

# OFERTA TECHNOLOGICZNA POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

## Ferroelektryczne nanowłókna kompozytowe

- Poziom gotowości technologicznej TRL: Laboratoryjne potwierdzenie krytycznych elementów technologii
- Status własności Intelektualnej: Zgłoszenie patentowe : P.416931, data przyznania: 22.04.2016
- Syntetyczny opis:

Przedmiotem wynalazku są innowacyjne w skali świata nanostrukturalne materiały kompozytowe o osnowie ceramicznej oraz sposób ich wytwarzania, których wzmocnienie stanowią nanodruły jodosiarczku antymonu (SbSI) cechujące się silnie sprzężonymi własnościami ferroelektrycznymi oraz półprzewodnikowymi. Sposób otrzymywania nanostrukturalnego materiału kompozytowego według wynalazku umożliwia uzyskanie nanostrukturalnych włóknistych materiałów kompozytowych PVP/nanodruły SbSI oraz PAN/nanodruły SbSI. Tak otrzymane nano/mikro włókna kompozytowe charakteryzują się bardzo dobrymi własnościami piezoelektrycznymi, oraz zmienną przewodnością prądu elektrycznego (materiał półprzewodnikowy lub dielektryczny), dzięki czemu posiadają szerokie spektrum aplikacyjne w dziedzinie przemysłu wysokich technologii ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu elektronicznego tzn. do budowy nanogeneratorów posiadających wysoką skuteczność przekształcania energii mechanicznej na energię elektryczną

### Autorzy:

- dr hab. inż. Tomasz Tański prof. Pol.Śl.
- prof. dr hab. inż. Marian Nowak
- mgr inż. Wiktor Matysiak
- dr inż. Piotr Sziperlich

### Korzyści z wdrożenia

Osiągnięty cel badawczy przedstawiony przez autorów przedkładanego wniosku w zgłoszeniu patentowym (T. Tański, M. Nowak, W. Matysiak, P. Sziperlich, Nanostrukturalny włóknisty materiał kompozytowy o osnowie polimerowej z fazą wzmacniającą oraz sposób jego wytwarzania, Zgłoszenie patentowe P.416931 z dnia 2016-04-22) bezpośrednio wpisuje się w badania prowadzone aktualnie na całym świecie, dotyczące wytwarzania i badania innowacyjnych materiałów nanostrukturalnych stanowiących półprodukt dla wysokowydajnych nanogeneratorów, przekształcających energię mechaniczną w prąd elektryczny. Przeprowadzone optymalizacje procesu elektroprzedenia, przyczyniły się do opracowania pierwszych na świecie materiałów nanokompozytowych, w postaci nanowłókien polimerowych wzmocnionych nanodrutami jodosiarczku antymonu zdyspergowanymi równolegle do ich długości, charakteryzujących się bardzo dużym współczynnikiem piezoelektrycznym oraz sprzężeniem elektromechanicznym. Zbudowanie pierwszego prototypu nanogeneratora na bazie wytworzonej kompozytowej włókniny PAN/SbSI oraz wstępne badania jego współczynnika elektromechanicznego

CENTRUM INNOWACJI I TRANSFERU TECHNOLOGII  
ul. Stefana Banacha 7  
44-100 Gliwice  
tel.: tel. 32 400 34 00

e-mail: [biznes@polsl.pl](mailto:biznes@polsl.pl), [www.citt.polsl.pl](http://www.citt.polsl.pl)



CITT  
Politechnika Śląska



wskazały duży potencjał w proponowanym rozwiązaniu, wyższy od opisywanych rozwiązań prezentowanych przez czołowe jednostki naukowo-badawcze Stanów Zjednoczonych, przy jednoczesnym zachowaniu niższych kosztów produkcji półproduktów. Ponadto zastosowanie materiałów obojętnych dla organizmów żywych, do których należą zarówno zastosowane polimery jak i sama faza wzmacniająca, mogą pozwolić w przyszłości na wykorzystanie naszego rozwiązania do zasilania nanogeneratorsa wszczepionego w klatkę piersiową człowieka, który z kolei w sposób ciągły pobudzałby pracę serca przekształcając energię mechaniczną generowaną przez ludzkie ciało na impulsy elektryczne, stając się tym samym rozrusznikiem serca nie wymagającym stosowania baterii.

### Zastosowania/branża gospodarki/rynki zbytu:

Wykonana analiza morfologii i struktury badanych materiałów kompozytowych wykazała równomierną dyspersję nanodrutów SbSI w osnowie polimerowej, co ma kluczowe znaczenie w przypadku przyszłych zastosowań aplikacyjnych tego typu materiałów. Przeprowadzone po raz pierwszy na świecie badania własności optycznych nanowłókien PAN/SbSI wykazały, że materiał ten cechuje się przerwą energetyczną rzędu  $E_g=1,94$  eV, co w połączeniu z silnie sprzężonymi własnościami ferroelektrycznymi oraz półprzewodnikowymi kryształów SbSI świadczy o szerokich możliwościach aplikacyjnych nowo opracowanych nanowłókien kompozytowych, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania tego typu materiałów do produkcji nanogeneratorów nowej generacji. Ponadto opracowane materiały, tj. nanowłókna polimerowe z wypełnieniem w postaci materiałów ferroelektrycznych i/lub piezoelektrycznych cieszą się coraz większą popularnością w środowisku badawczym ze względu na ich ogromny potencjał dla wielu zastosowań technologicznych, w tym np. do produkcji urządzeń magazynujących energię, przetworników wysokich częstotliwości, wszczepianych biosensorów, absorberów drgań i kompozytowych czujników siły. Nowo opracowane włókniste materiały kompozytowe o osnowie polimerowej z wypełnieniem w postaci nanodrutów ferroelektrycznych, charakteryzujące się ściśle określoną orientacją pojedynczych nanowłókien względem siebie, sprawdzą się w obszarze militarnym, medycznym oraz przemyśle wysokich technologii, ze względu na wysoką skuteczność konwersji energii mechanicznej na elektryczną.

### Szczegóły techniczne:

Ostatnio publikowane światowe doniesienia naukowe stosunkowo dużą uwagę poświęcają nanowłóknom kompozytowym zawierającym jako wypełnienie nanostruktury o własnościach ferroelektrycznych lub piezoelektrycznych, przede wszystkim ze względu na możliwości ich efektywnego wykorzystania, np. do budowy nanogeneratorów przetwarzających energię mechaniczną w elektryczną, przetworników wysokoczęstotliwościowych, implantowanych biosensorów, czy też sensorów kompozytowych. Dlatego też w oparciu o ww. informacje literaturowe oraz własną, komplementarną wiedzę i doświadczenie, głównym celem projektu, przedkładanego przez kompetentny zespół autorski jest wytworzenie nowego typu włóknistych mat nanokompozytowych o osnowie polimerowej z wypełnieniem w postaci nanodrutów ferroelektrycznych. W ramach prezentowanego projektu przewidziane jest wytworzenie metodą

CENTRUM INNOWACJI I TRANSFERU TECHNOLOGII

ul. Stefana Banacha 7

44-100 Gliwice

tel.: tel. 32 400 34 00

e-mail: [biznes@polsl.pl](mailto:biznes@polsl.pl), [www.citt.polsl.pl](http://www.citt.polsl.pl)



**CITT**  
Politechnika Śląska



elektroprądzenia nowo opracowanych materiałów nanokompozytowych, w postaci nanowłókien polimerowych (poliakrylonitryl PAN, poliwinylolopirolidon PVP) wypełnionych nanodrutami jodosiarczku antymonu (SbSI) oraz jodoselenku antymonu (SbSeI). Istotą projektu jest otrzymanie pierwszych na świecie, nanowłókien polimerowych zorientowanych względem siebie wzdłuż ściśle określonego kierunku, wypełnionych ferroelektrycznymi jednowymiarowymi nanostrukturami zdyspergowanymi równoległe do długości nanowłókien, charakteryzujących się bardzo dużym współczynnikiem piezoelektrycznym oraz sprzężeniem elektromechanicznym. Autorzy projektu przewidują kompleksowe opracowanie wszystkich etapów technologii wytwarzania nanostrukturalnego materiału nanokompozytowego wraz z określeniem jego struktury oraz własności fizycznych, zarówno w odniesieniu do finalnego materiału jak i poszczególnych jego komponentów. Badania wstępne przeprowadzone przez autorów przedkładanego projektu przedstawione w publikacji (Nowak, M., Tański, T., Sziperlich, P., Matysiak, W., Kępińska, M., Stróż, D., & Toroń, B. (2017). Using of sonochemically prepared SbSI for electrospun nanofibers. *Ultrasonics Sonochemistry*, 38, 544-552) pozwoliły na otrzymanie nanowłókien kompozytowych PAN/SbSI o chaotycznej orientacji względem siebie, które pod wpływem ciśnienia generowały różnicę potencjałów rzędu 200 V, co jednoznacznie świadczy o przyszłych, szerokich możliwościach aplikacyjnych tego typu nanokompozytów oraz uzasadnia potrzebę prowadzenia dalszych badań w kierunku otrzymania ściśle ukierunkowanych nanowłókien polimer/nanodrutu ferroelektryczne charakteryzujących się jeszcze lepszymi możliwościami konwersji energii mechanicznej na elektryczną.

### Słowa kluczowe:

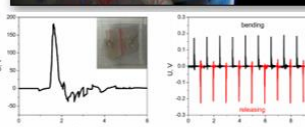
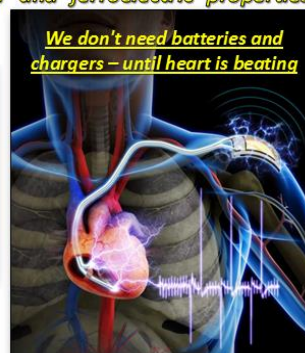
Innowacyjne w skali świata włókniste nanokompozyty polimerowe; Nanokompozyty o specjalnych własnościach ferroelektrycznych oraz półprzewodnikowych; Włókniste maty z nanowłókien typu polimer/nanodrutu jodosiarczku antymonu; Kompozyty posiadające wysoką skuteczność przekształcania energii mechanicznej na elektryczną

*Thin composite fibrous polymer/SbSI nanowires mats with strongly coupled semiconductor and ferroelectric properties prepared first time in the world*



*Photoinages of the preliminary fabricated mat of PAN/SbSI, which is a product to obtained first in the world novel type of biocompatibility nanogenerator*

*We don't need batteries and chargers – until heart is beating*



Rys. 1 Graficzny abstrakt wynalazku, autorzy: dr hab. inż. Tomasz Tański prof. Pol.Śl., prof. dr hab. inż. Marian Nowak, mgr inż. Wiktor Matysiak, dr inż. Piotr Sziperlich

tel.: tel. 32 400 34 00

e-mail: [biznes@polsl.pl](mailto:biznes@polsl.pl), [www.citt.polsl.pl](http://www.citt.polsl.pl)