

Inhaltsverzeichnis

1	Halbleitergrundlagen und geschichtlicher Überblick	14
1.1	Einführung	14
1.2	Geschichtlicher Überblick	14
1.2.1	Halbleiterdioden	14
1.2.2	Bipolare Transistoren	15
1.2.3	Der Siegeszug des Siliziums	15
1.2.4	Andere Halbleiterwerkstoffe und Bauelemente	17
1.2.5	Feldeffekt-Transistoren	17
1.2.6	Integrierte Halbleiterschaltkreise	18
1.2.7	Einteilung von Halbleiterbauelementen	23
1.3	Aufbau und Funktionsweise von integrierten Schaltkreisen	23
1.3.1	Bipolare integrierte Schaltungen	24
1.3.2	Integrierte MOS-Schaltungen	31
1.4	Sonstige Halbleiterbauelemente	39
1.4.1	Halbleiterbauteile ohne spezielle Struktur	39
1.4.2	Halbleiterdioden	40
1.4.3	Transistoren	43
1.4.4	Sonstige integrierte Halbleiter	45
2	Dioden und Transistoren	46
2.1	Hochfrequenz-Dioden	46
2.2	Ladungsträger-Lebensdauer und Serienwiderstand von Hochfrequenz-PIN-Dioden	47
2.2.1	Wie lassen sich die elektrischen Parameter einer PIN-Diode messen?	49
2.3	Definition der Kapazitäten bei Bipolartransistoren	50
2.3.1	Wie werden C_{cb} , C_{ce} und C_{eb} gemessen?	51
2.4	Definition eines Kleinsignal-HF-Transistors durch das Messen von drei Parametern	51
2.4.1	Messung der S-Parameter	52
2.4.2	Messanordnung zur Bestimmung der Rauschzahl eines Transistors	53
2.4.3	Messanordnung zur Bestimmung der Rauschzahl eines Mixers	54
2.4.4	Messung des IP3-Wertes (Intercept-Punkt 3.Ordnung)	54
2.5	Bipolare HF-Transistoren	55
2.5.1	SIEGET: vom Kopf auf die Füße gestellt	56
2.5.2	Anwendungen	59
2.5.3	SiGe-Transistoren	59
2.6	Silizium-MMICs erleichtern die HF Entwicklung	60
2.6.1	Drei Applikationsschaltungen	64
2.6.2	Nicht nur im Handy einsetzbar	65
2.7	Strom stabilisieren mit dem Arbeitspunktstabilisator BCR 400	66
2.7.1	Arbeitsweise	66

2.7.2	Regelverhalten	67
3	Leistungshalbleiter	69
3.1	Klassifizierung	69
3.1.1	Einteilung der Leistungshalbleiter nach Parametern	71
3.2	Produktentwicklung	72
3.2.1	Unterschiede während der Produktentwicklung	73
3.3	Die Produktgruppen	74
3.4	Wafer-Technologien (Frontend)	75
3.4.1	Grundprozesse	75
3.4.2	Power-MOSFET	77
3.4.3	Smart-FETs	78
3.4.4	Smart-Power-ICs	81
3.4.5	Ausblick und Trends	85
3.5	Gehäuse-Technologien (Backend)	86
3.5.1	Einteilung der Leistungshalbleitergehäuse	87
3.5.2	Statische Eigenschaften von Leistungsgehäusen	88
3.5.3	Dynamische Eigenschaften von Leistungsgehäusen (Dynamic Properties) .	90
3.5.4	Analyse von Leistungshalbleitergehäusen mit der Finite-Elemente- Methode	95
3.5.5	Das Datenblatt „Thermal and Package Information“	98
3.5.6	Die produktspezifischen Eigenschaften von Leistungshalbleiter- Gehäusen für Automobilanwendungen	98
3.5.7	Multichip-Packages und Trends	103
3.6	Automobilanwendungen	104
3.6.1	MOSFET und IGBT	104
3.6.2	Smart-FET und Smart-IGBT	107
3.6.3	Multichannel Switches	113
3.6.4	Brückenschaltungen	115
3.6.5	Supply-ICs	120
3.6.6	Transceiver	125
3.6.7	Smart-Power-System-ICs	129
3.6.8	Trends für Automobilanwendungen	133
3.7	Stromversorgungs- und Antriebsanwendungen	134
3.7.1	Schaltnetzteile – Topologien und Produkte	135
3.7.2	Schaltnetzteiltologien	137
3.7.3	Auswahlkriterien für Schaltnetzteile	141
3.7.4	Integrierte Schaltungen für Schaltnetzteile	146
3.7.5	Leistungsfaktorkorrektur	147
3.7.6	Antriebe – Drehzahlregelung und Leistungselektronik	153
3.7.7	Niedervolt-Leistungstransistoren: OptiMOS™	156
3.7.8	Hochvolttransistoren: CoolMOS™	163
3.7.9	Siliziumkarbid – Basis für hohe Leistungsdichten	170
3.7.10	Hochvolt-Leistungs-IGBTs	180
4	Optohalbleiter	187
4.1	Physik der optischen Strahlung	187
4.1.1	Grundlagen und Begriffe	187

4.1.2	Fotodioden	190
4.1.3	Silizium-Fotodioden	190
4.1.4	Fototransistoren	191
4.1.5	Lumineszenzdioden	192
4.2	Halbleiterlaser	196
4.2.1	Grundlagen der Halbleiterlaser	196
4.2.2	Aufbau eines Oxidstreifenlasers	197
4.2.3	Laserarrays	199
4.2.4	Weitere Anwendungen von Halbleiterlasern	202
4.3	Optokoppler und Solid State Relays	202
4.3.1	Aufbau	202
4.3.2	Anwendungen	203
4.3.3	Parameter	203
4.3.4	Wesentliche Optokoppler-Eigenschaften	204
4.4	Lichtwellenleiter	205
4.4.1	Optische Fasern als Übertragungsmedium	205
4.4.2	Sende- und Empfangsmodule für LWL-Anwendungen	207
4.4.3	Transponder fuer LWL-Anwendungen	209
4.4.4	Verbindungen von Glasfasern	210
4.4.5	Kopplungselemente für Plastikfasern	211
4.4.6	Anwendungsbeispiele für Plastikfasern	212
4.4.7	Einsatz optischer Übertragungstechnik mit Plastikfasern im Kfz	212
4.5	IrDA – Datenübertragung mit infraroter Strahlung	217
4.5.1	IrDA – ein Weltstandard für alle Geräte	217
4.5.2	Voller IrDA-Standard	218
5	Sensoren	220
5.1	Überblick	220
5.2	Magnetfeldsensoren	220
5.2.1	Diskrete Hall-Effekt-Sensoren	220
5.2.2	Integrierte Hallsensor-ASICs	224
5.2.3	GMRs	228
5.3	Drucksensoren	235
5.3.1	Oberflächenmikromechanik, Drucksensor mit digitalem Ausgang (KP100)	235
5.3.2	Drucksensoren mit analogem Ausgang (KP120)	238
5.3.3	Piezoresistiver Drucksensor in SMD-Gehäuse (KP200)	241
5.4	Temperatursensoren	242
6	Speicher	244
6.1	Speichertypen	244
6.1.1	Mechanische Speicher	244
6.1.2	Magnetische Speicher	244
6.1.3	Optische Speicher	244
6.1.4	Halbleiterspeicher	245
6.2	Grundlagen und Einsatzgebiet der DRAMs	245
6.2.1	Was sind SRAMs und DRAMs?	245
6.2.2	DRAM-Typen	247

6.2.3	Die Spezifikation	248
6.2.4	Mechanischer Aufbau des DRAM	248
6.2.5	Funktionen eines DRAM am Beispiel des SDR SDRAM	249
6.2.6	Technologie	251
6.2.7	Interner Aufbau und prinzipielle Funktion eines DRAM	255
6.2.8	Entwicklung und Fertigung eines DRAM	263
6.2.9	Qualitätssicherung	265
6.3	Wie DRAMs schneller wurden	267
6.3.1	EDO-DRAMs beschleunigen Speicherzugriff	268
6.3.2	Synchron schneller	268
6.3.3	Verdoppelte Datenrate	269
6.3.4	Module vereinfachen Speicheraufrüstung	270
7	Mikrocontroller	272
7.1	Einführung	272
7.2	8-Bit-Mikrocontroller	272
7.2.1	Einführung	272
7.2.2	Speicherorganisation	272
7.2.3	Zusatzfunktionsregisterbereich	275
7.2.4	CPU-Architektur	276
7.2.5	Grundlegende Interruptverarbeitung	279
7.2.6	E/A-Portstrukturen	281
7.2.7	CPU-Takteinteilung	283
7.2.8	Zugriff auf den externen Speicher	284
7.2.9	Überblick über den Befehlssatz	287
7.2.10	Blockschaltbilder von C500-Mikrocontrollern	292
7.3	16-Bit-Mikrocontroller	296
7.3.1	Einführung	296
7.3.2	Die Mitglieder der 16-Bit-Mikrocontroller-Familie	296
7.3.3	Architekturübersicht C166-Familie	298
7.3.4	Speicherorganisation	298
7.3.5	Grundlegende CPU-Konzepte und -Optimierungen	298
7.3.6	Die On-Chip-Systemressourcen	304
7.3.7	Externe Busschnittstelle	305
7.3.8	Die On-Chip-Peripherieblöcke	306
7.3.9	Energieüberwachungsmerkmale	313
7.3.10	Besondere Merkmale der XC166-Familie	314
7.3.11	Zusammenfassung des Befehlssatzes	315
7.3.12	Blockdiagramme der 16-Bit-Mikrocontroller	317
7.4	32-Bit-TriCore-Architektur	322
7.4.1	Die Leistungsmerkmale der TriCore-Architektur in der Übersicht	323
7.4.2	Programm-Zustandsregister	323
7.4.3	Datentypen	324
7.4.4	Adressierungsarten	324
7.4.5	Befehlsformate	325
7.4.6	Tasks und Kontexte	325
7.4.7	Unterbrechungssystem	326
7.4.8	Trap-System	326
7.4.9	Schutzsystem	327
7.4.10	Reset-System	327

7.4.11	Fehlersuch-System	328
7.4.12	Programmiermodell	328
7.4.13	Speichermodell	329
7.4.14	Adressierungsmodell	331
7.4.15	Kernregister	333
7.4.16	Universalregister (GPRs)	334
7.4.17	Blockdiagramme von 32-Bit Mikrocontrollern	338
8	Chipkarten	340
8.1	Übersicht	340
8.2	Einführung	340
8.3	Markt	340
8.4	Anwendungen	341
8.5	Geschäftliches Beziehungsgeflecht	344
8.6	Produkte	344
8.7	Krypto-Expertise	346
8.8	Chips für multifunktionale Karten	347
8.9	„Human Interfaces“ – eine neue Peripherie	348
8.10	Technologie und Fertigung	349
8.11	Sicherheit	351
8.12	Ausblick	352
9	Automotive Silicon Solutions	354
9.1	Elektronik im Automobil	354
9.2	Karosserie- und Komfort-Elektronik	355
9.2.1	Bordnetzsteuergeräte und Lichtmodule	355
9.2.2	Türsteuergeräte	359
9.2.3	Klimaanlagen	362
9.3	Safety-Elektronik	365
9.3.1	Aktive Sicherheits-Systeme	367
9.3.2	Passive Sicherheits-Systeme	372
9.4	Automobile Antriebe	382
9.4.1	Halbleitertechnologien für den Powertrain-Regelkreis	382
9.4.2	Powertrain-Applikationen – Systemüberblick	383
9.4.3	Die künftige Aufteilung von Antriebsstrang-Applikationen	389
9.5	Infotainment-Elektronik	390
9.5.1	Dashboard/Instrumenten-Cluster	390
9.5.2	Car Audio	390
9.5.3	Telematiksysteme	391
9.5.4	Navigationssysteme	392
9.5.5	Multimedia-Systeme	392
9.5.6	Applikationsübergreifende Technologien	392
9.6	Neues 42 V-Bordnetz	395
9.6.1	Begriffsdefinition 12 V und 42 V	395
9.6.2	Das 42 V PowerNet für neue Lösungsansätze	396
9.6.3	42 V und dessen Einfluss auf Leistungshalbleiter	398

9.7	Herausforderungen und Chancen von X-by-Wire	405
9.7.1	System und Design-Anforderungen	406
9.7.2	Möglichkeiten durch X-by-Wire	406
9.7.3	Halbleiterkonzepte für X-by-Wire Systeme	408
9.8	Die Zukunft der Automobilelektronik	410
10	Unterhaltungselektronik	412
10.1	Abheben in die Breitbandkommunikation	412
10.1.1	Digitalisierung des Kabelfernsehens	413
10.1.2	Der digitale terrestrische Rundfunk hebt ab	414
10.1.3	Verbesserte Rückkopplung für den digitalen Satellitenrundfunk	417
10.2	MultiMediaCard – idealer Massenspeicher für mobile Endgeräte	418
10.2.1	Vielfältige Anwendungen	418
10.2.2	Standardisierung angelaufen	420
10.2.3	Flexible Schnittstelle	420
10.2.4	128 MByte im Jahre 2001	420
11	Kommunikationsbausteine	424
11.1	Überblick und Trends	424
11.1.1	Strategische Ziele	424
11.1.2	Hohe Innovationsraten	425
11.1.3	Switching-ICs	425
11.1.4	Network ICs	425
11.1.5	Communication Terminal ICs	426
11.2	ISDN: Von der Vermittlung bis zum Teilnehmer	427
11.2.1	Funktionsblöcke im ISDN	427
11.2.2	Digital-Linecard	430
11.2.3	Extended-Linecard-Controller (ELIC)	430
11.2.4	ISDN-D-Channel-Exchange-Controller (IDEC)	430
11.2.5	U-Transceiver für das Analog-Frontend	431
11.2.6	ISDN-High-Voltage-Power-Controller (IHPC)	431
11.2.7	Network-Termination	432
11.2.8	Intelligent-Network-Termination-Controller (INTC)	432
11.2.9	ISDN-DC-DC-Wandler (IDDC)	433
11.2.10	ISDN-S-Interface-Feeder-Circuit (ISFC)	433
11.2.11	Dual-Signal-Processing-Codec-Filter	435
11.3	ISDN-Endgeräte: Die Teilnehmerseite	435
11.3.1	Telefon	435
11.3.2	PC-Einsteckkarte	437
11.3.3	Terminaladapter (TA) und USB-S0-Adapter	437
11.3.4	Kombination NT1 und TA	438
11.3.5	High-End-Telefon mit USB-S0-Adapter und TA-Funktion	438
11.4	Referenz-Designs für ISDN	439
11.4.1	Komplette Lösungen führen zur schnelleren Vermarktung	439
11.4.2	Hardware	440
11.4.3	Software	440
11.4.4	ISDN-Zugang	440
11.4.5	ISDN-Telefon	441
11.5	Qualitätsanalyse im Telefonnetz	441

11.5.1	TIQUS für jedes Telefonnetz	442
11.5.2	Bei Anruf Test: Die Probeverbindung	442
11.5.3	ISDN-Zugangstechnologie von Infineon	443
11.6	Flexibles Chipkonzept senkt Kosten bei Nebenstellenanlagen	444
11.6.1	Kostengünstige Systemlösungen	444
11.6.2	Trend zur Verkleinerung	444
11.6.3	Auf digitale PBX zugeschnittene ICs	444
11.6.4	PCM-Switching-Lösungen	445
11.6.5	Verwenden von SWITI zum Anschließen an H.100/H.110-Busse	447
11.7	Nächste Architektur-Generation von Mobil-Endgeräten – GOLDige Zukunft für GSM	448
11.7.1	E-GOLD – Erweiterung des GOLD-Standards	449
11.7.2	Anwendungsunterstützung	449
11.7.3	Die Zukunft hat bereits begonnen	450
11.7.4	GSM-Modul	450
11.8	Digitale Anrufbeantworter	450
11.8.1	DSP reduziert Daten	451
11.8.2	Einkanaliger Codec genügt	452
11.8.3	SAM bietet Kostenoptimierung	453
11.8.4	Entwicklung leicht gemacht	456
11.9	Freisprechalgorithmen	457
11.9.1	Freisprechsysteme	457
11.9.2	Vollduplex-Systeme	457
11.9.3	Halbduplex-Systeme	457
11.9.4	Echokompensation (Vollduplex-Systeme)	458
11.9.5	ITU-T-Empfehlungen	461
11.10	DSL-Architekturen	462
11.10.1	Grundlegende DSL-Konzepte	462
11.10.2	Nutzung der Umgebung durch Asymmetrie	464
11.10.3	VDSL überträgt Videodaten und größere Bandbreite	469
12	Kundenspezifische integrierte Schaltungen	471
12.1	Semicustom IC	471
12.1.1	Gatearrays	472
12.1.2	Zelldesign	472
12.1.3	Gatearray oder Zelldesign?	472
12.2	Technologien	473
12.2.1	Bipolare Semicustom ICs	473
12.2.2	CMOS Semicustom ICs	473
12.2.3	Bipolare Gatearrays	474
12.2.4	Bipolare Transistorarrays (Lineararrays)	475
12.3	Gehäusevarianten	476
12.4	Zusammenarbeit Kunde – IC Hersteller	476
13	Elektromagnetische Verträglichkeit – EMV	478
13.1	Grundlagen	478
13.1.1	EMV-Phänomene	478
13.1.2	EMV: Normen und Vorschriften	481

13.1.3	EMV-Messmethoden für integrierte Schaltungen (ICs)	482
13.1.4	Modelle zur Bestimmung der ESD-Festigkeit von Bauelementen	490
13.2	Elektromagnetische Verträglichkeit von Automotive Power ICs	493
13.2.1	Power-Schalter-ICs	493
13.2.2	Störemission von DC-DC-Wandlern	497
13.2.3	Störemission von Kommunikations-ICs – CAN	499
13.2.4	Störfestigkeit von Automotive-Power-Schalter-ICs	500
13.2.5	Störfestigkeit von Kommunikations-ICs – CAN	502
13.2.6	EMV-Maßnahmen in Applikationsschaltungen – externe Bauelemente	503
13.3	Elektromagnetische Verträglichkeit von Mikrocontrollern	503
13.3.1	Automobile Mikrocontroller-Systeme und Technologie-Trends	503
13.3.2	EMV-optimierter Leiterplatten-Entwurf	505
13.3.3	Messung der Störemission von Mikrocontrollern	509
13.3.4	Störfestigkeit von Mikrocontrollern	514
13.4	EMV-Ziele bei der drahtgebundenen Kommunikation	515
13.4.1	System, Komponenten und Grundlagen	516
13.4.2	High-Speed-PCB-Design – Signalintegrität (SI)	517
13.5	ESD-Schutzmaßnahmen beim Handling	525
13.5.1	Schutzmaßnahmen gegen aufgeladene Objekte (Mensch/Maschine)	526
13.5.2	Schutzmaßnahmen gegen aufgeladene Bausteine	526
14	Gehäuse	528
14.1	Von der Physik zur Innovation – Die wachsende Bedeutung der Gehäuseentwicklung	528
14.2	Gehäuse für Halbleiterchips – eine Übersicht	529
14.3	Treibende Kräfte der Gehäuseentwicklung	531
14.4	Gehäuseentwicklung weltweit	532
14.4.1	Standardisierung	532
14.4.2	Trends weltweit: Speichergehäuse	532
14.4.3	Trends weltweit: IC-Gehäuse	533
14.4.4	Trends weltweit: Passive Bauelemente	536
14.5	Verarbeitbarkeit beim Kunden: Fine Pitch und Alternativen	536
14.6	IC Packaging Road Map – Wohin geht die Reise?	537
14.7	Materialaspekte	539
14.7.1	Bleifreie, halogenfreie Gehäuse	539
14.7.2	Inhaltsstoffe in Bauteilen und Werkstoffen	539
14.7.3	Soft Errors durch radioaktive Verunreinigungen im Gehäusematerial	540
15	Qualität	542
15.1	Elemente der Qualität	542
15.2	Qualitätsmaßnahmen in Geschäftsprozessen	543
15.3	Verarbeitbarkeit beim Kunden	544
16	Glossar	551