

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.:
„Efektywne metody oceny jakości montażu modułów elektronicznych i narzędzia
wspomagające proces naprawy tych modułów”

Przedmiotem pracy są wybrane zagadnienia związane z procesem wytwarzania, testowania i napraw modułów elektronicznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W szczególności skupiono się na 4 zagadnieniach obejmujących:

- a) zbadanie wpływu wybranych czynników na właściwości cieplne tranzystorów RF,
- b) analizę czynników produkcyjnych mających wpływ na czas życia wybranych modułów elektronicznych,
- c) opracowanie narzędzi wspierających diagnostykę modułów elektronicznych,
- d) opracowanie efektywnych algorytmów predykcji obciążenia działu napraw w przedsiębiorstwie produkującym moduły elektroniczne

W literaturze dostępne są prace dotyczące tych zagadnień, ale często zawierają one informacje fragmentaryczne. Uwzględnienie metod statystycznych w analizie wpływu parametrów procesu technologicznego na parametry cieplne przyrządów półprzewodnikowych i czas życia modułów elektronicznych, zastosowanie rzeczywistości rozszerzonej w procesie naprawy modułów i sformułowanie modeli matematycznych opisujących obciążenie działu napraw w przedsiębiorstwie stanowią nowe podejście do problemu.

Celem pracy jest opracowanie efektywnych metod oceny jakości montażu modułów elektronicznych oraz opracowanie i przetestowanie narzędzi wspomagających proces naprawy tych modułów. W ramach oceny jakości połączeń lutowanych zostały wykorzystane pomiary parametrów cieplnych tranzystorów mocy RF oraz analizy obrazów RTG wykonanych połączeń lutowanych. Przeprowadzono też analizę korelacji między wybranymi parametrami procesu lutowania a parametrami cieplnymi polutowanych tranzystorów.

Przedstawiono także narzędzia komputerowe wspomagające diagnostykę uszkodzeń montowanych modułów w trakcie ich produkcji, wykorzystujące technologię rzeczywistości rozszerzonej oraz narzędzia, bazujące na metodach statystycznych i metodach sztucznej inteligencji, umożliwiające predykcję obciążenia działu napraw.

Sformułowano następujące tezy pracy

1. Nie występuje statystycznie istotna korelacja pomiędzy rozmiarami pustek lutowniczych w spoinie lutowniczej pod padem termicznym a wartościami parametrów cieplnych przylutowanych tranzystorów mocy.
2. Możliwe jest opracowanie metod efektywnego diagnozowania uszkodzeń w montażu układów elektronicznych spowodowanych błędami montażu przy wykorzystaniu metod statystycznych i rzeczywistości rozszerzonej.
3. Zastosowanie modeli opartych na wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji pozwala skutecznie przewidzieć obciążenie działu napraw niesprawnymi modułami z tygodniowym wyprzedzeniem.

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących praktycznych aspektów przemysłowej produkcji modułów elektronicznych. Opisano organizację procesu przemysłowego montażu modułów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem procesu prototypowania i napraw takich modułów w trakcie trwania tego procesu.

Przeprowadzono badania doświadczalne i analizę statystyczną ilustrującą wpływ wybranych czynników charakteryzujących jakość procesu lutowania na rezystancję termiczną tranzystorów zawartych w wybranym układzie RF. Wykazano, że nie ma statystycznej korelacji między rozmiarami pustek lutowniczych, a rezystancją termiczną tranzystorów mocy RF. Oszacowano czas życia badanych tranzystorów dla różnych wartości wydzielanej w nich mocy.

Przedstawiono także efekty badań dotyczących opracowania nowatorskiego systemu wspomagającego diagnostykę uszkodzeń modułów elektronicznych przy wykorzystaniu systemów rzeczywistości rozszerzonej. System ten powstał przy współpracy z firmą Cadence w firmie Flex i został wdrożony do praktyki przemysłowej.

Opracowano i zweryfikowano doświadczalnie praktyczną użyteczność algorytmu przewidywania obciążenia działu napraw w kolejnych tygodniach realizacji procesu produkcyjnego wykorzystując autorski model deterministyczny i model bazujący na uczeniu maszynowym. Narzędzia te ułatwiają zwiększenie wartości uzysku produkcyjnego i ograniczenie wartości straty materiałowej.

Przedstawione wyniki badań dowodzą słuszności postawionych w pracy tez.