

電子部品用高分子材料の最新動向 V

— 半導体用および電子基板用材料の技術・開発・市場の実態 —

2011年9月発行

定価104,500円（消費税込み）

住ベリサーチの調査研究レポート

住ベリサーチ株式会社
技術調査部
〒140-0002 品川区東品川2-5-8
天王洲パークサイドビル16F
TEL 03-5462-7036
FAX 03-5462-7040

目 次

第 1 章 緒 言	1
第 2 章 半導体封止用有機高分子材料の最新動向	3
2.1 半導体用樹脂封止技術の開発動向	3
2.1.1 樹脂封止材料の必要特性	3
2.1.2 半導体の樹脂封止方法	4
2.2 半導体封止樹脂関連材料の開発動向	5
2.2.1 固形封止材料	5
1 固形封止材料の組成と変遷	5
(1) 封止材料の基本組成	5
(2) 特性改良の変遷	7
2 固形封止材料組成物の特性の改良	11
(1) 熔融粘度の低減	11
(2) 硬化性の向上	13
(3) 保存安定性の向上	13
3 固形封止材料の用途別開発状況	15
(1) 耐半田対応封止材料	17
(2) 環境対応封止材料	18
(3) 先端パッケージ用封止材料	20
(4) 圧縮成形用封止材料	22
2.2.2 液状封止材料	24
1 液状封止材料の応用分野と材料組成	24
(1) 液状封止材料の特徴	24
(2) 液状封止材料の組成	24
(3) 液状封止材料の開発課題	25
2 液状封止材料の用途別開発状況	28
(1) TAB 型パッケージ用液状封止材料	28
(2) WB 型パッケージ用液状封止材料	29
(3) WL-CSP 用液状封止材料	30
2.2.3 アンダーフィル用液状樹脂	31
1 アンダーフィル材料の技術課題	31
(1) アンダーフィル材料の必要性	31
(2) アンダーフィル材料の課題	32
(3) アンダーフィル実装プロセスの課題	33
(4) 三次元実装を支えるアンダーフィル材料	33
(5) 液状封止材料の各社代表グレード	35
2 アンダーフィル材料の特性改良	35
(1) 流動性の向上	36
(2) ボイドの低減	37
(3) 硬化性の向上	38

3	対応部材別アンダーフィル材料の開発状況	39
(1)	Low-k膜対応材料	39
(2)	鉛フリー半田対応材料	39
(3)	WL-CSP対応材料	41
(4)	2次実装対応材料	41
(5)	COF対応材料	42
4	タイプ別アンダーフィル材料の開発状況	42
(1)	キャピラリーフロータイプ材料	42
(2)	プリアプライドタイプ材料	43
(3)	リペア可能タイプ材料	45
2.2.4	封止シート（接着フィルム）	46
1	封止シートシステム	46
2	封止シートの各社開発状況	48
(1)	日立化成工業の研究	48
(2)	京セラケミカルの研究	50
(3)	日東電工の研究	51
(4)	その他の会社の研究	51
2.3	エポキシ樹脂封止材料の特性改良に関する研究開発動向	53
2.3.1	熱的特性の改良	53
1	高耐熱化	53
(1)	高耐熱ナフタレン骨格エポキシ樹脂	53
(2)	高耐熱アダマンタン骨格エポキシ樹脂	54
(3)	高耐熱性エポキシ樹脂配合材料	54
2	低熱膨張化	57
(1)	多環芳香族骨格樹脂による低熱膨張化	57
(2)	充填材による低熱膨張化	59
3	高熱伝導化（高放熱化）	59
(1)	エポキシ樹脂による高熱伝導化	60
(2)	フィラーによる高熱伝導化	61
4	耐半田リフロー材料の開発	63
(1)	パナソニック電工の研究	63
(2)	日東電工の研究	66
(3)	住友ベークライトの研究	67
(4)	日立化成工業の研究	67
(5)	京セラケミカルの研究	68
5	半田代替用高熱伝導ペーストの開発	68
2.3.2	力学的特性の改良	68
1	高強靱化	68
(1)	ソフトセグメントの導入による強靱化	69
(2)	エラストマー変性による強靱化	70
2	低応力化	72
(1)	低応力剤による内部応力の低減	73

(2) シリコン化合物による内部応力の低減	74
(3) 樹脂による内部応力の低減	77
(4) 硬化剤による内部応力の低減	77
(5) フィラーによる内部応力の低減	78
3 低反り化	79
(1) 半導体パッケージの反り発生機構	79
(2) 半導体封止材料の反り低減方法	80
(3) 各社の反り低減材料	81
(4) 樹脂による低反り化	82
(5) 硬化剤による低反り化	84
(6) 添加剤による低反り化	86
2.3.3 電気的特性の改良	89
1 耐湿性の改良	89
(1) エポキシ樹脂による改良	89
(2) 硬化剤による改良	91
(3) フィラーによる改良	91
(4) イオン捕捉剤による改良	91
2 電気絶縁性の改良	92
(1) 耐マイグレーション性の改良	92
(2) 電気トリーの改良	93
(3) 金属フリー化	94
(4) 耐トラッキング性	96
(5) 銅ワイヤの腐食防止	96
(6) 銀ワイヤの腐食防止	97
2.3.4 難燃性の改良	98
1 ハロゲンフリー難燃剤の開発	98
(1) 難燃エポキシ樹脂	98
(2) 難燃エポキシ樹脂用硬化剤	100
(3) その他難燃用添加剤	102
2 自己消火性難燃封止材料の開発	104
3 環境対応型封止材料の各社開発状況	108
(1) 住友ベークライトの研究	108
(2) 日立化成工業の研究	110
(3) パナソニック電工の研究	111
(4) 日本化薬の研究	112
2.3.5 密着性の改良	112
(1) 住友ベークライトの研究	112
(2) 日立化成工業の研究	114
(3) パナソニック電工の研究	115
(4) 日東電工の研究	116
(5) 京セラケミカルの研究	117
(6) その他の会社の研究	118

第3章 光半導体封止用透明高分子材料の最新動向	120
3.1 光半導体用透明封止材料の開発動向	120
3.1.1 光半導体用透明封止材料の必要特性	120
3.1.2 代表的な光半導体用透明封止材料	121
1 エポキシ樹脂とシリコーン樹脂	121
2 エポキシ・シリコーンハイブリッド樹脂	122
3 無機・有機ハイブリッド樹脂	123
3.2 光半導体封止用エポキシ樹脂の開発動向	124
3.2.1 光半導体封止用エポキシ樹脂の特徴	124
3.2.2 光半導体封止用エポキシ樹脂の改良	125
1 耐光(耐熱)性の改良	125
2 耐光(耐紫外線)性の改良	127
3 耐衝撃(耐クラック)性の改良	129
4 耐湿性の改良	132
3.3 光半導体封止用シリコーン樹脂の開発動向	134
3.3.1 光半導体封止用シリコーン樹脂の特徴	134
3.3.2 光半導体封止用シリコーン樹脂の改良	135
1 屈折率の改良	135
2 耐衝撃(耐クラック)性の改良	137
3 耐光(耐熱)性の改良	138
4 耐光(耐紫外線)性の改良	140
5 接着性の改良	141
6 耐腐食性の改良	142
7 成形性の改良	143
3.4 光半導体封止用エポキシ・シリコーンハイブリッド樹脂の開発動向	144
3.4.1 光半導体封止用エポキシ・シリコーンハイブリッド樹脂の特徴	144
3.4.2 光半導体封止用エポキシ・シリコーンハイブリッド樹脂の改良	145
1 接着(密着)性の改良	145
2 耐衝撃(耐クラック)性の改良	147
3 耐光(耐熱)性の改良	148
4 耐光(耐紫外線)性の改良	150
5 屈折率の改良	151
6 べたつき性の改良	152
7 保存安定性の改良	153
3.5 その他の光半導体封止用樹脂の開発動向	154
3.5.1 光半導体封止用無機・有機ハイブリッド樹脂	154
1 メタロセン結合を有するハイブリッド樹脂組成物	154
2 シロキサン結合を有するハイブリッド樹脂組成物	155
3 金属アルコキシドを有するハイブリッド樹脂組成物	155
3.5.2 その他の光半導体封止用樹脂	157
1 光半導体封止用ポリイミド	157
2 光半導体封止用アクリル樹脂	157

3	光半導体封止用フッ素樹脂	159
4	その他の光半導体封止用樹脂および材料	160
第4章	半導体チップコーティング用高分子材料の最新動向	163
4.1	半導体チップ表面コーティング材料	163
4.1.1	半導体チップ表面コーティング技術	163
1	表面コーティング材料の必要性	163
2	表面コーティング材料の使用法	164
3	表面コーティング用樹脂の種類とその特徴	165
4.1.2	半導体チップ表面コーティング用ネガ型感光性樹脂の開発	165
1	ネガ型感光性ポリイミドの開発	165
(1)	ネガ型感光性樹脂の合成方法	166
(2)	ネガ型感光性樹脂の諸特性	166
2	ネガ型感光性樹脂の改良	167
(1)	超厚膜ネガ型感光性ポリイミド	167
(2)	低応力ネガ型感光性ポリイミド	168
(3)	低温硬化ネガ型感光性ポリイミド	169
(4)	アルカリ水溶液現像ネガ型感光性ポリイミド	169
(5)	高感度ネガ型感光性ポリイミド	170
(6)	高解像度ネガ型感光性ポリベンゾオキサゾール	170
(7)	無腐食性ネガ型感光性ポリベンゾオキサゾール	171
4.1.3	半導体チップ表面コーティング用ポジ型感光性樹脂の開発	171
1	ポジ型感光性樹脂の特徴	171
2	ポジ型感光性ポリイミドの開発	172
3	ポジ型感光性ポリイミドの改良	172
(1)	低熱膨張性ポジ型感光性ポリイミド	172
(2)	低誘電率ポジ型感光性ポリイミド	173
(3)	高感度ポジ型感光性ポリイミド	174
4	ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾールの開発	175
5	ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾールの改良	175
(1)	高感度ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	175
(2)	高感度、高解像度ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	177
(3)	i線透過性ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	179
(4)	高接着性ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	180
(5)	低温硬化ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	181
6	ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾールの製品	183
4.2	半導体用層間絶縁膜材料	184
4.2.1	低誘電率層間絶縁膜材料の開発	184
1	低誘電率層間絶縁膜材料の必要性	184
2	低誘電率層間絶縁膜材料の開発方法	184
4.2.2	低誘電率層間絶縁膜材料用樹脂の開発状況	186
1	ポリイミド系低誘電率層間絶縁膜材料の開発	186

(1) ポーラス化による低誘電率化	187
(2) 脂環式構造の導入による低誘電率化	189
(3) 嵩高い構造の導入による低誘電率化	191
(4) 低極性化による低誘電率化	192
(5) シリコーンの導入による低誘電率化	193
(6) 低誘電率材料の混合による低誘電率化	193
2 ポリベンゾオキサゾール系低誘電率層間絶縁膜材料の開発	194
(1) ポーラス化による低誘電率化	194
(2) フッ素変性による低誘電率化	195
(3) 脂環式構造の導入による低誘電率化	195
3 その他樹脂系低誘電率層間絶縁膜材料の開発	196
(1) ポリベンゾシクロブテン	196
(2) ポリシラザン	197
(3) ポリフェニレンエーテル	198
(4) ナフタリン	198
(5) ノルボルネン	199
(6) シリコーン	199
(7) ポリアリールエーテルケトン	200
(8) アダマンタン	201
4 低誘電率層間絶縁膜材料の企業別開発状況	202
4.3 半導体用再配置配線材料	208
4.3.1 半導体用再配置配線材料の開発	208
1 半導体用再配置配線材料の必要性	208
2 半導体用再配置配線材料の開発方法	209
4.3.2 半導体用再配置配線材料用樹脂の開発状況	210
1 半導体用再配置配線材料の樹脂別開発状況	210
(1) ネガ型感光性エポキシ樹脂	210
(2) ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール	212
(3) ネガ型感光性ポリイミド	214
(4) 感光性フッ素樹脂	215
2 半導体用再配置配線材料の企業別開発状況	215
第5章 その他半導体用高分子材料の最新動向	218
5.1 チップマウンティング用ペースト	218
5.1.1 エポキシ樹脂系ペーストの開発	219
1 ペーストの組成と作製方法	219
(1) ペーストの配合組成	219
(2) ペーストの作製方法	220
2 新規ペーストの開発	220
(1) 高温半田リフロー対応ペースト	221
(2) 高熱伝導ペースト	222
(3) 低応力ペースト	222

(4) 印刷法用ペースト	223
(5) リフロークラック対応ペースト	224
5.1.2 ポリイミド系ペーストの開発	225
1 新規ペーストの開発	225
(1) 低弾性・低反りペースト	225
(2) 高接着・低応力ペースト	225
(3) 高接着・低弾性ペースト	226
2 LOC用ペーストの開発	226
(1) 高接着ペースト	226
(2) 高耐熱ペースト	226
(3) 感光性ペースト	227
5.1.3 アクリル樹脂系ペーストの開発	227
(1) 速硬化で低応力なペースト	227
(2) 高熱伝導半田代替可能ペースト	228
(3) 鉛フリー半田リフロー対応ペースト	228
(4) BGA/CSP用ペースト	229
5.1.4 シリコーン樹脂系ペーストの開発	230
(1) 低応力化ペースト	230
(2) 速硬化性ペースト	230
5.2 チップマウンティング用フィルム	231
5.2.1 DAFフィルムの開発	232
1 エポキシ/ポリイミド系 DAFフィルム	233
2 エポキシ/アクリル系 DAFフィルム	233
5.2.2 LOCテープの開発	236
5.2.3 その他の接着テープの開発	238
5.3 ダイシング用テープ	239
5.3.1 ダイシングテープ(DC)の開発	239
5.3.2 ダイシング・ダイボンディングー体型フィルム(DDF)の開発	241
5.4 バックグランド用テープ(BG)の開発	246
第6章 電子回路用基板材料の最新動向	248
6.1 電子回路用基板の種類	248
(1) リジッド基板	248
(2) フレキシブル基板	249
(3) 高熱伝導・高放熱基板	250
(4) 高周波通信用基板	251
(5) 光・電気コンポジット基板	251
(6) モジュール基板	252
(7) 特殊銅張積層板	252
6.2 リジッド基板用材料	253
6.2.1 リジッド基板用材料の種類とその特徴	253
(1) フェノール樹脂基板	253

(2) エポキシ樹脂基板	253
(3) ポリイミド基板	253
(4) シアネート樹脂基板	254
(5) ポリフェニレンエーテル基板	255
(6) フッ素樹脂基板	256
(7) ベンゾシクロブテン樹脂基板	256
(8) 液晶ポリマー基板	257
6.2.2 リジッド基板用材料の特性の改良	257
1 低誘電率、低誘電正接材料の開発	257
2 高耐熱性材料の開発	258
(1) ナフタレン骨格エポキシ樹脂	258
(2) ビフェニル骨格エポキシ樹脂	260
(3) テトラキスフェノールエタン骨格エポキシ樹脂	261
(4) アダマンタン骨格エポキシ樹脂	261
(5) マレイミド化合物配合エポキシ樹脂組成物	263
(6) ビスマレイミドトリアジン樹脂	263
(7) アミノトリアジンノボラック樹脂	264
(8) シアネート樹脂	264
(9) シリコーン樹脂	265
3 低熱膨張性材料の開発	266
(1) 低熱膨張基板の必要性	266
(2) 住友ベークライトの研究	267
(3) パナソニック電工の研究	268
(4) ADEKAの研究	269
(5) 利昌工業の研究	270
(6) 新神戸電機の研究	271
(7) 日立化成工業の研究	272
4 ハロゲンフリー難燃材料の開発	272
(1) 環境対応難燃剤の必要性とその現状	272
(2) ハロゲンフリー難燃エポキシ樹脂	273
(3) ハロゲンフリー難燃エポキシ樹脂用硬化剤	275
(4) 自己消火性難燃材料	278
(5) 環境対応型プリント配線板の開発状況	280
5 回路微細化用材料の開発	282
6 耐衝撃性基板材料の開発	283
6.2.3 ビルドアップ多層電子基板	283
1 ビルドアップ多層電子基板の特徴	283
(1) ビルドアップ方式による多層電子基板の製造	283
(2) ビルドアップ多層電子基板の特徴	284
2 コア付きビルドアップ基板の作製方法	285
(1) 感光性樹脂・フォトリソプロセス	285
(2) 熱硬化性樹脂・レーザープロセス	286

3	コアレスビルドアップ基板の作製方法	288
	(1) ALIVH	289
	(2) B ² it	292
4	ビルドアップ多層電子基板材料の開発	294
	(1) 感光性樹脂材料	294
	(2) 非感光性樹脂材料	295
	(3) 樹脂付き銅箔	296
	(4) 樹脂フィルム(樹脂シート)	298
	(5) ビルドアップ多層電子基板の各社製品	302
6.3	フレキシブル基板用材料	304
6.3.1	フレキシブル基板用フィルム材料	304
1	ポリアイミド(PI)フィルム	305
2	液晶ポリマー(LCP)フィルム	306
3	ポリエチレンナフタレート(PEN)フィルム	308
4	ポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム	309
5	ポリアミドイミドフィルム	309
6	ポリアミドフィルム	309
6.3.2	二層(接着剤レス)フレキシブル基板の開発	310
1	二層フレキシブル銅張板の製造方法	310
	(1) キャスティング法	310
	(2) ラミネート法	311
	(3) メタライジング法	317
2	二層フレキシブル回路基板の作製方法	320
	(1) 化学的表面処理後のダイレクトパターンニング	320
	(2) 導電性インクによる微細配線の形成	323
	(3) 銀ナノパーティクルからなる導電性インク	323
	(4) 銅ナノパーティクルからなる導電性インク	326
	(5) 金ナノパーティクルからなる導電性インク	328
	(6) その他の導電性インク	329
	(7) その他の方法による微細配線の形成	330
3	TAB用フレキとCOF用フレキの開発	332
	(1) TAB用とCOF用のフレキシブル銅張積層板	332
	(2) TAB用フィルム	333
	(3) COF用フィルム	333
6.3.3	その他のフレキシブル基板の開発	335
1	多層フレキシブル基板	335
	(1) オールポリアイミド多層ICパッケージ基板	335
	(2) 全層ポリアイミド一括積層IVHフレキシブル多層基板	336
	(3) 新規層間接続技術を用いた多層フレキシブル基板“SBic”	337
	(4) 高密度薄型多層フレキシブル基板	338
	(5) 極薄多層フレキシブル基板	339
	(6) 液晶ポリマー製高密度多層フレキシブル基板	339

2	その他のフレキシブルプリント配線板	340
(1)	リジッドフレキシブルプリント配線板	340
(2)	キャパシター内蔵フレキシブルプリント配線板	340
(3)	全透明フレキシブルプリント配線板	341
(4)	立体形状フレキシブルプリント配線板	341
(5)	長尺フレキシブルプリント配線板	343
(6)	大電流用厚銅フレキシブルプリント配線板	343
6.3.4	フレキシブル基板の特性の改良	343
1	高密着化	343
(1)	セットメーカーからの要求特性	343
(2)	改良研究	344
2	寸法安定化	344
3	高位置精度化	345
4	高精細化	346
(1)	日本メクトロンの研究	346
(2)	その他の会社の研究	348
5	高耐折化	349
6	耐マイグレーション化	351
7	耐ブリスター化	353
8	難燃化	354
9	高速伝送化	355
10	高熱伝導化	356
11	易走行性(易滑性)	356
6.3.5	フレキシブル基板用カバーレイの開発	356
1	カバーレイ用フィルム	356
(1)	日立化成工業の研究	357
(2)	三井化学の研究	359
(3)	カネカの研究	360
(4)	東レ・デュポンの研究	363
(5)	住友ベークライトの研究	363
(6)	ナミックスの研究	365
(7)	京セラケミカルの研究	365
(8)	信越化学工業の研究	366
(9)	東洋紡績の研究	367
(10)	新日鐵化学の研究	367
2	カバーレイ用ワニス	368
(1)	ソニーCIDの研究	368
(2)	DICの研究	369
(3)	双日の研究	369
(4)	カネカの研究	369
(5)	太陽インキ製造の研究	373
(6)	住友電気工業の研究	374

(7) 日立化成工業の研究	374
6.3.6 フレキシブル基板用接着剤／接着テープの開発	375
(1) 新日鐵化学の研究	375
(2) 日東電工の研究	376
(3) リンテックの研究	377
(4) 利昌工業の研究	377
(5) DIC の研究	377
(6) 三井化学の研究	378
(7) 荒川化学工業の研究	378
(8) JSR の研究	378
(9) 東亜合成の研究	379
(10) 味の素の研究	379
(11) 東洋インキ製造の研究	380
(12) 日立化成工業の研究	381
6.3.7 フレキシブル基板の新規な用途	381
1 太陽電池	381
2 ハードディスクドライブ用サスペンション	382
3 宇宙ヨットのソーラーセール	382
4 車載用配線基板	382
第7章 高放熱基板材料の最新動向	383
7.1 高熱伝導化(高放熱化)	383
7.1.1 高熱伝導化(高放熱化)の必要性和その対策	383
1 高熱伝導化(高放熱化)の必要性	383
2 高熱伝導化(高放熱化)の理論	383
(1) 熱伝導	384
(2) 熱伝達(対流熱伝達)	385
(3) 放熱熱伝達	385
3 高熱伝導化(高放熱化)の対策	385
7.1.2 高熱伝導化(高放熱化)の方法	386
1 フィラー高充填による高熱伝導化(高放熱化)	386
(1) 無機フィラーによる高熱伝導化	386
(2) 銀ナノ粒子担持フィラーによる高熱伝導化	387
(3) 微小球状 AlN 粒子による高熱伝導化	387
(4) リン片状 BN フィラーによる高熱伝導化	388
(5) 微小アルミナ粒子高充填による高熱伝導化	388
(6) 無機フィラーの電場配向による高熱伝導化	389
(7) 界面活性剤処理充填材による高熱伝導化	389
2 樹脂による高熱伝導化(高放熱化)	390
(1) エポキシ樹脂の熱伝導の原理	390
(2) モノメソゲン型樹脂による高熱伝導化	390
(3) ツインメソゲン型樹脂による高熱伝導化	392

(4) メソゲン型樹脂のコンポジット化による高熱伝導化	393
(5) 液晶性エポキシ樹脂の磁場配向による高熱伝導化	394
(6) 液晶ポリマーによる高熱伝導化	395
3 メタルベース・メタルコアによる高熱伝導化(高放熱化)	395
(1) 放熱基板のビアホールの改良	395
(2) 放熱基板の耐クラック性の向上	396
(3) 放熱基板に金属ブロックを積層しさらに高放熱化	397
(4) 銅ベースに直結したバンプによる高放熱化	398
(5) 放熱基板の回路の剥離防止方法	398
(6) ポリアリーレンスルフィドからなる放熱基板	399
(7) 放熱基板の熱応力による歪みの改良	399
(8) 放熱基板の耐マイグレーション性の向上	400
(9) 安価な構造の放熱基板	400
4 カーボン/グラファイト系材料による高熱伝導化(高放熱化)	401
(1) カーボン繊維コアによる高放熱基板	401
(2) カーボングラファイトシートによる高放熱基板	401
(3) ピッチ系炭素繊維による高放熱化	401
(4) 黒鉛と金属の複合化による高放熱化	402
(5) シート状黒鉛層による高放熱化	402
7.1.3 回路基板材料の高熱伝導化(高放熱化)	403
1 半導体実装用高熱伝導化(高放熱化)基板	403
(1) 高熱伝導化(高放熱化)方法の課題	403
(2) 各社の高熱伝導化(高放熱化)基板の開発	404
2 その他の回路基板用高熱伝導化(高放熱化)材料	407
(1) 回路基板用高熱伝導ペースト	407
(2) 回路基板用高熱伝導性塗料	409
(3) 回路基板用高熱伝導性シート	409
7.2 光半導体実装用回路基板材料の最新動向	411
7.2.1 光半導体実装用回路基板材料の開発動向	411
1 光半導体実装用回路基板材料の必要特性	411
2 代表的な光半導体実装用回路基板	412
(1) エポキシ樹脂系基板	412
(2) シリコン樹脂系基板	412
(3) トリアジン樹脂系基板	413
(4) 液晶ポリマー系基板	413
(5) ポリイミド系基板	414
3 代表的な光半導体実装用高放熱性基板	414
7.2.2 光半導体実装用回路基板材料の改良研究	415
1 光半導体実装用メタルベース基板材料の改良研究	415
(1) 放熱性の改良	415
(2) 光反射性の改良	420
(3) その他の特性の改良	422

2	光半導体実装用リジッド基板材料の改良研究	422
	(1) 熱伝導性の改良	422
	(2) 光反射率の改良	426
3	光半導体実装用フレキシブル基板材料の改良研究	431
	(1) 耐熱性、耐光性の改良	431
	(2) 放熱性、絶縁性の改良	432
	(3) 反射率の改良	433
4	光半導体実装基板用ソルダーレジスト材料の改良研究	433
	(1) HAST 耐性の改良	433
	(2) 光反射率の改良	435
	(3) 放熱性の改良	436
5	その他の光半導体実装用材料の改良研究	436
	(1) LED チップ搭載用バインダー材料	436
	(2) LED チップ放熱用塗布液材料	437
	(3) LED チップ被覆用フィルム材料	437
	(4) LED 放熱基板製作用接着シート材料	438
	(5) LED 照明用の光反射材料	439
7.3	車載用回路基板材料の最新動向	440
7.3.1	車載用回路基板材料の開発動向	440
	1 自動車のエレクトロニクス化の進歩	440
	2 車載用回路基板材料の必要特性	441
7.3.2	車載用回路基板材料の改良研究	442
	1 大電流対応基板の開発	442
	2 低熱膨張基板の開発	443
	3 セラミック代替基板の開発	444
第8章	高周波通信用基板材料の最新動向	446
8.1	低誘電率材料	446
8.1.1	低誘電率基板材料の必要性	446
	1 電気信号の伝播速度の向上	446
	2 伝送損失の低減	447
	3 特性インピーダンスの制御	448
8.1.2	低誘電率基板材料の開発方法	449
	1 分極率の小さな原子(団)の導入	449
	2 屈折率の小さな基の導入	450
	3 低極性化または非極性化	451
	4 嵩高い構造の導入	452
	5 整列しにくい構造の導入	452
	6 分極し易い不純物の低減	453
	7 吸水率の低減	453
8.1.3	低誘電率基板用材料の開発	454
	1 低誘電率基板用材料の開発目標値	454

2	低誘電性基板用材料として期待されるポリマー	456
8.2	ポリマー別低誘電性材料の開発の現状	458
8.2.1	エポキシ樹脂の低誘電化の研究	458
1	低極性化(水酸基低減)による低誘電化	458
2	低分極化(嵩高構造)による低誘電化	460
3	ポリフェニレンエーテル変性による低誘電化	461
4	シアネート変性系による低誘電化	462
5	その他の低誘電性樹脂変性による低誘電化	462
6	硬化剤による低誘電化	465
7	充填材および基材による低誘電化	468
8	高速通信用基板の開発状況	469
8.2.2	ポリアミドの低誘電化の研究	473
1	ポーラス化による低誘電化	473
2	脂環式構造による低誘電化	474
3	嵩高い構造による低誘電化	475
4	低極性化による低誘電化	476
5	フッ素変性による低誘電化	477
6	シロキサン基の導入による低誘電化	478
7	シアネート基の導入による低誘電化	479
8	ブタジエン変性による低誘電化	480
9	無機との複合による低誘電化	480
8.2.3	ポリベンゾオキサゾールの低誘電化の研究	481
1	ポーラス化による低誘電化	481
2	フッ素変性による低誘電化	481
3	脂環式構造による低誘電化	482
8.2.4	ポリエステル低誘電化の研究	482
1	液晶ポリマー	482
2	その他のポリエステル	484
8.2.5	ポリオレフィンの低誘電化の研究	485
1	シクロオレフィンポリマー(ノルボルネン関連ポリマー)	485
2	α -オレフィン共重合体	487
8.2.6	その他のポリマーの低誘電化の研究	488
1	ポリベンゾシクロブテン	488
2	ポリアリレンエーテル	489
3	フッ素樹脂	489
4	ポリキノリン	490
5	シアネート樹脂	491
6	ポリフェニレンエーテル	492
7	ポリスチレン	494
8	ポリビニルベンジルエーテル	496
9	アセナフチレンポリマー	496
10	その他の芳香族ポリマー	497

第9章 光・電気コンポジット基板材料の最新動向	500
9.1 光・電気コンポジット基板の必要性	500
9.1.1 光・電気コンポジット基板の必要性	500
9.1.2 光・電気コンポジット基板の構造	501
9.1.3 光・電気コンポジット基板の作製方法	502
1 光導波路の各種作製方法	502
2 POFと接続可能な大口径高分子光導波路の作製方法	502
3 自己形成光導波路の作製方法	503
9.2 光・電気コンポジット基板の材料	506
9.2.1 光導波路用材料	506
1 代表的な光導波路材料	506
2 アクリル樹脂系光導波路材料	507
3 エポキシ樹脂系光導波路材料	508
4 ポリイミド系光導波路材料	510
(1) NTTの研究	510
(2) 新日本理化学の研究	512
5 ノルボルネン樹脂系光導波路材料	512
6 有機・無機ナノハイブリッド材料	514
9.2.2 光・電気コンポジット基板材料	516
1 基板材料の種類	516
2 シングルモード低熱膨張ポリイミド光導波路フィルム	517
3 配線板レベル光伝送用ポリイミド光導波路フィルム	518
4 3波長分割多重伝送用ポリイミド光導波路基板	520
5 エポキシ樹脂系フレキシブル光導波路基板	520
6 エポキシ樹脂系リジッド光導波路基板	521
7 O/E(光/電気)基板用光導波路フィルム	521
9.3 光・電気コンポジット基板の実装	522
9.3.1 実装製品	522
1 O/Eリジッド基板とO/Eフレキシブル基板	522
2 光素子保護機構付き光電気混載基板	523
3 光入出力BGAパッケージ	524
4 光送受信モジュール	525
5 ポリマー光導波路用コネクタ	526
6 90度光路変換素子	526
7 多層光導波路基板	527
9.3.2 実装用材料の改良・開発	527
1 屈折率の改良	527
2 耐熱性の改良	529
3 大型光配線材の開発	530
4 高速、大容量伝送光導波路の開発	531
5 大屈折率差(コア/クラッド)光導波路の開発	531
6 光損失が少ない光電気複合基板の製造方法	531

7	薄くかつ耐屈曲性に優れた光電複合フレキシブル配線板	532
9.3.3	関連製品	533
1	光導波路型波長合分波器	533
2	波長合分波器フィルタ	534
3	光電気混載基板と光素子との光結合器	535
4	一軸延伸含フッ素ポリイミド薄膜偏光子	535
5	銀ナノ粒子を用いたフレキシブル偏光板	536
6	カーボンナノチューブを分散した非線形光学素子	537
7	光部品用接着剤	538
第 10 章	モジュール基板材料の最新動向	540
10.1	半導体パッケージ基板(インターポージャー)	540
10.1.1	半導体パッケージの動向	540
1	半導体パッケージの進歩	540
2	ウェハレベルパッケージ(WLP)への進歩	541
3	スタックド CSP から SiP への進歩	541
4	シリコン貫通孔(TSV)技術の進歩	542
10.1.2	半導体パッケージ基板の動向	543
1	半導体パッケージ基板の必要性	543
2	日本実装技術ロードマップ(JJTR)の予測	544
3	パッケージ基板の生産の現況	544
10.1.3	インターポージャー用基板材料の開発	544
1	日立化成工業の研究	545
2	住友ベークライトの研究	549
3	パナソニック電工の研究	550
4	三菱ガス化学の研究	552
5	三井化学の研究	553
6	荒川化学工業の研究	553
7	産業技術総合研究所の研究	553
8	東洋紡績の研究	554
9	古河電気工業の研究	554
10.1.4	インターポージャー用基板製品の開発	555
1	日本電気の研究	555
2	凸版印刷の研究	556
3	産業技術総合研究所の研究	556
4	デンソーの研究	558
5	富士通インターコネクテクトテクノロジーズの研究	558
6	イビデンの研究	559
7	新藤電子工業の研究	559
8	日本シイエムケイの研究	559
9	新光電気工業の研究	560
10	利昌工業の研究	560

10.2	部品内蔵基板	561
10.2.1	部品内蔵基板の特徴とその課題	561
1	部品内蔵基板の特徴	562
2	部品内蔵基板の課題	562
10.2.2	部品内蔵基板の開発動向	563
1	コンソーシアム	563
2	特許出願動向	563
10.2.3	部品内蔵基板メーカーの開発動向	564
1	日本シイエムケイの研究	564
2	大日本印刷(DNP)の研究	565
3	TNCSiの研究	566
4	太陽誘電の研究	567
5	フジクラの研究	567
6	沖プリントドサーキットの研究	568
7	沖電気の研究	569
8	TDKの研究	569
9	デンソーの研究	570
10	新光電気工業の研究	571
11	日立化成工業の研究	572
12	パナソニック電工の研究	572
13	パナソニックエレクトロニックデバイスの研究	573
14	ルネサスエレクトロニクスの研究	574
15	村田製作所の研究	576
16	東芝の研究	577
17	ウェイスティ社の研究	577
18	日東電工の研究	578
19	三井金属鉱業の研究	578
20	日本特殊陶業の研究	579
21	ソニーの研究	580
10.2.4	部品内蔵基板用部品の開発動向	580
1	キャパシター	580
(1)	無機系キャパシター	580
(2)	有機系キャパシター	581
(3)	その他のキャパシター	582
2	抵抗体	583
(1)	フィルム状抵抗体	583
(2)	抵抗ペースト	584
(3)	その他抵抗体	584
3	インダクター	584
4	封止用シート材料	585

第 11 章 結語	587
11.1 半導体封止材料関連分野の動向	587
11.1.1 市場動向	587
11.1.2 開発動向のまとめ	588
11.2 電子回路基板関連分野の動向	589
11.2.1 市場動向	589
1 回路基板	589
2 積層基板	590
11.2.2 開発動向のまとめ	591
11.3 おわりに	592
略語表	593
参考文献	596