

目 次

第1章 雑音とどう取り組むか	13
1.1 雑音はどこから	13
雑音の正体は	13
原因をたどる	14
1.2 理論から実際へ	16
雑音対策に理論は役立つか	16
雑音の結合経路	19
雑音対策はいつ行うか	21
1.3 誤動作を引き起こす雑音	24
外からくるもの	24
どう伝わるか	26
たまに出る雑音への対応	29
システムになったときの問題	32
1.4 内部雑音を左右する要素	34
部品から出る雑音	34
ショット雑音	36
接触雑音	38
微小信号を扱う技術	39
自前の干渉ノイズ	41
第2章 雑音の伝わり方	43
2.1 雑音の源	43
スイッチと雑音	43
伝わり方の解析	46
2.2 結合の等価回路	48
静電結合のモデル	48
電磁誘導のモデル	51
共通インピーダンスのモデル	53
2.3 電磁波の性質	56

電波の伝播と結合	56
マクスウェルの方程式	56
ファー・フィールドとニア・フィールド	59
2.4 雑音の侵入経路	62
電灯線の神話	62
電源部の等価回路	63
同相成分と差動成分	64
単独ならよく働く装置	67
第3章 電源部での雑音防止法	71
3.1 トランスによる雑音のしゃ断	71
トランスの静電シールド	71
製作の実例	73
トランスと接続の改善	74
雑音をしゃ断するためのトランス	76
高周波トランスの場合	80
配置と実装の技術	81
3.2 フィルタによる雑音防止法	84
ライン・フィルタの役割	84
フィルタの特性	86
よく効くライン・フィルタの条件	89
コモン・モード・チョーク	91
フィルタの定数	93
L を求める	95
電流が流れるとき	96
ライン・フィルタの周波数特性	98
3.3 サージ・アブソーバとアレスタ	100
サージ・アブソーバの種類	100
ギャップ・アレスタ	100
バリスタとその特性	102
バリスタの選び方	104
第4章 グランドの考え方	107
4.1 グランドの基礎技術	107

接地する目的	107
保安のための接地	108
アンテナのためのアース	112
エレクトロニクスグラウンド	113
グラウンド・ループの実例	115
共通インピーダンスの実例	117
定量的な考え方	119
4.2 実地への適用	121
グラウンド・ループの実験	121
三つのグラウンド・レベル	124
基板レベルでのグラウンド	128
4.3 グラウンド・システムと実際の接地	132
グラウンドを分ける	132
グラウンド系統図を描く	133
大地に接続する接地の作り方	135
手軽なアース	136
接地抵抗の測り方	136
第5章 ケーブル・ドライブ	139
5.1 ケーブルと雑音	139
結合のメカニズム	139
静電結合を防ぐ	140
電磁誘導を減らす	142
グラウンドはどこで行うか	147
5.2 デジタル回路とケーブル	151
ケーブルの長さ	151
ターミネーションの原理と効果	153
ダイオードによるターミネーション	154
5.3 アイソレータの使い方	157
グラウンドを切り離す効果	157
電線で結ばれているアイソレータ	158
アイソレータの実例	160
5.4 低レベル信号の伝送	162
アナログ回路の場合	162

差動増幅器による雑音の除去	163
同相入力の範囲と保護	165
第 6 章 基板の製作と実装	167
6.1 グランドの配置	167
グラントはどこに効くか	167
デジタル回路のグラント	171
アナログ回路のグラント	172
グラント・プレーン	175
局所的なグラント・プレーン	177
ループは何でもいけないか	179
6.2 バイパスの方法	181
電源のスパイクはどの程度効くか	181
バイパス・コンデンサの入れ方	183
万全のバイパス法	185
6.3 基板の絶縁	187
干渉を防ぐパターン	187
ガード電極の作り方	188
ガードのドライブ	190
第 7 章 回路側のチェック・ポイント	195
7.1 デジタル回路の場合	195
グレードをつける	195
ゆっくり近づく回路	198
ケーブル・ドライブ	200
普通のデジタル回路	202
同期型を使う	203
瞬断の対策	207
マイコンのバス	209
うまく行かないときの処方箋	213
7.2 OPアンプの場合	214
バランスによる打ち消し	214
感度を上げたいとき	217
感度を下げる効果	219

アナログ回路でのバイパス	220
7.3 コンパレータの場合	223
コンパレータの耐雑音性	223
コンパレータの実装	226
コンパレータの感度	229
7.4 すぐに効く薬	231
コンデンサ1個でできること	231
フェライト・ビーズでは	234
第8章 耐雑音性を測る	239
8.1 雑音シミュレータ	239
いつも雑音を	239
水銀パルス発生器	241
サージ発生器	243
サイリスタを用いたシミュレータ	244
瞬断のシミュレータ	245
雷のシミュレータ	249
静電気の模擬	251
磁界、電界発生器	254
8.2 雑音をどこに加えるか	258
偶然性と再現性	258
電灯線に加える	260
雷サージ・シミュレータの場合	263
直列に加える方法	265
静電気シミュレータの場合	266
電流の通路	267
8.3 診断のための装置	269
ノイズ・フィーラ	269
ノイズ・カウンタ	270
導通テスタ	271
トリガする前の現象を記憶する回路	274
第9章 発生側での対策	279
9.1 スイッチと接点	279

インダクタンスを含まない負荷	279
アーク放電	280
グロー放電	281
インダクタンスを含んだ負荷	283
コンデンサによる火花防止法	286
交流ではどうなる	287
9.2 インダクティブ・キックを抑える	288
RCを使って	288
RCを入れる場所	289
ダイオードを使う方法	290
保持時間への影響	290
サージ・アブソーバの応用	292
総合的な対策	292
9.3 スイッチングでの工夫	293
スイッチング・トランジスタ	293
スイッチング・レギュレータの場合	295
サイリスタの雑音とその分布	297
サイリスタ雑音の防ぎ方	300
9.4 シールドの技術	302
電磁波の反射と吸収	302
浸透する深さと吸収損失	303
金属のインピーダンスと反射損失	304
再反射成分の補正	306
シールドの材質と特性	307
継ぎ目と孔のあるシールド	311
第10章 雑音対策の実例——余談のコレクション	317
まえおき——この章の要約にかえて	317
10.1 グランドの関係する実例	317
グラウンド配線を伸ばす	317
縛り上げた測定器	319
浮いているはず	320
グラウンドしてない導体は	321
「しょうがない」話	322

同軸ケーブルの handmade	324
10.2 フィルタとシールドについての事例	325
ライン・フィルタの功罪	325
底抜けシールド	327
クッキング・フォイルによる簡易シールド	328
簡易インダクタ	329
10.3 回路技術に関する事例	331
3 万回に一度の誤印字	331
見張りが必要なカウンタ	332
信号は大きくして送れ	333
サイリスタの雑音と対策例	334
電子はきれい好き	335
腕の差がでる配線	337
10.4 電源が関係する事例	338
停電と瞬断	338
コンセントの電気は全部同じか	339
アメリカ製の装置を持ち上げたら	341
10.5 システム設計に関する事例	343
モジュールとグラウンド・ループ	343
デジタル電圧計の雑音設計	344
稀に起こる雑音	346
でも、ちょっとだけ	348
参考文献	350
索引	352