

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1156/2011
(22) Anmeldetag: 11.08.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2012

(51) Int. Cl. : **G01N 27/72** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 9826378 A2
WO 2011000724 A1
WO 2011000725 A1

(73) Patentinhaber:
SÜSS DIETER DR.
3130 HERZOGENBURG (AT)
LITZKA BERND MAG.
1030 WIEN (AT)

(54) **METHODE UND VORRICHTUNG ZUR DISKRIMINIERENDEN DETEKTION VON BEHÄLTERN FÜR DIE ZUBEREITUNG VON NAHRUNGSMITTELN IN EXTRAKTIONSMASCHINEN MITTELS MAGNETISIERBARER MATERIALIEN**

(57) Die Erfindung schlägt vor Behälter (21) wie Kapseln, Pads oder Tabs, für die Zubereitung von Nahrungsmittel (22) in Extraktionsmaschinen (23) die mit magnetisierbaren Markern (20) ausgestattet sind, durch ein Anregefeld (Sendespulen (12)) periodisch zu magnetisieren, wobei eine oder mehrere Detektionsspulen Empfangsspulen (11) das Magnetfeld detektieren, welches durch die Marker (20) ausgesandt wird, wobei bei der Analyse der Detektionsspannung eine harmonische Analyse zur Diskriminanz vorgenommen wird und Störeinflüsse durch Kompensationsspulen (11) unterdrückt werden. Durch die erfindungsmäßige Methode können Rauscheinflüsse minimiert werden und durch verschiedene Marker(20) verschiedene Behälter (21), wie Kapseln, Pads oder Tabs identifizieren und klar unterschieden werden um beispielsweise Zubereitungsparameter (24) von Extraktionsmaschinen (23), wie beispielsweise Kaffeemaschinen, Teemaschinen oder Babynahrungsmaschinen zu steuern.

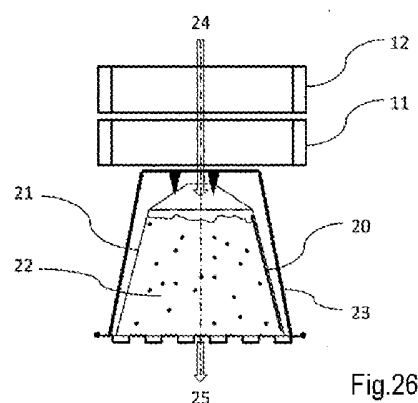


Fig.26

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Methode und eine Vorrichtung zur Detektion von Behältern, für die Extraktion in Nahrungsmittelzubereitungsmaschinen, wobei die Maschine eine oder mehrere Sende und Empfangsspulen aufweist und die Sendespule ein periodisches Magnetfeld aussendet, bestehend aus mindestens einem magnetisierbaren Marker der in oder auf dem Behälter positioniert ist und eine magnetische Sättigungspolarisation größer ein Millitesla aufweist, einschließlich mindestens einer Empfangsspule, welche das vom Marker ausgesandte Magnetfeld detektiert, einschließlich mindestens einer Analyseeinheit die an die Empfangsspule angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangssignal auf harmonische Schwingungen untersucht wird, wobei die Amplituden der harmonischen Schwingungen zur Diskriminanz der Marker dienen.

[0002] DE69210084 T2 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von Getränken mittels geschlossener Portionspackungen und Geräte zur Durchführung dieses Verfahrens. Eine Detektion oder Identifikation der Behälter wird nicht dargestellt.

[0003] CA915780 A beschreibt eine Methode und eine Maschine zur Detektion der Identität von Objekten in einer Prüfzone, um Diebstahl zu verhindern, indem ein ferromagnetisches Material an einem Objekt fixiert wird und dieses in einem pulsierenden Magnetfeld exponiert wird und die Detektion durch ein Frequenzband erfolgt. Eine detaillierte Analyse des, durch den Marker beeinflussten Signals zur Diskriminanz ist nicht offenbart.

[0004] W09826378 A2 beschreibt die Detektion von Banknoten, Reisepässen und ähnlichen Dokumenten mittels länglicher magnetischer Partikel mit einem Entmagnetisationsfaktor kleiner als 1/250 und einem Durchmesser kleiner als 30 Mikrometer und einem Sättigungsfeld größer als 100 A/m, wobei das, einem Magnetfeld ausgesetzte magnetische Partikel ein Signal verursacht, welches über die Analyse von Oberwellen eine Diskriminanz ermöglicht.

[0005] DE102005062016 A1 offenbart ein Verfahren zur automatischen Kontrolle von Flaschen und Pfandgut durch weichmagnetische Sensorstreifen und magnetisch halbharte Entwerterstreifen.

[0006] EP1515280 A2 beschreibt eine Pfandmarkierung, ein Rücknahmegerät und eine Pfandkontrolle mittels eines ferromagnetischen Indikatorelements, welches nicht ganzheitlich bis zur Remanenz magnetisiert wird. Eine detaillierte Analyse des Signals zur Diskriminanz wird nicht offenbart.

[0007] WO2011000724 A1 sowie WO2011000725 A1 schlagen vor, magnetische Marker, welche in Kapseln für Getränkemaschinen integriert sind, zu detektieren, indem der Marker mittels einer Sendespule durch eine Periode einer Sinusschwingung angeregt wird. Auf Grund der magnetischen Eigenschaften des Markers im speziellen von Barkhausensprüngen führt der Marker zu einer Veränderung der induzierten Spannung in der Detektionsspule. Um diese Veränderung der induzierten Spannung zu untersuchen, wird vorgeschlagen die Spannungs-Zeit Kurve auf Sprünge zu untersuchen. Die Position der Sprünge dient dazu um den Marker zu identifizieren. Auf Grund von Störeinflüssen, wie beispielsweise magnetischen Feldern, die ebenfalls Spannungen in der Detektionsspule induzieren, ist eine verlässliche Detektion mit dieser Methode nicht möglich, da jene Sprünge, verursacht durch den Marker, nicht von dem zufälligen Rauschen zu unterscheiden sind. Ferner werden Barkhausensprünge durch Produktionsprozesse sowie mechanische Spannungen stark beeinflusst, was eine reproduzierbare und verlässliche Detektion in der praktischen Anwendung mit Standardherstellungsprozessen verhindert.

[0008] Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ist die Spezifizierung einer Detektionsmethode zur Diskriminanz von Behältern, wie Kapseln, Pads oder Tabs in Extraktionsmaschinen, welche robust gegen Störeinflüsse ist und problemlos Behälter mit verschiedenen Markern, die verschiedene magnetische Eigenschaften aufweisen, unterscheiden kann. Aufgrund, der signifikant erhöhten Sensitivität der erfindungsmäßigen Methode, sollen Marker verwendet werden

können, die beispielsweise keine Barkhausensprünge aufweisen.

[0009] Die Aufgabe wurde gelöst, indem nicht direkt die Spannungs-Zeitkurve untersucht wird, wie in WO2011000724 A1 offenbart ist, sondern es wird eine Spektralanalyse des Signals vorgenommen und das detektierte Signal auf Oberwellen, eine harmonische Analyse, untersucht.

[0010] Das periodische Detektorsignal $U_D(t)$ mit der Periode T , wobei die Periode T wie folgt mit der Frequenz f und der Kreisfrequenz ω wie folgt zusammenhängt, $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$, kann mittels einer Fourierreihe dargestellt werden:

$$\text{[0011]} \quad U_D(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{in\omega t},$$

[0012] wobei die komplexen Koeffizienten c_n wie folgt aus dem Detektorsignal $U_D(t)$ bestimmt werden können:

$$\text{[0013]} \quad c_n = \frac{1}{T} \int_c^{c+T} U_D(t) e^{-in\omega t} dt$$

[0014] Wird das Detektionssignal durch einen Analog-Digitalwandler transformiert, stehen diskrete Spannungswerte zur Verfügung. In diesem Fall wird die Fourieranalyse durch die diskrete Fourier Analyse oder schnelle Fourier Analyse (FFT) ersetzt. Die Amplitude der Oberschwingung n ist durch $a_n = \sqrt{c_n^2 + c_{-n}^2}$ gegeben.

[0015] Die vorgeschlagene Methode ist nicht auf Basisvektoren von $e^{in\omega t}$ beschränkt, sondern schlägt vor eine harmonische Analyse auf lokalkompakte, topologische Gruppen anzuwenden, wobei das Spektrum wie folgt erlangt werden kann:

$$\text{[0016]} \quad F(f): \hat{G} \rightarrow C$$

$$\text{[0017]} \quad F(f)(\omega) = \int_G f(x) \overline{\omega(x)} d\lambda(x)$$

[0018] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in den folgenden Zeichnungen dargestellt und näher erläutert. Es zeigt dabei

[0019] Fig. 1: $\mu_0 H$ - J Kurven von 3 verschiedenen Marker Materialien

[0020] Fig. 2: Induzierte Spannung in der Detektionsspule

[0021] Fig. 3: Spektrum für Marker Material 1

[0022] Fig. 4: Spektrum für Marker Material 2

[0023] Fig. 5: Spektrum für Marker Material 3

[0024] Fig. 6: Verhältnis von verschiedenen harmonischen Schwingungen zweier verschiedener Marker

[0025] Fig. 7: Marker mit Permanentmagneten

[0026] Fig. 8: Beispielhafte symmetrische Anordnung kompensierter Empfangsspulen

[0027] Fig. 9: Asymmetrische Anordnung kompensierter Empfangsspulen

[0028] Fig. 10: Koaxiale Anordnung kompensierter Empfangsspulen

[0029] Fig. 11: Alternative koaxiale Anordnung kompensierter Empfangsspulen

[0030] Fig. 12: Kugelförmige Marker Probe in koaxialen Empfangsspulen

[0031] Fig. 13: $\mu_0 H$ - J Kurven von 3 amorphen Cobalt Legierungen als Marker

- [0032] Fig. 14: $\mu_0 H$ - J Kurven von einer weiteren amorphen Cobalt Legierung als Marker
- [0033] Fig. 15: $\mu_0 H$ - J Kurve von Eisen als Marker
- [0034] Fig. 16: Induziertes Zeitsignal einer amorphen Cobalt Legierung (38x12x0.05)mm³ als Marker
- [0035] Fig. 17: Induziertes Zeitsignal einer amorphen Cobalt Legierung (38x1.5x0.05)mm³ als Marker
- [0036] Fig. 18: Induziertes Zeitsignal einer amorphen Cobalt Legierung (11x1.5x0.05)mm³ als Marker
- [0037] Fig. 19: Spektrum einer amorphen Cobalt Legierung (38x12x0.05)mm³ als Marker
- [0038] Fig. 20: Spektrum einer amorphen Cobalt Legierung (38x1.5x0.05)mm³ als Marker
- [0039] Fig. 21: Spektrum einer amorphen Cobalt Legierung (11x1.5x0.05)mm³ als Marker
- [0040] Fig. 22: Spektrum von Eisen als Marker
- [0041] Fig. 23: Darstellung einer möglichen Anordnung eines längsförmigen Markers in einer Kaffeekapsel an der Kapselwand
- [0042] Fig. 24: Querschnitt eines Kaffeepads mit einer möglichen radialen Anordnung eines gekrümmten Markers
- [0043] Fig. 25: Querschnitt eines Kaffeepads mit einer möglichen zentralen Anordnung eines längsförmigen Markers entlang oder parallel zur Drehachse des Pads.
- [0044] Fig. 26: Darstellung der diskriminierenden Detektionsmethode mit einer möglichen Anordnung von Spulen, bei der eine Kaffeekapsel mit einem Marker an der Kapselwand in einer geschlossenen Druckkammer einer Extraktionsmaschine positioniert ist.
- [0045] Ein sinusförmiges Anregefeld mit der Frequenz induziert ohne Anwesenheit eines, in oder auf einem Behälter 21 positionierten Markers 20 eine sinusförmige induzierte Spannung U_D , die in der praktischen Anwendung noch durch zufälliges Rauschen überlagert ist. Aufgrund der nicht Periodizität des Rauschens, trägt das Rauschen nicht zu den Amplituden der Frequenzanalyse bei und es entsteht ein klarer Peak in der Frequenzkurve bei f_1 . Bei einem sinusförmigen Signal ist nur die Amplitude a_1 von Null unterschiedlich.
- [0046] Wird nun ein Behälter 21 mit einem Marker 20 in die Nähe der Sende- bzw. Detektionsspule der Extraktionsmaschine 23 gebracht, wird der Marker 20 durch das Anregefeld magnetisiert. Fig. 1 zeigt die magnetische Polarisation J (T) verschiedener Marker-Materialien als Funktion des externen Feldes $\mu_0 H$ (mT). In Fig. 1 sind drei verschiedene Materialien dargestellt, wobei Material 3 die höchste Suszeptibilität aufweist. Die Suszeptibilität von Material 2 ist um einen Faktor 3 geringer. Die geringste Suszeptibilität weist Material 1 auf.
- [0047] Wird ein Behälter 21 mit einem Marker 20 mit einer geringen Suszeptibilität in das Sendefeld der Extraktionsmaschine 23 gebracht, wie beispielsweise Material 3, wird dieses Material nicht durch das Sendefeld gesättigt. Das heißt, das Sendefeld wird durch den Marker 20 linear verstärkt. Dieses Feld kann durch die Detektionsspule detektiert werden und ist auf Grund des linearen J(B) Zusammenhangs weiterhin sinusförmig, wie in Abbildung 2 zu sehen ist. Diese weiterhin sinusförmige Form der Spannungs-Zeit Kurve kann auch im Frequenzspektrum gesehen werden, da nur ein Peak bei der Grundfrequenz zu sehen ist (Fig. 3).
- [0048] Wird hingegen ein magnetisches Material mit hoher Suszeptibilität in die Nähe der Sendespule der Extraktionsmaschine 23 gebracht kann das Sendefeld das Material sättigen. Voraussetzung ist, dass das Sendefeld am Ort des Markers 20 ein Feld erzeugt, das größer als das Sättigungsfeld B_s ist. Dadurch wird, solange das Anregefeld kleiner als B_s ist, dieses Feld signifikant verstärkt. Ist der Marker 20 hingegen schon gesättigt, wird durch den Marker 20 das Anregefeld nicht mehr verändert. Dies führt in der Folge zu einer Veränderung der Form der

induzierten Spannungs-Zeit Kurve wie in Fig. 2 zu sehen ist. Diese veränderte Spannungs-Zeit Kurve führt zu der Ausbildung von Oberschwingungen, die durch Peaks bei Vielfachen der Grundfrequenz im Frequenzspektrum erfindungsmäßig klar zu identifizieren sind, wie in Abbildung 4 zu sehen ist. Die Amplituden von a_n werden nun auch von Null unterschiedlich für $n > 1$, wie in Fig. 4 und Fig. 5 zu sehen ist.

[0049] Die Sättigung der magnetischen Polarisation als Funktion des externen Feldes (siehe Fig. 1), ist nicht nur durch die intrinsischen Eigenschaften der magnetischen Legierung des Markers 20 bestimmt. Die Geometrie des Markers 20 beeinflusst wesentlich das benötigte Feld um die Probe zu sättigen. Das Feld $\mu_0 H_s$ um eine Probe zu sättigen lässt sich bestimmen aus,

[0050] $\mu_0 H_s = \mu_0 H_{s,\infty} + N J_s$,

[0051] wobei $\mu_0 H_{s,\infty}$ das intrinsische Sättigungsfeld ist, das durch die weichmagnetische Eigenschaft des Materials gegeben ist. Dieses Feld kann in einem geschlossenem Kreis (z.B Ringprobe) bestimmt werden, wo keine Entmagnetisierung der Probe durch die Enden der Probe stattfindet.

[0052] Bei nicht geschlossenen Magnetkreisen wird das Sättigungsfeld durch das Entmagnetisierungsfeld $\mu_0 H_d = N J_s$ erhöht, wobei N der Entmagnetisierungsfaktor ist, der nur von der Markergeometrie abhängt. In Tabelle 1 ist der Entmagnetisierungsfaktor für einen Marker 20 als Funktion der Länge angegeben.

[0053] Tabelle 1: Entmagnetisierungsfaktor N für einen Marker mit den Dimensionen 0.3 cm x 0.005 cm und einer variablen Länge L in cm.

L (cm)	Entmagnetisierungsfaktor N
4	0.0021
3	0.0027
2	0.0041
1	0.008
0.5	0.015

[0054] Umso länger der Marker 20 ist, umso geringer ist der Entmagnetisierungsfaktor und der Marker 20 kann durch kleinere Anregfelder gesättigt werden, was für die gegenständliche Methode bevorzugt ist.

[0055] Neben der intrinsischen Suszeptibilität kann auch die Geometrie bzw. Länge des Markers zur Unterscheidung verschiedener Marker 20 bzw. Behälter 21 eingesetzt werden. So ist das magnetische Material von Marker 2 und Marker 3 ident. Lediglich die Länge der Marker 20 ist unterschiedlich. Wird die Länge beispielsweise von 1 cm auf 3 cm erhöht, reduziert sich der Entmagnetisierungsfaktor um einen Faktor von 2.9. Dies entspricht dem Unterschied von Marker 2 und Marker 3.

[0056] Dadurch ändert sich das Verhältnis der sechsten harmonischen Schwingung bezogen auf die Grundfrequenz von $a_6/a_1 = 0.49$ auf $a_6/a_1 = 0.03$ also um einen Faktor 15, wie in Abbildung 6 zu sehen ist.

[0057] Neben der Geometrie können verschiedene Marker 20 durch die intrinsische Suszeptibilität unterschieden werden. Verschiedene Suszeptibilitäten können beispielsweise durch unterschiedliche Wärmebehandlung der Marker 20 realisiert werden.

[0058] In der Anwendung ist von Bedeutung, dass die Marker 20 nicht durch Störeinflüsse abweichende magnetische Eigenschaften aufweisen als erwünscht. Solche Störeinflüsse können beispielsweise mechanische Spannungen sein. Um diesen Einfluss zu minimieren ist es vorteilhaft magnetische Materialien mit keiner, beziehungsweise geringer Magnetostriktion zu verwenden. Die maximale Dehnungen $\lambda = \Delta l / l$ (Magnetostruktionskonstante) des Markers 20 auf Grund von externen Magnetfeldern sollte möglichst klein sein, beispielsweise kleiner als $\lambda < 10$ ppm (parts per million).

[0059] Eine weitere Möglichkeit verschiedene Marker 20 zu unterscheiden kann durch das

Anbringen von Permanentmagneten in der Nähe des Markers 20 realisiert werden.

[0060] Werden beispielsweise Permanentmagnete 42a, 42b wie in Fig. 7 angebracht, wird der Marker 20 in drei Domänen aufgeteilt, die jeweils ein großes Entmagnetisierungsfeld aufweisen. Dadurch zeigt die Konfiguration in Fig. 7 ein anderes harmonisches Spektrum verglichen zu dem Marker 20, wenn die Permanentmagnete 42a, 42b entmagnetisiert sind oder jeweils in die gleiche Richtung magnetisiert sind. Als Permanentmagnete können Hartmagnete oder Semi-Hartmagnete verwendet werden.

[0061] Werden als Marker 20 Materialien verwendet, die ein gewisses Koerzitivfeld, beispielsweise größer dem Erdmagnetfeld, besitzen, kann mittels der Permanentmagnete 41a, 42b eine verschobene Hysteresekurve realisiert werden. Solange das Anregefeld kleiner als das Koerzitivfeld der Permanentmagnete 42a, 42b ist, führt dies zu einer unsymmetrischen Hysteresekurve des Markers 20. Als Folge ändert sich wieder das harmonische Spektrum des Markers 20.

[0062] Selbstverständlich können anstatt von zwei Permanentmagneten 42a, 42b auch nur einer oder auch mehrere verwendet werden. So kann die Unterscheidung der Marker 20 auch durch die Wahl der Stärke der Magnetisierung des Permanentmagneten 42 bestimmt werden. In einem Behälter 21 können mehrere wie in Fig. 7 gezeigten Marker 20 angebracht werden um multiple Bits zur Diskriminanz der Marker 20 realisieren zu können.

[0063] Im Folgenden wird der Vorteil der, in der gegenständlichen Erfindung angewandten, harmonischen Analyse Methode verdeutlicht, indem Marker 20 in einer praktischen Anwendung untersucht werden, wo störendes Rauschen auftritt. Der Marker 20 in einem Behälter 21 ist in einer Spule mit einem Durchmesser von 3.5 cm eingebracht mit 200 Windungen, wobei jeweils 100 Windungen einer Teilspule 11a gegengleich zu den anderen 100 Windungen einer Teilspule 11b angebracht sind wie in Fig. 8 zu sehen ist. Das Anregefeld wird durch mindestens eine Spule 12 erzeugt. Aufgrund des umgekehrten Windungssinns der Spulen 11a und 11b heben sich die induzierten Spannungen in den Spulen 11a und 11b weitgehend auf. In der Spule 11a wird eine Spannung U_{11a} induziert. Wird nun ein Marker 20 in die Spule 11a gebracht, ändert sich die Induktivität der Spule 11a und somit auch die induzierte Spannung. Dadurch, können die großen induzierten Spannungen verursacht durch die Anregespule 12 weitgehend kompensiert werden und nur das, durch den Marker 20 verursachte Signal wird zur Diskriminanz detektiert. Hierbei ist erfindungsmäßig notwendig, dass zumindest jeweils ein Ende einer Spule mit dem Ende der anderen Spule kontaktiert ist oder bei nicht Kontaktierung die Spannungen an den jeweiligen beiden Enden der Spulen in einem weiteren Messgerät analysiert und addiert beziehungsweise bei gleichem Wicklungssinn subtrahiert werden. Die Spannung die von Spule 11a induziert wird ist mit U_{11a} bezeichnet. Die Spannung von Spule 11b mit U_{11b} . Die gesamte Spannung wenn die Spulen kontaktiert sind ist die Detektionsspannung U_D . Durch die in Anordnung von Abbildung 8 ist die gesamte induzierte Spannung U_D kleiner als die induzierte Spannung U_{11a} oder U_{11b} .

[0064] Fig. 9 zeigt eine andere Möglichkeit um eine weitgehende Kompensation der Spulen 11a, 11b zu erreichen, die sich durch einen nicht symmetrischen Aufbau auszeichnet, wobei der Behälter 21 den Marker 20 trägt. Hierbei, wird die Kompensation durch eine unterschiedliche Windungszahl der Spulen 11a und 11b erreicht. Die Anregespule 12, kann außerhalb der Detektionsspule bzw. Spulen angebracht sein, oder auch in Richtung d verschoben sein. Die Windungen der Anregespule 12, können auch in Richtung d fortgesetzt werden, sodass die Detektionsspule 11 bzw. Spulen durch die Anregespule 12 komplett umhüllt sind. Die Anregespule 12 kann mit einem Kondensator zu einem Schwingkreis geschlossen werden. Somit kann zur Anregung die Eigenschwingung des Schwingkreises verwendet werden, wenn dieser geschlossen wird.

[0065] Fig. 10 und Fig. 11 zeigen kompensierte Detektionsspulen 11, wobei die Spule 11b über der Spule 11a gewickelt ist. Der Marker 20 kann ins Innere von Spule 11a gebracht werden, oder auch im Äußeren liegen. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass kleine Änderungen der relativen Position von Anregespule 12 und Detektionsspule 11 nicht zu signifikanten Störfeldern führen. Weiters werden inhomogene Störfelder gut kompensiert.

[0066] Falls keine völlige Kompensation realisiert werden kann, dann soll vorzugsweise die induzierte Spannung in Spule 11a reduziert werden indem die Spule 11a mit einer Spule 11b kontaktiert wird.

[0067] Im folgendem wird die Bedeutung der Kompensation von Spulen demonstriert, indem gezeigt wird, dass ohne Kompensation der größte Teil der induzierten Spannung primär durch das Anregefeld bestimmt wird und nur ein äußerst kleiner Teil durch den Marker 20 bestimmt wird. Dies verursacht selbstverständlich größte Probleme um das Messsignal des Markers 20 in der Praxis aufzulösen.

[0068] Die induzierte Spannung in der Spule 11a wie in Abbildung 12 zu sehen, ist gegeben durch,

$$U_D(t) = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = - \iint_A \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{A},$$

[0069] wobei der magnetische Fluss durch

$$\Phi = \iint_A \vec{B} d\vec{A},$$

[0070] definiert ist, und $A = \pi r_1^2$ die von der Spule eingeschlossene Fläche ist. Das magnetische B-Feld ist die Summe von: dem externen angelegten Feld \vec{H}_a , der magnetischen Polarisation im Marker $\vec{J}(\vec{H}_a)$ und dem Streufeld des Markers \vec{H}_d ,

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}_a + \vec{J}(\vec{H}_a) - \vec{H}_d$$

[0071] Für einen beispielsweise kugelförmigen Marker 20 kann das Streufeld analytisch sowohl im Inneren des Markers 20 als auch im Außenraum des Markers 20 angegeben werden. Da die Felder in der Normalebene zu der Richtung x, alle in Richtung x gegeben sind, wird im folgenden auf die Vektorschreibweise verzichtet und nur die x-Komponente betrachtet.

[0072] Im Inneren des Markers 20 ist das Streufeld (Entmagnetisierungsfeld) gegeben durch:

$$H_d = -\frac{1}{3} J.$$

[0073] Im äußereren des Markers 20 ist das Streufeld durch das Dipolfeld gegeben:

$$H_d = -\frac{1}{4\pi r^3} VJ$$

[0074] Somit ergibt sich für den magnetischen Fluss:

$$\Phi = 2\pi \int_0^{r_s} \left(J - \frac{1}{3} J \right) r dr - 2\pi VJ \int_{r_s}^r \frac{1}{4\pi r^3} r dr + H_{ext} \mu_0 \pi r^2$$

$$\Phi = \frac{2\pi r_s^3}{3r} J + H_{ext} \mu_0 \pi r^2$$

[0075] Die magnetische Polarisation innerhalb des Markers J für ein gegebenes externes Feld H_{ext} kann mit Hilfe der magnetischen Suszeptibilität χ geschrieben werden, als

$$J = \mu_0 \chi H_{ext}(t)$$

[0076] Somit folgt für den magnetischen Fluss:

$$\Phi = \left(\frac{2\pi r_s^3}{3r} \mu_0 \chi + \mu_0 \pi r^2 \right) H_{ext}(t)$$

[0077] Oder ausgedrückt mit Hilfe des Volumens des Markers:

$$\Phi \approx \left(\frac{V_s}{6r} \chi + \pi r^2 \right) \mu_0 H_{ext}(t)$$

[0078] Das Messsignal $U_D(t) = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$ ist durch die Zeitableitung des magnetischen Flusses

[0079] bestimmbar. Somit ist ersichtlich, dass sich das Messsignal aus einer Summe zusammensetzt, wobei der erste Term der durch den Marker 20 induzierte Spannungsanteil ist und der zweite Term den, vom äußerem Feld induzierten Spannungsanteil repräsentiert.

[0080] Im folgenden werden zwei mögliche Realisierungen für die Anwendung in Nahrungsmittel Extraktionsmaschinen angeben um die Problematik mit nicht kompensierten Spulen 11 zu verdeutlichen.

[0081] Für einen kugelförmigen Marker 20 mit dem Radius 2mm ergibt sich ein Volumen von $V = 8.3 \times 10^{-9} \text{ m}^3$. Aufgrund des Entmagnetisierungsfaktors kann die Suszeptibilität für eine Kugel nicht grösser als $\chi = 3$ sein. Wenn für den Radius der nicht kompensierten Detektionsspule $r = 0.03\text{m}$ angenommen wird, ergibt sich, dass das Markersignal in der Größenordnung

$$S_m = \frac{V_s}{6r_0} \chi \approx 1 \times 10^{-7}$$

[0082] ist, und das Störsignal durch die direkte induzierte Spannung gleich

$$S_{noise} = \pi r^2 \approx 0.003$$

[0083] Somit ergibt sich ein Signal-Rausch Verhältnis von

$$\frac{S_m}{S_{noise}} = 4 \times 10^{-5}$$

[0084] Als zweites Realisierungsbeispiel wird anstatt einer Kugel ein langes dünnes Plättchen als Marker 20 verwendet, das auf Grund des kleineren Entmagnetisierungsfaktors bevorzugt wird. Die Dimensionen sind $V = 11 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm} = 0.825 \times 10^{-9} \text{ m}^3$ und die Suszeptibilität ist $\chi = 1000$. Es ergibt sich somit

$$S_m = \frac{V_s}{6r_0} \chi \approx 4 \times 10^{-6}$$

$$S_{noise} = \pi r^2 \approx 0.003$$

$$\frac{S_m}{S_{noise}} = 0.001$$

[0085] Diese beiden praktischen Beispiele verdeutlichen, dass eine direkte Messung des Markersignals mit einer Spule technisch äußerst schwierig ist, da das Störsignal bis zu 100.000 mal stärker als das Markersignal ist. Somit schlägt die Erfindung vor für die Detektion eines Markers 20 in Nahrungsmittel-Extraktionsmaschinen 23 vorzugsweise kompensierte Spulenpaare 11 zu verwenden.

[0086] Im folgenden wird die Kompensationsbedingung für ein konzentrisches Spulenpaar mit einem kugelförmigen Marker 20 angegeben. In den meisten praktischen Anwendungen wird die

tatsächliche Geometrie des Markers 20 von der Kugelform abweichen und als dünner Draht oder dünnes Plättchen, wie in Abbildung 23 bis 26 dargestellt, realisiert werden.

[0087] Durch eine Kombination von zwei Spulen mit unterschiedlichen Radien und Windungszahlen, kann nun das Störsignal kompensiert werden. Der Fluss durch eine Spule mit n Windungen und Radius r ist gegeben durch,

$$\Phi = n \left(\frac{2\pi r^3}{3r} \mu_0 \chi + \mu_0 \pi r^2 \right) \bar{H}_{ext}(t)$$

[0088] Wählt man beispielsweise zwei konzentrische Spulen wie in Abbildung 12 gezeigt ist, mit dem Verhältnis von Windungen, die gegengleich gewickelt sind und Radien,

$$n_1 : n_2 = 1/r_1^2 : 1/r_2^2$$

[0089] dann ist der Fluss gegeben durch

$$\Phi = \frac{2\pi k}{3} \left(\frac{r_s^3}{r_1^3} - \frac{r_s^3}{r_2^3} \right) \mu_0 \chi \bar{H}_{ext}(t)$$

wobei

$$k = n_1 r_1^2 = n_2 r_2^2$$

[0090] Das bedeutet, der gesamte Fluss und somit die gesamte induzierte Spannung nur noch das Messsignal und nicht mehr das Störsignal, verursacht durch H_{ext} beinhaltet. Für die Kompensation ist wichtig, dass die Induktivität der Spule 11a, $L_{11a} = N^2 \frac{\mu_0 \mu_r A_{11a}}{l_{11a}}$, ähnlich der Induk-

tivität der Spule 11b, $L_{11b} = N^2 \frac{\mu_0 \mu_r A_{11b}}{l_{11b}}$ ist, wobei A_{11a} die Querschnittsfläche der Spule 11a ist

und l_{11a} die Länge der Spule ist. Die Bedingung, dass die Induktivitäten ähnlich sind, kann beispielsweise durch das Verändern der Querschnittsfläche, der Windungszahlen der Spulen, der Länge und der Permeabilität eines eventuell vorhandenen Kerns realisiert werden.

[0091] Fig. 13 bis Fig. 15 zeigen die $\mu_0 H - J$ Kurven von verschiedenen Markern 20. Generell sind als Marker Materialien mit hoher Suszeptibilität geeignet. Dies können amorphe Legierungen sein, wie zum Beispiel Legierungen die Fe, Co, Ni, Tb, Cu, Dy, Pd, B, C oder Gd enthalten. Es ist auch möglich nanokristalline Materialien zu verwenden mit Korngrößen zwischen 1 Nanometer und 1 Mikrometer, die Tb, Dy, Fe, Co, Ni, B, P, C, Gd, Si, B, Nb bzw. Mo enthalten. Auch Lebensmittel unbedenkliche Standardmaterialien wie Stahl, Eisen, Eisenoxid oder Mü-Metal, Permalloy und andere Ni-Fe Legierungen können verwendet werden. Weiters können Materialien verwendet werden die neben der beanspruchten Methode auch Barkhausensprünge aufweisen können.

[0092] Als Marker 20 wurden Materialien mit den folgenden Dimensionen untersucht:

[0093] 38 mm x 1,5 mm x 0.1 mm (amorphe Legierung auf Co-Basis)

[0094] 38 mm x 1,5 mm x 0.05 mm (amorphe Legierung auf Co-Basis)

[0095] 11 mm x 1,5 mm x 0.05 mm (amorphe Legierung auf Co-Basis)

[0096] 38 mm x 12 mm x 0.05 mm (amorphe Legierung auf Co-Basis)

[0097] 100 mm x 2 mm x 2 mm (Eisen)

[0098] Fig. 13 zeigt, dass der Marker 20 mit der geringsten Breite (1.5 mm) die höchste Suszeptibilität aufweist, da dieser das geringste entmagnetisierte Feld aufweist. Im Gegensatz zu den amorphen Legierungen zeigt die Eisenprobe ein beträchtliches Koerzitivfeld und eine weit

geringere Suszeptibilität, wie in Abbildung 15 zu sehen ist.

[0099] Fig. 16 bis Fig. 18 zeigen die induzierten Spannungen in der Detektionsspule 11, wenn unterschiedliche Marker 20 in das Innere der Detektionsspule 11 gebracht werden. Hier ist zu beachten, dass obwohl die Marker von Fig. 17 und Fig. 18 unterschiedlich sind, die Spannungs-Zeit Kurven sich nicht signifikant unterscheiden und daher diese Methode zur Diskriminanz in der Praxis nicht geeignet ist. Da die Marker in die Sättigung getrieben werden, ist die Position der Peaks von Fig. 15 und Fig. 16 unverändert. Dies ist im Gegensatz zu der Methode von WO 2011000724 A1, wo vorgeschlagen wird, die Spannungs-Zeit Kurve auf Sprünge zu untersuchen, wobei dort die Position der Sprünge dazu dienen soll, verschiedene Marker zu identifizieren.

[00100] In Fig. 19 bis Fig. 22 sind die, zu den Spannungs-Zeit Kurven zugehörigen Spektralkurven dargestellt. Diese Spektralkurven sind durch einen digitalen Signalprozessor (DSP) ermittelt worden. Besonders zu beachten ist die große Anzahl von harmonischen Oberschwingungen in Fig. 20, die sich erfindungsgemäß klar von der Probe in Fig. 21 unterscheiden, obwohl die dazugehörigen Spannungs-Zeit Kurven sich nicht signifikant unterscheiden.

[00101] Fig. 22 zeigt die Spektralkurve eines Markers 20 der aus einem relativ großen Stück aus Eisen besteht. Obwohl das gesamte magnetische Moment dieses Markers weit grösser ist, als bei den übrigen Markern, lässt sich dieser Marker klar von den anderen Markern unterscheiden, da die Amplitude der Oberwellen weit schneller abklingt als bei Markern mit hoher Suszeptibilität.

[00102] Fig. 23 stellt eine mögliche Positionierung eines längsförmigen Markers 20 an der Behälterwand einer Kaffeekapsel 21 dar, welche vollständig oder teilweise mit Feststoff 22 zur Extraktion befüllt ist. Der Feststoff kann beispielsweise Kaffeepulver, Tee, Kakao, Milchpulver oder Babynahrungspulver darstellen. Der Marker 20 ist innerhalb oder außerhalb der Kaffeekapsel 21 befestigt. Eine Annäherung der Längsachse des Markers 20 an die Drehachse der Kapsel 21 wird bevorzugt.

[00103] Fig. 24 und Fig. 25 stellen mögliche radiale oder entlang der Drehachse des Kaffeepads 21 zentrierte Ausrichtungen eines Markers 20 an der Außenwand eines Kaffeepads 21 oder innerhalb des Feststoffes 22 dar. Bei beiden Anordnungen wird der Marker 20 derart in dem Kaffeepad 21 positioniert, dass er nicht durch das Einstechen der äußeren Hülle vor der Extraktion beschädigt wird.

[00104] Fig. 26 stellt eine praktische Anordnung der diskriminierenden Detektion dar, wobei Anregespule 12 sowie kompensierte Detektionsspule 11 der Extraktionsmaschine 23 in einer definierten, beispielsweise konzentrischen Ausrichtung zum Behälter 21 positioniert sind. Der Behälter 21, in diesem Anwendungsbeispiel eine Kaffeekapsel, enthält Feststoff 22 und den Marker 20, welcher an der Behälterwand fixiert, beispielsweise aufgeklebt oder versiegelt ist. In Folge der störungsfreien Detektion und Diskriminanz des Markers 20 durch die erfindungsmäßige Methode werden Behälter 21 und somit auch deren Feststoffbefüllungen 22 klar unterschieden und Zubereitungsparameter 24, wie beispielsweise Wasserdruck, Wassermenge, Temperatur, Durchflussgeschwindigkeit oder die prinzipielle Akzeptanz der Kapsel der Extraktionsmaschine 23 gesteuert. In Abhängigkeit der Varianz der Zubereitungsparameter 24 können unterschiedliche Extrakte 25, wie beispielsweise verschiedene Kaffeesorten, Tees oder Babynahrungen hergestellt werden sowie auch eine Erkennung der prinzipiellen Eignung des Behälters 21 für die Extraktionsmaschine 23 geprüft werden.

Patentansprüche

1. Methode zur Detektion von Behältern (21) für die Extraktion von Nahrungsmittel (22) in Extraktionsmaschinen (23), wobei die Maschine eine oder mehrere Sende- (12) und Empfangsspulen (11) aufweist und die Sendespule (12) ein periodisches Magnetfeld aussendet, bestehend aus
mindestens einem magnetisierbaren Marker (20), der in oder auf dem Behälter (21) positioniert ist und eine magnetische Sättigungspolarisation größer ein Millitesla aufweist, einschließlich
mindestens einer Empfangsspule (11), welche das vom Marker (20) ausgesandte Magnetfeld detektiert, einschließlich
mindestens einer Analyseeinheit, die an die Empfangsspule (11) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Empfangssignal auf harmonische Schwingungen untersucht wird, wobei die Amplituden der harmonischen Schwingungen zur Diskriminanz der Marker (20) dienen.
2. Vorrichtung zur Detektion von Behältern (21) für die Extraktion von Nahrungsmittel (22) in Extraktionsmaschinen (23), wobei die Maschine mindestens eine Sende- (12) und mindestens eine Empfangsspule (11) aufweist und die Sendespule (12) ein periodisches Magnetfeld aussendet, bestehend aus mindestens einem magnetisierbaren Marker (20), der in oder auf dem Behälter (21) positioniert ist und eine magnetische Sättigungspolarisation größer ein Millitesla aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einer oder mehreren Teilspulen (11a) besteht, die zu einer Induktionsspannung U_{11a} führen, und eine oder mehrere zweite Teilspulen (11b) enthält, sodass der Betrag der Summe oder der Betrag der Differenz der Spannungen U_{11a} und U_{11b} kleiner ist als der Betrag von U_{11a} ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder mehrere Teilspulen (11b) gegengleich zu einer oder mehreren zweiten Teilspulen (11a) gewickelt sind und ein Ende der Teilspulen (11a) und ein Ende der zweiten Teilspulen (11b) kontaktiert sind, sodass die gesamte induzierte Spannung $U_D < U_{11a}$ ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teilspule (11a) und die zweite Teilspule (11b) nicht direkt kontaktiert sind, sondern die beiden Enden der Teilspulen (11a und 11b) an ein Analysegerät angeschlossen sind, das die Spannungen U_{11a} und U_{11b} addiert oder subtrahiert, sodass der Betrag der resultierenden Spannung kleiner als der Betrag von Spannung U_{11a} ist.
5. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anregefeld welches von der Sendespule (12) ausgesendet wird, auf einen Feldwert erhöht wird, sodass bei diesem Feldwert der magnetisierbaren Marker (20) magnetisch gesättigt wird.
6. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anregefeld welches von der Sendespule (12) ausgesendet wird, mindestens auf einen Feldwert erhöht wird, sodass bei diesem Feldwert die Suszeptibilität des Markers (20) um mindestens einen Faktor 2 kleiner ist als bei Null Feld.
7. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetostrikton λ des Markers (20) kleiner als 10 ppm ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetostrikton λ des Markers (20) kleiner als 1 ppm ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) mindestens einen Barkhausensprung zeigt, wobei der Sprung in der magnetischen Polarisation größer als 1% der Sättigungspolarisation ist.
10. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anregefeld eine Amplitude aufweist, die den Marker (20) genügend sättigt, sodass die fünfte harmonische Schwingung grösser als 3% der zweiten harmonischen Schwingung ist.

11. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass unterschiedliche Marker (20) identifiziert werden, indem Verhältnisse der harmonischen Schwingungen verglichen werden.
12. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Marker (20), der eine bestimmte Sorte von Behältern 21 diskriminiert, mindestens ein magnetisches Material mit einer eindeutigen Suszeptibilität besitzt und mindestens ein Marker (20) anderer Behälter (21) eine andere Suszeptibilität aufweist.
13. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Marker (20), der eine bestimmte Sorte von Behältern 21 diskriminiert, mindestens ein magnetisches Material mit einem eindeutigen Koerzitivfeld besitzt und mindestens ein Marker (20) anderer Behälter (21) ein anderes Koerzitivfeld aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Marker (20), der eine bestimmte Sorte von Behältern (21) diskriminiert, mindestens ein magnetisches Material mit einer bestimmten Geometrie besitzt und mindestens ein Marker (20) anderer Behälter (21) eine andere Geometrie aufweist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) zusätzlich zu einem weichmagnetischen Element mindestens einen Permanentmagneten beinhaltet, der ein Streufeld auf den Weichmagneten ausübt.
16. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierung eines oder mehrerer Permanentmagneten das harmonische Spektrum des Markers (20) verändert.
17. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die geometrischen Dimensionen des Markers (20) so gewählt werden, dass der Entmagnetisierungsfaktor in die Längsrichtung des Markers (20) kleiner als 0.01 ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Marker (20) mit einer Dicke kleiner als 200 Mikrometer verwendet wird.
19. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) aus einer amorphen Legierung besteht.
20. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) aus einer Legierung besteht, die entweder Fe, Co, Ni, Tb, Cu, Dy, Pd, B, C oder Gd enthält.
21. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) ein nanokristallines Material ist.
22. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Empfangsspule (11) die Sendespule (12) verwendet wird.
23. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendespule (12) mindestens 3 Perioden eines magnetischen Signals aussendet.
24. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) mindestens 3 Perioden eines magnetischen Signals empfängt.
25. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendespule (12) an der Position des Markers (20) ein Feld generiert, das größer als 0.1 Millitesla ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendespule (12) mit einem Kondensator einen Schwingkreis bildet, der eine Eigenfrequenz aufweist, die um weniger als 80% unterschiedlich der Anregungsfrequenz ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einem zumindest teilweise kompensierten Spulenpaar (11a und 11b) besteht, bei dem das Anregungsfeld zu einer minimalen Spannung führt.

28. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einer Teilschule (11a) besteht, die zu einer Induktionsspannung U_{11a} führt, und eine zweite Teilschule (11b) enthält, die derart gewickelt wird, dass der Betrag der Summe oder der Betrag der Differenz der Spannungen U_{11a} und U_{11b} kleiner als der Betrag von U_{11a} ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einem kompensierten Spulenpaar besteht, wobei die beiden Spulen räumlich getrennt sind.
30. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einem kompensierten Spulenpaar besteht, wobei die beiden konzentrisch übereinander gewickelt sind und unterschiedliche Windungszahlen aufweisen.
31. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einem Spulenpaar besteht, wobei die beiden Spulen unterschiedliche Windungszahlen aufweisen.
32. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangsspule (11) aus einem Spulenpaar besteht, wobei die beiden Spulen unterschiedliche Durchmesser aufweisen.
33. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Diskriminanz der Marker (20) zur Steuerung der Zubereitungsparameter (24) der Extraktionsmaschine (23) dienen.
34. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Behälter (21) teilweise oder vollständig mit Feststoff (22) befüllt ist.
35. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Marker (20) weitgehend parallel zur Drehachse der Spulen (11 und 12) in der Extraktionsmaschine (23) angeordnet sind.
36. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendeschule (12) zumindest während der Positionierung des Behälters (21) in der Extraktionsmaschine (23) ein periodisches Magnetfeld aussendet.
37. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Marker (20) intern oder extern am Behälter (21) angeordnet ist.
38. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Diskriminanz der Marker (20) zur Akzeptanz der Behälter (21) in der Extraktionsmaschine (23) dienen.
39. Methode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Diskriminanz der Marker (20) außerhalb der Extraktionsmaschine (23) mindestens zur Produktion, Lagerhaltung, Sortierung oder Verpackung eingesetzt wird.

Hierzu 26 Blatt Zeichnungen

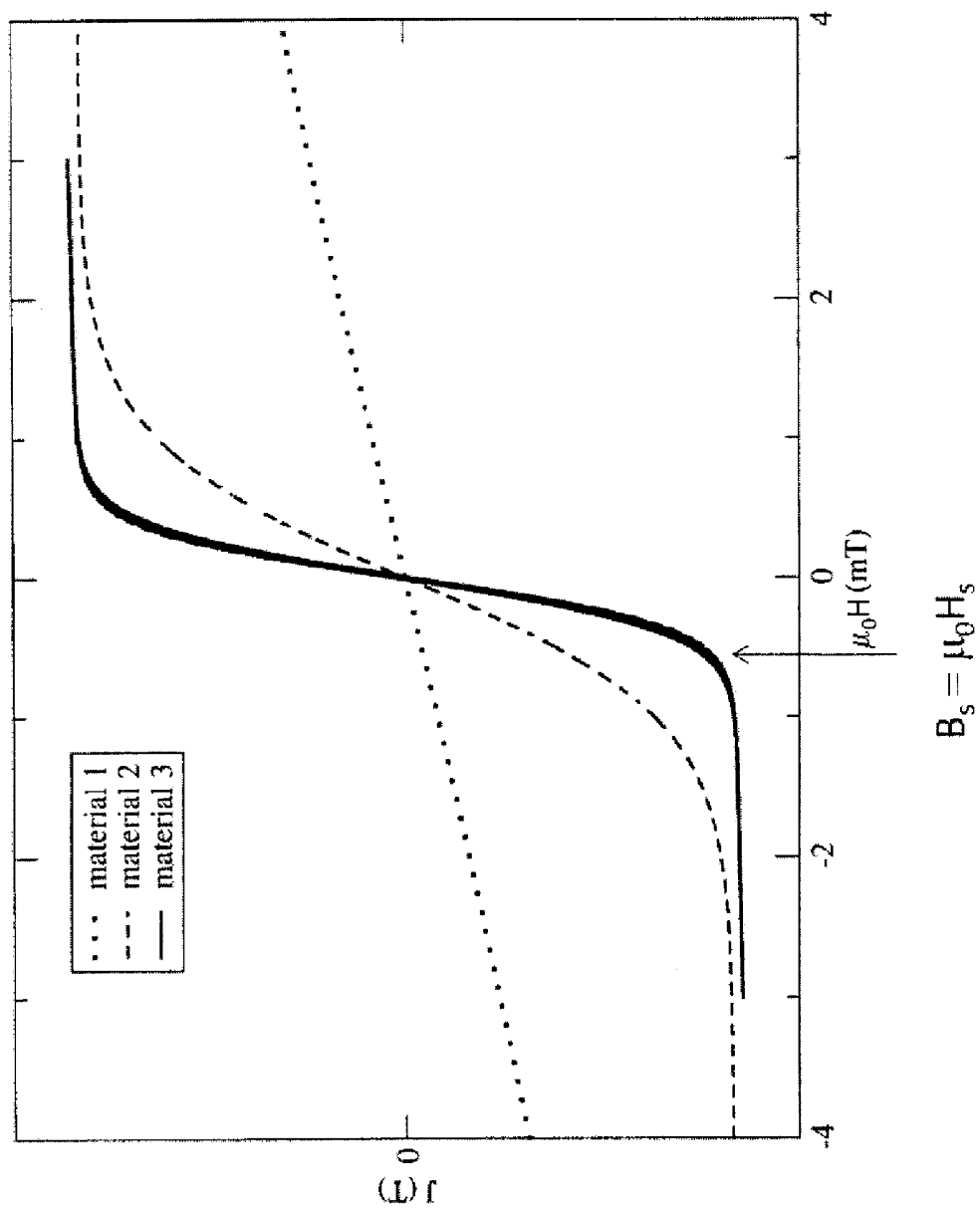


Fig. 1

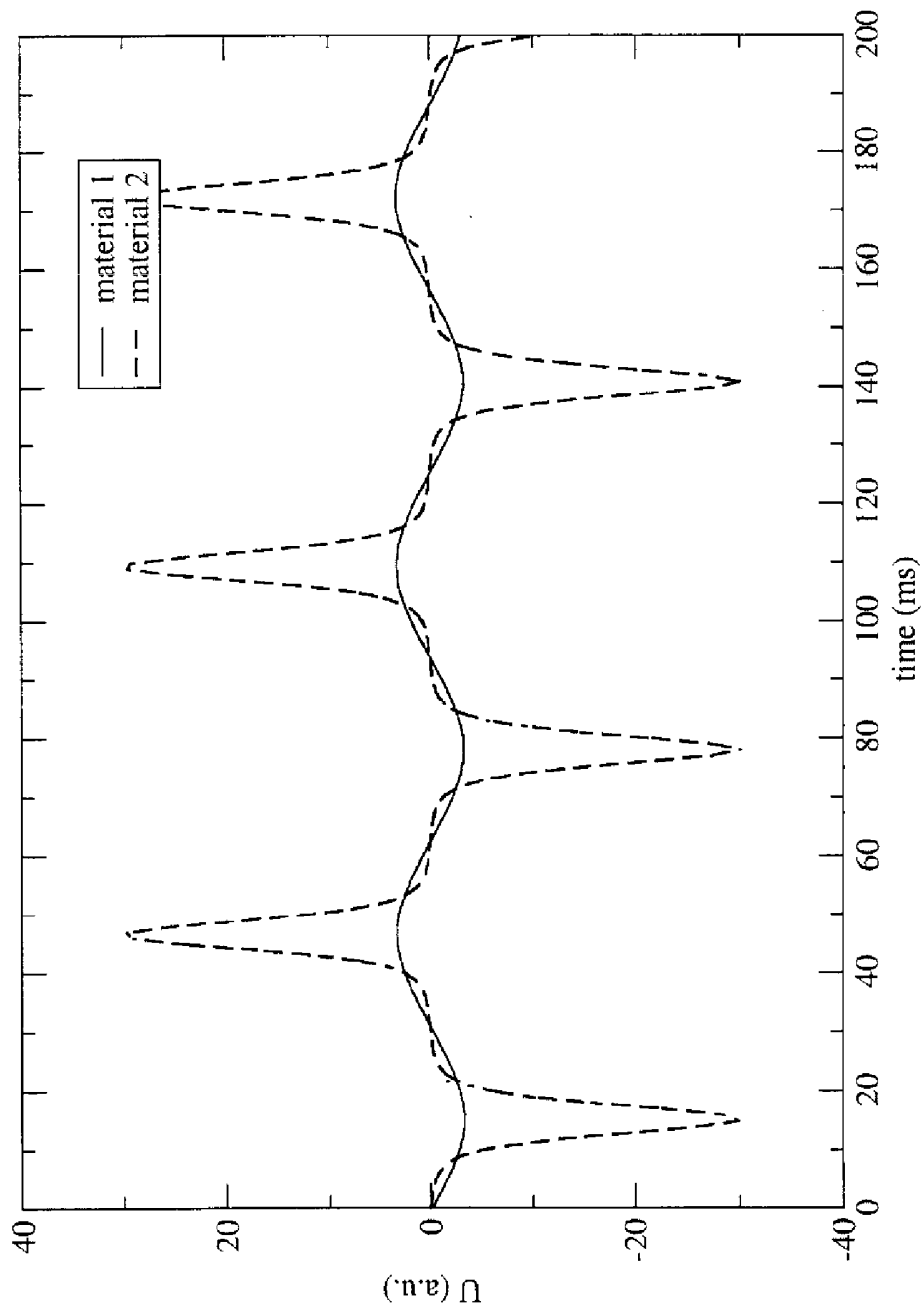


Fig. 2

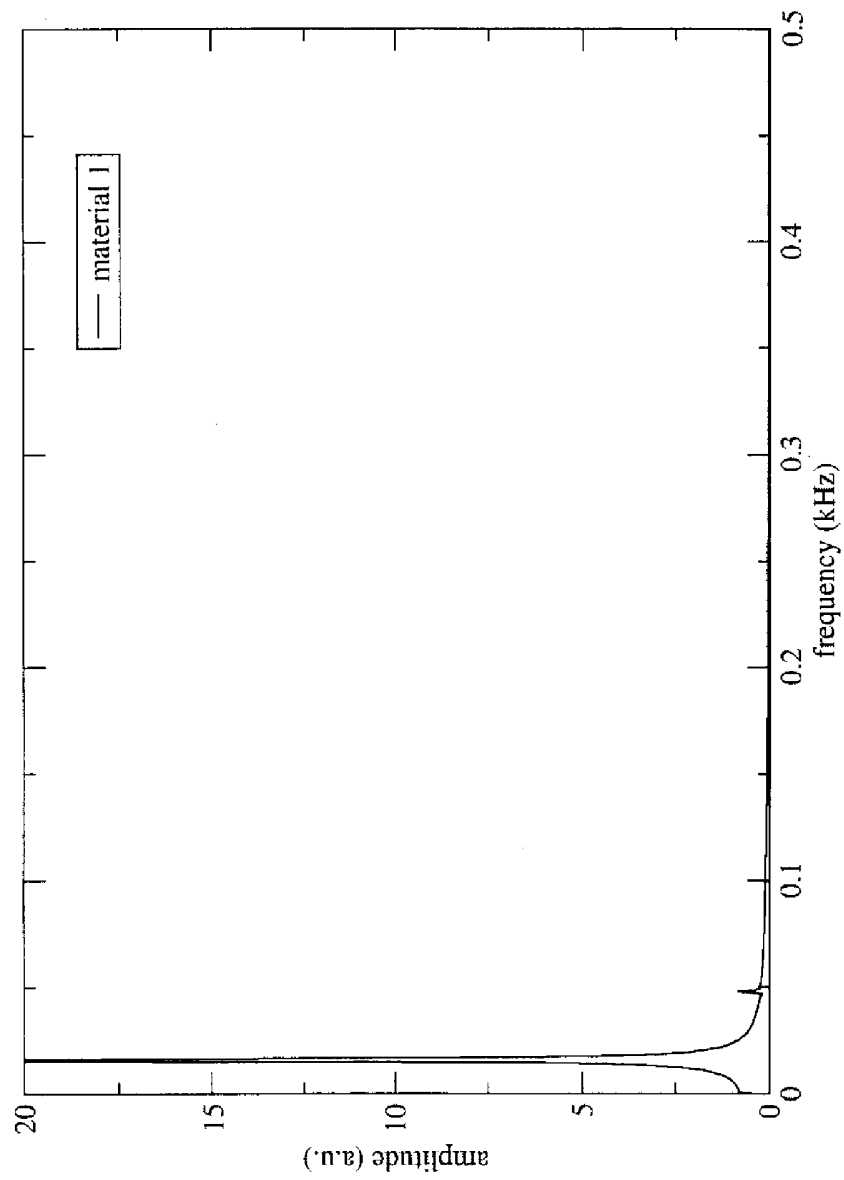


Fig. 3

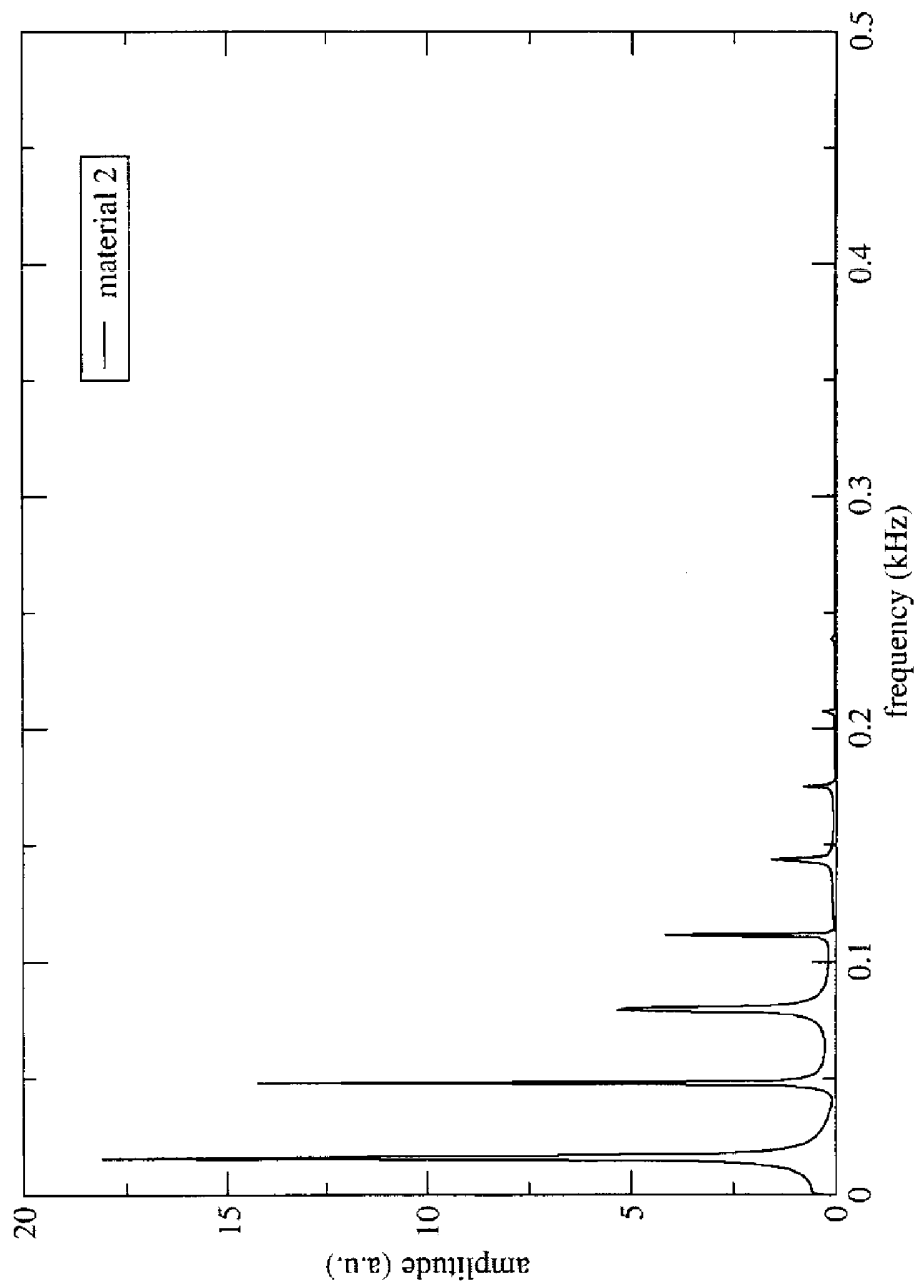


Fig. 4

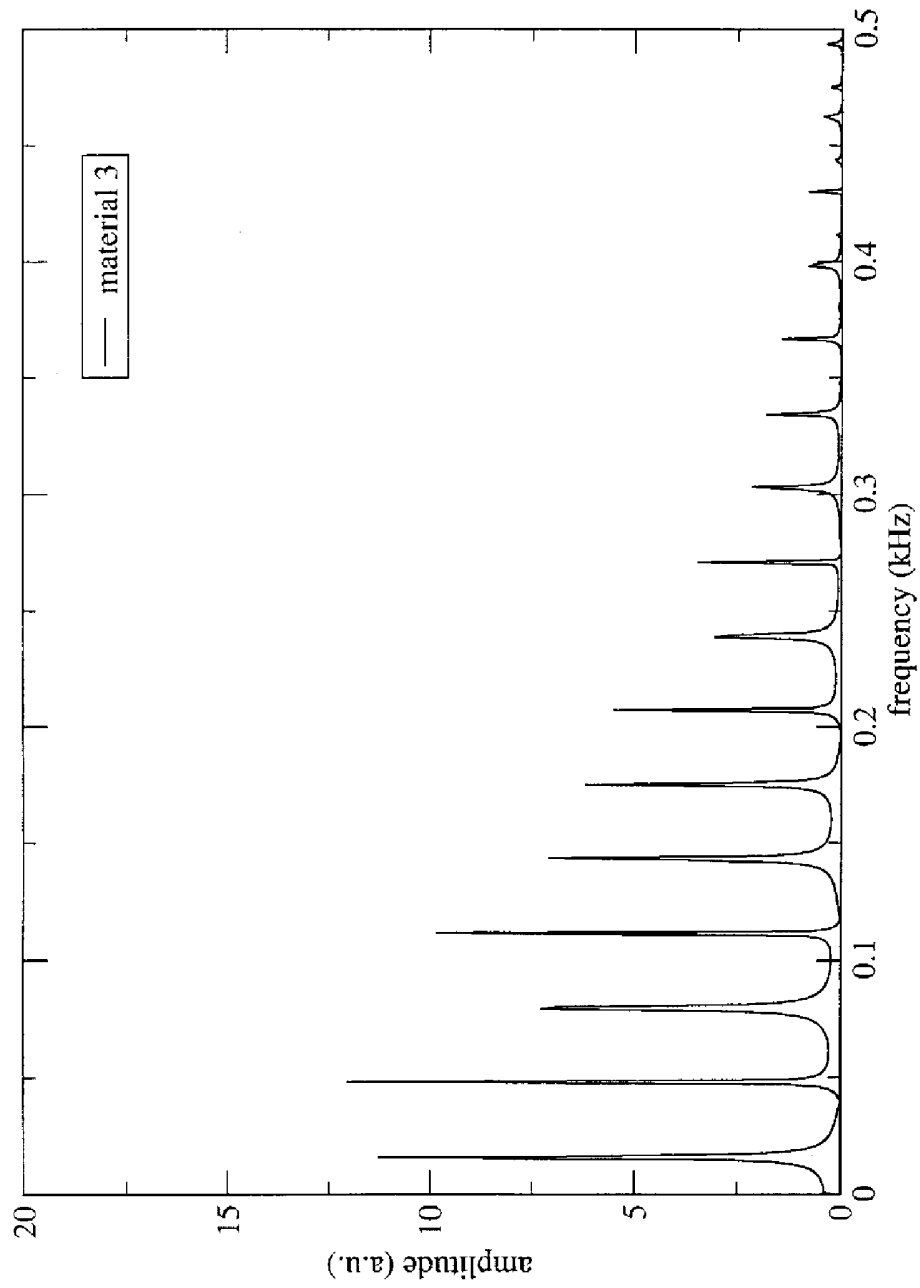


Fig. 5

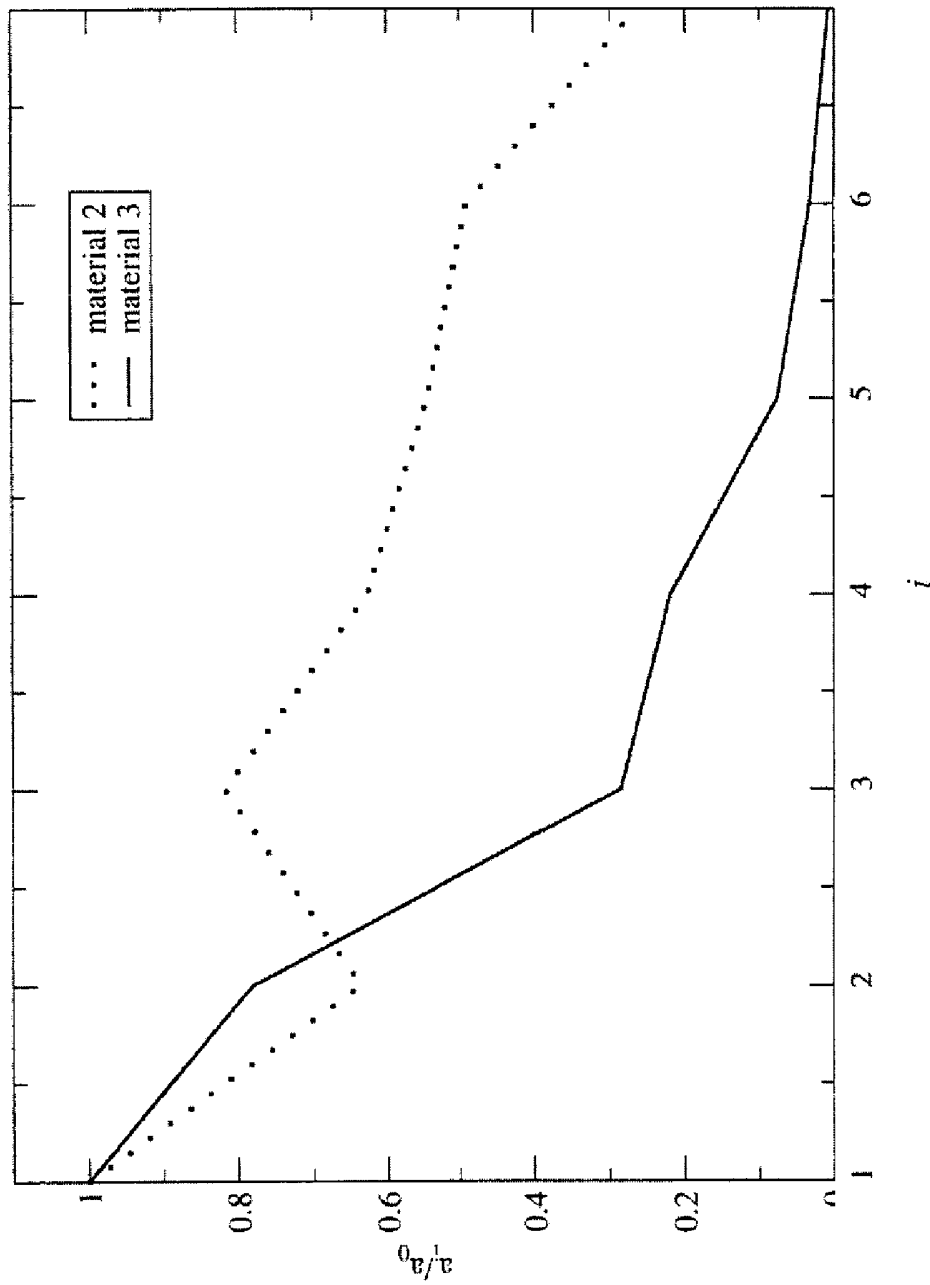


Fig. 6

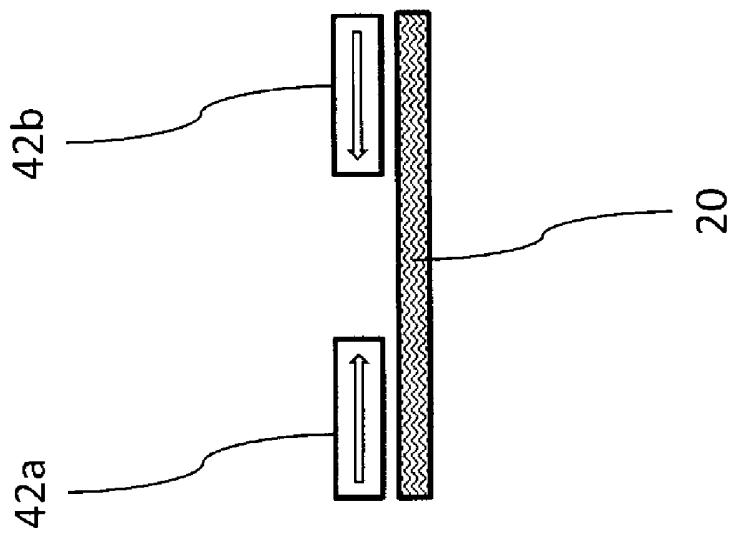


Fig. 7

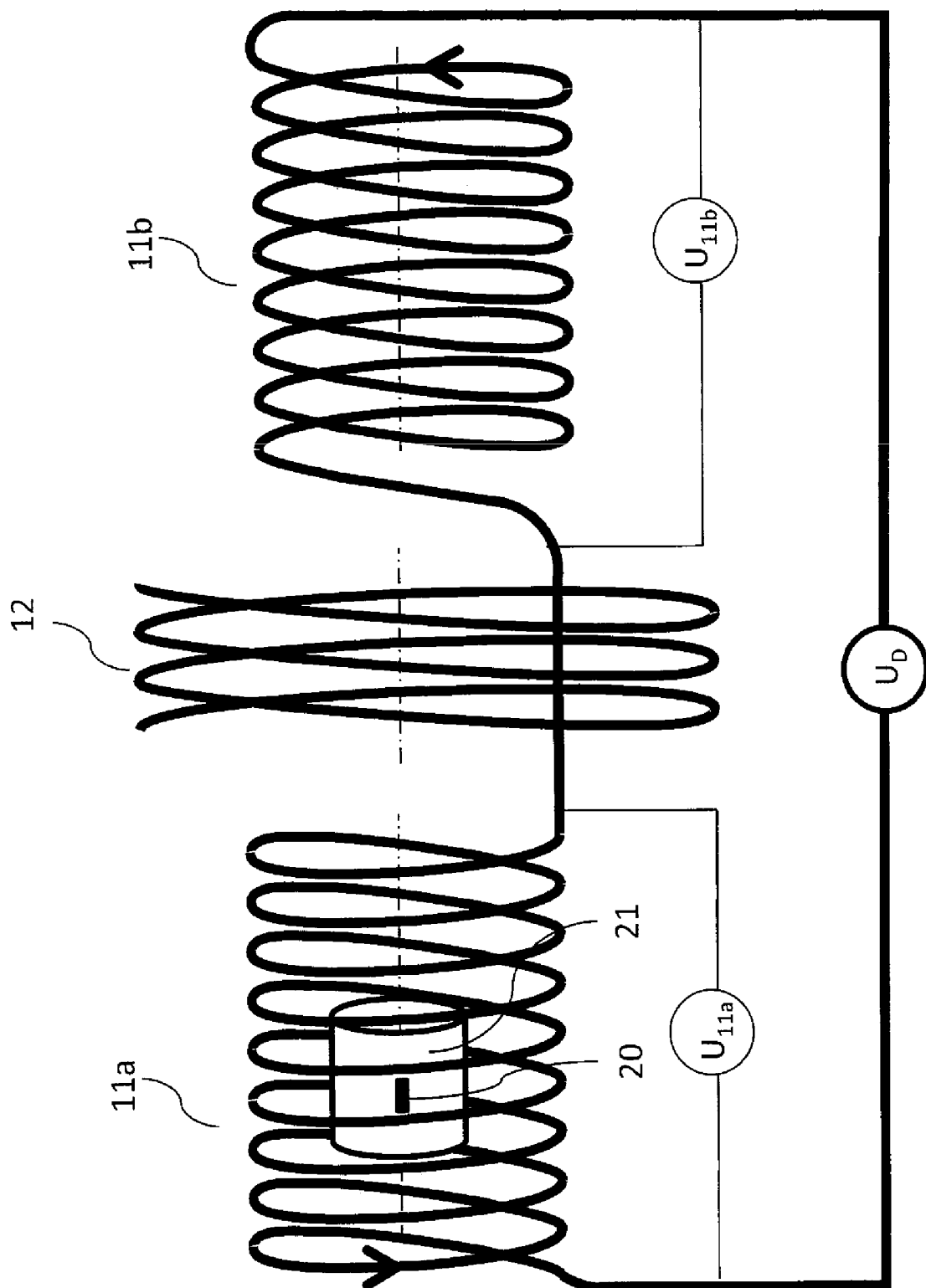


Fig. 8

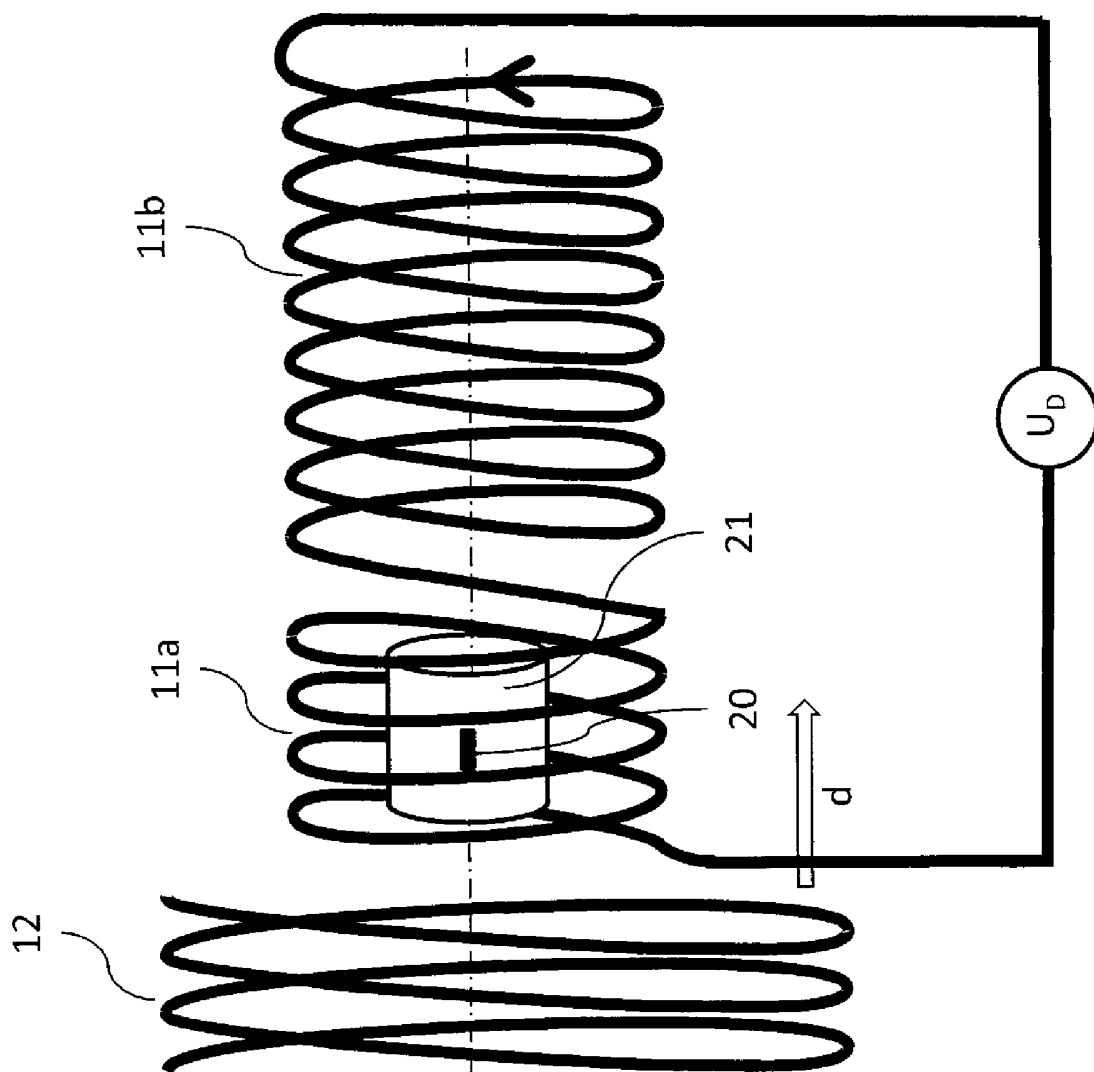
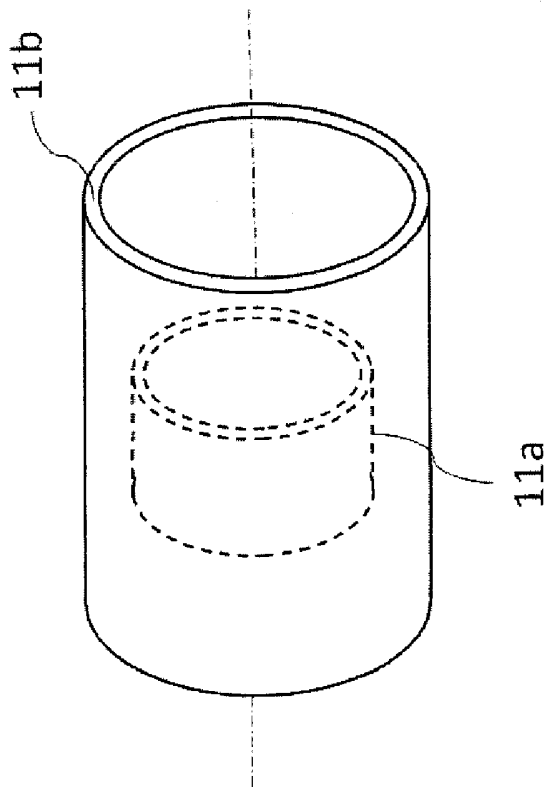


Fig. 9

Fig. 10



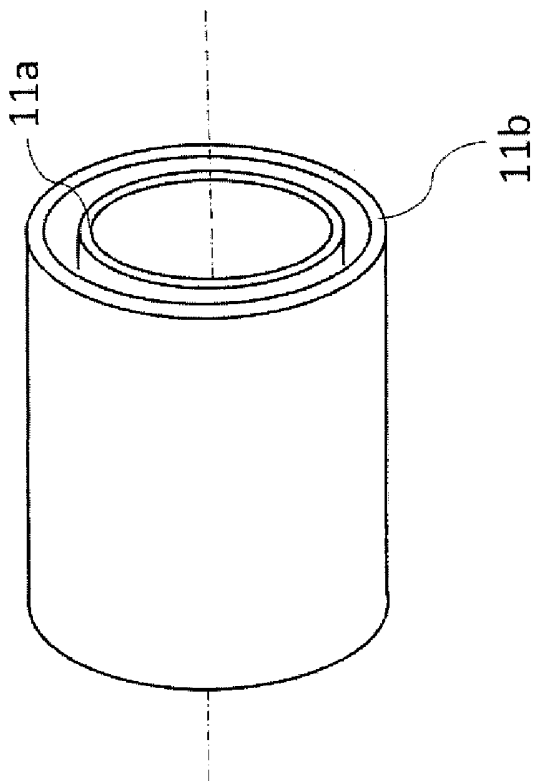


Fig. 11

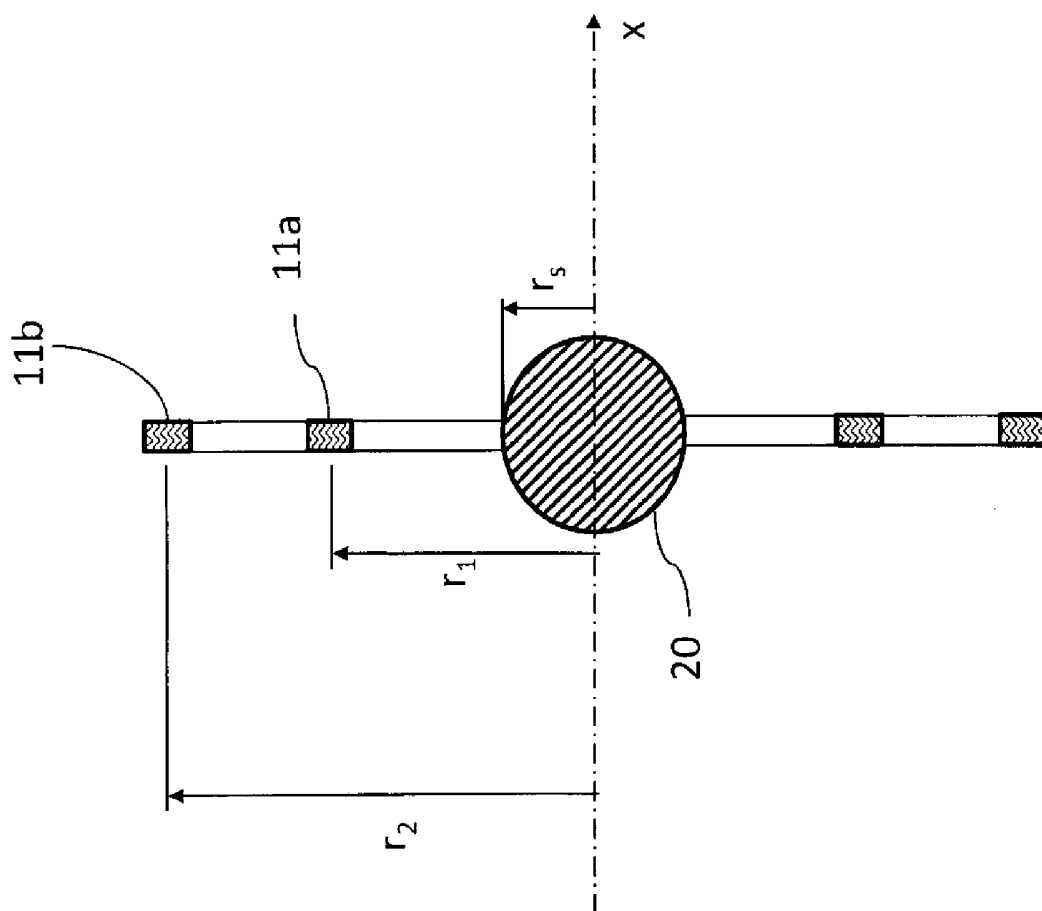


Fig. 12

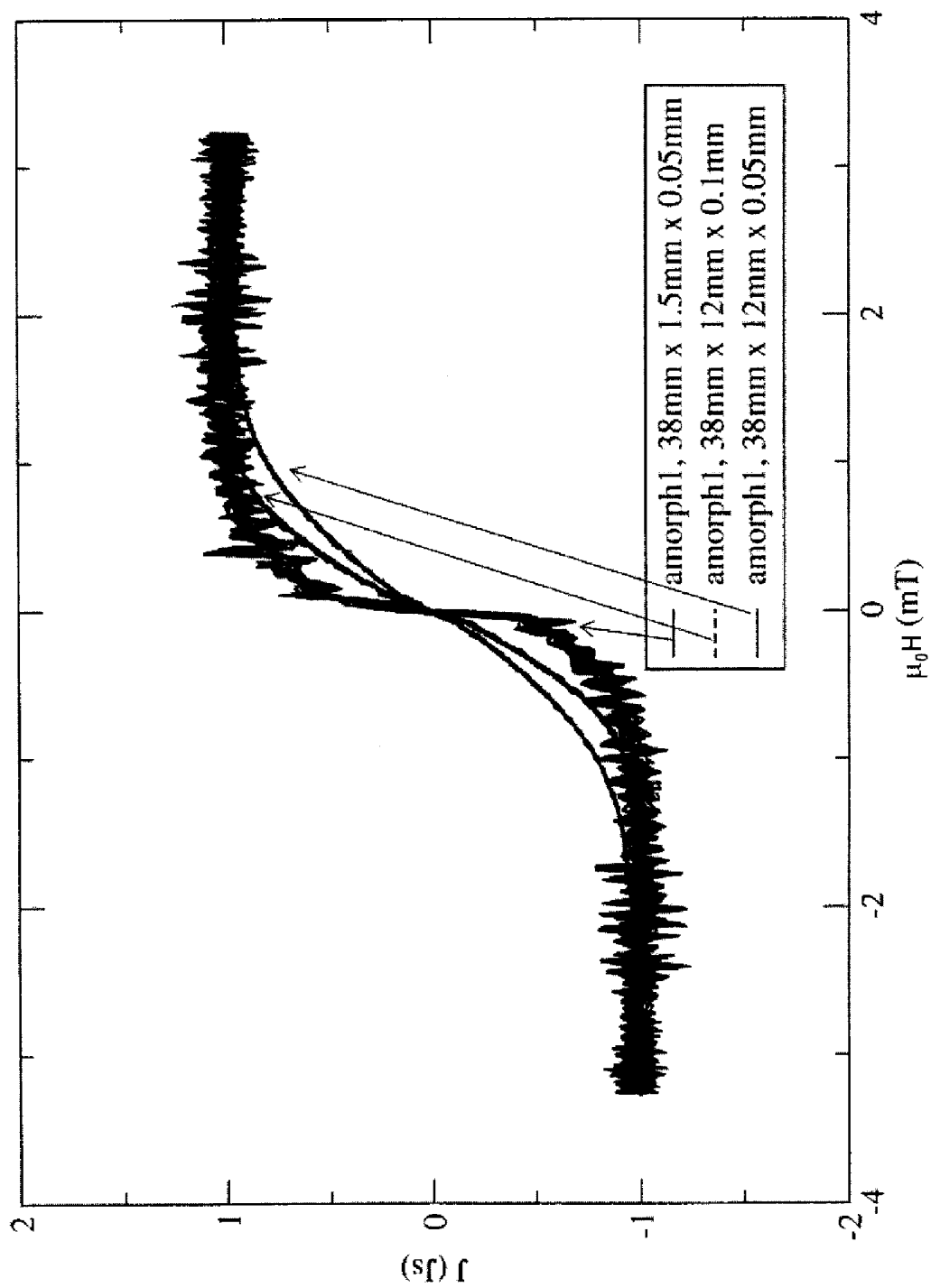


Fig. 13

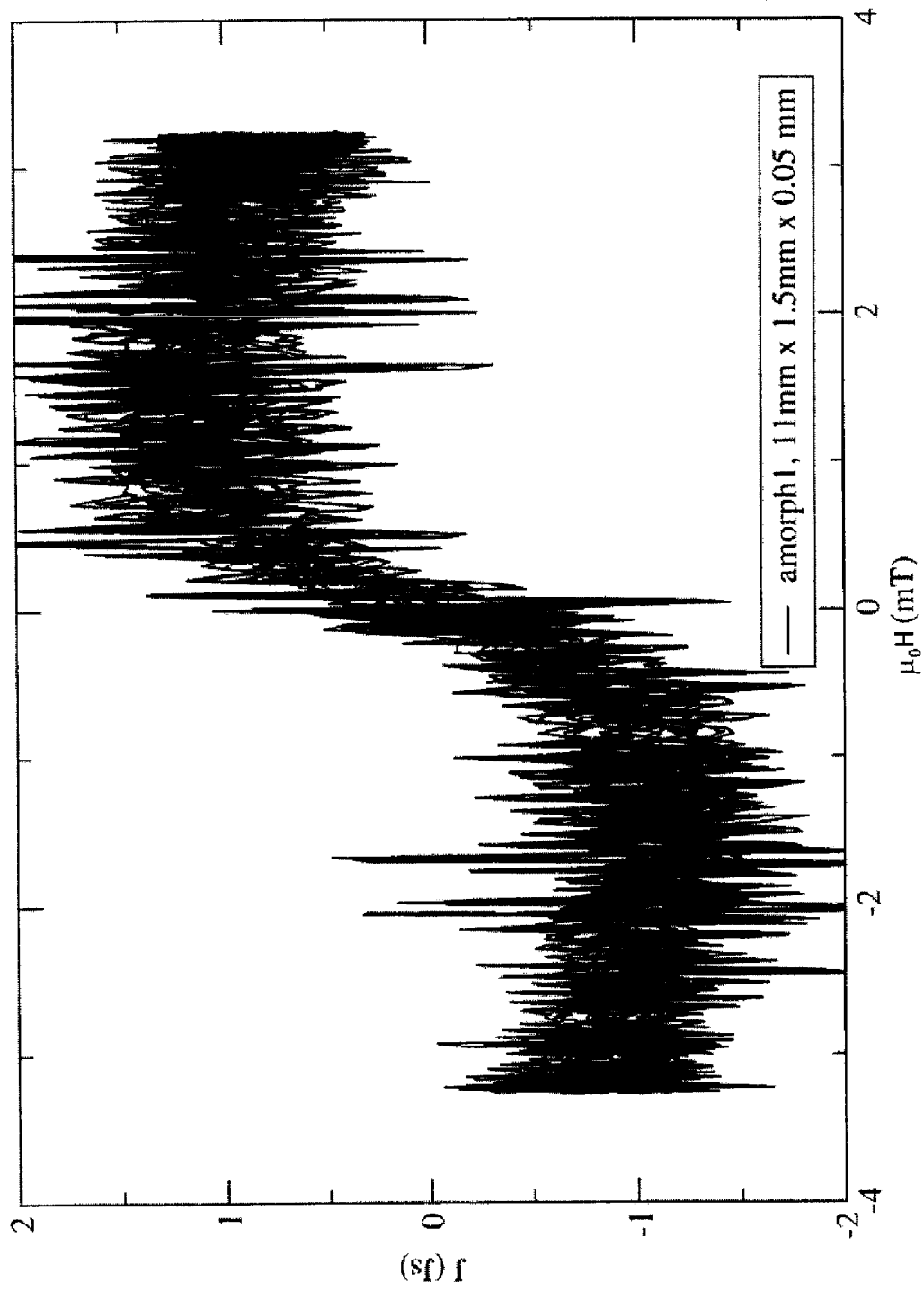


Fig. 14

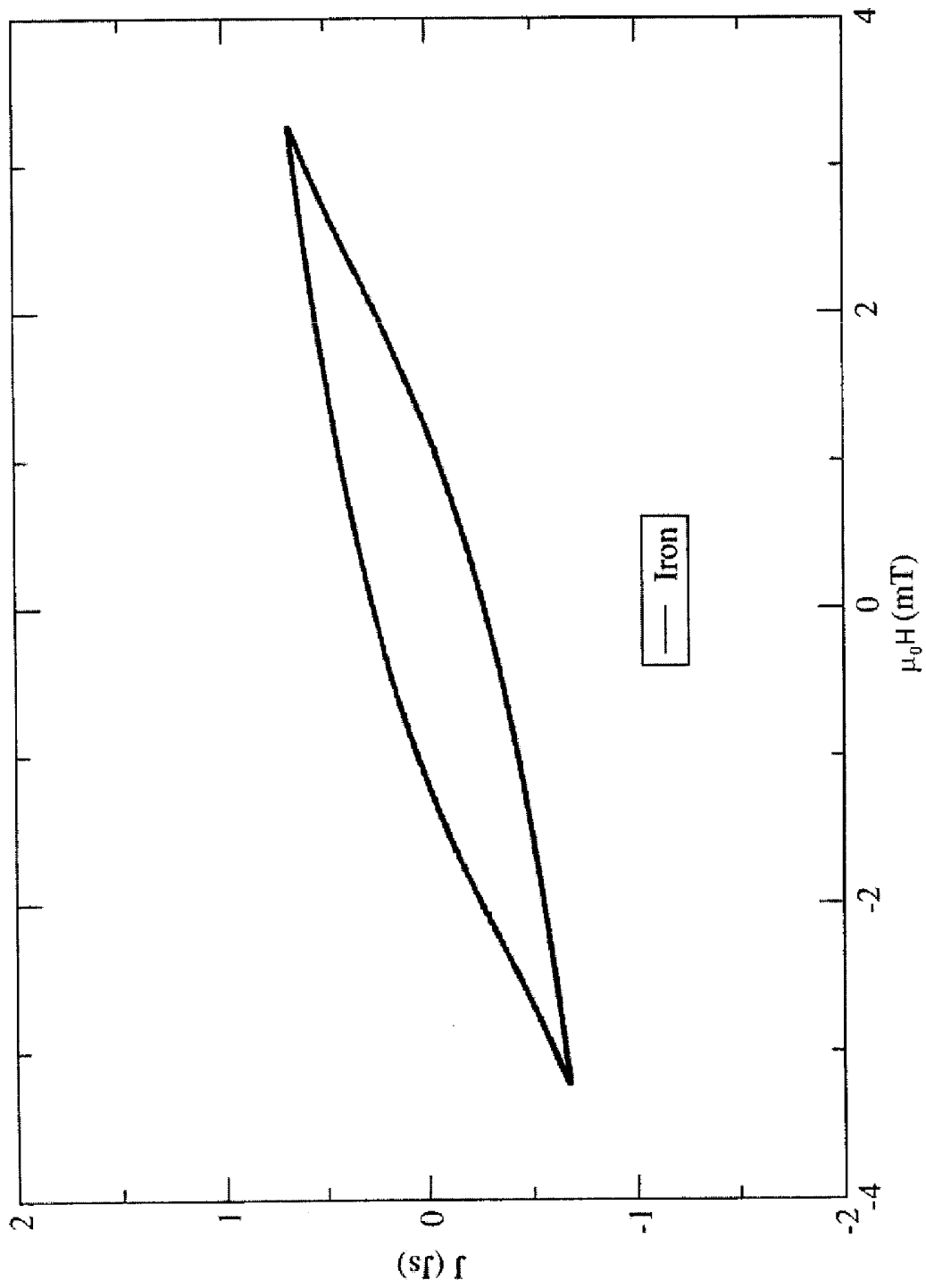


Fig. 15

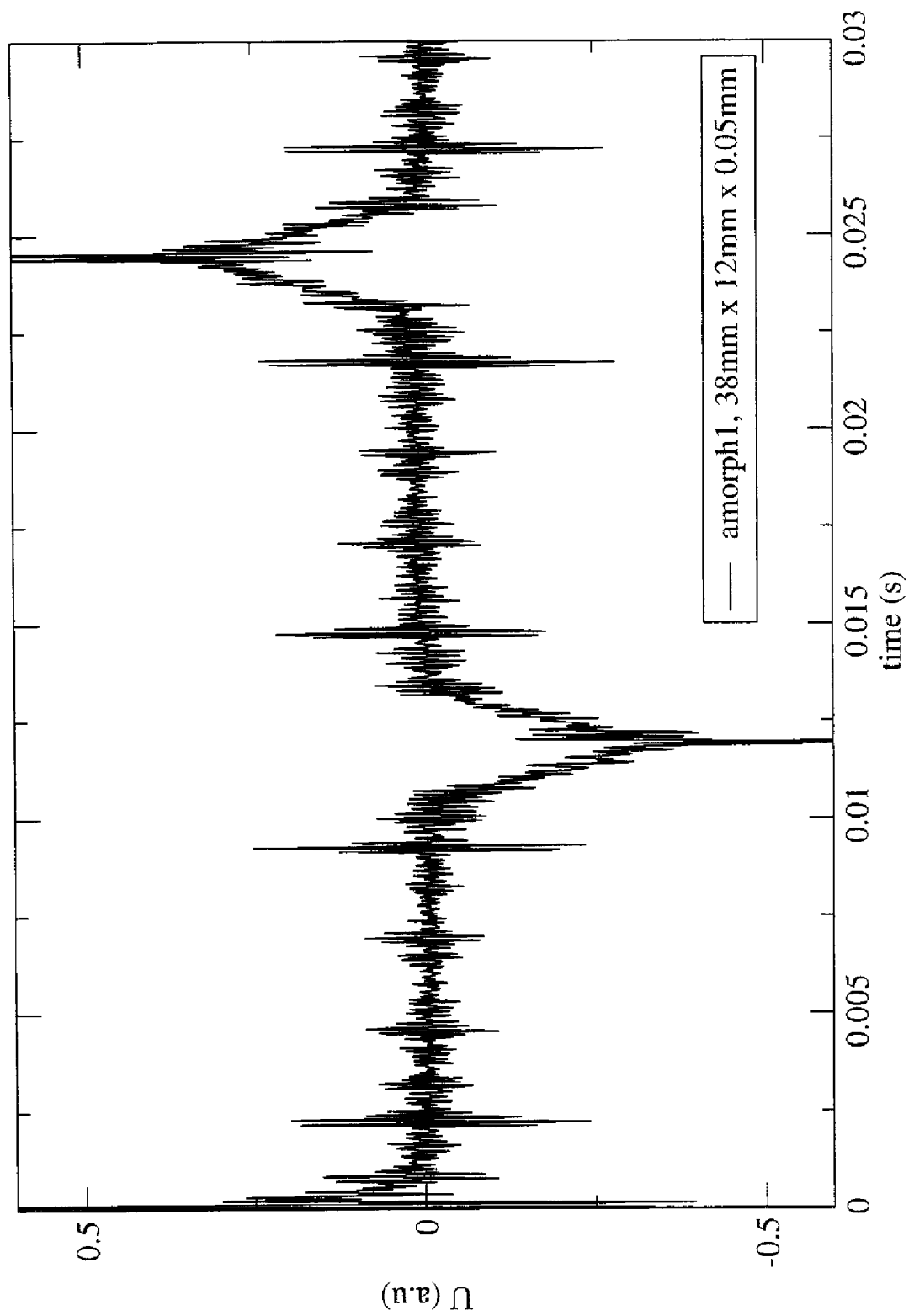


Fig. 16

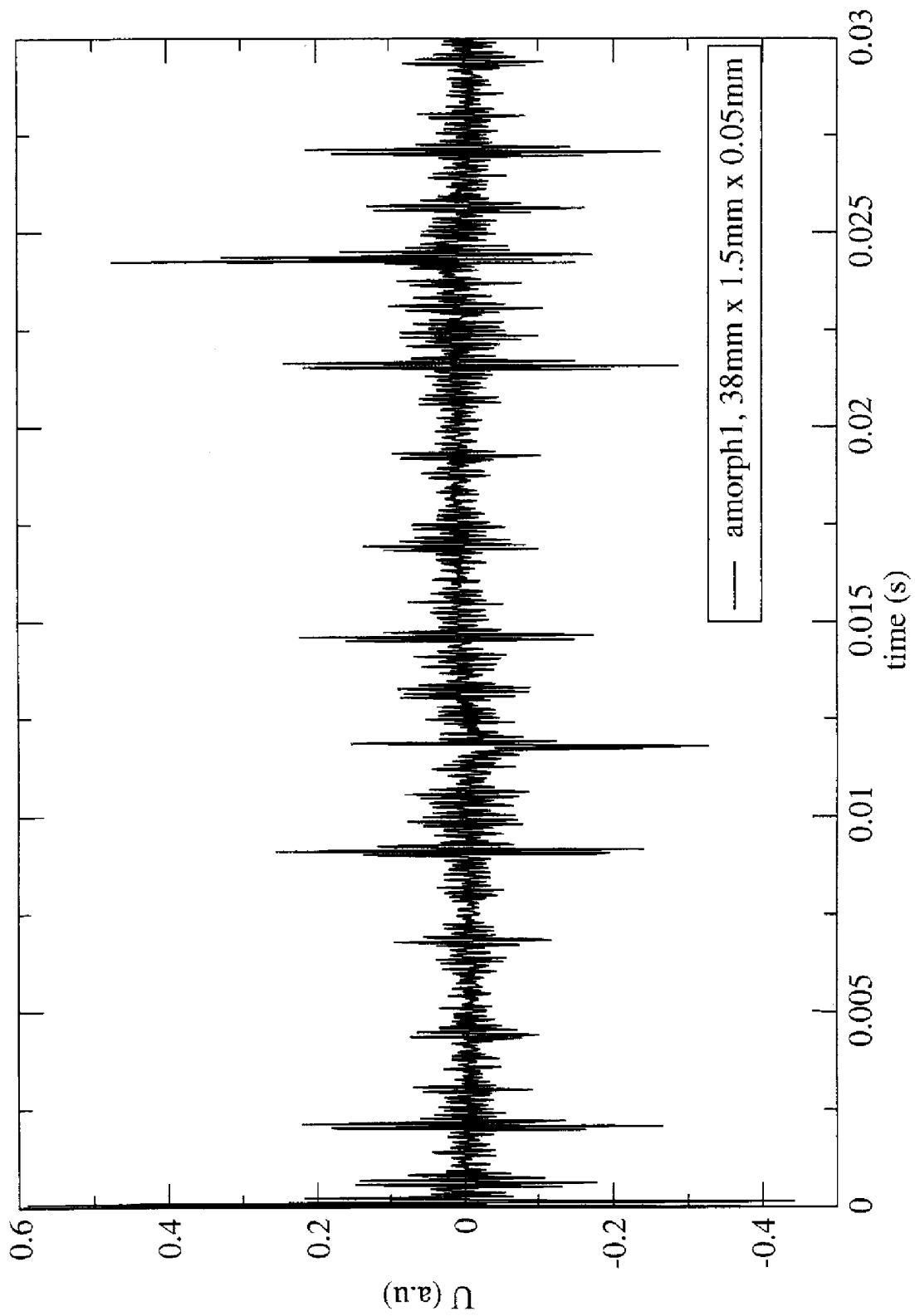


Fig. 17

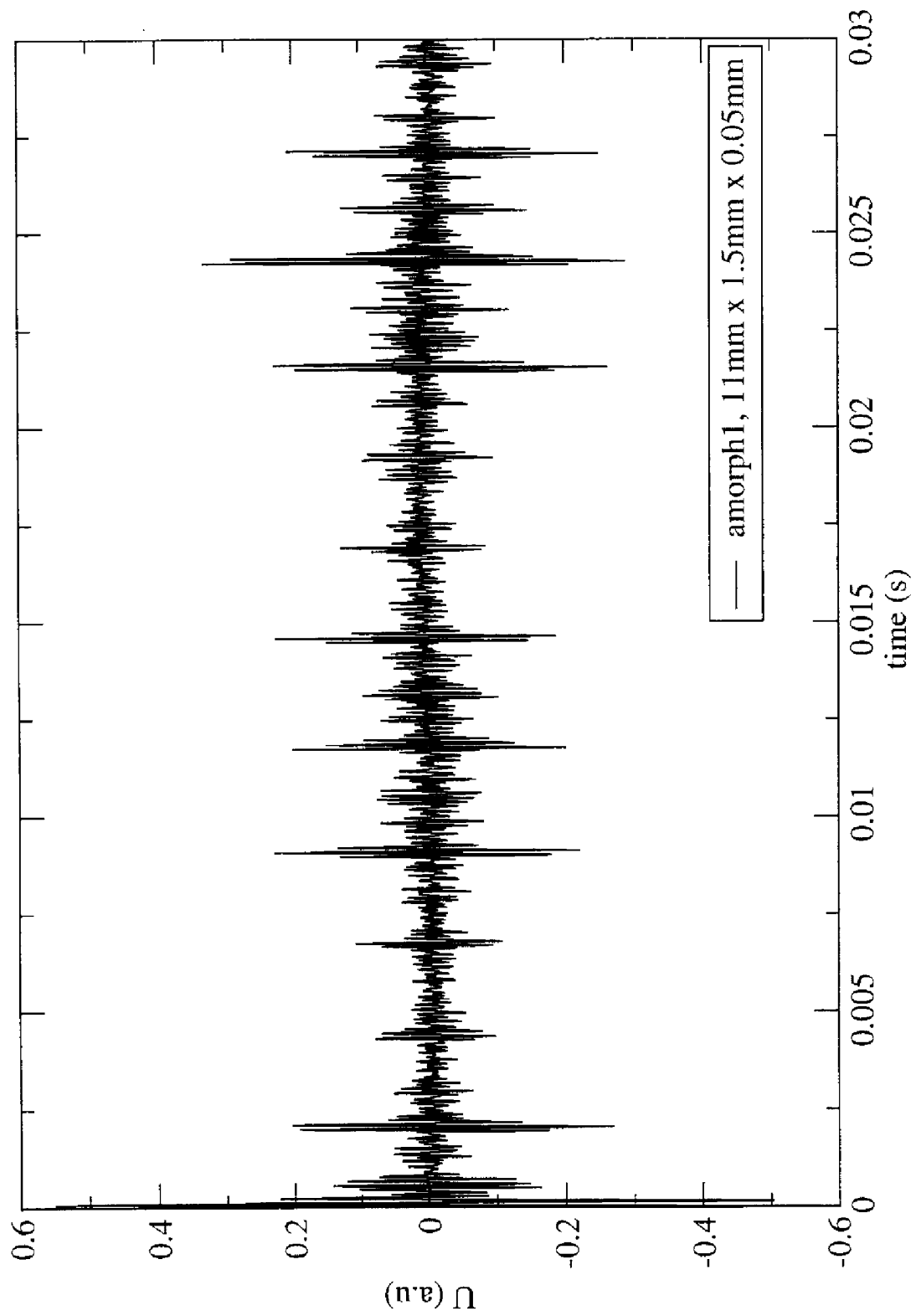


Fig. 18

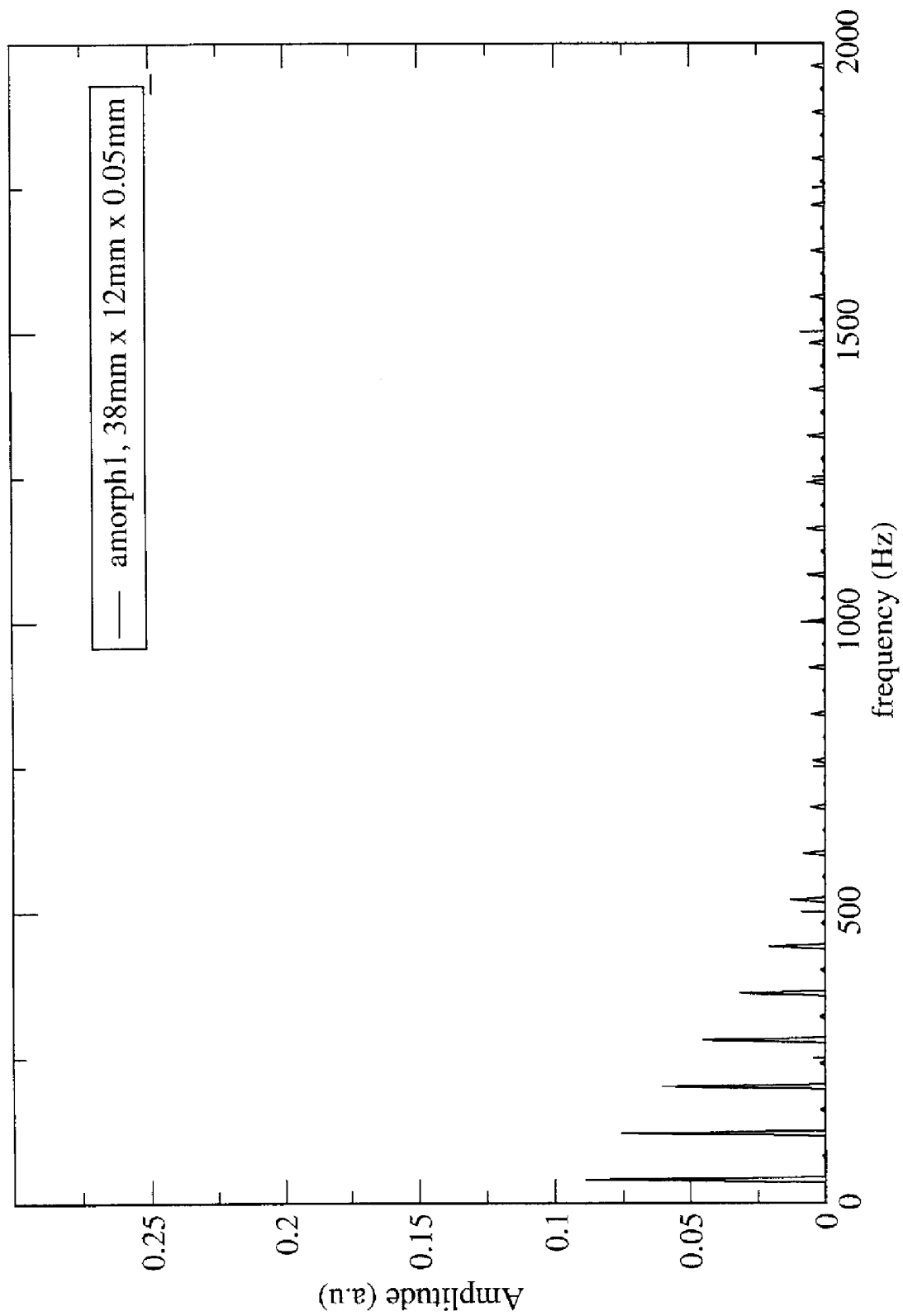


Fig. 19

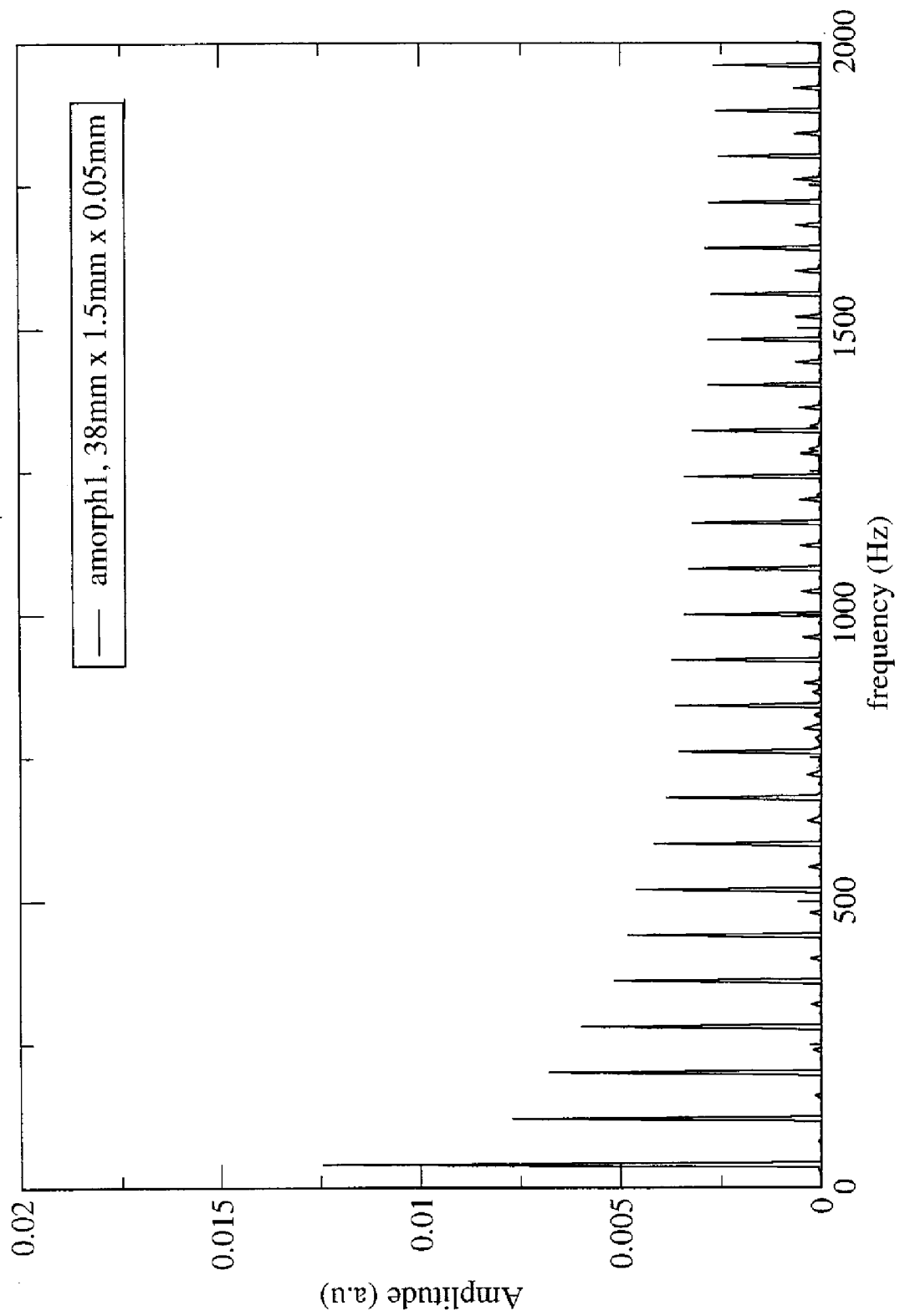


Fig. 20

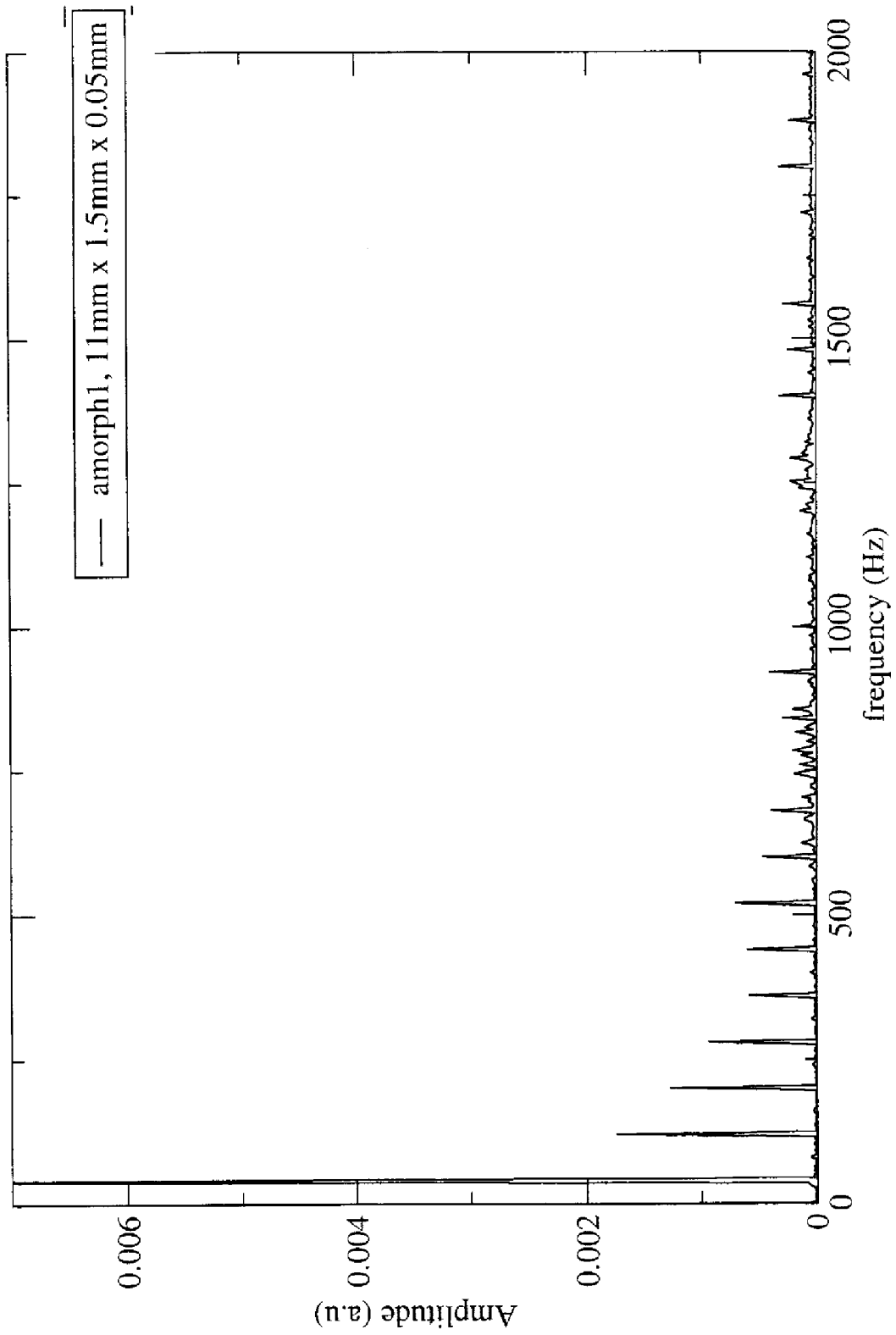


Fig. 21

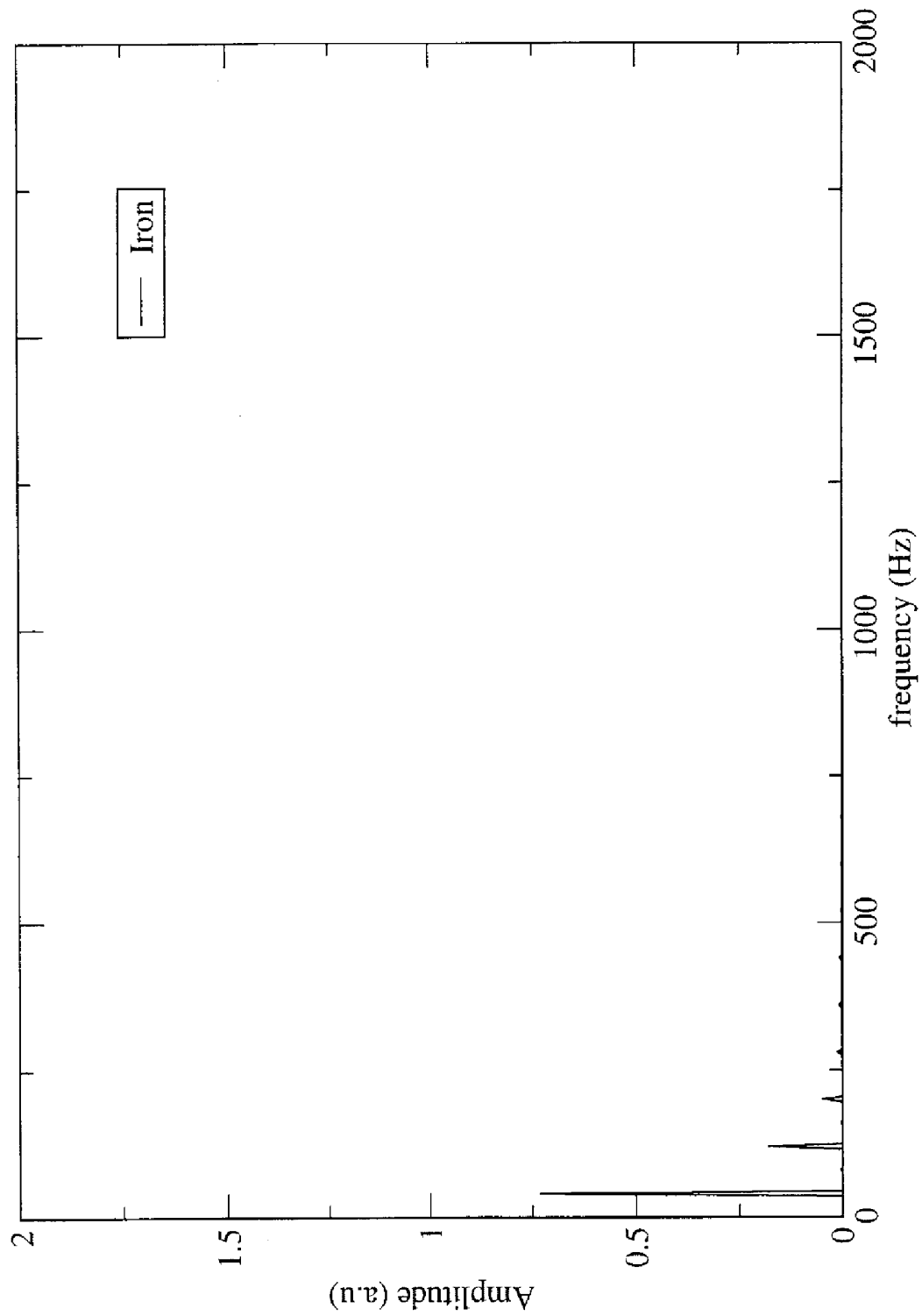
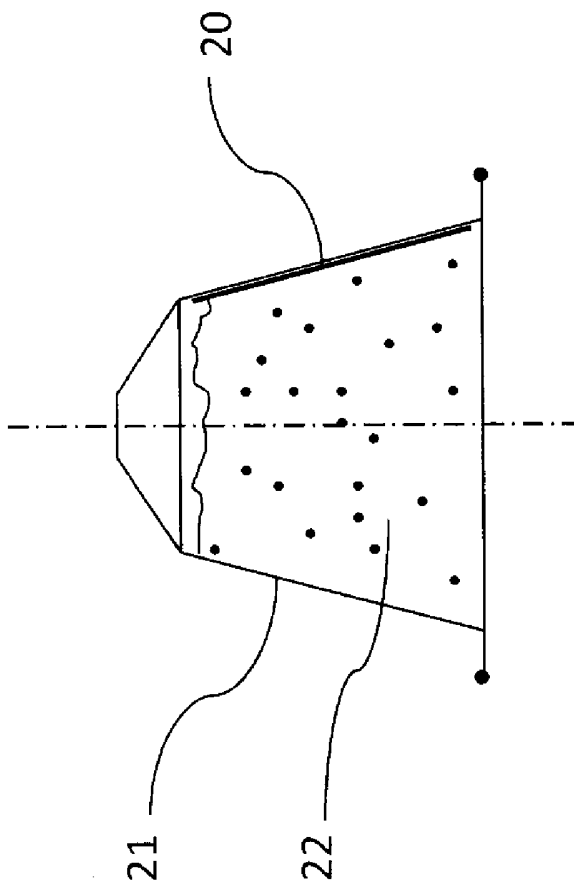


Fig. 22

Fig. 23



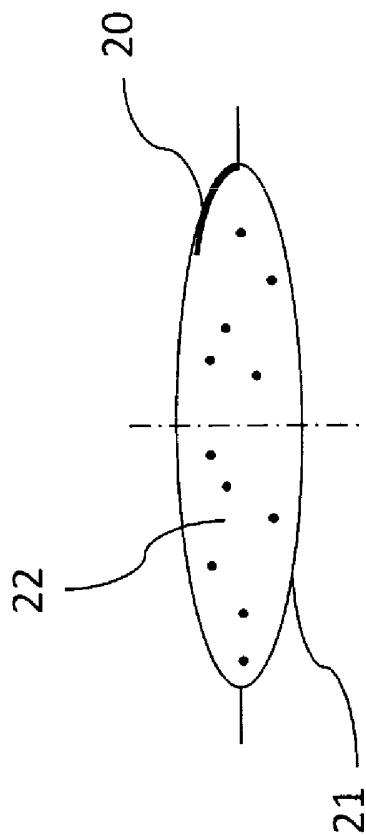


Fig. 24

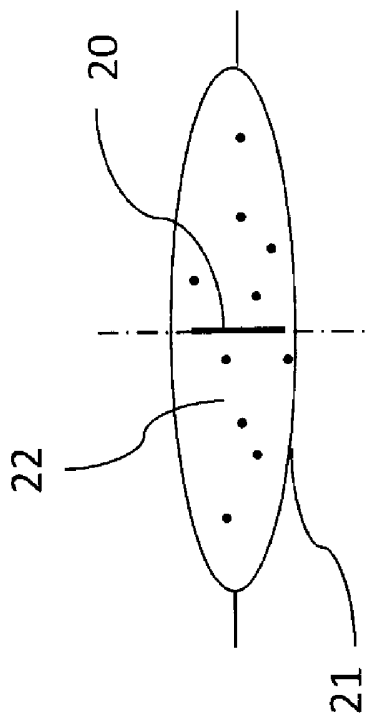


Fig. 25

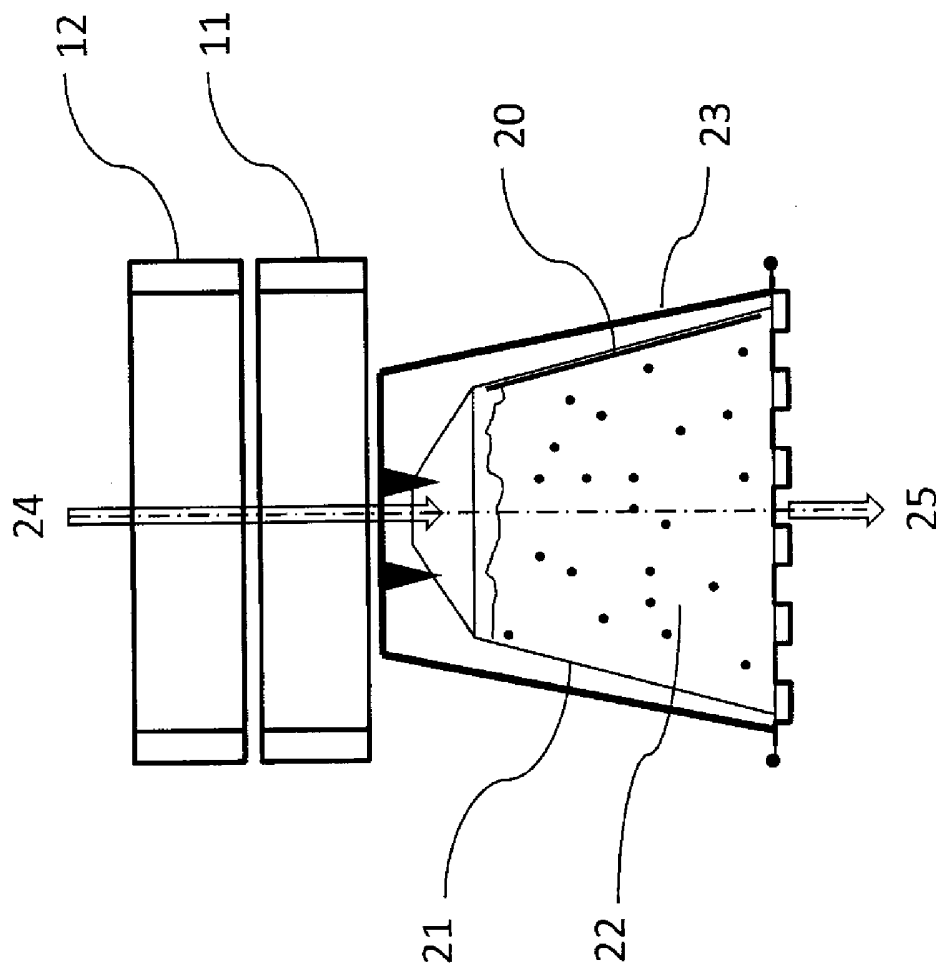


Fig. 26