

## **Metalli Amorfi**

A cura di

D.ssa Elena Biasiolo – MaTech®

Tutte le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali sono conseguenza della struttura atomica, la quale a sua volta è dovuta alle interazioni fra gli elettroni che costituiscono gli atomi dei diversi elementi che compongono il materiale.

Per i metalli, la struttura è semplice e ordinata; si parla dunque di reticolo cristallino formato da atomi disposti secondo una struttura atomica ben precisa. La duttilità e la malleabilità, ad esempio, sono caratteristiche che dipendono da questa disposizione regolare degli atomi.

I metalli tendono ad avere una resistenza meccanica molto alta, soprattutto a trazione; inoltre hanno in genere punti di fusione ed ebollizione molto alti. Queste proprietà sono dovute alla capacità degli elettroni di delocalizzarsi e viaggiare liberamente attraverso la matrice metallica, formando un gas di elettroni: più elettroni sono condivisi tra i nuclei, migliori sono le caratteristiche meccaniche del metallo.

Il vetro, invece, per la disposizione casuale delle sue molecole viene definito un liquido molto viscoso. Per comprendere questo concetto si può pensare alla lava, un fluido incandescente composto da gas, liquido e solido. Durante un'eruzione, la lava ha temperature dell'ordine di 1000° C, ma alla temperatura ambiente si raffredda e solidifica rapidamente, vetrificando, impedendo alle varie specie minerali la possibilità di formare i propri cristalli e con la quasi totale perdita di mobilità.

### **Tra vetro e cristallo**

#### **Questione di struttura**

Se in alcuni casi è alquanto utile disporre di materiali con una perfetta struttura cristallina, può essere altrettanto utile produrre metalli che non conservano nulla dell'ordine primitivo.

Sulla base di questa prospettiva, una nuova frontiera nell'ambito dei materiali si è raggiunta mettendo a punto una rivoluzionaria tecnologia che ha permesso di ottenere i metalli amorfi, ossia metalli che perdono la struttura ordinata acquistando così nuove proprietà e caratteristiche: per tale motivo vengono anche definiti metalli liquidi.

La struttura amorfa si ottiene grazie a un procedimento di raffreddamento ultrarapido della massa fusa che, impedendo la formazione dei cristalli, dà alla struttura del materiale un carattere vetroso. La lega di metallo viene fusa e colata all'interno di una centrifuga rotante ad alta velocità e sottoraffreddata; il metallo subisce così un brusco sbalzo termico che può arrivare fino a mille gradi al secondo. Come in ogni liquido, nella lega fusa gli atomi si muovono in modo casuale e non hanno un ordine né a lungo né a corto raggio; il repentino e veloce raffreddamento causa un "congelamento" degli atomi del metallo nella loro posizione di disordine, dal momento che non hanno avuto il tempo per disporsi nel loro reticolo cristallino.

La prima caratteristica interessante che deriva da questa loro struttura disordinata è l'assenza dei domini di Weiss (presenti solo in metalli con struttura cristallina ordinata). Questo provoca la perdita istantanea di un'eventuale magnetizzazione precedentemente acquisita e legata ai domini di Weiss.

### **Caratteristiche innovative**

#### **La rivoluzione**

Diversamente dai metalli cristallini, i metalli liquidi avendo una struttura amorfa non presentano i bordi di grano dovuti ai domini cristallini e quindi non presentano le aree deboli legate proprio a questi bordi di grano. Infatti i metalli convenzionali vengono intaccati, deteriorati e arrivano a frattura a causa della presenza di difetti intrinseci conosciuti come bordi di grano e dislocazioni dei piani cristallini, i quali sono presenti in grandi quantità all'interno di un materiale cristallino e fungono da punti di partenza per l'ossidazione. I metalli amorfi non avendo una struttura cristallina, che porta questi difetti, hanno delle caratteristiche intrinseche quali elevata elasticità (deformazione fino al 2% in campo elastico, paragonabili quindi ai tecnopolimeri), elevata durezza e resistenza alla corrosione.

Le loro proprietà sono interessanti sia sul piano meccanico (particolarmente duri e tenaci) che su quello elettrico (la loro resistività, a differenza di quella dei metalli cristallini, non varia con

la temperatura). E' necessario però sottolineare che le leghe amorfe variano le proprietà chimiche, fisiche, meccaniche ed elettriche in base agli elementi di lega: si possono avere leghe speciali a base Zirconio, Titanio, Nickel, Rame e Berillio.

La resistenza elevata dei metalli amorfi non è l'unico pregio. Una caratteristica fondamentale di questo materiale è che può essere iniettato come un polimero, ottenendo particolari quasi finiti che riducono al minimo la necessità di lavorazioni meccaniche. L'idea, dunque, che si possa stampare un metallo con le forme complesse tipiche dei polimeri iniettati mantenendo elevata durezza superficiale e resistenza meccanica è una rivoluzione nel mondo dei metalli.

## **Applicazioni e Innovazione**

### **Il trasferimento tecnologico**

I metalli amorfi non presentano deformazione plastica e dunque sono fragili oltre il campo elastico; tendono ad avere a rottura fragile senza deformazione perché le cricche si propagano nella sezione in assenza dell'ostacolo dovuto ai piani cristallini, come avviene per i normali metalli. Il problema è stato risolto creando sulla superficie del materiale delle strutture dendritiche che vanno a bloccare il propagarsi delle cricche all'interno del pezzo.

La spinta alla risoluzione di questo problema è venuta da mondo sportivo, in particolare dal golf, nel quale le mazze realizzate con questo materiale hanno il vantaggio di presentare grande risposta elastica pur garantendo elevata resistenza all'impatto.

La durezza superficiale del metallo amorfo è tale da averlo reso un valido sostituto all'uranio impoverito nelle testate dei missili; grazie all'elevata resistenza all'abrasione viene depositato come coating nelle trivelle di perforazione dei pozzi petroliferi, riducendo in maniera sostanziale i costi dovuti ai fermi dell'impianto per manutenzione.

Altre caratteristiche peculiari di questo materiale sono l'elevato rapporto resistenza-peso, che rende possibile la realizzazione di pezzi molto sottili con elevata resistenza meccanica, e la certificazione FDA, grazie alla proprietà di questi metalli di non rilasciare sostanze dannose per l'organismo.

Attuali settori in cui i metalli amorfi stanno trovando proficua applicazione, oltre al militare e all'aerospaziale, sono quelli dell'articolo sportivo, delle protesi biomedicali, dell'elettronica di largo consumo e dei beni di lusso, in particolare grazie alle nuove leghe amorfe di oro e palladio.

Queste le parole del Prof. Michael Ashby, autorità indiscussa nella classificazione dei nuovi materiali: "Dopo la scoperta delle plastiche termoindurenti, circa 50 anni fa, le leghe amorfe sono la scoperta più significativa nel mondo della scienza dei materiali".

Operando nell'ambito del trasferimento tecnologico, MaTech®, grazie al metodo MITT® di Ricerca Materiali e Trasferimento Tecnologico, in collaborazione con l'azienda leader nella produzione dei metalli amorfi, sta sviluppando progetti per l'applicazione dei metalli amorfi nei settori dei beni di largo consumo.

## **GLOSSARIO MATECH**

**Domini di Weiss:** i materiali ferromagnetici sono formati dall'aggregazione di innumerevoli "domini magnetici" o "domini di Weiss" composti da molecole o atomi che possiedono un momento magnetico proprio e sono allineati fra loro.

**Elastico:** materiale che se sottoposto a sollecitazioni esterne, si deforma in modo totalmente reversibile e quasi istantaneo.