



Keramik-Resonatoren entschärfen die Platzprobleme beim Einbau von High-Speed USB in Handys

By (Shone Tran, Product Marketing Engineer, Cypress Semiconductor Corp. and Keith Klepin, Applications Engineer Senior, Cypress Semiconductor Corp.)

Immer mehr Konsumenten möchten umfangreiche Multimedia-Dateien (z. B. MP3-Musik oder MPEG-Videos) in ihre tragbaren Geräte laden. Die Hersteller versuchen deshalb, ihre Produkte möglichst schnell mit High-Speed USB-Funktionalität (HS-USB) auszustatten. Unweigerlich werden die Designer dabei jedoch mit dem Problem konfrontiert, Platzbedarf, Stromverbrauch und Kostenaufwand optimieren zu müssen.

HS-USB-Funktionalität ist derzeit in nur wenige Applikations- und Basisband-Prozessoren integriert, da sich die Einbindung des PHY-Transceivers in stark miniaturisierte Prozesstechnologien schwierig gestaltet. Den Designern bleibt somit nichts anderes übrig, als einen separaten HS-USB-Controller zu verwenden. Ein großes Bauteil, ohne das man bei einem HS-USB Peripherie-Controller nicht auskommt, ist der Quarz. Im vorliegenden Artikel werden Platz sparende, vom Preis her vergleichbare Keramik-Resonatoren beschrieben, mit denen sich das Design von HS-USB-Funktionalität in Anwendungen mit beengten Platzverhältnissen deutlich einfacher gestaltet.

Auswirkungen der Multimedia-Anforderungen auf Mobiltelefone

Handys sind heute mit einer Fülle von Multimedia-Funktionen ausgestattet. Mit eingebauten Kameras mit Auflösungen von 2 bis 3 Megapixeln bieten sie alle Voraussetzungen, um unterwegs Fotos oder auch Videos aufzunehmen. Außerdem lassen sich Mobiltelefone inzwischen als tragbare Media Player nutzen. Mit Diensten wie Verizon Vcast kann der Verbraucher unterwegs Musik herunterladen und zu Hause an seinen Computer übertragen. Um für diese bandbreitenintensiven Multimedia-Features gerüstet zu sein, sind viele Telefone heute mit erweiterbaren Massenspeichern von 2 bis 8 GByte ausgestattet, sei es als Flash oder als Festplatte (z. B. Secure Digital oder CE-ATA). Der Benutzer kann folglich in seinem Handy eine beträchtliche Menge Multimedia-Material ansammeln, bevor ein Download an den heimischen PC notwendig wird. Neue Fotos, Videos oder Musikdateien werden erstellt oder per Download geladen, während ältere Files zur Archivierung auf den PC transferiert werden. Nutzer von Digitalkameras und Media Playern haben sich bereits an die 480 MBit/s betragende Übertragungsrate von HS-USB gewöhnt.

Die meisten Mobiltelefone unterstützen heute allerdings nur Full-Speed USB (FS-USB) mit 12 MBit/s, was allenfalls für das simple Synchronisieren von Adressbuch und Kalender ausreicht. Der Unterschied zwischen Full-Speed USB und High-Speed USB lässt sich einfach verdeutlichen. Um 100 MByte, also beispielsweise 25 MP3-Musikstücke à 4 MByte, zu transferieren, benötigt man mit High-Speed USB 33 Sekunden, während es mit Full-Speed USB fast eine Viertelstunde, nämlich 13 Minuten sind. Angesichts dieser Zahlen ist klar, dass die Handy-Hersteller großes Interesse haben, HS-USB-Funktionalität in ihre Produkte zu integrieren.

Die Problematik mit HS-USB Schwierige Integration

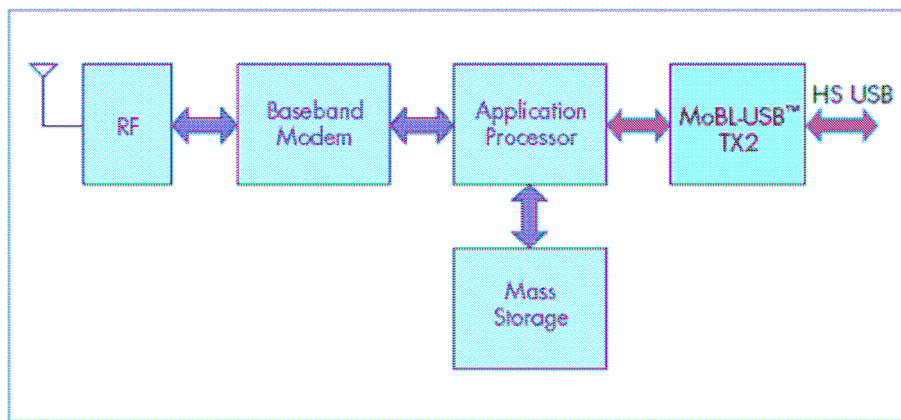
Die Zahl der Applikations- und Basisband-Prozessoren mit voll integrierter HS-USB-Funktionalität ist auf dem heutigen Markt gering, und einige Basisband-Anbieter planen eine solche Integration überhaupt nicht. Da auf dem Handy-Markt der Trend besteht, bei unveränderten oder sogar noch reduzierten Abmessungen immer mehr Funktionalität zu integrieren, werden Basisband- und Applikationsprozessoren rasch auf immer stärker miniaturisierte Prozesstechnologien umgestellt. Für die Integration eines HS-USB-PHY birgt dies allerdings ernste Herausforderungen, denn die schnellen analogen Signalisierungsfunktionen lassen sich nicht ohne weiteres skalieren. Am schnellsten lässt sich ein Handy heute deshalb mit HS-USB-Funktionalität nachrüsten, indem man einen UTMI Transceiver (USB 2.0 Transceiver Macrocell Interface) oder ULPI Transceiver (UTMI + Low Pin Interface) mit Basisband-Prozessoren kombiniert, in die die HS-USB SIE integriert ist, oder indem man die HS-USB-Steuerung vollständig an einen USB 2.0 HS-USB Peripherie-Controller auslagert. Beide Konzepte

sind auf dem heutigen Markt verfügbar, doch darf nicht vergessen werden, dass damit auch ein Quarz mit 6, 12 oder 24 MHz erforderlich wird.

Platzbeschränkungen

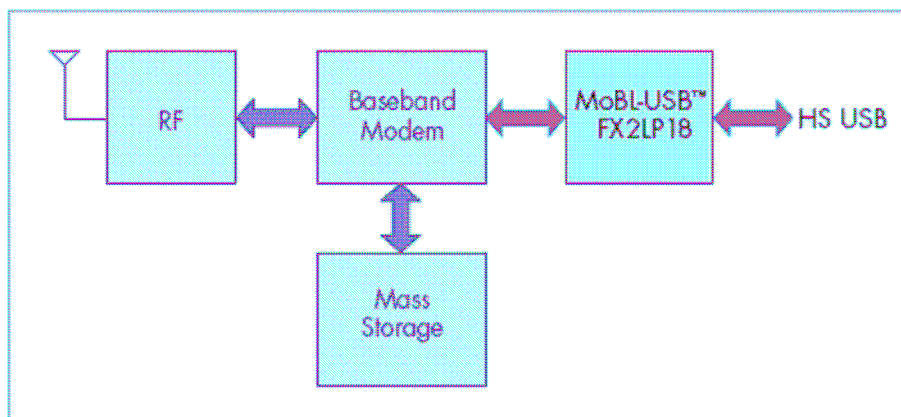
Um ein Mobiltelefon-Design durch HS-USB-Funktionalität zu ergänzen, bieten sich folgende Möglichkeiten an: Architektur A – Diese Variante eignet sich hervorragend für Mobiltelefon-Designs mit Basisband- oder Applikationsprozessoren, in die abgesehen vom UTMI/ULPI Transceiver sämtliche HS-USB-Funktionen integriert sind.

Bild 1. Architektur A mit dem UTMI/ULPI Transceiver MoBL-USB TX2 von Cypress



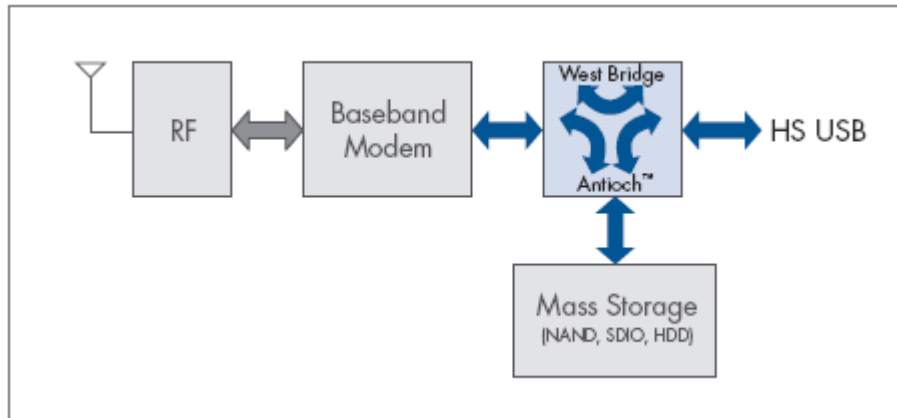
Architektur B – Diese Architektur lagert die HS-USB-Steuerung vollständig aus dem Basisband-Prozessor aus und stellt die einfachste und schnellste Möglichkeit dar, Mobiltelefon-Designs durch HS-USB-Funktionalität zu ergänzen.

Bild 2. Architektur B mit dem programmierbaren High-Speed USB 2.0 Mikrocontroller MoBL-USB FX2LP18 von Cypress



Architektur C – Dieses Konzept entlastet nicht nur den Basisband-Prozessor von sämtlichen HS-USB-spezifischen Steuerungsaufgaben, sondern übernimmt auch das Management der erweiterbaren Massenspeicher. Der Vorteil dieser Architektur kommt bei gleichzeitiger Nutzung der drei Ports zum Tragen, denn das Handy steht während eines Datentransfers weiter für andere Funktionen zur Verfügung.

Bild 3. Architektur C mit dem West Bridge Antioch Peripherie-Controller von Cypress



Ungeachtet der eben illustrierten, überaus unterschiedlichen Architekturen und Nutzungs-Szenarien wird man beim Öffnen beliebiger HS-USB-Geräte oft ein gemeinsames Merkmal vorfinden, nämlich einen klobigen Quarz mit Maßen von 11,35 x 4,65 x 3,5 mm. Bedenkt man das überaus knappe Platzangebot in modernen Handys (das höchst populäre Motorola Razr zum Beispiel ist nur 13,9 mm dick, und viele andere Anbieter wollen dies noch unterbieten), so wird die Unterbringung eines solch großen Quarzes zu einem echten Problem. Glücklicherweise gibt es auf dem heutigen Markt mindestens eine Keramik-Resonator-Lösung, die mit Maßen von nur 3,2 x 1,3 x 1,0 mm gegenüber einem konventionellen Quarz eine 90-prozentige Ersparnis an Leiterplattenfläche und eine Verringerung der Dicke um 70 % erzielt. Noch etwas kommt hinzu. Auch wenn der USB allgegenwärtig ist, sind keineswegs alle HS-USB-Geräte gleich, sondern sie weisen hinsichtlich ihrer Oszillatoren unterschiedliche Toleranzen auf. Deshalb muss genau untersucht werden, ob das jeweilige HS-USB-Design für diese kleinen Resonatoren überhaupt geeignet ist.

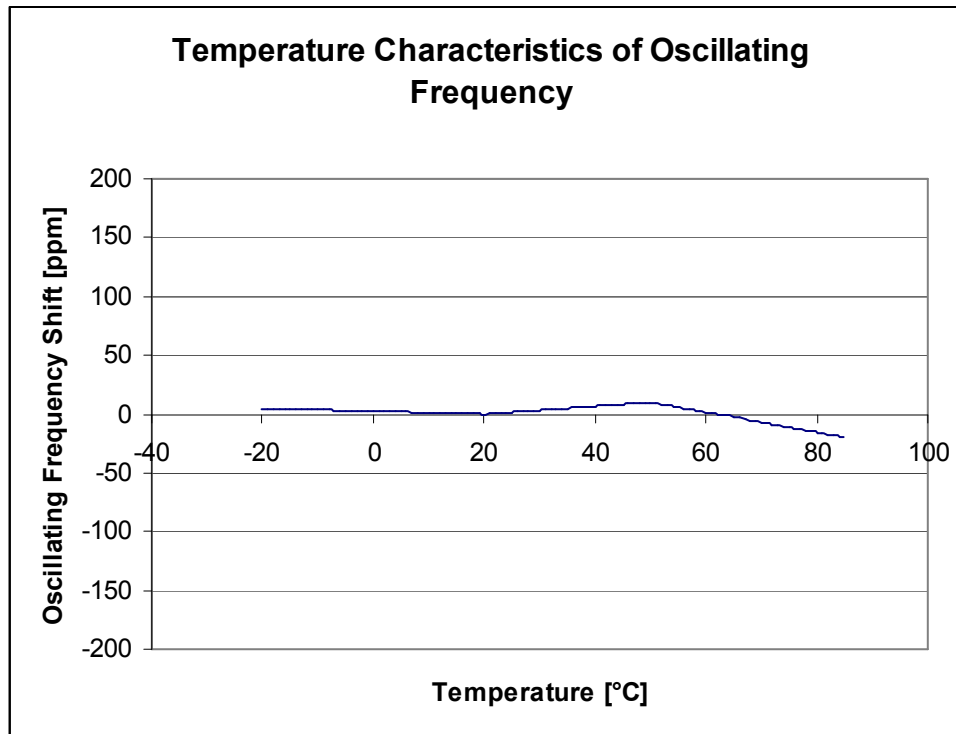
Design-Aspekte mit Keramik-Resonatoren

Bei den meisten HS-USB-Geräten werden die an den Quarz gestellten Anforderungen durch die USB-Spezifikationen in Sachen Bitraten-Stabilität diktiert. Den größten Einfluss auf diesen Parameter hat der Takteingang. Die USB-2.0-Spezifikation setzt eine Bitraten-Genauigkeit von ± 500 ppm voraus, wenn das Design mit HS-USB-Datenraten arbeitet. Einfluss auf diesen Wert haben die Genauigkeit des Takts, Alterungseffekte der Taktquelle, die Toleranz der verwendeten Lastkondensatoren und die Genauigkeits-Auswirkungen des USB-Chips selbst.

Soll ein Gerät mit HS-USB-Funktionalität unter Verwendung von Quarzen oder Resonatoren entwickelt werden, muss die Frequenz-Genauigkeit innerhalb der USB-Spezifikation von ± 500 ppm bleiben – über den gesamten Betriebsspannungs- und Temperaturbereich des Geräts hinweg. Außerdem ist das Gerät auf etwaige Alterungseffekte hin zu untersuchen, denn sowohl ein Quarz als auch ein Resonator verändern ihre Eigenschaften mit der Zeit, was nicht ohne Einfluss auf die ppm-Werte bleibt.

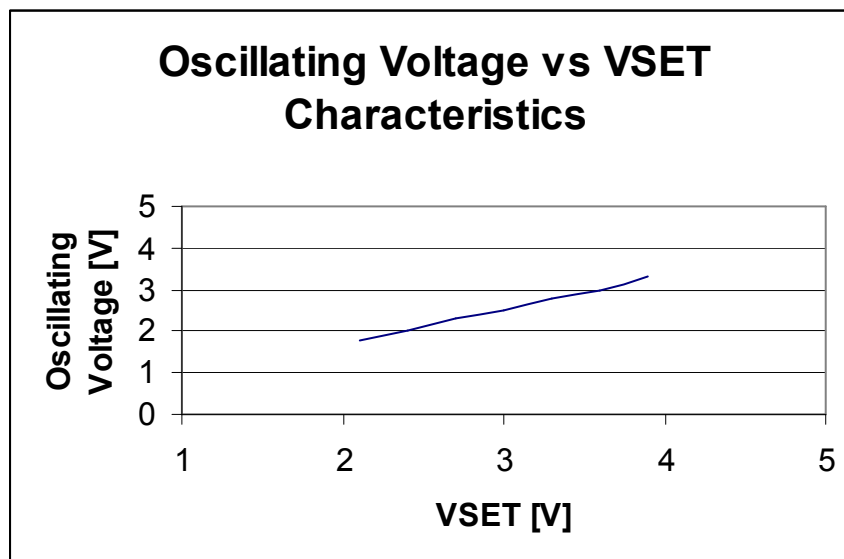
Aus Kostengründen wird bei den meisten Resonatoren ein Kompromiss zwischen den ppm-Werten der drei genannten Parameter geschlossen. Nur bei wenigen sind die Toleranzen ausreichend gering, dass sie mit aktuellen USB-Bausteinen eingesetzt werden können. Die Serie CSTCE24M0K2 von Murata gehört zu den wenigen Resonatoren, bei denen die Toleranzen dieser drei Parameter so niedrig sind, dass Kompatibilität zu HS-USB-Datenraten besteht. Wenn das vorgesehene Gerät für einen Temperaturbereich von 0 bis +70 °C ausgelegt ist, lege dieses Bauteil eine gemessene Toleranz von weniger als 10 ppm an den Tag (siehe das nachfolgende Diagramm).

Grafik: Temperaturabhängigkeit der Schwingfrequenz



Die Spannungsabhängigkeit dieses Bauteils wirkt sich nicht auf die Frequenz, sondern auf die Amplitude der Schwingung aus. Die Amplitude geht um ca. 0,6 V zurück, wenn eine VCC von 3,3 V verwendet wird. Der Eingangsbereich des im Design verwendeten USB-Bausteins sollte deshalb genügend groß sein, um diesen Spannungsrückgang abzufangen. Das folgende Diagramm illustriert die diesbezügliche Charakteristik.

Grafik: Abhängigkeit der Schwingamplitude von VSET



Ein weiterer Vorteil dieses Produkts ist, dass die Lastkondensatoren in den Resonator eingebaut sind, wodurch sich die Toleranzen noch besser kontrollieren lassen. Bei Quarz-Lösungen sind die Lastkondensatoren in der Regel extern und weisen eine Schwankungsbreite von $\pm 20\%$ auf. Zwischen Soll- und Ist-Frequenz wird somit stets eine gewisse Differenz bestehen, die beim Design zu berücksichtigen ist, da sie sich sonst als Bitratenfehler äußert. Wenn die Frequenz um 50ppm abweicht, wird das Bitratenfehler-Budget um eben diese 50 ppm geringer.

Wenn die Bitraten-Toleranz der USB-Spezifikation eingehalten werden soll, darf die Summe aller Toleranzen nicht die gesetzte Obergrenze von ± 500 ppm überschreiten. Die verwendeten Resonatoren müssen deshalb so genau sein, dass Alterung, Frequenz-Offsets infolge von Spannungs- und Temperaturschwankungen sowie die Anfangs-Toleranz die vorgegebene Grenze nicht überschreiten. Wenn als Beispiel die Anfangs-Toleranz ± 250 bis $+200$ ppm über Temperatur und Spannung beträgt und die Alterungs-Spezifikation ± 100 bis $+150$ ppm lautet, ergibt sich über einen Zeitraum von 10 Jahren eine Gesamt-Schwankungsbreite von ± 350 ppm. Das USB-Design kann deshalb mit dem kleinen und insgesamt kostengünstigeren Resonator bestückt werden.

Fazit

HS-USB-fähige Mobiltelefone kommen 2007 auf den Markt. Der Designer hat die Auswahl unter verschiedenen Architekturen, wenn er ein Handy mit HS-USB-Funktionalität ausstatten möchte. In der Zukunft mag es möglich sein, andere im Mobiltelefon vorhandene Taktquellen für die HS-USB-Funktionalität zu nutzen. Zurzeit ist jedoch meist noch ein vergleichsweise klobiger Quarz nötig. Inzwischen gibt es aber auch Keramik-Resonatoren, die sich für eine HS-USB-Lösung anbieten, sofern die in diesem Artikel beschriebenen Aspekte beim Design beachtet werden.

Die Autoren

Keith Klepin ist als Application Engineer Sr. Staff bei der Consumer and Computation Division von Cypress Semiconductor tätig. Sein Haupt-Arbeitsgebiet ist der Produkt-Support für High-Speed USB. Klepin, der an der San Diego State University ein Magisterdiplom in Elektrotechnik erworben hat, arbeitet gegenwärtig in San Diego (Kalifornien/USA).

Shone Tran arbeitet als Product Manager bei der Consumer and Computation Division von Cypress Semiconductor. Seine Schwerpunkte sind das Produktmarketing für High-Speed USB, PSoC Mixed-Signal Arrays und WirelessUSB in den strategischen Plattformen von Cypress. Tran schloss ein Elektrotechnik-Studium an der University of California, Davis mit einem Bachelor-Diplom ab und arbeitet zurzeit im kalifornischen San Jose.



Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
Phone: 408-943-2600
Fax: 408-943-4730
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.