



Accelerometri 3D per tutti

Le tecnologie MEMS sviluppate nella sede ST di Agrate Brianza hanno permesso di realizzare accelerometri tridimensionali a bassissimo costo che promettono di rivoluzionare le interfacce utente di molte applicazioni elettroniche

Stefano Cazzani

Interagire con un telefonino ondeggiando con la mano, andare in palestra con il contapassi in tasta, scattare fotografie con una macchina digitale senza che diventino 'mosse'. Sono solo alcuni esempi reali e attuali di come le nuove tecnologie MEMS a basso costo sviluppate da ST stiano rivoluzionando alcuni dispositivi elettronici di largo consumo. La chiave di volta per la realizzazione di nuove interfacce utente è la possibilità di rilevare il movimento di un oggetto nelle tre dimensioni, operazione possibile integrando un accelerometro tridimensionale nel corpo dell'oggetto stesso. Il concetto in sé non è una novità assoluta, alcune

applicazioni esistono da tempo e sono anche molto diffuse, per esempio negli airbag, ma ciò che per prima al mondo è riuscita a ottenere ST è un consistente abbassamento dei costi di produzione dei sensori MEMS tridimensionali, che oggi hanno raggiunto un livello tale da spalancare la porta a una miriade di applicazioni di massa.

Una delle applicazioni potenzialmente più promettenti è la loro integrazione nei telefonini, ad esempio per consentire la fruizione di giochi o la consultazione di mappe interattive senza dover toccare alcun tasto, ma semplicemente spostando nello spazio il terminale con un movimento del polso.

Come sintetizza Benedetto Vigna, direttore della Business Unit MEMS di ST, "gli accelerometri MEMS non sono più preziosi gioielli, destinati solo ad applicazioni molto complesse, ma strumenti compatti ed efficienti per una popolazione che in tutto il mondo vuole muoversi e comunicare in ogni condizione, realizzati a costi sempre più bassi e con gli ottimi standard qualitativi tipici della produzione microelettronica tradizionale."

Secondo Vigna, l'abbassamento dei costi di produzione dei MEMS potrebbe consentire un salto di qualità simile a quello che ha abbassato le barriere all'uso generalizzato dei PC, paragona-

bile cioè all'invenzione del mouse o all'introduzione delle icone come comandi dei programmi software. Anche il risparmio energetico è un fattore importante per ottenere un salto di qualità del genere: più i telefonini, i giochi portatili, i palmari e i PC portatili acquisiscono funzioni, più richiedono alimentazione per utilizzarli.

Sostituendo con sensori di movimento, che richiedono pochissima alimentazione, comandi e funzioni che consumano energia, se ne prolunga la possibilità di utilizzo garantita dalle batterie.

Le innovazioni di ST

Nel 2003 ST fu la prima azienda al mondo a realizzare un accelerometro MEMS capace di rilevare l'accelerazione sui tre assi e ha continuato lo sviluppo della tecnologia, che è affidata alla Business Unit localizzata nella sua sede milanese.

ST in questi anni ha sviluppato tecnologie di produzione e packaging specifiche per i MEMS destinati al mercato dei prodotti di largo consumo.

In particolare, è stata creata una specifica piattaforma tecnologica per la creazione e produzione di dispositivi MEMS denominata Thelma (Thick Epitaxial Layer for Microactuators and Accelerometers), che sfrutta geometrie di lavorazione da 0,8 µm e costituisce una base standard per accelerare lo sviluppo di nuovi prodotti, garantirne l'affidabilità e i bassi costi. Sono in fase di studio altre due piattaforme tecnologiche con prestazioni crescenti e dimensioni sempre più piccole.

I nuovi package LGA (Land Grid Array) rappresentano l'innovazione

Inserendo un accelerometro 3D in un dispositivo elettronico è possibile realizzare interfacce utente di nuova generazione, sostituendo i comandi impartiti con la tastiera mediante spostamenti dell'oggetto



Benedetto Vigna, direttore della Business Unit MEMS di ST: "gli accelerometri MEMS non più solo preziosi gioielli, ma strumenti compatti ed efficienti disponibili a basso costo per realizzare applicazioni innovative"

Nuovi accelerometri 3D

Tra i più recenti accelerometri MEMS già disponibili da ST segnaliamo i nuovi componenti intelligenti con uscita digitale su bus SPI/I2C e i nuovi modelli a due assi ultracompati con dimensioni di appena 5x5x1,5 mm.

Il nuovo componente LIS3LV02DQ è il più evoluto accelerometro a 3 assi a basso-g sul mercato con interfaccia digitale standard SPI/I2C.

Le sue caratteristiche innovative, come l'ampiezza di banda regolabile e la possibilità di rilevare la direzione del moto, segnano il passaggio verso una nuova categoria: i 'sensori intelligenti'.

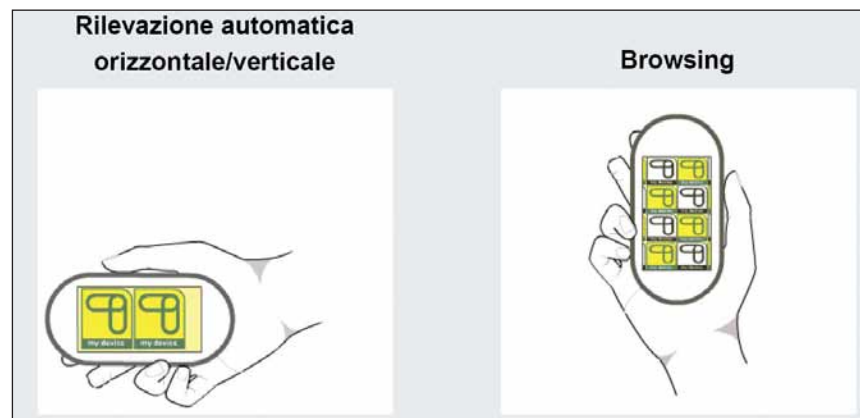
La possibilità di regolare l'ampiezza di banda favorisce l'ottimizzazione delle prestazioni a frequenze diverse, poiché aumenta la risoluzione eliminando le interferenze che provengono da regioni di frequenza non significative.

Nel caso del dispositivo LIS3LV02DQ della ST è possibile regolare con flessibilità l'ampiezza di banda tramite un comando software. In questo modo, il progettista ha a disposizione un meccanismo efficace per integrare, nella stessa applicazione, la misura di movimenti

più recente in questo campo e sono i capostipiti di nuovi package sempre più piccoli ed economici, che l'azienda intende far diventare uno standard di mercato.

Anche per il collaudo ST ha sviluppato in proprio soluzioni innovative, in quanto le soluzioni di test standard utilizzate nella produzione elettronica non sono adatte alle peculiarità dei dispositivi MEMS, vere e proprie strutture meccaniche che vanno stimulate durante il collaudo utilizzando particolari segnali elettrici.

Attualmente la maggior parte dei prodotti MEMS di ST sono prodotti in una linea di con wafer da 6 pollici a Castelletto, alle porte di Milano, mentre una nuova linea con wafer da otto pollici è in via di approntamento nello stabilimento ST di Agrate Brianza.



I MEMS e le loro applicazioni

La tecnologia MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) consente di integrare in un unico componente ele-

menti meccanici e circuiti elettronici. Sfruttando le eccellenti proprietà fisiche del silicio (più robusto, con caratteristiche termiche migliori e un peso specifico pari ad un terzo di quello dell'acciaio) è possibile realizzare microsensori per la rilevazione di grandezze meccaniche: pressione, vibrazioni, accelerazione lineare, angolare e così via. Il silicio, inoltre, permette di realizzare le funzioni che trasformano le grandezze meccaniche misurate in dati analogici e digitali facilmente interpretabili da un sistema elettronico complesso. Il tutto in un dispositivo alloggiato in un contenitore minuscolo, che si trasforma in una micromacchina intelligente e completa.

Le applicazioni dei componenti MEMS sono tantissime, e altre ancora aspettano solo di essere sviluppate da parte di progettisti pieni di fantasia e che sono in grado di trasformare anche oggetti di uso quotidiano. Basti pensare ai fragili PC portatili, che sono diventati sicuri grazie alla protezione dei dati in caso di caduta: un accelerometro intelligente misura l'accelerazione per 'accorgersi' in tempo che il computer sta cadendo rovinosamente a terra e attivare una procedura di sicurezza che mette il disco rigido al riparo con i dati preziosi che contiene. Un accelerometro integrato in un recente modello di lavatrice misura le vibrazioni del cestello: il sistema elettronico di controllo si attiva per minimizzare tali vibrazioni e ridurre il rumore acustico, il consumo di energia e di acqua. Un giroscopio montato in una macchina fotografica digitale aiuta a stabilizzare l'immagine, anche quando al fotografo dilettante trema la mano. Inserito in un telefono cellulare, può 'sentire' il movimento del polso e facilitare l'interazione tra l'uomo e la macchina: è sufficiente spostare il telefono da sinistra a destra per far scorrere il testo sullo schermo, o dall'alto in basso per esaminare i nomi memorizzati nella rubrica. Lo stesso telefono, appoggiato sulla scrivania con lo schermo rivolto verso il basso, disattiva automaticamente la suoneria per non disturbare una riunione. Quindi, largo alla fantasia e non dimenticate che i sensori di accelerazione sono oggi diventati economici e disponibili per una gamma di applicazioni sempre più ampia.

lenti e veloci, come le inclinazioni e le vibrazioni. I nuovi sensori ST LIS3L02AL/LIS3L06AL con uscita analogica sono invece i primi del loro genere ad adottare il piccolo e sottile package plastico LGA. Le dimensioni di 5x5x1,5 mm sono adatte a soddisfare le esigenze di miniaturizzazione di un mercato che continua a richiedere apparecchiature sempre più piccole come mini

disk drive, telefoni cellulari e altri sistemi elettronici portatili. I dispositivi LIS3L0xAL garantiscono inoltre un'elevata stabilità in temperatura e una tolleranza di offset molto stretta. La loro struttura robusta garantisce un'alta immunità alle vibrazioni e una resistenza agli shock fino a 10.000 g.

Il nuovo sensore analogico a tre assi di ST è disponibile in due versioni di acce-

lerazione: il componente standard LIS3L02AL con fondo scala di ± 2 g per la misura dell'inclinazione, e il dispositivo LIS3L06AL con un fondo scala selezionabile dinamicamente tra ± 2 g e ± 6 g, per accelerazioni statiche e dinamiche come vibrazioni o ribaltamenti.

Sensori 2D miniaturizzati e compatti

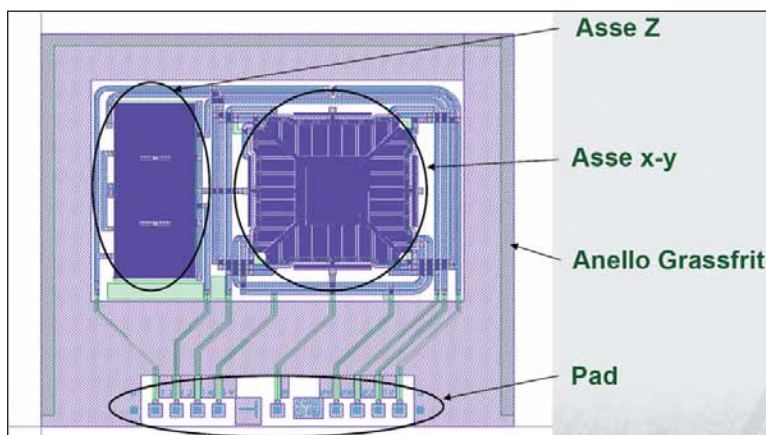
Gli altrettanto nuovi componenti LIS2L02AL e LIS2L06AL sono accelerometri lineari a due assi, ultracompati, che si aggiungono all'apprezzata famiglia di accelerometri 'a basso g' di ST. Sono caratterizzati da una tolleranza di offset più rigida, una risposta migliore in caso di variazioni della temperatura e sono alloggiati in un package più piccolo e sottile, ideale per telefoni cellulari, palmari, laptop e schede PCMCIA di dimensioni ridotte.

Il dispositivo LIS2L02AL ha un'escursione tipica dell'uscita a fondo-scala di $\pm 2,0$ g; nel caso del componente LIS2L06AL è possibile scegliere dinamicamente tra i valori di $\pm 2,0$ g e $\pm 6,0$ g.

I due nuovi accelerometri contengono, in un unico package, un robusto sensore MEMS a due assi e un chip di interfaccia CMOS capace di generare due uscite analogiche contemporanee in tempo reale, rispettivamente per la misura dell'accelerazione trasversale (spostamento laterale) e longitudinale (avanti-indietro).

Possono misurare con un'ottima risoluzione le accelerazioni DC (inclinazione statica) e AC, sopportano choc massimi di 10.000 g e comprendono funzioni interne di auto-collauda per verificare il funzionamento del dispositivo.

Il chip di interfaccia contiene i blocchi multiplexer, amplificatore di carica, demultiplexer, circuito sample-and-hold e i circuiti di riferimento necessari per generare in uscita due segnali analogici con un'ampiezza di banda tipica di 2,0 kHz. Per migliorare la robustezza e l'immunità da eventuali disturbi esterni, tutta la catena per l'elaborazione del



Per realizzare un accelerometro 3D, su uno stesso chip di silicio sono realizzate le due strutture meccaniche necessarie e rilevare l'accelerazione nei due assi piani e in quello verticale, che vengono tramutate in segnale elettrico dai circuiti elettronici integrati sulla stessa piastrina

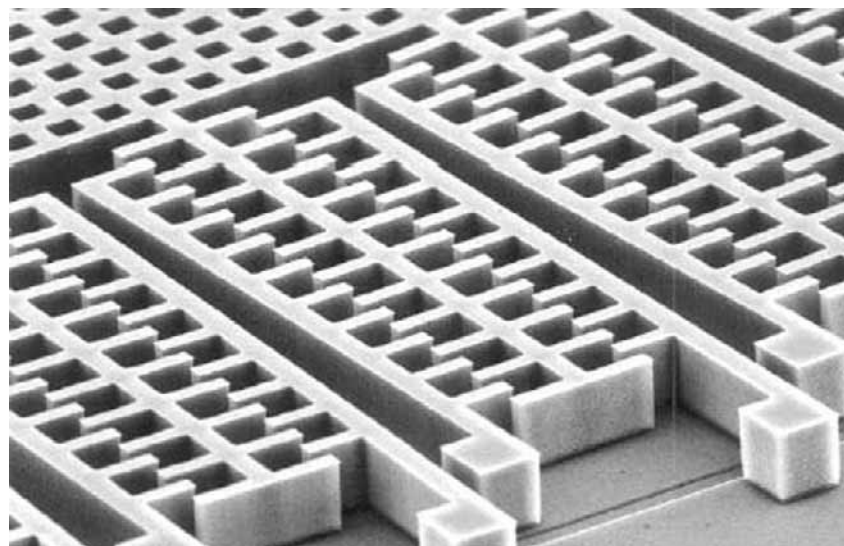
Particolare visto al microscopio delle struttura micromeccanica in silicio che compone uno degli accelerometri MEMS di ST

segnale sfrutta un'architettura completamente differenziale, con uno stadio finale per la conversione del segnale da differenziale a sbilanciato, per la compatibilità con il mondo esterno.

Fra i principali vantaggi dei nuovi dispositivi vi sono: un rumore molto basso, che permette di raggiungere una risoluzione elevata, tipicamente 0,3 mg; un consumo di energia ridotto (la corrente tipica di alimentazione è di 850 μ A a 3,3 V) che rende questi componenti ideali per le applicazioni alimentate a batteria; un package più piccolo, che riduce lo spazio occupato sulla scheda e quindi i costi di sistema; un'elevata stabilità in temperatura e un basso offset, che eliminano l'esigenza della calibrazione nella maggior parte delle applicazioni; la possibilità di regolare l'ampiezza di banda con un solo condensatore esterno per ogni canale, per ottimizzare le prestazioni di sistema; il funzionamento in un intervallo di temperature compreso tra -40° e +85 °C.

I sensori di accelerazione a due assi di ST hanno al loro interno una struttura di silicio sospesa, che si muove con due gradi di libertà su un substrato di silicio. Il movimento lungo ciascuno dei due assi produce un cambiamento della capacità, che viene comunicato al chip di interfaccia per la conversione in una tensione logica calibrata, proporzionale al movimento.

Per questo, il montaggio su scheda è molto più semplice del montaggio di due sensori lineari distinti.



Inoltre il chip d'interfaccia viene regolato in fabbrica per garantire risultati ripetibili, senza la necessità di una regolazione durante la fabbricazione del prodotto finale.

La funzione integrata di auto-collauda permette di verificare le parti meccaniche ed elettriche del componente. Applicando un segnale logico al piedino di ingresso 'Self-Test' si crea, all'interno del dispositivo, un campo elettrico che ha lo stesso effetto di una reale accelerazione fisica facendo muovere il sensore e generando un cambiamento della capacità, che viene rilevato ed elaborato dal chip d'interfaccia e che può essere paragonato con il valore atteso.

Il chip d'interfaccia è calibrato in fabbrica per la sensibilità e l'offset Zero-g. I valori di calibrazione sono memorizzati in una struttura non volatile all'interno

del dispositivo. Quando il componente viene alimentato, i parametri di calibrazione vengono trasferiti nei registri per essere utilizzati durante il funzionamento normale. In questo modo non è necessario effettuare alcuna ulteriore calibrazione.

I dispositivi LIS2L02AL e LIS2L06AL sono ideali per terminali mobili, giochi e sistemi di realtà virtuale, rilevazione della condizione di 'caduta libera' per proteggere i dati nei laptop o in altre apparecchiature portatili, navigazione inerziale e sistemi antifurto, per moltissime applicazioni negli elettrodomestici, nella robotica e nei sistemi industriali.

STMicroelectronics
readerservice.it n. 7