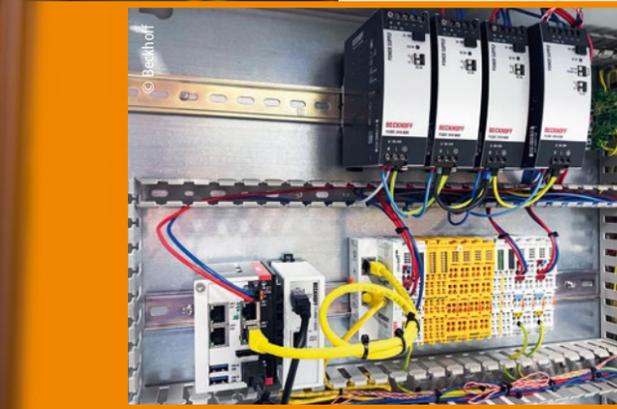


eXtreme Fast Control (XFC) und EtherCAT
in der Halbleiterfertigung

Advanced Packaging bei 3D-Strukturen im Mikrometerbereich



Gesteuert wird der Drucker von einem Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6017 (l.); die notwendige Energie für die sehr hohen und kurzen Stromimpulse stellen kompakte Hutschienen-Netzteile PS2001 (o.) bereit.

Die Impulse Printing™ Technology von Fonotech ermöglicht eine schnelle und berührungslose 3D-Bedruckung von Wafern und Leiterplatten mit leitfähiger Tinte im µm-Bereich.

Elektronikkomponenten und deren Strukturen werden immer kleiner und damit deren Kontaktierung umso schwieriger. Herkömmliche Verfahren stoßen längst an ihre Grenzen, das Impulse Printing™-Verfahren des niederländischen Start-ups Fonotech nicht. Es ermöglicht Advanced Packaging von Halbleitern in 3D-Strukturen im Mikrometerbereich. Zentrale Bestandteile des Verfahrens sind die XFC-Technologie von Beckhoff und EtherCAT.

Die Miniaturisierung der Elektronik-Komponenten macht es immer schwieriger, die Verbindungsstrukturen zwischen den Bauteilen mit den üblichen, auf Lithografie basierenden Prozessen wirtschaftlich und zuverlässig herzustellen. „Traditionelle Herstellungstechniken stoßen an ihre Grenzen, die wir mit unserer Impulse Printing™ Technology durchbrechen“, so Fabien Bruning, CTO des niederländischen Start-ups Fonotech B.V. in Eindhoven.

Wichtigste Komponenten des Verfahrens sind Druckplatten aus Silizium mit den eingetätzten µm-feinen Strukturen. Diese Strukturen nehmen die Tinte auf, die im nachfolgenden Prozessschritt auf den Substraten (Leiterplatten) aufgebracht wird. Neben den eingetätzten Leiterbahnen ist in den Druckplatten zusätzlich eine Heizstruktur eingearbeitet. Dazu erläutert Fabien Bruning: „Ein sehr hoher und kurzer Stromimpuls sorgt dafür, dass eine winzige Menge des Lösungsmittels der Tinte an der Grenzschicht zum Wafer schlagartig

verdampft.“ Dadurch wird die Tinte vom Wafer abgesprengt und auf die Leiterplatte geschleudert. „Das funktioniert selbst bei einem Abstand von über 60 cm recht gut, wenn auch mit geringerer Genauigkeit“, ergänzt Rob Hendriks, CEO von Fonotech.

Wichtig ist, dass das Druckverfahren kontaktlos und schnell abläuft. Denn mit einem einzigen Stromimpuls lassen sich Tausende von Zeilen in weniger als 1 ms auf eine Leiterplatte oder andere Substrate drucken. Zudem ermöglicht eine selektive Erwärmung der Heizstrukturen eine lokale Ausrichtung zwischen der zu druckenden Struktur und dem Substrat. Der von Fonotech entwickelte Druckkopf deckt eine Fläche von 128 x 128 mm ab und kann alle gängigen Tinten verarbeiten. „Damit lassen sich in kurzer Zeit 300-mm-Wafer oder Flächen von 600 x 600 mm bedrucken, ein Format, das derzeit Einzug in die Backend-Halbleitermontage hält“, so Fabien Bruning. Mit einer flachen Heizplatte und

einem Schablonendruckverfahren können in derselben Maschine noch größere Strukturen hergestellt werden, z. B. für Flachbildschirme. Dazu lassen sich einfach mehrere Druckköpfe nebeneinander montieren.

Schnell und präzise mit PC-based Control

Automatisiert wird der Prozess mit PC-based Control von Beckhoff. „Zusammen mit EtherCAT und der XFC-Technologie kann Fonotech die verschiedenen Module der Maschine in Echtzeit und mit der notwendigen Präzision synchronisieren und positionieren“, erklärt Stijn de Bruin, Vertriebsingenieur von Beckhoff Niederlande. Beim Bau des Prototyps beschloss Fabien Bruning von Anfang an, so viele Standardkomponenten wie möglich zu verwenden: Die Wahl fiel u. a. wegen der Flexibilität der Steuerungssoftware TwinCAT 3 auf Beckhoff, wie Fabien Bruning ausführt: „Wir haben z. B. Algorithmen in Simulink® erstellt, die wir in Echtzeit in TwinCAT ausführen.“ Darüber hinaus gebe es viele Drittanbieter, die Komponenten mit EtherCAT-Schnittstelle anbieten. Zudem ist EtherCAT von der SEMI™ (Semiconductor Equipment and Materials International) als Kommunikationsstandard (E54.20) akzeptiert. Deshalb arbeitet Fabien Bruning auch daran, den Druckkopf als separates Modul mit EtherCAT-Interface anzubieten: „Dies würde es anderen Unternehmen der Halbleiterindustrie sehr erleichtern, unsere Technologie in ihre Maschinen zu

integrieren.“ Zudem ließen sich dann mehrere Druckmodule zu einem großen Druckkopf kombinieren, die über die Distributed Clocks von EtherCAT und XFC größere Strukturen mit hoher Präzision drucken. Aktuell setzt Fonotech einen Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6017 ein, auf dem TwinCAT 3 PLC/NC PTP, TwinCAT 3 Target for Simulink® und TwinCAT 3 HMI ablaufen. Die Bildverarbeitungsapplikation wird aktuell auf einem 19-Zoll-Einschub-Industrie-PC C5240 ausgeführt. Dazu Fabien Bruning: „Den Algorithmus könnten wir wahrscheinlich auch im C6017 laufen lassen, während der Entwicklung ist es aber bequemer, wenn er auf einem separaten Industrie-PC installiert ist.“

5 µm Auflösung sind das Ziel

Aktuell druckt der Prototyp mehrere 10 µm breite Muster auf die Substrate. „Solche feinen Strukturen schaffen die meisten Drucktechniken bereits nicht mehr“, erklärt Rob Hendriks. Doch das reicht Fonotech nicht: Das Ziel sind 5 µm breite Linien mit einem Überlagerungsfehler im Submikrometerbereich. Das für den Druck mit dieser hohen Präzision erforderliche exakte Timing der Abläufe basiert auf der eXtreme Fast Control Technology von Beckhoff. Zudem ist es notwendig, das aktuelle Bewegungskonzept auf eine luftgelagerte Submikrometer-Plattform zu migrieren. „Aufgrund der Offenheit und Flexibilität von PC-based Control funktioniert das mit der gleichen Hardware und Steuerungsphilosophie“, betont Stijn de Bruin.

In der Betaversion der Anlage sind neben dem luftgelagerten System verschiedene Motorvarianten und eine Handhabungsbühne integriert. Die kompakte Antriebstechnik für den Kleinspannungsbereich bis 48 V – die EtherCAT-Servomotorklemmen EL72xx und Servomotoren AM8100 – könnte hier zusätzlich Platz und Aufwand bei der Montage und Inbetriebnahme sparen. Fabien Bruning sieht die Integration von verteilten Steuerungen und EtherCAT-Funktionalität als weitere interessante Optionen: „Tatsächlich gibt es am Markt nicht so viele Alternativen zu PC-based Control, wenn man Funktionseinheiten mit eigenem performanten Slave-Controller und integrierter Motion entwickeln und vermarkten möchte.“

weitere Infos unter:

www.fonotech.com

www.beckhoff.com/halbleiterfertigung

CTO Fabien Bruning (l.) und CEO Rob Hendriks (r., beide Fonotech) mit Stijn de Bruin (Mitte), Vertrieb Beckhoff Niederlande, vor dem Proof of Concept der Technologie.

