

(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  
29. April 2010 (29.04.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/045936 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01N 27/90 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001472

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. Oktober 2009 (21.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 052 983.4  
23. Oktober 2008 (23.10.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];  
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FEIST, Wolf-Dieter**  
[DE/DE]; Dorfstrasse 30a, 85256 Vierkirchen (DE).  
**MOOK, Gerhard** [DE/DE]; Schweriner Str. 7, 39104  
Magdeburg (DE). **MICHEL, Fritz** [DE/DE]; Kirchstr.  
16, 99631 Weissensee (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES  
GMBH**; Intellectual Property Management, Postfach 50  
06 40, 80976 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderun-  
gen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recher-  
chenberichts:

7. Oktober 2010

(54) Title: EDDY CURRENT SENSOR AND METHOD FOR DETERMINING MATERIAL CHARACTERISTICS MODIFIED  
BY THERMAL INFLUENCES, IN A COMPONENT TO BE EXAMINED, BY MEANS OF SAID SENSOR

(54) Bezeichnung : WIRBELSTROMSENSOR UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN VON AUFGRUND THERMISCHER  
EINFLÜSSE VERÄNDERTER WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN IN EINEM ZU UNTERSUCHENDEN BAUTEIL MIT HIL-  
FE DESSELBEN

(57) Abstract: The invention relates to an eddy current sensor comprising a sensor body and a coil wound around the sensor  
body. Each coil end of the sensor is provided with a component with high electroconductivity. The invention also relates to me-  
thods for determining material characteristics modified by thermal influences, created during the production of boreholes in a  
component to be examined, by means of the eddy current sensor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf einen Wirbelstromsensor mit einem Sensorkörper und einer Spule, die  
um den Sensorkörper gewickelt ist, wobei der Sensor an jedem Spulenende mit einem Bauteil mit hoher elektrischer Leitfähigkeit  
versehen ist, und auf Verfahren zum Ermitteln von aufgrund thermischer Einflüsse veränderter Werkstoffeigenschaften, die bei  
der Herstellung von Bohrungen in einem zu untersuchenden Bauteil entstehen, mit Hilfe des Wirbelstromsensors.



WO 2010/045936 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2009/001472

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01N27/90

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)  
G01N

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)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 881 495 A (ICI LTD) 1 November 1961 (1961-11-01) page 2, lines 49-58,99-106,111-129; figure 2	1-9, 15
X	GB 1 591 443 A (NIHON DENSOKUKI CO LTD) 24 June 1981 (1981-06-24) page 2, lines 23-34, 73-80; figure 2	1-4, 7-9, 15
X	WO 99/27358 A1 (VOLVO AERO CORPORATION) 3 June 1999 (1999-06-03) cited in the application the whole document	1-4, 7, 9, 15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*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)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*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
- \*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
- \*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.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 März 2010

Date of mailing of the international search report

27/07/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stussi, Elisa

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2009/001472

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**See Additional Sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
**1-9, 15**

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-9, 15

Eddy current sensor comprising a sensor body and a coil wound around the sensor body, wherein the sensor is provided with a component having high electroconductivity at each coil end. Method for determining modified material characteristics by means of the eddy current sensor. Use of the method.

---

2. Claims 10-14

Method for determining modified material characteristics with the aid of the eddy current sensor according to A1, the method comprising the following steps:

- i) adjusting the measurement signals of the eddy current sensor such that a measurement signal based on changes to the geometry of the component and a measurement signal based on changes of the electroconductivity of the component differ from each other by a certain phase angle,
- ii) introducing the eddy current sensor into a borehole of the component to be examined,
- iii) applying a voltage to the coil, whereby a magnetic field is generated and eddy currents are induced in the peripheral direction in the surface of the borehole,
- iv) measuring the electroconductivity at respective annular zones of the borehole along the axial direction thereof, and
- v) determining the material characteristics along the borehole surface due to the measured electroconductivity at the respective annular zones.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/001472

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 881495	A	01-11-1961	NONE
GB 1591443	A	24-06-1981	JP 54040690 A
WO 9927358	A1	03-06-1999	CA 2310467 A1
			EP 1032829 A1
			JP 2001524669 T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001472

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G01N27/90

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01N

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)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 881 495 A (ICI LTD) 1. November 1961 (1961-11-01) Seite 2, Zeilen 49-58,99-106,111-129; Abbildung 2	1-9, 15
X	GB 1 591 443 A (NIHON DENSOKUKI CO LTD) 24. Juni 1981 (1981-06-24) Seite 2, Zeilen 23-34, 73-80; Abbildung 2	1-4, 7-9, 15
X	WO 99/27358 A1 (VOLVO AERO CORPORATION) 3. Juni 1999 (1999-06-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-4, 7, 9, 15

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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. März 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2010

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Stussi, Elisa

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
1-9, 15

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1-9, 15

Wirbelstromsensor mit einem Sensorkörper und einer Spule, die um den Sensorkörper gewickelt ist, wobei der Sensor an jedem Spulenende mit einem Bauteil mit hoher elektrischer Leitfähigkeit versehen ist. Verfahren zum Ermitteln veränderter Werkstoffeigenschaften mit Hilfe des Wirbelstromsensors. Verwendung des Verfahrens.

---

## 2. Ansprüche: 10-14

Verfahren zum Ermitteln veränderter Werkstoffeigenschaften mit Hilfe des Wirbelstromsensors nach A1, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- i) Einstellen von Messsignalen des Wirbelstromsensors derart, dass sich ein auf Geometrieänderungen des Bauteils basierendes Messsignal und ein auf Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit des Bauteils basierendes Messsignal um einen bestimmten Phasenwinkel unterscheiden,
- ii) Einführen des Wirbelstromsensors in eine zu untersuchende Bohrung des Bauteils,
- iii) Anlegen einer Spannung an die Spule, wodurch ein Magnetfeld erzeugt wird und Wirbelströme in Umfangsrichtung in der Oberfläche der Bohrung induziert werden,
- iv) Messen der elektrischen Leitfähigkeit an jeweiligen Ringzonen der Bohrung entlang derer Achsrichtung, und
- v) Bestimmen der Werkstoffeigenschaften entlang der Bohrungsoberfläche aufgrund der gemessenen elektrischen Leitfähigkeit an den jeweiligen Ringzonen.

---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001472

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 881495	A	01-11-1961	KEINE	
GB 1591443	A	24-06-1981	JP 54040690 A	30-03-1979
WO 9927358	A1	03-06-1999	CA 2310467 A1	03-06-1999
			EP 1032829 A1	06-09-2000
			JP 2001524669 T	04-12-2001