

Sieb- und Schablonendruck: Häufig gestellte Fragen

von Alden Johnson, Senior Process Engineer, Speedline Technologies

Dieser Artikel faßt häufig gestellte Fragen zu Schablonen- und Siebdruckanwendungen in der Elektronikfertigungsindustrie und die entsprechenden Antworten zusammen.

F – Mit welcher Geschwindigkeit kann man Lötpaste drucken?

A – Es besteht ein Verhältnis zwischen Rakelkraft, Geschwindigkeit und Pastenzusammensetzung, das aufrechterhalten werden muss, um akzeptable Druckergebnisse zu erzielen. Einige Pasten müssen für beste Resultate schnell aufgebracht werden, während andere langsam gedruckt werden sollten. Bleibt eine dünne Schicht Lötpaste oder Flussmittel auf der Schablonenoberseite zurück, sollte die Rakelkraft erhöht werden, um die Schablonenoberseite sauber abziehen. Die Rakelkraft darf allerdings nicht so weit erhöht werden, dass die Lötpaste nicht mehr rollt. Das Rollverhalten der Lötpaste während des Druckhubs ist ein Zeichen dafür, ob das Ergebnis akzeptabel ist. Eine zu hohe Druckgeschwindigkeit kann dazu führen, dass die Schablonenöffnungen nicht vollständig gefüllt werden, besonders an der Anströmkante eines Pads. Wenn das Rakel aufschwemmt, kommt es zu extrem zugespitzten Pastendepots und unzureichender Pastenbedeckung, weil die Lötpaste sich nicht ordentlich aus den Schablonenöffnungen löst.

F – Warum verbleibt Paste nach dem Druckvorgang auf der Schablone?

A – Das kann verschiedene Ursachen haben. Hier werden die zwei häufigsten besprochen. Erstens, Sie haben zwar die Rakelkraft richtig eingestellt, aber der “Downstop” oder “die Entfernung, die das Rakel nach unten in die Schablone fährt” ist möglicherweise zu kurz. Der zweite Grund könnte eine unzureichende Leiterplattenunterstützung sein. Ist dies der Fall, biegt sich die Leiterplatte unter der Kraft des Rakels nach unten durch und der daraus resultierende Rakelwinkel verhindert, dass das Rakel die Schablone sauber abzieht. Unzureichende Leiterplattenunterstützung kann zu ungleicher Kräfteverteilung führen und dazu, daß sich die Leiterplatte nach unten durchbiegt.

F – Warum ist die Paste auf der einen Seite der Leiterplatte höher als auf der anderen?

Mehrere Faktoren können hierzu beitragen:

A –

- Das Rakelblatt ist verbogen oder beschädigt. Überprüfen Sie die Rakelblattkante auf einer ebenen Oberfläche. Tauschen Sie das Rakelblatt gegebenenfalls aus.
- Es könnte auch sein, dass der Druckwinkel des Rakels nicht richtig eingestellt ist. Überprüfen Sie den Rakelhalter nochmals auf den korrekten Winkel. Für die 0 Grad-Einstellung sollte der Rakelhalter an beiden Enden im 90 Grad Winkel zur Schablone stehen.
- Das Rakelblatt sitzt eventuell nicht richtig im Rakelhalter. Nehmen Sie das Rakelblatt heraus, setzen Sie es wieder ein und richten Sie die Rakelblätter aus.

- Eine weitere häufige Ursache dieses Effekts beruht auf unzureichender oder unebener Unterstüztung unter dem Teil der Leiterplatte, auf dem der Pastenauftrag höher ist. Die Leiterplattenunterstützung und/oder der Arbeitstisch ist möglicherweise mit Lötpaste verunreinigt. Dies verursacht eine unebene Unterstüztung der Leiterplatte und kann zu ungleich hohen Pastenaufträgen führen.
- Wenn Ihr Drucker mit MPM's Balance Control Programmable Print Head ("Prohead") ausgerüstet ist, kann dieses Problem mit ungleich starker Kraftübertragung von links nach rechts zusammenhängen. Es gibt einen Parameter, der so verändert werden kann, dass auf einer Seite der Rakelblätter mehr Kraft ausgeübt wird als auf der anderen. Stellen Sie sicher, dass die Einstellung bei 50/50 % steht.

F – Kann ich Lötpaste für das Drucken von Durchkontaktierungen einsetzen?

A – Ja, der Lotpastendruck gilt allgemein als akzeptierter Prozess für diesen Baugruppentyp. Der Prozess, Via-Öffnungen in einer Leiterplatte für eine Durchkontaktierung mit Lötpaste zu füllen, wird auch "Pin-in-Paste Druck" genannt. Die Schablonenöffnung muss richtig gestaltet sein, um das korrekte Lötpastenvolumen in die Via-Öffnungen einzubringen und damit zuverlässige Anschlüsse zu erzielen. Da Lötpaste einen üblichen Schrumpffaktor von 50% aufweist, ist der erste Schritt, das erforderliche Lötpastenvolumen zu berechnen. Dafür sollte das Pastenvolumen, das zum Füllen der Öffnungen erforderlich ist, minus des Anschlussvolumens berechnet werden. Das Lötpastenvolumen ist doppelt so hoch wie das erforderliche feste Lötpastenvolumen. Die Schablonenöffnung wird über die Schablonendicke und der verfügbaren Fläche um das Durchkontaktierungspad herum berechnet. U.U. schein es, als würde zuviel Lotpaste aufgebracht, die jedoch während des Reflowprozesses in die Öffnung zurückgezogen wird.

Rakelblätter

F – Warum gibt es Rakelblätter mit verschiedenen Härtegraden und wann sollte ich welche einsetzen?

A – Rakelblätter sind für Sieb- und Schablonendruck in verschiedenen Härtegraden verfügbar. Beim Siebdruck werden üblicherweise Polyurethanblätter in einem Bereich zwischen 60 – 80 Shore A-Härte eingesetzt. Das Sieb sollte verhindern, dass das Rakelblatt Material von dem Substrat aufnimmt, wenn weichere Materialien benutzt werden. Rakelblätter von 90 bis 110 Shore A-Härte werden normalerweise für den Schablonendruck eingesetzt. Wenn man allerdings Polyurethanrakelblätter in Verbindung mit Schablonen einsetzt, kann 'Ausschaulen' aus größeren Öffnungen zu Problemen führen. Für den Schablonendruck werden daher normalerweise Metallblätter bevorzugt. Bei Schablonen mit sehr kleinen Schablonenöffnungen oder Stufenschablonen können Polyurethanblätter allerdings konstantere Druckergebnisse hervorbringen und die Schablone unterliegt weniger Verschleiß. Stufenschablonen sind Schablonen, die dünnere Bereiche aufweisen, oder auf eine geringere Stärke heruntergestuft sind. Sie werden meistens für Leiterplatten mit hauptsächlich großen Öffnungen und ein oder zwei Fine-Pitch-Bauteilen benutzt.

F – Wie groß ist der Druckwinkel für Rakelblätter?

A – Der Druckwinkel für ‚Trailing Edge‘ Rakelblätter ohne Kraftaufbringung beträgt 60 Grad bei Metallrakeln und 50 Grad bei Gummirakeln. Bei MPM’s Balance Control Programmable Print Head (“Prohead”) kann der Druckwinkel um ± 5 Grad vom Nennwert geändert werden. Die Rakelkraft sollte ausreichend sein, um die Schablonen sauber abzuziehen, aber nicht so hoch, dass sich die Leiterplattenkanten in die Schablone eindrücken und dies zu verfrühten Defekten führt.

Downstop und Absprung

F – Was ist ein Downstop?

A – Der Begriff “Downstop” bedeutet die Entfernung, die das Rakelblatt während eines Druckhubs unter die Ausgangshöhe der Substratoberfläche fährt. Das Substrat unterstützt die Schablone während des Druckvorgangs; fährt das Rakel allerdings über die Kante des Substrats und die Unterstützungsschiene hinaus, so kann die Schablone verbogen und beschädigt werden. Ist der Downstop richtig eingestellt, so wird dieser Effekt vermieden, da die Rakelblätter nicht weit genug verfahren können, um solch exzessive Kraft auf die nicht unterstützte Schablone aufzubringen. Ist der Downstop allerdings zu gering eingestellt, wird die erwünschte Rakelkraft nicht aufgebracht, da die Rakelblätter nicht ausreichend angedrückt werden. Gängige Einstellungen für den Downstop liegen zwischen 1,6mm (0,065“) und 1,9mm (0,075“).

F – Was ist der Unterschied zwischen Kontaktdruck, Druck mit Absprung und dem Begriff langsamer Absprung?

A – Kontaktdruck wird erzielt, wenn die gesamte Schablone während des Druckzyklus Kontakt mit dem Substrat hat. Nachdem das Material durch die Schablonenöffnungen gedrückt wurde, werden Schablone und Substrat senkrecht und gleichmäßig voneinander getrennt. A – Druck mit Absprung bedeutet, dass die Schablone im Ruhezustand etwas Abstand zum Substrat aufweist. Während des Rakelhubs drückt das Rakel die Schablone auf das Substrat herunter. Nur, wenn das Rakel Druck auf die Schablone ausübt, besteht Kontakt zwischen der Schablone und der Leiterplatte. Wenn das Rakel weiterfährt, lösen sich Sieb oder Schablone von dem Substrat. Druck mit Absprung wird bei dicht bestückten Substraten eingesetzt, wo gleichmäßige Ablösestufen selten auftreten, kurze Zykluszeiten erwünscht sind oder wenn Siebe eingesetzt werden. Langsamer Absprung ist ein Begriff, der den Prozess beschreibt, wenn die Schablone und das Substrat nach vollendetem Druckzyklus *langsam* voneinander getrennt werden. Da unterschiedliche Pasten auch unterschiedliche Auslösecharakteristiken aufweisen, wird diese justierbare Einstellung verwendet, damit sich die Paste nach dem Rakelhub setzen kann und sich dann sauber aus den Schablonenöffnungen löst.

F – Wann ist das Drucken mit Absprung sinnvoll?

A – Druck mit Absprung wird bei dicht bestückten Leiterplatten eingesetzt, ob mit Sieb oder Schablone. Der Absprungwert entspricht der Entfernung zwischen Sieb/Schablone und Leiterplatte im Ruhezustand, bevor das Rakelblatt das Sieb/die Schablone auf die zu bedruckende Substratoberfläche drückt. Nachdem die Schablone das Substrat berührt hat, rollt sie wieder ab. Dadurch löst sich das Druckmaterial gleichmäßig aus den Schablonenöffnungen. Bei dichtbestückten Leiterplatten würde sich der Ablösevorgang sonst zwischen den Kanten und der Mitte von Sieb/Schablone aufgrund der kohäsiven Kräfte voneinander unterscheiden.

Schablonenlayout

Q – Ich hätte gerne zwei Druckbilder auf einer Schablone – wie weit sollten die Druckbilder voneinander entfernt sein?

A – Normalerweise sollten die Druckbilder mindestens 75mm voneinander entfernt sein, wenn ‚Trailing Edge‘ Rakel eingesetzt werden. Der Abstand sollte auf 100mm erhöht werden, wenn man etwas Toleranz für einen längeren Verfahrensweg berücksichtigen möchte. Die Länge der Leiterplatte sollte bei einer 737mm x 737mm Standardschablone auf 150mm begrenzt werden. Beim Drucken mit MPM’s Rheometric Pump Print Head kann der Abstand zwischen den Druckbildern auf 19 mm reduziert und die Länge der Leiterplatte auf 226 mm erhöht werden.

F – Was ist die minimale Schablonengröße für gute Druckergebnisse?

A – Bei ‚Trailing Edge‘ Rakelblättern wird die minimale Schablonengröße (ohne Rahmen) in Y-Richtung berechnet, indem man 178mm zur Substratgröße hinzuaddiert. Bei quadratischen Rakelblättern sollte die minimale Schablonengröße gleich Substratformat plus 25 mm sein. In X-Richtung sollte die Schablone mindestens 25mm länger sein als die Rakelblattlänge.

F – Warum sollten die Druckbilder mittig auf der Schablone ausgerichtet werden?

A – Das Druckbild sollte mittig angeordnet sein, damit die Schablone wahrhaft senkrecht von der Leiterplatte abgehoben wird. Ist das Druckbild versetzt angeordnet, erfolgt die Ablösung aufgrund der Kohäsionskräfte des Flussmittels, das zwischen die Schablonenunterseite und das Substrat kriecht, ungleichmäßig.

F – Braucht man für eine korrekte Schablonen/Leiterplatten-Ausrichtung unbedingt Passermarken?

A - Passermarken sind für optimale Ausrichteergebnisse immer die beste Methode. Sollten herkömmliche Passermarken allerdings nicht verfügbar sein, kann man auch mit Leiterplatten-Pads und Schablonenöffnungen akzeptable Ergebnisse erzielen. Es sollte ein einmaliger Bereich auf der Leiterplatte benutzt werden, wie etwa ein End-Pad eines QFP auf Leiterplatte

und Schablone. Sie sollten darauf achten, dass die Schablonenöffnungen sauber sind, da Pastenreste in den Öffnungen zu Problemen bei der Ausrichtung führen können. Das kommt daher, da Form und Größe der Schablonenöffnung sich in solchen Fällen von denen einer sauberen Öffnung unterscheiden.

2D-Inspektion

F – Was bringt die 2D-Inspektion?

A – Ein 2D-System ist ein Werkzeug zur Prozessverifikation (es ist kein Inspektionssystem und sollte nicht als Ersatz für ein solches eingesetzt werden). Einfach ausgedrückt; es unterstützt Sie bei der Entwicklung Ihres Prozesses und überprüft, ob Ihr Prozess innerhalb der Sollwerte bleibt. Wenn sich Ihr Prozess nie ändern würde, bräuchten Sie weder ein Inspektions-, noch ein Verifikationssystem. Die meisten Baugruppen weisen allerdings schwierige Bauteile oder Anwendungen auf, besonders bei Fine-Pitch-Bauteilen, die in irgendeiner Art und Weise überprüft werden müssen. 2D-Systeme sollen Sie bei der Überprüfung unterstützen, ob die Ablösung der Schablone und die Pastenbedeckung konstant und gemäß festgelegter Sollwerte erfolgen. Es zeigt Ihnen jede Abweichung vom voreingestellten Prozess an, und ermöglicht Ihnen damit mögliche Nachjustierungen, bevor kostspielige, zusätzliche Prozessschritte wie Reinigung oder Nachbearbeitung anfallen.

F – Wie funktioniert 2D?

A – Schätzungsweise können bis zu 90% aller Druckfehler und Trends durch eine Verifikation der Pastenbedeckung des Ziel-Pads identifiziert werden. Diese Methode zeigt mangelndes Pastenvolumen auf dem Pad an, was zu inakzeptablen Lötanschlüssen führt.

Die wirksamste Art der 2D-Inspektion beinhaltet eine Grauskalen-Vergleichsmethode, mit der die prozentuale Pastenbedeckung des Ziel-Pads bestimmt wird. Bei dieser Methode wird der unbedeckte Bereich des bedruckten Pads mit dem abgespeicherten Bereich des bloßen Pads verglichen, so wie es bei der ursprünglichen Programmierung spezifiziert wurde.

F – Wie kann man einen Prozess optimieren?

A – Probleme beim Pastenauftrag sollten direkt, wenn sie auftreten, erkannt und korrigiert werden. Berücksichtigt man die Tatsache, dass während einer Inline-Inspektion im Normalfall nicht jedes einzelne Pad auf jeder einzelnen Leiterplatte inspiziert wird, müssen Wege gefunden werden, das Inspektionssystem so zu programmieren, dass angemessene Schlüsselbauteile und Bereiche als Datenmodelle benutzt werden. Die Inspektion dieser Bauteile und Bereiche werden auf alle Bauteile auf allen Leiterplatten in einem bestimmten Lauf übertragen. Um die besten Datenmodelle zu generieren, ist es wichtig, zu verstehen, wie man eine Baugruppe auf solche Bauteile untersucht, die in diese Kategorien passen. Es ist ebenso wichtig, die einzelnen Werkzeuge innerhalb einer Inspektionssoftware zu verstehen, um zu bestimmen, wie diese Datenmodelle am wirksamsten für individuelle Schablonendruckanwendungen angewandt werden können.

F – Wie wählt man geeignete Bauteile für die Inspektion?

A – Suchen Sie die Bauteile einer Baugruppe heraus, die die größten Probleme für den Druckprozess hervorrufen können. Benutzen Sie diese als repräsentative Bauteile für den Test. Liegen diese Problemfälle innerhalb der Druckspezifikationen, kann man davon ausgehen, dass einfachere Bauteile ebenfalls innerhalb der erforderlichen Parameter liegen. Bei extrem kurzen Zykluszeiten ist eventuell nicht ausreichend Zeit vorhanden, Modelle aller Bauteiltypen zu inspizieren. In solchen Fällen kann nach der folgenden Liste vorgegangen werden, die nach solchen Bauteilen sortiert ist, die am ehesten Pastenbedeckungsfehler verursachen:

Die schwierigsten Bauteile: Welche Bauteile sind am schwersten zu drucken? Dazu können kritische Bereiche für Fine-Pitch QFPs gehören, wo sehr geringe Pastenvolumen normalerweise sehr schwierig zu inspizieren und messen sind, oder auch CSP Bauteile.

Lotdiebe finden: Es ist auch wichtig, auf große Bauteile oder Pads an den Leiterplattenseiten zu achten. Da bei solchen großen Bauteilen mehr Lötpaste aufgebracht werden muss, weisen sie oft unzureichende Pastenbedeckung auf, lange bevor andere kritische Bereiche zum wirklichen Problem werden.

Großes Inspektionsmuster: Programmieren Sie die Inspektionsfolge so, dass verschiedene Bauteile über die gesamte Leiterplatte hinweg mit einbezogen sind. So werden regionale Probleme erkannt, wie Schwächen in der Leiterplattenunterstützung oder Bereiche, die einen hohen Pastenverbrauch aufweisen. Empfehlenswert ist, Bauteile in verschiedenen Quadranten der Leiterplatte zu inspizieren, z.B. links, rechts, oben, unten und mittig.

Bauteil, die später schwer zu inspizieren sind: Identifizieren Sie die Bauteile, die im weiteren Prozessverlauf am schwersten zu inspizieren sind (z.B. Bauteilplatzierung oder Löten) wie BGA und Micro BGA Bauteile, bei denen es im Prinzip unmöglich ist, den eigentlichen Padanschluss ohne Röntgeninspektion zu sehen. Und selbst mit der Röntgeninspektion ist die Qualität schwer zu beurteilen.

SPC und Datensammlung

F – Was ist SPC?

A – Statistische Prozesskontrolle ist der Einsatz statistischer Methoden, wie beispielsweise Kontrollgrafiken, zum Analysieren eines Prozesses oder dessen Ausbringung, um notwendige Aktionen durchzuführen, durch die ein Zustand der statistischen Kontrolle erzielt und aufrechterhalten und die Prozessfähigkeit verbessert wird.

F – Was sind Kontrollgrafiken?

A – Kontrollgrafiken sind einfach effektive Werkzeuge, mit denen Statische Kontrolle erzielt wird. Sie geben dem Bediener zuverlässige Informationen, wann ein Bedieneringriff

erforderlich ist und wann nicht. Das schließt eine grafische Abbildung einer Charakteristik des Prozesses ein, mit eingezeichneten Werten einer statistischen Datensammlung dieser Charakteristik, einer Mittellinie oder einem Mittelwert und ein oder zwei Warn- oder Kontrollgrenzen.

F – Was ist ein Problem mit Allgemeiner Ursache?

A – Der Grund für eine Abweichung, die sich auf alle individuellen Werte des zu überprüfenden Prozesses auswirkt. Solche Ursachen werden normalerweise vom Management korrigiert (Beispiel: Qualität und Layout der Leiterplatte, Pastenwahl, etc.).

F – Was ist ein Problem mit Besonderer Ursache?

A – Der Grund für eine Abweichung, die zeitweilig, unvorhersehbar oder instabil auftritt. Solche Abweichungen treten nicht bei allen Leiterplatten eines Produktionslaufs auf und erfordern normalerweise ein Aktion vor Ort (Beispiel: Leiterplatte verkehrt herum eingelegt oder falsche Leiterplatte im Lauf). Alles, was einen unerwarteten Sprung der gesammelten Daten verursacht, wird als Besondere Ursache bezeichnet.

F – Was bedeutet CP?

A – Prozessfähigkeit (process capability) oder, kurz ausgedrückt, die Wiederholbarkeit eines Prozesses. Der Cp Wert berücksichtigt den Zielwert nicht.

F – Was bedeutet CPK?

A – Der Prozessfähigkeitsindex (process capability index) oder, kurz ausgedrückt, die Genauigkeit und Wiederholbarkeit eines Prozesses unter Berücksichtigung des Zielwerts der Prozessspezifikation.

www.speedlinetech.com