D 19063 · April 2016 · Einzelpreis 19,50 € · www.productronic.de

04/2016

all-electronics.de

productronic

DAS MAGAZIN FÜR DIE ELEKTRONIKFERTIGUNG

SCHABLONENDRUCK
Herausforderungen im Fine-Pitch-Druck meistern S. 22

LÖTTECHNIK
Aluminiumlöten als Alternative zum klassischen Kupfer – mit dem passenden Flussmittel S. 46

3D-AOI
Verdeckte Lötstellenfehler zuverlässig erkennen S. 102



Spot on, LED Lights!

Erfolgreiche LED-Produktion mit ausgeklügeltem Produktions-Equipment

S. 12

SMT Hybrid Packaging:
Halle 7, Stand 117

SMT Hybrid Packaging 2016
Innovationsfeuerwerk beflügelt Messe- und Konferenzthema Industrie 4.0
Seite 82

Hüthig
erfolgsmedien für experten



1

Spot on, LED Lights!

Erfolgreiche LED-Produktion mit ausgeklügeltem Produktions-Equipment

Die LED-Technologie legt enorm zu, LED-Beleuchtungen dringen in immer mehr Bereiche des täglichen Lebens vor – der Siegeszug der modernen Beleuchtungssysteme ist kaum aufzuhalten, zumal sie eine schier unendliche Designfreiheit erlauben. Treiber dieser Entwicklung sind vielfältige Einsatzmöglichkeiten und enorme Energieeinsparpotenziale für den Anwender.

Autor: Jürgen Friedrich

LED-Produkte im Automotive-Sektor sind meist kompakt und als oberflächenmontierbare Bauteile ausgeführt, anders als allgemeine Beleuchtung. Dort werden auch Leuchtmittel in herkömmlicher Glühbirnenform gefertigt – aber auch zunehmend Leuchtmittel, die mittlere bis große Leuchtstoffröhren ersetzen. Ebenso kommen vor allem bedrahtete LEDs auf Videowänden und Werbetafeln zum Einsatz. Die in den Beleuchtungen eingesetzten Hochleistungs-LEDs sind fast immer SMT-Bauteile. Die Substrate, auf die die LEDs gelötet werden, sind abhängig von der Leistung des Leuchtmittels. Bei Automobil-Rücklichtern sind dies flexible Leiterplatten oder kostengünstige, starre Substrate auf CEM-Basis. Bei höheren Leistungen der LEDs kommen IMS-Platinen (Insulated Metal Substrate) auf Aluminiumbasis zum Einsatz. Diese eignen sich besonders zur Kühlung der LEDs, haben allerdings eine hohe Wärmekapazität und erfordern leistungsfähige Reflow-Lötsysteme, die stabil, reproduzierbar und flexibel arbeiten.

Verarbeiten und Bestücken von SMT-LEDs

Was ist bei der Verarbeitung von LEDs zu beachten? LEDs sind vom internen Aufbau her gesehen komplexe Bauteile. Der lichtemittierende Chip ist in Kunststoff eingebettet, der hohe optische Transmission benötigt. Zugleich ist dieser Kunststoff in der näheren Chipumgebung thermisch hoch belastet, darf aber die optischen Eigenschaften über die gesamte Lebensdauer der LED nicht verändern. Nur wenige Kunststoffe erfüllen diese Forderungen, oft ist die Auswahl ein Kompromiss. In der Praxis finden Vergussmaterialien auf Basis von Silikonen und Epoxidharzen Verwendung. Noch komplexer wird es bei weißen LEDs: Da keine direkt Weißlicht-emittierenden Chips

Eck-DATEN

Es werde Licht!

Die Konstruktion bei Ersa ist seit Jahren auf Wirtschaftlichkeit, hohe Maschinenverfügbarkeit sowie geringe Energie- und Betriebsstoffverbräuche der Anlagen und Systeme ausgelegt. Vor allem geht es darum, die thermische Belastung von Bauteilen und LEDs zu minimieren, weshalb bei Ersa ein besonderes Augenmerk auf eine leistungsfähige Vorheizung der Wellen- beziehungsweise Selektivlötanlage gelegt wird. Denn schließlich gehört Licht zum Leben wie die Luft, die wir atmen und das Wasser, das wir trinken. Das richtige Licht hilft nicht nur Sehen, es steigert unsere Wahrnehmung der Welt.

Bild: Galev, Adobe stock foto

verfügbar sind, muss das Weißlicht durch einen Trick erzeugt werden: Ein Blaulicht-emittierender Chip wird mit einer Phosphorschicht abgedeckt, die im weißen Spektrum emittiert, sobald sie durch das blaue Licht des Chips angeregt wird. Je nach Zusammensetzung des Phosphors reicht das abgestrahlte Spektrum von kaltem Weißlicht mit hohem Blauanteil bis hin zu warmen Weißlichttönen.

Die Schwierigkeiten der SMT-Bauteile beginnen beim Bestücken. Die Oberflächen der Bauteilgehäuse sind dafür nicht optimal. In der Regel greift die Vakuum-Pipette die LEDs im Bereich der optischen Fläche/Linse. Vor allem bei Silikon-Verguss-Materialien ist die Haftfähigkeit vom Aushärtegrad des Silikons abhängig, der sich chargenweise ändern kann. Ist die Silikonschicht zu weich, besteht die Gefahr des Anhaftens an der Vakuumdüse und die LED wird nicht am gewünschten Ort auf der Leiterplatte abgesetzt. LED-Gehäuse in Form einer optischen Linse haben keine ebenen Flächen, sondern weisen gekrümmte, glatte Oberflächen auf, deren optische Eigenschaften beim Bestücken nicht beeinflusst werden dürfen, etwa durch Kratzer.

Anforderungen an das Reflowlöten

Das Reflowlöten der LEDs ist einfach: Der hohe Metallanteil der Leiterplatten führt zur gleichmäßigen Temperaturverteilung auf den Baugruppen und damit zu kleinen Delta-Ts. Allerdings sind die Verarbeitungshinweise der LED-Hersteller akribisch zu beachten! Viele LEDs sind sehr empfindlich gegenüber hohen Temperaturen, hohen Gradienten und langen Zeiten über Liquidus. Deshalb sollte man den Reflowlötprozess stets im unteren Bereich des Prozessfensters ansiedeln. Lineare Temperaturprofile sind günstiger als Sattelprofile, da die Gradienten in Bereichen von 1 K/s bis 3 K/s bleiben. Ebenso zu vermeiden sind Gradientensprünge beim Übergang der Baugruppe aus der Vorheiz- in die Peakzone beziehungsweise von der Peak- in die Kühlzone. Mit der Reflow-Lötanlage Hotflow 4 von Ersa lässt sich das Temperaturprofil elegant anpassen und die Temperatur in der letzten Peakzone reduzieren, was den Übergang in die Kühlzone auf Grund des niedrigeren Gradienten erheblich entschärft. Mit diesem „sanften" Peak werden die LEDs thermisch geringstmöglich belastet. Beachtet man diese Hinweise nicht, kann es durch die Kombination unterschiedlicher Werkstoffe im Inneren der LED-Gehäuse zu internen Delaminationen oder Brüchen kommen, die das thermische und optische Verhalten des aktiven Chips im Gehäuse verändern. Die LED funktioniert zwar noch, bei Höchstleistung fällt sie allerdings schnell auf Grund thermischer Überlastung aus. Ähnliche Fehler können auch nach dem Lötprozess in der Kühlzone des Reflowofens durch zu hoch eingestellte Kühlgradienten auftreten. Es kann zu thermomechanischen Spannungen im Bauteil kommen, die sich nachteilig auf die Zuverlässigkeit auswirken. Viele LED-Hersteller empfehlen deshalb Kühlgradienten von weniger als 3 K/s. Bei der Reflow-Lötanlage Hotflow 4 gibt es dafür einen im Lötprogramm einstellbaren, geregelten Kühlgradienten. Die LED-Eigenschaften zeigen, dass bezüglich Präzision und Reproduzierbarkeit der Temperaturprofile hohe Anforderungen an den Lötprozess gestellt werden. Die Ersa-Reflowlötsysteme sind dafür ausgelegt, da sie auch im 24/7-Betrieb zuverlässig, stabil und wirtschaftlich arbeiten.

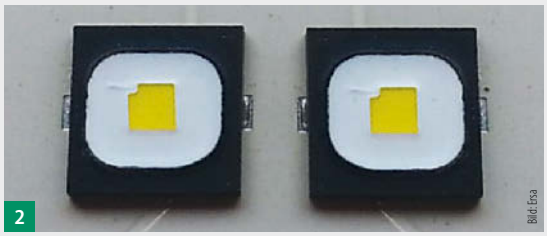


Bild 1: Erfolgreiches Duo: Der Lotpastendrucker Versaprint und die Reflow-Lötanlage Hotflow ermöglichen zuverlässige LED-Verarbeitungsprozesse.

Bild 2: Hochleistungs-LED auf IMS-Substrat: Die Platinen ermöglichen ein sehr gutes Wärmemanagement, benötigen aber leistungsfähige Reflow-Lötsysteme, die stabil, reproduzierbar und flexibel arbeiten.

Effektiv Voids reduzieren beim Reflowlöten

Die Entwärmung der LEDs ist ein weiteres spannendes Thema, das über die stoffschlüssige Anbindung der LED-Gehäuse an die Leiterplatte realisiert ist. Dabei spielt der wärmeableitende Querschnitt zwischen Gehäuse und Leiterplatte eine wesentliche Rolle. Beim Umschmelzen der Lotpaste können in den Lötstellen Voids entstehen. Diese Voids reduzieren den wärmeableitenden Querschnitt und führen zur Erhöhung des thermischen Widerstandes. Dieser erlaubt zwar eine gewisse maximale Voidrate, die aber mit steigender Leistung der LEDs sinkt, da der Anteil der abzuführenden Wärme steigt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Entstehung von Voids in Lötverbindungen komplex ist – abhängig von den Metallisierungen der Lötpartner, der Chemie der Lotpaste und der Prozessführung. Eine vermeintlich gute Konstellation dieser Parameter kann sich bei der nächsten Platinen-Charge durchaus ins Gegenteil verkehren.

Diese Erkenntnis hat zur Entwicklung zusätzlicher Optionen geführt, die die Voids zum Beispiel elektromechanisch aus den Lötstellen entfernen. Das von Ersa entwickelte Voidless-Prinzip in den Hotflow-Reflowsystemen basiert auf der Einkopplung niederfrequenter Schwingungen in die Leiterplatte in dem Moment, in dem die Lotpaste schmelzflüssig ist. Die Bewegung der Leiterplattenoberfläche im Nanometer-Bereich veranlasst die Voids dazu, nach außen zu wandern und so die Lötstellen zu verlassen. Voidraten von weniger als 3 Prozent lassen sich damit in kürzester Prozesszeit realisieren. ➤

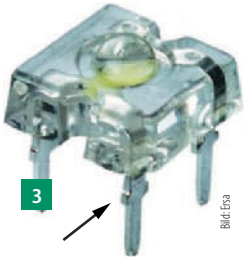


Bild 3: Super-Flux-LED mit Stand-offs an den Pins: LED-Hersteller empfehlen, diese bedrahteten LEDs mit einem Stand-off von 2 mm bis 3 mm auf den Leiterplatten zu montieren.

Verarbeitung bedrahteter LEDs

Wie ändern sich die Anforderungen an die Verarbeitung, wenn bedrahtete LEDs zu verbauen sind? Bedrahtete LEDs kommen in Videowänden oder Werbetafeln zum Einsatz, die bei Tageslicht im Freien betrieben werden. Die Bauformen der hier eingesetzten LEDs sind zwei-, drei- oder vierpolig. Hersteller empfehlen, die LEDs mit einem Stand-off von 2 mm bis 3 mm auf den Leiterplatten zu montieren. Bei den vierpoligen Super-Flux-LEDs ist dies problemlos möglich, nicht jedoch bei den zwei- und dreipoligen Gehäuseformen.

Auch wenn die LED-Anschlussbeinchen so geformt sind, dass der geforderte Stand-off eingehalten wird, kippen diese LEDs nach dem Bestücken in den Leiterplattenbohrungen und bleiben in der Regel nicht senkrecht stehen. Ist die senkrechte Position der LED essenziell, müssen die Bauteile vor dem Löten mittels Vorrichtungen ausgerichtet werden – ein erheblicher Mehraufwand, der die Kosten der Baugruppe erhöht. Daher bestücken viele Hersteller die LEDs ohne empfohlenen Stand-off direkt auf die Platinenoberfläche, was beim anschließenden Wellen- oder Selektivlötprozess zu erhöhter Wärmebelastung der LEDs führt.

Um diese thermische Belastung zu minimieren, ist eine leistungsfähige Vorheizung der Wellen- beziehungsweise Selektivlötanlage von Vorteil, um die erforderliche Lottemperatur um einige Grad abzusenken. Alle Powerflow-Wellenlötanlagen einerseits und alle Selektivlötanlagen andererseits – von Smartflow über Ecoselect bis hin zu Versaflow – verfügen über leistungsstarke Vorheizungen, die optional mit Oberheizungen ausstattbar sind. Dadurch lassen sich auch massereiche Leiterplatten schonend auf die benötigten Vorheiztemperaturen erwärmen.

In diesem Zusammenhang ist auch das Layout der Leiterplatte wichtig. Wird die Wärmekapazität der einzelnen Lötverbindungen konstruktiv gering gehalten, kann die Baugruppe im Wellen-/Selektivlötprozess schneller verarbeitet und der Wärmeeintrag in die empfindlichen LEDs reduziert werden. Vorteilhaft ist die Implementierung von Wärmefallen in das Leiterplattenlayout, die den wärmeableitenden Querschnitt in die Kupferlagen reduziert. Dadurch steht in der Lötverbindung mehr Wärmeenergie zur Verfügung. Wie die Praxis zeigt, kann auch die Farbe der LEDs bei der Verarbeitung durchaus eine Rolle spielen: Obwohl unterschiedlich farbige LEDs eines Herstellers per Datenblatt gleiche Spezifikationen haben, zeigte sich beim Wellenlöten, dass blaue und weiße LEDs empfindlicher auf Lötwärme reagieren als rote und grüne LEDs der gleichen Baureihe. Blaue wie weiße LEDs, alle ohne Stand-off auf der Platine montiert, fielen im Feld nach kurzer Zeit aus – die roten und grünen LEDs nicht.

Systemlieferant Ersa als Partner der LED-Branche

Das Marktpotenzial für LED-Beleuchtungen ist gewaltig, namhafte Firmen investieren massiv in Produktionskapazitäten. Allein zwei Big Player haben im Jahr 2015 insgesamt 25 Linien in Südeuropa in Betrieb genommen, auf denen ausschließlich LED-Beleuchtungskomponenten plus Netzteile produziert werden. In diesen Linien kommen Ersas Lötsysteme und Ersas Versaprint-Lotpastendrucker erfolgreich zum Einsatz.

Das installierte Fertigungsequipment reicht von SMT-Reflow-Lötanlagen der Hotflow-Serie über Versaflow-Selektivlötsysteme bis hin zu den Powerflow-Stickstoff-Wellenlötanlagen. Die Entscheidung der Kunden für Ersa hat mehrere Gründe: leistungsfähige Lötanlagen sowie robuste, stabile und reproduzierbare Prozesse auf flexibler Basis. Mit diesen innovativen Maschinenkonzepten sind Kunden aus der LED-Branche weltweit für kommende Herausforderungen in der Elektronikfertigung gerüstet und können künftigen Anforderungen gelassen entgegensehen. LEDs round the world – let it shine! *(mrc)* ■

Autor
Jürgen Friedrich
Leiter Anwendungstechnik, Ersa



all-electronics.de

infoDIREKT **200pr0416**
➤ Halle 7, Stand 117



Bild 4: Dubai-Mall mit LED-Beleuchtung: Die LEDs sorgen für hohe Energieeffizienz und stellen gleichzeitig sicher, dass die Beleuchtung das Kauferlebnis bereichert. Mit über 1.000 Geschäften und Restaurants ist die Dubai Mall eines der größten Einkaufszentren im Mittleren Osten.

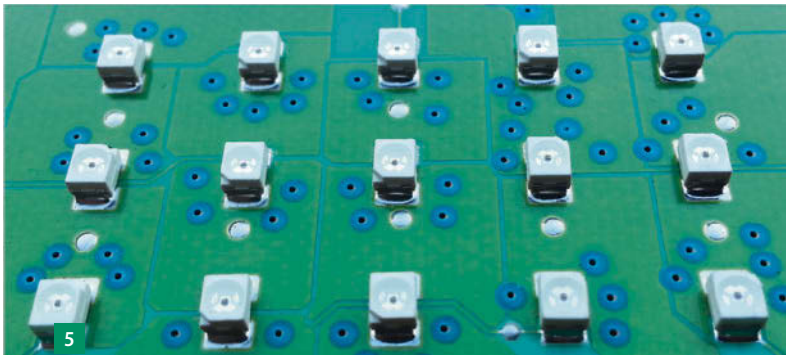


Bild 5: Beispiel für eine LED-Matrix auf einer FR4-Platine mit hohem Kupferanteil: Viele LEDs sind sehr empfindlich gegenüber hohen Temperaturen, hohen Gradienten und langen Zeiten über Liquidus.