



IPC-2221B FR

Norme Générique de Conception du Circuit imprimé

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

En cas de conflit entre la version anglaise et la version traduite de ce document, la version anglaise prévaut.

Développée par le groupe de travail sur l'IPC-2221 (D-31b) du comité sur les circuits imprimés rigides (D-30) de l'IPC

Traduit par :

IFTEC
33, rue Ravon
92340 BOURG LA REINE
France

www.iftec.fr

Et

Thomas ROMONT, CID+

Annule et Remplace :

IPC-2221A – Mai 2003
IPC-2221 – Février 1998

Les utilisateurs de cette norme sont encouragés à participer au développement des futures versions.

Contact :

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

Table des matières

1	CHAMP D'APPLICATION	1			
1.1	Objet	1	3.7.1	Le Routage de la Conception du Circuit Imprimé	18
1.2	Hiérarchie de la Documentation	1	3.7.2	L'Évaluation de la Faisabilité de la Densité	19
1.3	Présentation	1	4	LES MATÉRIAUX	22
1.3.1	Unités dimensionnelles	1	4.1	La Sélection du Matériau	22
1.4	Interprétation de « doit » ou « doivent »	2	4.1.1	La Sélection du Matériau pour sa Résistance Structurale	22
1.5	Définitions des Termes	2	4.1.2	La Sélection du Matériau pour ses Propriétés Électriques	22
1.5.1	Microvia	2	4.1.3	La Sélection du Matériau pour ses Propriétés Environnementales	22
1.6	Classification des Produits	2	4.2	Les Matériaux de Base Diélectriques (y compris les Pré-imprégnés et les Adhésifs)	24
1.6.1	Type de Circuit Imprimé	2	4.2.1	La Couche de Collage Pré-imprégnée (Prepreg)	24
1.6.2	Classification de Performance	2	4.2.2	Les Adhésifs	24
1.6.3	Niveau de Productibilité	3	4.2.3	Les Films ou Feuilles Adhésifs	25
1.7	Changements de niveau de révision	3	4.2.4	Les Adhésifs Électriquement Conducteurs	25
2	LES DOCUMENTS APPLICABLES	3	4.2.5	Les Adhésifs Thermiquement Conducteurs / Électriquement Isolants	25
2.1	IPC	3	4.3	Les Matériaux Stratifiés	26
2.2	Joint Industry Standards	5	4.3.1	Stratifiés Haut T _g	26
2.3	Society of Automotive Engineers	5	4.3.2	La Couleur de Pigmentation	27
2.4	American Society for Testing and Materials	5	4.3.3	L'Épaisseur/Espacement de Diélectriques	27
2.5	Underwriters Labs	5	4.3.4	Les Stratifiés Thermiquement Conducteurs	27
2.6	IEEE7	5	4.3.5	L'Épaisseur minimale du Matériau de Base pour les Cartes à Facteurs de Forme PC	27
2.7	ANSI	5	4.4	Les Matériaux Conducteurs	27
2.8	ANSI/ESD	5	4.4.1	Le Dépôt de Cuivre Chimique	27
2.9	PCMCIA	5	4.4.2	Les Revêtements Semi-conducteurs	27
3	LES EXIGENCES GENERALES	6	4.4.3	Le Dépôt de Cuivre Électrolytique	27
3.1	HIÉRARCHIE DES INFORMATIONS	8	4.4.4	Le Dépôt d'Or	29
3.1.1	L'Ordre de Priorité	8	4.4.5	L'Argent Chimique	32
3.1.2	Les Exigences de Performance du Produit Fini	8	4.4.6	L'Étain Chimique	33
3.2	Les Considérations de Conception	8	4.4.7	La Passivation Organique du Cuivre (OSP)	34
3.3	Le Diagramme Schématique/Logique	9	4.4.8	Le Nickel Électrolytique	34
3.4	L'Évaluation de la Densité	9	4.4.9	L'Étain/Plomb Électrolytique	35
3.5	La Nomenclature	10	4.4.10	L'Enduction de Brasure	35
3.6	Les Considérations d'Exigences de Test	10	4.4.11	Les Autres Revêtements Métalliques pour les Connecteurs de Bords de Carte	36
3.6.1	Les Considérations Électriques	10	4.4.12	Les Feuillards ou Films Métalliques	37
3.6.2	La Testabilité du Circuit Imprimé Assemblé	13	4.5	Les Matériaux pour Composants Enterrés	38
3.6.3	Le Test Boundary Scan	14			
3.6.4	Les Considérations liées au Test Fonctionnel	14			
3.6.5	Les Considérations liées au Test In-Situ	16			
3.6.6	Les Considérations Mécaniques	18			
3.7	L'Évaluation du Routage	18			

4.5.1	Les Résistances Enterrées	38	6.1.3	Les Considérations de Type de Circuit	57
4.5.2	Les Capacités Enterrées	38	6.2	Les Exigences des Matériaux Conducteurs	59
4.5.3	Les Inductances Enterrées	38	6.3	L'Isolément Électrique	59
4.6	Les Revêtements Organiques de Protection	39	6.3.1	B1 – Conducteurs Internes	60
4.6.1	Les Vernis Épargne	39	6.3.2	B2 – Conducteurs Externes, Sans revêtement, du Niveau de la Mer à 3050 m [10,007 feet]	60
4.6.2	Le Vernis de Tropicalisation	40	6.3.3	B3 – Conducteurs Externes, Sans revêtement, au-dessus de 3050 m [10,007 feet]	60
4.6.3	Les Revêtements Anti-Oxydants	41	6.3.4	B4 – Conducteurs Externes, avec Revêtement Polymère Permanent (quelque soit l'altitude) ...	60
4.7	Les Marquages et Légendes	41	6.3.5	A5 – Conducteurs Externes, avec Vernis de Tropicalisation sur l'Assemblage (quelque soit l'altitude)	61
4.7.1	Les Considérations ESD	41	6.3.6	A6 – Pattes/Terminaisons de Composants Externes, Non Tropicalisées, du Niveau de la Mer à 3050 m [10,007 feet]	61
5	LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES/ PHYSIQUES	42	6.3.7	A7 – Pattes/Terminaisons de Composants Externes, Tropicalisées (quelque soit l'altitude)	61
5.1	Les Considérations de Fabrication	42	6.4	Les Contrôles d'Impédance	61
5.1.1	La Fabrication du Circuit Imprimé Nu	42	6.4.1	Le Microstrip	61
5.2	La Configuration du Produit/Circuit Imprimé	42	6.4.2	Le Microstrip Enrobé	62
5.2.1	Le Type de Circuit Imprimé	43	6.4.3	Les Propriétés du Stripline	63
5.2.2	Les Dimensions du Circuit Imprimé	43	6.4.4	Les Propriétés du Stripline Asymétrique	64
5.2.3	La Géométrie du Circuit Imprimé (Taille et Forme)	43	6.4.5	Les Considérations de Capacitance	65
5.2.4	La Flèche et le Vrillage	43	6.4.6	Les Considérations d'Inductance	65
5.2.5	La Résistance Structurale	43	7	LE MANAGEMENT THERMIQUE	68
5.2.6	Les Circuits Imprimés Composites (Âme de bridage)	45	7.1	Les Mécanismes de Refroidissement	68
5.2.7	Les Conceptions pour Vibrations	46	7.1.1	La Conduction	68
5.3	Les Exigences d'Assemblage	46	7.1.2	La Radiation	68
5.3.1	La Fixation Mécanique du Matériel	46	7.1.3	La Convection	69
5.3.2	Le Support des Composants	47	7.1.4	Les Effets de l'Altitude	69
5.3.3	L'assemblage et le Test	47	7.2	Les Considérations de Dissipation de Chaleur	69
5.3.4	Les Rails d'Outillage pour les Circuits Imprimés à facteur de forme PC	47	7.2.1	Les Logements de Circuit Imprimé	69
5.4	Les Systèmes de Dimensionnement	47	7.2.2	La Dissipation Individuelle de Chaleur d'un Composant	71
5.4.1	Les Dimensions et Tolérances	47	7.2.3	Les Considérations de Management Thermique pour les Drains du Circuit Imprimé	71
5.4.2	Le Positionnement des Composants et des Motifs	48	7.2.4	L'Assemblage des Drains sur les Circuits Imprimés	72
5.4.3	Les Motifs Référentiels	49	7.2.5	Les Considérations Spécifiques de Conception pour les Drains de Circuit Imprimé CMS	73
5.5	La Tolérance sur l'Épaisseur du Circuit Imprimé	54	7.3	Les Techniques de Transfert Thermique	73
5.6	La Mise en Panneau de Fabrication (Panel)	54			
5.7	La Mise en Panneau d'Assemblage (Pallet)	54			
6	LES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES	55			
6.1	Les Considérations Électriques	55			
6.1.1	Les Performances Électriques	55			
6.1.2	Les Considérations de Distribution de Puissance	55			

7.3.1	Les Caractéristiques du Coefficient d'Expansion Thermique (CTE)	73	8.4.4	Les Terminaisons en Patte Ronde	98
7.3.2	Le Transfert Thermique	73	8.4.5	Les Sockets pour Composant à Pattes	98
7.3.3	L'Ajustement Thermique	75	8.5	Les CMS à Pas Fin (Périphériques)	98
7.4	La Fiabilité des Conceptions Thermiques	75	8.6	Les Puces Nues	98
8 LES CONSIDÉRATIONS DE COMPOSANTS ET DE LEURS ASSEMBLAGES			8.6.1 Liaison Filaire (Wire Bond)		
8.1 Les Exigences Générales du Placement			8.6.2 Le Flip Chip		
8.1.1	L'Assemblage Automatique	76	8.6.3	Les Composant à l'échelle d'une Puce (Chip Scale)	99
8.1.2	Le Placement des Composants	76	8.7	Le Collage Automatique sur Adhésif	99
8.1.3	L'Orientaion	78	8.8	Les Boîtiers Matriciels CMS	99
8.1.4	L'Accessibilité	78	8.9	Les Composants Sans Pattes	99
8.1.5	L'Enveloppe de Conception	78	8.9.1	Les Boîtiers Sans Patte à Terminaisons Reculées (PQFN et PSON)	100
8.1.6	Le Centrage du Corps des Composants	79	8.10	Guides de Conception pour les Broches Déformables	100
8.1.7	Le Montage au Dessus de Zones Conductrices	79	9 LES TROUS / LES INTERCONNEXIONS		
8.1.8	Les Isolements	79	9.1	Les Exigences Générales pour les Pastilles avec un Trou	101
8.1.9	Les Supports Physiques	80	9.1.1	Les Exigences des Pastilles	101
8.1.10	La Dissipation Thermique	82	9.1.2	Les Exigences d'Anneaux Résiduels	102
8.1.11	La Relaxation des Contraintes	82	9.1.3	Les Freins Thermiques dans les Plans Conducteurs	103
8.2	Les Exigences Générales de Fixation	84	9.1.4	Les Pastilles pour Pattes Rondes Aplaties	103
8.2.1	Le Montage Traversant	84	9.2	Les Trous	103
8.2.2	Le Montage en Surface	84	9.2.1	Les Trous Non Métallisés	103
8.2.3	Les Assemblages Mixtes	84	9.2.2	Les Trous Métallisés	104
8.2.4	Les Considérations de Brasure	84	9.2.3	Le Positionnement des Trous	106
8.2.5	Les Connecteurs et les Interconnexions	86	9.2.4	La Variation des Configurations des Trous	106
8.2.6	Le Matériel de Fixation	88	9.2.5	Les Tolérances de Positionnement des Trous ..	106
8.2.7	Les Raidisseurs	88	9.2.6	La Quantité de Trous	107
8.2.8	Les Pastilles pour Pattes Rondes Aplaties	89	9.2.7	L'espacement des Trous Adjacents	107
8.2.9	Les Bornes à Braser	89	9.2.8	L'Aspect Ratio	107
8.2.10	Les œillets	91	9.3	La Protection des Vias	107
8.2.11	Le Câblage Spécial	91	9.3.1	Les exigences de Protection des Vias	107
8.2.12	Les Dispositifs Thermo-rétractables	91	9.3.2	Le Remplissage des Vias	107
8.2.13	Les Barres de Distribution	91	10 LES EXIGENCES GENERALES DES ÉLÉMENTS CONDUCTEURS		
8.2.14	Les Câbles Flexibles	92	10.1	Les Caractéristiques des Pistes	108
8.3	Les Exigences du Montage Traversant	92	10.1.1	La Largeur et l'Épaisseur d'une Piste	108
8.3.1	Les Pattes Montées dans des Trous Traversants	92	10.1.2	L'Isolement Électrique	110
8.4	Les Exigences Standards du Montage en Surface	96	10.1.3	Le Routage des Pistes	110
8.4.1	Les Composants à Pattes Montées en Surface	96	10.1.4	L'Isolement des Pistes	112
8.4.2	Les Composants Flat-Pack	96	10.1.5	Les Cathodes Voleuses	112
8.4.3	Les Terminaisons en Patte en Ruban	98	10.2	Les Caractéristiques des Pastilles	112

Figure 5-3B	Circuit Imprimé Symétrique à Âme de Bridage avec une âme Cuivre-Invar-Cuivre centrale.	45	Figure 8-1	Orientation des Composants pour les Bords et/ou les Applications de Brasage à la Vague	79
Figure 5-4	Avantages de la Tolérance de Position sur la Tolérance Bilatérale, mm [in]	48	Figure 8-2	Centrage du Corps d'un Composant	79
Figure 5-5	Système de Référence	49	Figure 8-3	Les Composants Axiaux Montés par-Dessus des Conducteurs	79
Figure 5-6	Exemple de Positionnement de Trous Métallisés, mm [in]	50	Figure 8-4	Isolement sur Carte non revêtue	80
Figure 5-7	Exemple de Positionnement de Trous d'Outillage/Montage, mm [in]	50	Figure 8-5	Composant Axial Monté sur Pince	80
Figure 5-8	Exemple de Positionnement de Motifs Conducteurs Utilisant des Mires, mm [in]	51	Figure 8-6	Composant Axial Collé par un Adhésif	80
Figure 5-9	Exemple de Positionnement et de Tolérances du Contour d'un Circuit Imprimé, mm [in]	52	Figure 8-7	Exemple de Cordons Comparés au Collage	81
Figure 5-10	Exemple de Plan d'un Circuit Imprimé Utilisant le Dimensionnement et les Tolérances Géométriques, mm [in]	52	Figure 8-8	Montage avec Pied ou Entretoises	81
Figure 5-11	Exigences d'Ouvertures autour des Mires	53	Figure 8-9	Exemples de Dissipation de Chaleur	82
Figure 5-12	Mises en Panneau de Travail/Assemblage de Circuits Imprimés, mm	53	Figure 8-10	Coubures des Pattes	83
Figure 5-13	Exemple de Positionnement et de Tolérances du Détrompeur d'un Connecteur, mm [in]	54	Figure 8-11	Configurations Typiques des Pattes	83
Figure 6-1	Concepts de Distribution des Masses/Tensions	56	Figure 8-12	Méthode Typique de Détrompage	86
Figure 6-2	Routage d'une Référence Unique sur le Bord	57	Figure 8-13	Les Tolérances du Bord du Circuit Imprimé	87
Figure 6-3	Distribution des Circuits	57	Figure 8-14	Configuration de Chanfreins d'Insertion	87
Figure 6-4	Construction de Ligne de Transmission dans le Circuit Imprimé	62	Figure 8-15	Connecteur en Deux-Parties	87
Figure 6-5	Capacité en fonction de la Largeur de Piste et de l'Épaisseur de Diélectrique en Microstrip, mm [in]	66	Figure 8-16	Adaptateur de Connexion de Bord de Carte	88
Figure 6-6	Capacité en fonction de la Largeur de Piste et de l'isolement en Stripline, mm [in]	67	Figure 8-17	Description du Joint de Patte Ronde ou Aplatie (Ecrasée)	89
Figure 6-7	Intersection de pistes	67	Figure 8-18	Les Écartements de Montage des Bornes, mm [in]	90
Figure 7-1	Exigences de dégagement des composants pour l'Insertion automatique des composants	72	Figure 8-19	Configuration à Double Trou pour la Connexion d'une Borne aux Couches Externes et Internes	90
Figure 7-2	Comparaison des Coefficients d'Expansion Thermique (CTE) Relatifs	74	Figure 8-20	Pattes Partiellement Clinchées dans un Trou Traversant	92
			Figure 8-21	Courbure des pattes d'un Boîtier En-ligne Double (DIP)	93
			Figure 8-22	Brasure dans le Rayon de Courbure de la Patte	93
			Figure 8-23	Composants à Pattes Radiales à Deux Pattes	93
			Figure 8-24	Montage d'un Composant Radial à Deux Pattes, mm [in]	94
			Figure 8-25	Isolement du Ménéisque, mm [in]	94
			Figure 8-26	Composant en boîte à Pates Radiales "TO", mm [in]	94
			Figure 8-27	Montage de Composant Perpendiculaire, mm [in]	94

Figure 8-28	Les Boîtiers Flat-Packs et Quad Flat-Packs	95	Figure 11-1	Carte du Flux des Séquences de Conception/Fabrication du Circuit Imprimé	114
Figure 8-29	Exemple de Configuration de Pattes en Ruban pour le Montage Traversant des Boîtiers Flat-Packs	95	Figure 11-2	Visualisation d'un Circuit Imprimé Multicouche	115
Figure 8-30	Boîtiers Métalliques de Puissance à Pattes Souples	95	Figure 11-3	Ouverture du Vernis Épargne en Bande	116
Figure 8-31	Boîtiers Métalliques de Puissance sur Séparateurs Résiliants	95	Figure 11-4	Ouverture du Vernis Épargne en Cases	116
Figure 8-32	Boîtiers Métalliques de Puissance à Pattes Non Pliables	95	Figure 12-1	Utilisation du Panneau avec les Conceptions de Coupons de Conformité de l'IPC-2221B	119
Figure 8-33	Exemples de Montage en Surface de Flat-Pack	97	Figure 12-2	Utilisation du Panneau avec les Conceptions de Coupons de Conformité Historiques	120
Figure 8-34	Patte Ronde ou Aplatie	97	Figure 12-3	Exemple d'Empilage pour un Circuit Imprimé 10 Couches	120
Figure 8-35	Configuration de Pattes en Ruban pour des Flat-Packs Montés à Plat	97	Figure 12-4	Passage Systématique à la Mise en Place de Contrôle Statistique des Procédés (SPC)	123
Figure 8-36	Exigences de Montage du Talon	98	Figure A.2-1	Routage du Coupon AB/R, mm [in]	126
Figure 8-37	Construction d'un boîtier TSSOP	98	Figure A.2-2	Exemple des Couches d'un Coupon AB/R	127
Figure 8-38	Construction d'un boîtier SQFP	98	Figure A.3-1	Routage du Coupon A/R, mm [in]	129
Figure 8-39	Exemples de Construction de Boîtier Matriciel à Billes (Ball Grid Array ou BGA)	99	Figure A.3-2	Exemple des Couches d'un Coupon A/R	130
Figure 8-40	Construction de Boîtier Matriciel Céramique à Colonnes (Column Grid Array ou CGA)	99	Figure A.4-1	Routage du Coupon B/R, mm [in]	132
Figure 8-41	Construction de Boîtier Matriciel sans Pattes (Land Grid Array ou LGA)	100	Figure A.5-1	Routage du Coupon E, mm [in]	133
Figure 8-42	Construction Quad Flat No-lead (QFN)	100	Figure A.5-2	Coupon E	134
Figure 8-43	Construction Small Outline No-lead (SON)	100	Figure A.6-1	Routage du Coupon S, mm [in]	135
Figure 8-44	Construction Pullback Quad Flat No Lead (PQFN)	100	Figure A.6-2	Exemple de Couches du Coupon S	136
Figure 9-1	Exemples de Formes de Pastilles Modifiées	101	Figure A.7-1	Routage du Coupon W, mm [in]	137
Figure 9-2	Anneau Résiduel Externe	102	Figure A.7-2	Routage du Coupon W	138
Figure 9-3	Anneau Résiduel Interne	102	Figure A.8-1	Routage du Coupon D avec des motifs A et B, mm [in]	139
Figure 9-4	Frein Thermique Typique dans les Plans	103	Figure A.8-2	Exemple de Couches du Coupon D avec des motifs A et B	140
Figure 10-1	Caractéristiques des Conducteurs Gravés	111	Figure A.8-3	Routage du Coupon D avec des motifs de vias séquentiels B, mm [in]	140
Figure 10-2	Exemple de Renforcement ou de Réduction de Piste	112	Figure A.9-1	Routage du Coupon G, mm [in]	142
Figure 10-3	Optimisation du Routage Entre Pastilles	112	Figure A.9-2	Exemple de Couches du Coupon G	143
			Figure A.10-1	Routage du Coupon H, mm [in]	144
			Figure A.10-2	Exemple de couches du Coupon H	145
			Figure A.11-1	Routage du Coupon P, mm [in]	146
			Figure A.11-2	Exemple de Couches du Coupon P	146

Figure A.12-1 Routage du Coupon Z (Microstrip et edge-coupled microstrip), mm [in] 147

Figure A.12-2 Exemple de Couche du Coupon Z 148

Figure A.12-3 Routage du Coupon Z (Microstrip et edge-coupled microstrip utilisant d'autres points de test), mm [in] 148

Figure B.2-1 Les Coupons Test A et B, mm [in] 150

Figure B.2-2 Les Coupons Test A et B (Détail des Connexions), mm [in] 151

Figure B.2-3 Coupon Test A/B, mm [in] 152

Figure B.2-4 Le Coupon Test A/B (Détail des Connexions), mm [in] 153

Figure B.3-1 Le Coupon E, mm 154

Figure B.3-2 Le Motif en "Y" comme Motif de Test de la Propreté sous les Composants CMS 154

Figure B.4-1 Le Coupon Test S, mm [in] 155

Figure B.5-1 Le Coupon Test M, Test de Brasabilité des Plages d'Accueil CMS, mm [in] 156

Figure B.6-1 Le Coupon Test D, mm [in] 156

Figure B.6-2 Exemple d'un 10 couches 157

Figure B.6-3 Exemple d'un Coupon D de 10 Couches, Modifié pour Inclure des Vias Borgnes and Enterrés 158

Figure B.6-4 Le Coupon Test D pour le Contrôle de Procédé de Circuits Imprimés 4 Couches 159

Figure B.7-1 Le Coupon Test G, Adhérence de Vernis Épargne, mm [in] 160

Figure B.8-1 Le Coupon H Optionnel, mm [in] 160

Figure B.8-2 Exemples de Motifs en Peigne 161

Figure B.9-1 Le Coupon C, Couches Externes Seulement, mm [in] 161

Figure B.10-1 Le Coupon Test F, mm [in] 163

Figure B.10-2 Le Coupon Test R, mm [in] 164

Figure B.10-3 Le Pire cas de la Relation Trou/Pastille 164

Figure B.11-1 Le Coupon Test N, Adhérence des Plages d'Accueil CMS et Force de Pelage, mm [in] 165

Figure B.12-1 Le Coupon Test X, mm [in] 166

Figure B.12-2 Le Test de Flexion 166

Tableaux

Tableau 3-1 Check-list des Compromis Conception/ Performance d'un Circuit Imprimé 6

Tableau 3-2 Surfaces des Composants en éléments de Grille 20

Tableau 4-1 Propriétés Typiques des Matériaux Diélectriques Courants 23

Tableau 4-2 Les Exigences des Finitions et des Revêtements Finaux 28

Tableau 4-3 Exigences Minimales de Métallisation de Cuivre en Surface et dans les trous dans les Vias Enterrés >2 Couches, les Vias Traversants, et les Vias Borgnes 29

Tableau 4-4 Exigences Minimales de Métallisation de Cuivre en Surface et dans les trous pour les Microvias (Borgnes et Enterrés) 29

Tableau 4-5 Exigences Minimales de Métallisation de Cuivre en Surface et dans les trous pour les Vias Enterrés sur un même core (2 couches). 29

Tableau 4-6 Les Finitions de Surface 30

Tableau 4-7 Usages des Dépôts d'Or 31

Tableau 4-8 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface ENIG 31

Tableau 4-9 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface ENIG/EG 32

Tableau 4-10 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface ENEPIG 33

Tableau 4-11 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface Argent Chimique 33

Tableau 4-12 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface Étain Chimique 34

Tableau 4-13 Avantages et Inconvénients de la Finition de Surface OSP 35

Tableau 4-14 Exigences des Feuillards et Films de Cuivre 37

Tableau 4-15 Substrats pour Âmes Métalliques 38

Tableau 4-16 Les ouvertures et les digues minimales typiques dans le Vernis Épargne 40

Tableau 4-17 Les types de vernis de tropicalisation et leurs épaisseurs 40

Tableau 4-18 Les fonctions du vernis de tropicalisation 40

Tableau 5-1	Les Hypothèses et Considérations de Fabrication	42	Tableau 9-6	Diamètres Minimums et Maximums des Trous Traversants et Aspect Ratio, mm [in]	108
Tableau 5-2	Dimensions des Substrats pour Carte à Facteur de Forme PC	42	Tableau 10-1	Épaisseur des Feuillards en Couche Interne Après Traitement	109
Tableau 5-3	Limites des Equipements Typiques d'Assemblage	47	Tableau 10-2	Épaisseur des Conducteurs Externes Après Traitement	109
Tableau 6-1	Isolement électrique entre conducteurs ..	60	Tableau 12-1	Exigences des Coupons de l'Annexe A	118
Tableau 6-2	Constante Diélectrique Apparente Typique des Matériaux pour Circuit Imprimé	63	Tableau 12-2	Exigences des Coupons (Historiques) de l'Annexe B	118
Tableau 6-3	Exemple de constructions pour un circuit imprimé 6 couches	64	Tableau A.1-1	Les Coupons IPC	124
Tableau 7-1	Effets du Type de Matériau sur la Construction	68	Tableau A.2-1	Paramètres du Coupon AB/R, mm [in]	125
Tableau 7-2	Émissivité de Certains Matériaux	69	Tableau A.3-1	Paramètres du Coupon A/R, mm [in]	128
Tableau 7-3	Les Préférences d'Assemblage entre Drain Thermique et Circuit Imprimé	72	Tableau A.4-1	Paramètres du Coupon B/R, mm [in]	131
Tableau 7-4	Matrice Comparative de Fiabilité des Joints de Brasure des Pattes/ Terminaisons de Composants	73	Tableau A.5-1	Paramètres du Coupon E, mm [in]	133
Tableau 9-1	Minimum de Tolérance de Fabrication Standard pour les Pastilles d'Interconnexion	102	Tableau A.6-1	Paramètres du Coupon S, mm [in]	135
Tableau 9-2	Anneaux Résiduels (Minimum)	103	Tableau A.7-1	Paramètres du Coupon W, mm [in]	137
Tableau 9-3	Taille du Trou Percé Minimum pour des Vias Enterrés	105	Tableau A.8-1	Paramètres du Coupon D, mm [in]	139
Tableau 9-4	Taille du Trou Percé Minimum pour des Vias Borgnes	105	Tableau A.9-1	Paramètres du Coupon G, mm [in]	141
Tableau 9-5	Tolérance Minimum de Positionnement des trous, DTP	107	Tableau A.10-1	Paramètres du Coupon H, mm [in]	144
			Tableau A.11-1	Paramètres du Coupon P, mm [in]	146
			Tableau A.12-1	Paramètres du Coupon Z, mm [in]	147
			Tableau B.1-1	Les Coupons Historiques de l'IPC-2221	149

Page Blanche