

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/055538 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01R 33/12**

[DE/DE]; Kaspar-Spät-Str. 7, 81549 München (DE).
LUCKE, Ralph [DE/DE]; Lindenweg 2A, 83714 Miesbach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004003

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Dezember 2003 (05.12.2003)

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; P.O. Box 200734, 80007 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) **Angaben zur Priorität:**
102 59 321.3 18. Dezember 2002 (18.12.2002) DE

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

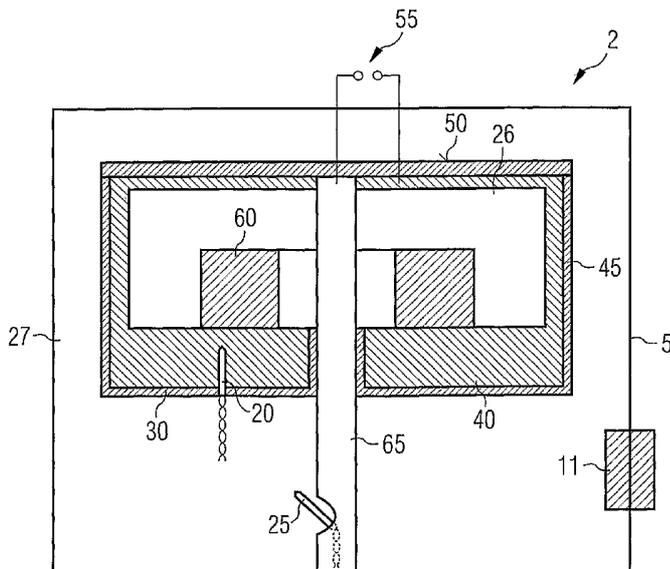
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): PATER, Andrea**

(54) **Title:** CALORIMETRIC MEASURING ASSEMBLY AND CALORIMETRIC MEASURING METHOD

(54) **Bezeichnung:** KALORIMETRISCHE MESSANORDNUNG UND KALORIMETRISCHES MESSVERFAHREN



(57) **Abstract:** The invention provides an especially simple calorimetric measuring assembly (2) for determining the dissipated energy of a magnetic material (60). The measuring assembly comprises a first volume area (26) which is thermally insulated from the ambience and which comprises the material (60). The dissipated heat released when alternate voltage is applied to the material (60) is transferred to a first temperature sensor (20) via a heat transfer medium (40) that has a specific thermal capacity of $< 1.1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$. The temperature of a gas or gas mixture in a second insulated volume area (27) is determined by means of a second thermosensor (25) and is used as the reference temperature.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/055538 A1



(57) Zusammenfassung: Es wird eine besonders einfache kalorimetrischen Meßanordnung (2) zur Bestimmung der Verlustleistung eines magnetischen Werkstoffes (60) vorgeschlagen. Die Meßanordnung umfaßt einen ersten gegenüber der Umgebung thermisch isolierten Volumenbereich (26), der den Werkstoff (60) enthält. Die während des Anlegens einer Wechselspannung an den Werkstoff (60) freiwerdende Verlustwärme wird dabei über einen Wärmeüberträger (40), der eine spezifische Wärmekapazität $< 1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ aufweist auf einen ersten Temperatursensor (20) übertragen. Als Referenztemperatur dient die Temperatur eines Gases oder Gasgemisches in einem zweiten isolierten Volumenbereich (27), die mittels eines zweiten Thermosensors (25) bestimmt wird.

Beschreibung

Kalorimetrische Meßanordnung und kalorimetrisches Meßverfahren

5

Induktive Bauelemente mit weichmagnetischen Kernen, insbesondere mit Ferritkernen werden heutzutage weit verbreitet insbesondere in der Telekommunikation und in der Datentechnik eingesetzt. Die Eigenschaften der induktiven Bauelemente sind
10 dabei sowohl vom Material als auch von der Kernform des Ferritkerns abhängig.

Ferritkerne werden beispielsweise in Breitbandüberträgern für Impedanzmessungen, als Splitter zur Trennung des Sprach- und
15 Datenkanals oder als Signal-Impulsüberträger in digitalen Telekommunikationsnetzen eingesetzt, in denen digitale oder analoge Signale verzerrungsarm übertragen werden.

Ferrite sind allerdings keine idealen Isolatoren. Daher können
20 im Betrieb der induktiven elektrischen Bauelemente mit Magnetkernen aus Ferrit bei hohen Frequenzen aufgrund von induzierten Wirbelströmungen elektrische Verluste auftreten. Dabei ist es besonders wichtig, Ferritkerne anhand dieser Verlustleistung zu charakterisieren.

25

Aus der IEC-Norm 62044 ist ein kalorimetrisches Meßverfahren zur Bestimmung der Verlustleistung von Ferritkernen bekannt. Dabei wird die aufgrund einer Verlustleistung vom Ferritkern abgegebene Wärme auf eine Flüssigkeit übertragen und die Temperatur dieser Flüssigkeit im Vergleich zur Temperatur einer Referenzflüssigkeit bestimmt. Der Nachteil dieser Meßmethode besteht darin, daß nur relativ große Temperaturänderungen, die auf große Verlustleistungen zurückzuführen sind, zuverlässig analysiert werden können. Nur geringe Erwärmungen der
30 Ferritkerne, die aufgrund nur geringer Verlustleistungen beispielsweise bei hohen Frequenzen der anregenden Wechselspannung auftreten, sind mittels dieses Meßverfahrens nicht zu-
35

verlässlich analysierbar. Weiterhin werden zum Aufrechterhalten von definierten Meßbedingungen aufwendige Temperatur-Regelungseinrichtungen zum Aufheizen beziehungsweise zum Abkühlen der Flüssigkeiten benötigt, so daß relativ lange Meßzyklen resultieren.

Weiterhin sind kalorimetrische Meßanordnungen, z.B. zur Bestimmung der Verbrennungswärme von Substanzen bekannt, bei denen auf kompliziert aufgebauten Probenträgern sowohl die zu messende Probe als auch eine Inertprobe als Referenzsubstanz vorhanden sind. Auch bei dieser Meßanordnung werden abgesehen vom komplizierten Aufbau nur relativ lange Meßzyklen möglich sein.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kalorimetrische Meßanordnung und ein kalorimetrisches Meßverfahren zur Verfügung zu stellen, das eine Analyse auch kleiner Temperaturänderungen erlaubt, wobei relativ schnelle Meßzyklen möglich sind.

Diese Aufgabe wird durch eine kalorimetrische Meßanordnung nach Anspruch 1 und ein kalorimetrisches Meßverfahren nach Anspruch 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der kalorimetrischen Meßanordnung und des Meßverfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Bei einer erfindungsgemäßen kalorimetrischen Meßanordnung zur Bestimmung der Verlustleistung eines magnetischen Werkstoffes ist ein gegenüber der Umgebung thermisch isolierter erster Volumenbereich zur Aufnahme des Werkstoffes vorhanden. Weiterhin ist ein erstes Mittel zur Bestimmung der Temperatur des Werkstoffes vorhanden, das thermisch mit dem ersten Volumenbereich über einen Wärmeüberträger gekoppelt ist, der eine spezifische Wärmekapazität $< 1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ aufweist. Weiterhin ist ein gegenüber der Umgebung thermisch isolierter zweiter Volumenbereich vorhanden, in dem ein zweites Mittel zur Bestimmung einer Referenztemperatur vorhanden ist, wobei der

erste und der zweite Volumenbereich ein Gas oder ein Gasgemisch enthalten.

Bei einer erfindungsgemäßen kalorimetrischen Meßanordnung
5 wird die aufgrund der Verlustleistung des magnetischen Werkstoffes freigesetzte Wärmemenge besonders schnell und zuverlässig auf das erste Mittel zur Bestimmung der Temperatur des Werkstoffes übertragen, da der Wärmeüberträger eine besonders niedrige spezifische Wärmekapazität $< 1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ aufweist.
10 Aufgrund dieser niedrigen spezifischen Wärmekapazität kann der Wärmeüberträger auch geringste Wärmemengen gut weiter auf das erste Mittel zur Temperaturbestimmung übertragen (Temperaturunterschiede von etwa $0,01 \text{ }^\circ\text{C}$ oder Wärmemengen von $100 \text{ } \mu\text{W}$), so daß sehr kleine Verlustleistungen die nur sehr kleine
15 Wärmemengen verursachen, nachgewiesen und analysiert werden können. Aufgrund der geringen spezifischen Wärmekapazität des Wärmeüberträgers ist es weiterhin besonders einfach möglich diesen schnell aufzuwärmen und wieder abzukühlen, so daß sehr schnelle Meßzyklen möglich sind. Als Referenztemperatur dient
20 dabei die Temperatur eines Gases oder Gasgemisches das im zweiten thermisch isolierten Volumenbereich vorhanden ist. Da auch die Gase oder Gasgemische eine sehr geringe Wärmekapazität aufweisen, ist es so besonders einfach möglich eine definierte Referenztemperatur zu erhalten.

25 Herkömmliche kalorimetrische Meßanordnungen bestimmen häufig als Referenz die von Inertproben freigesetzten Wärmemengen, was einen wesentlich komplizierteren Meßaufbau benötigt (siehe beispielsweise Figur 1). Aufgrund der niedrigen Wärmekapazität des Gases oder Gasgemisches im zweiten Volumenbereich
30 ist es weiterhin sehr einfach und schnell möglich eine gewünschte Referenztemperatur einzustellen, so daß auch aufgrund dieses Merkmals der erfindungsgemäßen kalorimetrischen Meßanordnung sehr schnelle Meßzyklen möglich sind.

35 Die spezifische Wärmekapazität C bezeichnet dabei diejenige Wärmemenge, die man 1 Gramm eines beliebigen, einheitlichen

Stoffes zuführen muß, um seine Temperatur um eine bestimmte Temperaturdifferenz zu erhöhen. Die spezifische Wärmekapazität wird in $\text{J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ angegeben und wird in der Regel bei $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ bestimmt.

5

Bei einer vorteilhaften Variante einer erfindungsgemäßen kalorimetrischen Meßanordnung ist der erste Volumenbereich von einem Metallgehäuse umgeben, das elektrisch leitend mit einer Stromquelle verbunden ist und auf dessen Außenseite durchgehend eine thermisch isolierende Schicht angeordnet ist.

10

Bei einer derartigen Meßanordnung ist es besonders einfach möglich, an dem Metallgehäuse einen elektrischen Strom anzulegen, beispielsweise einen Wechselstrom, der ein Magnetfeld induzieren kann, wobei dieser Strom aufgrund der symmetrischen, zylindrischen Gestalt des Metallgehäuses ein besonders homogenes Magnetfeld in dem im Metallgehäuse befindlichen Werkstoff induziert. Auf der Außenseite des Metallgehäuses kann dann besonders einfach die thermisch isolierende Schicht für eine Isolierung gegenüber der Umgebung sorgen.

15

20

In einer weiteren Ausgestaltung dieser Meßanordnung kann das erste Mittel zur Bestimmung der Temperatur einen Temperatursensor umfassen, der in der Wand des Metallgehäuses angeordnet ist. Dann tritt eine besonders gute thermische Kopplung zwischen dem magnetischen Werkstoff und dem Temperatursensor über das Metallgehäuse auf. Aufgrund der geringen spezifischen Wärmekapazität von Metallen ist dann eine besonders schnelle und besonders empfindliche Temperaturübertragung möglich.

25

30

In einer alternativen Ausführungsform ist es auch möglich, daß das erste Mittel zur Bestimmung der Temperatur einen Temperatursensor umfaßt, der im ersten Volumenbereich angeordnet ist. In diesem Fall tritt dann eine Wärmekopplung zwischen der Probe und dem Temperatursensor über das im ersten Volumenbereich befindliche Gas beziehungsweise Gasgemisch auf. Da

35

auch Gase eine niedrige spezifische Wärmekapazität aufweisen ist auch in diesem Fall eine besonders schnelle und zuverlässige Wärmekopplung zum Temperatursensor möglich.

5 Als Stromquelle wird vorteilhafterweise eine Wechselstromquelle mit beliebiger Signalform verwendet, wobei dem Wechselstrom ein Gleichstrom überlagert sein kann. Wechselstrom ist besonders gut in der Lage magnetische Felder in Ferritkernen zu induzieren.

10

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Bestimmung der Verlustleistung von zumindest einem magnetischen Werkstoff, bei dem die aufgrund der Verlustleistung des Werkstoffs auftretende Wärme kalorimetrisch über die thermische
15 Kopplung mit einem Wärmeüberträger mit einer spezifischen Wärmekapazität von kleiner $1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ bestimmt wird und aus der daraus erhaltenden Wärme die Verlustleistung berechnet wird.

20

Wie bereits oben bei der erfindungsgemäßen kalorimetrischen Meßanordnung genannt, so besteht auch beim erfindungsgemäßen Meßverfahren der Vorteil darin, daß aufgrund der besonders guten thermischen Kopplung besonders kleine Temperaturunterschiede und damit auch besonders geringe Verlustleistungen
25 zuverlässig analysiert werden können.

30

Bei dem erfindungsgemäßen Meßverfahren kann weiterhin als Wärmeüberträger ein Gas oder ein Metall verwendet werden. Diese haben, wie bereits oben genannt besonders geringe spezifische Wärmekapazitäten, so daß eine besonders schnelle Wärmeübertragung auch von geringen Wärmemengen möglich ist. Als Gase lassen sich beispielsweise Inertgase wie Stickstoff, oder Edelgase wie Argon einsetzen. Als Gasmischung kann dabei besonders vorteilhaft Luft eingesetzt werden.

35

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Meßverfahren vorteilhafterweise die folgenden Verfahrensschritte umfassen:

In einem Verfahrensschritt A) wird an dem Werkstoff ein, ein magnetisches Feld induzierender elektrischer Strom angelegt. Dieser elektrische Strom ist besonders vorteilhaft ein Wechselstrom. Danach kann im Verfahrensschritt B) die aufgrund
5 der Verlustleistung des magnetischen Werkstoffs auftretende Wärme über die Temperaturänderung des Werkstoffs und deren Übertragung auf den Wärmeüberträger über die Zeit bestimmt werden. Im Verfahrensschritt C) kann anschließend über die bestimmte Wärme die Verlustleistung des Werkstoffs berechnet
10 werden.

Im Verfahrensschritt C) kann dabei über die aktuelle Temperaturdifferenz zwischen dem zu messenden magnetischen Werkstoff und der Referenzprobe, die ein Gas oder Gasgemisch ist,
15 die pro Zeiteinheit freigesetzte Wärme berechnet werden. Wird diese Wärmeleistung W_{DSC} durch das effektive Probenvolumen V_e des magnetischen Werkstoff dividiert, so ergibt sich besonders einfach und vorteilhaft die spezifische Verlustleistung P_c von weichmagnetischen Werkstoffen gemäß folgender Gleichung:
20

$$P_c = \frac{W_{DSC}}{V_e} \text{ in kW/m}^3$$

Das erfindungsgemäße Meßverfahren kann dabei bei beliebigen
25 Temperaturen unterhalb der Curietemperatur des magnetischen Werkstoffes durchgeführt werden.

Im folgenden soll die vorliegende Erfindung anhand von nicht maßstabsgetreuen Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläut
30 äuert werden.

Figur 1 zeigt eine herkömmliche kalorimetrische Meßanordnung, beispielsweise zur Bestimmung der Verbrennungswärme von pulverförmigen Proben im Querschnitt.
35

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße kalorimetrischen Meßanordnung zur Bestimmung der Verlustleistung von magnetischen Werkstoffen im Querschnitt.

5 Figur 3 zeigt Meßkurven, die mittels einer erfindungsgemäßen Meßanordnung während der Erwärmung eines Ferritkerns bestimmt wurden.

In Figur 1 ist eine herkömmliche kalorimetrische Meßanordnung
10 1, beispielsweise zur Bestimmung der Verbrennungswärme einer pulverförmigen Probe 10 dargestellt. Dabei befinden sich die Probe 10 sowie als Referenz eine Inertprobe 15 auf einem Proben-träger 30. An der zu messenden Probe und an der Inertprobe
15 15 liegen ein erster Thermosensor 20 und ein zweiter Thermosensor 25 zur Bestimmung der jeweiligen Temperaturen an. Der Proben-träger 30 ist dabei mittels der Haube 5 von der Umge-bung thermisch isoliert. Im Inneren der Haube befindet sich
weiterhin eine Heizwendel 35 mit Spannungsquelle. Diese Heizwendel dient dazu, die für die Verbrennung der Probe 10 nöti-
20 gen hohen Temperaturen zu erzeugen. Wie bereits oben genannt ist es bei diesen herkömmlichen kalorimetrischen Meßanordnungen nötig, zur Bestimmung eines Referenzwertes eine Inertprobe bereitzustellen, die ebenfalls erhitzt, beziehungsweise abgekühlt werden muß, was einen erheblichen Aufwand darstellt
25 und den Meßzyklus erheblich verlangsamt. Diese Inertprobe muß dabei häufig ähnliche physikalische Eigenschaften aufweisen, wie die zu messende Probe.

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße kalorimetrische Meßanord-
30 nung 2, bei der zwei gegeneinander und von der Umgebung thermisch isolierte Volumenbereiche vorhanden sind, der erste Volumenbereich 26 und der zweite Volumenbereich 27. Der erste Volumenbereich 26 enthält dabei den zu messenden Ferritkern 60 und ist von einem Metallgehäuse 40 umgeben. Zur thermi-
35 schen Isolierung befindet sich auf der Außenseite des Metallgehäuses eine Wärmedämmschicht 45 sowie ein Keramikdeckel 50. Bei dieser Anordnung ist es besonders einfach möglich, das

Metallgehäuse mit einer Wechselspannungsquelle 55 elektrisch leitend zu verbinden, so daß ein, ein magnetisches Feld induzierender Strom besonders leicht am Ferritkern 60 angelegt werden kann. In der Wand des Metallgehäuses 40 ist dabei ein
5 erster Thermosensor 20 angeordnet. Dieser kann besonders einfach aufgrund der guten Wärmekopplung über das Metallgehäuse 40 die beim Anlegen eines Wechselstroms freiwerdende Wärme aufgrund der Verlustleistung bestimmen. Möglich wäre es auch, den ersten Thermosensor 20 direkt im ersten Volumenbereich
10 anzuordnen, wobei in diesem Fall eine Wärmekopplung über das im ersten Volumenbereich 26 befindliche Gas beziehungsweise Gasgemisch erfolgen würde. Der zweite Volumenbereich 27 wird dabei mittels der Haube 5 thermisch von der Umgebung isoliert und enthält ebenfalls ein Gas beziehungsweise Gasgemisch. Die
15 Temperatur dieses Gases beziehungsweise Gasgemisches kann dabei besonders einfach mittels eines Thermostats 11 auf eine Referenztemperatur eingestellt werden. Diese Referenztemperatur kann mittels des zweiten Thermosensors 25 bestimmt werden. Über die am zweiten und ersten Thermosensor anliegende
20 Temperaturdifferenz kann dann die Wärme und daraus die Verlustleistung des Ferritkerns 60 bestimmt werden. Da als Wärmeüberträger im Falle der Referenztemperatur nur Gase dienen und im Falle der vom Ferritkern 60 freigesetzten Energie entweder Metalle oder Gase, kann besonders einfach und besonders
25 empfindlich die Verlustleistung des Ferritkerns bestimmt werden. Bei den herkömmlichen kalorimetrischen Meßverfahren zur Bestimmung der Verlustleistung können kleine Verlustleistungen nicht so zuverlässig bestimmt werden, da hier als Wärmeüberträger eine Flüssigkeit verwendet wird.

30

Figur 3 zeigt eine mittels der in Figur 2 gezeigten Meßanordnung gemessene Erwärmung eines Ferritkerns beim Anlegen einer Wechselspannung. Dabei wurde 4-mal für jeweils 4 Minuten eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 100 kHz angelegt. Die
35 Meßkurve zeigt dabei jeweils die Aufwärmung und das anschließende Abkühlen des Bauelements nach dem elektrischen Impuls. Die rechte Ordinatenachse zeigt dabei die Temperatur des Bau-

elements, während die linke Ordinatenachse die aufgrund der Temperaturänderung des Bauelements freigesetzte Wärme zeigt. Mittels der oben genannten Formel läßt sich aus dieser Wärme die Verlustleistung des Bauelements berechnen.

5

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die hier dargestellte Meßanordnung. Weitere Variationen sind beispielsweise mittels der relativen Anordnung der thermisch isolierten ersten und zweiten Volumenbereiche zueinander möglich. So ist es auch
10 möglich einen zweiten Volumenbereich zu definieren, der anders als in Figur 2 gezeigt nicht den ersten Volumenbereich umschließt.

Patentansprüche

1. Kalorimetrische Meßanordnung zur Bestimmung der Verlustleistung eines magnetischen Werkstoffes
 - 5 - bei der ein gegenüber der Umgebung thermisch isolierter erster Volumenbereich zur Aufnahme des Werkstoffes vorhanden ist,
 - bei der ein erstes Mittel zur Bestimmung einer Temperatur vorhanden ist, das thermisch mit dem ersten Volumenbereich über einen Wärmeüberträger gekoppelt ist, der eine spezifische Wärmekapazität $< 1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ aufweist,
 - 10 - bei der ein gegenüber der Umgebung thermisch isolierter zweiter Volumenbereich vorhanden ist, in dem ein zweites Mittel zur Bestimmung einer Referenztemperatur vorhanden ist,
 - 15 - wobei der erste und zweite Volumenbereich jeweils ein Gas oder Gasgemisch enthält.
2. Meßanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - 20 - bei der der erste Volumenbereich von einem Metallgehäuse umgeben ist, das elektrisch leitend mit einer Stromquelle verbunden ist.
3. Meßanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch 2,
 - 25 - bei der auf der Außenseite des Metallgehäuses durchgehend eine thermisch isolierende Schicht angeordnet ist.
4. Meßanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3,
 - 30 - bei der das erste Mittel zur Bestimmung der Temperatur einen Temperatursensor umfaßt, der in der Wand des Metallgehäuses angeordnet ist.
5. Meßanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3,
 - 35

- bei der das erste Mittel zur Bestimmung der Temperatur einen Temperatursensor umfaßt, der im ersten Volumenbereich angeordnet ist.

5 6. Meßanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5,

- bei der die Stromquelle eine Wechselstromquelle mit beliebiger Signalform ist.

10 7. Meßanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5,

- bei der die Stromquelle eine Wechselstromquelle ist, die mit einem Gleichstrom überlagerbar ist.

15 8. Verfahren zur Bestimmung der Verlustleistung von zumindest einem magnetischen Werkstoff

- bei dem die aufgrund der Verlustleistung des Werkstoffs auftretende Wärme kalorimetrisch über die thermische Kopplung mit einem Wärmeüberträger mit einer spezifischen Wärmekapazität von $< 1,1 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ bestimmt und daraus die Verlustleistung berechnet wird.

9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem als Wärmeüberträger ein Gas oder ein Metall verwendet wird.

10. Verfahren nach einer der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9 mit den Verfahrensschritten:

30 A) an dem Werkstoff wird ein, ein magnetisches Feld induzierender elektrischer Strom angelegt,

B) danach wird die auftretende Wärme über die Temperaturänderung des Werkstoffs über die Zeit bestimmt und

C) anschließend wird über die bestimmte Wärme die Verlustleistung des Werkstoffs berechnet.

35

11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

12

bei dem im Verfahrensschritt A) ein Wechselstrom angelegt wird.

FIG 1 Stand der Technik

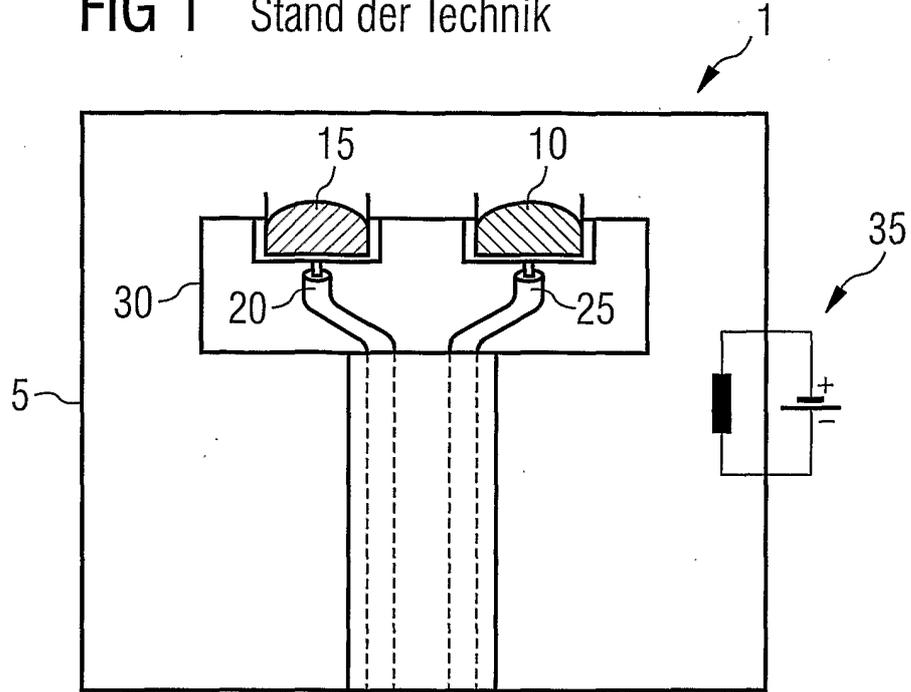
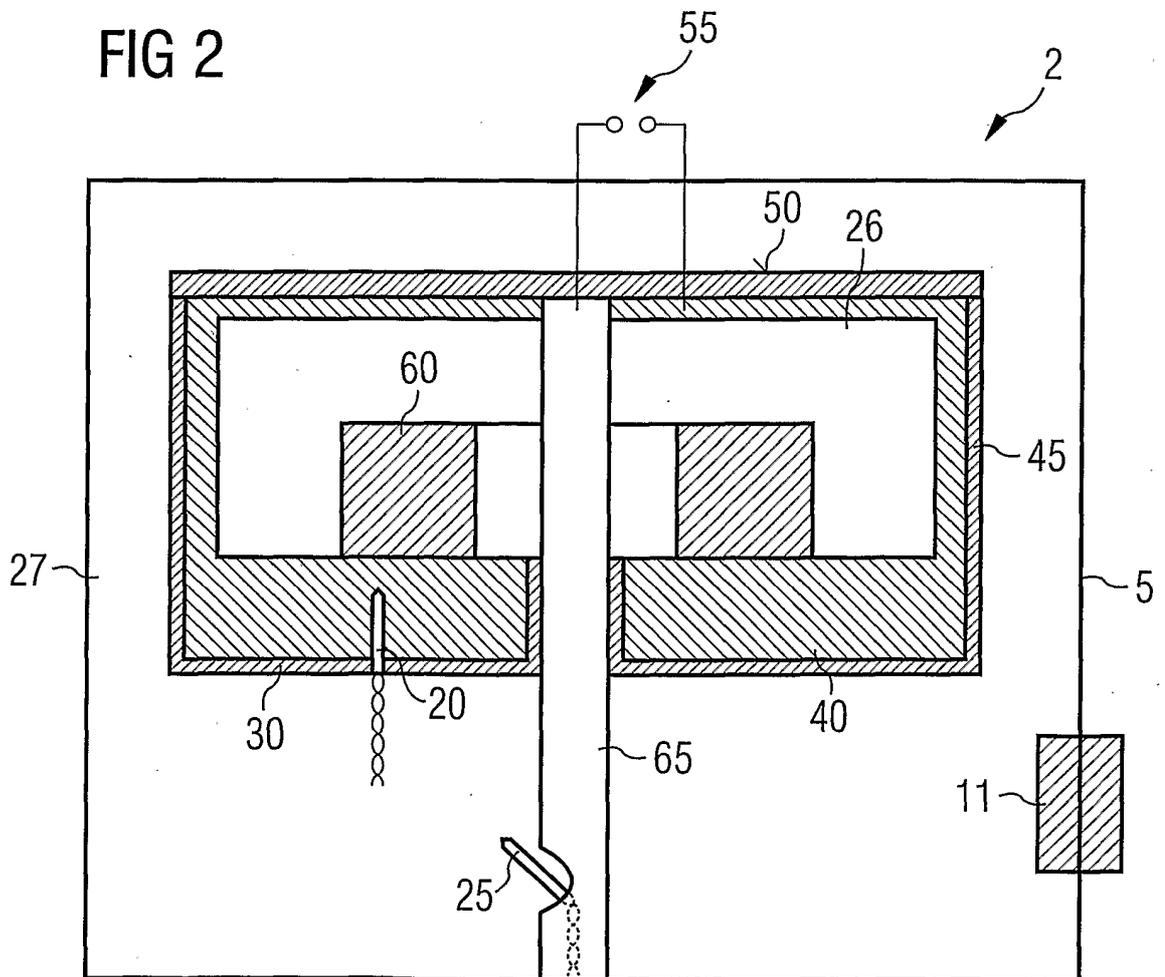
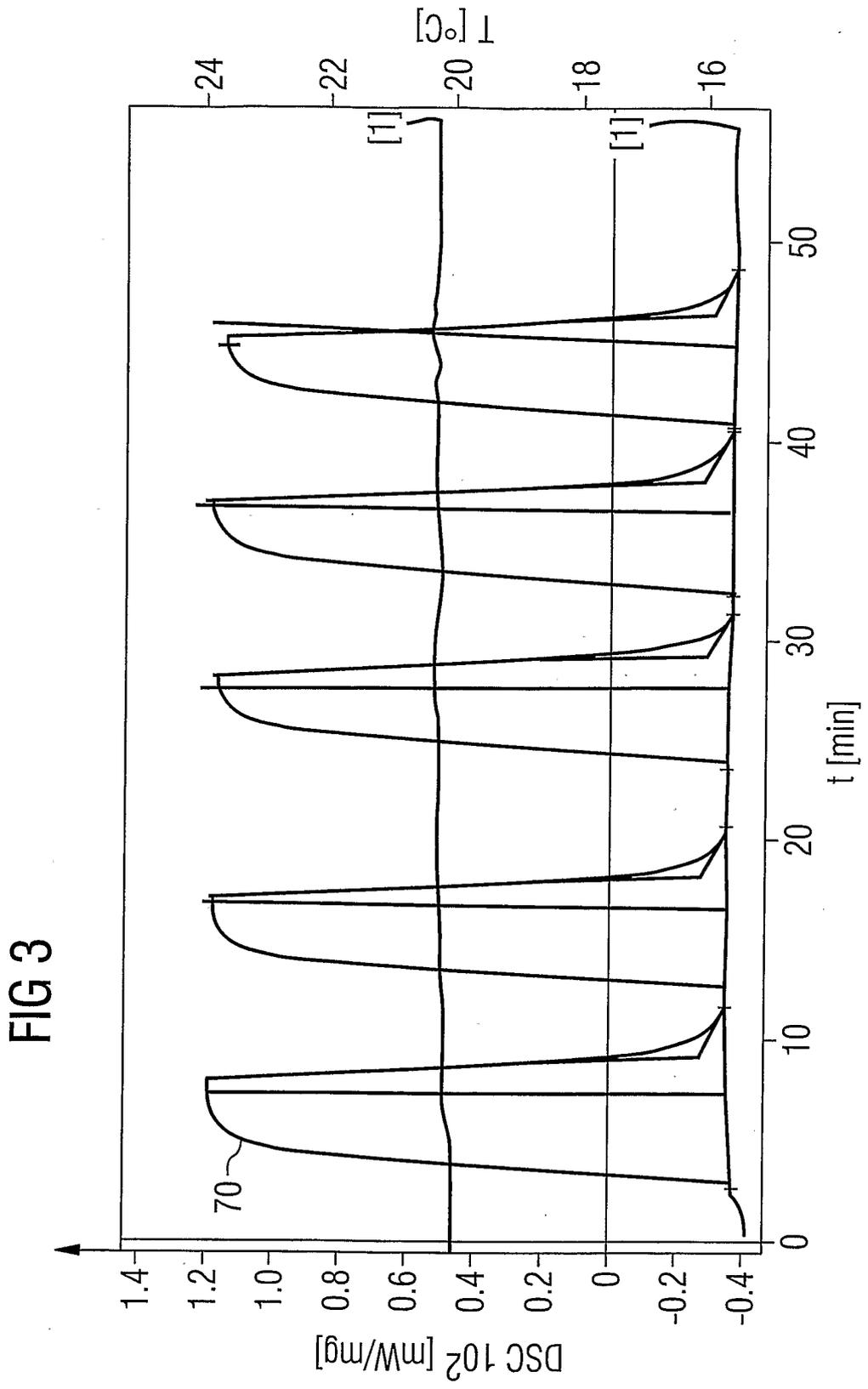


FIG 2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/04003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01R33/12		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 003, no. 113 (E-139), 19 September 1979 (1979-09-19) -& JP 54 091387 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19 July 1979 (1979-07-19) abstract	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 123 (P-1330), 27 March 1992 (1992-03-27) -& JP 03 289576 A (KAWASAKI STEEL CORP), 19 December 1991 (1991-12-19) abstract	1,8
--- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
23 March 2004	30/03/2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ramboer, P	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/04003

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BATISTA A J ET AL: "AN AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM FOR CORE LOSS CHARACTERIZATION" IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 48, no. 2, April 1999 (1999-04), pages 663-666, XP000930688 ISSN: 0018-9456 the whole document ----	1,8
A	FESTE J P: "LES MATERIAUX MAGNETIQUES: ELEMENTS CLES POUR LES ALIMENTATIONS" ELECTRONIQUE, CEP COMMUNICATION, PARIS, FR, no. 20, 1 September 1992 (1992-09-01), pages 57-59, XP000311630 ISSN: 1157-1152 the whole document -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04003

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 54091387	A	19-07-1979	JP 1237050 C	31-10-1984
			JP 59014196 B	03-04-1984

JP 03289576	A	19-12-1991	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01R33/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 003, no. 113 (E-139), 19. September 1979 (1979-09-19) -& JP 54 091387 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19. Juli 1979 (1979-07-19) Zusammenfassung ---	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 123 (P-1330), 27. März 1992 (1992-03-27) -& JP 03 289576 A (KAWASAKI STEEL CORP), 19. Dezember 1991 (1991-12-19) Zusammenfassung ---	1,8
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ramboer, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BATISTA A J ET AL: "AN AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM FOR CORE LOSS CHARACTERIZATION" IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 48, Nr. 2, April 1999 (1999-04), Seiten 663-666, XP000930688 ISSN: 0018-9456 das ganze Dokument -----	1,8
A	FESTE J P: "LES MATERIAUX MAGNETIQUES: ELEMENTS CLES POUR LES ALIMENTATIONS" ELECTRONIQUE, CEP COMMUNICATION, PARIS, FR, Nr. 20, 1. September 1992 (1992-09-01), Seiten 57-59, XP000311630 ISSN: 1157-1152 das ganze Dokument -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 54091387	A	19-07-1979	JP 1237050 C	31-10-1984
			JP 59014196 B	03-04-1984
<hr/>				
JP 03289576	A	19-12-1991	KEINE	
<hr/>				