

Corso di elementi costruttivi di machine biomediche

Arti Ahluwalia, Carmelo De Maria

Con support di Ludovica Cacopardo, Ermes Botte

Materiali

- **Solidi**
- Liquidi
- Gas
- Plasma



Materiali -> qualcosa di tangibile di cui e' composto un oggetto fisico.

Scienza dei materiali -> lo studio delle relazioni esistenti tra le strutture e le proprietà dei materiali

Ingegneria dei Materiali -> Sulla base di queste correlazioni struttura-proprietà, progettare o ingegnerizzare la struttura di un materiale per produrre delle proprietà predeterminate

Proprieta' funzionali

- Struttura atomica, molecolare e a nano e microscala : determina le proprieta fisiche intrinseche e estrinseche
- Le proprieta' distinguono il tipo e ampiezza di risposta ad un stimolo
 - Elettriche
 - Meccaniche
 - Magnetiche
 - Ottiche
 - Termiche
 - Chimiche (ci interessa soprattutto le prorieta' deteriorative es corrosion e degradazione)

Micro e nano scale e processi

Oltre alla struttura e alle proprietà, nella scienza e nell'ingegneria dei materiali, sono importante: «processamento" e "prestazioni".

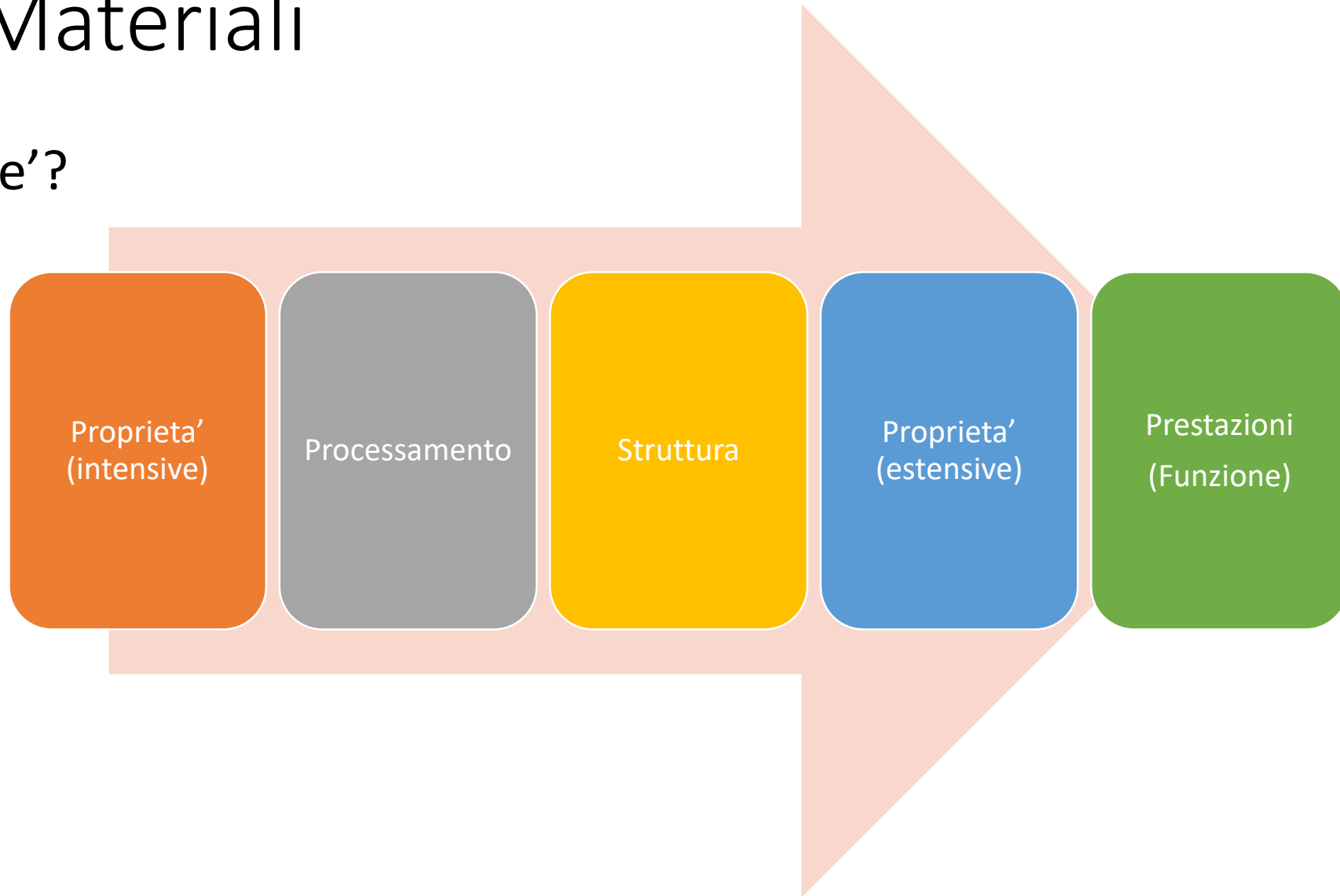
Processamento -> preparazione o attuazione di una procedura prescritta, ad es. la lavorazione del minerale per ottenere un metallo

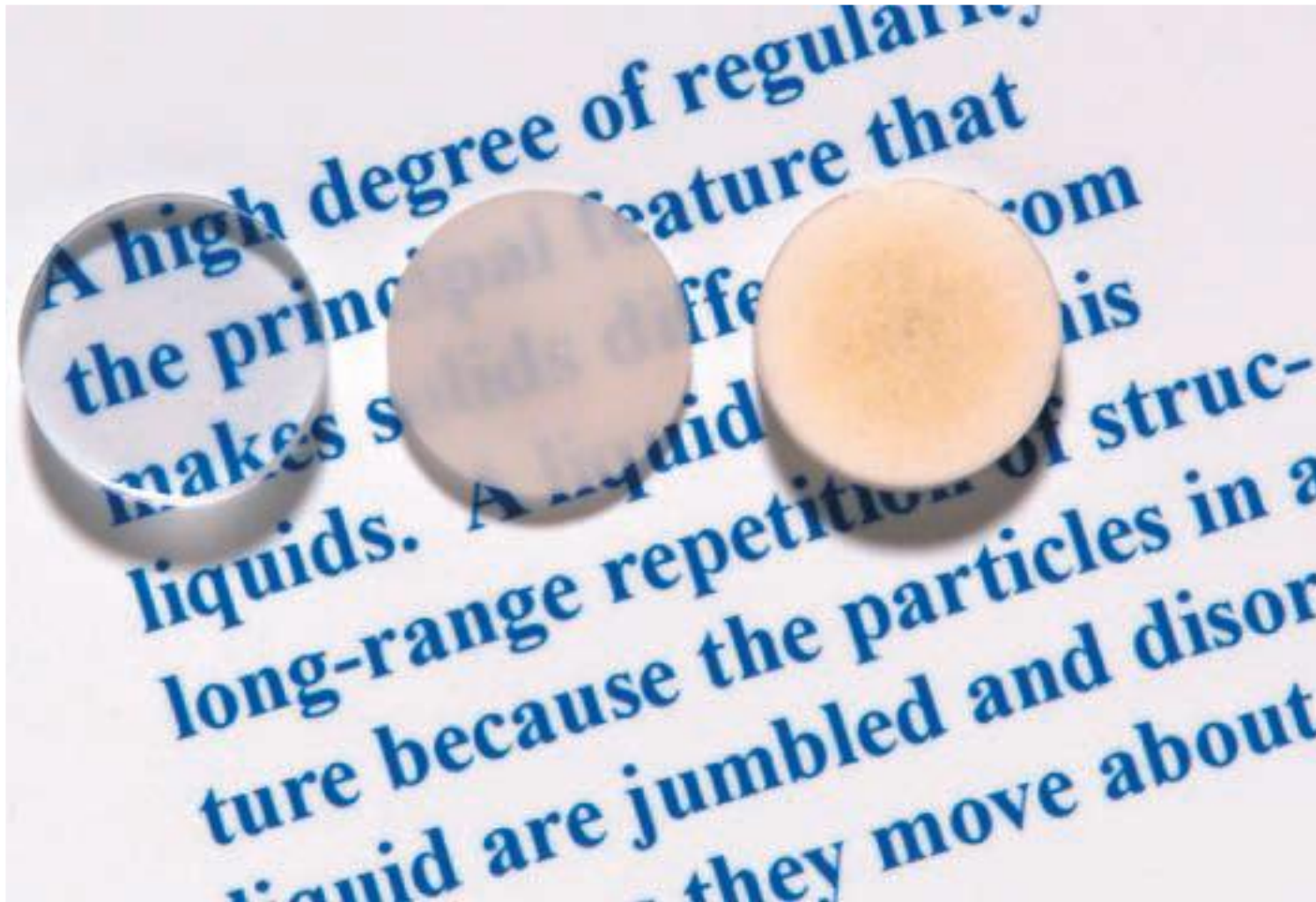
Performance o prestazione -> la realizzazione di un comportamento predeterminato.

Cosa intendiamo? Come puo' il processamento influenzare la performance?

Materiali

- Perché?





Ossido di Al.

Cristallo singolo

Tanti cristalli
piccolo connessi
tra di loro

Tanti cristalli piccoli con
spazi e/o pori

Siamo totalmente dipendenti dai materiali, dalle loro proprietà e prestazioni.

Per un ingegnere, e' critico poter selezionare il materiale giusto tra le migliaia disponibili (QUINDI DOBBIAMO CONOSCERLI BENE!)

E' raro che un unico materiale possieda una combinazione ideale di proprietà che servono per un determinato uso

Molto importante considerare il deterioramento delle proprietà che può verificarsi durante l'uso.

E in fine....Quanto costerà il prodotto finito?

La classificazione di materiali

- 3 classi principali
- Metalli
- Polimeri (organici)
- Ceramiche (sono quasi polimeri inorganici)

Altri

Compositi (anche biologici)

Nanomateriali

Materiali avanzati

Semiconduttori

I metalli

- Ferro, Argento, Rame, Oro, Nickel
- Leghe es ottone, Nitinol
- Metalli con piccolo componente non metallico (O, C, N)



Metalli

Questi materiali sono composti da uno o più elementi metallici e spesso anche elementi non metallici in quantità relativamente piccole

Gli atomi nei metalli e le loro leghe sono disposti in modo molto ordinato e rispetto alla ceramiche e polimeri, sono relativamente densi

Caratteristiche distintive -> rigido, forte, duttile, resistente alla frattura (vediamo cosa vuole dire dopo)

I materiali metallici hanno un gran numero di elettroni non localizzati (tante delle loro proprietà sono dovute a questo)

Alcuni metalli (Fe, Co e Ni) hanno proprietà magnetiche



Ceramiche

- Al_2O_3 ;
- Si_2O_3 ;
- SiC
- Si_3N_4



Le ceramiche sono composti che contengono elementi metallici e non metallici; sono più frequentemente ossidi, nitridi e carburi

Ceramiche tradizionali -> minerali argillosi (es. Porcellana), cemento e vetro

Ceramiche comuni (non tradizionali) -> allumina, silice, carburo di silicio, nitruro di silicio

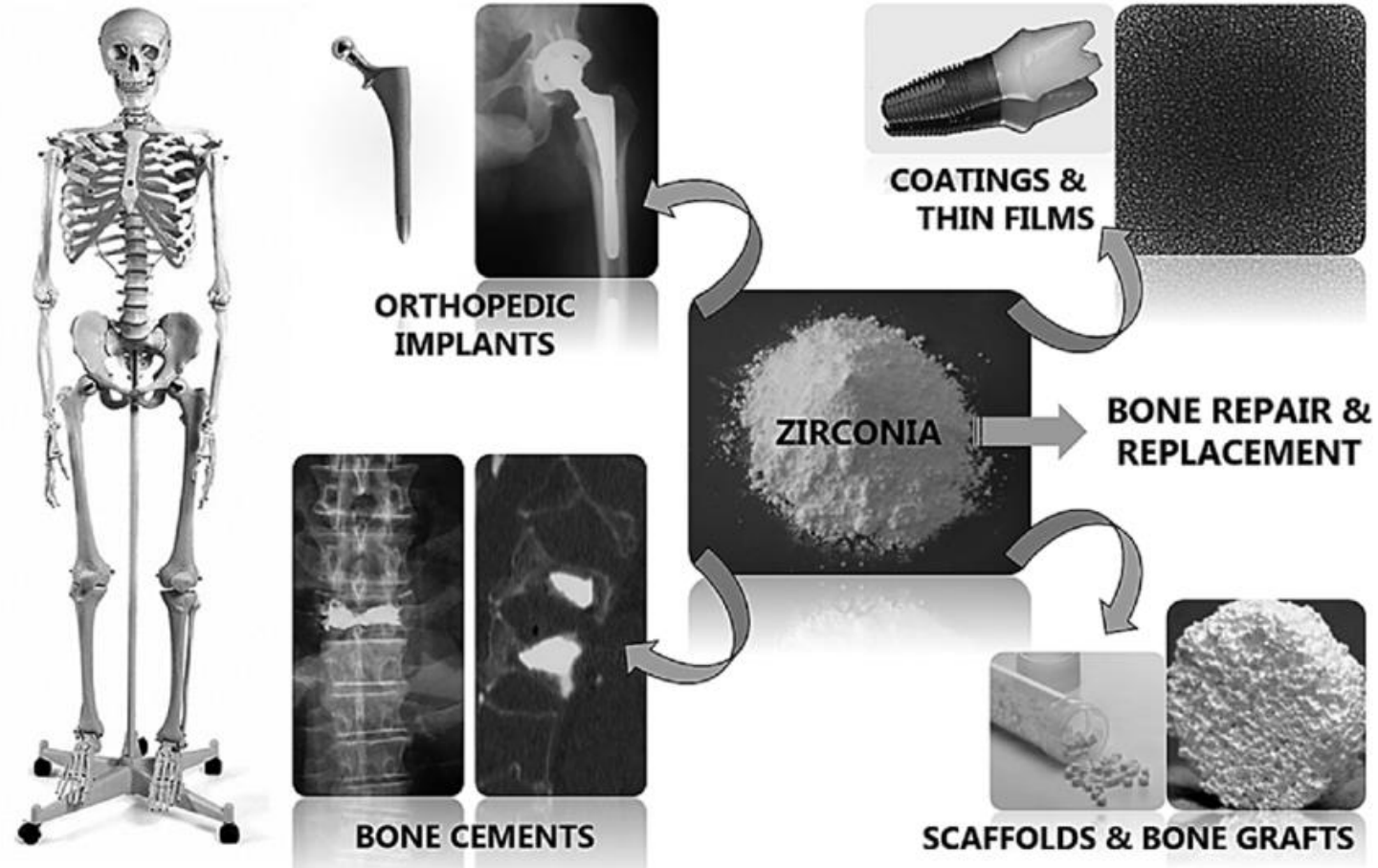
Relativamente rigidi e forti: la rigidità è paragonabile a quella dei metalli.

Molto **duri** e quindi, molto **fragile**

Ceramiche

- Tipicamente Isolanti termici e elettrici
- più resistente a alte temperature e a ambienti «difficili» rispetto a metalli e polimeri.
- Possono essere trasparente, traslucidi o opachi
- alcune ossidi (ad es. Fe_3O_4) hanno un comportamento magnetico

Ceramiche e applicazioni biomediche

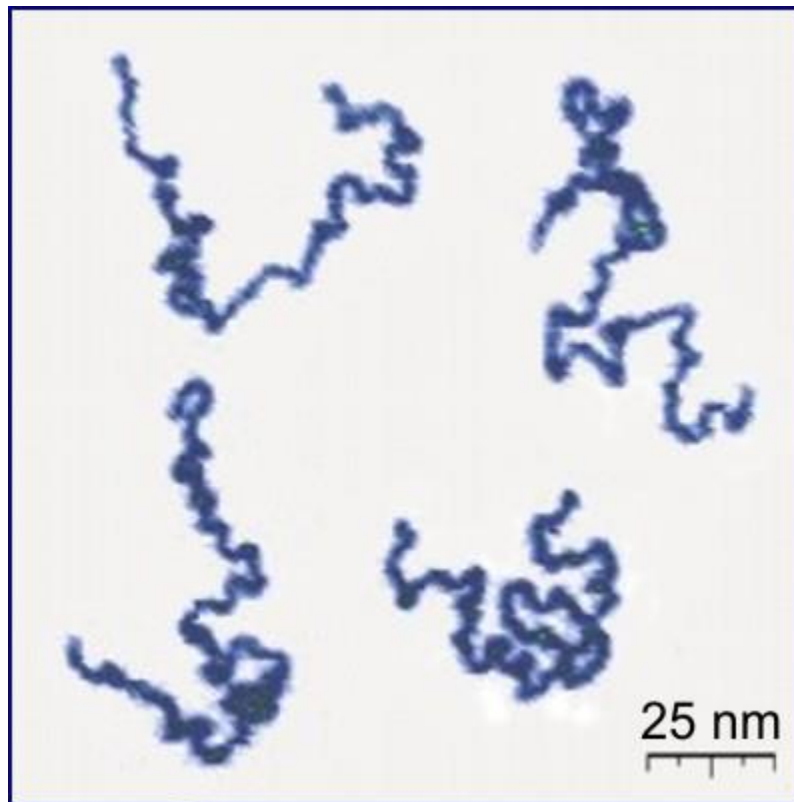




Polimeri: la classe piu' grande

- Macromolecole composte da unità strutturali ripetute
- composti organici basati su carbonio, idrogeno e altri elementi non metallici (ad es. O, N e Si)
- Strutture molecolari molto grandi, spesso a catene con backbone di carbonio
- Polimeri comuni -> polietilene (PE), nylon, polivinilcloruro (PVC), policarbonato (PC), polistirene (PS) e gomma siliconica
- Viene usato il nome «plastica» o «plastiche» in maniera sbagliata

Catene polimeriche



Proprieta' di Polimeri

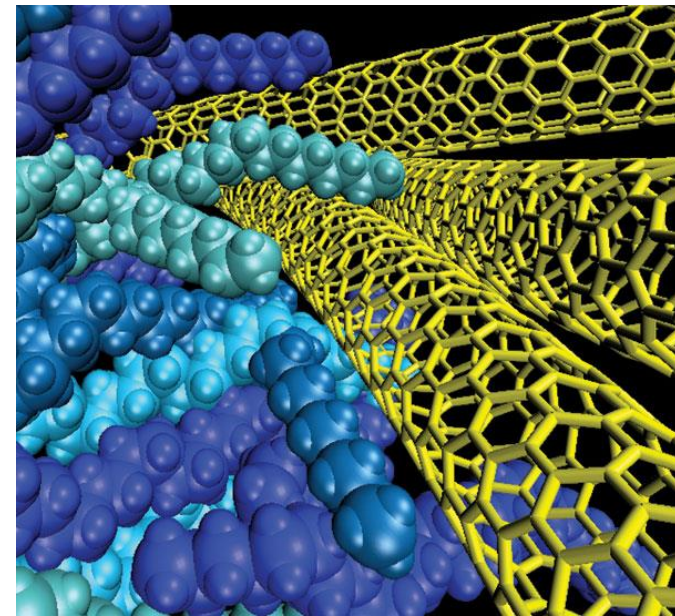
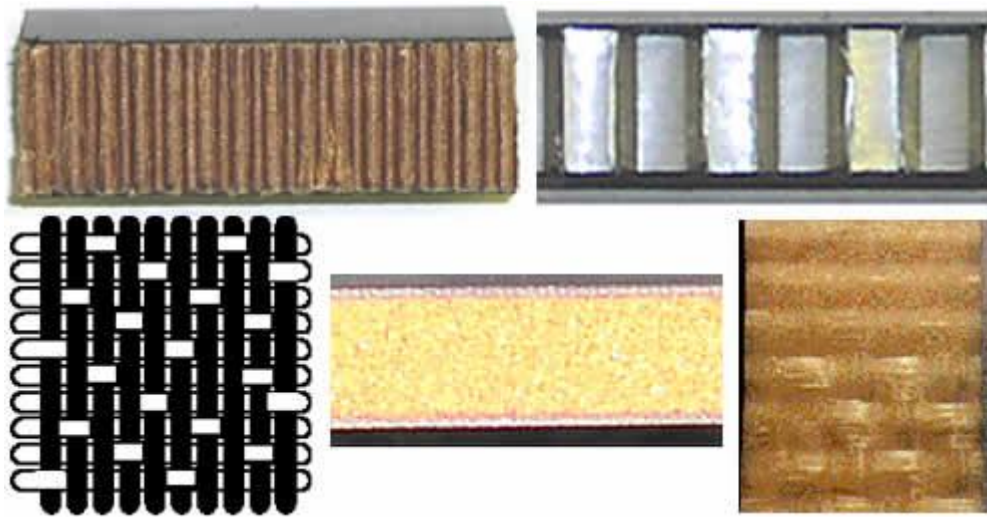
- basse densità
- caratteristiche meccaniche sono generalmente diverse dai materiali metallici e ceramici - né rigidi né forti
- molti dei polimeri sono estremamente **duttili e flessibili**
- chimicamente inerte
- **Maggiore svantaggio:** tendenza ad ammorbidire e / o decomporre a temperature modeste
- basse conduttività elettriche
- non magnetiche





Compositi

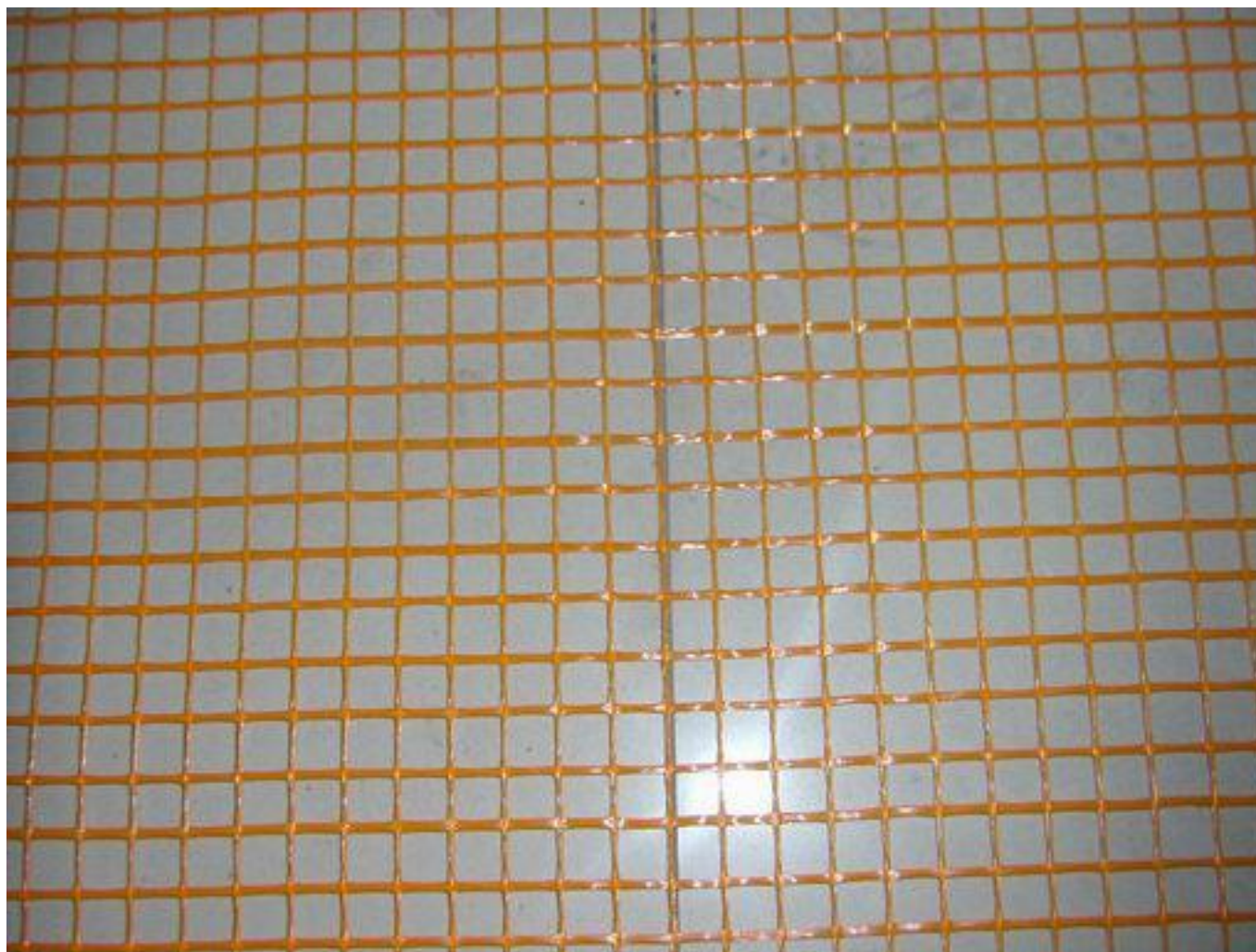
Sono costituiti da due o più materiali costituenti con proprietà fisiche o chimiche significativamente diverse, che rimangono separati e distinti a livello macroscopico all'interno della struttura finita



Compositi

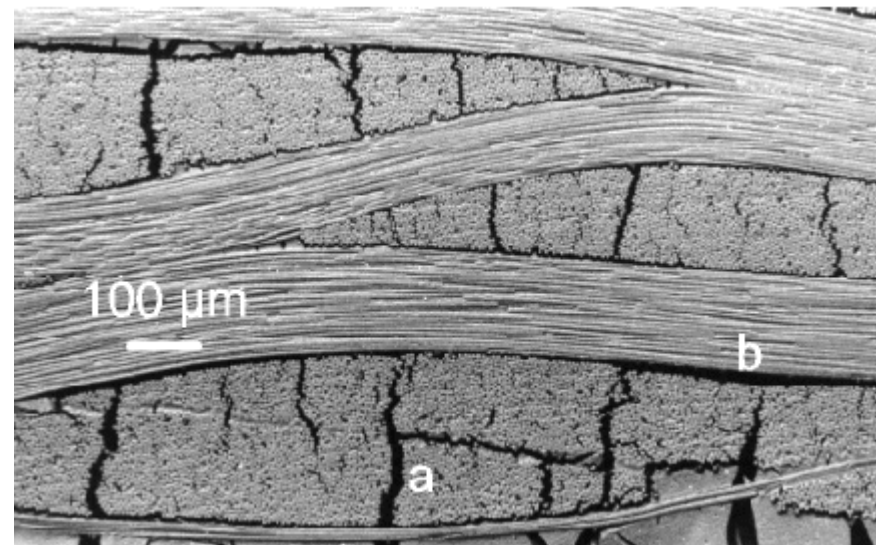
- Il materiale composito ha proprietà molto diverse dai materiali costituenti
- I compositi sono normalmente sintetici. Esistono alcuni naturali (legno e altri materiali nelle piante)
- Fibre di vetro: fibre di vetro in un polimero
- Polimero: leggero, non forte, flessibile
- Vetro: rigido, pesante, fragile

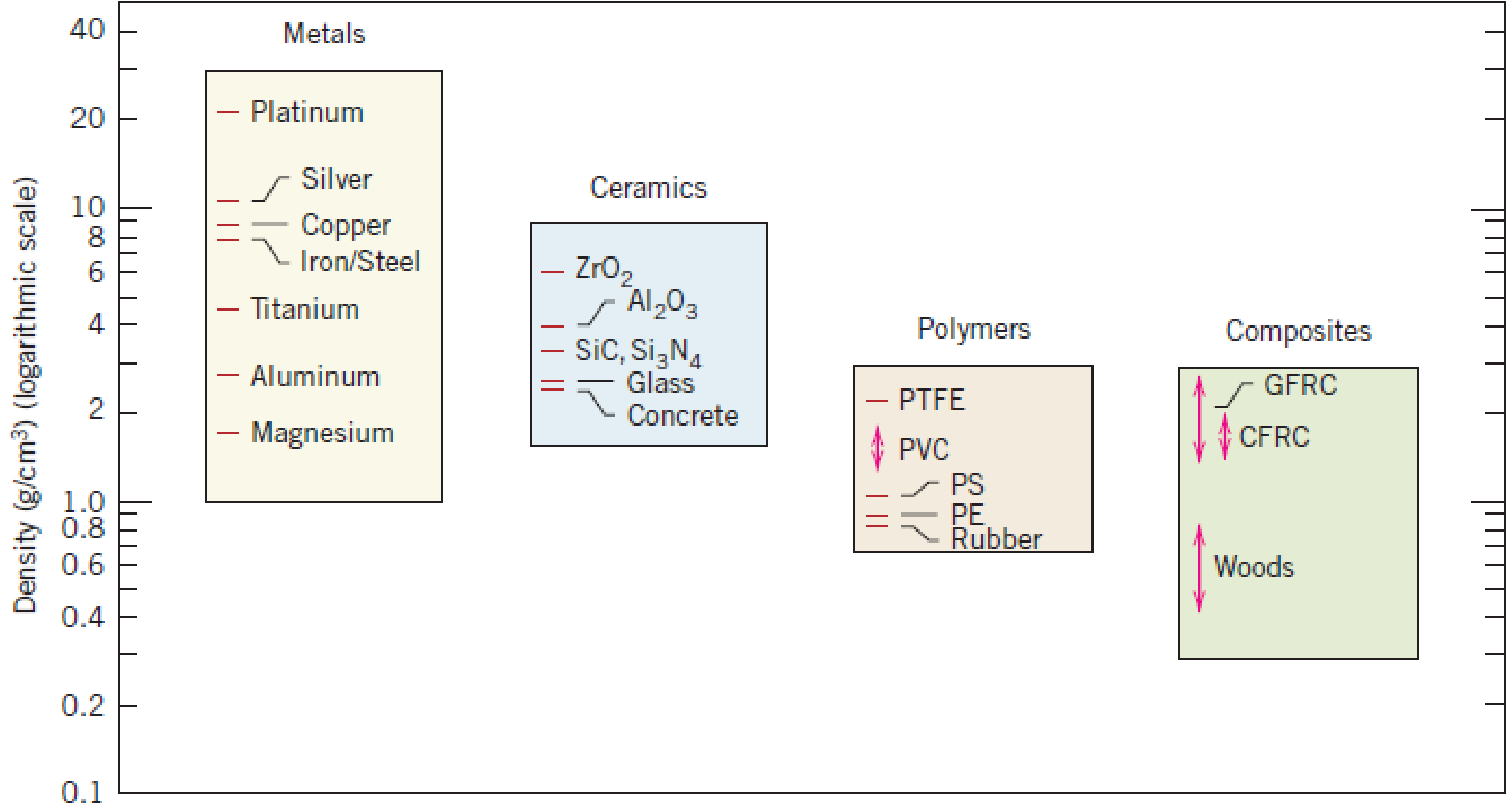
GFRP, CFRP

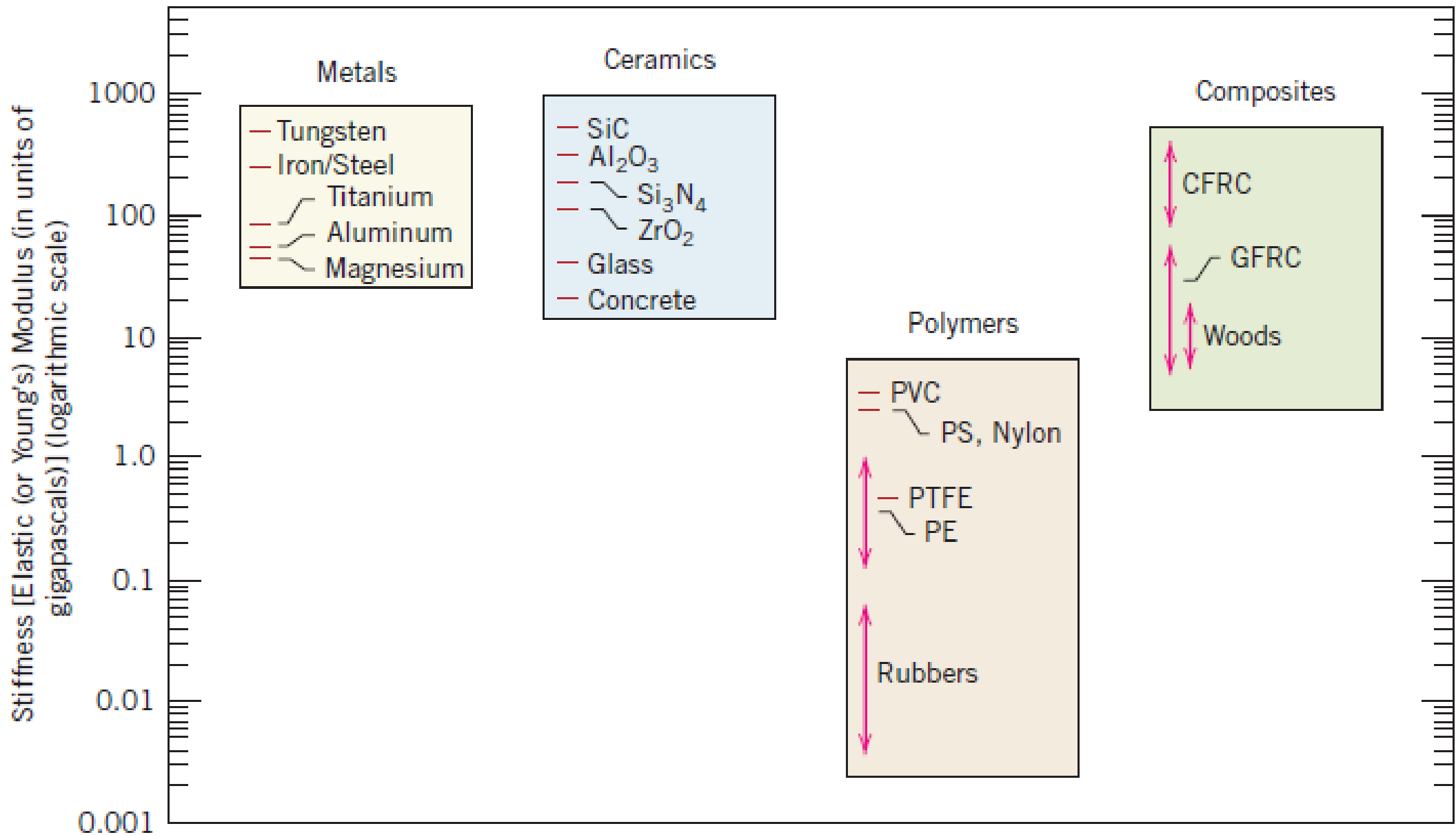


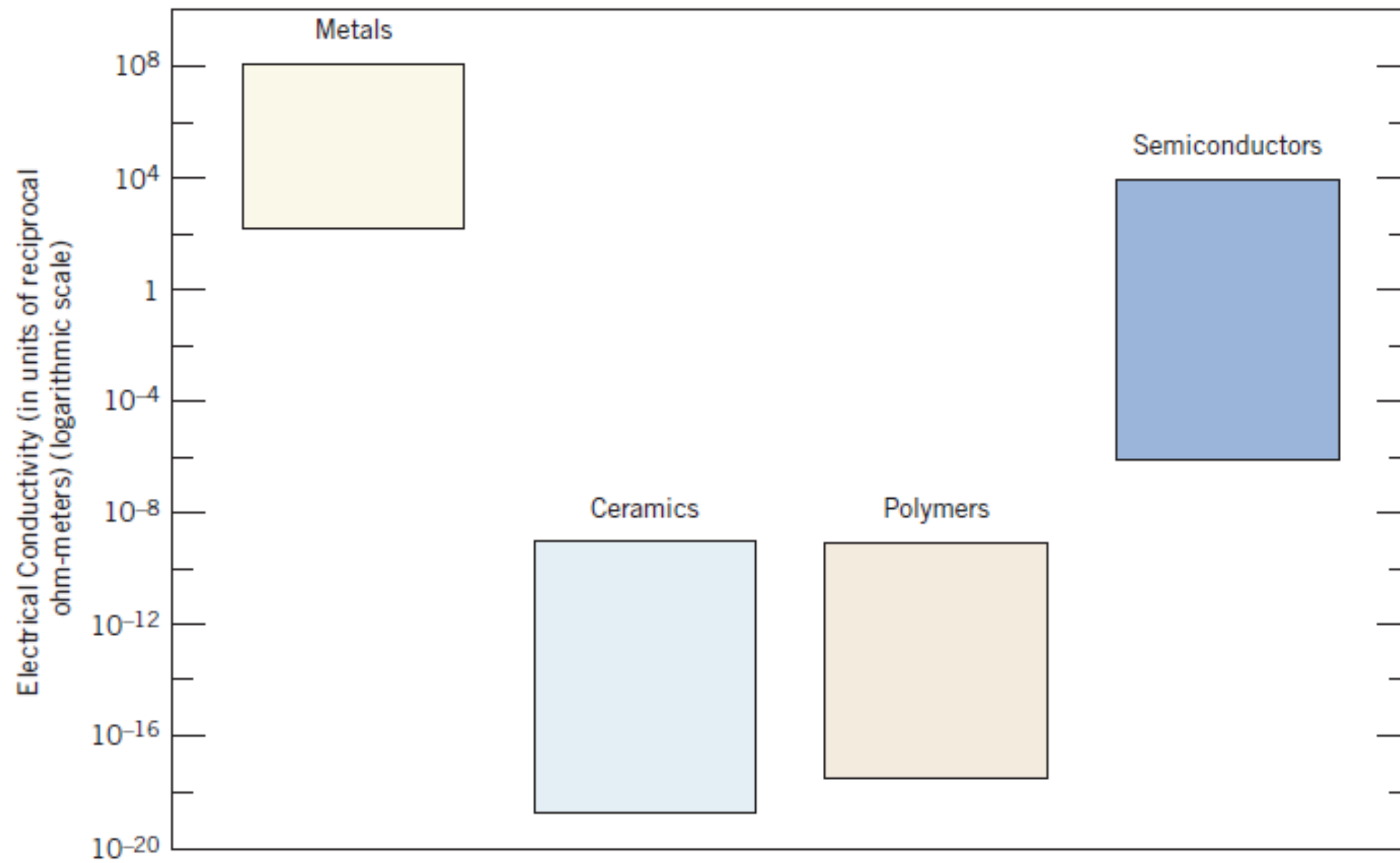
CFRP

- Fibre di carbonio in un polimero
- Molto piu forte e flessibile di GFRP
- Molto costoso
- Sport, automobile, aerei









ALTRI MATERIALI

- Materiali avanzati
- Semiconduttori
- Biomateriali
- Nanomateriali

Nel corso di Materiali Intelligenti.....

| <i>Materiali</i> | Vantaggi | Svantaggi | Applicazioni |
|---|---|---|--|
| Metallici (acciai, titanio e leghe, leghe di cobalto) | Elevate caratteristiche meccaniche, resistenza alla usura | Scarsa biocompatibilità, alta densità di massa, facilità di corrosione in ambiente fisiologico | Mezzi di osteosintesi, protesi per ortopedia e odontoiatria |
| Polimerici (siliconi, poliuretani, polietilene, acrilati, fluorurati, poliesteri) | Tenacia, bassa densità, facilità di lavorazione | Bassa resistenza meccanica, degradabilità nel tempo | Suture, cateteri, drenaggi, protesi cardiovascolari, cementi per ossa, dispositivi per il trattamento del sangue |
| Ceramici (ossidi di alluminio, alluminati di calcio, ossidi di titanio, carboni) | Buona biocompatibilità, inerzia chimica, elevata resistenza alla compressione, resistenza alla corrosione | Bassa affidabilità meccanica, bassa resistenza alla trazione impulsiva, alta densità di massa, fragilità, difficoltà di lavorazione | Protesi d'anca, protesi dentali, dispositivi percutanei |
| Compositi (metalli rivestiti con ceramici, matrici rinforzate con fibre) | Buona biocompatibilità, inerzia chimica, buone caratteristiche meccaniche, resistenza alla corrosione | Scarsa coesione tra i componenti, difficoltà di lavorazione | Protesi valvolari cardiache, protesi di ginocchio |
| Biologici (vene, pericardio, valvole cardiache) | Ottima biocompatibilità | Scarsa affidabilità meccanica, difficoltà di trattamento e conservazione | Protesi vascolari, protesi valvolari, rivestimenti |