

## Il nascituro a 3 dimensioni. Sonde innovative per ecografia

Le tecniche di “imaging” medicale hanno visto importanti progressi tecnologici negli ultimi anni. Tra le varie tecniche utilizzate, l'ecografia, basata sulla propagazione di ultrasuoni attraverso il corpo umano, ha riscontrato un notevole successo. Le prestazioni di un sistema ecografico sono basate su due parti: la *sonda* che genera il fascio ultrasonico e riceve il fascio riflettente ed il *computer* che controlla la scansione del fascio, processa il segnale e ricostruisce l'immagine. Queste due parti sono costantemente migliorate dai progressi della tecnologia.

Le immagini sono oggi di carattere bidimensionale. In futuro sarà possibile ottenere immagini ecografiche tridimensionali in tempo reale, senza ritardi apprezzabili introdotti dal sistema di acquisizione. Questo approccio implica l'uso di nuove sonde dove il fascio ultrasonico viene scansionato elettronicamente e l'uso di calcolatori veloci con speciali architetture. Le sonde ad ultrasuoni utilizzate oggi fanno uso del fenomeno piezoelettrico tipico di alcuni materiali ceramici. Le nuove sonde hanno bisogno di matrici di 1.000x1.000 elementi di celle ceramiche di dimensioni di 30x30 micrometri quadri ciascuna. Data l'elevata densità, le difficoltà di connessione al sistema elettronico di acquisizione aumentano le complessità di fabbricazione ed inevitabilmente i costi di produzione.

Recentemente all'IFN-CNR sono state fabbricate mediante la micromeccanica del silicio delle microstrutture per generare e rivelare fasci ultrasonici. Questa promettente sperimentazione conduce ad una nuova generazione di sonde ultrasoniche: i trasduttori capacitivi, con un largo spettro di applicazioni.

I trasduttori capacitivi sono costituiti di una membrana sottile metallizzata posta nelle vicinanze di un elettrodo fisso. In trasmissione

## *Innovative probes for echography*

*In the recent years the need for medical imagery has increased very quickly. Among different techniques exploited, the echography based on the propagation of ultrasound waves in the body has been very successful. To day the imagery is displayed in two dimensions (2D) which correspond to planar cuts of the examined body. The performance of an echographic system are mainly based on two components: the probe which forms the ultrasound beam and receives the reflecting beam and the computer which controls the beam scanning, and processes signals to built an image to be displayed. These two components are improved by the information technology progresses, with various technologies exploited. In a near future this imagery will be displayed in 3 dimensions (3D) and shown to the practitioner in real time. This approach implies probes where the ultrasound beam is electronically scanned and the use of very fast computers with special architecture.*

*To-day medical ultrasound probe make use of piezoelectric phenomenon through ceramic material. The new probes gather 1.000x1.000 individual acoustic ceramic sources of 30 by 30 microns each. Because of this very high density, it is very difficult to connect each source to the computer and the production cost is increasing due to a higher complexity of manufacturing.*

*Recent experimentations performed at IFN-CNR use micromachining on silicon to fabricate microstructures that can generate and detect ultrasound beams. These promising experimentations lead to a new generation of ultrasound probes: the capacitive transducer, suitable for a large spectrum of applications.*

*The capacitive transducers are made of a very thin metallised membrane faced to a back electrode. In transmission the membrane is driven in flexural vibration by the electrostatic force exerted between the membrane electrode and the*

## Focus

Il nascituro  
a 3 dimensioni.  
Sonde innovati-  
ve per ecografia

*Innovative probes  
for echography*

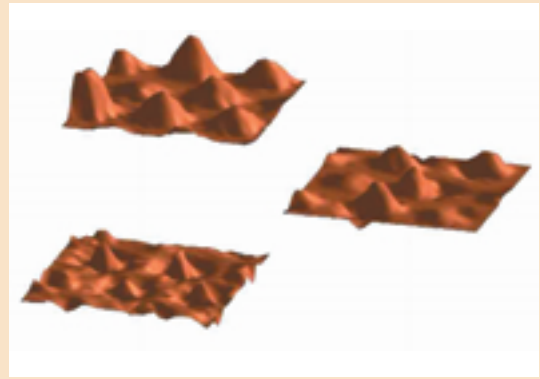
[1]  
Mappe di vibrazione delle membrane ottenute mediante  
interferometria laser.  
*Vibration maps of the membranes obtained by laser interferometry.*

ne la membrana è eccitata nei modi flessionali da forze elettrostatiche che s'instaurano applicando un potenziale elettrico tra la metallizzazione della membrana e l'elettrodo fisso, in ricezione la vibrazione viene indotta dall'onda acustica che collide sulla membrana e quindi convertita in un segnale elettrico, come nel microfono a condensatore. Un trasduttore capacitivo microfabbricato ad ultrasuoni (cMUT) è una microstruttura che consiste in una matrice di membrane poste nelle vicinanze di un elettrodo di base. La figura 1 mostra mappe di vibrazione delle membrane ottenute mediante interferometria laser a diversi istanti temporali. Il principale vantaggio di un cMUT, rispetto a trasduttori piezoelettrici convenzionali, consiste nella suo miglior adattamento all'impedenza acustica del mezzo di propagazione, nella sua banda passante più elevata, nel suo elevata dinamica e nella aspettata riduzione dei costi di produzione. Molto promettente appare la recentemente dimostrata possibilità di integrare su un singolo chip sia il trasduttore che l'unità di controllo realizzata mediante tecnologia BiCMOS, riducendo ulteriormente complessità e costi.

Lo studio e lo sviluppo di un nuovo concetto di sonda ultrasonica è il principale obiettivo di un progetto bilaterale europeo EUREKA: UMIC, che ha tra i vari partner fornitori di tecnologie, fabbricatori di sonde e sistemi ed utilizzatori. L'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, INF-CNR, è tra i partner di questo progetto, la cui lista include Thomson Microsonix, Imasonic e LPMO-CNRS per la Francia ed Esaote Biomedica, Terza Università di Roma e Consorzio "Ulisse" per l'Italia. Il progetto EUREKA ben si adatta a finanziare questo progetto, il cui obiettivo finale è ben definito: lanciare una nuova famiglia di sonde ultrasoniche con largo spettro applicativo.



CNR  
*Istituto di fotonica e nanotecnologie*



[1]

*backplate; in reception the membrane vibration excited by the impinging acoustic wave is converted in electrical signals using the well-known condenser microphone principle. A capacitive micromachined ultrasonic transducer (cMUT) will be a microstructure constituted by a suitable back electrode which supports an array of small plates. Figure 1 shows the vibration maps of the membranes obtained at three time intervals by laser interferometry. The main advantage of the cMUT, in respect to the conventional piezoelectric transducer is the better acoustic matching to the propagation medium, the higher bandwidth, the very high dynamic range, and the expected reduction of its production cost. Very promising appear the, recently demonstrated possibility to integrate on a single silicon chip both the cMUT transducers and the BiCMOS controlling electronics, reducing noise, interconnecting complexity and cost.*

*The study of a new probe concept is the goal of a European bilateral EUREKA: UMIC project which has technology suppliers, probe manufacturers, system manufacturers and end users as partners. The institute of nanotechnology and photonics, INF-CNR, is among the partners which also include Thomson Microsonix, Imasonic and LPMO-CNRS at the France side and Esaote Biomedica, Third University of Rome and Ulisse Consortium at the Italian side.*

*The EUREKA initiative is well adapted to support this project; the final goal of the project is well defined: it is to launch a new family of ultrasound probes for a large spectrum of applications.*



CNR  
Institute for Photonics and Nanotechnologies