

さくっと

テーマ

形状記憶合金



「さくっと」とは？

興味のある分野について、さくさくと勉強が進むように作成された調べ方ガイド(パスファインダー)です。みなさんの学習支援を行う図書館学生サポーターが作成しました。ぜひ学習の際に参考にしてください。

図書館学生サポーター 林

1. はじめに

形状記憶合金とは、変形させても、それをある温度以上に加熱すると、変形前の形に戻るといふ、まさに「記憶」を持った合金のことです。約60年前に発見されて以来、多くの研究開発がなされ、新しい時代の一翼を担うことが期待されています。

形状記憶合金は自分の研究テーマにも関係するものなので、分かりやすく説明や書籍紹介が出来たらと思い、今回さくっとを作製しました。

● テーマに関するキーワード

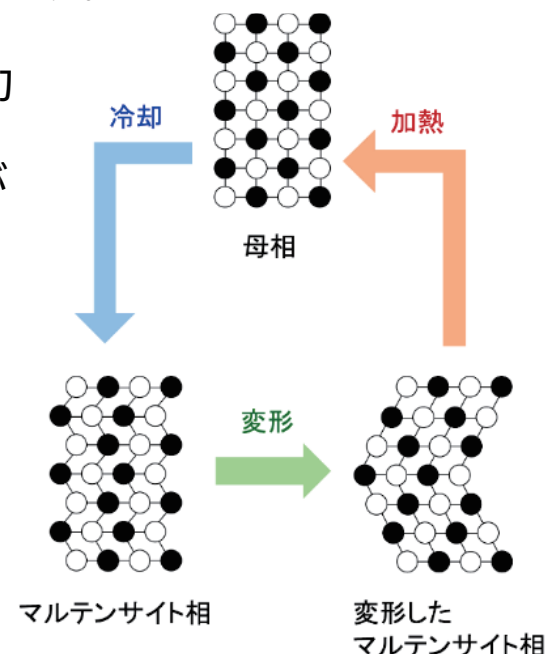
形状記憶、超弾性、母相、マルテンサイト相、相変態、Ni-Ti合金、ニチノール、ベータロイ、生体材料、Niフリー形状記憶合金

2. 材料が記憶を持つ理由

形状記憶効果は、金属の結晶構造と温度との関係によって現れます。物質は加熱・冷却によってその温度における安定状態へと変化し、これを「相変態」といいます。身近な例を挙げると、水は0°Cで固相から液相へ、100°Cで液相から気相へ相変態します。それとは別に、固相の中でも相変態が起こって結晶構造が変化することがあり、それによって多くの面白い性質を持った材料が開発されています。

通常の場合、冷却すると原子がバラバラに動くので、変形させた後に加熱しても基本的にはもとの形に戻ることはありません。それに対して形状記憶合金の場合、図に示すように、はじめの状態(母相)から冷却すると、原子の並びはそのまま少しだけ原子面同士がずれた状態(マルテンサイト相)になります。そこからさらに変形を加えても、原子面がずれるだけで原子の並びはそのままなので、加熱するともとの安定な形に簡単に戻ることが出来ます。このような性質のために、まるで金属が記憶をもっているかのようにみえます。

ちなみに、室温で母相の状態になるように合金の原子比や加工温度を調整すると、変形させた後に力を取り除くだけで元の形に戻るようになります。これを超弾性といい、実際にはこちらの性質の方が幅広く利用されています。



3. 形状記憶合金の種類と用途

形状記憶合金には多くの種類がありますが、機械的性質や耐食性などの観点から、実際に利用されているもののほとんどはNi-Ti合金(ニチノール)という、NiとTiを50at%ずつ含む合金となっています。その他に、一部のCu系の合金(Cu-Al-Zn合金:ベータロイなど)が実用化に至っています。

形状記憶合金の用途としては、身近なものとしてはコーヒーマーカーや炊飯器の圧力調整弁などがあります。これは温度の変化によって形状記憶効果を発現させ、自動で弁を開け閉めできるようにしたものです。また、耐食性に優れ、高い生体適合性を持つTi系の合金であることから、生体材料として幅広く利用されています。具体的な例としては、歯列矯正ワイヤーや人工歯根、手術の際に血管を拡げるために使われるステントなどが挙げられます。

なお、体内で使う上でNiアレルギーの懸念があることや、Niは高価であることから、「Niフリー形状記憶合金」の開発が進められています。今までにAg系やCu系、In系のNiフリー合金が開発されており、実用化が期待されています。

4. 学習のために(おすすめの入門書)

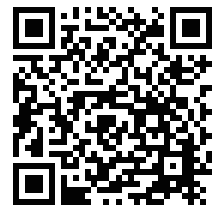
① 「トコトンやさしい形状記憶合金の本」

形状記憶合金協会編著

出版者:日刊工業新聞社

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書

請求記号:563.8/K-6 資料ID:001100266



② 「形状記憶合金」

船久保熙康編;大塚和弘ほか著

出版者:産業図書

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書/研究用図書 ほか

請求記号:563.8/F-2 資料ID:0308666 ほか



③ 「形状記憶合金の機械的性質」

田中喜久昭、戸伏壽昭、宮崎修一 共著

出版者:養賢堂

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書

請求記号:563.8/T-7 資料ID:001074057



①は材料にあまりなじみがない人にとって、形状記憶合金がどのようなものなのか大まかに理解するのに良いと思います。②はかなり古い本で、現在絶版になっていますが、権威の先生方が共同で作成した名著で、今でも十分役立つ内容になっています。③はどちらかと言うと機械系の立場で書かれた本で、計算式の多い4章以外はとても読みやすく、入門書として適していると思います。自分は研究をするうえでまず③の本を読みました。

5. 理解を深めるために

④ 「形状記憶材料とその応用」

戸伏壽昭、田中喜久昭、堀川宏、松本實 共著

出版者:コロナ社

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書

請求記号:563.8/T-6 資料ID:001070083



⑤ 「形状記憶合金の応用展開」

宮崎修一、佐久間敏雄、渋谷壽一編

出版者:シーエムシー出版

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書

請求記号:563.8/M-11/2 資料ID:001063997



⑥ 「合金のマルテンサイト変態と形状記憶効果」

大塚和弘著

出版者:内田老鶴園

所在:戸畑本館 閲覧室3階 学生用図書

請求記号:563.6/O-6 資料ID:001090642



④、⑤は形状記憶合金の応用用途を中心に書かれた本です。どちらも最初の方に基本的な内容も書いてあるので、入門書的な使い方もできます。⑥は完全に上級者向けで、マルテンサイト変態という現象を計算学的に解析することを目的とした本です。読むには線形代数、逆格子、ステレオ投影への深い理解が必要で、自分もまだほとんど読み進められていません...

6. 最後に

形状記憶合金は現在実用化のための研究が進められており、私達にとってより身近な存在になりつつあります。上では完全に書き切れてはいませんが、宇宙船のアンテナにもNi-Tiが使われるなど、形状記憶合金の開発によって新たに可能になっていくことはたくさんあり、夢の詰まった材料であると思います。少しでも興味を持たれた方はぜひ調べてみてください。

7. 参考資料・サイト

- 株式会社アクトメント 形状記憶合金の基礎
(<http://www.actment.co.jp/publics/index/57/>) 参照日:2020-08-11
- 金属用語辞典編集委員会, 金属用語辞典, アグネ技術センター (2004)
- 大塚和弘, 合金のマルテンサイト変態と形状記憶効果, 内田老鶴園 (2012)
- 日本製鉄 解説:形状記憶合金
(<https://www.nstec.nipponsteel.com/tsushin/magazine/keijoukioku.pdf>) 参照日:2020-08-18
- 田中喜久昭、戸伏壽昭、宮崎修一, 形状記憶合金の機械的性質, 養賢堂 (1993)