

BGA- und Lötunktvermessung

Messung von Struktur, Höhe und Ebenheit bei BGAs und Lötunkten

Bei der prozessnahen Kontrolle von BGAs (Ball Grid Arrays) und Lötunkten aber auch Leiterplatten und Wafern ist eine Vielfalt von Messaufgaben zu lösen. Auf Materialien, die hinsichtlich Struktur und Reflexionsvermögen stark variieren, sind Höhen, Profile, Volumina, Rauheit sowie Ebenheit und Welligkeit zu messen. Es wird ein Messverfahren vorgestellt, mit dem alle diese Aufgaben in einer Maschine bearbeitet werden können. Das System ist also in der Lage, sowohl große Messfelder z.B. zur Ebenheitsmessung aufzunehmen, bietet aber auch die Möglichkeit, kleine Bereiche mit hoher Auflösung zu erfassen. Die Messung erfolgt schnell und berührungslos. Die erforderlichen Einzelmessaufgaben können in einem automatisierten Messablauf wiederholt ausgeführt und protokolliert werden.

Anforderungen an die Messtechnik

Die Untersuchung von BGAs und Lötunkten auf Leiterplatten erfordert ein Messverfahren, das die Topographie dieser Strukturen berührungslos, schnell und zuverlässig erfasst. Hochreflektierende Metalloberflächen müssen ebenso sicher gemessen werden wie spiegelnde Lack- und raue Leiterplattenoberflächen. Die Bestimmung des Volumens von Lötunkten verlangt ein System, das auch stark geneigte Oberflächen erfasst. Um die ausgeprägt strukturierte Oberfläche eines BGAs zu messen, müssen auch Sprünge und schnelle Änderungen in der Oberfläche frei von Artefakten erfasst werden. Für prozessnahe bzw. integrierte Kontrolle bedarf es einer Maschine mit hoher Messgeschwindigkeit, die einen hohen Durchsatz ermöglicht.

Autoren

Dr. GERD JAKOB
Dr. THOMAS FRIES
Fries Research & Technology GmbH;
Friedrich-Ebert-Str.
D-51429 Bergisch Gladbach
Fon: 02204/8424-30, Fax: 02204/8424-31
E-Mail: info@frit-gmbh.com

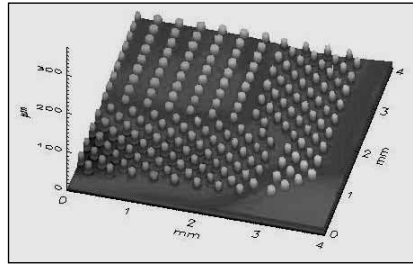


Abb. 1: Halbleiterbauelement mit BGA

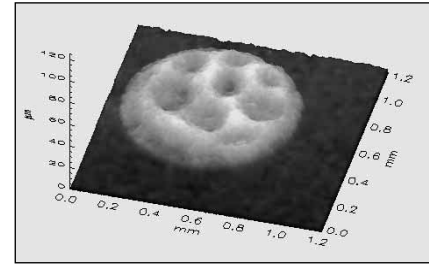


Abb. 2: Hochauflösende Messung eines Lötpunkts

Messverfahren

Für die Profil- und Topographiemessungen steht ein weites Spektrum von Messverfahren zur Verfügung. Konventionelle Tastschnittsensoren sind für die 3D-Vermessung von BGAs und Lötpunktarrays zu langsam und sie erfassen die Oberfläche nicht berührungslos. Für berührungslose Oberflächenmessungen werden verschiedene optische Messverfahren eingesetzt. Triangulation, Lichtschnitt und Streifenprojektion sind für die BGA- und Lötunktvermessung nicht geeignet, da mit diesen Verfahren Messobjekte mit spiegelnder Oberfläche nicht erfasst werden können. Zudem besteht bei den stark strukturierten Objekten die Gefahr der Abschattung. Messverfahren, die einen kompletten Oberflächenbereich erfassen, wie die konfokale Mikroskopie, können zur Messung einzelner Lötpunkte eingesetzt werden, sind aber wenig geeignet, um schnell die zur Bestimmung von Ebenheit und Welligkeit erforderlichen großen Messfelder aufzunehmen.

Größte Flexibilität bieten Messmaschinen, die mit Punktsensoren arbeiten, mit denen in einem Messsystem die zu erfassende Oberfläche zeilenweise abgetastet wird. Dabei kann der Anwender die Messfeldgröße sowie die Anzahl von Stützstellen innerhalb des Messfeldes frei einstellen.

Als Sensoren stehen z.B. Messköpfe, die nach dem Prinzip der dynamischen Fokussierung arbeiten oder konfokale Punktsensoren zur Verfügung. Beide Messverfahren sind grundsätzlich geeignet, haben aber den Nachteil, dass während der Messung eine Linse verfahren wird, um die Lage des scharfen Messflecks zu verstellen. Bei der dynamischen Fokussierung (Autofokus) wird der Messfleck der Oberfläche kontinuierlich nachgeführt. Insbesondere auf stark strukturierten Oberflächen wie den BGAs sind damit nur niedrige Messgeschwindigkeiten zu erreichen.

BGA- und Lötunktvermessung mit einem chromatischen Sensor

Besonders geeignet für die BGA- und Lötunktvermessung ist ein optischer Punktsensor, der ohne bewegliche Komponenten arbeitet. Die Messung mit diesem Sensor beruht auf der chromatischen Kodierung des Messbereichs. Der zugrunde liegende physikalische Effekt, nämlich die Wellenlängenabhängigkeit der Brennweite einer Linse, ist in der Fotografie und der Bildverarbeitung als chromatische Aberration bekannt und wird dort durch Kombination geeigneter Linsen korrigiert. Beim chromatischen Sensor wird die Wellenlängenabhängigkeit der Linsenbrennweite dagegen für hochauflösende Oberflächenmessungen genutzt. Bei der Messung wird das Licht einer Weißlichtlampe mit einer optischen Faser in einen Messkopf übertragen. Der Messkopf bildet die Faserendfläche auf die Oberfläche des Messobjektes ab und koppelt umgekehrt das im Messfleck gestreute bzw. reflektierte Licht wieder auf die Faser ab. Dabei ergibt sich für jede Wellenlänge des verwendeten Spektrums ein scharfer Messfleck bei unterschiedlichem Abstand. Auf der Oberfläche eines Messobjektes entsteht so der Messfleck einer bestimmten Wellenlänge. Für diese Wellenlänge wird das wieder in die Faser zurückgekoppelte Licht maximal. Das Spektrum des reflektierten Lichtes zeigt dementsprechend einen schmalen Peak, aus dessen Wellenlänge die Höhe des Messobjektes präzise bestimmt werden kann. Das Verfahren ermöglicht es, Profil- und Topographiemessungen mit einer Höhenauflösung von bis zu 3 nm bei einer lateralen Auflösung von 1 bis 2 µm aufzunehmen. Je nach Anforderung werden Messköpfe mit Messbereichen zwischen 300 µm und 3 mm eingesetzt. Der Messkopf arbeitet rein passiv ohne bewegliche und ohne elektronische Komponenten. Da-

raus ergibt sich die hohe Messrate, aber auch die Robustheit des Messverfahrens, das in rauen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden kann und frei von Verschleiß arbeitet.

In Kombination mit einem hochpräzisen XY-Tisch sowie einer leistungsfähigen Software zur Aufnahme und Auswertung der Messdaten erhält man ein Messsystem, das dem Anwender ein Höchstmaß an Flexibilität bietet und die genannten Messaufgaben bei der BGA- und Lötunktontrolle löst.

Messungen

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen einige Messbeispiele aus dem Bereich BGA und Lötunktinspektion, die mit dem beschriebenen Messsystem aufgenommen wurden.

Abbildung 1 zeigt die gemessene Topographie an einem 4 x 4 mm großen Ausschnitt eines BGAs und in Abb. 2 ist die hochaufgelöste Messung der Topographie eines einzelnen Lötpunktes dargestellt. Der eingesetzte Sensor vermag spiegelnde Oberflächen bis zu einer Neigung von ca. $\pm 30^\circ$ aufzunehmen. Raue Oberflächen, an denen das auftreffende Licht gestreut wird, werden auch bei noch höherem Neigungswinkel erfasst. Die Oberfläche des in Abb. 2 dargestellten Lötpunkts ist bis zu 20° geneigt und kann damit sicher und vollständig erfasst werden.

Ein weiteres Messbeispiel zeigt Abb. 3. Hier wurde ein Lötpunktarray in einem 25 mm x 25 mm großen Ausschnitt vermessen. Dabei ist die Ebenheit des Bauteils für die Kontaktierung von großer Bedeutung. Bereits die Topographie der Lötpunkte in der oberen Bildhälfte zeigt, dass diese nicht gleich hoch sind. Die Software zur Auswertung solcher Topographiedaten beinhaltet leistungsfähige Filterroutinen. In der unteren Bildhälfte von Abb. 3 ist das Ergebnis einer solchen Filterung dargestellt. Die einzelnen Lötpunkte sind entfernt. Es bleibt die Welligkeit des gesamten Bauteils, die zum Beispiel als Wt-Wert angegeben oder mittels Profilschnitten lokal ausgewertet werden kann.

Abb. 4 zeigt in der oberen Bildhälfte einen Ausschnitt aus der Topographie von Abb. 3 und darunter ein Profil durch drei der Lötpunkte. Abb. 3 und Abb. 4 demonstrieren die Möglichkeit, verschiedene Messfeldgrößen (von $200 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ bis zum maximalen Verfahrensbereich des XY-Tisches, z.B. $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$) bei frei einstellbarer Messpunkanzahl aufzunehmen. Unabhängig von den eingestellten Messparametern erfolgt die Messung immer mit der vollen Höhenauflösung. Der Anwender kann also z.B. zunächst in einem großen Messfeld alle Lötpunkte eines Bauteils erfassen und dann in der gemessenen Topographie einzelne Lötpunkte identifizie-

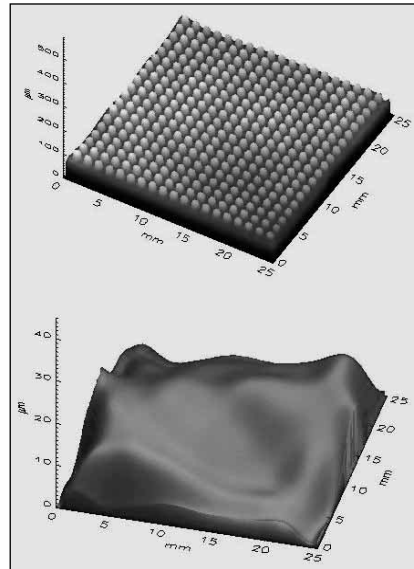


Abb. 3: Vermessung eines kompletten Bauteils mit Lötunkten (oben) und Ebenheit des Bauteils (unten)

ren, um deren Oberfläche mit höchster Auflösung zu untersuchen.

Bei der manuellen Auswertung solcher Messergebnisse werden z.B. Profilschnitte durch die gemessene Topographie gelegt, um die Höhe und Breite zu ermitteln (Abb. 4, untere Bildhälfte). Es können Volumina einzelner Lötpunkte bestimmt und Rauheit und Welligkeit aus Profildaten wie aus 3D-Topographiemessungen ermittelt werden.

Zur prozessnahen Kontrolle von BGAs und Lötpunktfeldern werden die Messabläufe automatisiert. Mit dem hier vorgestellten Messsystem können Einzelmessaufgaben wie Profilmessungen und 3D-Topographiemessungen für die Aufnahme kompletter BGAs und Lötpunktfelder eingeplant, nacheinander ausgeführt und automatisch ausgewertet werden. Falls erforderlich, kann mittels Bildverarbeitung die Ausrichtung der Messobjekte ermittelt werden, um die Lage der zuvor definierten Messpositionen der Objektlage anzupassen. Die Messergebnisse werden in Protokolldateien geschrieben und es werden Druckprotokolle generiert.

Zusammenfassung

Das vorgestellte Messsystem ermöglicht die Bearbeitung verschiedener Mess- und Inspektionsaufgaben an BGAs und Lötunkten in einem Gerät. Große Messfelder können zur Welligkeitsmessung ebenso präzise aufgenommen werden wie kleine Oberflächenbereiche oder Profile, um z.B. Höhe oder Volumen von Lötunkten zu ermitteln. Für die prozessnahe Kontrolle können wiederholt auszuführende Messaufgaben automatisiert

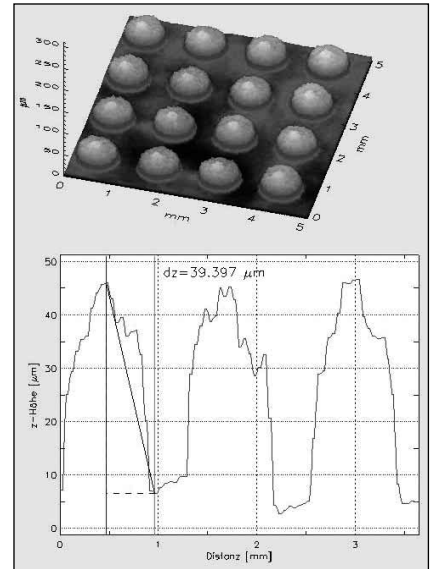


Abb. 4: Detailvermessung an den Lötunkten aus Abb. 3 (oben) und Profil zur exakten Höhenvermessung (unten)

werden. Bei Bedarf kann zusätzliche Sensorik eingebunden werden. Wird ein Rasterkraftmikroskop integriert, können mit dem beschriebenen Messsystem Topographiemessungen mit nm-Auflösung durchgeführt werden.

Beitrag als PDF im Internet:

www.duv24.net
more @ click TK4C0504

How to use

more @ click !

1. www.duv24.net
2. ,more@click'-Code eingeben
3. Anbieter kontaktieren – diskutieren – recherchieren