DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 227 457 A1

4(51) C 23 C 14/48

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 23 C / 267 987 3 (22) 04.10.84 (44) 18.09.85

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, 1086 Berlin, Otto-Nuschke-Straße 22/23, DD

(72) Altmann, Joseph; Blochwitz, Christian, Dr. sc. Dipl.-Päd.; Rauschenbach, Bernd, Dipl.-Phys.; Schmidt, Gerhard K., Prof. Dr. habil. Dipl.-Phys., DD

(54) Verfahren zur Erhöhung der chemischen Resistenz von Nickelwerkstoffen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der chemischen Beständigkeit (Resistenz) von Werkstücken und Werkzeugen aus Nickel und Nickel-Basislegierungen. Ziel der Erfindung ist es, die chemische Resistenz von Nickel und Nickel-Basislegierungen zu erhöhen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der chemischen Resistenz von Nickel- und Nickellegierungen ohne Aufbringen einer Deckschicht zu erarbeiten. Es wurde ein Verfahren gefunden, bei dem Nickel- und Nickel-Basislegierungen, deren chemische Resistenz verbessert werden soll, mit Metalloidionen implantiert und anschließend einer plastischen Wechselverformung im Bereich mittlerer Amplituden bis zur mechanischen Sättigung unterworfen wurden. Die Ursache für die erhöhte chemische Resistenz von implantiertem Nickel und von Nickel-Basislegierungen ist in einem komplexen Prozeß der implantationsinduzierten Phasenbildungs- und Phasenumwandlungsvorgänge und extremen Veränderungen im Konzentrationsprofil während der Wechselverformung zu sehen. Neben der chemischen Resistenz erhöht sich außerdem die Wechselfestigkeit der Nickel- und Nickel-Basislegierungen durch Metalloid-Ionenimplantation.

ISSN 0433-6461

6 Seiten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der chemischen Beständigkeit (Resistenz) von Werkstücken und Werkzeugen aus Nickel und Nickel-Basislegierungen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Traditionelle Methoden, die chemische Resistenz, die Wechselfestigkeit und andere oberflächenkorrelierte Materialeigenschaften zu verbessern, sind Härten, Borieren, Nitrieren, Carburieren etc. Das gleiche Ziel kann mit den modernen Verfahren reaktives Sputtern, Flammen- und Plasmaspritzen sowie Metall-, Metalloid- und Plastbeschichtung angestrebt werden. Bei allen Verfahren existiert zwischen Werkstück und Deckschicht eine Grenzschicht, die im allgemeinen die chemischen und mechanischen Eigenschaften des behandelten Werkstückes verschlechtert bzw. bestimmt.

In den letzten Jahren wurde zunehmend die Ionenimplantation zur Modifizierung von Metalloberflächen mit dem Ziel, die chemischen und mechanischen Eigenschaften günstiger zu gestalten, eingesetzt. So ist z. B. bekannt, daß die Wechselfestigkeit von Stählen, Kupfer- und Titanlegierungen nach Metalloidionen-Implantation erhöht wird (H, Herman, Nucl. Instr. Meth. 182/183 (1981) 884). Untersuchungen an Nickel-Werkstoffen sind dazu nicht bekannt. Dagegen wird die chemische Resistenz von Nickel- und Nickel-Basis-Legierungen nach Metalloidionen-Implantation reduziert (U. Ashworth u. a. in Treatise on Materials Science and Technology, Vol. 18, S. 175, F. H. Stott u. a. in Corrosion Sci. 22 (1982), 305).

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die chemische Resistenz von Nickel und Nickel-Basislegierungen zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der chemischen Reisistenz von Nickel- und Nickellegierungen ohne Aufbringen einer Deckschicht zu erarbeiten.
Es wurde ein Verfahren gefunden, bei dem Nickel- und Nickel-Basislegierungen, deren chemische Resistenz verbessert werden soll, mit Metalloidionen implantiert und anschließend einer plastischen Wechselverformung im Bereich mittlerer Amplituden bis zur mechanischen Sättigung unterworfen wurden.
Durch Ionen-Atom-Stöße werden während der Implantation die geladenen Teilchen neutralisiert, abgebremst und interstitiell oder substitutionell eingelagert, wobei eine extreme Übersättigung im Metall auftritt, durch die teilweise sogar Ausscheidungen gebildet werden können.
Die Ursache für die erhöhte chemische Resistenz von implantiertem Nickel und von Nickel-Basislegierungen ist in einem komplexen Prozeß der implantationsinduzierten Phasenbildungs- und Phasenumwandlungsvorgänge und extremen Veränderungen im Konzentrationsprofil während der Wechselverformung zu sehen.
Neben der chemischen Resistenz erhöht sich außerdem die Wechselfestigkeit der Nickel- und Nickel-Basislegierungen durch Metalloid-Ionenimplantationen.

Aufführungsbeispiel

Die Erfindung wird durch nachfolgende Ausführungsbeispiele noch näher erläutert, wobei die Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

Beispiel 1
Eine polykristalline Nickelprobe mit quadratischem Querschnitt wurde in einer Implantationsanlage mit $5 \cdot 10^{17}$ B^+/cm^2 bei einer Energie von 50 keV und bei Raumtemperatur allseitig implantiert. Danach wurde die Probe in einer servohydraulischen Zug-Druck-Prüfmaschine bei konstanter plastischer Dehnungsamplitude von $3 \cdot 10^{-4}$ verformt. Die chemische Resistenz der Probe wurde bestimmt, indem die pro Zeiteinheit nach Ätzen mit Salpetersäure abgetragene Masse gemessen wurde. Die Nickelprobe zeigte nach Implantation und anschließender plastischer Wechselbelastung eine verdoppelte chemische Resistenz gegenüber einer nichtimplantierten, unverformten Nickelprobe.
Nach reiner Wechselverformung, d. h. ohne vorherige Ionenimplantation ist durch das ermüdungstypische Oberflächenrelief, durch Mikrorißbildung u. ä. mit einer reduzierten chemischen Resistenz zu rechnen. Alleinige Metalloid-Ionenimplantation führt im Falle von Nickel ebenfalls zu reduzierter chemischer Resistenz (vgl. U. Asworth u. a.). Die erfindungsgemäße Kombination von Implantation und Wechselverformung im Bereich mittlerer plastischer Dehnungsamplituden hingegen liefert überraschender-weise die gewünschte Erhöhung der chemischen Resistenz. Zusätzlich steigt nach der beschriebenen Borionenimplantation die Lebensdauer von etwa 20000 (ohne Implantation) bis auf ca. 50000 Verformungszyklen bis zum Bruch.

Beispiel 2

Ein Eisen-Nickel-Konstruktionsteil wird lokal, d. h. an chemisch und mechanisch besonders beanspruchten Stellen implantiert, z. B. mit den im 1. Beispiel genannten Parametern und anschließend lokal zyklisch so vorbeansprucht, daß im implantierten Bereich plastische Dehnungsamplituden der Größenordnung $3 \cdot 10^{-4}$ über ca. 10 000 Lastzyklen auftreten.
Beim nachfolgenden Einsatz liegt die wechselsinnige mechanische Beanspruchung im allgemeinen im elastischen Bereich, wobei die chemische Resistenz durch die vorangegangene Kombination von Implantation und zyklischer plastischer Verformung wesentlich erhöht wurde.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Erhöhung der chemischen Resistenz von Nickel und Nickel-Basislegierungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstoffe mit Metalloid-ionen einer Dosis, die zur Übersättigung im implantierten Oberflächenbereich führt und Energien bis zur Coulomb-Schwelle implantiert werden und daß die Werkstoffe einer plastischen Wechsel-Vorverformung im Bereich mittlerer Amplituden bis zur mechanischen Sättigung unterworfen werden.

2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die plastische Wechsel-Vorverformung lokal erfolgt.