Armin Riedel

Conformal Coating für KUM

Ein programmierbares, flexibel einsetzbares Beschichtungssystem muss heutzutage elektronische Baugruppen erfolgreich beschichten ohne abzudecken und es muss auf einfache Weise an jedes Coatingmaterial angepasst werden können, damit es sich auch zukünftig lohnt, diese Technologie im eigenen Hause anzuwenden.

Die wachsende Nachfrage nach spezialisierten Systemen für die konforme Beschichtung hat auf dem Markt zu einer Veränderung geführt, wie Automationshersteller das Produktdesign konzipieren. Automationssysteme müssen nicht nur in der Lage sein, dem Anwender Geschwindigkeit und Präzision zur Verfügung zu stellen, sondern auch die erforderliche Flexibilität bieten, um alle auf dem Markt vorkommenden Leiterplatten zu beschichten.
Was tun, wenn das eingesetzt Coatingmaterial die doppelte Viskosität besitzt und einen anderen Behandlungsvorgang erfordert? Ein programmierbares, konformes Beschichtungssystem muss heutzutage diesen Anforderungen unbedingt gerecht werden. Es muss Leiterplatten erfolgreich beschichten ohne abzudecken, und es muss auf einfache Weise an jedes Coatingmaterial angepasst werden können.

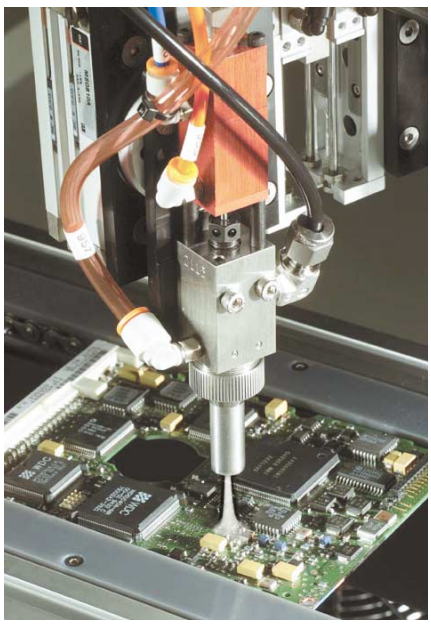

Bild 1: Sprühventil von PVA, das problemlos alle Beschichtungen verarbeiten kann

Conformal Coating

Das Auftragen von konformen Beschichtungen auf Leiterplatten schützt die Bauelemente gegen Umgebungseinflüsse. Unabhängig davon, für welche Auftragungsmethode man sich entscheidet, wird das Verfahren von der Auswahl der Beschichtung abhängig sein. Eine hervorragende Auftragungstechnik mit ungeeigneter Beschichtung kann einen mangelhaften Schutz der Bauelemente zur Folge haben. Die Auswahl des richtigen Beschichtungsmaterials hängt also von den jeweiligen geforderten Schutzkriterien für die Baugruppe ab.
Üblicherweise bewirken verschiedene, chemische Formulierungen unterschiedlichen Schutz. Es ist also empfehlenswert einen Hersteller von Coatingmaterial zu Rate zu ziehen, um die geeignete Beschichtung, die die Schutzanforderungen der jeweiligen Baugruppe erfüllt, herauszufinden. Eine anpassungsfähige Automation des Conformal Coating-Prozesses sollte zudem den Einsatz von jedem verfügbarem, konformem Beschichtungsmaterial zulassen, unabhängig von der chemischen Zusammensetzung oder Viskosität.

Mit oder ohne Lösungsmittel?

Es gibt lösemittel-basierende Coatingmaterialien und 100 % lösemittelfreie Beschichtungen. In der Vergangenheit waren Lösungsmittel-basierende Materialien weit verbreitet, weil man die Konsistenz durch Verdünnung steuern kann, um sie den Viskositätseinschränkungen der Automaten anzupassen. Solche Beschichtungen werden auch wegen ihrer relativ günstigen Verkaufspreise bevorzugt. Es muss jedoch beachtet werden, dass es bei einem Material, das z.B. 50 % Lösungsmittel enthält, erforderlich ist, ca. das doppelte Volumen gegenüber der im trockenen Zustand für die gewünschte µm-Schichtstärke benötige Menge aufzutragen.
100 %ig lösemittelfreie Materialien sind demgegenüber nicht nur umweltfreundlich, sondern bieten meist auch höhere Viskositäten. Lösemittelfreie Materialien benötigen weniger Ventilation und haben die Tendenz sich nach dem Auftragen gleichmäßiger auszubreiten. Und das Material, das 1/100 mm dick aufgetragen wurde, wird auch nach dem Trocknen noch 1/100 mm Dicke aufweisen. Die höhere Viskosität lässt aber auch mehr Zeit für die Bearbeitung der Leiterplatte vor dem Trocknen zu. Nichtsdestoweniger sind 100 %ig lösemittelfreie Materialien teurer als Lösungsmittel-basierende.
Es sollten am Ende immer die genauen Kosten für ein konformes Beschichtungsmaterial pro fertiggestelltes Teil berechnet werden. Das ist der sinnvollste Weg, um die Kostenvorteile der einzelnen Materialien zu ermitteln.

Sprüh-Technik – aber wie?

In Anbetracht der zum heutigen Zeitpunkt auf dem Markt erhältlichen Coatingmaterialien und der fortschreitenden Entwicklung von neuen und verbesserten chemischen Zusammensetzungen, ist es von äußerster Wichtigkeit ein Sprühventil auszuwählen, das problemlos alle Beschichtungen verarbeiten kann (**Bild 1**). Dies ist jedoch bei vielen Sprühtechniken nicht der Fall. Die Grundlage eines anpassungsfähigen Produktionsprozesses für konforme Beschichtung liegt in der Leistungsfähigkeit des Ventils, das jedes konforme Beschichtungsmaterial verarbeiten muss. Vertragshersteller bevorzugen typischerweise mehr die Flexibilität der Sprühtechnologie. Die Fähigkeit einer schnellen Einstellung, ohne Werkzeugwechsel, ist wichtig, besonders, wenn man keine Sicherheit darüber hat, welches Material am nächsten Tag oder in der nächsten Woche zu verarbeiten ist.
Ein Edelstahlventil bietet die größte Flexibilität, da jedes Beschichtungs- oder Reinigungsmaterial verwendet werden kann, ohne zu befürchten, dass das Ventil beschädigt werden könnte. Das konforme Beschichtungsmaterial sollte innerhalb des Ventils niemals Luft oder Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Dies ist besonders wichtig in Verbindung mit Feuchtmittelsilikonen, die sofort eintrocknen, sobald sie innerhalb des Ventils oder der Atomisierdüse Luft ausgesetzt werden.
Mit einem luftdichten Ventil und Materialzuführungen kann das Beschichtungs- ▷

all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG

Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!

material unbegrenzte Zeit im System bleiben, eine Reinigung oder Spülung entfällt.
Die erzeugten Sprühbilder sollten eine einheitliche Schichtdicke mit sauberer Kantenabgrenzung aufweisen und kein Overspray zeigen. Ventile liefern Sprühbreiten von ca. 3 mm bis über 50 mm Breite bei einem einzelnen Durchlauf. Die Breite kann über die Höhe der Z-Achse des Ventils und der Auswahl der Atomisierdüse gesteuert werden. Z.B. kann ein fächerartiger Vorhang typischerweise ein breiteres Sprühbild erzeugen als eine konische Form.
Die exakte Steuerung der Schichtdicke erfolgt durch die Einstellung des Materialflusses durch das Ventil, der Geschwindigkeit des Roboters und/oder durch Erhöhen oder Vermindern des Materials und des Atomisierdrucks.

Unterfüttern „verborgener" Bereiche

Um die Flexibilität zu maximieren, sollten beim Einsatz konformer Beschichtungen nicht nur Sprühdüsen sondern auch Nadelventile verwendet werden. Dies gestattet größere Beschichtungsleistungen. Nadelventile erlauben das Bilden von Linien und Punkten, wodurch bei vielen Leiterplatten, auf denen kleine Verbindungen geschützt werden müssen, die Zykluszeiten erhöht werden. Verborgene, oder sich auf Komponentenseiten befindliche Bereiche erfordern eine andere Annäherung. Pneumatische Schwenkachsen (**Bild 2**) für Nadelventile stellen die beste, auf dem Markt erhältliche Alternative dar. Sie gestattet dem Anwender Beschichtungen auf zu unterfüllenden Bereichen der Leiterplatte mit der Genauigkeit einer Nadeldüse aufzubringen. Diese Technik macht es möglich Komponenten-bestückte Seiten zu beschichten, mit Präzision und wiederholgenau vorzunehmen, wobei ein Maskieren überflüssig ist.

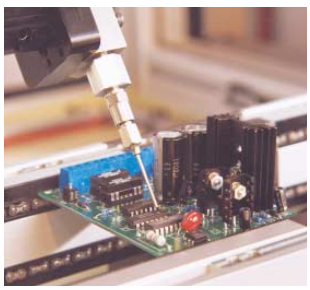

Bild 2: Pneumatische Schwenkachsen für Nadelventile

Heutzutage ist die pneumatische Schwenkachsentechnologie bei Drei-Achsensystemen weit verbreitet, jedoch noch immer in den Bewegungsmöglichkeiten eingeschränkt. Obwohl hervorragend für eine präzise Sprühbeschichtung, können zu unterfütternde Bereiche nur genutzt werden, wenn das pneumatische Schwenken an einer Seite der Platte ausgerichtet ist. Beispiel: Die Nutzung eines Drei-Achsenroboters mit pneumatischer Drehachse gestattet die gesamte Beschichtung oberhalb der Komponenten, jedoch können sie nur in einem Winkel auf der Unterseite der Leiterplatte verteilen. Zwangsläufig bestimmt die Ausrichtung auf welcher Seite Unterfütterungen möglich sind. Demzufolge ist es bei einem Drei-Achsensystem immer nur eine Seite.

Programmierbare Vier-Achsen-Technik

Um dem Arbeitsprozess die notwendige Flexibilität für das uneingeschränkte Beschichten jeder Leiterplatte, ohne die Notwendigkeit des Maskierens, zu bieten, steht ein Vier-Achsenroboter mit pneumatischer Schwenkachse zu Verfügung. Ein Vier-Achsensystem bietet sowohl programmierbare X-, Y- und Z-Achsen, als auch eine programmierbare Theta-Achse. Das bietet Beweglichkeit um 360 °. Eine Theta-Achse bietet Beschichtungen in jedem Winkel, oben, unten, links oder rechts und in jedem Inkrement dazwischen.
Leiterplatten, die zuvor nicht mit einem programmierbarem System beschichtet werden konnten, können jetzt mit einem Vier-Achsensystem schnell, einfach und ohne zu maskieren verarbeitet werden. Das Vier-Achsensystem ermöglicht zudem beliebige Bewegungsabläufe und beliebigen Einsatz auch für andere Auftragstechniken.
Das Material für konforme Beschichtung wird im Regelfall in Behältern von ca. 4,5 l bis zu zehn Gallonen (ca. 45,5 l) geliefert, abhängig davon, welche Mengen benötigt werden. Für kleinere Arbeiten können Kartuschen oder Spritzen verwendet werden. Für den Materialtransport sind Wegwerf-Teflon-Schläuche angebracht. Diese Schläuche können einfach entsorgt und in Sekunden ersetzt werden. Wird das Material für konformes Beschichten insgesamt gewechselt, kann dies bedeuten, dass die Düse mit einem Lösungs- oder Reinigungsmittel gespült werden muss. Das Wechseln des Beschichtungsmaterials sollte nur Minuten dauern, nicht Stunden, wie früher. Durch das Einsetzen mehrerer Sprühköpfe und Zuführsysteme können ebenso Anpassungen vorgenommen werden, um das Material sofort während des Programmlaufs zu wechseln.

Der Trocknungsprozess

Nachdem Beschichten ist der Trocknungsprozess ebenso ausschlaggebend für die Gesamtqualität der Baugruppe. Heutige Materialien arbeiten mit unterschiedlichen Trocknungstechniken wie durch

- UV-Licht,
- Raumtemperatur,
- Beschleunigung mittels Hitze und
- Feuchtigkeit.

Trocknen mit UV-Licht

Nach der Verarbeitung, möchte jeder so schnell als möglich seine Leiterplatte weiterbearbeiten. Bei der Reduzierung der Trocknungszeit wurden in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt. Allerdings ist zu beachten, dass jede Trocknungstechnik anders automatisiert werden muss. Durch UV-Licht getrocknetes Material kann nach sehr kurzen Prozesszeiten weiterbearbeitet werden. Das bedeutet kurze Trockentunnel und hohen Durchsatz, aber auch, wenn ordnungsgemäß eingesetzt, qualitativ hochwertige Ergebnisse. Dem Anwender sollte jedoch auch klar sein, dass er, wenn er diese Art Material verwendet, eine UV-Trockenkammer benötigt, die sich unausweichlich auf die endgültigen Projektkosten niederschlägt.
Das Trocknen kann dabei entweder in einer Inline-Trockenkammer oder in einer separaten Lichtkammer vollzogen werden. Zusätzlich müssen Vorkehrungen getroffen werden, die die Schläuche betreffen, die das Material zu den Ventilen transportieren. Schwarze Leitungen schützen gegen jede Art von UV-Licht, welches das Material trocknen könnte, bevor es das Ventil erreicht. Umgekehrt ist zu beachten, dass dieses Material nur dann trocknet, wenn es UV-Licht ausgesetzt wird. Das kann ein Problem sein, wenn Unterfütterungen oder im Lichtschatten liegende Bereiche beschichtet werden müssen. Ein Sekundärprozess für das Nachtrocknen muss eventuelle zur Verfügung stehen.
Viele konforme Beschichtungen für UV-Trocknung nutzen deshalb UV-Licht als primären Trocknungsprozess, Trocknen mit Feuchtigkeit, Hitze u.ä. als sekundären Trocknungsvorgang. Das wiederum hat Einfluss auf die Gesamtprozesszeit bzw. auf die Zeitspanne, bis die Leiterplatte für die Weiterverarbeitung bereit ist.

Mit Feuchte und Temperatur trocknen

Materialien, die durch hohe Luftfeuchtigkeit trocknen, können im Arbeitsraum oder in einer Befeuchtungskammer bearbeitet werden. Relative Luftfeuchte, Temperatur und das Vorhandensein von Karbondioxid können den Trocknungsprozess beeinflussen. Diese Variablen müssen streng überwacht werden, um eine optimale Trocknungszeit zu erreichen. ▷

Dies fällt oft schwer, wenn die Leiterplatten nur in einem Gestell im Fertigungsraum trocknen sollen. Eine Befeuchtungskammer für das Trocknen erlaubt tagaus, tagein vollständige Kontrolle über den Prozess und liefert reproduzierbare Ergebnisse. Die Trocknungszeit des Materials hängt dabei auch von der Plattengröße ab. Geringere Zykluszeiten und erhöhte Flexibilität können durch eine größere Tunnellänge erreicht werden.
Optimale Durchlaufcharakteristiken können nicht ohne einen Trocknungstunnel erreicht werden. Ein Material, das fünf Minuten in einer Feuchtigkeitskammer benötigt, um auszuhärten, kann 45 Minuten bis zu einer Stunde brauchen, um unter Raumbedingungen zu trocknen. Manche Materialien für Feuchtigkeitstrocknung können durch Zuführen von Hitze bearbeitungsfreie Zeiten nicht beschleunigen.
Im Regelfall beschleunigt Hitze den Trocknungsprozess. Hier kann ein Infrarotofen (**Bild 3**) oder ein Konvektionsofen sinnvoll sein, um den Durchlauf zu erhöhen. Das Trocknen unter Raumtemperatur kann in Abhängigkeit des Materials stark variieren.

Bild 3: Trocknen im IR-Tunnelofen

Flexibilität gefragt

Ob man zum ersten Mal einen Arbeitsprozess für konformes Beschichten entwickelt, oder ob man nur einen neuen Weg sucht – wichtig sind die Eckdaten für die jeweiligen Anforderungen.
Wie hoch ist der gegenwärtige Ausstoß? Was plant man für das nächste Jahr? Für zwei Jahre? Für fünf Jahre? Für zehn Jahre?
Welches Material solle für das konforme Beschichten verwendet werden? Wie sind die Trocknungseigenschaften? Benötigt man einen Trocknungstunnel oder werden Trockengestelle, etc., verwendet? Wird das Beschichtungsmaterial in Zukunft gewechselt werden? Wechselt das Material für die konforme Beschichtung regelmäßig? Welchen Einfluss hat das auf den gewählten Arbeitsprozess?
Wie viel Geld wird man für Maskierungsarbeiten jedes Jahr ausgeben? Kann das reduziert werden? Wie viel Materialschlupf wurde für jedes Jahr kalkuliert? Was kostet das? Wie kann das durch den Einsatz neuer Arbeitsmethoden verbessert werden?
Wird eine kalkulierbare Anzahl von Leiterplatten beschichtet werden müssen? Bleibt es bei diesen Stückzahlen oder ist die Zukunft eher ungewiss? Wie komplex sind diese Leiterplatten? Wie aufwendig sind die benötigten Maskierungsarbeiten? Welches ist die genaueste und leistungsfähigste Methode, um die jeweilige konforme Beschichtung aufzubringen?
Programmierbare Geräte bringen in diesem Zusammenhang viele Vorteile. Verringerung von Abdeckarbeiten und das Entfallen von Abdeckmaterialien sind entscheidende Faktoren selbst für kleinste Arbeiten.

Fax +49/9 11/3 26 62 99
www.aston.de
productronic **439**

***Armin Riedel**, AAT Aston, Nürnberg*