



(10) **DE 10 2005 031 116 B4** 2012.04.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 031 116.4**
(22) Anmeldetag: **04.07.2005**
(43) Offenlegungstag: **11.01.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.04.2012**

(51) Int Cl.: **A61B 17/225 (2006.01)**
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/021 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333, München, DE

(72) Erfinder:
Buchholtz, Gerhard, 91054, Erlangen, DE; Fehre, Jens, 91353, Hausen, DE; Granz, Bernd, Dr., 90522, Oberasbach, DE; Hoheisel, Martin, Dr., 91056, Erlangen, DE; Kruft, Werner, 91056, Erlangen, DE; Lanski, Markus, 90408, Nürnberg,

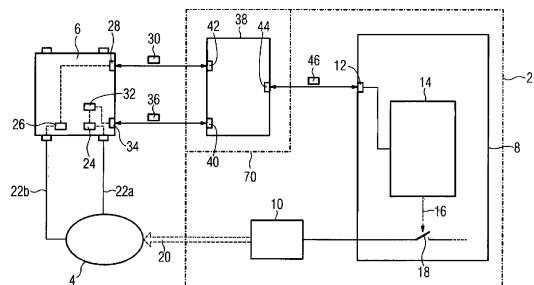
DE; Mahler, Matthias, 91058, Erlangen, DE; Meinert, Christian, 91080, Marloffstein, DE; Mertelmeier, Thomas, Dr., 91058, Erlangen, DE; Nanke, Ralf, Dr., 91058, Erlangen, DE; Rattner, Manfred, 91091, Großenseebach, DE

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

DE 36 21 935 C2

(54) Bezeichnung: **Stoßwellensystem**

(57) Hauptanspruch: Stoßwellensystem (2) mit einer Stoßwellenquelle (10) zur Behandlung eines Patienten (4) mit einer Stoßwelle (20), mit einem einen EKG-Triggereingang (12) aufweisenden Grundgerät (8), und mit einem am EKG-Triggereingang (12) anschließbaren Vorschaltgerät (38), wobei das Vorschaltgerät (38) einen Eingang (40) für ein Eingangssignal (36), das mit dem während der Behandlung ermittelten Blutdruckwert (24) des Patienten (4) korreliert ist, und einen EKG-Triggereingang (42) aufweist, mit einer Steuer- und Auswerteeinheit zum Auswerten des Eingangssignals (36) und zum Steuern der Stoßwellenquelle (10) in Abhängigkeit des Eingangssignals (36), wobei das Vorschaltgerät (38) als Steuer- und Auswerteeinheit fungiert, und das Vorschaltgerät (38) derart konfigurierbar ist, dass der Eingang (40) und/oder der EKG-Triggereingang (42) ausgewertet werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stoßwellensystem.

[0002] Stoßwellensysteme werden in der Medizin verwendet, um Menschen oder Tiere als Patienten mit Ultraschallstoßwellen zu bestrahlen. Häufig ist der Zweck einer derartigen Behandlung, ein sich im Patienten befindendes Konkrement, wie z. B. einen Nieren- oder Blasenstein, mit Hilfe der auf das Konkrement fokussierten Ultraschallstoßwellen zu zerkleinern. Obschon die Stoßwellenbehandlung eines Patienten aufgrund ihres nichtinvasiven Charakters sehr patientenschonend ist, ist sie dennoch nicht komplikationsfrei.

[0003] Eine bekannte Problematik ist die Auslösung von Herz-Rhythmus-Störungen durch die Ultraschallstoßwellen. Das Risiko derartiger Extrasystolen wird durch eine zeitliche Synchronisation des Stoßwellensystems mit dem EKG, also dem Herzrhythmus des behandelten Patienten soweit wie möglich verringert. Eine Auslöseeinrichtung für Stoßwellen in Abhängigkeit von einer wiederkehrenden Körperfunktion ist z. B. aus der DE 36 21 935 A1 bekannt. Weitere Probleme bestehen, wenn Ultraschallstoßwellen auf das, das Konkrement umgebende Patientengewebe auftreffen. Hier besteht die Gefahr einer Gewebeschädigung des Patienten. Vor allem bei der Behandlung von Nierensteinen kann es leicht zu einer Schädigung des Nierenparenchyms, also des stark durchbluteten Nierengewebes kommen. Je höher der Blutdruck des Patienten während der Stoßwellenbehandlung ist, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit für Blutungen bzw. Einrisse im Nierengewebe, also ein Nierenhämatom.

[0004] Bluthochdruck bei einem Patienten stellt deshalb im allgemeinen Fall eine Kontraindikation für eine Stoßwellenbehandlung dar. Üblicherweise findet z. B. bei einem systolischen Blutdruck von über 160 mmHg keine Nierensteinlithotripsie mehr statt. Zusätzlich wird heute der Blutdruck des Patienten während einer Stoßwellenbehandlung in der Regel gemessen bzw. überwacht, z. B. mit einem handelsüblichen Patientenmonitor zur Überwachung von Blutdruck, EKG und Sauerstoffgehalt des Blutes. Hierbei obliegt es dem Arzt, bzw. den Durchführenden der Stoßwellenbehandlung, den Patientenmonitor stets zu beobachten und somit den Blutdruck des Patienten zu überwachen. Auch existieren Patientenmonitore, an denen ein Schwellwert für den Blutdruck einstellbar ist. Erreicht der Blutdruck den Schwellwert, wird ein optisches oder akustisches Alarmsignal ausgelöst.

[0005] Da der Arzt jedoch hauptsächlich mit der Stoßwellenbehandlung, z. B. der Steinverfolgung und der Beobachtung des Zerstörungsgrades des Konkrements befasst ist, stellt die Blutdrucküber-

wachung für ihn eine zusätzliche Belastung dar. Zusätzlich besteht auf Patientenseite das Risiko, dass der Arzt durch Unaufmerksamkeit, Ablesefehler oder ähnliches kritische Blutdruckwerte des Patienten übersieht und somit der Patient dem Risiko von Komplikationen ausgesetzt wird. Die Programmierung der Blutdruckschwelle am Patientenmonitor kann vergessen werden oder das Warnsignal unbeachtet bleiben.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Stoßwellensystem anzugeben, welches hinsichtlich der Gefahr blutdruckbedingter Komplikationen für den Patienten verbessert ist.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Stoßwellensystem mit einer Stoßwellenquelle zur Behandlung eines Patienten mit einer Stoßwelle. Das Stoßwellensystem umfasst eine Steuer- und Auswerteeinheit zum Auswerten eines Eingangssignals. Das Eingangssignal ist mit einem während der Behandlung ermittelten Blutdruckwert des Patienten korreliert. Die Steuer- und Auswerteeinheit dient außerdem zum Steuern der Stoßwellenquelle in Abhängigkeit des Eingangssignals.

[0008] Über das Eingangssignal, das mit dem Blutdruckwert des Patienten während der Behandlung korreliert ist, gelangen Informationen über den Blutdruckwert des Patienten direkt in das Stoßwellensystem und werden dort von der Steuer- und Auswerteeinheit weiterverarbeitet. Der Umweg über den Arzt oder Behandelnde bzw. akustische oder optische Warnsignale ist vermieden, die Reaktion des Stoßwellensystems auf den Blutdruck des Patienten erfolgt automatisch. Somit erfolgt eine Rückkopplung des biologischen Parameters „Blutdruckwert“ des Patienten zur Stoßwellenquelle bzw. zum Stoßwellensystem.

[0009] Durch die Steuer- und Auswerteeinheit wird die Information über den Blutdruck genutzt, um die Stoßwellenquelle zu steuern. So werden im Stoßwellensystem seitens der Stoßwellenquelle je nach Blutdrucklage patientenschonende Maßnahmen ergriffen. Beispielsweise ist es so möglich, bei für die Behandlung kritischen Blutdruckwerten des Patienten zu diesem nur noch Stoßwellen mit geringerer Schussfrequenz oder Energiestufe auszusenden oder die Stoßwellenquelle abzuschalten bzw. deren Auslösung zu blockieren.

[0010] Der Arzt ist von der Beobachtung, Bewertung bzw. Auswertung des Blutdruckes des Patienten belastet und kann sich somit voll auf die Stoßwellenbehandlung konzentrieren. Kritische Blutdruckwerte des Patienten können nicht mehr übersehen werden bzw. unbeachtet bleiben. Durch die zwingende Kopplung zwischen Blutdruckwert, Eingangssignal und Steuerung der Stoßwellenquelle wird die

Gefahr von blutdruckbedingten Komplikationen reduziert.

[0011] Die Steuerung der Stoßwellenquelle in Abhängigkeit des Eingangssignals, und somit in Abhängigkeit des Blutdruckwertes des Patienten findet somit automatisch bzw. in zwingender Weise statt, was die Sicherheit des Stoßwellensystems bzw. Schonung des Patienten erhöht. Natürlich können jegliche Patientenschonende Maßnahmen im Stoßwellensystem auch die Quittierung bzw. Bestätigung durch z. B. den behandelnden Arzt erfordern, was eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme für den Patienten darstellt, da der Arzt stets die volle Kontrolle über das Stoßwellensystem behält. Das erfindungsgemäße Stoßwellensystem ermöglicht es, vor allem unerfahrene Behandler von der Blutdruckkontrolle zu entlasten.

[0012] Wie bisher üblich, verfügt das Stoßwellensystem über einen EKG-Triggereingang, wobei das EKG-Signal zusammen mit dem Blutdrucksignal von der Steuer- und Auswerteeinheit ausgewertet wird.

[0013] Das Stoßwellensystem beinhaltet ein, einen EKG-Triggereingang aufweisendes Grundgerät und zusätzlich ein am EKG-Triggereingang anschließbares, als Steuer- und Auswerteeinheit fungierendes Vorschaltgerät, wobei das Vorschaltgerät den Eingang für das Eingangssignal, das mit dem während der Behandlung ermittelten Blutdruckwert des Patienten korreliert ist und einen EKG-Triggereingang aufweist. Somit finden im Rahmen des erfindungsgemäßen Stoßwellensystems z. B. bereits vorhandene bzw. bekannte, herkömmliche Stoßwellensysteme Verwendung. Diese besitzen zwar einen EKG-Triggereingang, jedoch keinen Eingang für das mit dem Blutdruck korrelierte Eingangssignal. Auch eine mit dem Eingangssignal zusammenwirkende Steuer- und Auswerteeinheit ist dort nicht vorhanden. Die Einspeisung des Eingangssignals und dessen Auswertung durch die Steuer- und Auswerteeinheit findet somit durch das Vorschaltgerät statt. Über den EKG-Triggereingang kann dann zumindest in Abhängigkeit des Blutdruckwertes des Patienten die Auslösung der Stoßwelle in der Stoßwellenquelle, z. B. für kritische Blutdruckwerte am Patienten, verhindert werden. Das Vorschaltgerät ist derart konfigurierbar, dass der Eingang und/oder der EKG-Triggereingang ausgewertet werden.

[0014] Die Korrelation von Eingangssignal und Blutdruckwert kann verschiedenartig ausgeführt sein. Entscheidend ist, dass gerade die wesentliche Information, nämlich Information über einen für die Behandlung interessanten, gefährlichen oder entscheidenden Blutdruckwert des Patienten zum Stoßwellensystem gelangt, um dort ausgewertet werden zu können.

[0015] So kann das Eingangssignal ein vom Blutdruckwert abhängiges Ja-Nein-Signal sein. Die beiden Schaltzustände des Signals sind in diesem Fall beispielsweise „Blutdruckwert des Patienten ist kritisch“ oder „Blutdruckwert des Patienten ist unkritisch“, wobei „kritisch“ z. B. ein Blutdruckwert größer 160 mmHg ist. Ein derartiges Eingangssignal kann beispielsweise von einem handelsüblichen Patientenmonitor zur Verfügung gestellt werden, welcher über einen Alarmsignalausgang verfügt, z. B. bei Überschreitung eines bestimmten Blutdruckwertes. Das Eingangssignal kann zum Stoßwellensystem hierbei auf drahtgebundenem, drahtlosem, elektrischem, akustischem oder optischem Weg gelangen. So kann das Stoßwellensystem beispielsweise als Eingangssignal ein lautes akustisches Warnsignal des Patientenmonitors, das optische Signal einer Warnlampe oder einen logischen leitungsgebundenen elektrischen Spannungspiegel aufnehmen.

[0016] Das Eingangssignal kann aber auch ein den Blutdruckwert widerspiegelndes Signal sein, also z. B. ein zum Blutdruck des Patienten proportionales Spannungssignal, ein logisches Digitalsignal, welches die digitalisierten Blutdruckwerte des Patienten in codierter Form enthält, oder ähnliches. Somit wird dem Stoßwellensystem nicht nur – wie oben – eine bereits vorverarbeitete Information, sondern der tatsächliche Blutdruckwert und der zeitliche Blutdruckverlauf des Patienten während der Stoßwellenbehandlung zur Verfügung gestellt. Es obliegt dann gänzlich dem Stoßwellensystem bzw. der Steuer- und Auswerteeinheit, nicht nur auf zwei verschiedene Schaltzustände zu reagieren, sondern den tatsächlichen Blutdruckwert des Patienten bzw. dessen Verlauf auszuwerten. Hierbei sind eine wesentlich differenziertere Auswertung und somit vielfältigere Reaktionen bzw. Strategien des Stoßwellensystems möglich. Die Steuer- und Auswerteeinheit kann dann individuell und differenziert durch eine Vielzahl verschiedener Steuermaßnahmen bezüglich der Stoßwellenquelle eine möglichst effektive Stoßwellenbehandlung bei größtmöglicher Patientenschonung ermöglichen.

[0017] Zur Auswertung des Eingangssignals durch die Steuer- und Auswerteeinheit kann im Stoßwellensystem ein Schwellwertschalter mit einem Schwellwert für den Blutdruckwert enthalten sein. Die Steuer- und Auswerteeinheit kann somit auf das Über- oder Unterschreiten kritischer Blutdruckwerte reagieren und die Stoßwellenquelle in deren Abhängigkeit gesteuert, z. B. deren Auslösung blockiert werden. Es können auch mehrere Schwellwerte vorgesehen sein, um z. B. eskalatorische Maßnahmen für steigende Blutdruckwerte einzuleiten, d. h. die Einstrahlung von Stoßwellen auf den Patienten bei steigendem Blutdruck zunächst sukzessive zu reduzieren und erst bei weiterem Anstieg gänzlich abzuschalten. So kann die Behandlung zwar fortgesetzt werden, oh-

ne dabei aber den Patienten weiterhin maximal zu belasten.

[0018] Der Schwellwertschalter kann auch einen Hysteresewert für den Blutdruckwert aufweisen. Eine z. B. beim Überschreiten eines Schwellwertes eingeleitete Maßnahme o. ä. wird dann erst wieder zurückgenommen, wenn der Blutdruckwert wieder deutlich, nämlich unterhalb des Hysteresewertes, der wiederum kleiner dem Schwellwert liegt, abgesunken ist. So wird die Stoßwellenbehandlung beispielsweise so lange auf schonendere Weise fortgesetzt, bis sich der Patient bezüglich seines Blutdruckes wieder deutlich unterhalb der Schwellwertgrenze erholt hat. Ein erneuter Anstieg des Blutdrucks bis zum Grenzwert dauert somit wieder eine gewisse Zeit. Ein ständiges Umschalten von Maßnahmen o. ä. bei einem ständig um den Grenzwert schwankenden Blutdruckwert ist so vermieden.

[0019] Schwellwerte und Hysteresewerte können einstellbar sein. Somit ist eine Anpassung der Schwell- bzw. Hysteresewerte auf spezifische Patienten, Behandler oder sonstige Umgebungsbedingungen oder ähnliches möglich. Die Einstellungen können hierbei auch z. B. patientenabhängig bzw. automatisch, z. B. aufgrund von Daten der Patientenakte des zu behandelnden Patienten erfolgen. Hier können auch Erfahrungswerte oder Vorlieben verschiedener Behandler berücksichtigt werden. Durch die Vorgabe niedriger Schwellwerte kann z. B. a priori das Stoßwellensystem äußerst patientenschonend ausgelegt sein, so dass auch ein unerfahrener Behandler einen Patienten nicht unabsichtlich schädigen kann. Erfahrene Behandler können dann bei robusten Patienten z. B. die entsprechenden Schwellwerte hochsetzen oder die zu ergreifenden Maßnahmen der Steuer- und Auswerteeinheit reduzieren oder zu Schwellwerten andere weniger patientenschonende Maßnahmen zuordnen.

[0020] Das Stoßwellensystem kann eine Signalisierungseinrichtung zum Anzeigen des Annäherns oder Erreichens des Blutdruckwertes an den Schwellwert und/oder den Hysteresewert aufweisen. Somit kann z. B. der Arzt durch ein optisches oder akustisches Signal hingewiesen werden, dass der Blutdruck des Patienten sich an einen kritischen Wert annähert. Dem Arzt ist somit die Möglichkeit gegeben, noch selbst die Parameter der Stoßwellenbehandlung entsprechend zu verändern, bevor die Steuer- und Auswerteeinheit dies bei Überschreitung des Grenzwertes übernimmt. Auch kann der Arzt dann gegebenenfalls andere Maßnahmen außerhalb der Beeinflussung der Stoßwellenquelle ergreifen, wie z. B. dem Patienten ein blutdrucksenkendes Mittel zu verabreichen.

[0021] Für eine weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen

verwiesen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

[0022] [Fig. 1](#) einen Lithotripsiearbeitsplatz mit einem Stoßwellensystem in einer ersten Ausführungsform,

[0023] [Fig. 2](#) den zeitlichen Verlauf des Blutdrucks des Patienten und von Schaltsignalen im Stoßwellensystem aus [Fig. 1](#),

[0024] [Fig. 3](#) den Lithotripsiearbeitsplatz aus [Fig. 1](#) mit einem Stoßwellensystem in einer alternativen Ausführungsform.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt einen Lithotripsiearbeitsplatz mit einem Stoßwellensystem **2**, einem Patienten **4** und einem handelsüblichen Patientenmonitor **6** zum Erfassen von Patientenparametern. Das Stoßwellensystem **2** umfasst einen handelsüblichen Lithotripter **8** mit angeschlossenem Stoßwellenkopf **10**, wobei der Lithotripter **8** eine mit einem EKG-Triggereingang **12** verbundene Anlagensteuerung **14** enthält. Die Anlagensteuerung **14** betätigt, angedeutet durch den Pfeil **16** einen Schalter **18**. Nur im geschlossenen Zustand des Schalters **18** wird der Stoßwellenkopf **10** freigegeben, um über einen zusätzlichen, nicht dargestellten Triggerimpuls eine Ultraschallstoßwelle **20** zum Patienten **4** hin aussenden zu können. Ein den Stoßwellenkopf **10** über den Schalter **18** speisender Generator ist nicht dargestellt.

[0026] Der Patientenmonitor **6** ist über Messleitungen **22a** und **22b** am Patienten **4** angeschlossen. Über die Messleitung **22a** erfasst der Patientenmonitor **6** ständig den aktuellen Blutdruckwert **24** und über die Messleitung **22b** das EKG **26** des Patienten **4**. Der Patientenmonitor **6** wertet das EKG **26** in nicht näher erläuteter Weise derart aus, dass er an einem EKG-Triggereingang **28** ein für die Lithotripsie geeignetes Triggersignal **30** zur Verfügung stellt, so dass der Schalter **18** nur in Zeitpunkten geschlossen werden kann, wenn die Auslösung der Ultraschallstoßwelle **20** ungefährlich für den Patienten **4** bezüglich dessen Herzrhythmus ist.

[0027] In einer herkömmlichen Lithotripsieanlage nach dem Stand der Technik wäre der EKG-Triggereingang **28** direkt mit dem EKG-Triggereingang **12** des Lithotripters verbunden, wobei durch die Übertragung des EKG-Triggersignals **30** wie oben erwähnt, sichergestellt ist, dass eine Auslösung einer Ultraschallstoßwelle **20** nur in einer unkritischen bzw. gefahrlosen Phase des Herz-Rhythmus des Patienten **4** erfolgt. Das EKG-Triggersignal muss deshalb am EKG-Triggereingang **12** notwendigerweise anliegen, damit die Ultraschallstoßwelle **20** ausgelöst wird. Mit anderen Worten: Über den geöffneten Schalter **18** wird die Auslösung einer Ultraschallstoßwelle **20** unterdrückt, solange kein EKG-Triggersignal **30** am EKG-Triggereingang **12** anliegt. Das EKG-Triggersi-

gnal **30** wird vom Patientenmonitor **6** aus dem EKG **26** in nicht näher erläuteter Weise gebildet.

[0028] Entgegen einer herkömmlichen Lithotripsieanlage wertet der dargestellte Patientenmonitor **6** neben dem EKG **26** zusätzlich den Blutdruckwert **24** aus. Hierfür wird der Blutdruckwert **24** mit einem Schwellwert **32** verglichen. Am Blutdruckausgang **34** stellt der Patientenmonitor **6** so ein Blutdrucksignal **36** zur Verfügung.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt ein zeitliches Diagramm verschiedener Kenngrößen für die Lithotripsiebehandlung des Patienten **4** aus [Fig. 1](#). Auf der Abszisse in [Fig. 2](#) ist hierbei die Behandlungszeit des Patienten **4** in Min. ab Behandlungsbeginn aufgetragen. Für den zeitlichen Verlauf von Blutdruckwert **24** und Schwellwert **32** gilt die linke Ordinatenkala, nämlich systolische Blutdruckwerte in mmHg.

[0030] Angepasst an den Patienten **4** ist im Beispiel ein Schwellwert **32** von 140 mmHg gewählt, oberhalb dessen keine Behandlung des Patienten **4** mit Stoßwellen **20** stattfinden darf, um das Risiko einer gesundheitlichen Gefährdung zu minimieren. Der Schwellwert **32** ist im Patientenmonitor **6** jedoch auch auf andere Werte beliebig einstellbar. Zu Beginn der Behandlung weist der Patient **4** einen Blutdruck von 110 mmHg auf, welcher innerhalb der ersten beiden Minuten auf 140 mmHg ansteigt. In den Zeiträumen 2–5 Min., 7–8,2 Min. und über 10 Min. ist der Blutdruckwert **24** größer oder gleich 140 mmHg, weshalb in diesen Zeitbereichen keine Lithotripsie am Patienten statt finden darf.

[0031] Der Patientenmonitor **6** leitet aufgrund des Schwellwertes **32** aus dem Blutdruck **24** das Blutdrucksignals **36** ab, dessen zeitlicher Verlauf in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Das Blutdrucksignals **36** nimmt deshalb abwechselnd die beiden Schaltzustände „A = Blutdruck zu hoch“ und „B = Blutdruck in Ordnung“ ein.

[0032] Für das Blutdrucksignal **36** gilt die Skala der rechten Ordinate, nämlich die Signalzustände A und B. Der Schaltzustand B des Blutdrucksignals **36** ist folglich nur in den Zeiträumen 0–2 Min., 5–7 Min. und 8,2–10 Min. gültig. In der restlichen Zeit befindet sich das Schaltsignal im Signalzustand A.

[0033] Im Gegensatz zur oben erwähnten direkten Verschaltung des EKG-Triggereingangs **28** mit dem EKG-Triggereingang **12** gemäß dem Stand der Technik ist das Stoßwellensystem **2** erfindungsgemäß mit einem Vorschaltgerät **38** ausgerüstet, welches selbst über einen eigenen EKG-Triggereingang **42** und einen Ausgang **44** verfügt. Zusätzlich verfügt das Vorschaltgerät **38** über einen Blutdruckeingang **40**. Im Vorschaltgerät **38** werden Blutdrucksignal **36** und EKG-Triggersignal **30** im vorliegenden Fall UND-ver-

knüpft und daraus ein Triggersignal **46** erzeugt. Das Triggersignal **46** wird also derart gebildet, dass ein EKG-Triggersignal **30** nur dann im Triggersignal **46** enthalten ist bzw. durch das Vorschaltgerät **38** durchgeschaltet wird, wenn gleichzeitig das Blutdrucksignal **36** den Schaltzustand A annimmt. Somit entsteht nur dann ein Triggersignal **46**, welches den Lithotripter **8** zur Auslösung von Ultraschallstoßwellen **20** führt, wenn zum einen der Blutdruck **24** des Patienten unter 140 mmHg liegt, also unkritisch ist (Blutdrucksignal **36** liegt an bzw. ist aktiv), und zum anderen ein günstiger bzw. erlaubter Schusszeitpunkt bezüglich des EKG **26** erreicht ist (EKG-Triggersignal **30** liegt an bzw. ist aktiv). Somit wird die Ultraschallschussauslösung zu solchen Zeiten unterdrückt, in welchen der Blutdruckwert **24** des Patienten **4** oberhalb der kritischen Grenze von 140 mmHg liegt. Das Vorschaltgerät **38** ist hierbei konfigurierbar. In alternativen Ausführungsformen kann so anstelle der o. g. UND-Verknüpfung auch nur der Blutdruckeingang **40** oder nur der EKG-Triggereingang **42** ausgewertet werden.

[0034] Das Vorschaltgerät **38** fungiert somit im Stoßwellensystem **2** als Steuer- und Auswerteeinheit, welche das Blutdrucksignal **36** als Eingangssignal auswertet. Das Blutdrucksignal **36** ist über den Schwellwert **32** mit dem Blutdruckwert **24** des Patienten **4** korreliert. Über die erwähnte UND-Verknüpfung im Vorschaltgerät **38** und die Übermittlung des Triggersignals **46** zum Lithotripter **2** steuert so das Vorschaltgerät **38** über den Schalter **18** den Stoßwellenkopf **10** in Abhängigkeit des Blutdrucksignals **36**.

[0035] Alternativ kann anstelle eines externen Vorschaltgerätes **38**, dessen Funktion auch intern, z. B. in der Anlagensteuerung **14**, realisiert sein.

[0036] [Fig. 3](#) zeigt die Lithotripsieanlage aus [Fig. 1](#) in einer alternativen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform mit einem alternativen Stoßwellensystem **2**. Hier ist abweichend von der Erfindung kein externes Vorschaltgerät **38** vorgesehen, dafür der Lithotripter **8** gegenüber dem Ausführungsbeispiel in [Fig. 1](#) verändert. Anstelle eines EKG-Triggereingangs **12** verfügt der Lithotripter **8** nämlich über eine Datenschnittstelle **50**, z. B. eine Ethernet-, serielle, USB-, CAN-, Bluetooth- oder parallele Schnittstelle, sowie einen an der Anlagensteuerung **14** angeschlossenen Bildschirm **52** und eine Tastatur **54**. Auch wirkt die Anlagensteuerung **14**, angedeutet durch den Pfeil **16**, nicht über einen bloßen Schalter **18**, sondern über eine Steuereinheit **56** auf den Stoßwellenkopf **10** und damit die Ultraschallstoßwelle **20** ein. In der Steuereinheit **56** kann nicht nur die Stoßwelle **20** ein- und ausgeschaltet bzw. deren Auslösung blockiert werden, sondern Betriebsparameter der Stoßwelle, wie z. B. deren Schussfrequenz und Energiestufe gesteuert werden.

[0037] Der Patientenmonitor **6** nimmt, wie in **Fig. 1**, vom Patienten **4** EKG **26** und Blutdruckwert **24** auf. Im Gegensatz zu **Fig. 1** findet jedoch im Patientenmonitor **6** keine Verarbeitung dieser Daten statt, sondern EKG **26** und Blutdruckwert **24** werden direkt an der Ethernet-Schnittstelle **58** zur Verfügung gestellt und über ein Ethernetkabel **60**, welches diese mit der Ethernet-Schnittstelle **50** verbindet, zum Lithotripter **8** bzw. der Anlagensteuerung **14** übertragen.

[0038] In der Anlagensteuerung **14** wird das EKG **26** des Patienten **4** in oben umrissener bekannter Weise ausgewertet, um die Stoßwelle **20** mit dem Herzrhythmus des Patienten **4** zu synchronisieren. Darüber hinaus wird der Blutdruckwert **24** wie in **Fig. 1** mit dem Schwellwert **32**, aber zusätzlich mit dem Hysteresewert **62** verglichen. So wird in der Anlagensteuerung **14** ein dem Blutdrucksignal **36** entsprechendes Blutdrucksignal **64** gebildet, welches wiederum die Schaltzustände „C – Blutdruck zu hoch“ und „D – Blutdruck in Ordnung“ annimmt. Der Schwellwert **32** liegt unverändert bei 140 mmHg und der Hysteresewert **62** bei 130 mmHg.

[0039] Beginnend bei unkritischen Werten des Blutdrucks **24** zum Zeitpunkt 0, also zum Beginn der Lithotripsie des Patienten **4**, ist die Ultraschallbestrahlung im Schaltzustand D des Blutdrucksignals **64** bis zum Zeitpunkt 2 Min erlaubt, d. h. sie erfolgt durch das EKG **26** synchronisiert mit der Herzfrequenz des Patienten **4**. Im Gegensatz zum Blutdrucksignal **36** wechselt daraufhin das Blutdrucksignal **64** erst wieder in den Schaltzustand D, wenn der Blutdruck **25** unter den Hysteresewert **62** abgesunken ist, und nicht, wenn er wieder unter den Schwellwert **32** sinkt. Dieses ist erst nach 8,4 Min der Fall. Der weitere zeitliche Verlauf des Blutdrucksignals **64** ist wieder mit dem des Blutdrucksignals **36** identisch.

[0040] Während der gesamten Lithotripsiebehandlung wird dem nicht dargestellten Arzt am Monitor **52** z. B. ein Diagramm gemäß **Fig. 2** mit dem zeitlichen Verlauf des Blutdrucks **24**, des Schwellwerts **32** und des Hysteresewerts **62** angezeigt.

[0041] Alternativ zur eben beschriebenen Ausführungsform kann in der Anlagensteuerung **14** auch vorgesehen sein, die Schussauslösung der Ultraschallstoßwelle **20** durch die Anlagensteuerung **14** nur zu unterbinden, aber nicht wieder automatisch zu erlauben bzw. freizugeben. Dies ist durch das alternative, in der Anlagensteuerung erzeugte Blutdrucksignal **66** in **Fig. 2** dargestellt.

[0042] Auch hier erfolgt die Unterbindung der Schussauslösung nach 2 Min. durch den Wechsel vom Schaltzustand F „Blutdruck in Ordnung“ in den Schaltzustand E „Blutdruck zu hoch“, der jedoch erst wieder aufgehoben wird, wenn der behandelnde Arzt an der Tastatur **54** die Wiederaufnahme der Schuss-

auslösung quittiert. In **Fig. 2** erfolgt dies durch die Quittierung **68** nach 8,8 Min., welche von der Tastatur **54** zur Anlagensteuerung **14** übertragen wird.

[0043] Neben den genannten Möglichkeiten sind in der Anlagensteuerung **14** neben dem Wechsel zwischen Erlauben und Unterbinden der Schussauslösung der Ultraschallstoßwelle **20** alternativ auch komplexere Eingriffe bezüglich der Ultraschallstoßwelle **20** möglich. So können beispielsweise mehrere Schwellwerte **32** und Hysteresewerte **62** festgelegt werden, bei deren Über- oder Unterschreitung z. B. die Schussfrequenz oder die Energiestufe der Ultraschallstoßwelle **20** sukzessive in Abhängigkeit des Blutdruckwertes **24** verändert werden. Hierzu steuert die Anlagensteuerung in Abhängigkeit der Eingangssignale Blutdruckwert **24** und EKG **26** die Steuereinheit **56** an. Die Schwellwerte **32** zur Reduzierung der Energiestufe oder Reduzierung der Schussfrequenz sollten sinnvollerweise niedriger liegen als der Schwellwert **32** zum Abschalten der Ultraschallstoßwelle **20**. So kann ein eskalatorisches Verfahren durchgeführt werden, um den Patienten bei steigendem Blutdruckwert **24** zunehmend schonender durch Ultraschallstoßwellen **20** zu behandeln und diese erst bei Erreichen einer kritischen Obergrenze gänzlich abzuschalten. Eine eskalatorische Regelung ist vor allem deshalb sinnvoll, da die Lithotripsie eines Patienten **4** zu lange dauert, wenn die Schussauslösung der Ultraschallstoßwelle zu oft oder zu lange blockiert wird.

[0044] Auf dem Monitor **52** können dem Arzt außerdem Zusatzinformationen, z. B. blinkende Warnsignale beim Annähern des Blutdruckwertes **24** an einen Schwellwert **32** angezeigt werden. Hierauf kann der Arzt durch Eingabe an der Tastatur **54** selbständig die Stoßwellenbehandlung bzw. deren Parameter nach seinem Erfahrungswissen beeinflussen, noch bevor die Anlagensteuerung **14** automatisch patientenschonende Maßnahmen z. B. in Form der Reduzierung der Energiestufe der Ultraschallstoßwelle **20** durchführt.

[0045] Alternativ kann z. B. auf den Patientenmonitor **5** verzichtet werden. Dessen Funktionalität, z. B. die Messung von EKG **26** und Blutdruck **24** ist dann in den Lithotripter, z. B. in die Anlagensteuerung **14**, mit direktem Anschluss der Sensoren an den Lithotripter, mit direkter Anschaltung der Sensoren an den Lithotripter, integriert. Die Auswertung erfolgt wie oben. In **Fig. 1** ist dies durch die Linie **70** dargestellt.

Patentansprüche

1. Stoßwellensystem (**2**) mit einer Stoßwellenquelle (**10**) zur Behandlung eines Patienten (**4**) mit einer Stoßwelle (**20**), mit einem einen EKG-Triggeringang (**12**) aufweisenden Grundgerät (**8**), und mit einem am EKG-Triggergang (**12**) anschließbaren

Vorschaltgerät (38), wobei das Vorschaltgerät (38) einen Eingang (40) für ein Eingangssignal (36), das mit dem während der Behandlung ermittelten Blutdruckwert (24) des Patienten (4) korreliert ist, und einen EKG-Triggereingang (42) aufweist, mit einer Steuer- und Auswerteeinheit zum Auswerten des Eingangssignals (36) und zum Steuern der Stoßwellenquelle (10) in Abhängigkeit des Eingangssignals (36), wobei das Vorschaltgerät (38) als Steuer- und Auswerteeinheit fungiert, und das Vorschaltgerät (38) derart konfigurierbar ist, dass der Eingang (40) und/oder der EKG-Triggereingang (42) ausgewertet werden.

2. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 1, mit einer Anlagensteuerung (14), bei der das Vorschaltgerät (38) in der Anlagensteuerung (14) realisiert ist.

3. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Eingangssignal (36) ein vom Blutdruckwert (24) abhängiges Ja-Nein-Signal ist.

4. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Eingangssignal (36) ein den Blutdruckwert (24) widerspiegelndes Signal ist.

5. Stoßwellensystem (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem einen Schwellwert (32) für den Blutdruckwert (24) aufweisenden Schwellwertschalter.

6. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 5, bei dem der Schwellwert (32) einstellbar ist.

7. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 5 oder 6, mit einer Signalisierungseinrichtung (52) zum Anzeigen des Annäherns oder Erreichens des Blutdruckwertes (24) an den Schwellwert (32).

8. Stoßwellensystem (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem der Schwellwertschalter einen Hysteresewert (62) für den Blutdruckwert (24) aufweist.

9. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 8, bei dem der Hysteresewert (62) einstellbar ist.

10. Stoßwellensystem (2) nach Anspruch 8 oder 9, mit einer Signalisierungseinrichtung (52) zum Anzeigen des Annäherns oder Erreichens des Blutdruckwertes (24) an den Hysteresewert (62).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

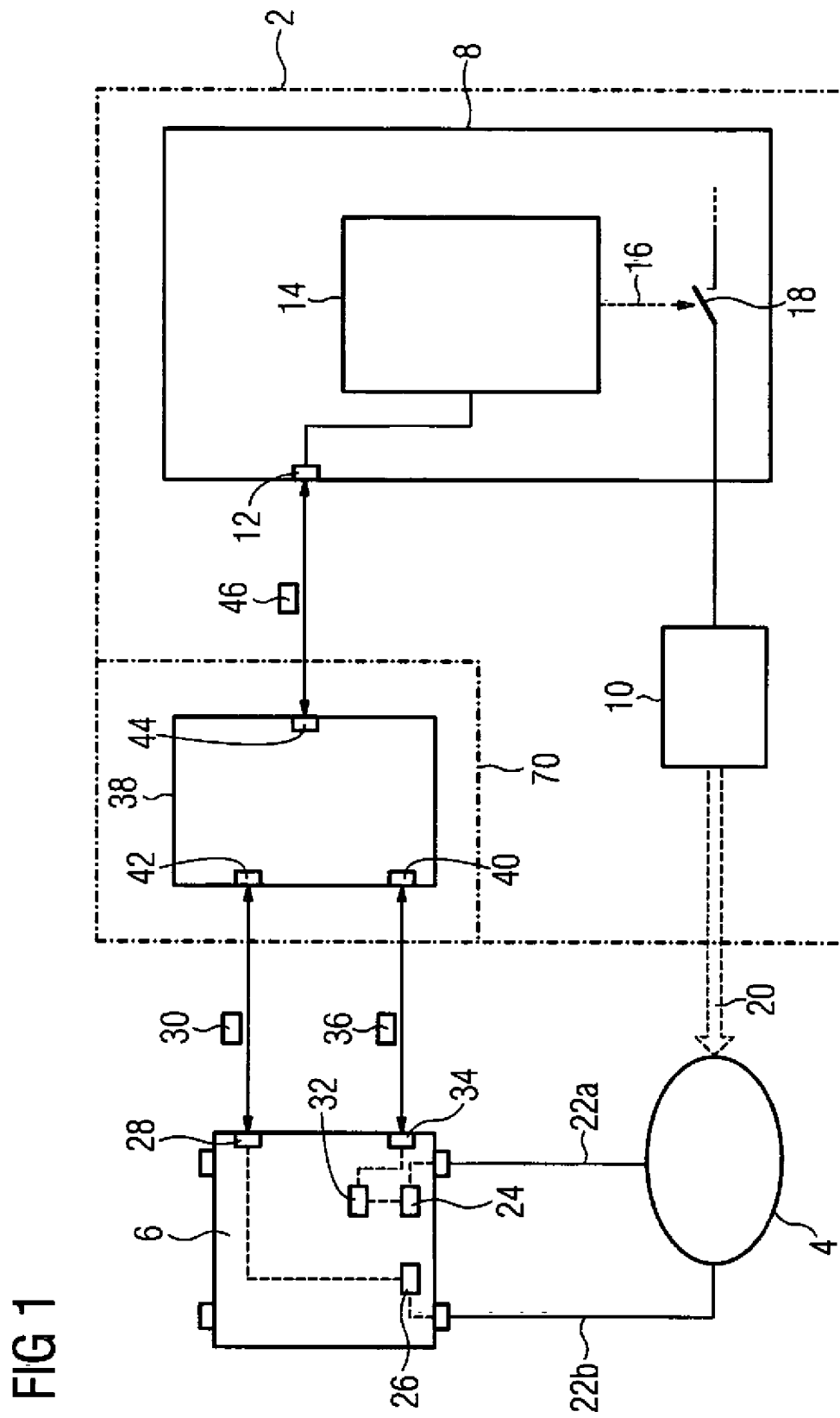
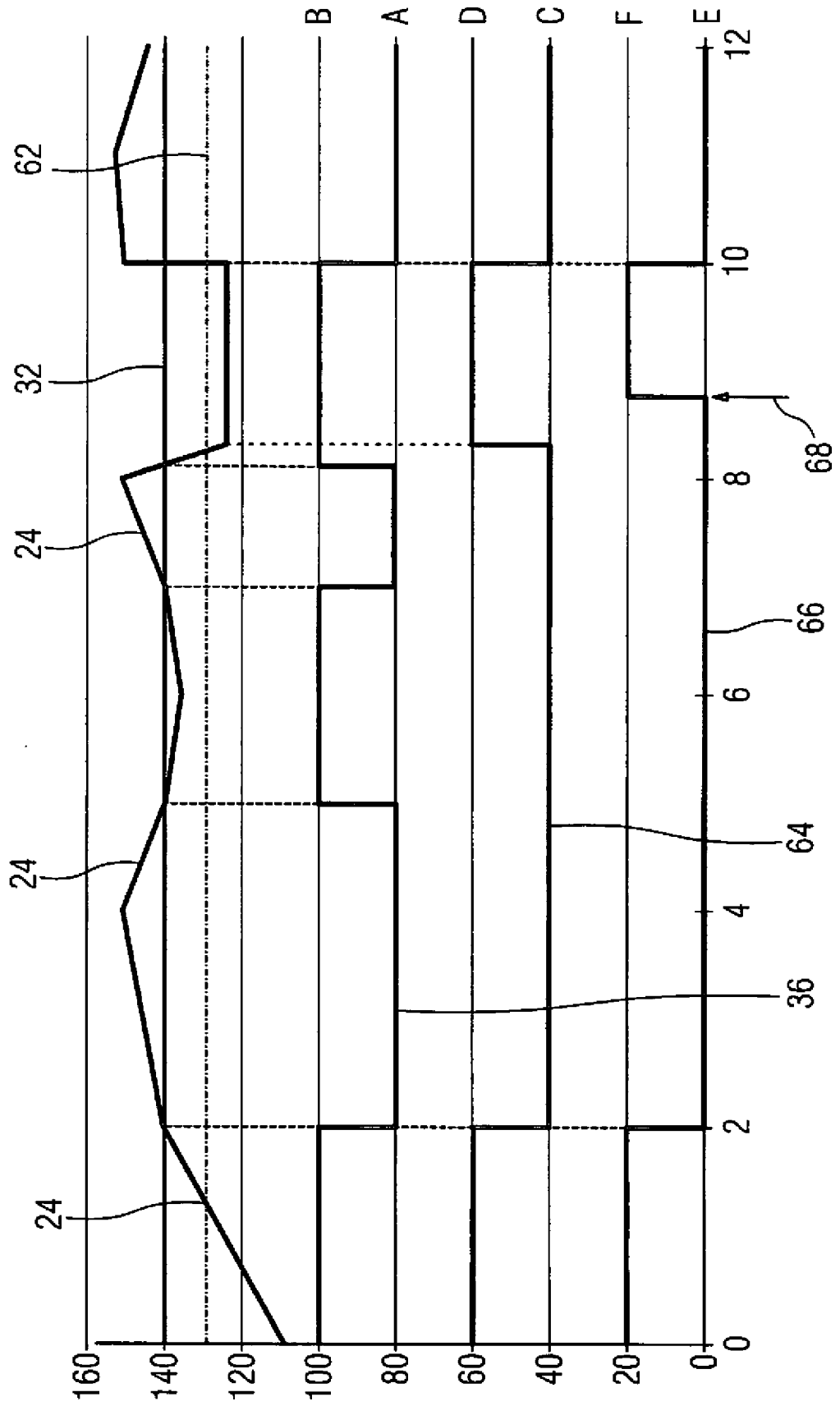


FIG 1

FIG 2



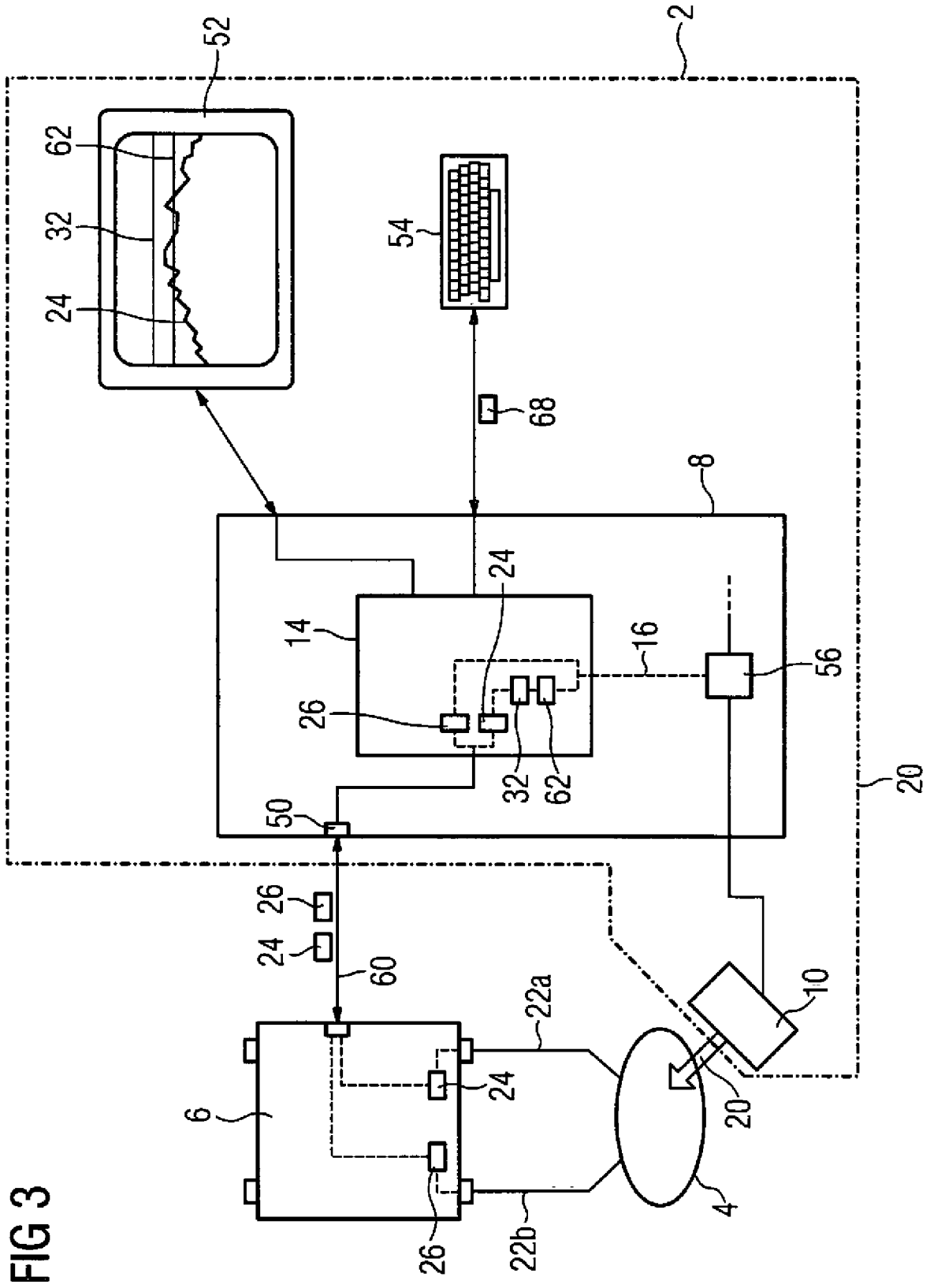


FIG 3