

High Density Packaging Der häufig bessere Weg zur Miniaturisierung

In der Mikroelektronik tätige Unternehmen führen einen Wettlauf mit der Zeit, im Bestreben ständig kleinere, leichtere, mit mehr Funktionen versehene und dabei noch kostengünstigere Produkte auf den Markt bringen zu müssen. High Density Packaging (HDP) hat sich als eine Alternative zum teuren und langwierigen ASIC-Design in den letzten Jahren – fast heimlich – einen Namen gemacht. Insbesondere für in Europa typischerweise kleine und mittlere Stückzahlen ist es eine hoch interessante Miniaturisierungsmöglichkeit, da es eben auch sehr kostengünstige, schnelle sowie flexiblere Designs erlaubt.



Der **PENDRA** bietet dem Diabetiker eine permanente, nichtinvasive Blutzuckerkontrolle

Abgesehen von den Kosten ist wohl die Forderung nach Grössenreduktion der anspruchsvollste Faktor in der Entwicklung kleiner moderner elektronischer Systeme. Zu den bereits etablierten Geräten gehören Mobiltelefone, PDAs, Pulsmesser, Kameras oder Spielkonsolen. Immer mehr werden aber Forderungen auch für andere Bereiche laut. In der medizinaltechnischen Elektronikentwicklung sollen zum Beispiel PCs so klein wie möglich werden, gleichzeitig sollen persönliche Vitalfunktionen mit einer klinischen Genauigkeit erfasst werden und sogar mit dem Arzt kommu-

niziert werden können, und das zu jeder Zeit und an jedem Ort. Dafür müssen neueste Technologien eingesetzt werden, um die komplexen elektronischen Systeme auf kleinstem Raum integrieren zu können.

Einige Anwendungsbeispiele

Prinzipiell können HDP-Technologien in einer Vielzahl von Anwendungen und Industrien eingesetzt werden wie z. B. für tragbare oder implantierte Medizinalgeräte, Automobilelektronik, Luft- und Raumfahrttechnik aber auch bei industriellen Computern, Industriesensoren oder aber Konsumerelektronik.

Ein Beispiel für die Anwendung von High Density Packaging stellt der **PENDRA** der Firma Pendragon Medical Ltd. dar. Diabetiker leben oft in einem permanenten Stress und in Angst vor drohenden Hypoglykämien – zu niedriger Zuckergehalt im Blut. Diese können sehr kurzfristig sowie unerwartet auftreten und bis zu Koma oder Tod führen. Deshalb halten viele Diabetiker einen kontinuierlich zu hohen Blutzuckergehalt, was zu Langzeitschäden führt.

Der **PENDRA** bietet dem Diabetiker eine permanente, nichtinvasive Blutzuckerkontrolle, die ihm ein sicheres und unbeschwer-

tes Leben ermöglicht. Durch diese Rundum-die-Uhr-Messungen und durch einstellbare Alarmfunktionen hat der Diabetiker jetzt im täglichen Leben – wie z. B. bei der Arbeit, beim Autofahren oder auch beim Schlafen – ein Warnsystem, um rechtzeitig und richtig reagieren zu können.

Ein zweites Beispiel ist der **QBIC Belt Integrated Computer**. Idealerweise werden in Zukunft Computer integraler Bestandteil unseres alltäglichen Outfits – immer eingeschaltet und so ausgestattet, dass sie uns in vielen Bereichen unseres alltäglichen Lebens unterstützen. Unter dem Motto des so genannten «Ubiquitous Computing», dem allgegenwärtigen Computing, wurde mit der Unterstützung von Art of Technology am Institut für Elektronik der ETH Zürich ein voll funktionsfähiger Computer entwickelt, der im Formfaktor einer Gürtelschnalle Platz findet. Diese Entwicklungsplattform wurde mit Augenmerk auf Ergonomie und Tragbarkeit sowie einer möglichst breiten Funktionalität und Flexibilität realisiert.

Das System beinhaltet einen XScale- (Intel PXA 263 B 1 C 400-) Prozessor mit 32 MByte internem Flash Memory, 256 MByte SDRAM, einen VGA-Anschluss, einen Low-Power-RF-Transceiver, einen RS 232-Serial-Port, ein Bluetooth-Modul,



Der **QBIC** – der Computer in der Gürtelschnalle – ist rund 30 Prozent kleiner als vergleichbare konventionelle Lösungen



HDP ermöglicht die Integration von komplexer Elektronik auf kleinstem Raum. Originalgrösse: 47 × 34 mm

eine USB-Schnittstelle, GPIO-Pins sowie einen Memory-Slot für externe Speicherkarten (miniSD-Card).

Der Stecker und die Batterie wurden in den Gürtel ausgelagert. Für alternative Einsatzgebiete können Batteriemodule anstelle des Gürtels eingesetzt werden.

Technologien

Um diese beiden Applikationen realisieren zu können, reichte die herkömmliche PCB/SMD-Lösung nicht aus. Die Packungsdichte dieser Technologien war nicht hoch genug, um die vorgegebenen Systemgrößen erreichen zu können. Dem kann jedoch mithilfe von HDP Rechnung getragen werden.

Das grundsätzliche Konzept dieser Technologien ist sehr einfach. Traditionell werden die elektronischen Komponenten (IC, bare dies) in ein Gehäuse verpackt auf eine Leiterplatte (PCB) aufgebracht, die die ICs miteinander verbindet. HDP steht nun für eine ganze Vielfalt von Technologien, um unverpackte ICs mittels verschiedener Verbindungstechnologien auf ein Substrat zu montieren.

Diese Verbindungstechnologien sind hauptsächlich:

- ◆ **Drahtbonden (a):** Dabei wird die Kontaktierung der ICs mittels einzel gezogenen Drähten (Gold oder Aluminium mit Durchmesser von 20 bis 30 µm) hergestellt.
- ◆ **Tape Automated Bonding – TAB (b):** Eine vorgefertigte einlagige Folie ermöglicht die Kontaktierung des ICs in einem Arbeitsschritt.
- ◆ **Flip Chip (c):** Lötkekugeln werden direkt auf die Anschlüsse des Chips aufgebracht. Der Chip wird anschliessend Kopf unter auf das Substrat gelötet.

Als Alternative zu ungehäuseten ICs werden immer mehr auch so genannte **Chip Size Packages (CSP) (d)** – zum Teil auch bekannt unter dem Begriff Micro-BGA eingesetzt. Diese Gehäuse weisen den selben Formfaktor auf wie der nackte IC oder sind nur wenig grösser. Sie sind teilweise direkt vom IC-Hersteller erhältlich, oft aber müssen sie kundenspezifisch entwickelt werden. Durch eine Umverdrahtung der peripheren Anschlüsse des ICs auf ein flächendeckendes Raster direkt auf dem IC, wird eine gewisse Vergrößerung des Anschlussrasters erreicht.

Meist muss dieser umverdrahtete IC aber trotzdem (wie unverpackte ICs) auf eine

Firmenprofil

Art of Technology wurde 1999 gegründet. Die Firma bietet Entwicklungsdienstleistungen wie Machbarkeitsanalysen, Systemdesign und Layout, Softwareentwicklung, Testentwicklung sowie Technologieberatung vor allem mit Fokus auf Miniaturisierung in den Bereichen Medizin, Luft- und Raumfahrt, Automobil, Industrie, Sensor und Kommunikation. Zudem sorgt die Firma für die reibungslose Produktion bei Partnerfirmen. Art of Technology ist ISO 9001:2000- und ISO 13485:2000-zertifiziert.

hochdichte Leiterplatte aufgebracht werden, um alle Signale mit einer sinnvollen Anzahl von Lagen entflechten zu können. Da die Standardleiterplatte diese Verbindungsdichte oft nicht erreicht, sprechen wir allgemein von Substraten.

Die drei Hauptgruppen dieser Substrate sind:

- ◆ **Laminat-Substrate:** Basierend auf herkömmlichen PCB-Substraten werden Aufbau lagen (Sequential Build Up – SBU) aufgebracht, welche so genannte Microvias (Durchkontaktierungen, die Laser gebohrt oder geätzt, meist jeweils nur zwei übereinanderliegende Leiterebenen verbinden) ermöglichen.
- ◆ **Keramik-Substrat:** Auf der Basis von Keramik werden Substrate gefertigt, die vor allem für Applikationen in Umgebungen mit hohen Temperaturen oder mit grossen Wärmeverlusten interessant sind.
- ◆ **Dünnschicht-Substrate:** Mit Technologien, die aus der Chip- und LCD-Fertigung bekannt sind, können sehr dichte Substrate realisiert werden.

Umsetzung

Die von Art of Technology im Auftrag von Pendragon Medical für den PENDRA entwickelte Elektronik wurde in einer Mischtechnologie aufgebaut. Grosse Komponenten wie Prozessor und Displaytreiber wurden als Chip on Board (COB – Bare Dies mit Wire Bonding auf PCB) aufgebaut, alle anderen Komponenten sind in SMT montiert. Es wurden aber auch hier



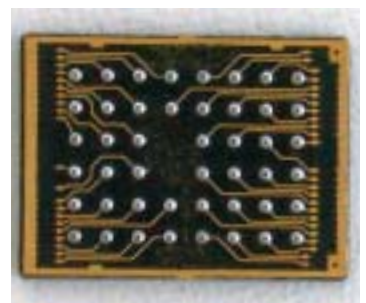
Drahtbonden – Wire bond (a)



TAB – Tape Automated Bonding (b)



Flip Chip mit Underfill (c)



CSP – Chip Size Packages (d)



Die Geldmünze erlaubt eine realistische Grösseneinschätzung

die kleinstmöglichen Standardgehäuse und CSPs verwendet.

Dies ermöglichte die Packungsdichte der gut 200 Komponenten auf eine bestückte Leiterplattenfläche von ca. 28 cm² (auf zwei Leiterplatten) und den Einbau eines Displays sowie eines leistungsstarken Akkus in ein Gerät von der Grösse einer Armbanduhr.

Der QBIC wurde auf zwei Leiterplatten (SBU mit Microvias) aufgebaut. Die grossen Komponenten wie Prozessor und Speicher wurden als CSP verwendet. Um eine möglichst hohe Modularität auch für spätere Applikationen zu gewährleisten, wur-

den Prozessor und Speicher auf einer Hauptplatine aufgebaut (24,2 mm², 8 Lagen) und die Schnittstellen auf einem Extension-Board (14,9 mm², 4 Lagen), das mittels eines flexiblen Teils der Leiterplatte (Flex Print) an das Mainboard angeschlossen wird. Vergleichbare Systeme benötigen 56 bis 80 cm². Dies entspricht einer Grössenreduktion von über 30 Prozent.

Fazit

Man sieht also: High Density Packaging ist eine interessante Lösung, Elektronik massiv zu verkleinern. Weiter kann auch die Leistungsfähigkeit gesteigert und die Zuverlässigkeit des Systems erhöht werden. Da HDP jedoch eine Sammlung von verschiedensten Technologien ist, ist ein breites Know-how der Möglichkeiten, Kenntnis der Vor- und Nachteile, aber auch ein umfangreiches Netzwerk von Herstellern dieser Technologien nötig, um ein optimales Produkt realisieren zu können. Um ein komplettes System zu realisieren, braucht es zudem noch eine sehr enge Kooperation zwischen Elektronik- und Mechanikentwicklung, um alle Möglichkeiten voll auszuschöpfen.

	SBU-Laminat-Substrat	Keramik-Substrat		Dünnschicht-Substrat
Trägermaterial	2- oder mehrlagiger PCB-Kern	Hybrid Keramik (Al ₂ O ₃)	Cofired Ungebrannte Keramik	Silizium, Keramik, Glas, Laminat
Leitermaterial	Kupfer	Leitpaste	Leitpaste	Aluminium, Kupfer
Dielektrikummaterial	FR4, FR5	Glas	Keramik	Polymid, BCB
Leiterbreiten	> 50 µm	> 125 µm	> 125 µm	> 10 µm
Leiterabstände	> 50 µm	> 125 µm	> 125 µm	> 20 µm
Via-Landflächen ø	> 250 µm	> 200 µm	> 200 µm	> 30 µm
Anzahl Lagen	2×3 (symmetrisch) und PCB-Kern	2 bis 5	bis 30	2 bis 5

Wichtigste Parameter der drei Hauptgruppen



Effiziente Industrievernetzung von HARTING

In einer vernetzten Welt bietet HARTING als Experte für Industriesteckverbinder auch Lösungen für zukunftsichere Industriekommunikation und Energieverteilung.

- Diese umfassen zuverlässige Signalübertragung ebenso
- wie Energiebussysteme mit aktiven und passiven Kom-

ponenten. Unsere Kunden bestätigen uns in zahlreichen Projekten, dass Qualität, Service und Kostenersparnis miteinander vereinbar sind.

HARTING: Kompetente Kommunikation