

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2006 (02.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/010609 A3

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 17/50 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/008155

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juli 2005 (27.07.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 036 339.0 27. Juli 2004 (27.07.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **FRIEDRICH-ALEXANDER- UNIVERSITÄT
ERLANGEN- NÜRNBERG** [DE/DE]; Schlossplatz 8,
91054 Erlangen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BERONOV, Kamen**
[BG/DE]; Schenkstrasse 99/2R, 91052 Erlangen (DE).

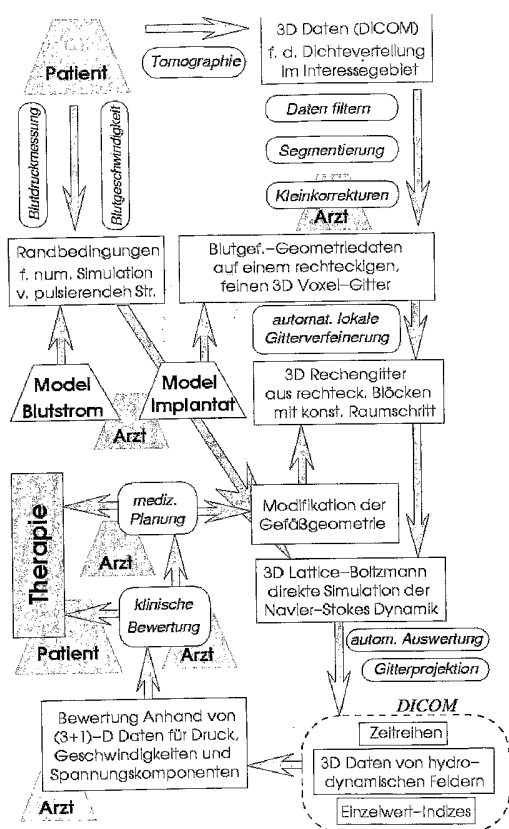
(74) Anwälte: **KÖNIG, Beate** usw.; Morassstrasse 8, 80469
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE REPRESENTATION OF THREE-DIMENSIONAL FLOW DATA AND WALL LOADINGS IN
FLUID-CHANNELING VESSELS, IN PARTICULAR, BLOOD VESSELS USING THE LATTICE-BOLTZMANN METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DARSTELLUNG VON DREIDIMENSIONALEN STRÖMUNGSDATEN UND WAND-
BELASTUNGEN IN FLUIDFÜHRENDEN GEFÄßEN, INSBESONDERE BLUTGEFÄßEN, UNTER VERWENDUNG DER
LATTICE-BOLTZMANN-METHODE



(57) Abstract: Three-dimensional (3D) grey-value data from
MRT or CT (X-ray tomography) are binary segmented with
versions of suitable algorithms for medicinal and general imagery.
3D vessel shapes produced are used for a resolved numeric
simulation of flow in cubic calculated grids with lattice-Boltzmann
flow resolution. The required boundary conditions are taken
from data banks or individual non-invasive measurements. When
wall dynamics are important these are also simulated. Implants,
vascular grafts extant plaques etc. are identified in patients and
included in the simulation geometry. In addition virtual geometry
changes (not yet present in patients), for example, implants for
introduction, vessel parts of removal etc. are also included in the
geometry description for calculation, in order to permit a prior
precise estimation of the effects thereof for the medical planning
of the relevant operative procedures. Implants, the fine structure
of which cannot be resolved on the calculated grid, are modelled
as elastic porous bodies.

(57) Zusammenfassung: Dreidimensionale (3D) Grauwertdaten
aus MRT oder CT (Röntgen-Tomographie) werden mit
Varianten geeigneter Algorithmen für die medizinische und
allgemeine Bildgebung binär segmentiert. Entstandene
3D-Gefäßgeometrien werden für eine aufgelöste numerische
Simulation ihrer Durchströmung auf kubischen Rechengittern
mit Lattice-Boltzmann-Strömungslösern verwendet. Benötigte
Randbedingungen werden aus Datenbanken oder aus individuellen
nichtinvasiven Messungen extrahiert. Wenn die Waddedynamik
wichtig ist, wird sie mitsimuliert. Im Patienten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

5. Oktober 2006

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.

vorhanden Implantate, Vasoplastik, vorhandene Plaques etc. werden identifiziert und in die Simulationsgeometrie eingebracht. Gleichfalls werden auch virtuelle (im Patienten noch nicht entstandene) Geometrieänderungen, z.B. einzubringende Implantate, zu entfernende Gefäßsteile, etc. an die zu berechnende Geometriebeschreibung angebracht, um bei der medizinischen Planung von entsprechenden operativen Eingriffen eine vorzeitige präzise Einschätzung dessen Auswirkungen zu ermöglichen. Implantate, dessen Feinstruktur auf dem Rechengitter der Strömungssimulation nicht aufgelöst werden kann, werden als elastische, poröse Körper modelliert.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/008155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06F17/50

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)
G06F

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 100 50 063 A1 (SIEMENS AG) 25 April 2002 (2002-04-25) cited in the application insbesondere Abb. 1 the whole document	1-33
Y	STEINMAN D A: "IMAGE-BASED COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS MODELING IN REALISTIC ARTERIAL GEOMETRIES" ANNALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, vol. 30, no. 4, April 2002 (2002-04), pages 483-497, XP008026820 ISSN: 0090-6964 insbesondere Abschnitte: Introduction, Reconstruction of 3D Vessel Geometry the whole document	1-33
	----- -/--	

☒ 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 July 2006

Date of mailing of the international search report

14/08/2006

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

Lerbinger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/008155

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HIRABAYASHI M ET AL: "A lattice Boltzmann study of blood flow in stented aneurism" FUTURE GENERATIONS COMPUTER SYSTEMS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. AMSTERDAM, NL, vol. 20, no. 6, 29 January 2004 (2004-01-29), pages 925-934, XP004523121 ISSN: 0167-739X the whole document -----	1-33
Y	HAIPING FANG ET AL: "Lattice Boltzmann method for simulating the viscous flow in large distensible blood vessels" PHYSICAL REVIEW E (STATISTICAL, NONLINEAR, AND SOFT MATTER PHYSICS) APS THROUGH AIP USA, vol. 65, no. 5, May 2002 (2002-05), pages 051925/1-11, XP002392842 ISSN: 1063-651X the whole document -----	1-33
A	GILL J D ET AL: "Accuracy and variability assessment of a semiautomatic technique for segmentation of the carotid arteries from three-dimensional ultrasound images" MEDICAL PHYSICS, AIP, MELVILLE, NY, US, vol. 27, no. 6, June 2000 (2000-06), pages 1333-1342, XP012011187 ISSN: 0094-2405 the whole document -----	1-33
A	PERKTOLD K ET AL: "Three-dimensional numerical analysis of pulsatile flow and wall shear stress in the carotid artery bifurcation" JOURNAL OF BIOMECHANICS UK, vol. 24, no. 6, 1991, pages 409-420, XP002392843 ISSN: 0021-9290 the whole document -----	1-33

In

PCT/EP2005/008155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10050063	A1	25-04-2002	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/008155

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F17/50

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06F

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 100 50 063 A1 (SIEMENS AG) 25. April 2002 (2002-04-25) in der Anmeldung erwähnt insbesondere Abb. 1 das ganze Dokument	1-33
Y	STEINMAN D A: "IMAGE-BASED COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS MODELING IN REALISTIC ARTERIAL GEOMETRIES" ANNALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, Bd. 30, Nr. 4, April 2002 (2002-04), Seiten 483-497, XP008026820 ISSN: 0090-6964 insbesondere Abschnitte: Introduction, Reconstruction of 3D Vessel Geometry das ganze Dokument	1-33

☒ 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

31. Juli 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/08/2006

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

Lerbinger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/008155

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	HIRABAYASHI M ET AL: "A lattice Boltzmann study of blood flow in stented aneurism" FUTURE GENERATIONS COMPUTER SYSTEMS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. AMSTERDAM, NL, Bd. 20, Nr. 6, 29. Januar 2004 (2004-01-29), Seiten 925-934, XP004523121 ISSN: 0167-739X das ganze Dokument	1-33
Y	HAIPING FANG ET AL: "Lattice Boltzmann method for simulating the viscous flow in large distensible blood vessels" PHYSICAL REVIEW E (STATISTICAL, NONLINEAR, AND SOFT MATTER PHYSICS) APS THROUGH AIP USA, Bd. 65, Nr. 5, Mai 2002 (2002-05), Seiten 051925/1-11, XP002392842 ISSN: 1063-651X das ganze Dokument	1-33
A	GILL J D ET AL: "Accuracy and variability assessment of a semiautomatic technique for segmentation of the carotid arteries from three-dimensional ultrasound images" MEDICAL PHYSICS, AIP, MELVILLE, NY, US, Bd. 27, Nr. 6, Juni 2000 (2000-06), Seiten 1333-1342, XP012011187 ISSN: 0094-2405 das ganze Dokument	1-33
A	PERKTOLD K ET AL: "Three-dimensional numerical analysis of pulsatile flow and wall shear stress in the carotid artery bifurcation" JOURNAL OF BIOMECHANICS UK, Bd. 24, Nr. 6, 1991, Seiten 409-420, XP002392843 ISSN: 0021-9290 das ganze Dokument	1-33

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/008155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10050063	A1	25-04-2002	KEINE