

Instytut Technologii Elektronowej  
Zakład Mikroelektroniki  
Mgr inż. Grzegorz Tomaszewski

### **Streszczenie rozprawy doktorskiej**

#### *Badanie uwarunkowań realizacji w druku strumieniowym wybranych struktur antenowych dla układów pozyskiwania energii*

Celem pracy było wykazanie, że znana z przemysłu poligraficznego metoda druku strumieniowego może być użyta z nowoczesnymi nanomateriałami w przemyśle elektronicznym do realizacji planarnych struktur antenowych mających zastosowanie w układach, w których występuje potrzeba pozyskiwania energii z pola elektromagnetycznego.

Cel pracy zrealizowano poprzez dokonanie szeregu badań w zakresie wyselekcjonowanej pod kątem danej aplikacji bazy materiałowej, a także sposobu prowadzenia procesu technologicznego i uzyskiwanych w tym procesie parametrów struktur.

Pierwsza część rozprawy zawiera charakterystykę bazy materiałowej możliwej do użycia do realizacji struktur antenowych oraz procesu druku strumieniowego. W drugiej części wskazano obszar elektroniki, w którym tą technologię można zastosować. Trzecia część zawiera przegląd rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych będących przedmiotem badań w literaturze tematu.

W kolejnych częściach doświadczalnych przeprowadzono badania w zakresie sposobu generacji kropli tuszu przez głowicę piezoelektryczną, rozpląwu tuszu na różnych podłożach, dokładności odtwarzania wzorów na podłożu oraz parametrów prostych struktur uzyskiwanych w wyniku procesu druku strumieniowego. Na podstawie otrzymanych wyników wstępnych opracowano parametry procesów technologicznych, w których zrealizowano szereg różnych konstrukcji antenowych dla pasma częstotliwości HF i UHF. Parametry wykonanych anten zostały zmierzone i powiązane z aspektami materiałowo-technologicznymi. Wybrane konstrukcje anten porównano do identycznych konstrukcji wykonanych innymi alternatywnymi technologiami. Zrealizowane anteny pasywnych znaczników RFID poddano narażeniom klimatycznym i testom aplikacyjnym.

Przeprowadzone badania zostały silnie powiązane z dokładnością odtwarzania wzorów w czasie druku na podłożach foliowych i wpływem tej dokładności na parametry elektryczne finalnie uzyskiwanych struktur.

Badania wskazały, iż w druku strumieniowym można efektywnie wytwarzać struktury antenowe przeznaczone do pracy w układach, w których efektywny proces pozyskiwania energii jest niezbędny do działania układu elektronicznego. Uzyskane wyniki wskazują na mocne i słabe strony druku strumieniowego, a także typują obszary niezbędne do prowadzenia dalszych badań w stopniu pogłębionym dla upowszechnienia technologii.

Instytut Technologii Elektronowej  
Department of Microelectronics  
M.Sc.Eng. Grzegorz Tomaszewski

### **Abstract of PhD thesis**

#### *Investigation of the fabrication conditions of the antenna structures performed in inkjet printing technology for energy harvesting applications*

The aim of the thesis was to confirm that inkjet printing method known from printing industry could be used in electronic industry for fabrication of planar antenna structures in radio-frequency energy harvesting applications.

The proper material base was selected in order to use for considered applications. Different investigations related to the considered technological processes and parameters of the printed structures were performed. The first part of the thesis contains the characterisation of the material base compatibility with the inkjet printing technology and planar antenna structure requirements. In the second part, the specific electronics areas, in which this technology could be used, were identified. The third part contains the technological and construction solutions overview which can be identified in the literature. In the following experimental parts, the studies of ink drop generation, ink spreading, accuracy of pattern transfer onto a substrate and parameters of inkjet printed simple structures were performed. Based on the obtained preliminary results, the parameters of technological processes for fabrication various antenna constructions for HF and UHF frequency range were elaborated. The parameters of structures were determined and referred to the material and technological aspects. The selected antenna solutions were compared with other analogues prepared in alternative technologies. The manufactured antennas of passive RFID tags were subjected to climatic exposures and application tests. The research was related to the projection accuracy of patterns during the printing on the foil substrates and its influence on the electrical parameters of final structures. The research indicates that antenna structures for radio-frequency energy harvesting applications can be effectively manufactured in inkjet printing technology. The results show the advantages and disadvantages of inkjet printing technology and exhibit the research areas to conduct further attempts for this technology dissemination.