

論 文 内 容 要 旨

題 目

Volume magnetic susceptibility design and hardness of Au-Ta alloys and Au-Nb alloys for MRI-compatible biomedical applications

(MRIに適合した生体医療用Au-Ta合金とAu-Nb合金の体積磁化率設計と硬さ)

著 者

乾 志帆子

内容要旨

【目的】

磁気共鳴画像検査 (MRI) の際、体内に金属製デバイスが留置されていると、生体組織 (体積磁化率,  $\chi_v \approx -9 \times 10^{-6}$ ) との磁化率差により磁化率アーチファクトが生じ、診断に支障をきたす。その回避には、 $\chi_v \approx -9 \times 10^{-6}$ である金属製のデバイスが必要である。本研究では、 $\chi_v$ が負のAuと、生体為害性の低いTa, Nbで試作したAu-Ta合金, Au-Nb合金の $\chi_v$ と硬さを評価するとともに、合金の磁化率設計手法を検討した。

【材料および方法】

異なる組成のAu-xTa合金 ( $x=10-58\text{mass\%}$ , 以下同じ), Au-yNb合金 ( $y=4-19\%$ ) を溶製後、 $300^\circ\text{C}$ で圧延して板材を作製し、 $1000^\circ\text{C}$ で焼鈍および均質化を行った。相構成の影響を調べるため、Au-Ta合金は $600^\circ\text{C}$ で、Au-Nb合金は $800^\circ\text{C}$ で時効処理を行った。 $\chi_v$ は磁気天秤で、相構成はX線回折法 (XRD) で評価し、ビッカース硬さ (Hv) を測定した。

【結果と考察】

均質化後のAu-Ta合金の $\chi_v$ はTa濃度増分に比例して増加し、15Ta付近で目標値を示した。時効処理によりAu-15Ta合金中に $\beta$ 相 ( $\text{Au}_2\text{Ta}_3$ , 磁化率約 $61 \times 10^{-6}$ ) を析出させても $\chi_v$ , Hv共に変化せず、Hvは約120と低かった。相構成の制御で $\chi_v$ が制御できず、目標磁化率を示す組成のHvが低い点から、Au-Ta合金は実用化困難と考えられた。

均質化後のAu-Nb合金の $\chi_v$ は、12NbまではNb濃度増分に比例して増加し、それ以上では $\gamma$ 相 ( $\text{Au}_2\text{Nb}$ ,  $\chi_v \approx -23 \times 10^{-6}$ ) の析出により減少した。また、Nb濃度増加にともないHvは増加し、時効処理により $\gamma$ 相を増加させるとHvはさらに増加した。以上より、Au-Nb合金では、Hv増加のためにNb濃度を増加させて $\chi_v$ が目標値を超えても、時効処理により目標値まで減少させることが可能であり、同時にHvをさらに増加させることが可能とわかった。試作した範囲では、Au-12Nb合金が時効処理後に目標磁化率と、純Tiより高い約220Hvを同時に示し、また、溶体化が可能である点からも実用化に適していると期待できた。

上記2合金では、構成相の体積分率および $\chi_v$ と合金全体の $\chi_v$ との間に複合則が成立しており、合金の磁化率設計の指針となりうるということがわかった。