

Smart materiály se dělí na dva základní typy: **typ1** – materiály měnící své vlastnosti (změna chemické nebo mikroskopické struktury) a **typ 2** – materiály se schopností transformace dodávané energie (nemění se struktura materiálu, ale energetický stav).

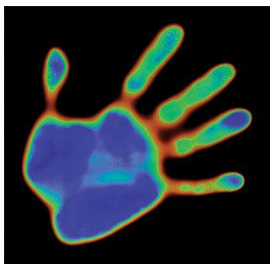
Jednotlivé typy se dále dělí podle konkrétních proměnných vlastností a vnějších podnětů vyvolávajících reakci.

TYP 1:

- **Materiály se schopností změny barvy** (*chromic/color-changing*)

→ Působením energie prostředí na materiál se mění jeho molekulární struktura a s ní spektrální odrazivost povrchu. Optickým výsledkem je změna barvy materiálu, respektive odlišná reflexe ve viditelné oblasti.

Reakce materiálu na vnější prostředí vnímaná lidským okem jako změna zbarvení je tedy ve skutečnosti změnou optických vlastností (absorpce, odraz nebo rozptyl světla).



fotochromní (*photochromic*) – reakce na **změnu intenzity světla**

termochromní (*thermochromic*) – reakce na **změnu teploty**

mechanochromní (*mechanochromic*) – reakce na **napětí, deformaci**

chemochromní (*chemochromic*) – reakce na **chemické změny**

elektrochromní (*electrochromic*) – reakce na **elektrické pole**

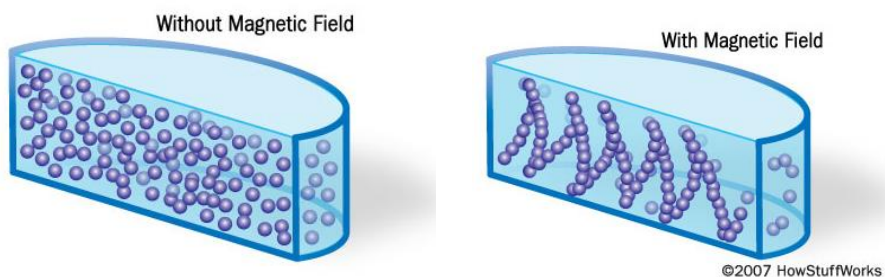
<http://www.hwsands.com/>

Využití:

- fotochromatická skla a barviva – samozatmavovací skla pro okna a brýle
- páskové teploměry, termochromatická skla (omezení přehřívání interiéru)
- indikátory dotyku nebo přítomnosti chemických látek
- elektrické ovládání světelné propustnosti zasklení
- dekorace měnící barvu

- **Magnetoreologické/elektroreologické materiály** (*magneto-/electrorheological*)

→ Při vystavení magnetickému/elektrickému poli mění tyto materiály své reologické vlastnosti. Konkrétně se jedná o změnu viskozity kapaliny. Rozptýlená zrna v kapalině v dosahu pole vytvářejí vláknitou strukturu, která brání smykové deformaci a tečení, a zvyšuje se smyková pevnost. Míra změny je silně závislá na intenzitě magnetického/elektrického pole.



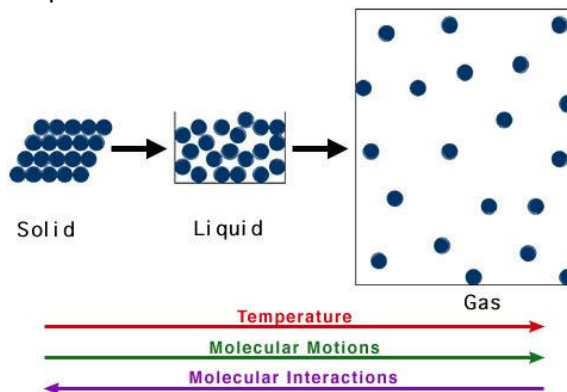
www.science.howstuffworks.com

Využití:

- aktivní tlumiče vibrací a nárazů (pracují v reálném čase)
- čištění povrchu strojových součástí, ochrana proti prachu
- chladicí látky pro cívky

- **Termotropní materiály** (*thermotropic – PCM = phase changing materials*)

→ Materiály se schopností absorpce latentního tepla na bázi změny skupenství. Látka je při určitých teplotách tání/tuhnutí schopná ukládat a poté zase uvolňovat velké množství energie. Teplu je pohlcováno/uvolňováno, když se materiál mění z pevné fáze na kapalnou a naopak.



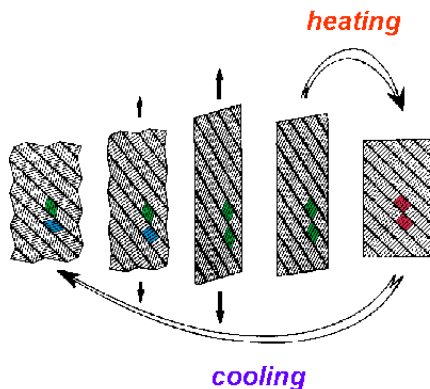
www.qwickstep.com

Využití:

- fasádní systémy, zasklení oken (ochrana proti přehřívání budov)
- sportovní oblečení (absorpce/uvolňování tepla v závislosti na vykonávané aktivitě a metabolickém teple)

- **Materiály s tvarovou pamětí** (*shape memory alloys/polymers*)

→ Materiály se schopností vracet se do svého původního předdefinovaného tvaru („tvarová paměť“). V primární fázi (austenitická fáze), která nastává za vysokých teplot, je materiál pevný. V sekundární fázi (martenzitická fáze) po ochlazení je měkký a poddajný a může být snadno tvarován. Po opětovném zahřátí na požadovanou teplotu se znovu vrací do původního tvaru (austenitická fáze). Materiály s tvarovou pamětí mohou pracovat i v závislosti na elektrickém poli místo na teplotě.



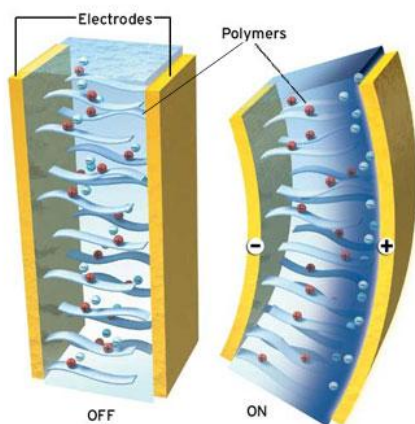
www.smaterial.com

Využití:

- lékařství – samoexpandující cévní stenty
- textilie, obroučky brýlí
- aktivní i pasivní tlumiče vibrací

- **Vodivé polymery** (*conducting polymers*)

→ Konjugované organické polymery s orbitaly, přes které se mohou pohybovat elektrony z jednoho konce polymeru na druhý. Uplatnění nacházejí ve vývoji umělých svalových vláken, kdy je mezi jednotlivé vrstvy vodivých polymerů vložena vrstva iontově vodivého materiálu. Při průchodu elektrického proudu v důsledku přenosu iontů jedna strana souvrství expanduje a druhá se smršťuje, což vede k ohybu celé struktury. Jedná se o přeměnu elektrické energie na mechanickou. Problémem umělých svalů zatím zůstává jejich životnost.



<http://spectrum.ieee.org>

Využití:

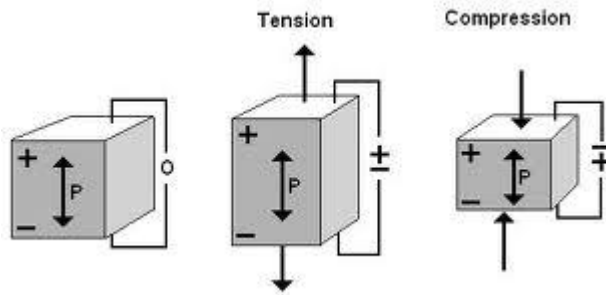
- umělá svalová vlákna
- displeje, obrazovky
- organické diody
- elektrochromatická zasklení
- biosenzory

TYP2:

- **Piezelektrické/feroelektrické materiály** (*piezoelectric/feroelectric*)

→ Mechanická deformace **piezelektrických** materiálů má za následek změnu elektrické polarizace, která se projeví jako elektrický náboj indukovaný na povrchu materiálu (piezelektrický jev). Využívá se k detekci pohybu, sil či vibrací zpracováním vytvořeného signálu. Obráceným jevem (elektrické pole vyvolává mechanickou deformaci materiálu) lze vyvolat posunutí, tlak nebo kmitání materiálu.

U **feroelektrických** materiálů (na rozdíl od piezelektrických) není jev polarizace lineární. Speciálním typem jsou **elektrostrikční** materiály, kdy je deformace materiálu úměrná kvadrátu intenzity vnějšího elektrického pole. Výhodou jsou menší hysteretní ztráty.



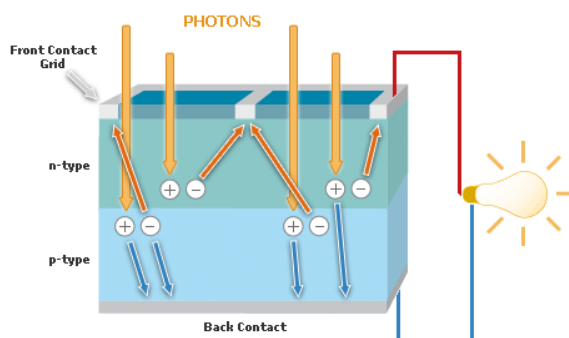
<http://bellespics.eu/>

Využití:

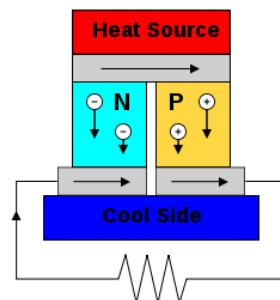
- senzory, čidla nárazu (např. airbagy)
- akustické měniče
- pasivní a aktivní tlumiče vibrací (např. „smart lyže“)
- aktuátory (mikromanipulační zařízení)

- **Fotovoltaické/termoelektrické materiály** (*photovoltaic/thermoelectric*)

→ Materiály se schopností transformace energie slunečního záření/tepelné energie na elektrický proud (viditelné spektrum – fotovoltaika, infračervené záření – termofotovoltaika). Základem transformace energií je fotovoltaický/Peltierův jev.



<http://www.abengoasolar.com/>



<http://www.enotes.com/>

Využití:

- fotovoltaické články – solární panely
- tepelná čerpadla

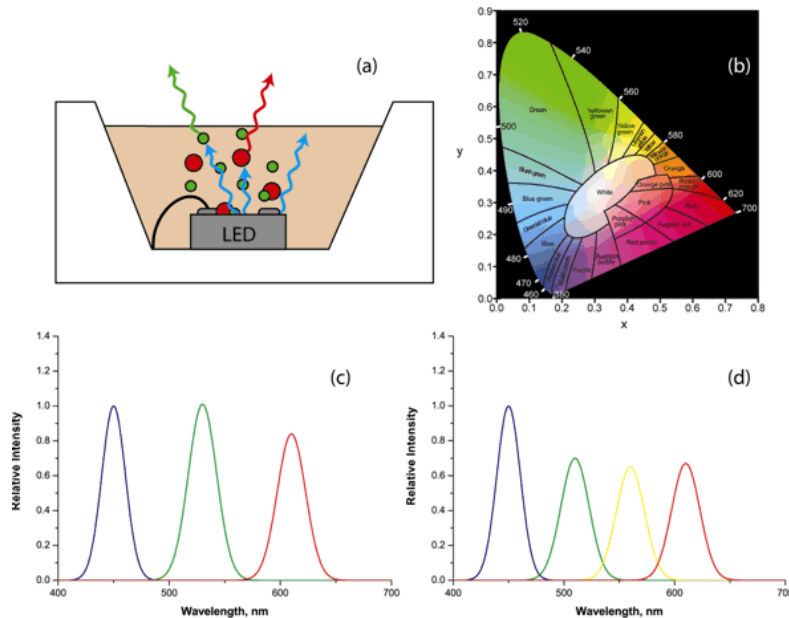
- **Luminiscenční materiály** (*luminescent*)

→ Materiály se schopností luminiscence samovolně emitují světelné záření, které je nad úrovní jejich tepelného záření. Luminiscence vzniká působením jiného záření, respektive excitací atomů a následným návratem do základního stavu + vyzářením fotonu.

Z hlediska kinetiky se rozlišuje **fluorescence** a **fosforescence**. U fluorescenčních materiálů luminiscence po odstranění zdroje ozařování vymizí, u fosforescenčních materiálů přetrvává a postupně odeznívá.

Podle formy energie, kterou je luminiscence buzena, rozlišujeme materiály na bázi:

- **fotoluminiscence** – způsobena UV, viditelným nebo infračerveným světlem
- **elektroluminiscence** – způsobena elektrickým polem
- **radioluminiscence** – způsobena ionizujícím zářením
- **chemoluminiscence** – způsobena exotermickou chemickou reakcí
- **bioluminiscence** – způsobena biochemickou reakcí v živých organismech (světlušky)



<http://www.nanocotechnologies.com>

Využití:

- pigmenty přidávané do barev a materiálů
- elektroluminiscenční pásy, displeje (osvětlování, dekorace)
- detektory rentgenového záření
- svítící tyčinky

Použitá literatura:

- M. Addington, D. Schodek: Smart Materials and Technologies for the architecture and design professions (2005, Architectural Press)
- Z. Potůček, P. Sedlák: Syllabus přednášek Smart materiály a jejich využití (2007, ČVUT - FJFI)

Pozn.:

Nepodařilo se dohledat všechny držitele autorských práv pro použité obrázky. Případné dotknuté osoby prosíme, aby nás kontaktovali.