



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 446 413 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90119791.3

51 Int. Cl. 5: F41G 7/22

22 Anmeldetag: 16.10.90

30 Priorität: 10.03.90 DE 4007712

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
18.09.91 Patentblatt 91/38

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

71 Anmelder: TZN Forschungs- und  
Entwicklungszentrum Unterlüss GmbH  
Neuensothriether Strasse 20  
3104 Unterlüss(DE)

72 Erfinder: Neff, Helmut, Dr.

Am Hasenberg 37  
W-3102 Hermannsburg(DE)  
Erfinder: Heinrich, Jürgen  
Lotharstrasse 28  
W-3102 Hermannsburg(DE)  
Erfinder: Glotz, Gerhard, Dr.  
Yorckstrasse 49  
W-3100 Celle(DE)

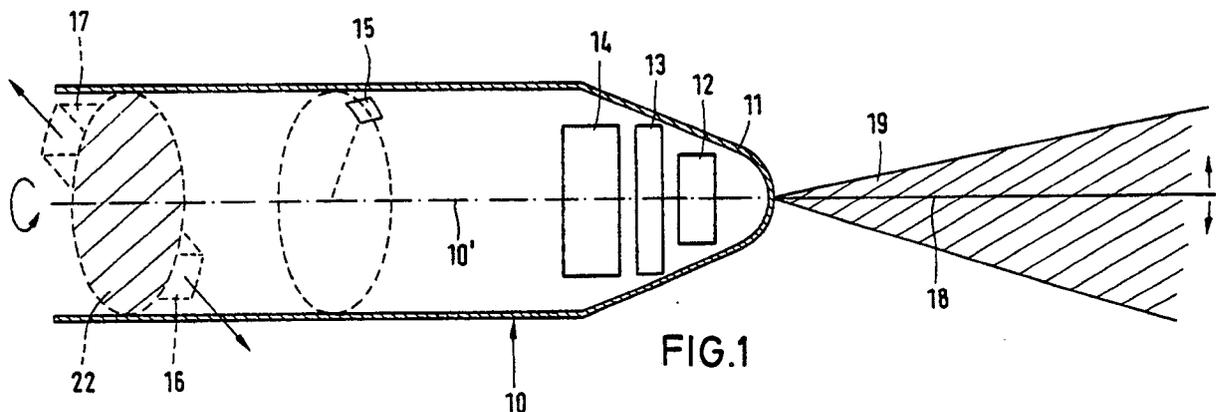
74 Vertreter: Podszus, Burghart, Dipl.-Phys.  
Rheinmetall GmbH Ulmenstrasse 125  
Postfach 6609  
W-4000 Düsseldorf(DE)

54 **Geschoss mit einem bugseitig angeordneten IR-Suchsystem.**

57 Die Erfindung betrifft ein Geschoss (10) mit einem bugseitig angeordneten IR-Zielsuchsystem (12-14) und Mitteln (16, 17) zur Korrektur des Geschosses (10), wobei das Zielsuchsystem (12-14) zur Abtastung des Zielgebietes Ablenkvorrichtungen (123) aufweist.

Um eine rosettenförmige Abtastung des Zielgebietes ohne die Verwendung kreiselstabilisierter mechanischer Systeme zu erreichen, wird vorgeschla-

gen, daß das Geschoss (10) um seine Längsachse (10') rotiert. Das Zielsuchsystem (12-14) enthält einen Laser, dem die Ablenkvorrichtung (123) nachgeschaltet ist. Die Ablenkvorrichtung (123) lenkt den Laserstrahl beim Abtastvorgang periodisch linear in einer festen in der Geschosßachse (10') liegenden Scanebene (19) ab, so daß aufgrund der Rotation des Geschosses (10) im Zielbereich eine rosettenförmige Abtastung erfolgt.



EP 0 446 413 A1

Die Erfindung betrifft ein Geschöß, wie es durch die Merkmale des Gattungsbegriffes des Anspruchs 1 näher spezifiziert ist.

Die erfolgreiche Bekämpfung taktischer und ballistischer Flugkörper mit Rohrwaften erfordert den Einsatz von sensorunterstützter Munition mit vergleichsweise hoher Zielauffassungsreichweite und Treffgenauigkeit. Die Sensorik zur Zielbestimmung kann dabei auf aktiven und passiven Systemen beruhen. Aktive Systeme bieten dabei die Möglichkeit zur autonomen Bestimmung der Zielentfernung, erlauben damit eine modifizierte proportionale Navigation mit dem Resultat einer verbesserten Treffergenauigkeit. Bei der Mehrzahl der bisher realisierten Systeme für Lenkwaften sind kreiselstabilisierte Systeme mit hoher mechanischer Komplexität erforderlich. Diese Systeme können den beim Abschuß auftretenden Belastungen häufig nicht ausgesetzt werden.

So ist beispielsweise aus der DE-AS 29 23 547 eine Zielsuchvorrichtung für Flugkörper bekannt, die einen passiven Sensor enthält. Diese besteht im wesentlichen aus einem Kreiselrotor, der in einem Gehäuse gelagert ist, wobei gehäusefest in dem zentralen Schwenkarm ein Detektor angeordnet ist. Auf dem Kreiselrotor befindet sich ein optisches System, welches ein im Unendlichen liegendes Suchergesichtsfeld als Gesichtsfeldbild in der Ebene des Detektors abbildet. Als Mittel zur Erzeugung der Relativbewegung zwischen Gesichtsfeldbild und Detektor ist ein Drehmomentenerzeuger vorgesehen, der auf den Kreiselrotor wirkt und von einem Abtastsignalgenerator entsprechende Abtastsignale erhält. Bei geeigneter Wahl der Abtastsignale ist es möglich, eine rosettenförmige Abtastung des Zielgebietes zu erreichen. Dieses hat insbesondere den Vorteil, daß ein in der Umgebung des Mittelpunktes erfaßtes Ziel von allen Schleifen der Rosette mehr oder weniger überstrichen wird. Es läßt sich aus den erhaltenen Detektorsignalen dann mit verhältnismäßig geringem Aufwand die Ablage des Zieles in bezug auf den Mittelpunkt ermitteln und die Zielsuchvorrichtung entsprechend nachführen.

Die vorstehend beschriebene Vorrichtung einer passiven Zielsuchvorrichtung mit Rosettenabtastung wird in der DE-PS 36 23 343 weiterentwickelt. Auch in diesem Fall ist ein kreiselstabilisiertes System mit hoher mechanischer Komplexität erforderlich.

In der US-PS 3,035,818 ist eine Rakete offenbart, die sowohl eine optische Zielsuchvorrichtung als auch einen optischen Annäherungszünder enthält. Dabei dient die Empfangsvorrichtung der passiven Zielsuchvorrichtung gleichzeitig als Empfänger des aktiven Annäherungszünders. Ein aktives Verfahren für die Zielsuchvorrichtung wird in dieser Schrift nicht offenbart.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Geschöß mit einem IR-Zielsuchsystem der eingangs erwähnten Art derart weiterzuentwickeln, daß einerseits auf mechanische Komponenten verzichtet wird und andererseits eine rosettenförmige Abtastung des Zielgebietes möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs 1 gelöst.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung basiert also auf einem aktiven laserunterstützten Sensorsystem zur Zielerkennung und Lenkung. Mittels eines im Suchkopf des rotierenden Geschosses angebrachten akusto-optischen Sensorsystems wird der Zielbereich abgetastet. Die Geschößlage relativ zum Ziel bzw. der Sichtlinienwinkel kann dann aus den Abtastparametern der akusto-optischen Einrichtung durch Empfang und Auswertung des vom Ziel zurückgestreuten Laserlichtes ermittelt werden. Zur Geschößlenkung werden mindestens zwei Steuerdüsen verwendet, die in einer festen vorgegebenen Ebene relativ zur Scanebene des Lasers angebracht sind.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und mit Hilfe von Figuren näher erläutert:

Es zeigen:

- Fig. 1 den schematischen Aufbau eines erfindungsgemäßen Geschosses;
- Fig. 2 den Aufbau eines Lasersende- und Scanmoduls;
- Fig. 3 die Anordnung eines Empfangsmoduls des vom Ziel rückgestreuten Laserlichtes;
- Fig. 4 eine Auswertelektronik der empfangenen Signale;
- Fig. 5 die schematische Ansicht der Anordnung der Schubdüsen; und
- Fig. 6 und
- Fig. 7 schematisch den Scanvorgang.

In Fig. 1 ist mit 10 ein drallstabilisiertes Geschöß bezeichnet, welches um seine Längsachse 10' rotiert. Das Geschöß 10 besitzt einen für die IR-Strahlen durchlässigen Dom 11.

Im Inneren des Geschosses 10 befinden sich ein Lasersende- und Scanmodul 12, ein Empfangsmodul 13 und eine Auswertelektronik 14 sowie ein Rollratesensor 15 und radiale Schubdüsen 16 und 17. Der von dem Lasersende- und Scanmodul 12 ausgehende Laserstrahl ist mit 18 und die entsprechende Scanebene mit 19 bezeichnet.

Der Aufbau des Lasersende- und Scanmoduls 12 ist in Fig. 2 dargestellt. Er besteht im wesentlichen aus einem Laser (z. B. DC-Festkörperlaser) 120, einer dem Laser nachgeschalteten und nur

schematisch angedeuteten Linsenordnung 121 zur Strahlkonditionierung sowie einem vorzugsweise elektro-optischen Modulator 122 zur Amplitudenmodulation des Laserstrahls. Die Amplitudenmodulation ist erforderlich, weil aufgrund der dadurch verminderten Signalbandbreite eine Erhöhung des Signal/Rausch-Verhältnisses erzielt werden kann. Weiterhin ist eine Amplitudenmodulation des Laserstrahles zur Bestimmung des Abstandes von Geschosß und Ziel notwendig (vgl. weiter unten). Die Ablenkung des Laserstrahles erfolgt mit Hilfe einer akusto-optischen Ablenkvorrichtung 123. Die Stromversorgung des Festkörperlasers 120 erfolgt mit Hilfe einer Stromversorgungsquelle 124, die von einer Steuervorrichtung 125 angesteuert wird. Mit der Steuervorrichtung 125 sind ebenfalls über eine Synchronisationsvorrichtung 126 Ansteuervorrichtungen 127 und 128 des elektro-optischen Modulators 122 bzw. der akusto-optischen Ablenkvorrichtung 123 verbunden. Die Ansteuervorrichtungen 127 bzw. 128 sind ferner über Leitungen 129 bzw. 129' mit der weiter unten beschriebenen Auswertelektronik 14 verbunden.

Das Empfangsmodul 13 besteht im wesentlichen aus einer schnellen Fotodiode 130. Dieser ist eine schematisch dargestellte Fokussieroptik 131 vorgeschaltet, mit der das einfallende, vom Ziel zurück reflektierte Laserlicht 132 auf die Fotodiode fokussiert wird. Die Ausgangssignale der Fotodiode 130 werden in einer Signalvorverarbeitungsvorrichtung verstärkt und ggf. gefiltert und dann über eine Leitung 134 der Auswertelektronik 14 zugeführt.

Ein Blockschaltbild der Auswertelektronik ist in Fig. 4 wiedergegeben. Im wesentlichen besteht die Auswertelektronik 14 aus einem Mikrocomputer ( $\mu$  C) 140. Dem  $\mu$  C sind Vorrichtungen 141, 142, 143 und 144 zur Messung der Entfernung, des Sichtlinienwinkels, der Geschosßpendelung und der Rollrate vorgeschaltet. Aus der ermittelten Entfernung des Zieles, dem Sichtlinienwinkel und der daraus abgeleiteten Sichtliniendrehgeschwindigkeit sowie der Rollrate und ggf. der Geschosßpendelung (Nick- und Gierbewegung) wird die Bahnkorrektur des Geschosses berechnet. Die entsprechenden Korrektursignale werden dann den Schubdüsen 16 und 17 zugeführt, so daß das Geschosß seine Flugbahn entsprechend ändern kann. Außerdem können die Entfernungsdaten für die Zündauslösung herangezogen werden.

Die Entfernungsmessung erfolgt vorzugsweise mit dem in der Publikation von R. S. Rogowsky et al "Proceedings of the International Society for Optical Engineering", vol. 663, page 86, beschriebenen Verfahren. Hierzu wird eine Methode verwendet, die in analoger Weise zur Entfernungsbestimmung beim FMCW-RADAR (frequency modulated continuous wave) Anwendung findet. Die emittierte Laserstrahlung wird jedoch so moduliert, daß

die Amplitude innerhalb einer vorgegebenen Periode linear in der Modulationsfrequenz ansteigt. Das Ausgangssignal und das vom Ziel reflektierte Laserlicht werden mit Hilfe eines Mischers überlagert. Durch den Laufzeitunterschied zwischen beiden Signalen entsteht am Ausgang des Mischers eine niederfrequente sog. Beatfrequenz, die der Entfernung proportional ist.

Im folgenden einige Anmerkungen zur Ermittlung des aktuellen Sichtlinienwinkels bzw. zur daraus abgeleiteten Sichtliniendrehgeschwindigkeit: Der Sichtlinienwinkel ist der Winkel zwischen Sichtlinie und Geschosßlängsdrehachse. Der Sichtlinienwinkel wird aus den elektrischen Betriebsparametern der akusto-optischen Ablenkeinheit abgeleitet derart, daß die zur Ablenkung des Laserstrahles notwendige Betriebsspannung proportional (linear oder quadratisch) zum Ablenkwinkel ist. Die Sichtliniendrehgeschwindigkeit folgt aus der zeitlichen Änderung des Sichtlinienwinkels und wird durch Differentiation erhalten, beispielsweise durch Auswertung zweier aufeinanderfolgender Geschosßdrehungen.

Zur Ermittlung der Rollrate kann beispielsweise ein Beschleunigungslaufnehmer 15 eingesetzt werden, mit dem aus der Radialbeschleunigung die Drehrate  $\omega$  des Geschosses gemäß

$$\omega = \sqrt{b_r / r}$$

ermittelt wird, wobei  $b_r$  die Radialbeschleunigung und  $r$  der Abstand des Beschleunigungsaufnehmers 15 von der Drehachse des Geschosses bedeutet (vgl. auch Fig. 5).

Unter Umständen kann es erforderlich sein, eine Korrektur des Sichtlinienwinkels aufgrund von Geschosßpendelungen (Nick- und Gierbewegung) vorzunehmen. Dies kann entweder durch den Einsatz von Kreiseln oder von Beschleunigungsaufnehmern erfolgen. Der Sichtlinienwinkel ergibt sich dabei aus den allgemeinen bekannten Formeln der sog. Body Fixed Guidance.

Die Berechnung der Bahnkorrektur soll am Beispiel der vereinfachten Proportionalnavigation dargestellt werden. Für den Fall einer ebenen Flugbewegung ergibt sich folgende Beziehung für die Querschleunigung  $b$  mit der ein anfliegender Flugkörper ins Ziel gelenkt wird:

$$b = k \cdot v \cdot (d\theta/dt + q)$$

dabei bedeuten

$k$  eine Proportionalitätskonstante  
 $v$  die Fluggeschwindigkeit  
 $d\theta/dt$  die Sichtliniendrehgeschwindigkeit  
 $q$  die Nickwinkelgeschwindigkeit  
 $v$  wird dabei aus der zeitlichen Änderung des Ab-

standes von Geschöß und Ziel erhalten; die Sichtliniendrehgeschwindigkeit folgt aus der zeitlichen Änderung des Sichtlinienwinkels. Die Nickwinkelgeschwindigkeit kann entweder mit Hilfe der Kreiselsignale oder entsprechend angeordneter - hier nicht näher erläuterter Konfiguration von Beschleunigungsaufnehmern korrigiert werden. Für die im allgemeinen Fall auftretende Geschößbewegung im Raum müssen zusätzlich Roll- und Gierbewegung einbezogen werden.

Die entsprechenden Korrektursignale werden den in Fig. 5 schematisch dargestellten Schubdüsen 16 und 17 zugeführt. Aus Fig. 5 geht ebenfalls die Lage der Scanebene 19 relativ zu den Schubdüsen sowie die Lage des Rollratesensors 15 hervor. Die Schubdüsen 16 und 17 werden vorzugsweise in einer durch den Schwerpunkt des Geschosses verlaufenden Linie angebracht. Vorzugsweise werden an sich bekannte Heißgas- oder Impulstriebwerke verwendet. Scanebene 19 und Schubdüsen 16 und 17 sind um den Winkel  $\delta$  verdreht. Damit ergibt sich eine Vorhaltezeit  $\tau$ , in der die Durchführung der Bahnkorrektur aus den Eingangsparametern erfolgen kann. Die Ermittlung der Zeit T zur Auslösung der Schubdüsen erfolgt bei festem Winkel  $\delta$  aus - wie oben näher beschrieben - der mittels des Rollratesensors 15 gewonnenen Drehrate  $\omega$  des Geschosses. Der Rollratesensor 15 wird dabei im Abstand r von der Drehachse des Geschosses angebracht.

Der Scanvorgang ist aus den Fig. 6 und 7 entnehmbar. Dabei ist mit 10 wiederum das rotierende Geschöß, mit 18 der Laserstrahl und mit 20 ein Ziel bezeichnet. Durch die Rotation des Geschosses mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  im Bereich von 50 bis 200 Hz entsteht bei periodischer linearer Ablenkung des Laserstrahls im Zielbereich eine rosettenförmige Abtastfigur (vgl. Fig. 7), in der der Sichtlinienwinkel  $\lambda$  aus den Abtastparametern des akusto-optischen Moduls 123 (Fig. 2) und die Entfernung - wie oben näher beschrieben - ermittelt werden.

#### Bezugszeichenliste:

10	Geschöß
10'	Längsachse des Geschosses
11	Dom
12	Lasersende- und Scanmodul
120	Laser
121	Linsenoptik
122	elektro-optischer Modulator
123	akusto-optische Ablenkvorrichtung
124	Stromversorgungsquelle
125	Steuervorrichtung
126	Synchronisationsvorrichtung
127	Ansteuervorrichtung für 122
128	Ansteuervorrichtung für 123

	129	elektrische Leitung
	129'	elektrische Leitung
	13	Empfangsmodul
	130	Photodiode
5	131	Fokussieroptik
	132	vom Ziel rückgestreutes Laserlicht
	133	Signalvorverarbeitungsvorrichtung
	134	elektrische Leitung
	14	Auswertelektronik
10	140	Rechner ( $^{\mu}$ C)
	141	Vorrichtung zur Messung der Entfernung
	142	Vorrichtung zur Messung des Sichtlinienwinkels
15	143	Vorrichtung zur Messung der Geschößpendelung
	144	Vorrichtung zur Messung der Rollrate
	145	Schubdüsensteuervorrichtung u. Zündvorrichtung
20	146	elektrische Leitung
	147	elektrische Leitung
	15	Rollratesensor
	16	radiale Schubdüse
	17	radiale Schubdüse
25	18	Laserstrahl
	19	Scanebene
	20	Ziel
	21	rosettenförmige Abtastfigur
	22	Schubdüsenenebene

30

#### Patentansprüche

1. Geschöß (10) mit einem bugseitig angeordneten IR-Zielsuchsystem (12, 13, 14) und Mitteln (16, 17) zur Flugkorrektur des Geschosses (10), wobei das Zielsuchsystem (12-14) zur Abtastung des Zielgebietes Ablenkvorrichtungen (123) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Geschöß (10) um seine Längsachse (10') rotiert, daß das Zielsuchsystem (12-14) einen Laser enthält, dem die Ablenkvorrichtung (123) nachgeschaltet ist, und daß die Ablenkvorrichtung (123) den Laserstrahl beim Abtastvorgang periodisch linear in einer festen, in der Geschößachse (10') liegenden Scanebene (19) ablenkt, so daß aufgrund der Rotation des Geschosses (10) im Zielbereich eine rosettenförmige Abtastung (Fig. 7) erfolgt.
2. Geschöß nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Ablenkvorrichtung des Laserstrahls (123) eine akusto-optische Ablenkvorrichtung verwendet wird.
3. Geschöß nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Laser (120) zusätzlich zur Ablenkvorrichtung (123) ein elektro-optischer Modulator (122) zur Amplitudenmo-

dulation des Laserstrahles nachgeschaltet ist.

4. Geschoß nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Mittel zur Kurskorrektur mindestens zwei Schubdüsen (16, 17) vorgesehen sind, die in einer fest vorgegebenen Ebene (22) relativ zur Scanebene (19) des Laserstrahles (18) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

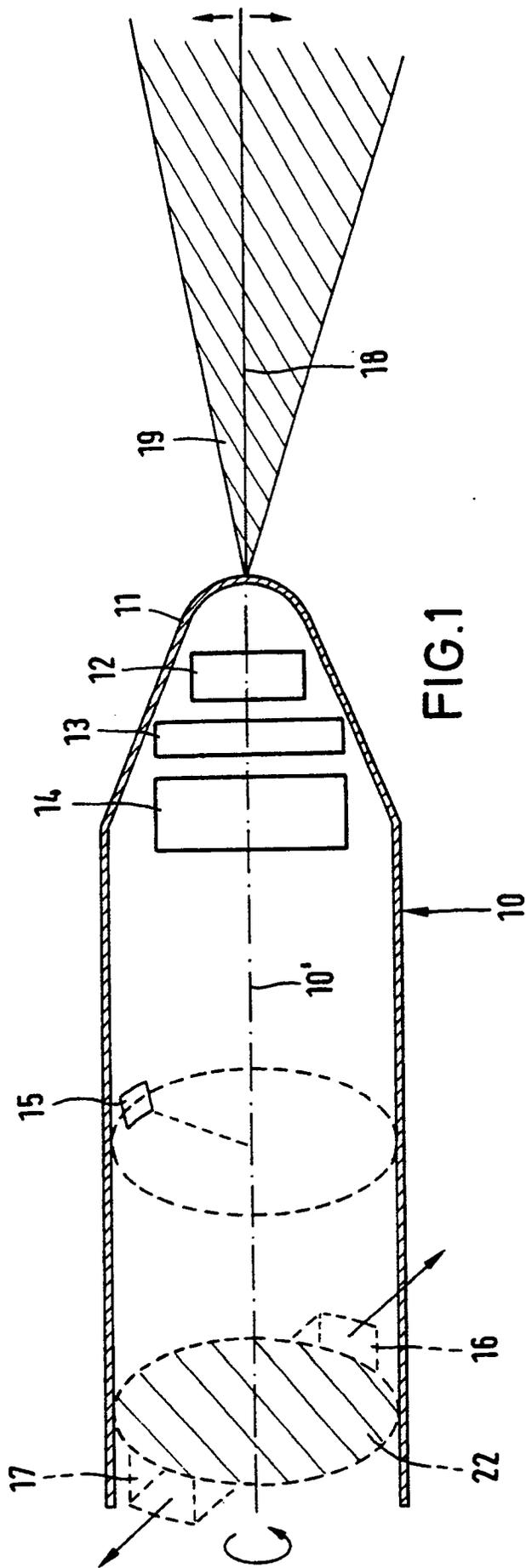
40

45

50

55

5



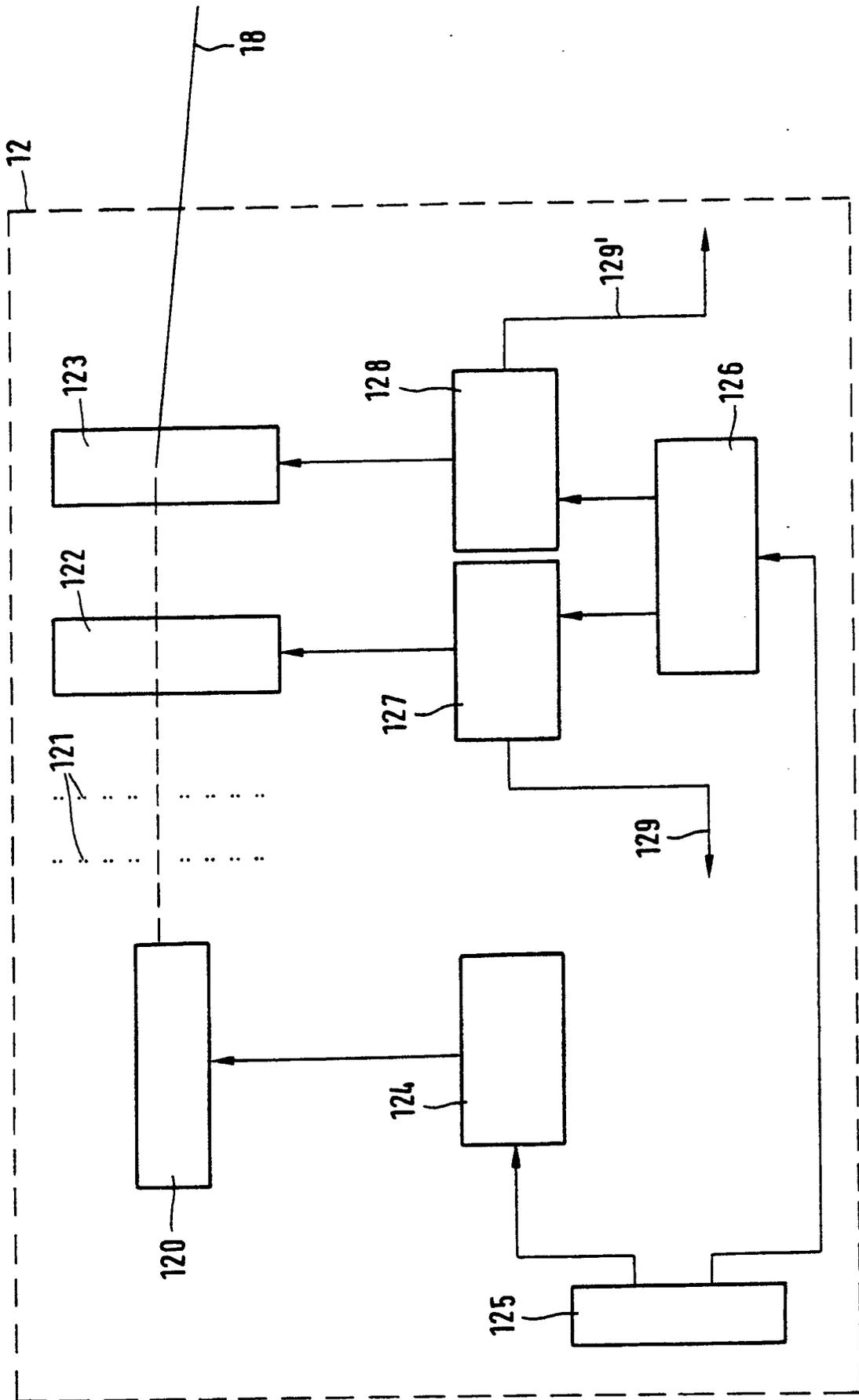


FIG. 2

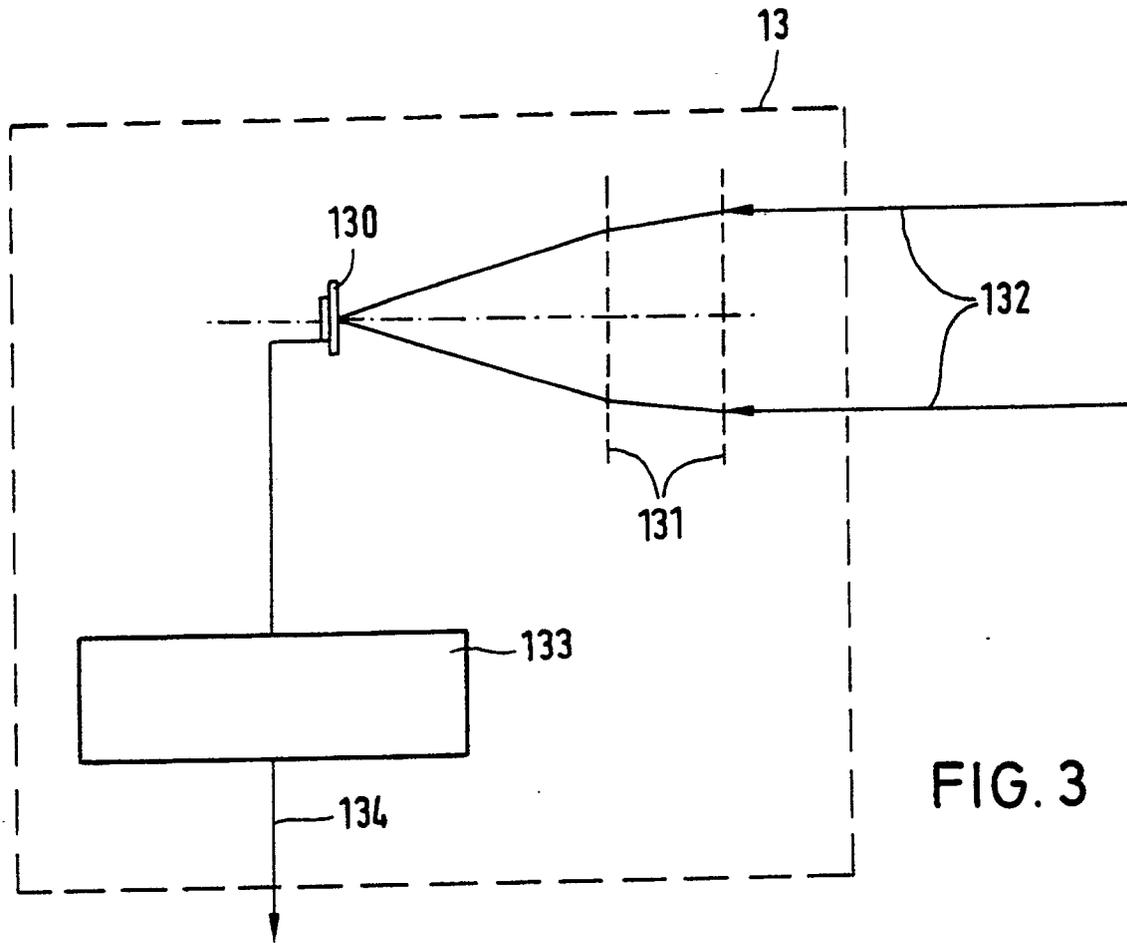


FIG. 3

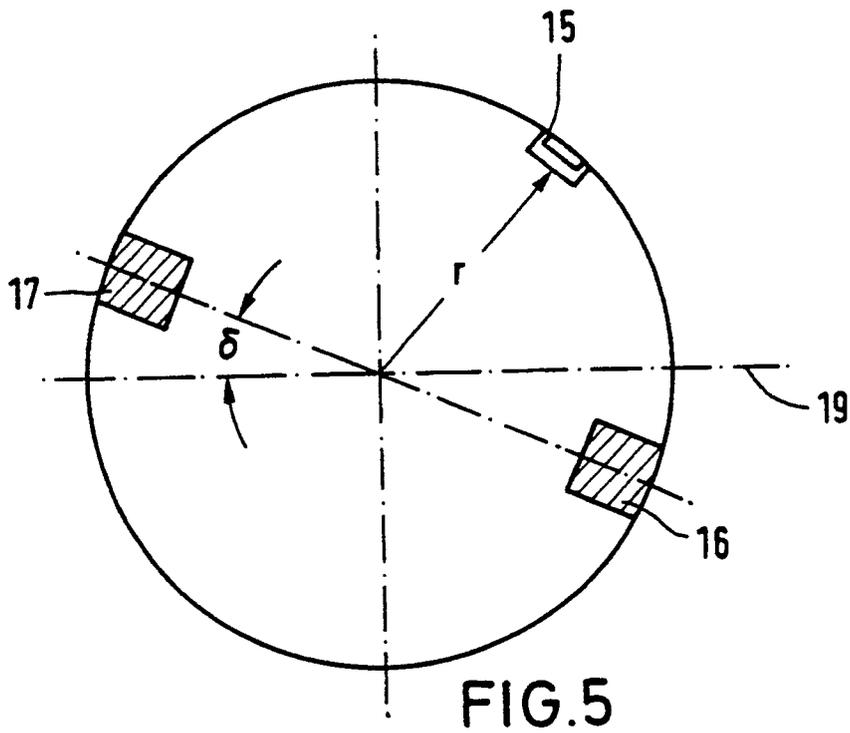


FIG. 5

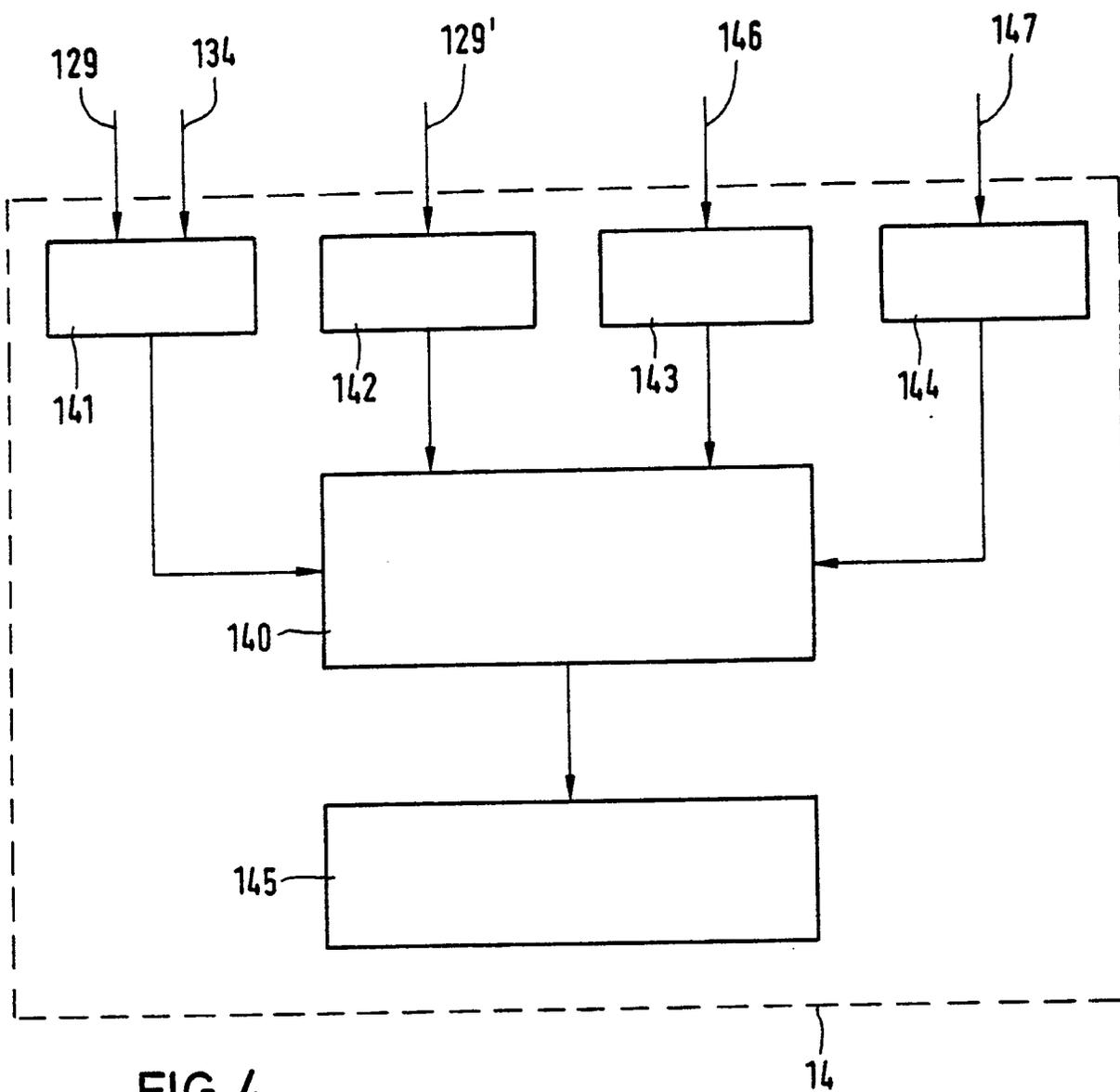
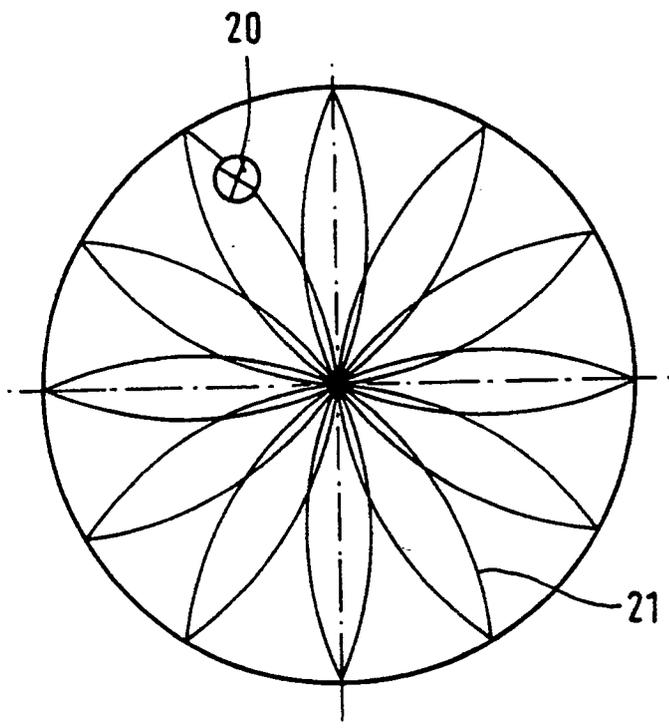
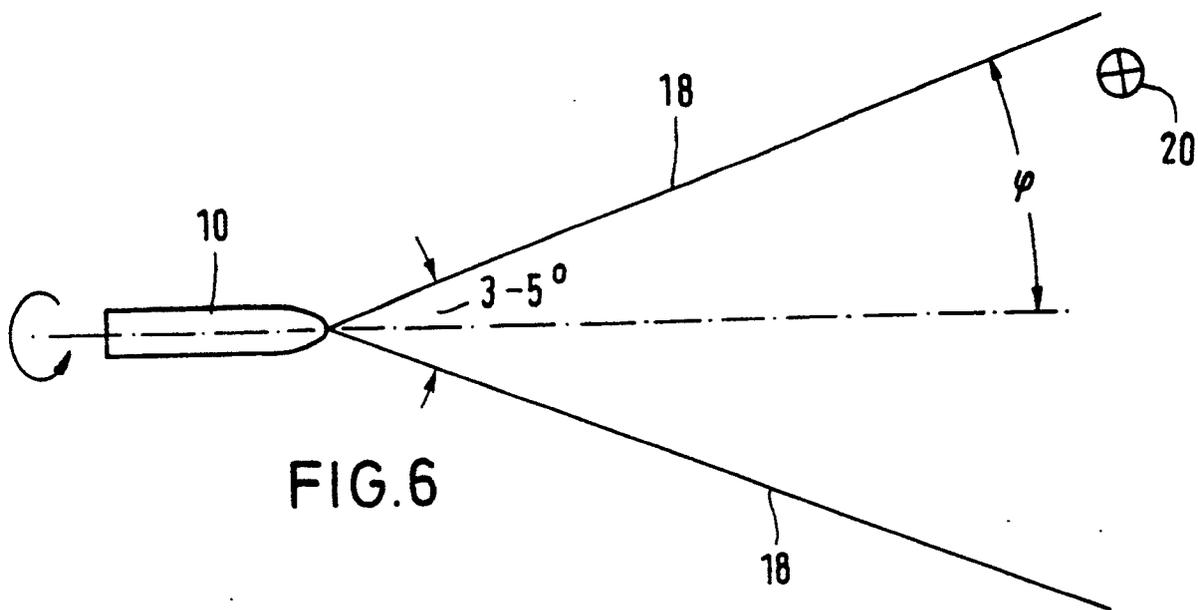


FIG. 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3 519 786 (BODENSEEWERK GERÄTETECHNIK GmbH) * Zusammenfassung; Seite 13, Zeile 26 - Seite 19, Zeile 10; Figuren 1-3 *	1	F 41 G 7/22
Y	US-A-4 024 392 (TEPPO et al.) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 34 - Spalte 2, Zeile 69; Figuren 1,2 *	1	
A	US-A-4 347 996 (GROSSO) * Zusammenfassung; Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 2; Spalte 7, Zeile 13 - Spalte 9, Zeile 24; Figuren 1,2a,2b,5 *	1,4	
A	US-A-3 863 262 (CROFUT et al.) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 21; Figur *	1-3	
A	US-A-3 954 228 (DAVIS, Jr.) * Zusammenfassung; Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 20; Figuren 1-3 *	1	
D,A	US-A-3 935 818 (JOHNSON et al.) * Zusammenfassung; Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 13; Figuren 1,2 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 120 775 (TH-CSF) * Zusammenfassung; Seite 4, Zeile 30 - Seite 9, Zeile 3; Figuren 1,2 *	1-3	F 41 G F 42 C G 01 S H 04 N
A	US-A-4 180 822 (HUDSON et al.) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 32; Spalte 2, Zeile 45; Figur 1 *	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		21 Juni 91	
			Prüfer
			BLONDEL F.J.M.L.J.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche 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	