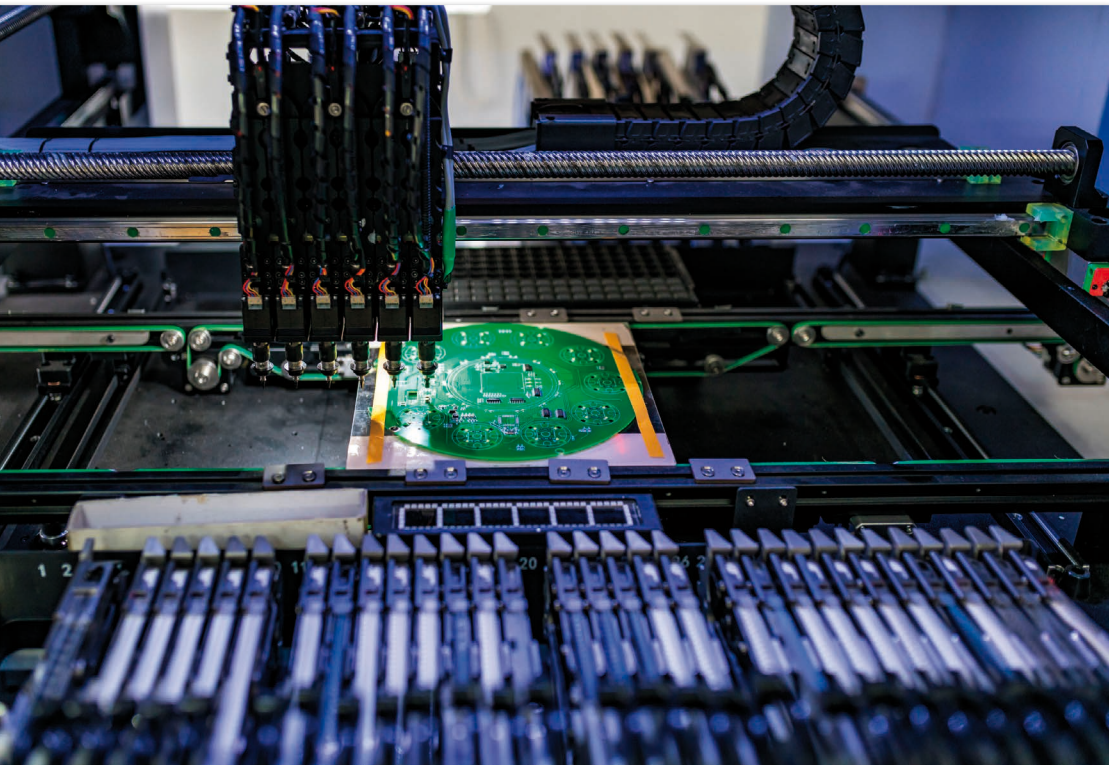


ESD-Beschichtungen für die Halbleiterindustrie

Der Artikel beschreibt, wie man das Risiko elektrischer Ladungen in der Fertigung minimiert.



ESD-Beschichtungen ergänzen dieses Konzept, indem sie Oberflächen von Werkzeugen elektrostatisch ableitfähig machen und auf diese Weise die unkontrollierte Ansammlung statischer Ladungen verhindern. Gleichzeitig ermöglichen sie den kontrollierten Transport elektrischer Ladung zur Erdung – auch auf Materialien, die von Natur aus isolierend oder schlecht leitfähig sind. So wird eine schnelle, schädliche Entladung vermieden, da sich die Spannung kontrolliert und langsam abbauen kann. Außerdem können ESD-Beschichtungen sogenannte partikelbedingte Kontaminationen reduzieren: Elektrostatisch geladene Oberflächen können verstärkt Staub anziehen.

Die Toolings der Bestückungsautomaten, die Wafer und Leiterplatten aufnehmen, bewegen und verarbeiten, arbeiten oft mit Unterdruck (Vakuumtoolings), um die empfindlichen Wafer zum Beispiel während des Transports durch eine Bestückungsanlage sicher zu fixieren. Eine ESD-Beschichtung muss hier verschiedene, durchaus komplexe Anforderungen erfüllen.

Anforderungen an eine moderne ESD-Beschichtung für Toolings

Sie muss zum Beispiel eine geringe Oberflächenrauheit bzw. eine glatte und ebene Oberflächentopographie aufweisen, um die gewünschten Vakuumwerte zu gewährleisten. Tooling-Komponenten besitzen zudem häufig komplexe oder filigrane Geometrien. Je komplexer die Form, desto anspruchsvoller ist der Beschichtungsprozess. In vielen Fällen müssen für eine traditionelle Beschichtung Geometrien angepasst werden, um mechanischen Verzug auszugleichen. Das kann jedoch zu erhöhtem Gewicht der Teile, geringerer Prozessgeschwindigkeit und Taktverlusten führen. Idealerweise erlaubt eine moderne Beschichtung deswegen die Bearbeitung diverser Geometrien – auch dünner oder empfindlicher Bauteile. Selbst feinste Bohrungen in Vakuum-Toolings können dann erhalten bleiben.

ESD-Beschichtungen von Toolings in der Halbleiterindustrie verhindern, dass sich Spannungen aufbauen und plötzlich abgeleitet werden, was die empfindlichen Komponenten der Halbleiterproduktion beschädigen oder sogar zerstören kann. Dabei stellen diese Toolings besonders hohe Anforderungen an die Beschichtung: Auch filigrane Teile mit komplexer Geometrie müssen beschichtet werden können und verklebte Komponenten dürfen im Prozess nicht zu stark erhitzt werden. Eine moderne ESD-Beschichtung lässt sich deswegen bei niedrigen Temperaturen aufbringen und bei Bedarf rückstandsfrei entfernen.

Zentrale Herausforderung bei Bestückungsautomaten

Die Halbleiterindustrie gilt als Wachstumsmarkt. In der Herstellung elektronischer Komponenten und Halbleiter nutzen alle großen Fertiger Bestückungsautomaten. In automatisierten Produktionsprozessen bewegen diese Bestückungsanlagen Leiterplatten, Platinen und Wafer mit hoher Taktfrequenz; Leiterplatten und Platinen werden dabei präzise mit elektronischen

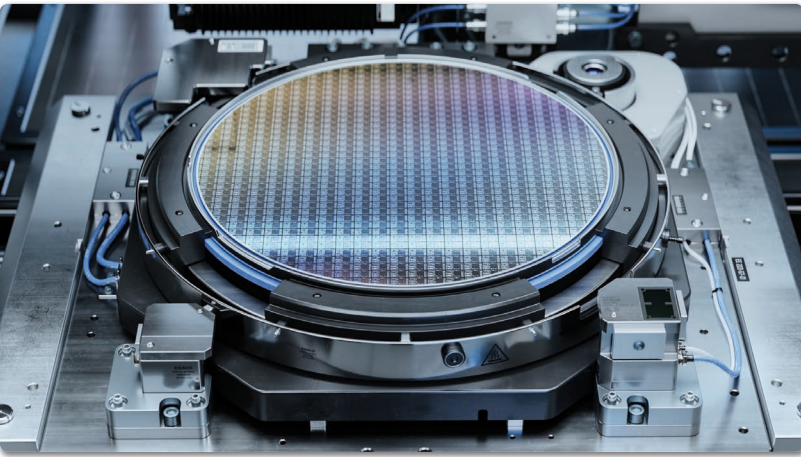
Bauteilen bestückt. Dabei stellt elektrostatische Entladung (ESD, Electrostatic Discharge) eine zentrale Herausforderung dar. ESD kann überall dort entstehen, wo durch Reibung elektrische Spannung aufgebaut wird. In der Halbleiterfertigung müssen solche Spannungen unbedingt vermieden oder kontrolliert abgeleitet werden, da selbst sehr geringe Spannungen empfindliche Bauteile beschädigen können. Defekte Komponenten beeinträchtigen die Funktionalität des Endgeräts und können für Hersteller kostenintensive Rückrufaktionen nach sich ziehen. Deshalb ist es entscheidend, Spannungsspitzen zu verhindern.

Schutzkonzepte gegen ESD in der Produktion

Schutz vor ESD wird in der Produktion grundsätzlich auf zwei Wegen erzielt: durch Erdung und durch ESD-Beschichtungen. Die Erdung stellt einen definierten Ableitpfad für elektrische Ladungen bereit. Dafür wird die gesamte Bestückungsanlage auf ein einheitliches Potenzial gebracht und alle leitenden Teile werden geerdet.



Autoren:
Nadja Müller, freie Texterin
René Wilden (oben)
Geschäftsführer
Christina Hensch (unten)
Leiterin F&E
Rhenotherm Gruppe
www.rhenotherm.de



Dies ist mit klassischen Pulverbeschichtungen häufig nicht oder nur mit hohem Aufwand (Nachbearbeitung) möglich.

Ein weiterer Faktor, der die ESD-Beschichtung komplex macht

Werkzeugkomponenten werden häufig mit temperatursensitiven Klebstoffen verklebt. Entsprechend muss die Vernetzung der ESD-Beschichtung bei möglichst niedrigen Temperaturen erfolgen, um diese Verklebungen nicht zu beschädigen. Nun werden konventionelle ESD-Beschichtungen aber häufig in mehreren Schichten aufgetragen und anschließend bei hohen Temperaturen ausgehärtet: Polymerbeschichtungen werden teilweise bei Temperaturen von bis zu 400 Grad gesintert. Solche Temperaturen sind jedoch nicht für alle Bauteile geeignet – die temperatursensitiven, verklebten Toolings können nicht so stark erhitzt werden und filigrane sowie dünne Komponenten können sich verziehen. Das Gleiche gilt für Kunststoffsubstrate, Bauteile aus Aluminium oder Legierungen mit Aluminium.

Energieeinsparung durch niedrige Prozesstemperaturen

Eine ESD-Beschichtung, die all diesen Anforderungen gerecht wird, muss deswegen bei deutlich niedrigeren Temperaturen verarbeitet werden können, um die Beschichtung temperatursensitiver Bauteile zu ermöglichen. Erfolgt die Aufbringung der Beschichtung automatisiert und ohne mechanische Vorbehandlungen wie Sandstrahlen, kann im Prozess zudem das Verziehen dünner Bauteile vermieden werden. Niedrige Prozesstemperaturen

reduzieren darüber hinaus den Energieverbrauch erheblich, was Betriebskosten und CO₂-Emissionen senkt.

Wiederbeschichtung und Nachhaltigkeit

Ein weiterer Faktor ist die Nachhaltigkeit: Toolings sind kostenintensiv in der Herstellung, weshalb ihre Wiederverwendung wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist. Wird ein ESD-Wert nach längerem Einsatz nicht mehr erreicht oder ein Bauteil beschädigt, kann das Tooling idealerweise erneut beschichtet und muss nicht entsorgt werden. Das wird dann ermöglicht, wenn sich die Beschichtung schonend mittels Photonen entfernen lässt, ohne empfindliche Bauteile zu beschädigen. Während mechanische Verfahren wie Sandstrahlen kritisch sein können, ermöglicht zum Beispiel eine SLD-Technologie eine materialschonende Entfernung mit minimalem Energieeintrag. Damit kann das Bauteil ohne Qualitätsverlust neu beschichtet werden, bei Bedarf mehrfach.

Die Lebensdauer der Beschichtung hängt stark von Produktionsintensität und Taktung ab. Viele Unternehmen halten deshalb kritische Komponenten als Ersatzteile vor. Während ein Teil neubeschichtet wird, kann ein Ersatzteil eingesetzt werden. Die Wiederbeschichtung sollte innerhalb weniger Werkzeuge erfolgen.

Eine moderne ESD-Beschichtung sollte für unterschiedlichste Substrate geeignet sein – etwa Metall, Aluminium, Kunststoffe und CFK – und damit flexibel eingesetzt werden können. Außerdem sollte sie neben dem Schutz vor ESD weitere Eigenschaften mitbringen, die für

den Einsatz in Bestückungsautomaten ausgelegt sind. Dazu können unter anderem Trockenschmierung, Gleitoptimierung und Abrasionsfestigkeit zählen. Idealerweise kann die Beschichtung darüber hinaus an spezifische Anforderungen angepasst werden, beispielsweise hinsichtlich mechanischer Belastbarkeit oder Klebstoffkompatibilität.

Fazit

Moderne ESD-Beschichtungen schützen Toolings von Bestückungsautomaten vor elektrostatischen Schäden. Niedrige Prozesstemperaturen erlauben es dabei, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu senken. Durch die Möglichkeit zur Wiederbeschichtung leisten diese ESD-Beschichtungen einen Beitrag zu nachhaltigen und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen. Sie verbinden Prozesssicherheit, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit in elektrostatisch sensiblen Anwendungen. ◀

Die Rhenotherm Gruppe

ist ein führender Spezialist für funktionale Industrie- und Polymerbeschichtungen. Mit mehr als 45 Jahren Erfahrung und einem ISO 9001:2015-zertifizierten Qualitätsmanagementsystem entwickelt Rhenotherm maßgeschneiderte Beschichtungslösungen für anspruchsvolle Anwendungen in ganz Europa.

Die Beschichtungsexpertise des Unternehmens kommt u.a. in der Halbleiterindustrie (Semiconductor), in der Brennstoffzellen- und Batterietechnologie sowie in der Umwelttechnik zum Einsatz. Bereiche, in denen höchste Präzision und Materialzuverlässigkeit entscheidend sind.