

HF/Mikrowellen-Steckverbinder auf Platinen

Die Montage eines HF/Mikrowellen-Steckverbinders auf einer gedruckten Schaltung sollte nicht unterschätzt werden.

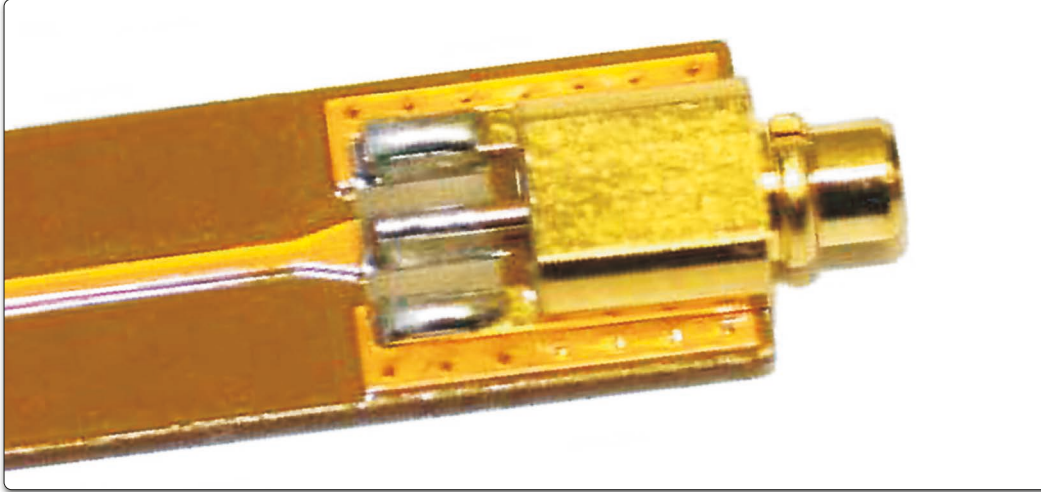


Bild 1: Steckverbinder müssen einen Übergang von einer runden koaxialen Übertragungsleitung zur planaren Mikrostreifen- oder Streifenleitungsstruktur einer Leiterplatte schaffen

Denn der Übergang zwischen dem inneren Stift zu den gedruckten Leiterbahnen ist oft die Quelle einer übermäßigen Fehlanpassung. Eine zusätzliche Herausforderung ist der Übergang von der runden Koaxialstruktur der Kabel und ihrer Steckverbinder zur planaren Streifenleitungs- oder Mikrostreifenstruktur der Signalwege auf einer Leiterplatte.

Optimierte Steckverbinder

Der in Bild 1 gezeigte Steckverbinder stellt einen Lösungsansatz

für dieses Problem dar. Sein Körper ist so konstruiert, dass der durch den Wechsel von koaxialen zu planaren Übertragungsleitungen verursachte SWR-„Buckel“ minimiert wird, aber der Stift, der auf die Leiterplatte gelötet wird, hat eine zusätzliche vertikale Dicke und erfordert fast immer ein Lötpad, das breiter ist als eine Streifenleitung mit der gewünschten Impedanz.

Die Referenz [1] bietet eine gute Beschreibung des Problems und typische Lösungen. Obwohl der Autor das Problem unter dem

Gesichtspunkt von 75-Ohm-BNC-Steckverbindern behandelt, gelten die Informationen auch sinngemäß für 50-Ohm-Systeme und andere Steckverbinder.

Wie in den Bildern 2 und 3 dargestellt, besteht eine Lösung darin, die Masseschicht unter und neben dem Steckverbinder zu verändern. Größere Abstände zwischen dem Signalleiter und den Erdungs-/Schirmleitern erhöht die charakteristische Impedanz in dem Bereich, in dem das erforderliche Lötpad viel breiter ist als eine normale 75-Ohm-Mikrostreifenleitung. Bild 2 veranschaulicht das Problem anhand der relativen Breite des Löt pads und der Mikrostreifenleitungen auf der oberen Metallschicht. Bild 3 zeigt, wie das obere Metall und das Metall der nächsttieferen Schicht so verändert werden, dass ein Bereich mit höherem Wellenwiderstand entsteht.

Eine alternative Lösung besteht darin, die Leiterplatte mechanisch dahingehend zu bearbeiten, um einen Luftraum neben dem Lötauge zu schaffen. Dadurch wird die effektive Dielektrizitätskonstante dieses Teils der Leiterplatte gesenkt, was die cha-

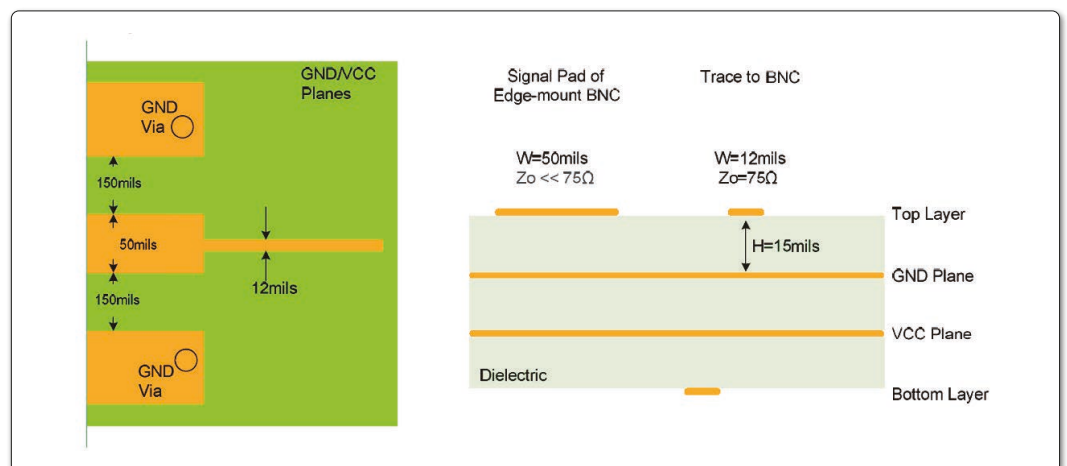


Bild 2: Querschnitt eines Leiterplatten-„Landing-Pad“-Bereichs für einen kantenmontierten BNC-Steckverbinder ohne Kompensation der Impedanzfehlanpassung [1]

Quelle:
„RF/Microwave Connectors
on Printed Circuit Boards“
Gary Breed
Editorial Director
High Frequency Electronics
[https://www.
highfrequencyelectronics.com/](https://www.highfrequencyelectronics.com/)
übersetzt von FS

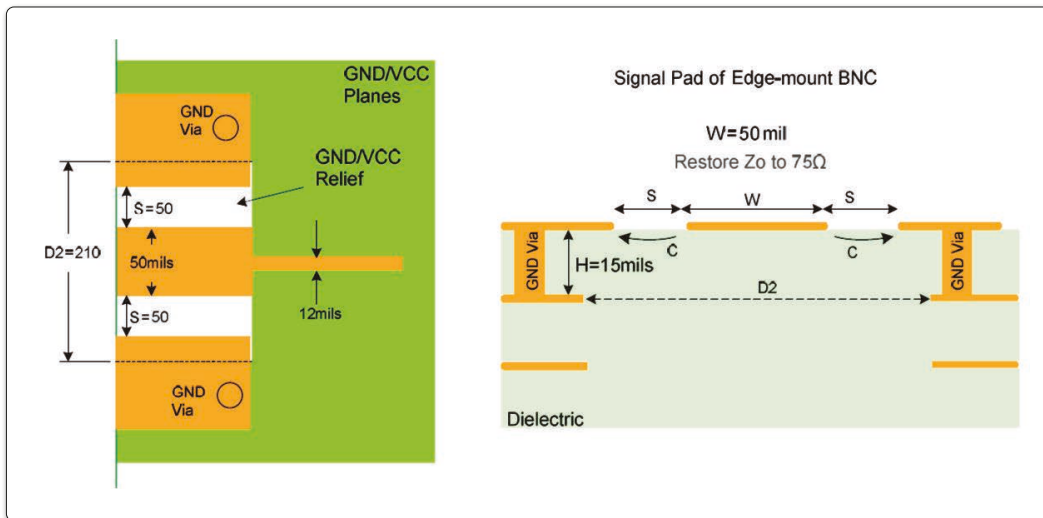


Bild 3: Querschnitt eines Leiterplatten-„Landing-Pad“-Bereichs für einen kantenmontierten BNC-Steckverbinder, bei dem die Massemetallisierung modifiziert wurde, um eine bessere Anpassung an einen 75-Ohm-Stecker zu ermöglichen [1]

rakteristische Impedanz erhöht, ohne dass die Pad- und Leiterbahnbreiten verändert werden.

Von oben montierte Steckverbinder weisen eine Reihe von strukturellen Variationen auf, die sich auf die Impedanzanpassung zwischen dem Steckverbinder und den Leiterbahnen der Leiterplatte auswirken. Diese Art der Montage bietet eine höhere mechanische Festigkeit als die Kantenmontage und ist die einzige Option für die Installation von Steckverbindern an anderen Stellen als an der Kante einer Leiterplatte.

Oberflächenmontierte Steckverbinder funktionieren ähnlich wie kantenmontierte Steckverbinder mit runden zu planaren Übergängen und Impedanzschwankungen aufgrund der Größe der Lötunkte.

Steckverbinder mit Durchgangslöchern müssen jedoch Durchkontaktierungen haben, um sowohl Signal- als auch Erdungsverbindungen herzustellen.

Wie in Bild 4 dargestellt, hat die Länge der Durchkontaktierung eine Induktivität, und der Spalt zwischen der Durchkontaktierung und den dazwischenliegenden Metallschichten hat eine Kapazität. Die Durchschnittswerte bestimmen die charakteristische Impedanz der Via-„Röhre“, aber die Schichtstruk-

tur bedeutet, dass die Impedanz über die Länge des Vias variiert.

Wenn der Abstand zwischen den Schichten im Verhältnis zur Wellenlänge des gewünschten Signals mit der höchsten Frequenz klein ist, hat die Abweichung nur geringe Auswirkungen auf die Leistung. Aber mit zunehmender Frequenz werden die Auswirkungen in Form von erhöhtem SWR und den damit verbundenen Verlusten sowie Zeitbereichsreflexionen, die die modulierte Wellenform von HF-Signalen oder die Wellenform (bzw. das Augendiagramm) von digitalen Hochgeschwindigkeitssignalen beeinträchtigen können, immer deutlicher.

Ein praktisches Szenario

Bei 2,45 GHz und der typischen Dielektrizitätskonstante des FR-4-Materials von etwa 4,4 liegt die Dicke einer PCB-Platine im Bereich von 1/17 der Wellenlänge. Bei dieser Frequenz wären die Probleme nicht signifikant.

Eine allgemeine Faustregel besagt jedoch, dass wellenlängenbezogene Probleme auftreten, wenn die Abmessungen im Bereich von 1/10 liegen. Wenn die Betriebsfrequenz über 2,45 GHz ansteigt, sollten Entwickler darauf vorbereitet sein, Kompensationstechniken implementieren zu müssen, um Leistungsprobleme mit Durchgangsleitungen zu vermeiden.

Natürlich hängt das Ausmaß der Probleme auch von der Art des Steckverbinders und der Montagemethode ab. Gut konzipierte und präzise gefertigte oberflächenmontierte Steckverbinder sind mit einer spezifizierten Leistung bis in den zweistelligen GHz-Bereich erhältlich.

Zusammenfassung

Bei hohen Frequenzen und steilen Flanken kann die Schnittstelle zwischen einem HF/Mikrowellen- oder digitalen Hochgeschwindigkeits-Steckverbinder und der Leiterplatte die kritischste Stelle im Signalweg sein. Konstrukteure müssen sich der potenziellen Probleme bewusst sein, die auftreten können, und darauf vorbereitet sein, geeignete Techniken einzusetzen, um ihr Auftreten zu verhindern.

Referenzen

- [1] T-K Chin, National Semiconductor Corp., „Optimizing BNC PCB Footprint Designs for Digital Video Equipment,” www.samtec.com/technical-library/white_papers.aspx
- [2] „PCB Design Guide,” Trompeter Electronics, available from several sources
- [3] S. McMorro, J. Bell, J. Ferry, „A Solution for the Design, Simulation and Validation of Board-to-Board Interconnects,” High Frequency Electronics, Jan. 2005 ◀

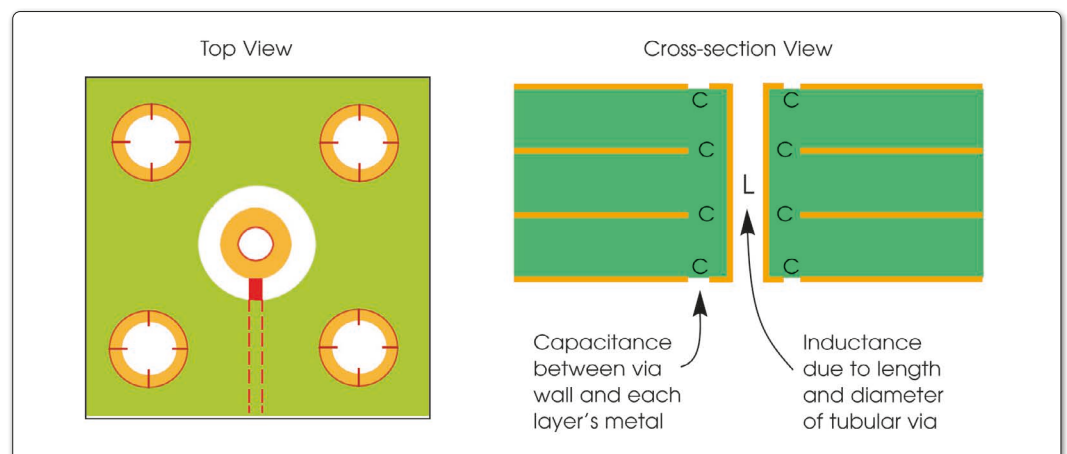


Bild 4: Die Impedanz von Steckverbindern mit Durchgangsbohrung, die von oben montiert werden, wird durch Durchkontaktierungen, Zwischenlagen und Metallschichten der Leiterplatte beeinflusst