



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 017 716 A1** 2007.10.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 017 716.9**

(22) Anmeldetag: **15.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 19/00** (2006.01)

A61B 5/05 (2006.01)

A61B 5/0476 (2006.01)

H04B 10/20 (2006.01)

A61N 1/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich,
 DE**

(72) Erfinder:

**Rongen, Heinz, 52353 Düren, DE; Ziemons, Karl,
 Dr., 52076 Aachen, DE; Schiek, Michael, Dr., 52066
 Aachen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 199 50 919 A1

DE 102 36 175 A1

DE 102 11 765 A1

DE 30 19 668 A1

DE 695 30 768 T2

**RONGEN H., u.a.: Real Time Data Acquisition and
 Online Signal Processing for
 Magnetoencephalogra-
 phy. In: 14. IEEE-NPSS Real Time Conference,
 4. bis 10. Juni 2005, S.495-497;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

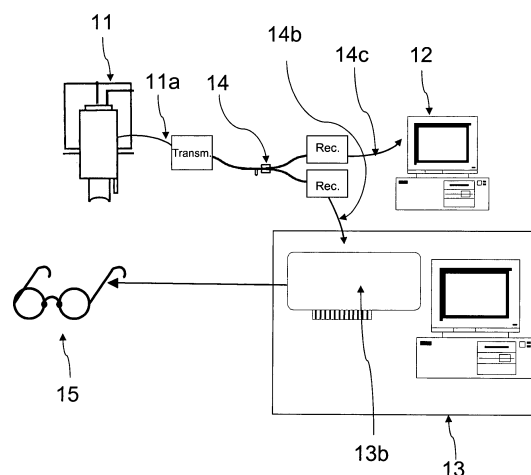
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Messung biomedizinischer Daten eines Probanden und Verfahren zur Stimulati-
 on des Probanden mit in Echtzeit verarbeiteten Daten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung biomedizinischer Daten eines Probanden, mit einem Messsystem zur Erhebung der Daten sowie einer ersten Hardware-Komponente zur Aufzeichnung der Daten. In einer Verbindungsleitung zur Übertragung der Daten vom Messsystem zur ersten Hardware-Komponente zur Aufzeichnung der Daten ist erfindungsgemäß ein Mittel zur galvanischen Auftrennung der Daten angeordnet.

Auf diese Weise ist wenigstens die Duplizierung der Daten für Datenverarbeitungszwecke gewährleistet.

Die auf diese Weise verarbeiteten Daten werden für ein Verfahren zur Echtzeit-Stimulation eines Probanden genutzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung biomedizinischer Daten eines Probanden und ein Verfahren zur Stimulation des Probanden mit in Echtzeit verarbeiteten Daten.

[0002] Geräte, die als Mehrkanalschreiber ein elektromagnetisches Korrelat der neuronalen Aktivität eines Probanden in Abhängigkeit von der Zeit aufnehmen, sind seit vielen Jahren Stand der Technik.

[0003] Beispielhaft seien Elektroencephalographen (EEG) oder Magnetoencephalographen (MEG) genannt.

[0004] Diese Geräte weisen eine Vielzahl an Messkanälen auf. Die Geräte eignen sich nicht nur zur Signalerfassung sondern auch zur Speicherung und Auswertung der Daten. Die Auswertung der Daten erfolgt im offline-Modus des Gerätes, das heißt zu einem Zeitpunkt an dem keine Daten am Probanden erhoben werden. Hierzu werden die durch das Gerät erhobenen Daten an eine Workstation weitergeleitet, abgespeichert und gegebenenfalls auch weiterverarbeitet.

[0005] Aus Rongen et al. (H. Rongen, V. Hadamschek, M. Schiek (2005). Real-Time Data Acquisition and Online Signal Processing for Magnetoencephalography. In: Conference proceedings zu IEEE-NPSS Real Time Conference 2005, June 4–10, Stockholm, Sweden, P5-7.) ist bekannt, mittels eines 148-Kanal Magnetoencephalographen Datensätze zu erheben und für eine 3D-Rekonstruktion des Gehirns zu speichern, zu verarbeiten und zu visualisieren.

[0006] Nachteilig ist damit eine Verarbeitung und Auswertung der Daten, schritthaltend zur laufenden Messung der Daten am Probanden in Echtzeit nicht möglich.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Messung biomedizinischer Daten eines Probanden bereit zu stellen, welche eine Aufzeichnung und Verarbeitung der Daten in Echtzeit gewährleistet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Nutzung derartig verarbeiteter Daten anzugeben.

[0008] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Hauptanspruch und ein Verfahren gemäß Nebenanspruch gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweils darauf rückbezogenen Patentansprüchen.

[0009] Die Vorrichtung umfasst gemäß Oberbegriff des Hauptanspruchs ein Messsystem zur Erhebung der Daten sowie eine erste Hardware-Komponente zur Aufzeichnung der Daten. Zwischen dem Mess-

system und der ersten Hardware-Komponente ist eine Verbindungsleitung zur Übertragung der Daten angeordnet. In der Verbindungsleitung zwischen der ersten Hardware-Komponente zur Aufzeichnung der Daten und dem Messsystem zur Erhebung der Daten ist erfindungsgemäß ein Mittel zur galvanischen Auftrennung der Daten angeordnet.

[0010] Durch das Mittel zur galvanischen Auftrennung wird vorteilhaft eine elektrische Entkopplung des Probanden nebst Messsystem zur Erhebung der Daten von den übrigen, nachgelagerten Hardware-Komponenten zur Aufzeichnung und Verarbeitung der Daten bewirkt. Dies ist nach dem Medizinproduktegesetz und in Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen der MDD 93/42 EWG gefordert.

[0011] Dadurch wird eine Schädigung des Probanden im Falle einer elektrischen Störung dieser nachgelagerten Hardware-Komponenten vermieden. Auch das Messsystem zur Erhebung der Daten selbst ist selbstverständlich vor Störungen geschützt.

[0012] Das Messsystem zur Erhebung der Daten umfasst im Falle eines Elektroencephalographen oder eines Magnetoencephalographen die Elektroden, die Messkanäle und andere gerätespezifische Komponenten, wie Sensoren und so weiter. Diese können je nach Anbieter eines Gerätes variieren.

[0013] Als Proband muss nicht notwendigerweise ein Mensch vorgesehen sein. Vielmehr kann auch jedes Tier und insbesondere jedes Säugetier als Proband dienen. Es ist selbstverständlich auch möglich, biologisch aktive Hirn- bzw. Gewebeschnitte eines Probanden auf die vorliegend offenbarte Weise zu untersuchen bzw. zu stimulieren.

[0014] Das Mittel zur Auftrennung der Daten gewährleistet vorteilhaft die störungsfreie Auftrennung und Kopie der Daten eines Datensatzes in mindestens zwei identische Datensätze.

[0015] Durch eine störungsfreie Auftrennung der Daten wird vorteilhaft bewirkt, dass der Vorgang der Auftrennung auf das Messsystem zur Erhebung der Daten und somit auf die erhobenen Daten selbst keinen Einfluss hat.

[0016] Durch die störungsfreie Auftrennung der Daten selbst bleiben somit sowohl die Daten als auch der Proband vollkommen unbeeinflusst.

[0017] Es ist möglich, eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Mittel derartig auszugestalten, dass dieses die durch das Messsystem erhobenen Daten in mehr als zwei identische Datensätze auftrennt. Die durch das Messsystem erhobenen Daten sind jedenfalls durch die Auftrennung

der Daten unverändert.

[0018] Die Verbindungsleitung zwischen Messsystem und erster Hardware-Komponente wird besonders vorteilhaft durch einen Lichtwellenleiter gebildet, in dem ein Lichtwellenleiterkoppler als erfindungsgemäßes Mittel angeordnet ist.

[0019] Es ist möglich, an Stelle eines Lichtwellenleiters eine Kupferleitung zwischen Messsystem und erster Hardware-Komponente als Verbindungsleitung anzuordnen, in der ein galvanischer Trennverstärker als erfindungsgemäßes Mittel angeordnet ist.

[0020] Die erste Hardware-Komponente wird z. B. durch eine Workstation gebildet. Diese steuert gemäß Stand der Technik regelmäßig den Messablauf eines Messsystems zur Erhebung der Daten. Zu letztgenanntem Zweck ist eine weitere Verbindungsleitung zwischen der ersten Hardware-Komponente und dem Messsystem zur Erhebung der Daten vorgesehen.

[0021] Das Messsystem zur Erhebung der Daten und die erste Hardware-Komponente nebst einer Verbindungsleitung zwischen dem Messsystem und der ersten Hardware-Komponente stellen in Bezug auf Elektroencephalographen (EEG) oder Magnetoencephalographen (MEG) den Stand der Technik dar.

[0022] Das Mittel zur galvanischen Auftrennung der Daten in der Verbindungsleitung erweitert derartige Gerätschaften und bewirkt, dass die Daten nicht nur in der ersten Hardware-Komponente gespeichert sondern auch in einer zweiten Hardware-Komponente in Echtzeit weiterverarbeitet werden können.

[0023] Vorteilhaft können somit die durch das Messsystem erhobenen Daten neben der Aufzeichnung und langfristigen Speicherung in der ersten Hardware-Komponente, auch noch mindestens einer weiteren zweiten Hardware-Komponente zur Verarbeitung der Daten in Echtzeit zugeführt werden.

[0024] Das erfindungsgemäße Mittel zur Auftrennung der Daten ist vorteilhaft als ein passives Mittel ausgelegt. Dadurch wird bewirkt, dass die zweite Hardware-Komponente zur Verarbeitung und Speicherung der Daten nur am bestehenden Datenstrom zur ersten Hardware-Komponente „mithorcht“ ohne aktiv in den Datenstrom einzugreifen.

[0025] Die zweite Hardware-Komponente verhält sich passiv zum Datenstrom.

[0026] Das Mittel zur Auftrennung der Daten ist dann derartig in der vom Messsystem zur Erhebung der Daten am Probanden abgehenden Verbindungsleitung angeordnet, dass es den Datenstrom vom

Messsystem zur Erhebung der Daten auf zwei Verbindungsleitungen auftrennt. Eine vom erfindungsgemäßen Mittel abgehende Leitung leitet den Datenstrom zu der ersten Hardware-Komponente zur Aufzeichnung der Daten weiter. Mindestens ein weiterer Datenstrom wird zur zweiten Hardware-Komponente weitergeleitet.

[0027] Auf diese Weise wird ein vollständiger, identischer Datensatz auch mindestens der zweiten Hardware-Komponente zugeführt.

[0028] Die zweite Hardware-Komponente verarbeitet die Daten in Echtzeit und speichert die einkommenden als auch die verarbeiteten Daten. Es ist möglich, dass die zweite Hardware-Komponente auch die Steuerung des Messsystems zur Erhebung der Daten durchführt.

[0029] Die Echtzeit-Datenverarbeitung in der zweiten Hardware-Komponente ermöglicht besonders vorteilhaft ein Verfahren zur Stimulation des Probanden mit den verarbeiteten Daten mittels Rückführung bzw. Weiterleitung der verarbeiteten Daten zum Probanden in Echtzeit.

[0030] In einer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die zweite Hardware-Komponente zur Verarbeitung der Daten eine PCI-Basisplatine auf der die Komponenten für die Echtzeitdatenverarbeitung und Speicherung von einkommenden und verarbeiteten Daten angeordnet sind. Die PCI-Basisplatine erweitert hierzu einen PC.

[0031] Die PCI-Basisplatine umfasst zu diesem Zweck vorteilhaft die Bausteine bzw. Komponenten einer Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit, und insbesondere auch diejenigen für die Erzeugung von Rückkopplungssignalen an den Probanden. Die PCI-Basisplatine weist hierzu eine leistungsfähige Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit auf. Darüber hinaus weist die PCI-Basisplatine selbstverständlich weitere Komponenten zur Speicherung und gegebenenfalls Steuerung des Messsystems zur Erhebung der Daten auf.

[0032] Die PCI-Basisplatine der zweiten Hardware-Komponente umfasst besonders vorteilhaft einen digitalen Signalprozessor (DSP), z. B. einen Texas Instruments TMS320c6713 zur Verarbeitung der Daten in Echtzeit.

[0033] Die PCI-Basisplatine der zweiten Hardware-Komponente umfasst in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung einen field programmable Gate Array (FPGA), z. B. einen Virtex XCV300.

[0034] Die zweite Hardware-Komponente muss aber nicht notwendigerweise einen field programmable Gate Array (FPGA) umfassen.

[0035] Die zweite Hardware-Komponente muss nur leistungsfähig genug sein, um die einkommenden Daten zu erfassen und nötige Berechnungen für die Erzeugung von Rückkopplungssignalen, Schritt haltend zur Erhebung der Daten durch das Messsystem, durchzuführen. Die zweite Hardware-Komponente zur Verarbeitung der Daten umfasst auch die notwendigen Ausgänge zur Weiterleitung der vom Messsystem erhobenen, verarbeiteten Daten an den Probanden.

[0036] Mittels geeigneter Algorithmen, welche im digitalen Signalprozessor (DSP) abgelegt sein können, werden aus den verarbeiteten Daten Rückkopplungssignale zur Stimulation des Probanden Schritt haltend mit der Messung der Daten durch das Messsystem generiert und über geeignete Verbindungsleitungen an den Probanden zurückgeführt.

[0037] Die PCI-Basisplatine umfasst vorteilhaft eine PCI-Bus-Schnittstelle sowie die nötigen Ein- und Ausgabekomponenten.

[0038] Dies sind im Falle von Lichtwellenleitern neben einer Lichtwellenleiter-Schnittstelle auch analoge und digitale Ein- und Ausgänge.

[0039] Damit bietet diese Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit alle notwendigen Schnittstellen zur Anbindung an das Messsystem zur Erhebung der Daten, wie z. B. an ein Magnetoencephalograph oder an ein Elektroencephalograph.

[0040] Mittels der zweiten Hardware-Komponente werden die Daten durch Algorithmen verarbeitet, welche auf der PCI-Basisplatine im FPGA und im DSP gespeichert sein können.

[0041] Über eine dritte Hardware-Komponente werden die auf den Messdaten basierenden, in der zweiten Hardware-Komponente verarbeiteten Daten, als Rückkopplungssignale an den Probanden zwecks Stimulation weitergeleitet.

[0042] Dies geschieht besonders vorteilhaft Schritt haltend mit der Datenerhebung des Messsystems und der Verarbeitung der Daten in der zweiten Hardware-Komponente.

[0043] Die Weiterleitung der verarbeiteten Daten an den Probanden ist dabei um eine feste oder um eine determiniert variable, bekannte Verzögerung gegenüber der Signalerfassung zeitlich verzögert, so dass ein Proband basierend auf aktuell erhobenen und verarbeiteten Messsignalen stimuliert werden kann.

[0044] Die dritte Hardware-Komponente umfasst hierzu in besonders vorteilhafter Ausgestaltung eine optische Stimulationsbrille.

[0045] Die dritte Hardware-Komponente zur Stimulation umfasst dann z. B. eine lineare Ansteuerung einer Lichtquelle zur visuellen Stimulation.

[0046] Es kann aber auch eine akustische Stimulation des Probanden mit den von ihm erhobenen und verarbeiteten Daten vorgesehen sein.

[0047] Hierzu umfasst die dritte Hardware-Komponente vorteilhaft eine Tonquelle, welche in Lautstärke und/oder der Frequenz mittels analoger Ausgangssignale an der zweiten Hardware-Komponente angesteuert werden kann. Das akustische Signal wird dem Probanden über einen Lautsprecher oder Kopfhörer zugeführt, so dass dieser wiederum stimuliert wird.

[0048] Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vorteilhaft eine störungsfreie Erweiterung bereits vorhandener Messsysteme und Geräte wie Magnetoencephalographen oder Elektroencephalographen bereitgestellt, wodurch diese zur elektrischen und magnetischen Stimulation des Probanden erweitert werden.

[0049] Die Geräte werden erfindungsgemäß um Komponenten für echtzeitfähige Rückkopplungen erweitert. Hierzu kann jedes handelsübliche Messsystem um ein erfindungsgemäßes Mittel zur galvanischen Auftrennung erhobener Daten und zur Verarbeitung der Daten erweitert werden.

[0050] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Stimulation eines Probanden weist die nachfolgenden Schritte auf:

- a) Daten eines Probanden werden durch ein Messsystem erhoben,
- b) die erhobenen Daten werden galvanisch getrennt und eine Kopie des Datensatzes wird einer Echtzeitdatenverarbeitungseinheit zugeführt,
- c) die Daten werden in Echtzeit verarbeitet,
- d) die verarbeiteten Daten werden an den Probanden weitergeleitet.

[0051] Die verarbeiteten Daten in d) werden in Form analoger Signale an den Probanden weitergeleitet.

[0052] Die Schritte a) bis d) werden vielfach, z. B. etwa tausendmal je Sekunde wiederholt.

[0053] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Daten linear oder nichtlinear transformiert und zeitlich verzögert an den Probanden zurückgeführt. Die nicht-lineare Transformation kann dabei Daten verschiedener Zeiten miteinander verknüpfen.

[0054] Zur Durchführung des Verfahrens ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung besonders geeignet. Es handelt sich dann im Sinne der Erfindung bei diesen Gerätschaften regelmäßig um MEG- oder

EEG-online Systeme, das heißt um Systeme in denen die Daten erhoben, galvanisch getrennt, verarbeitet und an den Probanden weitergeleitet werden.

[0055] Durch die Verwendung der leistungsfähigen Echtzeitdatenerfassungs- und Signalverarbeitungseinheit in Kombination bzw. Erweiterung eines handelsüblichen PC wird die benötigte Rechenleistung zur Verfügung gestellt, um in Echtzeit die Rückkopplungssignale, basierend auf den erhobenen Daten, zu berechnen und diese wieder zur Stimulation des Probanden auszugeben.

[0056] Im Weiteren wird die Erfindung an Hand zweier Ausführungsbeispiele und der beigefügten Figuren näher beschrieben.

[0057] Es zeigen:

[0058] [Fig. 1](#): Schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen MEG-online Systems.

[0059] [Fig. 2](#): Lichtwellenleiterkoppler als erfindungsgemäßes Mittel zur galvanischen Auftrennung der Daten und dessen Anschlüsse.

[0060] [Fig. 3](#): Schaltbild der PCI-Basisplatine der zweiten Hardware-Komponente mit Bausteinen.

[0061] [Fig. 4](#): Schaltbild des Ein- und Ausgabemoduls der PCI-Basisplatine.

[0062] Identische Bezugszeichen in den Figuren bezeichnen identische Bauteile bzw. Komponenten.

Erstes Ausführungsbeispiel:

[0063] In [Fig. 1](#) ist links oben ein Mehrkanal-MEG **11** mit insgesamt 148 Einzelkanälen als ein Messsystem zur Erhebung der Daten dargestellt. Das Mehrkanal-MEG **11** ist handelsüblich über einen Lichtwellenleiter **11a** mit einer Workstation **12** als erste Hardware-Komponente unmittelbar verbunden und z. B. von der Fa. 4D-Neuroimaging, Modell Magnis 2500 WH, erhältlich. Die Workstation **12** hat die Funktion, die einkommenden Daten abzuspeichern. Im offline-Modus werden gemäß Stand der Technik zu einem späteren Zeitpunkt, nach der Datenerhebung durch das Messsystem, die Daten ausgewertet.

[0064] Die Workstation **12** hat darüber hinaus auch die Funktion das Messsystem **11** in Bezug auf dessen Messablauf zu steuern. Hierzu ist eine weitere Verbindungsleitung zwischen Workstation **12** und Messsystem **11** angeordnet (nicht dargestellt).

[0065] Dieses handelsübliche Messsystem **11** wird erfindungsgemäß über einen Lichtwellenleiterkoppler **14** mit einer zweiten Hardware-Komponente **13** mit Echtzeitdatenerfassungs- und Signalverarbeitungseinheit **13b** verbunden.

einheit **13b** verbunden.

[0066] Für diese störungsfreie Ankopplung an das bestehende MEG-Messsystem **11** mit Workstation **12**, wird der Lichtwellenleiterkoppler **14** in den vom Messsystem **11** abgehenden Lichtwellenleiter **11a** angeordnet.

[0067] Die Signalführung im Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** und das Auftrennen eines eingehenden optischen Signals auf zwei Ausgänge ist in [Fig. 2](#) dargestellt.

[0068] Der verwendete Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** ist ein Multimode-Koppler $1 \times 2 - G62,5/125$ der Fa. TEDIS.

[0069] Der Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** stellt eine optische, passive Kopplung der Lichtwellenleiterfasern der Leitung **11a** mit denen der Leitungen **14b** und **14c** dar. Er weist Anschlüsse für den Lichtwellenleiter **11a** vom Messsystem **11**, sowie zwei Anschlüsse für die Lichtwellenleiter **14c** und **14b** zur ersten Hardware-Komponente **12** und zur zweiten Hardware-Komponente **13** auf. Damit kann der Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** durch Einstecken der entsprechenden Kabel mit Steckern leicht in das bestehende Magnetoencephalograph eingefügt werden.

[0070] Der Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** bewirkt die galvanische Auftrennung des Datenstroms ausgehend von der MEG-Sensorelektronik (nicht dargestellt) im Messsystem **11**.

[0071] Der Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** teilt den Datenstrom vom Messsystem **11** über die Leitung **11a** in zwei identische und vollständige Datensätze auf die beiden Leitungen **14c** und **14b** auf. Der Datenstrom wird somit in zwei unveränderte, zueinander identische Datensätze kopiert und in Form optischer Signale auf die beiden Ausgänge am Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** geleitet.

[0072] Beide Hardware-Komponenten **12** und **13** erhalten störungsfrei einen kompletten Satz der durch das MEG-Messsystem **11** vom Probanden erhobenen Daten. Die Leitung **14c** führt zur Workstation **12**, in der die Daten kontinuierlich aufgezeichnet werden. Die Leitung **14b** führt zu der zweiten Hardware-Komponente **13** (rechts unten in [Fig. 1](#)), in der die Daten in Echtzeit verarbeitet und zur Erzeugung von Stimulationssignalen für den Probanden an diesen weitergeleitet werden.

[0073] [Fig. 3](#) zeigt eine PCI-Basisplatine **33** mit einer erfindungsgemäßen Zusammenstellung einzelner Komponenten bzw. Bausteine als Schaltbild.

[0074] Die zweite Hardware-Komponente **13** zur Datenverarbeitung in Echtzeit, umfasst einen PC (s.

Fig. 1, rechts unten). Der PC ist um eine universelle PCI-Basisplatine **33** erweitert worden. Die Basisplatine **33** weist unter anderem einen field programmable Gate Array **33a** (FPGA: Virtex XCV300) und einen digitalen Signalprozessor **35** (DSP D.Modul: Texas Instruments TMS320c6713) auf. Die PCI-Basisplatine **33** mit ihren Komponenten stellt die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** in der zweiten Hardware-Komponente **13** dar.

[0075] Die Verarbeitung der durch das Messsystem **11** gemessenen Daten in Echtzeit ist für die Erzeugung von Rückkopplungssignalen für den Probanden notwendig.

[0076] Die Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** (s. **Fig. 1**) nutzt einen PCI- oder compact-PCI-(cPCI) **34** Erweiterungsbus des PCs und erweitert diesen. Die erfindungsgemäß gezeigte Ausführung gemäß **Fig. 3** basiert auf einer PCI-Basisplatine **33**. Die Platine **33** stellt über den PCI-Kontroller **33b** die Verbindung zwischen dem PCI- oder cPCI-Bus **34** und der Echtzeit-Prozessoreinheit **35**, **35a** her.

[0077] Die Prozessoreinheit **35**, **35a** umfasst ein Modul mit einem Digitalen Signalprozessor (DSP) **35** mit einem genügend großen Arbeitsspeicher **35a**, z. B. mit mindestens 16 MByte. Der digitale Signalprozessor DSP **35** kann über seinen lokalen Datenbus **35b** (32 Bit Daten/Adressen) mit dem auf der PCI-Basisplatine **33** vorhandenen Baustein mit programmierbarer Hardware, dem FPGA **33a**, Daten austauschen.

[0078] Die Ein- und Ausgabekomponenten sind auf einer weiteren Aufsteckplatine, dem Ein- und Ausgabemodul **36**, untergebracht. Das Ein- und Ausgabemodul **36** weist eine Lichtwellenleiterschnittstelle **37** zum Lichtwellenleiterkoppler **14**, **24** (**Fig. 1** und **Fig. 2**) des Magnetoencephalographen auf sowie analoge Ausgänge **38** für die Stimulation des Probanden und digitale Ein- und Ausgänge für die Ein- und Ausgabe von Zeitmarken, sogenannten Triggern **39**.

[0079] Das field programmable Gate Array **33a** bestimmt durch seine Hardwarekonfiguration das Ein- und Ausgabeverhalten der gesamten Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** und wird über eine JTAG-Schnittstelle **33c** konfiguriert.

[0080] Das field programmable Gate Array (FPGA) **33a** stellt intern eine Liste von Registern zur Verfügung, welche durch Ansprechen einer bestimmten Adresse beschrieben bzw. gelesen werden können.

[0081] Der 32 bit Fließkomma DSP TMS320c6713 wird mit 225 MHz getaktet und kann eine theoretische Rechenleistung von 1800 MIPS (Millionen Instruktionen) bzw. 1350 MFLOPS (Millionen Floating

Point Operations) je Sekunde leisten.

[0082] Am PC der zweiten Hardware-Komponente **13** des MEG-online Systems wird der Leiter **14b** in einen Lichtwellenleiterstecker **37** (SC/PC Duplex-Stecker) der Echtzeitdatenerfassungseinheit **13b** eingesteckt (s. **Fig. 1**, rechts unten). Damit sind alle Verbindungen zum MEG-Messsystem **11** hergestellt.

[0083] Das Ein- und Ausgabemodul **36** für die Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** ist in **Fig. 4** dargestellt.

[0084] Das Ein- und Ausgabemodul **36** weist die Schnittstellen zum MEG-Messsystem **11** auf. Die vom MEG-Messsystem **11** als Lichtimpulse kommenden Daten werden über den Lichtwellenleiter **14b** an den Stecker **37** des Moduls **36** geleitet. Das Modul weist einen Fiber Optic Transceiver **41** auf. Dieser wandelt die optischen Signale in elektrische Signale um. Der serielle Datenstrom wird mittels eines Hotlink Receiver **42** auf Fehler hin überprüft und zu einem parallelen Datenbyte geformt. Die umgewandelten Daten werden über den Datenbus **46** an das field programmable Gate Array (FPGA) **33a** (s. **Fig. 3**) zur weiteren Verarbeitung übergeben. Ein vorhandener Hotlink Transmitter **42a** bleibt für die Datenausgabe ungenutzt. Dies ist durch einen unterbrochenen Datenstrom von Bus **46** zum Hotlink Transmitter **42a** angedeutet.

[0085] Weiterhin umfasst das Ein- und Ausgabemodul **36** analoge Eingänge, wie den Stecker **39**, über den einkommende Daten über einen Verstärker **43a** zu einem analogdigital-Wandler **43** (4 Kanal, 12 bit ADC, +/- 10 Volt), geführt werden.

[0086] Nach der Digitalisierung werden die Daten über den Datenbus **46** vom FPGA **33** eingelesen (s. **Fig. 3**). Die zur Stimulation auszugebenden Signale werden als elektrische Daten über den Bus **46** in den Digital-Analog-Wandler **44** (4 Kanal, 12 bit DAC, +/- 10 Volt) eingeschrieben. Die erzeugten analogen Signale werden nach einer Verstärkung im Verstärker **44a** auf den Stecker **38** zwecks Stimulation ausgegeben (s. **Fig. 3**). Die Daten werden über den Stecker **38** zu einer dritten Hardware-Komponente **15** mit optischer Brille geführt.

[0087] Die digitalen Ein- und Ausgänge **45** (16 bit Digital, In/Output) sind an den Stecker **39** geführt und werden für das Ausgeben bzw. das Einlesen von Zeitmarken (Trigger) genutzt.

[0088] Die vom MEG-Messsystem **11** als Lichtimpulse einkommenden Daten werden somit vom Photodetektor im Lichtwellenleiterbaustein **37** (**Fig. 3**) empfangen und in digitale Signale umgewandelt, welche zum FPGA **33a** geführt werden. Die Daten werden vom FPGA **33a** mittels einstellbarer Filter

vorverarbeitet und nach entsprechenden Korrekturen an den digitalen Signalprozessor **35** weitergegeben. Im digitalen Signalprozessor **35** werden die Daten in Echtzeit mit geeigneten und auf den Anwendungszweck für den Probanden angepassten Algorithmen bearbeitet. Auf Grund der Berechnungen werden Daten für ein Ausgangssignal zur Stimulation bereitgestellt. Diese Daten werden wieder in das field programmable Gate Array (FPGA) **33a** eingeschrieben, und gelangen über den Bus **46** in den analogen Ausgabebaustein **44** auf dem Ein- und Ausgabemodul **36**. Das Signal wird erneut im Verstärker **44a** verstärkt und über den Stecker **38** als Stimulationssignal ausgegeben.

[0089] Die gemessenen sowie auch die berechneten Daten werden weiterhin über den PCI-Kontroller **33b** und den PCI-Bus **34** in den PC (nicht dargestellt) übertragen. Die im PC der zweiten Hardware-Komponente implementierte Software stellt die Daten bzw. Signale online dar, speichert diese ab und kann weitere Auswertungen durchführen. Es ist in diesem Zusammenhang zu betonen, dass die Workstation **11** als erste Hardware-Komponente vorliegend nur noch die Funktion der Steuerung des Messsystems zur Erhebung der Daten vornimmt.

[0090] Für weitere Messaufgaben, wie z.B. die Aufzeichnung einiger MEG-Kanäle, stehen vier analoge Eingänge mit 12 bit Auflösung zur Verfügung. Weiterhin stehen vier analoge Ausgänge sowie 16 digitale Ein- und Ausgangskanäle zur Verfügung. Die analogen Ausgänge werden zur Erzeugung der analogen Rückkopplungssignale für die Stimulations-Experimente genutzt. Es ist dadurch möglich, mit dem Verfahren eine Stimulation eines Probanden, basierend auf in Echtzeit gemessenen und verarbeiteten Hirnaktivitäten, durchzuführen. So können durch das erfindungsgemäße Verfahren die verarbeiteten Daten linear oder nichtlinear transformiert und zeitlich verzögert an den Probanden zurückgeführt werden. Die nicht-lineare Transformation kann dabei Daten verschiedener Zeiten miteinander verknüpfen.

[0091] Beim Feedback werden dem Probanden Daten zwecks Stimulation zugeführt, welche von den aktuell gemessenen Daten berechnet wurden. Dafür wird die Echtzeitfähigkeit der Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** genutzt, indem zu jedem Abtastzeitpunkt ein neuer Stimulationswert berechnet und auf einen Kanal der analogen Schnittstelle ausgegeben wird.

[0092] Das Rückkopplungs- bzw. Stimulationssignal wird dabei entweder von einem MEG-Sensor oder vom Stromdichteverlauf eines Bereiches im Gehirn abgeleitet. Für diese Experimente muss daher der Stromdichteverlauf eines Gehirnareals für jeden Abtastpunkt in Echtzeit berechnet werden. Anschließend wird das Signal bandbreitenbegrenzt und das

Rückkopplungssignal berechnet. Diese Berechnungen finden im digitalen Signalprozessor (DSP) **35** statt.

[0093] Ein zweites Ausführungsbeispiel behandelt eine Vorrichtung wie in Ausführungsbeispiel 1, allerdings ohne die erste Hardware-Komponente, der Workstation **12**.

[0094] An Stelle der Workstation **12** speichert die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** auch die Daten des Messsystems **11**. Die Einheit **13b** verarbeitet die Daten zudem in Echtzeit. Die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** speichert die erhobenen und verarbeiteten Daten und steuert darüber hinaus den Messablauf des Messsystems **11** zur Erhebung der Daten. Es ist dann in der Vorrichtung nur eine Verbindungsleitung **11a** vorgesehen, über die die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** vom Messsystem zur Erhebung der Daten **11** erhält. Eine Trennung der Daten ist nicht mehr nötig, da die Aufgaben Speicherung und Verarbeitung der Daten sowie Steuerung des Messsystems von der Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** allein übernommen werden. Über eine weitere Leitung wird das Messsystem durch die Datenerfassungs- und Verarbeitungseinheit **13b** gesteuert (nicht dargestellt).

[0095] Es ist selbstverständlich möglich, die dargestellte zweite Hardware-Komponente grundsätzlich auch für Berechnungen und Rückführungen von Daten eines EEG-online-Systems zu benutzen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung biomedizinischer Daten eines Probanden, mit einem Messsystem (**11**) zur Erhebung der Daten sowie einer ersten Hardware-Komponente (**12**) zur Aufzeichnung der Daten und mindestens einer Verbindungsleitung (**11a**, **14c**) zur Übertragung der Daten vom Messsystem (**11**) zur ersten Hardware-Komponente (**12**), **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Verbindungsleitung (**11a**, **14c**) zwischen dem Messsystem (**11**) zur Erhebung der Daten und der ersten Hardware-Komponente (**12**) zur Aufzeichnung der Daten ein Mittel (**14**, **24**) zur galvanischen Auftrennung der Daten angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein passives Mittel (**14**, **24**) zur Auftrennung der Daten.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Lichtwellenleiterkoppler (**14**, **24**) oder einen galvanischen Trennverstärker als passives Mittel zur Auftrennung der Daten.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine zweite Hardware-Komponente (**13**, **13b**) zur Verarbeitung der Daten in Echtzeit.

5. Vorrichtung nach vorhergehendem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Hardware-Komponente (**13**) eine Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit (**13b**) umfasst.

6. Vorrichtung nach vorhergehendem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten der Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit (**13b**) auf einer PCI-Basisplatine (**33**) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit (**13b**) der zweiten Hardware-Komponente (**13**) einen field programmable Gate Array (FPGA: **33a**) umfasst.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Echtzeitdatenerfassungs- und Verarbeitungseinheit (**13b**) der zweiten Hardware-Komponente (**13**) einen digitalen Signalprozessor (DSP: **35**) umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine dritte Hardware-Komponente (**15**), welche verarbeitete Daten von der zweiten Hardware-Komponente (**13**) erhält und an den Probanden weiterleitet.

10. Vorrichtung nach vorhergehendem Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Hardware-Komponente (**15**) eine Stimulationsbrille und/oder eine Tonquelle umfasst.

11. Elektroencephalograph oder Magnetoencephalograph als Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Verfahren zur Echtzeit-Stimulation eines Probanden mit von ihm erhobenen Daten, mit den Schritten:

- a) biomedizinische Daten des Probanden werden durch ein Messsystem (**11**) erhoben,
- b) die erhobenen Daten werden galvanisch vom Messsystem (**11**) getrennt und kopiert,
- c) eine Kopie der Daten wird verarbeitet,
- d) die verarbeiteten Daten werden in Echtzeit an den Probanden weitergeleitet.

13. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch 12, gekennzeichnet durch Wiederholung der Schritte a) bis d).

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, bei dem jeweils eine Kopie der erhobenen und der verarbeiteten Daten kontinuierlich gespeichert wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten linear oder nichtlinear transformiert und zeitlich verzögert an den Probanden zurückgeführt werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 15, bei dem eine Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11 verwendet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

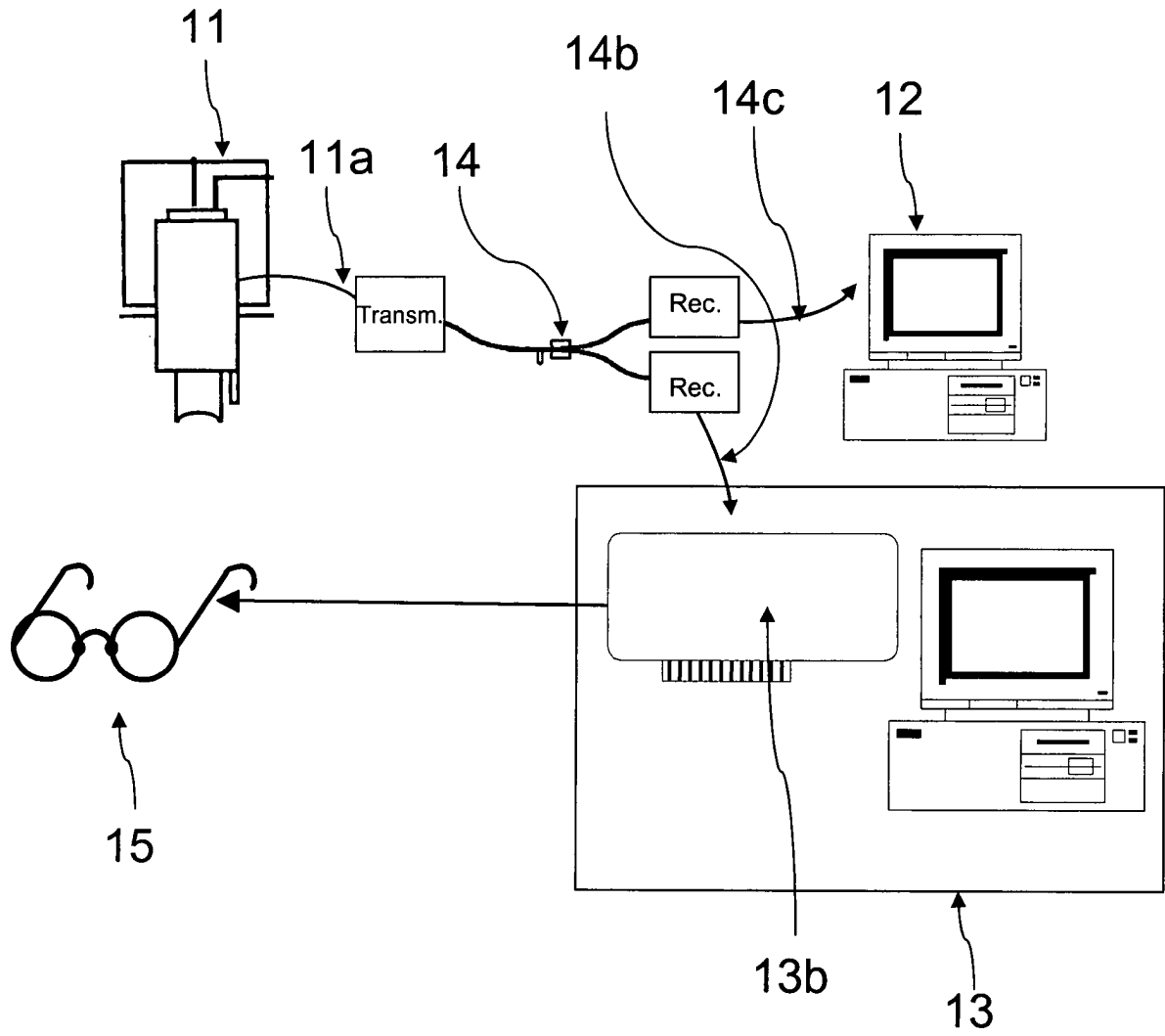


Fig. 1

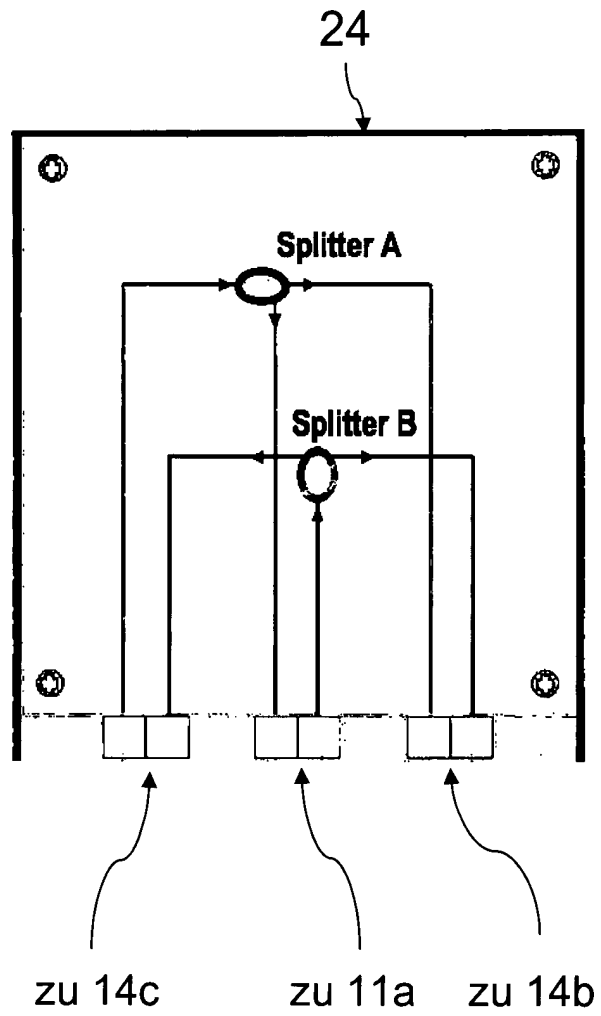


Fig. 2

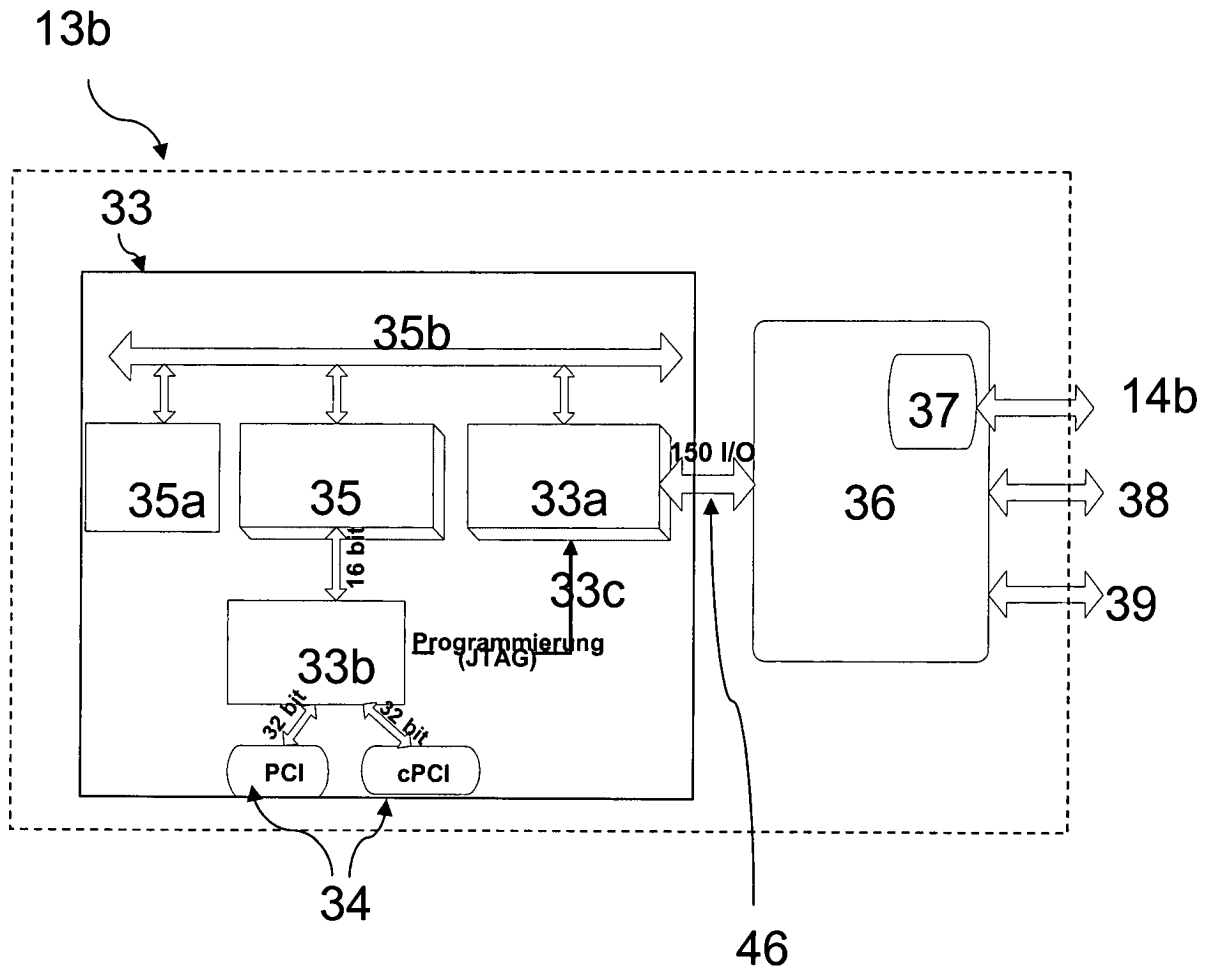


Fig. 3

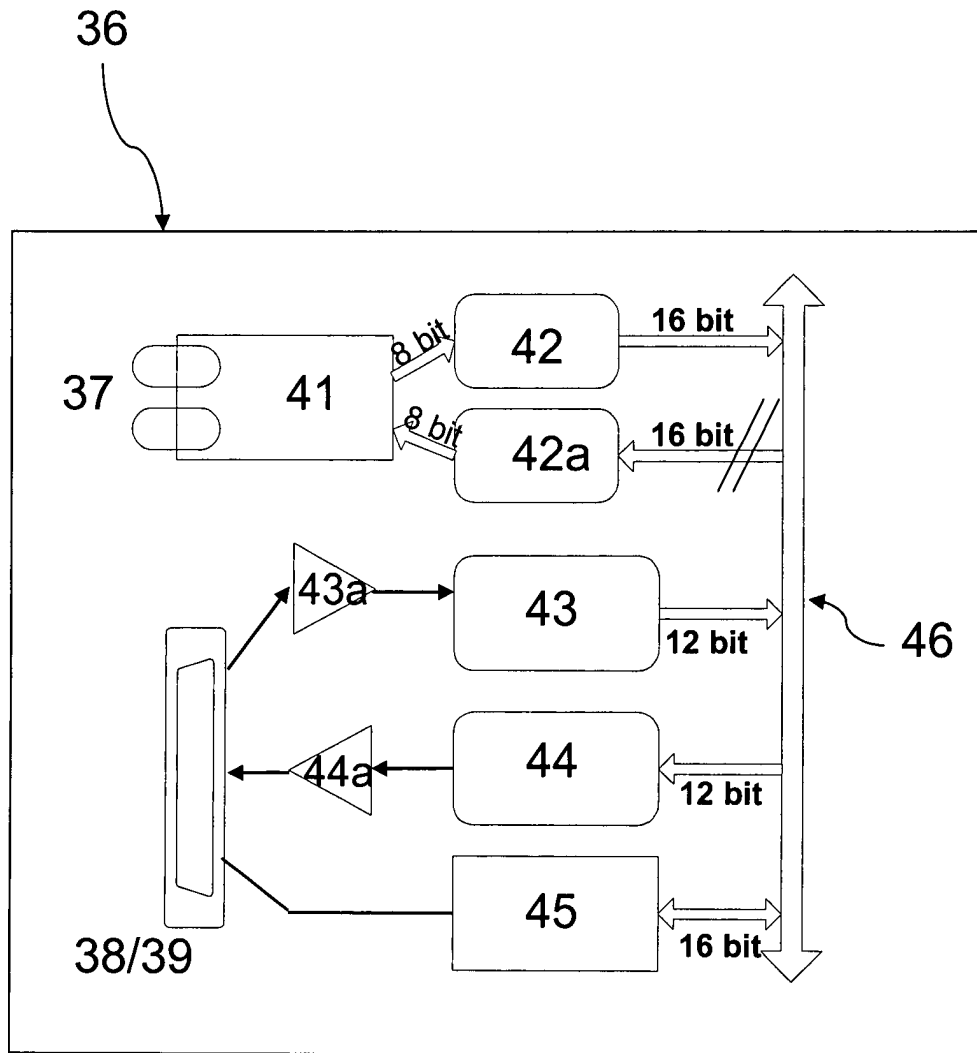


Fig. 4