

(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  
20. Februar 2014 (20.02.2014)



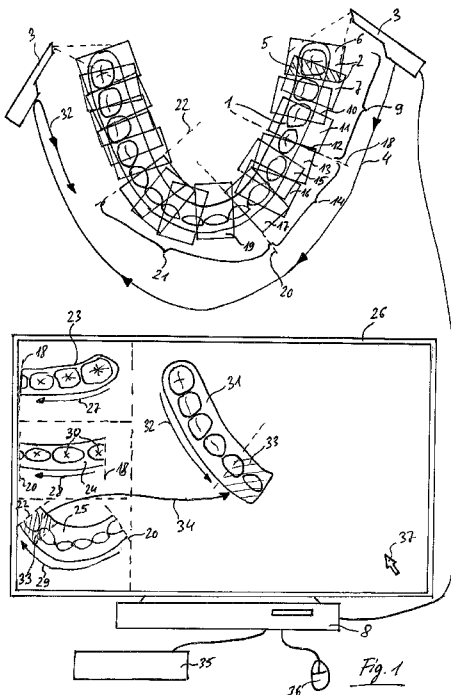
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/027026 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
A61C 9/00 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01)  
A61B 5/00 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/066995
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
14. August 2013 (14.08.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 214 467.6  
14. August 2012 (14.08.2012) DE
- (71) **Anmelder:** SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH  
[DE/DE]; Fabrikstr. 31, 64625 Bensheim (DE).
- (72) **Erfinder:** ADAMSON, Anders; Speierlingweg 19, 64297  
Darmstadt (DE).
- (74) **Anwalt:** SOMMER, Peter; SOMMER Patentanwalt,  
Augustaanlage 22, 68165 Mannheim (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR RECORDING INDIVIDUAL THREE-DIMENSIONAL OPTICAL IMAGES OF A DENTAL OBJECT

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR REGISTRIERUNG VON EINZELNEN DREIDIMENSIONALEN OPTISCHEN AUFNAHMEN EINES DENTALEN OBJEKTS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for recording individual three-dimensional optical images (2) to form a global image of a dental object (1) which is to be measured. After each individual image (2) is taken by means of a dental camera (3), a computer (8) automatically checks whether an overlapping area (5, 12) between the images which are to be combined meet the recording requirements determined for a correct recording. If the overlapping area (5) meets the recording requirements, the recording is carried out between the images (6, 7) to be combined and a first image sequence (9) is set in motion. Said images of the first image sequence (9) are subsequently combined to form a first cluster (23). If the overlapping area (12) of an image (13) does not meet the recording requirements, the first image sequence (9) is interrupted, an additional second image sequence (14) is automatically started with said image (13). Subsequently, the images of the second image sequence (14) are combined to form a second cluster (24).

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Registrierung von einzelnen dreidimensionalen optischen Aufnahmen (2) zu einer Gesamtaufnahme eines zu vermessenden dentalen Objekts (1). Nach jeder einzelnen Aufnahme (2) mittels einer dentalen Kamera (3) wird unter Verwendung eines Computers (8) automatisch überprüft,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/027026 A1



**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

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

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

---

ob ein Überlappungsbereich (5, 12) zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen bestimmte Registrierungsbedingungen für eine fehlerfreie Registrierung erfüllt. Falls der Überlappungsbereich (5) die Registrierungsbedingungen erfüllt, wird die Registrierung zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen (6, 7) durchgeführt und eine erste Aufnahmesequenz (9) wird fortgesetzt, wobei die Aufnahmen der ersten Aufnahmesequenz (9) anschließend zu einem ersten Cluster (23) zusammengefügt werden. Falls jedoch der Überlappungsbereich (12) einer Aufnahme (13) die Registrierungsbedingungen nicht erfüllt, wird die erste Aufnahmesequenz (9) abgebrochen, wobei automatisch eine weitere zweite Aufnahmesequenz (14) mit dieser Aufnahme (13) begonnen wird. Anschließend werden die Aufnahmen der zweiten Aufnahmesequenz (14) zu einem zweiten Cluster (24) zusammengefügt.

- 1 -

## Beschreibung

Verfahren zur Registrierung von einzelnen dreidimensionalen optischen Aufnahmen eines dentalen Objekts

### Technisches Gebiet

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Registrierung von einzelnen dreidimensionalen optischen Aufnahmen zu einer Gesamtaufnahme eines zu vermessenden dentalen Objekts.

### Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind bereits mehrere Registrierungsverfahren bekannt, bei denen mehrere optische Einzel-  
10 aufnahmen durchgeführt werden und anschließend eine Registrierung erfolgt. Bei der Registrierung werden übereinstimmende Bereiche, sogenannte Überlappungsbereiche, erkannt und zueinander registriert, so dass aus den einzelnen opti-  
15 schen Aufnahmen eine Gesamtaufnahme gebildet wird.

Beim Zusammenfügen der einzelnen Aufnahmen kann es zu einer fehlerhaften Registrierung kommen. Dies kann beispielsweise durch zu kleine Überlappungsbereiche, durch Aufnahmefehler oder durch störende Objekte im Aufnahmebereich, wie Wange  
20 oder Zunge, verursacht werden.

Ein Nachteil solcher Registrierungsverfahren besteht darin, dass eine fehlerhafte Dosierung zu einer verzerrten dreidimensionalen Aufnahme des Objekts führen kann und damit Behandlungsfehler verursachen kann.

25 Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass falls festgestellt wird, dass eine Registrierung fehlerhaft ist, die gesamte Vermessung wiederholt werden muss.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein Registrierungsverfahren bereitzustellen, dass eine

- 2 -

schnelle und fehlerfreie dreidimensionale Vermessung des dentalen Objekts ermöglicht.

#### Darstellung der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Registrierung von  
5 einzelnen dreidimensionalen optischen Aufnahmen zu einer  
Gesamtaufnahme eines zu vermessenden dentalen Objekts, wo-  
bei nach jeder einzelnen Aufnahme mittels einer dentalen  
Kamera unter Verwendung eines Computers automatisch über-  
prüft wird, ob ein Überlappungsbereich zwischen den zusam-  
10 menzufügenden Aufnahmen bestimmte Registrierungsbedingungen  
für eine fehlerfreie Registrierung erfüllt. Falls der Über-  
lappungsbereich die Registrierungsbedingungen erfüllt, wird  
die Registrierung zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen  
durchgeführt und eine erste Aufnahmesequenz fortgesetzt,  
15 wobei die Aufnahmen der ersten Aufnahmesequenz zu einem  
ersten Cluster zusammengefügt werden. Falls jedoch der Ü-  
berlappungsbereich einer Aufnahme die Registrierungsbedin-  
gungen nicht erfüllt, wird die erste Aufnahmesequenz ab-  
gebrochen und automatisch eine weitere zweite Aufnahmese-  
20 quenz mit dieser Aufnahme begonnen, wobei die Aufnahmen der  
zweiten Aufnahmesequenz zu einem zweiten Cluster zusammen-  
gefügt werden.

Die optischen Aufnahmen werden mittels der dentalen Kamera  
vermessen, die beispielsweise nach einem Streifenprojekti-  
25 onsverfahren funktionieren kann. Bei dem Streifenprojekti-  
onsverfahren können die einzelnen auf das Objekt projizier-  
ten Streifen anhand der Intensität, Farbe, Polarisierung,  
Kohärenz, Phase, Kontrast, Ort oder Laufzeit identifiziert  
werden. Anschließend werden unter Verwendung eines Triangu-  
30 lationsverfahrens die 3D- Koordinaten der einzelnen Mess-  
punkte auf dem Objekt berechnet. Bei der Codierung durch  
die Farbe kann anhand einer bestimmten Reihenfolge der

- 3 -

Farbstreifen jedes der Farbstreifen eindeutig identifiziert werden. Zur Vermessung kann beispielsweise ein Dia bzw. Gitter mit 140 Farbstreifen verwendet werden, die eine Streifenbreite von 130  $\mu\text{m}$  im Messvolumen am Objekt aufwei-  
5 sen. Diese Farbstreifen können beispielsweise acht unterschiedliche Farben aufweisen, wobei die Abfolge einer Gruppe aus drei Farbstreifen über 64 Farbstreifen eindeutig ist.

Während der Vermessung wird die handgehaltene dentale Kame-  
10 ra relativ zum dentalen Objekt, wie einem Unterkiefer oder Oberkiefer, bewegt, wobei in regelmäßigen Zeitabständen die dreidimensionalen optischen Aufnahmen erzeugt werden. Die einzelnen Aufnahmen können beispielsweise mit einer Taktfrequenz zwischen 10 Hz und 20 Hz erzeugt werden. Die Re-  
15 gistrierung erfolgt mittels eines Computers, der die aufgenommenen Aufnahmen auswertet. Als Registrierungsverfahren kann beispielsweise das ICP-Registrierungsverfahren (Iterative-Closest-Point-Algorithmus) verwendet werden. Dieser Algorithmus ist ein bekanntes Verfahren zur Registrierung  
20 von zweidimensionalen bzw. dreidimensionalen Objekten. Das Ziel dieses Verfahrens ist es zwei unterschiedliche 3D-Modelle eines Objekts annäherungsweise genau aufeinander abzubilden. Dazu werden unterschiedliche Rotationen und Translationen auf korrespondierende Punktepaare der beiden  
25 3D-Modelle angewendet und dabei ein quadratischer Fehler der Abstände zwischen den Punktepaaren minimiert. Dafür werden im ersten Schritt die nächsten Nachbarn eines bestimmten Punktes ermittelt. Im nächsten Schritt wird die Transformation zur Registrierung berechnet. Daraufhin wird  
30 die errechnete Transformation auf die zu registrierenden Punktepaare angewendet. Diese iterative Annäherung wird solange ausgeführt, bis die beiden 3D-Modelle im Überlagerungsbereich übereinstimmen.

- 4 -

Alternativ oder ergänzend dazu kann die Registrierung auch aufgrund der Farbe des aufgenommenen Objekts, der Oberflächenkrümmung des aufgenommenen Objekts oder aufgrund von geometrischen Übereinstimmungen erfolgen. Bei der Registrierung aufgrund geometrischer Übereinstimmungen wird ein Mustererkennungsalgorithmus verwendet, bei dem die zweite Aufnahme nach einem bestimmten geometrischen Muster, wie nach einer Okklusionsfläche eines bestimmten Zahns, aus der ersten Aufnahme durchsucht wird.

10 Falls die Registrierungsbedingungen für den Überlappungsbereich nicht erfüllt werden, wird ein neues Cluster begonnen. Während der Vermessung des dentalen Objekts wird also solange nach jedem Abbruch ein neues Cluster begonnen, bis das gesamte Objekt vermessen wurde. Die einzelnen Cluster  
15 können dann zu der Gesamtaufnahme des Objekts zusammengefügt werden. Die Registrierungsbedingungen werden beispielsweise in Fällen nicht erfüllt, wenn die Dentalkamera in Relation zum Objekt zu schnell bewegt wird, und dadurch die Größe des Überlappungsbereichs unzureichend ist. Ein  
20 weiterer Grund könnte sein, dass ein Autofokus der dentalen Kamera unscharf eingestellt ist und dadurch das Objekt undeutlich abgebildet wird, so dass die Aufnahmequalität der Aufnahme nicht ausreichend ist. Ein weiterer Grund könnte sein, dass bewegliche Objekte, wie Zunge des Patienten oder  
25 Finger des behandelnden Zahnarztes, während der Vermessung erfasst werden. Dies führt dazu, dass die Überlappungsbereiche der Aufnahmen nicht übereinstimmen. Die genannten Gründe können also zu einem Abbruch der Aufnahmesequenz führen.

30 Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Registrierungsbedingungen nach jeder Aufnahme überprüft wer-

- 5 -

den, so dass es dadurch nicht zu einer fehlerhaften Registrierung kommen kann.

Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die bereits erzeugten Aufnahmen nach einem Abbruch der Aufnahme-  
5 nahmesequenz nicht verworfen werden, sondern zu einem Cluster zusammengefügt werden. Anschließend können die einzelnen Cluster automatisch verglichen werden und zu der Gesamtaufnahme des Objekts zusammengefügt werden, so dass einzelne Bereiche des dentalen Objekts nicht mehrfach ver-  
10 messen werden müssen. Dadurch wird die Vermessungsdauer verkürzt.

Vorteilhafterweise können die Registrierungsbedingungen eine ausreichende Größe des Überlappungsbereichs, eine ausreichende Welligkeit der Objektoberfläche im Überlappungs-  
15 bereich, eine ausreichende Rauheit der Oberfläche im Überlappungsbereich, eine ausreichende Anzahl von charakteristischen Geometrien im Überlappungsbereich und/oder ausreichende Aufnahmequalität der Aufnahme im Überlappungsbereich sein.

20 Dadurch wird eine fehlerhafte Registrierung zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen verhindert. Durch die ausreichende Helligkeit und Rauheit der Oberfläche des Überlappungsbereich wird im Gegensatz zu einer ebenen Fläche eine zuverlässige Registrierung ermöglicht. Die ausreichende An-  
25 zahl und Anordnung der charakteristischen Geometrien, wie beispielsweise von Fissuren oder Zahnhöckern, ermöglicht ebenfalls eine zuverlässige Registrierung. Bei einer ausreichenden Aufnahmequalität wird das dentale Objekt scharf und kontrastreich abgebildet. Ein Grund für geringen Kon-  
30 trast könnte beispielsweise eine unzureichende Beleuchtung des Objekts sein. Ein Grund für die unscharfe Aufnahme

- 6 -

könnte beispielsweise ein fehlerhaft eingestellter Autofokus sein.

Vorteilhafterweise kann die ausreichende Größe des Überlappungsbereichs mindestens ein Viertel einer Aufnahmeoberfläche der jeweiligen Aufnahme betragen.

Durch einen solchen Überlappungsbereich wird eine fehlerfreie Registrierung gewährleistet.

Vorteilhafterweise können, falls mehrere Cluster bei mehreren Aufnahmesequenzen gebildet werden, die einzelnen Cluster zu der Gesamtaufnahme des Objekts zusammengefügt werden, wobei während der Vermessung automatisch in regelmäßigen Zeitabständen oder auch nach der Vermessung automatisch überprüft wird, ob ein momentaner Cluster mit den vorangehenden Clustern einen Cluster-Überlappungsbereich aufweist und ob dieser Cluster-Überlappungsbereich die Registrierungsbedingungen erfüllt.

Während der Vermessung wird also eine aktuelle Aufnahme zu der vorherigen Aufnahme registriert und zu dem momentanen Cluster hinzugefügt, solange die Registrierungsbedingungen erfüllt sind und es nicht zu einem Abbruch der Aufnahmesequenz kommt. Während dieses Hinzufügens wird das momentane Cluster mit den vorangehenden Clustern, die zuvor vermessen wurden, verglichen. Dabei wird überprüft, ob das momentane Cluster einen Cluster-Überlappungsbereich mit den vorangehenden Clustern aufweist und ob dieser Cluster-Überlappungsbereich die bereits bei der Registrierung der einzelnen Aufnahmen verwendeten Registrierungsbedingungen erfüllt.

Dadurch werden die einzelnen Cluster automatisch zu der Gesamtaufnahme zusammengefügt, sobald ein ausreichender Cluster-Überlappungsbereich festgestellt wird. Die Cluster

- 7 -

müssten also nicht manuell zusammengefügt werden, so dass dadurch die Vermessungsdauer verkürzt wird.

Dadurch wird der momentane Cluster mit den vorangehenden Clustern in kurzen Zeitabständen verglichen, um passende  
5 Cluster-Überlappungsbereiche zu finden.

Vorteilhafterweise kann die Überprüfung des momentanen Clusters in regelmäßigen Zeitabständen jeweils nach jeden 10 bis 40 Aufnahmen erfolgen.

Dadurch wird der wachsende momentane Cluster in kurzen  
10 Zeitabständen nach jeden 10 bis 40 Aufnahmen mit den vorhergehenden Clustern verglichen.

Vorteilhafterweise kann die Überprüfung des momentanen Clusters erfolgen, sobald eine seit einer vorangehenden Überprüfung zum momentanen Cluster hinzugefügte Fläche eine  
15 Fläche von mindestens 0,25 cm<sup>2</sup> überschreitet.

Dadurch erfolgt die Überprüfung erst wenn die hinzugefügte Fläche mindestens 0,25 cm<sup>2</sup> überschreitet. Dies hat den Vorteil, dass die Überprüfung erst erfolgt, wenn die dentale Kamera relativ zum Objekt bewegt wird.

20 Vorteilhafterweise können der momentane Cluster und die vorangehenden Cluster mittels einer Anzeigevorrichtung grafisch gleichzeitig angezeigt werden, wobei das Zusammenfügen der einzelnen Cluster zu der Gesamtaufnahme des Objekts während der Vermessung dargestellt wird.

25 Dadurch werden die bereits registrierten vorangehenden Cluster und der momentane Cluster mittels der Anzeigevorrichtung, wie mittels eines Monitors, angezeigt, um dem Benutzer einen besseren Überblick über die Aufnahmesituation oder den Aufnahmeprozess zu geben. Dies ermöglicht dem Benutzer  
30 bereits während der Vermessung zu sehen, welche Bereiche des dentalen Objekts bereits vermessen wurden und

- 8 -

welche nicht. Der Benutzer könnte also gezielt Bereiche vermessen, die zwischen den bereits registrierten Clustern liegen, und die Cluster miteinander zu registrieren.

Durch das Anzeigen der hinzugefügten Fläche des momentanen  
5 Clusters sieht der Benutzer in welche Richtung der Cluster wächst. Das Anzeigen der Aufnahme-richtung der einzelnen Cluster erleichtert dem Benutzer zusätzlich die Orientierung, um festzustellen welche Bereiche des dentalen Objekts noch nicht vermessen wurden. Das Anzeigen des Abbruchs er-  
10 möglicht dem Benutzer festzustellen, an welcher Stelle der jeweilige Cluster abgebrochen wurde. Der Benutzer könnte also gezielt den momentanen Cluster in Richtung einer Abbruchstelle der vorherigen Cluster bewegen, um einen ausreichenden Cluster-Überlappungsbereich zu erzeugen.

15 Vorteilhafterweise kann die hinzugefügte Fläche des momentanen Clusters, eine Aufnahme-richtung der einzelnen Cluster und/oder die Position eines Abbruchs der bereits registrierten Cluster mittels der Anzeigevorrichtung graphisch dargestellt werden.

20 Das Anzeigen der Aufnahme-richtung und der Abbruchpositionen ermöglicht dem Benutzer einen besseren Überblick über den Aufnahme-prozess.

Vorteilhafterweise kann die Registrierung der einzelnen Cluster während der Vermessung des Objekts ohne Absetzen  
25 der Kamera ablaufen.

Dadurch erfolgt die Vermessung des Objekts kontinuierlich, wobei nach jedem Abbruch ein neuer Cluster gebildet wird.

Vorteilhafterweise kann die Registrierung der Aufnahmen und/oder der Cluster unter Verwendung von semantischen  
30 Strukturen erfolgen, nämlich anhand eines ermittelten Ver-

- 9 -

laufs eines zu vermessenden Kieferbogens, einer Okklusionsrichtung und/oder anhand von Zahnzentren.

Die semantischen Strukturen können dabei unter Verwendung einer Datenbank erkannt werden, die mehrere Datensätze von  
5 Kieferbögen, Zähnen und Okklusionsflächen verschiedener Patienten umfasst. Aufgrund dieser zusätzlichen Informationen wird die Lagebeziehung zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen überprüft und dadurch die Registrierung verbessert. Die zusätzlichen Informationen aufgrund der semantischen  
10 Strukturen vereinfachen auch das mathematische Problem der Registrierung, so dass dadurch die Rechenzeit verkürzt wird.

Vorteilhafterweise kann die Okklusionsrichtung mittels des Computers automatisch unter Verwendung eines Analyseverfahrens der aufgenommenen Aufnahmen ermittelt werden, wobei  
15 Oberflächennormalen von Zahnoberflächen der vermessenen Zähne des Objekts erzeugt werden und ein Mittelwert der Oberflächennormalen einer Okklusionsfläche die Okklusionsrichtung eines bestimmten Zahns bildet.

20 Dadurch wird die Okklusionsrichtung automatisch unter Verwendung des Analyseverfahrens ermittelt.

Vorteilhafterweise kann die Registrierung der Aufnahmen und/oder der Cluster unter Verwendung einer Bildfeldregistrierung erfolgen, wobei die zusammenzufügenden Aufnahmen  
25 oder Cluster in mehrere Teilbereiche mit einer definierten Größe unterteilt werden und anschließend die Teilbereiche nach einer festgelegten Reihenfolge miteinander verglichen werden, um den Überlappungsbereich beziehungsweise den Cluster-Überlappungsbereich zu finden, der die Registrierungsbedingungen erfüllt.  
30

- 10 -

Dadurch werden lediglich die kleinen Teilbereiche miteinander verglichen, so dass dadurch die Rechenzeit für die Registrierung verkürzt wird.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

5 Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt, die

Fig. 1 eine Skizze zur Verdeutlichung des vorliegenden Verfahrens zur Registrierung von einzelnen Aufnahmen.

#### 10 Ausführungsbeispiel

Die Fig. 1 zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung des vorliegenden Verfahrens zur Registrierung von einzelnen Aufnahmen eines zu vermessenden dentalen Objekts 1, wie eines Unterkiefers. Die dreidimensionalen optischen Aufnahmen 2, die  
15 in Form von Rechtecken dargestellt sind, werden mittels einer dentalen Kamera 3 vermessen, die während der Vermessung relativ zum Objekt 1 entlang eines Vermessungswegs 4 bewegt wird. Die Dentalkamera 3 kann beispielsweise eine handgehaltene Kamera sein, die das Objekt 1 unter Verwendung ei-  
20 nes Streifenprojektionsverfahrens vermisst. Ein erster Überlappungsbereich 5 zwischen einer ersten Aufnahme 6 und einer zweiten Aufnahme 7, der gestrichelt dargestellt ist, wird unter Verwendung eines Computers 8 hinsichtlich Re-  
gistrierungsbedingungen überprüft. Dabei wird überprüft, ob  
25 der Überlappungsbereich eine ausreichende Größe, eine ausreichende Welligkeit, eine ausreichende Rauheit, eine ausreichende Aufnahmequalität und/oder eine ausreichende Anzahl und Anordnung von charakteristischen Geometrien aufweist. Beispielsweise kann überprüft werden, ob der Über-  
30 lappungsbereich mindestens ein Viertel der Oberfläche der ersten Aufnahme 6 beträgt. Der erste Überlappungsbereich 5

- 11 -

erfüllt die Registrierungsbedingungen, so dass eine erste Aufnahmesequenz 9 bestehend aus der ersten Aufnahme 6, der zweiten Aufnahme 7 einer dritten Aufnahme 10 und einer vierten Aufnahme 11, fortgesetzt wird. Ein zweiter Überlap-

5 pungsbereich 12 zwischen der vierten Aufnahme 11 und einer fünften Aufnahme 13 erfüllt jedoch nicht die Registrierungsbedingungen, da der zweite Überlappungsbereich zu klein ist. Daraufhin wird die erste Aufnahmesequenz ab-

10 gebrochen und automatisch eine weitere zweite Aufnahmesequenz 14 bestehend aus der fünften Aufnahme 13, der sechsten Aufnahme 15 der siebenten Aufnahme 16 und der achten Aufnahme 17, begonnen. Der erste Abbruch 18 der ersten Auf-

15 nahmesequenz 9 ist durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Zwischen der achten Aufnahme 17 und einer neunten Aufnahme 19 folgt ein zweiter Abbruch 20 der zweiten Auf-

nahmesequenz 14 anschließend wird eine dritte Aufnahmesequenz 21 bis zu einem dritten Abbruch 22 vermessen. Mittels eines Computers 8 werden die Aufnahmen der ersten Aufnahme-

20 sequenz 9 zu einem ersten Cluster 23, die Aufnahmen der zweiten Aufnahmesequenz 14 zu einem zweiten Cluster 24 und die Aufnahmen der dritten Aufnahmesequenz 21 zu einem drit-

ten Cluster 25 zusammengefügt. Mittels einer Anzeigevor-

25 richtung 26, wie mittels eines Monitors, werden die Cluster 23, 24 und 25 angezeigt. Zur leichteren Orientierung wird eine erste Aufnahmerichtung 27, eine zweite Aufnahmerich-

28 tung 28 des zweiten Clusters 24 und eine dritte Aufnahme-

29 richtung 29 des dritten Clusters 25 durch Pfeile dargestellt. Ergänzend können auch semantische Strukturen, wie Zahnzentren 30 angezeigt werden. Die Positionen der Abbrü-

30 che 18 können auch angezeigt werden. Daraufhin wird ein vierter momentaner Cluster 31 in eine vierte Aufnahmerich-

32 tung 32 vermessen. Dabei wird in regelmäßigen Zeitabständen automatisch überprüft, ob der momentane Cluster 31 mit den

- 12 -

vorher registrierten Clustern 23, 24 und 25 einen Cluster-Überlappungsbereich 33 aufweist, der gestrichelt dargestellt ist und ob dieser Cluster-Überlappungsbereich 33 die Registrierungsbedingungen erfüllt. Diese Überprüfung kann  
5 beispielsweise in regelmäßigen Zeitabständen jeweils nach jeden 10 bis 40 Aufnahmen erfolgen. Anschließend wird eine Registrierung zwischen dem dritten Cluster 25 und dem vierten Cluster 31 durchgeführt, wobei das dritte Cluster 25 mit dem vierten Cluster 31 zusammengefügt wird, wie durch  
10 den Pfeil 24 dargestellt ist. Auf diese Weise können weitere Cluster an den Abbruchstellen 18 und 20 vermessen werden und alle Cluster 23, 24, 25 und 31 zu einer Gesamtaufnahme des Objekts 1 zusammengefügt werden.

Alternativ dazu können die einzelnen Cluster 23, 24, 25 und  
15 31 auch manuell durch den Benutzer unter Verwendung von Eingabemitteln, wie einer Tastatur 35 und einer Maus 36, über einen Cursor 37 zu der Gesamtaufnahme zusammengefügt werden.

- 13 -

## Bezugszeichen

	1	Objekt
	2	Aufnahme
	3	Kamera
5	4	Vermessungsweg
	5	erster Überlappungsbereich
	6	erste Aufnahme
	7	zweite Aufnahme
	8	Computer
10	9	erste Aufnahmesequenz
	10	dritte Aufnahme
	11	vierte Aufnahme
	12	zweiter Überlappungsbereich
	13	fünfte Aufnahme
15	14	zweite Aufnahmesequenz
	15	sechste Aufnahme
	16	siebte Aufnahme
	17	achte Aufnahme
	18	erster Abbruch
20	19	neunte Aufnahme
	20	zweiter Abbruch
	21	dritte Aufnahmesequenz
	22	dritter Abbruch
	23	erster Cluster
25	24	zweiter Cluster

- 14 -

	25	dritter Cluster
	26	Anzeigevorrichtung
	27	erste Aufnahmerichtung
	28	zweite Aufnahmerichtung
5	29	dritte Aufnahmerichtung
	30	Zahnzentren
	31	vierter Cluster
	32	vierte Aufnahmerichtung
	33	Cluster-Überlappungsbereich
10	34	Pfeil
	35	Tastatur
	36	Maus
	37	Cursor

- 15 -

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Registrierung von einzelnen dreidimensionalen optischen Aufnahmen (2) zu einer Gesamtaufnahme eines zu vermessenden dentalen Objekts (1), **dadurch**  
5 **gekennzeichnet, dass** nach jeder einzelnen Aufnahme (2, 6, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 19) mittels einer dentalen Kamera (3) unter Verwendung eines Computers (8) automatisch überprüft wird, ob ein Überlappungsbereich (5, 12) zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen (6,  
10 7, 11, 13) bestimmte Registrierungsbedingungen für eine fehlerfreie Registrierung erfüllt, wobei falls der Überlappungsbereich (5) die Registrierungsbedingungen erfüllt, die Registrierung zwischen den zusammenzufügenden Aufnahmen (6, 7) durchgeführt wird und eine  
15 erste Aufnahmesequenz (9) fortgesetzt wird, wobei die Aufnahmen (6, 7, 10, 11) der ersten Aufnahmesequenz (9) zu einem ersten Cluster (23) zusammengefügt werden, oder falls der Überlappungsbereich (12) einer Aufnahme (13) die Registrierungsbedingungen nicht er-  
20 füllt, die erste Aufnahmesequenz (9) abgebrochen wird und automatisch eine weitere zweite Aufnahmesequenz (14) mit dieser Aufnahme (13) begonnen wird, wobei die Aufnahmen (13, 15, 16, 17) der zweiten Aufnahmesequenz (14) zu einem zweiten Cluster (24) zusammengefügt wer-  
25 den.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Registrierungsbedingungen eine ausreichende Größe des Überlappungsbereichs (5, 12), eine ausreichende Welligkeit der Objektoberfläche im Überlappungsbereich (5, 12), eine ausreichende Rauheit der  
30 Oberfläche im Überlappungsbereich (5, 12), eine ausreichende Anzahl von charakteristischen Geometrien im

- 16 -

Überlappungsbereich (5, 12) und/oder ausreichende Aufnahmequalität der Aufnahme im Überlappungsbereich (5, 12) sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass die ausreichende Größe des Überlappungsbereichs (5) mindestens ein Viertel einer Aufnahmeoberfläche der jeweiligen Aufnahme (7) beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass falls mehrere Cluster (23, 24,  
10 25, 31) bei mehreren Aufnahmesequenzen (9, 14, 21) gebildet werden, die einzelnen Cluster (23, 24, 25, 31) zu der Gesamtaufnahme des Objekts (1) zusammengefügt werden, wobei während der Vermessung automatisch in regelmäßigen Zeitabständen oder nach der Vermessung  
15 automatisch überprüft wird, ob ein momentaner Cluster (31) mit den vorangehenden Clustern (23, 24, 25) einen Cluster-Überlappungsbereich (33) aufweist und ob dieser Cluster-Überlappungsbereich (33) die Registrierungsbedingungen erfüllt.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Überprüfung des momentanen Clusters (31) in regelmäßigen Zeitabständen jeweils nach jeden 10 bis 40 Aufnahmen (2) erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die Überprüfung des momentanen Clusters (31) erfolgt, sobald eine seit einer vorangehenden Überprüfung zum momentanen Cluster (31) hinzugefügte Fläche eine Fläche von mindestens 0,25 cm<sup>2</sup> überschreitet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der momentane Cluster (31) und  
30 die vorangehenden Cluster (23, 24, 25) mittels einer

- 17 -

Anzeigevorrichtung (26) grafisch gleichzeitig angezeigt werden, wobei das Zusammenfügen (34) der einzelnen Cluster (23, 24, 25, 31) zu der Gesamtaufnahme des Objekts (1) während der Vermessung dargestellt wird.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die hinzugefügte Fläche des momentanen Clusters (31), eine Aufnahmerichtung (27, 28, 29, 32) der einzelnen Cluster (23, 24, 25, 31) und/oder die Position eines Abbruchs (18, 20, 22) der bereits registrierten
- 10 Cluster mittels der Anzeigevorrichtung (26) graphisch dargestellt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Registrierung der einzelnen Cluster (23, 24, 25, 31) während der Vermessung des
- 15 Objekts (1) ohne Absetzen der Kamera (3) abläuft.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Registrierung der Aufnahmen (2) und/oder der Cluster (23, 24, 25, 31) unter Verwendung von semantischen Strukturen erfolgt, nämlich
- 20 anhand eines ermittelten Verlaufs eines zu vermessen- den Kieferbogens, einer Okklusionsrichtung und/oder anhand von Zahnzentren (30).
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Okklusionsrichtung mittels des Computers (8)
- 25 automatisch unter Verwendung eines Analyseverfahrens der aufgenommenen Aufnahmen (2) ermittelt wird, wobei Oberflächennormalen von Zahnoberflächen der vermessenen Zähne des Objekts (1) erzeugt werden und ein Mittelwert der Oberflächennormalen einer Okklusionsfläche
- 30 die Okklusionsrichtung eines bestimmten Zahns bildet.

- 18 -

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Registrierung der Aufnahmen (2) und/oder der Cluster (23, 24, 25, 31) unter Verwendung einer Bildfeldregistrierung erfolgt, wobei die  
5 zusammenzufügenden Aufnahmen (2) oder Cluster (23, 24, 25, 31) in mehrere Teilbereiche mit einer definierten Größe unterteilt werden und anschließend die Teilbereiche nach einer festgelegten Reihenfolge miteinander verglichen werden, um den Überlappungsbereich (5, 12)  
10 beziehungsweise den Cluster-Überlappungsbereich (33) zu finden, der die Registrierungsbedingungen erfüllt.

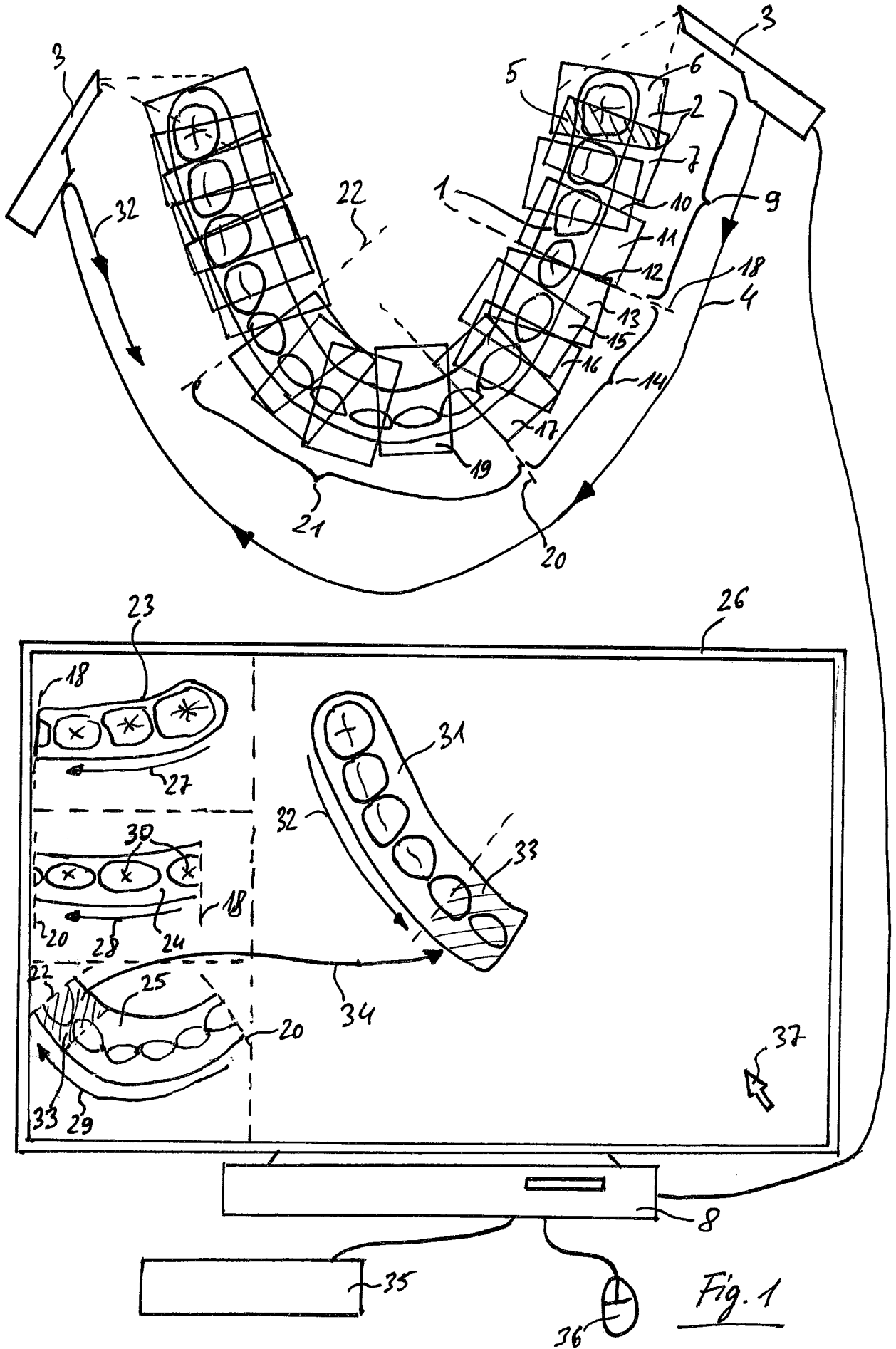


Fig. 1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2013/066995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. A61C9/00 A61B5/00 G06T7/00  
ADD.  
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)  
A61C A61B G06T

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 practicable, 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	US 7 698 068 B2 (BABAYOFF NOAM [IL]) 13 April 2010 (2010-04-13) column 4, line 50 - column 5, line 16 column 6, lines 15-29 column 6, lines 20-52 column 11, lines 20-40 column 12, lines 17-24 column 16, line 47 - column 17, line 43 column 23, line 48 - column 24, line 47 column 24, line 66 - column 25, line 3 column 25, lines 25-29 figures 14-17 column 25, line 65 - column 26, line 3 ----- -/--	1-12

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	"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 application or patent 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  12 December 2013	Date of mailing of the international search report  20/12/2013
---	--

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  Fortune, Bruce
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/066995

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 771 809 B1 (RUBBERT RUDGER [DE] ET AL) 3 August 2004 (2004-08-03) column 12, lines 52-55 column 15, lines 15-22 column 16, lines 19-54 column 21, lines 24-31 figures 27,31,35,36,38 column 16, lines 55-64 -----	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/066995

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7698068	B2	13-04-2010	
		AT 383817 T	15-02-2008
		AT 406850 T	15-09-2008
		DE 602005004332 T2	08-01-2009
		EP 1607041 A2	21-12-2005
		EP 1607064 A2	21-12-2005
		US 2005283065 A1	22-12-2005
		US 2006001739 A1	05-01-2006
		US 2008024768 A1	31-01-2008
		US 2009153858 A1	18-06-2009
		US 2010208275 A1	19-08-2010
		US 2012092678 A1	19-04-2012
		US 2013070985 A1	21-03-2013
		US 2013243284 A1	19-09-2013
US 6771809	B1	03-08-2004	NONE

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2013/066995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. A61C9/00 A61B5/00 G06T7/00  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 A61C A61B G06T

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	US 7 698 068 B2 (BABAYOFF NOAM [IL]) 13. April 2010 (2010-04-13) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 16 Spalte 6, Zeilen 15-29 Spalte 6, Zeilen 20-52 Spalte 11, Zeilen 20-40 Spalte 12, Zeilen 17-24 Spalte 16, Zeile 47 - Spalte 17, Zeile 43 Spalte 23, Zeile 48 - Spalte 24, Zeile 47 Spalte 24, Zeile 66 - Spalte 25, Zeile 3 Spalte 25, Zeilen 25-29 Abbildungen 14-17 Spalte 25, Zeile 65 - Spalte 26, Zeile 3 ----- -/--	1-12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
12. Dezember 2013	20/12/2013

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  Fortune, Bruce
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 771 809 B1 (RUBBERT RUDGER [DE] ET AL) 3. August 2004 (2004-08-03) Spalte 12, Zeilen 52-55 Spalte 15, Zeilen 15-22 Spalte 16, Zeilen 19-54 Spalte 21, Zeilen 24-31 Abbildungen 27,31,35,36,38 Spalte 16, Zeilen 55-64 -----	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/066995

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7698068	B2	13-04-2010	AT 383817 T 15-02-2008
			AT 406850 T 15-09-2008
			DE 602005004332 T2 08-01-2009
			EP 1607041 A2 21-12-2005
			EP 1607064 A2 21-12-2005
			US 2005283065 A1 22-12-2005
			US 2006001739 A1 05-01-2006
			US 2008024768 A1 31-01-2008
			US 2009153858 A1 18-06-2009
			US 2010208275 A1 19-08-2010
			US 2012092678 A1 19-04-2012
			US 2013070985 A1 21-03-2013
			US 2013243284 A1 19-09-2013
			-----
US 6771809	B1	03-08-2004	KEINE
-----			