

Neue Verfahren für neue Technologien

Die Leiterplattentechnik ist bedingtermaßen eng mit der Chip-technologie verbunden. Die Entwicklung der Leiterplatte vollzieht sich deshalb genauso rasant wie der Fortschritt bei den Halbleiterschips. Immer hochintegriertere Bausteine mussten durch immer komplexere Leiterplatten miteinander verbunden werden. Die konventionelle Technik wurde durch SMD-Technik ersetzt, die Anzahl der Lagen stieg. Mit der Weiterentwicklung der Leiterplatte veränderten sich auch die Anforderungen an die Bohrungen. Die „einfachen“ Bohrungen durch alle Ebenen mit einem Durchmesser größer 1 mm zur Kontaktierung bedrahteter Bauteile traten in den Hintergrund. Heutzutage werden Bohrungen hauptsächlich dazu benutzt, verschiedene Ebenen einer Leiterplatte miteinander zu verbinden. Dabei sind die Platzverhältnisse äußerst beengt, wodurch möglichst kleine Bohrdurchmesser gefordert sind.

Ilfa hat von je her die Weiterentwicklung der konventionellen Bohrtechnik beständig vorangetrieben. Die Leistungsfähigkeit ist im Laufe der Zeit bereits erheblich gesteigert worden und wird auch in Zukunft weiter verfeinert werden. Jedoch stößt man mit den bestehenden Verfahren an Grenzen, die wohl nur durch neue Bohrtechniken durchbrochen werden können. Diese neuen Bohrverfahren gilt es auf die Serienproduktion zu adaptieren und auch weiter zu entwickeln.

Die Bohrungen einer Leiterplatte werden in drei Kategorien eingeteilt:

- ▶ Montagebohrungen,
- ▶ Bauteilbohrungen und
- ▶ Kontaktierungen.

Montagebohrungen

Montagebohrungen werden zur Befestigung der Leiterplatte im Gehäuse, zur Befestigung von Baukörpern auf der Leiterplatte oder auch zur Justage einstellbarer Bauteile genutzt. Sie gehen durch alle Ebenen eines Multilayers hindurch. Montagebohrungen können nicht kontaktiert (ndk) sein und somit zur reinen Montage dienen.

Sie können aber auch kontaktiert (dk) sein und damit z.B. die Funktion einer Bauteilbohrung haben oder Ground-Layer mit dem Gehäuse verbinden oder auch Kühlkörper an Wärmeableitflächen anschließen. Üblicherweise bewegt sich der Bohrdurchmesser von Montagebohrungen zwischen 1,70 und 6,40 mm in Abstufungen von 0,05 mm. Bohrdurchmesser größer 6,40 mm gelten als Fräskontur.

bei aber niemals als Bauteilbohrung fungieren. Bohrdurchmesser von mechanischen Kontaktierungen zwischen 0,05 und 0,55 mm in Abstufungen von 0,05 mm werden als Vias bezeichnet. Bei mechanischen Kontaktierungen die kleiner als 100 µm und größer als 50 µm sind, spricht man von Microvias. Bohrdurchmesser kleiner 90 µm können auch als Laservias oder Photovias ausgelegt werden.

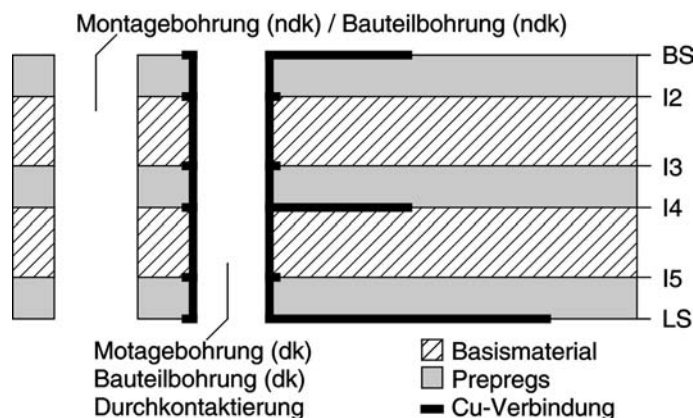


Bild 1: Durchkontaktierungen gehen stets durch alle Ebenen eines Multilayers

Bauteilbohrungen

Bauteilbohrungen sind für die Aufnahme bedrahteter Bauteile bestimmt. Sie gehen wie Montagebohrungen durch alle Lagen eines Multilayers und können ebenfalls nicht kontaktiert oder kontaktiert sein. Ist eine Bauteilbohrung kontaktiert, so wirkt sie für den entsprechenden Bauteilanschluss immer als Kontaktierung – im Gegensatz zur ndk-Bohrung, die zur reinen Fixierung eines Bauteils eingesetzt werden kann. Üblicherweise bewegt sich der Bohrdurchmesser von Bauteilbohrungen zwischen 0,60 und 1,65 mm in Abstufungen von 0,05 mm.

Kontaktierungen

Kontaktierungen stellen den galvanotechnischen Kontakt zwischen mehreren Ebenen einer Leiterplatte her. Sie sind stets durchkontaktiert, können da-

zu wählenden Bohrung. Diese sind in drei Gruppen zu unterteilen:

- ▶ Durchkontaktierungen,
- ▶ Buried Vias und
- ▶ Blind Vias.

Bohrung (mm)	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Maxim. Tiefe	1,65	1,90	2,20	2,50	2,75	3,00	3,30

Tabelle 1: Die kleinste Bohrung legt die Bohrtiefe und damit die maximale Platinenstärke fest

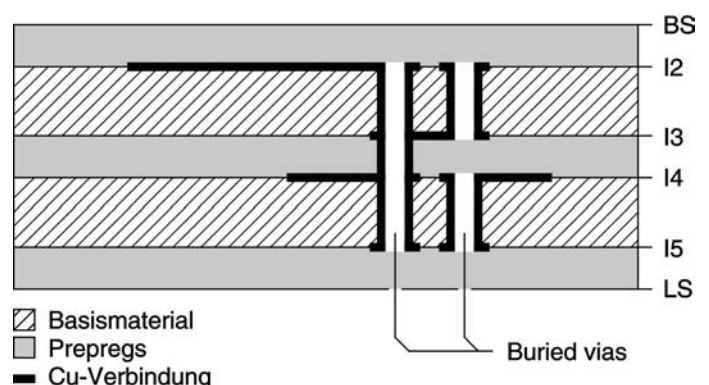


Bild 2: Buried Vias kontaktieren mindestens zwei Innenlagen

Bohrung (mm)	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Maxim. Tiefe	1,10	1,40	1,65	1,90	2,20	2,50	2,75

Tabelle 2: Die kleinste Bohrung legt die Bohrtiefe und damit den maximalen Abstand der entsprechenden Innenlagen fest

Bohrung (mm)	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Maximale Tiefe	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50

Tabelle 3: Die kleinste Bohrung legt die Bohrtiefe und damit den maximalen Abstand der Außenlage und der entsprechenden Innenlage fest

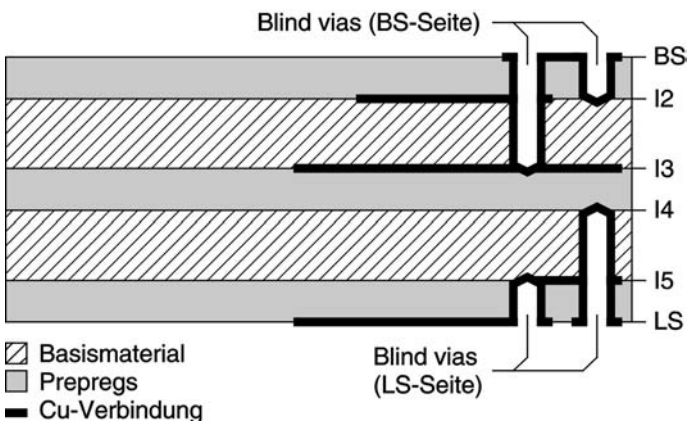


Bild 3: Blind Vias

Die Art der Bohrung und der damit verbundene Bohrdurchmesser haben entscheidenden Einfluss auf die maximale Platindicke sowie den Aufbau eines Multilayers. Da der kleinste Bohrdurchmesser die maximale Bohrtiefe festlegt, wird sowohl die Platinenstärke (Durchkontaktierungen) als auch der Abstand einzelner Lagen zueinander (Buried Vias, Blind Vias) limitiert.

Durchkontaktierungen

Durchkontaktierungen gehen stets durch alle Ebenen eines Multilayers (Bild 1). Die kleinste Bohrung legt die Bohrtiefe und damit die maximale Platinenstärke fest (Tabelle 1).

Buried Vias

Buried Vias kontaktieren mindestens zwei Innenlagen eines Multilayers. Sie haben nie-

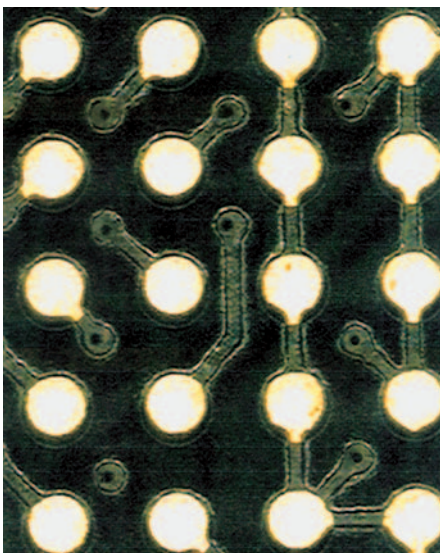


Bild 4: SMD-Pads mit Anschluss an eine Innenlage

mals Kontakt zu den Außenlagen einer Leiterplatte (Bild 2). Die kleinste Bohrung legt die Bohrtiefe und damit den maximalen Abstand der entsprechenden Innenlagen fest (Tabelle 2).

Blind Vias

Blind Vias verbinden immer eine Außenlage mit einer oder mehreren Innenlagen (Bild 3). Die kleinste Boh-

rung legt die Bohrtiefe und damit den maximalen Abstand der Außenlage und der entsprechenden Innenlagen fest (Tabelle 3). Bei Blind Vias ist die Toleranz für das Tiefenbohren (Z-Achse) auf $\pm 20 \mu\text{m}$ festgelegt. Der Abstand der letzten kontaktierten zur nächsten nicht kontaktierten Innenlage muss mindestens $100 \mu\text{m}$ betragen.



Bild 5: Kontaktierungen innerhalb der Padfläche

Die Bohrungen

Alle erwähnten Bohrungen können unter Beachtung der jeweiligen maximalen Bohrtiefen in einem Multilayer Verwendung finden. Mit den oben erwähnten Anbindungsmethoden können, bedingt durch kleine Bohrdurchmesser aber nicht nur platzsparend Leiterbahnen über verschiedene Ebenen einer Leiterplatte geführt werden oder SMD-Pads über angeschlossene Leiterbahnstücke an die Innenlagen

kontaktiert werden – entsprechend dem Ausschnitt eines Ball-Grid-Arrays in Bild 4, bei dem Blind Vias zur Kontaktierung eingesetzt wurden.

Vielmehr können SMD-Pads ohne zusätzlichen Platzbedarf direkt mit den Innenlagen verbunden werden, indem Blind Vias in die Padfläche integriert werden. Verschiedene Kontaktierungsmöglichkeiten mit Blind Vias zeigt Bild 5 bei einem Padabstand von $1,27 \text{ mm}$. Das obere Pad zeigt das klassische separate Via. Das mittlere Pad ist einzeln innerhalb der Fläche, das untere Pad sogar mehrfach innerhalb der Padfläche kontaktiert.

Für alle Bohrungen ist zu beachten, dass der Abstand einer Bohrwandung zur Leiterplattenkontur mindestens 1 mm betragen muss, d. h. der Abstand Lochmitte zum Leiterplattenrand muss mindestens $1 \text{ mm} + 0,5 \times \text{Bohrdurchmesser}$ sein.

Die Vielzahl der Bohrungen auf einer Leiterplatte, die unterschiedlichen Arten der Bohrungen sowie die verschiedenen Bohrdurchmesser erfordern schon im Layout der Leiterplatte ein genaues Verzeichnis. Der Bohrplan liefert alle diese Informationen und wird für die Herstellung und die qualitative Kontrolle sowie für die Bestückungsvorbereitung unbedingt benötigt. Er sollte als Gerberdatensatz vorliegen und folgende Informationen enthalten:

- ▶ die kontaktierten und nichtkontaktierten Bohrungen,
- ▶ die Senkbohrungen sowie
- ▶ die Symbolbeschreibung und Legende. Der zum Bohrplan gehörende Umschnittplan muss
- ▶ die bemaßte Kontur und
- ▶ die bemaßte Referenz angeben.

Bild 6 zeigt ein Beispiel für einen Bohrplan, der alle geforderten Daten enthält. Die Legende zu diesem Bohrplan spezifiziert jedes der verwendeten Bohrsymbole.

Die Bohrsymbole des Bohrplanes geben die genaue Position jeder Bohrung sowie deren Durchmesser an (Bild 7). Sie müssen klar und eindeutig lesbar sein. Jedes Symbol ist einer bestimmten Bohrung eindeutig zugeordnet und getrennt in kontaktierte und nichtkontaktierte Bohrungen gelistet. Diese Zuordnung der Bohrsymbole zu einer Bohrung ist für die Dokumentation des CAD-Layoutes und die Produktprüfung der Leiterplatte unerlässlich.

Bei Bohrsymbolen sind folgende Regeln zu beachten:

- ▶ Das Bohrsymbol gibt den vorgegebenen Enddurchmesser der Bohrung an.
- ▶ Jede Bohrung hat (möglichst) ein eigenes, nicht verwechselbares Symbol.
- ▶ Die Symbole unterscheiden kontaktierte und nichtkontaktierte Bohrungen.
- ▶ Die Symbole unterscheiden (möglichst) Vias von Bauteilbohrungen.
- ▶ Die Symbole unterscheiden Bohrdurchmesser mit einem Abstand von $0,10 \text{ mm}$ ▶

(0,3, 0,4, 0,5, ...) und die Zwischen-
größen (0,35, 0,45, 0,55, ...).

Für alle eingesetzten Bohrdurchmesser von 0,05 mm bis 6,40 mm werden Bohrsymbole vergeben. Um die hohe Anzahl der unterschiedlichen Bohrdurchmesser einfach aber doch variabel darstellen zu können wird das eigentliche Bohrsymbol aus zwei graphischen Symbolen konstruiert – einem inneren und einem äußeren. Das äußere Symbol gibt den ganzzahligen mm-Wert des Bohrdurchmessers an (**Bild 8**). Eine fette Kontur zeigt an, dass es sich um eine nichtkontaktierte Bohrung handelt.

Die inneren Symbole geben den zweistelligen Nachkommawert an. Die Symbole für ganze 1/10 mm sind dabei hohlförmig dargestellt. Die Symbole für die Zwischen-
größen in 5/100 mm Auflösung sind vollflächig ausgefüllt (**Bild 9**).

nes Bohrdurchmessers darf $\pm 0,05$ mm nicht überschreiten.

Die Bohrwerkzeuge für nicht kontaktierte und kontaktierte Bohrungen sind nach unterschiedlichen Kriterien auszuwählen:

- ▶ Bohrwerkzeug (ndk) = Endmaß + 0,05 mm
- ▶ Bohrwerkzeug (dk) = Endmaß + 0,1 mm

Eine Ausnahme ist bei Hot-Air-Leveling-Oberflächen zu beachten. Hier sind Bohrwerkzeuge für Bohrungen ab 0,65 mm um 0,15 mm größer als das Endmaß einzusetzen.

ge eingesehen werden.

Ilfa bohrt in der Serienproduktion mit mechanischen Bohrwerkzeugen bis zu einem kleinsten Bohrdurchmesser von 50 μ m. Die

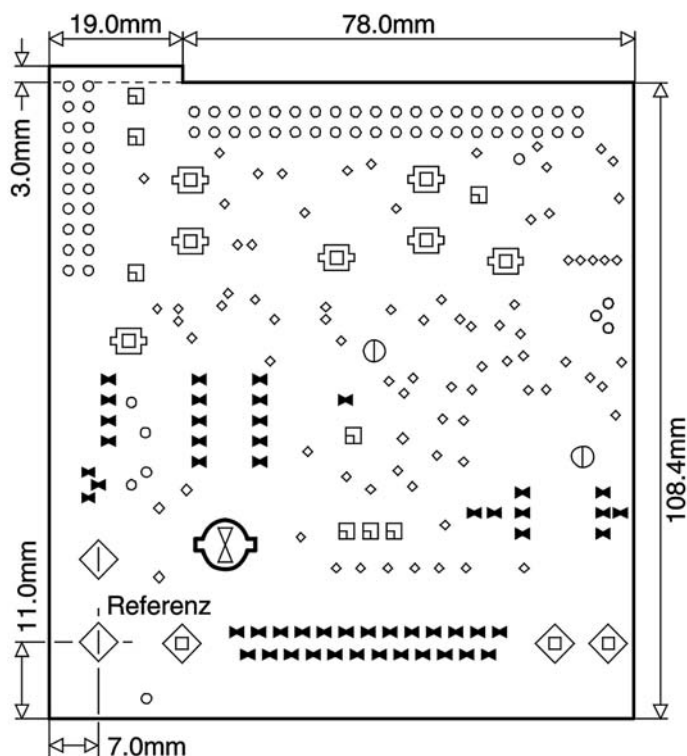


Bild 6: Beispiel für einen Bohrplan, der alle geforderten Daten enthält

Vias mit einem Durchmesser $\leq 0,35$ mm und nichtkontaktierten Bohrungen mit einem Durchmesser $\leq 0,75$ mm ist kein individuelles Bohrsymbol zugeordnet.

Das Endmaß einer Bohrung wird durch das CAD-System vorgegeben. Das geeignete Bohrwerkzeug ist nach diesen Vorgaben unter Berücksichtigung der Werkzeugtoleranz des Bohrers sowie der galvanischen Oberfläche der Leiterplatte auszuwählen. Es gelten die folgenden Regeln:

- ▶ Bohrwerkzeuge sind in Größenabständen von 0,05 mm verfügbar.
- ▶ Bohrwerkzeuge haben ein Untermaß von 0,01 bis 0,02 mm.
- ▶ Die Standardtoleranz für das Endmaß ei-

Der Durchmesser von Bohrwerkzeugen wird allgemein in mm angegeben (**Bild 10**). Bei der Umrechnung in mil-Werte wird jedem mm-Wert ein definiertes mil-Intervall zugeordnet – Umrechnungstabellen können auf den Internet-Seiten von Ilfa (www.ilfa.de) unter dem Stichwort Bohrwerkzeug

Werkzeug	Durchmesser	Typ	Anzahl	Symbol
T1	0,60 mm	DK	81	◇
T2	0,85 mm	DK	52	⊠
T3	0,90 mm	DK	68	○
T4	1,20 mm	DK	8	⊞
T5	2,00 mm	DK	2	⊖
T6	3,00 mm	DK	2	◇
T7	3,50 mm	DK	3	◇
T8	4,50 mm	DK	7	⊞
T9	5,80 mm	NDK	1	⊗
Gesamt			224	

Bild 7: Zuordnung der Bohrsymbole zu einer Bohrung

Durchmesser	DK's	NDK's
0,.. mm	kein Symbol	kein Symbol
1,.. mm	□	□
2,.. mm	○	○
3,.. mm	◇	◇
4,.. mm	⊞	⊞
5,.. mm	⊖	⊖
6,.. mm	◇	◇

Bild 8: Bohrsymbole für Bohrdurchmesser von 0,05 mm bis 6,40 mm

Durchmesser	1/10	Durchmesser	5/100
.,00 mm		.,05 mm	■
.,10 mm	▽	.,15 mm	▴
.,20 mm	└	.,25 mm	■
.,30 mm	+	.,35 mm	■
.,40 mm	×	.,45 mm	*
.,50 mm	□	.,55 mm	■
.,60 mm	◇	.,65 mm	◆
.,70 mm	△	.,75 mm	▲
.,80 mm	⊗	.,85 mm	⊗
.,90 mm	○	.,95 mm	●

Bild 9: Die Symbole für ganze 1/10 mm sind hohlförmig, für die Zwischen-
größen in 5/100 mm Auflösung vollflächig ausgefüllt

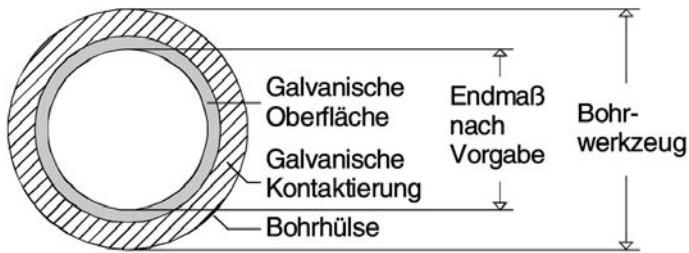


Bild 10: Die Bohrwerkzeuge für nicht kontaktierte und kontaktierte Bohrungen sind nach unterschiedlichen Kriterien auszuwählen

Bohrverfahren für das sichere und wirtschaftliche Bohren dieser kleinen Durchmesser wurden über Jahre hin verfeinert und optimiert. Die eingesetzten Bohrmaschinen sind granitgelagerte, vollauto-

chende Ziel von Ilfa ist es, die Registrierung vom Bohrprogramm zum Leiterbild insbesondere für MFT-Leiterplatten (Mikrofeinstleiter) zu steigern. Erreicht werden soll dieses Ziel durch die höhere Integration von Röntgen-

matische 1-Spindelbohrmaschinen mit Werkzeugmanagement und integrierter Laser-Messstation oder auch granitgelagerte 3-Spindelbohrmaschinen mit eigenem Werkzeugmanagement pro Spindel.

Das nächste zu erreichende Ziel von Ilfa ist es, die Registrierung vom Bohrprogramm zum Leiterbild insbesondere für MFT-Leiterplatten (Mikrofeinstleiter) zu steigern. Erreicht werden soll dieses Ziel durch die höhere Integration von Röntgen-

bohrmaschinen in den Prozessablauf. Daneben konzentriert sich das Unternehmen auf die Kombination von mechanischen und lasergebohrten Microvias in impedanzkontrollierten Starrflexschaltungen. Mittelfristig wird die 25 µm-Technologie angestrebt, die als erstes Resultat hochfeine Leiterbildstrukturen für MC-Module als Chipcarrier ermöglichen soll. Ergänzend zur Kontaktierungsstrategie der VIPs (Via in Pad) arbeitet Ilfa an der Realisierung von VILs (Via in Line).

Fax 05 11/9 59 55 42

www.ilfa.de

productronic **436**

Bearbeitet nach Unterlagen der Ilfa GmbH (hb)