

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



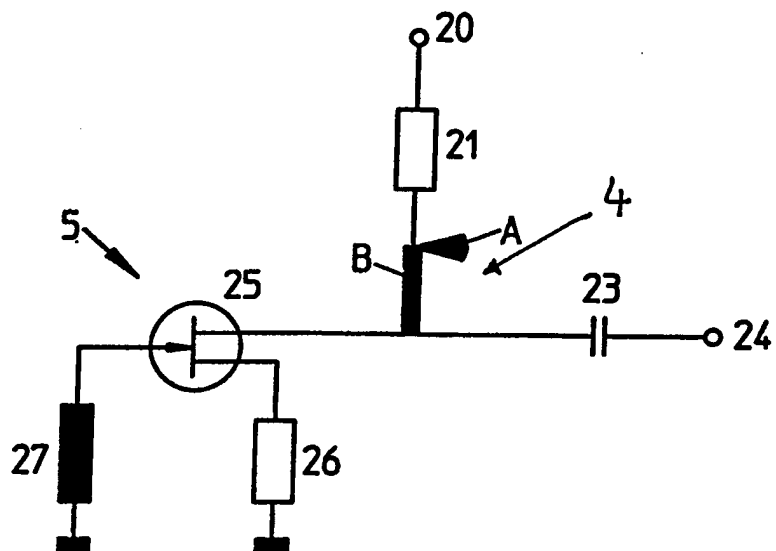
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H03B 5/18, G01S 7/282	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/33271 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Juli 1998 (30.07.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00081 (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Januar 1998 (12.01.98) (30) Prioritätsdaten: 197 02 261.8 23. Januar 1997 (23.01.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): VEGA GRIESHABER KG [DE/DE]; Hauptstrasse 1-5, D-77709 Wolfach (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FEHRENBACH, Josef [DE/DE]; Schlattstrasse 1, D-77716 Haslach (DE). STORZ, Gregor [DE/DE]; Maria-Zeller-Strasse 44, D-78713 Schramberg (DE). SCHULTHEISS, Daniel [DE/DE]; Reichenbacher Strasse 37, D-78132 Hornberg (DE). (74) Anwalt: WESTPHAL, MUSSGNUG & PARTNER; Waldstrasse 33, D-78048 Villingen-Schwenningen (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, HU, JP, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: MICROWAVE PULSE GENERATOR

(54) Bezeichnung: MIKROWELLEN-PULSGENERATOR

(57) Abstract

The invention relates to a microwave pulse generator for generating microwave pulses with nanosecond pulse duration, comprising a pulse generator generating control pulses of a constant pulse width and a microwave oscillator generating microwave oscillations. The microwave oscillator is fitted with a transistor amplifier, to which a frequency-determining resonant circuit and an ohmic device for reducing the resonant circuit sharpness are connected in such a way that a control pulse of the pulse generator guided to the transistor amplifier on an input binder leads to a tappable microwave oscillation on an output binder of the microwave oscillator, which follows at least approximately the trajectory of the control pulse.



(57) Zusammenfassung

Der Mikrowellen-Pulsgenerator zur Erzeugung von Mikrowellen-Pulsen mit einer Pulsdauer im Nanosekundenbereich weist einen Impulsgenerator, der Steuerimpulse konstanter Impulsbreite erzeugt, und einen Mikrowellen-Oszillator zur Erzeugung von Mikrowellen-Schwingungen auf. Der Mikrowellen-Oszillator verfügt über einen Halbleiterverstärker, an den ein frequenzbestimmender Resonanzkreis und eine ohmsche Einrichtung zur Reduzierung der Resonanzkreisgüte des Resonanzkreises angeschlossen ist, derart, daß ein dem Halbleiterverstärker an einer Eingangsklemme zugeführter Steuerimpuls des Impulsgenerators an einer Ausgangsklemme des Mikrowellen-Oszillators zu einer abgreifbaren Mikrowellen-schwingung führt, die dem Verlauf des Steuerimpulses mindestens annähernd folgt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Mikrowellen-Pulsgenerator

Die Erfindung betrifft einen Mikrowellen-Pulsgenerator zur Erzeugung von Mikrowellen-Pulsen, die eine Pulsdauer im Nanosekundenbereich aufweisen, mit einem Impulsgenerator zur Erzeugung von Steuerimpulsen und mit einem Mikrowellen-Oszillator zur Erzeugung von Mikrowellen-Schwingungen.

Derartige Mikrowellen-Pulsgeneratoren werden üblicherweise in Radarsystemen, insbesondere in Pulsradarsystemen, zur genauen Entfernungsmessung verwendet.

Sie sollten folgenden Anforderungen genügen:

- a) Die Pulsdauer des Mikrowellen-Pulses muß im Bereich von einer Nanosekunde liegen, damit mit dem Pulsradar das geforderte hohe Auflösungsvermögen erreicht werden kann.
- b) Das Pulsradarverfahren benötigt eine hohe Kohärenz der Mikrowellenpuls-Trägerfrequenz und der Pulsfolgefrequenz. Dazu muß sichergestellt werden, daß ein Oszillator immer mit derselben Anfangsphase anschwingt.
- c) Das Verhältnis von Pulsperiode zu Pulsdauer muß groß sein, damit der nächste Mikrowellenpuls erst gesendet wird, wenn die Rücklaufzeit aller Zielechos abgelaufen ist.

d) Die Energie im Mikrowellen-Pulsgenerator muß nach der Pulsdauer möglichst weit abgebaut sein, d.h. der Übergang von der Pulsdauer zur Pulspause muß schnell erfolgen, damit auch sehr kleine Echos erfaßt werden können. Der Dynamikumfang eines Pulsradars beträgt üblicherweise etwa 80 bis 100 dB. Um diesen Wert muß der Mikrowellenimpuls nach möglichst kurzer Zeit abgeklungen sein. Dies erfordert eine geringe Güte des frequenzbestimmenden Resonators.

Übliche durchlaufende Mikrowellen-Oszillatoren eignen sich daher nicht dazu, kohärente Pulsfolgen zu erzeugen. Sie besitzen im allgemeinen Resonanzkreise mit hoher Güte ($Q > 100$), um eine ausreichende Frequenzstabilität zu erreichen. Dies hat zur Folge, daß sie beim Einschalten mehr als einhundert Perioden benötigen bis sie eingeschwungen und nochmals mehr als einhundert Perioden, bis sie wieder ausgeschwungen sind. Spezielle Mikrowellen-Pulsgeneratoren sind daher üblicherweise aufwendig aufgebaut und erzeugen ein sehr breites Spektrum, aus dem mit Hilfe von Bandpaßfiltern das gewünschte Signal herausgefiltert werden muß. Nachteil eines derartigen Mikrowellen-Pulsgenerators ist jedoch sein sehr schlechter Wirkungsgrad.

Aus der DE 44 01 350 C1 ist beispielsweise ein Verfahren zur Erzeugung von Mikrowellen-Pulsen und eine zugehörige Anordnung mit einer Ladungsspeicherdiode (step recovery diode = SRD) bekannt, das zwar den oben genannten Anforderungen a) bis d) genügt, aber, wie oben beschrieben, einen sehr schlechten Wirkungsgrad aufweist. Die darin beschriebene Anordnung enthält einen Impulsgenerator, dem ein Impuls-Differenzierverstärker nachgeschaltet ist. Ein diesem nachgeschaltetes Anpassnetzwerk überträgt die Impulse auf die in einem Resonator integrierte Ladungsspeicherdiode. Der Resonator besteht aus einem kapazitiven und einem induktiven TEM-Leitungsstück zusammen mit der Sperrkapazität der Ladungsspeicherdiode. Dadurch wird bereits der Schwerpunkt des entstehenden Spektrums festgelegt. Durch weitere Filterung mittels eines Bandpasses

erhält man so einen Mikrowellen-Puls mit der Trägerfrequenz f_T und der Pulslänge t_p .

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Mikrowellen-Impulsgenerator anzugeben, der mit wenig Bauteileaufwand einen Mikrowellen-Puls mit einer Pulslänge t_p im Bereich von einer Nanosekunde erzeugt. Des weiteren soll dessen Wirkungsgrad um mindestens den Faktor 10 höher, als der der bisher bekannten Anordnungen sein.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Mikrowellen-Oszillator einen aktiven Halbleiterverstärker mit einem frequenzbestimmenden Resonanzkreis und mit einer ohmschen Einrichtung aufweist, wobei die ohmsche Einrichtung zur definierten Reduzierung der Resonanzkreisgüte des Resonanzkreises vorgesehen ist, derart, daß ein an einer Eingangsklemme dem Halbleiterverstärker zugeführter Steuerimpuls an einer Ausgangsklemme des Mikrowellen-Oszillators zu einer abgreifbaren Mikrowellenschwingung führt, die dem Verlauf des Steuerimpulses mindestens annähernd folgt.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstände der Unteransprüche.

Vorteil der Erfindung ist, daß der Schaltungsaufwand durch die Erzeugung von Steuerimpulsen geeigneter Dauer, welche zur Spannungsversorgung eines Mikrowellen-Oszillators oder zum Anlegen an einen Steuereingang eines Halbleiterverstärkers des Mikrowellen-Oszillators bereitgestellt werden, erheblich reduziert werden kann. Dadurch kann auf die Verwendung teurer Ladungsspeicherdiode verzichtet werden.

Der Steuerimpuls im Nanosekundenbereich, welcher die Dauer des eigentlichen Mikrowellen-Pulses bestimmt, kann z. B. durch eine einfache Impulsverkürzungsstufe erzeugt werden.

In einer Weiterbildung kann die Ankopplung von Impulsverkürzungsstufe und Oszillator durch eine Treiberstufe und/oder

eine Entkopplungsstufe verbessert werden. Sollte die Impulsverkürzungsstufe derart aufgebaut sein, daß sie ein invertiertes Ausgangssignal erzeugt, so kann dies durch eine invertierende Treiberstufe kompensiert werden. Die Entkopplungsstufe kann vorteilhafterweise durch einen sogenannten "Circular Stub" erfolgen.

Weiterhin ist es von Vorteil, den Oszillator mittels eines Serienresonanzkreises aufzubauen, der z. B. die Gate-Drain-Strecke eines Gallium-Arsenid-FETs als kapazitives Element enthält. Dadurch kann insbesondere der Wirkungsgrad der Anordnung deutlich verbessert werden.

Die Impulsverkürzungsstufe kann vorteilhafterweise besonders einfach mittels zweier Bipolartransistoren aufgebaut werden, deren Basisanschlüsse der Eingangsimpuls zugeführt wird, wobei die Kollektor-Emitter-Strecke des zweiten Transistors parallel zur Basis-Emitter-Strecke des ersten Transistors geschaltet ist und der Eingangsimpuls über ein R-C-Glied dem zweiten Transistor zugeführt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von vier Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Anordnung,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel für eine Impulsverkürzungsstufe mit nachgeschalteter Treiberstufe,

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen Mikrowellen-Oszillator,

Figur 4 den zeitlichen Verlauf einer Ausgangsignalfolge, und

Figur 5 ein zweites Ausführungsbeispiel für einen Mikrowellen-Oszillator.

In Figur 1 ist mit 1 ein Impulsgenerator bezeichnet, dessen

Ausgangssignal dem Eingang einer Impulsverkürzungsstufe 2 zugeführt wird. Die Impulsverkürzungsstufe 2 erzeugt Ausgangsimpulse im Nanosekundenbereich, die dem Eingang einer Treiberstufe 3 zugeführt werden. Das von der Treiberstufe 3 verstärkte Signal wird einem Entkopplungsnetzwerk 4 zugeführt, welches ausgangseitig mit dem Versorgungsspannungseingang eines Mikrowellen-Oszillators 5 verbunden ist. Das Ausgangssignal des Mikrowellen-Oszillators 5 ist an einer Ausgangsklemme 24 abgreifbar.

Der Impulsgenerator 1 kann in bekannter Weise aufgebaut sein und liefert eine Impulsfolge mit einer vorgegebenen Impulsperiode. Gemäß Figur 2 kann die nachgeschaltete Impulsverkürzungsstufe 2 eine Eingangsklemme 6 aufweisen, welche über einen Widerstand 7 mit der Basis eines npn-Transistors 11 und über einen Widerstand 8 mit der Basis eines npn-Transistors 10 verbunden ist. Zwischen Widerstand 8 und Basis des Transistors 10 ist eine Kapazität 9 gegen Masse geschaltet. Der Kollektor des Transistors 10 ist mit der Basis des Transistors 11 und der Emitter des Transistors 10 mit Masse verbunden. Ebenso ist der Emitter des Transistors 11 mit Masse verschaltet. Der Kollektor des Transistors 11 bildet den Ausgangskreis der Impulsverkürzungsstufe und ist mit dem Eingangskreis der nachgeschalteten Treiberstufe 3 gekoppelt. Hierzu ist der Kollektor über eine Reihenschaltung aus drei Widerständen 12, 13 und 16 mit einer Versorgungsspannungsklemme 17 verbunden. Der Mittelabgriff der Reihenschaltung des Widerstands 12 und 13 ist mit der Basis eines pnp-Transistors 18 verschaltet, der Mittelabgriff der Reihenschaltung aus Widerstand 13 und 16 mit dem Emitter des Transistors 18. Dessen Kollektor ist mit einer Ausgangsklemme 19 verbunden. Der Widerstand 16 ist beidseitig über Entkopplungskapazitäten 14 und 15 mit Masse verbunden.

Ein erfindungsgemäßer Mikrowellen-Oszillator 5 kann folgendermaßen ausgestaltet werden. Gemäß Figur 3 ist eine Versorgungsklemme mit 20 bezeichnet. Diese ist über einen Widerstand 21 mit einem Circular Stub A und einer $\lambda/4$ -Leitung B verbunden.

Circular Stub A und $\lambda/4$ -Leitung B bilden ein Entkopplungsnetzwerk 4. Das andere Ende der $\lambda/4$ -Leitung B ist über die Laststrecke eines Transistors 25, hier ein Feldeffekttransistor, und einen dazu in Reihe geschalteten Widerstand 26 mit Masse verbunden. Der Transistor 25 bildet einen Halbleiterverstärker und kann auch ein Bipolartransistor sein. Der Drainanschluß des Feldeffekttransistors 25 ist über eine Kapazität 23 mit der Ausgangsklemme 24 verschaltet. Der Gateanschluß des Feldeffekttransistors 25 ist über eine Induktivität 27 mit Masse verbunden.

Die Ausgangsklemme 19 der Treiberstufe 3 wird mit der Versorgungsklemme 20 verbunden. Der Eingangsklemme 6 wird eine Impulsfolge mit vorgegebener Impulsperiode zugeführt. Der ankommende Impuls des Impulsgenerators 1 wird in der Impulsverkürzungsstufe 2 auf die Länge t_p verkürzt. Dies geschieht im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 dadurch, daß die positive Flanke des eingehenden Impulses bei Überschreiten der Basis-Emitter-Spannung des Transistor 11 diesen in den leitenden Zustand überführt. Dadurch wird der Spannungsteiler 12, 13, 16 bestromt, wodurch am Widerstand 13 genug Spannung abfällt, um den Transistor 18 leitend zu schalten. Gleichzeitig wird die positive Flanke des eingehenden Impulses über das RC-Glied 8, 9 um die durch sie definierte Zeit verzögert. Diese Verzögerungszeit läßt sich durch Wahl von schnellen Transistoren von Bruchteilen einer Nanosekunde bis zur Länge des eingehenden Impulses einstellen. Nach Ablauf dieser Verzögerungszeit wird der Transistor 10 leitend geschaltet, so daß die Spannung an der Basis von Transistor 11 auf die Sättigungsspannung von Transistor 10 reduziert wird. Der Transistor 11 kehrt somit wieder in den hochohmigen Zustand zurück und sperrt dadurch auch Transistor 18. An der Ausgangsklemme 19 steht damit ein sehr kurzer Impuls der Länge t_p zur Verfügung, welcher zudem niederohmig belastbar ist. Durch endliche Anstiegszeiten der Transistoren 10, 11 und 18 besitzt der Ausgangsimpuls eine Kurvenform ähnlich einer \sin^2 -Funktion. Das Netzwerk 14, 15, 16 dient lediglich zur Abblockung der Betriebsspannung, die an der Versorgungsklemme 17 angelegt ist. Die Impulsverkür-

zungsstufe 2 und Treiberstufe 3 ergänzen sich im vorliegenden Beispiel insofern, da beide Stufen das zu verarbeitende Signal invertieren, wodurch ein nicht invertiertes Signal am Ausgang 19 abgreifbar ist.

Das so gewonnene Signal mit einer Impulsdauer, die der Dauer des Mikrowellen-Pulses entspricht, wird dem Mikrowellen-Oszillator als Versorgungsspannung über die Klemmen 19 und 20 zur Verfügung gestellt. Der Mikrowellen-Oszillator 5 besteht aus einem Transistor 25, der im vorliegenden Beispiel als Gallium-Arsenid-Feldeffekttransistor ausgeführt ist. Es könnte aber auch ein geeigneter bipolarer Transistor verwendet werden. Des weiteren ist z. B. die Induktivität 27 als induktives TEM-Leitungsstück ausgeführt. Der frequenzbestimmende Resonanzkreis des Mikrowellen-Oszillators 5 wird aus diesem Leitungsstück und der internen Transistorkapazität zwischen Gate und Drain bei FET's, bzw. Basis und Kollektor bei einem Bipolartransistor, gebildet. Dabei bildet das Leitungsstück 27 zusammen mit der Transistorkapazität einen Serienresonanzkreis, der über die Länge des Leitungstückes abgestimmt werden kann. Des weiteren wird dadurch die Phasenbedingung für das Anschwingen erfüllt. Der Widerstand 26 wird zur Reduzierung der Resonanzkreisgüte benötigt, damit ein schnelles Anschwingen gewährleistet ist. Zur Begrenzung des Stroms durch den Transistor 25 ist in der Zuleitung zwischen Treiberstufe 3 und Entkopplungsnetzwerk 4 ein Widerstand 21 eingefügt. Der Kondensator 23 dient zur Abblockung der Versorgungsspannung und koppelt so das Ausgangssignal des Mikrowellen-Oszillators 5 aus.

Der Mikrowellen-Oszillator 5 ist derart ausgestaltet, daß er bei Anlegen einer Versorgungsspannung an der Klemme 20 auf der Resonanzfrequenz des bestimmenden Resonanzkreises ein CW-Signal erzeugt. Bei der Anpassung der Leitungslänge des die Induktivität 27 bildenden Leitungstückes ist zu beachten, daß der transformierte Anteil der Eigeninduktivität des Widerstandes 26 parallel zur Induktivität 27 berücksichtigt werden muß.

Wie bereits beschrieben, erfolgt die Spannungsversorgung des Mikrowellen-Oszillators 5 durch einen Impuls der Länge t_p . Dieser wird zur Entkopplung der Impulsverkürzungsstufe und der nachgeschalteten Treiberstufe 3 über das Entkopplungsnetzwerk 4 bestehend aus dem Circular Stub A und der $\lambda/4$ -Leitung B, dem Mikrowellen-Oszillator 5 an der Versorgungsklemme 20 zugeführt. Die Länge des Impulses bestimmt damit die Länge des Mikrowellenpulses. Der Circular Stub A bildet für die Trägerfrequenz f_T einen Kurzschluß, der über eine $\lambda/4$ -Leitung B in einen Leerlauf transformiert wird. Somit kann keine Hochfrequenz aus dem Mikrowellen-Oszillator 5 in die Treiberstufe 3 gelangen.

Um ein schnelles Ein- und Ausschwingverhalten zu erreichen, muß der Source-Anschluß über den Widerstand 26 mit Masse verbunden sein. Dieser Widerstand 26 reduziert die Resonanzkreisgüte soweit, daß die Mikrowellenschwingung in ihrer Amplitude der Amplitude des Versorgungsimpulses folgen kann (Fig. 4).

Die Kohärenz der Mikrowellenschwingung wird dadurch erreicht, daß der etwa eine Nanosekunde lange Impuls zur Versorgung des Mikrowellen-Oszillators 5 eine kleine Anstiegszeit besitzt, die im Bereich von etwa 250 ps liegt und damit bereits einen spektralen Energieanteil auf der Resonanzfrequenz in den Mikrowellen-Oszillator 5 einkoppelt. Dadurch ist die Anfangsphase des Mikrowellensignals fest eingepreßt.

An der Ausgangsklemme 24 des Mikrowellen-Oszillators 5 wird der Mikrowellenpuls über die Kapazität 23 ausgekoppelt. Hier ist dem Mikrowellenpuls allerdings noch der verkürzte Impuls überlagert, der jedoch z.B. durch einen Hochpaß weggefiltert werden kann. Wird der entstandene Mikrowellenpuls jedoch in einem Hohlleiter weitergeführt, kann auf den zusätzlichen Hochpaß verzichtet werden, da der Hohlleiter das gleiche Verhalten aufweist.

Figur 4 zeigt den zeitlichen Verlauf zweier aufeinanderfolgender Mikrowellenpulse I1 und I2. Zusätzlich ist zwischen beiden

Pulsen I1 und I2 ein Echo E dargestellt, welches z.B. zur Entfernungsmessung ausgewertet wird. Die Oszillationsperiode ist mit f_T und die Pulsdauer mit t_p bezeichnet.

In Fig. 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel für einen Mikrowellen-Oszillator 5 dargestellt. Der Impuls aus der Impulsverkürzungsstufe 2 wird bei diesem Ausführungsbeispiel dem Mikrowellen-Oszillator 5 über eine Steuerrelektrode des Halbleitervertärkers 5 im Gegensatz zur impulsförmig applizierten Betriebsspannungsversorgung des Mikrowellen-Oszillators gemäß Fig. 3 zugeführt. Der Mikrowellen-Oszillator 5 weist wieder einen Transistor 25 auf, der als Gallium-Arsenid-Feldeffekttransistor (kurz GaAs-FET) ausgeführt sein kann. Am Gate des GaAs-FET's 25 ist wieder ein induktives TEM-Leitungsstück zur Bildung einer Induktivität 27 angeschlossen (z. B. eine offene Mikrostreifenleitung mit einer Länge $\lambda/4$ und $\lambda/2$). Außerdem ist am Gate des GaAs-FET's 25 der Ausgang eines Entkopplungsnetzwerkes, bestehend aus einer $\lambda/4$ -Leitung C und einem Circular Stub D angeschlossen. Der Eingang dieses Entkopplungsnetzwerkes ist über einen Widerstand 31 mit einer Eingangsklemme 32 des Mikrowellen-Oszillators 5 verbunden. Der Drainanschluß des GaAs-FET's 25 ist in ähnlicher Weise über ein Entkopplungsnetzwerk, bestehend aus einer $\lambda/4$ -Leitung E und einem Circular Stub F, und einen Widerstand 33 an die Versorgungsklemme 34 angeschlossen. An dieser Versorgungsklemme 34 ist eine konstante Versorgungsspannung U_b anlegbar. Darüber hinaus wird am Drainanschluß des GaAs-FET's 25 das Mikrowellensignal über einen Koppelkondensator 23 an die Ausgangsklemme 24 ausgekoppelt. Der Source-Anschluß des GaAs-FET's 25 liegt über einen Widerstand 26 auf Masse.

Die Funktion dieses Mikrowellen-Oszillators 5 ist folgende, wenn angenommen wird, daß die Form des Steuerimpulses den in Fig. 5 links dargestellten Verlauf hat, also eine Kurvenform ähnlich einer \sin^2 -Funktion, deren Maximum bei 0 Volt liegt und von dem Potential U_b ausgeht bzw. auf dieses Potential U_b wieder absinkt. Solange am Steuereingang des Mikrowellen-Oszillators 5, also an der Eingangsklemme 32, eine negative

Spannung anliegt, die betragsmäßig größer als die pinch-off-Spannung U_p ist, bleibt der GaAs-FET 25 im gesperrten Zustand. Steigt an der Eingangsklemme 32 durch den Impuls die Spannung auf 0 Volt, so schwingt der Mikrowellen-Oszillator 5 auf der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises, der aus dem induktiven TEM-Leitungsstück 27 und der internen Transistorkapazität zwischen Drain und Gate gebildet wird. Eine Frequenzabstimmung ist über die Leitungslänge am Gate möglich. Die notwendige Phasendrehung für die Schwingbedingung wird hiermit ebenfalls beeinflusst. Der Widerstand 26 begrenzt die Güte des Schwingkreises, so daß ein schnelles Ein- und Ausschwingen des Mikrowellen-Oszillators möglich ist.

Im Pulsbetrieb wechselt der Pegel am Steuereingang, also an der Eingangsklemme 32, zwischen 0 Volt und einer negativen Spannung. Durch die geringe Güte des Resonanzkreises ist die Form der Hüllkurve der Mikrowellenschwingung gleich der Form des Steuerimpulses. Die Kohärenz der Mikrowellenschwingungen wird dadurch erreicht, daß die steile Flanke des Steuerimpulses bereits einen spektralen Energieanteil in den Mikrowellen-Oszillator 5 einprägt. Die Anfangsphase ist somit immer gleich. An der Ausgangsklemme 24 des Mikrowellen-Oszillators 5 wird durch die Ansteuerung mit einem kurzen, steil flankigen Steuerimpuls ein im wesentlichen ebenso kurzer sowie phasensstarrer Mikrowellen-Puls ausgegeben. Vorteilhafterweise erfolgt dies mit einem um eine Größenordnung höherem Wirkungsgrad gegenüber derzeit bekannten Mikrowellen-Pulsgeneratoren.

Bezugszeichenliste

1	Impulsgenerator	A	circular stub
2	Impulsverkürzungsstufe	D	circular stub
3	Treiberstufe	F	circular stub
4	Entkopplungsnetzwerk	B	$\lambda/4$ -Leitung
5	Mikrowellen-Oszillator	C	$\lambda/4$ -Leitung
6	Eingangsklemme	E	$\lambda/4$ -Leitung
7	Widerstand	U_B	Versorgungsspannung
8	Widerstand		
9	Kapazität		
10	Transistor		
11	Transistor		
12	Widerstand		
13	Widerstand		
14	Entkopplungskapazität		
15	Entkopplungskapazität		
16	Widerstand		
17	Versorgungsspannungsklemme		
18	Transistor		
19	Ausgangsklemme		
20	Versorgungsklemme		
21	Widerstand		
23	Kapazität		
24	Ausgangsklemme		
25	Transistor, Halbleiterverstärker		
26	Widerstand		
27	Induktivität		
31	Widerstand		
32	Eingangsklemme		
33	Widerstand		
34	Versorgungsklemme		

Patentansprüche

1. Mikrowellen-Pulsgenerator zur Erzeugung von Mikrowellen-Pulsen, die eine Pulsdauer im Nanosekundenbereich aufweisen, mit einem Impulsgenerator zur Erzeugung von Steuerimpulsen und mit einem Mikrowellen-Oszillator zur Erzeugung von Mikrowellen-Schwingungen, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrowellen-Oszillator (5) einen aktiven Halbleiterverstärker (25) mit einem frequenzbestimmenden Resonanzkreis (27) und einer ohmschen Einrichtung (26) aufweist, wobei die ohmsche Einrichtung (26) zur Reduzierung der Resonanzkreisgüte des Resonanzkreises (27) vorgesehen ist, soweit, daß ein dem Halbleiterverstärker (5) an eine Eingangsklemme (20; 32) zugeführter Steuerimpuls des Impulsgenerators (2) an einer Ausgangsklemme (24) des Mikrowellen-Oszillators (5) zu einer abgreifbaren Mikrowellenschwingung führt, die dem Verlauf des Steuerimpulses mindestens annähernd folgt.
2. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ohmsche Einrichtung (26) ein Widerstand ist, der zwischen Bezugspotential und eine Ausgangsklemme des Halbleiterverstärkers (25) geschaltet ist.
3. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterverstärker (25) durch einen Transistor gebildet ist und der frequenzbestimmende Resonanzkreis (27) durch die interne Transistorkapazität und eine an den Steueranschluß des Transistors (25) angeschlossene Induktivität (27) gebildet ist.
4. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die

Induktivität als induktives TEM-Leitungsstück (27) ausgebildet ist.

5. Mikrowellen-Pulsgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Eingangsklemme (20; 32) für den Steuerimpuls an den Steuereingang des Halbleiterverstärkers (25) oder an einen Ausgang des Halbleiterverstärkers (25) gekoppelt ist.
6. Mikrowellen-Pulsgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zwischen Impulsgenerator (2) und Mikrowellen-Oszillator (5) eine Treiberstufe (3) geschaltet ist.
7. Mikrowellen-Pulsgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zwischen Impulsgenerator (2) und Mikrowellen-Oszillator (5) eine Entkopplungsstufe (4) geschaltet ist.
8. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Entkopplungsstufe (4) einen Circular Stub (A) enthält.
9. Mikrowellen-Pulsgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Mikrowellen-Oszillator (5) einen Serienresonanzkreis mit einer Induktivität (27) und der Gate/Basis-Drain/Kollektor-Strecke (25) eines Transistors enthält.
10. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß am Source/Emitter-Anschluß des Transistors (25) die Mikrowellenimpulse ausgekoppelt werden.
11. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 9 oder 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der

Transistor (25) ein Gallium-Arsenid-Feldeffekttransistor oder Bipolartransistor ist.

12. Mikrowellen-Pulsgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Impulsgenerator (2)

- einen ersten Transistor (11) aufweist, dessen Steueranschluß die Impulse konstanter Impulsbreite zugeführt werden, und über dessen Laststrecke die Ausgangsimpulse ausgekoppelt werden,
- einen zweiten Transistor (10) aufweist, dessen Laststrecke zwischen dem Steueranschluß des ersten Transistors (11) und Bezugspotential geschaltet ist, und dessen Steueranschluß unter Zwischenschaltung eines Verzögerungsglieds (8, 9) mit dem Impulsen konstanter Impulsbreite beaufschlagt wird.

13. Mikrowellen-Pulsgenerator nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Laststrecke des ersten Transistors (11) einerseits mit dem Bezugspotential verschaltet ist und andererseits über einen Widerstandsteiler (12, 13) mit einer Versorgungsspannungsklemme (17) verbunden ist, und einem der Widerstände (13) des Widerstandsteilers (12, 13) die Emitter-Basis-Strecke eines dritten Transistors (18) parallel geschaltet ist und die Ausgangsimpulse am Kollektor des dritten Transistors (18) abgreifbar sind.

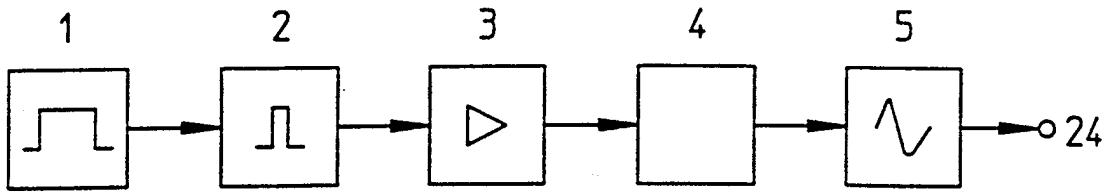


FIG 1

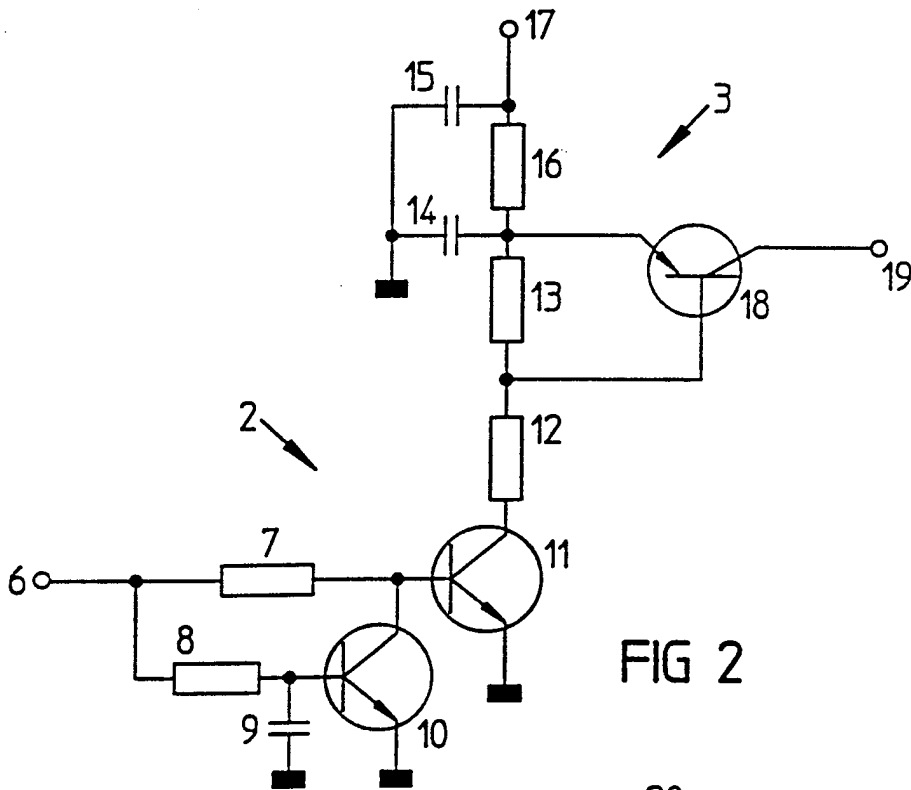


FIG 2

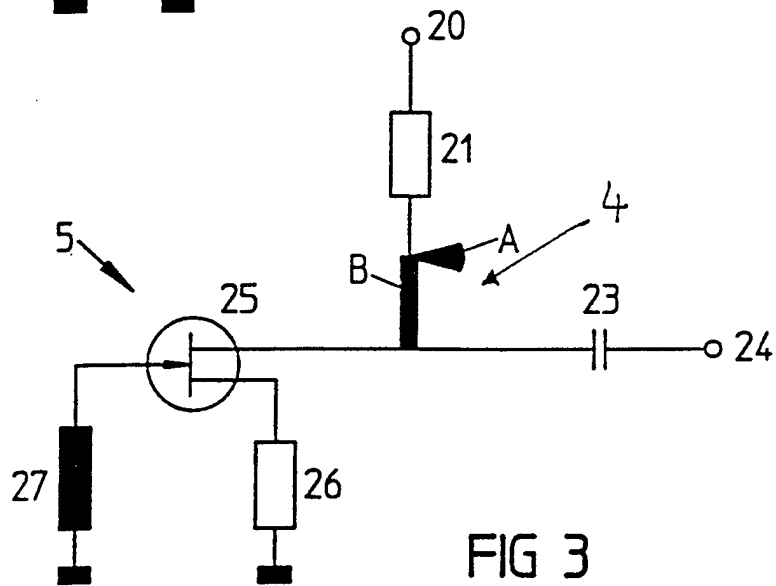


FIG 3

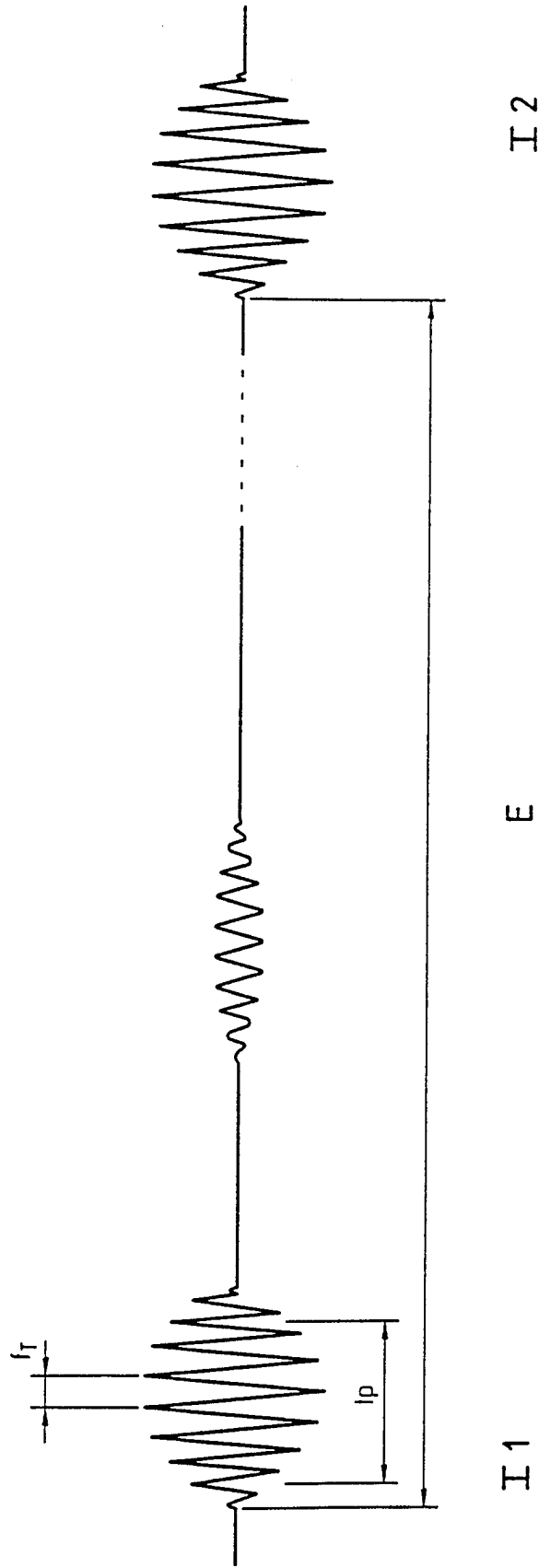
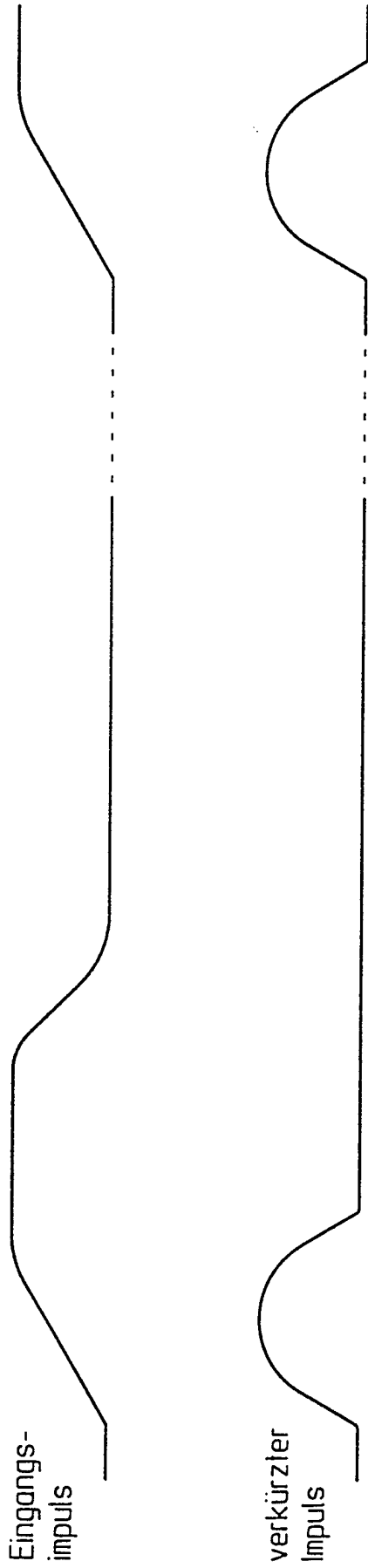


FIG 4

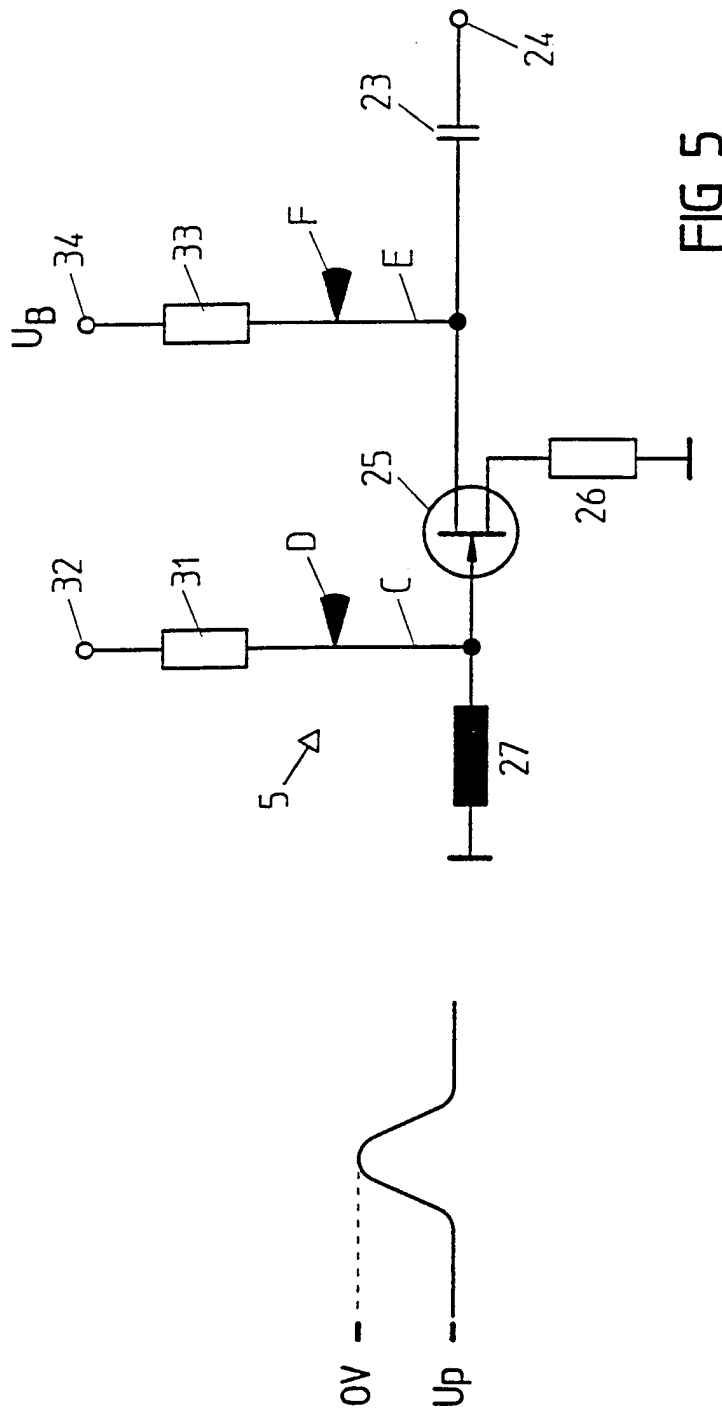


FIG 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No

PCT/DE 98/00081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 H03B5/18 G01S7/282

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 H03B G01S G01F H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 07931 A (UNIV CALIFORNIA) 14 March 1996 see page 3, line 25 - page 5, line 12 see page 11, line 18 - page 12, line 27; figures 4,5 ---	1-7
X	FR 2 595 830 A (TACUSSEL MAURICE) 18 September 1987 see page 5, line 22 - page 12, line 5; figures 1-5 --- -/--	1-7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 1998

Date of mailing of the international search report

30/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dhondt, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00081

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DIETZ G ET AL: "A 10-14 GHZ QUENCHABLE MMIC OSCILLATOR" PROCEEDINGS OF THE MICROWAVE AND MILLIMETER WAVE MONOLITHIC CIRCUIT SYMPOSIUM, BOSTON, JUNE 10 -11, 1991, no. SYMP. 10, 1 January 1991, KUMAR M, pages 23-26, XP000236225 see page 23, column 1, line 1 - page 25, column 2, line 4; figure 1</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1
A	<p>DE 44 01 350 C (SCHMIDT METALLTECH) 29 June 1995 cited in the application</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 98/00081

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9607931 A	14-03-1996	US 5521600 A AU 3462395 A EP 0779992 A US 5581256 A US 5682164 A	28-05-1996 27-03-1996 25-06-1997 03-12-1996 28-10-1997
FR 2595830 A	18-09-1987	NONE	
DE 4401350 C	29-06-1995	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00081

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H03B5/18 G01S7/282

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H03B G01S G01F H03K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 07931 A (UNIV CALIFORNIA) 14. März 1996 siehe Seite 3, Zeile 25 - Seite 5, Zeile 12 siehe Seite 11, Zeile 18 - Seite 12, Zeile 27; Abbildungen 4,5 ---	1-7
X	FR 2 595 830 A (TACUSSEL MAURICE) 18. September 1987 siehe Seite 5, Zeile 22 - Seite 12, Zeile 5; Abbildungen 1-5 --- -/--	1-7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<p>^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
---	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. Mai 1998	30/06/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Dhondt, I

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DIETZ G ET AL: "A 10-14 GHZ QUENCHABLE MMIC OSCILLATOR" PROCEEDINGS OF THE MICROWAVE AND MILLIMETER WAVE MONOLITHIC CIRCUIT SYMPOSIUM, BOSTON, JUNE 10 -11, 1991, Nr. SYMP. 10, 1.Januar 1991, KUMAR M, Seiten 23-26, XP000236225 siehe Seite 23, Spalte 1, Zeile 1 - Seite 25, Spalte 2, Zeile 4; Abbildung 1 ----	1
A	DE 44 01 350 C (SCHMIDT METALLTECH) 29.Juni 1995 in der Anmeldung erwähnt -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00081

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9607931 A	14-03-1996	US 5521600 A AU 3462395 A EP 0779992 A US 5581256 A US 5682164 A	28-05-1996 27-03-1996 25-06-1997 03-12-1996 28-10-1997
FR 2595830 A	18-09-1987	KEINE	
DE 4401350 C	29-06-1995	KEINE	