

歯科用低カラット貴金属合金の特異強化メカニズム

研究代表者名

愛知学院大学・歯学部・福井 壽 男

研究分担者名

東北大学・金属材料研究所・新家 光 雄, 赤堀 俊 和, 仲井 正 昭

1. はじめに

歯科用貴金属材料である市販の12%金銀パラジウム合金は、1073 K以上の温度で1.8 ks保持後水冷の加熱急冷処理を施すことにより、時効処理を施した場合とほぼ同等の機械的強度が得られると報告されている。この特異硬化メカニズムは、母相である α_1 および α_2 相ならびに金属間化合物である β 相からなる混合組織を基本に論議されてきた。しかし、 β 相等の析出相が存在しない単相組織を用いて、上記加熱急冷処理を施した場合における硬化メカニズムを検討することは、本特異硬化メカニズムを解明する上で重要であると考えられる。そこで、本研究では、液体急冷凝固法にて本合金の α 単相試料を作製し、後熱処理によるマイクロ組織変化と力学的特性との関係から硬化メカニズムを検討した。

2. 研究経過

市販の歯科用12%金銀パラジウム合金（石福金属興業製キンパラ S-12 (As-received 材), Au: 12.0, Pd: 20.0, Ag: 51.0, Cu: 14.5, Zn: 2.0, other: 0.5, mass%) に存在する β 相を強制固溶させることを目的に、液体急冷凝固装置を用いて試料作製を行った。機械加工にて短冊状にしたAs-received 材を石英管に入れ、真空中(5.0×10^{-3} Pa)にて、電磁誘導加熱で熔融後、銅鑄型へ鑄造し供試材(LRS 材)とした。LRS 材を真空中(1.0×10^{-1} Pa)にて種々の温度で加熱急冷処理および同処理後時効処理ならびに同時効後再加熱急冷処理を施した。マイクロ組織は、走査電子顕微鏡(SEM)、エネルギー分散型X線分光装置(EDX)、X線回折(XRD)、透過型電子顕微鏡(TEM)および高分解能透過型電子顕微鏡(HRTEM)を用いて評価した。力学的特性評価には、ビッカース硬さ(HV)測定および引張試験をそれぞれ行った。

3. 研究成果

LRS 材のマイクロ組織は、 α 、 α_1 および α_2 相で構成され、 β 相は認められなかった。また、同材では、1123 Kの溶体化処理で α 単相組織となり、その後の時効処理にて β 相の析出が確認された。一方、As-received 材では、 α_1 、 α_2 および β 相が混存していた。この β 相は、1123 Kの溶体化処理で消失することはなかった。時効処理後再加熱急冷処理したLRS 材の硬さは、LRS 材の硬さとほぼ同じであった。これは、時効処理で析出した数百 nm 程度の微細な β 相の消失に起因すると考えられる。一方、時効処理後再加熱急冷処理したAs-received 材の硬さが加熱急冷処理した同材と比較して減少しなかった。これは、高温で析出した数十 nm 程度の L_{10} 型規則相である準安定 β' 相の存在に起因すると考えられる。

4. まとめ

As-received 材に存在する β 相は、高温での加熱急冷処理でも消失しない。 α_1 、 α_2 および β 相を呈するAs-received 材では、高温での加熱急冷処理にて母相から β' 相が析出するため特異硬化を示すと考えられる。

5. 発表(投稿)論文

- [1] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、福井壽男：銀パラジウム銅金系合金の力学的特性に及ぼすマイクロ組織の影響、2008年春期第142回日本金属学会講演概要、(2008), p.311.
- [2] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、福井壽男：歯科用低カラット貴金属合金の特異強化機構とマイクロ組織の関係、歯科材料・器械 27(2). (2008), p.129.
- [3] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、福井壽男：歯科用低カラット貴金属合金の特異強化メカニズム、東北大学金属材料研究所第115回講演会、(2008), p.48.
- [4] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、堤 晴美、福井壽男：液体急冷凝固法により作製された歯科用金銀パラジウム合金の力学的特性の変化、歯科材料・器械 27(5). (2008), p.345.
- [5] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、堤 晴美、福井壽男：熱処理した歯科用銀パラジウム銅金合金液体急冷凝固材のマイクロ組織と機械的性質、2008年秋期第143回日本金属学会講演概要、(2008), p.241.
- [6] T. Kanno, M. Niinomi, T. Akahori, M. Nakai, H. Tsutsumi, H. Fukui: Relationship between mechanical properties and microstructure of dental Ag-20Pd-14.5Cu-12Au alloy, 4th international symposium on designing, processing and properties of advanced engineering materials (ISAEM-2008), (2008), p.105.
- [7] 菅野 透、新家光雄、赤堀俊和、仲井正昭、堤 晴美、福井壽男：歯科用銀パラジウム銅金合金のマイクロ組織と力学的特性との関係、第7回日本金属学会東北支部研究発表大会講演概要、(2008), p.23.

生体用チタン合金の開発

研究代表者名

新潟工科大学・機械制御システム工学科・村山洋之介

研究分担者名

東北大学・金属材料研究所・千葉晶彦

1. はじめに

純 Ti に β 安定化元素を添加して得られる準安定 β Ti 合金は、 β 安定化元素量とともに、 β 相の相安定性が変化し、マルテンサイト変態や ω 変態が競合する組成領域があり、超弾性や低弾性といった機能性 Ti 材料開発の可能性のある組成領域である。このような、 β 相の相安定性と Ti 合金の機械的性質の関係は、基本的にはいずれの β 安定化元素添加によっても期待できる。

このような、準安定性 β 相関連の超弾性や低弾性といった機能は医療関連への応用が期待されるが、Ti-Cr 系合金は生体内での耐食性も良く歯科材料として昔から研究されてきた経緯があり、われわれは、これまで、Ti-Cr 系をベースとした準安定 β Ti 合金をとりあげ、Ti-Cr 系に Sn, Al, Zr を添加した合金系の準安定性 β 相の相安定性と機械的性質の関係を調べてきた。

2. 研究経過

すでに、Nb, Ta のような開放型 β 安定化元素の Ti への合金化によって、 β 相の相安定性と ω 相の相安定性との兼ね合いにより、Ti 合金の弾性率が大きく減少する組成が認められており、Ti-Nb 系を基本とした低弾性チタン合金の研究が盛んに行われている。しかし、Nb, Ta といった開放型 β 安定化元素は高価である。そこで、本研究課題では共析型 β 安定化元素である Cr をとりあげ、Ti-Nb 系同様に、Ti-Cr 合金でも準安定 β 相が低弾性を示すこと、Ti-Cr 合金に Sn を添加すると、 ω 相の生成が抑制され大幅に弾性率が低減することを明らかにしてきた。そこで、本年度は、Ti-Cr-Sn 合金に、Zr を添加し、準安定 β Ti 合金の機械的性質に及ぼす Zr 添加の影響を調べた。

3. 研究成果

Ti-Cr-Sn 合金では、マルテンサイト組織が得られる組成近傍から準安定 β 相が得られる組成近傍で低弾性を示すことがわかってきた。この相安定性の移行期での低弾性は、Ti-Cr-Sn 三元系に限らず、他の系あるいは四元系 Ti-Cr-Sn-Zr 合金でもいえる。このように、本年度は、Ti-Cr-Sn-Zr 合金で Ti-Nb 系のチャンピオンデータに近い低弾性合金を見いだした。

4. まとめ

Ti-Cr-Sn-Zr 合金が低弾性を示す組成範囲は、応力誘起変態の発現と密接に絡んでいる組成近傍であり、Ti-Cr-Sn-Zr 合金の相安定性と低弾性の発現機構と組成との関連を解明することが、低弾性 Ti 合金の機構を解明する上でも、極めて重要となることが本年度の研究でわかった。