



Politechnika Koszalińska
Wydział Elektroniki i Informatyki



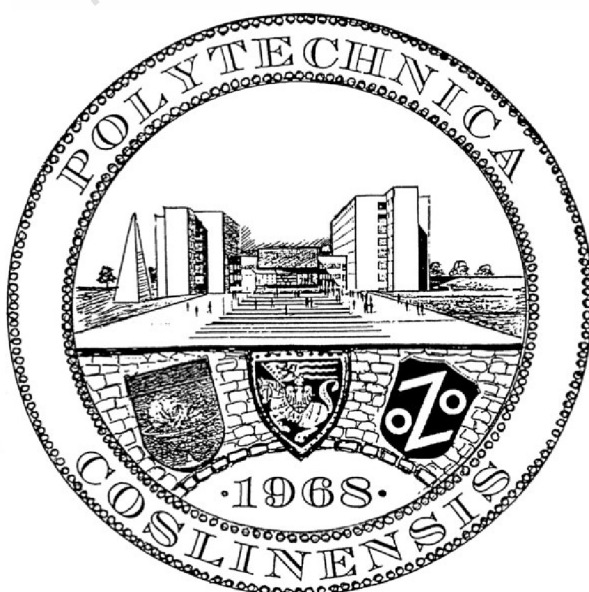
mgr inż. Maciej Paweł KUBICKI

ROZPRAWA DOKTORSKA

Analiza teoretyczna i doświadczalna
możliwości zastosowania termoakustycznej
metody pomiaru do badania szczelności
obudów elementów elektronicznych

Promotor

Prof. nadzw. dr hab. Mirosław Andrzej MALIŃSKI



Streszczenie

Szczelność obudów elementów elektronicznych jest istotnym parametrem decydującym o ich niezawodności. Ze względu na różnorodność obudów oraz wymagań nakładanych na ich szczelność opracowano wiele metod pomiarowych zarówno zgrubnych jak i dokładnych. Metoda termoakustyczna, będąca przykładem metody zgrubnej, opiera się pomiarze sygnału akustycznego będącego skutkiem periodycznego wydzielania mocy w elemencie badanym sterowanym zewnętrznym sygnałem i umieszczonym w szczelnej komorze pomiarowej. Główną zaletą przedstawionej metody jest jej nieniszczący charakter. W pracy zamieszczono wprowadzenie do zagadnień dotyczących obudów elementów elektronicznych oraz szczegółowo opisano metody określania szczelności obudów elementów elektronicznych, zarówno te zawarte w standardach przemysłowych jak i metody alternatywne proponowane w literaturze. Przedstawiono również rozwiązania sprzętowe dwóch stanowisk pomiarowych wykorzystanych do pomiarów charakterystyk częstotliwościowych amplitudowych i fazowych sygnału termoakustycznego, będących podstawowym materiałem doświadczalnym stosowanym w metodzie termoakustycznej. W zakresie modelowania przetestowano i porównano szereg modeli teoretycznych sygnału termoakustycznego dostępnych w literaturze. W części doświadczalnej dokonano pomiaru charakterystyk termoakustycznych szeregu tranzystorów w obudowach metalowych TO-3, TO-18, TO-39 oraz w obudowach plastikowych TO-92 i TO-220, zarówno szczelnych jak i nieszczelnych z kontrolowanymi nieszczelnościami. Zbadano wpływ sygnału reprezentującego obudowę szczelną na mierzony sygnał sumaryczny oraz opracowano i przetestowano procedury wyznaczania sygnału związanego z nieszczelnością. Przeprowadzono ponadto badania charakteru sygnału pochodzącego od szczelnej obudowy określając udział wagowy trzech komponentów tworzących ten sygnał: komponentu termicznego, komponentu membranowego i komponentu tłokowego. Dokonano również analizy wpływu wybranych czynników na zdolności detekcyjne opracowanej metody termoakustycznej. Przedstawiona metoda może być dalej rozwijana dla innych typów obudów i innych typów tranzystorów zarówno w obudowach metalowych jak i plastikowych.

Abstract

Hermeticity of electronic packages is a very important reliability parameter. Because of a variety of packages designs and different requirements for their hermeticity, there is a number of hermeticity test methods, both fine and gross leak detection methods. The thermoacoustic test method, which is an example of a gross leak detection method, bases on the measurement of the acoustic signal generated by the periodic heat dissipation in an electronic component, closed in a test chamber and driven by an external control signal. The main advantage of the thermoacoustic test method over other gross leak detection methods is its non-destructive character. The dissertation contains an introduction to the electronic packages technology and reliability. A detailed description is given for different methods used currently in the industry and for alternative methods proposed in the literature. The dissertation presents two measuring setups designed for measurements of amplitude and phase frequency thermoacoustic characteristics, which are the main experimental data used in the method. In terms of the proper modeling of the experimental characteristics, different theoretical approaches were tested and compared. In the experimental part of the dissertation a number of thermoacoustic characteristics of metal TO-18, TO-39, TO-3 and plastic TO-220, TO-92 packages were measured, including air-tight packages and packages with a leak of a known size. The influence of the background signal representing the air-tight package was tested and procedure of including that background signal in the calculations was presented. The origin of the background signal was also analyzed and modeled as a composition of: thermal wave component, drum effect component and piston effect component. Also the influence of different factors on a detection ability of the thermoacoustic test method was discussed. The method presented in the dissertation can be still developed and improved for both metal and plastic packages.