

Scheda 2: Leghe a memoria di forma

Responsabile

Prof. Paolo Ruggerone

Durata

1:00 ora

Breve descrizione degli scopi dell'esperimento

Le leghe a memoria di forma (in Inglese: “*shape memory alloys*”) sono una famiglia di materiali metallici che hanno la capacità di riacquistare la loro forma originaria se deformati e poi sottoposti ad appropriato trattamento termico. Le leghe a memoria di forma trovano applicazione in diversi campi, dalla medicina all'industria automobilistica e aerospaziale.

Gli scopi dell'esperimento possono essere riassunti in

- a. comprensione del principio su cui si basa il comportamento delle leghe a memoria di forma;
- b. determinare qualitativamente le proprietà di una lega commerciale di NiTi;
- c. proporre una spiegazione del comportamento di questi materiali sulla base delle diverse strutture cristalline.

Fasi

- 1) Descrizione delle strutture cristalline
- 2) Descrizione delle leghe
- 3) Martensite e austenite
- 4) Realizzazione dell'esperimento

Tutore: Federica Orrù

Leghe a memoria di forma

Introduzione e background

Le leghe sono soluzioni solide di due o più componenti: tra le leghe più comuni ci sono gli acciai (leghe ferro-carbonio), ma quelle oggetto delle esperienze sono conosciute come “*leghe a memoria di forma*”: esse possono avere composizione diversa ad esempio:

- leghe ferrose come la lega FeMn,
- leghe FeNiAl,

- leghe NiTi.

Le leghe di NiTi sono chiamate leghe Nitinol, dalle iniziali di Nichel, Titanio, Naval Ordnance Laboratory, dal laboratorio dove furono prodotte e studiate per la prima volta nel 1965. Le leghe NiTi possono esistere in fasi diverse, cioè gli atomi di nichel e di titanio possono essere disposti in modo diverso nel reticolo, come mostrato dallo schema seguente:

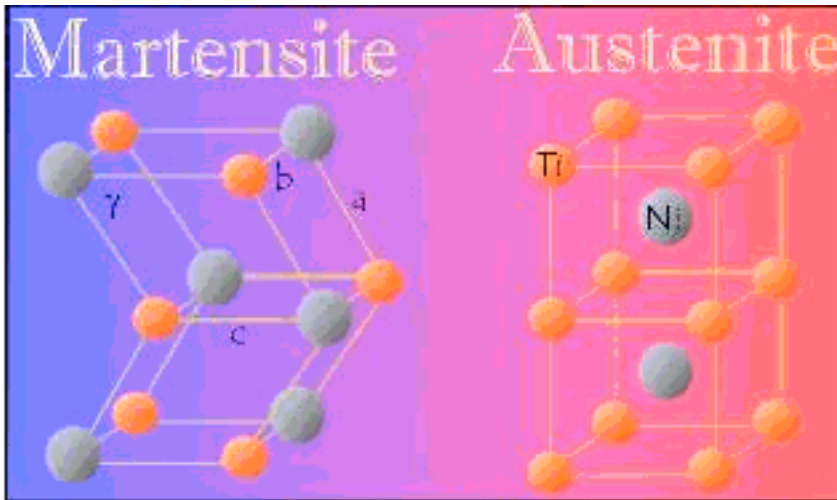


Figura 1: Struttura martensitica (sinistra) e austenitica (destra) della lega Nitinol (da www.ing.unitn.it)

Il fermaglio di Nitinol viene forgiato ad alta temperatura, corrispondente alla disposizione degli atomi rappresentata nella parte destra della Figura 1 e detta austenitica. A temperatura ambiente la disposizione degli atomi è differente, come illustrato nella parte sinistra della Figura 1. Si tratta della cosiddetta struttura martensitica che risulta facilmente deformabile. La struttura martensitica consiste in una fitta disposizione di piani cristallini specularmente disposti l'uno rispetto all'altro e dotati di un'elevatissima mobilità relativa. Per una migliore comprensione si pensi alla struttura del mantice di una fisarmonica. Il ruolo di questi piani è il seguente: quando il materiale viene deformato da una forza esterna, invece di rompere legami cristallografici e danneggiare la propria struttura più intima, esso dispiega progressivamente i piani reticolari accomodando la deformazione complessiva senza realizzare spostamenti atomici significativi. Di nuovo si pensi all'atto di allungare una fisarmonica, malgrado la singola piega del mantice si muova di poco l'intera struttura si dispiega per una lunghezza molto maggiore. Quando il filo deformato viene riscaldato a ca 100°C, gli atomi si ridispongono secondo la struttura austenitica, ed esso riprende la configurazione e la forma iniziali. La temperatura alla quale la lega "ricorda" la sua forma primitiva può essere modificata mediante variazione della composizione o con appropriati trattamenti termici

Lavoro Sperimentale

Materiale e strumenti

Materiali:

Fermagli acquistati in cartoleria

Fermagli di lega NiTi (Nitinol)

Acqua

Vetreteria:

Becher da 100 cm³

Apparecchi e attrezzature:

Piastra riscaldante, 1 pinzetta di acciaio inox, un termometro

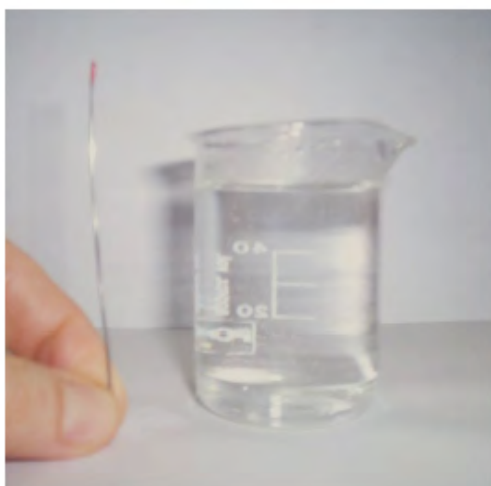
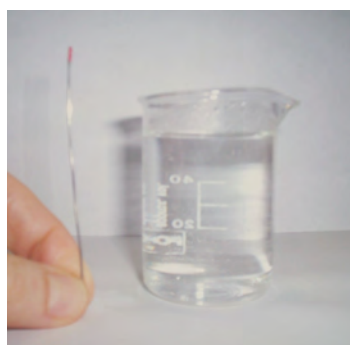
1 paio di guanti da forno, un'ancoretta magnetica

Avvertenza

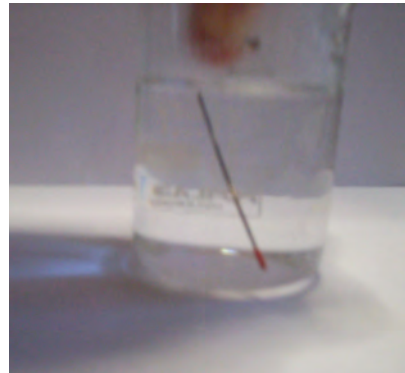
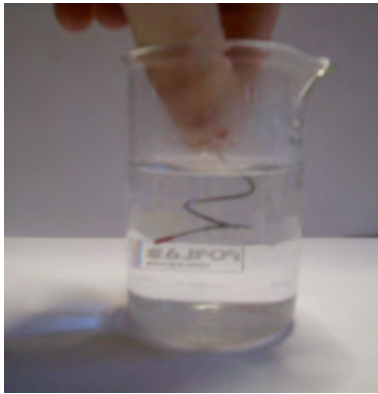
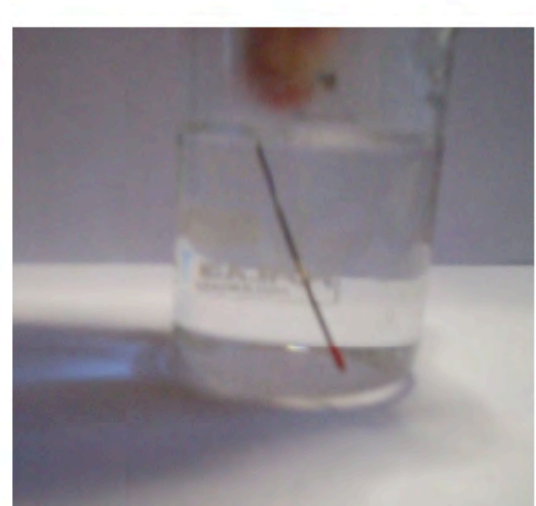
Gli allievi devono stare attenti a non ustionarsi le dita quando immergono i fili nell'acqua bollente: essi devono prendere e tenere l'estremità del filo con una pinzetta. E' obbligatorio indossare gli occhiali di sicurezza ed i guanti da forno prima di cominciare l'esperienza.

Esperienza

1. Riempire il becher da 100 cm³ con acqua di rubinetto;
2. Mettere l'acqua a scaldare sulla piastra riscaldante, immergervi l'ancoretta magnetica ed accendere la piastra;
3. Prendere con le pinzette un fermaglio di metallo comune e deformato;
4. Ripetere il procedimento del punto 4 con un fermaglio di Nitinol e deformare anche questo;



5. Immergere prima il fermaglio di Nitinol e poi il fermaglio di metallo comune nell'acqua bollente;



6. Descrivere brevemente quanto osservato;
7. Vuotare il becher e lasciare pulito il posto di lavoro