

PCB-Designer-Tipp

Warum die Leiterplattendicke schwankt und welche Rolle das Design spielt



Viele Faktoren wie die Ausgangsmaterialien, die Fertigungsprozesse und das Layout beeinflussen die endgültige Dicke einer Leiterplatte

Wenn wir PCB-Designer eine Leiterplatte konstruieren, denken wir an ihre endgültige Dicke in konkreten Werten wie z.B. 0,2, 0,8, 1,55 oder 2,4 mm. Nur Fakt ist, dass wir fast nie eine Leiterplatte mit diesen exakten Dicken aus der Fertigung bekommen.

Macht der Gewohnheit

Leiterplatten-Designer sind es gewohnt, über die Lagen einer Leiterplatte in Form von Routing-Lagen zu sprechen: oben, unten, internal-1 und so weiter. Aber es gibt viele andere „Schichten“ dazwischen, darüber und darunter: Kerne, Prepreg, Galvanik, Finish, Lötstopmmaske, Siebdruck usw., die zur endgültigen Dicke einer Leiterplatte beitragen. Eine zweilagige Leiterplatte ist einfach, weil sie einen Laminatkern (normalerweise FR-4) mit zwei Kupferfolien auf der Ober- und Unterseite hat. Der Kern wird fertig eingekauft und die Dicke ist weitgehend bekannt, bevor wir überhaupt mit der Fertigung beginnen. Wenn wir jedoch interne Kupferschichten hinzufügen, werden die Dinge komplizierter.

Zum Veranschaulichen definieren wir drei PCB-Dicken:

- **nominell (Nennwert)**

Das ist die konkrete Dicke, mit der wir beginnen, wie z.B. 1, 1,55 oder 3,2 mm. Das kann man sich als Bezeichnung für eine Sammlung von verschiedenen Aufbau-dicken vorstellen, die „um“ diesen Wert herum liegen.

- **berechnet**

Das ist eine Vorhersage der Dicke, die auf der Addition aller erwarteten einzelnen Schichten der Ausgangsmaterialien basiert, aus denen der

Aufbau besteht. Bei der Berechnung kann man berücksichtigen, wie sie sich während des Fertigungsprozesses ausdehnen oder zusammenziehen. Diese Zahl umfasst das Laminat von der Ober- bis zur Unterseite sowie das Basis- und Endkupfer. Nicht enthalten sind die Beschichtung, das Finish, die Lötstopmmaske und der Siebdruck.

- **gemessen**

Das ist die gemessene Dicke der gefertigten Leiterplatte aller Lamine plus die Dicke der oberen und unteren Kupferschicht. Dieser Wert enthält nicht die Beschichtung, das Finish, die Lötstopmmaske und den Siebdruck.

Die richtige Denkweise

Es wäre naiv, zu denken, dass wir, weil wir die Dicken der Ausgangsmaterialien kennen, die Dicke der fertigen Leiterplatte mit Sicherheit vorhersagen können, oder sogar die endgültige Dicke besser kontrollieren können, sodass sie näher an den Nennwerten liegt. Das ist ziemlich schwierig. Erstens liegen die von den Basismaterialielieferanten erwarteten Dickentoleranzen bei etwa 10%. D.h. eine 1,55-mm-Leiterplatte kann zwischen 1,4 und 1,7 mm dick sein. Zweitens hängt die tatsächliche Dicke vom Design ab! Eine spärliche Kupferinnenschicht „akzeptiert“ viel mehr Prepreg-Harz, wenn es beim Verpressen fließt, im Vergleich zu einer überwiegend massiven Kupferinnenschicht. Außerdem kann die Dicke des Oberflächenkupfers bekannt sein, aber die Dicke und Verteilung der Beschichtung und die Lötfläche werden je nach Kupferverteilung unterschiedlich sein. Das ist der Grund, warum die Materialdicke des Kupfers zur gemessenen Dicke addiert wird, anstatt wie bei der Messung im Lagenaufbau enthalten ist.

Die Leiterplattendicke beim Design berechnen

Die berechnete Leiterplattendicke hängt von unseren Entschei-

dungen im Design ab. Nehmen wir zum Beispiel einen 1,55 mm dicken 6-Lagen-Multilayer von Eurocircuits. Im Buildup Editor können wir sehen, dass über 20 mögliche Aufbauten mit Dicken zwischen 1,47 und 1,82 mm verfügbar sind!

Der Grund: Wenn wir dickere Kupferfolien wählen, erhöht sich die Gesamtdicke der Leiterplatte. Wählen wir den 1,82-mm-Aufbau, dann ist diese Konstruktion etwa 17% dicker als 1,55 mm. Nun müssen wir die Toleranz des Leiterplattenherstellers anwenden, die in der Industrie normalerweise 10% beträgt. Damit ergibt sich für die Leiterplattendicke ein Bereich von 1,64 bis 2 mm.

Das ist noch nicht alles. Leiterplattendesigner müssen daran denken, dass die oben genannten Endwerte keine Beschichtung, Lötstopmmaske und Siebdruck enthalten. Diese können zusammen bis zu 0,125 mm auf jeder Seite der Leiterplatte ausmachen, so dass wir im schlimmsten Fall 0,25 mm zu unserer dicksten Leiterplatte hinzufügen müssen. Das bedeutet, dass die Leiterplatte je nach Oberflächenbeschaffenheit und dem, was sich auf der Oberfläche befindet, wo wir messen, über 2,2 mm dick sein kann!

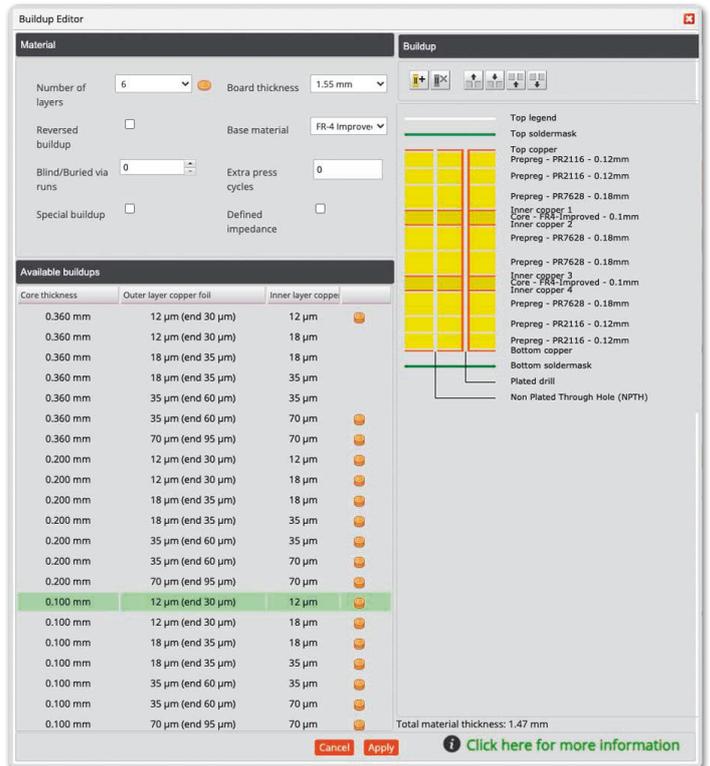
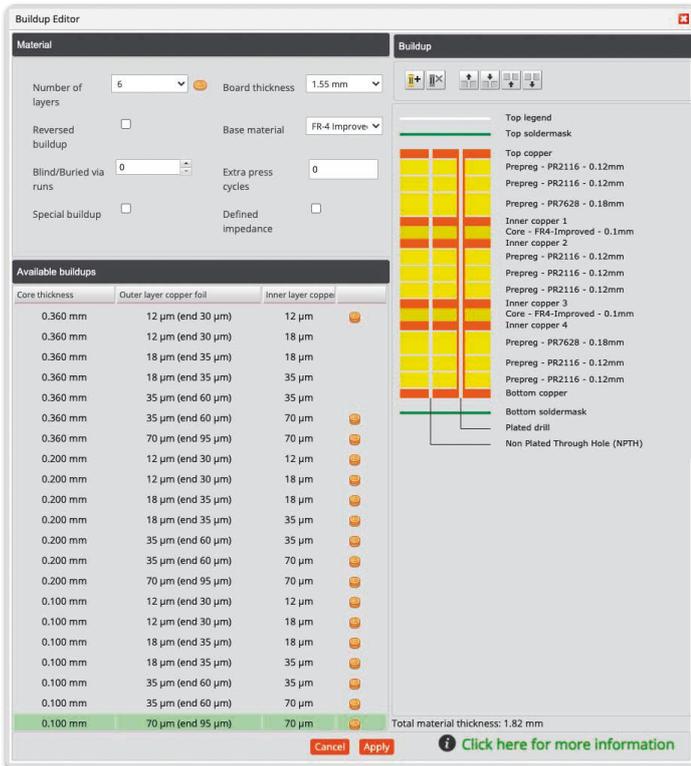
Dieses Beispiel verdeutlicht drei wesentliche Dinge. Erstens, dass die nominelle Leiterplattendicke nur eine Bezeichnung für eine Sammlung von möglichen Leiterplattendicken ist. Zweitens, dass wir aus der Fertigung eine Leiterplatte erhalten, die sich erheblich von der Nenndicke unterscheidet, mit der wir angefangen haben. Drittens, dass die Dicke davon abhängt, welche Merkmale dort vorhanden sind, wo wir messen.

Können wir die Toleranz der Leiterplattendicke verbessern?

Kerne und Prepregs sind in vielen verschiedenen Dicken erhältlich. Da ist die Frage berechtigt, warum man nicht die Materialdicken verwendet, die die berechnete Dicke so nah wie möglich an die Nenndicke heranführen. Es



Autor:
Saar Drimer
Elektronikentwickler und
technischer Redakteur
EUROCIRCUITS GmbH
euro@eurocircuits.com
www.eurocircuits.de



Wenn wir eine 6-lagige 1,5-mm-Leiterplatte wählen, können die verfügbaren Lagenaufbauten 1,47 bis 1,82 mm dick sein. Man beachte die Zahlen unten rechts in den Bildern, hauptsächlich beeinflusst durch die Dicke der Kupferfolien 12 und 70 µm

gibt zwei Hauptgründe, warum das nicht praktisch ist. Erstens sind dünnere Kerne und Prepregs, mit 0,1 mm oder dünner, spröde und viel schwieriger zuverlässig zu verarbeiten. Zudem haften dünne Prepregplatten nicht sehr gut auf Kupfer und Laminat. Außerdem sind bei nur einer Platte Delaminationen wahrscheinlicher. Darum verwenden wir bei Eurocircuits fast immer

zwei Prepregplatten. Zweitens sind Kerne und Prepregs nur begrenzt haltbar in der Größenordnung von Monaten. Die Vorratshaltung vieler Dicken ist kostspielig und verschwenderisch. Eine kleine Menge der gängigsten Standardstärken, aus denen die Mehrzahl der gewünschten Aufbauten bestehen kann, ist sowohl ökonomisch als auch sicher verfügbar, weil diese

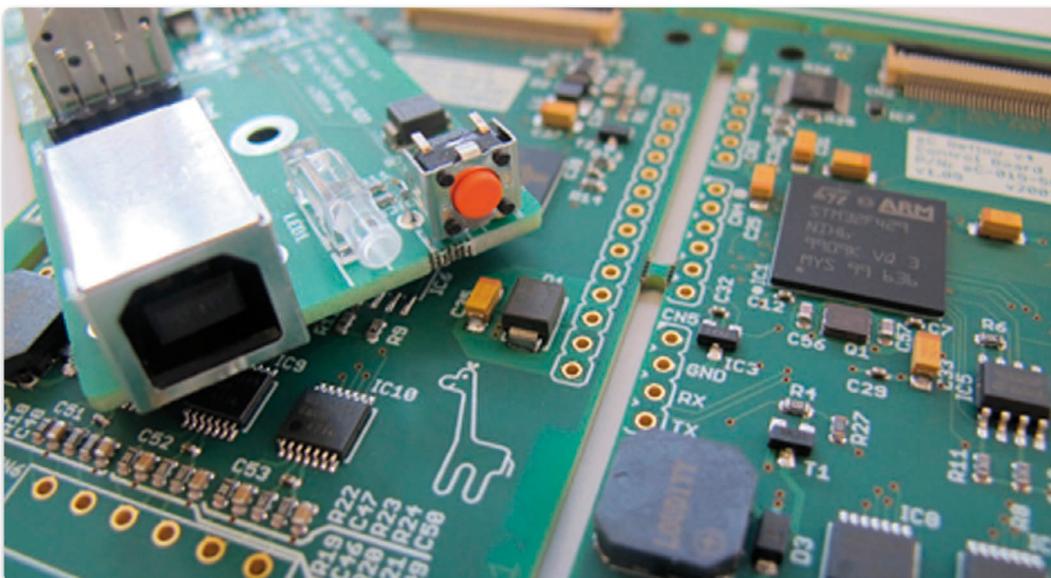
Dicken von mehreren Lieferanten bezogen werden.

Das müssen Leiterplatten-Designer wissen

1. Die Leiterplattendicke ist ein nomineller Wert, der vom tatsächlichen Wert abweicht.
2. Die berechnete Leiterplattendicke ist die Addition der Nennstärken der einzelnen Schichten,

aus denen der Lagenaufbau besteht (Laminat plus Kupfer). Die gemessene Dicke ist die tatsächliche Laminat-zu-Laminat-Dicke plus die äußere Kupferdicke.

3. Die gemessene Leiterplattendicke enthält keine Beschichtungen, Lötflächen, Lötstopplacke und Siebdrucke.
4. Die meisten Leiterplattenhersteller garantieren eine Toleranz von 10% gegenüber der berechneten Dicke.



Zuverlässig konstruierte Hardware sollte immer die ungünstigste Konstellation aller Toleranzen berücksichtigen

Hardware-Entwickler sollten nie eine exakte Leiterplattendicke erwarten. Stattdessen sollte sichergestellt sein, dass es eine ausreichende Toleranz gibt, den schlimmsten Fall aller Toleranzen berücksichtigen.

Wenn die Leiterplattendicke ein entscheidendes Kriterium für das Produkt ist, sollten Hardware-Entwickler frühzeitig mit ihrem Leiterplattenhersteller zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass dieser Wert zuverlässig erreicht wird.

Eurocircuits stellt Leiterplatten-Designern mit dem PCB Visualizer und darin enthaltenen Lagenaufbau-Editor ein Werkzeug zur Definition der Leiterplattendicke zur freien Verfügung. ◀