

Komplexe Microvia-Leiterplatten für Klein- und Mittelserien

Leiterplattenhersteller Greule setzt auf Laserbohrtechnik
Laserbohrmaschine der neuesten Generation ermöglicht
Mikrosacklöcher mit Lochdurchmesser unter 120 µm

(as) Die Einführung der Laserbohrtechnologie sorgt zurzeit für eine regelrechte Revolution in der Leiterplattentechnik: Liegt nämlich beim traditionellen mechanischen Bohren die Grenze des wirtschaftlich Machbaren bei einem Lochdurchmesser von ca. 0,3 bis 0,2 mm so ermöglicht die Lasertechnik die Realisierung von wesentlich feineren Löchern mit Durchmessern deutlich unter 150 µm. Die auf diese Weise möglichen dramatisch kleineren Restringbreiten erlauben es sogar, die Bohrungen direkt auf den Landepads der Bauelemente unterzubringen. Die Platzeinsparung, die sich durch die Einführung der Microvia-Technologie erzielen lässt, ist enorm. Die Verbindungsdichte kann folglich erheblich gesteigert werden, was angesichts der ständig steigenden I/O-Anzahl moderner Bauelemente auch notwendig ist. Freilich ist die Fertigung von Microvia-Schaltungen alles andere als trivial. Die Toleranzgrenzen sind erheblich enger gesteckt, als bei der bisherigen Standardtechnologie. Ein Vorreiter auf diesem Gebiet ist der Leiterplattenhersteller Greule. Das in Engelsbrand bei Pforzheim ansässige Unternehmen befasst sich bereits seit fast zwei Jahren mit der Microvia-Technologie. Bereits im September 1999 wurde eine hochmoderne Laserbohrmaschine im Werk Langenbrand installiert. In einer Entwicklungspartnerschaft mit dem Maschinenhersteller Posalux wurde die neue Technik optimiert. Heute werden äußerst zuverlässig eine Vielzahl von Basismaterialien - von RCC-Folien bis hin zu konventionellem FR4 - bearbeitet und komplexe Schaltungen unter anderem für Embedded Systems, Industriecomputer und die Kfz-Industrie gefertigt.

handelt es sich um ein in der Leiterplattentechnik neues Verfahren. Es gilt nicht nur aus einer Vielzahl auf dem Markt angebotenen Systeme den geeigneten Lasertyp auszuwählen und die Laserbohrparameter zu optimieren, mindestens ebenso wichtig wie der eigentliche Bohrprozess sind die vor- und nachgeschalteten Prozesse. Dies fängt schon bei der Registrierung an, denn naturgemäß erfordert die extrem hohe Packungsdichte eine wesentlich höhere Passergenauigkeit beim Bohren aber auch beim Belichten und dem Verpressen der Microvia-Lagen. Ein weiteres Problem ist die Oberflächenwelligkeit des Basismaterials. Die Dicke des Basismaterials hat einen großen Einfluss auf die Bohrparameter. Von ihr hängt z.B. die Zahl der nötigen Laserpulse um die gewünschte Lochtiefe zu erzielen ab. Und die Zahl der Laserpulse beeinflusst wiederum maßgeblich die Produktivität des Bohrprozesses aber auch die Lochqualität - unabhängig vom jeweils eingesetzten Lasertyp.

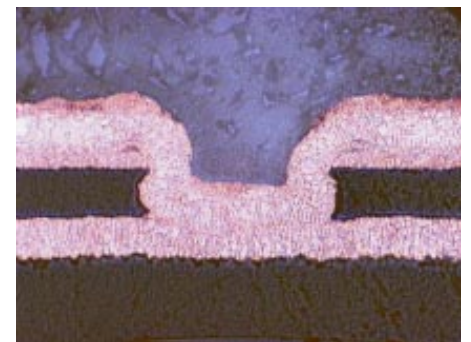
Im Prinzip werden von den Laserbohrmaschinenhersteller derzeit zwei Lasertypen favorisiert, der CO₂- und der UV-YAG-Laser. CO₂-Laserlicht wird im Normalfall vom Kaschierungskupfer reflektiert, so dass CO₂-Laser lediglich das Dielektrikum (Glas/Harz) bearbeiten können. Diese Aufgabe erledigen sie allerdings besonders schnell. Auf der anderen Seite muss bevor ein CO₂-Laser eingesetzt

werden kann, zunächst das Kupfer „geöffnet“ werden. Dies geschieht in der Regel mit Hilfe eines hochenergetischen UV-Lasers. UV-YAG-Laser können sowohl das Kupfer als auch das Dielektrikum bearbeiten, sind aber von Haus aus langsamer als CO₂-Laser. Jedoch ermöglichen die wesentlich niedrigeren Wellenlängen des UV-Lichtes die Einbringung von noch kleineren Lochdurchmes-

sen. Auch die Lochreinigung und mithin die Lochqualität bereitet mit UV-YAG-Lasern deutlich geringere Probleme als bei herkömmlichen CO₂-Lasern, denn bei CO₂-Laserlicht besteht auf Grund der hohen Wellenlänge systembedingt und unabhängig von der Zahl der Laserpulse immer die Gefahr, das Harzreste im Loch verbleiben, so dass der Desmear-Schritt bei diesem Lasertyp von extremer Bedeutung ist. UV-YAG-Laser lassen sich dagegen enger fokussieren und verfügen damit über ein noch höheres Zukunftspotenzial. Lochdurchmesser von 50 µm



sem. Auch die Lochreinigung und mithin die Lochqualität bereitet mit UV-YAG-Lasern deutlich geringere Probleme als bei herkömmlichen CO₂-Lasern, denn bei CO₂-Laserlicht besteht auf Grund der hohen Wellenlänge systembedingt und unabhängig von der Zahl der Laserpulse immer die Gefahr, das Harzreste im Loch verbleiben, so dass der Desmear-Schritt bei diesem Lasertyp von extremer Bedeutung ist. UV-YAG-Laser lassen sich dagegen enger fokussieren und verfügen damit über ein noch höheres Zukunftspotenzial. Lochdurchmesser von 50 µm



Erfahrung ist das A und O bei der Fertigung von diffizilen Microvia-Schaltungen, denn bei der Laserbohrtechnologie

und darunter sind mit UV-YAG-Lasern durchaus machbar. Der große Nachteil dieses Lasertyps ist jedoch, dass es mitunter schwierig ist, die genaue Bohrtiefe einzustellen. Da nämlich auch Kupfer bearbeitet werden kann, stoppt der Bohrprozess nicht automatisch auf dem Zielpad der untenliegenden Lage. Die Optimierung der Bohrparameter erfordert beim Einsatz von UV-YAG-Lasern deshalb ein hohes Maß an Know-how. Und genau an dieser Stelle kommt die Erfahrung des Leiterplattenherstellers ins Spiel, denn je nach eingesetzten Basismaterialtyp und abhängig von der Substratdicke variiert die Zahl der Laserpulse. Greule hat sich in den letzten Monaten in dieser Hinsicht einen großen Kompetenzvorsprung erarbeitet, denn der mittelständische Leiterplattenhersteller gehört zu den ersten Produzenten in Deutschland, die die UV-YAG-Lasertechnik in der Serienproduktion einsetzen.

Zusammen mit dem Bohrmaschinenpezialist Posalux hat Greule das neue Verfahren ausführlich erprobt. In einer Entwicklungspartnerschaft wurden die Laserbohrparameter beispielsweise für die Bearbeitung der kritischen FR4-Laminate optimiert. Insbesondere die Genauigkeit des Laserbohrprozesses aber auch der vor- und nachgelagerten Arbeitsschritte konnte auf diese Weise erheblich gesteigert werden. Beim Verpressen der Microvia-Lagen setzt Greule beispielsweise heute auf die stiftlose Verpressung. Die einzelnen Lagen werden dabei mit Referenzmarken versehen, die freigelasert und dann optisch vermessen werden. Statt das Multilayerpaket in ein starres Presspaket zu zwängen, werden die Lagen vor dem Verpressen verschweißt. Auf diese Weise lässt sich eine Genauigkeit mit lediglich 5 µm Toleranz erreichen.

Greule setzt im Zweigwerk in Langenbrand ein Lasersystem vom Typ ViaMagic 600 des Maschinenherstellers Posalux ein. Damit lassen sich Lochdurchmesser von 25 µm bis 500 µm erzeugen bei einer Positioniergenauigkeit von 2,5 µm. Das System arbeitet mit einem Nd-YAG-Laser, mit einer Wellenlänge von 355nm und einer Leistung von 3 Watt. Die Positionierung erfolgt über vier Laser-Targets auf den Platinen und maschinenseitig über ein Positioniersystem mit Laser-Interferometer. Das Datei Format wird über Gerber Daten bzw. Excellon-Daten auf

Die Greule GmbH zählt zu den traditionsreichsten Leiterplattenherstellern in Deutschland und Europa. Im Jahre 1954 gründete Fritz Greule das Unternehmen zunächst als eine grafische Anstalt für die Schmuck- und Uhrenindustrie, aber schon 1955 wurde die erste Leiterplatte hergestellt, die dann ab



1959 in Serien produziert wurden. Heute beschäftigt das Unternehmen zwei Werken in Engelsbrand und Langenbrand rund 230 Mitarbeiter. Als Umsatzziel für das laufende Geschäftsjahr 2000 hat sich der Leiterplattenspezialist die Marke von 42 Mio. DM gesetzt. Allein in den letzten beiden Jahren hat Greule über 3 Mio. DM in den Ausbau der High-Tech-Fertigung investiert. So wurden z.B. neben der Laserbohrmaschine zusätzlich hochmoderne, automatische Belichtungssysteme angeschafft, ebenso wie eine eigene Chemisch Zinn-Linie für das Oberflächenfinishing sowie neue Systeme zur Lötstopfmassenbeschichtung installiert und das Masslam-Verfahren in die Multilayer-Produktion eingeführt. ■

das Maschinenformat umgesetzt. Die Laserstandzeit beträgt über 15.000 Stunden, so dass das System besonders wartungsarm und damit kostengünstig betrieben werden kann. Nach einer Erprobungsphase befindet sich das System seit gut einem halben Jahr im Produktionseinsatz. Das besondere an dem Lasersystem, zu dem Posalux die Präzisionsmechanik und der Laserspezialist Heidelberg Instruments das Laser-Know-how beisteuerten, ist das so genannte Multifrequenz-Laser-Verfahren. Dabei wird die kritische Kupferkaschierung des Basismaterials mit einer Pulsfrequenz von 15 kHz und das eigentliche Dielektrikum mit der doppelten Frequenz von 30 kHz bearbeitet. Dadurch lässt sich die Bohrgeschwindigkeit des Nd-YAG-Lasers optimal auf den Materialmix des Basissubstrates abstimmen. Die Produktivität des Laserbohrprozesses konnte so erheblich gegenüber den UV-Lasersystemen der ersten Generation gesteigert werden.

Natürlich ist nicht nur das Bohren von kleinsten Löchern in der Microvia-Technik gefragt, sondern auch das Verkupfern der Sacklochbohrungen ist ein überaus wichtiges Thema. Für den Durchkontaktierungsprozess setzt Greule übrigens auch für die komplexen High-Tech-Schaltungen nach wie vor die besonders umweltfreundliche Direktmetallisierung ein. Wesentlich kritischer ist die an-

schließende galvanische Kupferbelegung. Die Metallisierung der lasergebohrten Microvias setzt nämlich ein akzeptables Streuverhalten der Kupferabscheidung sowohl auf der Plattenoberfläche (Makrostreuung) als auch auf den Lochwandungen der Microvias und der mechanisch gebohrten Durchgangsbohrungen (Mikrostreuung) voraus, um auch in Bohrungen mit ungünstigem Aspect Ratio (=Verhältnis Lochdurchmesser zu Lochtiefe) immer die vom Designer vorgegebene Mindestschichtdicke zu erzielen. Um zu entsprechenden Metallisierungsergebnissen zu kommen, ist in der Regel eine deutliche Absenkung der Stromdichte im Galvanoautomaten notwendig. Die Folge sind dann letztlich Kapazitätseinbußen in der Galvanik. Auch im Hause Greule war dies ursprünglich der Fall. Dies führte recht schnell zur Anschaffung einer modernen Reverse-Pulse-Plating-Anlage, die in den vorhandenen Galvanoautomaten integriert wurde. Die Pulse-Plating-Technik ermöglicht eine gute Streuung der Kupferabscheidung in den Bohrlöchern bei einer vergleichsweise hohen Stromdichte. Kapazitätsempässen auf Grund der Metallisierung von toleranzkritischen Microvia-Schaltungen konnten damit vermieden werden.

Greule GmbH
Salmbacher weg 35
D-75331 Engelsbrand
Tel.: 07082/793-0