



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 42 802 B4** 2005.02.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 42 802.6**
(22) Anmeldetag: **14.09.2002**
(43) Offenlegungstag: **08.04.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.02.2005**

(51) Int Cl.⁷: **A61B 19/00**
A61B 5/055, A61B 6/03, A61B 5/0476

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Universitätsklinikum Lübeck, 23562 Lübeck, DE

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 24105 Kiel

(72) Erfinder:
**Hofmann, Ulrich, 23562 Lübeck, DE; Knopp,
Ulrich, 23552 Lübeck, DE; Fischer, Bernd, 21514
Büchen, DE; Modersitzki, Jan, 23564 Lübeck, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 198 46 687 C2
DE 37 41 874 C2
DE 199 38 549 A1
DE 199 15 171 A1
DE 100 44 115 A1
US 63 30 466 B1
EP 04 77 434 B2
WO 99/48 422 A1

(54) Bezeichnung: **Navigationshilfsvorrichtung für neurochirurgische Eingriffe am menschlichen Gehirn**

(57) Hauptanspruch: Navigationshilfsvorrichtung für neurochirurgische Eingriffe am Gehirn, mit einer ersten bildgebenden Einrichtung zur Wiedergabe von präoperativ mittels eines Computertomographens oder eines Kernspintomographens gewonnenen Bildern des Operationsfeldes, und einer zweiten bildgebenden Einrichtung zur Wiedergabe von intraoperativ gewonnenen Bildsignalen in den Bildern der ersten Einrichtung, wobei die Bildsignale die durch den neurochirurgischen Eingriff verursachten Verschiebungen der das Operationsfeld benachbarten Gehirnareale berücksichtigen, dadurch gekennzeichnet dass die zweite Einrichtung zum Lokalisieren der verschobenen Gehirnareale durch einerseits präoperatives und andererseits intraoperatives Setzen gleicher peripherer Reize und so evozierter Potentiale und deren Ortung durch Hirnstromableitungen und deren Darstellung in den von der ersten Einrichtung gewonnenen Bildern eingerichtet ist.

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Bei der chirurgischen Hirntumorresektion und dgl. finden heute bildgestützte Verfahren Anwendung. Dabei werden in unter Verwendung eines Computertomographens oder Kernspintomographens präoperativ gewonnene Bilder des Operationsfeldes die während der Operation verwendeten Instrumente eingeblendet, so dass der Operateur eine Information über die jeweiligen räumlichen Verhältnisse am Ort des Eingriffs erhält.

[0002] Dabei stellt sich das Problem der intraoperativen Verschiebung von dem Operationsfeld benachbarter Areale des Gehirns nach operativer Tumorentlastung, bei Zysteneröffnung oder antikonvulsiver Therapie. Dieser sogenannte Brainshift führt zu einer Abweichung der realen intraoperativen Verhältnisse von den intraoperativ eingespielten, aber präoperativ gewonnenen computertomographischen oder kernspintomographischen Bildern.

[0003] Aus der DE 198 46 687 C2 ist eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bekannt, die dem Operateur die präoperativ gewonnenen Bilder anhand von intraoperativ gewonnenen, den Brainshift berücksichtigenden Ultraschallaufnahmen aktualisiert: Dieses Vorgehen hat den Nachteil, dass Ultraschallbilder keine ausreichende Genauigkeit erwarten lassen.

[0004] Aus der DE 100 44 115 A1 ist weiter eine Einrichtung bekannt, die es erlaubt, durch prä- und intraoperatives Setzen von Reizen evozierte Potentiale zu erfassen.

Aufgabenstellung

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die die Ermittlung des während der Operation auftretenden Brainshifts mit einer höheren Genauigkeit ermöglicht.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, der Unteranspruch gibt eine bevorzugte Ausgestaltung an.

[0007] Die Erfindung gibt also eine chirurgische Hilfsvorrichtung an zur dreidimensionalen Darstellung des Gehirns mit einer CT-/MRI- Bildverarbeitungseinrichtung und einer Recheneinheit, die mit einem EEG-Gerät verbunden ist, um die elastischen Verformungen [Brain-Shift] eines Gehirnmodells mittels einer sehr engmaschigen, netzförmigen Elektrodenmatrix [Grid] darzustellen, wobei die Elektroden lokal begrenzt auf dem Kopf fixiert werden und zunächst ein EEG-ähnliches Muster ableiten.

[0008] Präoperativ werden dreidimensionale CT-/MRI-Gehirndarstellungen angefertigt. Sie dienen in der chirurgischen Tumorresektion, die bei Gehirntumoren meist die Behandlung der Wahl ist, der Entscheidungsfindung.

[0009] Dreidimensionale [3-D-] präoperative Darstellungen in der bildgestützten Chirurgie [Neuronavigation] ermöglichen es dem Chirurgen, jeden Schritt des Eingriffs über ein 3-D-Modell am Bildschirm im Voraus zu planen und vor der Operation den idealen Zugang zum Tumor zu berechnen. Der Tumor und seine Umgebung können während der Planungsphase und während der Operation aus verschiedenen Winkeln und im Verhältnis zueinander sowie zu wichtigen Strukturen des Nervensystems betrachtet werden. Die Neuronavigation ermöglichtes dem Chirurgen, nur sehr kleine Öffnungen im Schädel anzufertigen – also minimal invasiv mit nur sehr geringer Ausdehnung der Craniotomie, was das Risiko für den Patienten reduziert – und erlauben dennoch eine sehr große Präzision bei der Tumorresektion.

[0010] Bildgeführte, navigierende chirurgische Eingriffe haben konventionell geführte stereotaktische Operationsverfahren in breiter klinischer Anwendung verdrängt.

[0011] Probleme treten bei einer Gehirnoperation im Verlaufe der Behandlung dann auf, wenn das Gewebe während der Behandlung Verschiebungen unterliegt, wie das beispielsweise durch einen Flüssigkeitsablauf bei der Schädeldeckeneröffnung oder durch Gewebeentnahmen geschehen kann.

[0012] Wenn diese Situation eintritt, also eine Verschiebung des Behandlungsortes oder des umliegenden Gewebes zusammen mit dem Behandlungsort erfolgt ist, wird die unterstützende Navigation ungenau, was dazu führt, dass der behandelnde Chirurg wieder mehr auf seine Erfahrungen angewiesen ist oder, falls er die Verschiebung nicht bemerkt, möglicherweise Eingriffe an falscher Stelle durchführt.

[0013] Die erfindungsgemäße chirurgische Hilfsvorrichtung beruht darauf, dass eine engmaschige, netzförmige Elektrodenmatrix auf dem Kopf in der Nähe der operativ interessierenden Stelle fixiert wird und zunächst ein dem herkömmlichen EEG ähnliches Muster ableitet. Die Quellenlokalisierung ausgewählter Gehirnareale vor der Operation erfolgt über fokale Signale. Hierzu werden reizevozierte Potentiale abgeleitet, die sowohl akustisch, visuell oder somatosensorisch ausgelöst werden, so dass entsprechenden Areale im Gehirn bestimmt und festgelegt werden können.

[0014] Mittels Beam-Forming, einem Signalverarbeitungsalgorithmus zur Störgeräuschunterdrückung [Verbesserung des Signal to Noise Ratio] und Nutzs-

gnalbündelung kann die Quellenlokalisierung fokaler Signale in 3-D-Darstellung sehr präzise erfolgen.

Elektrodenmatrix versehen ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen

[0015] Während der Operation werden die peripheren Reize fortgesetzt, die Signalableitung vom Grid erfolgt fortlaufend und wird online verrechnet, so dass eine eventuelle Verschiebung der Gehirnareale in einer 3-D-Darstellung in Echtzeit abgebildet werden kann.

[0016] Die gewonnenen Daten werden im Verlaufe der Operation mit den zuvor gewonnenen Daten verglichen, zu einem neuen 3-D-Bild verrechnet und als Dynamic-mapping auf die präoperativen Aufnahmen zur Quellenlokalisierung aufgespielt und während der Operation ständig aktualisiert. Die für die Operation wichtigen Areale können in ihrer Verschiebung in Echtzeit beobachtet und berücksichtigt werden; der Brain-Shift kann erfindungsgemäß qualifiziert und lokalisiert werden.

[0017] Mit dieser physiologischen Quellenlokalisierung kann die lokale Verschiebung einzelner Punkte im Gehirn auf ca. 2 mm detektiert werden, was gegenüber den auf Ultraschall basierenden Bilddarstellungsvorrichtungen eine Verbesserung bis um den Faktor 5 bedeutet.

[0018] Eine besonders genaue Quellenlokalisierung ist zu erwarten, wenn die präoperativ und die intraoperativ evozierten Potentiale bei schon geöffneten Kortex direkt aus dem Gehirn abgeleitet werden.

Patentansprüche

1. Navigationshilfsvorrichtung für neurochirurgische Eingriffe am Gehirn, mit einer ersten bildgebenden Einrichtung zur Wiedergabe von präoperativ mittels eines Computertomographens oder eines Kernspintomographens gewonnenen Bildern des Operationsfeldes, und einer zweiten bildgebenden Einrichtung zur Wiedergabe von intraoperativ gewonnenen Bildsignalen in den Bildern der ersten Einrichtung, wobei die Bildsignale die durch den neurochirurgischen Eingriff verursachten Verschiebungen der das Operationsfeld benachbarten Gehirnareale berücksichtigen, **dadurch gekennzeichnet** dass die zweite Einrichtung zum Lokalisieren der verschobenen Gehirnareale durch einerseits präoperatives und andererseits intraoperatives Setzen gleicher peripherer Reize und so evozierter Potentiale und deren Ortung durch Hirnstromableitungen und deren Darstellung in den von der ersten Einrichtung gewonnenen Bildern eingerichtet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Einrichtung mit einer oberhalb des Operationsfelds auf die Kopfhaut aufgesetzten, zur Ableitung der Hirnströme dienenden