

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Produktentwicklung mit
Formgedächtnislegierungen (FGL)
Grundlagen und Anwendungsbeispiele

Product development using
shape memory alloys (SMA)
Basics and application examples

VDI 2248

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

| Inhalt | Seite | Contents | Page |
|--|-----------|--|-----------|
| Vorbemerkung | 2 | Preliminary note..... | 2 |
| Einleitung..... | 2 | Introduction..... | 2 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 3 | 1 Scope..... | 3 |
| 2 Begriffe | 4 | 2 Terms and definitions | 4 |
| 3 Abkürzungen..... | 10 | 3 Abbreviations..... | 10 |
| 4 Grundlagen der Formgedächtnistechnologie | 10 | 4 Fundamental principles of shape memory technology | 10 |
| 4.1 Eigenschaften von FGL | 10 | 4.1 Characteristics of SMAs | 10 |
| 4.2 Potenziale von FG-Aktoren | 17 | 4.2 Potentials of SM actuators | 17 |
| 4.3 Chancen und Risiken | 17 | 4.3 Opportunities and risks | 17 |
| 4.4 Anwendungspotenziale | 19 | 4.4 Potential applications..... | 19 |
| 5 Anwendungsbeispiele | 20 | 5 Application examples..... | 20 |
| 5.1 Verriegelung eines Sterilcontainers | 20 | 5.1 Sterilisation container latch mechanism | 20 |
| 5.2 Endlagendämpfer | 21 | 5.2 Stop shock absorber..... | 21 |
| 5.3 Pneumatikventil zur Steuerung des Füllgrads von Luftkissen..... | 22 | 5.3 Pneumatics valve for controlling the inflation of pneumatic cushions..... | 22 |
| 5.4 Bildstabilisierung in Handykameras..... | 23 | 5.4 Image stabilisation in mobile-phone cameras..... | 23 |
| Schrifttum | 24 | Bibliography | 24 |

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Produktentwicklung und Mechatronik

VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik
VDI-Handbuch Werkstofftechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2248.

Einleitung

Leichtbau ist heute zu einem Schlüsselwort innovativer Konstruktionslösungen geworden. Aber auch Begriffe wie „Multifunktionalität“ und „Ressourceneffizienz“ gewinnen immer mehr an Bedeutung. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen in allen Bereichen der Produktgestaltung neue Wege erschlossen und vor allem auch gegangen werden. Bereits bei der Werkstoffauswahl sind entscheidende Vorteile erreichbar, indem sogenannte „intelligente Werkstoffe“ („smart materials“) eingesetzt werden. Besonders vielversprechende Werkstoffe dieser Art sind Formgedächtnislegierungen (FGL).

Ausgewählte metallische Legierungen (z.B. NiTi) haben die besondere Eigenschaft, sich nach einer Verformung an ihre ursprüngliche geometrische Form „zu erinnern“ und sind fähig, durch Einwirken einer Indikatorgröße vollständig in ihre Ausgangsform zurückzukehren. Dieser Vorgang wird allgemein als Memory- oder Formgedächtniseffekt bezeichnet. Bereits die grundlegenden Eigenschaften des Materials, wie hohe reversible Dehnung und große Stellkräfte, machen es nicht nur für den Einsatz in der Aktorik interessant. Mit ihren besonderen Eigenschaften eröffnen FGL einen großen Innovationsspielraum für alle Industriezweige. Um Entwickeln, Anwenden und Interessenten diese Technologie näherzubringen, bieten die Richtlinien VDI 2248 Blatt 1 bis Blatt 5 einen Überblick über das gesamte Spektrum, von der Werkstoffauswahl bis hin zu bereits bestehenden Anwendungen der Formgedächtnistechnologie (FGT).

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2248.

Introduction

Nowadays, lightweight design and construction has become a key concept of innovative design solutions. At the same time, terms such as “multifunctionality” and “resource efficiency” are becoming increasingly relevant. In order to meet these challenges, new horizons must be explored in all areas of product design and, most importantly, new approaches have to be adopted. Substantial benefits can already be achieved in the materials selection phase by choosing so-called “smart materials”. In this context, shape memory alloys (SMAs) offer particularly promising perspectives.

Selected metal alloys (e.g. NiTi) possess the special property of being able to “remember” their original geometrical shape following deformation, and of being able to fully return to their original shape under the influence of an indicator parameter. This process is generally referred to as the “shape memory effect”. Even the basic properties of these materials, such as a high degree of reversible elongation and large controlling forces, make them attractive for a number of fields – not only in actuator technology. The special properties of SMAs open up enormous innovative potential in all fields of industry. Standards VDI 2248 Part 1 to Part 5, which provide an overview of the entire field of shape memory technology (SMT) – from the choice of materials right up to existing applications – have been developed with the intention of helping developers, users and other interested parties become more familiar with this technology.

Das Expertennetzwerk „Effiziente Wertschöpfung bei Herstellung und Anwendung von Formgedächtnislegierungen“ hat sich zum Ziel gesetzt, die Vorteile von FGL als „Multifunktionswerkstoff“ an neuen Märkten zu etablieren. Im Vordergrund steht dabei die effiziente Verbindung aller Prozessschritte entlang der Wertschöpfungskette zur Kompetenzsteigerung und Einsatzoptimierung dieser zukunftsweisenden Technologie. Auf der Grundlage eines Expertenforums im Juni 2012 in Dresden initiierte das Expertennetzwerk für FGL gemeinsam mit dem VDI-Fachbereich Produktentwicklung und Mechatronik den Fachausschuss „Formgedächtnistechnologie“ mit dem Ziel, dieser vielversprechenden Technologie mittels Standardisierung durch VDI-Richtlinien eine solide Grundlage für mehr Anwendungsbereitschaft in der Industrie zu ermöglichen.

Die Richtlinienreihe VDI 2248 ist ein Ergebnis des VDI-GPP-Fachausschusses 708 „Formgedächtnistechnologie“. Mit den Experten aus Industrie und Wissenschaft wurde das Ziel verfolgt, mittelfristig aussagefähige und zielführende Regelwerke zu folgenden Teilgebieten der FGT zu erarbeiten:

- Terminologiekklärung – einheitliche Begriffswelt schaffen
- Materialüberblick – Werkstoffe richtig konfigurieren
- Prüfen und Messen – Methodenauswahl und -beschreibung
- Simulationsmodelle – Modellentwicklung und -beschreibung
- Produktgestaltung mit FGL – Regeln und Beispiele für die Entwicklung von Aktoren

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinien VDI 2248 Blatt 1 bis Blatt 5 dienen der werkstofftechnischen Auslegung und funktionalen Gestaltung technischer Lösungen mit FGL.

Zielgruppen sind branchenübergreifend Produktplaner und Produktentwickler in Produktionsunternehmen, ebenso wie Anbieter entsprechender Werkstoffe, Prüfinstitute und Konstruktionsdienstleister.

Diese Richtlinie dient insbesondere der Darstellung von Grundlagen und bereits realisierten Anwendungen sowie der Schaffung einer einheitlichen Terminologie im gesamten Bereich der FGT.

The network of experts “Efficient value creation in the production and application of shape memory alloys” has committed itself to establishing the benefits of SMAs as a “multifunctional material” in new markets. The focus here is on efficient coordination of all process stages along the supply chain in order to increase competency in this cutting-edge technology and optimise its utilisation. Following discussions held at an experts’ forum in Dresden in June 2012, the SMA expert network, together with VDI’s Technical Division “Product Development and Mechatronics”, initiated a technical committee on “Shape Memory Technology” with the aim of establishing a set of VDI Standards to encourage industry to make wider use of this promising technology.

The series of standards VDI 2248 is a result of the VDI GPP Technical Committee 708 “Shape Memory Technology”. The committee sought to cooperate with experts from the fields of science and industry in developing informative and effective standards on the following areas of SMT in the mid-term:

- terminology – to establish a common, standard terminology
- overview of materials – how to configure materials correctly
- measurement and testing – selection and description of methods
- simulation models – development and description of models
- product design using SMAs – rules and examples for the development of actuators

1 Scope

Standards VDI 2248 Part 1 to Part 5 are intended for use in material-related construction and functional design of technical solutions using SMAs.

The main target groups are interdisciplinary product planners and developers in manufacturing companies as well as suppliers of relevant materials, testing institutes, and engineering service providers.

This standard is primarily intended to present basic facts and principles, describe existing applications and to create a common terminology throughout the SMT sector.