

Porównanie skuteczności algorytmów regresji nieliniowej w procesie identyfikacji centrów defektowych półzłożonych materiałów półprzewodnikowych.

Streszczenie. W artykule zostały przedstawione testy algorytmów regresji nieliniowej w zastosowaniu do identyfikacji parametrów centrów defektowych, z zasymulowanych relaksacyjnych przebiegów fotoprądu. Wyniki otrzymane w trakcie eksperymentu są podstawą do wykorzystania algorytmów regresji nieliniowej w procesie identyfikacji centrów defektowych.

Abstract. The article presents tests of nonlinear regression algorithms used to identify the parameters of defect centers from simulated photocurrent relaxation signal. The results of the experiment are the basis for the use of non-linear regression algorithms in the process of identifying defect centers. (**Comparison of the effectiveness of nonlinear regression algorithms in the process of identifying defect centers in semi-insulating semiconductor materials.**)

Słowa kluczowe: centra defektowe; materiały półprzewodnikowe; HRPITS; metoda regresji nieliniowej.

Keywords: defect centres; semiconductor materials; HRPITS; nonlinear regression method.

Wstęp

Rzeczywistość energetyki w dużej mierze zależy od właściwości materiałów półprzewodnikowych, z których zbudowane są elementy układów przekształtników energoelektronicznych. Parametry nowego typu przyrządów silnie zależne są jednak od struktury defektowej tych materiałów, która badana jest metodą niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej.

Dokładne poznanie parametrów centrów struktury defektowej w materiałach półprzewodnikowych pozwoli na ich kompensację, a w konsekwencji na wytworzenie kryształów o dużej rezystywności. Dodatkowo wiedza uzyskana w trakcie obrazowania struktury defektowej tych materiałów pozwoli rozwinąć lepszą technologię ich produkcji, jak również modyfikować właściwości już wytworzonych kryształów.

Artykuł przedstawia testy algorytmów regresji nieliniowej w zastosowaniu do identyfikacji parametrów centrów defektowych, z zasymulowanych relaksacyjnych przebiegów fotoprądu.

Metody badania centrów defektowych z wykorzystaniem wysokorozdzielczej niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej HRPITS

Metoda niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej o wysokiej rozdzielczości HRPITS (ang. High-Resolution Photoinduced Transient Spectroscopy) jest jedną z najefektywniejszych metod określania struktury defektowej w wysokorezystywnych materiałach półprzewodnikowych. Polega ona na wykorzystaniu zjawiska wychwytu i termicznej emisji nośników ładunku z centrów defektowych w procesie oświetlenia próbki impulsem światła.

Impuls optyczny powoduje równoległe procesy generacji i rekombinacji i generacji nadmiarowych nośników ładunku, które po wyłączeniu oświetlenia wpływają na koncentrację nadmiarowych nośników. Ponieważ koncentracja nadmiarowych nośników wpływa na konduktywność próbki, mierząc przebieg relaksacji konduktywności po wyłączeniu oświetlenia otrzymujemy informację o procesach termicznej emisji nośników z centrów defektowych, ze względu na fakt, iż termiczna emisja z poziomów defektowych jest znacznie wolniejsza od procesów rekombinacyjnych. Zależność konduktywności próbki w funkcji czasu po oświetleniu fotonami o energii

większej od szerokości przerwy energetycznej można przedstawić jako:

$$(1) \quad \sigma(t) = q[n(t)\mu_n + p(t)\mu_p]$$

gdzie q jest ładunkiem elementarnym, $n(t)$ i $p(t)$ są koncentracjami swobodnych elektronów i dziur, a μ_n i μ_p są odpowiednio ich ruchliwościami.

Zmiany konduktywności próbki w funkcji czasu oraz natężenia pola elektrycznego mają bezpośredni wpływ na relaksacyjny przebieg fotoprądu dla termicznej emisji nośników z jednego centrum defektowego. Zależność tą można określić wzorem:

$$(1) \quad i(t) = \sigma(t)CE$$

w którym C jest polem efektywnego przekroju poprzecznego próbki, przez który płynie prąd, a E jest natężeniem pola elektrycznego zależnego od napięcia przyłożonego do próbki oraz odległości pomiędzy elektrodami.

Ze względu na fakt, iż po przekształceniach z uwzględnieniem równań opisujących procesy generacji swobodnych elektronów, dziur oraz koncentracji elektronów wychwyconych przez centra defektowe w określonej temperaturze, zmiany konduktywności próbki w funkcji czasu, po wyłączeniu oświetlenia można opisać wyrażeniem wykładniczym, relaksacyjny przebieg fotoprądu dla wielu centrów defektowych przyjmuje postać:

$$(2) \quad i(t, T) = \sum_{k=1}^K I_k(\lambda, T) \exp[-e_{\tau k}(T)t], \quad k = 1 \dots K,$$

gdzie I_k są amplitudami relaksacji zależnymi od temperatury T oraz długości fali światła λ padającego na próbkę, $e_{\tau k}$ określa szybkość emisji nośników z k -tego centrum defektowego w danej temperaturze. Biorąc pod uwagę fakt, że w trakcie pomiarów wykorzystujemy źródło światła o określonej długości fali, długość fali nie ma wpływu na przebieg fotoprądu

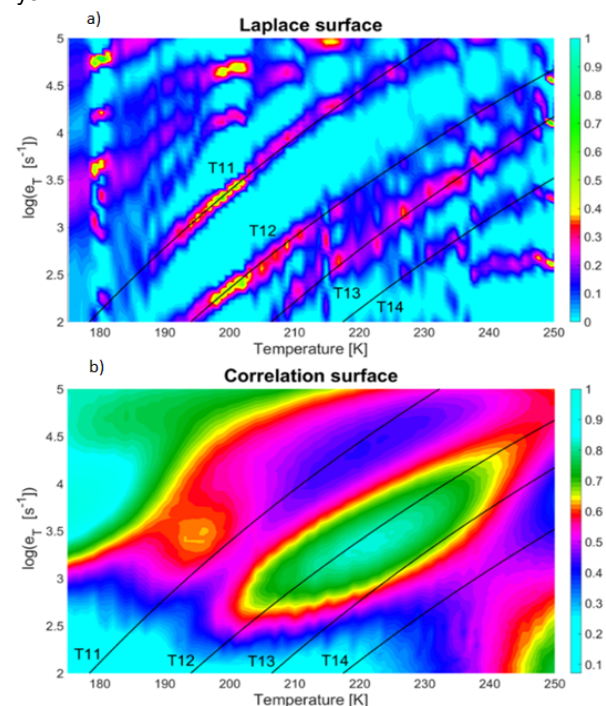
Realizacja pomiarów w szerokim zakresie temperatur pozwala na aproksymację zależności $e_{\tau k}(T)$ za pomocą równania Arrheniusa przyjmującego postać:

$$(3) \quad e_{\tau k} = A_k T^2 \exp\left(-\frac{E_a}{k_B T}\right)$$

gdzie A_k jest stałą zależną od właściwości danego centrum defektowego, E_a jest jego energią aktywacji a k_B jest stałą Boltzmana. Aby zatem określić parametry centrów defektowych na podstawie relaksacyjnych przebiegów fotoprądu zmierzonych metodą HRPITS, z powyższego równania należy obliczyć wartości parametrów A_k oraz E_a [1-7].

Metody wyznaczania parametrów centrów defektowych na podstawie wyników niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej

Tradycyjne podejście do problemu identyfikacji centrów defektowych w materiałach półprzewodnikowych polega na przekształceniu sygnałów relaksacyjnych przebiegów fotoprądu zarejestrowanych w różnych temperaturach, za pomocą dwuwymiarowych transformacji korelacyjnej lub Laplace'a oraz zobrazowanie ich jako powierzchni widmowe. Aby określić parametry centrów defektowych linie grzbietowe aproksymowane są liniami obliczonymi z równania Arrheniusa. Przykładowe widma otrzymane za pomocą metod korelacyjnej i Laplace'a przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Porównanie widm korelacyjnego a) i Laplace'a b) dla kryształu VGF GaS otrzymane na podstawie relaksacyjnych przebiegów fotoprądu zmierzonych w zakresie temperatur 175 - 250 K. Linie ciągłe przedstawiają przybliżone grzbiety fałd widmowych, które reprezentują cztery centra defektowe opisane jako T11-T14.[7]

Przedstawione na rys. 1 widma nie pozwalają na jednoznaczną aproksymację grzbietów fałd liniami wyznaczonymi za pomocą równania Arrheniusa. Parametry centrów defektowych wyznaczonych z wykorzystaniem metod Laplace'a i korelacyjnej obarczone są w większości przypadków dużym błędem. Kolejną niedoskonałością wyżej wymienionych procedur jest brak uwzględnienia ujemnych eksponent w relaksacji fotoprądu. Dodatkowo metody te wymagają ingerencji eksperta, który na podstawie swoich doświadczeń analizuje i koryguje parametry obliczeń. Powyższe fakty sprawiają, że należy znaleźć bardziej precyzyjne algorytmy, które pozwolą na jednoznaczne i dokładne wyznaczanie parametrów centrów defektowych. [6-7]

Jedną z alternatywnych metod określania parametrów centrów defektowych jest procedura aproksymacji bezpośredniej. Polega ona na wyznaczeniu parametrów

prądów i szybkości emisji bezpośrednio z sygnału zmierzonego w danej temperaturze. Jednym z problemów tej metody jest znalezienie algorytmu, który dostosuje ilość składowych eksponencjalnych zdefiniowanej funkcji tak, aby odpowiadały one rzeczywistej ilości eksponent w zmierzonym sygnale.

W niniejszym artykule przeprowadzono porównanie trzech algorytmów regresji nieliniowej: Levenberg'a-Marquardt'a (LM), Trust Region Reflective (TRR) oraz Dogleg z trójkątnymi obszarami ufności (DOG), w procesie obliczania parametrów sumy funkcji eksponencjalnych na podstawie zasymulowanych sygnałów o różnych parametrach [8-13]. Aby sprawdzić skuteczność algorytmów regresji nieliniowej w procesie wyznaczania parametrów składowych funkcji eksponencjalnych, został napisany program w języku Python. W bibliotece *numpy* zaimplementowana jest funkcja *curve_fit*, która pozwala na przeprowadzenie regresji nieliniowej wyżej wymienionymi metodami [12-13]. Aby dobrać najbardziej optymalną postać funkcji aproksymującej, algorytm jest odtwarzany w pętli zadaną ilość razy, przy czym w każdym kolejnym kroku obliczane są wartości dla wzrastającej liczby eksponencjalnych funkcji składowych. Dzięki temu możliwe jest szybkie sprawdzenie stopnia dopasowania aproksymacji do zadanego sygnału. Aby wybrać najlepszą postać funkcji aproksymującej, w każdym kroku obliczany jest błąd średniokwadratowy jako suma kwadratów różnic pomiędzy punktami w danej chwili czasu w przebiegu badanym wartościami dla tych chwil w przebiegu aproksymowanym.

Opis eksperymentu

W trakcie eksperymentu przeprowadzono procedurę wyznaczania parametrów składowych funkcji eksponencjalnych dla symulowanych przebiegów, składających się z sumy od jednej do trzech funkcji eksponencjalnych, zgodnych z równaniem opisującym relaksację fotoprądu. Przebiegi te zostały uzyskane poprzez podstawienie różnych wartości parametrów w zdefiniowanej funkcji oraz jej dyskretyzację poprzez zastosowanie parametrów ilości próbek oraz częstotliwości próbkowania zgodnych z wartościami dotychczas mierzonych próbek. Obliczenia zostały wykonane dla parametrów lk w przedziale 0,5 do 1 z krokiem 0,5 oraz dla parametrów et w przedziale 50 do 500 z krokiem 50. Jako ilość próbek przyjęto wartość 89000, natomiast częstotliwość próbkowania ustalono na 200 kHz ponieważ takie parametry występują w części już wykonanych pomiarów, m. in. w próbce SI GaAs, udostępnionej przez zespół prof. Kamińskiego z Centrum Badawczego Łukasiewicz - Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki. Następnie przebiegi te zostały zaszumione z wykorzystaniem funkcji pseudolosowej przyjmującej wartości od -1 do 1. Aby sparametryzować oddziaływanie szumu na wyniki eksperymentu został wykorzystany parametr współczynnika szumu. Wartość szumu w danym punkcie odpowiada sumie wartości obliczonej z funkcji opisującej relaksację fotoprądu oraz iloczynowi tej wartości pomnożonej przez wygenerowaną liczbę pseudolosową oraz współczynnik zaszumienia. Procedury obliczeniowe, zostały przeprowadzone w pętli dla różnych ilości składowych funkcji eksponencjalnych oraz różnych współczynników zaszumienia sygnału. Dodatkowo zasymulowano kilka przebiegów o parametrach innych niż w wykonanym eksperymencie.

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono porównanie wyników pozyskiwania parametrów funkcji eksponencjalnych z przebiegu zasymulowanego jako suma dwóch funkcji

składowych. Podane w tabeli parametry błędu średniokwadratowego dla różnych współczynników zaszumienia, świadczą o bardzo podobnej skuteczności wyznaczania parametrów z przebiegu składającego się z sumy dwóch składowych funkcji eksponencjalnych.

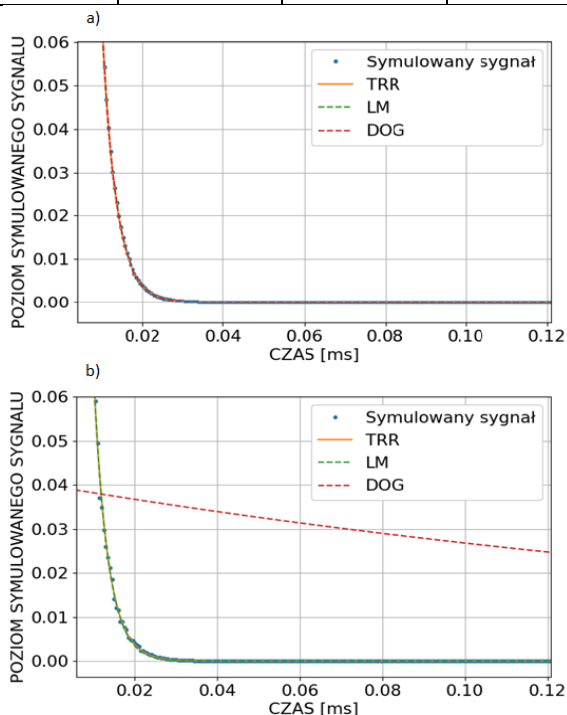
Tabela 1. Porównanie dokładności odtworzenia sygnału składającego się z dwóch eksponencjalnych funkcji składowych dla założonych parametrów $I_{k1} = 1.23$ $e_{t1} = 670$ $I_{k2} = 0.51$ $e_{t2} = 333$ przy różnym poziomie zaszumienia dla badanych metod.

| Metoda | Współczynnik zaszumienia | Błąd średniokwadratowy |
|--------|--------------------------|------------------------|
| LM | 0 | 0 |
| TRR | 0 | 0 |
| DOG | 0 | 0 |
| LM | 0.001 | 4.85e-61 |
| TRR | 0.001 | 4.85e-61 |
| DOG | 0.001 | 4.85e-61 |
| LM | 0.01 | 1.99e-40 |
| TRR | 0.01 | 1.99e-40 |
| DOG | 0.01 | 1.99e-40 |
| LM | 0.1 | 2.30e-21 |
| TRR | 0.1 | 2.30e-21 |
| DOG | 0.1 | 2.30e-21 |

W większości zasymulowanych przypadków dla dwóch funkcji składowych zależność ta się potwierdziła. Średnie wyniki błędu średniokwadratowego, algorytmów sprawdzonych podczas eksperymentu przedstawione w tabeli 2 wskazują na znaczną różnicę skuteczności w trakcie wyznaczania parametrów składowych pomiędzy badanymi algorytmami.

Tabela 2. Wartości średniego błędu średniokwadratowego dla przeprowadzonego eksperymentu w zależności od współczynnika zaszumienia.

| Współczynnik zaszumienia | Metoda | | |
|--------------------------|----------|----------|---------|
| | LM | TRR | DOG |
| 0 | 3.65e-59 | 3.43e-59 | 152.32 |
| 0.001 | 4.67e-32 | 3.64e-32 | 1435.22 |
| 0.01 | 3.22e-19 | 2.93e-19 | 2123.44 |
| 0.1 | 0.012 | 0.008 | 2454.32 |



Rys. 1. Porównanie dokładności odtworzenia sygnału składającego się z dwóch eksponencjalnych funkcji składowych dla parametrów $I_{k1} = 1.00$ $e_{t1} = 500$ $I_{k2} = 0.5$ $e_{t2} = 350$ $I_{k3} = 0.5$ $e_{t3} = 250$ dla sygnałów niezaszumionego (a) oraz zaszumionego na poziomie 10% sygnału w danym punkcie (b) dla badanych metod.

Różnice pomiędzy pojedynczymi wynikami, a średnimi wartościami błędu średniokwadratowego dla całego eksperymentu wynikają z faktu, iż symulacje większości badanych przebiegów składała się z trzech składowych funkcji eksponencjalnych dla których działanie algorytmów było różne w zależności od wartości parametrów i współczynnika zaszumienia.

Wyniki przedstawione na rysunku 2 oraz w powyższych tabelach, świadczą o fakcie, że dokładność wyznaczenia parametrów funkcji składowych jest silnie zależna od poziomu zaszumienia sygnału.

Tabela 3. Porównanie dokładności odtworzenia sygnału składającego się z dwóch eksponencjalnych funkcji składowych dla parametrów $I_{k1} = 1.95$, $e_{t1} = 900$, $I_{k2} = 0.45$, $e_{t2} = 800$, $I_{k3} = 0.5$, $e_{t3} = 200$ przy różnym poziomie zaszumienia dla badanych metod.

| Metoda | Współczynnik zaszumienia | Błąd średniokwadratowy |
|--------|--------------------------|------------------------|
| LM | 0 | 0 |
| TRR | 0 | 0 |
| DOG | 0 | 146457.28 |
| LM | 0.001 | 7.89e-78 |
| TRR | 0.001 | 3.41e-86 |
| DOG | 0.001 | 3.41e-86 |
| LM | 0.01 | 1.15e-56 |
| TRR | 0.01 | 1.15e-56 |
| DOG | 0.01 | 172932.474 |
| LM | 0.1 | 4.53e-36 |
| TRR | 0.1 | 4.06e-36 |
| DOG | 0.1 | 55524.48 |

W tabeli 3 przedstawiono przykładowe wyniki pozyskania parametrów z sygnału składającego się z trzech funkcji składowych. W tym przypadku można zaobserwować znacznie odbiegające od zadanych parametrów wyniki obliczeń wykonanych metodą Dogleg. Algorytm ten w przypadku trzech funkcji składowych dla współczynnika zaszumienia na poziomie 0.1 wyznaczał parametry z średnim błędem średniokwadratowym wynoszącym 2454.32. Ze względu na fakt, iż dla większości przeprowadzonych obliczeń algorytm ten nie radził sobie z poprawnym wyznaczeniem parametrów dla trzech funkcji składowych w sygnale, nie może być użyty w procesie wyznaczania parametrów centrów defektowych.

Ze względu na swoją charakterystykę algorytm Levenberg'a-Marquardt'a nie pozwala na ograniczenie wartości poszukiwanych parametrów. Podczas przeprowadzonych badań wielokrotnie algorytm ten wyznaczał wartości parametrów, które znacząco odbiegały od parametrów zadanych. Dodatkowo algorytm ten wielokrotnie wyznaczał ujemne wartości parametrów w symulowanych sygnałach. O ile możliwe jest uzyskanie ujemnych wartości amplitud składowych, o tyle w przypadku parametru szybkości emisji et taka sytuacja jest fizycznie niemożliwa. Fakt ten w istotny sposób ogranicza wykorzystanie metody Levenberg'a-Marquardt'a w procedurze aproksymacji bezpośredniej.

Z powyższych danych wynika, iż najbardziej optymalnym algorytmem jest algorytm Trust Region Reflective. Dzięki możliwości ograniczenia zakresu wyszukiwanych parametrów pozwala on na otrzymywanie wyników, w których nie występują wartości niemożliwe do uzyskania ze względu na charakter badanych zjawisk. Dodatkowo algorytm ten bez problemów wyznacza parametry dla większości symulowanych funkcji nawet przy zaszumieniu wynoszącym 10% sygnału w danym punkcie.

W przypadku funkcji w których parametry szybkości emisji mają podobne wartości, kluczową rolę dla skuteczności metod regresji nieliniowej odgrywa poziom zaszumienia sygnału. Przy zaszumieniu wynoszącym 10%

sygnału w danym punkcie badane algorytmy mają tendencję do łączenia tych funkcji składowych w jedną. Powoduje to, że w niektórych przypadkach poziom dopasowania sygnału jest lepszy dla mniejszej ilości funkcji składowych, niż wynika z zasymulowanego sygnału.

Wnioski

Na podstawie otrzymanych wyników, można stwierdzić, iż najlepszym algorytmem regresji nieliniowej, w procesie wyznaczenia parametrów składowych relaksacyjnych przebiegów fotoprądu, jest algorytm Trust Region Reflective. Pozwala on na otrzymanie parametrów składowych funkcji eksponencjalnych ze średnim błędem średniokwadratowym na poziomie 0,008. Dodatkowo procedura ta może w znaczący sposób przyspieszyć proces obliczania parametrów centrów defektowych, w przypadku kiedy obliczenia dla wyników otrzymanych w danej temperaturze będziemy przeprowadzać z równoległe z kolejnymi pomiarami. Pozwoli to również na korekcję warunków pomiaru w czasie rzeczywistym. Dzięki temu możliwe będzie stworzenie całkowicie zautomatyzowanego systemu pomiarowego, o znacznie większej dokładności niż obecnie stosowane rozwiązania. Wadą tego rozwiązania jest konieczność stosowania bardzo dokładnej aparatury pomiarowej, która pozwoli na minimalizację zaszumienia otrzymywanych wyników.

Pomimo że, tylko metoda Trust Region Reflective pozwala na otrzymanie wyników, które mogą być wykorzystane w procesie aproksymacji bezpośredniej, algorytmy regresji nieliniowej mogą znaleźć zastosowanie w procesie wygładzania mocno zaszumionych sygnałów przy wykorzystaniu innych metod wyznaczenia parametrów centrów defektowych. Celem dalszych badań będzie zastosowanie procedury aproksymacji bezpośredniej w zautomatyzowanym systemie obrazowania struktury defektowej materiałów półprzewodnikowych.

Praca została sfinansowana przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu nr UGB 22-850.

Literatura i autorzy

Autorzy: mgr inż. Witold Kaczmarek, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, 00-001 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, E-mail: witold.kaczmarek@wat.edu.pl; dr inż. Marek Suproniuk, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, 00-001 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, E-mail: marek.suproniuk@wat.edu.pl; mgr inż. Karol Piwowarski, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, 00-001 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, E-mail: karol.piwowarski@wat.edu.pl; mgr inż. Bogdan Perka, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, 00-001 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, E-mail: bogdan.perka@wat.edu.pl; inż. Piotr Paziewski, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, 00-001 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, E-mail: piotr.paziewski@wat.edu.pl;

LITERATURA

- [1] Piwowarski, K., Suproniuk, M., Kamiński, P., Perka, B., Kozłowski, R., Teodorczyk, M., *Influence of photon energy on conductivity of photoconductive semiconductor switches fabricated from semi-insulating GaP*. Proceedings of SPIE, 11442(114420M), DOI: 10.1117/12.2565269, 2020
- [2] M. Pawłowski, *Obrazowanie struktury defektowej materiałów półizolujących z wykorzystaniem niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2007
- [3] Kozłowski R.: *Wyznaczenie czasu życia nośników ładunku i poziomów rekombinacyjnych w materiałach wysokorezystywnych poprzez pomiar temperaturowej zależności fotoprądu*, Mater. Elektron., 1-2, 28, (2000), 5-17
- [4] M. Suproniuk, W. Kaczmarek, M. Pawłowski: *A new approach to determinate the spectral images for defect centres in high-resistive semiconductor materials*, Proceedings of the 23rd International Conference ELECTRONICS 2019, 2019.
- [5] P. Kamiński, R. Kozłowski, J. Żelazko: *Characterization of radiation defect centres in neutron irradiated Si using inverse Laplace transformation to analysis of photocurrent relaxation waveforms*, Official Proceedings of Microtherm 2011, 64-69, Technical University of Lodz, Department of Semiconductor and Optoelectronics Devices.
- [6] M. Pawłowski, M. Suproniuk: *Błąd adekwatności modelu obrazowania struktury defektowej półprzewodników wysokorezystywnych badanej metodą niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej*, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 87, ss. 230 – 235, 2011.
- [7] M. Suproniuk P. Kamiński, R. Kozłowski, M. Teodorczyk, A. Mirowska, E. Majda-Zdancewicz, M. Wierzbowski, K. Piwowarski, P. Paziewski *Semi-insulating GaP as a material for manufacturing photoconductive semiconductor switches*. Proceedings of SPIE - the International Society for Optical Engineering, (2019).
- [8] Kelley, C.T.: *Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations*. *Frontiers in Applied Mathematics*, vol. 16. SIAM, Philadelphia (1995)
- [9] Moré, J.J.: The Levenberg-Marquardt algorithm: implementation and theory. In: Watson, G.A. (ed.) *Numerical Analysis*. Lecture Notes in Mathematics, vol. 630, pp. 105–116. Springer, Berlin (1978)
- [10] Bellavia, S., Macconi, M., Pieraccini, S.: On affine scaling inexact dogleg methods for bound-constrained nonlinear systems. Tech. Rep. 5/2009 (2009)
- [11] Conn, A., Gould, N., Toint, Ph.: *Trust Region Method*, SIAM, Philadelphia (2000)
- [12] R. Johansson, *Matematyczny Python : obliczenia naukowe i analiza danych z użyciem NumPy, SciPy i Matplotlib*, Helion, Gliwice 2021.
- [13] W. McKinney, *Python w analizie danych : przetwarzanie danych za pomocą pakietów Pandas i NumPy oraz środowiska IPython*, Helion, Gliwice 2018