetektorów w szerokim zakresie zmian temperatury.

Następnym etapem badań diagnostycznych są pomiary charakterystyk widmowych detektorów w funkcji dodatnich i ujemnych zmian temperatury. Pomiary wykonywane są na stanowisku pomiarowym przedstawionym na rysunku 3 z wykorzystaniem odpowiednich modułów zespołu ustalania temperatury pomiaru. Charakterystyki widmowe określone są dla wybranych — w zależności od typu detektora — wartości temperatury.

Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów charakterystyk detektorów wykonanych z SiC oraz z AlGaN i zmierzonych dla siedmiu wartości temperatury w zakresie od 22°C do 200°C.



Rys. 6. Charakterystyki widmowe detektora z SiC (SG010-HT) firmy Scitec



Rys. 7. Charakterystyki widmowe detektora AG32S wykonanego z AlGaIn

Kolejny etap diagnostyki to badania detektorów w zakresie kriogenicznych zmian temperatury [10]. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 8. Temperaturowy zakres badań jest uwarunkowany zastosowanym kriostatem — kriostat helowy umożliwia badania w zakresie od 10 K do 320 K, podczas gdy kriostat azotowy od 77 K do 360 K.

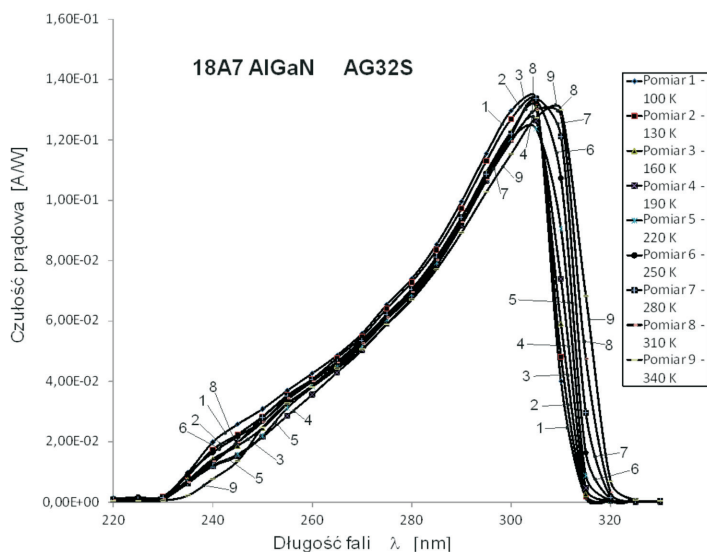
Detektory, które są przewidywane do zastosowań w sprzęcie eksploatowanym w ekstremalnych warunkach (np. wysoka temperatura, duże natężenie naturalnego promieniowania ultrafioletowego), powinny podlegać dodatkowym badaniom długoczasowym.

Diagnostyka długoczasowa detektorów jest podzielona na dwa etapy — badanie wpływu wygrzewania w podwyższonej temperaturze lub wpływu pobudzenia promieniowaniem optycznym o dużym natężeniu.

W pierwszym etapie przeprowadzane jest badanie wpływu długoczasowego wygrzewania w podwyższonej temperaturze na wartość czułości detektora. Wynika to z dotychczasowych doświadczeń zdobytych przy badaniach detektorów UV. Zmiany ich czułości zależą w większym stopniu od długoczasowego wygrzewania w podwyższonej temperaturze niż od długoczasowego pobudzania silnym promieniowaniem optycznym.

Badania wykonywane są następująco — detektory są typowo wygrzewane co najmniej przez 42 dni. Podczas wygrzewania wykonuje się osiem pomiarów charakterystyk widmowych detektorów w różnych odstępach czasu — pierwszy przed wygrzewaniem, następne odpowiednio po 24, 40, 72, 216, 360, 672 oraz ósmy pomiar po 1008 godzinach wygrzewania. Po każdorazowym cyklu grzania charakterystyki widmowe detektorów są mierzone w temperaturze pokojowej.

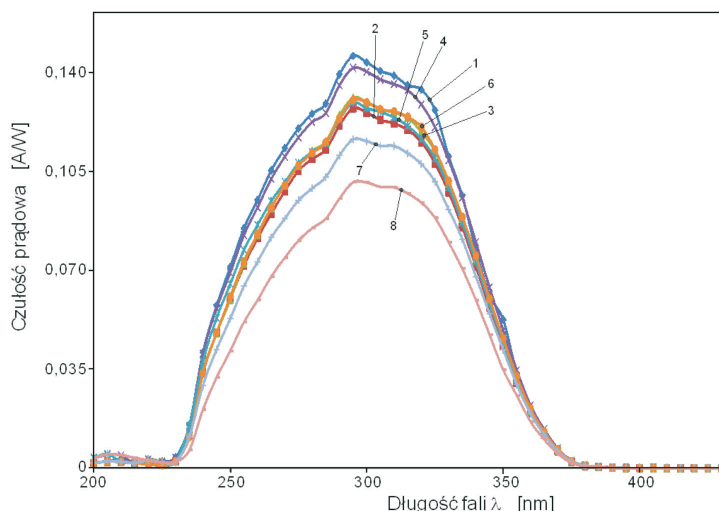
Chodzi o to, aby uwzględnić w badaniach jedynie wpływ wygrzewania poszczególnych typów detektorów w podwyższonej temperaturze. Jako przykładowe przedstawiono na rysunku 8 wyniki pomiarów detektora z SiC. Zaprezentowane na rysunku charakterystyki widmowe opisano kolejnymi numerami — 1 to pomiar przed wygrzewaniem, 2 to pomiar po 24 godz. i dalej odpowiednio aż do ósmej charakterystyki — pomiar po 1008 godzinach.



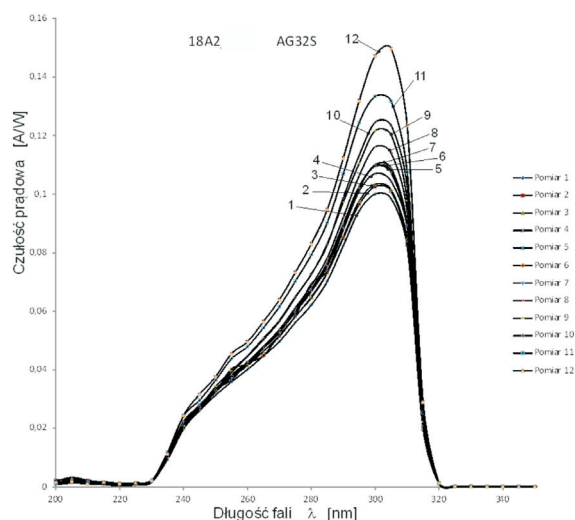
Rys. 8. Przebieg dziewięciu charakterystyk widmowych detektora AlGaIn AG32S zarejestrowanych w zakresie od 100 K do 340 K

W przypadku detektorów z SiC zauważono, że czułość prądowa maleje w funkcji czasu wygrzewania w podwyższonej temperaturze. Najbardziej jest to widoczne w temperaturach wyższych, tzn. 150°C (rys. 9) i 200°C. Przy wygrzewaniu w temperaturach poniżej 100°C zmiany są znacząco niższe. Ogólnie, długoczasowe wygrzewanie w podwyższonej temperaturze powoduje zmniejszenie czułości detektora — w przypadku detektorów z niektórych materiałów półprzewodnikowych są to zmiany znaczące. Badania detektorów wykonanych z SiC wykazały spadek ich czułości o około 25% po długotrwałym wygrzewaniu.

Ostatni etap diagnostyki detektorów polega na badaniu wpływu długoczasowych pobudeń promieniowaniem optycznym o dużym natężeniu na charakterystyki widmowe detektorów. Źródłem promieniowania optycznego podczas badań jest lampa ksenonowa o mocy 450 W. Całkowity cykl podawania wymuszenia optycznego wynosi 880 godzin. Typowo podczas badań wykonuje się dwanaście pomiarów w różnych odstępach czasu.



Rys. 9. Charakterystyki widmowe detektora z SiC dla temperatury wygrzewania 150°C



Rys. 10. Charakterystyki widmowe detektora z AlGaIn (AG32S) przy pobudzeniu optycznym z lampy ksenonowej 450 W

Na rysunku 10 przedstawiono — jako przykładowe — wyniki pomiarów detektora z AlGaIn wykonane dla 880 godzin pobudzenia optycznego. Pomiar pierwszy to rejestracja charakterystyki widmowej przed włączeniem wymuszenia optycznego. Pomiar drugi jest wykonywany po 12 godzinach i dalej odpowiednio kolejne pomiary są wykonywane po 24, 36, 48, 60, 100, 180, 260, 360, 560 i ostatni dwunasty pomiar po 880 godzinach.

3. Podsumowanie

Detektory, które stanowią najczęściej tylko kilka procent całkowitego kosztu urządzenia do detekcji promieniowania UV, decydują głównie o jego parametrach. Właściwości detektora promieniowania optycznego określa się głównie z przebiegu jego charakterystyk widmowych i szumowych. Na ich podstawie wyznaczane są jego główne parametry, np. czułość widmowa, wykrywalność czy NEP.

W artykule przedstawiono przeprowadzaną w kilku etapach rozszerzoną diagnostykę detektorów UV do zastosowań specjalnych. Na początku przeprowadzane są pomiary charakterystyk widmowych i szumowych w temperaturze otoczenia, aby wybrać detektory spełniające wstępne warunki aplikacji. Następnie wykonywane są pomiary charakterystyk widmowych w szerokim zakresie temperatury, gdyż w zastosowaniach militarnych czy specjalnych znajomość parametrów detektora tylko w temperaturze pokojowej może być niewystarczająca. Ostatnimi etapami diagnostyki są badania długoczasowe — uwzględniające ekstremalne warunki pracy detektora — odnośnie do warunków termicznych i pobudzeń optycznych.

Detektory, które pomyślnie przejdą wszystkie proponowane badania diagnostyczne, mogą być kwalifikowane do zastosowań w ekstremalnych warunkach eksploatacyjnych.

Artykuł opracowany na podstawie referatu wygłoszonego na IX Krajowej Konferencji „Diagnostyka Techniczna Urządzeń i Systemów — DIAG’2015”, Ustroń 22-25. 09. 2015.

Artykuł wpłynął do redakcji 10.07.2015 r. Zweryfikowaną wersję po recenzjach otrzymano 4.04.2016 r.

LITERATURA

- [1] SHUR M.S., ZAKAUSKAS A., *UV Solid-State Light Emitters and Detectors*, NATO Science Series, Series II, vol. 144, 2004.
- [2] SZWEDA R., *GaN and SiC detectors for radiation and medicine*, III-Vs Review, The Advanced Semiconductor Magazine, vol. 18, no. 7, September/October 2005, pp. 40-41.
- [3] MORCOŃ H., *Potential applications of III-V nitride semiconductors*, Material Science and Engineering, B43, 1997, pp. 137-146.
- [4] BIELECKI Z., ROGALSKI A., *Detekcja sygnałów optycznych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2001.
- [5] ZIĘTEK B., *Optoelektronika*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2005.
- [6] OMNES F., MANROI E., *Ultraviolet Photodetectors*, Optoelectronics Sensor, 2010, pp. 181-222.
- [7] UEDA Y., AKITA S., NOMURA Y., NAKAYAMA Y., NAITO H., *Study of high temperature photocurrent of 6H-SiC UV sensor*, Thin Solid Films, 517, 2008, pp. 1471-1473.
- [8] LI M., ANDERSON W.A., *Si-based metal-semiconductor-metal photodetectors with various design modifications*, Solid-State Electronics, 51, 2007, pp. 94-101.
- [9] FRADEN J., *Handbook of Modern Sensor: Physics, Designs, and Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.

- [10] ĆWIRKO J., ĆWIRKO R., *Badania detektorów UV do zastosowań specjalnych w zakresie kriogenicznych wartości temperatury*, Elektronika, 10, 2012, s. 136-140.

J. ĆWIRKO, R. ĆWIRKO

Extended diagnostics of semiconductor UV detectors

Abstract. The article presents selected issues of UV detectors' diagnostics. When choosing the UV detector to a specific application, one should take into account that their optical and electrical parameters can vary significantly during operation. The most common sources of these processes are long term exposure of semiconductor structure of UV detector to the impact of thermal and/or optical radiation. On the basis of experimental studies of different types of semiconductor UV detectors, the methodology of their characterization has been developed. The first step is to measure spectral characteristics of the noise detector at ambient temperature.

Measurements are aimed at checking and possible rejection of detectors that do not meet the requirements of the application. The next step is to measure spectral characteristics in a wide temperature range of positive and cryogenic temperatures' changes. Detectors that are expected to be used in equipment operated in extreme conditions (eg. high temperature, high levels of natural ultraviolet), should be examined in the context of long-time diagnostics.

These tests include annealing at elevated temperatures and long-term study of the effects of optical excitation. The developed diagnostic procedures allow us to obtain additional data, beyond the catalogue data, in terms of UV detectors operating in extreme conditions. On the other hand, studies on long term forecast ensure long-term reliability of detectors.

Keywords: optoelectronic, semiconductors UV detectors, spectral characteristics

DOI: 10.5604/12345865.1210620

