

Vertikalgalvanik: Der Tunneleffekt

(as) Der Technologiewandel infolge der Miniaturisierungserfolge der letzten Jahre macht auch vor der Leiterplattengalvanik nicht halt: Trotz der Erfolge der Horizontaltechnik, zeigt sich nun, dass die preisgünstige Vertikaltechnik noch keineswegs am Ende ist. Der Anlagenbauer Reipro mit Sitz in Sinsheim-Eschelbach hat unlängst ein revolutionäres Anlagenkonzept realisiert. Die Platten werden dabei in der vertikalen Durchlaufanlage im Kreislauf durch die Elektrolytbäder geführt. Der von Reipro entwickelte „Galvano-Tunnel“ weist besonders kompakte Abmessungen auf und ermöglicht sehr gleichmäßige Abscheidungsraten. Damit eignet sich die Vertikalanlage bestens für anspruchsvolle Schaltungen mit hohem Aspect Ratio. Der erste Anwender, die Fa. Elprint in Bergen/Norwegen ist jedenfalls von den Vorzügen der Tunnel-Technologie überzeugt.

Ein wichtiger Trend ist über die Jahre hinweg ungebrochen: Die in Deutschland und Europa produzierten Leiterplatten werden im Laufe der Zeit im Durchschnitt technologisch immer anspruchsvoller. Hochlagige Multilayerschaltungen mit sehr kleinen Durchgangsbohrungen und/oder Microvia-Sacklochschaftungen sind heute keineswegs mehr die Ausnahme sondern oft schon die Regel. Diese Entwicklung stellt vor allem die galvanische Kupferabscheidung vor Probleme. Um nämlich ausreichende Schichtstärken in Bohrungen mit ungünstigem aspect ratio (= Verhältnis Lochdurchmesser zu Lochtiefe) zu erzielen, ist ein hoher anlagentechnischer Aufwand nötig. Je höher beispielsweise die Stromdichte im Galvanomodul eingestellt wird, desto schneller erfolgt die Abscheidung, desto größer sind aber auch die Schichtdickenschwankungen über den Leiterplattennutzen hinweg (Makrostreuung) bzw. im Vergleich Lochkante zu Lochmitte (Mikrostreuung).

Geringere Stromdichten führen meist zu gleichmäßigeren Abscheidungsergebnissen, verlängern im Gegenzug aber auch die Badtauchzeiten, was naturgemäß Auswirkungen auf die Produktivität und/oder die Anlagenlänge hat. Hier einen brauchbaren Kompromiss zu finden, ist mitunter nicht ganz einfach.

Viele Leiterplattenhersteller haben sich in jüngster Zeit für horizontale Durchlaufanlagen entschieden. Die Elektrolytzirkulation und die Strömungsverhältnisse in den Bohrungen lassen sich mit dieser Technologie auf Grund der anlagenspezifischen Flutungs- und Spülmethode in recht engen Grenzen kontrollieren. Herkömmliche vertikale Tauchanlagen weisen da schon ein deutlich größeres Galvanofenster auf – selbst mit integrierter RPP-Technik (Reverse Pulse Plating) – treten mitunter hohe Streuwerte auf. Ein besonders Problem stellen bei den traditionellen Tauchanlagen die Warenstangen dar. Um hohe Durchsatzraten zu erzielen, werden meist rechte breite Anlagen realisiert, in deren Gestelle mehrere Leiterplattennutzen eingespannt werden können. Je länger jedoch die Warenstangen bzw. Gestellkathoden desto größer ist die Gefahr einer hohen Makrostreuung, da in großen Badwannen Feldstärkenunterschiede und damit unterschiedliche Abscheidungsraten unvermeidlich sind. Weniger breite Anlagen sind in dieser Hinsicht unkritischer, verfügen aber meist über eine zu geringe Produktivität für die Serienfertigung.

DER TUNNELEFFEKT: VERTIKALE DURCHLAUF-GALVNIK FÜR HÖCHSTE QUALITÄT

Von diesem Grundproblem ausgehend hat Reipro ein völlig neues Anlagenkonzept entwickelt, welches die Vorzüge der Vertikaltechnik und der Vollautomatisierung in sich vereint. Das Ergebnis ist eine äußerst kompakte Galvanoanlage mit einem Durchsatz von 5 qm/Stunde bei einer Standardaufstellfläche von lediglich 8 x 8 Metern, die speziell für die Anforderungen von kleinen und mittelständischen Leiterplattenherstellern ausgelegt ist. Die so genannte Tunnel-Galvanik ist im Prinzip quadratisch aufgebaut. In vergleichsweise konventionellen, vertikalen Badstationen erfolgt die Vorbehandlung bzw. Nachbehandlung der Platten im



Blick in den geöffneten Galvano-Tunnel - die Platten werden quer durch die Galvanozellen geführt



links - konventionelle, vertikale Vorbehandlung: kurze Warenstangen ermöglichen kompakte Badwannen
rechts: Blick auf den Galvanotunnel: die Platten werden quer durch die Galvanozellen geschleust

Tauchverfahren. Die eigentliche Kupferabscheidung erfolgt im so genannten Galvanotunnel, der die Vor- und Nachbehandlungslinie verbindet ebenso wie die abschließenden Spülmodule, so dass ein echter Kreislaufprozess realisiert wird. Der eigentliche, aus Durchsatzgründen zweireihige Galvanotunnel setzt sich aus zwei x acht hintereinandergeschalteten, sehr kompakten Galvanozellen zusammen. Jede Zelle innerhalb des Tunnels bildet einen eigenständigen galvanischen Stromkreis mit eigener Gleichrichteran-

steuerung. Dadurch wird verhindert, dass sich die Galvanozellen gegenseitig beeinflussen. Beim Ein- bzw. Ausfahren der Anlage kann also auf so genannte Dummy-Schaltungen verzichtet werden, wodurch die Anlagenverfügbarkeit deutlich erhöht wird. Noch wichtiger ist, dass dieses Prinzip es erlaubt, in den einzelnen Modulen unterschiedliche Stromdichten zu fahren, und so besonders gleichmäßige Abscheidungsraten über den gesamten Leiterplattennutzen hinweg zu realisieren. Dieser Umstand macht den Tunnel übrigens

nicht nur für die Lochmetallisierung so interessant sondern vor allem auch für den Leiterbilddaufbau im Pattern- bzw. Panel-Plating-Verfahren. Außerdem weist die Tunnelgalvanik dadurch auch eine sehr hohe Flexibilität auf. Im Extremfall können sogar Prototypenschaltungen mit individuell abgestimmten Parametereinstellungen nahtlos durch die Bäder geschleust werden.

Der Clou der neuen Reipro-Anlage sind die kurzen Warenstangen. Diese ermöglichen es, sehr kompakte Bäder und Zellen mit geringem Badvolumen zu verwenden, die in ihren Abmessungen kaum größer sind als der jeweilige maximale Leiterplattennutzen von z.B. 610 x 610 mm. Dadurch wird nicht nur die Badwartung erleichtert, sondern auch ganz wesentlich zu einer gleichmäßigeren Stromdichteverteilung beigetragen. An beiden Enden des Tunnels befinden sich jeweils eine Be- und Entladestation zur Übergabe an die Transportwagen der beiden Badreihen/-linien. Die kleinen Warenstangen werden taktweise in die erste



Gegründet wurde die Reipro Galvano-Aparatebau GmbH im Jahr 1982 durch Reinhard Proske (im Bild rechts). Zunächst vor allem auf die Klein- und Laborgalvaniken der sehr erfolgreichen Baureihe Galvanomaster spezialisiert, befasst sich das Familienunternehmen bereits seit einigen Jahren auch mit dem Bau von konventionellen, vertikalen „Linear-Galvanikanlagen“ für die Leiterplatten-Serienfertigung, dem Sondermaschinenbau sowie Trommel- und Gestellanlagen für die allgemeine Metallgalvanik. Jüngste Neuentwicklung der Technologie-Schmiede ist die sogenannte Tunnel-Galvanik, die vor allem in der Leiterplattentechnologie eingesetzt wird. Junior-Geschäftsführer Paul Proske (links) ist davon überzeugt, dass die Vertikaltechnik mit diesem Verfahren eine Renaissance erleben wird. „Qualitativ sind die Produktionsergebnisse durchaus mit Horizontalanlagen vergleichbar - bei deutlich günstigerem Preis-/Leistungsverhältnis.“ ■

Die kleinen Warenstangen werden taktweise in die erste

Galvanozelle getaucht und dann mittels pneumatischer Verschiebezylinder jeweils in die nächste Zelle verschoben und auf diese Weise Schritt für Schritt durch den Galvanotunnel geschleust. Die Führung der Warenstangen innerhalb der beiden Tunnel erfolgt über spezielle Schienensysteme, die gleichzeitig die Stromzuführung übernehmen. Eventuell auftretende Feldstärkenunterschiede innerhalb der einzelnen Galvanozellen werden – anders als bei herkömmlichen vertikalen Tauchanlagen – ausgeglichen, da jeder Nutzen jeden Feldstärkebereich einmal durchläuft und so ein regelrechtes „Fine-Tuning“ der Kupferabscheidung möglich ist. „Abscheidungsschatten“ und unterschiedliche Schichtstärken Plattenrand zu Plattenmitte gehören damit der Vergangenheit an. Das Abscheidungsergebnis mit dieser Methode kann sich sehen lassen und ist durchaus mit dem einer Horizontalanlage vergleichbar – bei deutlich niedrigeren Anlagenkosten und oft sogar geringerer Aufstellfläche.

Um Luftblasen in den Bohrungen zu vermeiden und einen guten Stoffaustausch zu gewährleisten, sind die Laufwagen bzw. Warenstangen zusätzlich mit einer stufenlosen und SPS-steuerbaren Vibrationstechnik ausgestattet. Die von Reipro favorisierte Unterniveauekontaktierung der Titan-Anodenkörbe ermöglicht einen fehlerfreien Stromfluss, da sich so nahezu parallele Feldlinien realisieren lassen, die eine Voraussetzung für geringe Streuwerte sind. Die Anoden- und Kathodenbereiche werden mittels Diaphragma-Membranen getrennt. Auf eine gute Zugänglichkeit der Anodenkörbe wurde von vornherein großen Wert gelegt: Über Abdeckhauben sind die einzelnen Galvanozellen zugänglich, so dass bei Bedarf problemlos die Kupferanoden nachgefüllt werden können. Der Wartungsaufwand wird dadurch minimiert. Ebenfalls sehr wichtig für die sehr guten Abscheidungsergebnisse ist die besondere Spültechnik, die sich Reipro hat einfallen lassen. Ähnlich wie beim Galvanotunnel werden die Kleinwarenstangen mit dem Nutzen über einen pneumatischen Hubzylinder längs in einer zweizonigen, vertikalen Spritzsprühstation verschoben. Innerhalb der Spülstation befinden sich mehrere Spritzkränze, die z.T. von pneumatischen Doppelmembranpumpen gespeist werden. Dieses Konstruktionsprinzip entspricht letztlich einer



die Unterniveauekontaktierung der Titan-Anodenkörbe ermöglicht einen fehlerfreien Stromfluss

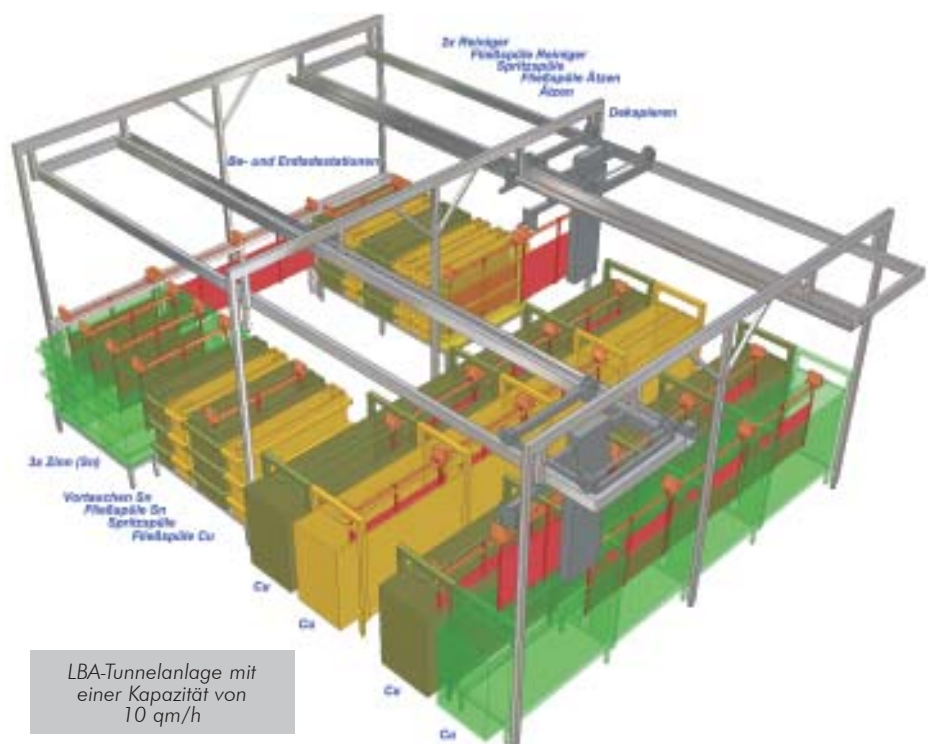
Mehrfach-Kaskadenspülung, wie sie sonst nur in Horizontalanlagen eingesetzt wird. Auf diese Weise ist eine optimale Spülqualität bei einem sehr geringen Wasserverbrauch möglich.

FLEXIBILITÄT IST TRUMPF

Eines der Hauptmerkmale der Tunnelgalvanik ist neben der hohen Abscheidungsqualität vor allem die Flexibilität der Anlage. Der erste Anwender, die Fa. Elprint in Norwegen, hat sich auf hochwertige Leiterplatten in kleinen und mittleren Stück-

zahlen in Tenting-Technik spezialisiert. Selbst Prototypenschaltungen lassen sich mit der Reipro-Anlage verarbeiten, ohne dass die Anlage zunächst leer gefahren werden muss – die individuelle Ansteuerung der Galvanozellen im Tunnel über die moderne SPS macht's möglich. Obwohl zunächst für kleine und mittelständische Leiterplattenhersteller ausgelegt, erlaubt es die Modulbauweise auch Anlagen mit höherer Kapazität zu konzipieren. Dazu kommt, dass das von Reipro entwickelte Tunnelprinzip fast schon universell einsetzbar ist. So lassen sich nicht nur vollautomatisierte Durchkontaktierungsanlagen realisieren, denkbar sind insbesondere Anlagen für den Leiterbildaufbau (LBA) und sogar Systeme für die Beschichtung von flüssigem ED-Resist (Electro Deposition/Elektrophorese). Eine sehr kompakte LBA-Anlage mit einem Durchsatz von 10 qm/Stunde bei einer Aufstellfläche von lediglich 40 qm haben die Sinsheimer Maschinenbauer bereits in Planung – weitere sollen schon bald folgen.

Reipro Galvano-Apparatebau GmbH
Am Forst 30-32
D-74889 Sinsheim-Eschelbach
Tel.: 07265/9140-0
Fax: 07265/9140-40



LBA-Tunnelanlage mit einer Kapazität von 10 qm/h