



Die folgende Aufstellung nennt Ihnen die Entscheidungskriterien für oder gegen Hybride, beschreibt den Einsatz und die Anwendung dieser Technologie und zeigt ihre Grenzen auf, damit Sie eine fundierte Entscheidung treffen können.

In vielen wichtigen Eigenschaften ist und bleibt die Hybridtechnik unübertroffen und hat ihren festen Platz in den verschiedensten Anwendungsbereichen, in denen es auf höchste Zuverlässigkeit in Verbindung mit Wirtschaftlichkeit ankommt.

Entscheidungskriterien

Aufbau

Grundsätzlich unterscheidet man DÜNNFILM- und DICKSCHICHTHYBRIDE. Erstere eignen sich für höchste Präzisionsanforderungen hinsichtlich Toleranzen und Frequenzbereich, letztere sind z.B. im Konsum- und Industriebereich sowie im Automotivesektor gebräuchlich. Die Dünnschichttechnologie wird im fotografischen Verfahren unter Verwendung von Chrom-Nickel-Schichten für die Widerstände und von Goldschichten für die Verbindungen umgesetzt. Die Dickschichttechnologie arbeitet mit dekadisch abgestuften Widerstandspasten sowie mit unterschiedlichsten Materialien für die Leiterstrukturen – je nach Anforderungsprofil.

Trägermaterialien

Als Trägermaterial kommt Keramik mit einer Größe von 4 x 4 Zoll² entsprechend 10,24 x 10,24 cm² zum Einsatz. Die Standarddicken sind 0,38 mm, 0,5 mm, 0,635 mm, 1,00 mm und 1,27 mm für Dickschichtanwendungen, für Dünnschichtmodule sind es 0,25 mm, 0,38 mm, 0,635 mm und 1,00 mm (spezielle Materialdicken und Abmessungen sind ebenfalls möglich). Verwendung findet entweder Aluminiumoxid Al₂O₃ oder mit noch besseren Wärmeleiteigenschaften Aluminiumnitrit AlN sowie Glas.

Größenvergleich

Eine SMD-Printschaltung ist im Flächenbedarf nicht direkt mit einer Hybridschaltung vergleichbar. Viele Widerstände, die sich in einer Schaltung um die ICs herum befinden, werden - weil siebgedruckt und damit sehr flach – unter diesen versteckt. Die Oberflächenmontage ist eine von mehreren in der Hybridtechnik schon lange angewandten Montagemethoden für Bauteile. Als Verbindungstechnik ist, je nach IC-Bauform, Löten oder Bonden möglich. Beide Substratseiten sind nutzbar und können mit Durchkontaktierungen versehen oder metallisiert beschichtet werden.



Vereinfachung

Durch die Ausführung der Leiterbahnen und ausgewählter Bauteile auch im mehrlagigen Siebdruckverfahren vereinfacht sich das Layout und führt durchschnittlich zu einer Reduzierung der Lötstellen um ca. 50 %. Das fertige Modul ist wie ein IC zu verwenden, hat eine eigene Bezeichnung und ist sowohl stückgeprüft als auch vorgealtert. Auch sogenannte Mixed-Signal-Anwendungen mit analogen und digitalen Komponenten sind innerhalb eines Moduls machbar.

Widerstandsdaten

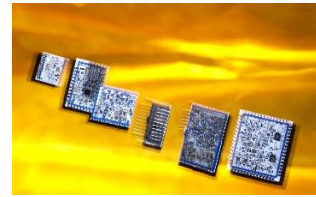
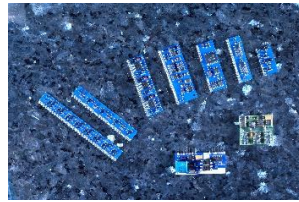
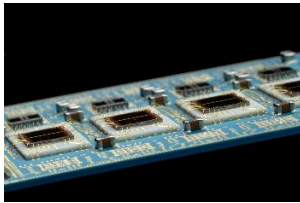
Mit der Dickschichttechnologie lassen sich Widerstände im Bereich milliOhm bis GigaOhm mit dekadisch abgestuften Pasten fertigen, deren Leistung bis in den Wattbereich reicht. Die Spannungsfestigkeit reicht von einigen Volt bis hin zu mehreren KiloVolt. Das Rauschverhalten der Widerstände ist etwas schlechter als das in der Dünnschichttechnologie erzielte, wo die erreichten Widerstandswerte bei hoher Langzeitstabilität und geringerer Spannungsfestigkeit nur bis zu einigen hundert Ohm reichen.

Abgleichtoleranzen und Gleichlauf

Der Laserabgleich (aktiv oder passiv) der Widerstände unter Funktionsbedingungen von Spannung, Strom, Frequenz oder „Matching“ ist heute Standard. Kontaktfehler, wie sie zuvor oft durch Trimpotentiometer hervorgerufen wurden, sind damit ausgeschlossen. Durch die Verwendung gleicher Widerstandspasten und Trimmvorgänge ist die Reproduzierbarkeit sehr hoch und damit das thermische Verhalten der Widerstände sehr eng toleriert. Die Dünnschichttechnologie erlaubt einen Widerstandsabgleich bis zur Toleranzgrenze von 0.01 % entsprechend 100 ppm mit einem Temperaturkoeffizienten von 25 ppm/°C oder besser. Die Widerstände in der Dickschichtanwendung lassen sich auf 0.1 % abgleichen mit einem Temperaturkoeffizienten bis hinunter auf 50 ppm/°C. Die Wärmeeigenschaften der Keramik verbessern zudem die Gleichlauf- und Symmetrieeigenschaften der Schaltung erheblich. Die Hybridtechnik erlaubt es, Widerstände so herzustellen, dass sie, unabhängig von ihrem Grundwert, temperaturmäßig in dieselbe Richtung laufen.

Entwärmung

Keramik verfügt gegenüber FR4-Leiterplattenmaterial über eine etwa 20-fach höhere Wärmeleitfähigkeit, was ursächlich ist für den verbesserten Gleichlauf von Widerständen, aber auch z.B. von analogen ICs. Hybridschaltungen sind thermisch hoch belastbar. Es lassen sich damit auch Leistungsstufen realisieren unter gleichzeitiger Vermeidung von Hot Spots, welche die Lebensdauer von Bauteilen reduzieren würden. Die Wärmeleitfähigkeit kann, z.B. beim Einsatz von Leistungstransistoren, durch zusätzliche Montage von Kühlkörpern verbessert werden.



Frequenzbereich

Die Hochfrequenzeigenschaften von Keramik sind besser als die von Leiterkarten. Der Einsatz von FR4-Material erlaubt das Erreichen einer Grenzfrequenz von bis zu 1 GHz. In der Dickschichttechnik sind Frequenzen von bis zu 5 GHz möglich, auf Dünnschichtsubstraten können dagegen bis zu 30 GHz erzielt werden – jeweils natürlich abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Trägermaterials und der erreichbaren Präzision beim Siebdruck oder Fotoprozess. Die Forderung nach kurzen Laufzeiten in der Mikroelektronik und damit nach kurzen Leitungslängen kann mit Ausnahme der Halbleitertechnik (ASICs, FPGAs) nie so konsequent erfüllt werden wie in der Hybridtechnik.

Halbleitermontage

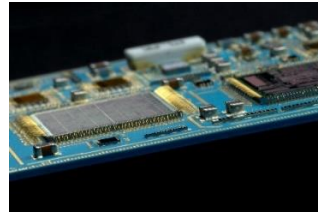
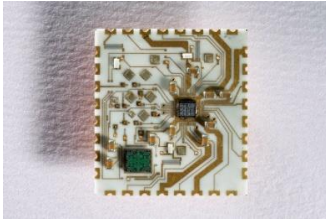
Die einfachste Montageart ist die Oberflächenmontage gehäuster Bauteile im Lötverfahren. Ebenfalls möglich ist die Verwendung nackter Chips (DIES oder DICES) im Bondverfahren, was als COC (Chip on Ceramic) bezeichnet wird. Von der Leiterkartentechnik her bekannt ist die COB-Technologie (Chip on Board), bei der ebenfalls ungehäuste Chips z.B. auf FR4-Material gesetzt werden. Hier ist zu bedenken, dass FR4-Material einen etwa 10-fach höheren Ausdehnungskoeffizienten als Silizium hat, was hinsichtlich der zu erwartenden Umgebungstemperatur und eventuellen Temperaturschocks berücksichtigt werden muss. Keramik dagegen liegt mit seinem thermischen Ausdehnungskoeffizienten sehr nahe bei dem von Silizium und reduziert daher temperaturbedingte mechanische Spannungen erheblich, was die Zuverlässigkeit und das Eignungsspektrum erhöht. COC ist somit eine auch für die Raumfahrt zugelassene Technologie.

Verguss und Gehäuse

Die einfachste Art der hermetischen Versiegelung gegen Umwelteinflüsse ist das Lackieren, noch höherwertiger ist das Vergiessen. Soll ein Modul wie ein hochwertiges, kundenspezifisches IC unter extremen Bedingungen eingesetzt werden, so wird entweder ein hermetisch dichtes Metall- oder ein Keramikgehäuse verwendet. Je nach Pinanzahl und Orientierung sind SIL-, DIL- und Quad-Anordnungen machbar.

Umweltbedingungen

Hybride sind extrem unempfindlich gegen Umwelteinflüsse wie z.B. Feuchtigkeit oder aggressive Atmosphäre. Sie besitzen höchste Schock-, Beschleunigungs- und Vibrationsfestigkeit und sind thermisch hoch belastbar. Durch die kleine Bauform wird eine große EMV-festigkeit erzielt.



Einsatz und Anwendung

Dem Einsatz der Schichttechnik sind keine Grenzen gesetzt. Von der Konsumer-Elektronik bis hin zu Raumfahrt und Militärtechnik (mit höchsten Anforderungen an Beschleunigungswerte und Temperaturbereiche) sind Hybride im Einsatz. Wegen hervorragender Zuverlässigkeit unter erschwerten Bedingungen (Vibrationen, Temperaturschocks) ist der Automotive-Bereich ohne sie nicht mehr vorstellbar.

In der Medizintechnik kommt bei implantierten Produkten wie Schrittmachern, Insulindispensern oder Stimulatoren nur die Schichttechnologie in Frage. Ohne sie ist die Herstellung von Hörgeräten oder Rauschern nicht denkbar.

Die chemische Industrie stellt zusätzliche Bedingungen hinsichtlich der Einhaltung von Ex-Schutz. Bei Vakuumanwendungen ist es beispielsweise essentiell, dass Sensoren nicht ausgasen.

In der Sicherheitstechnik wird durch den Einsatz von Chip-and-Wire-Technik die unbefugte Entschlüsselung von Codierungen theoretisch unmöglich gemacht. Auch der Schutz gegen unerwünschte Kopien ist eine manchmal entscheidende Eigenschaft bei sensiblen Anwendungen. Leistungswiderstände und hochspannungsfeste Widerstände großer Zuverlässigkeit sind nur in der Dickschichttechnik realisierbar.

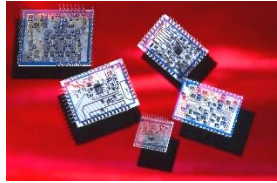
Kurz gesagt – überall, wo Zuverlässigkeit unter erschwerten Bedingungen und lange Lebensdauer gefordert werden, sind Hybridschaltungen ein Muss.

Grenzen der Technologie

Auch der Dickschichttechnik sind Grenzen gesetzt, die jedoch durch einen Technologie-Mix umgangen werden können. Dickschichtwiderstände haben ein höheres Eigenrauschen bei einer Genauigkeit bis zu $\pm 1\%$. Dünnschichtwiderstände aus Chrom/Nickel oder bondbare Chipwiderstände aus Silizium weisen ein wesentlich geringeres Eigenrauschen und höhere Genauigkeiten auf. Diese Erkenntnis zeigt, dass dort, wo stabile Verhältnisse und hohe Genauigkeiten gefordert sind, nur Dünnschichtwiderstände eingesetzt werden können.

Die richtige Entscheidung

Für eine fundierte, richtige Technologieentscheidung ist es unerlässlich, den Entwickler der umzusetzenden Schaltung mit seiner profunden Kenntnis der geforderten Leistungsfähigkeit in den Entscheidungsprozess mit einzubeziehen. Der Sprung auf eine höhere Technologieebene ist vielfach kostengünstiger als gedacht – vor allem, wenn man die eingesparten Designzyklen und die Vorteile gegenüber dem Wettbewerb realisiert und ökonomisch berücksichtigt. Manchmal sind auch abgekündigte ICs weiterhin als DIE erhältlich und lassen sich mit einem Adapterhybrid weiterhin so verarbeiten wie der bisher eingesetzte Baustein, ohne dass eine komplette Überarbeitung der Fertigungseinheit erforderlich ist.



Wie kommen wir jetzt zusammen ?

Wenn Sie sich aufgrund dieser Vorinformation für eine Zusammenarbeit entschieden haben, erarbeiten wir mit Ihnen zusammen ein oder mehrere Konzepte für die Umsetzung Ihrer Schaltung in die Hybridtechnik und machen Ihnen ein Angebot.

Dieses Angebot wird wie folgt aufgeschlüsselt:

1. Beschreibung des Hybrids:

- Größe des Moduls
- Anordnung der Außenanschlüsse
- Ein- oder doppelseitige Bestückung
- Ausführung der Technologie als Löt- oder Bondhybrid

2. Einmalkosten mit folgenden Positionen:

- CAD-Layout
- Druckvorlagen, Filme bei Dickschicht, Glasmasken bei Dünnschicht
- Siebe
- Diverse Programme für Lasertrimmen, Bestückung und Bonden
- Messnadel-Adapter für Lasertrimmen
- Hilfswerkzeuge
- Fertigungsunterlagen

3. Musterstückpreise incl. Materialpreis und Prüfaufwand

4. Serienpreis incl. Materialpreis und Prüfaufwand

5. Lieferzeit für Muster (in der Regel 6-10 Wochen)

6. Lieferzeit für die Serie (nach Absprache)

7. Antwort auf kundenspezifische Wünsche

Nach dem Bestellvorgang erfolgt die Umsetzung der Schaltung in die mit Ihnen vereinbarte Technik. Auf Wunsch wird Ihnen das Layout mit detaillierten Zeichnungen des Hybrids vorgelegt.

Nach der Produktion der Musterhybride erfolgt die Freigabe durch den Auftraggeber.

Nach der Freigabe fällt die Entscheidung über eine Nullserienfertigung oder die Festlegung der Serienproduktion.

Konnten wir Sie für unsere Dienstleistung interessieren ?

Wir würden uns sehr freuen, für Sie tätig sein zu dürfen und sind gern zu einem Gespräch bereit. Testen Sie uns und unsere Leistungsfähigkeit – wir werden Sie nicht enttäuschen.

Ihr Dorazil Entwicklungs- und Fertigungsteam