



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(51) Int Cl.7: **G10H 1/00**

(21) Anmeldenummer: **01810245.9**

(22) Anmeldetag: **09.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Menzer, Fritz**
8590 Romanshorn (CH)

(74) Vertreter: **Graf, Seifert & Partner**
Intellectual Property
Industrieplatz 3
Postfach 1179
8201 Schaffhausen (CH)

(71) Anmelder: **Menzer, Fritz**
8590 Romanshorn (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Klangsignalerzeugung**

(57) Das Verfahren zum Erzeugen eines Klangsignals $o(t)$, umfassend die Schritte:

- Erzeugen oder Wahl eines zeitvariablen Signals $r(t)$,
- Erzeugen oder Wahl einer Abbildungsfunktion f

welche das zeitvariable Signal $r(t)$ als eine Folge reeller Zahlen abbildet,

- und Berechnen des Klangsignals $o(t)$ indem das zeitvariable Signal $r(t)$ durch die Abbildungsfunktion f abgebildet wird.

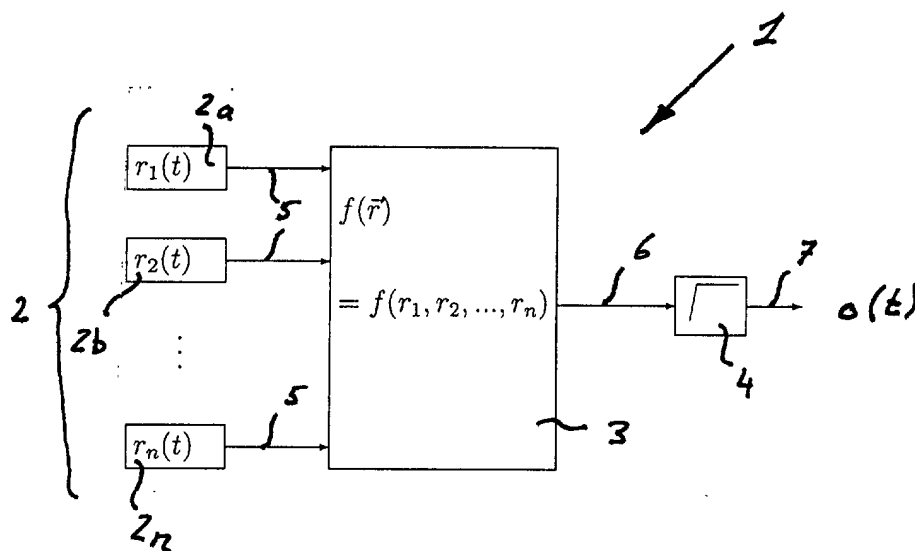


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen eines Klangsignals gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Klangsignals gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 12.

[0002] Es ist bekannt, Klangsignale mit Hilfe mathematischer Funktionen zu berechnen. So kann beispielsweise ein zeitvariables Klangsignal, wie ein Sinus-, Dreieck- oder Rechtecksignal, auf Grund der mathematischen Definition berechnet werden, indem in regelmässigen zeitlichen Abständen ein digitaler, die Amplitude des Klangsignals repräsentierender Wert berechnet wird. Das derart erzeugte, digitale Klangsignal wird anschliessend in ein analoges Klangsignal gewandelt und kann, beispielsweise mit einem elektroakustischen Wandler wie einem Lautsprecher, in eine akustische, vom menschlichen Ohr als Ton oder als Klang wahrnehmbare Schwingung gewandelt werden.

[0003] Bekannte Verfahren zur Klangsignalerzeugung weisen den Nachteil auf, dass nur relativ einfache Klänge erzeugbar sind, oder dass die Klänge in nur beschränktem Masse verändert werden können.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, das anspruchsvolle Klänge zu erzeugen erlaubt.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren aufweisend die Merkmale von Anspruch 1. Die Unteransprüche 2 bis 11 betreffen weitere, vorteilhafte Verfahrensschritte.

[0006] Die Aufgabe wird insbesondere gelöst mit einem Verfahren zum Erzeugen eines Klangsignals $o(t)$, umfassend die Schritte:

- Erzeugen oder Wahl eines zeitvariablen Signals $r(t)$,
- Erzeugen oder Wahl einer Abbildungsfunktion f welche derart ausgestaltet ist, dass sie das zeitvariable Signal $r(t)$ als eine Folge reeller Zahlen abbildet,
- und Berechnen des Klangsignals $o(t)$ indem das zeitvariable Signal $r(t)$ durch die Abbildungsfunktion f abgebildet wird.

Das erfindungsgemässe Klangsignalerzeugungsverfahren, welches auch als Klangsyntheseverfahren bezeichnet wird, ermöglicht eine Vielzahl unterschiedlicher Klänge zu erzeugen, sowohl interessante, ausgefallene Klänge, als auch natürlich klingende Klänge. Das erfindungsgemässe Klangsignalerzeugungsverfahren erlaubt wesentlich komplexere Klänge zu erzeugen, als dies mit üblichen Synthesizern möglich ist. Zudem bietet das Klangsignalerzeugungsverfahren verschiedene Eingriffsmöglichkeiten um die Klänge, beispielsweise die Klangfarbe, zusätzlich zu beeinflussen. Die zur Klangsignalerzeugung erforderliche Vorrichtung kann sehr einfach und kostengünstig aus-

gestaltet sein, und umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform im wesentlichen einen Rechner mit Speicher, Ein- und Ausgabemittel wie eine Tastatur und/oder eine Computermouse, sowie ein entsprechendes Ansteuerprogramm beziehungsweise eine Software zur Ansteuerung des Rechners.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Klangsignalerzeugung umfasst im wesentlichen zwei Teilverfahren. In einem ersten Teilverfahren wird ein zeitvariables, vorzugsweise digitales Signal $r(t)$ erzeugt, welches in einem zweiten Teilverfahren mit Hilfe einer Abbildungsfunktion f in eine zeitvariable Folge reeller Zahlen abgebildet wird, welche ein digitales Klangsignal $o(t)$ bilden, das als elektrisches Signal oder beispielsweise über einen Lautsprecher ausgegeben werden kann.

Das erfindungsgemässe Klangsignalerzeugungsverfahren weist die Vorteile auf,

- dass damit Klänge erzeugbar sind, welche mit anderen bekannten Verfahren nicht erzeugbar sind,
- dass eine Veränderung der Klänge in Echtzeit möglich ist,
- dass der Rechenaufwand zur Berechnung des Klangsignals $o(t)$ gering ist,
- und dass die Klänge über eine entsprechend ausgestaltete Schnittstelle interaktiv, zum Beispiel durch eine Handbewegung beziehungsweise über eine Computermouse, veränderbar sind.

[0007] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand mehrerer Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 ein Signalflussdiagramm einer Klangsignalerzeugungsvorrichtung;

Fig. 2 schematisch den Aufbau einer Klangsignalerzeugungsvorrichtung;

Fig. 3 ein erstes Beispiel eines zweidimensionalen, zeitvariablen Signals $r(t)$;

Fig. 4 ein zweites Beispiel eines zweidimensionalen, zeitvariablen Signals $r(t)$;

Fig. 5 ein erstes Beispiel einer Abbildungsfunktion;

Fig. 6 ein zweites Beispiel einer Abbildungsfunktion;

Fig. 7 Beispiele für Abbildungsfunktionen und zeitvariable Signale;

Fig. 8 ein analoges und digitalisiertes Klangsignal;

Fig. 9 ein drittes Beispiel einer Abbildungsfunktion;

Fig. 10 ein viertes Beispiel einer Abbildungsfunktion.

[0008] Fig. 1 zeigt schematisch das Signalflussdiagramm einer Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1. Ein Signalgenerator 2 liefert ein zeitvariables, digitales Signal $r(t)$. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind n digitale Signalgeneratoren 2a, 2b, ... 2n angeordnet, wobei jeder ein eigenes Teilsignal $r_i(t)$ liefert, nämlich die Teilsignale $r_1(t)$, $r_2(t)$, ... $r_n(t)$. Die Signalgeneratoren 2a, 2b, ... 2n sind über elektrische Signalleitungen 5 mit einer Abbildungsvorrichtung 3 verbunden. Die Abbildungsvorrichtung 3 ist über eine Signalleitung 6 und ein Hochpassfilter 4 mit einer Ausgangsleitung 7 verbunden, an welcher ein analoges oder digitales Klangsignal $o(t)$ anliegt. Nach dem Hochpassfilter 4 kann ein Digital-Analog-Wandler angeordnet sein, sodass an der Ausgangsleitung 7 ein analoges Klangsignal anliegt, dabei ist das Hochpassfilter als digitales Filter ausgestaltet. Der Wertebereich des analogen Klangsignals $o(t)$ kann beispielsweise zwischen -5 Volt und 5 Volt liegen. Der Wertebereich des digitalen Klangsignals $o(t)$ kann beispielsweise zwischen -2^{15} und $2^{15}-1$ liegen. Das digitale Signal $r(t)$ umfassend die Teilsignale $r_1(t)$, $r_2(t)$, ... $r_n(t)$ kann auch als mehrdimensionales zeitvariables Signal bezeichnet werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird im Signalgenerator 2 ein zeitvariable, periodisches, digitales Signal $r(t)$ erzeugt, wobei dessen Parameter, beispielsweise die Wellenform, die Frequenz, die Mitte und/oder die Amplitude, vorgebar sind. Unter Mitte wird der Offset beziehungsweise der analoge Gleichspannungsanteil verstanden. Somit kann beispielsweise in jedem Signalgenerator 2a, 2b, ... 2n ein individuelles Teilsignal $r_i(t)$ erzeugt werden. Im Signalgenerator 2 kann jedoch auch ein zeitvariable Signal $r(t)$ fest abgespeichert sein, beispielsweise in einem als ROM (Read Only Memory) bezeichneten Speicher.

[0010] Im ersten Teilverfahren zur Klangsignalerzeugung werden die Teilsignale $r_i(t)$, d.h. die Teilsignale $r_1(t)$, $r_2(t)$, ... $r_n(t)$ erzeugt. In einem zweiten Teilverfahren werden diese Teilsignale $r_i(t)$ unter Verwendung einer Abbildungsfunktion f in ein Klangsignal $o(t)$ abgebildet. Diese Abbildungsfunktion f bildet die digitalen Teilsignale $r_i(t)$ als eine zeitdiskrete Folge reeller Zahlen ab, wobei diese Folge einen Gleichspannungsanteil aufweisen kann. Vorzugsweise wird, wie in der Digitaltechnik üblich, in regelmässigen zeitlichen Abständen ein digitaler Wert erzeugt. Nach dem Hochpassfilter 4 liegt ein gleichspannungsfreies Klangsignal $o(t)$ an.

[0011] Umfasst die Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1 zwei und mehr Teilsignale $r_i(t)$, so lässt sich das zeitvariable Signal auch als Vektor $\vec{r}(t)$ umfassend die Teilsignale $r_1(t)$, $r_2(t)$, ... $r_n(t)$ darstellen, sodass für das Klangsignal $o(t)$ gilt:

$$o(t) = f(\vec{r}(t))$$

[0012] Die Abbildungsfunktion f hat somit die Eigenschaft, den Vektor $\vec{r}(t)$ umfassend die Teilsignale $r_1(t)$,

$r_2(t)$, ... $r_n(t)$ in das Klangsignal $o(t)$ zu transformieren. Der n -dimensionale Vektor $\vec{r}(t)$ wird somit durch die Abbildungsfunktion f in eine eindimensionale Funktion $o(t)$ abgebildet, welche das Klangsignal bzw. ein Audiosignal definiert.

[0013] Dieses Verfahren weist im Gegensatz zu herkömmlichen, in Synthesizern angewandten Klangerzeugungsverfahren den Vorteil auf, dass verschiedene Eingriffsmöglichkeiten zur Beeinflussung des Klangs bestehen, in dem:

- die einzelnen Teilsignale $r_i(t)$ bezüglich Frequenz und/oder Amplitude und/oder Phase und/oder Offset veränderbar sind
- und/oder die Abbildungsfunktion f veränderbar ist
- und/oder die gegenseitige Lage der Teilsignale $r_i(t)$ und der Abbildungsfunktion f veränderbar ist.

[0014] Ein Vorteil des erfindungsgemässen Syntheseverfahrens liegt in der bisher nicht bekannten Aufteilung der Kontrolle beziehungsweise der Beeinflussung der Klangparameter.

[0015] Bei einem eindimensionalen zeitvariablen Signal $r_1(t)$ hängt die Grundfrequenz des Klangsignals $o(t)$ vorzugsweise alleine oder im wesentlichen von der Grundfrequenz des Signals $r_1(t)$ ab. Bei einem mehrdimensionalen, zeitvariablen Signal $\vec{r}(t)$ hängt sowohl die Grundfrequenz des Klangsignals $o(t)$ als auch weitere Frequenzanteile von der jeweiligen Grundfrequenz der einzelnen Teilsignale $r_1(t)$, $r_2(t)$, ... $r_n(t)$ ab.

[0016] Es kann sich als Vorteil erweisen, dass das Spektrum des Ausgangssignals durch die Frequenzen des Signals $\vec{r}(t)$ vorgebar ist.

[0017] Das Spektrum des Klangsignals $o(t)$ wird nebst den Eigenschaften des Signals $\vec{r}(t)$ im wesentlichen durch die Abbildungsfunktion f bestimmt. Weist beispielsweise das Signal $\vec{r}(t)$ und/oder die Abbildungsfunktion f Diskontinuitäten beziehungsweise Sprünge auf, so ist ein Klangsignal $o(t)$ mit einem anspruchsvollen Frequenzspektrum zu erwarten. Das Frequenzspektrum des Klangsignals $o(t)$ hängt somit auch von den Eigenschaften der Abbildungsfunktion f , insbesondere vom räumlichen Spektrum der Abbildungsfunktion f ab.

[0018] Die beiden Teilverfahren zur Erzeugung des Klangsignals $o(t)$ werden nachfolgend an Hand mehrerer Ausführungsbeispiele für eine Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1 mit zwei Signalgeneratoren, d.h. für den Spezialfall von $n=2$ erläutert.

[0019] Im ersten Teilverfahren wird ein Teilsignal $r_i(t)$ erzeugt. Im ersten Ausführungsbeispiel erzeugt der Signalgenerator 2a das digitale, zeitdiskrete Teilsignal $r_1(t) = \sin(\omega t)$ und der Signalgenerator 2b das digitale, zeitdiskrete Teilsignal

$$r_2(t) = \cos(\omega t) + \frac{t}{K}$$

Am Signalgenerator 2a ist die Frequenz ω und am Signalgenerator 2b die Frequenz ω und der Faktor k einstellbar. In diesem Ausführungsbeispiel weisen beide Teilsignale dieselbe Frequenz ω auf.

[0020] Für das zeitvariable Signal $r(t)$ in Vektordarstellung gilt

$$\vec{r}(t) = (\sin(\omega t), \cos(\omega t) + \frac{t}{k})$$

[0021] Die Abbildungsfunktion f zur Transformation von zwei Teilsignalen sei

$$f(x, y) = \frac{x^2 y^2}{1 + (x^2 + y^2)^2}$$

[0022] Im zweiten Teilverfahren wird das zeitvariable Signal $\vec{r}(t)$ durch die Abbildungsfunktion f auf das Klangsignal $o(t)$ abgebildet. Mit

$$x = r_1(t) = \sin(\omega t) \text{ und } y = r_2(t) = \cos(\omega t) + \frac{t}{k}$$

gilt somit:

$$o(t) = f(\vec{r}(t)) = f(x, y) = \frac{x^2 y^2}{1 + (x^2 + y^2)^2}$$

[0023] In einem bevorzugten Verfahren erfolgt die Berechnung von $r_1(t)$, $r_2(t)$ und $o(t)$ digital in zeitdiskreten Schritten, und zudem simultan bzw. gleichzeitig oder im wesentlichen gleichzeitig. Zu einem gegebenen Zeitpunkt t_1 wird vorerst der Wert von $r_1(t_1)$ und $r_2(t_1)$ berechnet, und daraufhin unmittelbar der Wert für $o(t_1)$ ermittelt. Daraufhin wird der Wert zum zeitdiskreten Zeitpunkt $t_1 + \Delta T$ berechnet, indem vorerst der Wert von $r_1(t_1 + \Delta T)$ und $r_2(t_1 + \Delta T)$ berechnet, und daraufhin unmittelbar der Wert für $o(t_1 + \Delta T)$ berechnet wird. Derart werden die Werte von $r_1(t)$, $r_2(t)$ und $o(t)$ ständig berechnet, wobei die Signale $r_1(t)$, $r_2(t)$ durch Eingriffe am Signalgenerator 2a, 2b geändert werden können, wobei die dadurch erzielte Wirkung sofort über das Klangsignal $o(t)$ abgehört werden kann. Zudem kann die Abbildungsfunktion f verändert werden, in dem beispielsweise ein Faktor in einer Abbildungsfunktion verändert wird, oder indem eine vorgegebene Abbildungsfunktion durch eine andere vorgegebene Abbildungsfunktion ausgetauscht wird. Die dadurch erzielte Wirkung kann ebenfalls sofort über das Klangsignal $o(t)$ abgehört werden. Das Klangsignal $o(t)$ kann somit interaktiv geändert und je nach beliebigen und persönlichem Geschmack eingestellt werden.

[0024] Der Spezialfall $n=2$ weist den besonderen Vorteil auf, dass das zeitvariable Signal $\vec{r}(t)$ sowie die Abbildungsfunktion f anschaulich grafisch darstellbar sind.

[0025] Figur 3 zeigt den zeitlichen Verlauf 18 des zeitvariablen Signals $\vec{r}(t) = (\sin(1.01\omega t), \cos(\omega t))$ mit An-

fangspunkt 18a und Endpunkt 18b, wobei in der Abszisse das Teilsignal $r_1(t) = x = \sin(1.01\omega t)$ und in der Ordinate das Teilsignal $r_2(t) = y = \cos(\omega t)$ dargestellt ist.

[0026] Figur 4 zeigt den zeitlichen Verlauf 18 des zeitvariablen Signals

$$\vec{r}(t) = (\sin(\omega t) - \frac{t}{170}, \cos(\omega t) + \frac{t}{200})$$

mit Anfangspunkt 18a und Endpunkt 18b, wobei in der Abszisse das Teilsignal

$$r_1(t) = x = \sin(\omega t) - \frac{t}{170}$$

und in der Ordinate das Teilsignal

$$r_2(t) = y = \cos(\omega t) + \frac{t}{200}$$

dargestellt ist.

[0027] Dabei bildet der Term $\frac{t}{170}$ beziehungsweise der Term $\frac{t}{200}$ die Mitte, auch als Offset oder Gleichspannungsanteil bezeichnet.

[0028] Das zeitvariable Signal $\vec{r}(t)$ kann zusätzlich beispielsweise bezüglich der Amplitude verändert werden, indem beispielsweise das Teilsignal

$$r_1(t) = x = a(t) \sin(\omega t) - \frac{t}{170}$$

mit dem Faktor $a(t)$ multipliziert wird. Über den Faktor $a(t)$ kann somit beispielsweise ein Anklang, ein Ausklang oder eine Anschlagstärke aufmoduliert werden.

[0029] Figur 5 zeigt in einer dreidimensionalen Darstellung den Verlauf 20 der Abbildungsfunktion

$$f = f(x, y) = \frac{x^2 y^2}{1 + (x^2 + y^2)^2}$$

[0030] Figur 6 zeigt in einer dreidimensionalen Darstellung den Verlauf 20 einer weiteren Abbildungsfunktion

$$f = f(x, y) = \text{abs}\left(\frac{\sin(x)}{1 + (x + y)^2}\right)$$

[0031] Der Spezialfall $n=2$ weist den weiteren Vorteil auf, dass beispielsweise die Darstellungen der Figuren 3 und 5 übereinanderliegend darstellbar sind. Dadurch ist eine optische Anzeige der Interaktion zwischen dem zeitvariable Signal $\vec{r}(t)$ sowie der Abbildungsfunktion f möglich. Das zeitvariable Signal $\vec{r}(t)$ sowie der Abbildungsfunktion f können durch Änderung von Parametern verändert werden, was eine Änderung in der optischen Anzeige bewirkt. Diese ergibt den Vorteil, dass

dem Benutzer das erzeugte Klangsignal $o(t)$ nicht nur akustisch hörbar zur Verfügung steht, sondern das Zusammenwirken der Teilschritte zudem noch visuell anzeigt, was den Vorteil ergibt, dass das Klangsignal $o(t)$ einfacher, benutzerfreundlicher und differenzierter einstellbar ist. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung können die Parameter des zeitvariablen Signals $\vec{r}(t)$ sowie der Abbildungsfunktion f interaktiv über die visuelle Anzeige verändert werden, indem zum Beispiel die Darstellung des zeitvariablen Signals $\vec{r}(t)$ bezüglich der Darstellung der Abbildungsfunktion f in der x-y-Ebene verschoben wird, was eine Veränderung der Parameter und somit eine Veränderung des Klangsignals $o(t)$ zur Folge hat.

[0032] Als Abbildungsfunktion f könnte nicht nur, wie in Figur 5 oder 6 dargestellt, eine mathematische Funktion verwendet werden, sondern eine beliebige dreidimensionale Fläche. Die in den Figuren 5 und 6 dargestellte Abbildungsfunktion f ist digital berechnet, wobei jeweils an den Schnittpunkten zweier in x- und y-Richtung verlaufender Geraden die Werte genau berechnet sind. Diese flächig dargestellten, digitalen Werte der Abbildungsfunktion f werden nachfolgend auch als dreidimensionale Fläche bezeichnet. Die Werte zwischen den Schnittpunkten werden vorzugsweise jeweils interpoliert. Als Abbildungsfunktion f ist beispielsweise auch ein Bild, beispielsweise ein photographisches, digitalisiertes Bild, dessen Farbwerte oder Graustufenwerte den Wert f der Abbildungsfunktion f bilden.

[0033] Fig. 2 zeigt schematisch eine Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt einen Computer mit einem Mikroprozessor 11, Schnittstellen 13, Benutzerschnittstellen 14, Speicher 15, und einem digitalen Signalprozessor (DSP) 16, welche alle über einen gemeinsamen Datenbus 12 Informationen austauschen. Die erforderlichen Parameter zur Vorgabe beziehungsweise zur Berechnung der Teilsignale $r_i(t)$ und der Abbildungsfunktion 2 werden über die Benutzerschnittstelle 14 eingegeben. Das Teilsignal $r_i(t)$ wird danach mit Hilfe der im Speicher 17 lauffähigen DSP-Software durch den digitalen Signalprozessors 16 berechnet, und über die Abbildungsfunktion f auf das Klangsignal $o(t)$ abgebildet. Mit Hilfe der im Speicher 17 abgelegten Software kann zudem ein digitales Hochpassfilter realisiert werden, sodass das vom digitalen Signalprozessor 16 berechnete Klangsignal $o(t)$ über die Schnittstelle 13, beispielsweise als Audiosignal, der elektrische Signalleitung 7 zugeführt wird.

[0034] Fig. 7 zeigt mit den Gleichungen 1 bis 7 weitere Beispiele von Abbildungsfunktionen f , und mit den Gleichungen 8 bis 13 weitere Beispiele für zeitvariable Signale $\vec{r}(t)$. Die dargestellten Beispiele gelten für den Spezialfall $n=2$, d.h. eine Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1 mit zwei unabhängigen Signalgeneratoren 2a, 2b. Wie in Fig. 1 dargestellt kann die Klangsignalerzeugungsvorrichtung 1 eine beliebig wählbare Anzahl

von n Signalgeneratoren 2a, 2b, .. 2n umfassen, sodass der das zeitvariable Signal $r(t)$ beschreibende Vektor $\vec{r}(t)$ n Dimensionen aufweist. Dazu entsprechend angepasst ist die Abbildungsfunktion f ausgestaltet, um den n -dimensionalen Vektor $\vec{r}(t)$ wieder in ein eindimensionales Klangsignal $o(t)$ abzubilden.

[0035] Fig. 8 zeigt den zeitlichen Verlauf eines analogen Klangsignals $g(t)$ sowie den zeitlichen Verlauf desselben, digitalisierten Klangsignals $g[n]$, welches aus einer Folge digitaler Stützwerte besteht, welche um die regelmässige Zeitdauer ΔT beabstandet sind. In Fig. 8 sind die Werte $g[0]$, $g[1]$ und $g[5]$ speziell gekennzeichnet.

[0036] Fig. 9 zeigt das dritte Beispiel einer Abbildungsfunktion f . In einer x-y-Ebene ist eine mäandrierend verlaufende Spur 21 eingezeichnet. Die Spur 21 weist eine kontinuierliche Folge gegenseitig gleichmässig beabstandeter Punkte auf, wobei jedem dieser Punkte ein Stützwert $g[n]$ zugeordnet ist. In Figur 9 sind beispielsweise die Werte $g[0]$, $g[1]$ und $g[5]$ speziell gekennzeichnet. Alle Stützwerte $g[n]$ des in Fig. 8 dargestellten Klangsignals $g(t)$ sind derart entlang der Spur 21 zugeordnet. Diese Stützwerte $g[n]$ bilden, ähnlich wie in den Figuren 5 oder 6 dreidimensional dargestellt, eine über der x-y-Ebene dreidimensional verlaufende Abbildungsfunktion f . Diese Abbildungsfunktion kann, wie bereits beschrieben, verwendet werden, um aus einem zeitvariablen Signal $r(t)$ über die Abbildung $o(t) = f(\vec{r}(t))$ ein Klangsignal $o(t)$ zu erzeugen. Bei der Abbildung des Signal $r(t)$ mit der in Fig. 9 dargestellten Abbildungsfunktion f ergibt sich die folgende Besonderheit: Wenn das Signal $r(t)$ derart gewählt ist, dass dessen Werte in der x-y-Ebene genau mit den in Fig. 9 dargestellten Punkten übereinstimmt, so ergibt sich als Ausgangssignal $o(t)$ das digitalisierte Signal $g(t)$ beziehungsweise das digitale Signal $g[n]$. Somit ist es möglich über die Abbildungsfunktion das digitale Klangsignal $g[n]$ zu erzeugen. Wird das Signal $r(t)$ derart gewählt, dass es bezüglich der Spur 21 leicht versetzt verläuft, wie dies in Fig. 9 mit der strichliert dargestellten Spur 22 dargestellt ist, so weist das Ausgangssignal $o(t)$ Ähnlichkeiten zum Klangsignal $g[n]$ auf. Je nach Abstand zwischen der Spur 21 und der vom Signal $r(t)$ bestimmten Spur 22 wird die Klangverfälschung des Klangsignals $g[n]$ unterschiedlich stark ausfallen. Dieses Verfahren ermöglicht somit ein Klangsignal $g[n]$ wie als ursprünglicher Klang aufgezeichnet wiederzugeben, oder durch Änderungen an den Parametern des Signal $r(t)$ in einer Vielzahl von Möglichkeiten zu verändern.

[0037] Der Verlauf der Spur 21 kann in einer x-y-Ebene in einer Vielzahl von Möglichkeiten definiert sein. Fig. 10 zeigt beispielsweise eine spiralförmig verlaufende Spur 21, entlang welcher die digitalen Werte des Klangsignals $g[n]$ eingetragen sind. Die digitalen Werte sind entlang der Spur 21 vorzugsweise in äquidistanten Abständen angeordnet und definieren derart eine dreidimensionale Fläche bestehend aus einer Vielzahl von Stützwerten, beziehungsweise die Abbildungsfunktion

f. Um das ursprüngliche Klangsignal $g[n]$ wiederzugeben muss das Signal $r(t)$ für die in Fig. 10 dargestellte Abbildungsfunktion f der spiralförmigen Spur 21 folgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Klangsignals $o(t)$, umfassend die Schritte:

- Erzeugen oder Wahl eines zeitvariablen Signals $r(t)$,
- Erzeugen oder Wahl einer Abbildungsfunktion f welche das zeitvariable Signal $r(t)$ als eine Folge reeller Zahlen abbildet,
- und Berechnen des Klangsignals $o(t)$ indem das zeitvariable Signal $r(t)$ durch die Abbildungsfunktion f abgebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zeitvariable Signal $r(t)$ und/oder das Klangsignal $o(t)$ in zeitdiskreten Schritten berechnet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klangsignal $o(t)$ mit einem Hochpassfilter gefiltert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zeitvariable Signal $r(t)$ als ein Vektor $\vec{r}(t)$ bestehend aus mehreren zeitvariablen Teilsignalen $r_i(t)$ ausgebildet ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jedes zeitvariable Teilsignal $r_i(t)$ die Wellenform und/oder die Frequenz und/oder der Offset und/oder die Amplitude einstellbar ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zeitvariable Signal $r(t)$ und/oder die Abbildungsfunktion f graphisch dargestellt wird und insbesondere interaktiv veränderbar ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsfunktion f als zweidimensionale Funktion ausgestaltet ist und eine dreidimensionale Fläche im Raum definiert.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsfunktion f als digitales Bild ausgestaltet ist, dessen Farbwerte oder Graustufenwerte die dreidimensionale Fläche im Raum definiert.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zeitvariable Signal $r(t)$ aus zwei zeitvariablen Teilsignalen $r_i(t)$ besteht, dass das zeitvariable Signal $r(t)$ in einer Ebene verlaufend dargestellt wird, indem die beiden zeitvariablen Teilsignale $r_i(t)$ den Wert je einer Dimension der Ebene festlegen, und dass die zeitvariablen Teilsignale $r_i(t)$ und die Abbildungsfunktion f gemeinsam dargestellt und interaktiv gegeneinander verschiebbar sind, um derart das Klangsignal $o(t)$ zu verändern.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine in einer x-y-Ebene verlaufenden Spur (21) erzeugt wird, und dass die Abbildungsfunktion f durch ein digitales Klangsignal $g[n]$ gebildet wird, dessen Werte entlang der Spur (21) eingetragen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zeitvariable Signal $r(t)$ entlang der Spur (21) verlaufend gewählt wird, sodass über die Abbildungsfunktion f das Klangsignal $g[n]$ erzeugt wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Rechner (11), Software sowie Ein- und Ausgabemittel (13,14), mit welchen zumindest ein elektroakustischer Wandler zur akustischen Ausgabe des Klangsignals $o(t)$ signalübertragend verbindbar ist.

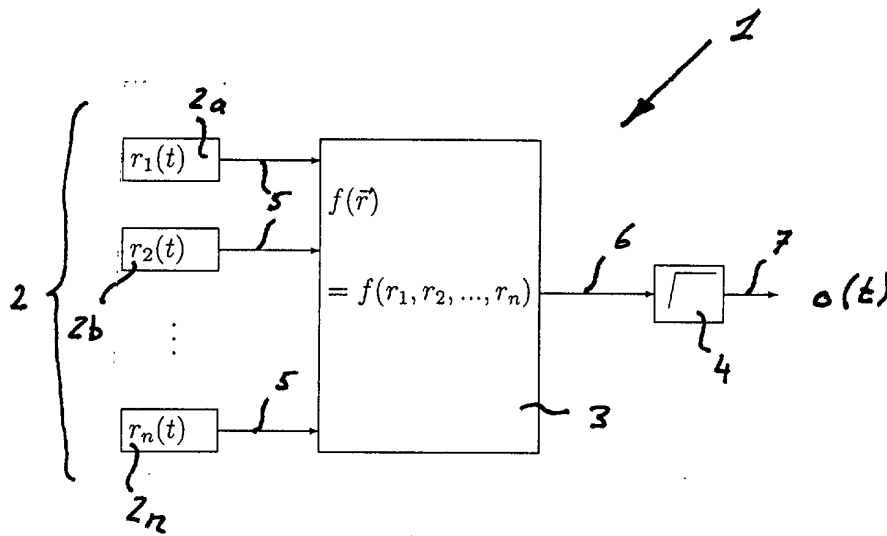


Fig. 1

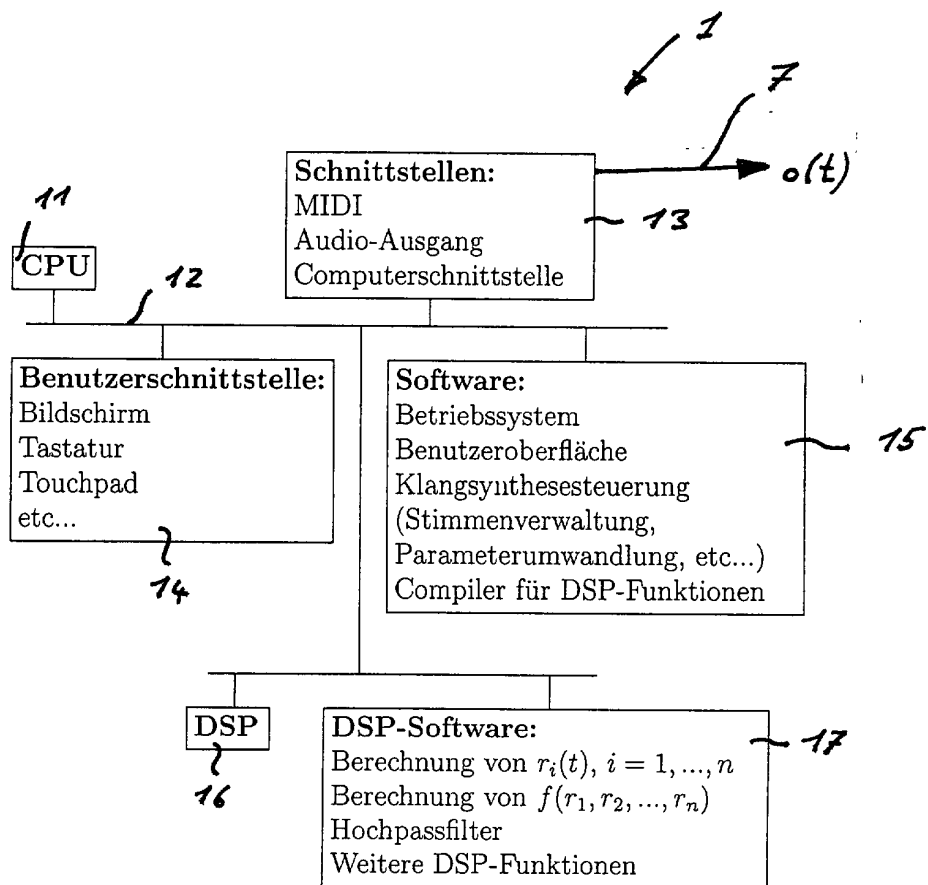


Fig. 2

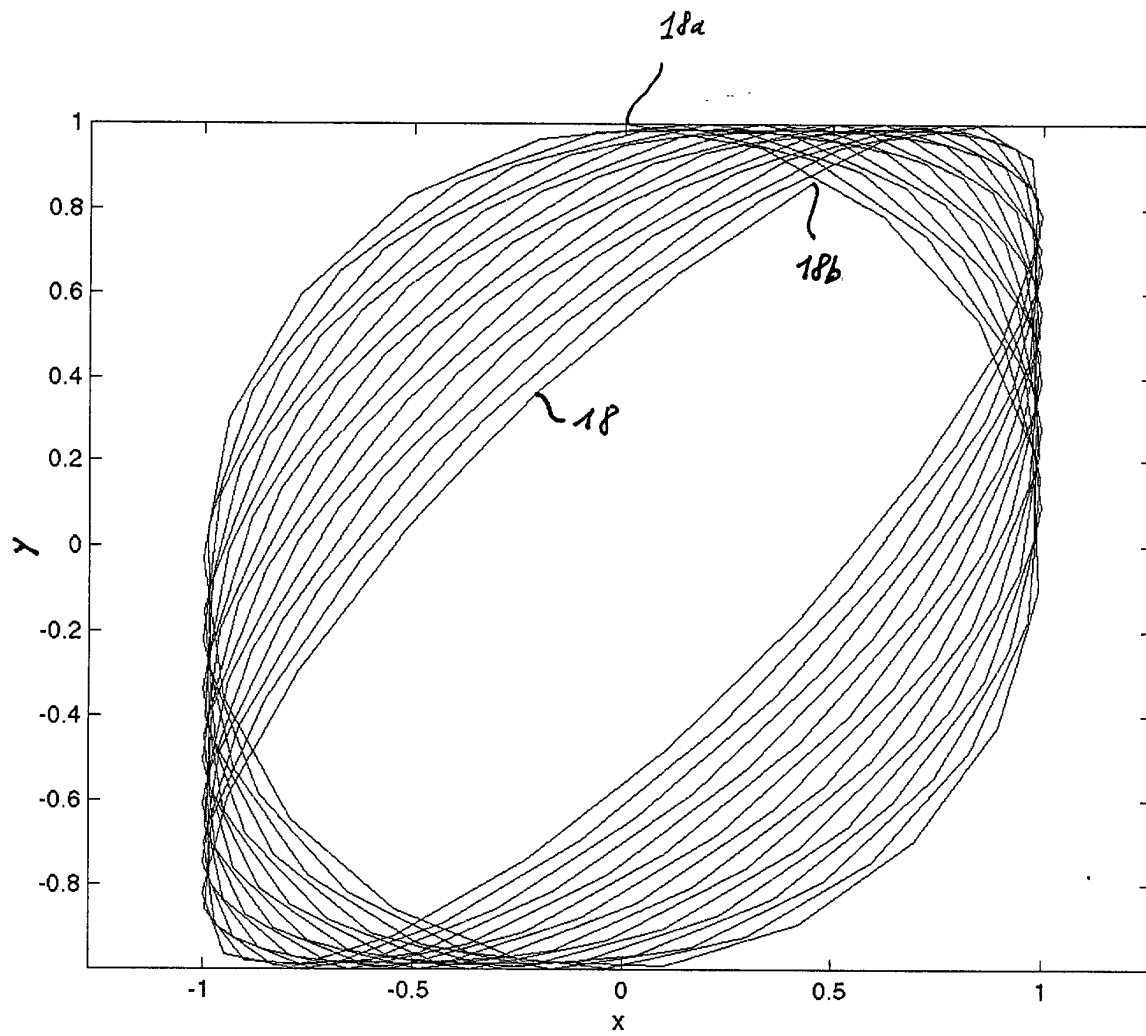


Fig. 3

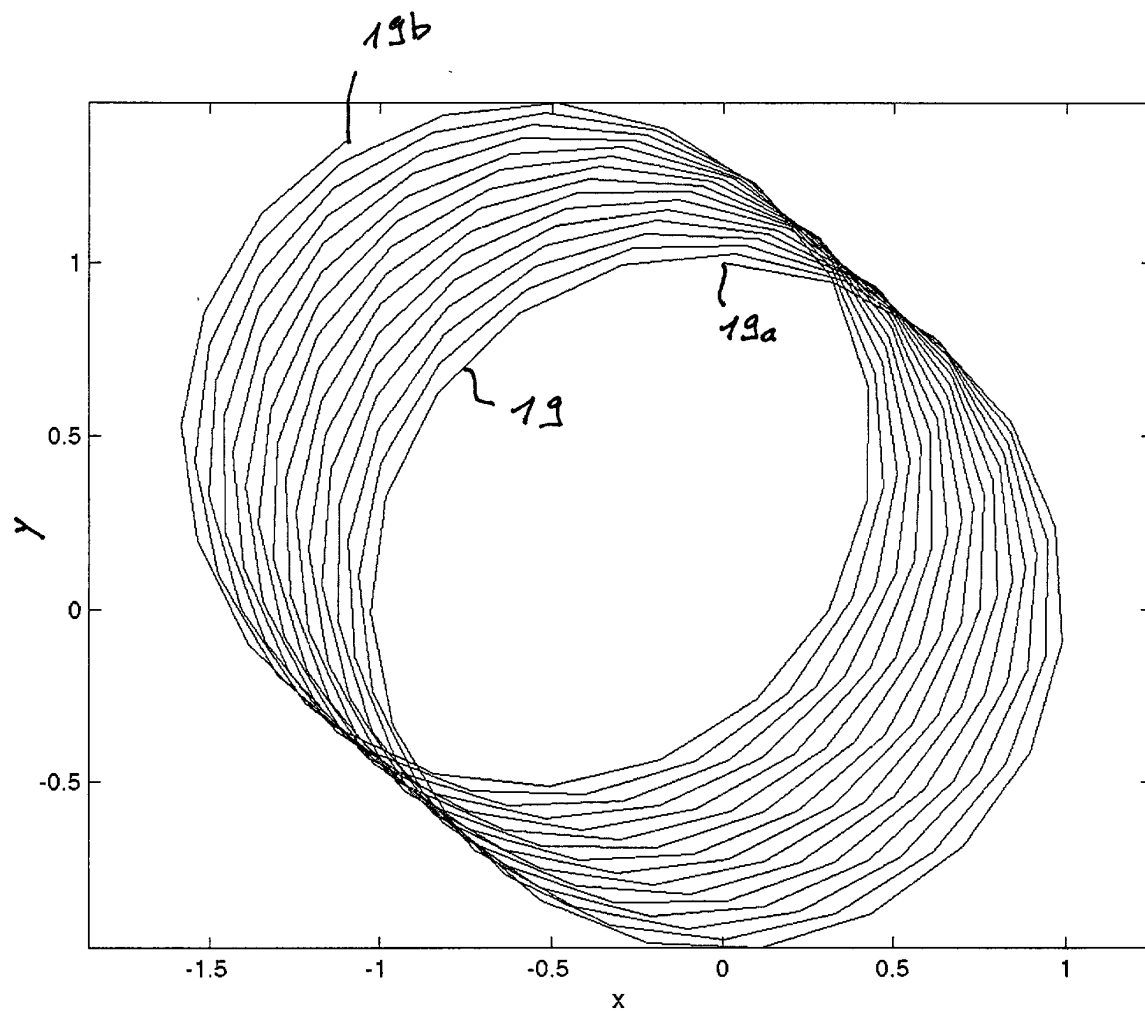


Fig. 4

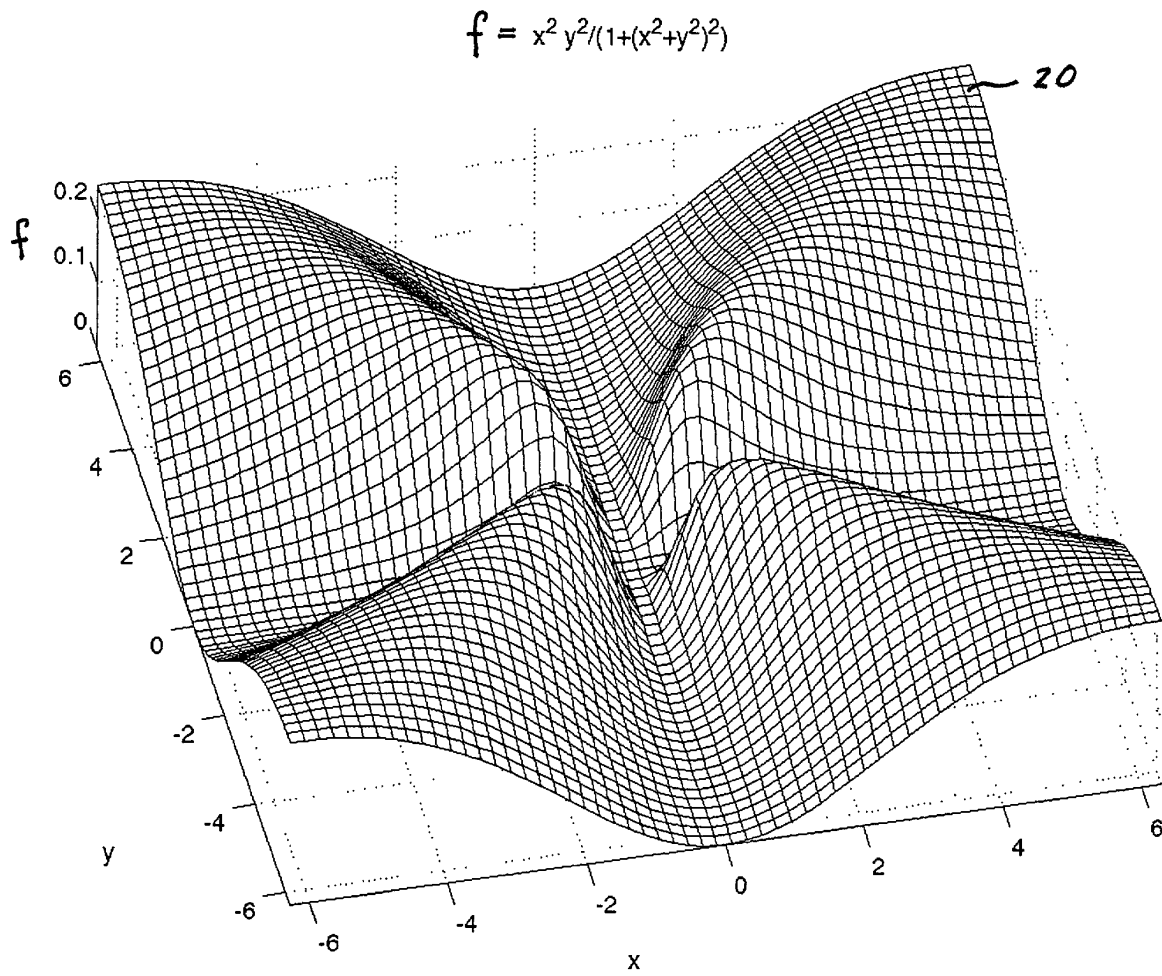


Fig. 5

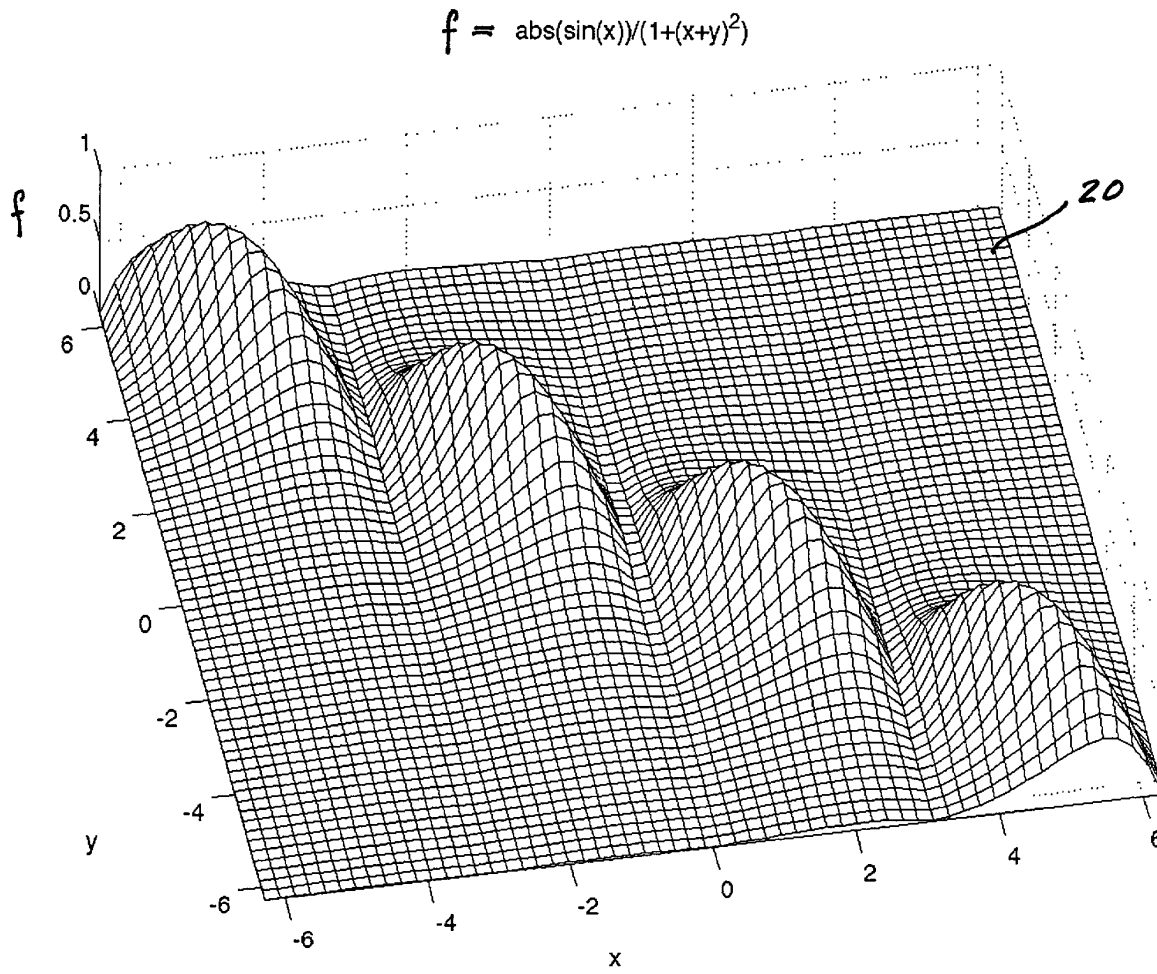


Fig. 6

$$f = \frac{x^2 y^2}{1 + (x^2 + y^2)^2} \quad (1)$$

$$f = \frac{xy}{1 + (x^2 + y^2)^2} \quad (2)$$

$$f = \frac{x + y}{1 + (x^2 + y^2)^2} \quad (3)$$

$$f = \frac{|\sin(x)|}{1 + (x + y)^2} \quad (4)$$

$$f = \frac{|\sin(x)|}{1 + x^2 + y^2} \quad (5)$$

$$f = \frac{|\sin(xy)|}{1 + x^2 + y^2} \quad (6)$$

$$f = \frac{|x| (\sin(2y) + \sin(y)) |y|}{(1 + x^2) (1 + 0.5 y^2)} \quad (7)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(\omega t), \cos(\omega t) + kt] \quad (8)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(\omega t) + 1, \cos(\omega t) + kt] \quad (9)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(\omega t) - k_1 t, \cos(\omega t) + k_2 t] \quad (10)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(1.01 \omega t), \cos(\omega t)] \quad (11)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(1.01 \omega t), \cos(\omega t) + kt] \quad (12)$$

$$\vec{r}_t = [\sin(1.001 \omega t), \cos(\omega t)] \quad (13)$$

Fig. 7

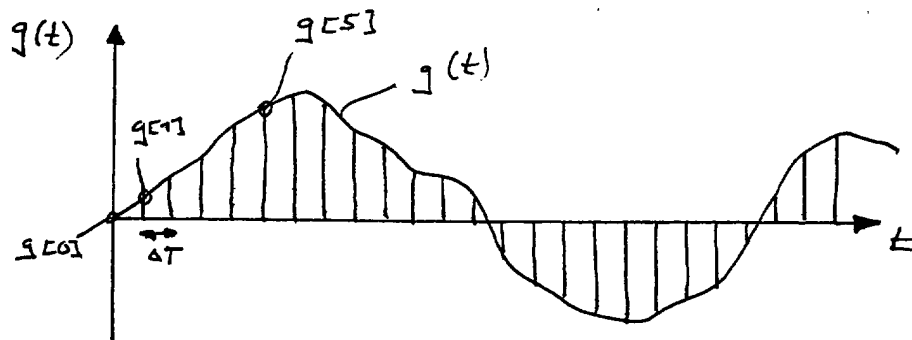


Fig. 8

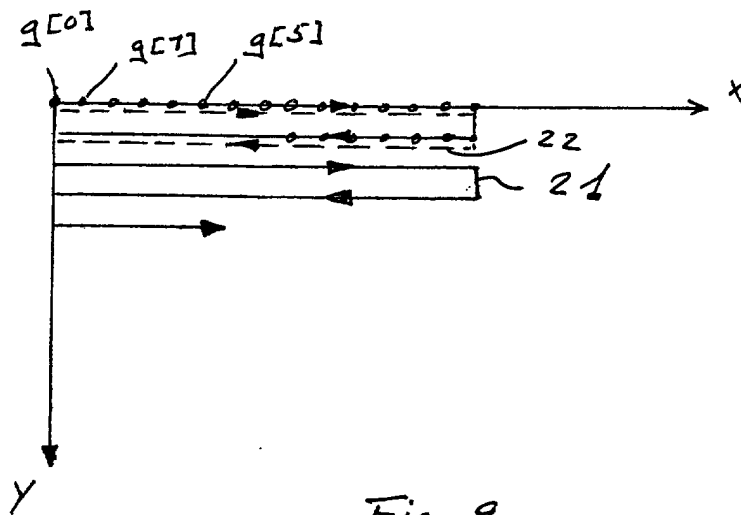


Fig. 9

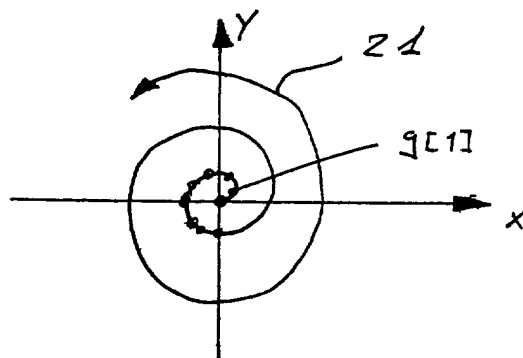


Fig. 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0245

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
A	WO 88 04861 A (LYONS JOSEPH CHARLES ;SCHWARTZ FRANKLIN HUGH (US)) 30. Juni 1988 (1988-06-30) * Seite 5, Zeile 12 - Zeile 23 * * Seite 6, Zeile 23 - Seite 8, Zeile 24 * * Seite 21, Zeile 17 - Seite 22, Zeile 28 *	1-12	G10H1/00
A	US 5 684 259 A (HORII YOUICHI) 4. November 1997 (1997-11-04) * Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 67 * * Spalte 7, Zeile 27 - Zeile 65 * * Spalte 13, Zeile 19 - Zeile 55 * * Spalte 22, Zeile 40 - Spalte 23, Zeile 4; Abbildungen 2,22 *	1-12	
A	WO 99 13455 A (UNIV ILLINOIS) 18. März 1999 (1999-03-18) * Seite 3, Zeile 10 - Zeile 25 * * Seite 17, Zeile 8 - Zeile 23; Abbildungen 1,2 *	1-12	
A	US 5 812 688 A (GIBSON DAVID A) 22. September 1998 (1998-09-22) * Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 31 * * Spalte 4, Zeile 42 - Zeile 58 * * Spalte 6, Zeile 15 - Zeile 26; Abbildungen 4-7 *	1-12	G10H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 6. Dezember 2001	Prüfer Pulluad, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503/03 B2 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0245

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 8804861	A	30-06-1988	WO	8804861 A1	30-06-1988
US 5684259	A	04-11-1997	JP	8006549 A	12-01-1996
WO 9913455	A	18-03-1999	US	6009394 A	28-12-1999
			AU	9300398 A	29-03-1999
			WO	9913455 A1	18-03-1999
US 5812688	A	22-09-1998	KEINE		

EP0 FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82