

TESIS DOCTORAL



Departament de Ciència dels Materials
i Enginyeria Metal·lúrgica

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

*Caracterización y optimización
de la aleación Ti-0,2Pd
para aplicaciones clínicas*

Josep A. Picas Barrachina

Memoria de Tesis presentada para optar al grado
de Doctor en Ciencias - Especialidad Química

Dirigida por el Dr. Antonio Forn Alonso y el
Dr. Francisco Javier Gil Mur

Mayo 2000

*A Carmen,
Pau i Anna*

Agradecimientos

En primer lugar quisiera agradecer a los Doctores Antonio Forn Alonso y Francisco Javier Gil Mur por su dirección y dedicación a lo largo de la realización de esta tesis, sin la colaboración y consejo de los cuales este trabajo no hubiera llegado a buen fin.

También quiero mostrar mi agradecimiento a todos los integrantes del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica de la Delegació de Vilanova i la Geltrú, los cuales no han dudado en ayudarme y darme su apoyo a lo largo de estos años.

A Montserrat Marsal y al Dr. José MO Manero, del servicio de Microscopía Electrónica por su colaboración en los trabajos de investigación.

De las personas que no pertenecen a nuestro departamento, quisiera también dar las gracias:

A Susana Valls del Departament d'Enginyeria de la Construcció (U.P.C.), por los análisis de difracción de R.X., así como a Mercè Cabañas del Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almera" (C.S.I.C.) por los análisis de iones en disolución realizados por ICP-MS.

A los Doctores Josep MO Costa y Pere L. Cabot y a la Doctora Montserrat Vilarrassa del Departament de Química Física de la Universitat de Barcelona por su colaboración en la realización de los ensayos potenciodinámicos llevados a cabo en esta tesis.

A la empresa Technalloy por la donación del material empleado y a la empresa Tratamientos Térmicos Carreras, en especial al Sr. Francesc Montalà, por su colaboración en la realización de los recubrimientos duros analizados en este trabajo.

Finalmente agradezco a mi familia y amigos, su paciencia y comprensión durante estos años, y les pido disculpas por las consecuencias negativas que hayan podido sufrir como resultado de mis momentos de estrés.

ÍNDICE GENERAL

Índice General

	<u>capítulo-página</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	
1.1 Objetivos	1-1
1.2 El titanio y sus aleaciones	
1.2.1 Propiedades y características del titanio	1-3
1.2.2 Aleaciones de titanio	1-9
1.3 La aleación Ti-0.2Pd	
1.3.1 Introducción	1-12
1.3.2 Características de las aleaciones Titanio-Paladio	1-14
1.4 Biomateriales	1-21
1.5 Tratamientos de superficie en el titanio y sus aleaciones	
1.5.1 Implantación iónica	1-27
1.5.2 deposición en fase vapor: PVD y CVD	1-29
1.5.3 Recubrimientos por proyección	1-30
1.5.4 Tratamientos por láser	1-30
1.5.5 Tratamientos por difusión	1-32

CAPÍTULO 2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

2.1	Caracterización estructural: transformaciones de fase	
2.1.1	Método experimental	2-2
2.1.2	Transformaciones de fase α ó β	2-5
2.1.3	Determinación de los parámetros reticulares	2-21
2.1.4	Análisis de resultados	2-35
2.2	Estudio de la cinética de crecimiento de grano	
2.2.1	Método experimental	2-39
2.2.2	Crecimiento de grano en las regiones α y $\alpha + \beta$	2-40
2.2.3	Crecimiento de grano en la región β	2-42
2.2.4	Cálculo del orden de crecimiento y la energía de activación	2-45
2.2.5	Análisis de resultados	2-50
2.3	Propiedades mecánicas	
2.3.1	Ensayos de tracción uniaxial	2-53
2.3.2	Ensayos de dureza	2-70
2.3.3	Propiedades tribomecánicas	2-88
2.3.4	Análisis de resultados	2-93
2.4	Resistencia a la corrosión en medios salinos	
2.4.1	Estudios potenciodinámicos	2-97
2.4.2	Liberación de iones en medios salinos	2-110
2.4.3	Análisis de resultados	2-120

CAPÍTULO 3 TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

3.1	Nitruración gaseosa	
3.1.1	Método experimental	3-3
3.1.2	Caracterización microestructural	3-4
3.1.3	Determinación de la microdureza Vickers de la capa nitrurada	3-11
3.1.4	Estudios de ultra-microdureza	3-15
3.1.5	Estudios de desgaste	3-19
3.1.6	Análisis de resultados	3-22
3.2	Obtención de recubrimientos por PVD: TiN y (Ti,Al)N	
3.2.1	Proceso CAPD	3-26
3.2.2	Obtención de los recubrimientos de TiN y (Ti,Al)N	3-30
3.2.3	Morfología de los recubrimientos	3-34
3.2.4	Propiedades mecánicas de los recubrimientos	3-39
3.2.5	Propiedades tribológicas de los recubrimientos	3-47
3.2.6	Análisis de resultados	3-57

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5 BIBLIOGRAFÍA