



Title	高圧力下のチタン二元系合金の拡散と状態図に関する研究
Author(s)	荒木, 秀樹
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39279">https://hdl.handle.net/11094/39279</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	あら き ひで まき 荒 木 秀 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 4 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 3 月 3 0 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	高圧力下のチタン二元系合金の拡散と状態図に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 山 根 壽 己 教 授 佐 分 利 敏 雄    教 授 馬 越 佑 吉    教 授 永 井 宏

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、高圧力下における Ti2 元合金系の相互拡散と反応拡散現象を主に X 線マイクロアナライザー (EPMA) 用いて解析することによって、 $\beta$  Ti 中の不純物拡散のメカニズムと高圧力による状態図の変化を明らかにしている。本論文は次の10章から構成されている。

第I章では、拡散現象について概説し、 $\beta$  Ti の不純物拡散と高圧力下の状態図研究の現状を述べ、本研究の目的を記述している。

第II, III, IV, V章ではそれぞれ Ti-X (X = W, Sn, Al, Ni) 系の  $\beta$  Ti 相中の相互拡散係数を0.1MPaから3.0GPaまでの様々な圧力下で測定し、溶質濃度0に外挿することにより  $\beta$  Ti中の W, Sn, Al, Niの不純物拡散係数を決定している。常圧力 (0.1MPa) 下における W, Sn, Al の不純物拡散係数のアレニウスプロットは、上向きの緩やかな曲がりを示し、 $\beta$  Tiの自己拡散と同様に異常拡散挙動を示すことを明らかにしている。さらに、これらの拡散の圧力依存性から得られた活性化体積は、いずれも (0.27 ~ 0.41)  $V_0$  [ $V_0$ : Ti のモル体積] であり、温度とともにわずかに増大する傾向があることを示している。一方、 $\beta$  Ti 中の Ni の不純物拡散係数は自己拡散に比べて10倍以上早い高速拡散であり、圧力依存性から得られた活性化体積は W, Sn, Al の拡散の活性化体積より小さい (0.11 ~ 0.22)  $V_0$  であることを明らかにしている。

第VIでは、第II~V章で得られた  $\beta$  Ti 中の W, Sn, Al, Ni の不純物拡散の活性化体積を考察している。これらの拡散の活性化体積の値はいずれも通常の bcc 金属の拡散に比べて著しく小さく、通常の単空孔機構によって説明することはできない。W, Sn, Al の拡散の活性化体積はフォノンソフニングの寄与を考慮した単空孔機構によって、Niの拡散の活性化体積は解離拡散モデルによって、それぞれに定量的に説明することができることを明らかにしている。

第VII, VIII, IX章では、それぞれ高圧力下の Ti-X (X = Cu, Co, Si) 系の Ti側状態図を主に反応拡散法を用いて決定している。Ti-Cu および Ti-Co 系の研究により、( $\alpha$  Ti +  $\beta$  Ti) /  $\beta$  Ti 相境界は約1030K 以上の高温領域では高 Ti濃度側へ、それより低温では低 Ti濃度側へ移動すること、また、 $\beta$  Ti / ( $\beta$  Ti + Ti<sub>2</sub>Cu) および  $\beta$  Ti / ( $\beta$  Ti + Ti<sub>2</sub>Co) 相境界は高圧力によりそれぞれ高 Ti濃度側と低 Ti濃度側へ移動することを示し、これにともな

共析温度および共析点組成が高圧力により大きく変化することを明らかにしている。Ti-Si 系では、高圧力を負荷することにより  $\beta$  Ti / ( $\beta$  Ti + Ti<sub>3</sub>Si) および  $\beta$  Ti / ( $\beta$  Ti + Ti<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>) 相境界は高 Si 濃度側へ移動し、 $\beta$  Ti 中の Si の固溶限は拡大することを明らかにしている。常圧力下のコンピュータ計算法を高圧力下に拡張し、熱力学的データの揃っている Ti-Cu および Ti-Co 系に適用している。金属間化合物である Ti<sub>2</sub>Cu 相と Ti<sub>2</sub>Co 相に関する体積データが少ないことから、計算状態図と実験状態図の間には若干のズレが生じているが、定性的には実験結果と良く一致し、特に高圧による  $\alpha$  Ti /  $\beta$  Ti 相平衡の変化については正確に記述することができている。

第X章では、本論文の総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

チタンとその合金は軽量で高強度と高耐食性があり、工業上重要な金属である。bcc の  $\beta$  Ti 中での拡散は異常拡散であるがその原因は明らかでない。又、高圧力下の Ti 基二元系の状態図は殆ど知られていない。本論文では、高圧力したの  $\beta$  Ti 中の不純物拡散と、主として反応拡散により作成した高圧力下の Ti 基二元系の状態図を調べたもので得られた主な成果は次の通りである。

- (1)  $\beta$  Ti 中の W, Sn, Al, Ni の不純物拡散係数を求め、この拡散係数のアレニウスプロットは上向きの曲りを示すこと、拡散係数の圧力依存性より活性化体積は (0.27 ~ 0.41)  $V_0$  [ $V_0$ : Ti のモル体積]であることを明らかにしている。W, Sn, Al の拡散はフォノンフニングの寄与を入れた単空孔機構で、Ni の拡散は解離拡散モデルによって定量的に説明出来ることを明らかにしている。
- (2) Ti-Cu, Ti-Co 系の高圧力下での平衡状態図は高温で  $\beta$  領域が高 Ti 側へ、低温で低 Ti 側に拡大し、Ti-Si 系では  $\beta$  領域が高 Si 側に移動することを明らかにしている。この高圧力下の状態図を常圧の自由エネルギーに圧力  $\times$  体積の項を加えて計算し、定性的な実験状態図との一致を得ている。

以上のように本論文は、 $\beta$  Ti 中の異常不純物拡散と高圧力下の Ti 基二元系状態図に新しい知見を得ており、金属材料工学に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。