



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/060824**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 003 034.0**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2008/070035**
 (86) PCT-Anmeldetag: **04.11.2008**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.05.2009**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **02.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 5/145** (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2007-292408 09.11.2007 JP

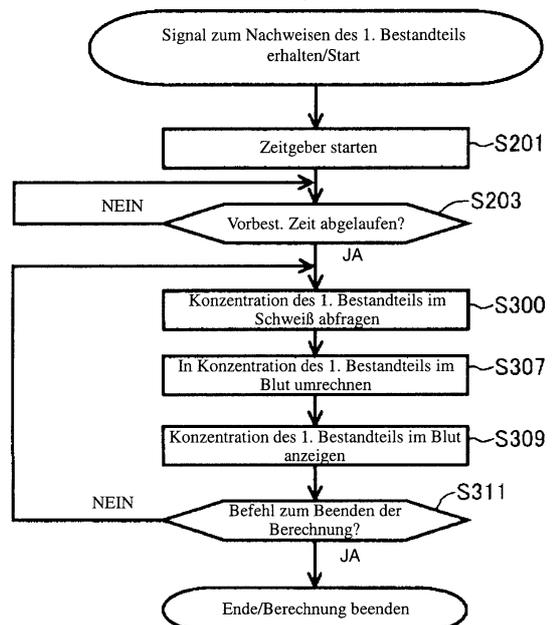
(71) Anmelder:
Omron Healthcare Co., Ltd., Kyoto-shi, JP

(74) Vertreter:
**PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR,
 80801 München**

(72) Erfinder:
**Sugenoya, Junichi, Oaza Yazako, Aichi, JP;
 Nakase, Yuzo, Kyoto-shi, JP; Nakajima, Satoshi,
 Kyoto-shi, JP; Tokita, Muneo, Kyoto-shi, JP**

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur exakten Messung der Konzentration eines Blutbestandteils**

(57) Hauptanspruch: Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils, die Folgendes aufweist: eine Transpirationsbeschleunigungseinheit (10) zum Beschleunigen der Transpiration an einer Körperoberfläche, die als Messstelle dient; eine erste Messeinheit (303, 307) zum Messen der Schweißkonzentration eines ersten Bestandteils, der im Schweiß an der Messstelle enthalten ist; einen Erkennungsabschnitt (3903, 3905) zum Erkennen des Verstreichens einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration; und einen Umwandlungsabschnitt (3909) zum Umwandeln der Schweißkonzentration des ersten Bestandteils im Schweiß an der Messstelle nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit in eine Konzentration des ersten Bestandteils im Blut des Körpers.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Einrichtungen und Verfahren zum Messen der Konzentration eines Blutbestandteils und im Speziellen eine Einrichtung und ein Verfahren zum Messen der Konzentration des Blutbestandteils mit Hilfe von Transpiration (Schweiß).

STAND DER TECHNIK

[0002] Als Verfahren zum Messen der Konzentration eines Bestandteils wie des Blutzuckers im Blut, das ohne Blutabnahme auskommt, ist u. a. ein Verfahren bekannt, bei dem die Konzentration des Bestandteils im Schweiß gemessen wird. Ein Verfahren und eine Vorrichtung hierfür offenbaren beispielsweise die US-Patentschrift Nr. 5036861 (im Weiteren „Patentliteratur 1“) und die japanische Patent-Auslegeschrift Nr. 62-72321 (im Weiteren „Patentliteratur 2“).

[0003] Im Speziellen offenbart die Patentliteratur 1 als Verfahren zum erzwungenen Transpirieren ein Verfahren zum Einbringen eines medizinischen Wirkstoffs, d. h., ein Verfahren zum Einbringen des medizinischen Wirkstoffs in einen Targetbereich, und die Patentliteratur 2 offenbart ein Warnverfahren, d. h., ein Verfahren zum Erwärmen des Zielbereiches. Die Patentliteratur 2 beschreibt außerdem, dass der Zucker im Schweiß und der Blutzucker korrelieren. [Patentliteratur 1] US-Patentschrift Nr. 5036861 [Patentliteratur 2]: Japanische Patent-Auslegeschrift Nr. 62-72321

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0004] Eine Konzentrationsänderung der Zuckerkonzentration im Schweiß korreliert jedoch nicht notwendigerweise mit einer Änderung der Konzentration des Blutzuckerwerts. Dies geht auch aus dem Schaubild aus Patentliteratur 2 hervor, das die Korrelation von Schweißzucker und Blutzucker zeigt.

[0005] Die Erfinder haben eine Messung der Zuckerkonzentration im Schweiß (im Weiteren „Schweißzuckerwert“) und der Zuckerkonzentration im Blut (Blutzuckerwert) nach der erzwungenen Transpiration durchgeführt und mehrere Stichproben erhalten, die in [Fig. 19](#) bis [Fig. 26](#) gezeigt sind. [Fig. 19](#) bis [Fig. 22](#) zeigen jeweils die Messwerte von bei verschiedenen Versuchspersonen gewonnenen Stichproben mit einer Konzentrationsänderung von Schweißzuckerwert und Blutzuckerwert, wobei der Schweiß nach einer einmaligen Transpirationsbeschleunigung kontinuierlich aufgefangen wurde. [Fig. 24](#) bis [Fig. 26](#) zeigen bei verschiedenen Versuchspersonen durch Wiederholen der Transpirati-

onsbeschleunigung an jeweils derselben Versuchsperson gewonnene Stichproben mit einer Konzentrationsänderung des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von ab 0 Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnen wurde, des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten gewonnen wurde, und des Blutzuckerwerts.

[0006] Die Erfinder haben die in [Fig. 19](#) bis [Fig. 22](#) gezeigten Stichproben überprüft und insbesondere festgestellt, dass die Konzentrationsänderung zu Beginn der erzwungenen Transpiration nicht korreliert und die Konzentration des Schweißzuckerwerts in dem relevanten Zeitraum in viel größerem Ausmaß rapide abfällt als in dem Zeitraum nach dem Anfang.

[0007] [Fig. 23](#) zeigt eine Stichprobe, die durch Messung des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts nach Transpiration aufgrund körperlicher Anstrengung gewonnen wurde. Die Messung mit zehnmütigem Ansammeln des Schweißes wurde dreimal wiederholt, um diese Stichprobe zu erhalten. Wie in [Fig. 23](#) gezeigt ist, ist auch bei Transpiration aufgrund körperlicher Anstrengung ähnlich wie bei der in [Fig. 19](#) bis [Fig. 22](#) gezeigten erzwungenen Transpiration der Schweißzuckerwert zu Beginn der Transpiration hoch, und seine Konzentration verändert sich anders als der Blutzuckerwert. Anders ausgedrückt geht aus [Fig. 19](#) bis [Fig. 23](#) hervor, dass die Bestandteilkonzentration im Schweiß zu Beginn der Transpiration gegenüber der späteren Konzentration hoch ist, egal, mit welchem Verfahren die Transpiration herbeigeführt wurde.

[0008] Ferner belegen die in [Fig. 24](#) bis [Fig. 26](#) gezeigten Stichproben, dass der Abstand zwischen der Konzentrationsänderung des Blutzuckerwerts und der Konzentrationsänderung des aus dem Schweiß von ab 0 Minuten unmittelbar nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnenen Schweißzuckerwerts größer ist als – und keine so gute Korrelation besteht wie – bei der Konzentrationsänderung des aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung gewonnenen Schweißzuckerwerts.

[0009] Bei der Ermittlung der Zuckerkonzentration im Blut unter Verwendung der Zuckerkonzentration im Schweiß ergibt sich somit insbesondere dann eine geringe Genauigkeit bei der Zuckerkonzentration im Blut, wenn die Zuckerkonzentration im Schweiß zu Beginn der Transpiration benutzt wird. Ähnliche Probleme ergeben sich auch bei anderen Blutbestandteilen als Zucker.

[0010] Angesichts dieser Probleme liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Ein-

richtung und ein Verfahren zu schaffen, die die Konzentration des Blutbestandteils anhand des Schweißes exakt messen können.

[0011] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils zur Lösung der vorstehenden Aufgabe Folgendes auf: eine Transpirationsbeschleunigungseinheit zum Beschleunigen der Transpiration an einer Körperoberfläche, die als Messstelle dient; eine erste Messeinheit zum Messen der Schweißkonzentration eines ersten Bestandteils, der im Schweiß an der Messstelle enthalten ist; einen Erkennungsabschnitt zum Erkennen des Verstreichens einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration; und einen Umwandlungsabschnitt zum Umwandeln der Schweißkonzentration des ersten Bestandteils im Schweiß an der Messstelle nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit in eine Konzentration des ersten Bestandteils im Blut des Körpers.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Messen eines Blutbestandteils in einer Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils Folgendes: eine Aufnahmeeinrichtung zum Aufnehmen von Schweiß an einer Messstelle; eine Nachweiseinrichtung zum Nachweisen eines Bestandteils im Schweiß; und eine Berechnungseinrichtung zum Berechnen anhand eines von dem Bestandteil erhaltenen Werts; wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Nachweisen eines ersten Bestandteils aus dem Schweiß mit der Nachweiseinrichtung; Berechnen der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß mit der Berechnungseinrichtung; Erkennen des Verstreichens einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration; Umwandeln der Schweißkonzentration des ersten Bestandteils im Schweiß an der Messstelle nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit in eine Konzentration des ersten Bestandteils im Blut des Körpers; und Ausführen eines Prozesses zum Ausgeben der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut mit der Berechnungseinrichtung.

[0013] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Konzentration des Blutbestandteils mit Hilfe von Transpiration (Schweiß) exakt gemessen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] [Fig. 1](#) zeigt ein spezifisches Beispiel für das äußere Erscheinungsbild einer Messeinrichtung gemäß der Ausführungsform, wobei der Figurenteil (A) ein spezifisches Beispiel für das äußere Erscheinungsbild einer Transpirationseinrichtung und Figurenteil (B) eine Messungsberechnungseinrichtung **30** zeigt.

[0015] [Fig. 2A](#) zeigt schematisch ein spezifisches Beispiel für eine mechanische Konfiguration der Transpirationseinrichtung gemäß der Ausführungsform bei Betrachtung der Vorderfläche.

[0016] [Fig. 2B](#) zeigt einen an der Position eines Pfeils A in [Fig. 2A](#) vorgenommenen Querschnitt einer mechanischen Konfiguration der Transpirationseinrichtung gemäß der Ausführungsform.

[0017] [Fig. 3A](#) zeigt schematisch ein spezifisches Beispiel für eine mechanische Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der Ausführungsform bei Betrachtung der Vorderfläche.

[0018] [Fig. 3B](#) zeigt einen an der Position eines Pfeils B in [Fig. 3A](#) vorgenommenen Querschnitt einer mechanischen Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der Ausführungsform.

[0019] [Fig. 4](#) beschreibt ein Beispiel für ein Verfahren zum Befördern des Schweißes von dem Schweißauffangbereich zu dem Behälter für ausgechiedene Flüssigkeit in der Messungsberechnungseinrichtung.

[0020] [Fig. 5](#) zeigt ein weiteres spezifisches Beispiel für eine mechanische Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung.

[0021] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration der Transpirationseinrichtung gemäß der Ausführungsform zeigt.

[0022] [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der Ausführungsform zeigt.

[0023] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für eine detaillierte Konfiguration einer Umwandlungsberechnungseinheit der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[0024] [Fig. 9](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Transpirationsvorgangs in der Transpirationseinrichtung gemäß der Ausführungsform zeigt.

[0025] [Fig. 10](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[0026] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die detaillierte Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit der Messungsberechnungseinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

[0027] [Fig. 12](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt.

[0028] [Fig. 13A](#) zeigt die mechanische Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der dritten Ausführungsform bei Betrachtung der Vorderfläche.

[0029] [Fig. 13B](#) zeigt den an der mit einem Pfeil B in [Fig. 13A](#) bezeichneten Position vorgenommenen Querschnitt der mechanischen Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der dritten Ausführungsform.

[0030] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

[0031] [Fig. 15](#) zeigt eine Stichprobe, die durch Messung einer Änderung der Konzentration des Bestandteils bei konstantem Blutzuckerwert gewonnen wurde.

[0032] [Fig. 16](#) zeigt eine Stichprobe, die durch Messung einer Änderung der Konzentration des Bestandteils bei konstantem Blutzuckerwert gewonnen wurde.

[0033] [Fig. 17](#) zeigt Stichproben, die durch schnelles Anheben des Blutzuckerwerts und Messen einer Änderung der Konzentration des Bestandteils im Schweiß gewonnen wurden.

[0034] [Fig. 18](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

[0035] [Fig. 19](#) zeigt eine Stichprobe der Änderung der Konzentration des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts, wenn der Schweiß nach einmaliger Transpirationsbeschleunigung kontinuierlich aufgefangen wird.

[0036] [Fig. 20](#) zeigt eine Stichprobe der Änderung der Konzentration des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts, wenn der Schweiß nach einmaliger Transpirationsbeschleunigung kontinuierlich aufgefangen wird.

[0037] [Fig. 21](#) zeigt eine Stichprobe der Änderung der Konzentration des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts, wenn der Schweiß nach einmaliger Transpirationsbeschleunigung kontinuierlich aufgefangen wird.

[0038] [Fig. 22](#) zeigt eine Stichprobe der Änderung

der Konzentration des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts, wenn der Schweiß nach einmaliger Transpirationsbeschleunigung kontinuierlich aufgefangen wird.

[0039] [Fig. 23](#) zeigt eine Stichprobe, die durch Messung des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts nach Transpiration aufgrund körperlicher Anstrengung gewonnen wurde.

[0040] [Fig. 24](#) zeigt eine durch Wiederholen der Transpirationsbeschleunigung an jeweils derselben Versuchsperson gewonnene Stichprobe der Konzentrationsänderung des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von ab 0 Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnen wurde, des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten gewonnen wurde, und des Blutzuckerwerts.

[0041] [Fig. 25](#) zeigt eine durch Wiederholen der Transpirationsbeschleunigung an jeweils derselben Versuchsperson gewonnene Stichprobe der Konzentrationsänderung des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von ab 0 Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnen wurde, des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten gewonnen wurde, und des Blutzuckerwerts.

[0042] [Fig. 26](#) zeigt eine durch Wiederholen der Transpirationsbeschleunigung an jeweils derselben Versuchsperson gewonnene Stichprobe der Konzentrationsänderung des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von ab 0 Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnen wurde, des Schweißzuckerwerts, der aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten gewonnen wurde, und des Blutzuckerwerts.

Bezugszeichenliste

1	Messeinrichtung
2A, 2B	Gurt
10	Transpirationseinrichtung
11	Einbringelektrode
12A, 12B	Wirkstoffbereiche
13	Referenzelektrode
15	Steuerkreis
17	Anzeige
19	Gehäuse
30	Messungsberechnungseinrichtung
31	Detektor für den ersten Bestandteil
32	Schweißauffangbereich
33	Detektor für den zweiten Bestandteil
34	Beförderungsweg
35	Steuerkreis

36	Behälter für ausgeschiedene Flüssigkeit
37	Anzeige
39	Gehäuse
41, 42, 43	Schwamm
100	Haut
101	Befehlseingabeeinheit
103	Steuereinheit
105	Stromgeneratoreinheit
301	Beförderungseinheit
303	Einheit zum Nachweisen des ersten Bestandteils
305	Einheit zum Nachweisen des zweiten Bestandteils
307	Konzentrationsberechnungseinheit
309	Umwandlungsberechnungseinheit
311	Anzeigeinheit
3901	Konzentrations-speicherabschnitt
3902	Änderungsratenberechnungsabschnitt
3903	Zeitgeber
3904	Bestimmungsabschnitt
3905	Abschnitt zum Erkennen der verstrichenen Zeit
3907	Konzentrationsabfrageabschnitt
3909	Umwandlungsabschnitt

BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0043] Nachstehend werden die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen in der nachfolgenden Beschreibung gleiche Komponenten bzw. Konfigurationselemente mit den gleichen Bezeichnungen und Funktionen.

[Erste Ausführungsform]

[0044] Fig. 1 zeigt ein spezifisches Beispiel für ein äußeres Erscheinungsbild einer Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils (im Weiteren kurz „Messeinrichtung“) 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Messeinrichtung 1 weist eine Transpirationseinrichtung 10 (Teil (A) in Fig. 1) und eine Messungsberechnungseinrichtung 30 (Teil (B) in Fig. 1) auf. Die Transpirationseinrichtung 10 und die Messungsberechnungseinrichtung 30 werden benutzt, indem sie mit Gurten 2A bzw. 2B an Messstellen wie Handgelenk oder Knöchel befestigt werden.

[0045] Im Speziellen weist die Transpirationseinrichtung 10 in Fig. 2A eine Einbringelektrode 11, die als Anode dient, und eine Referenzelektrode 13, die als Kathode dient, in einem Gehäuse 19 auf. Die Einbringelektrode 11 und die Referenzelektrode 13 sind mit einem Steuerkreis 15 verbunden. An einer Position, die eingesehen werden kann, wenn die Einrichtung mit dem Gurt 2A an der Messstelle befestigt ist, ist an dem Gehäuse 19 eine Anzeige 17 angeordnet, beispielsweise an der im Teil (A) von Fig. 1 auf der

Oberseite gezeigten Fläche. Die Anzeige 17 ist außerdem an den Steuerkreis 15 angeschlossen. Fig. 2A zeigt schematisch die Transpirationseinrichtung 10 bei Betrachtung der in Teil (A) von Fig. 1 auf der Oberseite gezeigten Fläche. Die in Fig. 2A gezeigte Fläche ist eine Vorderfläche des Gehäuses 19 der Transpirationseinrichtung 10. Eine Bedieneinheit, wie etwa eine Taste (nicht gezeigt), ist an der Vorderfläche des Gehäuses 19 angeordnet. Die Bedieneinheit ist außerdem an den Steuerkreis 15 angeschlossen.

[0046] Fig. 2B zeigt schematisch eine mechanische Konfiguration des Querschnitts der Transpirationseinrichtung 10 an der in Fig. 2A mit dem Pfeil A bezeichneten Position. Die Einbringelektrode 11 und die Referenzelektrode 13 sind in Fig. 2B in Positionen angeordnet, die sich im Gehäuse 19 nahe an der von der Vorderfläche des Gehäuses 19 entfernten Fläche befinden, das heißt, nahe an der Haut 100, die als Messstelle dient, wenn die Transpirationseinrichtung 10 mit dem Gurt 2A an der Messstelle befestigt ist. Bereiche für die Einwirkung medizinischer Wirkstoffe (im Weiteren: „Wirkstoffbereiche“) 12A, 12B des Gehäuses 19 sind zwischen der Einbringelektrode 11 und der Haut 100 bzw. zwischen der Referenzelektrode 13 und der Haut 100 angeordnet. Der Wirkstoffbereich 12A ist mit einem Mittel versehen, das den Transpirationsbeschleuniger mit der Haut in Kontakt bringt, wie etwa mit einem Schwamm 41, der mit einer Flüssigkeit getränkt ist, die den medizinischen Wirkstoff (Transpirationsbeschleuniger) zum Beschleunigen der Transpiration, wie z. B. Pilocarpinlösung, enthält. Der Wirkstoffbereich 12B ist mit einem Puffermittel versehen, wie etwa mit einem Schwamm 42, der Pufferlösung enthält. Die Wirkstoffbereiche 12A, 12B können eine Konfiguration aufweisen, bei welcher der medizinische Wirkstoff unverändert injiziert wird, eine Konfiguration mit einem gelatinierten medizinischen Wirkstoff oder eine Konfiguration, bei der der medizinische Wirkstoff in Verbandwatte oder dergleichen absorbiert ist. Die Wirkstoffbereiche 12A, 12B können eine beliebige Konfiguration aufweisen, solange der medizinische Wirkstoff in den Wirkstoffbereichen 12A, 12B mit der Haut 100 in Kontakt kommt, wenn die Transpirationseinrichtung 10 an der Messstelle befestigt ist.

[0047] Der Steuerkreis 15 speichert Stromwerte im Voraus. Wenn über die Bedieneinheit ein Steuersignal zum Starten der Transpiration eingegeben wird, erzeugt der Steuerkreis 15 ein Gleichstromsignal mit einem spezifizierten Stromwert, das gemäß dem Steuersignal von der Einbringelektrode 11 zur Referenzelektrode 13 fließt.

[0048] Die Messungsberechnungseinrichtung 30 der vorliegenden Ausführungsform in Fig. 3A weist in dem Gehäuse 39 einen Detektor 31 für einen ersten Bestandteil auf, der dazu dient, einen ersten Be-

standteil im Schweiß nachzuweisen, und ist mit dem Steuerkreis **35** verbunden. An einer Position, die eingesehen werden kann, wenn die Einrichtung mit dem Gurt **2B** an der Messstelle befestigt ist, ist an dem Gehäuse **39** eine Anzeige **37** angeordnet, beispielsweise an der im Teil (B) von [Fig. 1](#) auf der Oberseite gezeigten Fläche. Die Anzeige **37** ist außerdem an den Steuerkreis **35** angeschlossen. [Fig. 3A](#) zeigt schematisch Messungsberechnungseinrichtung **30** bei Betrachtung der in Teil (B) von [Fig. 1](#) auf der Oberseite gezeigten Fläche. Die in [Fig. 3A](#) gezeigte Fläche ist eine Vorderfläche des Gehäuses **39** der Messungsberechnungseinrichtung **30**. Eine Bedieneinheit, wie etwa eine Taste (nicht gezeigt), ist an der Vorderfläche des Gehäuses **39** angeordnet. Die Bedieneinheit ist außerdem an den Steuerkreis **35** angeschlossen.

[0049] [Fig. 3B](#) zeigt schematisch eine mechanische Konfiguration des Querschnitts der Messungsberechnungseinrichtung **30** an der in [Fig. 3A](#) mit dem Pfeil B bezeichneten Position. In [Fig. 3B](#) ist ein Schweißauffangbereich **32** an einer Position angeordnet, die sich im Gehäuse **39** nahe an der von der Vorderfläche des Gehäuses **39** entfernten Fläche befindet, das heißt, nahe an der Haut **100**, die als Messstelle dient, wenn die Messungsberechnungseinrichtung **30** mit dem Gurt **2B** an der Messstelle befestigt ist. Der Schweißauffangbereich **32** ist mit einem Mittel zum Auffangen von Schweiß von der Haut **100**, wie einem Schwamm **43** zum Auffangen von Schweiß, versehen. Der Schweißauffangbereich **32** kann eine Konfiguration aufweisen, bei der Schweiß direkt an der Haut **100** aufgefangen wird, oder eine Konfiguration, bei der ein medizinischer Wirkstoff zum Gelatinieren des Schweißes vorgesehen ist. Der Schweißauffangbereich **32** kann eine beliebige Konfiguration aufweisen, solange der Schweiß an der Haut **100** aufgefangen werden kann, wenn die Messungsberechnungseinrichtung **30** an der Messstelle befestigt ist. Außerdem ist in dem Gehäuse **39** der Messungsberechnungseinrichtung **30** ein Behälter **36** für ausgeschiedene Flüssigkeit zum Speichern von ausgeschiedener Flüssigkeit nach dem Nachweis des Bestandteils angeordnet. Zum Befördern des Schweißes von dem Schweißauffangbereich **32** zu dem Behälter **36** für ausgeschiedene Flüssigkeit ist ein Beförderungsweg **34** durch den Detektor **31** für den ersten Bestandteil eingerichtet.

[0050] Das Mittel zum Befördern des Schweißes auf dem Beförderungsweg **34** ist nicht auf ein bestimmtes Mittel beschränkt, und es kann ein Verfahren gewählt werden, bei dem ein Fluid, wie etwa Luft, von einer Seite des Beförderungswegs **34**, die den Schweißauffangbereich **32** aufweist, injiziert wird und den Schweiß von innen auf der anderen Seite herausdrückt, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0051] Die in [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) ge-

zeigte mechanische Konfiguration ist ein spezifisches Beispiel, und die Konfigurationen der Transpirationseinrichtung **10** und der Messungsberechnungseinrichtung **30** sind nicht auf die dargestellten Konfigurationen beschränkt. Beispielsweise kann als weiteres spezifisches Beispiel für die Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung **30** ein Flüssigkeitssensor **38** zum Nachweisen der Schweißmenge, die von dem Schweißauffangbereich **32** aufgefangen wurde und den Beförderungsweg **34** erreicht hat, wie in [Fig. 5](#) gezeigt als Mittel zum Befördern des Schweißes auf dem Beförderungsweg **34** angeordnet sein. In diesem Fall gibt der Steuerkreis **35** ein Steuersignal an einen Mechanismus zum Injizieren eines Fluids wie Druckluft (nicht gezeigt) in den Beförderungsweg **34** und befördert den Schweiß des Schweißauffangbereichs **32** zum Detektor **31** für den ersten Bestandteil, wenn auf Basis des Nachweissignals des Flüssigkeitssensors **28** nachgewiesen wird, dass die aufgefangene Schweißmenge eine vorbestimmte Menge erreicht hat. Außerdem wird der Schweiß am Detektor **31** für den ersten Bestandteil zum Behälter **36** für ausgeschiedene Flüssigkeit befördert, nachdem der Nachweis des Bestandteils in dem Detektor **31** für den ersten Bestandteil erfolgt ist.

[0052] Als weiteres spezielles Beispiel für die Konfiguration der Messeinrichtung **1** können die in [Fig. 1](#) gezeigte Transpirationseinrichtung **10** und die Messungsberechnungseinrichtung **30**, bei denen es sich um separate Einrichtungen handelt, in Benutzung bezüglich ein und desselben Gurtes **2** ausgetauscht werden. In diesem Fall können der Steuerkreis und die Anzeige von der Transpirationseinrichtung **10** und der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemeinsam benutzt werden. Bei einer solchen Konfiguration werden die Transpirationseinrichtung **10** und die Messungsberechnungseinrichtung **30** an derselben Messstelle angebracht, so dass der Schweiß effizient an derselben Stelle aufgefangen werden kann, an der die Transpiration von der Transpirationseinrichtung **30** beschleunigt wurde. Als weitere Konfiguration kann auf der Anzeige **17** nach Beginn des Transpirationsvorgangs in der Transpirationseinrichtung **10** die seit Beginn des Transpirationsvorgangs verstrichene Zeit angezeigt werden.

[0053] Der erste Bestandteil ist ein Bestandteil, dessen Konzentration im Blut berechnet wird und der einem Bestandteil entspricht, bei dem ein Zusammenhang zwischen der Änderung der Konzentration im Schweiß und der Änderung der Konzentration in Blut besteht. Speziell bezieht sich dies auf Zucker (Glukose), wobei es sich bei dem ersten Bestandteil bei der vorliegenden Ausführungsform um Zucker handelt.

[0054] Der Detektor **31** für den ersten Bestandteil der Messungsberechnungseinrichtung **30** weist eine Konfiguration zum Nachweisen des Bestandteils im

Schweiß auf, ist jedoch nicht auf eine spezielle Konfiguration beschränkt. Zum Beispiel kann der Bestandteil durch Messen der Wellenlänge von Strahlungslicht nachgewiesen werden, oder es kann ein Enzymelektrodenverfahren benutzt werden. Es kann die Konfiguration gewählt werden, die dem ersten zu messenden Bestandteil entspricht. Wenn der Detektor **31** für den ersten Bestandteil das Enzymelektrodenverfahren benutzt, lässt sich die Messungsberechnungseinrichtung **30** im Vergleich zu anderen Konfigurationen wie der Konfiguration mit Messung der Wellenlänge von Strahlungslicht miniaturisieren. Der Detektor **31** für den ersten Bestandteil kann bei der vorliegenden Ausführungsform eine Konfiguration aufweisen, bei der unter Verwendung des Enzymelektrodenverfahrens Glukoseoxidase und eine Elektrode kombiniert werden, um Zucker als ersten Bestandteil nachzuweisen.

[0055] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) sind Blockdiagramme, die ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration zum Auffangen des Schweißes an der Haut **100** und zum Berechnen der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut anhand der Konzentrationen des ersten und des zweiten Bestandteils im Schweiß in der Messeinrichtung **1**, welche die Transpirationseinrichtung **10** und die Messungsberechnungseinrichtung **30** aufweist, zeigen. [Fig. 6](#) zeigt ein spezifisches Beispiel für die Transpirationseinrichtung **10**. [Fig. 7](#) zeigt ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung **30**. Jede in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigte Funktion ist eine Funktion, die implementiert wird, wenn der Steuerkreis **15** der Transpirationseinrichtung **10** und der Steuerkreis **35** der Messungsberechnungseinrichtung **30** ein vorbestimmtes Steuerprogramm ausführen.

[0056] Mindestens ein Teil dieser Funktionen kann von der in [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#) oder [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) gezeigten mechanischen Konfiguration implementiert werden. Die mit durchgezogener Linie gezeichneten Pfeile in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen den Weg elektrischer Signale. Der gepunktet gezeichnete Pfeil in [Fig. 7](#) zeigt die Beförderung von Schweiß.

[0057] Die Funktion der Transpirationseinrichtung **10** umfasst in [Fig. 6](#) eine Befehlseingabeeinheit **101** zum Entgegennehmen der Eingabe des Bediensignals von der Bedieneinheit (in [Fig. 1](#), [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) nicht gezeigt), eine Steuereinheit **103** und eine Stromgeneratoreinheit **105**.

[0058] Die Steuereinheit **103** wird hauptsächlich von dem Steuerkreis **15** gebildet und startet den Transpirationsvorgang basierend auf dem Bediensignal, das von der Befehlseingabeeinheit **101** eingegeben wird. Der Transpirationsvorgang beginnt, wenn die Steuereinheit **103** das Steuersignal zum Erzeugen eines Stroms von einer definierten Stärke auf Ba-

sis des Bediensignals an die Stromgeneratoreinheit **105** eingibt. Die Stromgeneratoreinheit **105** wird ebenfalls hauptsächlich von dem Steuerkreis **15** gebildet und führt den Prozess des Erzeugens des Stroms von definierter Stärke zwischen der Einbringe-elektrode **11** und der Referenzelektrode **13** gemäß dem Steuersignal aus. Durch einen solchen Prozess fließt der Gleichstrom von der Einbringe-elektrode **11** zur Referenzelektrode **13**, wobei er durch den Schwamm **41**, der die Pilokarpinlösung oder die den Transpirationsbeschleuniger enthaltende Lösung enthält, durch die Haut **100** fließt. Dadurch wird die Pilokarpinlösung bzw. die Substanz der Einbringe-elektrode **11** unter die Haut infiltriert und wirkt auf die Schweißdrüse ein. Ein solches Verfahren zum Einbringen der Substanz wird Iontophoreseverfahren genannt.

[0059] Nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit ab Beginn des Transpirationsvorgangs kommt es zur Transpiration aus der Schweißdrüse in der Nähe der Einbringe-elektrode **11**. Wenn die Pilokarpinlösung nach Verstreichen einer konstanten Zeit seit Beginn des Transpirationsvorgangs in der Transpirationseinrichtung **10** infiltriert worden ist, gibt das Steuersignal **103** gemäß dem Bediensignal zum Beenden des Transpirationsvorgangs von der Befehlseingabeeinheit **101** ein Steuersignal zum Stoppen des Stromerzeugens an die Stromgeneratoreinheit **105** aus und beendet den Transpirationsvorgang. Der Transpirationsvorgang kann beendet werden, wenn die Steuereinheit **103** das Verstreichen einer konstanten Zeit seit Beginn des Transpirationsvorgangs erkennt und das Steuersignal zum Beenden des Stromerzeugens an die Stromgeneratoreinheit **105** ausgibt.

[0060] In [Fig. 7](#) umfasst die Funktion der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der ersten Ausführungsform Folgendes: eine Beförderungseinheit **301** zum Befördern des im Schweißauffangbereich **32** angesammelten Schweißes, eine Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils, die dazu dient, den ersten Bestandteil im Schweiß nachzuweisen, eine Konzentrationsberechnungseinheit **307** zum Berechnen der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß auf Basis des Nachweissignals von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils, eine Konzentrationsberechnungseinheit **309** zum Durchführen einer Berechnung zum Ermitteln der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut unter Verwendung des Berechnungsergebnisses, und eine Anzeigeeinheit **311** zum Durchführen eines Prozesses zum Anzeigen des Berechnungsergebnisses.

[0061] Die Beförderungseinheit **301** wird hauptsächlich von dem vorstehend beschriebenen Beförderungsmechanismus gebildet und befördert den im Schweißauffangbereich **32** angesammelten Schweiß durch den Detektor **31** für den ersten Bestandteil zu

dem Behälter **36** für unterschiedliche Flüssigkeiten. Im Falle der Konfiguration, bei welcher die Messungseinrichtung **30** ein Fluid wie Druckluft in den Beförderungsweg **34** injiziert, um den in dem Schweißauffangbereich **32** angesammelten Schweiß zu befördern, weist die Beförderungseinheit **301** einen Mechanismus zum Injizieren eines Fluids in den Beförderungsweg **34** auf. Wenn im Speziellen das Fluid durch Betätigung einer mechanischen Konfiguration wie einer Pumpe injiziert wird, weist die Beförderungseinheit **301** die mechanische Konfiguration und die Konfiguration zum Ausgeben eines Steuersignals zum Betätigen der Konfiguration auf.

[0062] Die Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils weist hauptsächlich den Detektor **31** für den ersten Bestandteil auf. Die Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils weist den ersten Bestandteil mit dem Detektor **31** für den ersten Bestandteil in dem von der Beförderungseinheit **301** beförderten Schweiß nach und gibt das der nachgewiesenen Menge entsprechende Nachweissignal in die Konzentrationsberechnungseinheit **307** ein.

[0063] Die Konzentrationsberechnungseinheit **307** wird hauptsächlich von dem Steuerkreis **35** gebildet und berechnet die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß auf Basis des von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils eingegebenen Nachweissignals gemäß einem vorbestimmten Berechnungsprogramm. Das Signal, das die berechnete Konzentration signalisiert, wird in die Umwandlungsberechnungseinheit **309** eingegeben.

[0064] Die Umwandlungsberechnungseinheit **309** wird hauptsächlich von dem Steuerkreis **35** gebildet und führt gemäß einem vorbestimmten Berechnungsprogramm eine Berechnung zum Umwandeln der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut aus. Das Berechnungsergebnis wird in die Anzeigeeinheit **311** eingegeben, und bei der Anzeige **37** wird ein Prozess zum Anzeigen der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut als Messergebnis auf der Anzeige **37** ausgeführt.

[0065] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für eine detaillierte Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit **309** gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Die Umwandlungsberechnungseinheit **309** in [Fig. 8](#) weist Folgendes auf: einen Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** zum Speichern der von der Konzentrationsberechnungseinheit **307** eingegebenen Konzentration, einen Zeitgeber **3903**, einen Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit, der zum Erkennen, dass eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, mittels des Zeitgebers **3903** dient, einen Konzentrationsabfrageabschnitt **3907**, der zum Abfragen der in dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** gespeicherten Konzentration

dient, und einen Umwandlungsabschnitt **3909** zum Umwandeln der abgefragten Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut.

[0066] Der Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit erkennt mit Hilfe des Zeitgebers **3903**, dass die im Voraus definierte vorbestimmte Zeit verstrichen ist, und gibt ein Signal, das diesen Sachverhalt anzeigt, in den Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** ein. Nachdem ein derartiges Signal eingegeben worden ist, fragt der Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß, die von der Konzentrationsberechnungseinheit **3901** eingegeben und im Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** gespeichert wurde, aus dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** ab und gibt sie in den Umwandlungsabschnitt **3909** ein.

[0067] Die in [Fig. 24](#) bis [Fig. 26](#) gezeigten Stichproben belegen, dass der Abstand zwischen der Konzentrationsänderung des Blutzuckerwerts und der Konzentrationsänderung des aus dem Schweiß von unmittelbar ab 0 Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung bis zum Verstreichen von fünf Minuten gewonnenen Werts des Zuckers im Schweiß (im Weiteren „Schweißzuckerwert“) größer ist als – und keine so gute Korrelation besteht wie – bei der Konzentrationsänderung des aus dem Schweiß von nach Verstreichen von fünf Minuten bis zum Verstreichen von zehn Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung gewonnenen Schweißzuckerwerts. Der Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit weist eine Konfiguration auf, die dazu dient, mit Hilfe des Zeitgebers **3903** zu erkennen, dass die seit dem Beginn des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung **30** verstrichene Zeit gleich der vorbestimmten Zeit ist, wobei die vorbestimmte Zeit bevorzugt fünf Minuten beträgt unter der Annahme, dass der Beginn des Messungsberechnungsvorgangs den Abschluss der Transpirationsbeschleunigung darstellt. Das heißt, der Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit erkennt das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit (z. B. fünf Minuten) nach der Transpirationsbeschleunigung.

[0068] Die Konzentration des Bestandteils im Blut und die Konzentration des Bestandteils im Schweiß verhalten sich bekanntermaßen im Wesentlichen proportional zueinander. Der Umwandlungsabschnitt **3909** speichert einen Koeffizienten γ als im Voraus definierten Koeffizienten und wandelt die von dem Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** eingegebene Konzentration B des Zuckers (Glukose), der als erster Bestandteil im Schweiß dient, anhand folgender Gleichung (1) in die Zuckerkonzentration A im Blut um:

$$A = \gamma B \quad \text{Gleichung (1)}$$

[0069] Statt des im Voraus gespeicherten Werts kann der Koeffizient γ zum Zeitpunkt der Berechnung und dergleichen von der Umwandlungsberechnungseinheit **309** bezogen werden. Zum Beispiel kann der Koeffizient γ von der Umwandlungsberechnungseinheit **309** aus der durch mehrfaches Messen des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts zu Zeiten mit relativ stabilem Blutzuckerwert, beispielsweise bei leerem Magen, erhaltenen Konzentration bestimmt werden. Ferner kann der Koeffizient γ auch aus der durch einmaliges Messen des Schweißzuckerwerts und des Blutzuckerwerts bei leerem Magen erhaltenen Konzentration bestimmt werden.

[0070] Es wird nun ein Prozessablauf in der Messeinrichtung **1** beschrieben. [Fig. 9](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Transpirationsvorgangs in der Transpirationseinrichtung **10** zeigt. [Fig. 10](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Die in den Ablaufdiagrammen gezeigten Prozesse werden jeweils implementiert, wenn die Steuerkreise **15**, **35** ein vorbestimmtes Berechnungsprogramm ausführen und die einzelnen in [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) gezeigten Einheiten so steuern, dass sie die in [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigten Funktionen erfüllen.

[0071] Zuerst beginnt der in [Fig. 9](#) gezeigte Transpirationsvorgang, wenn der Schwamm **41** mit der Lösung, die den Transpirationsbeschleuniger, wie beispielsweise die Pilocarpinlösung, enthält, an dem Wirkstoffbereich **12A** angebracht wird, die Einbringlektrode **11** derart angebracht wird, dass sie den Schwamm **41** berührt, und dann der Befehl zum Starten des Transpirationsvorgangs mit der Bedieneinheit ausgeführt wird, nachdem die Transpirationseinrichtung **10** mit dem Gurt **2A** derart an der Messstelle angebracht wurde, dass der Schwamm **41** die Haut **100** berührt. Wenn die Eingabe des Bediensignals von der Bedieneinheit durch die Befehlseingabeeinheit **101** entgegen genommen wird, führt die Steuereinheit **103** in der Stromgeneratoreinheit **103** einen Prozess zum Erzeugen des vorbestimmten Gleichstroms aus, der von der Einbringleistung **11** zu der Referenzelektrode **13** fließen soll, und lässt den vorbestimmten Strom zwischen den Elektroden fließen (Schritt S101). Nachdem das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit seit dem Beginn des Transpirationsvorgangs erkannt wurde, oder wenn an der Befehlseingabeeinheit **101** nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit die Eingabe eines Bediensignals entgegen genommen wird, das die Beendigung des Vorgangs anweist, beendet die Steuereinheit **103** das Erzeugen des Stroms durch die Stromgeneratoreinheit **105** und unterbricht den zwischen den Elektroden fließenden Strom (Schritt S103).

[0072] Der Transpirationsvorgang in der Transpirati-

onsvorrichtung **10** wird daraufhin beendet. Anschließend löst die Versuchsperson die Transpirationseinrichtung **10**, nimmt den Schwamm **41** von der Haut **100**, die die Messstelle ist, und reinigt die Haut **100**. Die Versuchsperson bringt daraufhin mit dem Gurt **2B** die Messungsberechnungseinrichtung **30** an derselben Position an. Der Schwamm **43** des Schweißauffangbereichs **32** fängt den von der mit der Pilocarpinlösung infiltrierten Haut **100** transpirierten Schweiß auf.

[0073] Der Messungsberechnungsvorgang in der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der ersten Ausführungsform kann gestartet werden, wenn der Befehl zum Starten des Messungsberechnungsvorgangs an der Bedieneinheit erteilt wird, während die Messungsberechnungseinrichtung **30** an der Messstelle angebracht ist oder nachdem sie eine konstante Zeit angebracht gewesen und nach Auffangen des Schweißes durch den Schwamm **43** abgenommen worden ist, oder der Messungsberechnungsvorgang kann gestartet werden, wenn der in [Fig. 5](#) gezeigte Flüssigkeitssensor **38** nachweist, dass die aufgefangene Schweißmenge eine vorbestimmte Menge erreicht hat, oder er kann gestartet werden, wenn das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils in die Konzentrationsberechnungseinheit **307** eingegeben wird. Der in [Fig. 10](#) gezeigte Messungsberechnungsvorgang in der Messungsberechnungseinrichtung **30** wird gestartet, wenn das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils in die Konzentrationsberechnungseinheit **307** eingegeben wird, und wird beendet, wenn das Bediensignal zum Beenden der Berechnung von der Bedieneinheit eingegeben wird.

[0074] Zunächst berechnet die Konzentrationsberechnungseinheit **307** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß aus dem Nachweissignal, wenn sie von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils das Nachweissignal empfängt, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, und speichert diese Konzentration im Konzentrationsspeicherabschnitt **3901**. Dieser Prozess wird in gleichbleibenden Abständen ausgeführt, bis der Umwandlungsberechnungsvorgang beendet wird.

[0075] Wenn in [Fig. 10](#) das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils eingegeben wird, wird der Zeitgeber **3903** ausgelöst (Schritt S201). Wenn an dem Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit erkannt wird (JA in Schritt S203), fragt der Konzentrationsab-

frageabschnitt **3907** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß von nach dem relevanten Zeitpunkt ab (Schritt S300). Im Umwandlungsabschnitt **3909** wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß mit Gleichung (1) in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt (Schritt S307) und in die Anzeigeeinheit **311** eingegeben. Bei der Anzeigeeinheit **311** wird ein Prozess zum Anzeigen des Berechnungsergebnisses auf der Anzeige **37** ausgeführt, und die in Schritt S307 erhaltene Konzentration des ersten Bestandteils in dem Blut wird angezeigt (Schritt S309).

[0076] Die Prozesse der Schritte S300 bis S309 werden in vorbestimmten Abständen wiederholt, bis der Vorgang des Beendens des Umwandlungsberechnungsvorgangs erfolgt, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut wird in vorbestimmten Abständen angezeigt. Wenn das Bediensignal zum Beenden des Umwandlungsberechnungsvorgangs von der Bedieneinheit eingegeben wird (JA in Schritt S311), wird der Umwandlungsberechnungsvorgang in der Messungsberechnungseinrichtung **30** beendet.

[0077] Wie anhand der Stichproben aus [Fig. 19](#) bis [Fig. 26](#) gezeigt wurde, korrelieren die Änderungen der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß und der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut im Anfangsstadium nach der erzwungenen Transpiration nicht. Außerdem wurde anhand der Stichproben aus [Fig. 24](#) bis [Fig. 26](#) verifiziert, dass die Transpiration ca. 0 bis fünf Minuten nach der Transpirationsbeschleunigung einsetzt. Bei der Messumwandlungseinrichtung **30** nach der vorliegenden Ausführungsform wird eine vorbestimmte Zeit (z. B. fünf Minuten), die als Zeitpunkt des Beginns der Transpiration definiert ist, im Voraus gespeichert, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß von nach Verstreichen dieser Zeit wird von dem Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** abgefragt und in dem Umwandlungsprozess im Umwandlungsabschnitt **3909** benutzt. Anders ausgedrückt wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß bis zum Verstreichen einer im Voraus definierten vorbestimmten Zeit von dem Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** nicht abgefragt und bei dem Umwandlungsprozess in dem Umwandlungsabschnitt **3909** nicht benutzt. Somit wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß bei dem Umwandlungsprozess des Umwandlungsabschnitts **3909** nicht zur Berechnung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut benutzt, solange die Konzentrationsänderung nicht mit der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut korreliert; erst nach dem Verstreichen einer vorbestimmten Zeit, nach der eine Korrelation besteht, wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß für die Berechnung benutzt. Infolgedessen lässt sich die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut mit hoher Genauigkeit messen.

[0078] Die oben beschriebene Konfiguration und der Prozess sind ein spezielles Beispiel und nicht auf diese Konfiguration und diesen Prozess beschränkt. Die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß kann in der Konzentrationsberechnungseinheit **307** berechnet werden, nachdem das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit von dem Abschnitt **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit erkannt wird. Die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß kann in dem Umwandlungsabschnitt **3909** in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt werden, bevor das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit erkannt worden ist, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut kann auf der Anzeigeeinheit **311** angezeigt werden, nachdem das Verstreichen einer vorbestimmten Zeit erkannt worden ist.

[Zweite Ausführungsform]

[0079] Als zweite Ausführungsform der Messungsberechnungseinrichtung **30** zum Messen der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut wird das Benutzen der Änderungsrate der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß beschrieben.

[0080] Die mechanische Konfiguration und die funktionale Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der zweiten Ausführungsform ähneln den in [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Konfigurationen.

[0081] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die detaillierte Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit **309** der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist, sind bei der zweiten Ausführungsform statt des Zeitgebers **3903** und des Abschnitts **3905** zum Erkennen der verstrichenen Zeit der in [Fig. 8](#) gezeigten Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit **309** ein Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** und ein Bestimmungsabschnitt **3904** angeordnet.

[0082] Der Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** berechnet die Änderungsrate P_n der Konzentration aus der Konzentration A_n des ersten Bestandteils in dem Schweiß, die aus dem N-ten Messergebnis gewonnen wurde, und der Konzentration A_{n+1} des ersten Bestandteils im Schweiß, die aus dem (N + 1)-ten Messergebnis gewonnen wurde, die jeweils in dem Konzentrationspeicherabschnitt **3901** gespeichert sind, und gibt diese in den Bestimmungsabschnitt **3904** ein. Das Verfahren zum Berechnen der Änderungsrate P_n in dem Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** ist nicht auf ein spezielles Verfahren beschränkt, und die Änderungsrate kann anhand der nachstehenden Gleichungen (2) und (3) berechnet werden.

$$P_n = (A_n - A_{n+1})/A_{n+1} \quad \text{Gleichung (2)}$$

$$P_n = (A_n - A_{n+1})/(A_{n+1} - \alpha) \quad \text{Gleichung (3)}$$

(α ist eine im Voraus definierte Konstante)

[0083] Das Verfahren zum Berechnen der Änderungsrate P_n in dem Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** umfasst außerdem ein Verfahren zum Berechnen eines Werts der Ableitung der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß.

[0084] Der Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** berechnet die Änderungsrate der Konzentration sequentiell aus der Konzentration des ersten Bestandteils in dem Schweiß, die in dem Konzentrationspeicherabschnitt **3901** gespeichert ist, und gibt diese in den Bestimmungsabschnitt **3904** ein. Im Bestimmungsabschnitt **3904** wird die eingegebene Änderungsrate mit dem im Voraus gespeicherten Schwellwert verglichen, um zu bestimmen, ob sie kleiner oder gleich dem Schwellwert ist. Der Schwellwert ist nicht auf einen speziellen Wert beschränkt. Der Bestimmungsabschnitt **3904** bestimmt, ob die Änderungsrate der letzten Konzentration kleiner oder gleich 10% ist, wenn beispielsweise 10% (0,1) als Schwellwert benutzt wird. Wenn bestimmt wird, dass die berechnete Änderungsrate kleiner oder gleich dem Schwellwert ist, wird ein Signal, das dies signalisiert, in den Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** eingegeben, und die nachfolgenden (N) Konzentrationen werden aus dem Konzentrationspeicherabschnitt **3901** abgefragt und in den Umwandlungsabschnitt **3909** eingegeben.

[0085] [Fig. 12](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt. Die in dem Ablaufdiagramm in [Fig. 12](#) gezeigten Prozesse werden ebenfalls implementiert, wenn der Steuerkreis **35** ein vorbestimmtes Berechnungsprogramm ausführt und die einzelnen in [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) gezeigten Einheiten so steuert, dass sie die in [Fig. 7](#), [Fig. 11](#) gezeigten Funktionen erfüllen.

[0086] Zunächst berechnet die Konzentrationsberechnungseinheit **307** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß aus dem Nachweissignal, wenn sie von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils das Nachweissignal empfängt, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, und speichert diese Konzentration im Konzentrationspeicherabschnitt **3901**. Dieser Prozess wird in gleichbleibenden Abständen ausgeführt, bis der Umwandlungsberechnungsvorgang beendet wird.

[0087] Wenn in [Fig. 12](#) das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils

entspricht, von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils eingegeben wird, berechnet der Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** die Änderungsrate anhand Gleichung (2) und Gleichung (3) aus der Konzentration des ersten Bestandteils in dem Schweiß, die aus dem vorhergehenden Messergebnis gewonnen wurde, und aus der Konzentration des ersten Bestandteils in dem Schweiß, die aus dem aktuellen Messergebnis gewonnen wurde (Schritt S207), und gibt diese in den Bestimmungsabschnitt **3904** ein. Die Berechnung aus Schritt S207 wird wiederholt, bis von dem Bestimmungsabschnitt **3904** bestimmt wird, dass die in Schritt SS207 berechnete Änderungsrate kleiner oder gleich dem Schwellwert (z. B. 10%) ist. Wenn dies der Fall ist (JA in Schritt S209), fragt der Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß von nach dem relevanten Zeitpunkt ab (Schritt S300). Im Umwandlungsabschnitt **3909** wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß mit Gleichung (1) in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt (Schritt S307) und in die Anzeigeeinheit **311** eingegeben. In der Anzeigeeinheit **311** wird ein Prozess zum Anzeigen des Berechnungsergebnisses auf der Anzeige **37** ausgeführt, und die in Schritt S307 erhaltene Konzentration des ersten Bestandteils in dem Blut wird angezeigt (Schritt S309).

[0088] Die Prozesse der Schritte S300 bis S309 werden in vorbestimmten Abständen wiederholt, bis der Vorgang des Beendens des Umwandlungsberechnungsvorgangs erfolgt, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut wird in vorbestimmten Abständen angezeigt. Wenn das Bediensignal zum Beenden des Umwandlungsberechnungsvorgangs von der Bedieneinheit eingegeben wird (JA in Schritt S311) wird der Umwandlungsberechnungsvorgang in der Messungsberechnungseinrichtung **30** beendet.

[0089] Wie anhand der Stichproben aus [Fig. 19](#) bis [Fig. 26](#) gezeigt wurde, korrelieren die Änderungen der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß und der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut im Anfangsstadium nach der erzwungenen Transpiration nicht, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß fällt in der dieser Periode in viel größerem Ausmaß rapide ab als in der Periode nach dem Anfang. Bei der Messumwandlungseinrichtung **30** nach der vorliegenden Ausführungsform wird eine Änderungsrate der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß berechnet, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß von dem Zeitpunkt, nachdem die Änderungsrate diesen Schwellwert erreicht oder unterschreitet, wird abgefragt und in dem Umwandlungsprozess des Umwandlungsabschnitts **3909** benutzt. Anders ausgedrückt wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß zu Beginn der Transpiration, wo die Konzentration des ersten Bestandteils

im Schweiß sich sehr schnell ändert, von dem Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** nicht abgefragt und in dem Umwandlungsprozess im Umwandlungsabschnitt **3909** nicht benutzt. Somit wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß bei dem Umwandlungsprozess des Umwandlungsabschnitts **3909** nicht zur Berechnung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut benutzt, solange die Konzentrationsänderung nicht mit der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut korreliert; erst nach dem Verstreichen einer vorbestimmten Zeit, nach der eine Korrelation besteht, wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß für die Berechnung benutzt. Infolgedessen lässt sich die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut mit hoher Genauigkeit messen. Außerdem ist der bei der ersten Ausführungsform gezeigte Zeitgeber **3903** nicht notwendig, da der Beginn der Transpiration anhand der Änderungsrate der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß erkannt wird.

[0090] Die oben beschriebene Konfiguration und der Prozess sind ein spezielles Beispiel und nicht auf diese Konfiguration und diesen Prozess beschränkt. Analog zur ersten Ausführungsform kann die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß in dem Umwandlungsabschnitt **3909** in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt werden, bevor erkannt wird, dass die Änderungsrate der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß kleiner oder gleich dem Schwellwert ist, und nach der Erkennung kann die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut auf der Anzeigeeinheit **311** angezeigt werden.

[Dritte Ausführungsform]

[0091] Als dritte Ausführungsform der Messungsberechnungseinrichtung **30** zum Messen der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut wird das Benutzen der Änderungsrate der Konzentration eines zweiten Bestandteils im Schweiß beschrieben, der sich von dem ersten Bestandteil unterscheidet.

[0092] [Fig. 13A](#), [Fig. 13B](#) zeigen das spezielle Beispiel der mechanischen Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform. Die Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform in [Fig. 13A](#) weist zusätzlich zu der in [Fig. 3A](#) gezeigten Konfiguration in dem Gehäuse **39** den Detektor **33** für den zweiten Bestandteil auf, der dazu dient, den zweiten Bestandteil im Schweiß nachzuweisen, und mit dem Steuerkreis **35** verbunden ist. [Fig. 13B](#) zeigt schematisch die mechanische Konfiguration des Querschnitts der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform an der in [Fig. 13A](#) mit dem Pfeil B bezeichneten Position. Der von dem Schweißauffangbereich **32** in [Fig. 13B](#) aufgefangene Schweiß wird durch den Detektor **31** für

den ersten Bestandteil und den Detektor **33** für den zweiten Bestandteil auf dem Beförderungsweg **34** zum Behälter **36** für ausgeschiedene Flüssigkeit befördert.

[0093] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm, das ein spezifisches Beispiel für die funktionale Konfiguration der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Die Funktion der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform umfasst zusätzlich zu den in [Fig. 7](#) gezeigten Funktionen eine Einheit **305** zum Nachweisen des zweiten Bestandteils, die zum Nachweisen des zweiten Bestandteils im Schweiß dient. Die Einheit **305** zum Nachweisen des zweiten Bestandteils weist hauptsächlich den Detektor **33** für den zweiten Bestandteil auf, und sie weist mit dem Detektor **33** für den zweiten Bestandteil in dem von der Beförderungseinheit **301** beförderten Schweiß den zweiten Bestandteil nach und gibt das der nachgewiesenen Menge entsprechende Nachweissignal in die Konzentrationsberechnungseinheit **307** ein. Die Konzentrationsberechnungseinheit **307** berechnet die Konzentration des ersten Bestandteils und die Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß auf Basis der Nachweissignale von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils und der Einheit **305** zum Nachweisen des zweiten Bestandteils. Das Signal, das die berechnete Konzentration signalisiert, wird in die Umwandlungsberechnungseinheit **309** eingegeben.

[0094] Bei dem zweiten Bestandteil handelt es sich um einen Bestandteil in dem Schweiß, der sich von dem ersten Bestandteil unterscheidet und bevorzugt einem Bestandteil entspricht, bei dem kein Zusammenhang zwischen einer Änderung der Konzentration im Schweiß und einer Änderung der Konzentration im Blut besteht, oder bei dem dieser Zusammenhang geringer als ein vorbestimmter Korrelationskoeffizient ist. Wenn es sich bei dem ersten Bestandteil um Zucker (Glukose) handelt, dann ändert sich der Schweißzuckerwert in Korrelation mit der Änderung des Blutzuckerwerts. Der Blutzuckerwert ändert sich schnell, wenn eine große Menge Zucker aufgenommen wird, wie etwa bei einer Mahlzeit. Wenn somit die Änderung des Blutzuckerwerts schnell verläuft, führt der Schweißzucker diese Änderung ebenfalls schnell nach. Wenn sich sowohl Blutzuckerwert als auch Schweißzuckerwert durch die Einnahme von Zucker schnell verändern, kann es unmöglich sein, zu unterscheiden, ob die Änderung des Schweißzuckerwerts auf die Einnahme von Zucker oder auf den Beginn der Transpiration zurückzuführen ist. Daher wird bei einer schnellen Änderung von Blutzuckerwert und Schweißzuckerwert, wie bei der zweiten Ausführungsform gezeigt, vorzugsweise ein anderer Bestandteil als Zucker gemessen, der sich durch eine Mahlzeit mit geringerer Wahrscheinlichkeit verändert, d. h., der zweite Bestandteil im Schweiß, der die Än-

derungen des Blutzuckerwerts nicht nachführt, und den Beginn der Transpiration nicht anhand der Änderungsrate des Schweißzuckerwerts, sondern anhand der Änderungsrate des zweiten Bestandteils zu erkennen. Von dem sich von Zucker unterscheidenden weiteren Bestandteil im Schweiß ist außerdem bekannt, dass er zu Beginn der Transpiration in einer höheren Konzentration als nach Beginn der Transpiration vorliegt, und er umfasst einen Bestandteil im Schweiß, der Änderungen des Blutzuckerwerts nicht nachführt, selbst wenn eine große Zuckermenge eingenommen wird, das heißt, einen Bestandteil im Schweiß, der nicht von Änderungen der Konzentration des Blutzuckerwerts beeinflusst wird. Als zweiter Bestandteil, der diese Bedingung erfüllt, eignen sich, falls es sich bei dem ersten Bestandteil speziell um Zucker handelt, neben Glutaminsäure andere Aminosäuren wie Lysin, Glutamin und Asparaginsäure, Calcium und Kalium.

[0095] [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) zeigen zwei Stichproben, die durch Messen der Änderung der Konzentration des Bestandteils im Schweiß bei konstantem Blutzuckerwert gewonnen wurden. Hierbei wurden die Konzentration des Zuckers (Glukose) und die Konzentration der Glutaminsäure für jede vorbestimmte Zeit als Bestandteile im Schweiß gemessen, um die Stichproben zu erhalten. Aus [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) ist zu erkennen, dass der Zucker, bei dem es sich um den ersten Bestandteil im Schweiß handelt, zu Beginn der Transpiration tendenziell eine höhere Konzentration als nach Beginn der Transpiration aufweist, obwohl der Blutzuckerwert konstant ist. In diesem Fall unterliegt die Glutaminsäure derselben Tendenz und ist demselben Einfluss wie die Glukose ausgesetzt.

[0096] [Fig. 17](#) zeigt Stichproben, die durch schnelles Anheben des Blutzuckerwerts durch Einnehmen einer großen Zuckermenge und dergleichen und anschließendes Messen der Änderung der Konzentration des Bestandteils im Schweiß gewonnen wurden. Anhand [Fig. 17](#) lässt sich feststellen, dass die Konzentration des Schweißzuckerwerts zu Beginn der Transpiration in diesem Fall – verglichen mit den in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) gezeigten Änderungen – nicht auffallend hoch ist. Dies liegt daran, dass der Zucker im Schweiß seit Beginn der Transpiration einer Änderung des Blutzuckerwerts ausgesetzt war. Die Glutaminsäure im Schweiß dagegen, die etwaigen Änderungen im Blutzuckerwert nicht ausgesetzt ist, zeigt zu Beginn der Transpiration eine höhere Konzentration als nach Beginn der Transpiration, analog zu den in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) gezeigten Änderungen.

[0097] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass es sich bei dem zweiten Bestandteil um Glutaminsäure handelt. Bei der dritten Ausführungsform ist außerdem der Detektor **33** für den zweiten Bestandteil zum Verwenden des Enzymelektrodenverfahrens konfiguriert und weist eine

Konfiguration auf, bei welcher L-Glutaminsäure-Glutamatoxidase und eine Elektrode kombiniert werden, um die Glutaminsäure als zweiten Bestandteil nachzuweisen.

[0098] Die detaillierte Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit **309** der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform ähnelt der in [Fig. 11](#) gezeigten detaillierten Konfiguration der Umwandlungsberechnungseinheit **309** der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der zweiten Ausführungsform. Bei der dritten Ausführungsform speichert der Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** die Konzentration des ersten Bestandteils und die Konzentration des zweiten Bestandteils, die sequentiell von der Konzentrationsberechnungseinheit **307** berechnet werden. Der Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** berechnet die Änderungsrate Q_n der Konzentration aus der Konzentration B_n des zweiten Bestandteils in dem Schweiß, die aus dem N-ten Messergebnis gewonnen wurde, und der Konzentration B_{n+1} des ersten Bestandteils im Schweiß, die aus dem N + 1-ten Messergebnis gewonnen wurde, die jeweils in dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** gespeichert sind, und gibt diese in den Bestimmungsabschnitt **3904** ein. Das Verfahren zum Berechnen der Änderungsrate Q_n in dem Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** ist nicht auf ein spezielles Verfahren beschränkt, und die Änderungsrate kann anhand der nachstehenden Gleichungen (4) und (5) berechnet werden.

$$Q_n = (B_n - B_{n+1})B_{n+1} \quad \text{Gleichung (4)}$$

$$Q_n = (B_n - B_{n+1})/(B_{n+1} - \beta) \quad \text{Gleichung (5)}$$

(β ist eine im Voraus definierte Konstante).

[0099] Der Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** berechnet die Änderungsrate der Konzentration sequentiell aus der Konzentration des zweiten Bestandteils in dem Schweiß, die in dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** gespeichert ist, und gibt diese in den Bestimmungsabschnitt **3904** ein. Im Bestimmungsabschnitt **3904** wird die eingegebene Änderungsrate mit dem im Voraus gespeicherten Schwellwert verglichen, um zu bestimmen, ob sie kleiner oder gleich dem Schwellwert ist oder nicht. Der Schwellwert ist hier nicht auf einen speziellen Wert beschränkt. Der Bestimmungsabschnitt **3904** bestimmt, ob die Änderungsrate der letzten Konzentration kleiner oder gleich 10% ist, wenn 10% (0,1) und dergleichen als Schwellwert benutzt wird. Wenn bestimmt wird, dass die berechnete Änderungsrate kleiner oder gleich dem Schwellwert ist, wird ein Signal, das dies signalisiert, in den Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** eingegeben, und die Konzentration des ersten Bestandteils nach (N) wird aus dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** abgefragt und in den Umwandlungsabschnitt **3909** eingegeben.

[0100] [Fig. 18](#) ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Messungsberechnungsvorgangs in der Messungsberechnungseinrichtung **30** gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Die in dem Ablaufdiagramm in [Fig. 18](#) gezeigten Prozesse werden ebenfalls implementiert, wenn der Steuerkreis **35** ein vorbestimmtes Berechnungsprogramm ausführt und die einzelnen in [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) gezeigten Einheiten so steuert, dass sie die in [Fig. 11](#), [Fig. 15](#) gezeigten Funktionen erfüllen.

[0101] In [Fig. 12](#) berechnet die Konzentrationsberechnungseinheit **307** die Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß aus den Nachweissignalen (Schritt S211), wenn sie das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des ersten Bestandteils entspricht, und das Nachweissignal, das der nachgewiesenen Menge des zweiten Bestandteils entspricht, von der Einheit **303** zum Nachweisen des ersten Bestandteils und der Einheit **305** zum Nachweisen des zweiten Bestandteils empfängt, und speichert diese in dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** (Schritt S213). Analog dazu wird auch die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß aus dem Nachweissignal berechnet und in dem Konzentrationsspeicherabschnitt **3901** gespeichert. Es wird davon ausgegangen, dass der Prozess des Berechnens der Konzentration des ersten Bestandteils in festen Abständen ausgeführt wird, bis der Umrechnungsberechnungsvorgang beendet wird.

[0102] Die Änderungsrate wird mit Hilfe von Gleichung (4) und Gleichung (5) in dem Änderungsratenberechnungsabschnitt **3902** aus der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß, die aus dem vorhergehenden Messergebnis gewonnen wurde, und der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß, die aus dem aktuellen Messergebnis gewonnen wurde, berechnet (Schritt S215) und in den Bestimmungsabschnitt **3904** eingegeben. Die Berechnung aus Schritt S215 wird wiederholt, bis in dem Bestimmungsabschnitt **3904** bestimmt wird, dass die in Schritt S215 berechnete Änderungsrate kleiner oder gleich dem Schwellwert (z. B. 10%) ist. Wenn dies der Fall ist (JA in Schritt S217), fragt der Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß nach dem relevanten Zeitpunkt ab (Schritt S300). Im Umwandlungsabschnitt **3909** wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß mit Gleichung (1) in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt (Schritt S307) und in die Anzeigeeinheit **311** eingegeben. In der Anzeigeeinheit **311** wird ein Prozess zum Anzeigen des Berechnungsergebnisses auf der Anzeige **37** ausgeführt, und die in Schritt S307 erhaltene Konzentration des ersten Bestandteils in dem Blut wird angezeigt (Schritt S309).

[0103] Die Prozesse der Schritte S300 bis S309 werden in vorbestimmten Abständen wiederholt, bis

der Vorgang des Beendens des Umwandlungsberechnungsvorgangs erfolgt, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut wird in vorbestimmten Abständen angezeigt. Wenn das Bediensignal zum Beenden des Umwandlungsberechnungsvorgangs von der Bedieneinheit eingegeben wird (JA in Schritt S311), wird der Umwandlungsberechnungsvorgang in der Messungsberechnungseinrichtung **30** beendet.

[0104] Bei der Messumwandlungseinrichtung **30** nach der vorliegenden Ausführungsform wird die Änderungsrate der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß berechnet, die durch eine Änderung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut nicht verändert wird, und die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß von dem Zeitpunkt, nachdem die Änderungsrate diesen Schwellwerts erreicht oder unterschreitet, wird abgefragt und in dem Umwandlungsprozess des Umwandlungsabschnitts **3909** benutzt. Anders ausgedrückt wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß zu Beginn der Transpiration, wo die Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß sich sehr schnell ändert, von dem Konzentrationsabfrageabschnitt **3907** nicht abgefragt und von dem Umwandlungsprozess in dem Umwandlungsprozess im Umwandlungsabschnitt **3909** nicht benutzt. Somit kann, wie anhand der Beispiele aus [Fig. 17](#) gezeigt wurde, selbst wenn die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß sich bei einer Änderung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut verändert und bei einer solchen Änderung schwer zu unterscheiden ist, ob eine Änderung der Konzentration im Blut oder der Beginn der Transpiration der Grund ist, anhand der Änderungsrate der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß, der nicht von einer Änderung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut beeinflusst wird, der Beginn der Transpiration erkannt werden. Infolgedessen wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß bei dem Umwandlungsprozess des Umwandlungsabschnitts **3909** nicht zur Berechnung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut benutzt, solange die Konzentrationsänderung nicht mit der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut korreliert; erst nach dem Verstreichen einer vorbestimmten Zeit, nach der eine Korrelation besteht, wird die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß für die Berechnung benutzt. Somit lässt sich die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut mit hoher Genauigkeit messen.

[0105] Die oben beschriebenen Konfigurationen und Prozesse sind ein spezielles Beispiel und nicht auf diese Konfigurationen und diese Prozesse beschränkt. Zum Beispiel kann analog zur ersten Ausführungsform eine Konfiguration gewählt werden, bei welcher die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß in der Konzentrationsberechnungseinheit **307** berechnet wird, nachdem erkannt worden ist,

dass die Änderungsrate der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß kleiner oder gleich dem Schwellwert ist. Vor der Erkennung kann die Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß in dem Umwandlungsabschnitt **3909** in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt werden, und nach der Erkennung kann die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut auf der Anzeigeeinheit **311** angezeigt werden. Außerdem können nach der Erkennung der Nachweis des zweiten Bestandteils und die Berechnung der Konzentration unterbleiben.

[0106] Bei dem vorstehend beschriebenen Beispiel wird ein zweiter Bestandteil (im angegebenen Beispiel Glutaminsäure) als sich von dem ersten Bestandteil unterscheidender Bestandteil benutzt, aber als zweiter Bestandteil können auch mehrere Bestandteile des Schweißes benutzt werden. Falls es sich beispielsweise bei dem ersten Bestandteil um Zucker handelt, kann als zweiter Bestandteil mindestens eine der Aminosäuren wie Glutaminsäure, Lysin, Glutamin und Asparaginsäure oder mindestens eine dieser Aminosäuren, Calcium und Kalium benutzt werden.

[0107] Die hier offenbarten Ausführungsformen dienen in jeder Hinsicht der Veranschaulichung und sind nicht als einschränkend aufzufassen. Der Schutzzumfang der Erfindung wird von den Ansprüchen festgelegt und nicht von der vorstehenden Beschreibung, und er umfasst Bedeutungen, die zu den Ansprüchen äquivalent sind, sowie alle in den Schutzzumfang der Erfindung fallenden Modifikationen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0108] Bei einer Messungsberechnungseinrichtung, die in einer Messeinrichtung angeordnet ist, wird das Verstärken einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration erkannt (S201, S203), und die anschließend gewonnene Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß wird in die Konzentration des ersten Bestandteils im Blut umgewandelt (S300, S307).

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5036861 [[0002](#), [0003](#)]
- JP 62-72321 [[0002](#), [0003](#)]

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils, die Folgendes aufweist: eine Transpirationsbeschleunigungseinheit (**10**) zum Beschleunigen der Transpiration an einer Körperoberfläche, die als Messstelle dient; eine erste Messeinheit (**303, 307**) zum Messen der Schweißkonzentration eines ersten Bestandteils, der im Schweiß an der Messstelle enthalten ist; einen Erkennungsabschnitt (**3903, 3905**) zum Erkennen des Verstreichens einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration; und einen Umwandlungsabschnitt (**3909**) zum Umwandeln der Schweißkonzentration des ersten Bestandteils im Schweiß an der Messstelle nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit in eine Konzentration des ersten Bestandteils im Blut des Körpers.

2. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach Anspruch 1, wobei der Erkennungsabschnitt einen Zeitgeber (**3903**) aufweist.

3. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach Anspruch 1, wobei der Erkennungsabschnitt Folgendes aufweist: einen ersten Berechnungsabschnitt (**3902**) zum Berechnen der Änderungsrate der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß und einen Bestimmungsabschnitt (**3904**) zum Vergleichen der Änderungsrate mit einem Schwellwert und zum Bestimmen des Verstreichens der vorbestimmten Zeit, wenn die Änderungsrate kleiner als der Schwellwert ist.

4. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei es sich bei dem ersten Bestandteil um Zucker (Glukose) handelt.

5. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach Anspruch 1, die ferner Folgendes aufweist: eine zweite Messeinheit (**305, 307**) zum Messen der Schweißkonzentration eines sich von dem ersten Bestandteil unterscheidenden zweiten Bestandteils, der im Schweiß an der Messstelle enthalten ist, wobei der Erkennungsabschnitt Folgendes aufweist: einen zweiten Berechnungsabschnitt (**3902**) zum Berechnen der Änderungsrate der Konzentration des zweiten Bestandteils im Schweiß und einen Bestimmungsabschnitt (**3904**) zum Vergleichen der Änderungsrate mit einem Schwellwert und zum Bestimmen des Verstreichens der vorbestimmten Zeit, wenn die Änderungsrate kleiner als der Schwellwert ist.

6. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach Anspruch 5, wobei es sich bei dem zweiten Bestandteil um einen Bestandteil

handelt, bei dem ein Zusammenhang zwischen einer Änderung der Konzentration im Schweiß und einer Änderung der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut geringer als ein vorbestimmter Korrelationskoeffizient ist.

7. Einrichtung zur Messung der Konzentration eines Blutbestandteils nach Anspruch 5, wobei es sich bei dem ersten Bestandteil um Zucker (Glukose) und bei dem zweiten Bestandteil um mindestens einen der Stoffe Glutaminsäure, Lysin, Glutamin, Asparaginsäure, Calcium und/oder Kalium handelt.

8. Verfahren zum Messen eines Blutbestandteils mit einer Einrichtung zum Messen der Konzentration eines Blutbestandteils, die Folgendes aufweist: eine Aufnahmeeinrichtung (**32**) zum Aufnehmen von Schweiß an einer Messstelle; eine Nachweiseinrichtung (**303**) zum Nachweisen eines Bestandteils im Schweiß; und eine Berechnungseinrichtung (**307, 309**) zum Berechnen anhand eines von dem Bestandteil erhaltenen Werts; wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Nachweisen eines ersten Bestandteils im Schweiß mit der Nachweiseinrichtung (S300); Berechnen der Konzentration des ersten Bestandteils im Schweiß mit der Berechnungseinrichtung (S300); Erkennen des Verstreichens einer vorbestimmten Zeit nach der Beschleunigung der Transpiration (S201, S203); Umwandeln der Schweißkonzentration des ersten Bestandteils im Schweiß an der Messstelle nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeit in eine Konzentration des ersten Bestandteils im Blut des Körpers (S307); und Ausführen eines Prozesses zum Ausgeben der Konzentration des ersten Bestandteils im Blut mit der Berechnungseinrichtung (S309).

Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

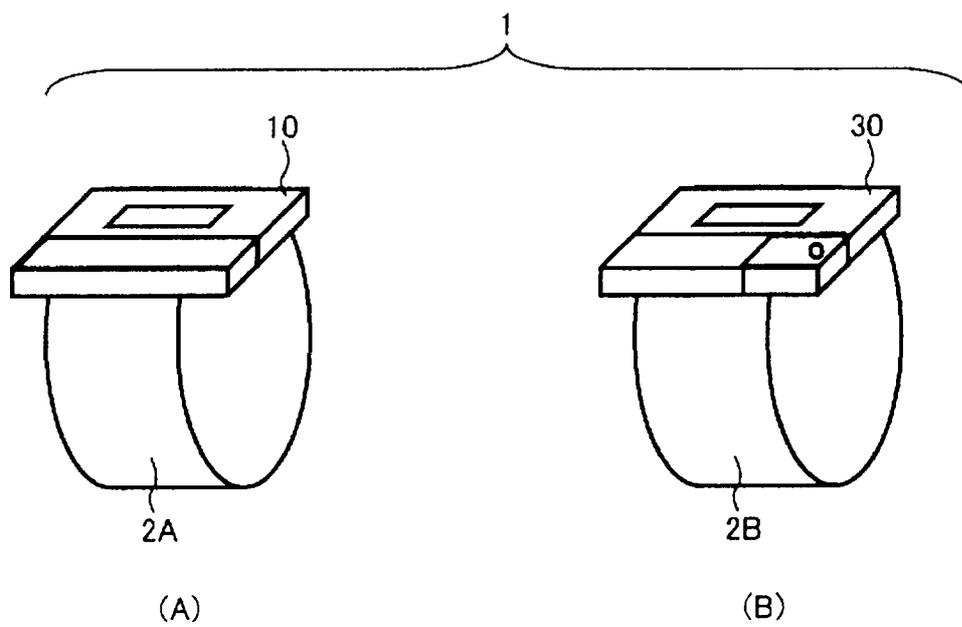


Fig. 2A

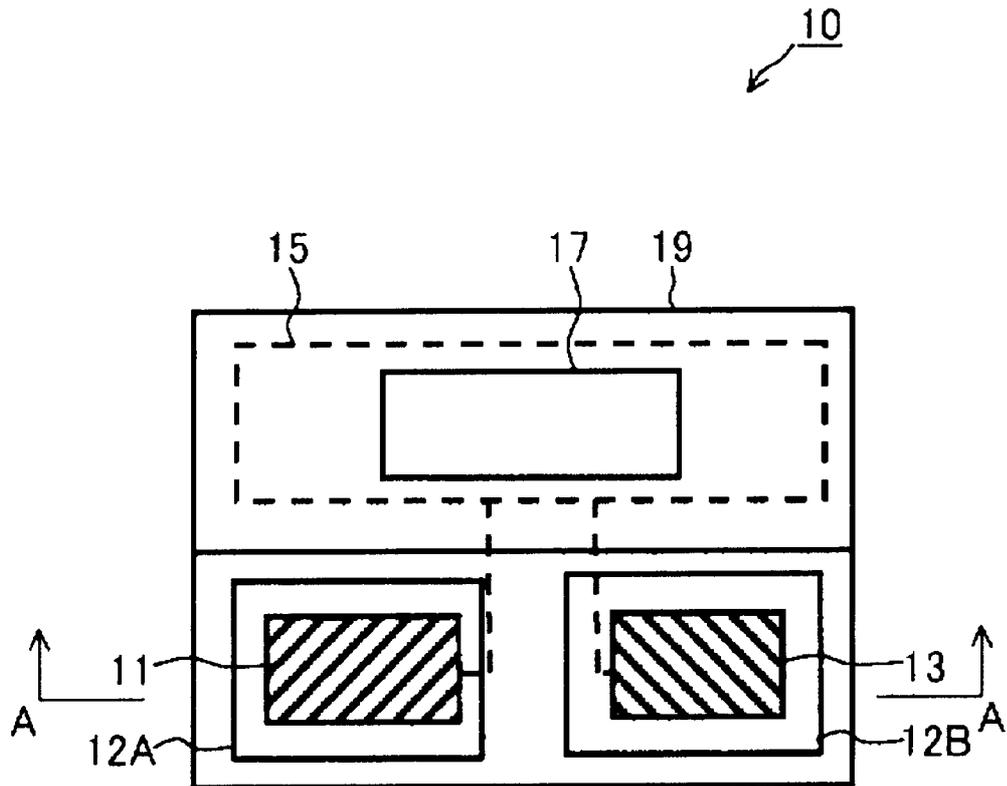


Fig. 2B

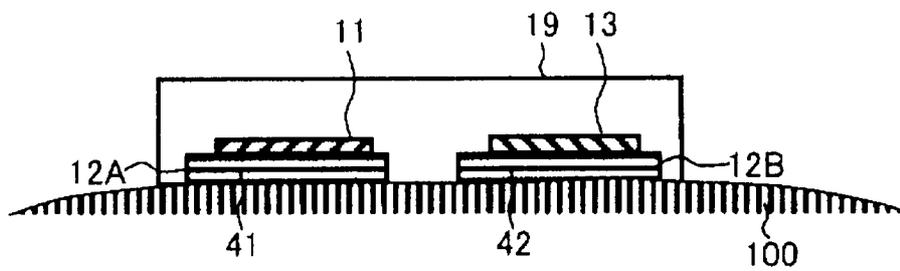


Fig. 3A

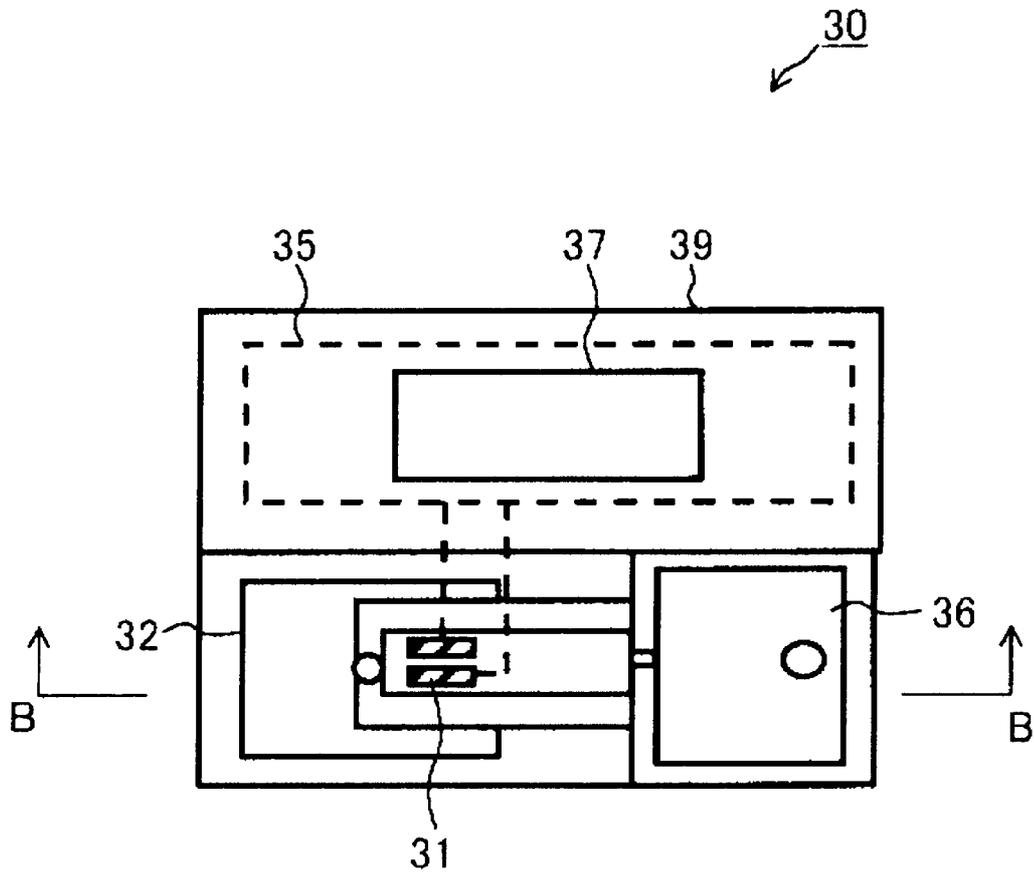


Fig. 3B

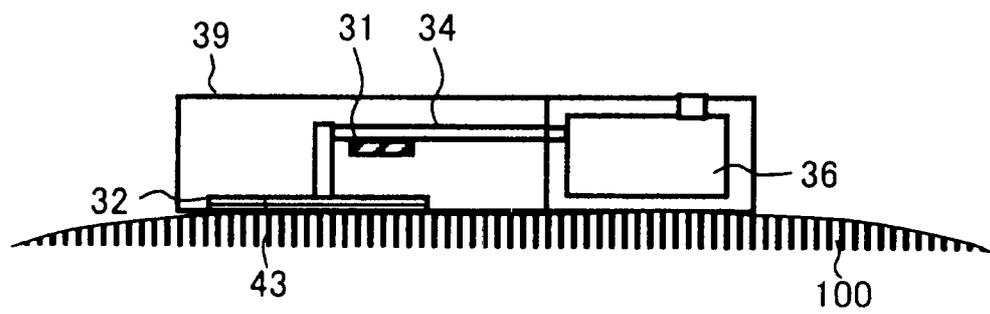


Fig. 4

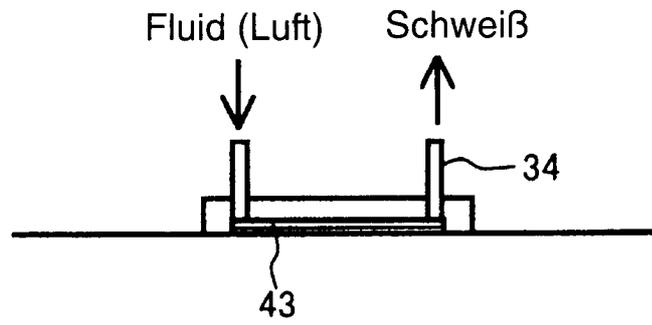


Fig. 5

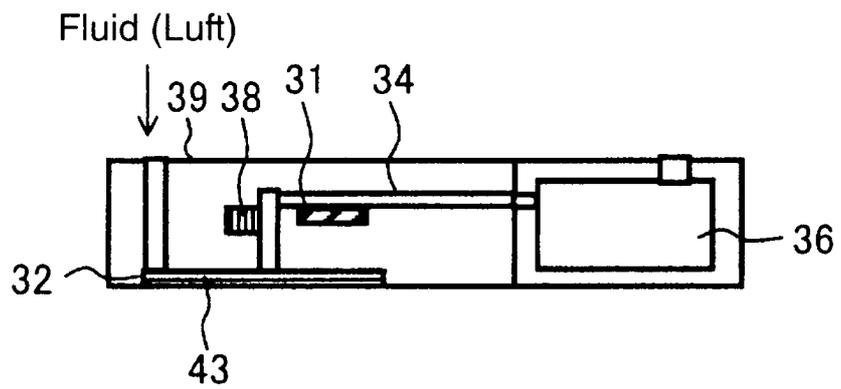


Fig. 6

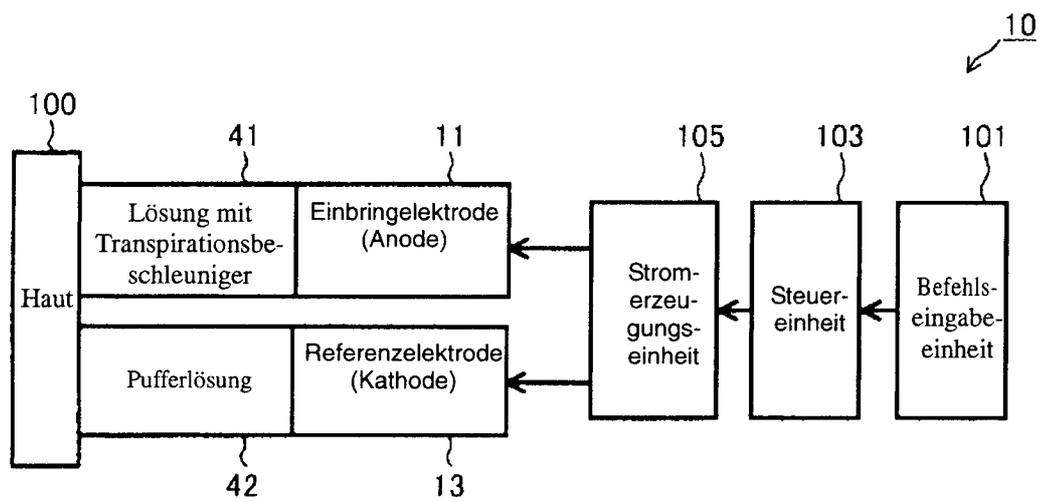


Fig. 7

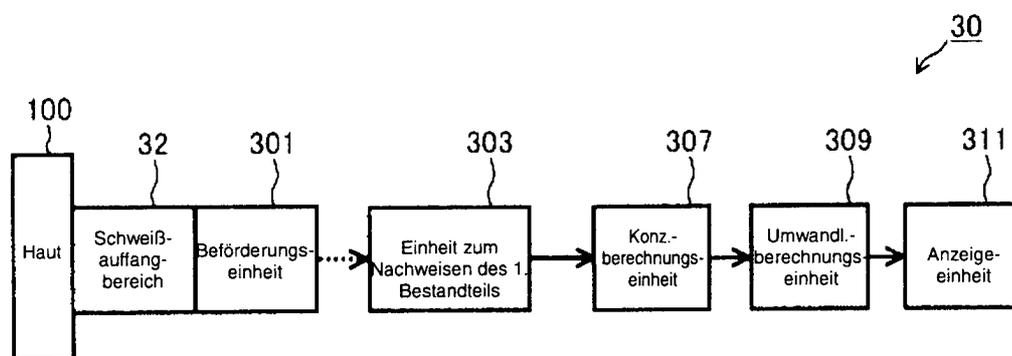


Fig. 8

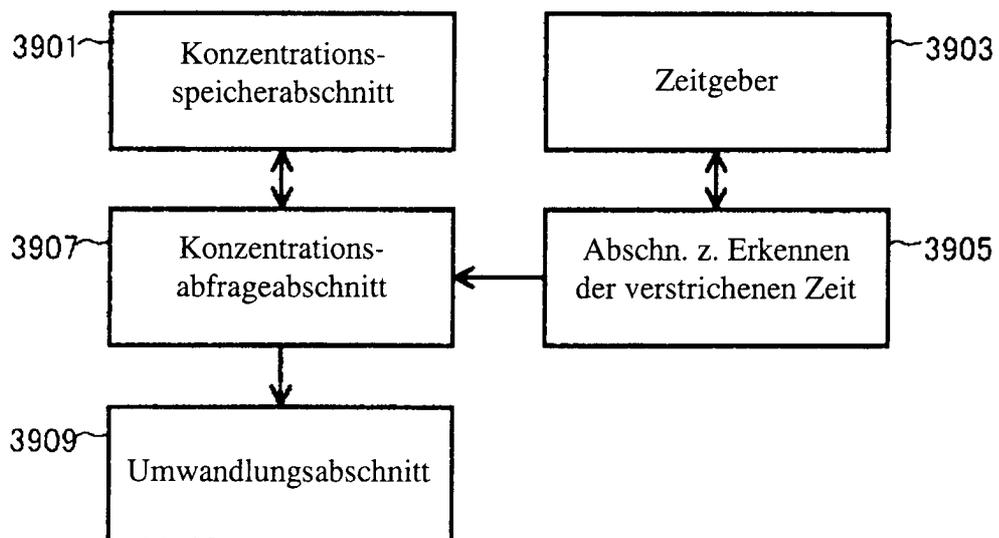


Fig. 9

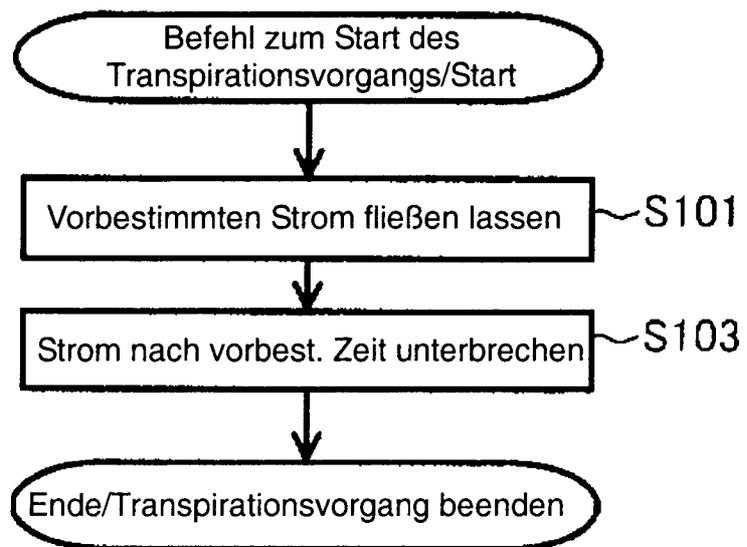


Fig.10

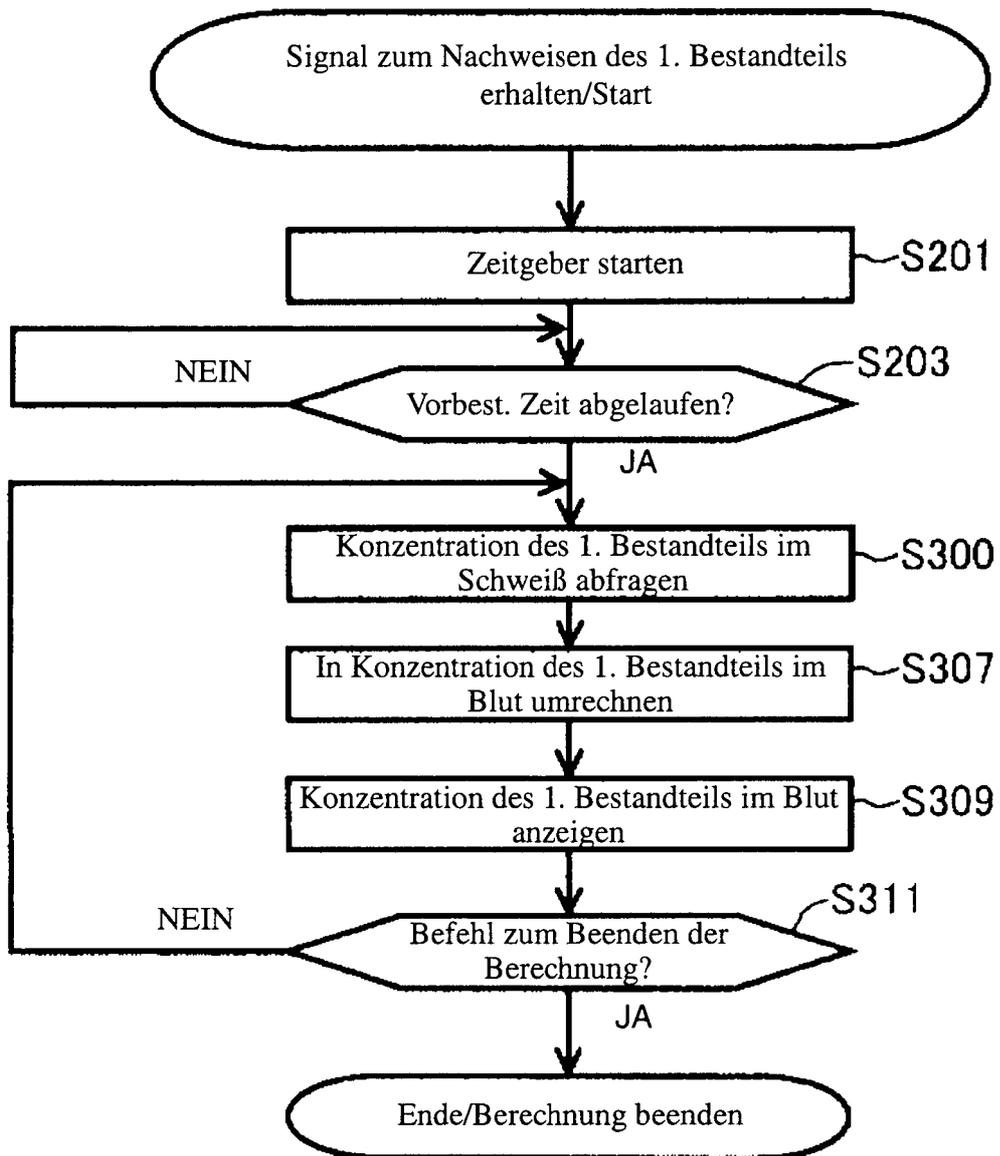


Fig. 11

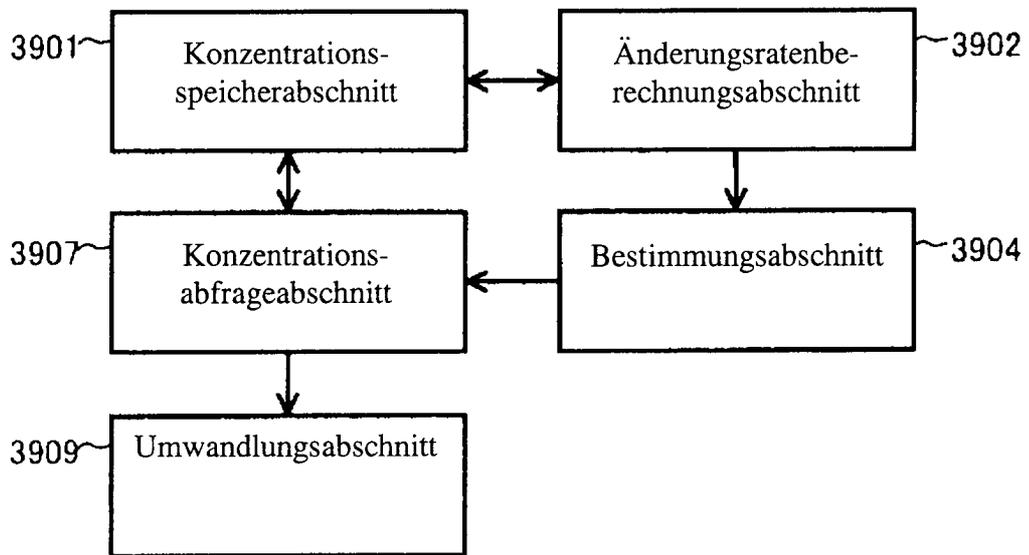


Fig. 12

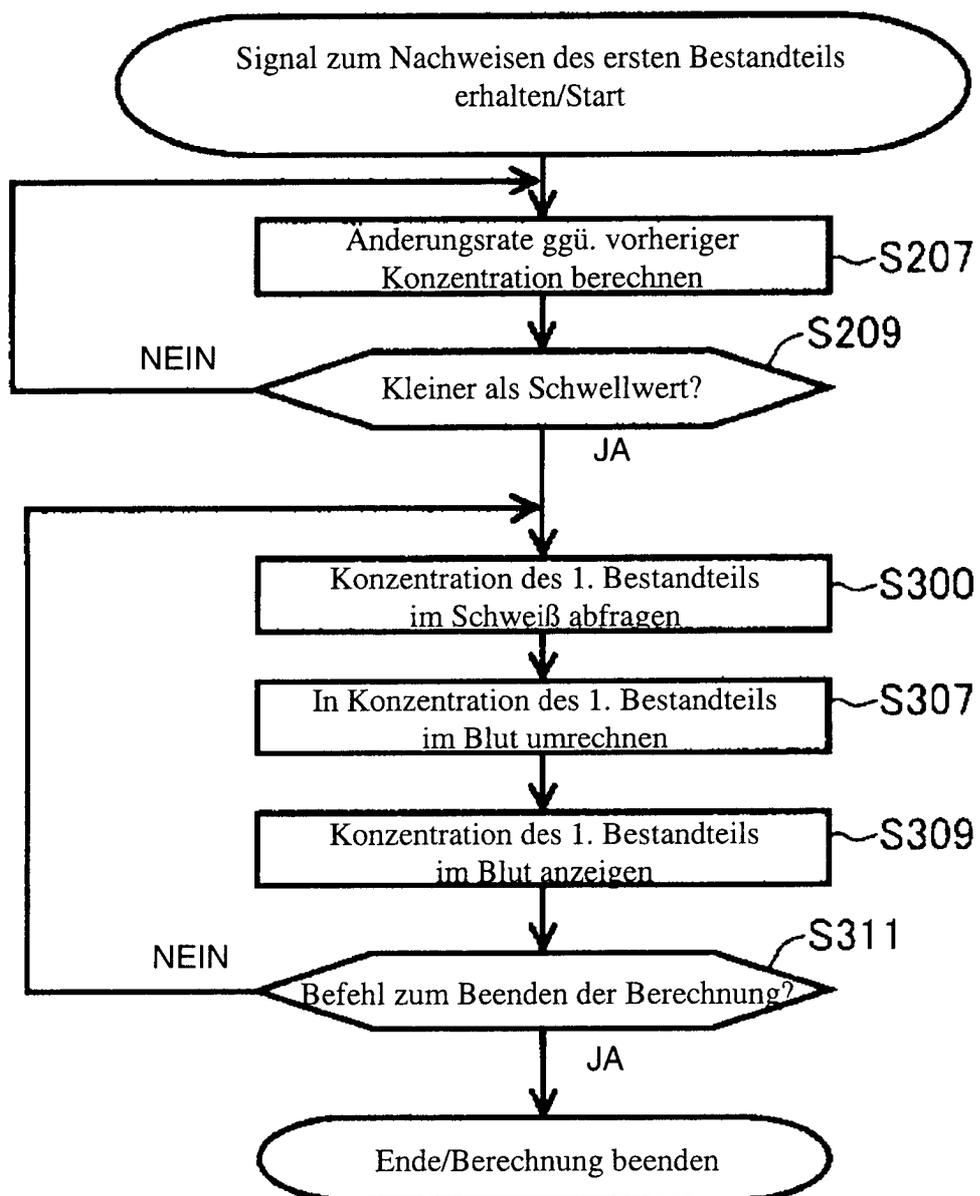


Fig. 13A

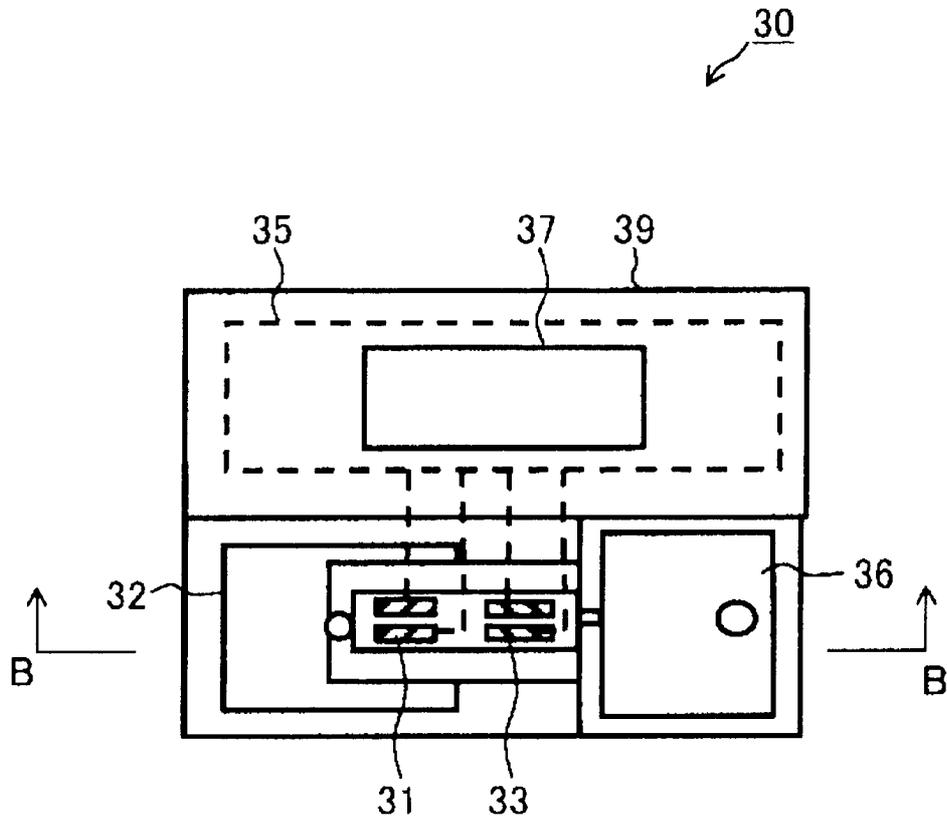


Fig. 13B

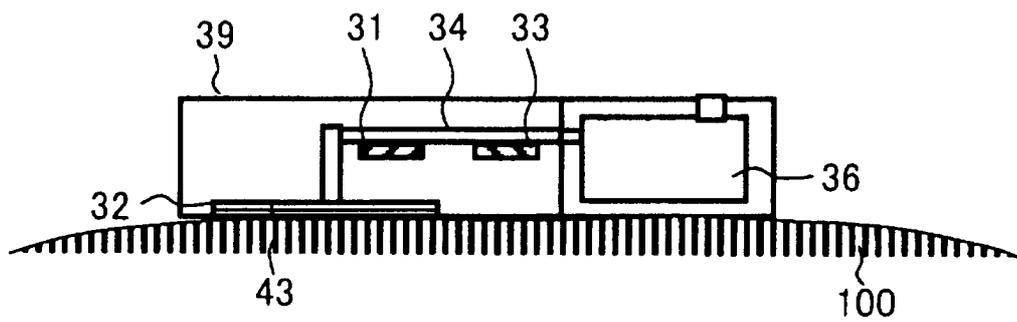


Fig. 14

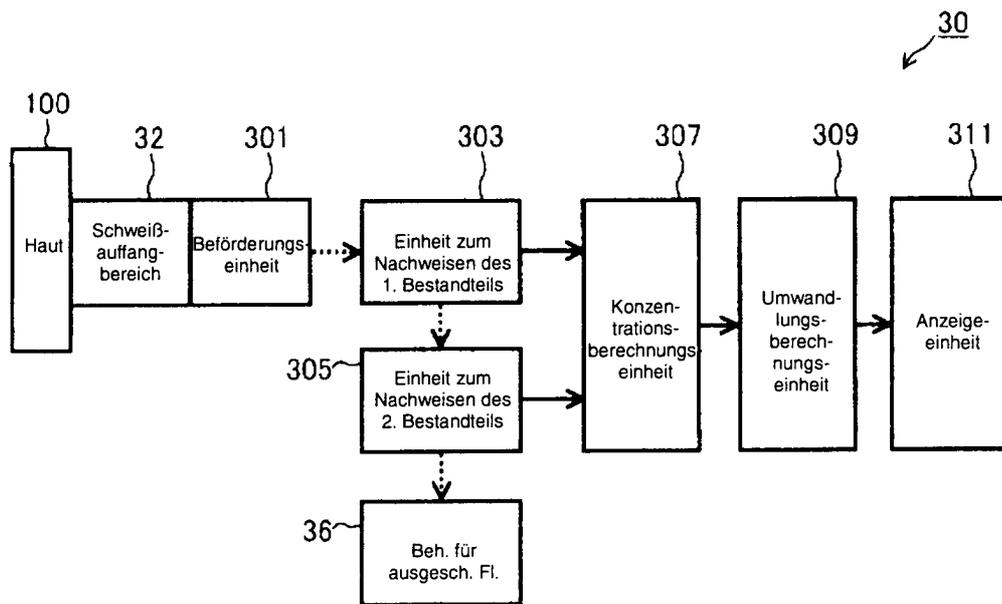


Fig. 15

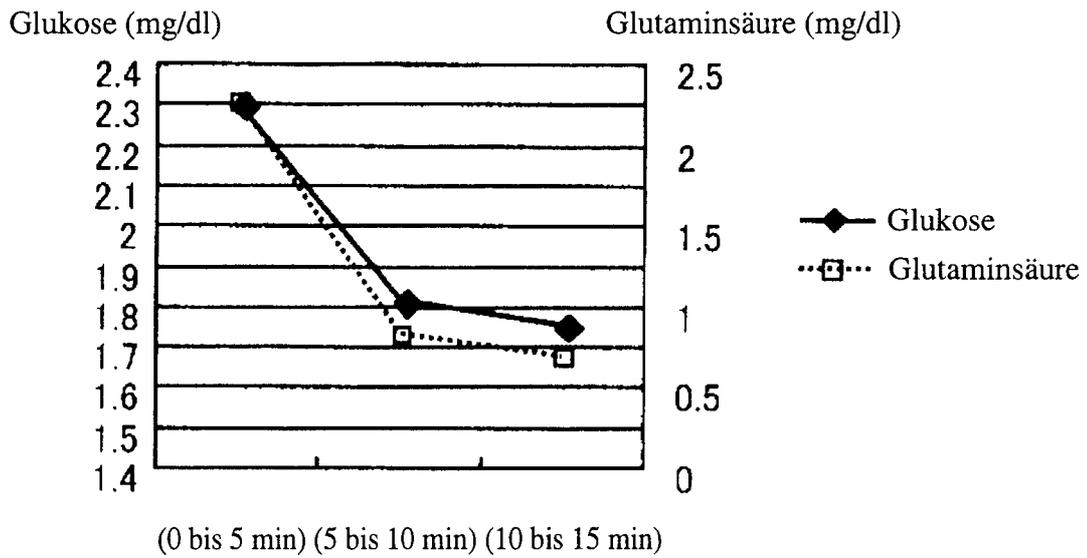


Fig. 16

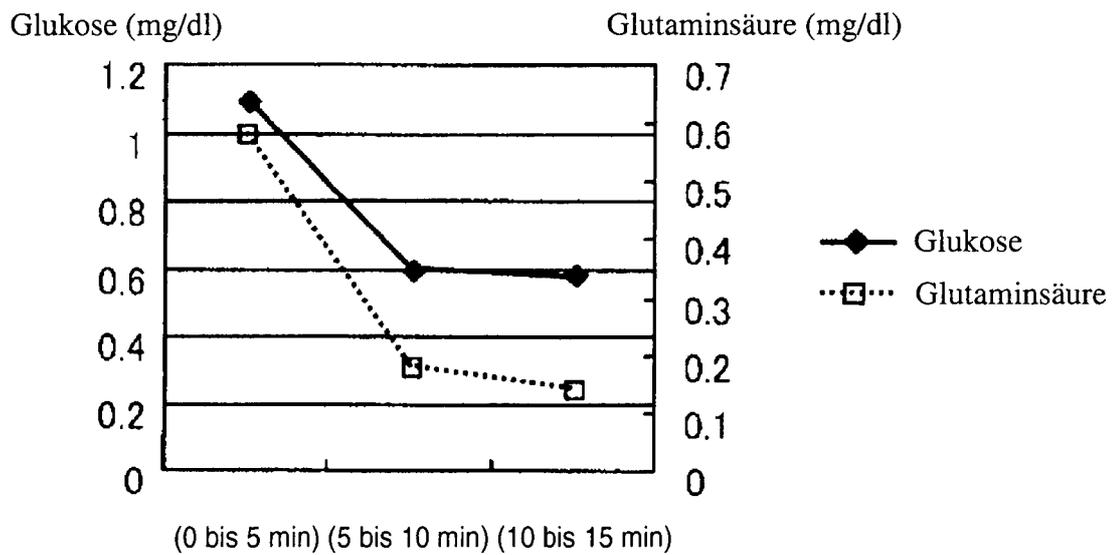


Fig. 17

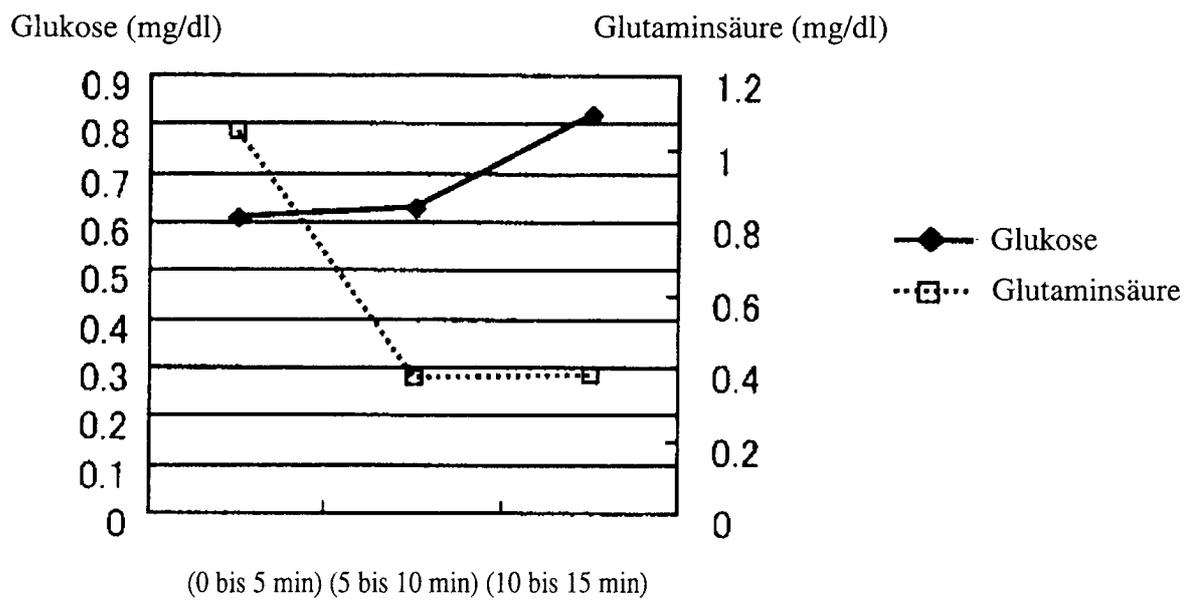


Fig. 18

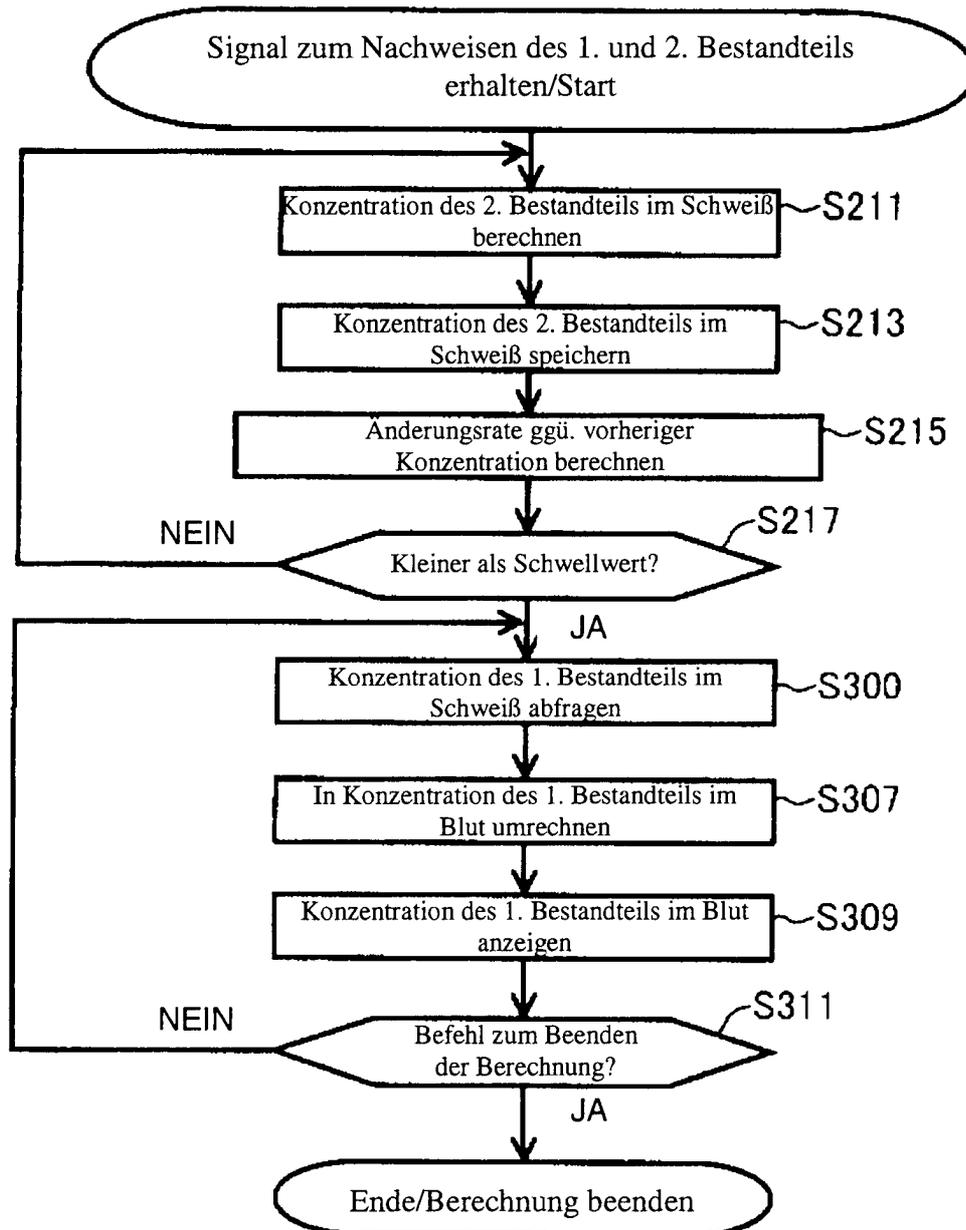


Fig. 19

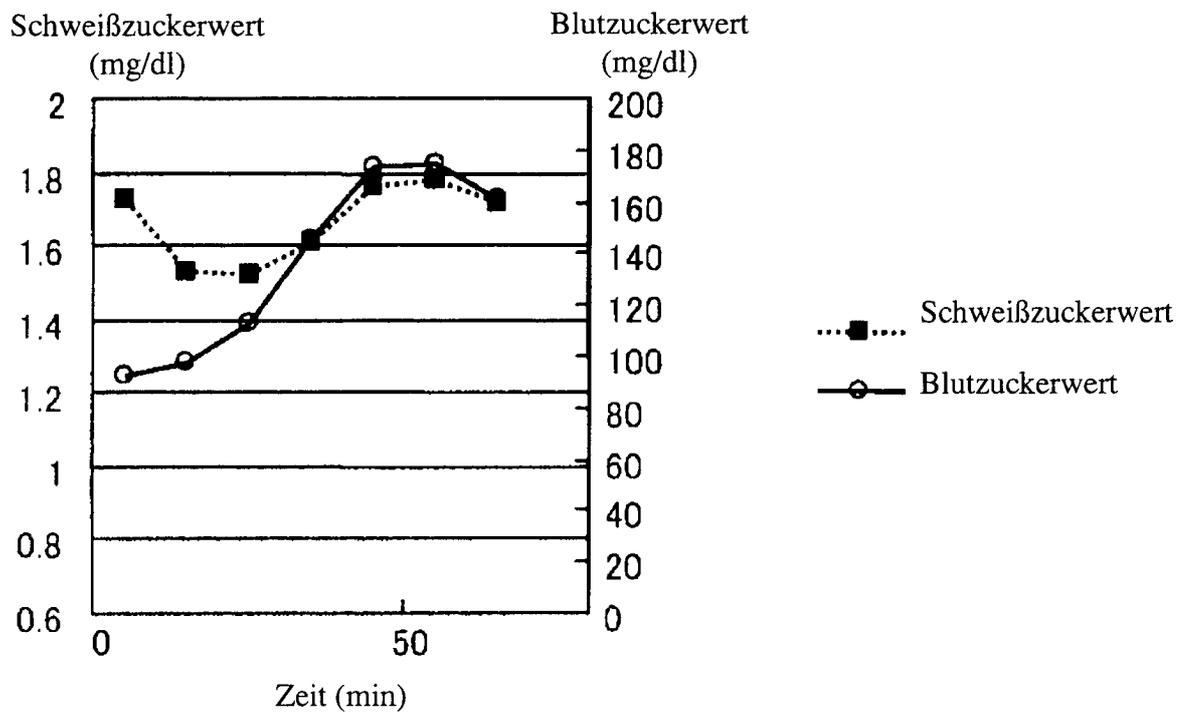


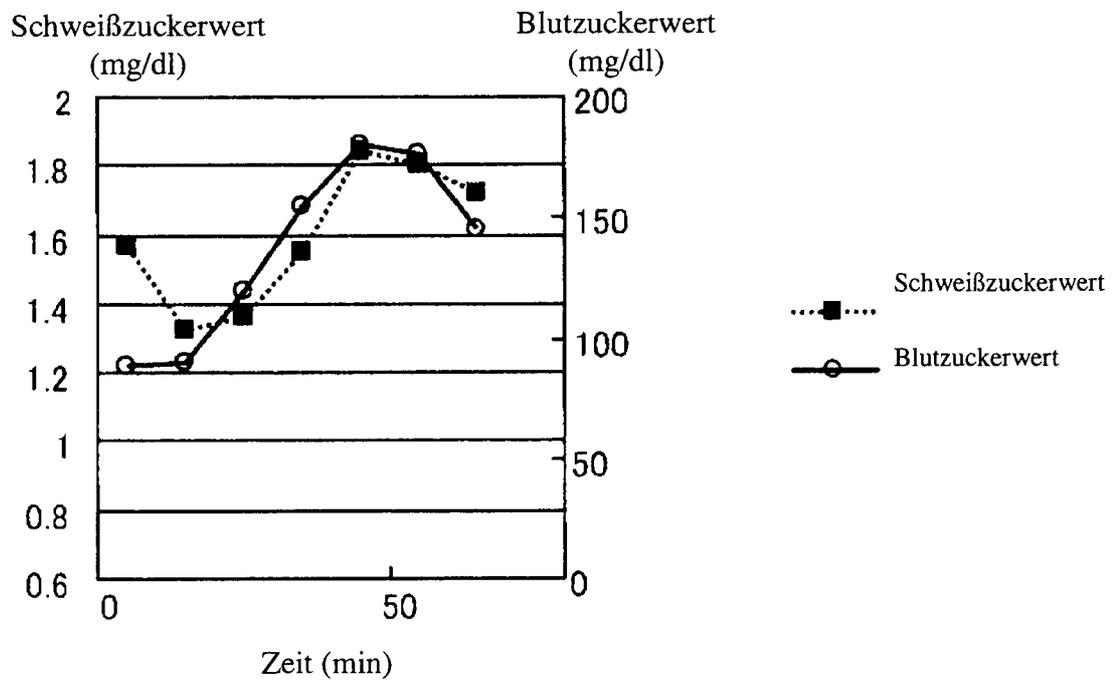
Fig. 20

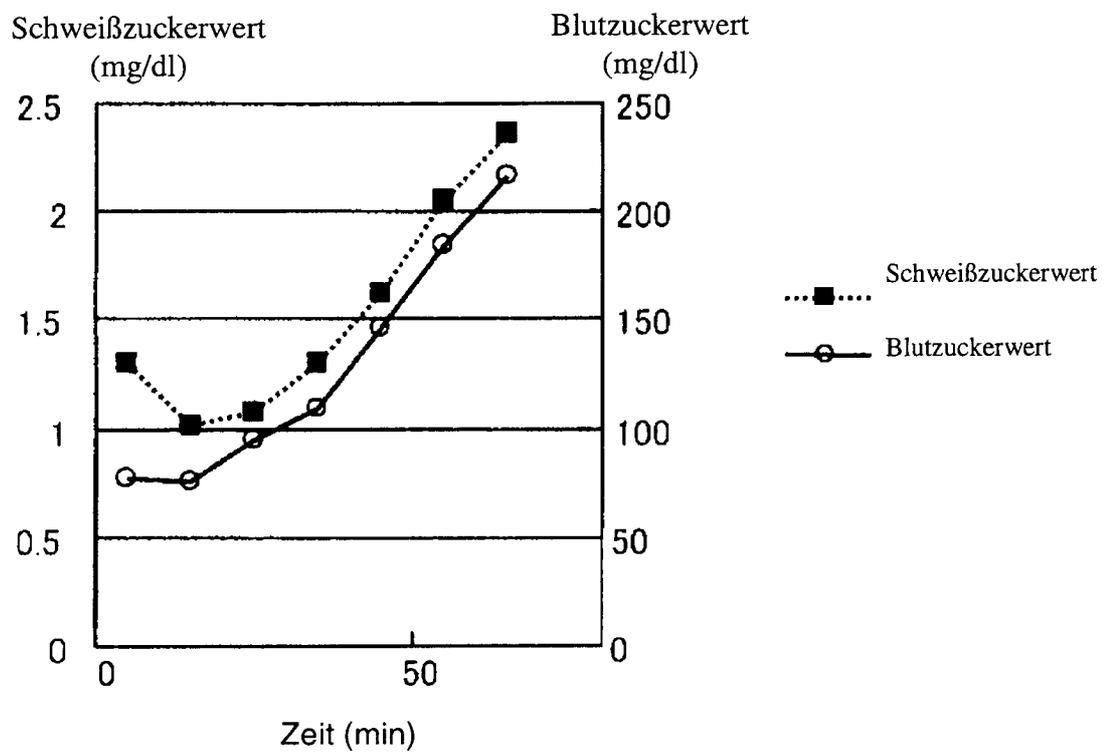
Fig. 21

Fig. 22

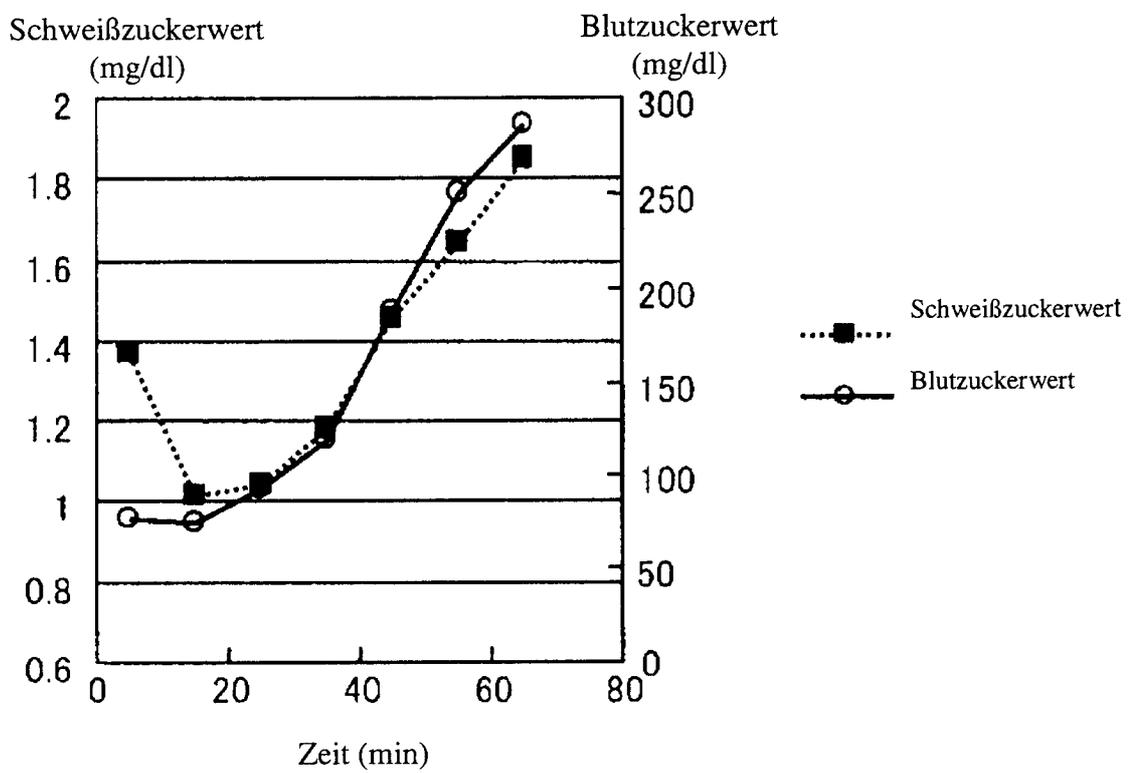


Fig. 23

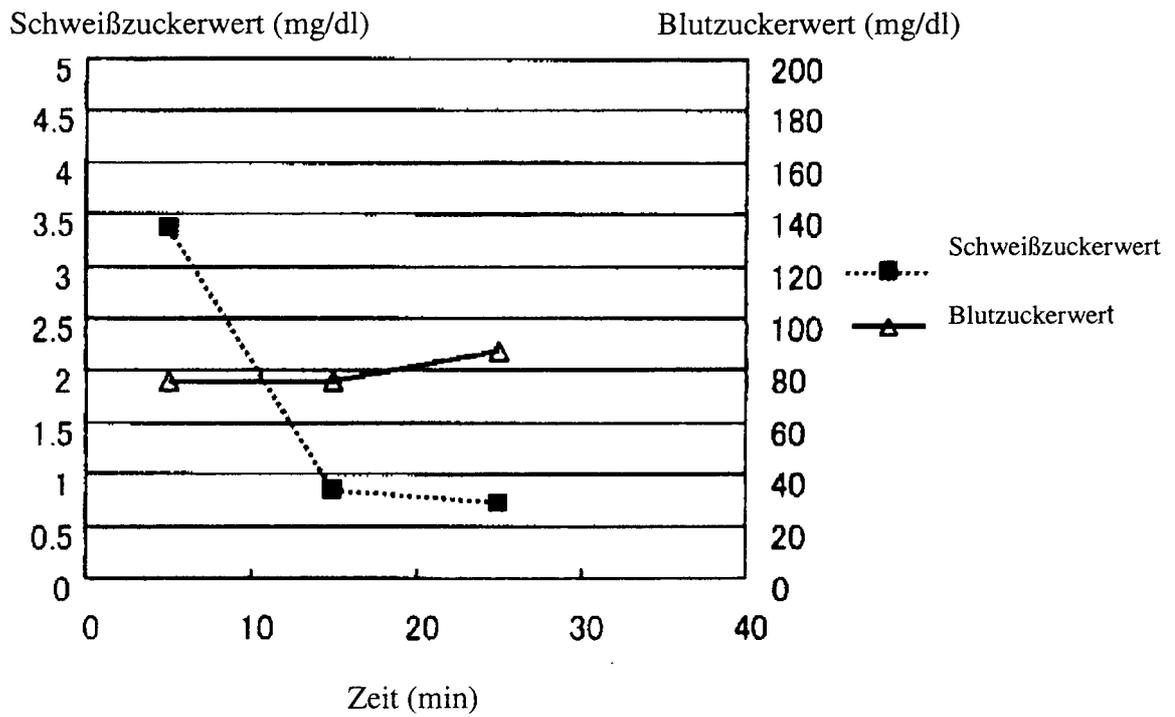


Fig. 24

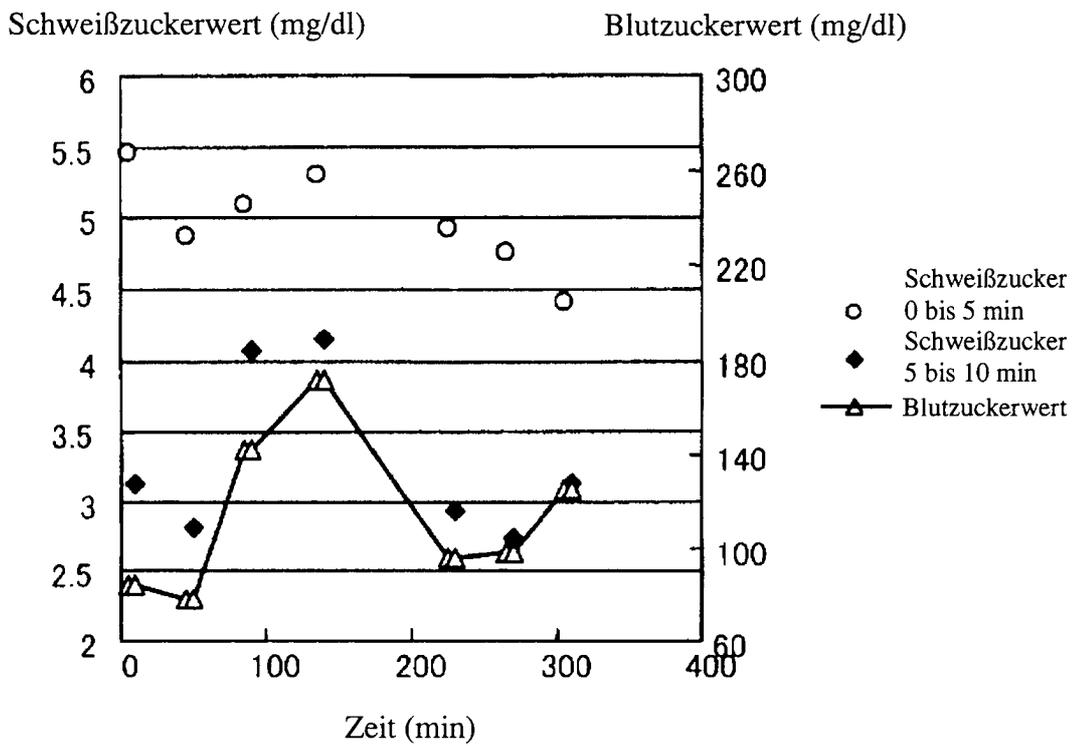


Fig. 25

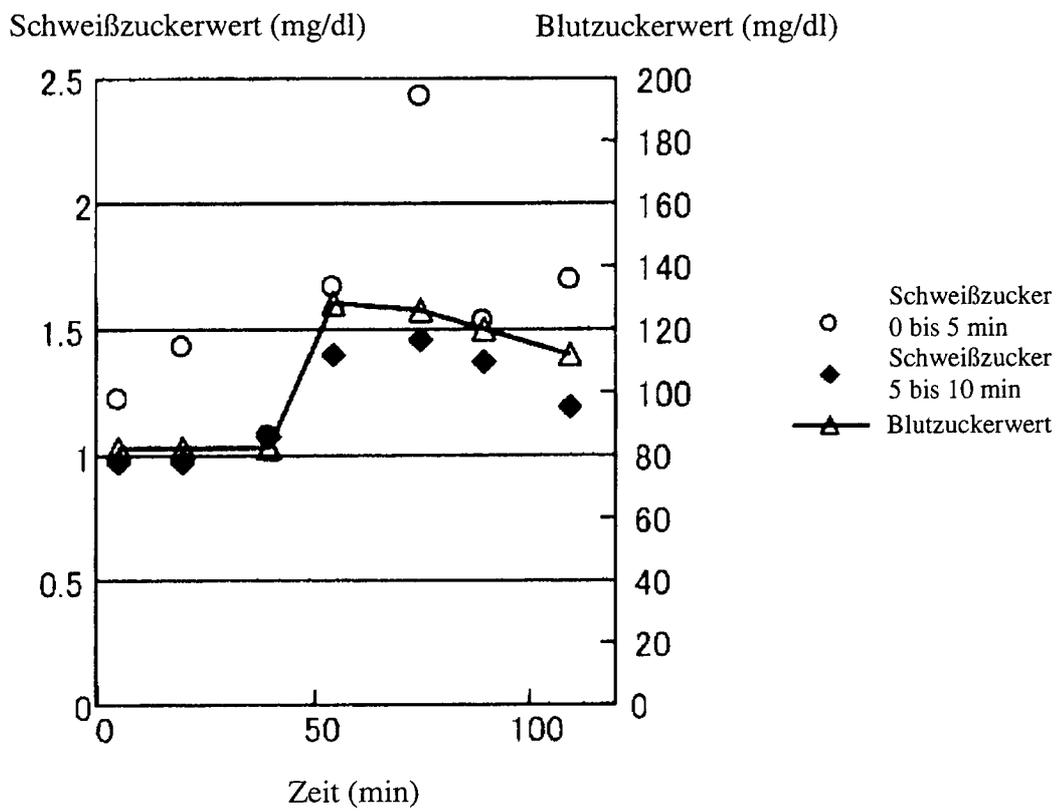


Fig. 26

