



(10) **DE 101 37 891 B4** 2014.07.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **101 37 891.2**
(22) Anmeldetag: **02.08.2001**
(43) Offenlegungstag: **11.07.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.07.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 5/0245 (2006.01)**
A61B 5/0255 (2006.01)

Innerhalb von neun 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).

(30) Unionspriorität:
09/632,271 03.08.2000 US

(72) Erfinder:
Shine, David Jonathan, Hamden, Conn., US

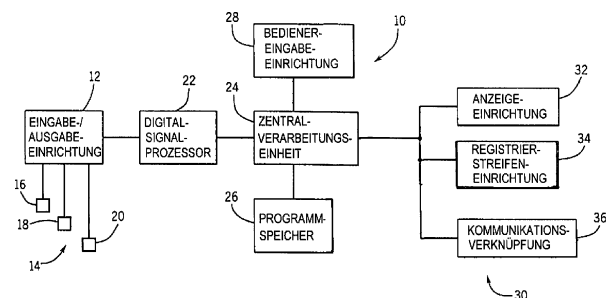
(73) Patentinhaber:
GE Marquette Medical Systems, Inc., Milwaukee, Wis., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 5 123 420 A

(74) Vertreter:
TBK, 80336, München, DE

(54) Bezeichnung: **Herzschlag-Übereinstimmungserfassung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren (50) zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit den Schritten Empfangen (52) eines ersten und eines zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle, Erfassen (52) erster Herzschlagauftretszeitpunkte (90, 96) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (90, 96) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist, Erfassen (52) zweiter Herzschlagauftretszeitpunkte (92, 98) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (92, 98) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist, und Vergleichen der Zeiten der ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung, wobei der Vergleichsschritt eine Berechnung (56) einer Vielzahl von Zeitverschiebungen zwischen den ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkten und eine Berechnung (62) eines Jitters zwischen einer ersten Zeitverschiebung und einer zweiten Zeitverschiebung umfasst.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein medizinische Systeme und Verfahren zur Überwachung eines Herzschlags. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere medizinische Systeme und Verfahren zur Überwachung eines ersten und zweiten Herzschlags und die Erfassung einer Übereinstimmung.

[0002] Medizinische Überwachungseinrichtungen werden auf dem Gebiet der Patientendiagnose und Fürsorge immer wichtiger. Neue Technologien bieten Patientenbetreuern verschiedene alternative Möglichkeiten zur Durchführung der Aufgaben, die für die Bedürfnisse ihrer Patienten notwendig sind.

[0003] Gemäß einem Beispiel wird der Herzschlag eines Fötus in der Gebärmutter während einer Untersuchung oder während der Geburt überwacht. Die Gesundheit und das Wohlfühlen des Fötus kann durch Untersuchung des Fötusherzschlags überwacht werden. Messwandler sind am oder nahe dem Fötus zur Überwachung des Fötusherzschlags positioniert und sind mit Leitungen mit einem Computer in der Nähe zur Anzeige und/oder Diagrammbildung verbunden.

[0004] Allerdings ist die vorhandene Technologie bezüglich des Messwandelentwurfs und der Anordnung fehlerträchtig, wie bezüglich Rauschen, Mehrwegeausbreitung und andere Signalstörungen. Ein besonders unangenehmer Fehler ist die Tendenz des Fötusmesswandlers zur Erfassung des Herzschlags der Mutter anstelle des des Fötus. Wird der Herzschlag der Mutter als der des Fötus aufgezeichnet und dargestellt (beispielsweise auf einem Monitor oder einem Registrierstreifen), riskiert der Betreuer eine falsche oder ungenaue Diagnose.

[0005] Die korrekte Positionierung des Fötusmesswandlers kann den Herzschlag der Mutter vermeiden, während der Fötusherzschlag erfasst wird. Allerdings ist es nicht einfach, zu identifizieren, wann der Fötusmesswandler korrekt positioniert ist. Eine vorgeschlagene Lösung ist ein Fötusmonitor, der Herzfrequenzspuren des Fötus und der Mutter aufzeichnen kann. Die Herzfrequenzen werden auf einem Diagramm verfolgt, und stimmen die Herzfrequenzen überein, wird ein Warnsignal erzeugt. Ein Nachteil dieser vorgeschlagenen Lösung besteht darin, dass die Herzfrequenzen von zwei unterschiedlichen Quellen sich weitgehend verändern können, selbst wenn sie sich manchmal überkreuzen, was insbesondere während der Geburt eines Kindes zutrifft. Des weiteren muss ein Schwellenwert um ein Herzfrequenzsignal (beispielsweise ± 5 Schläge pro Minute) errichtet werden, das unter einigen Umständen nicht präzise identifiziert, ob die falsche Herzfrequenz überwacht wird.

[0006] Aus der US 5 123 420 A ist ein Wehenschreiber bekannt, der eine Herzfrequenzlinie eines Fötus und eine zweite Herzfrequenzlinie der Mutter oder eines zweiten Fötus vorzugsweise pro Herzschlag aufzeichnen kann. Eine Übereinstimmung zwischen Herzfrequenzlinien wird durch einen direkten oder indirekten Vergleich der zwei Linien und einen Vergleich des Unterschieds mit einem vordefinierten oder adaptiven Grenzwert erfasst. Falls eine Übereinstimmung erfasst wird, wird ein Warnsignal ausgegeben.

[0007] Es besteht das Bedürfnis nach einem System und einem Verfahren zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, das Unsicherheiten bezüglich der Herzfrequenzerzeugung und -überwachung vermeidet. Des weiteren besteht Bedarf an einem System und Verfahren, die präzise sind, und eine verbesserte Übereinstimmungserfassung in einem kürzeren Zeitabschnitt liefern. Ferner werden ein System und Verfahren benötigt, die einen höheren Grad an Sicherheit bei der Übereinstimmungserfassung liefern. Das System und Verfahren wären ferner vielseitiger als herkömmliche Systeme.

[0008] Erfindungsgemäß sind Verfahren und Systeme wie in den beiliegenden Patentansprüchen definiert ausgestaltet.

[0009] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Abschnitte bezeichnen. Es zeigen:

[0010] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Herzschlagübereinstimmungserfassungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0011] Fig. 2A bis Fig. 2B Ablaufdiagramme eines Verfahrens zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0012] Fig. 3 eine graphische Darstellung mehrerer Schritte des Verfahrens in Fig. 2A,

[0013] Fig. 4 eine Bildschirmanzeige, die einen Übereinstimmungsstatus liefert, gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

[0014] Fig. 5 einen Abschnitt eines Registrierstreifens, der einen Übereinstimmungsstatus liefert, gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0015] In Fig. 1 ist ein Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem **10** gezeigt. Das System **10** ist beispielsweise in einem Mutter/Fötus-Monitor der Corometrics 120-Reihe implementiert, die von GE Marquette Medical Systems of Milwaukee, Wisconsin hergestellt wird. Allerdings kann das System **10** auch bei anderen Fötusüberwachungssystemen oder anderen medizinischen Einrichtungen implementiert sein.

[0016] Das System **10** enthält eine Eingabe-/Ausgabeeinrichtung **12**, die über Leitungen oder drahtlos mit einem oder mehreren Messwandlern **14** verbindbar ist. Die Messwandler **14** enthalten einen Fötuserzschlagmesswandler **16** und einen Mutterherzschlagmesswandler **18**, und können ferner zusätzliche Messwandler **20** enthalten. Die Messwandler **14** können jeweils eine Elektrokardiogrammelektrode, Ultraschallmesswandler, Blutdruckmesswandler, Pulsoximetriemesswandler, oder einen anderen Messwandler enthalten, der zur Überwachung der Herzaktivität von einer Herzschlagquelle und zur Erzeugung eines Herzsignals beruhend auf dieser Aktivität eingerichtet ist. Die Eingabe-/Ausgabeeinrichtung **12** enthält einen Anschluss, eine gedruckte Schaltung, oder eine andere Schaltung, die zum Empfangen der Herzsignale von den Messwandlern **14** und zur Zufuhr eines oder mehrerer der Herzsignale zu einem Digitalsignalprozessor **22** eingerichtet ist.

[0017] Der Digitalsignalprozessor **22** ist eine integrierte Schaltung oder eine andere Schaltung, die zum Empfangen analoger Signale von den Messwandlern **14**, zur Digitalisierung dieser und zur Erfassung von Herzschlägen bei den Herzsignalen eingerichtet ist. Der Digitalsignalprozessor **22** enthält einen Prozessor und einen Programmspeicher zur Durchführung dieser Aufgaben, kann aber auch beliebige erforderliche Schaltungselemente enthalten, wie diskrete Komponenten, eine programmierbare Logik, usw. Der Digitalsignalprozessor **22** führt einer Zentralverarbeitungseinheit **24** (beispielsweise einem Mikroprozessor von INTEL oder MOTOROLA, oder einer anderen Verarbeitungsschaltung) einen Prioritätsinterrupt jedes Mal dann zu, wenn ein Herzschlag erfasst wird. Die Zentralverarbeitungseinheit **24** lässt einen im Programmspeicher **26** gespeicherten Herzschlagübereinstimmungserfassungsalgorithmus jedes Mal dann laufen, wenn der Prioritätsinterrupt vom Digitalsignalprozessor **22** empfangen wird. Der Algorithmus wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 2A und Fig. 2B beschrieben. Gemäß einem alternativen Aufbau können der Digitalsignalprozessor **22** und die Zentralverarbeitungseinheit **24** auf einer integrierten Schaltung hergestellt sein. Alternative Verfahren und Systeme der Herzschlagerfassung sowohl der Fötuserzschläge als auch der Mutterherzschläge können im System **10** verwendet werden.

[0018] Das System **10** enthält ferner eine Bedieneringabeeinrichtung **28**, die Tastenblöcke, Schalter, Drehscheiben, eine Sensorschirmschnittstelle, und/oder andere Einrichtungen enthält, die zum Empfangen eingegebener Daten von einem Betreuer oder anderen Bediener eingerichtet sind. Das System **10** enthält ferner eine oder mehrere Ausgabeeinrichtungen **30**, wie eine Anzeigeeinrichtung **32**, eine Registrierstreifeneinrichtung **34** und/oder eine Kommunikationsverknüpfung **36**, die mit der Zentralverarbeitungseinheit **24** verbunden ist, und eine erforderliche Schnittstellenschaltung enthält. Die Zentralverarbeitungseinheit **24** erzeugt Ausgangssignale, wie Anzeigesignale, beruhend auf dem im Programmspeicher **26** gespeicherten Herzschlagübereinstimmungserfassungsalgorithmus und führt diese Ausgangssignale einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen **30** zu.

[0019] Es folgt eine Darstellung einer Herzschlagübereinstimmungsvergleichsmatrix.

Modus	F _{1EKG}	F _{1US}	F _{2US}	M _{EKG}	M _{SpO2}	M _{BD}
F _{1EKG}	X	JA	JA	JA	JA	NEIN
F ₁	JA	X	JA	JA	JA	NEIN
F _{2US}	JA	JA	X	JA	JA	NEIN
M _{EKG}	JA	JA	JA	X	NEIN	NEIN
M _{SpO2}	JA	JA	JA	NEIN	X	NEIN
M _{BD}	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	X

[0020] Der Herzschlagübereinstimmungsalgorithmus in den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** ist zum Vergleich der Herzschläge bei 2 oder mehr Herzsignalen und zur Bestimmung eingerichtet, ob die Herzschläge eine Übereinstimmung zeigen. Die vorstehend angeführte Matrix veranschaulicht die Messwandler, die durch das System und Verfahren des Ausführungsbeispiels verglichen werden können. Beispielsweise wird ein Fötuselektrokardiogrammsignal ($F_{1\text{EKG}}$) mit einem Mutterelektrokardiogrammsignal (M_{EKG}), wie durch das Wort "JA" in dem Diagramm gezeigt, verglichen. Allerdings wird ein Fötuselektrokardiogrammsignal ($F_{1\text{EKG}}$) nicht mit einem Mutterblutdrucksignal (M_{BD}), wie durch das Wort "NEIN" in dem Diagramm angezeigt, verglichen. Die Symbole $F_{1\text{EKG}}$, $F_{1\text{US}}$ (Fötusultraschallsignal 1), $F_{2\text{US}}$ (Fötusultraschallsignal 2), M_{EKG} , M_{SpO_2} (Mutterpulsoximetriemesswandler) und M_{BD} entsprechen Anschlüssen der Eingabe-/Ausgabeeinrichtung **12**, die zum Empfangen von Herzsignalen von den entsprechenden Messwandlern eingerichtet sind. Somit wird $F_{1\text{EKG}}$ nicht mit $F_{1\text{EKG}}$ wie durch "X" angezeigt verglichen, da lediglich ein Anschluss am System **10** für diesen Messwandler verfügbar ist. Ferner wird angemerkt, dass der Mutterblutdrucksensor nicht bei diesem Ausführungsbeispiel zum Vergleich mit einem anderen Signal verwendet wird. Andere alternative Konfigurationen dieser Matrix werden in Abhängigkeit von den Möglichkeiten des Systems ins Auge gefasst.

[0021] In den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** ist ein Herzschlagübereinstimmungserfassungsverfahren **50** gemäß einem Ausführungsbeispiel gezeigt. Das Verfahren **50** ist im System **10** als Software funktionsfähig, kann aber alternativ über diskrete Schaltungselemente oder andere programmierbare Elemente funktionsfähig sein. In Schritt **52** werden Herzsignale auf zwei Kanälen, dem Kanal 1 und dem Kanal 2 überwacht. Wird das Auftreten eines Herzschlags bei einem der Kanäle 1 oder 2 erfasst, wird das Auftreten des Herzschlags registriert und erhält einen Zeitstempel. HBT1 und HBT2 in **Fig. 2A** zeigen jeweils die Herzschlagzeitstempel für ein am Kanal 1 erfasstes Auftreten eines Herzschlags und ein am Kanal 2 erfasstes Auftreten eines Herzschlags an. Wird ein Herzschlagauftreten beim anderen der zwei Kanäle erfasst, geht das Verfahren zu Schritt **54** über. Ein Herzschlagauftreten bei einem der Kanäle 1 und 2 gefolgt von einem Herzschlagauftreten bei dem anderen der Kanäle 1 und 2 wird nachstehend als Zyklus bezeichnet.

[0022] In Schritt **54** identifiziert das Verfahren, ob das Auftreten der Herzschläge bei den Kanälen 1 und 2 eine 1:1-Übereinstimmung hat. Das heißt, in Schritt **54** berechnet das Verfahren, ob die Anzahl der Herzschlagauftrittszeiten von einem der Kanäle 1 und 2 zweimal zwischen aufeinanderfolgenden Herzschlagauftrittszeiten in dem anderen Kanal auftritt. Wird eine Übereinstimmung größer oder kleiner als 1:1 gefunden, geht das Verfahren zu Schritt **55** über. Hat in Schritt **55** der Kanal 1 (der den Fötuser Herzschlag bei diesem Ausführungsbeispiel darstellt) mehr als einen Herzschlag für einen Herzschlag des Kanals 2 (der den Mutterherzschlag bei diesem Ausführungsbeispiel darstellt), geht das Verfahren zu Schritt **68** über. Hat der Kanal 1 weniger als einen Herzschlag für einen Herzschlag des Kanals 2, geht das Verfahren zu Schritt **72** (**Fig. 2B**) über. Zeigen die Herzschlagauftrittszeiten mehr oder weniger als eine 1:1 Übereinstimmung, kann das Verfahren direkt ein Divergenzsignal erzeugen, was nachstehend bezüglich Schritt **82** beschrieben ist.

[0023] Wurde ein Zyklus von Herzschlagauftrittszeiten erfasst und mit einem Zeitstempel versehen, werden mit jedem Herzschlagauftritt verbundene Zeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung verglichen. Es folgt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Vergleichen von Herzschlagauftrittszeiten zur Erfassung einer Übereinstimmung, obwohl alternative Verfahren in Erwägung gezogen werden können, die Herzschlagauftrittszeiten verwenden. In Schritt **56** wird eine Zeitverschiebung (beispielsweise eine Phasenverschiebung) zwischen HBT1 und HBT2 berechnet. Dann wird der laufende Jitter zwischen einer Vielzahl von Auftrittszyklen zur Anzeige einer Koinzidenz bzw. Übereinstimmung oder Divergenz bestimmt.

[0024] Bei diesem Ausführungsbeispiel beinhaltet die Bestimmung eines Jitters zwischen den Zyklen das Halten einer Aufzeichnung der minimalen und maximalen Phasenverschiebungen, die zwischen einer Vielzahl von Zyklen auftreten. Daher betrachtet die Jitterbestimmung eine Vielzahl von Zyklen über einen Zeitabschnitt (beispielsweise ein Zeitfenster). Das Zeitfenster hat bei diesem Ausführungsbeispiel eine feste Zeit (beispielsweise drei Sekunden), nachdem die minimalen und maximalen Phasenverschiebungsvariablen rückgesetzt werden, kann aber alternativ von einer Zykluszahl oder allen Zyklen während einer Periode der 1:1-Übereinstimmung abhängen.

[0025] In Schritt **58** wird eine Minimumphasenverschiebungsvariable durch die neue Phasenverschiebung aktualisiert, vorausgesetzt, dass die neue Phasenverschiebung kleiner als die vorherige Minimumphasenverschiebung ist. In Schritt **60** wird eine Maximumphasenverschiebungsvariable durch die neue Phasenverschiebung aktualisiert, vorausgesetzt, dass die neue Phasenverschiebung größer als die vorherige Maximumphasenverschiebung ist. In Schritt **62** wird ein Jitter durch Subtraktion der minimalen Phasenverschiebung von der maximalen Phasenverschiebung berechnet.

[0026] Wurde das Phasenverhältnis einmal durch die Phasenverschiebung und den Jitter charakterisiert, werden diese Daten zur Bestimmung verwendet, ob die Herzschlagauftretszeitpunkte eine Koinzidenz oder Divergenz darstellen. Es werden Maximumjitter- und Maximumphasenverschiebungskriterien angewendet. Somit wird in Schritt **64** der Jitter mit einem Maximumjitterschwellenwert (J) verglichen, und die Maximumphasenverschiebung wird mit einem Maximumphasenverschiebungsschwellenwert (S) verglichen. Der Maximumjitterschwellenwert (J) und der Maximumphasenverschiebungsschwellenwert (S) sind Variablen, und können zur Abstimmung des Algorithmus eingestellt werden. Beispielsweise kann der Maximumjitterschwellenwert (J) auf ungefähr 100 ms oder so niedrig wie ungefähr 1 ms eingestellt werden. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Maximumjitterschwellenwert (J) geringer als die Hälfte des minimalen erwarteten Schlag-zu-Schlag-Intervalls. Beträgt das minimale erwartete Schlag-zu-Schlag-Intervall beispielsweise 200 ms (das heißt es entspricht 300 Schlägen pro Minute), wird der Maximumjitterschwellenwert (J) auf die Hälfte von 200 ms, bzw. auf 100 ms gesetzt. Der Phasenverschiebungsschwellenwert (S) kann auf ungefähr 200 ms oder zwischen einer und 2000 ms eingestellt werden. Alternativ dazu können (J) und (S) auf einen beliebigen Wert in Abhängigkeit von der Anwendung und von Faktoren wie dem Messwandlertyp/der Herzquelle abgestimmt werden.

[0027] Der Maximumphasenverschiebungs- und der Maximumphasenjitterschwellenwert können durch den Algorithmus dynamisch veränderbar oder statisch sein. Der mögliche Bereich der Phasenverschiebung zwischen Kanälen mit einer 1:1-Übereinstimmung zeigenden Signalspitzen ist zu 0–359 Grad definiert, wird aber allgemein als innerhalb 180 Grad liegend erwartet. Im Zeitbereich wäre dies von 0–1999 ms in Abhängigkeit von der Periode zwischen den Herzschlägen von Kanal 1 und Kanal 2. Übereinstimmende Herzschläge am unteren Ende könnten 1999 ms voneinander verschoben auftreten und 359 Grad aus der Phase sein.

[0028] Der Maximumphasenjitter kann als Konstante oder Variable für den Algorithmus definiert sein. Ein Beispiel besteht in der Ausbildung von J als Funktion der maximalen Phasenverschiebung. Beispielsweise ist $J = \max \text{ Verschiebung} / 3$. Bei diesem Beispiel wäre der maximale erlaubbare Jitter für als übereinstimmend zu charakterisierende Schläge 33%.

[0029] Ein Ausführungsbeispiel, das diesen Prinzipien folgt, würde zuerst Schläge von 2 Kanälen als innerhalb einer 359 Grad Phase voneinander liegend charakterisieren, wenn die Schlagregistrierung 1:1 ist. Dann kann innerhalb eines Vergleichsfensters der Jitter, der als Unterschied zwischen der maximalen und minimalen Phasenverschiebung ausgewertet wird, eine qualifizierte Charakteristik der Übereinstimmung sein, wenn er geringer als 33% des Maximums ist. Die maximale Verschiebung kann weiter bei Bedarf im Zeitbereich qualifiziert werden, und wäre eine Funktion, die Systemlatenzen berücksichtigt. Dieses Ausführungsbeispiel verzeiht eher den Grad der Phasenverschiebung, erzwingt aber eine Konsistenz der Phasenbeziehung durch Erlauben lediglich eines minimalen Phasenjitters. Mit diesem Ansatz sollte der maximale Jitterschwellenwert nicht derart implementiert werden, dass er 49% überschreitet.

[0030] Ist der Jitter geringer als der Maximumjitterschwellenwert und die maximale Phasenverschiebung geringer als der Maximumphasenverschiebungsschwellenwert, wird in Schritt **66** ein Übereinstimmungszähler inkrementiert und ein Divergenzzähler dekrementiert. Alternativ dazu wird in Schritt **68** der Übereinstimmungszähler dekrementiert und der Divergenzzähler inkrementiert. Wie durch die Schritte **64**, **66** und **68** gezeigt, bedeuten sowohl ein sich erhöhender Jitter als auch eine außerordentlich hohe Phasenverschiebung eine Divergenz. Ein stabiler Jitter und eine kleinere Phasenverschiebung bedeuten Koinzidenz.

[0031] In Schritt **70** wird die Herzschlagregistrierung rückgesetzt und für die Registrierung eines neuen Zyklus von Herzschlagauftretszeitpunkten vorbereitet.

[0032] In Schritt **72** wird ein Übereinstimmungsindex berechnet. Der Übereinstimmungsindex stellt den Grad der Übereinstimmung bzw. Koinzidenz oder der Divergenz zwischen den Herzschlagauftretszeitpunkten an den Kanälen 1 und 2 über ein Zeitfenster dar, das wie vorstehend beschrieben entweder fest oder variabel ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel enthält das Zeitfenster alle Herzschlagauftretszeitpunkte in einem Dreisekundenfenster. Das Zeitfenster kann zwischen 2 und 100 Herzschlagzyklen enthalten. In Schritt **72** kann der Übereinstimmungsindex beispielsweise als Verhältnis (wie bei diesem Ausführungsbeispiel) oder als Prozentsatz von übereinstimmenden Zyklen berechnet werden.

[0033] In Schritt **74** wird der Übereinstimmungsindex mit Koinzidenz-/Divergenzkriterien (beispielsweise einem Koinzidenztriggerschwellenwert (C)) verglichen, der anzeigt, wenn ein ausreichendes Maß an Übereinstimmung oder Divergenz erfasst wird, um den Bediener zu alarmieren. Die Koinzidenz-/Divergenzkriterien sind variabel und können zur Abstimmung des Algorithmus angepasst werden. Beispielsweise kann der Koinzidenztriggerschwellenwert (C) auf ungefähr 70% der übereinstimmenden Zyklen gesetzt werden, oder auf

näherungsweise 3 übereinstimmende Zyklen pro einem divergenten Zyklus. Alternativ dazu kann (C) zwischen 50% und 90% liegen, oder kann ein anderer Wert in Abhängigkeit von der Anwendung und von Faktoren wie des Messwandlertyps/der Herzquelle sein.

[0034] Erfüllt der Übereinstimmungsindex die Koinzidenz-/Divergenzkriterien, wird ein Zeitgeber für das jeweilige Kriterium gestartet. Fährt der Übereinstimmungsindex fort, die Koinzidenz-/Divergenzkriterien über eine Vielzahl von Herzschlagzyklen für einen vorbestimmten Zeitabschnitt zu erfüllen, wird ein Signal für den Benutzer erzeugt, um dem Benutzer die Übereinstimmung oder Divergenz anzuzeigen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Koinzidenztriggerflag zum Implementieren des Zeitgebers verwendet. Überschreitet in Schritt **74** der Übereinstimmungsindex den Koinzidenztriggerschwellenwert (C), wird das Koinzidenztriggerflag in Schritt **76** dahingehend überprüft, ob es falsch ist. Ist das Koinzidenztriggerflag falsch, wird in Schritt **78** das Koinzidenztriggerflag auf wahr gesetzt, ein Übereinstimmungszeitgeber gestartet und der Algorithmus kehrt zu Schritt **52** zurück. Der Übereinstimmungszeitgeber kann auf 60 sec, zwischen 40 und 80 sec, oder eine andere Zeit in Abhängigkeit von der Anwendung gesetzt sein. Ist das Koinzidenztriggerflag in Schritt **76** nicht falsch, wird in Schritt **80** der Übereinstimmungszeitgeber dahingehend überprüft, ob er abgelaufen ist. Wenn nicht, kehrt der Algorithmus zu Schritt **52** zurück. Wenn ja, wird ein Übereinstimmungssignal in Schritt **82** erzeugt und einer Ausgabeeinrichtung **30** zugeführt.

[0035] Überschreitet in Schritt **74** der Übereinstimmungsindex den Koinzidenztriggerschwellenwert (C) nicht, wird das Koinzidenztriggerflag in Schritt **84** überprüft. Ist das Koinzidenztriggerflag wahr, wird in Schritt **86** das Koinzidenztriggerflag auf falsch gesetzt, ein Divergenzzeitgeber gestartet und der Algorithmus kehrt zu Schritt **52** zurück. Der Divergenzzeitgeber kann auf 5 sec, zwischen 1 und 10 sec oder auf eine andere Zeit in Abhängigkeit von der Anwendung gesetzt sein. Ist das Koinzidenztriggerflag nicht wahr, wird in Schritt **88** der Divergenzzeitgeber dahingehend überprüft, ob er abgelaufen ist. Wenn nicht, kehrt der Algorithmus zu Schritt **52** zurück. Wenn ja, wird ein Divergenzsignal in Schritt **82** erzeugt und einer Ausgabeeinrichtung **30** zugeführt.

[0036] Überschreitet der Übereinstimmungsindex im Betrieb den Koinzidenzindextriggerschwellenwert (C) für eine vorbestimmte Zeit (das heißt die Dauer des Übereinstimmungszeitgebers), wird ein Übereinstimmungsindiz an einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen **30** erzeugt. Liegt der Übereinstimmungsindex unter dem Koinzidenzindextriggerschwellenwert (C) für eine vorbestimmte Zeit (das heißt die Dauer des Divergenzzeitgebers), wird ein Divergenzindiz an einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen **30** erzeugt. Gemäß einer Alternative wird ein Divergenzindiz lediglich den Ausgabeeinrichtungen **30** zugeführt, wenn ein Koinzidenzindiz zuvor den Ausgabeeinrichtungen **30** zugeführt wurde. Diese Alternative ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Registrierstreifen verwendet wird, da dem Benutzer kein Indiz zugeführt werden muss, wenn die Herzschlagauftretszeitpunkte divergieren, wenn nicht ein vorheriges Indiz die Koinzidenz der Herzschlagauftretszeitpunkte angezeigt hat.

[0037] Gemäß **Fig. 3** zeigt ein Diagramm **89** die Arbeitsweise eines Teils des Herzschlagübereinstimmungserfassungsalgorithmus in **Fig. 2A**. Das Auftreten eines Herzschlags am Kanal 1 ist am Auftrittspunkt **90** gezeigt. Das Auftreten eines Herzschlags am Kanal 2 ist am Auftrittspunkt **92** gezeigt. Die Phasenverschiebung bzw. die Zeitverschiebung zwischen den Auftrittspunkten **90** und **92** ist durch den Zeitabschnitt **94** dargestellt. Die X-Achse des Diagramms stellt die Echtzeit in Millisekunden (ms) dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Phasenverschiebung zwischen den Auftrittspunkten **90** und **92** 150 ms, wie gezeigt.

[0038] Im Betrieb aktualisiert der Algorithmus zuerst die maximalen und minimalen Phasenverschiebungswerte mit dem neuen Phasenverschiebungswert von 150 ms. Ein nachfolgendes Auftreten eines Herzschlags **96** wird am Kanal 1 empfangen, und ein weiteres folgendes Auftreten eines Herzschlags **98** wird am Kanal 2 empfangen. Es ist anzumerken, dass die 1:1-Entsprechung zwischen den Herzschlagauftretszeitpunkten am Kanal 1 und 2 vom ersten Zyklus zum zweiten Zyklus aufrechterhalten bleibt. Die Phasenverschiebung zwischen den Auftrittspunkten **96** und **98** wird zu 155 ms berechnet, was einen kleinen Unterschied zum vorherigen Zyklus darstellt. Die maximale Phasenverschiebung wird auf 155 ms aktualisiert und ein Jitter wird zu 5 ms berechnet. Weitere Herzschlagauftretszeitpunkte im Diagramm **89** zeigen Phasenverschiebungen von 153 ms, 220 ms, 250 ms und 190 ms und entsprechende Jitter von 5 ms, 70 ms, 100 ms und 100 ms.

[0039] Die Maximumphasenverschiebung und der Jitter werden mit dem Maximumphasenverschiebungsschwellenwert (S) und dem Maximumjitterschwellenwert (J) zur Bestimmung verglichen, ob Übereinstimmungs- und Divergenzzähler inkrementiert oder dekrementiert werden sollen. Der Übereinstimmungsindex wird dann berechnet und mit dem Koinzidenzindextriggerschwellenwert (C) verglichen. Dies geschieht über ein 3 Sekunden-Zeitfenster. Die Verarbeitung wird entsprechend der relevanten Schritte in **Fig. 2B** fortgesetzt. Die Ausgabe des Algorithmus hängt von den Werten der Schwellenwerte (J), (S) und (C) ab, die bei der Her-

stellung programmiert, aktualisierbar und auch durch den Bediener über die Bedieneringabeeinrichtung **28** einstellbar sein können, um den Bediener die Steuerung über die Empfindlichkeit zu geben.

[0040] In Fig. 4 ist eine Bildschirmanzeige **100** gezeigt. Die Bildschirmanzeige **100** wird durch die Anzeigeeinrichtung **32** (Fig. 1) im Ansprechen auf durch die Zentralverarbeitungseinheit **24** zugeführte Anzeigesignale erzeugt. Zusätzliche Graphikkarten oder eine alternative Schaltung können implementiert sein. Die Bildschirmanzeige **100** enthält ein Indiz **102** (beispielsweise den Text "HBC"), das anzeigt, dass das Herzschlagübereinstimmungsmerkmal gegenwärtig betriebsbereit ist. In Schritt **82** des Herzschlagübereinstimmungsalgorithmus (Fig. 2B) erzeugt der Algorithmus ein Anzeigesignal, das ein Übereinstimmungssignal, ein Divergenzsignal oder kein Signal sein kann. Die Anzeige **100** zeigt, dass ein Übereinstimmungssignal empfangen wurde, indem Herzfrequenzen für die Kanäle 1 und 2 mit inversen Videosignalen an den Indizien **104** und **106** angezeigt werden. Andere Indizien können zur Anzeige der Übereinstimmung verwendet werden, wie zwei Seite-an-Seite- Herzen, der Text "Übereinstimmung erfasst", ein hörbarer Ton oder andere Indizien oder Kombinationen daraus. Eine Divergenz wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch ein herkömmliches (das heißt nicht-inverses) Videosignal angezeigt, kann aber durch andere Indizien oder keine Indizien angezeigt werden.

[0041] In Fig. 5 ist ein Abschnitt **110** eines Registrierstreifens gezeigt. Der Abschnitt **110** wird durch die Registrierstreifeneinrichtung **34** (Fig. 1) im Ansprechen auf von der Zentralverarbeitungseinheit **24** zugeführte Signale erzeugt. Zusätzliche Graphikkarten oder eine alternative Schaltung können implementiert sein. Der Abschnitt **110** enthält ein Indiz **112** (beispielsweise den Text "HBC", das anzeigt, dass das Herzschlagübereinstimmungsmerkmal gegenwärtig betriebsbereit ist. Das Indiz **112** wird periodisch (beispielsweise alle 30 Minuten) gedruckt, kann aber alternativ nur einmal gedruckt werden. In Schritt **82** des Herzschlagübereinstimmungsalgorithmus (Fig. 2B) erzeugt der Algorithmus ein Anzeigesignal, das ein Übereinstimmungssignal oder ein Divergenzsignal ist. Die Registrierstreifeneinrichtung **34** zeigt an, dass ein Übereinstimmungssignal empfangen wurde, indem es ein Übereinstimmungsindiz **114** (beispielsweise zwei überlappende Herzsymbole) druckt. Andere Indizien können verwendet werden, wie der Text "Übereinstimmung erfasst", ein hörbarer Ton oder eine Kombination daraus. Die Divergenz kann durch unterschiedliche Indizien angezeigt werden, wie das Indiz **116** (beispielsweise zwei nicht-überlappende Herzsymbole) oder durch kein Indiz. Das Indiz **116** zeigt an, dass die Übereinstimmung aufgelöst wurde. Das Übereinstimmungsindiz **114** und das Divergenzindiz **116** können periodisch zur Bestätigung des gegenwärtigen Status oder nur dann gedruckt werden, wenn sich der Status verändert.

[0042] Gemäß einem weiteren vorteilhaften Merkmal kann der Übereinstimmungs- oder Divergenzstatus über eine Kommunikationsverknüpfung **36** ausgegeben werden.

[0043] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen lediglich als Beispiel, und es können alternative Algorithmen zum Vergleich der Herzschlagauftretszeitpunkte angewendet werden. Des Weiteren können die vorgestellten Verfahrensschritte in unterschiedlicher Reihenfolge angewendet werden. Demnach ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sind verschiedene Modifikationen möglich, die in den Schutzbereich der Patentansprüche fallen.

[0044] Das vorstehend beschriebene Verfahren zur Erfassung eines Herzschlags beinhaltet das Empfangen eines ersten und eines zweiten Signals von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle. Das Verfahren beinhaltet die Erfassung erster Herzschlagauftretszeitpunkte bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist, und die Erfassung zweiter Herzschlagauftretszeitpunkte bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist. Das Verfahren enthält ferner den Vergleich der Zeitpunkte der ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung.

Patentansprüche

1. Verfahren (**50**) zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit den Schritten
Empfangen (**52**) eines ersten und eines zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle,
Erfassen (**52**) erster Herzschlagauftretszeitpunkte (**90, 96**) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (**90, 96**) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist,
Erfassen (**52**) zweiter Herzschlagauftretszeitpunkte (**92, 98**) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (**92, 98**) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist, und
Vergleichen der Zeiten der ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung,

wobei der Vergleichsschritt eine Berechnung (56) einer Vielzahl von Zeitverschiebungen zwischen den ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkten und eine Berechnung (62) eines Jitters zwischen einer ersten Zeitverschiebung und einer zweiten Zeitverschiebung umfasst.

2. Verfahren zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit den Schritten Empfangen (52) eines ersten und eines zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle,

Erfassen (52) erster Herzschlagauftretszeitpunkte (90, 96) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (90, 96) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist,

Erfassen (52) zweiter Herzschlagauftretszeitpunkte (92, 98) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (92, 98) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist,

Vergleichen der Zeiten der ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung, wobei der Vergleichsschritt eine Berechnung (54, 55) der Anzahl an zweiten Herzschlagauftretszeitpunkten (92, 98) umfasst, die zwischen zwei ersten Herzschlagauftretszeitpunkten (90, 96) auftreten, und

Erzeugen (82) eines Divergenzsignals, wenn eine Vielzahl von zweiten Herzschlagauftretszeitpunkten (92, 98) zwischen den zwei ersten Herzschlagauftretszeitpunkten (90, 96) auftritt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem Schritt Erzeugen (82) eines Übereinstimmungssignals oder eines Divergenzsignals beruhend auf der Vielzahl der Zeitverschiebungen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Vielzahl der Zeitverschiebungen durch ein Zeitfenster definiert ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Vergleichsschritt ein Vergleichen (64) des Jitters mit einem vorbestimmten Jitterwert und ein Inkrementieren (66) eines Übereinstimmungszählers umfasst, wenn der Jitter geringer als der vorbestimmte Jitterwert ist.

6. Verfahren zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit den Schritten

Empfangen (52) eines ersten und eines zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle,

Erfassen (52) erster Herzschlagauftretszeitpunkte (90, 96) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (90, 96) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist,

Erfassen (52) zweiter Herzschlagauftretszeitpunkte (92, 98) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (92, 98) einen jeweiligen damit verbundenen Zeitpunkt aufweist, und

Vergleichen der Zeiten der ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkte zur Erfassung einer Übereinstimmung mit

Berechnen einer Vielzahl von Zeitverschiebungen zwischen den ersten und zweiten Herzschlagauftretszeitpunkten, Berechnen eines Jitters zwischen einer ersten Zeitverschiebung und einer zweiten Zeitverschiebung,

Vergleichen des Jitters mit einem vorbestimmten Jitterwert und ein Inkrementieren (66) eines Übereinstimmungszählers, wenn der Jitter geringer als der vorbestimmte Jitterwert,

Inkrementieren (68) eines Divergenzzählers, wenn der Jitter größer als der vorbestimmte Jitterwert ist, und

Berechnen (72) eines Übereinstimmungsindex beruhend auf dem Verhältnis des Übereinstimmungszählers zu dem Divergenzzähler, und

Erzeugen (82) eines Übereinstimmungssignals oder eines Divergenzsignals beruhend auf der Vielzahl der Zeitverschiebungen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Erzeugungsschritt ein Erzeugen (74, 82) des Übereinstimmungssignals umfasst, wenn der Übereinstimmungsindex einen vorbestimmten Übereinstimmungsindexwert überschreitet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Übereinstimmungssignal nur dann erzeugt wird (80, 82), wenn der Übereinstimmungsindex den vorbestimmten Übereinstimmungsindexwert für eine vorbestimmte Zeit überschreitet.

9. Verfahren nach Anspruch 7, ferner mit einem Erzeugen (74, 82) des Divergenzsignals, wenn der Übereinstimmungsindex geringer als ein vorbestimmter Übereinstimmungsindexwert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Divergenzsignal nur dann erzeugt wird (80, 82), wenn der Übereinstimmungsindex geringer als der vorbestimmte Übereinstimmungsindexwert für eine vorbestimmte Zeit ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Vergleichsschritt als Antwort auf die Erfassung eines Herzschlagauftretens bei dem ersten oder dem zweiten Signal auftritt.
12. Verfahren nach Anspruch 3, ferner mit den Schritten
Aktualisieren (60) einer Maximumzeitverschiebungsvariable nach der Berechnung jeder der Vielzahl der Zeitverschiebungen,
Vergleichen (64) der Maximumzeitverschiebungsvariable mit einem vorbestimmten Schwellenwert und Erzeugen (82) des Übereinstimmungssignals oder des Divergenzsignals beruhend auf diesem Vergleich.
13. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Vergleichsschritt ein Inkrementieren (68) eines Divergenzzählers, wenn der Jitter größer als der vorbestimmte Jitterwert ist, und ein Berechnen (72) eines Übereinstimmungsindezes beruhend auf dem Prozentsatz divergierender Zyklen zu nicht-divergierenden Zyklen umfasst.
14. System (10) zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit
einer Einrichtung zum Empfangen (12, 52) eines ersten und zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle,
einer Einrichtung zur Erfassung (22, 52) erster Herzschlagauftretenszeiten (90, 96) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (90, 96) einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist,
einer Einrichtung zur Erfassung (22, 52) zweiter Herzschlagauftretenszeiten (92, 98) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (92, 98) einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist, und
einer Einrichtung zum Vergleich (24) der Zeitpunkte der ersten und zweiten Herzschlagauftretenszeiten zur Erfassung einer Übereinstimmung,
wobei die Vergleichseinrichtung (24) eine Einrichtung zur Berechnung (24, 56) einer Vielzahl von Zeitverschiebungen zwischen den ersten und zweiten Herzschlagauftretenszeiten und eine Einrichtung zur Berechnung (62) eines Jitters zwischen einer ersten Zeitverschiebung und einer zweiten Zeitverschiebung umfasst.
15. System zur Erfassung einer Herzschlagübereinstimmung, mit
einer Einrichtung zum Empfangen (12, 52) eines ersten und zweiten Signals jeweils von einer ersten und einer zweiten Herzschlagquelle,
einer Einrichtung zur Erfassung (22, 52) erster Herzschlagauftretenszeiten (90, 96) bei dem ersten Signal, wobei jedes erste Herzschlagauftreten (90, 96) einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist,
einer Einrichtung zur Erfassung (22, 52) zweiter Herzschlagauftretenszeiten (92, 98) bei dem zweiten Signal, wobei jedes zweite Herzschlagauftreten (92, 98) einen damit verbundenen jeweiligen Zeitpunkt aufweist,
einer Einrichtung zum Vergleich (24) der Zeitpunkte der ersten und zweiten Herzschlagauftretenszeiten zur Erfassung einer Übereinstimmung, wobei die Vergleichseinrichtung (24) eine Einrichtung zur Berechnung (24, 54, 55) der Anzahl zweiter Herzschlagauftretenszeiten (92, 98) aufweist, die zwischen zwei ersten Herzschlagauftretenszeiten (90, 96) auftreten, und
einer Einrichtung zur Erzeugung (24, 82) eines Divergenzsignals, wenn eine Vielzahl zweiter Herzschlagauftretenszeiten (92, 98) zwischen den zwei ersten Herzschlagauftretenszeiten (90, 96) auftritt.
16. System nach Anspruch 14, ferner mit einer Einrichtung zur Erzeugung (24, 82) eines Übereinstimmungssignals oder eines Divergenzsignals beruhend auf der Vielzahl der Zeitverschiebungen.
17. System nach Anspruch 14, wobei die Vergleichseinrichtung (24) als Antwort auf die Erfassung eines Herzschlagauftretens bei dem ersten oder dem zweiten Signal arbeitet.
18. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem (10), mit
einem Prozessor (22, 24) zum Empfangen eines ersten und eines zweiten Herzsignals, zur Erfassung erster und zweiter Herzschläge (90, 92, 96, 98) jeweils bei dem ersten und dem zweiten Herzsignal, zur Berechnung von Phasenverschiebungen (94) zwischen jeweiligen ersten und zweiten Herzschlägen (90, 92, 96, 98) und zur Erzeugung eines Anzeigesignals beruhend auf den Phasenverschiebungen, und
einer Ausgabereinrichtung (30) zum Empfangen des Anzeigesignals und zur Zufuhr des Anzeigesignals zu einem Bediener,
wobei der Prozessor zur Berechnung eines Jitters beruhend auf den Phasenverschiebungen eingerichtet ist.
19. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem (10) nach Anspruch 18, wobei der Prozessor (22, 24) einen Digitalsignalprozessor (22) enthält, der zum Empfangen des ersten und zweiten Herzsignals und zur Erfassung der ersten und zweiten Herzschläge (90, 92, 96, 98) bei dem ersten und zweiten Herzsignal eingerichtet ist.

20. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem nach Anspruch 18, wobei die Ausgabeeinrichtung **(30)** eine Kommunikationsverknüpfung **(36)** ist.

21. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem nach Anspruch 18, ferner mit einer Eingabe-/Ausgabeeinrichtung **(12)**, die mit dem Prozessor **(22, 24)** verbunden ist, um das erste und zweite Herzsignal zu erfassen und das erste und zweite Herzsignal dem Prozessor **(22, 24)** zuzuführen.

22. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem nach Anspruch 18, wobei der Prozessor **(22, 24)** zum Vergleich des Jitters mit einem Jitterschwellenwert und zur Erzeugung des Anzeigesignals beruhend auf dem Vergleich eingerichtet ist.

23. Herzschlagübereinstimmungserfassungssystem nach Anspruch 18, wobei der Prozessor **(22, 24)** zur Berechnung einer Maximumphasenverschiebung beruhend auf den Phasenverschiebungen, zum Vergleich der Maximumphasenverschiebung mit einem Maximumphasenverschiebungsschwellenwert und zur Erzeugung des Anzeigesignals beruhend auf dem Vergleich eingerichtet ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

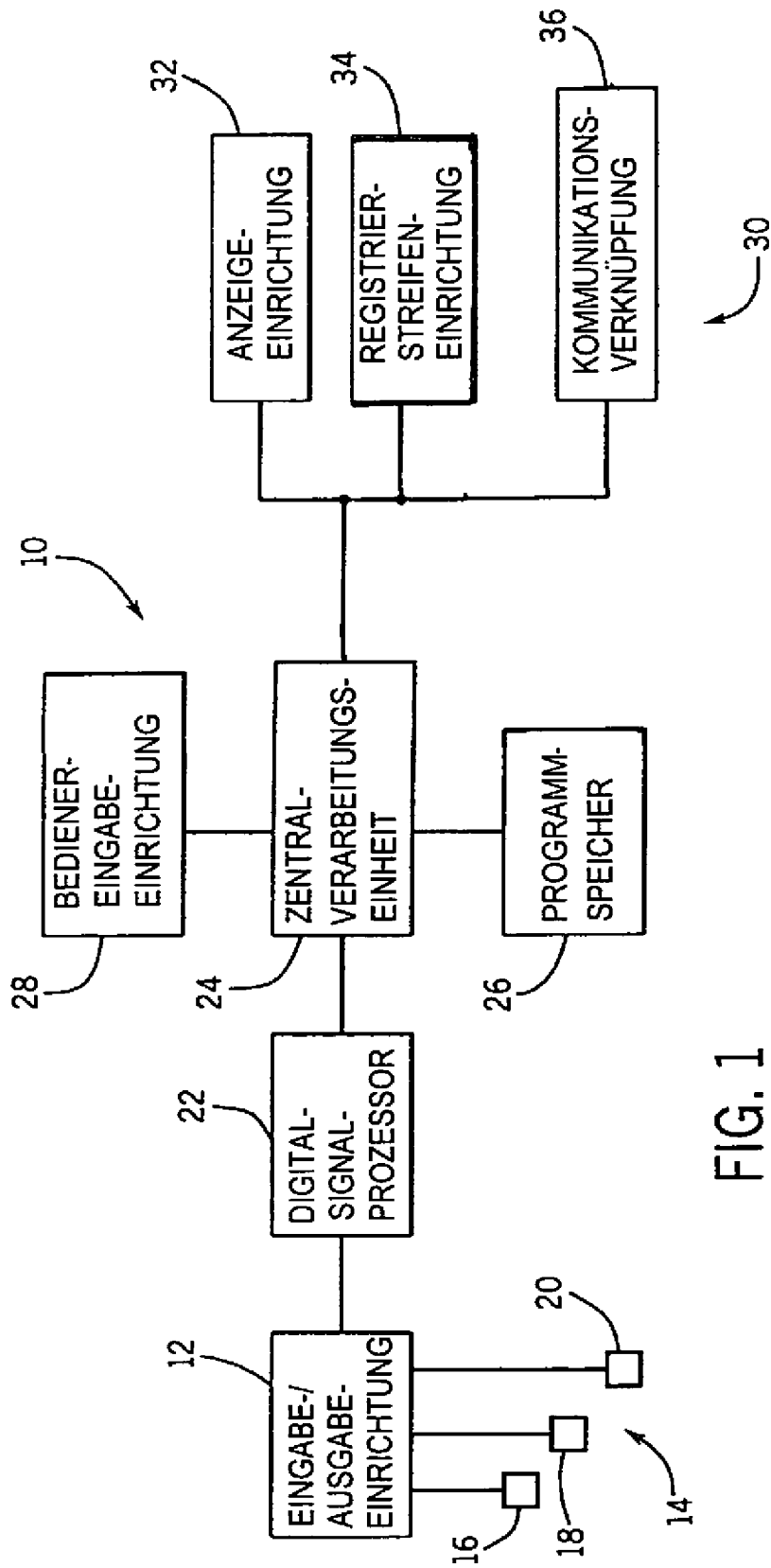


FIG. 1

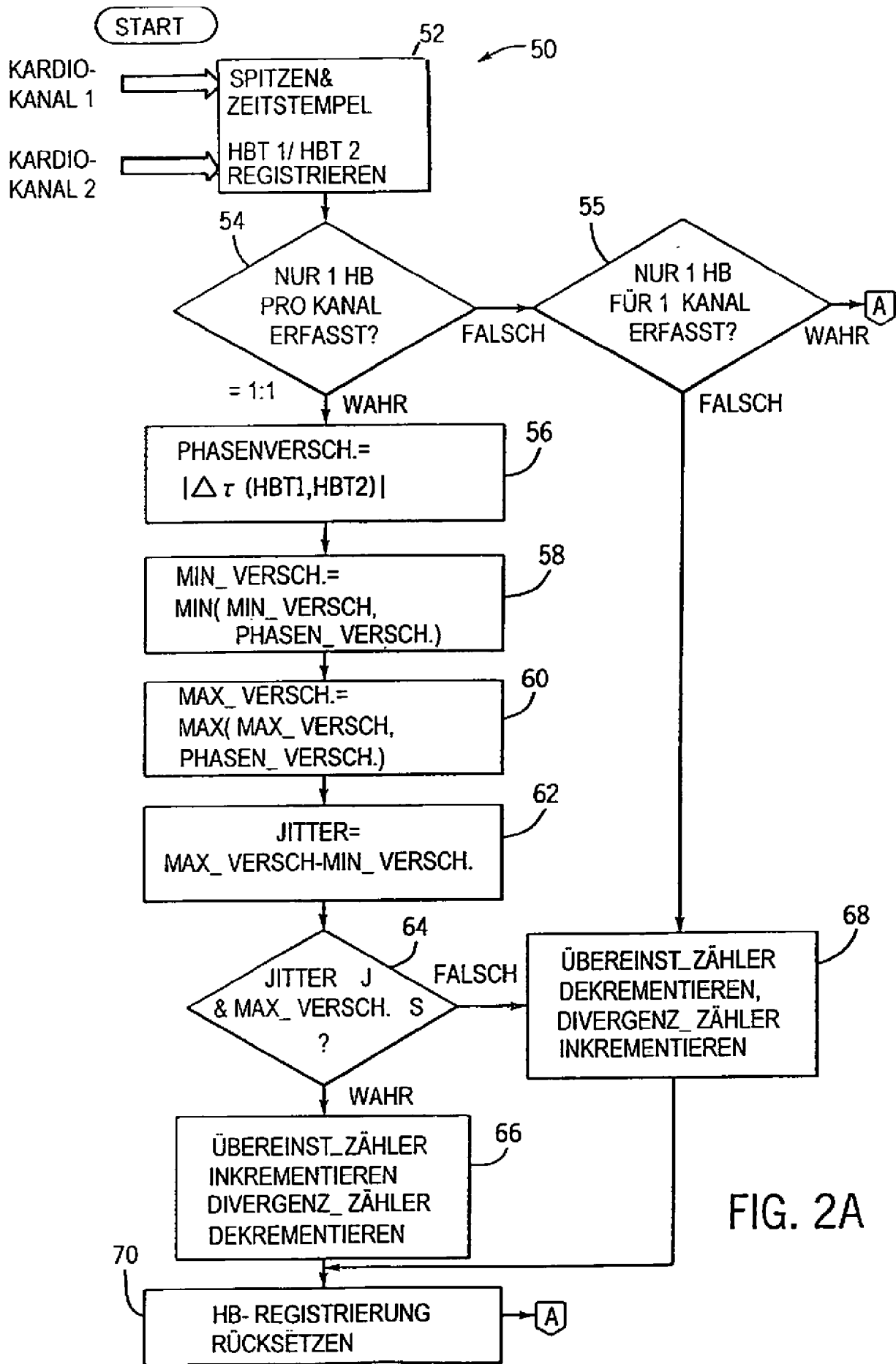
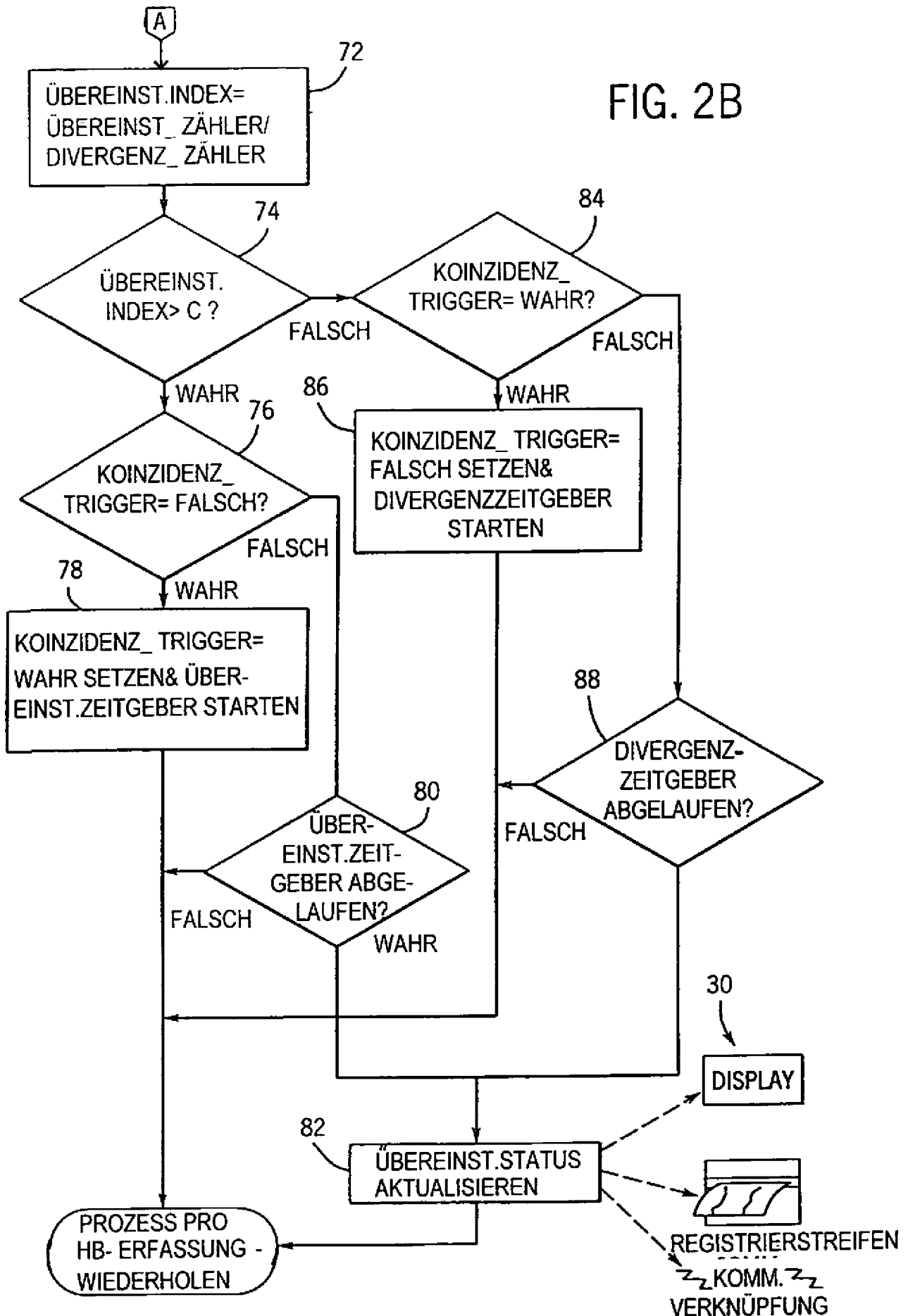


FIG. 2A

FIG. 2B



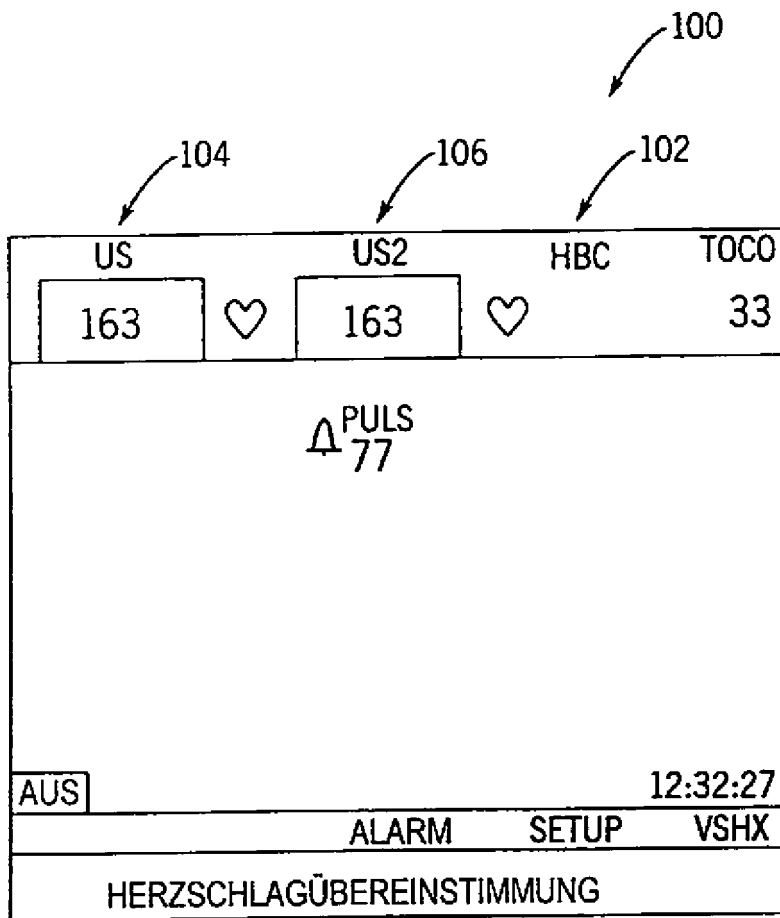


FIG. 4

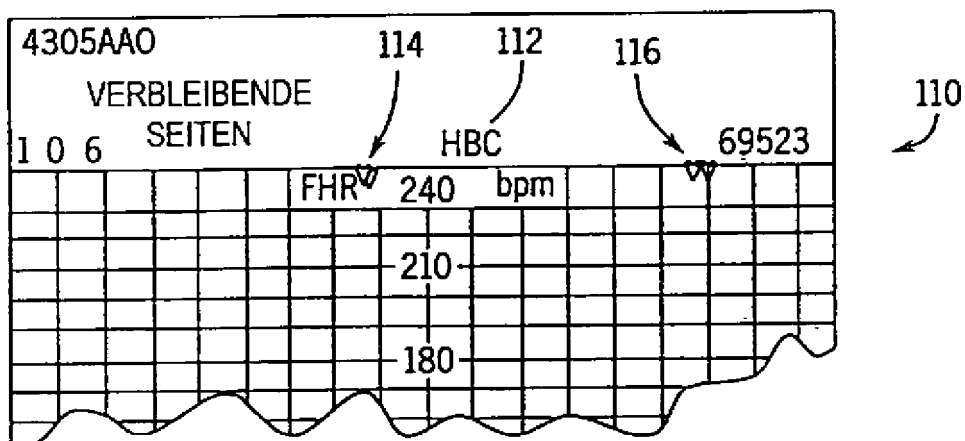


FIG. 5