

ADAM Research

Berechnungen und Dienstleistungen

Strombelastbarkeit von Vias

Vias (via=vertical interconnect access) sind verkupferte Bohrungen, die eine elektrische Verbindung zwischen Lagen einer Leiterplatte herstellen (s.a. <http://de.wikipedia.org/wiki/Durchkontaktierung>). Es gibt auch sog. Thermo-Vias, die nur dazu dienen die Barriere des schlecht wärmeleitenden FR4-Materials zu durchdringen, aber das ist hier nicht das Thema.

Das Via besteht aus der Bohrung (innerer Luftzylinder) und einer Kupferhülse (Zylinderrohr) mit einer Wanddicke=Kupferstärke von etwa 25 μm . Wenn nun eine stromzuführende und eine stromabführende Leiterbahn an das Via kontaktieren, wird sich der Strom durch die Hülse hindurchquetschen müssen und dort eine lokale Elektroheizung (Joulesche Leistung) freisetzen.

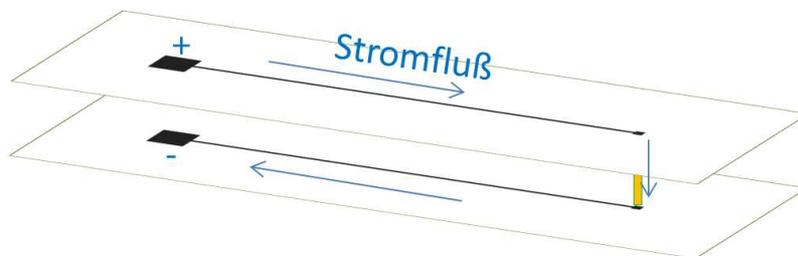
Frage: wie warm wird die Hülse, bzw. welchen maximalen Strom kann man übertragen, ohne dass eine festgesetzte Grenztemperatur nicht überschritten wird?

Das nennt man dann die „Strombelastbarkeit“, wobei man seriöser Weise immer das Temperaturniveau dazu angeben muss. Die Antwort ist wie bei der Strombelastbarkeit der Leiterbahnen ein „wenn, dann“, denn man kann die Geometrie, die Stromdichte und die Temperaturentwicklung nicht unabhängig voneinander betrachten.

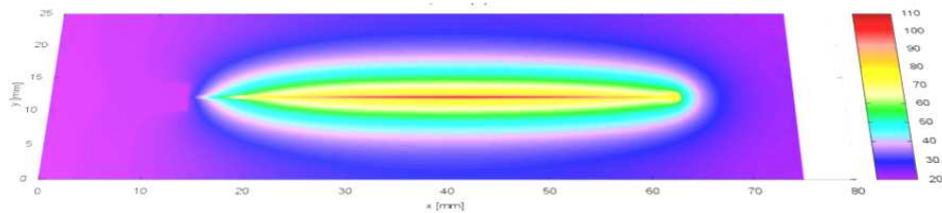
Am besten wir betrachten 2 extreme Beispiele (angeregt durch Ch. Lehnberger ANDUS GmbH, Berlin) und simulieren sie mit der TRM-Software.

1. 2s-Leiterplatte (2-Signallagen)

Zwei 0.4 mm breite Leiterzüge (top und bottom) werden durch ein $D=0.6\text{ mm}$ Via (25 μm aufgekupfert) verbunden. Auf der Oberseite ist ein Pad mit einem Pluspol und auf der Unterseite der Minuspol.



Die Kupferdicke auf Top und Bottom sei 35 μm . Das Ergebnis der gekoppelten Strom- und Temperatursimulation zeigt, dass schon bei **2 Ampere** ein $T_{\text{max}}=100\text{ °C}$ erreicht wird (20 °C Umgebungstemperatur).



Am Simulationsbild (berechnetes Thermogramm) sieht man, dass nicht das Via der Heizer ist, sondern der dünne gerade Leiter zum Via hin. Vorder- und Rückseite sehen gleich aus. Vergleichen wir die Querschnitte,

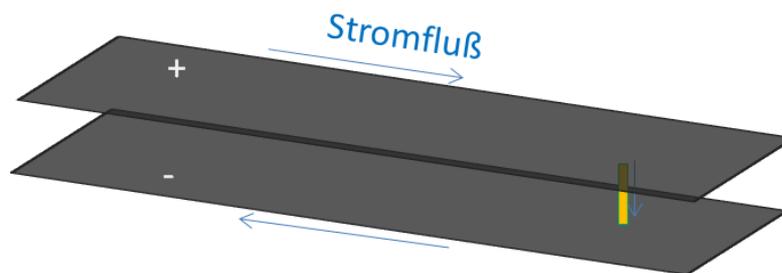
Leiter: $35 \mu\text{m} \times 0.4 \text{ mm} = 14000 \mu\text{m}^2$

Hülse: $((300 \mu\text{m})^2 - (300 \mu\text{m} - 25 \mu\text{m})^2) \cdot \pi = 45000 \mu\text{m}^2$

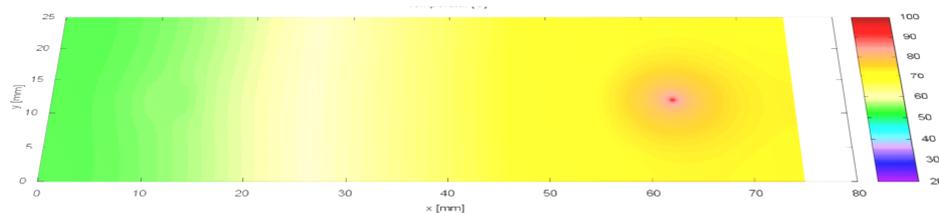
so sehen wir, dass der Querschnitt der Hülse viel größer ist als der des Leiters und es ist nachvollziehbar, dass der Leiter eine höhere Stromdichte (A/mm^2) und damit eine höhere Heizleistung (proportional j^2) hat, als die Hülse.

2. 2p-Leiterplatte (2-Flächenlagen)

Als anderen Extremfall berechnen wir eine Leiterplatte ohne Leiterbahnen, quasi nur mit Power und Groundebene.



Um auf eine ähnliche Maximaltemperatur zu kommen, muss man jetzt mit **25 Ampere** belasten. Das berechnete Thermogramm (Vorder- und Rückseite) sieht folgendermaßen aus.



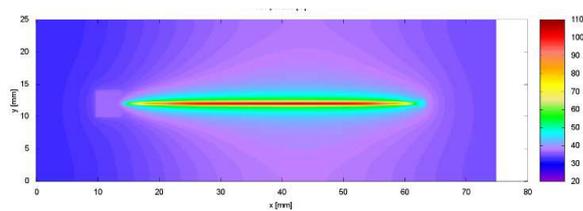
Jetzt ist in der Tat die Hülse der Flaschenhals und die Planes sind seine Kühlkörper.

3. 1s1p

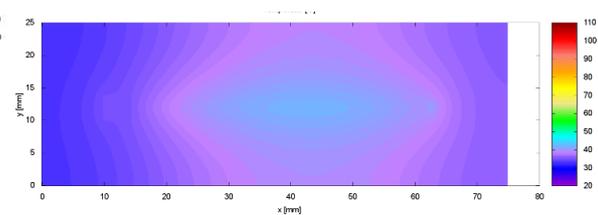
Angenommen, man würde die beiden Fälle derart kombinieren, so dass auf Top die Signallage von „2s2“ und auf Bottom die GND Lage von „2p“ liegt. Könnte man die Temperatur vorhersagen, indem man die Stromstärken interpoliert? Vielleicht ja, aber wir machen lieber Simulationsexperimente (Rechenzeit ca. 1- 2 Minuten)

Stromstärke	Max. Temperatur	

25 A	>6000 °C	Die Leiterbahn ist immer noch der Flaschenhals.
2 A	60 °C	Die GND Lage ist ein Wärmespreizer.
3 A	100 °C	Ergebnis liegt näher an 2 A als an 25 A. Die GND Lage hat nur 40 °C



Signallage (top)



GND-Lage (bot)

Zusammenfassung.

Sie sehen, eine gleiche Stromstärke macht nie die gleiche Temperatur. Es ist so gut wie unmöglich die Temperatur „auf der Rückseite eines Umschlags“ vorherzusagen, weil sowohl Strom als auch Temperatur sich 3-dimensional verteilen. Wenn mehrere Vias (z.B. schachbrettartig) zur Verfügung stehen, muss nicht einmal der gleiche Stromanteil durch jedes Via gehen, da die lokalen Potentialdifferenzen den Stromfluss definieren. Deshalb ist die Frage nach der Strombelastbarkeit von Vias eigentlich nur durch eine Simulationsrechnung zu beantworten. Die Software TRM berechnet die Potentialverteilung in den Lagen, die lokale Stromheizung und die Temperatur auf Grund von Wärmeleitung und Luftkühlung.

13.12.2011

© Dr. Johannes Adam