

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89109841.0**

51 Int. Cl.4: **H01J 23/26**

22 Anmeldetag: **31.05.89**

30 Priorität: **21.06.88 DE 3820919**

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-8000 München 2(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.12.89 Patentblatt 89/52**

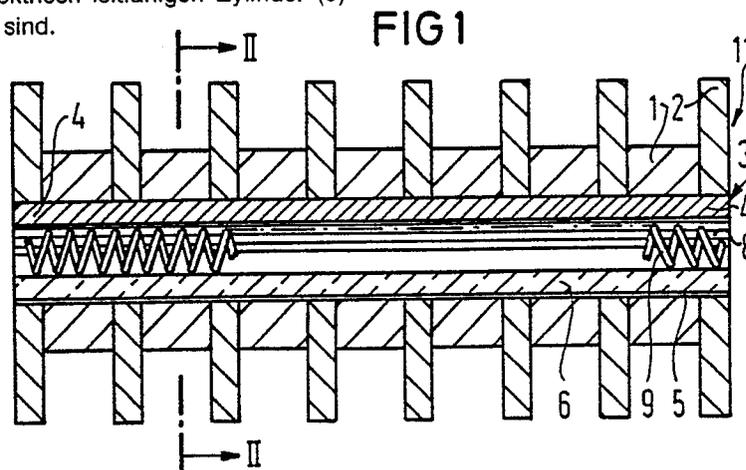
72 Erfinder: **Kobale, Manfred, Dr.**  
**Lärchenstrasse 11**  
**D-8011 Faistenhaar(DE)**  
 Erfinder: **Mammach, Peter**  
**Grünauer Allee 47**  
**D-8025 Unterhaching(DE)**  
 Erfinder: **Schmid, Eckart, Dipl.-Phys.**  
**Gotenweg 8**  
**D-8011 Poing(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE GB**

64 **Verzögerungsleitung für eine Wanderfeldröhre.**

57 Insbesondere Wanderfeldröhren, deren Verstärkung und deren Ausgangsleistung über mehrere Oktaven von der Frequenz unabhängig sein sollen, enthalten in einem elektrisch leitfähigen Zylinder (5) eine Wendel (9), die über Haltestäbe (8) fixiert und justiert ist, und achsparallel angeordnete Belastungsstege (4), die an den elektrisch leitfähigen Zylinder (5) angrenzen und zur Wendel (9) hin einen kleinen Spalt (12) freilassen. In derartigen Verzögerungsleitungen werden die extrem hohen Anforderungen an die mechanische Maßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit der Maße eingehalten, indem die Belastungsstege (4) mit dem elektrisch leitfähigen Zylinder (5) einstückig verbunden sind.

EP 0 347 624 A1



### Verzögerungsleitung für eine Wanderfeldröhre.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verzögerungsleitung für eine Breitband-Wanderfeldröhre gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine derartige Wanderfeldröhre ist beispielsweise in einem Artikel von J.L. Putz und N.J. Cascone beschrieben, s. IEDM 1979, p.422-424.

In derartigen Wanderfeldröhren werden extrem hohe Anforderungen an die Maßhaltigkeit der Belastungsstege und der Wendel der Wanderfeldröhre gefordert. Die Abstände zwischen der Wendel und den Belastungsstegen liegen im Bereich von wenigen Zehnteln eines Millimeters und müssen über eine Länge von z.B. 10cm auf wenige  $\mu\text{m}$  genau eingehalten werden.

Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegt, besteht in der Angabe eines Aufbaus, der sich mit ausreichender Präzision und reproduzierbar herstellen läßt. Diese Aufgabe wird durch das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 1 gelöst.

Einstückig mit der Innenwand des elektrisch leitfähigen Zylinders verbundene Belastungsstege sind in ihrer gegenseitigen Lage optimal fixiert und vermeiden die Toleranzschwankungen, die bei jedem Lötvorgang und bei jeder Klebung von zwei Teilen unvermeidbar sind. Eine Neigung der Achse des Zylinders gegenüber der Symmetrieachse der Polschuhe, die z.B. beim Einlöten oder Einkleben in die Abstandsstücke und Polschuhe unvermeidbar ist, wirkt in gleichem Maße auf die Verzögerungsleitung und die Belastungsstege. Die gegenseitige Lage dieser Teile wird nicht verändert. Zwischen die Polschuhe werden später Fokussiermagnete eingesetzt. Dadurch wird die gegenseitige Lage der genannten Teile nicht mehr beeinflusst.

Eine vakuumdichte Ausführung ist auf einfache Weise erreicht, indem die Abstandsstücke und zwischen diesen liegende magnetisierbare Polschuhe miteinander verlötet sind und koaxiale Bohrungen aufweisen, indem diese Bohrungen an den Außendurchmesser des elektrisch leitfähigen Zylinders genau angepaßt sind und indem der Metallzylinder in diese Bohrungen eingeschoben und mit den Abstandsstücken, die zur Zentrierung der Fokussiermagnete dienen, und den Polschuhen verlötet ist.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verzögerungsleitung besteht in den folgenden Verfahrensschritten, wobei die Reihenfolge der Verfahrensschritte einzuhalten ist, die Maßnahmen eines Verfahrensschrittes aber in unterschiedlicher Reihenfolge stattfinden können:

a) Abstandsstücke und Polschuhe werden in abwechselnder Reihenfolge aufeinander geschichtet, miteinander verlötet und mit axialen Bohrungen versehen,

b) die koaxialen Bohrungen werden auf den Außendurchmesser eines Metallzylinders so angepaßt, daß dieser eingeschoben und eingelötet werden kann,

c) ein dickwandiges elektrisch leitfähiges Rohr, dessen Innendurchmesser zumindest nicht größer ist als der geringste gegenseitige radiale Abstand der Belastungsstege, und dessen Außendurchmesser dem des elektrisch leitfähigen Zylinders entspricht, wird in die koaxialen Bohrungen eingeschoben und eingelötet,

d) die Belastungsstege werden mittels eines Drahterosionsverfahrens aus der Innenwand des elektrisch leitfähigen Rohres herausgearbeitet, e) die Haltestäbe und die Wendel werden eingesetzt und fixiert.

Vorteilhaft werden drei Haltestäbe vorgesehen, wobei einer der Haltestäbe über eine Feder gegen die Innenwand des elektrisch leitenden Zylinders abgestützt ist.

Es hat sich herausgestellt, daß die geforderte extrem hohe Präzision in den Abmessungen der Belastungsstege und des Zylinders mittels Drahterosion erreicht werden kann. Die angegebene Reihenfolge der Verfahrensschritte ermöglicht außerdem eine völlig verzugsfreie Ausbildung des gewünschten Profiles und eine exakte Justierung des Strahles relativ zu den Magneten. Die Drahterosion ermöglicht außerdem auch die Herstellung komplizierter Ausbildungen von Belastungsstegen. Die Reihenfolge: Zuerst Einbau des Rohres und dann Ausbildung der Belastungsstege durch Drahterosion läßt außerdem das Einbringen von Isolierstäben mit einem relativ hohem Anpreßdruck zu, der z.B. durch eine relativ harte Feder erreicht wird, da die Wand des Zylinders nach dem Einbau des Zylinders durch die Abstandsstücke und Polschuhe zusätzlich verfestigt wird und dadurch einen hohen Druck auf die Innenwand des Zylinders standhalten kann. Sie gewährleistet so eine besonders ausgeprägte und vorteilhafte Ableitung der Wärme von der Wendel. Als Material für die Haltestäbe eignet sich insbesondere einer der Stoffe BW, BeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Die gute Wärmeleitfähigkeit der Haltestäbe, die für sehr hohe Belastungen auch aus Diamantmaterial bestehen können, kann hierbei besonders vorteilhaft ausgenützt werden.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren gewährleistet auch eine hohe Reproduzierbarkeit, da der Einfluß der Lötvorgänge vollständig ausge-

schaltet ist, indem die endgültige Form erst nach dem Löten erzeugt wird.

Auf diese Weise läßt sich ohne besondere Schwierigkeit eine Genauigkeit von  $\pm 5\mu\text{m}$  über eine Länge von 100mm einhalten und beliebig oft reproduzieren, auch wenn der Innendurchmesser des eingebrachten Rohres nur etwa 2mm beträgt.

Die Halterung der Wendel kann außer durch den beschriebenen besonders vorteilhaften Einbau auch durch die bekannten Methoden, wie z.B. Schrumpfen oder Löten ausgeführt werden.

Die Erfindung wird nun anhand von drei Figuren näher erläutert. Sie ist nicht auf die in den Figuren gezeigten Beispiele beschränkt.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Verzögerungsleitung in geschnittener Ansicht, wobei die Durchmessermaße zur Verdeutlichung gegenüber einer maßstäblichen Zeichnung stark verändert wurden. Figur 3 zeigt ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Verzögerungsleitung in geschnittener Ansicht.

Aus ringförmigen, nicht magnetischen Abstandsstücken 1 und aus magnetisierbarem Material bestehenden Polschuhen 2 ist ein Rohrkörper 11 zusammengesetzt. Die Polschuhe 2 überragen in radialer Richtung die Abstandsstücke 1, so daß zwischen je zwei benachbarte Polschuhe auf einfache Weise Fokussiermagnete eingesetzt werden können. Die Zusammensetzung eines derartigen Rohrkörpers 11 erfolgt zweckmäßig durch Auffädern der Abstandsstücke 1 und der Polschuhe 2 auf ein Rohr und anschließendes Verlöten der einzelnen Ringe. Der Innendurchmesser dieses Rohrkörpers 11 ist auf den Außendurchmesser eines Zylinders 5 angepaßt. Der Zylinder 5 ist in dem Rohrkörper 11 beispielsweise durch Löten fixiert. Mit dem Zylinder 5 sind Belastungsstege 4 einstückig verbunden. Die Belastungsstege 4 lassen zur koaxial angeordneten Wendel 9 in ihrer Breite genau definierte Spalte 12 frei. Die Wendel 9 ist durch Haltestäbe 6 und 8 gegenüber der Innenwand des Zylinders 5 gestützt und fixiert. Dabei liegen die Stäbe 6 am Zylinder 5 unmittelbar an, während der Stab 8 etwas kürzer ausgeführt ist und durch eine Spannfeder 7 unter Druck gehalten wird. Durch diesen Druck ergibt sich ein ausgezeichneter Wärmeübergang zwischen der Wendel 9 und den Haltestäben 6 und 8 und zwischen den Haltestäben 6 und dem Zylinder 5 bzw. dem Haltestab 8 und der Spannfeder 7. Gleichzeitig ergibt sich ein Höchstmaß an Präzision für die Lage der Wendel 9, da die Haltestäbe sehr exakt auf Maß geschliffen werden.

Bei erhöhten Anforderungen an die Wärmeableitung können auch drei oder mehr Haltestäbe 6 eingesetzt werden, wobei sich dann ein Einlöten dieser Haltestäbe 6 in den Zylinder 5 empfiehlt.

Zur Herstellung einer derartigen Verzögerungs-

leitung ist ein Verfahren vorteilhaft, bei dem zunächst der Rohrkörper 11 aus den Abstandsstücken 1 und den Polschuhen 2 hergestellt und seine Innenwand durch Honen auf das erforderliche Maß gebracht wird, bei dem dann ein dickwandiges Rohr 3 in den Rohrkörper 11 eingeschoben und dort fixiert, insbesondere verlötet wird und bei dem nach dem Fixieren des Rohres 3 das gewünschte Profil durch ein Drahterosionsverfahren hergestellt wird, das heißt durch ein Funkenerosionsverfahren, bei dem ein Draht durch das Rohr gezogen und gleichzeitig in einer zur Rohrachse senkrechten Ebene bewegt wird, so daß die gewünschten Konturen aus der Wandung des Rohres herausgeschnitten werden. Bei diesem Verfahren können Belastungsstege von beliebigem Querschnitt herausgearbeitet werden. Dabei werden die Stirnflächen der Belastungsstege 4 und die Innenwand des Zylinders 5 mit demselben Werkzeug hergestellt, so daß ein Maximum an Genauigkeit in der gegenseitigen Lage der genannten Teile über ihre gesamte Länge erreicht wird. Dementsprechend wird auch ein Höchstmaß an Lagegenauigkeit der gegenüber der Innenwand des Zylinders 5 über die Haltestäbe 6 und 8 justierten Wendel 9 erreicht. Das Honen des Rohrkörpers 11 fördert eine ganzflächige Benetzung und eine gleichmäßige Verteilung des Lotes beim Einlöten.

In einer vorteilhaften Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Abstandsstücke 1 und die Polschuhe 2 auf ein dickwandiges, nichtmagnetisches Rohr 3 aufgefädelt und mit diesem und untereinander in einem Arbeitsgang verlötet. Anschließend werden die Belastungsstege 4 des Zylinders 5 durch Drahterosion aus dem dickwandigen Rohr 3 herausgearbeitet, die Haltestäbe 6 und die ggf. die Haltestäbe 8 und die Spannfeder 7 werden eingeschoben. Diese Ausführung des Verfahrens ist relativ kostengünstig und in vielen Fällen ausreichend präzise herzustellen. Die in der Wanderfeldröhre erforderlichen Fokussiermagnete können zwischen die Polschuhe eingesetzt, auf optimale Magnetfeldverteilung im Zylinder 5 justiert und mit den Polschuhen verklebt und verlötet werden. Auch dadurch entsteht kein störender Einfluß auf die Geometrie der Verzögerungsleitung.

Da bei dem erfindungsgemäßen Aufbau und insbesondere unter Verwendung des angegebenen Verfahrens keinerlei Löt- oder Klebeverbindungen in die Toleranz der gegenseitigen Lage der Wendel, der Zylinderwand und der Belastungsstege eingehen, ist jede Gefahr einer Änderung der gegenseitigen Lage in radialer Richtung zwischen diesen Teilen beim Zusammenbau völlig ausgeschlossen. Der Aufbau und das Verfahren gewährleisten daher, daß eine Toleranz von beispielsweise nur  $\pm 5\mu\text{m}$  über eine Länge von 10cm in der Serie

reproduzierbar eingehalten werden kann.

Der erfindungsgemäße Aufbau ermöglicht auch den Einsatz komplizierter Formen der Belastungsstege, wie sie beispielsweise die Belastungsstege 10 in FIG 3 darstellen. Auch diese Stegformen lassen sich mit hoher Präzision und Reproduzierbarkeit herstellen, wenn erfindungsgemäß das Rohr 3 vorher in den stabilen Rohrkörper 11 eingesetzt und dort fixiert ist.

Mit der Erfindung lassen sich die angegebenen Strukturen beispielsweise in einem Rohr 3 mit einem Außendurchmesser von weniger als 2mm herstellen.

Sofern ein besonders geringer Wärmewiderstand zwischen den Haltestäben und der Zylinderwand erforderlich ist, können auch in radialer Richtung untereinander gleichbreite Haltestäbe 6 durch die an sich bekannte Schrumpftechnik im Zylinder 5 fixiert werden. Hierbei wird vor dem Einführen der Wendel 9 und der Haltestäbe 6 ein Temperaturunterschied erzeugt, bei dem der Rohrkörper 11 und der Zylinder 5 wärmer sind als die Wendel 9 und die Haltestäbe 6. Nach dem Einführen gleicht sich die Temperatur an, die Wendel wird unter Druck gesetzt und so gehalten. Diese Halterung ergibt keinerlei Lageabweichungen, die bei einer Lötung zu befürchten wären. Andererseits ist beispielsweise die Kombination der Schrumpftechnik mit einer zusätzlichen Lötung sinnvoll, sofern dabei die mechanische Fixierung durch den Schrumpfprozeß erfolgt und das Lot lediglich den Wärmeübergang zusätzlich unterstützt.

Als Material für den Zylinder eignet sich beispielsweise Kupfer oder ein Metall mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand als Material für die Haltestege bei relativ geringen Anforderungen Keramik, bei höheren Anforderungen an die Wärmeableitung empfiehlt sich Diamantmaterial, da dieses eine erheblich höhere Wärmeleitfähigkeit besitzt, als die übrigen geeigneten Werkstoffe.

## Ansprüche

1. Verzögerungsleitung für eine Breitband-Wanderfeldröhre, welche Abstandsstücke und Polschuhe enthält, die koaxial zu einem elektrisch leitenden Zylinder angeordnet sind, welche eine Wendel enthält, die in dem Metallzylinder untergebracht und gegenüber diesem Metallzylinder über Haltestäbe in koaxialer Ausrichtung fixiert ist und welche achsparallel angeordnete Belastungsstege enthält, die an den elektrisch leitfähigen Zylinder angrenzen und bis in die Nähe der Wendel reichen und zur Wendel hin einen in seiner Spaltbreite eng tolerierten Spalt freilassen, **dadurch gekennzeichnet**

net, daß die Belastungsstege mit der Innenwand des elektrisch leitfähigen Zylinders einstückig verbunden sind.

2. Verzögerungsleitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandsstücke und die zwischen diesen liegenden magnetisierbaren Polschuhe miteinander verlötet sind und koaxiale Bohrungen aufweisen, daß diese Bohrungen an den Außendurchmesser des elektrisch leitfähigen Zylinders angepaßt sind und daß der elektrisch leitfähige Zylinder in diese Bohrungen eingeschoben und mit den Abstandsstücken und den Polschuhen verlötet ist.

3. Verfahren zur Herstellung einer Verzögerungsleitung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

a) Abstandsstücke und Polschuhe werden in abwechselnder Reihenfolge angeordnet und miteinander verlötet und mit koaxialen Bohrungen versehen,

b) die koaxialen Bohrungen werden auf den Durchmesser eines Metallzylinders so angepaßt, daß dieser eingeschoben und eingelötet werden kann,

c) ein dickwandiges, elektrisch leitfähiges Rohr, dessen Innendurchmesser zumindest nicht größer ist als der geringste gegenseitige radiale Abstand der Belastungsstege und dessen Außendurchmesser dem des elektrisch leitfähigen Zylinders entspricht, wird in die koaxialen Bohrungen eingeschoben und eingelötet,

d) die Belastungsstege werden mittels eines Drahterosionsverfahrens aus der Innenwand des elektrisch leitfähigen Rohres herausgearbeitet,

e) die Haltestäbe und die Wendel werden eingesetzt und fixiert.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die koaxialen Bohrungen in den Abstandsstücken und Polschuhen vor dem Einschleiben gehont werden.

5. Verfahren zur Herstellung einer Verzögerungsleitung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

a) Abstandsstücke und Polschuhe mit entsprechenden Bohrungen werden auf ein dickwandiges elektrisch leitfähiges Rohr, dessen Innendurchmesser nicht größer ist als der kleinste gegenseitige radiale Abstand der Belastungsstege, aufgefädelt.

b) Die Abstandsstücke, die Polschuhe und das dickwandige elektrisch leitfähige Rohr werden miteinander verlötet.

c) Die Belastungsstege werden mittels eines Drahterosions-Verfahrens aus der Innenwand des elektrisch leitfähigen Rohres herausgearbeitet.

d) Die Haltestäbe und die Wendel werden eingesetzt und fixiert.

5

10

15

20

25

30

35

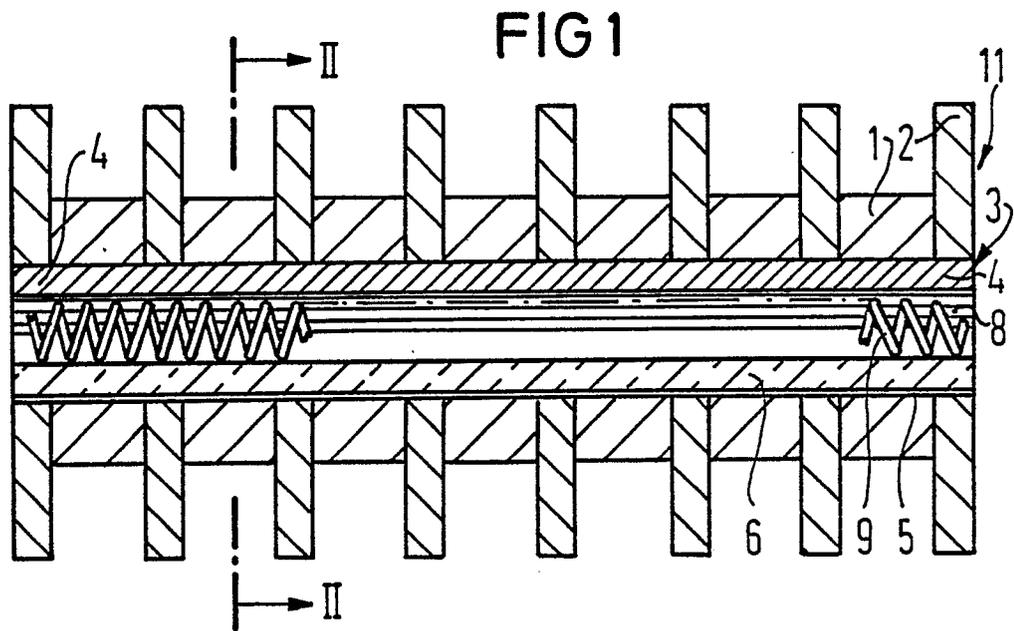
40

45

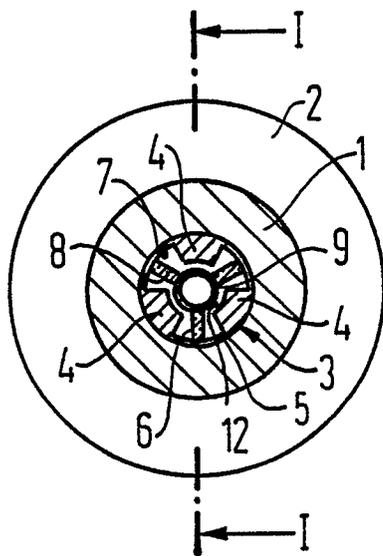
50

55

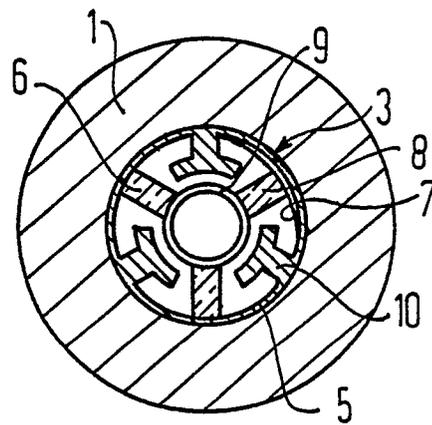
5



**FIG 2**



**FIG 3**





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	EP-A-0 121 465 (THOMSON-CSF) * Seite 1, Zeilen 1-3; Seite 3, Zeilen 14-24; Seite 4, Zeile 22 - Seite 5, Zeile 9; Seite 6, Zeilen 1-12; Figuren *	1	H 01 J 23/26
Y	---	2	
A	---	3-5	
A	FR-A-1 391 842 (L.T.T.) * Seite 1, linke Spalte, Zeilen 1-12,19-22; Seite 1, rechte Spalte, Zeilen 1-16; Seite 2, rechte Spalte, Zeilen 3-9; Seite 3, rechte Spalte, Zeilen 27-36; Figur 3A *	1	
Y	---	2	
A	DE-A-3 217 077 (E. SCHMID et al.) * Insgesamt *	3-5	
X	---	1	
	US-A-3 397 339 (W.L. BEAVER et al.) * Spalte 1, Zeilen 14-24; Figuren 1,5,12,13 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	---	2-5	H 01 J
A	WO-A-8 000 049 (HASELTINE LAKE) * Figuren *	2-5	
A	FR-A-2 545 645 (THOMSON-CSF) * Zusammenfassung; Figuren *	2-5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20-09-1989	Prüfer LAUGEL R. M. L.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			