

Entwicklung und Qualifizierung einer Systemtechnik zum selektiven laserstrahlbasierten Quasisimultanlöten mit integrierter pyrometrischer Prozessregelung

Development and qualification of a system technology for selective laser-based quasi-simultaneous soldering with an integrated pyrometric process control

Projektträger / Fördermittelgeber: *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*
Executing Organisation: *Federation of Industrial Research Associations, Program: ZIM – Central Innovation Program SME of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy*

Aufgabenstellung

Aus der zunehmenden Miniaturisierung von elektronischen Bauelementen und dem vermehrten Einsatz von thermisch sensiblen Leiterbahnen, wie beispielsweise LCDs, ergeben sich eine Vielzahl an Anforderungen an einen selektiven Laserstrahlötprozess. Um diese Anforderungen zu erfüllen, soll in diesem Projekt eine Systemtechnik entwickelt werden, mit der sich nahezu beliebige Fügestellengeometrien quasisimultan und pyrometrisch überwacht selektiv löten lassen.

Vorgehensweise

Zunächst wird ein Testsystem zur Qualifizierung des Laserstrahlötprozesses ausgelegt und aufgebaut. Die pyrometrische Prozessregelung erfolgt dabei durch die Auswertung von Infrarot-Emissionen, die koaxial aus der Prozesszone detektiert werden, wodurch die Entwicklung einer Planfeldoptik notwendig ist. Diese gleicht die chromatische Aberration zwischen Laserwellenlänge und Messwellenlänge des Pyrometers aus, wodurch die koaxiale Prozessüberwachung über das gesamte Scanfeld realisiert wird. Zudem ist ein geeigneter Regelalgorithmus zur Modulation der Ausgangsleistung der Strahlquelle zu entwickeln.

Ergebnisse

Im ersten Schritt konnten Prozessfenster für das quasisimultane Löten unterschiedlicher SMD-Bauteile erarbeitet werden. Anhand von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen wurden Schädigungsmechanismen und Schädigungszeitpunkte analysiert, um die notwendigen Anforderungen an die Systemkomponenten für eine pyrometrische Prozessregelung zu ermitteln. Darauf aufbauend wurde eine Strahlteilereinheit entwickelt, durch die es möglich ist, ein Pyrometersignal koaxial in den Strahlengang des Lasers einzukoppeln. Nachfolgend wurde eine pyrometrische Prozessregelung realisiert, welche über einen PID-Regelkreis die Laserleistung in Abhängigkeit der detektierten Wärmestrahlung aus der Prozesszone moduliert. In der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit wird der Regelalgorithmus speziell nach den Anforderungen des Lötprozesses weiterentwickelt.

Task

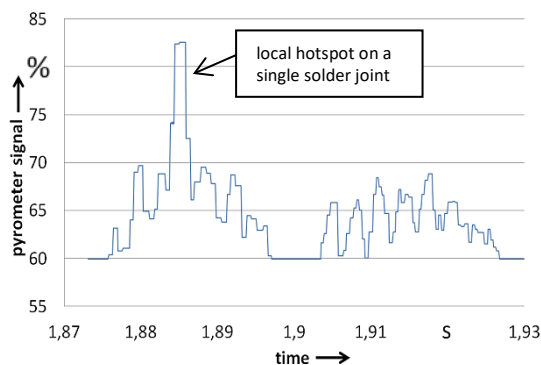
Due to the trend of miniaturization of electronic components, the increased use of thermally sensitive circuit boards e.g. LCDs, a large number of requirements arises for a selective laser beam soldering process. To meet these requirements, this project is set up to develop a system technology able to solder virtually any joint geometry selectively, quasi-simultaneously and pyrometrically monitored.

Approach

First, a test system for qualifying the laser beam soldering process is designed and constructed. The pyrometric process control is carried out by the evaluation of the process emissions that can be detected coaxial from the process zone. To enable a pyrometric process control, the used f-theta lens must be optimized for both, the laser wavelength and the measuring wavelength of the pyrometer. In particular the chromatic aberration between measurement and laser wavelength must be minimized while maintaining a high transmission for both wavelengths. In addition, a suitable control algorithm needs to be developed in the course of the project.

Results

In the first step it was possible to work out a process window for soldering different SMDs quasi-simultaneously. Based on highspeed videos the characteristic cases and time ranges of damages were evaluated to find out the requirements of the system technology for a pyrometric process control. Based on the requirements, a beam splitter was developed to enable a coaxial process monitoring. After that a pyrometric process control was developed, consisting of a PID-controller that modulates the laser power depending on the heat radiation from the process zone. In the second part of the project the control algorithm has to be further developed to meet the requirements of the soldering process.



links: *Detektiertes Pyrometersignal an SO16 Bauteil mit lokaler Temperaturerhöhung an einzelner Lötstelle*

left: *detected pyrometer signal on a SO16 component with local hotspot at a single solder joint*

rechts: *Hochgeschwindigkeitsaufnahme des Tombstone-Effekts an einem 0805 Bauteil*

right: *Highspeed image of the tombstone-effect on a 0805 component*

