

## Messung der Wärmeverformung von Leiterplatten

Kombination von 3D-Digitalbildmessung und Thermografie

*Moderne Leiterplatten und Elektronikbauteile erlauben immer größere Datenübertragungsvolumina und schnellere Verarbeitungsgeschwindigkeiten. In der Folge steigen häufig Stromverbrauch und Wärmeentwicklung an, was häufig auch eine Verformung des Trägers (der Montageplatte) zur Folge hat. Hinzu kommt: Viele elektronische Geräte, in denen die Bauteile eingesetzt werden, sind wechselnden Umgebungsbedingungen ausgesetzt, was zu einem Versagen der Verbindungen durch die Verformung der Montageplatte oder ähnliche Effekte führen kann. Japanische Forscher haben ein kombiniertes Verfahren aus 3D-Digitalbildmessung (DIC) und Thermografie entwickelt, mit dem durch thermische Belastungen hervorgerufene Verformungen der Bauteile bereits in der Konstruktionsphase gemessen werden können.*

**ESPEC CORP., Japan**

[www.espec.co.jp/english/](http://www.espec.co.jp/english/)

**MARUBENI INFORMATION SYSTEMS CO., LTD.**

[www.marubeni-sys.com/english/](http://www.marubeni-sys.com/english/)

**Japan Laser Corporation**

[www.japanlaser.co.jp/en/](http://www.japanlaser.co.jp/en/)

Wärmebildkamera: VarioCAM® HD head 780

Versuche zur Verformung der Montageplatten von Elektronikbauteilen wurden bei ESPEC bisher in einer Thermostatkammer durchgeführt. Die Wärmebildkamera erfasste dabei die Temperaturen durch ein in die Kammer eingelassenes Messfenster. Dabei traten in der Vergangenheit immer wieder Probleme wie Kondensation und Frostbildung am Fenstermaterial sowie am Wärmetauscher auf. Das führte zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit sowie zu Einschränkungen des Sichtfeldes. Darüber hinaus war für thermografische Messungen durch das Fenster der Thermostatkammer ein spezielles, für langwellige IR-Strahlung durchlässiges Fenstermaterial wie z. B. Germanium oder Saphir erforderlich.

### Nachweis der Eignung der Messmethode

Zur Vermeidung der genannten Probleme entwickelten die Forscher eine neue Methode, die mit einer türlosen (offenen) Kammer arbeitet, in der die Probe mit einem gezielten Luftstrom temperiert wird. Die Innentemperatur kann dabei durch einen „Luftvorhang“ am Eingang der Kammer längerfristig konstant gehalten werden, auch bei sehr niedrigen Temperaturen. Die auf einem Substrat befestigte Probe wurde so in der Thermostatkammer platziert, dass die zugeführte Luft beide Seiten des Substrats gleichmäßig umströmt und so temperiert. Für die Messungen wurde die Temperatur von -30° C bis +140° C in Intervallen von 10° C variiert.

Um die Eignung der Versuchsbedingungen zu überprüfen, setzten die Forscher eine VarioCAM HD head 780 von InfraTec ein. Ausgewählt wurde die Wärmebildkamera aufgrund ihrer geometrischen Auflösung, eines Bildformates von (1.280 x 960) IR-Pixeln sowie einer guten Darstellbarkeit des ausgedehnten Prüfmusters. Dabei konnte bestätigt werden, dass die Methode präzise Messungen im gesamten Temperaturbereich in einer türlosen Kammer und ohne spezielle Fenstermaterialien erlaubt.

### Messung der thermischen Verformung

Für die Verformungsversuche diente die dreidimensionale Ausdehnung der Leiterplatte bei -30 °C als Referenz. Teile der Leiterplatte, die sich bei höherer Temperatur verformten, wurden rot (Auslenkung weg vom Substrat) bzw. blau (Auslenkung zum Substrat hin) dargestellt. Diese Digitalbild-Messungen wurden mit den Bildern der Temperaturverteilung an der Oberfläche der im Betrieb befindlichen Leiterplatte überlagert.

## Messung der Wärmeverformung von Leiterplatten

### Kombination von 3D-Digitalbildmessung und Thermografie

Dabei konnte festgestellt werden, dass mit zunehmender Lufttemperatur ein Temperaturunterschied zwischen der CPU und der umgebenden Leiterplatte auftrat und dass sich die Mitte der CPU zum Substrat hin verformte. Aus dieser Beobachtung schlossen die Forscher, dass es wichtig ist, bei den verschiedenen Umgebungstemperaturen den Verformungsgrad jeder einzelnen elektronischen Komponente und nicht nur der gesamten Leiterplatte zu messen.

Die Studie zeigt zudem, dass 3D-Digitalbildmessung und thermografische Temperaturmessung parallel durchgeführt werden müssen. Mit der eingesetzten Kammer ohne Tür, bei der keine Barriere zwischen den Kameras und der Probe besteht, lassen sich so exakte Aussagen zur Verformung der Leiterplatte unter thermischer Belastung der Probe treffen.