

IPC-6011, IPC-6012B, IPC-A-600G

Leiterplatteneinkauf und –fertigung

Unabhängig davon, wo eine Firma Leiterplatten einsetzt oder fertigen lässt – ob in Deutschland, Europa oder Asien – immer steht dieselbe Frage: Nach welcher Methodik entwickle ich optimale standardisierte Abläufe für die Beschaffung und Herstellung von Leiterplatten? Der IPC gibt dazu messbare Hilfe

Auf der einen Seite steht der Leiterplattenanwender: er muss sich zunächst selbst klar werden, was für die Formulierung der Bestellung einer Leiterplatte wichtig ist, so dass der Hersteller ohne Probleme sofort versteht, was und in welcher Qualität gefordert ist. Nach Fertigstellung des Produktes braucht der Auftraggeber dann Beurteilungskriterien, anhand derer er möglichst ohne großen Anfangsaufwand feststellen kann, ob das bestellte Produkt auch seinen Wünschen entspricht.

Auf der anderen Seite gibt es den Leiterplattenhersteller: er ist aus Effektivitätsgründen ebenfalls darauf bedacht, mit dem Kunden dieselbe „technische“ Sprache zu sprechen, damit der Auftrag zügig und problemlos abgewickelt und vor Auslieferung auch qualitätsmäßig geprüft werden kann – möglichst nach einheitlichen und beiden – dem Kunden und dem Hersteller – geläufigen Grundsätzen. Mit zunehmender Internationalisierung bzw. Globalisierung der Beziehungen zwischen Leiterplattenkunden und -hersteller wird es zunehmend schwieriger, sich gegenseitig auf Anhieb klar zu machen, was man voneinander will.

Der amerikanische Fachverband IPC hat sich bereits seit einer Reihe von Jahren darauf konzentriert, die Beziehungen zwischen Kunden und Lieferanten auf eine tragfähige, allgemein verständliche und möglichst aktuelle Basis zu stellen. Er hat dafür ein Richtlinienpaket

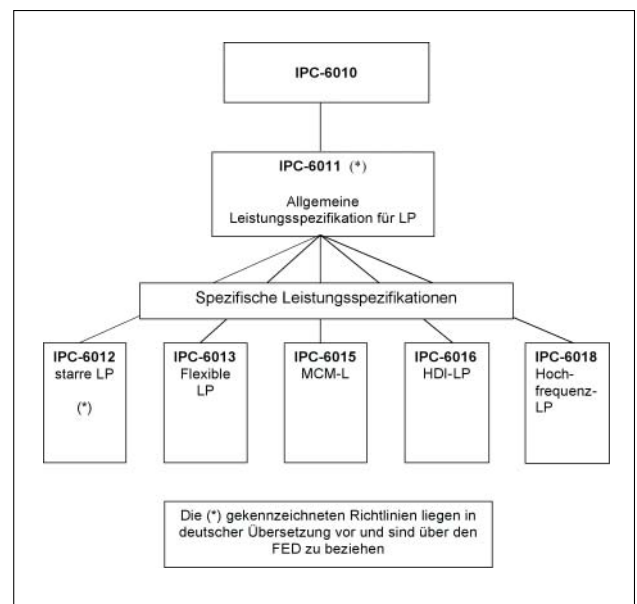
entwickelt, das in überschaubaren zeitlichen Abständen an die technologische und konstruktive Entwicklung der Leiterplatten angepasst wird. Dieses Vorgehen zahlt sich jetzt im Zeitalter der Globalisierung zunehmend für die gesamte internationale Elektronikindustrie aus.

IPC-6010 formuliert die Anforderungen

Ähnlich wie vielen schon aus der Baugruppenfertigung mit IPC/EIA J-STD-001 und IPC-A-610 bekannt, beinhaltet die eine Richtlinienart des Leiterplatten-Paketes, die Familie IPC-6010, die Leistungsspezifikationen (Performance Specifications) für Leiterplatten. In ihnen werden die Anforderungen an Leiterplatten selbst sowie die Anforderungen an die Qualitäts- und Zuverlässigkeitssicherung formuliert, die für die erfolgreiche Abwicklung der Bestellung eingehalten werden müssen. Innerhalb der Familie IPC-6010 geht man hierarchisch vor.

IPC-6011

IPC-6011 ist das Basisdokument (Generic Performance Specification for Printed Boards) und enthält als „Allgemeine Leistungsspezifikation für Leiterplatten“ Grundsätze, die für alle Arten von



ZULÄSSIG – KLASSE 2, 3

- ▶ Der durch Fehler reduzierte Abstand zwischen Leiterbildern ist nicht geringer als der Mindestleiterabstand.
- ▶ Der Bereich der Rissbildung beträgt nicht mehr als 50 % des Abstandes benachbarter Leiterbilder, die nicht elektrisch verbunden sind.
- ▶ Keine Ausbreitung der Fleckenbildung als Ergebnis thermischer Tests, welche die Wärmebelastungen des Fertigungsprozesses nachbilden.
- ▶ Rissbildung an der Leiterplattenkante reduziert nicht den Mindestabstand zwischen Leiterplattenkante und Leiterbild, oder, falls nicht vorgeschrieben, sollte dieser mindestens 2,5 mm (0,0984 ") betragen.

AUTOR
Dr. Hartmut Poschmann, FED

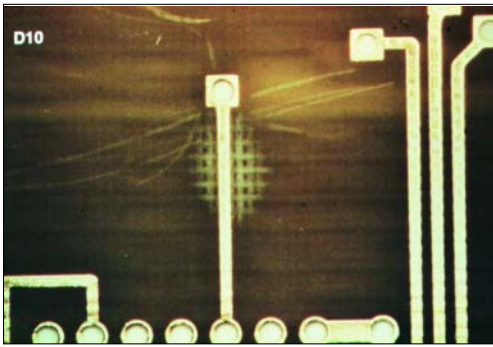


Bild 2: Beispiel für Rissbildung und die dazugehörigen Abnahmekriterien (Pkt. 2.3.2 von IPC-A-600G)

Leiterplatten gültig sind, also starre, flexible, HDI-Leiterplatten usw. Dazu gehört beispielsweise die Einteilung der Produkte nach drei Leistungsklassen, den Klassen 1, 2, 3. Diese Einteilung zieht sich wie ein rotes einheitliches Band durch alle wesentlichen IPC-Richtlinien. In Abhängigkeit von der durch den Kunden an den Hersteller vorzugebenden Produktklasse vergrößern oder verringern sich auch die Anforderungen an die Qualitätsmerkmale der Leiterplatte, kann also teurer oder billiger produziert werden. Hieraus folgt, dass man durch bewusste definierte Einordnung des Produktes durchaus Kosten sparen kann.

Die weiteren Richtlinien der Familie IPC-6010 präzisieren die spezifischen Forderungen an einzelne Leiterplattenarten (Bild 1).

IPC-6012B

IPC-6012B „Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards“ (Qualifikation und Leistungsspezifikation für starre Leiterplatten) untersetzt die in IPC-6011 zusammengefassten allgemeinen Forderungen an Leiterplatten durch die spezifischen für starre Leiterplatten (Tabelle 1). Die 44-seitige IPC-6012B kam im November 2004 heraus. Sie weist inhaltlich erhebliche Veränderungen gegenüber dem Vorgänger IPC-6012A auf.

Diese beziehen sich entsprechend dem Technikfortschritt z. B. auf Oberflächenbeschichtungen, Loch- und Restringabmessungen, Ausbrüche, BGA-Anschlusspattern, minimale innere und äußere Kupferleiterdicke, Tests für Wärmebelastbarkeit der Leiterplatte.

Ein Beispiel: Zu 3.5.3.2 heist es in der Richtlinie:

- ▶ **Leiterdickenreduzierung:** Die zulässige Reduzierung der minimalen Leiterdicke aufgrund von einzelnen Fehlern (z. B. Kantenrauigkeit, Kerben, Nadellöcher und Kratzer), darf 20 % der minimalen Leiterdicke bei den Klassen 2 und 3, sowie 30 % bei Klasse 1 nicht überschreiten.

Auch in der Luft- und Raumfahrt als auch der Militärtechnik werden IPC-6011 und IPC-6012B offiziell zunehmend eingesetzt. Zum Beispiel sind in einer Extra-Anlage zum Dokument in einer fünfseitigen Tabelle die spezifischen Anforderungen an Leiterplatten für Luft-, Raumfahrt und Militärelektronik, die über Klasse 3 hinausgehen, als Klasse 3/A aufgenommen. Anlage A fasst in einer 6-Seiten-Tabelle die Leistungsanforderungen an Leiterplatten – wieder unterteilt nach den Klassen 1, 2, 3 – straff und übersichtlich zusammen.

Der FED hat die Richtlinien IPC-6011 und IPC-6012B jetzt in Deutsch herausgebracht, weil diese beiden Richtlinien die überwiegende Mehrheit der in Deutschland

eingesetzten Leiterplatten betreffen, also auch starre Multilayer.

IPC-A-600G kontrolliert die Einhaltung der Qualität

Für die Qualitätsbeurteilung der fertigen Leiterplatten, also den Abnahmeprozess, dient das andere Dokument des Paketes, IPC-A-600G. Der IPC brachte diese neue 125-seitige Fassung als Nachfolger von IPC-A-600F im Juli 2004 heraus. Die Richtlinie enthält eine Zusammenstellung von Abnahmekriterien, die bei der visuellen Qualitätskontrolle innerer und äußerer Fehler von Leiterplatten eine Rolle spielen (Tabelle 2). Die Beurteilung der Qualität der Leiterplatten erfolgt auch anhand ihrer Zuordnung zu den bereits vorn erwähnten drei Qualitätsklassen. Einen Auszug aus Kapitel 2 „Rissbildung“ (Crazing) zeigt Bild 2. Die Richtlinie enthält eine große Anzahl farbiger Aufnahmen von Leiterplattenausschnitten, zeichnerischen Prinzipdarstellungen, mikroskopischen Aufnahmen und Schlifffdarstellungen, ergänzt durch textliche Erläuterungen und Parametertabellen. Mehr als 80 neue bzw. überarbeitete Bilder und Illustrationen geben in der ge-

genüber dem Vorgänger IPC-A-600F stark überarbeiteten Fassung zusätzliche oder veränderte Informationen zur Produktabnahme. Das betrifft u.a. abgehobene Anschlussflächen und Leiterzüge, Restringanforderungen, Unterätzen, Folienunterbrechungen, flexible Leiterzüge und die minimale Dicke für Leiterzüge. IPC-A-600G läuft synchron mit den Abnahmeforderungen in IPC-6012B und IPC-6013A. ▶

Gliederungspunkt	Inhalt
3.2.6.8	Galvanisches Kupfer
3.2.8	Polymerbeschichtung (Lötstopplack)
3.2.10	Bezeichnungsdruckfarben
3.3.2.1	Fleckenbildung
3.3.2.3	Delaminierung
3.3.2.6	Kratzer, Dellen, Bearbeitungsspuren
3.3.5	Kennzeichnung
3.3.6	Lötbarkeit
3.3.8	Randsteckverbinder
3.5.1	Leiterbahnbreite und -dicke
3.5.2	Leiterbahnabstand
3.5.3.1	Leiterbreitenreduzierung
3.5.3.2	Leiterdickenreduzierung
3.5.4.2	Lötfähige Anschlussflächen für SMD-Bauelemente
3.5.4.2.2	Runde Anschlussflächen für BGA
3.5.4.3	Drahtbondanschlussflächen
3.7.1-3	Lötstopplackabdeckung, -haftfestigkeit, -dicke

Tabelle 1: Auszüge aus der Gliederung von IPC-6012B

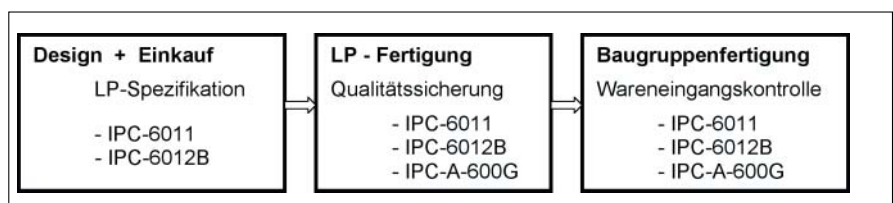


Bild 3: Einsatzbereiche von IPC-6011, IPC-6012B, IPC-A-600G in den Unternehmen

Das 3-Klassen-Produktsystem des IPC

Noch vielfach unbekannt in Europa ist die Einteilung der Produkte in drei Leistungsklassen. Sie wird durch den Entwickler in Abhängigkeit von den Einsatzanforderungen an die Finalerzeugnisse vorgenommen. Diese Einteilung zwingt die Unternehmen, sich intensiv zusätzliche Gedanken über die konkreten tatsächlichen Einsatzanforderungen ihrer Geräte und den dafür zu treibenden technischen Aufwand (und damit über die Kosten) zu machen.

Die drei allgemeinen Klassen wurden festgelegt, um das progressive Voranschreiten bei Technologie, funktionalen Leistungsanforderungen und Test-/Inspektionshäufigkeit widerzuspiegeln. Es sollte bei der Nutzung der Klassen aber anerkannt sein, dass es eine Überlappung der Gerätekategorien zwischen den verschiedenen Klassen geben kann. Der Benutzer ist dafür verantwortlich, dass er auch im Vertrag oder in der Bestellung für jedes Produkt die erforderliche Leistungsklasse spezifiziert. Er muss jegliche Ausnahmen bei speziellen Parametern angeben, soweit dies angebracht ist.

Klasse 1: Gewöhnliche Elektronikprodukte

Die Hauptforderung an die Produkte der Klasse 1 (General Electronic Products) ist, dass die fertige Baugruppe funktioniert. Hierunter fallen Produkte der Konsumgüterindustrie, einige Computer und zugehörige Peripheriehardware, bei denen oberflächliche Unzulänglichkeiten nicht von Bedeutung sind und die Hauptforderung das Funktionieren der fertig bestückten Baugruppe ist.

Klasse 2: Zweckbestimmte Elektronikprodukte

Unter Klasse 2 (Dedicated Service Electronic Products) fallen Produkte, für die kontinuierliche Leistung und verlängerte Lebensdauer gefordert sind und unterbrechungsfreier Betrieb erwünscht, aber nicht kritisch ist. Die typische Anwendungsumgebung bewirkt keinen Ausfall. Beispiele: Produkte aus der Kommunikationstechnik, Geräte und Instrumente. Bestimmte oberflächliche Unzulänglichkeiten bei Leiterplatten können toleriert werden.

Äußere Beurteilungsmerkmale wie <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kanten, Basismaterial-Oberfläche, Delaminierung, Blister, Einschlüsse, Zinn-Blei-Beschichtungen, Durchkontaktierungen, unplattierte Bohrungen, gedruckte Kontakte und Kontaktkämme, Markierungen, Lötstopmasken, Abmessungskennwerte für Leiterzugbreiten- und -abstände, Ebenheit, Bohrungen
Innere Beurteilungsmerkmale wie <ul style="list-style-type: none"> ▶ Delaminierung, Blister, Harzaustritte, Fehlstellen, Hinterätzungen bei den dielektrischen Materialien, allgemeine Kennwerte des Leiterbildes, Kennwerte der verschiedenen Arten von durchkontaktierten Bohrungen
Beurteilungsbesonderheiten der einzelnen Leiterplattentypen wie <ul style="list-style-type: none"> ▶ flexible und starr-flexible Leiterplatten, Leiterplatten mit Metallkern,
Testarten und Testhinweise wie <ul style="list-style-type: none"> ▶ elektrische Integrität, Lötbarkeit

Tabelle 2: Aus dem Inhalt von IPC-A-600G

Klasse 3: Hochleistungselektronik

Unter Klasse 3 (High Performance Products) fallen Produkte, für die kontinuierliche Hochleistung oder Leistung auf Abruf kritisch ist, bei denen ein Funktionsausfall nicht toleriert wird, die Endanwendungsumgebung besonders harsch sein kann, und das Gerät jederzeit funktionsfähig sein muss, so wie z. B. in lebenserhaltenden oder anderen kritischen Systemen. Ein Funktionsausfall in solchen Einsatzgebieten wie beispielsweise lebenserhaltenden Einheiten, Flugüberwachungssystemen, bestimmter Militärtechnik und Raumfahrt ist hier nicht zulässig. Leiterplatten dieser Klasse sind geeignet für Anwendungen in Bereichen, für die hohe Sicherheitsstandards vorgeschrieben sind und das Funktionieren eine wesentliche Rolle spielt.

Bild 3 demonstriert, wo die Haupteinsatzgebiete der drei Richtlinienübersetzungen in der Entstehungskette von Elektronikgeräten liegen.

 FED
info@fed.de www.fed.de