

NANOMOTORI PIEZOCERAMICI

L'uso di questi attuatori multifunzionali in applicazioni industriali e scientifiche apre interessanti possibilità applicative per le loro caratteristiche fisiche e prestazionali

I "nanomotori piezoceramici", di seguito chiamati "nanomotori" esercitano una forza su una opportuna superficie tramite la propria "testa" ceramica, e producono un moto relativo grazie alla azione coordinata di due movimenti generati da un campo elettrico a frequenze ultrasoniche che agisce sugli elementi piezoelettrici "annegati" nell'elemento piezoceramico, a una frequenza tale da generare opportune onde stazionarie di ampiezza variabile.

Ai fini di una migliore comprensione dei principi di moto di un nanomotore si ricorda che un elemento piezoelettrico dispone di due effetti:

- diretto: un ben noto effetto usato



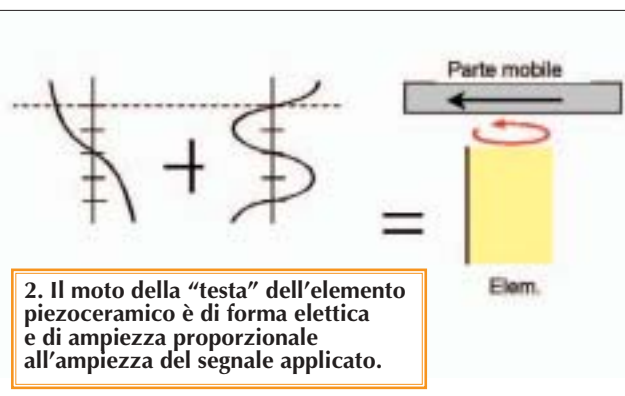
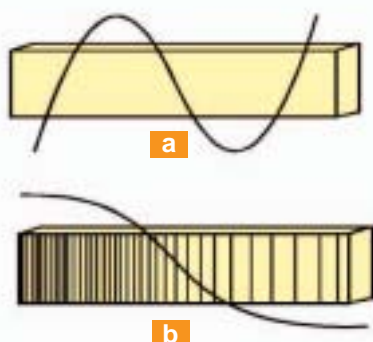
Robot esapode "ALIO" realizzato con 6 nanometri. Ciascun braccio viene mosso linearmente da un nanometro per l'intera corsa.

nei microfoni, accelerometri, ecc. che trasforma una deformazione meccanica in segnale elettrico;

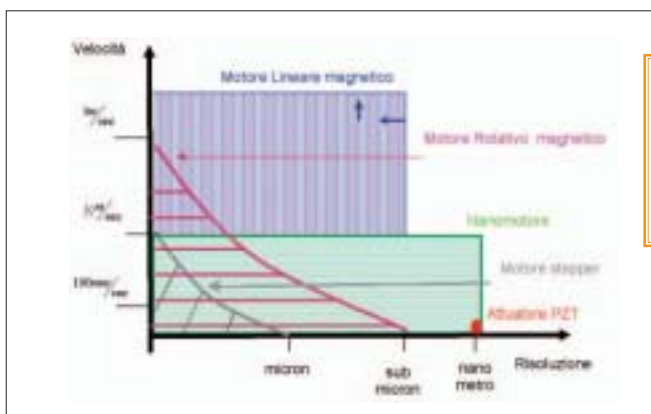
- inverso: un ben noto effetto che viene usato per attuatori a corsa limitata, trasduttori ultrasonici, ecc. che trasforma un campo elettrico in un moto.

I due movimenti combinati dell'elemento piezoceramico sono di flessione e di elongazione (figura 1). Il moto che viene generato sulla "testa", ovvero l'estremità libera dell'elemento piezoceramico, applicando i due campi elettrici in maniera coordinata è di forma ellittica e di ampiezza proporzionale all'ampiezza del segnale applicato (figura 2).

1. I movimenti dell'elemento piezoceramico sono di flessione (a) e di elongazione (b).



2. Il moto della "testa" dell'elemento piezoceramico è di forma ellittica e di ampiezza proporzionale all'ampiezza del segnale applicato.

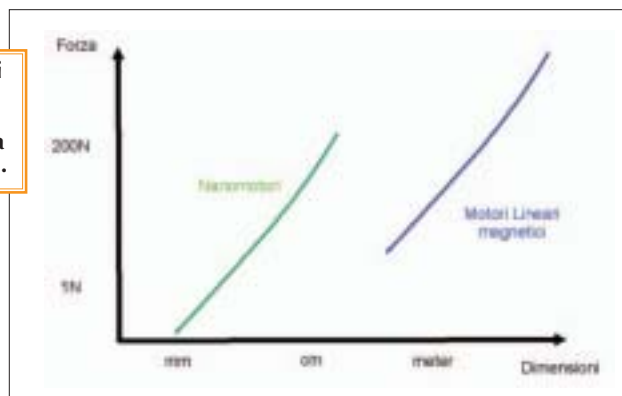


3. Campi di utilizzo in funzione della tipologia di attuatore scelto.

Nel grafico di figura 3 sono evidenziati i campi di utilizzo, in funzione della tipologia di attuatore scelto. I nanomotori sono una scelta di particolare interesse per velocità sino a 0,5 m/s.

Nel grafico di figura 4 sono rappresentate le dimensioni fisiche dei motori in funzione della forza in gioco.

4. Dimensioni fisiche dei motori in funzione della forza in gioco.



Il confronto è favorevole ai nanomotori per una ampia gamma di forze.

Nel grafico di figura 5 sono rappresentati i parametri di jitter e di drift per i motori magnetici rotativi e lineari e per i nanomotori (solo drift).

MODALITÀ DI PILOTAGGIO

I nanomotori vengono essenzialmente pilotati in due modalità distinte:

- resonant mode: questa è la modalità standard, nella quale il motore è pilotato mediante un campo elettrico variabile con una frequenza ultrasonica pari a quella di risonanza.

La frequenza tipica di risonanza dei nanomotori è di 40 kHz. L'ampiezza

del campo elettrico è proporzionale alla velocità del moto (figura 6);

- non resonant mode: nella modalità non-risonante viene applicato un campo elettrico tale da produrre una deformazione meccanica dell'attuatore piezoceramico, utilizzando l'effetto piezoelettrico "classico". Utilizzando questa modalità si ottengono spostamenti minimi,

UN ESEMPIO DI ASSEMBLAGGIO MULTIPLO

Un esempio di assemblaggio di nanomotori viene descritto nella figura 7, dove otto elementi base sono affiancati al fine di operare in maniera coordinata, aumentando linearmente la forza applicata.

In tipici modelli di nanomotori commerciali, come quelli prodotti dalla Nanomotion, la forza applicata da ciascuna "testa" è di circa 4 N. In una installazione con otto teste la forza applicata è quindi di circa 32 N.

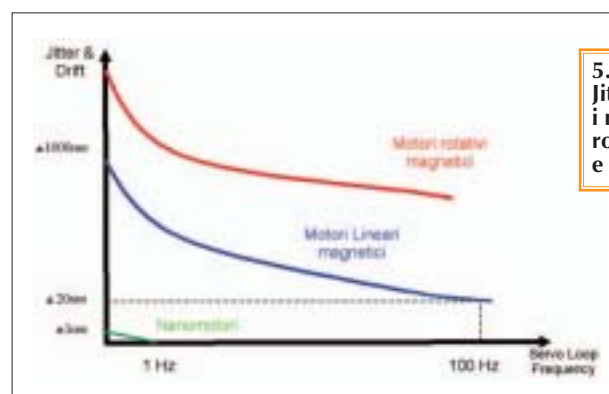
Le migliori prestazioni, sia in termini di forza applicabile che di durata, sono raggiungibili se il materiale di cui è composta la superficie a contatto con la "testa" è di materiale compatibile con quello della "testa", come ad esempio l'alumina.

I produttori di nanomotori commerciali forniscono tali materiali in forme diverse, adatte sia a moti lineari che rotativi.

I SETTORI DI APPLICAZIONE

I nanomotori hanno diversi campi di applicazione per moti lineari e rotativi, tra cui:

- macchinari per l'industria dei semiconduttori (anche sotto vuoto),
- microscopia & ottica,
- factory automation,
- bio medicale & farmaceutico,

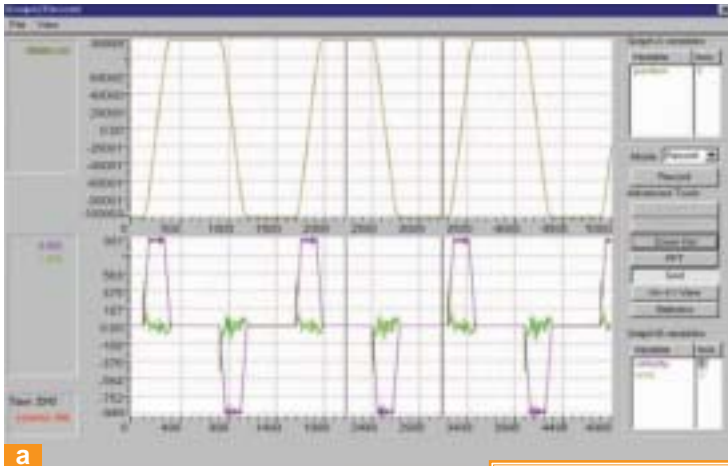


5. Parametri di Jitter e Drift per i motori magnetici rotativi e lineari e per i nanomotori.

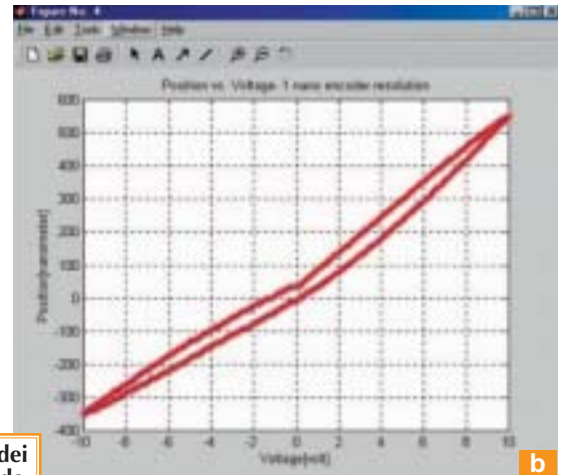
nell'ordine dei manometri. Per attuare nanomotori possono essere usati numerosi servo e stadi di potenza commerciali e, inoltre, possono essere usati diversi controllori commerciali per gestire applicazioni che richiedono un loop chiuso di controllo.

- microscopi elettronici e MRI,
- fotonica & telecomunicazioni,
- stampanti e plotter,
- scanner.

I settori di applicazione sopra elencati sono ideali per questo tipo di attuatori in particolare per l'elevata precisione e per la possibilità di

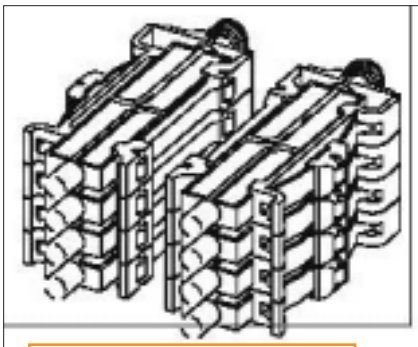


a

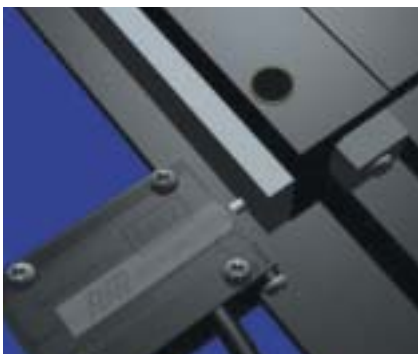


b

6. Modalità di pilotaggio dei nanomotori: resonant mode (a), non resonant mode (b).



7. Esempio di assemblaggio di nanomotori.



8. Nanomotori usati per moti lineari.

effettuare ridotti spostamenti senza isteresi apprezzabile.

I nanomotori possono anche essere utilizzati come posizionatori, in una realizzazione economica con caratteristiche meno performanti, per un insieme molto ampio di applicazioni, ad esempio:

- automotive: movimentazione specchietti retrovisori,
- automotive alzacristalli (copie elevate),
- giocattoli: parti in movimento,
- consumer: movimentazione cassette lettore CD.

TIPOLOGIE DI APPLICAZIONE

I nanomotori possono essere usati per moti lineari, con una o più unità attive, come si può vedere dalla figura 8, ove il nanomotore viene fissato con quattro viti, e la parte mobile linearmente ha applicata una "striscia" di materiale compatibile di lunghezza pari alla corsa massima.

Nella figura 9 è rappresentata una applicazione di nanomotore per moti di tipo rotativo.

Il nanomotore agisce su una corona circolare di materiale compatibile posta sulla circonferenza esterna dell'oggetto da ruotare.

Esempi di applicazioni "consumer" sono posizionatori per ottiche motorizzate (fotografia), posizionatori per hard disk e motorizzazioni per lettori di CD.

La tecnologia dei nanomotori può essere utilmente impiegata per realizzare dei semplici posizionatori.

Nella figura 10 è raffigurato il complesso meccanismo di movimentazione di un piano a sette gradi di li-



9. Applicazione di nanomotore per moti di tipo rotativo.

bertà per l'analisi di wafer da 300 mm mediante microscopio elettronico.

CONCLUSIONI

L'architettura innovativa dei nanomotori permette di affrontare numerose problematiche sia di tipo tradizionale, che innovativo, grazie alla capacità di riunire in un unico oggetto fisico tre caratteristiche principali:

- servomotore,
- posizionatore piezo,
- freno.



10. Meccanismo di movimentazione di un piano a sette gradi di libertà per la analisi di wafer da 300 mm mediante microscopio elettronico.

Oltre a tali caratteristiche l'elevata precisione, l'assenza di isteresi, il peso ridotto, la rapida installazione e le caratteristiche di amagneticità rendono di particolare interesse questi attuatori in numerosi campi di applicazione.

M. Tausel, Microsystems Srl, Milano.