



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 333 454 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.08.2003 Patentblatt 2003/32

(51) Int Cl.7: **H01F 17/04**, H01F 27/34,
H03H 1/00, H01Q 1/50,
H02H 9/04, H04B 1/10

(21) Anmeldenummer: **03001457.5**

(22) Anmeldetag: **22.01.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(72) Erfinder: **Reiser, Herbert**
84435 Lengdorf (DE)

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas, Dipl.-Phys. et al**
Mitscherlich & Partner,
Patent- und Rechtsanwälte,
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(30) Priorität: **31.01.2002 DE 10203850**

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
D-81671 München (DE)

(54) **Überspannungsschutzvorrichtung**

(57) Eine Überspannungsschutzvorrichtung zum Schutz eines Hochfrequenzanschlusses (22) gegen Überspannung umfaßt eine aus einem elektrisch leitfähigen Draht gewickelte Spule (1). Die Spule (1) weist in Richtung einer Spulenachse (2) zumindest einen sich

in Richtung auf ein mit dem Hochfrequenzanschluß (22) verbundenes Endes (3) der Spule (1) verjüngenden Teil (6) aufweist. Der sich verjüngenden Teil (6) der Spule (1) ist mit einem Hochfrequenzleiter (23', 27) einer Schaltung (20) verbunden.

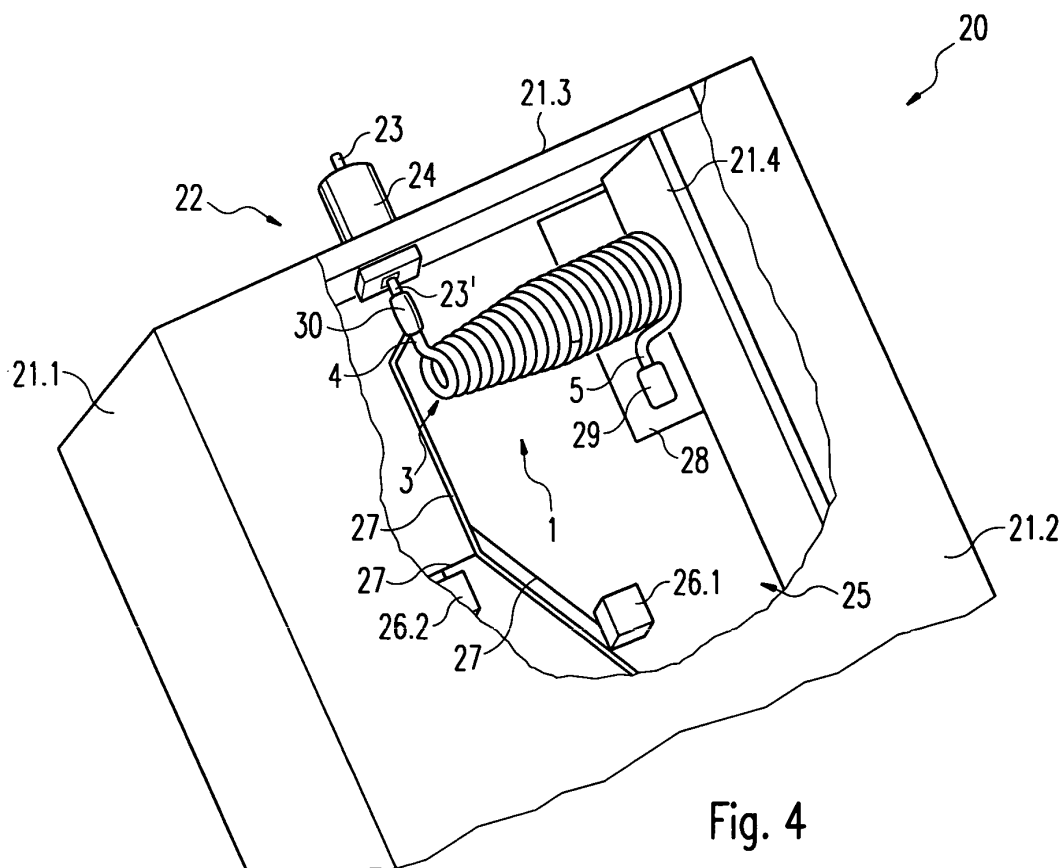


Fig. 4

EP 1 333 454 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Überspannungsschutzvorrichtung zum Schutz eines Hochfrequenzanschlusses z. B. eines Verstärkers gegen Überspannung.

[0002] Es ist bekannt, Hochfrequenzanschlüsse vor Überspannungen, wie sie beispielsweise durch Blitzbeeinflussung auftreten können, zu schützen, indem alle Ein- und Ausgänge eines Verstärkers mit Schutzelementen versehen werden. Hierzu wird in Meinke, Grundlach, "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer-Verlag, 5. Auflage, ISBN 3-540-54717-7, 1992, Seiten R6 - R7, die Verwendung eines Grobschutzes in Kombination mit einem Feinschutz vorgeschlagen. Als Grobschutz dient dabei ein gasgefüllter Überspannungsableiter, bei dem mittels einer gasgefüllten Funkenstrecke die Überspannung abgebaut wird. Solche Funkenstrecken werden beispielsweise bei einer größeren Überspannung, wie sie durch einen Blitzschlag entsteht, wirksam. Zum Schutz vor kleineren Überspannungen ist ferner eine Anordnung von Zener- und Schaltdioden vorgeschlagen.

[0003] Bei einer solchen Anordnung ist besonders nachteilig, daß eine Abstimmung auf einen großen Frequenzbereich, in dem ein solcher Verstärker arbeiten kann, zu Kompromissen in der Beeinflussung des Verstärkers durch den Überspannungsschutz zwingt. Ferner wird durch die vielen Einzelbauteile, die erforderlich sind, um einen entsprechenden Schutz des Verstärkers zu gewährleisten, die Anzahl möglicher Fehlerquellen erhöht. Insbesondere sind hier die Lötunkte für die Zener- oder Schaltdioden zu nennen, die durch parasitäre Effekte das Hochfrequenzverhalten des Verstärkers beeinflussen. Die Anordnung von mehreren zusammenwirkenden Bauelementen führt ferner dazu, daß der insgesamt beanspruchte Bauraum erhöht wird. Dies gilt insbesondere, sofern eine Anpassung zum Beispiel des Leiterplatten-Layouts erforderlich wird.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Überspannungsschutzvorrichtung zu schaffen, die in einem weiten Frequenzbereich wirksam ist und einen geringen Bauteile- und Bauraumaufwand erfordert.

[0005] Die Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

[0006] Zum Schutz einer Schaltung, beispielsweise eines Verstärkers, gegen Überspannungen beispielsweise durch Blitzschlag, die Bauelemente des Verstärkers beschädigen können, wird erfindungsgemäß eine Spule verwendet, welche sich in Richtung eines Endes verjüngt. Durch das verjüngte Ende der Spule wird erreicht, daß aufgrund der damit verbundenen Reduzierung der parasitären Kapazität der Spule die Resonanzfrequenz erhöht wird. Der Arbeitsbereich der so erzeugten Überspannungsschutzvorrichtung wird damit zu höheren Frequenzen hin vergrößert. Gleichzeitig wird durch den sich in der anderen Richtung öffnenden oder

zumindest in der radialen Ausdehnung konstant bleibenden Teil der Spule erreicht, daß auch für niedrige Frequenzen eine ausreichend hohe Induktivität sichergestellt ist und dadurch der Blindwiderstand der Spule deutlich oberhalb der Nennimpedanz des Hochfrequenzanschlusses (in der Regel 50Ω) liegt. Durch die so erreichte hohe Induktivität der Spule kann die Gesamtbaulänge der Spule gering gehalten werden, so daß ein Einbau auch unter schwierigen räumlichen Umständen möglich ist.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Überspannungsschutzvorrichtung möglich.

[0008] Durch das zusätzliche Ausbilden eines zylindrischen Spulenteils kann dabei die Gesamtbauhöhe der Spule gering gehalten werden, so daß bei Anordnung auf einer Leiterplatte die gesamte Schaltung in einem flachen Gehäuse unterzubringen ist, was insbesondere bei Flugfunkanwendungen von Bedeutung ist.

[0009] Für einen Verstärker, der z. B. in einem Frequenzbereich von 30 MHz bis 400 MHz arbeitet, ist es vorteilhaft eine Spule zu verwenden, die einen zylindrischen Teil sowie einen sich daran anschließenden konischen Teil verwendet, wobei die Längen des zylindrischen sowie des konischen Teils in etwa gleich sind. Das durch den konischen Teil vorgegebene Flächenverhältnis zwischen den Flächen, welche durch die engste bzw. die weiteste Wicklung umgeben sind, liegt zwischen 2 und 10, vorzugsweise zwischen 3 und 6, besonders bevorzugt bei etwa 4,5.

[0010] Weiterhin ist es vorteilhaft, die Überspannungsschutzvorrichtung so in dem die Schaltung umgebenden Gehäuse anzuordnen, daß die Spulenachse möglichst symmetrisch zwischen den zur Schirmung verwendeten, mit einem Massepotential verbundenen Flächen liegt. Die so bewirkte Reduzierung der parasitären Kapazitäten bewirkt ebenfalls eine Erhöhung der Resonanzfrequenz der Überspannungsschutzvorrichtung.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Überspannungsschutzvorrichtung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Spule mit einem sich verjüngenden Teil;

Fig. 2 eine Seitenansicht der Spule der erfindungsgemäßen Überspannungsschutzvorrichtung;

Fig. 3 eine stirnseitige Ansicht der Spule; und

Fig. 4 einen Ausschnitt eines Verstärkers mit einer darin angeordneten erfindungsgemäßen Überspannungsschutzvorrichtung in perspektivischer Darstellung.

[0012] In Fig. 1 ist eine perspektivische Darstellung einer Spule 1 der erfindungsgemäßen Überspannungsschutzvorrichtung dargestellt. Die Spule 1 ist bezüglich einer Spulenachse 2 symmetrisch gewickelt, wobei sich die Spule 1 in einem vorderen Teilabschnitt in Richtung auf ein erstes Ende 3 verjüngt. An ihrem ersten Ende 3 weist die Spule 1 ein erstes Anschlußstück 4 auf, an ihrem davon abgewandten Ende ein zweites Anschlußstück 5.

[0013] Als Ausgangsmaterial zum Wickeln der Spule 1 wird beispielsweise Kupferlackdraht verwendet, der bei einem Drahtdurchmesser von ca. 0,8 mm eine ausreichende Leitfähigkeit aufweist, um auch bei einem Blitzeinschlag eine ausreichende Stromführung zu gewährleisten.

[0014] Im Ausführungsbeispiel sind die einzelnen Wicklungen der Spule 1, wie in Fig. 2 dargestellt, eng anliegend gewickelt. Die Spule 1 weist einen zylindrischen Teil 7 sowie einen sich daran anschließenden sich verjüngenden Teil 6 auf. Der sich verjüngende Teil 6 ist dabei so gewickelt, daß seine Einhüllende eine Mantelfläche eines Kegelstumpfes bildet. Die Spule 1 weist an ihrem ersten Ende 3 einen ersten Durchmesser D_1 auf, an dem entgegengesetzten Ende einen zweiten Durchmesser D_2 . Im dargestellten Ausführungsbeispiel liegt das Verhältnis der ersten Fläche $A_1 = \frac{1}{4}D_1^2\pi$, die durch den ersten Durchmesser D_1 definiert wird, und der zweiten Fläche $A_2 = \frac{1}{4}D_2^2\pi$, die durch den Durchmesser D_2 definiert wird, bei etwa 4,5.

[0015] Die Länge l_1 des sich verjüngenden Teils 6 ist im Ausführungsbeispiel in etwa gleich groß wie die Länge l_2 des zylindrischen Teils 7, wobei sich die Längen l_1 und l_2 maximal um $1/3$ der Gesamtlänge 1 unterscheiden können. Das erste bzw. zweite Anschlußstück 4 bzw. 5 der Spule 1 ist so an dem jeweiligen Spulenende herausgeführt, daß das erste Anschlußstück 4 zu dem zweiten Anschlußstück 5 parallel orientiert ist, jedoch in entgegengesetzter Richtung bezüglich der Spulenachse 2 von der Spule 1 herausgeführt ist. Dies ist in Fig. 3 noch einmal deutlich dargestellt. Ferner ist zu erkennen, daß die Mittelachsen des ersten Anschlußstücks 4 und des zweiten Anschlußstücks 5 einen unterschiedlichen Abstand von einer Montageebene 10 aufweisen können, in der die Spulenachse 2 der Spule 1 liegt. Zwischen den Mittelachsen des ersten Anschlußstücks 4 und des zweiten Anschlußstücks 5 wird somit ein Versatz Δh ausgebildet. Der Versatz Δh kann durch Variation der Länge eines ersten Schenkels 8 oder eines zweiten Schenkels 9 angepaßt werden, so daß eine Anpassung an verschiedene Einbausituationen beispielsweise in einem Verstärker möglich ist. Bei einer gemeinsamen Änderung der Schenkellängen wird dagegen die relative Lage der Montageebene 10 der Spule 1 in einer Schaltung variiert, wie es unter Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert wird.

[0016] Anstelle der in dem Ausführungsbeispiel dargestellten Geometrie der Spule 1 mit einem sich verjüngenden Teil 6 und einem zylindrischen Teil 7, wobei der

sich verjüngende Teil 6 kegelförmig ausgebildet ist, ist es ebenso möglich, daß sich an den sich verjüngenden Teil 6 ein weiterer zylinderförmiger Teil anschließt oder mehrere sich verjüngende Abschnitte mit unterschiedlichen Öffnungswinkeln aufeinanderfolgen. Ebenso ist es z.B. denkbar, den sich verjüngenden Teil 6 so zu wickeln, daß die Einhüllende eine gekrümmte Kontur aufweist. Der sich verjüngende Teil 6 kann auch durch eine Abfolge von Teilabschnitten mit abschnittsweise konstantem und sich von Stufe zu Stufe verringerndem Durchmesser gebildet werden.

[0017] Eine Möglichkeit die Resonanzfrequenz der Spule 1 zu verändern, besteht darin, die Ganghöhe H_n über die Länge der Spule 1 zu variieren und damit bei unverändertem Längenverhältnis die Induktivität und die parasitäre Kapazität für einzelne Abschnitte zu ändern. Durch die damit bewirkte Reduzierung der parasitären Kapazitäten läßt sich ebenfalls eine Erhöhung der Resonanzfrequenz bewirken.

[0018] In Fig. 4 ist als zu schützende Schaltung ein Verstärker 20 als perspektivischer Ausschnitt dargestellt, in dem die erfindungsgemäße Überspannungsschutzvorrichtung angeordnet ist. Der Verstärker 20 weist ein Gehäuse auf, mit Seitenwänden 21.1 und 21.3, sowie einem Gehäusedeckel 21.2, wobei sämtliche Gehäusebauteile mit einem Massepotential verbunden sind. Im Inneren des Gehäuses ist weiterhin eine Trennwand 21.4 dargestellt, mit der das Innere des Gehäuses in einzelne Kammern unterteilt wird. Die Trennwand 21.4 ist ebenfalls mit dem Massepotential verbunden. Der Verstärker 20 weist einen in der Seitenwand 21.3 angeordneten Hochfrequenzanschluß 22 auf, an dem beispielsweise eine Antenne angeschlossen ist. Der koaxiale Hochfrequenzanschluß 22 besteht aus einer Schirmung 24, die ebenfalls, vorzugsweise über die Seitenwand 21.3, mit dem Massepotential verbunden ist. Die eigentliche Signalleitung erfolgt über einen Kontakt 23, der in das Innere des Gehäuses durchgeführt ist und dort als durchgeführter Kontakt 23' bezeichnet ist.

[0019] Die Spule 1 ist mit dem sich verjüngenden Teil 6, also dem ersten Ende 3 der Spule 1, in Richtung des durchgeführten Kontakts 23' orientiert. Das erste Anschlußstück 4 ist mittels einer Lötverbindung 30 mit dem durchgeführten Kontakt 23' leitend verbunden. Die Lötverbindung 30 ist dabei so anzuordnen, daß die Länge des durchgeführten Kontakts 23' möglichst klein ist. Über eine weitere Lötverbindung 29 ist das zweite Anschlußstück 5 mit einem Massepotential 28 verbunden. Anstelle der Lötverbindungen 29 und 30 können auch andere geeignete Kontaktierungen verwendet werden. Das Massepotential 28 kann beispielsweise die metallische Rückseite einer Leiterplatte 25 sein, auf der die Bauelemente der Verstärkerschaltung angeordnet sind. Beispielhaft sind Bauelemente 26.1 und 26.2 im Teilaufriß dargestellt. Auf der Leiterplatte 25 sind in an sich bekannter Weise Hochfrequenzleiter 27 ausgebildet.

[0020] Das Massepotential 28 bildet mit der Trenn-

wand 21.4 sowie den übrigen ebenfalls mit dem Massepotential 28 verbundenen Bauteilen eine leitende Einheit. Bei dem dargestellten quaderförmigen Aufbau des Gehäuses des Verstärkers 20 bilden das Massepotential 28 sowie der Gehäusedeckel 21.2 damit parallele Flächen aus, die beide auf Massepotential liegen.

[0021] Mittels des zu Fig. 3 beschriebenen Versatzes Δh sowie der Gesamtlänge des ersten Schenkels 8 und des zweiten Schenkels 9 wird die Montageebene 10 symmetrisch zwischen der Fläche des Gehäusedeckels 21.2 und der Fläche des Massepotentials 28 angeordnet. Idealerweise ist dabei der Abstand der Spulenachse 2 von der Seitenwand 21.3 etwa ebenso groß, wie der Abstand der Montageebene 10 von dem Massepotential 28 bzw. dem Gehäusedeckel 21.2. Eine solchermaßen symmetrische Anordnung führt wiederum zu einer Minimierung der parasitären Kapazitäten, und damit letztlich zu einer Maximierung der Resonanzfrequenz und damit des Frequenzbands in dem die Schutzvorrichtung einsetzbar ist.

[0022] Hat der dargestellte Hochfrequenzanschluß 22 eine Nennimpedanz von 50Ω , so sollte die Spule 1 bereits bei der niedrigsten Betriebsfrequenz von z. B. 30 MHz des Verstärkers 20 einen Blindwiderstand von z. B. 500Ω aufweisen. Bei einer gedanklichen Zerlegung der Spule 1 in mehrere in axialer Richtung aufeinanderfolgender Abschnitte wird dagegen bereits durch die ersten Wicklungen am ersten Ende 3 der Spule 1 eine ausreichend hohe Induktivität erreicht um für hohe Frequenzen einen Blindwiderstand von 500Ω sicherzustellen. Da für die hohen Frequenzen nur das sogenannte "heiße Ende" der Spule relevant ist, wird, bedingt durch den kleinen Wicklungsdurchmesser in diesem Bereich, eine ausreichend hohe Resonanzfrequenz von mehr als 400 MHz gewährleistet, die außerhalb der Nutzbandbreite liegt.

Patentansprüche

1. Überspannungsschutzvorrichtung zum Schutz eines Hochfrequenzanschlusses (22) gegen Überspannung, die eine aus einem elektrisch leitfähigen Draht gewickelte Spule (1) umfaßt, wobei die Spule (1) in Richtung einer Spulenachse (2) zumindest einen sich in Richtung auf ein mit dem Hochfrequenzanschluß (22) verbundenes Endes (3) der Spule (1) verjüngenden Teil (6) aufweist.
2. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Spule einen zylindrischen Teil (7) aufweist.
3. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einhüllende des sich verjüngenden Teils (6)

der Spule (1) eine Mantelfläche eines Kegelstumpfs bildet.

4. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Länge (l_1) des sich verjüngenden Teils (6) der Spule (1) und die Länge (l_2) des zylindrischen Teils (7) der Spule (1) jeweils in Richtung der Spulenachse (2) betrachtet sich um höchstens $1/3$ der Gesamtlänge (1) unterscheiden.
5. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Verhältnis der kleinsten zu der größten von jeweils einer Wicklung umgebenen Fläche ($\frac{1}{4}D_1^2\pi$; $\frac{1}{4}D_2^2\pi$) zwischen 2 und 10, bevorzugt zwischen 3 und 6, besonders bevorzugt zwischen 4 und 5, liegt.
6. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Spule (1) als Luftspule ausgebildet ist.
7. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Spule (1) aus einem Kupferlackdraht gewickelt ist.
8. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die einzelnen Wicklungen der Spule (1) eng aneinander anliegend gewickelt sind.
9. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der sich verjüngende Teil (6) über eine erste Kontaktstelle (30) mit einem Hochfrequenzleiter (23', 27) einer Schaltung (20) verbunden ist, und das entgegengesetzte Ende der Spule (1) über eine zweite Kontaktstelle (29) mit einem Massepotential (28) verbunden ist.
10. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der sich verjüngende Teil (6) der Spule (1) direkt mit einem Kontakt (23) eines Hochfrequenzanschlusses (22) verbunden ist.
11. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Spulenachse (2) symmetrisch zwischen zu-

mindest zwei mit einem Massepotential (28) verbundenen Flächen (21.1, 21.3, 28) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

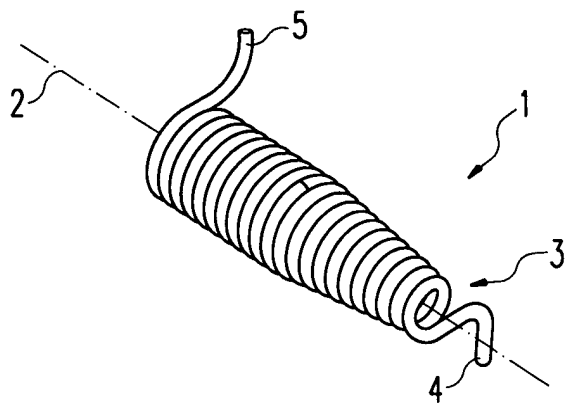


Fig. 1

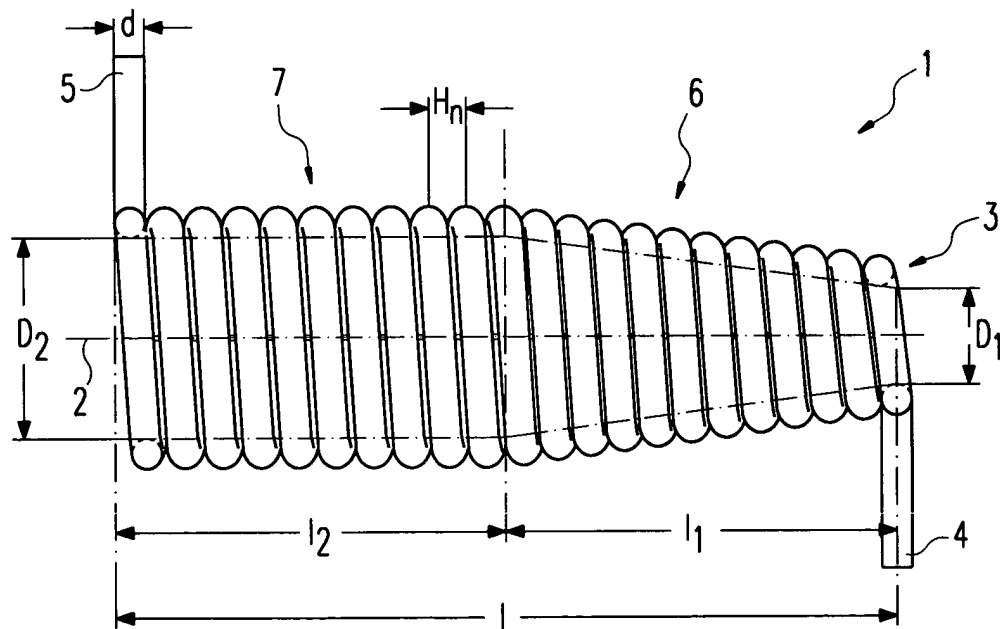
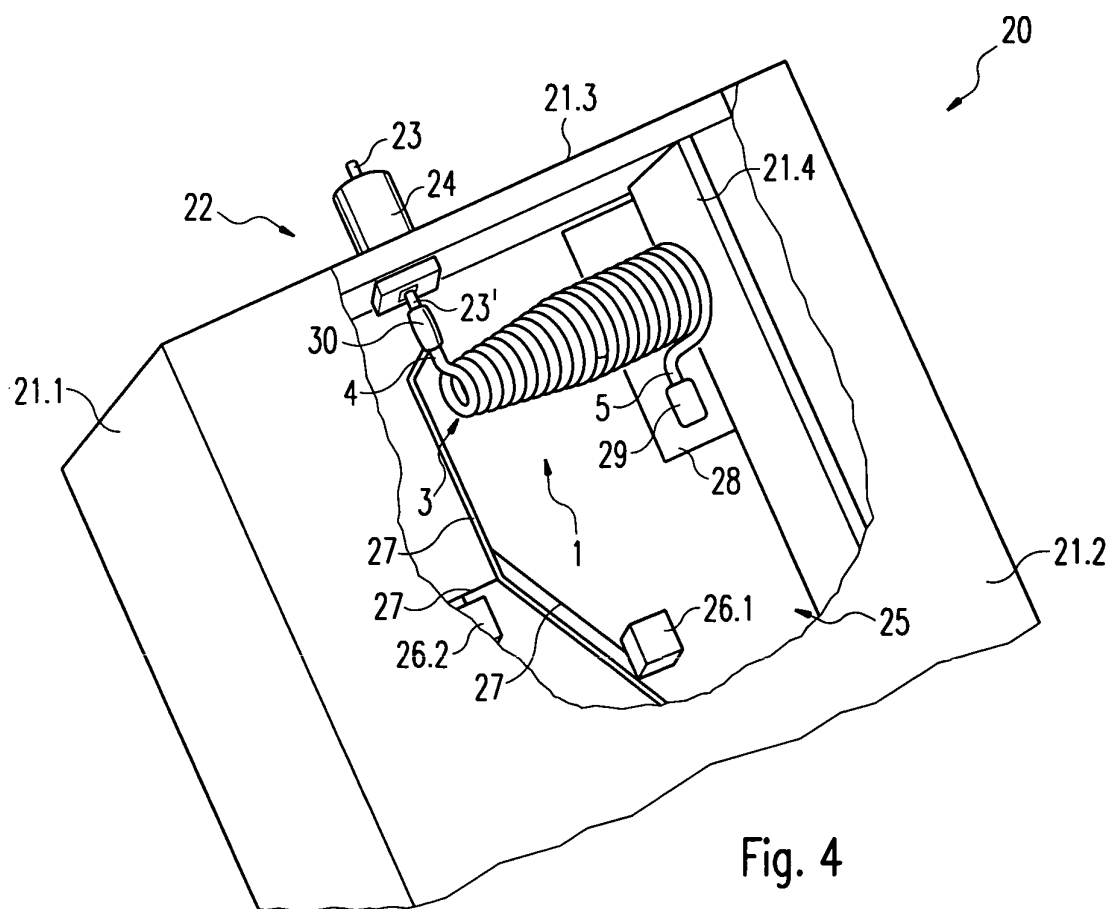
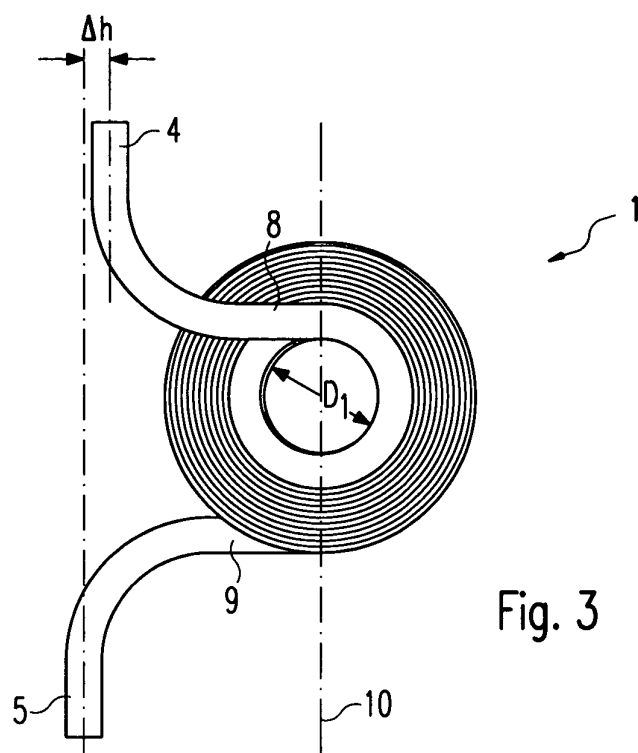


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 1457

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	EP 0 443 173 A (TEKTRONIX INC) 28. August 1991 (1991-08-28) * Spalte 2, Zeile 15 - Spalte 3, Zeile 21; Abbildung 2 *	1,2,6-10	H01F17/04 H01F27/34 H03H1/00 H01Q1/50 H02H9/04 H04B1/10
Y	GB 2 293 058 A (GEN INSTRUMENT CORP) 13. März 1996 (1996-03-13) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,2,6-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01F H03H H01Q H02H H04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		25. April 2003	
		Prüfer	
		Marti Almeda, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
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			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 1457

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-04-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0443173 A	28-08-1991	DE 69009040 D1	23-06-1994
		DE 69009040 T2	22-12-1994
		EP 0443173 A1	28-08-1991
		HK 89894 A	09-09-1994
		JP 4137507 A	12-05-1992
GB 2293058 A	13-03-1996	CA 2157262 A1	09-03-1996
		US 5650908 A	22-07-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82