



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.02.2004 Patentblatt 2004/09

(51) Int Cl.7: **G08B 17/103**

(21) Anmeldenummer: **02018578.1**

(22) Anmeldetag: **19.08.2002**

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

- **Suter, Erwin**
8006 Zurich (CH)
- **Steiner, Peter**
8645 Jona (CH)

(71) Anmelder: **Siemens Building Technologies AG**
8034 Zürich (CH)

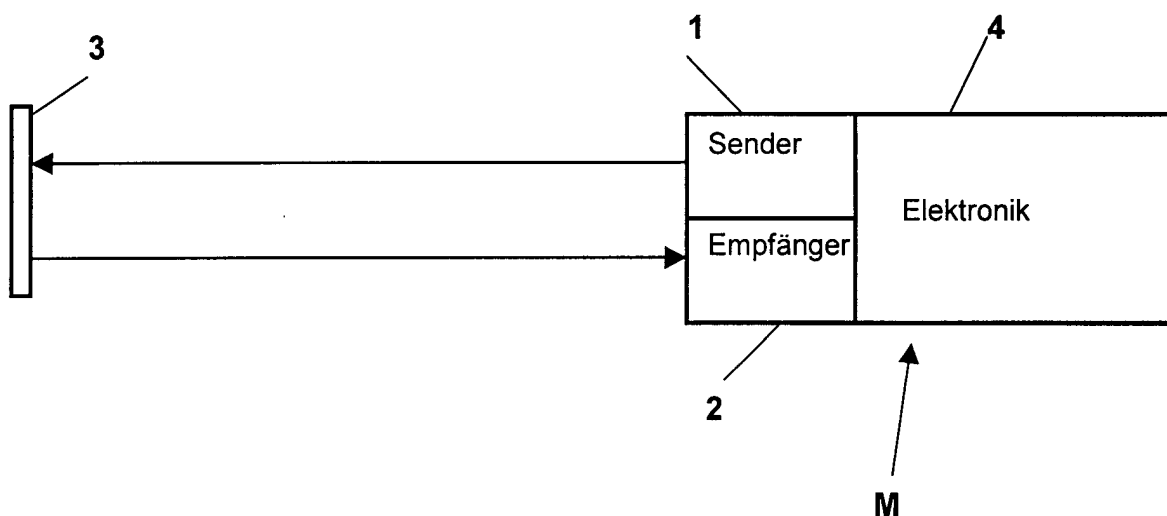
(74) Vertreter: **Dittrich, Horst, Dr.**
Siemens Building Technologies AG,
Fire and Security Products,
Alte Landstrasse 411
8708 Männedorf (CH)

(72) Erfinder:
 • **Güttinger, Heinz**
8618 Oetwil am See (CH)

(54) **Linearer Rauchmelder**

(57) Der Rauchmelder enthält einen Sender (1) zur Aussendung eines eine Messstrecke durchquerenden Lichtstrahls, einen neben dem Sender (1) angeordneten Empfänger (2), einen im Abstand vom Sender/Empfänger (1,2) angeordneten Retroreflektor (3) und eine Elektronik (4) für die Auswertung des vom Empfänger (2) empfangenen Signals. Bei dieser Auswertung erfolgt zusätzlich eine Messung der vom Lichtstrahl zurückge-

legten Distanz. Bei Abweichung dieser gemessenen Distanz von einem vorher bestimmten Sollwert wird ein Störungssignal erzeugt. Die vom Sender (1) ausgesandte Strahlung wird moduliert und die Phasenlage des empfangenen Signals wird mit derjenigen des ausgesandten verglichen. Die Distanzmessung erfolgt an Hand einer Bestimmung der Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen linearen Rauchmelder mit einem Sender zur Aussendung eines eine Messstrecke durchquerenden Lichtstrahls, einem neben dem Sender angeordneten Empfänger, einem im Abstand vom Sender/Empfänger angeordneten Retroreflektor und einer Elektronik für die Auswertung des vom Empfänger empfangenen Signals.

[0002] Derartige auch als Linien Extinktionsmelder bezeichnete Rauchmelder werden insbesondere in grossen oder schmalen Räumen, beispielsweise in Korridoren, Lager- und Fabrikationshallen und in Flugzeughangars eingesetzt und unterhalb der Decke an den Wänden montiert. In der Standardausführung liegen Sender und Empfänger einander gegenüber und es ist kein Retroreflektor erforderlich. Diese wurden lange Zeit nur dann verwendet, wenn die Räume so kurz sind, dass die minimale Länge des Lichtstrahls von etwa 10 m sonst nicht erreicht würde, oder wenn die dem Sender gegenüberliegende Seite nicht stabil ist oder dort kein Empfänger installiert werden kann. Da aber die Ausführung mit dem Retroreflektor preisgünstiger und wesentlich einfacher zu installieren ist, setzen sich die linearen Rauchmelder mit Retroreflektor immer stärker durch.

[0003] Wenn die Distanz zwischen Sender/Empfänger und Retroreflektor gross wird, lässt es sich nicht vermeiden, dass Teile des vom Sender ausgesandten und naturgemäss einen bestimmten Öffnungswinkel aufweisenden Strahls auf Objekte zwischen Sender/ Empfänger und Retroreflektor fallen und zum Empfänger reflektiert werden. Eine Laserlichtquelle weist diesen Nachteil zwar nicht auf, würde aber eine Genauigkeit der Justierung und eine Stabilität der mechanischen Halterung bedingen, die nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar sind.

[0004] Bei der Installation und Inbetriebnahme eines linearen Rauchmelders der eingangs genannten Art muss die Optik exakt ausgerichtet werden. Denn wenn der Strahl zufällig auf ein zwischen Sender und Retroreflektor liegendes und genügend reflektierendes Objekt trifft, dann kann der Melder irrtümlich anstatt auf den Retroreflektor auf dieses Objekt ausgerichtet werden. In Abhängigkeit von der Distanz zwischen Melder und dem genannten Objekt wird dann nur ein Teil des Raumes überwacht. Wenn es sich nicht um ein ortsfestes Objekt handelt, dann kann eine bei Bewegung des Objekts ausbleibende Reflexion schon kurze Zeit nach der Inbetriebnahme zu einem Fehlalarm führen.

[0005] Wenn solche Effekte ausgeschlossen sein sollen, dann muss der Installateur nach erfolgter Inbetriebnahme zum Retroreflektor gehen und diesen gezielt abdecken, um im Melder ein entsprechendes Signal auszulösen. Da Melder und Retroreflektor aber häufig in einer relativ grossen Höhe montiert sind, ist dieser Funktionstest relativ aufwändig.

[0006] Neben der Inbetriebnahme weisen die linearen Rauchmelder mit Retroreflektor auch im Betrieb ei-

ne gewisse Anfälligkeit auf Reflexionen auf, die durch in den Strahlengang ragende Gegenstände verursacht sind. Solche Gegenstände können unter Umständen vortäuschen, dass der Lichtstrahl ungestört vom Sender zum Empfänger verläuft und der Melder voll funktionsfähig ist, obwohl der Raumbereich zwischen dem Gegenstand und dem Retroreflektor vom Gegenstand abgedeckt ist und somit vom Melder nicht "gesehen" wird.

[0007] Im Betrieb des Melders muss also jede Unterbrechung des Strahles detektiert werden, um die Detektionsbereitschaft des Melders für Rauch zu gewährleisten, wobei sich jedoch die durch eine Strahlunterbrechung bewirkten Signale von den durch Rauch bewirkten lediglich durch die Grösse und den zeitlichen Verlauf der Signalabnahme unterscheiden. Rasche Strahlunterbrechungen durch ein Objekt, welches etwa gleichgrosse Signale zum Melder reflektiert wie der Retroreflektor, sind nur sehr schwierig zu erkennen, weil praktisch keine Signalabnahme auftritt. Wenn andererseits die Signalabnahme sehr langsam und eventuell nicht stetig über die Zeit erfolgt, wie beispielsweise bei Strahlunterbrechung durch ein im Luftzug bewegtes Objekt, dann ist eine Unterscheidung von einem durch Rauch erzeugten Signalverlauf nicht möglich.

[0008] Durch die Erfindung soll nun der lineare Rauchmelder der eingangs genannten Art so verbessert werden, dass ein in den Melderstrahl ragendes und diesen unterbrechendes Objekt sowohl bei der Installation und Inbetriebnahme als auch im Betrieb des Melders mit Sicherheit erkannt wird.

[0009] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass bei der Auswertung des vom Empfänger empfangenen Signals zusätzlich eine Messung der vom Lichtstrahl zurückgelegten Distanz erfolgt.

[0010] Bei Abweichung der gemessenen Distanz von einem vorher ermittelten Sollwert wird ein Störungssignal erzeugt. Der Sollwert der Distanz kann entweder den Gebäudeplänen entnommen oder durch Messung von Hand bestimmt werden.

[0011] Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Rauchmelders ist dadurch gekennzeichnet, dass die Distanzmessung an Hand einer Messung der Laufzeit eines vom Sender ausgesandten Lichtpulses erfolgt.

[0012] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die vom Sender ausgesandte Strahlung moduliert und die Phasenlage des empfangenen Signals mit derjenigen des ausgesandten verglichen wird, und dass die Distanzmessung an Hand einer Bestimmung der Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen erfolgt.

[0013] Eine dritte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Rauchmelders ist dadurch gekennzeichnet, dass die vom Sender (1) ausgesandte Strahlung mit einer Frequenz moduliert wird, welche einer Wellenlänge entspricht, die nicht kleiner ist als die zu messende Distanz.

[0014] Vorzugsweise wird die genannte Distanz nach

der Formel $d = \varphi_r \cdot \lambda_m / 360$ berechnet wird, in der d die gesuchte Distanz, φ_r die gemessene Phasenverschiebung und λ_m die genannte Wellenlänge bezeichnet.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels und der einzigen Zeichnung, welche ein Blockschema eines erfindungsgemässen linearen Rauchmelders zeigt, näher erläutert. Der dargestellte Rauchmelder funktioniert nach dem Prinzip der Extinktion, also der Abschwächung eines Lichtstrahls durch in diesen eintretenden Rauch. Der Rauchmelder besteht darstellungsgemäss aus einem Sender 1, einem neben dem Sender angeordneten Empfänger 2, einem dem Sender/Empfänger gegenüberliegenden Retroreflektor 3 und einer dem Sender 1 und dem Empfänger 2 zugeordneten mikroprozessorgesteuerten Steuer- und Auswerteelektronik 4. Sender 1, Empfänger 2 und Elektronik 4 bilden den eigentlichen Melder M. Der Sender 1 sendet einen modulierten Infrarotstrahl zum Retroreflektor 3, der den auftreffenden Strahl auf den Empfänger 2 reflektiert.

[0016] Sobald Rauchpartikel in den Strahlengang gelangen, wird einerseits ein Teil des Infrarotstrahls von diesen Partikeln absorbiert, und andererseits ein anderer Teil des Infrarotstrahls von den Partikeln reflektiert oder an ihnen gestreut. Beide Effekte bewirken eine Abschwächung des auf dem Empfänger 2 auftreffenden Lichts. Sender 1 und Empfänger 2 sind zusammen mit der Elektronik 4 vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Der Retroreflektor 3 ist beispielsweise ein retroreflektierendes Prisma von der Gestalt einer geraden Pyramide, deren Seitenflächen durch gleichschenkelige, rechtwinkelige Dreiecke gebildet sind. Ein solcher Retroreflektor wirkt auf das auftreffende Licht als Polarisator und dreht dessen Schwingungsebene um ungefähr 90° , wobei dieser Winkel in einem gewissen Bereich streuen kann.

[0017] Der dargestellte Rauchmelder wird insbesondere zur Überwachung von grossen Lager- und Fabrikationshallen, Räumen mit komplexen Deckenkonstruktionen oder kunsthistorisch wertvollen Decken, überdachten Innenhöfen, Atriumgebäuden oder Empfangshallen verwendet, wobei die Distanz zwischen dem eigentlichen Melder M und dem Retroreflektor 3 zwischen 5 und 100 m und in Ausnahmefällen sogar mehr als 100 m betragen kann. Bei so grossen Entfernungen lässt es nicht vermeiden, dass wegen des Öffnungswinkels des vom Sender 1 ausgesandten Lichtstrahls Teile des Lichtstrahls auf zwischen Melder M und Retroreflektor 3 angeordnete Objekte fallen und von diesen zum Empfänger 2 reflektiert werden. Selbstverständlich würde eine Laserlichtquelle diesen Nachteil nicht oder jedenfalls in einem wesentlich geringeren Umfang aufweisen, sie würde aber eine Genauigkeit der Justierung und eine Stabilität der mechanischen Verankerung von Melder M und Retroreflektor 3 verlangen, die nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist. So sind nur schon die mechanischen Schwingungen der Wände eines Gebäudes so stark, dass das auf den

Empfänger 2 gelangende Signal praktisch nicht ausgewertet werden kann.

[0018] Eine besonders diffizile Operation ist die Installation und Inbetriebnahme eines linearen Rauchmelders, bei welcher der Melder M und der Retroreflektor 3 häufig in relativ grosser Höhe an gegenüberliegenden Wänden zu montieren und Melder M und Retroreflektor 3 exakt aufeinander auszurichten sind. Wenn beim Ausrichten der vom Sender 1 ausgesandte Lichtstrahl zufällig auf ein vor dem Retroreflektor 3 liegendes Objekt mit einem ausreichend starken Reflexionsvermögen trifft, dann kann der Melder M irrtümlich auf dieses Objekt ausgerichtet werden, das dann die Funktion des Retroreflektors übernimmt. Das hätte zur Folge, dass nur ein Teil des zu überwachenden Raumes überwacht wird. Wenn das genannte Objekt nicht ortsfest ist, könnte schon kurz nach der Inbetriebnahme infolge einer Verschiebung oder Entfernung des Objekts ein Fehlalarm ausgelöst werden. Wenn der die Installation des Melders durchführende Monteur solche Fehler ausschliessen will, dann muss er nach erfolgter Inbetriebnahme zum Retroreflektor 3 gehen und durch eine gezielte Abdeckung von diesem am Melder M ein entsprechendes Signal auszulösen versuchen. Erst das Auftreten dieses Signals bietet die Sicherheit, dass der Melder M tatsächlich auf den Retroreflektor 3 ausgerichtet ist. Bei entsprechender Montagehöhe des Melders kann also dessen Montage und Inbetriebnahme ein sehr aufwändiges Verfahren sein.

[0019] Im Betriebszustand des Melders muss jede Unterbrechung des Lichtstrahls durch ein im Strahlengang befindliches Objekt detektiert werden können, um die volle Funktionsfähigkeit des Melders zu gewährleisten. In der Regel können derartige Objekte durch die Grösse und den zeitlichen Verlauf der Abnahme des Empfangssignals erkannt werden. Wenn aber das in den Strahlengang ragende Objekt etwa gleich viel Signal zum Empfänger 2 reflektiert wie der Retroreflektor 3, kann die Strahlunterbrechung kaum erkannt werden, da keine Signalabnahme entsteht. Und wenn die Signalabnahme sehr langsam und eventuell auch unstetig ist, weil sie beispielsweise durch ein im Luftzug bewegtes Objekt verursacht wird, dann ist eine Unterscheidung von dem durch Rauch erzeugten Signalverlauf kaum möglich.

[0020] Um jede Unterbrechung des Lichtstrahls durch ein in diesen ragendes Objekt mit Sicherheit detektieren zu können, wird beim dargestellten Melder die vom Lichtstrahl zurückgelegte Distanz gemessen. Eine dafür geeignete Methode wäre die in Distanzmessgeräten gebräuchliche Messung der Laufzeit ("time of flight"), bei der vom Sender ein Lichtimpuls von sehr kurzer Dauer ausgesandt und die Zeit bis zu seiner Rückkehr gemessen wird. Da die Laufzeiten schon bei mittleren Entfernungen zwischen Sender und Retroreflektor sehr kurz sind, wäre die Implementierung dieses Verfahrens in einen linearen Rauchmelder sehr aufwändig.

[0021] Beim dargestellten Rauchmelder wird vom

Sender 1 ausgesandte Infrarotlicht mit einer Frequenz moduliert, welche einer Wellenlänge λ_m entspricht, die nicht kleiner ist als die maximal zu messende Distanz. Dabei wird kontinuierlich oder quasikontinuierlich (Paket von Modulationsperioden ausreichender Länge) gesendet und das empfangene, reflektierte Signal wird mit der Sendephasenlage verglichen und die Phasenverschiebung zwischen Sende- und Empfangssignal gemessen. Aus der gemessenen Phasenverschiebung φ_r kann man die Distanz d_r zum Reflektor 3 durch die folgende einfache lineare Beziehung berechnen:

$$d_r = \frac{0.5 \cdot \varphi_r \cdot \lambda_m}{360^\circ}$$

[0022] Bei diesem Verfahren kann man Messzeit, Sendeenergie und die gewünschte Messgenauigkeit den jeweiligen Bedürfnissen relativ leicht anpassen. Dabei gilt allgemein, dass eine längere Messzeit bei gleich bleibender Leistung und entsprechend höherer Energie eine verbesserte Messgenauigkeit ergibt. Wenn die gemessene Distanz d_r von einem vorher bestimmten Sollwert abweicht, wird ein Störungssignal ausgelöst.

[0023] Die Phasenmessung kann mit verschiedenen bekannten Verfahren realisiert werden. So kann man beispielsweise das empfangene Signal mittels eines Komparators zu einer Rechteckwelle mit konstanter Amplitude umformen und diese mit dem Sendesignal digital multiplizieren. Dieses unter der Bezeichnung EX-OR bekannte Verfahren versagt jedoch bei sehr kleinem Empfangssignal. Bei einem anderen Verfahren, welches einen so genannten Lock-In Verstärker mit Quadratur benutzt, wird das Empfangssignal einmal mit dem Sendesignal und einmal mit dem um 90° verschobenen Sendesignal multipliziert. Vektoriell betrachtet wird dadurch die Projektion auf die x- und y-Achse des Sendesignalraums bestimmt, woraus sich über die entsprechende Winkelfunktion im Mikroprozessor die Phasenlage des Empfangssignals berechnen lässt.

[0024] Da die Distanz zwischen Sender 1 und Retroreflektor 3 entweder aus dem Gebäudeplan bekannt ist oder leicht abgemessen werden kann, ist jede Abweichung der nach der obigen Formel berechneten Distanz d_r vom Sollwert eindeutig erkennbar. Für die Installation des Melders M steht ein Inbetriebnahmegerät zur Verfügung, welches unter anderem einen an den Melder anschließbaren externen Ansprechindikator und ein Justierset zur Ausrichtung des Melders M auf den Reflektor 3 aufweist. Der Ansprechindikator spricht nur dann an, wenn einerseits die Phasenmessung eine Übereinstimmung der gemessenen Distanz d_r mit der Soll-Distanz ergibt, und andererseits die Amplitude des Empfangssignals in einem bestimmten Bereich liegt. Bei Nichtansprechen des Ansprechindikators ist der Melder nicht auf den Retroreflektor sondern auf ein anders reflektierendes Objekt ausgerichtet, welches vom Melder eine andere Distanz als der Retroreflektor und/

oder ein anderes Reflexionsvermögen als dieser aufweist.

[0025] Im Betrieb des Melders wird jede Unterbrechung des Lichtstrahls an Hand der Abweichung der gemessenen Distanz d_r von ihrem Sollwert erkannt.

Patentansprüche

1. Linearer Rauchmelder mit einem Sender (1) zur Aussendung eines eine Messstrecke durchquerenden Lichtstrahls, einem neben dem Sender (1) angeordneten Empfänger (2), einem im Abstand vom Sender/Empfänger (1,2) angeordneten Retroreflektor (3) und einer Elektronik (4) für die Auswertung des vom Empfänger empfangenen Signals, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Auswertung des vom Empfänger (2) empfangenen Signals zusätzlich eine Messung der vom Lichtstrahl zurückgelegten Distanz erfolgt.
2. Rauchmelder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Abweichung der gemessenen Distanz von einem vorher ermittelten Sollwert ein Störungssignal erzeugt wird.
3. Rauchmelder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzmessung an Hand einer Messung der Laufzeit eines vom Sender (1) ausgesandten Lichtpulses erfolgt.
4. Rauchmelder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Sender (1) ausgesandte Strahlung moduliert und die Phasenlage des empfangenen Signals mit derjenigen des ausgesandten verglichen wird, und dass die Distanzmessung an Hand einer Bestimmung der Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen erfolgt.
5. Rauchmelder nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Sender (1) ausgesandte Strahlung mit einer Frequenz moduliert wird, welche einer Wellenlänge entspricht, die nicht kleiner ist als die zu messende Distanz.
6. Rauchmelder nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Distanz nach der Formel $d = \varphi_r \cdot \lambda_m / 360$ berechnet wird, in der d die gesuchte Distanz, φ_r die gemessene Phasenverschiebung und λ_m die genannte Wellenlänge bezeichnet.
7. Rauchmelder nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Phasenmessung das Empfangssignal einerseits mit dem unverschobenen und andererseits mit dem um 90° verschobenen Sendesignal multipliziert wird und dadurch die Projektionen auf die x- und die y-Achse des Sendesignalraums bestimmt werden, und dass daraus die

Phasenlage des Empfangssignals über die entsprechenden Winkelfunktionen berechnet wird.

5

10

15

20

25

30

35

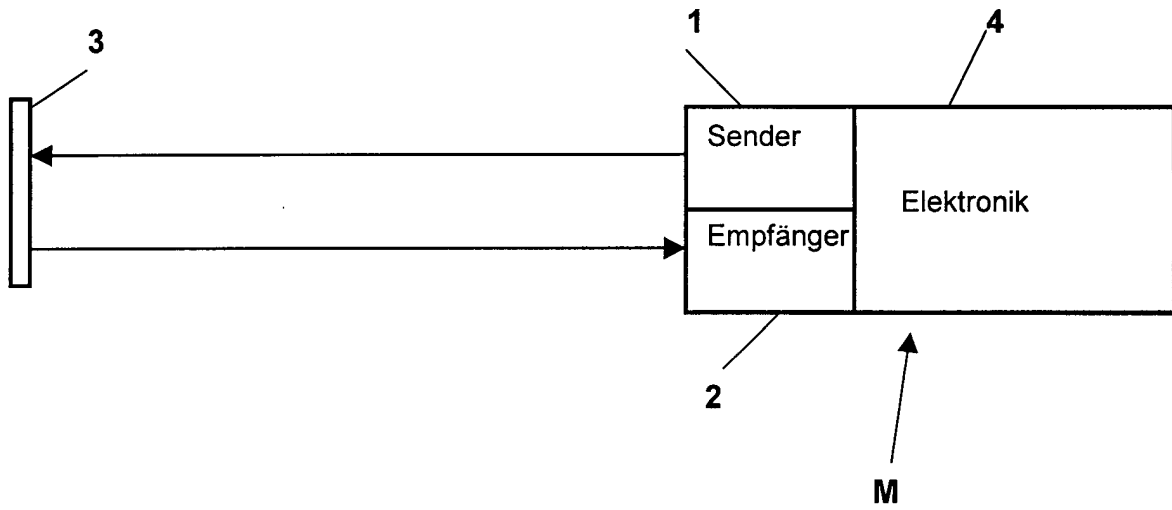
40

45

50

55

5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 8578

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 472 039 A (NOHMI BOSAI LTD) 26. Februar 1992 (1992-02-26)	1-3	G08B17/103
Y	* Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 8 * * Spalte 1, Zeile 52 - Zeile 56 * * Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 17; Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 32 * * Spalte 3, Zeile 47 - Zeile 49 * * Spalte 5, Zeile 57 - Spalte 6, Zeile 4 * * Spalte 6, Zeile 33 - Zeile 46 * * Spalte 9, Zeile 5 - Zeile 9; Abbildung 7 *	4-7	
Y	--- US 5 889 490 A (FISHER WALTER G ET AL) 30. März 1999 (1999-03-30) * Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 11 * * Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 55 * * Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 65 * * Spalte 7, Zeile 10 - Spalte 8, Zeile 8; Abbildung 2 * * Spalte 13, Zeile 21 - Zeile 25 * -----	4-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) G08B
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20. Dezember 2002	Prüfer Meister, M
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 03.82 (P04C03)

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

EP 02 01 8578

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.

20-12-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0472039 A	26-02-1992	JP 2935549 B2	16-08-1999
		JP 4102997 A	03-04-1992
		DE 69118277 D1	02-05-1996
		DE 69118277 T2	02-10-1996
		EP 0472039 A2	26-02-1992
		US 5225810 A	06-07-1993

US 5889490 A	30-03-1999	US 5745437 A	28-04-1998

EPO FORM P0461

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