

# Direkte Verbindungstechnik für Backplanes und Board-zu-Board-Verbindungen

## Störungsfreie Signalübertragung mit Datenraten über 16 GBit/s

Mit 10 GBit/s ist die Grenze für Signalübertragung auf Leiterplattenmaterial noch nicht erreicht. Durch Optimierung des Transmissionspfads, speziell der Verbindungsstellen, kann auch ohne elektrische Hilfs- und Korrekturmittel die Integrität von schnellen differentiellen Signalen gewahrt bleiben. Traditionell kommen zweiteilige Steckverbinder zum Einsatz, die eingepresst oder gelötet werden. Eine neue direkte Verbindungstechnik umgeht diese problematischen Signalübergänge.

CHRISTIAN KÖHLER



Dipl.-Ing. Christian Köhler ist als Produktmanager EMEA im Bereich Sales & Marketing der Tyco Electronics tätig.

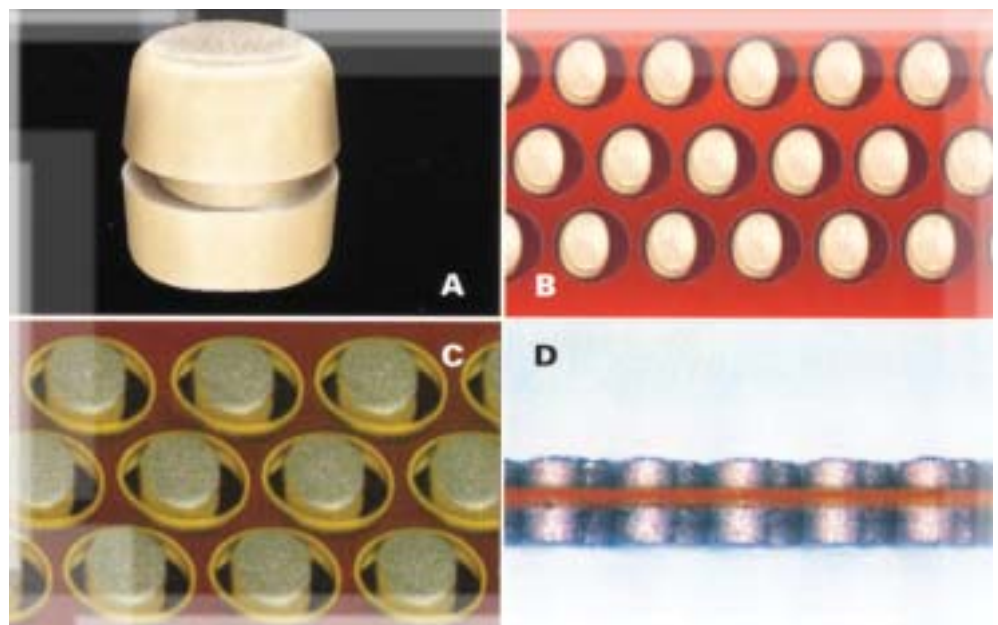


Abb. 8: MPI-SI im Raster 1 mm, interstitial

Hohe Übertragungsraten besonders in Backplane-Systemen erfordern zunehmend die ganzheitliche Betrachtungsweise der Transmissionsleitung. Die Wellenlänge von 8-GHz-Signalen kommt an die geometrischen Abmessungen eines Steckverbinders heran. Impedanz-Fehlanpassungen und Übersprechen im System machen sich zunehmend kritisch bemerkbar, besonders bei den geforderten Übertragungstreckenlängen von 0,5 bis 1 m. Das zur Verfügung stehende Budget zur Sicherung der Signalintegrität wird schnell aufgebraucht. Steckverbinder – besonders die dabei erforder-

lichen Durchkontaktierungen für Einpress- oder Lötkontakte – spielen dabei eine maßgebliche Rolle. Abbildung 1 zeigt, welchen negativen Einfluss die Vias in der Backplane und Tochterkarte bei einem traditionellen Steckverbinder haben. Die Idee, auf indirekte Steckverbinder zu verzichten und Leitungen von Tochterkarten ohne Umwege in die Backplane zu führen, ist nicht neu. Mit traditionellen Metallverbindern wurde diese Aufgabe trotzdem bisher nicht gelöst. ‚MPI Side Interface‘, das nach Telcordia GR 1217 zertifizierte Kontaktsystem von Tyco Electronics eröffnet Möglichkeiten, die Vorteile der Direktverbindung zu nutzen.

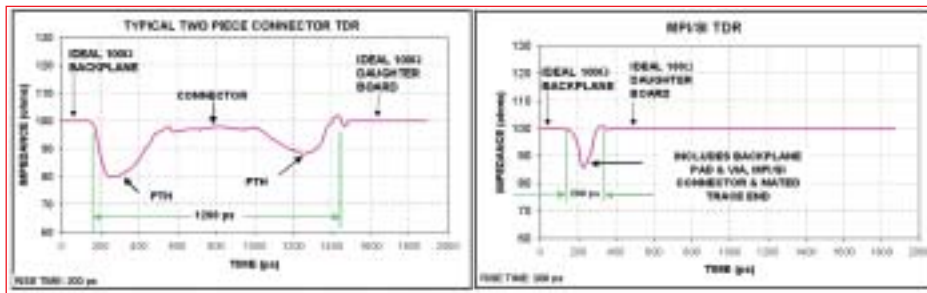


Abb. 1: TDR-Standardsteckverbinder im Vergleich zu MPI-SI

## Metalized Particle Interconnect



Abb. 2: Prinzipieller Aufbau von MPI-Verbindern

Metalized Particle Interconnect ist ein seit vielen Jahren etabliertes Verbindungssystem. Beim neuen Verfahren kommt leitfähiges Polymer zum Einsatz (Abb. 2). Weniger als 1 mm hohe ‚Columns‘, die aus

diesem Material geformt werden, verbinden gegenüberliegende Kontaktpartner unter Andruck von ca. 0,4N pro Kontakt. Die Verbindung ist jederzeit lösbar, erfordert lediglich HF-konforme SMD-Pads auf der Backplane und wird über eine separate Hardware in Position gehalten. Pro Verbindungsleitung kann ein Strom bis zu 4A übertragen werden. Die geringen Abmessungen und homogene Struktur gewährleisten eine Eigeninduktivität von lediglich 0,3 nH. Zwischen zwei benachbarten Kontakten beträgt die Koppelkapazität 0,013 pF. Ein Column ist im komprimierten Zustand nur 0,7 mm hoch. Dies repräsentiert den gesamten Verbindungsweg zwischen Tochterkarte und Backplane! Simulation und Messungen haben übereinstimmend bestätigt, dass es sich hier um ein elektrisch fast unsichtbares Verbindungssystem handelt. Ordnet man die ‚Säulen‘ streifenförmig an, beispielsweise dreireihig im Raster 1 mm, so stehen auf einer Länge von 83 mm 251 Kontakte zur Verfügung (Abb.3).

## Neues Verfahren für Tochterkarten-Kontaktierung

Während die Backplane mit herkömmlichen SMD-Pads als Kontaktpartner auskommt, wird bei der Tochterkarte ein neuartiges Verfahren angewandt. Signal- und Versorgungsleitungen sind an der Kante der Platine angeordnet (Abb. 4). Die stumpfen Enden der Leitungen dienen direkt als Kontaktfläche für MPI-Columns. Signale werden damit so lange wie möglich in der impedanz-optimierten Umgebung der Platine geführt und treten nur für 0,7 mm bzw. wenige Pikosekunden aus dieser Umgebung heraus. Die Kürze der Verbindung garantiert minimales Übersprechen zwischen benachbarten Kontakten (typisch unter 1%) selbst bei direkt benachbarten Signalpaaren ohne zwischenliegende Schirmung. Abbildung 5 veranschaulicht den Unterschied zwischen traditionellen Verbindern und dem ‚Side Interface‘. Während die Durchkontaktierungen bei traditionellen Systemen dominieren, kann diese Anordnung die Vorteile der HDI-Technologie auf Backplanes nutzen. Mikrovias verbinden die Kontaktfläche mit genau der inneren Lage, welche das Signal weiterleitet. Damit wird der störende Effekt der ‚open stubs‘ vermieden. Ein open stub kann, abhängig vom  $\epsilon_r$  des Platinenmaterials, eine in Luft transformierte Länge von mehreren Millimetern aufweisen, teils auch mit Nullstellen behaftet. Abbildung 6 zeigt den Effekt zweier unterschiedlich langer open stubs in der Backplane (2,3 mm Länge im Vergleich zu 0,3 mm bei einem 10 GBit/s Signal).

## Was ist bei der Herstellung der Tochterkarte zu beachten?

Die Anzahl der erforderlichen Kontaktreihen bestimmt die Dicke der Tochterkarte. Zweireihige Side-Interface-Anordnungen können auf 2 mm dicken Platinen realisiert werden, 3 mm Dicke



Abb. 3: Dreireihiger, 251-poliger MPI-SI Streifen

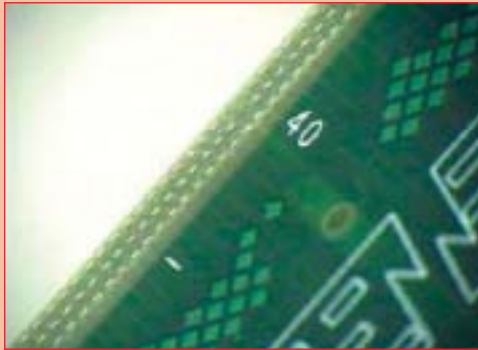


Abb. 4: SI Kontaktbereich einer Tochterkarte

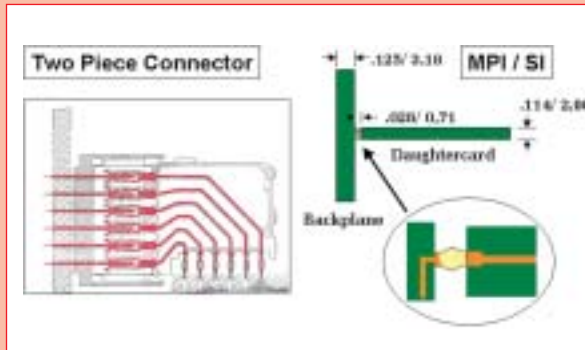


Abb. 5: Vergleich des Aufbaus traditioneller Steckverbinder mit MPI-SI



Abb. 6: Schon bei 2,3 mm Länge sorgt ein 'open stub' für signifikante Beeinflussung des Signals

sind für drei Kontaktreihen erforderlich (74 Kontakte pro 25 mm Kartenlänge). Signalleitungen sind ca. 0,25 mm vor dem Erreichen der Kante zur Vergrößerung der Kontaktfläche auf 0,6 mm aufzuweiten. Um Kurzschlüsse zu verhindern, ist die Massefläche ebenfalls um 0,3 mm von der Kante zurückzusetzen (Abb. 7). Ein wichtiges Thema ist die Dickentoleranz der Platine selbst, die üblicherweise 10% von der Gesamtstärke betragen kann. Somit verschiebt sich auch die Position der Leitbahnen in Bezug auf die Mittellinie und es bestünde Gefahr, diese mit den MPI-Columns nicht mehr oder nur unzureichend zu treffen. Abhilfe schaffen oval geformte Columns und um ein halbes Raster versetzte Leitbahnen (interstitial Geometrie), (Abb. 8). 1-mm-Pitch interstitial ist das derzeit kleinste verfügbare Raster. Beim Fräsen der Kante ist auf eine genau senkrechte Justierung des Werkzeuges zu achten. Eine mechanische Nachbehandlung ist nicht erforderlich. Mit der üblichen, durch das Fräsen bedingten Rauigkeit kommen die MPI-Columns gut zurecht.

Die kleinen Kupferkontaktstellen benötigen nun noch eine Beschichtung. Nickel und Gold können entweder gemeinsam mit anderen zu beschichtenden Flächen aufgebracht werden oder aber selektiv. Die Goldschicht soll mindestens 0,25 µm dick sein und galvanisch aufgebracht werden. Vorteilhafterweise geschieht die galvanische Veredelung nach dem die Durchkontaktierungen hergestellt wurden, noch vor dem Ätzen der äußeren Lagen. Standardpro-

zesse bei der Leiterplattenherstellung reichen vollkommen aus, um eine Side-Interface-Platine zu produzieren.

### Side-Interface-Hardware

MPI-Verbindungen erfordern einen permanenten Andruck von 0,4 bis 0,8 N pro Kontaktstelle. Um diesen Andruck zu erreichen, bedarf es einer einfachen Federmechanik (Abb. 9). Direkt hinter dem Kontaktstreifen befindet sich eine Flachfeder, die über den zentrisch sitzenden Stift die Kraft gleichmäßig auf den Kontaktbereich verteilt. Da diese Feder im zur Backplane zeigenden Bereich der Tochterkarte über Gewindebolzen gespannt wird, entsteht in der Tochterkarte selbst keine Druckbelastung. Die Gewindebolzen greifen in auf der Backplane sitzende Buchsen. Weiterhin zu sehen sind zwei Powerblöcke, die die voreilenden Kontakte (bei Bedarf) zur Verfügung stellen. Von vorn sieht die Tochterkarte aus wie ein herkömmlicher Einschub und lässt sich wahlweise über Schrauben oder Hebel verriegeln. Die Frontblende selbst kann vorteilhafterweise direkt in die Hardware integriert werden.

Auf der Backplane sind die Schraubbuchsen und ein hinter jedem Slot sitzender Stiffener erforderlich. Dabei handelt es sich meist um eine Metallschiene, die das Durchbiegen der Backplane verhindert. Zu beachten ist, dass dieser rückwärtige Teil der Backplane nicht für Komponenten zur Verfügung steht.

Der Anwender hat den Vorteil, im Verbindungsbereich weder auf der Backplane noch auf Tochterkarte löten oder einpressen zu müssen. Der gesamte MPI-Verbinder sitzt als einteilige Komponente an der Tochterkarte und wird erst dann angewendet und bezahlt (!), wenn der Einschub benötigt wird. Das gesamte Verbindungssystem kann im Feld ergänzt bzw. gewechselt wer-

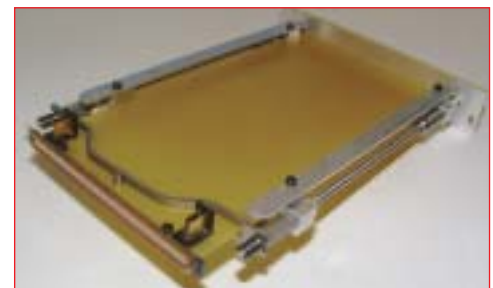


Abb. 9: Typischer Aufbau einer Side-Interface-Tochterkarte

den und ist somit sehr wartungsfreundlich und erhöht in der Regel die Fertigungssicherheit spürbar. Abfall durch Nacharbeit etc. entfällt.

### Zusammenfassung

MPI Side Interface stellt eine neuartige Verbindungstechnologie dar, die sich bis weit über 16 GBit/s hinaus elektrisch transparent verhält. Dem etwas erhöhten Aufwand für die Montagehardware steht ein sehr großer Gewinn an Signalintegrität gegenüber. Alle Platinen und die Montagehardware können mittels Standardtechnologie gefertigt werden, es sind keine kostspieligen oder exotischen Prozessschritte erforderlich. Da es sich um eine SMT-kompatible Verbindung handelt, stehen alle Türen für die Integration mit moderner HDI-Technik und ähnlichen Verfahren offen, die eine Optimierung der HF-Eigenschaften und Packungsdichte zum Ziel haben.

Die hier erreichbare Übertragungsbandbreite von über 16 GBit/s auf dem vertrauten und preiswerten Medium Leiterplatte kann sowohl extern zur Verfügung gestellt werden aber auch zur drastischen Reduzierung des elektronischen und mechanischen Aufwands von bestehenden Gerätegenerationen dienen. 3U und 6U hohe Einschübe sind realisiert, an einem 9U hohen System wird gearbeitet.

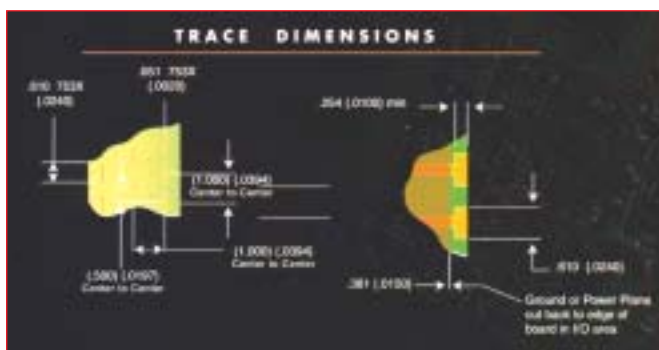


Abb. 7: Details der Tochterkartenanschlüsse