

■キーワード

チタン合金 プラズマ窒化 微粒子衝突処理 (FPB) 短時間2段階熱処理
耐摩耗性 疲労強度

■研究の概要

Ti-6Al-4V合金を代表例とする $\alpha + \beta$ 型チタン合金は比強度(強度/比重)が高く、また耐食性にも優れているため、航空宇宙産業で多用されています。しかし、チタン合金には耐摩耗性に劣り、焼つきが生じやすいという固有の問題があります。この問題を克服するためにガス窒化などの表面硬化処理をチタン合金に施すと、耐摩耗性が改善する一方で疲労強度が大幅に低下します。以上を背景として、チタン合金のさらなる用途拡大を目指し、耐摩耗性の改善と同時に疲労強度を大幅に向上可能な新しい複合表面改質法を開発しました。(特願2007-30932、特開2008-195994)

■研究・技術のプロセス／研究事例

①プロセス

第1段階

チタン合金に、750℃～850℃で数時間プラズマ窒化を施します。これにより母材部の組織成長を抑制しつつ、比較的厚い硬化層を形成させます。

第2段階

プラズマ窒化材に、直径100 μ m程度の微粒子を100m/sを超える高速で衝突させます。(微粒子衝突処理)。これにより、ぜい弱な化合物層を除去しつつ、表面硬化・ナノ結晶化と同時に高い圧縮残留応力を付与します。

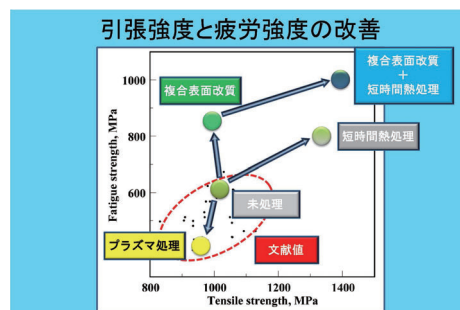
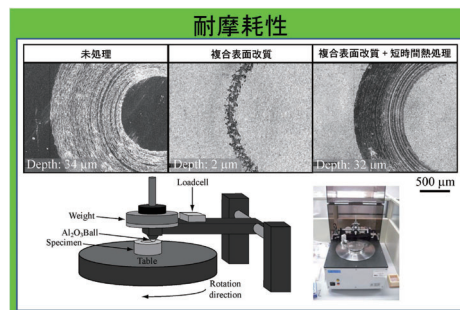
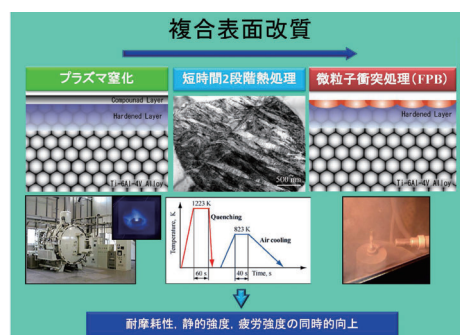
②効果

(1)硬く、そして強い表面層が形成され、チタン合金の耐摩耗性が著しく改善されます。

(2)疲労強度が顕著に向上し、改善率は33%(630MPa→840MPa)に達します。疲労強度近くの繰返し応力水準では、もはや表面から疲労き裂は発生しません。

(3)さらに、上記の複合表面改質法を短時間2段階熱処理と組み合わせれば、降伏強度および引張強度が大幅に改善されるだけでなく、疲労強度もさらに向上します。具体的には、引張強度の改善率は36%(1022MPa→1392MPa)で疲労強度の改善率は59%(630MPa→1000MPa)です。

(4)近年注目されているチタン合金の生体親和性は、上記の処理を通じて全く損なわれることはありません。



■セールスポイント ガス窒化等の表面硬化処理では、チタン合金の耐摩耗性が改善する一方で疲労強度が低下します。新たに開発した複合表面改質法では、チタン合金の耐摩耗性の改善と同時に疲労強度の顕著な向上が可能です。また、短時間熱処理と組み合わせることにより、静的強度が大幅に改善されるだけでなく、疲労強度を「前人未到の水準」まで向上させることが可能です。

短時間熱処理との組合せにより前人未到の疲労強度水準へ
複合表面改質によりチタン合金の耐摩耗性と疲労強度を大幅改善