

Toleranzstapelung bei Anwendungen mit mehreren Steckverbindern

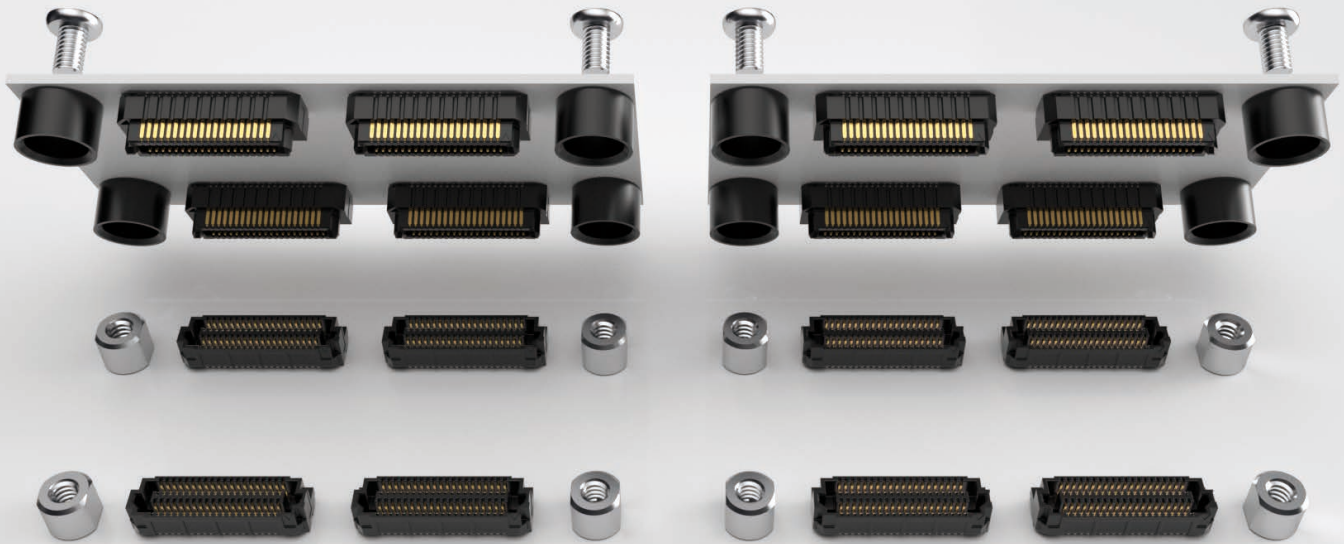


Bild 1: Eine Toleranzstapelanalyse empfiehlt sich für Board-to-Board-Designs mit zwei oder mehr Steckverbindersätzen.

Die Verbindung einer Tochterkarte (manchmal auch Tochterplatine genannt) in einer Mezzanine-Anwendung mit einer Hauptplatine unter Verwendung von zwei oder mehr hochdichten Array-Steckverbindern oder mehreren Fine-Pitch-Steckverbindern ist in komplexen Systemkonstruktionen heutzutage weit verbreitet. Um die ordnungsgemäße Funktionalität des Endsystems sicherzustellen, empfiehlt es sich, rechtzeitig vor Beginn der Fertigung eine Toleranzstapelanalyse durchzuführen (Bild 1).

Die Bedeutung der Toleranzstapelanalyse

Betrachten wir zunächst eine Mezzanine-Anwendung mit einem einzigen Steckverbinder. Bei einer solchen Anwendung wird davon ausgegangen, dass die Tochterkarte frei schwebend ist und die Ausrichtungsmerkmale innerhalb der Steckverbinder selbst eine perfekte Ausrichtung gewährleisten, sodass diese nicht durch Toleranzen bei der Leiterplattenherstellung und beim Montageprozess beeinflusst wird.

Bei einer Anwendung mit mehreren Steckverbindern (zwei oder mehr) summieren sich jedoch die mechanischen Toleranzen in jeder Richtung und über jeden Abstand. Toleranzen seitens des Leiterplattenherstellers für Haupt- und Tochterkarten, die Ausrüstung und der Endmontageprozess spielen alle eine Rolle bei der kumulativen Aufsummierung der Toleranzen und können die Funktionalität der Steckverbinder beeinträchtigen.

Eine vorausschauende Analyse in frühen Entwurfsphasen gewährleistet die Zuverlässigkeit des endgültigen Systems.

Überlegungen und Empfehlungen

Aus Sicht der Verbindungstechnik ist der beste Ausgangspunkt für die Untersuchung der Toleranzstapelung die Bestätigung der endgültigen Positionierung der Steckverbinder zueinander auf derselben Platine durch Festlegung eines gemeinsamen Führungsmittelpunkts der Steckverbinder (Bild 2).

Sobald ein solcher Führungsmittelpunkt festgelegt ist, kann die Fehlausrichtung ermittelt werden. Fehlausrichtungen beeinflussen die Akzeptanzgrenzen für die Toleranzanalyse, wobei bereits geringfügige Fehlausrichtungen den Toleranzstapel und die endgültige Stiftausrichtung in der Baugruppe erheblich erhöhen und sich auf die endgültige Passgenauigkeit der Baugruppe auswirken können.

Korrespondierende Elemente

Neben den Verbindungselementen müssen bei der Bewertung der Ausrichtung auch korrespondierende Elemente berücksichtigt werden, wie beispielsweise:

- Größe und Position der Löt pads
- Platzierung des Steckverbinders auf der Lötfläche vor dem Reflow-Löten

Autorin:
Laura Kachnavage
Samtec, Inc.
www.samtec.com

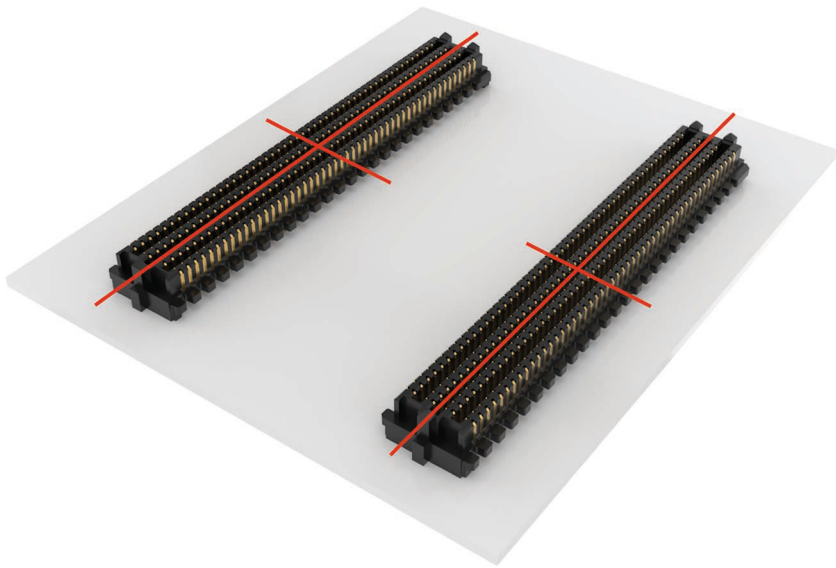


Bild 2: Die Einrichtung eines Führungsmittelpunkts ist der erste Schritt zur endgültigen Festlegung der Position der Steckverbinder auf den Leiterplatten.

- Bewegung des Steckverbinders während der Verarbeitung
- Selbstnivellierung oder Selbstzentrierung des Steckverbinders
- Schließ-/Entriegelungskräfte
- Verwendung von wenn Ausrichtungsstiften oder Abstandshaltern

Abstandshalter

Abstandshalter gleichen Winkel- und Z-Achsen-Versatz aus (Bild 3). Gemäß bewährten Verfahren sollten Abstandshalter jedoch so nah wie möglich am Steckverbindersystem angebracht werden, um die Belastung auf den Bereich um den Steckverbinder zu beschränken und die nicht abgestützte Leiterplattenlänge zu verringern. Es empfiehlt sich zudem, Abstandshalter und ähnliche Teile bis zum Zusammenfügen der Steckverbinder lose einzusetzen und erst dann mit dem endgültigen Drehmoment anzuziehen.

Ausrichtungsstifte

eignen sich hervorragend zum Ausrichten eines Steckverbinders auf einer Leiterplatte während der manuellen Montage und zur Polarisierung eines Steckverbinders auf der Leiterplatte. Sie können jedoch zum Toleranzstapel beitragen. Daher empfiehlt Samtec die Verwendung eines Produkts ohne Ausrichtungsstifte, wenn die Bestückung maschinell erfolgt oder das Produkt in einer Multi-Steckverbinder-Anwendung eingesetzt wird. Wenn zu Polarisierungszwecken Ausrichtungsstifte für die maschinelle Platzierung gewünscht sind, empfiehlt es sich, die Bohrung auf der Leiterplatte zu vergrößern.

Methoden der Toleranzanalyse

Die Toleranzanalyse kann anhand einer arithmetischen Worst-Case-Analyse oder mithilfe einer Quadratmittel-Analyse durchgeführt werden. Die Wahl der Methode hängt von den Anforderungen der Anwendung ab. Beispielsweise müssen in einigen Fällen Null-Ausfall-Ziele analysiert werden, während in anderen Fällen ein weniger konservativer Ansatz zulässig ist, wobei das Erreichen der Zielvorgaben weniger schwierig und daher kostengünstiger ist.

- **Quadratmittel (RSS)-Analyse:** Dies ist ein statistischer Ansatz zur Toleranzstapelanalyse, der die zu erwartenden Ergebnisse für die Gesamtheit der in einer Multi-Steckverbinder-Anwendung verwendeten Teile simuliert.
- **Arithmetische Worst-Case (AWC)-Analyse:** Dies ist ein traditioneller Ansatz bei der Durchführung einer Toleranzstapelanalyse, bei dem alle Teiletoleranzen auf ihre Grenzwerte gesetzt werden, was zu den größten oder kleinsten kumulativen Messwerten führt.

Die Rolle eines Steckverbinderherstellers

Alle Elemente, die zur Entwicklung und Herstellung eines Systems verwendet werden, haben ihre eigenen Toleranzen, die bei einer Toleranzstapelanalyse berücksichtigt werden müssen, da die Kombination dieser Toleranzen zu einer Aufsummierung führt. Dazu gehören unter anderem Toleranzen sowohl auf Seiten des Leiterplattenherstellers und des Auftragsfertigers als auch beim Endmontageprozess.

Die Hersteller von Steckverbindern haben nur Einfluss auf die Toleranzen der Steckverbinder selbst. Die Hersteller von Steckverbindern sollten darauf abzielen, die Toleranzen, die maximal zulässige Fehlausrichtung, die Grundfläche und die Schablonendesigns sowie Verarbeitungsempfehlungen klar zu definieren.

Wer schreibt:

Laura Kachnavage ist Technical Marketing Manager bei Samtec, Inc. Sie verfügt über 20 Jahre Erfahrung in der Steckverbinder-Branche. ◀

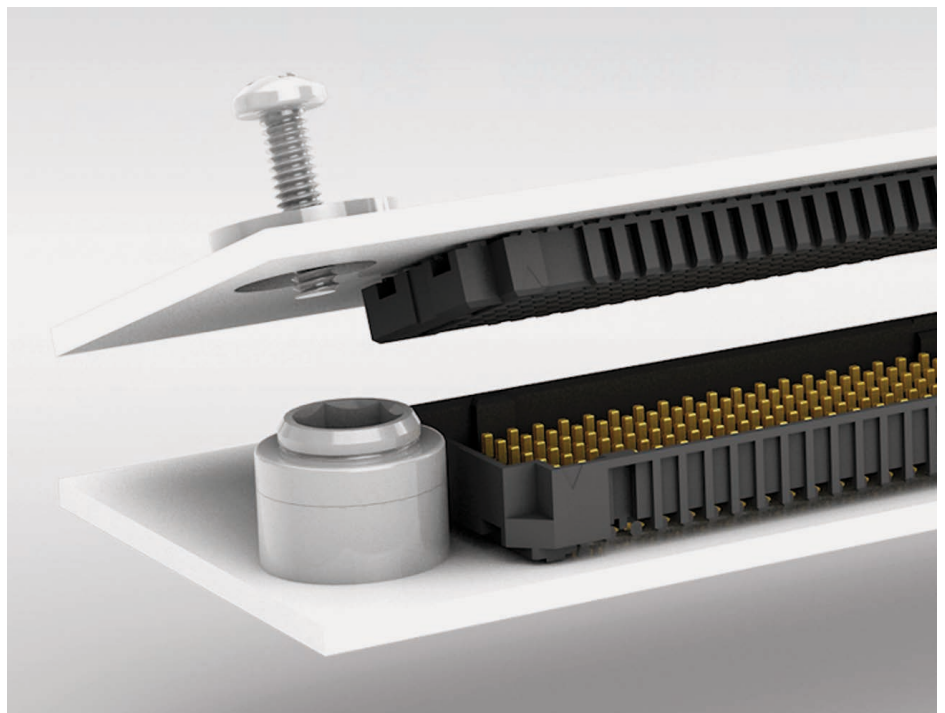


Bild 3: Abstandshalter gleichen Winkel- und Z-Achsen-Versatz aus.