

technology transfer®

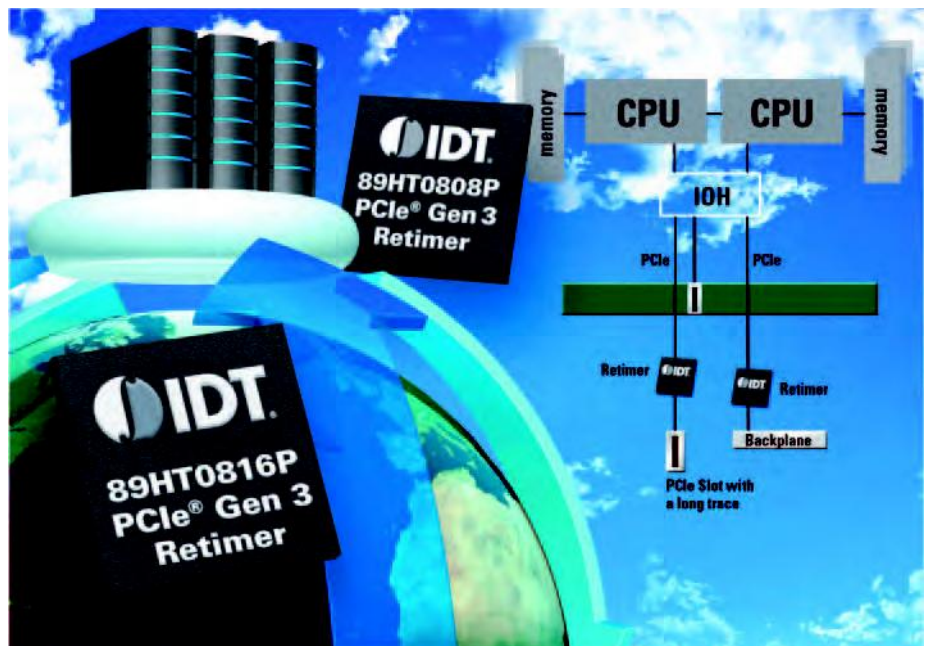
HEFT 1 • November 2011

Signale säubern

Repeater und Retimer von IDT stellen hohe Signalqualität sicher

Mit der Weiterentwicklung der System-Interconnect-Technologien von parallelen Bussystemen hin zu seriellen Verfahren stiegen die Übertragungsgeschwindigkeiten auf der elektrischen Ebene auf rasante Werte jenseits der Gigahertz-Grenze. Trotz differentieller Übertragung und Verwendung von Stromquellentransmittern führen die Leitungszüge auf FR4-Basismaterialien, über Steckverbinder, Lötstellen oder gar Kabelstrecken zu erheblicher Verzerrung sowie Bedämpfung, vor allem wenn größere Distanzen zu überbrücken sind.

Abhilfe schaffen hier sog. Signal-Integrity-Produkte, also Signalkonditionierer, die aus dem schwachen Rauschen die ursprünglichen Signale herausfiltern. Derartige



SIP-Bausteine sind von IDT für alle prominenten Übertragungsstandards verfügbar und leisten Erstaunliches.

Retimer und Repeater

Hochgeschwindigkeitssignale heutiger serieller Standards leiden sehr schnell an

Bedämpfung, Reflexion und Verzerrung auf Ihrem Weg über die Leiterplatte. Sichtbar ist dies im sog. Augendiagramm, das mit seiner Öffnung ein recht anschauliches Maß für die Qualität solcher Signale aufzeigt.

Wie in Bild 1 dargestellt kann sich das „Auge“ eines Signals durch die genannten Effekte nahezu schließen und so ➔

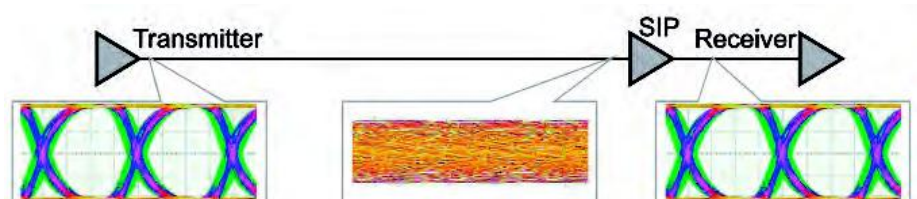


Bild 1: High-Speed-Datensignale „verschleifen“ zunehmend mit der Übertragungstrecke und brauchen eine Rekonditionierung zur Sicherstellung der Datenübertragung.

| | |
|------------|--------------------------|
| Titelseite | Signale säubern |
| Seite 3 | Drahtloses Internet ... |
| Seite 5 | Unsere Linecard |
| Seite 8 | Quarzfremde Oszillatoren |
| Seite 9 | Sixpack |
| Seite 12 | Bis zum letzten ... |
| Seite 13 | Image Warping |
| Seite 14 | Multiphase Metering |
| Seite 15 | Industrial FLASH |
| Seite 17 | Custom Mobile Devices |
| Seite 18 | Unterlagenanforderung |

Repeater und Retimer von IDT ...

müssen technische Maßnahmen zur Rekonditionierung ergriffen werden.

Dafür kann beispielsweise die Übertragungsstrecke optimiert werden, d.h. durch konsequente Umsetzung der Microstrip-Technik auf den Leiterplatten und Minimierung der Übergangsteckverbinder. In der Praxis lässt sich diese Strategie jedoch nur selten durchhalten, so dass eine elektronische „Aufbereitung“ der Signale oftmals der einzig gangbare Weg bleibt. Der Halbleiter-Hersteller IDT hat für diesen Zweck eine eigene Bausteinfamilie an Repeatern und Retimern geschaffen und bietet damit Lösungen für die am häufigsten verwendeten Übertragungsstandards.

Der Unterschied zwischen den beiden Kategorien Repeater und Retimer liegt in der Komplexität und den daraus resultierenden Konditionierungsmöglichkeiten: Während Repeater im Wesentlichen aus einem Equalizer am Eingang und einem Booster am Ausgang bestehen und damit sog. Random Jitter reduzieren, haben Retimer Ressourcen zur Signalinterpretierung und damit die Möglichkeit, zusätzlich deterministischen Jitter zu beseitigen.

Retimer sind daher protokollspezifisch und fügen der Übertragungsstrecke auch nennenswerte Latenz zu, beispielsweise sind das bei den PCIe-Retimern von IDT Zeiten in der Größenordnung von 30 ns.

weitere Standards in Computing-, Storage- und Kommunikationsanwendungen.

SIP-Bausteine beinhalten leistungsfähige Empfangs-Equalizer und Sende-De-Emphasis-Verstärker sowie Diagnosefunktionen, um einfache Designs und schnelle Entwicklungszyklen zu ermöglichen.

Sie sind in der Lage, lange Leiterbahnen auf PCBs zu treiben (beispielsweise auf Backplanes) sowie Kabelstrecken zu externen Geräten und sichern so optimale Systemleistung. Zudem beinhalten sie die Erkennung von Signalunterbrüchen (LOS – Loss of Signal) und für jeden Kanal individuelle Loopback Diagnosemöglichkeiten sowie 2:1 Multiplexer-/Demultiplexerfunktionen.

Die Bausteine sind verfügbar für 2, 4 oder 8 differentielle Kanäle, konfigurierbar über I²C, Steuer-Pins oder EEPROM. Sie bieten zudem Power-Saving-Betriebsarten, um eine möglichst geringe mittlere Stromaufnahme zu erzielen.

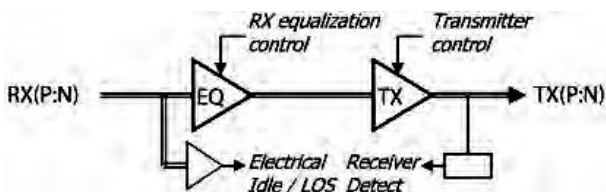


Bild 2: Repeater bestehen aus einem Equalizer am Eingang und einem Verstärker am Ausgang. Zufalls-Rauschen, verursacht durch Störeinstrahlungen, lässt sich damit wirksam reduzieren.

IDT Repeater

Repeaterbausteine aus der IDT SIP-Familie gibt es für 5Gbps PCI Express® (PCIe) Gen2, USB 3.0, 6 Gbps SAS/SATA, 6.25Gbps Serial RapidIO® 2.1 und

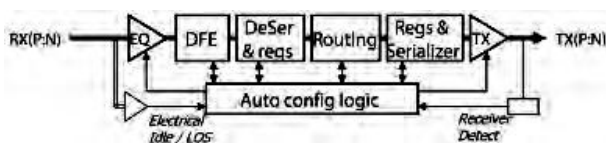


Bild 3: Retimer bestehen aus einem Repeater plus einer Clock & Data Recovery (CDR) Mimik.

Eigenschaften der Repeater

Kompensation von Dämpfung auf Kabeln und PCB-Leiterbahnen und Reduzierung von Inter-Symbol-Interference-Jitter (ISI):

- Programmierbarer Rx-Equalizer bis 30db
- Programmierbare De-Emphase bis -8.5dB
- Regeneriert auch solche Datenstreams, deren Augendiagramm aufgrund von Dämpfung und ISI-Jitter komplett geschlossen ist
- Volle Unterstützung des PCIe Protokolls
- SAS/SATA, Out of Board (OOB) Unterstützung
- Konfigurierbar über Pins, wobei die erweiterten Funktionen über I²C-Register konfigurierbar sind
- Möglichkeit zum automatischen Download der Konfiguration aus einem externen EEPROM über I²C sowohl für einzelne als auch mehrere Repeater auf einer Baugruppe
- Minimierung der Leistungsaufnahme im aktiven und in Shutdown-Betriebsarten
- Keine zusätzlichen Bias-Widerstände oder Referenztakten notwendig
- Kanal Mux- und Demux-Modus, 1-auf-2 Kanal Multicast sowie Z-Switch-Funktionalität.

Vorteile:

- Erweitert die maximale Kabellänge auf über 10 m und Leiterbahnen auf PCBs über 65“ (165cm) bei PCI Express.
- Beschleunigt das Systemdesign, weil längere Leiterbahnen und Kabel verwendet werden dürfen
- Minimiert die Bitfehlerrate (BER)

IDT Retimer

Die IDT Retimer sind mit dem Ziel entwickelt, bei Verdoppelung der Übertragungsstrecke die Signalintegrität zu verbessern. Sie minimieren also sowohl Random- als auch Deterministic-Jitter des Eingangssignals und eignen sich damit hervorragend für Blade-Server, Enterprise-Storage oder Kommunikationssysteme, die längere Kabel- oder Backplanestrecken aufweisen.

Jüngste Mitglieder der umfangreichen Produktfamilie sind die Re-Timer 89HT0808P und 89HT0816P. Sie sind industrieweit die ersten ihrer Art, die den neuen PCIe Automatic-Link-Equalization Prozess vollständig unterstützen und damit das

Systemdesign vereinfachen sowie die Zuverlässigkeit jeder PCIe-konformen Adapterkarte oder Host-Bus-Adapters verbessern.

Der 8-Kanal Re-Timer 89HT0808P und der 16-Kanal Re-Timer 89HT0816P arbeiten bis zu einer Kommunikations-Datenrate von 8 Gbps je Kanal über die doppelte Distanz im Vergleich zu Standard PCIe 3.0 und über typische System-Backplanes, wobei System-Performance und –Zuverlässigkeit verbessert werden



Bild 4: Testaufbau IDT SATA-Repeater.

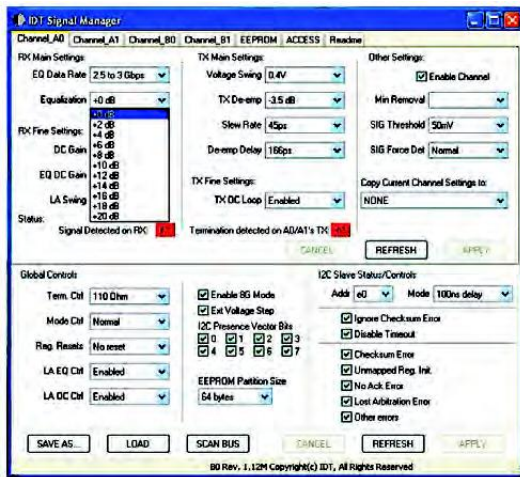


Bild 7: Der IDT Signalmanager.

und gleichzeitig die Bill-of-Material Kosten gesenkt, da die Gesamt Design-Komplexität geringer wird.

Die beiden Re-Timer beinhalten ein sehr leistungsfähiges analoges Frontend und daran angeschlossen einen Continuous-Time-Linear-Equalizer (CTLE), einen 5-stufigen Decision-Feedback-Equalizer (DFE) sowie eine Clock- und Data-Recovery-Einheit.

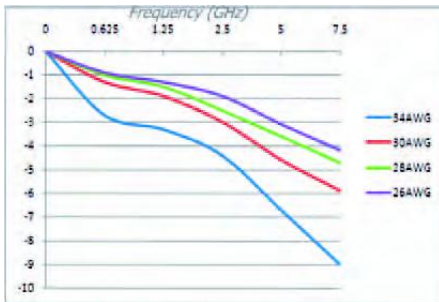


Bild 5: Frequenzabhängige Dämpfung auf USB-Kabeln.

Dieser sehr sensitive Eingang bietet dynamische Optimierungsmöglichkeiten und ist in der Lage, Signale mit schlechter Qualität zu restaurieren sowie deterministischen und randomisierten Jitter zu eliminieren, der die Grenzwerte der PCIe 3.0 Spezifikation überschreitet.

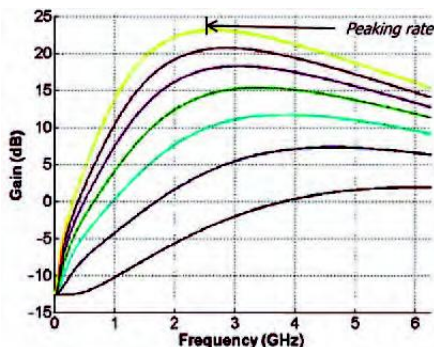


Bild 6: Frequenzgang des Equalizers aus Bild 2.

Um ein schnelles In-System-Testing zu ermöglichen, wurden in die IDT Re-Timer Monitoring-funktionen mit einer umfangreichen Suite von diagnostischen Loopback-Eigenschaften integriert. Für die IDT Re-Timer 89HT0808P und 89HT0816P steht ein Evaluation-Board zur Verfügung, zusammen

mit einer Software Utility mit graphischer Oberfläche.

Die umfangreiche IDT Signal-Integrity-Produktfamilie enthält Lösungen für übliche Industrie-Schnittstellen wie z.B. PCIe Gen 2 und Gen 3, USB 3, XAUI, SATA, SAS und Serial RapidIO® und wird in verschiedenen Kanalzahlen und Gehäusegrößen angeboten.

Quellen:

IDT Appl.-Note AN-729, Signal Integrity Product Family Overview IDT-Brochure, PCI-Express IDT-Training.

Eigenschaften der Retimer

High Performance

- Minimiert Random-Jitter am Eingang
- Minimiert deterministischen (ISI) Jitter
- Kompensiert Kanalbedämpfung
- Justierbare Rx- und Tx-Performance
- Bis zu 8dB Tx De-Emphase
- Programmierbare Multi-Stage Equalizer
- CTLE und 5-Stufen DFE
- Schnell rastende PLL für LOs Exit
- On-Chip SERDES-Augendiagramm

SerDes Stromsparfunktionen

- Unterstützt LowSwing-Betrieb
- Auto Low-Power für ungenutzte Lanes
- PCIe Standards und Kompatibilität:
 - PCIe Basis-Spezifikation 3.0
 - PCIe Basis-Spezifikation 2.1

Hot-Plug-Unterstützung

- Konfigurierbare Links (1x8, 1x4, 1x1, 2x4, 2x1)
- Automatische Linkbreitenaushandlung je Lane
- SerDes-Konfiguration je Lane:
 - De-Emphase, Equalization, Drive
- Clocking-Standard 100 MHz PCIe Referenz-Takt
- SSCLK (Spread Spectrum) und Non-SSCLK
- Reliability, Availability und Serviceability (RAS)
- Physical-Layer Fehlerprüfung und -statistik
- End-to-End Datenpfad Parity-Protection

Test und Debug

- Fehler Diagnose-Register je Link/Lane
- Alle Register über I²C oder JTAG zugänglich
- SerDes Test-Modi
- Verschiedene Loopback-Modi



Drahtloses Internet-der-Dinge



Mit sparsamen WiFi-SoCs Geräte drahtlos verbinden

Der Internet-vernetzte Kühlschrank galt bislang mehr als Gadget der White-Goods-Industrie auf der Suche nach dem besonderen Differenzierungsmerkmal ohne Bezug zur harten Alltagsrealität deutscher Küchen, war doch das IT-Extra nur mit erheblichen Aufpreis zu haben und verlangte zudem Installationsaufwand für die Einbindung in's heimische Netzwerk.

Nun forciert Smart-Grid aber auch die Smart-Home-Automation und verlangt die Vernetzung aller Verbraucher, vorzugsweise drahtlos, um

aufwändige Verkabelungen zu ersparen. ZigBee, Z-Wave und andere Standards wurden für diesen Zweck geschaffen,

doch konnte bislang kein Verfahren die notwendige Unterstützung der Industrieteilnehmer erlangen.

Nun schickt sich ausgerechnet WiFi an, diese Lücke zu füllen, denn kein Drahtlos-Standard verfügt über eine größere installierte Basis als 802.11 und genießt höhere Akzeptanz. Nur der Stromverbrauch war bislang ein echter Show-Stopper, doch mit den SoCs von Gainspan ist auch diese letzte Hürde auf dem Weg zum drahtlosen Internet-der-Dinge zu nehmen.

WiFi für Batteriebetrieb?

Wifi gilt gemeinhin als recht leistungshungrig, doch rührt diese Einschätzung weniger von einer intrinsischen Ineffizienz des IEEE 802.11-Protokolls als von der Art und Weise, wie es heute für konventionelle Anwendungen entwickelt und darin eingesetzt wird.

Mit einem Energieverbrauch von 1-17 Joule je MByte übertragener Daten für konventionelle „High-Power“-WiFi-Geräte können nämlich selbst sehr ineffiziente Implementierungen mit einem einzigen Satz an „AA“-Batterien jeden Tag 1 MByte an Daten über eine Dauer von 4 Jahren übertragen.

Unterstellt man hingegen effiziente Implementierungen des Protokolls sowie eine clever auf Sparsamkeit getrimmte Elektronik, dann könnten WiFi-Geräte mit einem Satz Batterien über Dekaden auskommen, wobei allerdings anzumerken ist, dass die heutige Batterietechnik aufgrund von Eigenentladungen und anderen Alterungsmechanismen im besten Fall nur eine Lebensdauer von 10 – 20 Jahre hergibt.

Low-Power-WiFi - Spezialitäten

Während konventionelle „High-Power“ WiFi-Chips auf schnelle Reaktion, niedrige Latenz und hohe Datenraten optimiert sind, wird bei „Low-Power“-WiFi auf niedrige Stromaufnahme Wert gelegt, besonders dann, wenn der Chip im Standby-Mode ist. So ist es in konventionellen Anwendungen durchaus üblich, dass ein WiFi-Gerät aktiv einen WLAN-Kanal empfängt, auch wenn keine Daten übertragen werden, um so sehr kurze Reaktionszeiten und geringe Latenz zu erzielen. Low-Power-WiFi hingegen minimiert den Stromverbrauch gerade in diesen Phasen, wenn also keine Daten zur Übertragung anstehen. Ein typischer Betriebsablauf ist in Bild 1 dargestellt:

Nur unmittelbar nach dem Starten sind einige Aufgaben abzarbeiten, danach verbringt

ein Low-Power-Gerät die meiste Zeit mit Nichtstun. Es muss regelmäßig „aufgeweckt“ werden, um anwendungs- oder netzwerkbezogene Aktionen durchzuführen. Im gezeigten Beispiel sendet das Gerät einmal pro Minute ein Paket, um dem Access-Point



mitzuteilen, dass es immer noch präsent ist und um zu verhindern, dass es vom Netz getrennt wird. Der Typ des Pakets und Häufigkeit der Versendung hängt vom jeweils verwendeten Access-Point ab.

Alle 2½ Minuten wacht das Device auf und sendet aktualisierte Sensordaten. Zweimal am Tag sendet es ein Configuration-Trap zu einem SNMP-Server, um mögliche Konfigurationsänderungen wie beispielsweise ein geändertes Sensor-Abfrageintervall zu übernehmen.

Zwischen diesen kurzen Operationen befindet sich das Gerät in einem Low-Power Standby-Zustand aber auch während der „Wachzeiten“ sind es nur ganz kurze Phasen, in denen gesendet oder empfangen

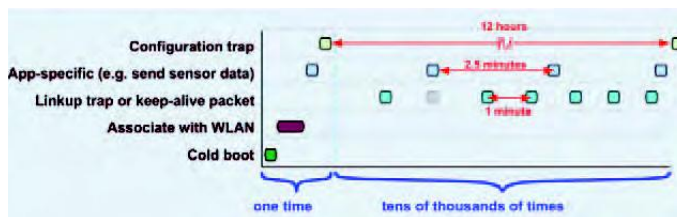


Bild 1: Typischer Betriebsablauf eines Low-Power WiFi Gerätes.

wird, mithin der Stromverbrauch auf Maximalwerte steigt.

Um diese Strategie nun auf ein System-On-Chip abzubilden, wurde die Gainspan-Lösung GS1011 mit folgenden Gesichtspunkten entwickelt:

Ein hohes Maß an Integration minimiert Verluste durch externe Verbindungen mit kapazitäts- und Induktivitätsbelägen. Die wesentlichen Systemfunktionen einschließlich Anwendungsprogrammierung, Task-Mangement, Netzwerk, HF-Management, Verschlüsselung, MAC und Baseband sowie der HF-Transceiver wurden auf einem Chip integriert.

Weiterhin wurde auf ein flexibles und besonders schnell reagierendes Power-Management Wert gelegt, das sowohl rasche Reaktionen erlaubt als auch Standby- und Idle-Betriebszustände mit extrem niedrigem Verbrauch, wenn keine Aktivität erforderlich ist.

Das Device kann aus seinen Low-Power-Betriebsarten in kürzester Zeit zu einem voll funktionsfähigen Zustand gebracht werden, entweder über einen zuvor eingerichteten Zeitplan oder durch Signalisierung an einem externen Eingang.

Weitere Einsparungen können erzielt werden, wenn die notwendigen Netzwerkaktivitäten in ihrem Ablauf optimiert werden, d.h. die Funkstrecke nur für minimale Zeit in Betrieb ist.

Integrierte Architekturen erlauben ein sehr effektives Power-Management, da Prozessoren und andere Komponenten durch „Gaten“, d.h. Steuern der Taktleitungen sehr rasch abgeschaltet werden können. Meist genügt dann beim Wiedereinschalten ein einziger Taktzyklus, um wieder volle Funktion herzustellen.

Im GS1011 können sowohl die 2 CPUs als auch eine ganze Zahl funktionaler Blöcke unabhängig voneinander geschaltet werden, um eine möglichst flexible Anpassung der Konfiguration auf den aktuellen Betriebszustand zu erreichen und damit den Energieverbrauch zu optimieren.

Der gesamte Chip kann innerhalb kürzester Zeit in Schlaf versetzt werden, indem der 44 MHz-Oszillator abgeschaltet wird – weiter siehe Seite 6

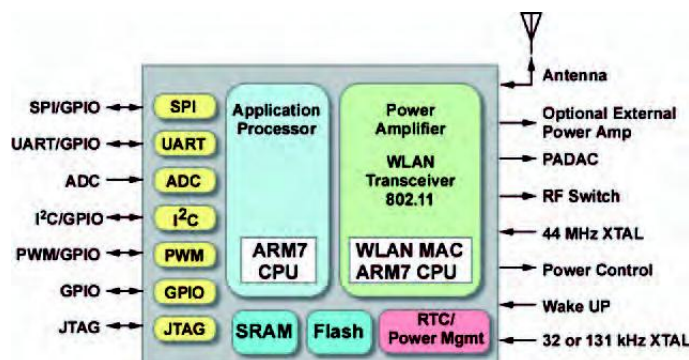


Bild 2: Blockdiagramm des hoch integrierten Low-Power WiFi-SoCs GS1011. Das SoC enthält zwei ARM-CPU's für WLAN und Applikation.

Technology

KOMPETENZ UND KONTINUITÄT SEIT 1978

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>PoE-Controller (Power over Ethernet) für Powered Devices (PDs) entsprechend den Standards 802.3af und 802.3at mit GreenEdge™ 2kV Isolationstechnologie, Controller f. DC-DC-Konverter, EMI-Suppression und ESD-Devices.</p> |  | <p>DSP-basierende Voice-Codex unterschiedlicher IT-Standards, analoge u. digitale Media-Gateways, Media-Processing-Baugruppen und -systeme, CTI-Software.</p> |
|  | <p>PoE-/PoE+-Module für PoE-Verbraucher (Powered Devices, PD), PoE-Module für Energieversorger (Power Sourcing Equipment, PSE).</p> |  | <p>MIPS- u. ARM-basierende Netzwerk-Security-SoCs m. Durchsatzraten v. 10 Mbit/s-40Gbit/s. Prod.-Portfolio: OCTEON™ Single-Core u. Multi-Core CPUs, NITROX™ Security-CPU's, Econa Netzwerkproz. und Beschleunigerboards, PureVu H.264 HD-Codexs.</p> |
|  | <p>Energieeffiziente SoCs mit integr. 2.4GHz Transceiver zur Einbindung in 802.11 b/g/n Netze. WiFi-Module für kurze Entw.-Zyklen reduzieren Kosten und Komplexität. Software-Suite unterstützt sowohl eingebaute Appl. als auch Steuerung über serielle Schnittstellen zu einer Host-CPU.</p> |  | <p>SRAMs bis 144 MBit und 350 MHz. Extrem niedriger Stromverbrauch und verschiedene Versorgungsspannungen (3.3 V, 2.5 V, 1.8 V). Jeder Baustein in I-Grade verfügbar. Military-Grade bei ausgewählten Speichern möglich.</p> |
|  | <p>LAN / WAN-Übertrager in kleiner Bauform für die Kommunikationsindustrie. Höchste Qualität, führende Isolationstechnologie, unvergleichlicher Service bei wettbewerbsfähigen Preisen.</p> |  | <p>Kommunikations- und Netzwerk Ics. Preisgünstige Ethernetbausteine und Netzwerkprodukte wie Ethernet Transceiver, Controller, Switches und Media Konverter.</p> |
|  | <p>Taktgeneratoren und -buffer, PCIe Gen1, Gen2 & Gen3 Switching, Bridging & Timing-Lösungen, sRIO-Switches und -Bridges, Smart Metering ICs, Netzwerk-Prozessoren, HF-Bausteine, Touch-Screen-Contr., FIFO, Multi-Port- & SRAM-Speicher.</p> |  | <p>MEMS-basierende Zweiachsen-Beschleunigungssensoren, Intelli-G Bausteinfamilie von Single-Chip Gyro-Sensoren mit unterschiedlichen technischen Spezifikationen.</p> |
|  | <p>HF-SoCs u. Module für drahtlose Vernetzung (2.4 GHz) in der industriellen Automatisierungstechnik und im Gebäudemanagement auf Basis von 802.15.4 bzw. ZigBee. Offener Protokollstack, Evaluierungssyst. u. kundenspez. Anpassungen.</p> |  | <p>Drehwinkel-Encoder, Inkrementalzüher, Teiler, Programmierbare digitale Timer, AC- & DC-Motor-Controller, Schrittmotor-Controller, PIR Sensor Interface Ics, Licht-Dimmer und Steuerungs-ICs, programmierbare digitale Schlösser.</p> |
|  | <p>CMOS Camera-Chips mit integrierter Logik (Camera-On-A-Chip) für Monochrom und Farbe von 320x240 bis 9 MPixel mit analogen oder digitalen Schnittstellen; Camera-to-USB-Bridge bis 30 frames/sec CIF, mit Kompression.</p> |  | <p>USB-Power-Switch, DC/DC-Converter, Spannungsregler und -detektoren, Power-Monitoring-ICs, Real-Time-Clocks (RTCs), Cardbus- u. FireWire-Controller.</p> |
|  | <p>Ultra Low-Power iCE65™ mobileFPGAs™ mit 60k .. 800k Systemgatter, 67..222 PIOs und nichtflüchtigem Konfigurationspeicher (NVCM). Zahlreiche Gehäuseoptionen einschließlich CSP und Known-Good-Die.</p> |  | <p>Speichermodule im SIMM-, DIMM-, SO-DIMM-Formfaktor, Display-Subsyst. einschl. Contr.-Boards, FLASH-Speichermodule u. -Karten in Compact, PC-Card u. Modul Formfaktor + FLASH-basierende S-ATA-, P-ATA- u. SCSI-SSDs.</p> |
|  | <p>Softwarekonfigurierbare Controllerbausteine mit unterschiedlichen Interfaces für Bildverarbeitung, Netzwerktechnik und Sicherheitsanwendungen.</p> |  | <p>Hocheffiziente DC/DC-Wandler-Module für elektronische Systeme mit verteilter Versorgungsarchitektur. Wirkungsgrade deutlich über 90%, isolierende und nicht-isolierende Ausführungen verfügbar. AC/DC-Wandler für die Medizintechnik.</p> |
|  | <p>DACs, ADCs, myZone* ANC, CODECs, Imaging ADCs, S/PDIF Tranceivers, True Mics, Power Management, Audio Amplifiers, Sonaptic Sound*.</p> |  | <p>Echtzeitfähige Multi-Core-Prozessoren, programmierbar mit standardisiertem C-Software-Flow und umfangreiche Bibliotheken für Audio-, Video- und Steuerungsanwendungen, Protokoll-Stacks und Standard-Schnittstellen.</p> |

wird und spart dadurch erheblich Strom ohne Datenverluste zu erleiden. Aus diesem Deep-Sleep-Zustand lässt sich das

ist zwar ein gewisser Aufwand verbunden, weil flüchtige Daten im Idle-Zustand verloren gingen und also samt eines Konfigurations-

wesentlich schneller wechseln als herkömmliche WiFi-Gereäte. Sie weisen zudem auch während der Datenübertragung einen etwas geringeren Leistungsverbrauch auf.

Da Sensoren üblicherweise die überwiegende Zeit im Standby-Mode verbringen, hängt die durchschnittliche Leistungsaufnahme in erster Line nur vom Stromverbrauch in dieser Betriebsart ab. Die Verbräuche während des Sendens und Empfangens von Daten haben dagegen nur recht wenig Auswirkung auf den Gesamtverbrauch.

| Betriebszustand | Spannung | Stromaufnahme | Leistung | Wake-Up Zeiten |
|--------------------------|------------|---------------|------------|----------------|
| Standby | 1.2 - 3.6V | < 5 µA | < 0.018 mW | 13 ms |
| Deep-Sleep | 1.8 V | 110 µA | 0.19 mW | 10 ms |
| Processor Sleep | 1.8 V | 7.2 mA | 13 mW | < 1 µs |
| App-CPU@22MHz (FLASH) | 1.8 V | 17.2 mA | 31 mW | < 0.5 µs |
| WLAN-CPU@22MHz (FLASH) | 1.8 V | 21.5 mA | 38.8 mW | < 0.5 µs |
| Receive | 1.8 V | 144 mA | 260 mW | N/A |
| Transmit (Int. PA +8dBm) | 1.8 V | 192 mA | 345 mW | N/A |

Bild 4: Stromverbrauch während verschiedener Betriebszustände des GS1011.

System innerhalb weniger Mikrosekunden zu vollem Betrieb hochfahren.

kontextes jedes Mal gesichert werden müssen, doch ist die Energiebilanz deutlich positiver

Das SoC GS1011

Wie weiter oben bereits ausgeführt beinhaltet der GS1011 alle notwendigen Funktionen wie den 802.11-Transmitter, den Media-Access-Controller (MAC) und Baseband-Processor, On-Chip Flash-Speicher und SRAM sowie einen Anwendungsprozessor.

Der GS1011 unterstützt die volle 802.11b Datenrate von 11 Mbit/s und lässt sich damit

gleichmaßen für Anwendungen mit hohem Datenaufkommen einsetzen wie in Ultra Low-Power-Designs mit jahrelangen Batteriestandzeiten.

Zusammen mit dem eingebetteten Software-Stack bietet der Baustein eine hoch skalierbare zuverlässige und sichere Drahtlos-

Mit diesen flexiblen Low-Power-States ergeben sich zahlreiche Vorteile bei den 802.11 Power-Save Operationen, da das System zu exakt bestimmten Bakenzeiten aufgeweckt werden kann, sehr schnell auf Daten der Baken antwortet und gebufferte Daten abholt, um danach wieder in die Low-Power Betriebsart zu wechseln.

Auf diese Weise können Low-Power-Knoten miteinander oder mit anderen Netzwerkgeräten kommunizieren, wobei die leistungshungrige „Always-On“ Paketbuffer-Funktion vom Accesspoint übernommen wird.

Ein solcher Knoten kann auch asynchron „aufgeweckt“ werden, indem Eingangspins zu Alarm- oder Eventeingängen definiert werden, um mit unvorhergesehenen Ereignissen umzugehen, die eine schnelle Reaktion erfordern.

Schließlich verfügt das System noch über einen Ultra Low-Power Standby-Zustand, um die Energieaufnahme in vorhersehbaren Idle-Phasen weiter zu senken.

Dann ist nur noch der RTC-Block aktiv und der Verbrauch sinkt auf wenige Mikrowatt. Der Timer im RTC ermöglicht nun das „Aufwachen“ des gesamten Chips in programmierbaren Intervallen.

Mit der Strategie des raschen Wechsels zwischen Aktiv- und Idle-Betriebszuständen

| Parameter | | Conventional WiFi | Low-Power WiFi | Einheit |
|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|---------|
| Leistungsaufnahme | Standby / Idle | N/A | <4 | µW |
| | Prozessor + Clock Sleep | 13 | 0.2 | mW |
| | Datenverarbeitung | 115 | 56 | mW |
| Empfänger-Empfindlichkeit bei 1MBit/s | | -91 | -91 | dBm |
| Zeit von Standby zu Aktiv | | N/A | 10 | ms |
| Zeit von Prozessor + Clock Sleep zu Aktiv | | 75 | 5 | ms |

Bild 3: Vergleich der Leistungsaufnahme von konventionellem und Low-Power-WiFi in verschiedenen Betriebsarten.

im Vergleich zu konventionellen Verfahren, bei denen eine Host-CPU über USB oder Cardbus die WiFi-Schnittstelle bedient.

Durch hohe Integration lässt sich also ein WiFi-System schaffen, das sich während der Datenübertragungsperioden durch hohe Performance und niedrige Latenzzeit auszeichnet, bei Inaktivität aber sehr effizient seinen Stromverbrauch senkt.

Der Einsatz solch eines integrierten Systems kann substantielle Vorteile beim Low-Power-Betrieb bringen, ohne dabei die WiFi-Performance zu beeinträchtigen.

Wie in Bild 3 zu sehen verfügen Low-Power WiFi-Systeme über Idle-Betriebsarten mit sehr geringer Stromaufnahme und können zwischen den Aktiv- und Idle-Betriebsarten

verbindung und bedient damit den wachsenden Bedarf an drahtlosen Sensornetzen auf Basis des weit verbreiteten IEEE 802.11 Standards.

Damit empfiehlt sich die Gainspan-Lösung für Anwendungen im Bereich Smart-Energy, Industrie- und Heim-Automatisierung sowie Logistikanwendungen.

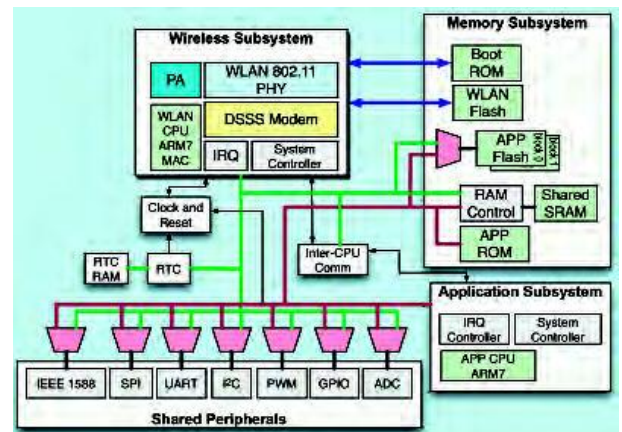


Bild 5: Funktionsblöcke des GS1011-SoCs.

Module ermöglichen neue IoT-Anwendungen

Schneller zu implementieren als Chips sind die damit aufgebauten GS1011M-Module, die komplett getestet und zertifiziert in verschiedenen Varianten zur Verfügung stehen.

Sie bieten mehrere serielle UART- oder SPI-Schnittstellen und lassen sich darüber sehr einfach an 8/16/32-Bit Mikrocontroller anknüpfen und über AT-Kommandos steuern.

Die GS1011Mx Module stellen daher eine ideale Lösung für Unternehmen mit geringer WiFi- und HF-Expertise dar, nicht nur weil die Entwicklung einer HF-fähigen Leiterplatte entfällt, sondern auch weil die notwendigen Zertifizierungen bereits vorliegen.

Das Modul unterstützt Übertragungsraten von bis zu 11 MBit/s auf der Luftschnittstelle, ist konform zu 802.11b und erfüllt alle gesetzlichen Regularien sowie die Anforderungen der WiFi Alliance. Zudem bietet es Zugangs- und Übertragungssicherheit gemäß WEP/WPA/WPA2, und erlaubt Adhoc sowie Wi-Fi Protected Setup (WPS) zur einfachen Verwendung.

Entwicklungskits und SDK

Grundsätzlich kann das GS1011 SoC bzw. GS1011M Modul auf 2 unterschiedliche Arten betrieben werden: Der „Quick Approach“ ist die Steuerung der WiFi-Komponente mit sog. AT-Kommandos über die UART-Schnittstelle, ähnlich wie es früher bei Modems gängige Praxis war.

Mit nur wenigen Befehlen lässt sich z.B. ein AdHoc Netzwerk einrichten und der Webserver auf dem SoC starten:



Bild 6: GS1011M WiFi-Module (ohne Abschirmhauben).

```

1. Statische IP-Adresse setzen (DHCP deaktivieren):
   at+ndhcp=0
   at+nset=192.168.65.200,255.255.255.0,192.168.65.1
2. Adhoc-Mode setzen:
   at+wmm=1
3. Adhoc-Netzwerk starten (z.B. SSID GSWebProv auf Ch 6):
   at+wa=GSWebProv,,6
   IP           SubNet       Gateway
   192.168.65.200:255.255.255.0:192.168.65.1
4. Web Betriebsart starten:
   at+webprov=admin,admin
    
```

Die zweite Methode verzichtet auf das AT-Kommandointerface und setzt direkt an der IP-2-WiFi API an. Dabei werden ebenfalls über die serielle Schnittstelle Funktionsaufrufe ausgegeben. Bei dieser Methode ist aber ein TCP/IP-Stack auf dem eigenen Host-Prozessor notwendig.

Die Produktentwicklung mit den Gainspan-SoCs oder -Modulen kann da-

her „hochsprachlich“ über Skripte mit AT-Kommandos erfolgen oder durch Softwareentwicklung für den Applikationsprozessor. Für beide Strategien bietet Gainspan Entwicklungs-Plattformen an. Das preisgünstigere EVK ist das Serial-2-Wi-Fi Evaluation Kit, im Wesentlichen bestehend aus HW-Plattform, Accesspoint und umfangreicher Dokumentation. Hierbei sind WiFi-Stack und andere Komponenten des SoCs nur als Binaries verfügbar, können also nicht selbst

modifiziert werden.

Für Anwendungsentwicklungen die eine Anpassung des Stacks oder gar des RTOS benötigen, bietet Gainspan ein SDK in 2 Varianten an, das sich auf eine Umgebung von Greenhills Software stützt, von ➔

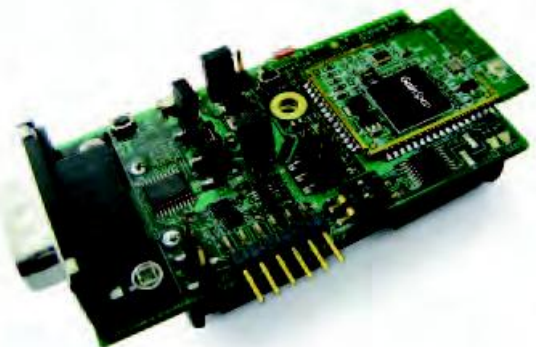


Bild 7: GS1011M Evaluation Kit.

| Eigenschaften | Low Power (GS1011) | Extended Range (GS1011ME) | Connector Based (GS1011MIC) | 802.11b/g/n (GS1500M) |
|--------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Größe | 22.8 mm x 32.5 mm (0.9 in x 1.28 in) | 22.8 mm x 36.8 mm (0.9 in x 1.45 in) | 35 mm x 20 mm (0.79 in x 1.38 in) | 22.8 mm x 36.8 mm (0.9 in x 1.45 in) |
| Anzahl Pins | 48 | 48 | 30 | 48 |
| Montage | Löten | Löten | Steckverbinder | Löten |
| HF-Leistung | 8 dBm | 18 dBm | 8 dBm | 18 dBm |
| Antennen | PCB oder ext. Antenne (u.FL) | PCB oder ext. Antenne (u.FL) | Trace | PCB oder ext. Antenne (u.FL) |
| Datenraten | 802.11 b | 802.11 b | 802.11 b | 802.11 b/g/n |
| I/O | SPI, UART, I ² C, GPIO, A/D | SPI, UART, I ² C, GPIO, A/D | SPI, UART, I ² C, GPIO, A/D | SPI, UART, I ² C, GPIO, A/D |
| Zertifizierungen | FCC, ETSI, IC, Wi-Fi | FCC, ETSI, IC, Wi-Fi | FCC, ETSI, IC, Japan, Wi-Fi | FCC, ETSI, IC, Wi-Fi |
| Temperaturbereich | -40 °C bis 85 °C | -40 °C bis 85 °C | 10 °C bis +70 °C | -40 °C bis 85 °C |
| Host-Schnittstelle | UART, SPI | UART, SPI | UART | UART, SPI |

Bild 8: Gainspan Modulvarianten.

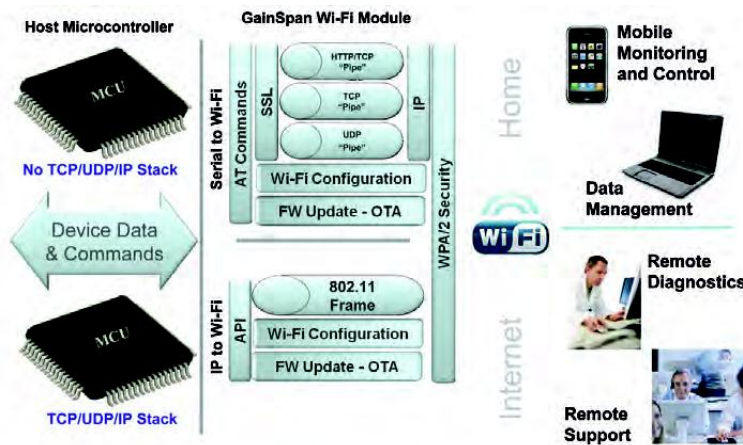


Bild 9: 2 Arten der Implementierung, einmal mit AT-Kommandos über die serielle Schnittstelle, zum anderen über API-Befehle.

der auch wesentliche SW-Komponenten der GainSpan Lösung stammen.

Quellen:
 Datenblätter und Applikationsnoten GS1011 der Firma GainSpan. Daniel M. Dobkin und Bernhard Aboussoun, GainSpan Corporation, „Low Power WiFi™ (IEEE 802.11) for IP Smart Objects“ (2009).



Quarzfremde Oszillatoren

IDT erweitert sein CrystalFree™-Portfolio

Quarze waren bis dato als präzise, zeitbestimmende Elemente elektronischer Schaltungen mit vertretbarem Aufwand nicht zu ersetzen, bieten sie doch eine ideale Synthese aus Präzision, Temperaturstabilität und geringen Kosten. Auf der anderen Seite steht ihre mechanische Anfälligkeit und der große Nachteil, dass eine echte Integration in Halbleiter-ICs unmöglich ist. Die Realisierung eines Oszillators in CMOS wäre also hoch willkommen, doch waren bislang solche integrierten LC-Schwinger in Sachen Temperaturgang und Genauigkeit den Quarzen haushoch unterlegen.

IDT hat aber bereits im letzten Jahr mit der Einführung seiner CrystalFree CMOS-Oszillatoren gezeigt, dass mit entsprechend ausgeklügelter Schaltungstechnik die Schwächen monolithischer Oszillatoren beseitigt werden können und stellt jetzt mit seinen aktuellen +/-50ppm Oszillatoren auch seinen Anspruch auf höchste Präzision unter Beweis, denn immerhin genügt er den Anforderungen von USB 3.0.



Monolithischer CMOS-Oszillator mit +/-50ppm

Die neue Linie der IDT CMOS-Oszillatoren in der bestehenden CrystalFree-Familie unterstützt die Super-Speed (SS) USB 3.0 Spezifikation einschließlich der Vorgaben für Genauigkeit und Jitter und bietet dabei gleichzeitig einen extrem geringen Stromverbrauch.

Die Bausteine unterstützen auch das „Low-Frequency-Periodic-Signaling“ (LFPS) sowie das Timing im USB 3.0 Suspend-Mode einschließlich eines optionalen sekundären Ultra-Low-Power LFPS-Oszillators. Mit diesem Feature werden alle weiteren frequenzbestimmenden Schaltungen am USB 3.0-Controller obsolet und damit verringern sich auch die Kosten der Gesamtlösung sowie der Platzverbrauch auf der Leiterplatte.

Neben den genannten Typen hat IDT sein Portfolio an CMOS-Oszillatoren um Bausteine erweitert, die High-Speed-USB (2.0) unterstützen. Die Neuzugänge sind auch mit industriellem Temperaturbereich (-40°C ... 85°C) verfügbar und einige Typen können den aktuellen Zustand der Quarz-Treiberschaltung von USB-Controllern erkennen, um den Austausch des Quarzresonators zu vereinfachen.

Mit dieser Technologie lassen sich Schwingquarze durch CrystalFree-Oszillatoren von IDT ersetzen und dabei trotz aktivem Oszillator die Anforderungen an den Stromverbrauch im Suspend-Mode erfüllen, dies alles ohne Änderungen der Quarz-Treiberschaltung und ohne Preisaufschlag.

Der Markt für frequenzbestimmende Komponenten erfährt nun eine Trans-

formation, da die CMOS-Oszillatortechnologie herkömmliche Schwingquarze im Multi-Milliarden-Timing-Markt ersetzt. Als Folge versuchen viele Unternehmen, diese neue Technologie gewinnbringend

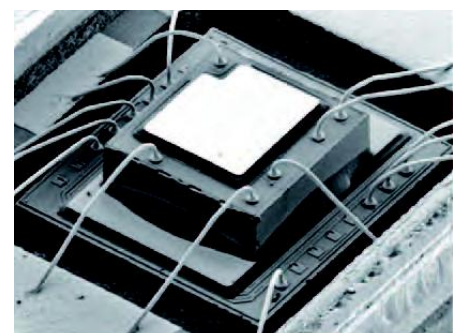


Bild 1: CMOS Oszillator, hier als Stack mit einem anderen IC.

einzusetzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. So hat beispielsweise die Firma Phison Electronics vor Kurzem Schlüsselpatente von IDT lizenziert, um die CMOS-Oszillatortechnologie in ihren USB-Controller einzusetzen.

IDT wird als weltweit führend bei der CMOS-Oszillatortechnologie zum Ersatz von Quarzresonatoren und -oszillatoren anerkannt und verfügt über 35 z.T. beantragte, z.T. erteilte Patente in diesem Bereich.

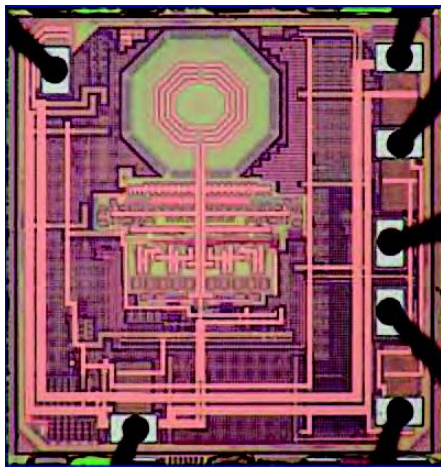


Bild 2: Chipfoto des CrystalFree Oszillators.

Kleinste Abmessungen

Die neue Linie der CrystalFree-Produkte für USB 3.0 ist derzeit in Musterstückzahlen verfügbar. Die Bausteine sind in Industriestandard-Gehäusen mit Abmessungen 5 x 3.2 x 0.85mm und Low-Profile 2.5 x 2.0 x 0.55mm erhältlich, kompatibel zu herkömmlichen Quarzoszillatoren.

Zudem sind die ICs in DIE-Form verfügbar, geeignet für Multi-Chip Packaging (MCP), Chip-on-Board (CoB) und Multi-Chip Module (MCM) Aufbauten.

Die neuen Bausteine ersetzen Quarz-basierende Oszillatoren in Anwendungen der Consumerelektronik, des Computings und Storage mit dem Bedarf nach kleinen Bauformen und sie bieten hervorragende Eigenschaften bei der Erzeugung der üblichen seriellen Schnittstellen einschließlich S-ATA, PCIe, USB 2.0 und USB 3.0.

Die Chips werden mit Standard CMOS-Technologie hergestellt und bieten damit den Anwendern eine voll integrierte Alternative zu Quarz basierenden Resonatoren bzw. Oszillatoren. Zudem ist vor allem die kleinere Bauform mit ihrer Bauteilhöhe von etwas mehr als einem halben Millimeter (!) ideal für sehr flache Consumer-Geräte geeignet, wie beispielsweise SIM-Karten mit hoher Speicherkapazität oder USB-Speichersticks.

Beide ICs verbrauchen nur sehr wenig Strom im aktiven Betrieb (<2 mA bei 1.8 V)

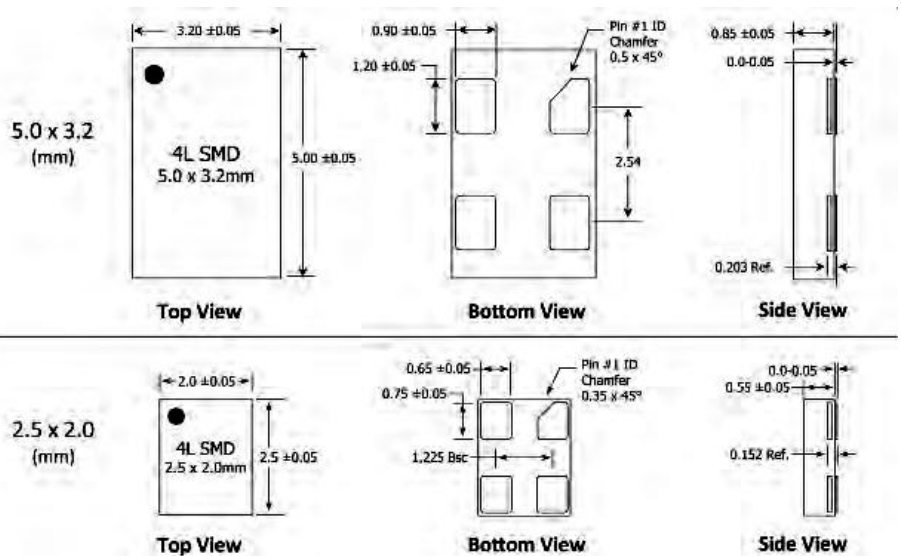


Bild 3: Die beiden Gehäusevarianten der neuen CrystalFree Oszillatoren.

und unterstützen einen Standby-Mode, mit dem sich die Stromaufnahme auf weniger

als 1 µA senken lässt. Die monolithischen „All-Silicon“ Schwinger bieten zudem hervorragende Schock- und Vibrationsfestigkeit, da sie die Frequenzen rein elektronisch ohne bewegliche mechanische Teile erzeugen.



Bild 4: CrystalFree-Oszillatoren im Größenvergleich.

Quellen:
Datenblätter, Produktbroschüren
und Applikationsnoten der Firma IDT

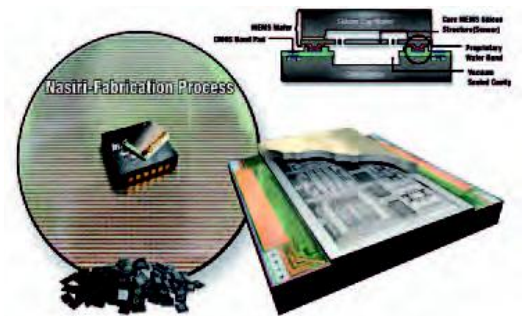


Sixpack

Gyroskop und Accelerometer in einem Chip

Durch die Miniaturisierung unhandlicher Sensoren wie Gyroskope und Accelerometer mit den Mitteln der Mikrosystemtechnik ist eine völlig neue Klasse von Anwendungen entstanden, angefangen von der Koppelnavigation für Navis in GPS-freien Bereichen bis hin zur Elektronik gegen Verwackler bei digitalen Fotoapparaten und Camcordern.

Auch Spielkonsolen profitieren von den neuen Bauelementen, können die Teilnehmer doch nun ihre Aktionen mit vollem Körpereinsatz durchführen und damit noch intensiver am virtuellen Geschehen teilhaben. Ausgerüstet mit 6-Degree-of-Freedom (DOF) Inertial-Motion-Units im Uhrmacherformat werden die Eingabe-Devices der Zukunft auf jede Bewegung reagieren und diese in dreidimensionale PC-Welten umsetzen.



Mikro-Elektro-Mechanische Sensorik

Mit der Integration eines 3-Achsen Gyroskopes und eines 3-Achsen



Bild 2: Einsatzgebiete des Motion-Processings.

Beschleunigungsmessers auf dem gleichen Silizium zusammen mit einem Digital Motion Processor™(DMP) der in der Lage ist, komplexe 9-Achsen Sensor-Fusion Berechnungen durchzuführen, stellt die Bausteinfamilie einen Durchbruch im Bereich der MEMS-Sensortechnologie dar.

Durch die steigende Beliebtheit der Bewegungserfassung in alltäglichen Geräten der Consumer-Elektronik, wie erstmalig eingesetzt in der Wii™-Konsole von Nintendo® und später von Apple® im iPhone™, breitet sich das Motion-Processing in Smart-Phones, Tablet-PCs, TV-Fernsteuerungen, Spielekonsolen, Digitalkameras und viele andere Produkte aus.

Die Antizipation der Bewegungsverarbeitung in diesen mobilen Geräten verspricht ein ganzes Bündel neuer Anwendungen und Funktionalitäten zum Nutzen des Kunden: Präzise Erfassung und Kompensation des unvermeidbaren Zitterns der Hand zur Verbesserung der Bildqualität und Videostabilität, Koppelnavigation bei GPS für Fahrzeuge und Fußgänger im Innenbereich oder bei Satellitenabschattung, Bedienungsführung durch Bewegungen, erweiterte, sog. „augmented“ Realität sowie neue, eindrucksvolle Spiele, um nur ein paar zu nennen.

Bislang waren solche Geräte wegen dem Fehlen geeigneter Standardlösungen die durch OEMs schnell und einfach zu implementieren sind kaum möglich, bedurfte die Entwicklung einer integrierten Bewegungssensor-Lösung doch unterschiedlicher Komponenten von zahlreichen Herstellern, einer Signalkonditionierung, eigenen Sensor-Fusion Algorithmen, Rechenleistung sowie weiterer Ressourcen und nicht zuletzt einem profunden Verständnis für die komplexen Herausforderungen bzgl. IP in diesem Bereich, alles verbunden mit Kosten und Verzögerungen auf dem Weg zum verkaufsfähigen Gerät.

Obwohl integrierte 3-Achsen Be-



Bild 3: Anwendungsbeispiel „Augmented Reality“: Die Sensorik muss recht präzise Position und Ausrichtung des Smart-Phones im dreidimensionalen Raum erfassen.

schleunigungssensoren schon etwa seit 10 Jahren in Geräten der Unterhaltungselektronik eingebaut und von mehreren Herstellern angeboten werden, stellen qualitativ hochwertige Gyroskope zu konsumtauglichen Preisen einige technische Herausforderungen dar, die einen breiten Einsatz bislang verhinderten. Mit dem weltweit ersten integrierten 3-Achsen-Gyroskop, vorgestellt im Jahr 2009, ist InvenSense Pionier und Marktführer bei MEMS-Gyroskopen für Consumer-Geräte.

Ein entscheidender Vorteil der integrierten 6-Achsen-Lösung ist die perfekte Ausrichtung aller Achsen von Gyroskop und Accelerometer, was kostenträchtige



Bild 1: Der MPU-6000 integriert 3-Achsen Gyroskop und 3-Achsen Beschleunigungssensor im 4 x 4 mm großen Gehäuse.

Kalibrierungen erübrigt, wie sie mit diskreten Lösungen notwendig sind. Zudem braucht es kein externes Accelerometer und die neuen MPUs von InvenSense werden im gleichen Gehäuse und mit gleichem Pinning angeboten wie die aktuell verfügbaren 3-Achsen Gyroskope, die Fortentwicklung ist daher auf der Hardwareseite recht schmerzfrei.

Und mit dem Master I²C-Bus zur Übernahme von 3-Achsen Kompasswerten aus einem externen Sensor lässt sich ein vollständiges 9-Achsen Sensor-Fusion System verwirklichen, das die InvenSense-eigenen und zum Patent angemeldeten DMP- und MPL-Funktionen nutzt.

Motion-Processor MPU-60x0

InvenSense nutzt seine patentierte und felderprobte Nasiri-Herstellplattform, um die weltweit erste 6-Achsen Lösung auf den Markt zu bringen. Der Nasiri-Herstellprozess ist die Schlüsseltechnologie für Motion-Processing, da es die Integration von mikromechanischen MEMS-

Strukturen und CMOS-Elektronik auf Wafer-Ebene ermöglicht und damit die Scaling-Probleme aus der Fertigung eli-

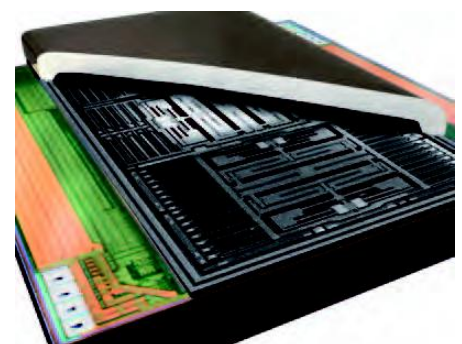


Bild 4: Teilschnitt des MPU-60x0 - zu sehen ist (in Grau) die Gyroskopstruktur.

minierte, die sonst mit MEMS verbunden sind.

Die MPU Produktfamilie stützt sich auf bewährte 8" Wafer-Fabrikationslinien von Herstellern mit Weltruf sowie auf eigene, serientaugliche Test- und Kalibriereinrichtungen in Taiwan, um die hohen Anforderungen an Stückzahlen im Consumer-Markt zu erfüllen. Die MPU-60x0 Bausteine beinhalten daneben die proprietäre DMP-Engine zur 9-Achsen Sensor-Fusion und sind daher heute die einzig vollständige Lösung am Markt.

Die Messbereiche der MPU-60x0 lassen sich vom Anwender programmieren und betragen ± 250 dps, ± 500 dps, ± 1000 dps und $\pm 2,000$ dps für Drehratenmessung sowie $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ und $\pm 16g$ bei der linearen Beschleunigungsmessung.

Das ermöglicht den Einsatz einer einzigen Motion-Processing-Lösung und jede denkbare Bewegungsanwendung von der langsamen Menüauswahl bis hin zur Erkennung schneller Gesten, alles erfasst mit 16-Bit Auflösung. Bezüglich der Rauscheigenschaften setzt der Baustein mit seinen 0.005 degrees/sec/ \sqrt{Hz} einen neuen Industriestandard und bietet damit höchste Qualität und Anwendungsfreundlichkeit bei der Bildstabilisierung oder bei Zeige- und Spielanwendungen. Eine genaue Kalibrierung im Werk mit $\pm 1\%$ Abweichung der initialen Empfindlichkeit reduziert die Notwendigkeit zur anwenderseitigen Nachjustierung.

Das Gyroskop arbeitet bei einer Resonanzfrequenz von über 27 kHz und daher ist der MPU-60x0 weitgehend immun gegen Interferenzen mit hörbaren Frequenzen (20 .. 20.000Hz) wie etwa Musik, Telefonklingel oder Rauschen, was für geräuschempfindliche Anwendungen wie beispielsweise Bildstabilisierung sehr wichtig ist.

Weitere, industrieweit führende Eigenschaften sind ein 4 x 4 x 0.9mm 24-pin QFN Kunststoffgehäuse, On-Chip 16-bit ADCs, programmierbare digitale Filter, Präzisionstaktgeber mit 2% Abweichung im Bereich von -40°C bis 85°C, ein eingebetteter Temperatursensor, programmierbare Interrupts und ein Stromverbrauch von lediglich 5.5 mA. Die Bausteine sind verfügbar mit I²C und SPI-Schnittstelle, einem Betriebsspan-

nungsbereich von 2.5 bis 3.6 V und einer V_{Logic}-Schnittstellenspannung von 1.71 bis 3.6 V.

Die Motion-Processing-Library MPL

Mit der Integration der Digital Motion Processing Engine (DMP) in die MPU-6000'er-ICs hat Invensense erhebliche Rechenpower in das IC verlagert, die an-

Aus diesem Grund hat Invensense eine API entwickelt, die sog. Motion-Processing-Library (MPL), die kostenlos zur Verfügung steht und im Source-Code vorliegt. Die MPL ist ein Software-Layer, der die Integration und Anbindung eines Anwendungsprozessors stark vereinfacht.

Sie ermöglicht u.a. den direkten Zugriff auf die Bewegungsdaten in Form von Quaternionen, Rotationsmatrizen (Eulerwinkel),

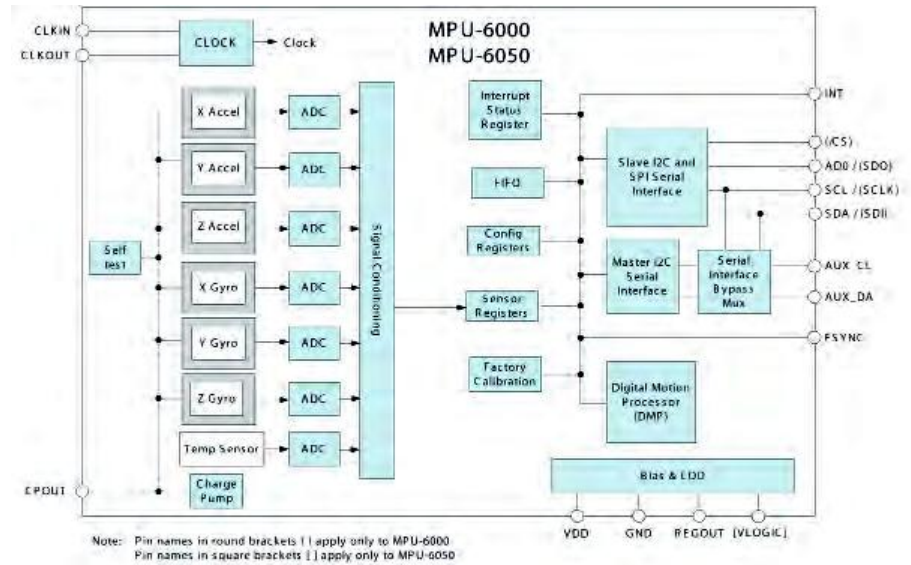


Bild 5: MPU-60x0 Blockdiagramm. Messwerte der MEMS-Sensorkik werden mit 16 Bit Auflösung digitalisiert.

sonsten von einer Host-CPU zu leisten wäre. Gerade im Hinblick auf Applikationen wie TV-Remotes erweist sich diese Strategie

sowie auf Größen wie lineare Beschleunigung und Schwerkraft und erübrigt damit komplexe Berechnungen.

Der DMP reduziert in Verbindung mit der MPL die Auslastung des Anwendungsprozessors um bis zu Faktor 10 und beseitigt jegliche Echtzeitbedingung für das Holen und Verarbeiten der Daten womit es möglich wird, 9-Achsen Bewegungsverarbeitung auf Smart-Phone Plattformen mit Sub-1GHz Prozessoren zu implementieren.

Die Motion-Processing-Library ist auch für verschiedene populäre mobile Betriebssysteme wie Android verfügbar, sowohl für das aktuelle Gingerbread als auch für ältere Versionen wie Éclair (2.1) und Froyo (2.2).

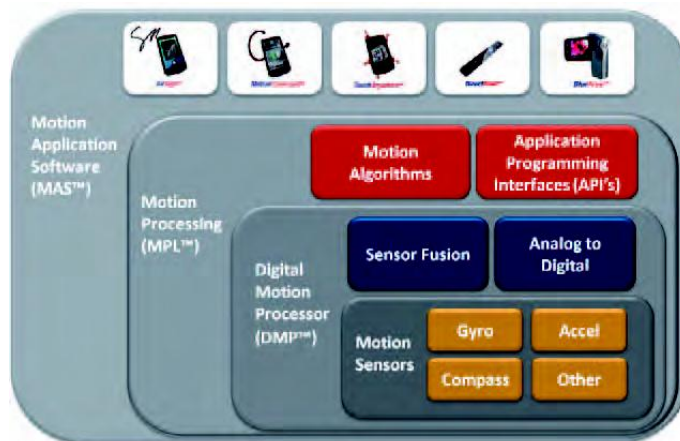


Bild 6: Motion-Processing Library.

als zielführend, sind doch dort verwendete CPUs i.d.R. eher schwachbrüstig.

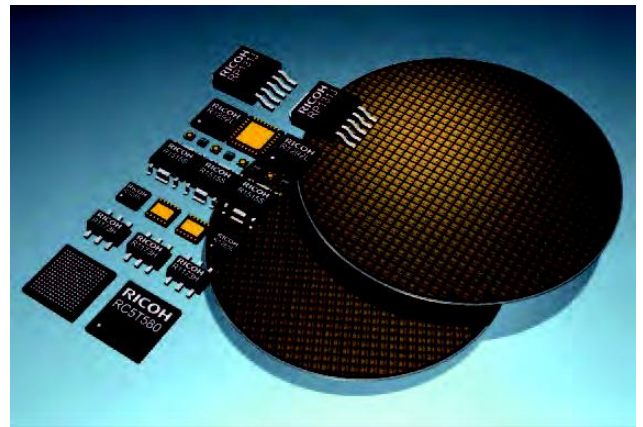
Allerdings wird es nun etwas aufwändiger, den Baustein zu initialisieren, parametrisieren und Messwerte abzuholen, ein einfaches Registermodell reicht für die komplexen Funktionen nicht mehr aus.

Quellen: Pressemitteilungen, Datenblätter und Applikationsnoten der Firma Invensense

Bis zum letzten Coulomb

Optimale Nutzung von Batterien in Mobilgeräten

Batteriestandzeiten sind eine wichtige ergonomische Größe beim Gebrauch von Mobilgeräten, denn niemand schätzt es besonders, in kurzen Abständen auf die Suche nach einer Steckdose zu gehen. Daher ist beim Design der Geräte eine möglichst effiziente Nutzung der verfügbaren Batterieenergie zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang sind Wandler gefragt, die zwischen Buck- und Boost-Betrieb umschalten können, da oftmals die Zellspannung der Akkus und die Versorgungsspannung nahe beieinander liegen, mithin im Verlauf der Entladung zu Anfang abwärts und gegen Ende aufwärts gewandelt werden muss. Nur so ist es möglich, die verfügbare Energie vollständig aus den Energiespeichern zu holen. Ricoh Semiconductor, bekannt für seine extrem stromsparenden Wandler, Regler und RTCs, hat für dieses Anwendungsgebiet neue Bausteine vorgestellt.



Kombiwandler RP600

Der RP600 kann mit einer oder zwei Alkaline-Batterien versorgt werden, mit einer NiMH-Batterie oder einer Einzellen-LiIon-Batterie. Aus diesen Quellen kann der RP600 Spannungen für die zu versorgende Elektronik umwandeln und regeln. Dieses vielseitige neue Produkt lässt sich in einer ganzen Reihe von Anwendungen einsetzen, wie beispielsweise:

Als Buck-Boost-Schaltung mit einem Step-Up-Konverter und einem Spannungsregler in Serie. Diese Konfiguration ist besonders hilfreich, wenn die Eingangsspannung sowohl unterhalb als auch oberhalb der gewünschten Ausgangsspannung liegen kann. Die Batterie-Lebensdauer verlängert sich, weil die Batterie auch mit der durch Entladung sinkenden Spannung noch zur Versorgung ausreicht.

Zum Zweiten zur Erzeugung von 2 unterschiedlichen Ausgangsspannungen aus einer einzigen Eingangsspannung, wobei eine Ausgangsspannung oberhalb und die andere unterhalb der Eingangsspannung liegt. Damit können 2 unterschiedliche Schaltungsteile einer Baugruppe von der gleichen Quelle versorgt werden.

Schließlich zum Ernten oder Einsparen von Energie. Der Step-Up DC/DC-Wandler lädt einen großen Kondensator und wird durch den Spannungsdetektor abgeschaltet, sobald vollständige Ladung erzielt wurde. Der LDO, verbunden mit dem Kondensator, wird zur Senkung des Stromverbrauchs in einem ECO-Modus betrieben und liefert die benötigte Spannung der zu versorgenden

Schaltung. Sobald die Kondensatorspannung unter einen spezifizierten Wert sinkt, beginnt der DC/DC-Wandler erneut mit dem Laden. Beispiele für einen derartigen Einsatz sind Versorgungen über Solarzellen

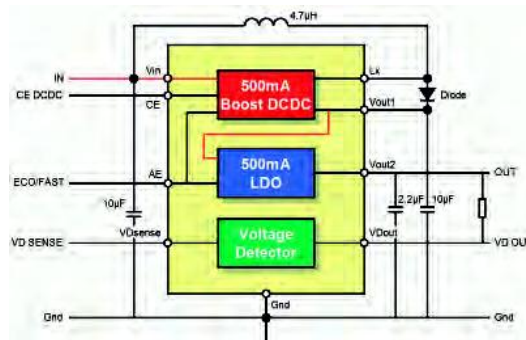


Bild 1: Blockdiagramm des RP600 Kombiwandlers.

oder die Senkung des Stromverbrauchs von drahtlosen Rauchmeldern.

Der DC/DC-Wandler beginnt ab einer Eingangsspannung von 0.8 V zu arbeiten, wobei der RP600 dann in einem Low-Boost-Modus während der Startphase mit 200 kHz arbeitet solange die Ausgangsspannung unterhalb von 1.94 V bleibt. Sobald die 1.94V überschritten werden, schaltet der RP600 in die normale Betriebsart mit einer Schaltfrequenz von 1,2MHz.

Weitere Betriebsarten

Der Mode-Pin wird dazu verwendet, um den DC/DC-Wandler je nach erforderlichem Ausgangsstrom entweder in einem fixierten PWM-Modus oder dem variablen PWM/VFM-Modus zu betreiben. Die automatische Umschaltung garantiert hohen Wirkungsgrad sowohl bei niedrigen

als auch hohen Ausgangsströmen. Auch der Spannungsregler bietet 2 Betriebsarten, wahlweise kann er in Fast-Transient- oder im ECO-Mode mit besonders niedrigem Eigenstromverbrauch arbeiten, abhängig von der RP600-Version. Der Spannungsdetektor im RP600 ist unabhängig von den anderen Schaltungsteilen und kann dazu verwendet werden, den DC/DC-Wandler

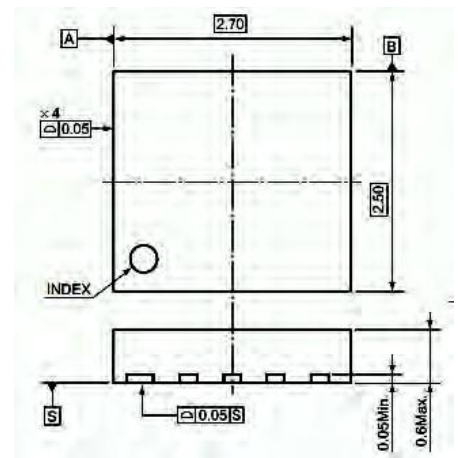


Bild 2: Das Gehäuse DFN2527 misst gerade mal 2.7 x 2.5 mm und hat eine Dicke von 0.6 mm.

oder den Spannungsregler zu überwachen bzw. jede beliebige externe Spannung.

Der RP600 ist in einem 10-poligen DFN(PLP)2527-10 Gehäuse verfügbar, das sich besonders für sehr dicht gepackte und kleine Baugruppen eignet.

Quellen:

Pressemitteilung und Datenblatt von Ricoh Semiconductor.



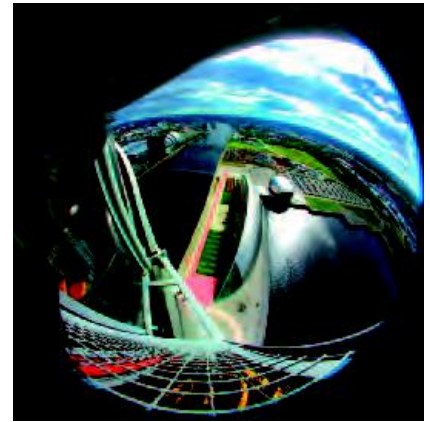
Image Warping

Echtzeit-Entzerrung von HD-Quellen ermöglicht neue Anwendungen

Die steigende Leistungsfähigkeit integrierter DSPs und bildverarbeitender Rechenkerne zusammen mit optimierten Algorithmen ermöglicht Echtzeit-Bildmanipulationen zur Kompensation von optischen Verzerrungen oder Abbildungsfehlern, zur nahtlosen Kombination mehrfacher Aufzeichnungs- oder Projektionssysteme, eröffnet aber auch völlig neue Anwendungsperspektiven wie beispielsweise elektronisches Pan-Tilt-Zoom (ePTZ) oder die dynamische Korrektur der Aberration von Zoomoptiken abhängig von der jeweils eingestellten Brennweite.

Die Technik dahinter nennt sich „Image Warping“ und bezeichnet ganz allgemein die Verzerrung eines Bildes mit bestimmten Abbildungsmatrizen, deren Elemente sowohl konstant sein können als auch eine Funktion des jeweiligen Ortes. Anders als die „klassischen“ Bildmanipulationen zur Veränderung von Helligkeit, Kontrast, Farbbalance oder Gradation verändert das Warping die Lokationen einzelner oder aller Bildpunkte, wie etwa bei der Bildrotation oder Bildskalierung.

Solche Algorithmen echtzeitfähig in kostengünstige Halbleiter zu implementieren ist das Ziel des jungen Unternehmens GEO Semiconductor, dessen neuester Chip im Folgenden vorgestellt wird.



Fischaugen entzerren

Interessanter als das Drehen oder Skalieren eines Bildes wird das Warping, wenn es um die Entzerrung von optischen Verzeichnungen realer Objektive geht. Zum Einen ist es dann möglich, relativ preisgünstige Objektive zu verwenden und die damit in Kauf genommenen Abbildungsfehler durch einen Chip zu kompensieren, zum Anderen erschließt sich aber damit die Möglichkeit, überwachte Flächen mit wenigen, hoch auflösenden Kameras abzudecken, die durch extreme Weitwinkel- alias Fischaugen-Objektive große Bereiche abdecken. Der Nachteil solcher Optiken ist ihre extreme Verzerrung vergleichbar dem Spiegelbild auf einer Kugeloberfläche und die damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Analyse von Aufzeichnungsmaterial. Mit Realtime-Warping ist es aber möglich, die Verzerrungen zu korrigieren und damit die Bilder nutzbar zu machen.

GEO Semiconductors sxW2

Der sxW2 ist ein In-Stream Pixel-Prozessor mit niedriger Latenz und leistungsstarken Fä-



Bild 1: Das Glasgow Science Centre nun mit entzerrter Geometrie.

higkeiten wie z.B. elektronisches Pan-Tilt-Zoom (ePTZ™) oder Bildverbesserungsalgorithmen zusammen mit den Möglichkeiten der geometrischen Entzerrung von Weitwinkeloptiken. Der sxW2 verfügt auch über einen qualitativ hochwertigen und leistungsstarken Skalierer, um damit Bilder in höchster Qualität zu vergrößern. Zudem sind alle Voraussetzungen zum Image-Stitching eingebaut, also zum nahtlosen und unsichtbaren Zusammenfügen vielfacher Kamera-Panoramabilder.

Der sxW2 arbeitet als Co-Prozessor mit einer einfachen Kommando-Schnittstelle über einen standardisierten seriellen Bus und leistet eigenständig die oben beschriebenen Funktionen. Mit diesem IC können Entwickler optische Verzerrungen von Weitwinkel-Objektiven mit unterschiedlichen Sichtfeldern bis 360° kompensieren (De-Warp) und diese

Entzerrung in Echtzeit für das gesamte Bild bei Bildwiederholraten bis zu 60 fps durchführen. Zusätzlich unterstützt der Baustein eine große Zahl von anwenderdefinierbaren Ausschnittsbildern, jedes davon mit unabhängigen Pan-Tilt-Zoom-Eigenschaften.

Zudem kann der Chip gleichzeitig ungleichmäßige Verteilungen von Helligkeit und Farbe auf Displays korrigieren und Verzerrungen sowie Abbildungsfehler von Optiken kompensieren wie Kissen- und Tonnenverzeichnungen aber auch chromatische Fehler und lateralen Farbversatz. Diese einzigartigen Fähigkeiten ermöglichen die Reduktion von Kosten und Gewicht eines Systems, weil weniger optische Elemente benötigt werden und diese aus kostengünstigeren Materialien hergestellt sein können.

Am wichtigsten aber ist der Umstand, dass mit dem Einsatz dieses ICs Motoren für einen mechanischen Zoom obsolet werden. Mechanische Antriebe haben nur eine limitierte Lebensdauer im Vergleich zu elektronischen Systemen. Durch ihre Eliminierung steigt daher die Systemlebensdauer und die Zuverlässigkeit erhöht sich ganz wesentlich. Mit nur einem sxW2 können Systementwickler Auflösungen bis 1920x1200 bei 60fps anbieten. Dank der offenen, selbst-konfigurierenden Architektur des sxW2 lassen sich sehr einfach auch mehrere dieser Chips kaskadieren, um höhere Auflösungen zu unterstützen.

Quellen: Applikationsnoten und Datenblätter zum sx-W2 sowie den Evalboards Tahoe und Shasta der Firma GEO Semiconductor Inc.

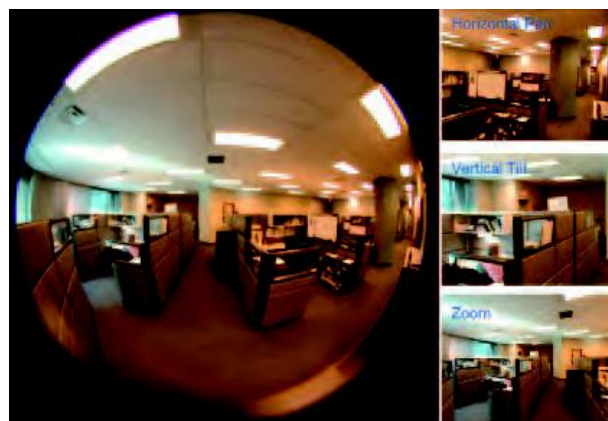


Bild 2: Pan-Tilt-Zoom Darstellung.



Multiphase Metering

IDT erweitert sein Metering-Portfolio mit 3-Phasen-Zähler

Gemäß dem EnWG, dem erneuerbaren Wirtschaftsgesetz, ist in Deutschland seit 2010 die Montage „intelligenter Energiezähler“ bei Neubauten obligatorisch. Diese sollen „dem jeweiligen Anschlussnutzer den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegeln“, steht da in Paragraph §21d.

Damit sind zwar nur Mindestanforderungen formuliert, jedoch ein Paradigmenwechsel vom klassischen Ferrari-Zähler zur prozessorgestützten Elektronik eingeleitet, denn Nutzungszeiten kann die installierte Elektromechanik nicht erfassen. So eröffnen sich mit den smarten Zählern auch anspruchsvolle Features wie das Loggen von Verbräuchen zur Erstellung von Lastprofilen oder die Möglichkeit zur Abfrage über das Internet.

Die Basisarbeit bleibt aber die extrem genaue und effiziente Erfassung der Strom- und Spannungswerte am Ort des Verbrauchs. Der Halbleiterhersteller IDT hat diesen wachsenden Bedarf erkannt und eine gesamte Produktlinie an Ein- und Mehrphasen Metering-ICs entwickelt.

Einzel- und Mehrphasen Metering-ICs

Die neue Familie von Mehrphasen-Energiezähler-ICs von IDT weist den

Familie von Einphasen-Zählerbausteine zum umfangreichen Portfolio mit Lösungen für alle Zählertypen.

Ihr Dynamikbereich beträgt 5000:1

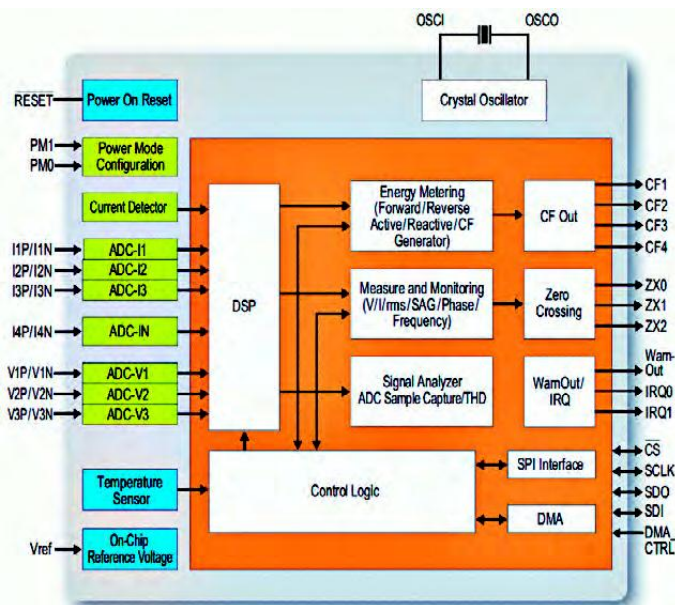
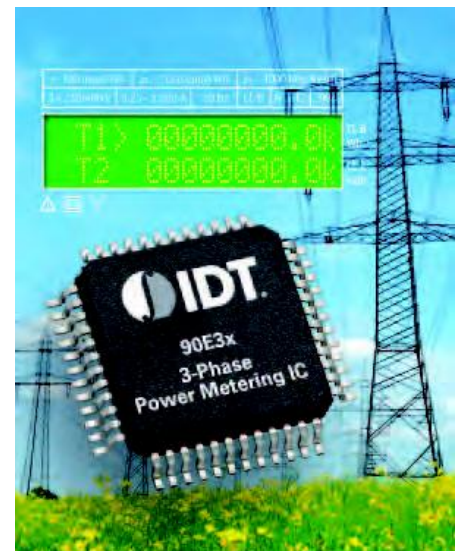


Bild 1: Blockdiagramm des Polyphase Frontends 90E36.

höchsten Dynamikbereich kommerziell verfügbarer Wettbewerbsprodukte und den niedrigsten Temperaturkoeffizienten auf. Damit können Hersteller von Smart-Energy-Zählern nicht nur die Geräteleistung verbessern, sondern auch Kosten senken, denn mit dem großen Messbereich lassen sich Produktvarianten konsolidieren und die Kalibrierung vereinfachen.

Die Mehrphasen-Energiezähler-ICs 90E32 und 90E36 ergänzen IDTs 90E2x-

Die Bausteine sind vollständig konform mit internationalen (IEC, ANSI) und chinesischen (GB, DL) Standards und können



sowohl für Dreiphasen-Zähler mit 4 Leitungen (3P4W) sowie solchen mit 3 Leitungen (3P3W) für Wirk- und Scheinleistungsmessungen verwendet werden.

Der 90E36 beinhaltet als Mehrphasenzähler insgesamt sieben unabhängige Sigma-Delta ADCs 2ter Ordnung mitsamt hochpräziser Referenzspannung, die zur Messung von 3 Spannungen (Phase A, B und C) sowie 4 Strömen (Phase A, B, C und Neutralleiter) verwendet werden können. Weiterhin verfügt der Baustein über einen eingebauten DSP zur Berechnung der Temperaturgang (bei der Referenzspannung $\pm 5\text{ppm}/^\circ\text{C}$) und eine außergewöhnliche Performance über eine große Vielfalt von Implementierungen und Umgebungsbedingungen.

Der DSP berechnet zudem Parameter wie Effektivwerte (RMS) von Spannung und Strom sowie die Durchschnitte von Wirk-, Schein- und Blindleistung.

Controller nach Wahl

Grundsätzlich besteht ein elektronischer Stromzähler aus einer Einheit zur Messwerterfassung, einer zur Speicherung und Verarbeitung der erfassten Strom- und Spannungswerte sowie Kommunikationsschnittstellen zum Austausch der Daten.

| IC | Dynamikbereich | PGA | ADC-Bereich | CT-Ratio Last-R | Metering-Bereich |
|-------|-------------------------------------------|-----|-------------|-----------------|----------------------------------|
| 90E32 | 5000:1 kWh: 0.1%; kvarh & kVA: 0.2% | 1 | 120µV-600mV | 1000:1; 6Ω | 20mA-100A; Zählertyp 2 (100)A |
| 90E36 | 6000:1 kWh: 0.1%; kvarh & kVA: 0.2% | 1 | 120µV-720mV | 1000:1; 6Ω | 20mA-120A; Zählertyp 2 (120)A |

Tabelle 2: Eigenschaften der beiden neuen Zählertypen 90E32 und 90E36.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Trennung von Messwerterfassung und Messwertverarbeitung bzw. -aufbereitung in 2 separate ICs sinnvoll ist, da es Herstellern größere Flexibilität bei der Auswahl bevorzugter CPU-Architekturen gibt und Verarbeitungsalgorithmen, die teilweise über Jahre entwickelt wurden, weiterhin genutzt werden können.

Dementsprechend integrieren die Metering-ICs von IDT alle notwendigen Funktionen zur Erfassung der analogen Werte sowie Konditionierung und Filterung und bieten eine leistungsfähige serielle 4-Draht-Schnittstelle (SPI) zur Übergabe der Größen an eine Host-CPU. Als analoges Frontend erledigen sie somit alle Aufgaben zur Erfassung der physikalischen Größen Strom, Spannung, Phasenlage, Wirk- und Scheinleistung, Verzerrung (bzw. Oberwellen) mit der gesetzlich vorgeschriebenen Präzision und Reproduzierbarkeit und überlassen Kommunikations- und Speicheraufgaben einer nachgeschalteten CPU.

Der CPU steht darüber hinaus eine DMA-Betriebsart zur Verfügung, mit

dessen Hilfe sie die ADC-Rohdaten der 7 Wandler direkt abholen kann.

Die 90E3x Metering-Frontends können ihre Messwerte bzw. errechneten Größen entweder über Registeraustausch über die SPI-Schnittstelle einer CPU zur Verfügung stellen, es existieren aber auch 4 Energie-Impulsausgänge zur Ansteuerung von IR-LEDs und Abfrage geeigneter Lesegeräte. Zur Entwicklungsunterstützung bietet IDT Referenzschaltungen bzw. Entwicklungssysteme für die Single-Phase sowie Poly-Phase-Metering ICs samt Layout-Daten, Betriebs- und Kalibrierungssoftware, so dass einer raschen Implementierung der Bausteine in smarte Zähler nichts im Wege steht.



Bild 3: Demo-Zähler mit 90E3x Ausstattung.

Quellen:
IDT Datenblätter IC90E21/22/23/24 sowie IC90E36, Applications-Note AN-641.



Industrial FLASH

FLASH-Speicher für Industrieanwendungen

Die Proliferation von PC-Technologien in den Markt industrieller Steuerungskomponenten hat zu einem erheblichen Schub an Leistungsfähigkeit, Flexibilität und Vernetzbarkeit geführt. Obgleich diese Migration erhebliche Anstrengungen forderte - angefangen von Temperaturqualifizierungen der Schlüssel-ICs bis zur Sicherstellung langfristiger Verfügbarkeit - hat sich der Aufwand gerechnet und so sind heute zu moderaten Kosten ausgefeilte und komplexe Steuerungen darstellbar.

Nicht alle Komponenten allerdings haben den Sprung in die Automation geschafft, so z.B. die Festplatte als Massenspeicher mit rotierender magnetisierbarer Scheibe. Ideal geeignet für Büroanwendungen dank hoher Speicherdichte und niedriger Kosten, reicht es in Sachen mechanischer Robustheit nicht für die Industrieautomatisierung.

Die Alternative sind Massenspeicher auf Halbleiterbasis, vor allem FLASH-Speicher. Sie bieten die Schock-, Temperatur- und Druckfestigkeit, die im industriellen Sektor obligatorisch sind. Zumeist werden sie als Solid State Disks mit Standard Formfaktor 1,8" oder 2,5" angeboten, es gibt aber vor allem für sehr dicht aufgebaute Systeme FLASH-Disks mit USB-, IDE- oder SATA-Schnittstellen und sehr kleinen Abmessungen.

FLASH-Stick am USB-Anschluss

Die einfachste Möglichkeit, einem Embedded-PC ein bootfähiges Laufwerk zu verpassen, besteht in einem FLASH-Stick am USB-Port mit aufgespieltem Betriebssystem.

Diese Lösung allerdings ist wenig industrietauglich, daher bieten Hersteller wie

SMART Modular FLASH-Drives zum Aufstecken auf die Hauptplatine. Abgebildet ein FLASH-Drive mit 2,54'er Steckerleiste (Legacy), das sich dank standardisierter Steckerbelegung und einer Baugröße von etwa 36 x 28 mm auf nahezu allen IPC-Mainboards montieren lässt. ➔



Bild 1: Embedded USB FLASH-Drives von Smart Modular.



Bild 2: Embedded iSATA FLASH-Drive – das Laufwerk kann entweder direkt in den SATA-Connector einer Baugruppe gesteckt werden oder über Kabel verbinden.

Dieses eUSB FLASH-Drive wird derzeit bis 16 GByte Kapazität angeboten sowie für 3.3V und 5V Versorgungsspannung und mit unterschiedlichen Steckeroptionen, darunter auch solchen, die das Stapeln der Module erlauben. Das Laufwerk ist für industriellen Temperaturbereich qualifiziert (-40 .. 85°C) und unterstützt USB 2.0.

SATA-Laufwerke für die Industrie - iSATA

Braucht man etwas mehr Performance oder sind USB-Schnittstellen rar, so bieten sich sog. iSATA-Drives an, also Laufwerke mit Serial-ATA-Schnittstelle. „XceedIOPS iSATA Slim“ heißt die entsprechende Produktlinie von SMART mit Kapazitäten von derzeit 4 GByte bis 64 GByte und SATA-II Interface. Die Übertragungsleistung

ist erheblich höher als bei eUSB, mit den iSATA-Laufwerken können in der Spitze bis zu 120 MByte/s gelesen und 115 MByte/s geschrieben werden, bei eUSB sind es lediglich 36/23 MByte/s.

Die Anschlussleiste entspricht elektrisch und mechanisch den Anschlussleisten handelsüblicher SATA-Harddisks, so dass die Slims wahlweise über Kabel oder, wenn auf dem Mainboard so vorgesehen, direkt aufgesteckt werden können.



Bild 3: FLASH-Cards im Formfaktor PC, CF und SD mit industrieller Qualifizierung.

Die iSATA Speicher verwenden robuste Single-Level-Cell (SLC) FLASH-Speicher und erreichen dadurch eine extrem hohe Lebensdauer von über 260 Jahren bei einem Schreibvolumen von 200 GByte am Tag sowie

unlimitiertem Lesevolumen. Wie die eUSB-Drives sind sie mit kommerzieller oder industrieller Temperaturqualifizierung erhältlich.

Speicherkarten

Mitunter ist es notwendig, Datenträger nicht nur robust sondern auch mobil zu gestalten, dann eignen sich Formate wie PC-Card, CF- oder SD-Card. Diese Karten sind aus dem Bereich der Notebooks bzw. von elektronischen Kameras bekannt, doch entsprechen die bei den Resellern der Consumerelektronik angebotenen Speicher keinen Industriestandards. Verbaut sind dort i.d.R. Multi-Level-Cell FLASH-Speicher, recht preisgünstig aber nach spätestens 10.000 Schreib-/Lesezyklen am Ende ihrer Lebensdauer.

SMART Modular bietet hier industrietaugliche Alternativen in allen 3 Formfaktoren mit aktuellen Kapazitäten bis 16 GByte (8 GByte bei SD-Card), Qualifizierung für den erweiterten Temperaturbereich von -40 .. 85°C, niedriger Stromaufnahme und garantierter Lebensdauer von mehr als 2.000.000 Schreib-/Lesezyklen.

Quellen: Datenblätter und Applikationsnoten der Firma SMART Modular.



Übersicht embedded FLASH-Produkte von SMART Modular

| Eigenschaften | XceedIOPS iSATA Slim | XceedUltra mSATA | XceedLite microSATA | XceedSCDD | XceedCF/AT | XceedSD |
|------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------|
| Schnittstelle | SATA 3Gb/s | SATA 3Gb/s | SATA (1.5 Gbps) | IDE UltraDMA 4 | ATA Ultra DMA5 | SDHC Class 6 |
| Controller | Indilinx Amigos | TBD | Phison 3102 | Hyperstone F3, F4 | Hyperstone F2, F3, F4, Silicon Motion SM325 | Phison PS2231 |
| Flash Typ | SLC 32nm | SLC 32nm, MLC 24nm | SLC | SLC 42nm & 43nm | SLC 42nm & 43nm | SLC 43nm |
| Kapazität | 4-64GB* | 4-64GB (SLC) 8-128GB (MLC) | 2-16GB | 128MB-16GB | CF: 64MB-16GB, 32GB ATA: 64MB-32GB | 1-8GB |
| Formfaktor | MO-297A | | Stacked | 52-pin BGA | | |
| Universal Input | 5V/3.3V | MO-300 | 3.3V | 5/3.3V | | |
| Sequential Performance | 120/115 MB/s (R/W) | 120/110 MB/s (R/W) | 86/55 MB/s (R/W) | 47/25 MB/s (R/W) | 47/25 MB/s (R/W) | 18/13 MB/s (R/W) |
| Random Performance | 14K/1.4K IOPS (R/W) | 15K/2K IOPS (R/W) | | | | |
| Temperatur | 0 bis 70°C, | 0 bis 70°C, | 0 bis 70°C, | 0 bis 70°C, | 0 bis 70°C, | 0 bis 70°C, |
| Schock | 50g half-sine | 50g half-sine | 1500g half-sine | 50g half-sine | 50g half-sine | 50g half-sine |
| Vibration | 16.4g rms | 16.4g rms | | 15g peak-peak | 15g peak-peak | 15g peak-peak |
| S.M.A.R.T. | Ja | Ja | Ja | Ja | | |

Tabelle 4: Übersicht der Industrial-FLASH Produkte von SMART Modular.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Unterlagenanforderung <i>technology transfer</i> • November 2011 Fax (0511) 968 64-64</p> | <p>Bitte schicken Sie mir folgende Unterlagen:</p> <p>Kennziffer: <input type="checkbox"/> 1101 <input type="checkbox"/> 1102 <input type="checkbox"/> 1103 <input type="checkbox"/> 1104 <input type="checkbox"/> 1105 <input type="checkbox"/> 1106 <input type="checkbox"/> 1107 <input type="checkbox"/> 1108 <input type="checkbox"/> 1109</p> |
| | <p><input type="checkbox"/> Registrierung für kostenfreien Bezug der  Bitte geben Sie Ihren Tätigkeitsschwerpunkt an:</p> <p><input type="checkbox"/> Telecom- <input type="checkbox"/> Datacommunication <input type="checkbox"/> Automotive <input type="checkbox"/> Automation <input type="checkbox"/> Sonstige</p> <p>Achtung! E-Mail Adresse nicht vergessen!</p> |
| <p>Telefon: _____ Fax: _____</p> | <p><input type="checkbox"/> Bitte unterbreiten Sie mir ein Angebot über</p> |
| <p>E-Mail: _____</p> | <p>.....Stück, Typ.....</p> |
| <p>Adressänderung:</p> | <p><input type="checkbox"/> Bitte unterbreiten Sie mir ein Angebot über</p> <p>.....Stück, Typ.....</p> |

Die technischen Daten der einzelnen Komponenten in Artikeln dieser Zeitschrift beruhen auf Angaben der Herstellerfirmen. Scantec/Topas hat diese Daten nicht überprüft und gibt nur Informationen der Herstellerfirmen weiter. Scantec/Topas kann deshalb weder die Richtigkeit dieser Herstellerdaten zusichern noch eine Garantie dafür übernehmen. Für Druck und Übermittlungsfehler aller Art kann nicht gehaftet werden.