

Inhaltsverzeichnis

0	Formelzeichen	VII
1	Einführung	1
2	Physikalische Grundlagen des magnetostriktiven Effekts	3
2.1	Magnetostriktion	3
2.2	Magnetostriktive Werkstoffe	4
2.3	Materialeigenschaften des magnetostriktiven Werkstoffs Terfenol-D	5
2.3.1	Fertigungsprozesse und Bearbeitungsmöglichkeiten	5
2.3.2	Magnetostriktive Eigenschaft	7
2.3.3	Die weiteren Materialeigenschaften	14
2.4	Anwendungen des magnetostriktiven Werkstoffs	20
2.5	Vergleich zwischen dem magnetostriktiven Effekt und anderen physikalischen Effekten	20
3	Untersuchungen der Werkstoffeigenschaften von TERFENOL-D	23
3.1	Querkontraktionskoeffizient	23
3.2	Durchmesseränderungen und Endflächen-Deformation	26
3.3	Härte	28
3.4	Reibungszahl	30
3.5	Wärmeausdehnungskoeffizient	32
3.6	Die Magnetostriktion bei sprungartiger Änderung des Magnetfelds	33
3.7	Magnetostriktion in Abhängigkeit von axialer und radialer mechanischer Spannung	33
4	Systematische Betrachtung der Bauformen magnetostriktiver Aktuatoren	38
4.1	Funktionsstruktur und Funktionselemente	38
4.1.1	Magnetostriktives Element und Bewegungsgesetz	40
4.1.2	Mechanische Vorspanneinrichtung	42
4.1.3	Magnetisches Teilsystem	44
4.2	Aktuator mit kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Bewegungen	47
4.2.1	Translatorische Aktuatoren	51
4.2.2	Rotatorische Aktuatoren	58
5	Dimensionierung und Realisierung magnetostriktiver linearer Wanderwellenmotoren	65
5.1	Axiale mechanische Vorspanneinrichtung	65
5.1.1	Werkstoffe für die Kraftleitung	73
5.1.2	Geometrische Gestaltung von Kontaktflächen zwischen dem magnetostriktiven Stab und der axialen Vorspanneinrichtung	75
5.2	Radiale mechanische Spanneinrichtung	80
5.2.1	Radiale Spanneinrichtung durch Preßpassung zwischen magnetostriktivem Stab und Preßrohr	80

Inhaltverzeichnis

5.2.2	Radiale Spanneinrichtung mittels eines geschlitzten Preßrohrs und umschließender Federelemente	83
5.2.3	Werkstoffauswahl für das Preßrohr	87
5.3	Magnetfeld und elektronische Ansteuerung	88
6	Untersuchungen an den entwickelten magnetostruktiven Wanderwellenmotoren	98
6.1	Bewegungsverläufe des großen und kleinen Wanderwellenmotors	101
6.2	Vorschubgeschwindigkeit des Translators in Abhängigkeit von der Position im Preßrohr und der Bewegungsrichtung	104
6.3	Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Erregerspannung, der Anzahl der gleichzeitig angesteuerten Spulen p und der Wanderwellenfrequenz f_W ...	105
6.4	Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den mechanischen Belastungen F	109
6.5	Der Einfluß der radialen Flächenpressung p_F auf die Aktuatorbewegung	114
6.6	Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Anordnung der Freilaufdiode	117
6.7	Die maximal erreichbare Vorschubkraft	119
7	Untersuchungen der werkstofftechnischen Parameter	122
7.1	Verschleißuntersuchungen an TERFENOL-D und Preßrohrwerkstoffen	122
7.2	Magnetische Einflüsse vom Preßrohr und den radialen Spannelementen	127
7.3	Magnetostruktive Längenänderungen eines zellenartigen Aktuators	131
7.3.1	Dehnungs-Stromstärke-Kennlinien in Abhängigkeit von Reibungskräften	133
7.3.2	Die Lageverschiebungen durch den Belastungswechsel und die Temperaturänderung	134
7.3.3	Dehnungs-Stromstärke-Kennlinien bei Feldumkehr	135
7.3.4	Dehnungs-Stromstärke-Kennlinien des axial mit Tellerfedern vorgespannten und zusätzlich belasteten Aktuators	138
7.3.5	Erklärung der magnetostruktiven Längenänderung von Terfenol-D	140
7.4	Thermischer Einfluß auf die Funktion des Wanderwellenmotors	142
7.5	Der E-Modul von Terfenol-D in Abhängigkeit der Temperatur	145
8	Rechnergestützte Bewegungssimulation für den magnetostruktiven Wanderwellenmotor	147
8.1	Modellbildung	147
8.1.1	Das mechanische System und der mechanische Vorspannungszustand ..	147
8.1.2	Der mechanische Vorspannungszustand unter einer einseitig eingeführten axialen Belastung F	149
8.1.3	Die magnetische Wanderwelle	151
8.1.4	Die magnetostruktive Wanderwelle und das Bewegungsgesetz	154
8.2	Vergleich von Theorie und Experimenten	160
8.3	Feinpositionierung und Positionssystem	164
9	Zusammenfassung und Ausblick	167
10	Literaturverzeichnis	170