

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT

Institutsleiter
Prof. Dr. Wolfgang Benecke

Stellvertreter
Dr. Wolfgang Windbracke
Prof. Dr. Bernhard Wagner

Fraunhoferstraße 1
D-25524 Itzehoe

Tel. +49 (0) 4821/17-0
Fax +49 (0) 4821/17-4250

Zertifiziert nach EN ISO 9001:2008

Dr.-Ing. Thomas Knieling

Durchwahl +49 (0) 4821/17-4605
E-Mail thomas.knieling@isit.fraunhofer.de
www.isit.fraunhofer.de

Bericht

Zuverlässigkeits – und Belastungstests gelöteter Komponenten auf Leiterplatten

Projektnr.: 396848
Kunde: Ovation Products
Mr. Marius Popitiu
3864 Courtney Street
Suite 240A
Bethlehem, PA, 18017
USA

Bestellnr.: 84267C (06/02/2014), bestellt durch DEK International

Itzehoe, den 16.06.2014

i.A. Dr.-Ing. Thomas Knieling

i.A. Dr. Max Poech

1. Aufgabe

In der Baugruppenfertigung wird während der Bestückung der Leiterplatten vom Kunden ein von ihm hergestelltes Stempel-Array mit der Bezeichnung Grid-Lok™ vorgeschlagen. Dieses System besteht aus mit Gummikappen versehenen Stempeln die in regelmäßigen Abständen von ca. 2,5 cm federnd und versenkbar in einem Aluminiumblock gelagert sind. Während der Leiterplattenbestückung wird diese auf ihrer – möglicherweise schon bestückten - Unterseite durch die Stempel unterstützt bzw. gehalten.

Mit dieser Untersuchung möchte der Kunde zeigen, dass elektronische Komponenten während der Unterstützung durch einen Stempel des Grid-Lok™ Stempels nicht beschädigt werden, weder wenn der Stempel das Bauteil zentral noch wenn es durch diesen am Rand (wenn die Bauteilgeometrie dies zulässt) unterstützt wird. Es werden somit die Folgen des mechanischen Einwirkens gummierter Stempel auf elektrische Komponenten auf bestückten Baugruppen untersucht.

2. Durchführung der Untersuchungen

Die experimentellen Arbeiten wurden auf der Grundlage fundierter, langjährig am ISIT überprüfter und erfolgreich angewandten Analysemethoden durchgeführt.

Speziell Lichtmikroskopie, Röntgenanalyse und elektrisches Testen mit einem Digitalmultimeter wurden verwendet. Der Versuchsaufbau zur Erzeugung der mechanischen Kräfte auf die nicht bestückten Rückseiten der Leiterplatten, unterstützt durch das Grid-Lok™, wurde am ISIT-Zugprüfstand realisiert. Der Aufbau ist in Abb. 1 schematisch gezeigt.

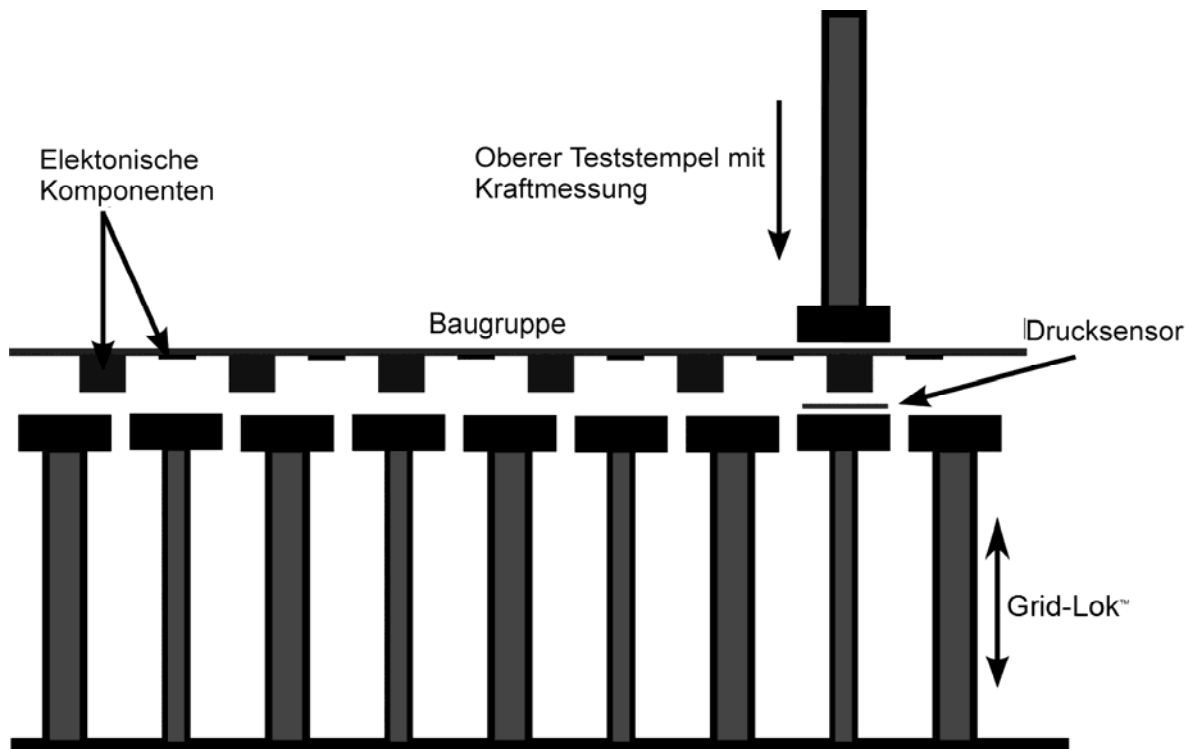


Abb. 1: Schematischer Versuchsaufbau für den Test zur mechanischen Baugruppenbelastung.

Zum Einrichten und vor dem Beaufschlagen der oberen Kraft durch den oberen Stempel, bei welchem es sich um einen gleichen einzelnen, ebenfalls gummierten Stempel wie aus dem Grid-Lok™ handelt, wird die Baugruppe mit ihrer bestückten Seite auf das Grid-Lok™ gelegt und sonst nicht weiter gehalten. Auch während der Kraftbeaufschlagung wird die Baugruppe nur durch die Kräfte zwischen oberem Stempel und Grid-Lok™ gehalten. Das Grid-Lok™ selbst ist auf einer starren Unterlage des Zugprüfstands mit Schrauben befestigt.

Die obere Kraft, die auf der unbestückten Rückseite der Baugruppe lastet, wird über eine kalibrierte Kraftmessdose gemessen, welche sich zwischen der Stempelaufnahme (Bohrfutter) und der Traverse des Zugprüfstands befindet. Die Messgenauigkeit der Messdose beträgt mindestens ± 1 mN.

Als Versuchsproben wurden fünf bereits bestückte und bleifrei verlötete ISIT-Uhrenboards verwendet (Abb. 2). Diese Baugruppen sind nur auf ihren Vorderseiten bestückt. Die Vorderseiten zeigen während der Kraftbelastung nach unten.

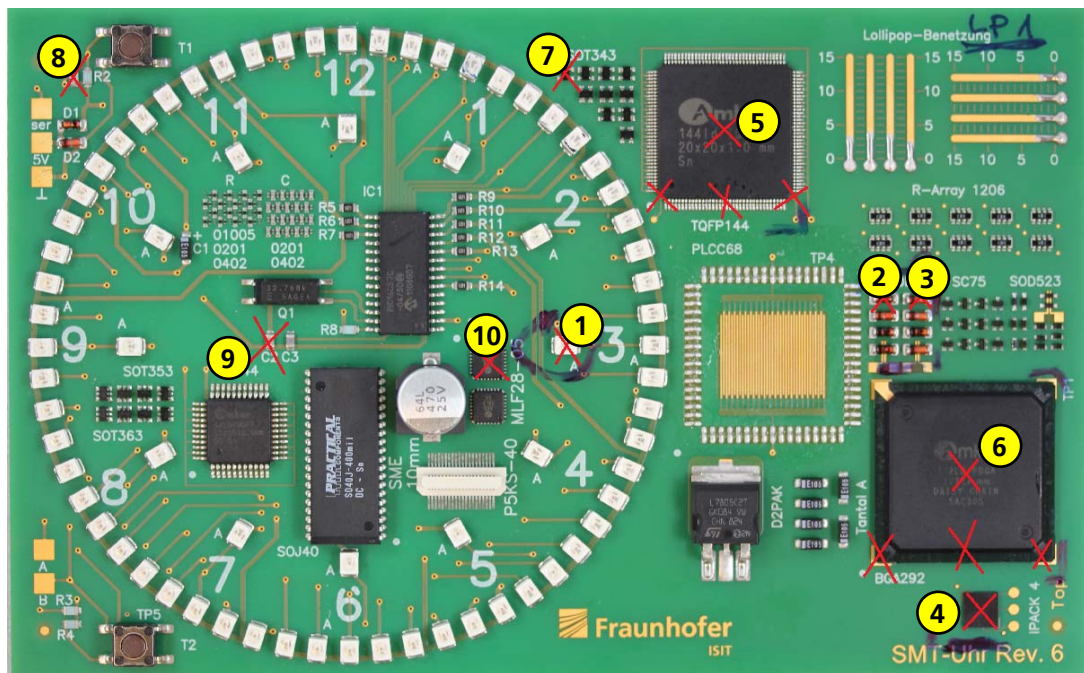


Abb. 2: Test-Baugruppen (160 mm x 100 mm) mit bleifrei verlöteten Komponenten. Die roten Kreuze markieren die Belastungspositionen, die gelben Kreise markieren die Komponenten-Nummern.

Für größere Komponenten wie z.B. die BGA oder die QFP werden jeweils mehr als eine Belastungsposition zugeordnet. Für kleinere Bauteile ist dies nicht mehr möglich, da diese während der Belastung komplett von der Gummikappe des Stempels bedeckt werden und die eindeutige Zuordnung einer „Randposition“ nicht mehr möglich wäre. Die Tabelle 1 listet die Belastungspositionen auf den jeweiligen Bauteilen eindeutig auf. Als Referenz wird die Unterkante der Baugruppe in Abb. 2 gewählt.

Komponentennr.	Beschreibung	Belastungspositionen
1	LED A (Plastikgehäuse)	Mitte
2	SOD80, 1 (Glasdiode)	Mitte
3	SOD80, 2 (Glasdiode)	Mitte
4	IPACK (bare die, gelötet mit μ BGA)	Mitte
5	BGA (ball grid array)	Mitte, untere Mitte, unten links, unten rechts
6	TQFP (quad flat package)	Mitte, untere Mitte, unten links, unten rechts
7	SOT343 (Transistor)	Mitte
8	Keramik-Widerstand R1	Mitte
9	Keramik-Kondensator C2	Mitte
10	MLF	Mitte

Tab. 1: Zugeordnete Komponentennummern, Beschreibung und deren Belastungspositionen (siehe auch Abb. 2 als Referenz).

Die **grundsätzliche Idee hinter den Untersuchungen** ist die Messung der Kräfteanteile welche auf den Bauteilen 1-10 lasten, wenn der obere Stempel eine Last auf die Baugruppenvorderseite ausübt und das Bauteil direkt in einer Linie zwischen oberem und unterem, unterstützendem Stempel des Grid-LokTM sitzt (Abb. 1). Beide Stempel sind mit einer Gummikappe versehen.

Der Rest der Baugruppe wird durch die anderen Stempel des Grid-LokTM unterstützt, so dass die Kraft ausgehend vom oberen Stempel wegen der Steifigkeit der Baugruppe auf die anderen Stempel des Grid-LokTM verteilt wird. Daraus folgt bereits, dass ein Bauteil, welches (zufällig) von einem Stempel des Grid-LokTM unterstützt wird, nur einen Bruchteil der Kraft ausgehend vom oberen Stempel erfahren wird.

Um diesen Kraftanteil zu messen, wurde ein kommerziell erhältlicher Folien-Drucksensor (Interlink, type FSR-400) mit resistivem Messprinzip benutzt. Dieser Foliensensor wird zwischen einem Stempel des Grid-LokTM unter der zu testenden Komponente gesetzt und fixiert. Da der Sensor Hysterese- und Drifteffekte zeigt, wurde dieser einmal vor und drei

Mal während des Tests einer Baugruppe direkt auf dem Zugprüfstand ohne Baugruppe auf einer flachen Gummiauflage kalibriert. Eine typische Kalibrierkurve ist in Abb. 3 zu sehen.

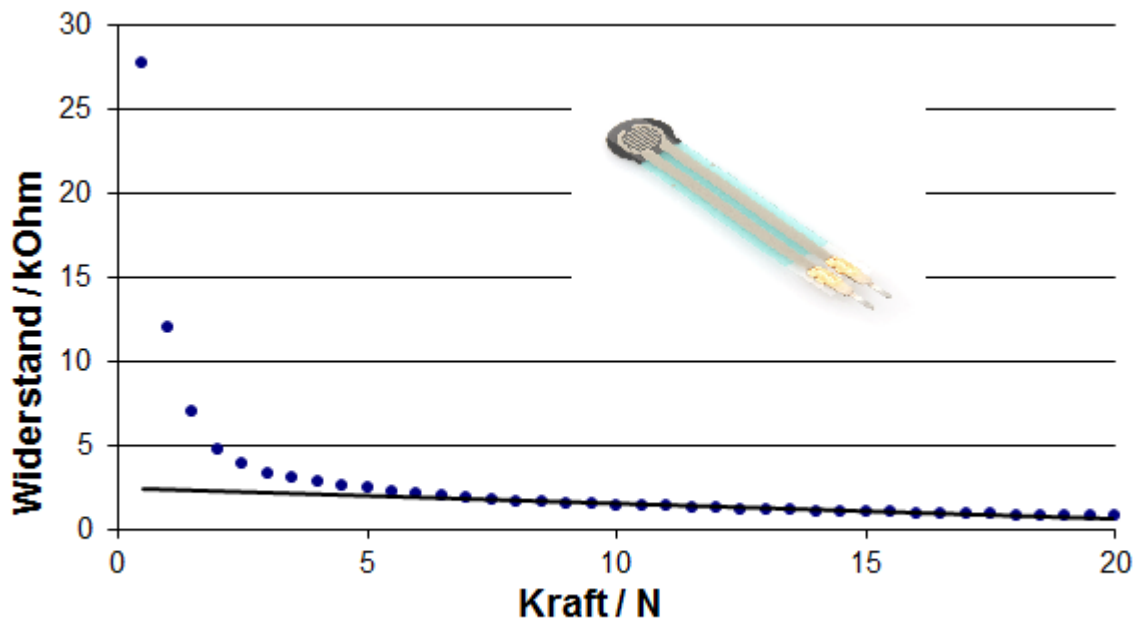


Abb. 3: Typische Kraft-Widerstands-Charakteristik eines Livelink FSR-400 Folien-Drucksensors. Das eingefügte Bild zeigt einen Foliensensor mit nahezu realen Abmessungen (der Durchmesser der Sensorfläche beträgt etwa 5 mm).

Der Sensor-Charakteristik verläuft nur für größere Kräfte linear. Dies passt recht gut zu den hier zu messenden Kräften von 5 N – 20 N, daher ist dieser Sensortyp für diese Anwendung geeignet.

Jede Baugruppe wurde mit einer Kraft von 20 N belastet. Diese Kraft liegt etwa um einen Faktor 10 über der Kraft, welche ein Bestücker normalerweise auf eine Baugruppe bzw. ein Bauteil ausübt. Sie liegt zudem um etwa das 1,5 – bis 2-fache über der Kraft, welche ein Maskendrucker unter üblichen Prozessbedingungen auf die Baugruppe ausübt. Diese extremen Testbedingungen wurden gewählt, um relevante Ergebnisse auch für Bedingungen zu erhalten, deren Stressparameter über denen der üblichen Prozessbedingungen liegen.

Jede Belastung wurde mit den gleichen Stempeln durchgeführt, auch die Gummikappen wurden während des gesamten Ablaufs nicht ausgewechselt. An den Kappen wurden während und nach den Tests keine Beschädigungen festgestellt.

Die Zustände der Komponenten auf jeder Baugruppe wurden jeweils vor und nach den Belastungstests dokumentiert mit Hilfe von

- a) Visueller Inspektion durch Lichtmikroskopie
- b) Inspektion durch 2D-Röntgenanalyse

Da während der Belastung kein sichtbarer Effekt auftrat, wurde die zusätzliche Analyse mit einer Videokamera nach einigen Beobachtungen der in Belastung befindlichen Bauteile durch ein Inspektionsmikroskop verworfen.

Für zufällig ausgewählte Proben (ca. 60 %) wurde die elektrische Funktion nach der Belastung mit einem Digitalmultimeter gemessen, z.B. die elektrische Durchlässigkeit für LED, Widerstände und Glasdioden, die Kapazität für die Kondensatoren und für den CSP der elektrische Durchgang der Daisy Chain.

3. Ergebnisse

Die Bilddokumentation der Mikroskop- und Röntgenuntersuchungen der Komponenten vor und nach den Belastungstests ist in Anhang 2 dargestellt.

Da die ganze Dokumentation 662 Einzelbilder enthält, ist diese in fünf Teile aufgeteilt, wobei jeder Teil der Untersuchung einer Leiterplatte LP 1...5 zugeordnet wird. Jeder Teil ist ähnlich organisiert:

Zunächst wurden die Komponenten, die Lötverbindungen und, wo es sinnvoll ist, deren interne Strukturen nacheinander lichtmikroskopisch unter verschiedenen Winkeln sowie mit 2D-Röntgenanalyse gemäß der Zuordnung in Tab. 1 untersucht. Nach den Belastungstests wurden diese Analysen für jedes Bauteil erneut durchgeführt. Die Dokumentation für LP 5 enthält weniger Bilder da es sich dabei um ein älteres Uhrenlayout mit weniger Bauteilen handelt.

Für alle untersuchten Proben wurden weder auf/in den Lötverbindungen noch auf oder in den Bauteilen sichtbare oder messbare Schäden festgestellt. Zudem ergaben die zufälligen elektrischen Messungen keine Funktionsausfälle der Bauteile.

Die Tabelle 2 in Anhang 2 listet die gemessenen Teilkräfte F_{frac} für alle getesteten Komponenten während der Maximalbelastung von $F_{\text{max}} = 20 \text{ N}$ auf. Speziell die kleinen Bauteile erfahren Kräfte die nicht größer sind als 5 N - 8 N. Für die größeren Komponenten sind die Kräfte etwas größer, was an deren Abmessungen und deren größeren Flächensteifheit liegt.

Aus diesen Messergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Das Grid-LokTM-System stellt eine robuste Auflage für Baugruppen und Leiterplatten dar. Bestückte Komponenten und Lötverbindungen werden während des Schablonendrucks von Lotpaste bzw. während der Bestückung nicht beschädigt.
2. Die weichen Kappen der Grid-LokTM-Stempel ermöglichen eine zusätzliche, sanfte Unterstützung der Komponenten, was zudem den Effekt eines Schock-Absorbers während des Schablonendrucks und des Bestückens liefert.
3. Das Grid-LokTM-System beugt der Durchbiegung der Baugruppe während des Druck- und des Bestückungsprozesses vor. Dies verringert entscheidend jede Möglichkeit der Stress –bzw. Spannungsübertragung auf die Komponenten und auf die Lötverbindungen sowie die Ausprägung von Leiterplattenschwingungen.