

第1編 法規制への現状と動向

第1章 最近におけるFCCの規制と動向	＜西塚 宏＞	1
1. 電磁妨害の規制の動向		1
1.1 情報処理装置に対する規則規定の背景		2
1.2 CISPR 勧告案とFCC規制		3
1.3 許容値		4
2. FCCの規制に準拠するための設計手法		6
2.1 デジタル機器の発生ノイズ規制		6
2.2 対象となる回路システム		6
2.3 FCC規格の許容値		7
2.4 現行設計の変更対EMI抑止設計		8
2.5 EMIを防止するシールド技法		10
2.6 フィルターの有効な使い方		12
2.7 試験の手順		14
3. FCCへの機器申請手続		15
3.1 FCCの概要		15
3.2 FCC申請対象機器		17
4. FCC規制の最近の動向		21
4.1 最終段階に入ったFCCのEMC規制		21
4.2 FCC規則 J 節 計算用機器		22
4.3 コイン投入式電子ゲームをクラスBからAに再分類を行うための改訂		30
第2章 西ドイツ（VDE・FTZ）における電波障害規制と動向	＜西塚 宏＞	39
1. VDEにおけるFマークの申請手続		39
2. ヨーロッパ各国への電波障害防止マークの申請手続		40
3. VDE 0871 無線周波機器及び設備の電波障害防止に関する規定（全訳）		44
3.1 西独の電磁妨害規制		44
3.2 工業・科学・医療用（ISM）および同様の目的のための高周波機器の無線妨害抑圧〔VDE規格〕DIN 57871		46
3.2.1 適用範囲と同時適用の規格および資料		47
3.2.2 定義		48
3.2.3 無線妨害抑圧のための規定		51
3.2.4 無線妨害の測定		54
3.2.5 測定の際の運用方法		59
3.2.6 表示		61
3.2.7 安全対策		62
3.2.8 関連事項		62
付録A：スペクトル分析器を使用する際の注意		64
付録B：規定の測定距離以外での無線妨害界強度の指針的な測定について		65
4. VDE 0875，定格周波数が0から10kHzまでの器具，機械および設備の電波障害防止の規定		67
§1. 効力の発生		67
§2. 適用範囲		68
§3. 定義		69
§4. 電波障害の限度		70
§5. 測定及び測定結果の評価		76
§6. 電波障害レベルの適用		80
§7. 表示及び標識		81
§8. 総則		84
§9. 電波障害防止用コンデンサの使用に関する規定		84
§10. アース回路内に誘導体（コイル）を使用するための規定		88
§11. 電波障害測定中の動作条件		88
§12. 擬似手		94
§13. 商用電源で動作する機器からの障害電力の測定		95
§14. 蛍光灯用照明器具の減衰の測定		99
§15. 測定結果の統計的評価		102

資料編

1. 人工雑音の規制の現状と動向	105	6. CISPR, Pub.11, (1975) 初版	225
2. CISPR, Pub.1, (1972) 2版及び Pub.1A (1975)	121	工業用, 科学用, 医療用 (ISM) 高 周波利用設備の高周波妨害限度値と測 定方法 (外科用ジアテルミー装置は除く)	
3. CISPR, Pub.2, (1975) 2版	157	7. CISPR, Pub.13 (1975) 初版	243
周波数範囲 0.15MHz から 30MHz に おける CISPR の無線妨害測定装置に 関する規格		音声およびテレビジョン受信機の無線 妨害特性の限度値と測定方法	
4. CISPR, Pub.3 (1975) 初版	185	8. CISPR, Pub.14	265
周波数範囲 10kHz から 150kHz に おける CISPR の無線妨害測定装置に 関する規格		家庭用電気機器, 携帯工具と類似電気 機器の無線障害特性の測定方法と限度	
5. CISPR, Pub.4 (1967) 及び pub, 4A (1975)	205	9. CISPR, Pub.15 (1975) 初版	295
周波数範囲 300MHz から 1000MHz における CISPR の無線妨害測定装置 に関する規格		蛍光ランプ及び器具の雑音妨害の限度 及び測定方法	
		10. 評議会指令	305
		11. DENMARK	329
		Order concerning Noise	
		Voltage and Radiation from	
		High-Frequency Equipment	

第2編 法規制への技術的対応策

[第1講 ノイズ防止対策の基礎]

第1章 ノイズの発生源と種別	341	＜荒木 庸夫＞	341
1. ノイズの発生源の分類	341	5.4 電子的スイッチの閉路時に発生す る雑音	350
2. 放電雑音	341	5.5 瞬時停電および瞬時電圧降下	351
3. 雷サージ	344	6. 機器系内の電源開閉によるパルスの発 生	351
4. 静電雑音	345	7. 高速パルス回路におけるノイズの発生	354
5. 過渡現象に伴い発生する雑音	347	7.1 反射ノイズ	354
5.1 電源閉路時の突入電流	347	7.2 転位ノイズ	355
5.2 電源開路時のサージ電圧	349		
5.3 短絡による放電サージ	350		
第2章 ノイズ防止対策の基礎	357	＜荒木 庸夫＞	357
1. ノイズ防止対策の考え方	357	6. しゃへい	364
2. 距離と周波数	359	6.1 静電しゃへい	364
3. 遠距離への伝播	360	6.2 能動的電磁しゃへい	365
4. 近距離での誘導	360	6.3 受動的電磁しゃへい	366
5. 空間よりのノイズの誘導防止法	361	6.4 磁気しゃへい	367

7. 線路を伝播するノイズの防止対策	367	8.1 アース(大地に対する接地)	369
7.1 導線妨害の性質	367	8.2 機器内グランド方式	370
7.2 導線妨害防止法	367	8.3 多点グランド	370
8. 接地	369		

〔第2講 ノイズの事例研究と対応策〕

第1章 デジタル回路のノイズ対策	＜富田 栄蔵＞	373
1. デジタル回路とノイズ		373
1.1 デジタル回路の特徴		373
1.2 デジタル回路のノイズ		376
2. デジタルICのノイズマージン		382
2.1 各特性の変動要因と傾向		383
2.2 静的・動的ノイズマージン		387
3. 対ノイズ設計		390
3.1 回路方式設計時の考慮		390
3.2 パッケージ設計時の考慮		396
3.3 配線及びケーブル布線		404
3.4 インターフェイス上のノイズ		409
第2章 プリント基板のパターン設計でのノイズ対策	＜武井 正＞	415
1. はじめに		415
2. パターン設計上の電気的特性諸元		416
2.1 パターンの特性インピーダンス		416
2.2 信号の伝播速度		420
2.3 パターン間結合係数		420
2.4 多層構造のプリント基板		422
3. アナログ回路におけるパターン設計上のノイズ対策		423
3.1 電源・アースパターン		424
3.2 信号パターン		427
4. デジタル回路におけるパターン設計上のノイズ対策		428
4.1 電源・アースパターン		428
4.2 信号パターン		433
5. 雑音配線によるパターン設計		438
5.1 IC雑音余裕度		439
5.2 パターン設計上の雑音配分		441
6. パターンの電気的性能の検証		443
第3章 電源配線・信号配線におけるノイズ対策	＜古谷 勝美＞	447
1. 実装配線技術と耐雑音性の向上		447
2. ラインフィルタ		450
3. 直流電源装置における雑音対策		453
4. プラグイン・レベルでの雑音対策		457
5. バックボードと盤間配線		461
6. 架間配線, 機器相互間配線		463
第4章 インターフェイスのノイズ・トラブル対策	＜中村 善泰＞	467
1. 概要		467
1.1 インターフェイスに対する留意事項		468
2. 論理用ICのインターフェイス		471
2.1 各種論理用ICの特性と適応範囲		471
2.2 バイポーラとユニポーラICとの特性比較		474
2.3 使用上の注意事項		478
3. インターフェイスの実例		479
3.1 異種IC間のインターフェイス		479
3.2 リニアICとのインターフェイス		490
3.3 MOSとのインターフェイス		495
3.4 専用ICによるインターフェイス		510
4. ノイズ・トラブル対策		541
4.1 インターフェイス・ノイズと接地方法		542
4.2 ノイズの発生と伝播		544
4.3 ノイズの種類とその抑制法		547
4.4 ノイズに強いデジタルIC及び回路設計		550
4.5 デジタル回路のノイズ・トラブル対策		553
5. システムの最適設計		554
5.1 ノイズに強いパターン設計		554
5.2 PBC(プリント基板)のレイアウト		556

5.3	マルチカード・システムに対する レイアウト	557	5.5	アースとデータ伝送回路	561
5.4	マイコン用メモリーシステム	558	5.6	アイソレーション	565
			5.7	電源に対する考察	566
第5章	ノイズフィルタ				
1.	まえがき	573			
2.	ノイズフィルタの原理と構成	574	4.1	配電線用	587
3.	ノイズフィルタ用素子と特性	577	4.2	コンセントタイプ	590
3.1	コンデンサ	577	4.3	インレットソケットタイプ	592
3.2	コイル（インダクタ）	579	4.4	機器組込用	594
3.3	ノイズフィルタの特性	582	4.5	DCライン用	602
4.	電源ライン用ノイズフィルタの種類と 使用例	587	5.	信号ライン用ノイズフィルタ	603
第6章	導電性コーティングによる電磁シールド				
1.	EMI対策と電磁シールド	607			
1.1	EMI（電磁障害）対策	607	2.3	シールド特性の実測例	613
1.2	電磁シールドの手法	609	2.4	ニッケルコーティングの耐環境信 頼性	617
2.	導電性塗料による電磁シールド	611	2.5	導電性塗料の使用法	618
2.1	導電性塗料	611	3.	電磁シールド用塗料の展望	621
2.2	ニッケルコーティングによる電磁 シールド	612			
第7章	金属繊維混入導電性プラスチック				
1.	各種金属繊維	623			
2.	金属繊維のコンパウンディング技術	628	4.	金属繊維混入導電性プラスチックの展 望と問題点	640
3.	金属繊維混入導電性プラスチックのシ ールド特性	634			
第8章	導電性プラスチック複合材料によるEMIシールド				
1.	半導電性プラスチック複合材料の特性	643			
1.1	半導電性プラスチック複合材料の 概要	643	2.3	EMIシールド用導電性複合プラ スチックの設計目標	659
1.2	導電性素材（導電性付与材）	646	2.4	EMIシールド用コンパウンドの 特性	664
1.3	成形品の導電性付与の手法	647	2.5	成形・加工上の留意点	668
1.4	導電機構	648	2.6	ダイエレクトリックEMIシールドグレ ードの紹介	673
1.5	半導電性プラスチック複合材料の 抵抗値	650	3.	ワイヤー、ケーブルシールド用半導電 性プラスチック複合材料の特性	684
1.6	抵抗値の評価方法	652	3.1	ワイヤー、ケーブルのシールド	684
1.7	半導電性複合材料の多機能性と用 途・実用化例	653	3.2	静電誘導のシールド	684
2.	筐体シールド用半導電性プラスチック 複合材料の特性	653	3.3	電磁誘導の防止	687
2.1	EMIシールドの市場動向	653	3.4	シールドワイヤー用導電性プラス チック複合材料	687
2.2	導電性複合プラスチックによるシ ールドイングシステムの設計手順	658	4.	静電気放電対策用半導電性プラスチッ ク複合材料	690

第9章 電波障害防止の具体的手法	＜神戸 幸生＞	697
1. 最近の電波障害とその実態		697
2. 建造物障害とその法的見解		697
(1) 区分		697
(2) 建造物障害に関する一般的検討事項		699
(3) 障害の意義と法的見解		700
(4) 従来の解決策の問題点		701
(5) 受信障害の特異性		702
(6) 被害利益の性質および受信障害関係者		702
3. ゴーストの分析		705
4. テレビの画質評価		711
4.1 入力レベルとテレビの画質について		711
4.2 TVIの量の判定		714
4.3 画像の評価		718
5. 各種の対策例		722
(1) 基本的な対策		722
(2) 反射壁による対策例		724
6. 無線局障害		727
6.1 障害解消への道順		727
6.2 無線障害の分布		729
6.3 無線障害の基本形の分布		730
6.4 電波障害の用語について		731
第10章 FCCによる不要輻射の測定方法	＜西塚 宏＞	735
1. 無線周波妨害の伝達モードとその測定		735
2. 輻射源近くでの電界強度の変化		737
3. 輻射試験法		739
4. 試験設備の設計		742
5. 測定距離と距離に対するデータの調整		744
6. 電界強度測定用テストサイトの設計		745
7. スペクトラム・アナライザを使用すべきか？		747
8. 十分なバンド幅および電界強度の「平均」値が一般に必要な		748
9. スペクトラムを調べる		749
10. テレビ受像機の雑音指数の測定についての注意事項		750
11. 送信機や電子レンジを測定する場合の特別注意事項		751
12. 品質管理		752
13. 電源線インピーダンス回路網 300kHz～25MHz		752
14. 300kHz以下での電源線インピーダンス回路網		754
15. 測定設備の明細説明書		754
16. テストサイト検定およびサイト減衰量		755
17. サイト減衰量の計算		757
18. 送信高4mでの3mサイトの減衰量		761
19. 電界強度測定用アンテナ		764
20. 著者が開発した20～1000MHzアンテナ		765
21. アンテナ係数の計算		769
22. 測定器が μV 基準dBではなくdBmで目盛されている場合の電界強度の計算		770
23. 半波長共振ダイポールアンテナのアンテナ係数		770
24. FCCが使用しているPOLARADホーンアンテナのアンテナ係数		771
25. 最高1000MHzの試験設備に推奨する機器の一例		772
26. 試験設備を18GHzまで拡張するのに推奨する機器の一例		773
27. 適当な電界強度計の例		774
28. 適当なスペクトラム・アナライザの例		774
29. 旧型の電界強度計		774
30. 電界強度測定用に適当なアンテナの例		775
31. 適当なフィルタの例		776
32. 製造者の住所		776
33. 個々の機器区分についての情報		778
34. 増幅器（アマチュア無線業務）		779
35. アンテナ・モニタ（指向性空中線を備えたAM放送局用）		779
36. 聴覚訓練装置（72～76MHzバンド）		779
37. 聴覚訓練装置（88～108MHzバンド）		780
38. 聴覚訓練装置（72～76MHzバンドまたは88～108MHzバンドになく、認定無線業務において免許局として運用されないもの）		780
39. テレビ・インターフェイス装置（RF変調器）		781

40. クラス I テレビ装置	782	61. 受信機 (C B , ドア制御, F M または T V 放送, あるいは陸上移動受信機以 外のもの)	791
41. デコーダ装置 (緊急放送体制用)	782	62. レーダ (船用)	792
42. クラス A コンピュータ装置	783	63. 船用緊急機器 (自動警報, 自動警報発 信器, 救命艇送信機, 緊急送信機)	792
43. クラス B コンピュータ装置	783	64. テレメータ装置 (38 ~ 41 MHz , 生医学 用)	792
44. 材料特性測定用装置	784	65. テレメータ装置 (88 ~ 108 MHz)	793
45. エンコーダ装置 (緊急放送体制用)	785	66. テレメータ装置 (174 ~ 216 MHz , 生医 学用)	793
46. 電界擾乱検知器	785	67. コードレス電話端末装置 (26.97 ~ 27.27 MHz)	794
47. 電磁誘導調理器	786	68. 電話端末機器 (非無線周波)	794
48. 工業用加熱装置	786	69. C B クラス D 送信機またはトランシー バ	795
49. 低電力通信装置 (規則の他の箇所で規 定されていないもの)	787	70. 緊急方位指示無線標識送信機	795
50. 医療用ジアテルミー装置	787	71. ガレージドア制御用送信機 (70 MHz 以上)	796
51. 電子レンジ	787	72. その他の送信機	796
52. 雑装置	788	73. 超音波機器	796
53. 変調モニタ (A M 放送局用)	788	74. ワイヤレスマイクロホン (88 ~ 108 MHz)	797
54. 変調モニタ (F M 放送局用, ステレオ および SCA モニタを含む)	789	むすび	801
55. ドップラレーダ, 24.05 ~ 24.25 MHz バ ンド	789		
56. C B 受信機	789		
57. ドア開閉器受信機	790		
58. F M 放送受信機	790		
59. 陸上移動受信機	790		
60. テレビ放送受像機	791		

