



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 27 258 T2 2005.03.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 996 759 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 27 258.7

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/EP98/04052

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 935 009.5

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/002748

(86) PCT-Anmeldetag: 01.07.1998

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 21.01.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 03.05.2000

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 27.10.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24.03.2005

(51) Int Cl.⁷: C22C 45/02

C22C 45/04, G08B 13/24, H01F 1/153,

C21D 1/04

(30) Unionspriorität:

890612 09.07.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Vacuumschmelze GmbH, 63450 Hanau, DE

(72) Erfinder:

HERZER, Giselher, D-63486 Bruchköbel, DE

(74) Vertreter:

Westphal, Mussgnug & Partner, 80336 München

(54) Bezeichnung: AMORPHE, MAGNETOSTRIKTIVE LEGIERUNG MIT NIEDRIGEM KOBALTGEHALT UND GLÜH-
VERFAHREN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK****Erfindungsgebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine amorphe magnetostriktive Legierung zur Verwendung in einer Markierung, die in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem eingesetzt wird, und insbesondere eine derartige amorphe magnetostriktive Legierung mit einem geringen Kobaltgehalt oder ohne Kobalt. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Tempern einer derartigen magnetostriktiven Legierung zur Herstellung eines Resonators und ein Verfahren zur Herstellung einer Markierung, die einen derartigen Resonator verkörpert, und ein eine derartige Markierung verwendendes magnetomechanisches elektronisches Artikelüberwachungssystem.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Verschiedene Arten elektronischer Artikelüberwachungssysteme sind bekannt, die das gemeinsame Merkmal aufweisen, daß sie eine Markierung oder ein Etikett einsetzen, das an einem vor Diebstahl zu schützenden Artikel wie etwa Handelsware in einem Geschäft befestigt wird. Wenn der legitime Kauf des Artikels erfolgt, kann die Markierung entweder von dem Artikel entfernt werden oder aus einem aktivierte Zustand in einen deaktivierten Zustand konvertiert werden. Derartige Systeme verwenden eine Detektionsanordnung, die üblicherweise an allen Ausgängen eines Geschäfts angeordnet ist, und wenn eine aktivierte Markierung sich durch das Detektionssystem hindurchbewegt, wird dies von dem Detektionssystem detektiert und ein Alarm wird ausgelöst.

[0003] Eine Art von elektronischem Artikelüberwachungssystem ist als ein Oberwellensystem bekannt. Bei einem derartigen System besteht die Markierung aus ferromagnetischem Material und das Detektorsystem erzeugt ein elektromagnetisches Feld mit einer vorbestimmten Frequenz. Wenn sich die magnetische Markierung durch das elektromagnetische Feld hindurchbewegt, stört sie das Feld und bewirkt die Entstehung von Oberwellen der vorbestimmten Frequenz. Das Detektionssystem ist so abgestimmt, daß es bestimmte Oberwellenfrequenzen detektiert. Wenn derartige Oberwellenfrequenzen detektiert werden, wird ein Alarm ausgelöst. Die Oberwellenfrequenzen, die erzeugt werden, hängen von dem magnetischen Verhalten des magnetischen Materials der Markierung ab, insbesondere von dem Ausmaß, in dem die B-H-Schleife des magnetischen Materials von einer linearen B-H-Schleife abweicht. Allgemein werden mit zunehmender Nichtlinearität der B-H-Schleife des magnetischen Materials mehr Oberwellen erzeugt. Ein System dieser Art ist beispielsweise aus dem US-Patent Nr. 4,484,184 bekannt.

[0004] Mit derartigen Oberwellensystemen sind jedoch zwei grundlegende Probleme verbunden. Die Störungen in dem von der Markierung erzeugten elektromagnetischen Feld weisen eine relativ kurze Reichweite auf und können deshalb nur in einer relativ engen Umgebung der Markierung selbst detektiert werden. Wenn ein derartiges Oberwellensystem in einem Wirtschaftsbetrieb verwendet wird, bedeutet dies deshalb, daß der Durchgang, der von dem elektromagnetischen Sender auf einer Seite und dem elektromagnetischen Empfänger auf der anderen Seite definiert wird und den die Kunden passieren müssen, auf höchstens etwa drei Fuß begrenzt ist. Ein weiteres, mit derartigen Oberwellensystemen verbundenes Problem ist die Schwierigkeit, von dem ferromagnetischen Material der Markierung erzeugte Oberwellen von denen zu unterscheiden, die von anderen ferromagnetischen Objekten wie etwa Schlüsseln, Münzen, Gürtelschnallen usw. erzeugt werden.

[0005] Folglich ist eine andere Art von elektronischem Artikelüberwachungssystem entwickelt worden, das als ein magnetomechanisches System bekannt ist. Ein derartiges System wird beispielsweise in dem US-Patent Nr. 4,510,489 beschrieben. Bei dieser Art von System besteht die Markierung aus einem als Resonator bekannten Element aus magnetostriktivem Material, das neben einem als ein vormagnetisierendes Element bekannten Streifen aus magnetisierbarem Material angeordnet ist. Der Resonator besteht in der Regel (aber nicht notwendigerweise) aus amorphem ferromagnetischem Material, und das vormagnetisierende Element besteht aus kristallinem ferromagnetischem Material. Die Markierung wird durch Aktivieren des Vormagnetisierungselements aktiviert und durch Entmagnetisieren des Vormagnetisierungselements deaktiviert.

[0006] Bei einem derartigen magnetomechanischen System enthält die Detektoranordnung einen Sender, der Impulse in Form von HF-Bursts mit einer Frequenz im niedrigen Hochfrequenzbereich wie etwa 58 kHz überträgt. Die Impulse (Bursts) werden mit einer Wiederholungsrate von beispielsweise 60 Hz emittiert (übertragen) mit einer Pause zwischen aufeinanderfolgenden Impulsen. Die Detektoranordnung enthält einen Emp-

fänger, der mit dem Sender synchronisiert (gesteuert) ist, so daß er nur zwischen den Pausen zwischen den vom Sender emittierten Impulsen aktiviert wird. Der Empfänger „erwartet“ in diesen Pausen zwischen den Impulsen nichts zu detektieren. Wenn jedoch eine aktivierte Markierung zwischen dem Sender und dem Empfänger vorliegt, wird der Resonator darin durch die übertragenen Impulse angeregt und veranlaßt, mit der Sendefrequenz, d. h. im obigen Beispiel mit 58 kHz, mechanisch zu schwingen.

[0007] Der Resonator emittiert ein Signal, das mit der Resonatorfrequenz „schwingt“, bei einer exponentiellen Ausschwingzeit („Abklingzeit“). Das Signal, das die Markierung, wenn sie zwischen dem Sender und dem Empfänger vorliegt, emittiert, wird von dem Empfänger in den Pausen zwischen den übertragenen Impulsen detektiert und der Empfänger löst dementsprechend einen Alarm aus. Um Fehlalarme zu minimieren, muß der Detektor üblicherweise ein Signal in mindestens zwei und bevorzugt vier aufeinanderfolgenden Pausen detektieren.

[0008] Da im kommerziellen Umfeld sowohl Oberwellen- als auch magnetomechanische Systeme vorliegen, existiert ein als „Verunreinigung“ bekanntes Problem, bei dem es darum geht, daß eine zum Betrieb in einer Art von System ausgelegte Markierung in einer anderen Art von System einen Fehlalarm erzeugt. Am häufigsten geschieht dies, indem eine zur Verwendung in einem magnetomechanischen System bestimmte herkömmliche Markierung einen Fehlalarm in einem Oberwellensystem auslöst. Dazu kommt es, weil die Markierung in einem Oberwellensystem wie oben erwähnt die detektierbaren Oberwellen dadurch erzeugt, daß sie eine nichtlineare B-H-Schleife aufweist. Eine Markierung mit einer linearen B-H-Schleife würde für ein Oberwellenüberwachungssystem „unsichtbar“ sein. Eine nichtlineare B-H-Schleife ist jedoch die „normale“ Art von B-H-Schleife, die magnetisches Material aufweist; spezielle Maßnahmen müssen ergriffen werden, um ein Material herzustellen, das eine lineare B-H-Schleife aufweist. Amorphes magnetostriktives Material ist aus dem US-Patent Nr. 5,628,840 bekannt, über das darin ausgesagt wird, daß es eine derartige lineare B-H-Schleife aufweist. Bei diesem Material besteht jedoch weiterhin das Problem, daß es eine relativ lange Abklingzeit aufweist, was es erschwert, das Signal von dort von falschen HF-Quellen zu unterscheiden.

[0009] Ein weiteres erwünschtes Merkmal eines Resonators zur Verwendung in einer Markierung in einem magnetomechanischen Überwachungssystem besteht darin, daß die Resonanzfrequenz des Resonators eine geringe Abhängigkeit von der von dem Vormagnetisierungselement erzeugten Vormagnetisierungsfeldstärke aufweist. Das Vormagnetisierungselement wird dazu verwendet, die Markierung zu aktivieren und zu deaktivieren, und läßt sich somit leicht magnetisieren und entmagnetisieren. Wenn das Vormagnetisierungselement magnetisiert wird, um die Markierung zu aktivieren, kann die präzise Feldstärke des von dem Vormagnetisierungselement erzeugten Magnetfelds nicht garantiert werden. Es ist deshalb wünschenswert, daß sich die Resonanzfrequenz des Resonators zumindest innerhalb eines festgelegten Feldstärkebereichs bei verschiedenen Magnetisierungsfeldstärken nicht signifikant ändert. Das bedeutet, daß df/dH_b klein sein sollte, wobei f die Resonanzfrequenz und H_b die Stärke des vom Vormagnetisierungselement erzeugten Magnetisierungsfeld ist.

[0010] Es ist jedoch wünschenswert, daß es bei der Deaktivierung der Markierung beim Entfernen des Magnetisierungsfelds zu einer sehr großen Änderung der Resonanzfrequenz kommt. Dadurch wird sichergestellt, daß eine deaktivierte Markierung, wenn sie an einem Artikel hängen gelassen wird, wenn überhaupt, dann mit einer Resonanzfrequenz schwingt, die weit von der Resonanzfrequenz entfernt ist, die die Detektoranordnung zu detektieren ausgelegt ist.

[0011] Schließlich muß das zum Herstellen des Resonators verwendete Material mechanische Eigenschaften aufweisen, die es gestatten, daß das Resonatormaterial in der Masse verarbeitet wird, üblicherweise unter Einsatz einer Wärmebehandlung (Tempern), um die magnetischen Eigenschaften einzustellen. Da amorphes Material üblicherweise als ein kontinuierliches Band gegossen wird, bedeutet dies, daß das Band ausreichende Verformbarkeit aufweisen muß, damit es in einer durchgehenden Temperkammer verarbeitet werden kann, was bedeutet, daß das Band von einer Vorratsrolle abgewickelt, durch die Temperkammer geführt und möglicherweise nach dem Tempern wieder aufgewickelt wird. Außerdem wird das getemperte Band üblicherweise in kleine Streifen geschnitten, damit die Streifen in Markierungen eingearbeitet werden können, was bedeutet, daß das Material nicht zu brüchig sein darf und seine magnetischen Eigenschaften, nachdem sie durch den Temperprozeß eingestellt worden sind, durch das Schneiden des Materials nicht verändert oder verschlechtert werden dürfen.

[0012] Auf dem Gebiet der amorphen Metalle allgemein ist eine große Anzahl von Legierungszusammensetzungen bekannt, und eine große Anzahl von amorphen Legierungszusammensetzungen ist auch zur Verwendung bei elektronischen Artikelüberwachungssystemen der beiden obigen Arten vorgeschlagen worden.

[0013] Aus den PCT-Anmeldungen WO 96/32731 und WO 96/32518, die dem US-Patent Nr. 5,469,489 entsprechen, ist eine glasartige Metallegierung bekannt, die im wesentlichen aus der Formel $\text{Co}_a\text{Fe}_b\text{Ni}_c\text{M}_d\text{B}_e\text{Si}_f\text{C}_g$ besteht, wobei M unter Molybdän und Chrom ausgewählt sind und a, b, c, d, e, f und g Atomprozente sind, a im Bereich zwischen 40 und etwa 43, b im Bereich zwischen etwa 35 und etwa 42, c im Bereich zwischen 0 und etwa 5, d im Bereich zwischen 0 und etwa 3, e im Bereich zwischen etwa 10 und etwa 25, f im Bereich zwischen 0 und etwa 15 und g im Bereich zwischen 0 und etwa 2 liegt. Die Legierung kann durch schnelle Verfestigung zu einem Band gegossen werden, zur Verbesserung ihrer magnetischen Eigenschaften getempert und dann zu einer Markierung ausgebildet werden, die sich insbesondere für den Einsatz in magnetomechanisch betätigten Artikelüberwachungssystemen eignet. Die Markierung ist gekennzeichnet durch eine relativ lineare Magnetisierungsantwort in einem Frequenzbereich, in dem Oberwellenmarkierungssysteme magnetisch arbeiten. Für die Markierung detektierte Spannungsamplituden sind hoch, und Interferenz zwischen Überwachungssystemen, die auf mechanischer Resonanz und Oberwellenabstrahlung basieren, ist ausgeschlossen.

[0014] Aus dem US-Patent Nr. 5,469,140 ist ein bandförmiger Streifen aus einer amorphen magnetischen Legierung bekannt, der bei Anlegen eines sättigenden, in Querrichtung verlaufenden Magnetfelds wärmebehandelt wird. Der behandelte Streifen wird in einer Markierung für ein elektronisches Artikelüberwachungssystem mit gepulster Abfrage verwendet. Ein bevorzugtes Material für den Streifen ist aus Eisen, Kobalt, Silizium und Bor gebildet, wobei der Kobaltanteil über 30 At% liegt.

[0015] Das US-Patent Nr. 5,252,144 schlägt vor, daß verschiedene magnetostriktive Legierungen getempert werden, um ihre Abklingcharakteristiken zu verbessern. Aus diesem Patent geht jedoch nicht das Anwenden eines Magnetfelds während der Erhitzung hervor.

[0016] Viele Legierungszusammensetzungen, die die obigen Charakteristiken in ihrer ganz besonders bevorzugten Form und Kombination erzielen (d. h., wenn alle obigen Charakteristiken optimiert sind), enthalten relativ große Kobalmengen. Unter den Rohstoffen, die üblicherweise bei den Legierungszusammensetzungen zum Herstellen eines amorphen Materials verwendet werden, ist Kobalt das teuerste. Amorphe Metallprodukte, die aus einer Legierungszusammensetzung mit einem relativ hohen Kobaltgehalt hergestellt werden, sind deshalb entsprechend teuer. Auf dem Gebiet der elektronischen Artikelüberwachungssysteme, insbesondere auf dem Gebiet magnetomechanischer Überwachungssysteme, besteht ein Bedarf an einer amorphen Legierung, die dazu dienen kann, den Resonator in der Artikelmarkierung auszubilden, die einen relativ geringen Kobaltgehalt aufweist oder kein Kobalt aufweist und deren Preis deshalb dementsprechend reduziert ist. Der niedrige Kobaltgehalt oder das Fehlen von Kobalt sollte jedoch die oben erwähnten magnetischen und mechanischen Eigenschaften der Legierung nicht wesentlich verschlechtern.

[0017] Üblicherweise wird eine amorphe Legierung in „roher“ Form als ein Band gegossen und wird anschließend kundenspezifisch verarbeitet, damit das rohe Band eine bestimmte Menge erwünschter magnetischer Eigenschaften erhält. Zu einer derartigen Bearbeitung zählt in der Regel das Tempern des Bandes in einer Kammer, wobei das Band gleichzeitig während des Temperns einem Magnetfeld ausgesetzt wird. Am häufigsten ist das Magnetfeld relativ zum Band quer ausgerichtet, d. h. in einer Richtung senkrecht zu der Längsachse (längste Erstreckung) des Bandes und in der Ebene des Bandes. Es ist jedoch auch bekannt, eine amorphe Metallegierung zu tempern, während die Legierung einem senkrecht zu der Ebene des Bandes oder Streifen ausgerichteten Magnetfeld ausgesetzt wird, d. h. einem Magnetfeld mit einer Richtung parallel zu der Normalen der planaren Oberfläche des Bandes oder Streifens. Diese Art des Temperns ist aus dem US-Patent Nr. 4,268,325 bekannt. Wenngleich hier eine Reihe kobalfreier Legierungen offenbart wird, wird auch eine Anzahl kobalthaltiger Legierungen beschrieben. Unter den spezifischen Beispielen von kobalthaltigen Legierungszusammensetzungen, die im US-Patent Nr. 4,268,325 vorgesehen sind, ist der niedrigste Kobaltgehalt 15 At% und es sind weitere Beispiele angegeben, bei denen der Kobaltgehalt bis zu 74 At% beträgt. Zudem ist die in diesem Patent offenbare verallgemeinerte Formel eine kobalthaltige Legierung, und das heißt, daß sie Kobalt in einem Bereich zwischen etwa 40 und 80 At% enthält. Es werden darin nur einige Einzelheiten der magnetischen Eigenschaften von gemäß diesem Patent ausgebildeten Legierungen beschrieben, doch werden beispielhafte B-H-Schleifen für derartige Legierungen gezeigt. Auf der Basis dieser B-H-Schleifen, die nichtlinear sind, würden sich die in diesem Patent offenbarten Legierungen nur zur Verwendung in Oberwellen-Artikelüberwachungssystemen eignen. Selbst wenn einige dieser Legierungen nicht offenbare magnetostriktive Eigenschaften aufweisen würden, würden sie dennoch die oben erwähnte nichtlineare B-H-Schleife aufweisen und würden somit das oben erwähnte Problem der Verunreinigung nicht lösen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0018] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer amorphen magnetostriktiven Legierung und eines Verfahrens zu seiner Bearbeitung, um einen Resonator mit Eigenschaften herzustellen, der sich zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem eignet, und zwar zu geringeren Kosten als herkömmliche Resonatoren.

[0019] Eine weitere Aufgabe besteht in der Bereitstellung einer amorphen magnetostriktiven Legierung, die ein ausreichend lineares magnetisches Verhalten aufweist, damit eine einen derartigen Resonator verkörpernde Markierung für ein Oberwellen-Artikelüberwachungssystem unsichtbar wird.

[0020] Außerdem besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung einer einen derartigen Resonator verkörpernden Markierung und eines Verfahrens zur Herstellung einer derartigen Markierung, die sich zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem eignet.

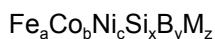
[0021] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystems, das mit einer preiswerten Markierung mit einem Resonator betrieben werden kann, der aus einer amorphen magnetostriktiven Legierung besteht.

[0022] Die obigen Aufgaben werden gelöst in einem Resonator wie in Anspruch 1 definiert, in einer einen derartigen Resonator verkörpernden Markierung wie in Anspruch 18 definiert und einem eine derartige Markierung verwendenden magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem wie in Anspruch 19 definiert, wobei der Resonator aus einer amorphen magnetostriktiven Legierung mit einem niedrigen Kobaltgehalt besteht, wobei die rohe amorphe magnetostriktive Legierung in Band- oder Streifenform getempert wird. Der Resonator weist eine Resonanzfrequenz f_r , die bei einer Feldstärke H_{min} ein Minimum ist, und eine lineare B-H-Schleife bis mindestens zu einer Feldstärke, die etwa $0,8 H_{min}$ beträgt, und eine einachsige Anisotropie senkrecht zu der Ebene des Streifens mit einer Anisotropiefeldstärke H_k , die mindestens H_{min} beträgt. Verfahren zur Herstellung des Resonators sind in den Ansprüchen 20 und 22 definiert, und ein Verfahren zum Herstellen einer Markierung ist in Anspruch 23 definiert.

[0023] Die oben erwähnte einachsige Anisotropie in dem erfindungsgemäßen Resonator weist zwei Komponenten auf, nämlich Richtung und Größe. Die Richtung, d. h. senkrecht zu der Ebene des Streifens, wird durch den Temperprozeß eingestellt. Diese Richtung kann eingestellt werden, indem das Band oder der Streifen in Anwesenheit eines Magnetfelds getempert wird, das im wesentlichen senkrecht zu der Ebene des Bandes oder Streifens und außerhalb dieser Ebene (nicht querverlaufendes Feld) ausgerichtet ist, oder indem von oben und unten aus Kristallinität in das Band oder in den Streifen eingeführt wird, jeweils bis zu einer Tiefe von etwa 10% der Streifen- oder Banddicke. Der Ausdruck „amorph“ (in Verbindung mit dem Resonator) bedeutet, wie er hier verwendet wird, somit ein Minimum von etwa 80% amorph (wenn der Resonator in einem Querschnitt senkrecht zu seiner Ebene betrachtet wird).

[0024] Die Anisotropiefeldstärke (Größe) wird durch eine Kombination aus dem Temperprozeß und der Legierungszusammensetzung eingestellt, wobei die Größenordnung in erster Linie variiert (justiert) wird, indem die Legierungszusammensetzung justiert wird, wobei sich dann Änderungen gegenüber einer mittleren (nominalen) Größe innerhalb etwa $\pm 40\%$ des Nennwerts erzielen lassen.

[0025] Der Begriff „niedriger Kobaltgehalt“, wie er hier verwendet wird, umfaßt einen Kobaltgehalt von 0 At%, d. h. eine kobalfreie Zusammensetzung. Folgendes ist eine bevorzugte verallgemeinerte Formel für die Legierungszusammensetzung, die beim Tempern wie oben beschrieben einen Resonator mit den gewünschten Eigenschaften zur Verwendung in einer Markierung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem erzeugt:



wobei a, b, c, x, y und z At% sind, wobei M eines oder mehrere die Glasbildung fördernde Elemente wie etwa, C, P, Ge, Nb und/oder Mo, und/oder ein oder mehrere Übergangsmetalle wie etwa Cr und/oder Mn ist und wobei

$$a + b + c > 75$$

$$a > 15$$

$$0 < b < 20$$

$$c > 5$$

$0 < z < 3$

wobei x und y den Rest darstellen, so daß $a + b + c + x + y + z = 100$. (Bei den obigen Bereichsbezeichnungen und wie ansonsten hier verwendet, beinhalten alle unteren und oberen Zahlenbezeichnungen den Wert der Bezeichnung selbst und sollten so ausgelegt werden, als wenn ihnen „etwa“ vorangestellt wäre, d. h., geringe Abweichungen von den buchstäblich spezifizierten Bezeichnungen sind tolerierbar.) Ein Resonator mit einer Legierung mit der obigen Zusammensetzung emittiert nach dem Tempern in einem Magnetfeld senkrecht zur Ebene des Bandes, wenn er angeregt wird, bei Vorliegen eines Vormagnetisierungsfeldes mechanisch mit einer Resonanzfrequenz zu schwingen, ein Signal mit einer hohen Anfangsamplitude und die Resonanzfrequenz der bearbeiteten Legierung (des Resonators) weist eine minimale Änderung auf, die sich im Vormagnetisierungsfeld ändert.

[0026] Bei einem gemäß der Erfindung hergestellten Resonator ist es so gut wie unwahrscheinlich, daß er in einem Oberwellensicherheitssystem einen Alarm auslöst, da er ein ausreichend lineares magnetisches Verhalten (d. h. keinen signifikanten „Knick“ in der B-H-Schleife) bis zu einer Feldstärke in einem Bereich von etwa 4–5 Oe aufweist, die durch das oben erwähnte Tempern in einem Magnetfeld senkrecht zu der Ebene des Bandes oder Streifens so eingestellt ist, daß der Resonator für ein Oberwellen-Artikelüberwachungssystem unsichtbar wird. Zu der Lösung des Verunreinigungsproblems trägt außerdem bei, daß ein gemäß der Erfindung hergestellter Resonator eine Resonanzfrequenz aufweist, die sich um mindestens 1,2 kHz ändert, wenn das Vormagnetisierungsfeld entfernt wird, d. h. wenn er aus einem aktivierte Zustand in einen deaktivierten Zustand umgeschaltet wird.

[0027] Bei einem gemäß der Erfindung hergestellten Resonator liegt H_{min} in einem Bereich zwischen etwa 5 und etwa 8 Oe. Das Anisotropiefeld H_k beträgt mindestens etwa 6 Oe. H_{min} liegt in der Regel bei etwa 0,8 H_k .

[0028] Ein gemäß der Erfindung herstellter Resonator weist eine Resonanzfrequenz f_r auf, die sich in einer Vormagnetisierungsfeldstärke H_b in einem Bereich zwischen etwa 4 und etwa 8 Oe um einen Betrag ändert, der unter etwa 400 Hz/Oe liegt, d. h. $|df_r/dH_b| < 400 \text{ Hz/Oe}$. Bei bevorzugten Ausführungsformen liegt die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Vormagnetisierungsfeldstärke in der Nähe von 0.

[0029] Der oben erwähnte Resonator wird hergestellt, indem die Rohlegierung (wie gegossen) einem senkrechten, nicht querlaufenden Magnetfeld ausgesetzt wird, während die Legierung, etwa in Form eines Bandes, erhitzt wird. Das Band kann erhitzt werden, indem beispielsweise ein elektrischer Strom durch es hindurchgeschickt wird. Die Wärmebehandlung des Bandes findet bevorzugt in einem Temperaturbereich zwischen etwa 250°C und etwa 430°C statt, und die Wärmebehandlung dauert unter eine Minute.

[0030] Bei einer weiteren Ausführungsform der Zusammensetzung weist die Legierung einen Kobaltgehalt von unter 10 At% auf, und bei einer anderen Ausführungsform weist die Legierung einen Nickelgehalt von mindestens 10 At% und einen Kobaltgehalt von unter 4 At% auf. Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Legierung einen Eisengehalt von unter 30 At% und einen Nickelgehalt von über 30 At% auf. Bei einer anderen Ausführungsform ist $a + b + c > 79$.

[0031] Wenngleich wie oben erwähnt bevorzugt wird, die amorphe Rohlegierung nach dem Gießen in einem Magnetfeld zu tempern, das senkrecht zu der Ebene des amorphen Metallstreifens verläuft, kann man die oben erwähnten magnetischen Eigenschaften, die in einem magnetomechanischen Artikelüberwachungssystem erwünscht sind, dadurch erzielen, daß das amorphe Band in Gegenwart eines schräaggerichteten Magnetfelds getempert wird, d. h. eines Magnetfelds mit einer Richtung in der Ebene des amorphen Bandes oder Streifens, aber unter einem Winkel, der bezüglich der Längsachse (längste Richtung) des Bandes, wesentlich von 90° abweicht. Es kann auch eine Temperung in einem Magnetfeld verwendet werden, die eine Kombination (Vektoraddition) aus einem senkrechten Feld und einem schrägen Feld darstellt.

[0032] Eine Markierung zur Verwendung in einem magnetomechanischen Überwachungssystem weist einen Resonator auf, der aus einer Legierung mit der obigen Formel und den obigen Eigenschaften besteht und in einem Gehäuse neben einem Vormagnetisierungselement, das aus ferromagnetischem Material besteht, enthalten ist. Eine derartige Markierung eignet sich zur Verwendung in einem magnetomechanischen Überwachungssystem mit einem Sender, der aufeinanderfolgende HF-Bursts mit vorbestimmter Frequenz mit Pausen zwischen den Bursts emittiert, einem Detektor, der so abgestimmt ist, daß er Signale mit der vorbestimmten Frequenz detektiert, einer Synchronisationsschaltung, die den Betrieb der Sendeschaltung und der Empfangsschaltung synchronisiert, damit die Empfangsschaltung aktiviert wird, um in den Pausen zwischen den Bursts nach einem Signal mit der vorbestimmten Frequenz zu suchen, und einem Alarm, der ausgelöst wird, wenn die Detektorschaltung innerhalb mindestens einer der Pausen zwischen aufeinanderfolgenden Impulsen ein

Signal detektiert, das als von einer Markierung kommend identifiziert wird. Bevorzugt wird der Alarm erzeugt, wenn ein Signal detektiert wird, das in mehr als einer Pause als von einer Markierung kommend identifiziert wird.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0033] **Fig.** 1 zeigt eine Markierung, wobei der obere Teil ihres Gehäuses teilweise weggezogen ist, um die internen Komponenten zu zeigen, und die einen gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellten Resonator aufweist, im Kontext eines schematisch dargestellten magnetomechanischen Artikelüberwachungssystems.

[0034] Die **Fig.** 2a und 2b zeigen eine B-H-Schleife bzw. die Beziehung der Resonanzfrequenz und Signalamplitude relativ zum Vormagnetisierungsfeld für eine bekannte amorphe Legierung in gegossener Form, d. h. ohne jegliche Bearbeitung.

[0035] Die **Fig.** 3a und 3b zeigen die B-H-Schleife bzw. die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude von dem Vormagnetisierungsfeld für eine in einem querlaufenden Magnetfeld getemperte bekannte amorphe Legierung.

[0036] **Fig.** 4 zeigt die B-H-Schleife für eine erste beispielhafte Legierungszusammensetzung gemäß der Erfindung, sowohl in einem senkrechten Magnetfeld gemäß der Erfindung getempert als auch nicht gemäß der Erfindung in einem querlaufenden Magnetfeld getempert.

[0037] **Fig.** 5 zeigt die B-H-Schleife für eine zweite beispielhafte Legierungszusammensetzung gemäß der Erfindung, sowohl in einem senkrechten Magnetfeld gemäß der Erfindung getempert als auch nicht gemäß der Erfindung in einem querlaufenden Magnetfeld getempert.

[0038] **Fig.** 6 zeigt die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude für die Legierung von **Fig.** 4 nach dem Temperiern in einem senkrechten Feld.

[0039] **Fig.** 7 zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude von dem Vormagnetisierungsfeld für die Legierung von **Fig.** 5 nach dem Temperiern in einem senkrechten Feld.

[0040] **Fig.** 8 zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude von dem Vormagnetisierungsfeld der Legierung von **Fig.** 4 und 6 beim Temperiern in einem querlaufenden Magnetfeld nicht gemäß der Erfindung.

[0041] **Fig.** 9 zeigt die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude der Legierung der **Fig.** 5 und 7 beim Temperiern in einem querlaufenden Magnetfeld nicht gemäß der Erfindung.

[0042] Die **Fig.** 10a und 10b zeigen jeweils eine Seitenansicht und eine Stirnansicht einer ersten Ausführungsform eines Temperprozesses gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung.

[0043] **Fig.** 11a und 11b zeigen jeweils eine Stirnansicht und eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform eines Temperprozesses gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung.

[0044] **Fig.** 12 zeigt die B-H-Schleife für eine in einem senkrechten Magnetfeld gemäß der Erfindung getemperte beispielhaften Legierungszusammensetzung $Fe_{40}Co_2Ni_{40}Si_5B_{13}$.

[0045] **Fig.** 13 zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude der beispielhaften Legierung $Fe_{40}Co_2Ni_{40}Si_5B_{13}$ nach dem Temperiern in einem senkrechten Feld.

[0046] **Fig.** 14 zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude der beispielhaften Legierung $Fe_{40}Co_2Ni_{40}Si_5B_{13}$ nach dem Temperiern in einem querlaufenden Feld nicht gemäß der Erfindung.

[0047] **Fig.** 15 zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten der Resonanzfrequenz und der Signalamplitude der beispielhaften Legierung $Fe_{40}Co_2Ni_{40}Si_5B_{13}$ nach einem sehr kurzen Temperiern in einem senkrechten Feld.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0048] **Fig.** 1 zeigt ein magnetomechanisches elektronisches Artikelüberwachungssystem, das eine Markierung **1** mit einem Gehäuse **2** verwendet, das einen Resonator **3** und ein magnetisches Vormagnetisierungselement **4** enthält. Der Resonator **3** ist von einem Band aus getempertem amorphem magnetostriktivem Metall geschnitten mit einer Zusammensetzung entsprechend der Formel



wobei a, b, c, x, y und z At% sind, wobei M eines oder mehrere die Glasbildung fördernde Elemente wie etwa, C, P, Ge, Nb und/oder Mo, und/oder ein oder mehrere Übergangsmetalle wie etwa Cr und/oder Mn ist und wobei

$$a + b + c > 75$$

$$a > 15$$

$$0 < b < 20$$

$$c > 5$$

$$0 < z < 3$$

wobei x und y den Rest darstellen, so daß $a + b + c + x + y + z = 100$. Das amorphe Band, das getempert und geschnitten wurde, um den Resonator **3** herzustellen, wurde in Gegenwart eines Magnetfeldes mit einer Richtung senkrecht zu der Ebene des Bandes, d. h. parallel zu einer Oberflächennormalen des Bandes, getempert. Der Resonator **3** erzeugt, wenn er wie unten beschrieben angeregt wird, um mechanisch zu schwingen, ein Signal mit einer Resonanzfrequenz mit einer anfangs hohen Amplitude, wodurch seine Detektion in dem in **Fig.** 1 gezeigten magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem zuverlässig wird.

[0049] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Legierung einen Kobaltgehalt von unter 10 At% auf, und bei einer weiteren Ausführungsform weist die Legierung einen Nickelgehalt von mindestens 10 At% und einen Kobalgehalt von unter 4 At% auf. Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Legierung einen Eisengehalt, der unter 30 At% liegt, und einem Nickelgehalt über 30 At% auf. Bei einer weiteren Ausführungsform ist $a + b + c > 79$.

[0050] Die Markierung **1** befindet sich in einem aktivierte Zustand, wenn das magnetische Vormagnetisierungselement magnetisiert wird, für die vorliegenden Zwecke in der Regel in einem Bereich zwischen 1 und 6 Oe, und der Resonator **3** ein lineares magnetisches Verhalten aufweist, d. h. eine lineare B-H-Schleife, mindestens in einem Bereich bis zu etwa 4–5 Oe, wobei dies durch das oben erwähnte Temperiern in einem senkrechten Magnetfeld eingestellt wird. Außerdem ändert sich die Resonanzfrequenz f_r des Resonators **3** um mindestens 1,2 kHz, wenn das von dem magnetischen Vormagnetisierungselement **4** erzeugte Magnetfeld entfernt wird, d. h., wenn das magnetische Vormagnetisierungselement **4** entmagnetisiert wird, um die Markierung **1** zu deaktivieren. Die Resonanzfrequenz f_r des Resonators **3** weist bei einer gewissen Feldstärke, die hier als H_{min} bezeichnet ist, ein Minimum auf. Die B-H-Schleife des Resonators **3** ist bis zu mindestens einer Feldstärke, die etwa $0,8 H_{min}$ beträgt, linear und weist eine Anisotropiefeldstärke H_k auf, die mindestens so groß wie und möglicherweise größer ist als H_{min} . Die Anisotropiefeldstärke H_k ist bei etwa 6 Oe ein Minimum. In der Regel beträgt H_{min} etwa $0,8 H_k$. Somit liegt H_{min} in einem Bereich zwischen etwa 5 und etwa 8 Oe. Die Resonanzfrequenz f_r des erfundungsgemäßen Resonators **3** ändert sich in Abhängigkeit von Änderungen bei dem von dem magnetischen Vormagnetisierungselement **4** erzeugten Vormagnetisierungsfeld H_b um einen minimalen Betrag, bevorzugt weniger als 400 Hz/Oe, und kann in einigen Fällen eine derartige Änderung aufweisen, die in der Nähe von 0 liegt.

[0051] Das in **Fig.** 1 gezeigte magnetomechanische Überwachungssystem arbeitet auf bekannte Weise. Das System enthält zusätzlich zu der Markierung **1** eine Sendeschaltung **5** mit einer Spule oder Antenne **6**, die HF-Bursts mit einer vorbestimmten Frequenz wie etwa 58 kHz mit einer Wiederholungsrate von beispielsweise 60 Hz mit einer Pause zwischen aufeinanderfolgenden Bursts emittiert (überträgt). Diese Sendeschaltung **5** wird zum Emittieren der oben erwähnten HF-Bursts von einer Synchronisationsschaltung **9** gesteuert, die auch eine Empfangsschaltung **7** mit einer Empfangsspule oder Antenne **8** steuert. Falls eine aktivierte Markierung **1** (d. h. eine Markierung mit einem magnetisierten Vormagnetisierungselement **4**) zwischen den Spulen **6** und **8** vorliegt, wenn die Sendeschaltung **5** aktiviert wird, steuert der von der Spule **6** emittierte HF-Burst den Resonator **3** an, mit einer Resonanzfrequenz von (in diesem Beispiel) 58 kHz zu schwingen und dadurch ein Signal mit einer anfangs hohen Amplitude zu erzeugen, die exponentiell abklingt.

[0052] Die Synchronisationsschaltung **9** steuert die Empfangsschaltung **7**, so daß die Empfangsschaltung **7** aktiviert wird, nach einem Signal mit der vorbestimmten Frequenz (in diesem Beispiel) 58 kHz in einem ersten

und zweiten Detektionsfenster Ausschau zu halten. In der Regel steuert die Synchronisationsschaltung **9** die Sendeschaltung **5**, einen HF-Burst mit einer Dauer von etwa 1,6 ms zu emittieren, wobei dann die Synchronisationsschaltung **9** die Empfangsschaltung **7** in einem ersten Detektionsfenster von etwa 1,7 ms Dauer aktiviert, das etwa 0,4 ms nach dem Ende des HF-Bursts beginnt. Während dieses ersten Detektionsfensters integriert die Empfangsschaltung **7** jedes Signal mit der vorbestimmten Frequenz, etwa 58 kHz, das vorliegt. Um in diesem ersten Detektionsfenster ein Integrationsergebnis zu erzeugen, das zuverlässig mit dem integrierten Signal von dem zweiten Detektionsfenster verglichen werden kann, sollte das Signal, das von der Markierung **1** emittiert wird, falls sie vorliegt, eine relativ hohe Amplitude aufweisen.

[0053] Wenn der gemäß der Erfindung hergestellte Resonator **3** von der Sendeschaltung **5** mit 18 mOe angesteuert wird, die Empfangsspule **8** eine eng gekoppelte Aufnehmerspule mit 100 Wicklungen ist und die Signalamplitude etwa 1 ms nach einem etwa 1,6 ms dauernden Wechselstromanregungsburst gemessen wird, erzeugt er eine Amplitude von etwa 40 mV in erstem Detektionsfenster. Allgemein ist $A_1 \propto N \cdot W \cdot H_{ac}$, wobei N die Anzahl die Wicklungen der Empfangsspule, W die Breite des Resonators und H_{ac} die Feldstärke des (ansteuernden) Anregungsfelds ist. Die spezifische Kombination dieser Faktoren, die A1 erzeugt, ist nicht signifikant.

[0054] Danach deaktiviert die Synchronisationsschaltung **9** die Empfangsschaltung **7** und reaktiviert dann die Empfangsschaltung **7** unter Verwendung eines zweiten Detektionsfensters, das etwa 6 ms nach dem Ende des oben erwähnten HF-Bursts beginnt. Während des zweiten Detektionsfensters hält die Empfangsschaltung **7** wieder nach einem Signal mit einer geeigneten Amplitude mit der vorbestimmten Frequenz (58 kHz) Ausschau. Da bekannt ist, daß ein Signal, das von einer Markierung **1** ausgeht, falls sie vorliegt, eine abklingende Amplitude aufweist, vergleicht die Empfangsschaltung **7** die Amplitude eines etwaigen, im zweiten Detektionsfenster detektierten 58 kHz-Signals mit der Amplitude des im ersten Detektionsfenster detektierten Signals. Wenn die Amplitudendifferenz mit der eines exponentiell abklingenden Signals übereinstimmt, wird davon ausgegangen, daß das Signal tatsächlich von einer zwischen den Spulen **6** und **8** vorliegenden Markierung **1** ausging, und die Empfangsschaltung **7** aktiviert dementsprechend einen Alarm **10**.

[0055] Durch diesen Ansatz werden Fehlalarme aufgrund falscher HF-Signale von anderen HF-Quellen als der Markierung **1** auf zuverlässige Weise vermieden. Es wird angenommen, daß derartige falsche Signale eine relativ konstante Amplitude aufweisen, und selbst wenn derartige Signale jeweils in dem ersten und zweiten Detektionsfenster integriert werden, erfüllen sie nicht das Vergleichskriterium und bewirken nicht, daß die Empfangsschaltung **7** den Alarm **10** auslöst.

[0056] Aufgrund der oben erwähnten signifikanten Änderung der Resonanzfrequenz f_r des Resonators **3**, wenn das Vormagnetisierungsfeld H_b entfernt wird, das mindestens 1,2 kHz beträgt, wird außerdem sichergestellt, daß die Markierung **1** bei ihrer Deaktivierung, selbst wenn die Deaktivierung nicht vollständig effektiv ist, auch dann kein Signal emittiert, wenn sie durch die Sendeschaltung **5** mit der vorbestimmten Resonanzfrequenz angeregt wird, auf die die Empfangsschaltung **7** abgestimmt worden ist.

[0057] Bei Betrachtung herkömmlicher amorphen Materialien und ihrer magnetischen Eigenschaften, die in verschiedenen Arten von Artikelüberwachungssystemen verwendet werden, wurde festgestellt, daß die Frequenzänderung von 400 Hz/Oe bei etwa 6 Oe für Legierungen, wie sie beispielsweise in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 5,628,840 beschrieben werden, etwa auch den Wert der Frequenzänderung von nichtlinearen Ausführungsformen entspricht, wie sie beispielsweise in der PCT-Anmeldung WO 90/03652 beschrieben werden.

[0058] Es wurde jedoch auch festgestellt, daß für das in **Fig. 1** gezeigte Ausführungsbeispiel bei einer etwas anderen Testfeldstärke von etwa 8 Oe die Änderung der Resonanzfrequenz f_r relativ zur Testfeldstärke, d. h. $|df_r/dH_b|$, einen Wert in der Nähe von 0 aufweist, aber immer noch eine adäquate Signalamplitude vorliegt. Dies führte zu der Erkenntnis, daß die Vormagnetisierungsfeldstärke in solch einem Resonator so angepaßt werden könnte, daß sie dort liegt, wo $|df_r/dH_b| = 0$. Als Alternative, so wurde überlegt, sei es möglich, daß durch Modifizieren der Zusammensetzung oder der Geometrie des Streifens, um das Vormagnetisierungsfeld zu modifizieren, so daß dort, wo $|df_r/dH_b| = 0$ gilt, demjenigen Wert der Testfeldstärke entspricht, der in standardmäßigen magnetomechanischen Artikelüberwachungssystemen angewendet wird, beispielsweise eine Feldstärke zwischen 6 und 7 Oe. Dadurch würde man einen Resonator mit einer Resonanzfrequenz erhalten, die gegenüber Schwankungen der Testfeldstärke (Vormagnetisierungsfeldstärke), wie sie beispielsweise aufgrund verschiedener Ausrichtungen der Markierung zurückzuführen sind, bei denen der Resonator im Erdmagnetfeld eingeschlossen ist, oder auf Schwankungen in den Charakteristiken des ferromagnetischen Vormagnetisierungselements, das das Feld H_b erzeugt, zurückzuführen sind, extrem unempfindlich ist. Eine Markierung mit einer weniger schwankenden Resonanzfrequenz, als man durch herkömmliche Markierungen erreicht, würde in der

Überwachungszone in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem zu einer höheren Detektionsrate führen.

[0059] Anschließende Versuche zeigten, daß die obigen Überlegungen stimmen, doch stellte es sich heraus, daß die Eigenschaften des Resonators eine große Streuung aufweisen, da sie durch sehr geringfügige Abweichungen des Herstellungsprozesses beeinflußt werden. Außerdem blieb der oben erwähnte Nachteil der Verunreinigung bestehen, die Versuche zeigten nämlich, daß die B-H-Schleife von Versuchsresonatoren nichtlinear war, so daß der Resonator in einem Oberwellen-Überwachungssystem einen Alarm auslösen würde.

[0060] Es wurde dann versucht, die Eigenschaften der Versuchsproben durch Temperiern in einem querlaufenden Feld zu modifizieren. Wie in den **Fig. 3a** und **3b** gezeigt, führte dies jedoch dazu, daß die Signalamplitude A1 bei $|df_r/dH_b| = 0$ extrem klein wird, was die Signaldetektion extrem erschwert. Dies schien ein Problem grundlegender Art zu sein.

[0061] Es kam zu einem wesentlichen Durchbruch, wenn die Streifen nicht in einem quer zur Längsachse des Bandes ausgerichteten Magnetfeld wärmebehandelt wurden, sondern statt dessen eine Wärmebehandlung des Bandes in einem Magnetfeld durchgeführt wurde, das senkrecht zur Längsrichtung des Bandes ausgerichtet war und nicht in der Ebene des Bandes, d. h. ein Magnetfeld mit einer Richtung senkrecht zu einer Normalen der planaren Oberfläche des Bandes.

[0062] **Fig. 4** und **5** zeigen das magnetische Verhalten (B-H-Schleife) bearbeiteter Legierungen mit verschiedenen Zusammensetzungen gemäß der erfundungsgemäßen Formel. Jeweilige Proben der Legierungen „im gegossenen Zustand“ wurden in Gegenwart eines senkrechten Felds gemäß der Erfindung einem Temperiern unterzogen, und andere Proben wurden in Gegenwart eines querlaufenden Felds einem Temperiern unterzogen. Wie man in den **Fig. 4** und **5** sehen kann, führen beide Arten von Temperiern zu einem im wesentlichen linearen Magnetisierungsverhalten. Dies ist zu erwarten, da das Ergebnis beider Arten von Magnetisierung eine einachsige Anisotropie senkrecht zu der Ebene des Bandes erzeugt, von dem die Streifen abgeschnitten sind, was eine Voraussetzung dafür ist, ein derartiges lineares Verhalten zu erzielen.

[0063] Ein unerwartetes Ergebnis waren jedoch die magnetoelastischen Eigenschaften, die die in den **Fig. 4** und **5** bezeichneten Legierungen beim Temperiern in Gegenwart eines senkrechten (nicht querlaufenden) Feldes aufwiesen, um eine einachsige Anisotropie senkrecht zu der Ebene des Bandes (Streifens) zu erzeugen. Diese Eigenschaften sind jeweils für die beiden Zusammensetzungen in **Fig. 6** und **7** gezeigt. Wie man durch Vergleich der **Fig. 6** und **7** mit den Eigenschaften sehen kann, die durch ein in **Fig. 3b** gezeigtes herkömmliches, in einem querlaufenden Feld getemperten amorphen magnetostriktiven Material exemplifiziert werden, weist ein Resonator (bearbeitete Legierungen) gemäß der Erfindung weiterhin eine ausreichend hohe Signalamplitude auf, wenn die Resonanzfrequenz ein Minimum ist, d. h. an einer Stelle, bei der $|df_r/dH_b| = 0$.

[0064] Um die Quelle bei der Bearbeitung zu testen, die die in den **Fig. 6** und **7** gezeigten Ergebnisse vorbringt, wurden andere Legierungsproben mit der gleichen Zusammensetzung durch Temperiern in einem querlaufenden Magnetfeld auf herkömmliche Weise bearbeitet. Dadurch erhielt man Resonatoren mit den in den **Fig. 8** und **9** gezeigten Ergebnissen. Wie man in den **Fig. 8** und **9** sehen kann, liegt an der Stelle, an der die Resonanzfrequenz ein Minimum aufweist, eine kaum detektierbare Signalamplitude vor. Eine hohe Signalamplitude findet man nur in einem mittleren Teil der in den **Fig. 8** und **9** gezeigten Kurven, allerdings an der Stelle, wo die Änderung der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Feldstärke extrem hoch ist. Die in **Fig. 8** gezeigte bearbeitete Legierung weist beispielsweise bei 6,5 Oe einen Wert von $|df_r/dH_b| = 1900 \text{ Hz/Oe}$ auf, und die in **Fig. 9** gezeigte verarbeitete Legierung weist an dieser Stelle einen niedrigeren Wert auf, der aber immer noch etwa 1600 Hz/Oe beträgt.

[0065] Wie man in **Fig. 3b** feststellen kann, weist die herkömmlich getemperte Legierung darin einen niedrigeren Wert von $|df_r/dH_b| = 640 \text{ Hz/Oe}$ auf, weist aber einen Kobal Gehalt von 15 At% auf. Dies ist ein besserer Wert als die in **Fig. 8** und **9** gezeigten Werte, wodurch demonstriert wird, daß beim herkömmlichen Temperiern in einem querlaufenden Feld ein höherer Kobaltgehalt erforderlich ist, um den Wert von $|df_r/dH_b|$ zu reduzieren.

[0066] Indem jedoch, wie oben angemerkt eine Legierung mit einem niedrigen Kobaltgehalt oder eine kobaltfreie Legierung in Gegenwart eines senkrechten (nicht querlaufenden) Magnetfelds eine Wärmebehandlung unterzogen wird, kann eine lineare B-H-Schleife eingestellt und gleichzeitig eine niedrige Frequenzabhängigkeit erzielt werden, die deutlich unter 400 Hz/Oe liegt und ohne irgendwelchen signifikanten Verlust bei der Signalamplitude sogar in die Nähe von 0 gebracht werden. Gleichzeitig erreicht man eine sehr hohe Änderung

der Resonanzfrequenz f_r von deutlich mehr als einem kHz, wenn das Vormagnetisierungsfeld entfernt wird, d. h., wenn eine Markierung, die einen Resonator verkörpert, der aus einer auf diese Weise bearbeiteten amorphen magnetostruktiven Legierung besteht, deaktiviert wird.

[0067] Wie bereits angemerkt, erhält man, wenn man vermeidet, überhaupt Kobalt zu verwenden, oder indem man nur eine sehr geringe Menge an Kobalt verwendet, den signifikanten Vorteil von niedrigeren Rohmaterialealkosten.

[0068] Wie man anhand der dargestellten Beispiele sehen kann, kann die Position des Minimums der Resonanzfrequenz, d. h. die Feldstärke, bei der $|df_r/dH_b| = 0$ gilt, mit Hilfe einer Legierungszusammensetzungsauswahl und Abänderung der Temperzeit und Tempertemperatur willkürlich geplant werden. Für Resonatoren liegt wie oben erwähnt die typische Feldstärke, bei der es wichtig ist, daß dort der oben erwähnte Nullwert liegt, zwischen 6 und 7 Oe. Für Resonatoren, die zum Einsatz in magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystemen bestimmt sind, sind deshalb die Legierung und die Wärmebehandlung so ausgelegt, daß man bei der Resonanzfrequenzänderung ein Minimum zwischen 6 und 7 Oe erhält. Die Legierungszusammensetzung $\text{Fe}_{35}\text{Co}_5\text{Ni}_{40}\text{Si}_4\text{B}_{16}$ eignet sich somit nach einer 15minütigen Wärmebehandlung bei etwa 350°C ideal für diesen Zweck. Ein Wert der Feldstärke, bei der $|df_r/dH_b| = 0$ gilt, der für diesen Zweck geringfügig zu hoch liegt, tritt mit der Zusammensetzung $\text{Fe}_{62}\text{Ni}_{20}\text{Si}_2\text{B}_{16}$ nach der gleichen Wärmebehandlung auf. Diese Legierungszusammensetzung kann jedoch durch Verkürzen der Dauer der Wärmebehandlung an den gewünschten Zielwert von 6–7 Oe angepaßt werden. Eine Verkürzung der Dauer der Wärmebehandlung stellt auch einen wirtschaftlichen Vorteil dar. Idealerweise werden Zeitspannen von einigen wenigen Sekunden für die Wärmebehandlung gewünscht. Die Zeit der Wärmebehandlung kann reduziert werden, indem der Si-Gehalt reduziert und der Ni-Gehalt entsprechend erhöht wird, möglicherweise auch unter gleichzeitiger geringfügiger Erhöhung des Kobalts.

[0069] Die in allen obigen Figuren dargestellten Legierungsproben waren von einem Band abgeschnittene Streifen mit einer Breite von 6 mm, einer Länge von 38 mm und einer Dicke von etwa 20–30 µm. Die Proben in den **Fig. 3a** und **3b** wurden bei 360°C etwa 7 s lang getempert. Die Proben in jeder der **Fig. 4** bis **9** wurden 15 Minuten lang bei 350°C getempert.

[0070] Die Resonanzfrequenz f_r des Resonators kann auch durch eine geringfügige Anpassung der Länge des Streifens (von dem bearbeiteten Band abgeschnitten), der als der Resonator verwendet wird, auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Die Resonanzfrequenz f_r steht durch die bekannte Beziehung

$$f_r = 0,5L(E/D)^{0,5},$$

wobei L die Streifenlänge ist, E der Elastizitätsmodul des Streifens und D die Dichte des Streifens ist, zu der Länge des Resonators in Beziehung. Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Resonators besteht darin, daß er mit einem Streifen der gleichen Länge wie ein herkömmlicher Resonator eine niedrigere Resonanzfrequenz aufweist. Dies bedeutet, daß damit man einen Streifen erhält, der bei einer Resonanzfrequenz von 58 kHz mechanisch schwingt, wie das gegenwärtig der Standard ist, der den Resonator bildende Streifen im Vergleich zu einem herkömmlichen Resonator um bis zu 20% verkürzt werden kann, wodurch man nicht nur Materialkosten spart, sondern auch eine kleinere Markierung herstellen kann.

[0071] Natürlich können andere Resonatoren ausgelegt werden, die bei einer Resonanzfrequenz und bei einer anderen Feldstärke arbeiten, um verschiedenen Bedürfnissen entgegenzukommen.

[0072] Als ein weiteres Beispiel der Effektivität der erfindungsgemäßen Kombination aus Tempern in Gegenwart eines senkrechten Feldes und Zusammensetzungsauswahl wurde eine Legierungszusammensetzung unter den Zusammensetzungen ausgewählt, bei denen aus dem Stand der Technik deutlich hervorgeht, daß sie die gewünschten Eigenschaften nicht aufweisen, die sich zur Verwendung in einem magnetomechanischen Artikelüberwachungssystem eignen, wenn sie in Gegenwart eines querlaufenden Magnetfelds auf herkömmliche Weise getempert werden. Dazu wurde eine Legierung mit der Zusammensetzung $\text{Co}_2\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{13}\text{Si}_5$ (Zusammensetzung C aus Tabelle II in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 5,628,840) in Gegenwart eines senkrechten Magnetfeldes getempert. Das US-Patent Nr. 5,628,840 stellt fest, daß alle in ihm offenbarten Legierungen in Gegenwart eines querlaufenden Felds getempert wurden und das US-Patent Nr. 5,628,840 stellt in Spalte 7, Zeilen 50–53 ausführlich fest, daß es unmöglich war, die magnetischen Eigenschaften dieser Legierung C mit dieser Art von Tempern so einzustellen, daß sie unter dem Standpunkt des Betriebs in einem Resonanzmarkierungssystem wünschenswert sind.

[0073] Wenn diese Legierungszusammensetzung, die innerhalb der oben identifizierten erfindungsgemäßen Formel liegt, hingegen in Gegenwart eines senkrechten Magnetfelds getempert wurde, wies es einen Wert von $|df/dH_b| < 400 \text{ Hz/Oe}$ auf und erzeugte auch eine hohe Anfangsamplitude an einer Stelle, wo die Resonanzfrequenz sich einem Minimum nähert, wodurch sie sich zur Verwendung als Resonator in einem magnetomechanischen Artikelüberwachungssystem hervorragend eignet. Zudem wies ein aus dieser Legierungszusammensetzung gemäß der Erfindung hergestellter Resonator hinsichtlich der Resonanzfrequenz auch die oben erwähnte wesentliche Änderung (über 1,2 kHz) auf, wenn das Vormagnetisierungsfeld entfernt wurde. Kurven für diese Legierungszusammensetzung, die den zuvor erörterten Kurven vergleichbar sind, sind in den **Fig. 12, 13 und 14** gezeigt. **Fig. 15** zeigt die jeweiligen Abhängigkeiten von f_r und A_1 für diese in einer weiteren Temperausführungsform hergestellte Legierung, nämlich nach einem sehr kurzen Tempern in einem nicht querlaufenden Magnetfeld.

[0074] Die Effekte von Schwankungen im Temperprozeß für die untersuchten Legierungen sind in den Tabellen I und II gezeigt.

Tabelle I: Beispiele für untersuchte Legierungszusammensetzungen

| Nr. | Zusammensetzung At% | J_s (T) | Λ_s (ppm) |
|-----|---|-----------|-------------------|
| 1 | $\text{Fe}_{62}\text{Ni}_{20}\text{Si}_2\text{B}_{16}$ | 1,44 | 33 |
| 2 | $\text{Fe}_{53}\text{Ni}_{30}\text{Si}_1\text{B}_{16}$ | 1,33 | 29 |
| 3 | $\text{Fe}_{40}\text{Co}_2\text{Ni}_{40}\text{Si}_5\text{B}_{13}$ | 1,03 | 19 |
| 4 | $\text{Fe}_{35}\text{Co}_5\text{Ni}_{40}\text{Si}_4\text{B}_{16}$ | 0,96 | 16 |

[0075] Tabelle II – Anisotropiefeld H_k , Vormagnetisierungsfeld H_{min} $df/dH = 0$, Resonanzfrequenz $f_{r,min}$ bei H_{min} , Signalamplitude A_1 (1 ms nach Anregung mit 1,6 ms langen Tonbursts mit etwa 18 mOe Spitzennamplitude) bei H_{min} und Q bei H_{min} nach Tempern im senkrechten Feld. Ein Chargentempeln wurde mit etwa 500 gestapelten Stücken in einem senkrechten Feld von etwa 3 kOe durchgeführt, Spule-Spule-Tempeln wurde mit einem durchgehenden Streifen in einem senkrechten Feld von etwa 10 kOe (durch einen Elektromagneten erzeugt) in einem Ofen mit einer etwa 10 cm langen homogenen Temperaturzone vorgenommen. L ist die Resonatorenlänge. Die Bandbreite betrug 6 mm; die Dicke etwa 25 µm.

| Legierung | Temperbehandlung | L (mm) | H_k (Oe) | H_{min} (Oe) | $f_{r,min}$ (kHz) | A_1 (mV) | Q |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------|-------------------|----------------------|---------------|-----|
| Nr. | | | | | | | |
| 1 | Charge 15 min 350°C | 38,0 | 10,2 | 8,9 | 49,3 | 58 | 105 |
| 2 | Spule-Spule 1,5m/min 350°C | 38,0 | 8,4 | 6,7 | 49,6 | 50 | 109 |
| 3 | Charge 15 min 300°C | 38,0 | 9,2 | 7,8 | 52,5 | 77 | 181 |
| 3 | Spule-Spule 0,5m/min 350°C | 38,0 | 6,6 | 5,4 | 51,3 | 58 | 131 |
| 3 | Spule-Spule 0,5m/min 325°C | 38,0 | 6,5 | 4,8 | 52,5 | 62 | 149 |
| 3 | Spule-Spule 0,5m/min 350°C | 33,6 | 7,2 | 5,8 | 58,1 | 51 | 147 |
| 3 | Spule-Spule 0,5m/min 325°C | 34,4 | 6,9 | 5,0 | 58,2 | 50 | 148 |
| 4 | Charge 15 min 350°C | 38,0 | 7,4 | 6,5 | 53,5 | 64 | 154 |

[0076] Man beachte, daß eine Tempergeschwindigkeit von 1 m/min einer kurzen Temperzeit von etwa 6 Se-

kunden entspricht. Falls der Ofen 1 m statt 10 cm ist, würde dies einer Tempergeschwindigkeit von 10 m/min entsprechen.

[0077] Das erste Beispiel eines Temperprozesses gemäß der Erfindung ist in den **Fig. 10a** und **10b** gezeigt, wobei **Fig. 10a** eine Seitenansicht und **Fig. 10b** eine Stirnansicht zeigt. Wie in den **Fig. 10a** und **10b** gezeigt, wird das amorphe Band **11** mit einer Zusammensetzung innerhalb der erfindungsgemäßen Formel von einer sich drehenden Vorratsspule **12** entfernt und durch eine Temperkammer **13** geführt und auf eine Aufwickelpule **14** aufgewickelt. Bei der Temperkammer **13** kann es sich um eine beliebig geeignete Art von Temperofen handeln, wobei die Temperatur des Bandes **11** etwa durch direkte Hitze von einer geeigneten Wärmequelle oder durch Schicken von elektrischem Strom durch das Band **11** erhöht wird. Während sich das Band **11** in der Temperkammer **13** befindet, wird es auch einem Magnetfeld **B** ausgesetzt, das von einer schematisch ange deuteten Magnetanordnung **15a** und **15b** erzeugt wird. Das Magnetfeld **B** weist eine Größe von mindestens 2000 Oe, bevorzugt mehr, auf und ist senkrecht zur Längsachse (längste Erstreckung) des Bandes **11** und befindet sich außerhalb der Ebene des Bandes **11**, d. h., das Magnetfeld **B** verläuft parallel zu einer normalen der planaren Oberfläche des Bandes **11**. Die geometrische Ausrichtung des Magnetfelds **B** relativ zum Band **11** ist ebenfalls in der in **Fig. 10b** dargestellten Stirnansicht gezeigt.

[0078] Wie oben angemerkt, können die oben erwähnten magnetischen Eigenschaften, durch die sich der erfindungsgemäße Resonator zur Verwendung in einem magnetomechanischen Artikelüberwachungssystem eignet, auch durch ein nicht querverlaufendes Temperiern in der Ebene des Bandes **11** erzeugt werden. Ein Temperprozeß dazu ist in den **Fig. 11a** und **11b** gezeigt. Bei dieser Ausführungsform des Temperprozesses ist das Magnetfeld **B** in der Ebene des Bandes **11** ausgerichtet, relativ zu der Längsachse des Bandes **11** aber unter einem Winkel, der erheblich von 90° abweicht. Wie oben angemerkt, wurde das herkömmliche in Querrichtung verlaufende Temperiern, wenn auch in der Ebene des Bandes, immer mit einem senkrecht zur Längsachse des Bandes ausgerichteten Magnetfeld durchgeführt. Eine anders ausgerichtete Magnetanordnung **15c** und **15d** ist in dem in den **Fig. 11a** und **11b** gezeigten Beispiel verwendet.

[0079] Die jeweils in den **Fig. 10a**, **10b** und **11a**, **11b** gezeigten Arten von Magnetfeldern können generisch als nicht querverlaufende Felder beschrieben werden, und zwar auf der Basis, daß ein querverlaufendes Feld sich in der Ebene des Bandes befindet und relativ zu der Längsachse des Bandes unter 90° ausgerichtet ist. Wenn das in dem zweiten Beispiel der **Fig. 11a** und **11b** gezeigte Temperiern mit einem nicht querverlaufenden Feld für sich selbst verwendet wird, um die oben erwähnten magnetischen Eigenschaften zu erzeugen, die sich für einen Resonator zur Verwendung in einem magnetomechanischen Artikelüberwachungssystem eignen, muß es eine Legierung mit einem höheren Kobaltgehalt bearbeiten als die Legierung, die in der Ausführungs form der **Fig. 10a** und **10b** in einem senkrechten Magnetfeld getemperiert wird. Deshalb können Kombinationen aus senkrechtem und schrägem Feld bei geeigneter Einstellung der Legierungszusammensetzung verwendet werden, in der ein Magnetfeld erzeugt wird, das eine Vektoraddition des im Beispiel von **Fig. 10a** und **10b** gezeigten senkrechten Felds und des in den Beispielen von **Fig. 11a** und **11b** gezeigten schrägen Felds darstellt.

Patentansprüche

1. Resonator zur Verwendung in einer Markierung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikel überwachungssystem, wobei der Resonator einen planaren Streifen aus einer amorphen magnetostruktiven Legierung mit einer Zusammensetzung $Fe_aCo_bNi_cSi_xB_yM_z$ umfaßt, wobei a, b, c, x, y und z At% sind und:

$$a + b + c + x + y + z = 100,$$

$$a + b + c > 75,$$

$$a > 15,$$

$$b < 20,$$

$$c > 5,$$

$$\text{und } z < 3,$$

wobei M ein oder mehrere die Glasbildung fördernde Elemente und/oder ein oder mehrere Übergangsmetalle ist,

wobei die magnetostruktive Legierung eine Resonanzfrequenz f_r aufweist, die bei einer Feldstärke H_{min} ein Minimum ist, und eine lineare B-H-Schleife bis zu einer Mindestfeldstärke aufweist, die etwa $0,8 H_{min}$ beträgt, und eine einachsige Anisotropie senkrecht zu der Ebene des Streifens mit einer Anisotropiefeldstärke K_k , die mindestens H_{min} beträgt, und wenn durch einen abwechselnden Signalburst in Gegenwart eines Vormagnetisierungsfelds H_b angesteuert wird, ein Signal mit der Resonanzfrequenz mit einer Amplitude erzeugt, die ein Minimum von etwa 50% einer maximal erhältlichen Amplitude relativ zu dem Vormagnetisierungsfeld H_b in einem Bereich von H_b zwischen 0 und 10 Oe, und durch ein Verfahren erhalten werden kann, das die folgenden Schritte umfaßt: Bereitstellen eines planaren Streifens aus einer amorphe magnetostruktiven Legierung mit

der Zusammensetzung; und Temperi der planaren amorphen magnetostriktiven Legierung in einem Magnetfeld mit einer Richtung senkrecht zu und außerhalb der Ebene der planaren amorphen magnetostriktiven Legierung.

2. Resonator nach Anspruch 1, bei dem das eine oder die mehreren die Glasbildung fördernden Elemente ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus C, P, Ge, Nb und Mo.
3. Resonator nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das eine oder die mehreren Übergangsmetalle ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Cr und Mn.
4. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei $a + b + c + > 79$.
5. Resonator nach Anspruch 1 oder 2, wobei $b < 10$.
6. Resonator nach Anspruch 5, wobei $c > 10$ und $b < 4$.
7. Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei $a < 30$ und $c > 30$.
8. Resonator nach Anspruch 1, mit einer Zusammensetzung $Fe_{40}Co_2Ni_{40}Si_{15}B_{13}$.
9. Resonator nach Anspruch 1, mit einer Zusammensetzung $Fe_{62}Ni_{20}Si_2B_{16}$.
10. Resonator nach Anspruch 1, mit einer Zusammensetzung $Fe_{35}Co_5Ni_{40}Si_4B_{16}$.
11. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich die Resonanzfrequenz f_r um mindestens 1,2 kHz ändert, wenn das Vormagnetisierungsfeld H_b entfernt wird.
12. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei $|df_r/dH_b| \sim 0$ in dem Bereich zwischen 6 und 7 Oe.
13. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei H_{min} in einem Bereich zwischen etwa 5 und etwa 8 Oe liegt.
14. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei H_{min} etwa 0,8 H_k beträgt.
15. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei H_k mindestens etwa 6 Oe beträgt.
16. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich f_r in Abhängigkeit von H_b in einem Bereich von H_b zwischen etwa 5 und etwa 8 Oe um weniger als 400 Hz/Oe ändert.
17. Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der planare Streifen aus amorpher magnetostriktiver Legierung in einem im wesentlichen senkrecht zu und außerhalb der Ebene des Streifens orientierten Magnetfeld getempert wird.
18. Markierung zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem, wobei die Markierung folgendes umfaßt:
ein Vormagnetisierungselement, das ein Vormagnetisierungsfeld H_b erzeugt; einen Resonator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der neben dem Vormagnetisierungsfeld angeordnet ist;
ein Gehäuse, das das Vormagnetisierungselement und den Resonator verkapselt.
19. Magnetomechanisches elektronisches Artikelüberwachungssystem, das folgendes umfaßt:
i) eine Markierung nach Anspruch 18;
ii) Sendemittel zum Anregen der Markierung, um zu verursachen, daß der Resonator mechanisch schwingt und das Signal bei einer Resonanzfrequenz emittiert;
iii) Empfangsmittel zum Empfangen und Integrieren des Signals von dem Resonator mit der Resonanzfrequenz;
iv) Synchronisationsmittel, die mit dem Sendemittel und mit dem Empfangsmittel verbunden sind, um die Empfangsmittel zu aktivieren, um das Signal mit der Resonanzfrequenz nach einer Zeitdauer zu detektieren, nachdem das Sendemittel die Markierung anregt; und
v) einen Alarm, wobei das Empfangsmittel Mittel zum Auslösen des Alarms umfaßt, wenn das Signal mit der

Resonanzfrequenz von dem Resonator von dem Empfangsmittel detektiert wird.

20. Verfahren zum Herstellen eines Resonators zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem, mit den folgenden Schritten:

Bereitstellen einer amorphen magnetostriktiven Legierung mit einer Zusammensetzung wie für den Resonator von Anspruch 1 spezifiziert und

Tempern der planaren amorphen magnetostriktiven Legierung in einem Magnetfeld mit einer Richtung senkrecht zu und außerhalb der Ebene der planare amorphen magnetostriktiven Legierung.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei der Schritt des Temperns einer planaren amorphen magnetostriktiven Legierung das Tempern bei einer Temperatur in einem Bereich zwischen etwa 250°C und etwa 430°C für weniger als eine Minute umfaßt.

22. Verfahren zum Herstellen eines Resonators zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem, mit den folgenden Schritten:

Bereitstellen einer amorphen magnetostriktiven Legierung mit einer Zusammensetzung wie für den Resonator von Anspruch 1 spezifiziert und

Tempern der planaren amorphen magnetostriktiven Legierung in einem Magnetfeld mit einer Richtung, die eine Vektoraddition eines senkrechten Felds und eines schrägen Felds in der Ebene der planaren amorphen magnetostriktiven Legierung darstellt.

23. Verfahren zum Herstellen einer Markierung zur Verwendung in einem magnetomechanischen elektronischen Artikelüberwachungssystem, mit den folgenden Schritten:

Herstellen eines Resonators durch das Verfahren in einem der Ansprüche 20 bis 22;

Plazieren des Resonators neben einem magnetisierten ferromagnetischen Vormagnetisierungselement, das das Vormagnetisierungsfeld H_b erzeugt; und

Verkapseln des Resonators und des Vormagnetisierungselements in einem Gehäuse.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

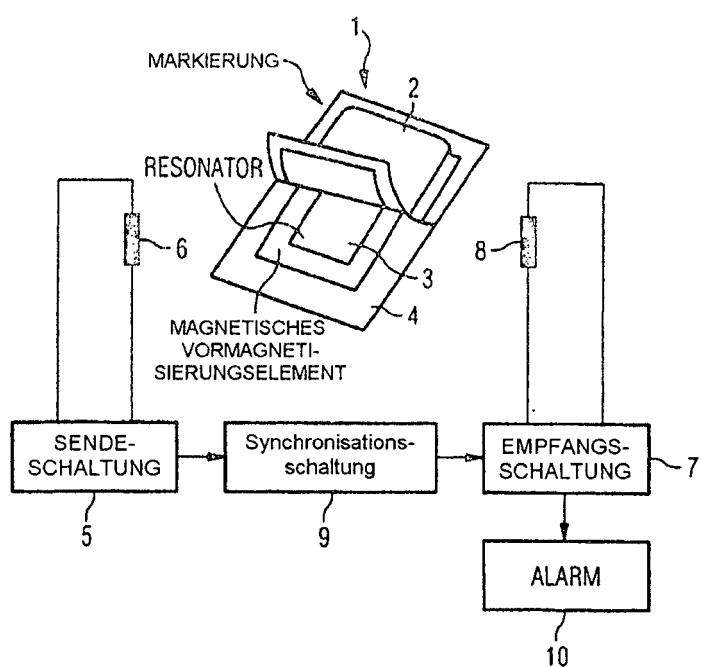


FIG 2A (STAND DER TECHNIK)

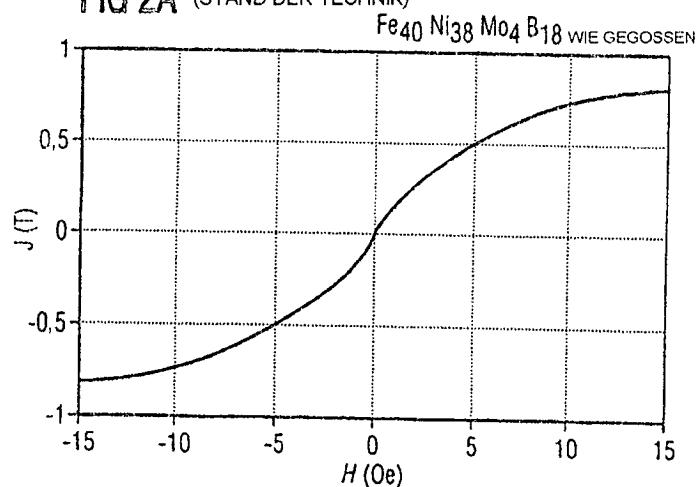


FIG 2B (STAND DER TECHNIK)

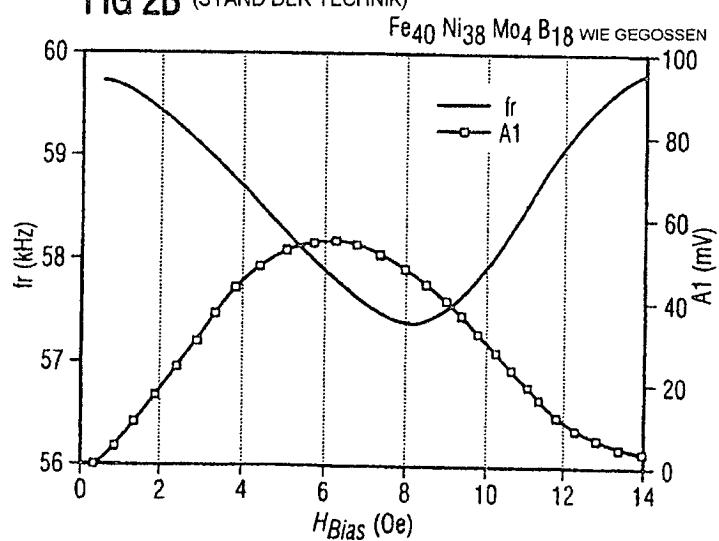


FIG 3A (STAND DER TECHNIK)

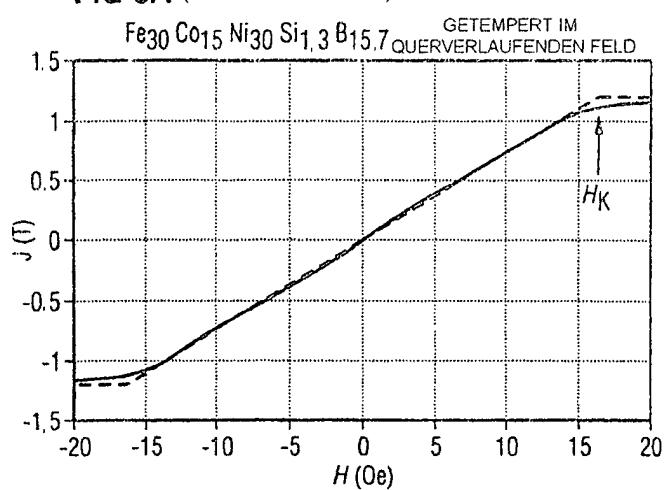


FIG 3B (STAND DER TECHNIK)

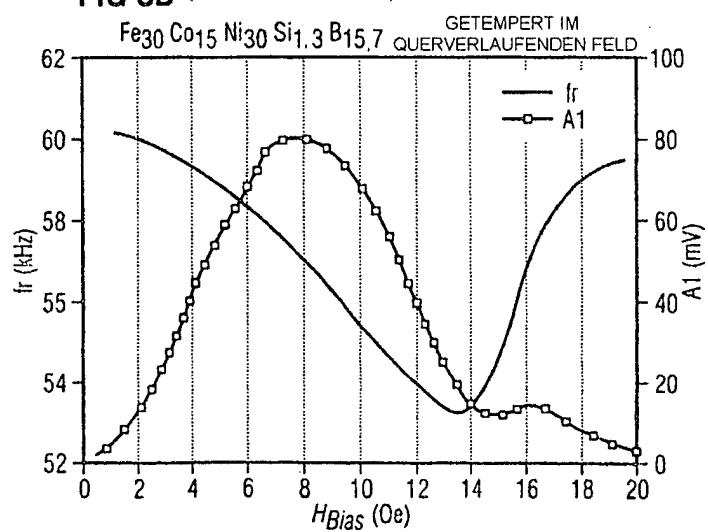


FIG 4

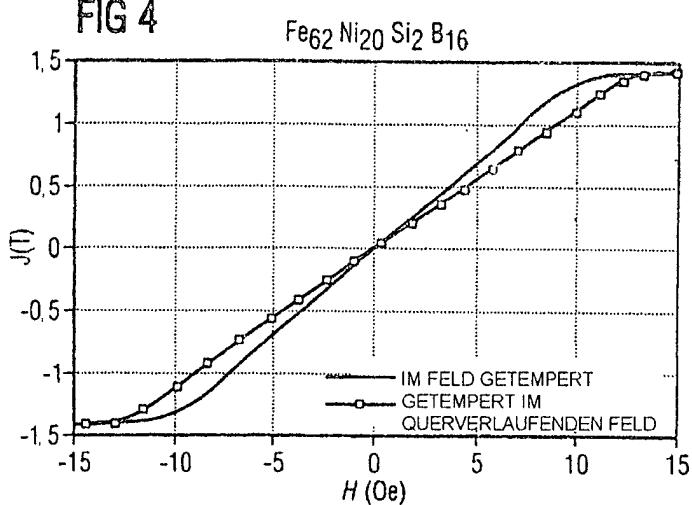
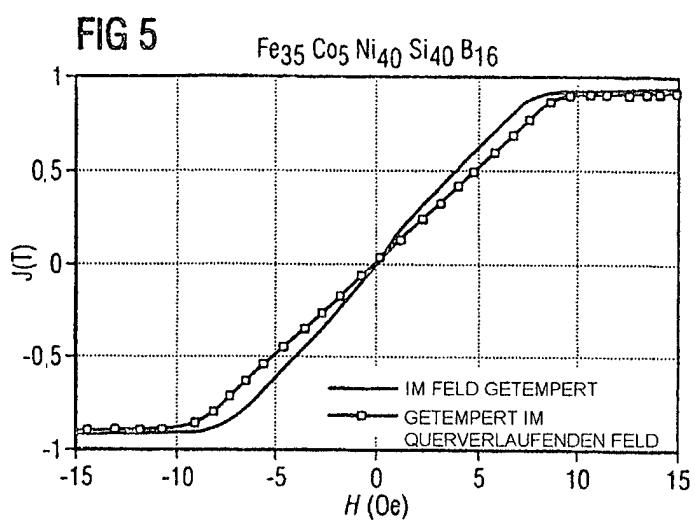


FIG 5



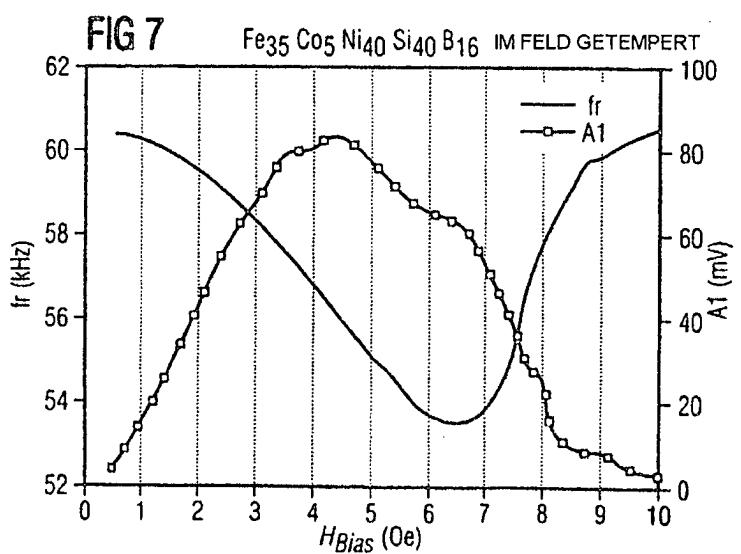
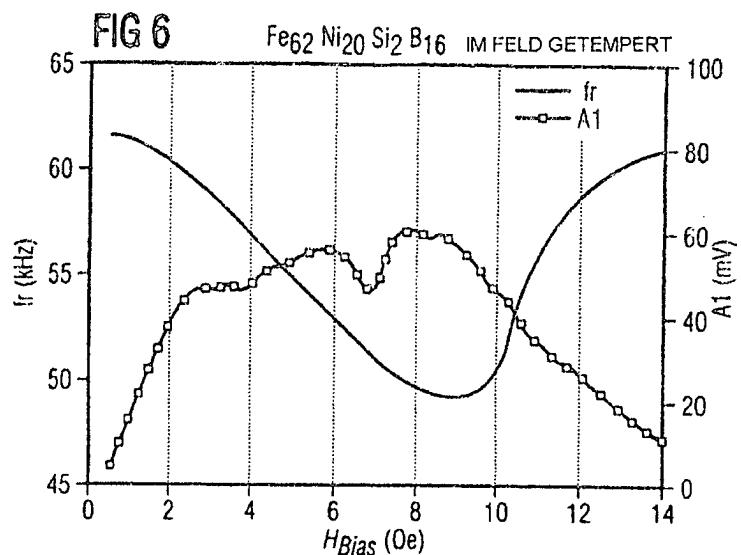


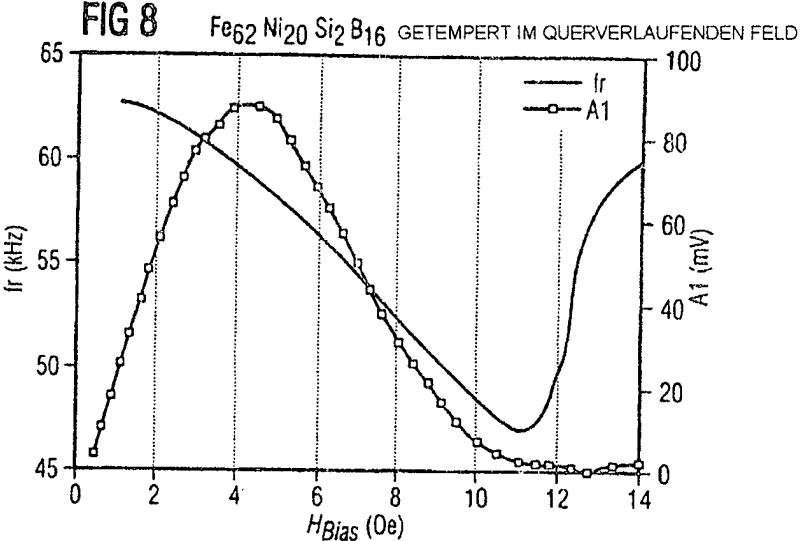
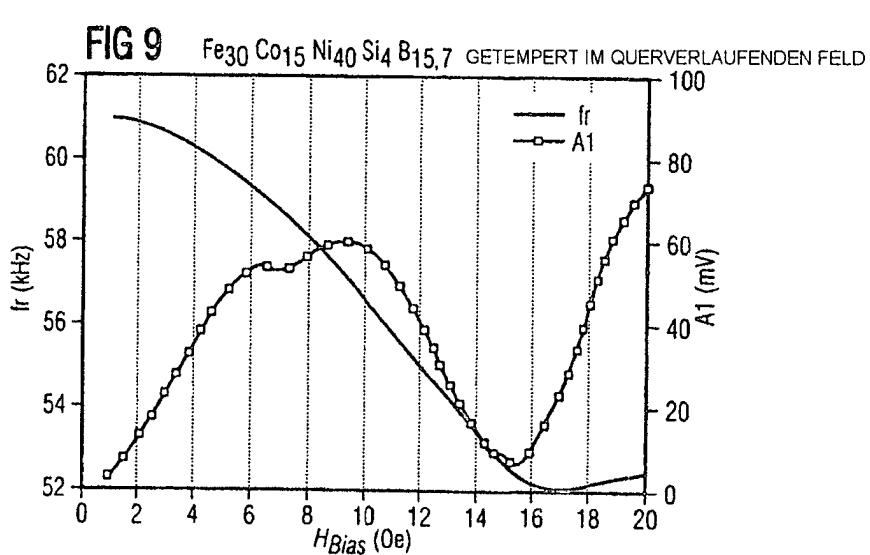
FIG 8**FIG 9**

FIG 10A

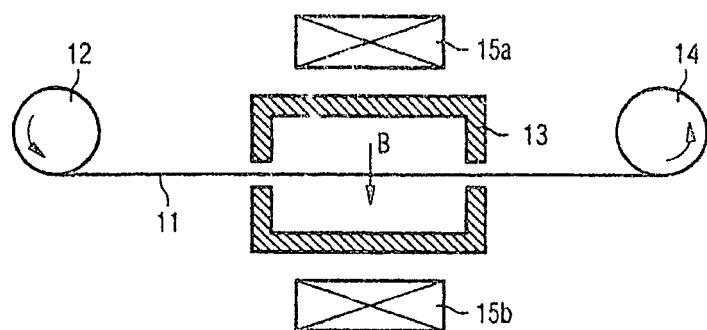


FIG 10B

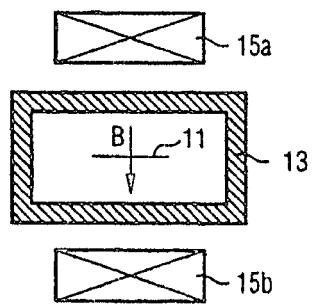


FIG 11A

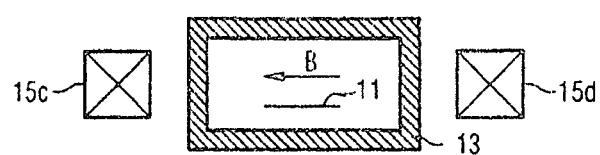


FIG 11B

