

Mit Iceberg an die Spitze

KSG und Schweizer Electronic entwickeln gemeinsam richtungsweisende Dickkupfertechnologie

(as) Insbesondere für Hochstrom- aber auch temperaturkritische Anwendungen ist die Dickkupfer-technik eine interessante Alternative zur unflexiblen und teuren Stanzgitter-Technik. Allerdings bereitet die Fertigungstechnologie noch einige Probleme. So ist es z.B. schwierig bei der Lötstopplackbeschichtung eine ausreichende Kantendeckung der 400 µm hohen Leiterzüge zu garantieren. Außerdem müssen die Elektronikentwickler bei der herkömmlichen Dickkupfer-technik einige lästige Design-Restriktionen hinnehmen. Abhilfe schafft hier die so genannte Iceberg-Technologie, die von den Leiterplattenherstellern KSG Elektronik, Gornsdorf, und Schweizer Electronic, Schramberg, auf einer gemeinsamen Pressekonferenz im Rahmen electronica in München vorgestellt wurde. Die neue Technologie erlaubt es, auf einfache und zuverlässige Weise sowohl Leistungs- wie auch Logikbauelemente auf einer einzigen Schaltung unterzubringen – ein Riesenfortschritt gegenüber konventionellen Dickkupfer-varianten.

Die Vorteile der Dickkupfertechnologie leuchten auf Anhieb ein: Mit 400 µm hohen Leiterbahnen ist es möglich, sehr hohe Ströme zu transportieren und zu verteilen. Auf teure Stanzgitter kann verzichtet werden. Gleichzeitig wird auch ein Gutteil der thermischen Probleme gelöst, denn über die „massiven“ Kupferleitungen wird auch die zum Teil sehr hohe Verlustwärme der Leistungsbau-elemente auf elegante Weise abgeleitet.

Damit ist die Dickkupfer-technologie ideal für Hochstromanwendungen geeignet. Allerdings weist die traditionelle Dickkupfer-technologie auch einige gravierende Nachteile auf.

Insbesondere war es bislang nicht so ohne weiteres möglich, auf der Außenlage sowohl Dickkupferleiterzüge als auch normal dimensionierte Standard-Leiterbahnen zu realisieren.

Dadurch mussten die Leistungselektronik und die Steuerelektronik in der Regel auf getrennten Schaltungen untergebracht werden. Der Grund für diese Restriktionen ist eigentlich einfach: Die in der Leiterplattenfertigung üblicherweise eingesetzte Subtraktivtechnik beruht auf kupferkaschierten Basismaterialien. Die Strukturierung der Schaltung erfolgt über einen Ätzprozess. Die nicht von Resist abgedeckten Bereiche werden weggeätzt – zurück bleiben die Leiterzüge, Lötäugen

und Bauteil-Landepads. Die Dicke dieser Strukturen hängt dabei natürlich von der Stärke der Kupferkaschierung des Basismaterials ab – und die ist beim üblichen Produktionsverfahren logischerweise auf dem gesamten Panel einheitlich. Dick- und Dünnkupfer können bei diesem traditionellen Herstellungsverfahren also nicht auf den Außenlagen miteinander kombiniert werden. Dabei wäre es insbesondere aus Sicht der Kfz-Industrie hilfreich, sowohl



während der gemeinsamen Pressekonferenz im Rahmen der electronica in München: SEAG-Vorstandssprecher Rainer Hartel und KSG-Geschäftsführer Dr. Udo Bechtloff (v.l.n.r.)

Power- als auch Steuerungsbau-elemente auf einer kostengünstigen Schaltung zu platzieren. Denn dann würden sich zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten anbieten, die zweifellos der Dickkupfer-technologie zum endgültigen Durchbruch verhelfen würden.

Genau diese oftgestellte und drängende Forderung spornte eine ganze Reihe namhafter deutscher Leiterplattenhersteller an, neue Produktionsmethoden zu

entwickeln, die eine flexible Platzierung aller Bauelementetypen erlauben sollte. Gleichzeitig galt es, ein weiteres lästiges Problem in Griff zu bekommen - die Lötstoppmaskenbeschichtung. Bei hohen Leiterzügen ist es nämlich schwierig mit dem heute üblicherweise eingesetzten Vorhanggießverfahren eine ausreichende Kantendeckung zu erreichen. Der hochviskose Vorhanggießlack neigt nämlich dazu, einfach von den Kanten der Leiterzüge abzufließen. Selbst die Mehrfachbeschichtung oder die Siebdrucktechnologie bietet hier kaum eine tragfähige Lösung, denn dadurch würde auch der gesamte Raum zwischen den Dickkupfer-Leiterbahnen mit fotosensiblen Lötstopplack aufgefüllt und die Durchkontaktierungen mit kaum noch herausentwickelbaren Lackpfropfen verstopft – ein teures Vergnügen. Alternativ werden heute oft die Leiterbahnzwischenräume mit preisgünstigen Fülllacken zgedruckt. Aber auch dieses aufwändige Verfahren verursacht relativ hohe Kosten und birgt zudem insbesondere bei schwierigen Leiterzuggeometrien die Gefahr von Luftsinschlüssen mit entsprechenden Folgen für die Zuverlässigkeit der Schaltung im Dauereinsatz.

Es musste also letztlich eine komplett neue Verfahrenstechnik entwickelt werden. Eine Aufgabe, die ein Leiterplattenhersteller allein jedoch kaum bewältigen kann. Schließlich beeinflusst die Dickkupfertechologie eine ganze Reihe hochsensibler Fertigungsprozesse, die es genau zu analysieren gilt. Zuverlässige und vor allem einheitliche Simulationsmodelle existieren bis heute nicht, so dass im Prinzip fast bei Null angefangen werden muss. Sowohl die Schweizer Electronic AG (SEAG) mit Sitz in Schramberg als auch die KSG Leiter-

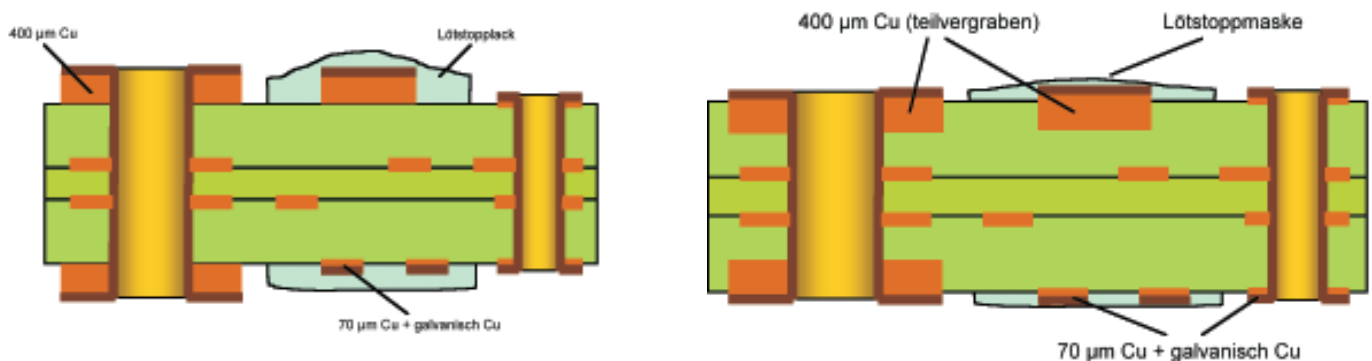
platten GmbH, Gornsdorf, ließen sich jedoch nicht von dieser Aufgabe abschrecken und haben schon vor einiger Zeit entsprechende Projekte initiiert. Die beiden erfolgreichen Leiterplattenhersteller machten sich zunächst getrennt ans Werk, erkannten aber schnell, dass es sinnvoller ist, bei diesem aufwändigen Projekt zusammenzuarbeiten. Denn nur auf diese Weise konnte vermieden werden, dass beide Firmen jeweils das Rad neu erfinden mussten. Die Ressourcenbündelung und der offene Erfahrungsaustausch brachte einen deutlichen Schub und ermöglichte ein kürzeres Time-to-Market. Auf einer Pressekonferenz im Rahmen der electronica im November letzten Jahres in München, wurde dann als Ergebnis der gemeinsamen Bemühungen, die so genannte „Iceberg-Technologie“, einem breiten Fachpublikum vorgestellt.

Die Spitze des Eisbergs

Die Kombination von Signalleiterbahnen mit Endkupferdicken von 105 µm und einem 400 µm Kupferlayout für Hochstromanwendungen auf einem Schaltungsträger stellte die Leiterplattenfertiger bisher vor ein technologisches Problem. Neben einem aufwändigen selektiven galvanischen Aufbau des Dickkupferlayouts gestaltet sich die prozesssichere Lötstopplackbeschichtung dieser Bereiche als äußerst schwierig und kostenintensiv. Hatte der Leiterplattenhersteller diese Hürde übersprungen, so wurde in der Weiterverarbeitung der Bestücker vor die schwierige Aufgabe gestellt, Höhenniveaus von ca. 350 µm mit seiner Technik zu beherrschen. Die von KSG und SEAG entwickelte „Iceberg“-Technologie schafft

durch einen verblüffend einfachen Lösungsansatz Abhilfe: Die Dickkupferbereiche werden zu 80 % im Basismaterial versenkt – ganz ähnlich wie bei einem Eisberg, dessen Volumen sich größtenteils unter Wasser befindet und der wesentlich kleiner erscheint als er tatsächlich ist.

Die „Iceberg“-Technologie basiert auf Standardprozessen der Leiterplattenfertigung erfordert jedoch einen zusätzlichen Verpressschritt. Ausgangspunkt für diese Technologie ist eine 400 µm dicke Elektrolytkupferfolie, die im ersten Schritt beidseitig mit Fotoresist laminiert wird. Zur Belichtung wird ein Leiterbild einseitig verwendet, das nur die Layoutbereiche aufweist, die später 400 µm dick ausgeführt werden. Die zweite Seite (spätere Außenseite) wird zunächst nicht strukturiert und behält damit ihre plane Oberfläche. Nach dem Prozess wird die 400 µm Kupferfolie auf eine Dicke von 70 µm selektiv abgedünnt und der Fotoresist entfernt. Nach der Entfernung des Fotoresistes und einer Vorbehandlung der Kupferoberfläche wird die vorstrukturierte Kupferfolie mit dem Leiterbildrelief zur Prepregseite hin verpresst, so dass nach dem Verpressen eine planare Oberfläche entsteht, die dann ganz normal verarbeitet werden kann. Durch den Einsatz geeigneter Prepregs, eines angepassten Lagenaufbaus, sowie modifizierter Pressparameter ist eine sichere Harzverfüllung der stark ausgeprägten Ätzflanken des Dickkupferlayouts ohne Luftsinschlüsse bzw. Glasplattenbrüche prozesssicher möglich. Das Laminat kann nach der Verpressung wie eine zweiseitige Leiterplatte prozessiert werden. Da alle Bereiche, die keine 400 µm Leiterzüge enthalten, nur eine Basiskupferdicke von maximal 70 µm besitzen,



links: Problematik partieller Dickkupferleiterbahnen - rechts: Iceberg-Lösungsprinzip – 4 Lagen ML mit 400 µm und 70 µm Basiskupfer auf den Außenlagen

können die üblichen Designrules zur Entflechtung eingesetzt werden.

Bevor dieses einfache Prinzip umgesetzt werden konnte, galt es eine Reihe von Problemen zu lösen: So wurde z.B. gemeinsam mit dem Folienlieferant die Kristallstruktur der Dickkupferfolie optimiert, um saubere Ätzergebnisse auch bei langen Badverweilzeiten zu ermöglichen. Selbstverständlich wurden zunächst in umfangreichen Untersuchungen die geeigneten Materialkombinationen (Prepreg, Dünnlamine, Kupferfolie) ermittelt, wobei sich jedoch herausstellte, dass zur Realisierung der Iceberg-Technologie die gewohnten, UL-gelisteten Standard-Basismaterialien eingesetzt werden können. Erste Zuverlässigkeitsuntersuchungen deuten auf eine sehr gute Lötbadbeständigkeit, eine sehr geringe Verwindung/Verwölbung und eine gute Kupferhaftung hin. Gemeinsam mit dem Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden wurde zusätzlich eine Untersuchungsreihe zum thermischen Verhalten von Dickkupferlay-outs durchgeführt, die erste Hinweise zur tatsächlichen Strombelastbarkeit der Dickkupferleiterbahnen liefert. Die bei Standardschaltungen maßgebliche DIN IEC 326, Teil 3, greift nämlich lediglich bis Kupferdicken von max. 105 µm. Ausgehend von diesen Daten konnten entsprechende Designregeln als Richtschnur für die Elektronikentwickler zusammengestellt werden.

In der Zwischenzeit sind bereits zahlreiche Kundenprojekte in Iceberg-Technologie realisiert worden, wobei durch die sehr

breite Kundenstruktur von SEAG und KSG eine Vielzahl von höchst unterschiedlichen Anwendungsfällen in der Praxis erprobt werden konnten. Gerade in dieser Hinsicht profitieren beide Unternehmen am meisten von der Technologiekooperation – die unterschiedlichen Kundenstruktur beider Leiterplattenhersteller (SEAG ist eher auf Großkunden, KSG eher auf kleinere und mittlere Losgrößen spezialisiert), sorgt einerseits dafür, dass die neue Technik wirklich umfassend getestet werden kann und garantiert den Anwendern gleichzeitig im Ernstfall eine immer verfügbare Second-Source – gerade für potenzielle Anwender in der Automobilindustrie ist dies ein nicht zu unterschätzendes Argument. Weitere Vorteile für den Anwender sind die

- Kostenreduzierung in der Beschaffung, Logistik und Fertigung durch die Einsparung einer zusätzlichen Leiterplatte
- Kostenreduzierung durch den Wegfall zusätzlicher Verbindungstechnik (Kabel- und Steckersysteme)
- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch Minimierung der Systemschnittstellen
- Minimierung des Platzbedarfes für den Schaltungsträger im Gesamtsystem
- Einsatz der Standard-Bestückungstechnik durch Gewährleistung eines gleichmäßigen Oberflächenniveaus über das gesamte Leiterbild
- Prozesssichere Abdeckung der Leiterzugflanken mit Lötstopplack durch eine minimale Kupferdicke des gesamten Leiterbildes
- Einsatzmöglichkeit als Heatsink

Sowohl KSG-Geschäftsführer Dr. Udo Bechtloff als auch der Vorstandssprecher der Schweizer Electronic AG, Rainer Hartel, betonten während der Pressekonferenz im Rahmen der electronica, die Vorteile der projektbezogenen Kooperation, sowohl für beide Unternehmen als auch für die Kunden. Auf diese Weise konnten nämlich nicht nur Entwicklungskosten eingespart werden, auch die Markteinführung konnte durch den Erfahrungsaustausch erheblich beschleunigt werden. Insbesondere hoben beide Firmenchefs den Vorbildcharakter dieser Zusammenarbeit für die Leiterplattenbranche in Deutschland und Europa hervor. Schließlich sei die hohe Technologiekompetenz ein äußerst wichtiger Standortfaktor zu Gunsten der heimischen Leiterplattenhersteller. Das die heimische Zuliefer- und Fertigungsindustrie über eine sehr hohe Innovationskraft verfüge, werde durch so richtungweisende Zukunftsprojekte wie die Iceberg-Technologie eindrucksvoll unter Beweis gestellt. Genau dadurch könne man den Kunden, die ja ebenfalls einem starken internationalen Wettbewerb ausgesetzt seien, am effektivsten beistehen.

KSG Leiterplatten GmbH
Auerbacher Str. 3-5
D-09390 Gornsdorf
Tel.: 03721/266275
www.ksg.de

Schweizer Electronic AG
Einsteinstr. 10
D-7813 Schramberg
Tel.: 07422/512-0
www.seag.de