

O Efeito-Piezo e suas aplicações

HBM, Darmstadt

Publicado em hbm.com: <http://www.hbm.pt/custserv/SEURLF/ASP/SFS/ID.813/MM.4,36,34/SFE/techarticles.htm>

Número de referência: 813_pt

O efeito de Piezo-Eletricidade refere-se à interação de pressão mecânica (do grego: piézin – prensar, apertar) e tensão elétrica em sólidos. Ele se baseia no fenômeno do surgimento de cargas elétricas causado pela deformação na superfície de determinados materiais.

Muitos seres vivos empregam Piezo-Eletricidade de uma maneira muito interessante: ossos, por exemplo, agem como sensores de força. Sob efeito de força eles produzem cargas elétricas que são proporcionais aos esforços internos. Estas cargas estimulam e provocam a formação de novo material ósseo, que contribui para o fortalecimento da estrutura óssea nos locais onde os deslocamentos internos foram maiores. Isso conduz à uma excelente relação de peso x firmeza.

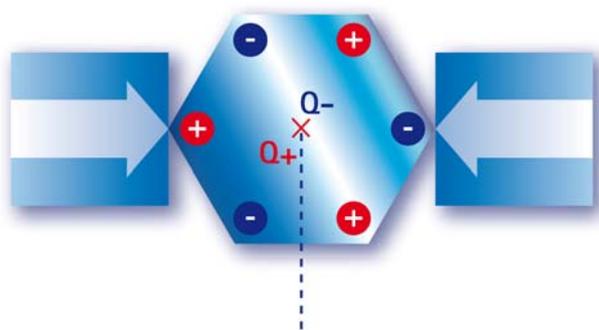


Fig. 1: Efeito-Piezo - Tensão é produzida pela deformação de certos materiais

Descoberta

As propriedades elétricas da Turmalina já eram há muito tempo conhecidas (a pedra preciosa atrai partículas de cinza quando ela é aquecida na brasa). Coulomb e Becquerel suspeitaram, ademais, devido à esta eletricidade condicionada à temperatura, de uma eletricidade dependente de pressão. Eles se dedicaram à esta teoria, mas não conseguiram apresentar nenhuma prova. Após vários desencaminhamentos, através dos quais foi traçada, principalmente, a eletricidade a partir de atrito, os irmãos Pierre e Jacques Curie detectaram finalmente em 1880 o Piezo-Efeito na Turmalina.

Em experimento eles conseguiram provar que uma tensão na superfície surgia tão logo o cristal fosse exposto à pressão mecânica. Pouco tempo depois eles encontraram estas características também em outros cristais, como Quartzo e Topázio.

Os dois nomearam a sua descoberta “Eletricidade Polar”. Contudo esta designação deu logo lugar ao nome “Piezo-Eletricidade”. Em 1881 Gabriel Lippmann prognosticou o Piezo-Efeito invertido, à saber, a deformação do cristal devido à um campo elétrico aplicado. Os irmãos Curie deram razão à Lippmann. Por fim, eles conseguiram comprovar também isso em experimento. Lançando um olhar respectivo pode-se dizer que a contribuição dos irmãos Curie foi extremamente significativa, quando se considera, sobretudo, os meios que eles tinham à disposição. Com papel de estanho, cola, arame e ímã, mas principalmente um olhar aguçado, eles conseguiram obter a prova do Piezo-Efeito.

Materiais

Dois importantes grupos de materiais são usados para os sensores piezoelétricos: cerâmicas piezoelétricas e materiais de cristal puro. As cerâmicas são produzidas por processo de sinterização e têm uma constante piezoelétrica que pode estar duas ordens de grandeza acima da dos materiais de cristal. Infelizmente, esta alta sensibilidade é associada à uma pobre estabilidade a longo prazo. Imagine que cerâmicas piezoelétricas são como uma barra de ferro magnetizada (ou uma fita cassette). A magnetização é adicionalmente “impressa” e pode ser mudada. Os materiais de cristal puro (como Turmalina, Quartzo, Fosfato de Gálio: $GaPO_4$) são exatamente o contrário. Aqui a estrutura específica da grade de cristal é responsável pelo efeito. Em geral, cristais são menos sensíveis, mas têm maiores - praticamente infinitas - estabilidades a longo prazo.



Fig. 2: O Fosfato de Gálio ($GaPO_4$) se distingue por sua altíssima estabilidade a longo prazo

Alguns dos materiais usados – principalmente Fosfato de Gálio e Turmalina – possuem excelente estabilidade sobre amplas gamas de temperatura, fazendo possível estender o campo de aplicação para cristais piezoelétricos até quase 1000°C.

Todas as piezocerâmicas e Turmalina não são somente piezoelétricas: são também piroelétricas. Isso significa que um sinal de carga é emitido não apenas na ocorrência de uma mudança de pressão, mas também junto a uma mudança de temperatura: uma propriedade que materiais como Quartzo e Fosfato de Gálio não possuem - e é isso que justifica o fato de eles serem cristais especialmente apropriados para medição.

Aplicações

Este princípio de medição tem sido usado desde os anos quarenta do século passado e é hoje uma sofisticada tecnologia com uma excelente e inata confiabilidade. Por esta razão, o Efeito-Piezo é atualmente utilizado com sucesso em numerosos e críticos campos de aplicação, como o médico, o de aviação e o campo de tecnologia nuclear.

A ascensão da tecnologia piezoelétrica está baseada em um grande número de vantagens. Os altos módulos de elasticidade de muitos materiais piezoelétricos são comparáveis com os de vários metais. Embora sensores piezoelétricos sejam sistemas eletromecânicos que reagem à pressão, os elementos de medição não mostram praticamente nenhuma deformação (tipicamente os elementos de medição são comprimidos apenas em alguns micrômetros).

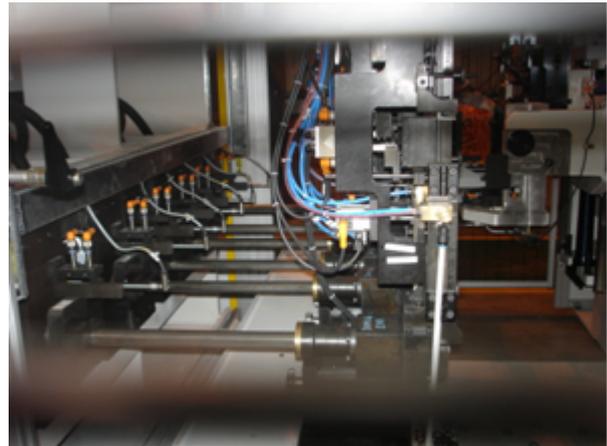


Fig. 3: Tecnologia Piezo é ideal para o monitoramento de processos industriais

Esta é uma razão para a robustez dos sensores piezoelétricos, para a sua altíssima frequência natural e excelente linearidade, mesmo sob difíceis condições operacionais. Ademais, a tecnologia piezoelétrica não sofre influência de campos eletromagnéticos e radiação.

Uma desvantagem dos sensores piezoelétricos é o seu uso para medições puramente estáticas. Uma força estática conduz à uma determinada quantidade de carga na superfície do material piezoelétrico. Através da utilização de eletrônica convencional e materiais que

não são perfeitos isolantes, observa-se uma contínua perda de carga, que leva, no final das contas, à uma contínua queda de sinal. Elevadas temperaturas provocam uma queda adicional na resistência interna, de maneira que apenas materiais com alta resistência interna possam ser usados em tais condições de medição.

Não seria correto pensar que sensores piezoelétricos só podem ser utilizados para processos rápidos ou sob condições moderadas. Há numerosas aplicações nas quais medições são realizadas sob condições quase-estáticas, embora este seja certamente o domínio da tecnologia de strain gage.

Uma clara diferença entre a aplicação strain gage e a tecnologia piezo está, com certeza, na maneira como os elementos de medição são usados. Strain gages são instalados em estruturas que sofrem deformação quando uma força é aplicada: a maioria da força passa através da estrutura. Devido à rigidez dos cristais, a tecnologia piezo de medição é baseada no fato de que a corrente de força passa através dos elementos de medição. A alta estabilidade dos cristais puros possibilitam um design muito compacto dos sensores piezo.

Esta deformação mínima do cristal é também a condição ideal para a ótima linearidade do sensor, pois a transformação da corrente de força é insignificante, devido ao curto deslocamento. Combine isso com a estabilidade dos elementos de medição e você terá transdutores com uma correspondente segurança diante de sobrecarga e estabilidade a longo prazo.

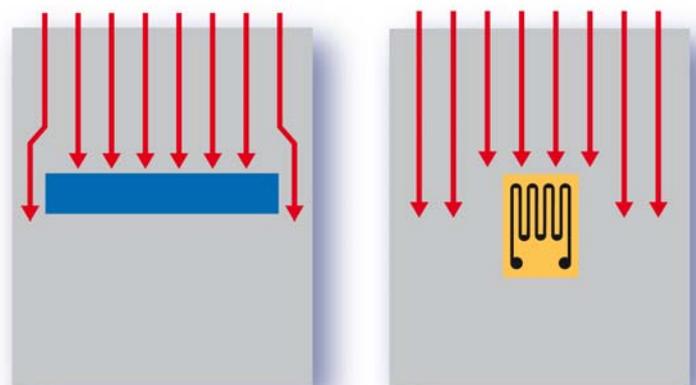


Fig. 4: Diferenças no fluxo de força em uma estrutura com um piezo-sensor e uma estrutura com um strain gage instalado