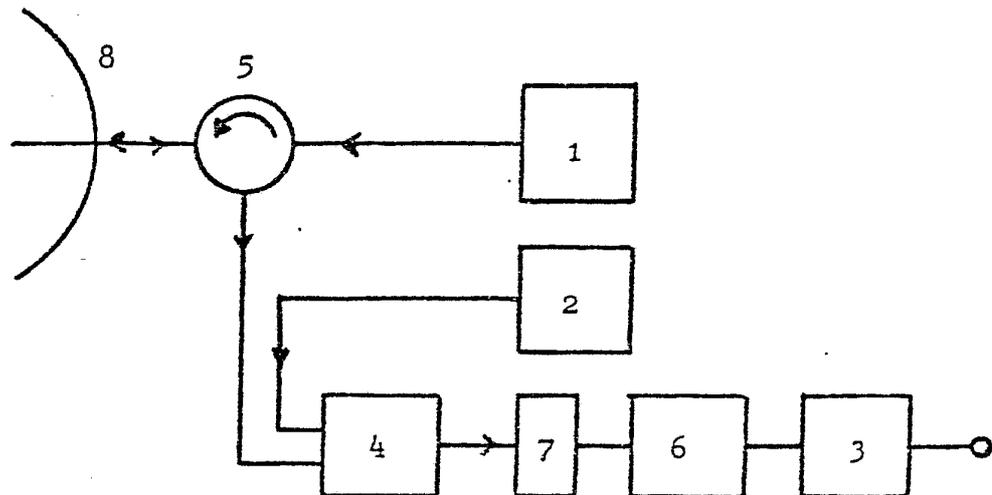


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation³ : G01S 13/32, 7/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 83/ 02830 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. August 1983 (18.08.83)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP83/00028 (22) Internationales Anmeldedatum: 3. Februar 1983 (03.02.83) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 32 03 677.9 (32) Prioritätsdatum: 4. Februar 1982 (04.02.82) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH [DE/DE]; Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 FRANKFURT 70 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : LINDNER, Kurt [DE/DE]; Elchinger Weg 6, D-7900 Ulm (DE). MANGELS, Hans-Joachim [DE/DE]; Neue Strasse 54, D-7900 Ulm (DE). (74) Anwalt: SCHULZE, Harald; Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt 70 (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: CONTINUOUS WAVE RADAR APPARATUS WITH INTERMEDIATE FREQUENCY FORMATION

(54) Bezeichnung: DAUERSTRICH-RADARGERÄT MIT ZWISCHENFREQUENZBILDUNG



(57) Abstract

In a continuous wave radar apparatus with intermediate frequency formation, a portion of the transmission waves which are emitted by the transmission oscillator (1) to reach the reception mixer (4) while passing through the circulator (5) is mixed to the mixing effected in the reception mixer (4), which mixing is comprised of the echo signals and the heterodyne waves (coming from the local oscillator (2)), thereby allowing to reduce the manufacturing cost and improve the utilisation of the transmission energy.

(57) Zusammenfassung

Zur Reduzierung des technischen Aufwandes und verbesserten Nutzung der Sendeenergie werden, in einem Dauerstrich-Radargerät mit Zwischenfrequenzbildung, Anteile der Sendeschwingung, die vom Sendeoszillator (1) über den Zirkulator (5) zum Empfangsmischer (4) gelangen, mit zur Mischung im Empfangsmischer (4) mit den Echosignalen und der Überlagerungsschwingung (vom Überlagerungszosillator (2) herangezogen).

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	LI	Liechtenstein
AU	Australien	LK	Sri Lanka
BE	Belgien	LU	Luxemburg
BR	Brasilien	MC	Monaco
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MG	Madagaskar
CG	Kongo	MR	Mauritanien
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Soviet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika
KP	Demokratische Volksrepublik Korea		

1

Dauerstrich-Radargerät mit Zwischenfrequenzbildung

Die Erfindung betrifft ein Dauerstrich-Radargerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Sie ist anwendbar sowohl für Doppler- als auch für FM-CW-Radarsysteme, insbesondere für Kleinradargeräte, beispielsweise für Raketen- oder Munitionssuchköpfe.

Zur Steigerung der Empfindlichkeit von FM-CW-Radarsystemen kann im Empfangsteil eine Zwischenfrequenz gebildet werden. Diese sogenannte Frequenzablage kann erreicht werden durch PLL-Schaltungen oder Seitenbandsynchronisation. Die Aufbereitung des Überlagerungssignals kann aber auch durch separate Mischung erfolgen (Skolnik, Introduction to Radar Systems, Seiten 92, 93). Dazu muß jedoch die notwendige Kohärenz zwischen den Oszillatoren des Sende- und des Empfangsteils beachtet werden.

In einem bekannten System nach Figur 1 wird von einem Sendeoszillator 1 eine Sendeschwingung mit der Frequenz f_1



- 2 -

erzeugt und über einen Zirkulator 5 zu einer Antenne 8 geleitet und dort abgestrahlt. Ein empfangenes Echosignal mit der Echofrequenz f_3 gelangt von der Antenne 8 über den Zirkulator 5 zu einem Empfangsteil mit einem Empfangsmischer 4, einem Hochpaßfilter 7, einem Zwischenfrequenzverstärker 6 und einem Demodulator 3, der an seinem Ausgang Signale im Videoband liefert.

Mit einem Richtkoppler 10 werden Sendeschwungsanteile ausgekoppelt. Durch Mischung dieser Schwingungen und der Schwingungen eines Überlagerungsoszillators 2 in einem Hilfsmischer 9 wird eine gemeinsame Rückmischschwingung erzeugt, welche dem Demodulator 3 zugeführt wird, dem kohärente Schwingungen zur Verfügung stehen und der an seinem Ausgang ein Videosignal abgibt. Kohärente Schwingungen stehen dem Demodulator deshalb zur Verfügung, weil durch einen weiteren Richtkoppler 11 auch von den Schwingungen des Überlagerungsoszillators 2 Anteile ausgekoppelt und dem Empfangsmischer 4 zugeführt werden zur Bildung der Zwischenfrequenz, die über das Hochpaßfilter 7 und den Zwischenfrequenzverstärker 6 zum Demodulator 3 gelangt.

Für Kleinradargeräte, besonders im mm-Wellenbereich, ist es vorteilhaft, den Aufwand im Hochfrequenzteil so gering wie möglich zu machen, um Volumen, Gewicht und Kosten einzusparen. Bei mehrkanaligen Anordnungen kann auch die zur Verfügung stehende Hochfrequenzleistung der mm-Wellen-Oszillatoren ein begrenzender Faktor sein, die dementsprechend möglichst gut ausgenutzt werden muß.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, bei einem Radargerät, dessen Empfindlichkeit durch eine Zwischenfrequenzablage gesteigert ist, den dazu notwendigen schaltungstechnischen Aufwand so gering wie möglich zu machen. Ausserdem sollen die ohnehin geringen Sendeoszillatorleistungen im mm-Wellengebiet optimal genutzt werden.

- 3 -

Diese Aufgabe wird gelöst, durch das Dauerstrich-Radargerät mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Anhand der Zeichnungen wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

Figur 2 zeigt dementsprechend ein Blockschaltbild eines FM-CW-Radargerätes und

Figur 3 ein auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränktes Zwischenfrequenzspektrum am Ausgang eines Empfangsmischers.

Soweit Gleichheit besteht, sind in den Figuren 1 und 2 untereinander gleiche Bezugszeichen verwendet worden.

Das in Figur 2 dargestellte Radargerät nutzt den Empfangsmischer 4 insofern zweifach aus, als diesem nicht nur zwei, sondern drei Frequenzen zur Mischung angeboten werden. Da der Zirkulator 5, welcher den Empfangsmischer 4 von dem Sendeoszillator 1 trennt, üblicherweise nur eine endliche Isolation von 20 dB hat, gelangt vom Zirkulator 5 auch ein Anteil der Sendeschwingungen mit der Sendefrequenz f_1 in den Empfangsteil. Der Überlagerungoszillator 2 schwingt mit einer Überlagerungsfrequenz f_2 , die um den Betrag der Zwischenfrequenz versetzt oberhalb oder unterhalb der Betriebsfrequenz (mittlere Sendefrequenz) liegt. Insgesamt stehen am Empfangsmischer 4 drei Schwingungen mit drei Frequenzen an: Sendefrequenz f_1 , Überlagerungsfrequenz f_2 und Echofrequenz f_3 . Beim FM-CW-Radar sind (wegen der Laufzeit vom Radargerät zum Ziel und zurück und der zwischenzeitlichen Frequenzänderung der Sendeschwingungen) Sendefrequenz und Empfangsfrequenz (Echofrequenz) verschieden und geben ein Maß für die Zielentfernung.

Am Ausgang des Empfangsmischers 4 sind deshalb alle möglichen Kombinationen von dessen drei Eingangsfrequenzen meßbar. Im Zwischenfrequenzverstärker 6 werden nur die Mischprodukte aus f_1 und f_2 sowie aus f_2 und f_3 verstärkt, das aus f_1

und f_3 wird durch das Hochpaßfilter 7 unterdrückt (Figur 3); ebenso entfallen durch das Frequenzverhalten des Zwischenfrequenzverstärkers 6 alle Mischprodukte, die im Mikrowellenbereich oberhalb der Nutzempfangsfrequenzen, also oberhalb der nutzbaren Echofrequenzen liegen.

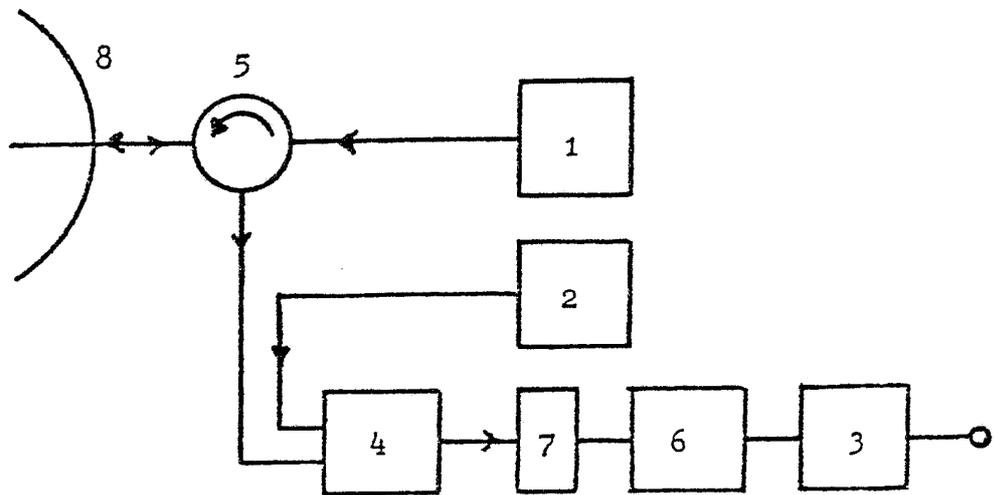
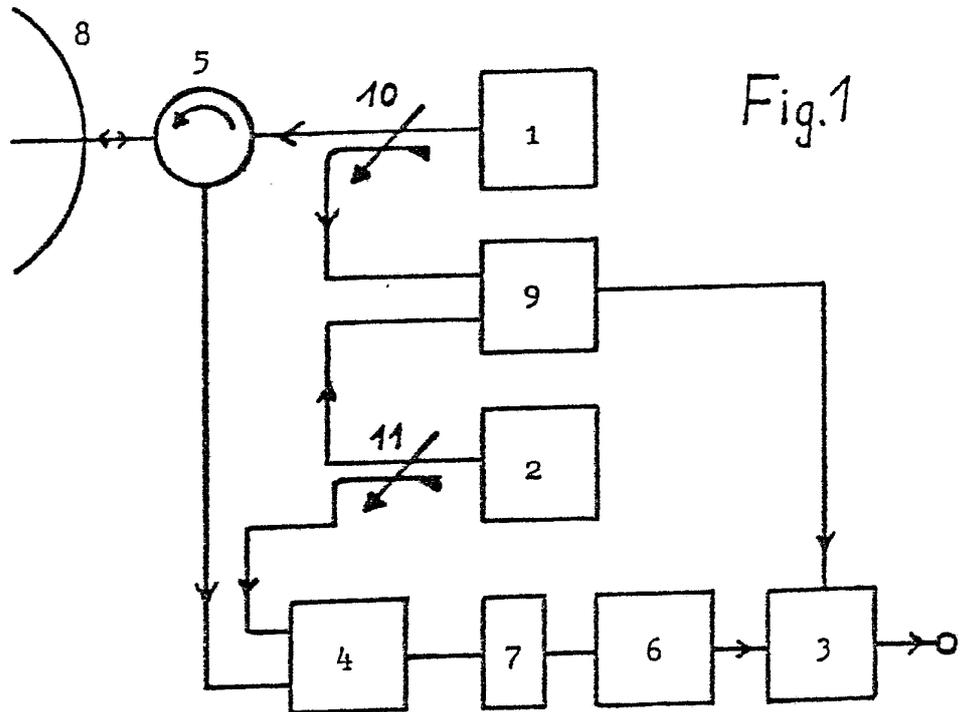
Das um die Überlagerungsfrequenz f_2 konvertierte Echosignal, genannt Zielsignal mit der Frequenz f_3-f_2 , sowie die Schwingung entsprechend der (mit Hilfe der aus Sende- und Überlagerungsfrequenz gebildeten) Zwischenfrequenz f_1-f_2 werden nach linearer Verstärkung im Zwischenfrequenzverstärker 6 auf den Demodulator 3 gegeben. Hier findet durch den hohen Pegelunterschied (50-80 dB) der beiden Signale im Demodulator 3 (Mischer) ein Mischprozeß statt. Die Schwingung mit der Zwischenfrequenz f_1-f_2 dient nach geeignet gewählter Zwischenfrequenzverstärkung als Überlagerungsgröße für das transponierte Echosignal (Zielsignal) mit der Zielfrequenz f_3-f_2 und mischt es abwärts ins Videoband.

Zur Bildung der Zwischenfrequenzablage wird also nur ein Mikrowellenmischer (Empfangsmischer 4) verwendet, indem die Mischung der Sendefrequenz f_1 mit der Überlagerungsfrequenz f_2 , für welche in Figur 2 noch ein gesonderter Hilfsmischer 9 erforderlich war, in den Zwischenfrequenzbereich verlegt wird. Auf diese Weise werden zwei Richtkoppler und ein Mischer (Hilfsmischer 9) eingespart. Außerdem wird der Sendeoszillator 1 nicht durch Energieentnahme für einen Hilfsmischer belastet. Trotz der Vereinfachung der Gesamtanordnung sind alle Schwingungen kohärent miteinander verknüpft.

Patentansprüche

1. Dauerstrich-Radargerät mit Sendeoszillator (1), Zirkulator (5), Überlagerungsoszillator (2), Empfangsmischer (4) zur Zwischenfrequenzbildung im Empfangsteil und Hochfrequenzfilter (7) mit nachgeschaltetem Demodulator (3) zur Umsetzung in den Videobereich,
05 gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- der Zirkulator (5) ist geeignet, Sendeenergie auch zum Empfangsmischer (4) zu führen,
 - das Hochpaßfilter (7) ist geeignet, die Differenzfrequenz ($f_3 - f_1$) zwischen der Echofrequenz (f_3) und der Sendefrequenz (f_1) weitgehend zu unterdrücken,
 - der Empfangsteil ist geeignet, Summenfrequenzen oberhalb der Nutzempfangsfrequenzen weitgehend zu unterdrücken,
 - 15 - es ist eine Abwärtsmischung des Zielsignales ($f_3 - f_2$), das heißt des mit der Überlagerungsfrequenz (f_2) transponierten Echosignals (f_3), mit Hilfe der aus Sende- und Überlagerungsfrequenz gebildeten Zwischenfrequenz ($f_1 - f_2$) in das Videoband vorgesehen.

2. Dauerstrich-Radargerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenfrequenz (f_1-f_2) unterhalb der Frequenz des Zielsignals (f_3-f_2) gelegt ist.
- 05 3. Dauerstrich-Radargerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abwärtsmischung der Demodulator (3) vorgesehen ist.
- 10 4. Dauerstrich-Radargerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zielsignal (f_3-f_2) und die Zwischenfrequenzschwingung (f_1-f_2) einen hohen Pegelunterschied aufweisen.



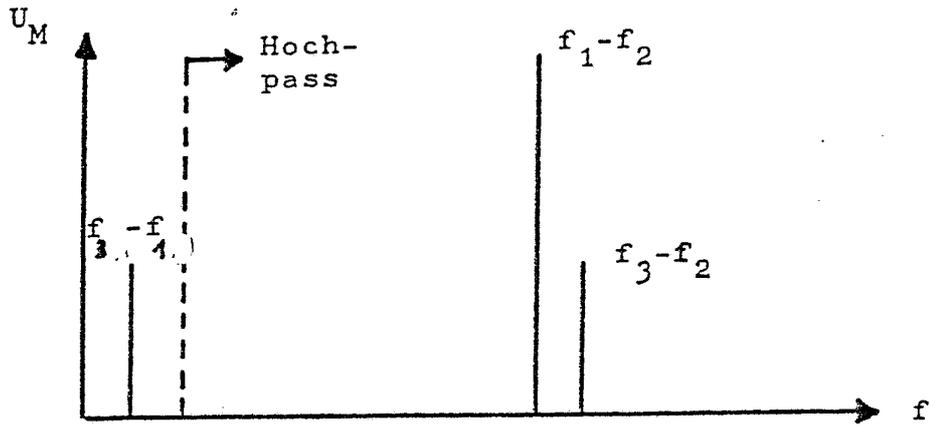


Fig.3

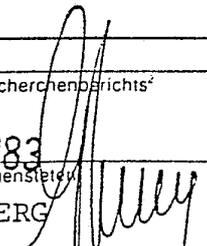
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 83/00028

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ³ : G 01 S 13/32; G 01 S 7/02 B		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ³	G 01 S	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
X	US, A, 2491542 (J.R.WOODYARD et al.) 07 September 1943, see column 2, line 36; column 3, line 40; figure 1	1
X	US, A, 3034049 (J.W.DOWNS) 08 May 1962, see column 2, lines 22-56; figure 1	1
A	US, A, 3024459 (K.C.M.GLEGG) 06 March 1962, see column 2, lines 21-61; figure	1
A	Technische Mitteilungen AEG-TELEFUNKEN, Vol. 67, No. 2, February 1977, Berlin (DE) H. Meinel: 'Entfernungsmessung mit frequenzmodulierten Millimeterwellen-Dauerstrick-Radargeräten', pages 111 and 112, see the whole document	1
A	M.I.Skolnik: 'Introduction to Radar Systems'; 1962, McGraw-Hill (New York, US), see pages 75-78 and 92, 93 (pages 92 and 93 of the document cited in the description)	1
<p>* Special categories of cited documents: ¹⁵</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²	Date of Mailing of this International Search Report ²	
18 April 1983 (18.04.83)	04 May 1983 (04.05.83)	
International Searching Authority ¹	Signature of Authorized Officer ²⁰	
European Patent Office		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 83/00028

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ¹		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. ³ : G 01 S 13/32; G 01 S 7/02 B		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. ³	G 01 S	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ¹⁴		
Art ⁶	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
X	US, A, 2491542 (J.R.WOODYARD et al.) 7. September 1943, siehe Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 3, Zeile 40; Figur 1 --	1
X	US, A, 3034049 (J.W.DOWNS) 8. Mai 1962, siehe Spalte 2, Zeilen 22-56; Figur 1 --	1
A	US, A, 3024459 (K.C.M.GLEGG) 6. März 1962, siehe Spalte 2, Zeilen 21-61; Figur --	1
A	Technische Mitteilungen AEG-TELEFUNKEN, Band 67, No. 2, Februar 1977, Berlin(DE) H.Meinel: "Entfernungsmessung mit frequenzmodulierten Millimeterwellen-Dauerstrick-Radargeräten", Seiten 111 und 112, siehe das ganze Dokument --	1
./.		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁵:</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 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>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ¹	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts ²	
18. April 1983	04 MAI 1983	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ³	
Europäisches Patentamt	G. L. M. KRUYDENBERG 	

WEITERE ANGABEN ZU BLATT 2		
A	<p>M.I.Skolnik: "Introduction to Radar Systems", 1962, McGraw-Hill (New York, US), siehe Seiten 75-78 und 92,93</p> <p>(Seiten 92 und 93 des Dokumentes in der Beschreibung genannt)</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1
<p>V. <input type="checkbox"/> BEMERKUNGEN ZU DEN ANSPRÜCHEN, DIE SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN HABEN ¹⁰</p> <p>Gemäß Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe a sind bestimmte Ansprüche aus folgenden Gründen nicht Gegenstand der internationalen Recherche gewesen:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Ansprüche Nr., weil sie sich auf Gegenstände ¹² beziehen, die zu recherchieren die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Ansprüche Nr., weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann¹³, nämlich</p>		
<p>VI. <input type="checkbox"/> BEMERKUNGEN BEI MANGELNDER EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG¹¹</p> <p>Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich der internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung.</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich der internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren gezahlt worden sind, nämlich</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; sie ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> Da für alle recherchierbaren Ansprüche eine Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Internationale Recherchenbehörde eine solche Gebühr nicht verlangt.</p> <p>Bemerkung hinsichtlich eines Widerspruchs</p> <p><input type="checkbox"/> Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.</p>		