

無転位塑性変形機構による多機能新合金『ゴムメタル®』

2003年4月18日公開
 (株)豊田中央研究所

ゴムメタル®とは

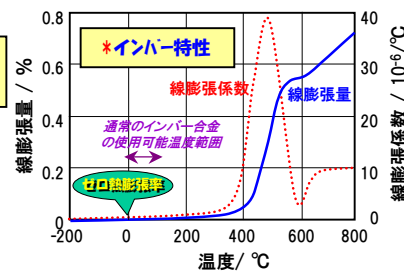
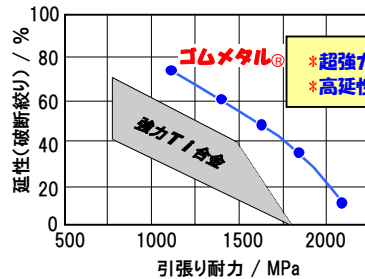
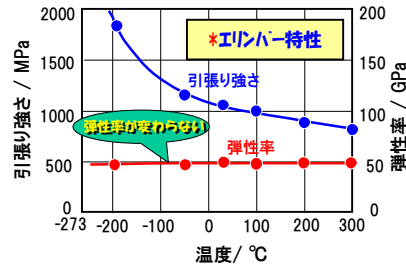
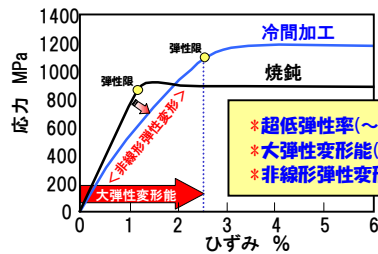
基本合金組成
 $Ti-25mol\%(Ta+Nb+V)-(Zr,Hf)-O$ + **冷間加工**

3つのマジックナンバー

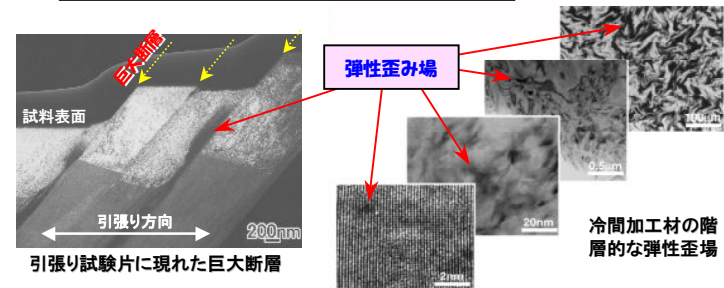
- ・価電子数 ≒ 4.24
- ・結合次数(B₀) ≒ 2.87
- ・d電子軌道エネルギーレベル ≒ 2.45

- ① マグネシウム合金並の超低ヤング率と高強度の両立
- ② 超弾性的性質(弾性変形能~2.5%)
- ③ ヒステリシスのない非線形な弾性変形挙動
- ④ 広温度範囲でのエリパー、インパー機能
- ⑤ 室温で強加工しても全く加工硬化せず、99.9%以上の冷間加工が可能

ゴムメタル®の超マルチ機能

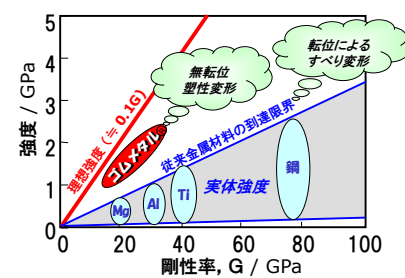


ゴムメタル®の不思議な変形組織



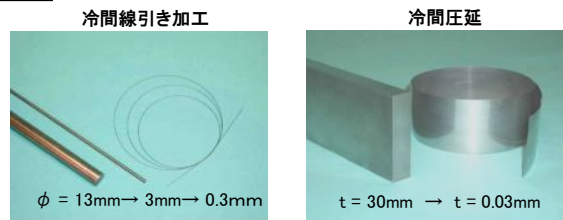
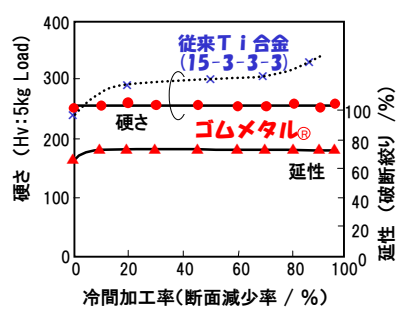
従来の転位論では説明できない、断続的な「巨大断層」によって塑性変形が進行する。冷間加工により、ナノサイズの弾性歪み場が階層的に形成され、超機能が発現する。

ゴムメタル®は理想強度金属？



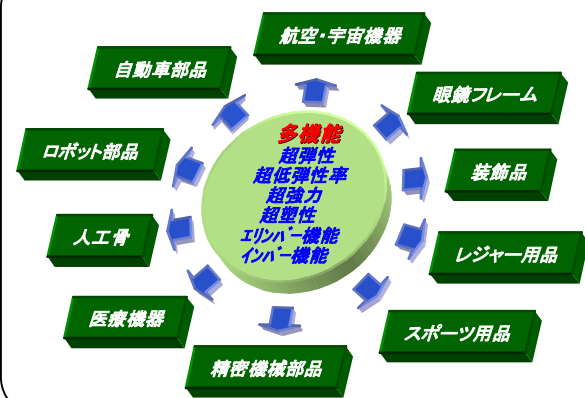
金属の強度の到達限界は理想強度の半分以下
 ↑
 転位が活動して結晶すべりが起こるから
ゴムメタル®の実体強度は理想強度にほぼ匹敵
 ↑
 転位が活動できなから

ゴムメタル®の超冷間加工性



ゴムメタル®は焼鈍なしで、どこまでも冷間加工が可能です(加工硬化しない、延性も低下しない)

ゴムメタル®の用途



ゴムメタル®は無転位変形機構に起因する様々な超機能を同時に具備した世界初の合金です
 ↓
 無限の用途が考えられます

冷間加工率による機械的性質の変化

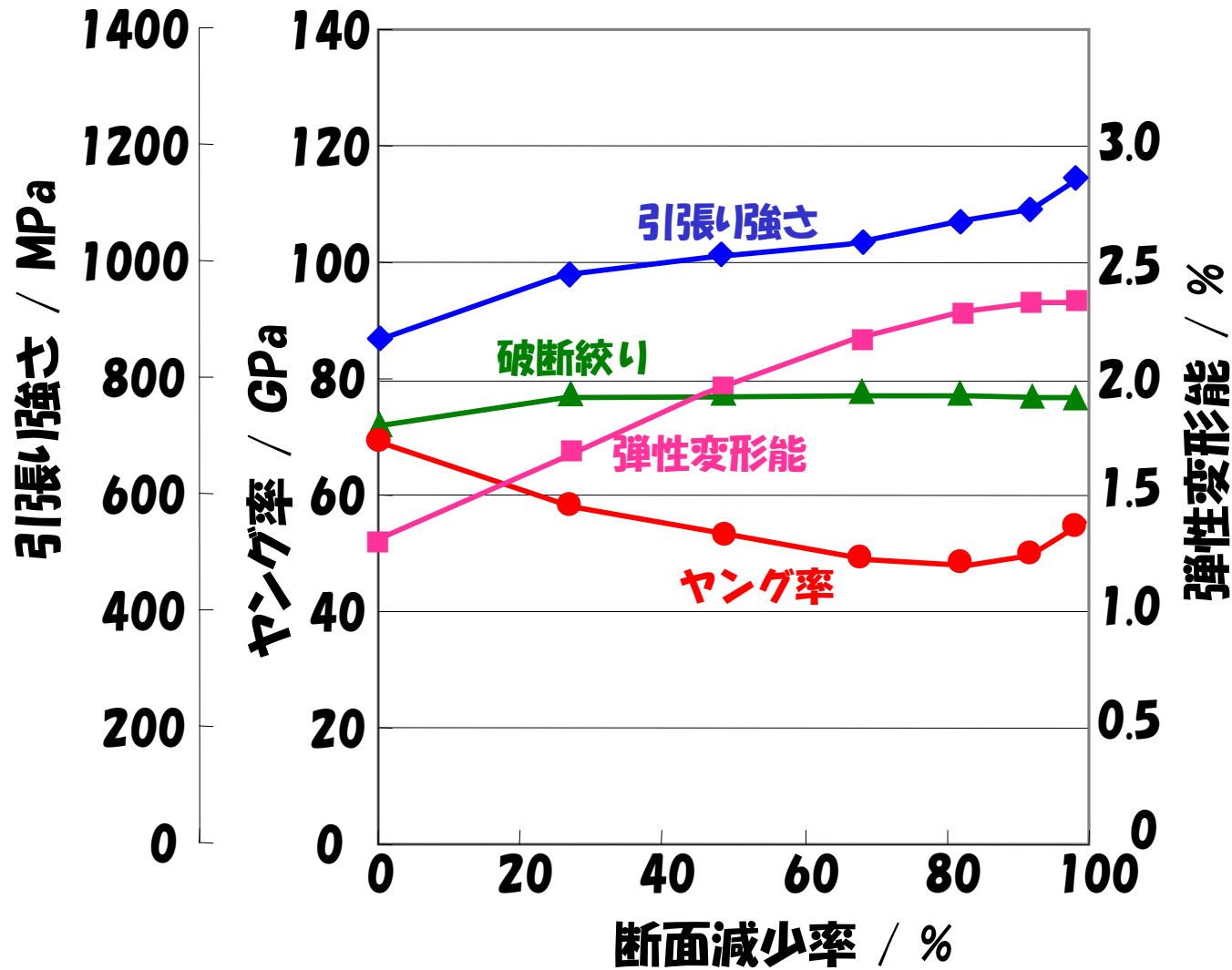


Table Mechanical and Physical Properties of GUM METAL Compared with Another Materials

	GUM METAL <cold-worked>	GUM METAL <heat-treated>	β -C Alloy	β rich Alloy	Ti (C.P.)	Ni-Ti KE-2(NT) Alloy	Mg Alloy AZ91 \doteq AZ31
Young 's Modulus (GPa)	Av.45 (30~60)	85~95	88	75	120	82	45
0.2% Proof Stress (MPa)	900~1,100	1,400~1,700	1,120	950	250	—	160
Tensile Strength (MPa)	1,000~1,200	1,500~1,800	1,270	1,050	450	1,046	240
Fracture Elongation (%)	10~15	3~8	4	10	>23	—	3
Reduction of Area (%)	60~80	30~50	30	50	>70	—	—
Elastic Elongation (%)	2.2~2.6	1.7~2.2	1.1	1.1	0.2	—	0.3
Density (g/cm ³)	5.6	5.6	4.8	4.6	4.5	6.5	1.8

GUMMETAL® Q&A

Q ゴムメタルの成分中に、ゴムは含まれていますか？また、ゴムのように軟らかいのですか？

A いいえ。金属ですので、ゴムの成分は含まれていませんし、ゴムに比べると非常に硬い材料です。金属でありながら、ゴムのような性質を示す不思議な合金です。

Q ゴムメタルはどこで製造しているのですか？

A 当社は原料粉末の調達から製品までの加工をそれぞれ製造ロットにあわせて最適な調達先・加工先をコーディネートし、製造しております。

Q ゴムメタルの特徴は何ですか？

A 柔らかく、しなやかでありながら高強度で、腰が強い。どんなに変形させても通常の金属のように硬くならないので様々な形状に加工することができます。
一般のチタン合金よりも遥かに錆びにくく、軽く、人体に有害な物質を含んでおらず、限りなく人体に優しい合金です。

Q ゴムメタルの名前の由来は何ですか？なぜ金属なのにゴムとつくのですか？

A 通常の金属に比べ大きく変形させても元に戻ろうとする性質が大きいからです。また弾性変形が直線ではなく、ゴムのように非線形な挙動を示すからです。

Q ゴムメタルの主な成分は何ですか？

A 主成分はチタンでβ系チタン合金に属します。

Q 超弾性があるということは、形状記憶合金の一種ですか？

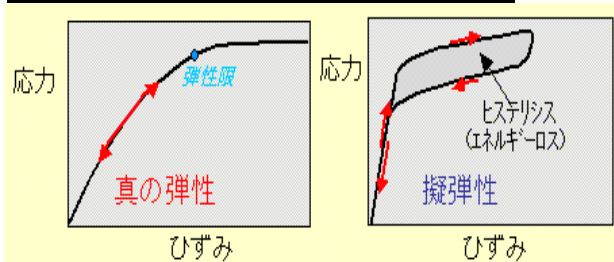
A 曲がって戻るという面では似ているかも知れませんが、特性は全く違います ※1参照

Q 現在どのような物に実用化されていますか？

A メガネ、スポーツ用品(ゴルフクラブ・ラケット等)、ねじ、釣り糸等様々な物に実用化されていますが更に増えていく予定です。(医療・工業製品等)
材料としては板、棒、コイル、メッシュ、箔に加工しております。

※1

ゴムメタルと超弾性合金(NT)との比較



	ゴムメタル	超弾性合金
ヤング率	50GPa	85GPa
弾性伸び	2.5%	6%
加工性	極めて良好	制約あり
成形性	極めて容易	困難
仕様温度	幅広い温度で使用可能	室温付近に限定
生体適合	有害な元素を含まず	ニッケルを含有