

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Februar 2001 (08.02.2001)

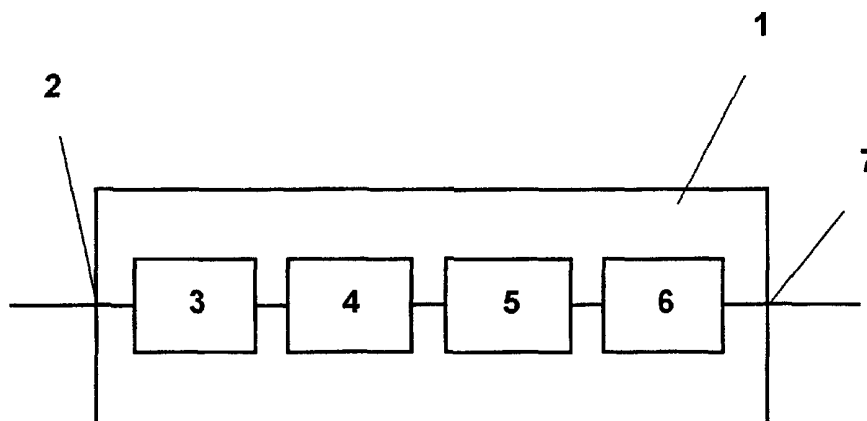
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/10033 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H03M 1/34** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LUY, Jo-**
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/02479** **hann-Friedrich** [DE/DE]; Fischergasse 39, D-89073
Ulm (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Juli 2000 (28.07.2000) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
NL, PT, SE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
Veröffentlicht:
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.
(30) Angaben zur Priorität: 199 35 666.1 29. Juli 1999 (29.07.1999) DE
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse
225, D-70567 Stuttgart (DE).

(54) Title: ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER FOR A SIGNAL IN THE GIGAHERTZ RANGE, MILLIMETRIC WAVE RE-
CEIVERS AND BANDPASS FILTER FOR MILLIMETRIC WAVES

(54) Bezeichnung: ANALOG-DIGITAL-WANDLER FÜR EIN SIGNAL IM GIGAHERTZ-BEREICH, MILLIMETERWELLEN-
EMPFÄNGER UND BANDPASSFILTER FÜR MILLIMETERWELLEN



(57) Abstract: The invention relates to an analog-to-digital converter for a signal in the gigahertz range, to a millimetric wave receiver comprising the inventive analog-to-digital converter for a signal in the gigahertz range and to a bandpass filter for millimetric waves. The inventive analog-to-digital converter comprises a signal input for receiving an analog signal in the gigahertz range and a tridimensional filter to which the input analog signal is transmitted and which is characterised by a mean frequency f_0 and a bandwidth B. Said analog-to-digital converter also comprises a sample-and-hold stage which oversamples the analog signal in a band restricted manner, whereby the Nyquist condition is verified, and a comparator for generating the digital signal, which follows the sample-and-hold stage and transmits the digital signal to a signal output. The inventive analog-to-digital converter allows for the conversion of signals in the gigahertz range into signals of a frequency range which can be directly submitted to a digital signal processing. Thus, the invention provides for a highly cost effective converter characterised by a low sensitivity to interference.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/10033 A2



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich und einen Millimeterwellen-Empfänger mit einem erfindungsgemäßen Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich sowie einen Filter für Millimeterwellen. Der erfindungsgemäße digitale Analog-Digital-Wandler zeigt einen Signaleingang für ein analoges Signal im Gigahertz-Bereich, einen dreidimensionalen Filter, dem das eingehende analoge Signal zugeführt ist und der eine Mittenfrequenz f_0 und eine Bandbreite B zeigt. Weiterhin zeigt der Analog-Digital-Wandler eine Sample and Holdstufe, die das analoge Eingangssignal bandbegrenzt überabtastet, wobei die Nyquist-Bedingung Berücksichtigung findet und einen Komparator zur Erzeugung des digitalen Signals, der der Sample and Holdstufe nachfolgt und der das digitalisierte Signal einem Signalausgang zuführt. Durch diesen Analog-Digital-Wandler ist es erfindungsgemäß möglich, Signale im Gigahertz-Bereich unmittelbar in einen Frequenzbereich zu transformieren, der einer direkten digitalen Signalbearbeitung zugänglich ist. Die Erfindung erweist sich als sehr kostengünstig und wenig störbehaftet.

BeschreibungAnalog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich,
Millimeterwellenempfänger und Bandpaßfilter für Millimeter-
wellen

5

Die Erfindung betrifft einen Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich, einen Millimeterwellen-Empfänger und einen Bandpaßfilter für Millimeterwellen.

- 10 Es sind Millimeterwellen-Empfänger bekannt, die nach dem Superhet-Empfangsprinzip aufgebaut sind und bei denen über mehrere analoge Mischstufen das Signal im Gigahertz-Bereich in einen Frequenzbereich heruntergemischt wird, der einer digitalen Signalverarbeitung zugänglich ist. Dieser Be-
- 15 reich, der unter wirtschaftlich relevanten Bedingungen einer digitalen Bearbeitung und der insbesondere einer

...

- 2 -

Digital-Analog-Wandlung zugänglich ist, liegt derzeit in der Größenordnung von etwa 10 MHz. Ein typischer Aufbau für einen derartigen Analog-Digital-Wandler zeigt eine Sample and Holdstufe, einen mit der Abtastfrequenz getakteten
5 Schalter, der mit einem Lade-Kondensator C zusammenwirkt, und einen Komparator. Der Analog-Digital-Wandler wandelt das ihm zugeführte analoge Signal in ein digitales Signal.

Weiterhin sind beispielsweise aus dem US-Patent US 5,175,
10 521 ein mittels Mikromechanik einstellbarer variabler Kondensator bzw. Ringresonator bekannt. Derartige mikromechanische Komponenten werden in Verfahren zur Chipherstellung auf Wafern hergestellt und können mit elektronischen Schaltungen in Form von integrierten Schaltkreisen kombiniert
15 werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich, einen Millimeterwellen-Empfänger und einen Bandpaßfilter für Mil-
20 limeterwellen anzugeben, die es ermöglichen, ein Signal im Gigahertz-Bereich möglichst kostengünstig und störungsarm zu verarbeiten und ohne Zwischenschaltung zusätzlichen Mischstufen unmittelbar digital zu verarbeiten, zu verstärken und darzustellen.

25 Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Analog-Digital-Wandler mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Millimeterwellen-Empfänger mit den Merkmalen des Anspruchs 9 sowie einen Bandpaßfilter für Millimeterwellen mit den Merkmalen
30 des Anspruchs 10.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

...

- 3 -

Der erfindungsgemäße Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich oder im vielfachen Gigahertz-Bereich zeigt einen Signaleingang, dem ein analoges Signal von einer zugeordneten Antenne zugeführt wird, einen dreidimensionalen Filter, dem das Eingangssignal zugeführt ist und der als dreidimensionale Ausnehmung in einem integrierten Schaltkreis realisiert ist. Durch die Gestaltung des dreidimensionalen Filters, insbesondere durch dessen Abmessungen und dessen Formgebung der Ausnehmung sowie der Ausbildung der Singalzuführung und der Signalableitung wird die Mittenfrequenz f_0 des Filters, die Bandbreite B und die Güte des Filters festgelegt. Erfindungsgemäß zeigt der Analog-Digital-Wandler eine Sample and Holdstufe, die als zentrales Element einen sehr schnell schaltenden mit einer Taktfrequenz f getakteten Schalter aufweist, sowie einen Komparator zur Erzeugung des digitalisierten Signals. Das durch den Komparator erzeugte digitalisierte Signal wird dem Signalausgang des Analog-Digital-Wandlers zugeführt.

Dabei wird die Abtastfrequenz, die der Taktfrequenz entspricht, so gewählt, daß sie größer als die doppelte gewünschte Bandbreite des digitalisierten Signals, welche der Bandbreite B des dreidimensionalen Filters entspricht, gewählt ist. Dadurch gelingt es, das Nyquist-Abtastkriterium für eine bandbegrenzte Überabtastung bezogen auf die Signalbandbreite zu erfüllen. Erfindungsgemäß gelingt es die Abtastfrequenz gegenüber dem unmittelbaren Abtasten der Trägerfrequenz f_0 im Gigahertz-Bereich abzusenken.

Durch die erfindungsgemäße Wahl des Filters, nicht als planarer Filter, sondern als dreidimensionaler Filter, der entsprechend einem Hohlraumresonator wirkt, gelingt es, eine ausgesprochen hohe Güte des Filters zu erreichen, was für das unmittelbare Digitalisieren des Nutzsignales von

...

- 4 -

besonderer Bedeutung ist. Durch die erfindungsgemäße Kombination des dreidimensionalen Filters mit einer Sample and Holdstufe mit einem schnellen Schalter, der vorzugsweise als Silizium-Germanium-Heterobipolar-Transistor (SiGeHBT) 5 realisiert ist, oder auch durch getaktete SIMMWIC-Schottky- oder -PIN-Dioden realisiert werden kann, wird es möglich, eine hohe Auflösung des Analog-Digital-Wandlers auch für sehr hohe Frequenzen zu erreichen. Dadurch wird es erfindungsgemäß möglich, das Signal über einen großen Dynamik- 10 bereich zu digitalisieren. SIMMWIC-Schottky- oder -PIN-Dioden sind als solche aus J.-F. Luy, P. Russer "Silicon Based mm-Wave Devices", 1994, Springer Verlag, bekannt.

Vorzugsweise werden der dreidimensionale Filter und die 15 Sample and Holdstufe sowie insbesondere der Komparator in einer einzigen integrierten Schaltung realisiert, so daß die einzelnen Komponenten des Analog-Digital-Wandlers dieselben charakteristischen Eigenschaften insbesondere im Hinblick auf die Temperaturstabilität, das Rauschverhalten 20 und ähnliches zeigen, so daß eine Kompensation dieser Effekte, welche zu einer verringerten Qualität bei der Analog-Digital-Wandlung führen und gemeinsam durch ein Gegenmittel angegangen werden kann. Weiterhin ermöglicht dieses gemeinsame Realisieren der Komponenten in einem integrier- 25 ten Schaltkreis eine erhebliche Kostenreduktion, da nicht verschiedene unterschiedliche Fertigungsprozesse verwendet werden müssen und aufeinander abzustimmen sind. Damit gelingt es, die Kosten für einen derartigen Analog-Digital-Wandler erheblich zu reduzieren. Weiterhin ist es durch den 30 erfindungsgemäßen Analog-Digital-Wandler möglich, ohne Verwendung zusätzlicher Mischerkomponenten Signale im Gigahertz-Bereich oder darüber unmittelbar zu digitalisieren und dadurch weitere Kosten zu senken. Erfindungsgemäß weist der Analog-Digital-Wandler sehr wenige aktive Komponenten,

...

- 5 -

Bauteile auf, wodurch er sehr verlustarm, störungsarm und schnell arbeiten kann.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird
5 ein Differenzverstärker zwischen der Sample and Holdstufe und dem Komparator angeordnet. Diesem wird zum einen das Nutzsignal von der Sample and Holdstufe zugeführt und zum anderen ein rückgekoppeltes Signal, das nach dem Komparator abgegriffen wird und das nach einer Anpassung, insbesondere
10 durch eine Digital-Analog-Wandlung, zugeführt. Durch diese Anordnung gelingt es, eine bandselektive Rauschformung des Nutzsignals vorzunehmen und dadurch die Qualität des Signals merklich zu erhöhen.

15 Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der dreidimensionale Filter als quaderförmige Ausnehmung ausgebildet, welche vorzugsweise induktiv an die Signalzuführung und Signableitung angekoppelt ist. Durch die induktive Ankopplung ist es erfindungsgemäß möglich,
20 durch entsprechende Wahl der lateralen Ausdehnung der Ausnehmung weitgehend unabhängig von der Tiefe der Ausnehmung eine gewünschte Mittenfrequenz f_0 im Gigahertz-Bereich sowie eine gewünschte Bandbreite B festzulegen. Soll beispielsweise ein derartiger dreidimensionaler Filter für
25 eine Frequenz von 30 GHz realisiert werden, so weist die Ausnehmung typisch eine Länge in der Größenordnung von etwa 0,5 cm auf.

Durch die Wahl der weiteren Abmessungen der Ausnehmung sind
30 die anderen Filtereigenschaften festgelegt, insbesondere die Güte, die in einem Bezug zu dem Volumen der Ausnehmung steht.

...

- 6 -

Nach einer weiteren bevorzugten Ausbildungsform der Erfindung ist der dreidimensionale Filter als mikromechanischer Filter ausgebildet, durch dessen mikromechanische Eigenschaften die Filtereigenschaften umschaltbar oder veränderbar ausgebildet sind. Vorzugsweise zeigt der dreidimensionale mikromechanische Filter eine durch einen mikromechanischen Antrieb verschiebbliche Wand innerhalb der Ausnehmung, durch die die Resonanzeigenschaften der Ausnehmung verändert werden kann und dadurch die Mittenfrequenz, die Bandbreite oder die Güte des Filters verändert werden kann. Dadurch wird es möglich, ein und denselben Filter für verschiedene Frequenzen im Gigahertz-Bereich, beispielsweise für eine Mittenfrequenz von 30 GHz oder 31 GHz oder 32 GHz anpaßbar zu machen. Die Realisierung der mikromechanischen Eigenschaften erfolgt in einem Fertigungsprozeß zusammen mit einer oder mit mehreren oder mit allen anderen Komponenten des Analog-Digital-Wandlers.

Eine andere Ausbildung der Erfindung betrifft einen digitalen Millimeterwellen-Empfänger, der einen erfindungsgemäßen Analog-Digital-Wandler für ein Signal im Gigahertz-Bereich aufweist, dem über den Eingang des Millimeterwellen-Empfängers ein analoges Antennensignal zugeführt wird und dessen Ausgangssignal einer digitalen Signalaufbereitungseinheit zugeführt wird, die das digitale Nutzsignal, beispielsweise das digitale Audiosignal in seinem Frequenzverlauf durch Equalizing verändert bzw. durch entsprechende Delay-Lines zeitlich gliedert oder auch durch Echo-Effekte verändert. Dieses durch die Signalaufbereitungseinheit veränderte digitale Signal wird nach einer fakultativen Verstärkung einem Signalausgang zugeführt, über den das durch den digitalen Millimeterwellen-Empfänger empfangene, digitalisierte und aufbereitete Signal, beispielsweise als Audiosignal unmittelbar an die Lautsprecher zur Wiedergabe weitergegeben

...

- 7 -

werden kann. Dieser Millimeterwellen-Empfänger erweist sich als sehr kompakt und von sehr geringen Kosten, da er auf unnötige Mischstufen verzichten kann und das Millimeterwellensignal unmittelbar durch geeignete Abtastung in Verbindung mit dem dreidimensionalen Filter in den gewünschten Bereich des Nutzsignals überträgt. Erfindungsgemäß ist es möglich, diesen Millimeterwellen-Empfänger auf einer einzigen integrierten Schaltung zu realisieren, wodurch eine Anordnung des erfindungsgemäßen digitalen Millimeterwellen-Empfängers am Ort der Antenne, beispielsweise am oder im Antennenfuß, möglich ist. Dadurch können eine Vielzahl solcher Antennenempfängerkombinationen über ein Fahrzeug verteilt untergebracht werden, was die Empfangslage als Diversity-Empfangssystem erheblich verbessert.

15

Eine andere Ausbildung der Erfindung zeigt einen Bandpaßfilter für Millimeterwellen, der als dreidimensionales Filter mit einer Ausnehmung in der integrierten Schaltung ausgebildet ist. Die Abmessungen der Ausnehmung sowie die Art der Ankopplung der Signalzuführung der Signableitung des Filters legen die Filtereigenschaften, insbesondere Bandbreite B und Mittenfrequenz f_0 und die Güte fest. Der erfindungsgemäße Bandpaßfilter ist als mikromechanischer Filter ausgebildet, wobei durch den mikromechanischen Antrieb die Eigenschaften des Filters, insbesondere die Bandbreite B , die Mittenfrequenz f_0 oder die Güte veränderlich ausgebildet sind, was vorzugsweise durch eine mikromechanisch getriebene Verschiebung einer in die Ausnehmung hineinragenden Wand erfolgt. Dabei wird die Wand durch den mikromechanischen Antrieb so verschoben, daß die für die Filterung wirksame Ausnehmung vergrößert oder verkleinert wird und dadurch die Filtereigenschaften dementsprechend verändert werden.

...

- 8 -

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, die Ausnehmung mit der Signalzuführung und mit der Signalableitung induktiv zu koppeln, wodurch im wesentlichen die laterale Ausdehnung der Ausnehmung die charakteristische Größe für die Mittenfrequenz darstellt. Durch diese besonders geeignete Form der Ankopplung wird es möglich, daß die erforderliche Tiefe der Ausnehmung gering insbesondere in der Größenordnung der verwendeten Stärke der integrierten Schaltkreise gewählt werden kann und dadurch einer breiten kostengünstigen Realisierung zugeführt werden kann, ohne daß die erfindungsgemäß notwendigen Filtereigenschaften verloren gehen. Durch die induktive Ankopplung und die ausgeprägte laterale Ausdehnung der Ausnehmung des dreidimensionalen Filters werden bei hoher Güte des Filters hohe Mittenfrequenzen f_0 im Gigahertz-Bereich ermöglicht. Dabei werden die erforderlichen Bandbreiten B entsprechend dem der gewünschten Bandbreite des Nutzsignals realisierbar. Durch diese Ausbildung des dreidimensionalen Filters mit induktiver Ankopplung ist es möglich, daß mittels gängiger Chipfertigungstechniken derartige dreidimensionale Filter kostengünstig realisiert werden können. Im Rahmen des Fertigungsprozesses läßt sich erfindungsgemäß auch eine zugeordnete Sample and Holdstufe sowie nachgeordnete Komponenten des Analog-Digital-Wandlers sowie eines digitalen Millimeterwellen-Empfängers realisieren.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen beispielhaften erfindungsgemäßen
Millimeterwellen-Rundfunkempfänger,

...

- 9 -

Figur 2 einen beispielhaften erfindungsgemäßen Aufbau eines Bandpaßfilters für Millimeterwellen und

Figur 3 eine beispielhaften Frequenzcharakteristik eines
5 erfindungsgemäßen Bandpaßfilters.

In Figur 1 ist ein Millimeterwellen-Rundfunkempfänger 1 dargestellt, diesem wird an dem Signaleingang 2 ein Antennensignal im Gigahertz-Bereich zugeführt. An den Signaleingang 2 schließt sich ein dreidimensionale Filter 3 an,
10 der in seiner Mittenfrequenz f_0 und in seiner Bandbreite B so gewählt ist, daß es das Abtasttheorem von Nyquist im Hinblick auf eine bandbegrenzte Abtastung bzw. Überabtastung eines Nutzsignals mit vorgegebener Bandbreite B erfüllt.
15 Das bandbegrenzte analoge Signal wird einer Sample and Holdstufe 4 zugeführt, die einen sehr schnellen Schalter aufweist, der mit einer Taktfrequenz f getaktet ist. Die Taktfrequenz f ist dabei so gewählt, daß das Nyquist Theorem für bandbegrenztes Abtasten eines Nutzsignals erfüllt ist.
20 Dabei wird von der gewünschten Bandbreite B des Nutzsignals ausgegangen und die Abtastfrequenz f entsprechend gewählt. Das bandbegrenzte abgetastete Signal wird anschließend einem Komparator 5 zugeführt, mit dessen Hilfe ein digitalisiertes Signal gebildet wird. Anschließend wird
25 das digitalisierte Signal einer Signalaufbereitungseinheit 6 zugeführt, die eine Equalisierung, eine Delay-Line, eine Echo-Line oder ähnliches beinhaltet. Anschließend wird das aufbereitete digitalisierte Signal, das ggf. ergänzend einer Signalverstärkungseinheit zugeführt wurde, über den Signalausgang 7 an eine Wiederabgabereinheit, beispielsweise in
30 Form eines Displays oder Lautsprechers, weitergeleitet.

In Figur 2 ist ein Aufbau für einen beispielhaften dreidimensionalen Filter 3 dargestellt, welcher mit Hilfe eines

...

mikromechanischen Antriebs in seinen Filtereigenschaften veränderlich ausgebildet ist. Der dreidimensionale Bandpaßfilter 3 zeigt eine Ausnehmung 3c, die in einer integrierten Schaltung, die im wesentlichen als planare Schaltung ausgebildet ist, angeordnet ist. Die Ausnehmung 3c hat eine ausgeprägte laterale Ausdehnung und eine nicht unerhebliche Tiefe. Das Volumen dieser Ausnehmung 3c des dreidimensionalen Filters 3 bestimmt im wesentlichen dessen Güte. Die Ausnehmung 3c ist mit einer Signalzuführung 3a und einer Signalableitung 3b induktiv gekoppelt. Die Signalzuführung 3a und die Signalableitung 3b ragen über den seitlichen Rand der Ausnehmung 3c über und ermöglichen dadurch ein Einkoppeln des Signals im Gigahertz-Bereich. Weiterhin zeigt der dreidimensionale Filter eine verschiebbliche Wand 3d, die mikromechanisch getrieben in der Ausnehmung 3c verschieblich angeordnet ist. Die Verschieblichkeit ist in Figur 2 durch den Doppelpfeil angedeutet. Durch die Verschiebung der Wand 3d gelingt es, die für die Filtereigenschaften relevante, wirksame Ausnehmung 3c des Filters 3 zu verändern und dadurch insbesondere die Filtereigenschaften, wie Mittenfrequenz f_0 , Bandbreite B und Güte zu verändern.

Damit gelingt es, einen umschaltbaren oder veränderlichen Filter zu schaffen, mittels dem mit ein und derselben nachgeschalteten Sample and Holdstufe sowie der Komparatoranordnung unterschiedliche Rundfunksignale, beispielsweise von 5 GHz, 10 GHz, 30 GHz, 31 GHz oder 32 GHz, zu digitalisiert bzw. im Rahmen eines erfindungsgemäßen Rundfunkempfängers empfangen, verstärkt und zur Anzeige oder Wiedergabe gebracht werden können.

Der dreidimensionale Filter 3 gemäß der Figur 2 einschließlich dem mikromechanischen Antrieb wird gemeinsam mit der

...

integrierten Schaltung in einem Herstellungsprozeß gefertigt. Demzufolge sind keine zusätzlichen Fertigungsprozesse erforderlich. Mithin ergibt sich eine sehr kostengünstige Herstellung des erfindungsgemäßen Filters, des erfindungs-
5 gemäßen Analog-Digital-Wandlers sowie des erfindungsgemäßen Millimeterwellen-Rundfunkempfängers.

In Figur 3 ist dargestellt, wie durch den erfindungsgemäßen dreidimensionalen Filter 3 ein bestimmtes Frequenzband aus
10 einer Vielzahl von benachbarten Frequenzen im Gigahertz-Bereich selektiert wird. Es ist hier die Trägerfrequenz f_0 dargestellt, der verschiedene Nachbarfrequenzen nebengeordnet sind. Der Kanalabstand X der Nachbarfrequenzen ist konstant. Durch den erfindungsgemäßen dreidimensionalen Filter
15 mit Bandpaßcharakteristik ist sichergestellt, daß die Nachbarfrequenzen zu der gewünschten Trägerfrequenz f_0 unterdrückt werden, indem die Mittenfrequenz des dreidimensionalen Filters gleich f_0 gewählt ist und die Bandbreite B so gewählt ist, daß die unmittelbaren Nachbarfrequenzen nicht
20 erfaßt sind. Durch die Wahl der Abmessungen und die Art der Ankopplung des dreidimensionalen Filters 3 werden die Filtereigenschaften festgelegt.

Bezugszeichenliste

5

- | | | |
|----|----|----------------------------|
| | 1 | Millimeterwellen-Empfänger |
| | 2 | Signaleingang |
| | 3 | Dreidimensionaler Filter |
| 10 | 4 | Sample and Holdstufe |
| | 5 | Komparator |
| | 6 | Signalaufbereitungseinheit |
| | 7 | Signalausgang |
| | 3a | Signalzuführung |
| 15 | 3b | Signalableitung |
| | 3c | Ausnehmung |
| | 3d | verschiebbliche Wand |

Patentansprüche

1. Analog-Digital-Wandler (ADC) für ein Signal im Gigahertz-Bereich mit einem Signaleingang (2) für ein analoges
5 Signal im Gigahertz-Bereich,
mit einem 3-dimensionalen Filter (3), dem das Signal
zugeführt ist und der eine Mittenfrequenz von f_0 und eine
Bandbreite B zeigt,
mit einer Sample and Holdstufe (4), die einen mit einer
10 Taktfrequenz f getakteten schnellen Schalter aufweist und
der das gefilterte analoge Signal zugeführt ist, wobei die
Taktfrequenz $f \geq 2B$ gewählt ist,
mit einem Komparator (5) zur Erzeugung eines digitalen
Signals, der der Sample and Holdstufe (4) nachfolgt, und
15 mit einem Signalausgang (7) dem das digitalisierte Signal
zugeführt ist.

...

2. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dreidimensionale Filter (3), die Sample and Holdstufe (4) und der Komparator (5) teil einer einzigen integrierten Schaltung sind.

5

3. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dreidimensionale Filter (3) eine Ausnehmung (3c) aufweist, deren Abmessungen die Filtereigenschaften festlegen und daß die Ausnehmung
10 (3c) mit einer Signalführung (3a) und einer Signableitung (3b) verbunden ist, welche induktiv an die Ausnehmung (3c) angekoppelt sind.

4. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der dreidimensionale Filter (3) als mikromechanischer Filter ausgebildet
15 ist.

5. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach Anspruch 4, dadurch
20 gekennzeichnet, daß mittels der mikromechanischen Eigenschaften des dreidimensionalen Filters (3) Filtereigenschaften insbesondere Bandbreite B und Mittenfrequenz f_0 veränderlich sind.

25 6. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine mikromechanisch getriebene eine Wand (3d) in der Ausnehmung (3c) des dreidimensionalen Filters (3) vorgesehen ist, die verschiebbar ausgebildet
ist.

30

7. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter der Sample and Holdstufe (4) als SiGeHB-Transistor oder mittels SIMMWIC-Schottky-Dioden oder mittels SIMMWIC-Pin-
35 Dioden ausgebildet ist.

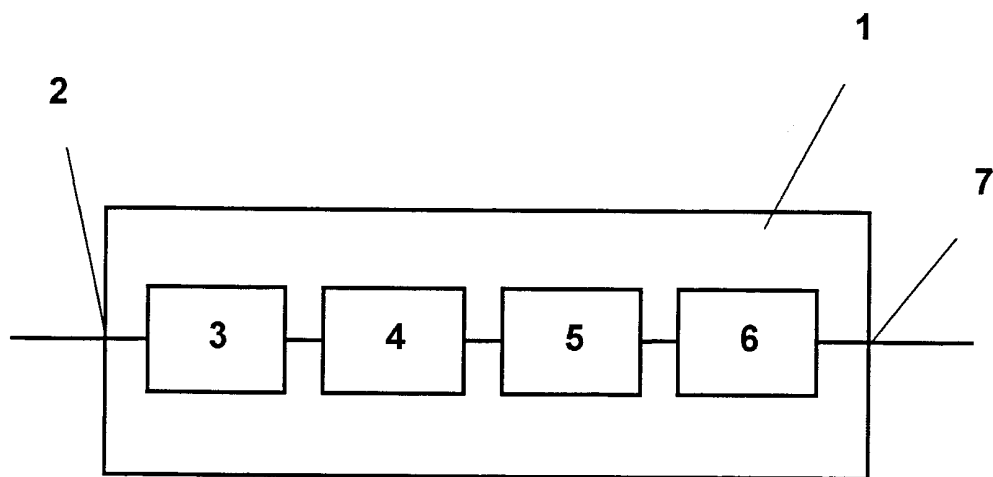
...

8. Analog-Digital-Wandler (ADC) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Sample and Holdstufe (4) und dem Komparator (5) ein
5 Differenzverstärker zur bandselektiven Rauschformung vorgesehen ist, dem das Nutzsignal von der Sample and Holdstufe (4) und ein nach dem Komparator ausgekoppeltes und rückgekoppeltes Signal zugeführt ist.
- 10 9. Millimeterwellen-Empfänger (1) mit einem Eingang (2) für eine Antennensignal, mit einem Gigahertz Analog-Digital-Wandler (ADC) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Signalaufbereitungseinheit (6) zur Aufbereitung des digitalisierten Signals und mit einem Signalausgang
15 (7).
10. Filter für Millimeterwellen dadurch gekennzeichnet, daß er als dreidimensionales Filter (3) mit einer Ausnehmung (3c) ausgebildet ist, deren Abmessungen die Filtereigenschaften festlegen und daß die Ausnehmung (3c) mit einer
20 Signalzuführung (3a) und einer Signableitung (3b) verbunden ist, daß der dreidimensionale Filter als mikromechanischer Filter ausgebildet ist und daß mittels der mikromechanischen Eigenschaften des dreidimensionalen Filters die
25 Filtereigenschaften insbesondere Bandbreite B und Mittenfrequenz f_0 veränderlich sind.
11. Filter für Millimeterwellen nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wand (3d) in der Ausnehmung (3c)
30 vorgesehen ist, die mikromechanisch getrieben in der Ausnehmung (3c) des dreidimensionalen Filters (3) verschieblich angeordnet ist.
12. Filter für Millimeterwellen nach A10 oder A11, dadurch
35 gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (3c) mit der Signalfu-

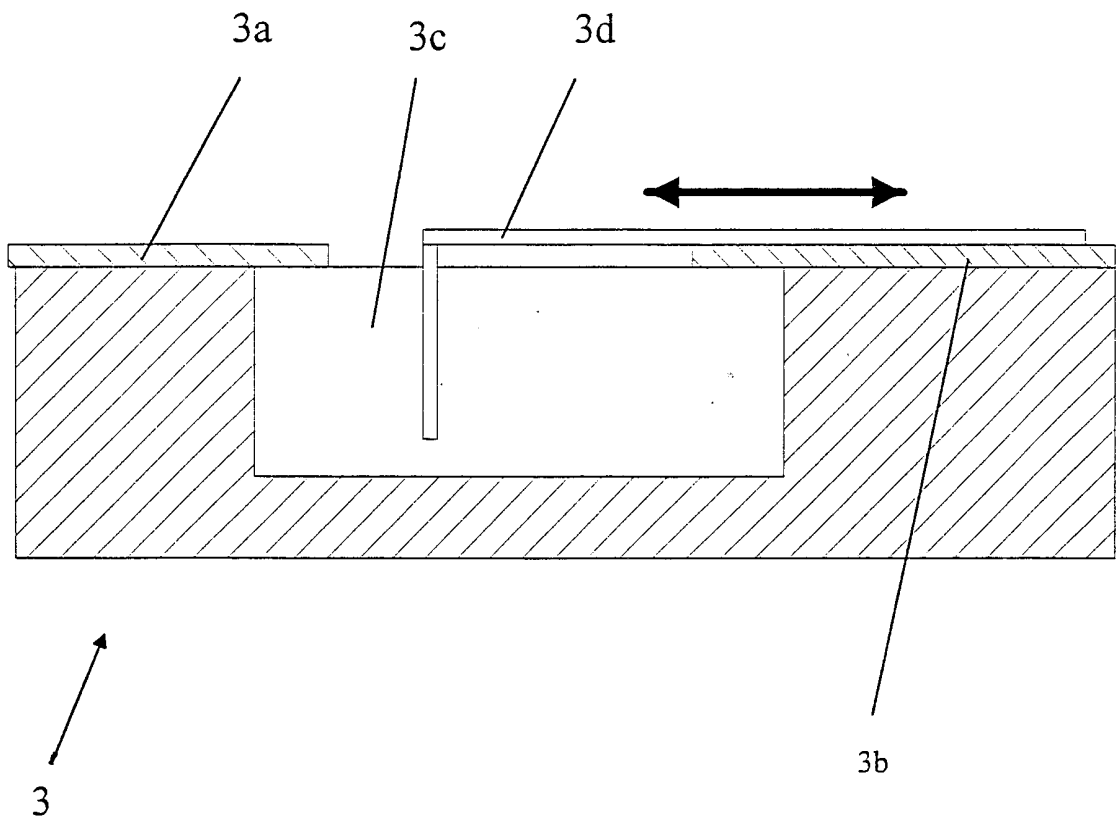
...

führung (3c) und der Signalableitung (3b) induktiv ange-
koppelt ist.

1/3

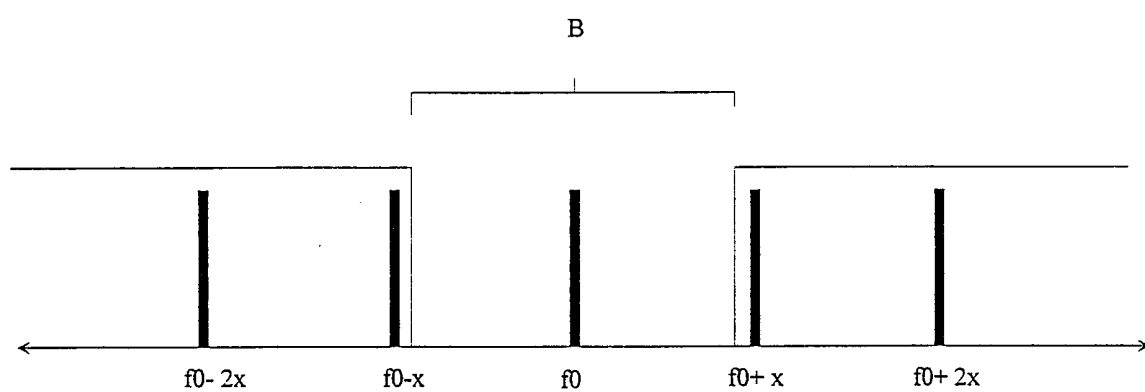


Figur 1



Figur 2

3/3



Figur 3