

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 923 086 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: H01C 7/02, H01C 7/13

(21) Anmeldenummer: 98811171.2

(22) Anmeldetag: 26.11.1998

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

- Greuter, Felix, Dr.  
5406 Baden-Rütihof (CH)
- Loitzl-Jelenic, Ruzica  
5416 Kirchdorf (CH)
- Skindhoj, Jörgen, Dr.  
2000 Frederiksberg (DK)
- Strümpfer, Ralf, Dr.  
5412 Gebenstorf (CH)

(30) Priorität: 11.12.1997 DE 19754976

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.  
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: Kaiser, Helmut, Dr. et al  
Asea Brown Boveri AG  
Immaterialgüterrecht (TEI)  
Haselstrasse 16/699  
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:  
• Glatz-Reichenbach, Joachim, Dr.  
5404 Baden-Dättwil (CH)

### (54) Schutzelement

(57) Ein Schutzelement zum Schutz insbesondere eines Elektromotors vor Ueberströmen enthält in einer Polymermatrix, vorzugsweise ETFE, z. B. 40%(Vol.) eines ersten pulverförmigen Füllstoffs aus einem leitfähigen Material, vorzugsweise TiB<sub>2</sub>, so dass wie bei einem PTC-Element der Widerstand bei einer der Schmelztemperatur des Polymers entsprechenden Schalttemperatur sprunghaft ansteigt. Ausserdem sind 20%(Vol.) eines zweiten pulverförmigen Füllstoffs beigegeben, eines Phasenübergangsmaterials, das bei einer unterhalb der Schalttemperatur liegenden kritischen Tempe-

ratur einem Phasenübergang unterliegt, bei welchem es Umwandlungswärme aufnimmt. Dadurch wird die Ansprechzeit (T) des Schutzelements in einem höheren zulässigen Motoranlaufströmen entsprechenden Bereich des Ueberstromfaktors (F) merklich verlängert und die Ansprechkennlinie dort gezielt angehoben. Für den zweiten Füllstoff kommen z. B. Materialien mit fest-fest-Phasenübergang wie Pentaerythrit, NaNO<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub> oder auch mit fest-flüssig-Phasenübergang wie UHMWPE, Quinol oder insbesondere mikrogekapselte Metalle, Legierungen und Salze in Frage.

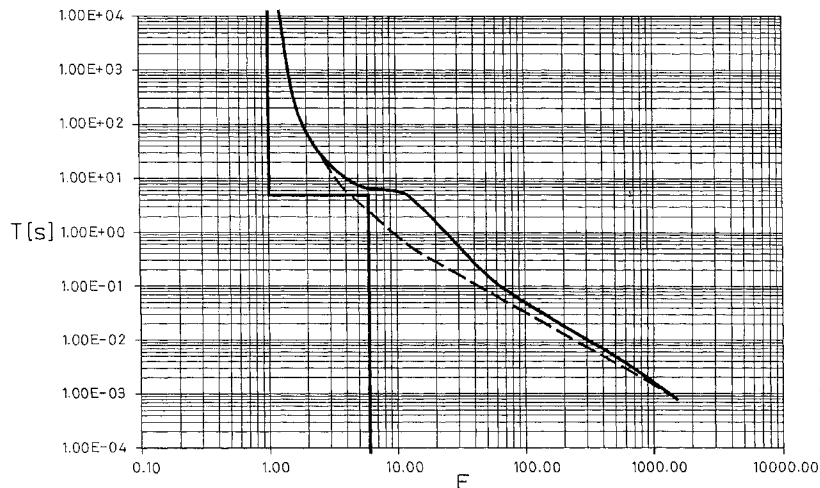


FIG. 2

EP 0 923 086 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schutzelement zum Schutz eines Stromverbrauchers vor Ueberlastung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Verwendung desselben. Es sind seit längerem Widerstandselemente, sogenannte PTC-Elemente bekannt mit einer Polymermatrix und in dieselbe eingebettetem pulverförmigem Füllstoff aus leitfähigem Material. Der Widerstand dieser Elemente nimmt sprunghaft um mehrere Grössenordnungen zu, wenn die Temperatur des Widerstandselements eine Schalttemperatur erreicht. Sie entspricht dem Schmelzpunkt des Polymers, bei welchem die Teilchen des Füllstoffs durch das Schmelzen der Matrix getrennt werden.

[0002] Dieser Effekt lässt sich u. a. zur Strombegrenzung, insbesondere zur Abschaltung von Ueberströmen benützen. Dabei wird ein Widerstandselement, dessen Temperatur bei Nennstrom im hochleitenden Bereich bleibt, aber durch einen Ueberstrom so weit erwärmt wird, dass es die Schalttemperatur erreicht, als Schutzelement mit dem Stromverbraucher in Reihe gelegt.

[0003] Es wurde auch bereits vorgeschlagen (J. Mater. Res. 6/1 (1991)), bei PTC-Widerständen zur Verhinderung einer Ueberhitzung des Polymers einen weiteren pulverförmigen Füllstoff vorzusehen, welcher bei einer oberhalb dieser Schalttemperatur liegenden kritischen Temperatur einer Phasenumwandlung unterliegt, bei der er Umwandlungswärme aufnimmt, so dass eine weitere Erwärmung des Widerstandskörpers verhindert oder jedenfalls verzögert wird.

[0004] Für diverse Anwendungen sind Schutzelemente erforderlich, bei denen die Auslösekennlinie, d. h. die Ansprechzeit als Funktion des Ueberstromfaktors eine bestimmte Form aufweist. Wenn der Ueberstrom ein bestimmtes Vielfaches eines Nennstroms ausmacht, so soll das Schutzelement nach einer bestimmten, von diesem Faktor abhängigen Zeit den Strom abschalten. Dies gilt besonders für Motorschutzschaltungen, die in Reihe mit einem Elektromotor liegen und während einer gewissen Zeit, z. B. 1 bis 10 sec einen erhöhten Motoranlaufstrom tragen müssen, der beispielsweise bis zum 5- bis 10-fachen des Nennstroms beträgt. Anschliessend soll der Grenzwert, bei dem die Motorschutzschaltung abschaltet, bis nahe an den Nennstrom absinken, so dass zur Vermeidung einer thermischen Ueberlastung des Motors auf Dauer nur ein kleiner Ueberstrom toleriert wird.

[0005] Derartige Motorschutzschaltungen können derzeit nur durch verhältnismässig aufwendige Reihenschaltungen verschiedener Schaltelemente realisiert werden, z. B. einer rasch auf kurze hohe Ueberströme, wie sie etwa durch Blitzschlag verursacht werden, reagierenden Sicherung, eines auf etwas länger dauernde weniger ausgeprägte Ueberströme wie z. B. Kurzschlussströme ansprechenden Schalters und eines Thermorelais, das bei langanhaltenden geringen Ueberströmen abschaltet.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schutzelement zu schaffen, das eine für derartige Aufgaben geeignete Abhängigkeit der Ansprechzeit vom Ueberstromfaktor aufweist und das daher im Rahmen einer einfacheren Schaltung, vorzugsweise allein oder in Reihe mit lediglich einem Schalter oder Trenner ausreicht, um eine solche Schutzaufgabe zu erfüllen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Erfindung gemäss dem Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst. Während etwa herkömmliche PTC-Widerstände eine Auslösekennlinie aufweisen, welche bei korrekter Einstellung im Bereich kurzer hoher und tiefer langandauernder Ueberströme bei üblichen Motoranlaufströmen zu rasch ansprechen oder umgekehrt zwar die erforderlichen Motoranlaufströme zulassen aber bei kurzen hohen und vor allem bei tiefen langandauernden Ueberströmen zu langsam reagieren, lässt sich dies durch die erfindungsgemässe Massnahme korrigieren, indem die Erwärmung des Widerstandselements im Bereich zu erwartender Motoranlaufströme gezielt verzögert und die Ansprechzeit dadurch verlängert wird.

[0008] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile liegen vor allem darin, dass sie die Möglichkeit eröffnet, einfach aufgebaute, zuverlässige und mit verhältnismässig geringem Aufwand herstellbare Schutzelemente für den Schutz empfindlicher Bauteile vor Ueberströmen herzustellen. Besonders geeignet sind erfindungsgemässe Schutzelemente als Motorschutzschaltungen für Elektromotoren oder als Komponenten derartiger Schaltungen.

[0009] Im folgenden wird die Erfindung unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Schaltbild enthaltend einen Elektromotor und eine Motorschutzschaltung mit einem erfindungsgemässen Schutzelement und  
 Fig. 2 die Ansprechzeit als Funktion des Ueberstromfaktors für ein bekanntes gattungsgemässes Widerstandselement und für ein erfindungsgemässes Schutzelement, ausserdem die Grenzwerte für einen zulässigen Motoranlaufstrom.

[0010] Erfindungsgemässe Schutzelemente weisen jeweils in bekannter Weise einen mit zwei Kontaktelektroden versehenen Widerstandskörper auf. Gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel ist der Widerstandskörper folgendermassen zusammengesetzt: als Matrixmaterial dient ein hitzebeständiger Thermoplast, vorzugsweise ETFE, z. B. Hostaflon® der Hoechst AG mit einem Schmelzpunkt zwischen 210°C und 270°C, jedenfalls mindestens 200°C. Der Anteil an der Masse des Widerstandskörpers beträgt 40%(Vol.). Als erster Füllstoff wird TiB<sub>2</sub>-Pulver beigemischt, und zwar ebenfalls 40%(Vol.). Das Material weist eine sehr hohe Leitfähigkeit auf, so dass das Schutzelement bei niedrigen Temperaturen einen geringen Widerstand zeigt. Die verbleibenden 20%(Vol.) fallen auf einen zweiten Füllst-

off, Pentaerythrit, das ebenfalls in Pulverform beigegeben wird. Dieses Phasenübergangsmaterial weist einen fest-fest-Phasenübergang bei einer kritischen Temperatur  $T_c=187^\circ\text{C}$  auf, bei welchem es  $505\text{J}/\text{cm}^3$  Umwandlungswärme aufnimmt.

**[0011]** Bei einem Schutzelement nach einem zweiten Ausführungsbeispiel werden das gleiche Matrixmaterial und der gleiche erste Füllstoff zu den gleichen Anteilen verwendet wie beim ersten. Als zweiter Füllstoff wird, ebenfalls zu 20%(Vol.), UHMWPE in Pulverform beigegeben. Ein derartiges Polymer, das bei  $135^\circ\text{C}$  schmilzt, kann ebenfalls von der Firma Hoechst bezogen werden. Dieses Phasenübergangsmaterial nimmt beim Schmelzen  $186\text{J}/\text{cm}^3$  an Umwandlungswärme auf. Es ist dann noch hochviskos, so dass sein Phasenübergang weiter keine wesentliche Auswirkung auf den Zustand des Widerstandskörpers hat.

**[0012]** Es sind natürlich viele andere Zusammensetzungen des Widerstandsmaterials für das Schutzelement möglich. Insbesondere kann als zweiter Füllstoff auch Pulver von ferroelektrischem Material wie  $\text{NaNO}_2$  oder  $\text{NaNO}_3$  eingesetzt werden. Diese Phasenübergangsmaterialien weisen jeweils einen fest-fest-Phasenübergang bei  $T_c=162^\circ\text{C}$  bzw.  $275^\circ\text{C}$  auf und nehmen Umwandlungswärmen von  $40,1\text{J}/\text{cm}^3$  bzw.  $209\text{J}/\text{cm}^3$  auf.

**[0013]** Daneben können Phasenübergangsmaterialien eingesetzt werden, die bei verhältnismässig tiefer Temperatur schmelzen, also einen fest-flüssig-Phasenübergang zeigen. Hier kommen vor allem Metalle und Legierungen in Frage, z. B. Sn mit einem Schmelzpunkt von  $T_c=157^\circ\text{C}$  oder Sn/Pb-63/37 mit  $T_c=183^\circ\text{C}$ , aber auch Salze oder organische Substanzen wie Quinol mit  $T_c=172^\circ\text{C}$ . Vorzugsweise werden schmelzende Materialien in mikrokapselter Form verwendet, da sonst die Gefahr besteht, dass das Schmelzen des Materials irreversible Veränderungen im Widerstandskörper hervorruft. Derartige Materialien werden beispielsweise von Triangel Research and Development Corporation angeboten. Vorzugsweise werden Phasenübergangsmaterialien eingesetzt, deren Umwandlungswärme verhältnismässig gross ist, z. B. mindestens  $40\text{J}/\text{cm}^3$  beträgt.

**[0014]** Als Matrixmaterial kommt neben hochschmelzenden Thermoplasten auch Polyäthylen in Frage, das bei ca.  $135^\circ\text{C}$  schmilzt. Dies entspricht der Schalttemperatur des Schutzelements, so dass die kritische Temperatur  $T_c$  des zweiten Füllstoffs tiefer liegen sollte. Auch für den ersten Füllstoff kann natürlich eine andere Wahl als  $\text{TiB}_2$  getroffen werden.

**[0015]** Bei Stromstärken bis zu einem bestimmten Nennstrom sind die Teilchen des ersten Füllstoffs miteinander in Kontakt und bilden durchgehende Strompfade. Die Temperatur des Widerstandskörpers ist stabil und das Schutzelement weist geringen elektrischen Widerstand auf. Bei höheren Strömen werden die besagten Teilchen zunehmend erwärmt und durch den Kontakt mit ihnen auch die Polymermatrix, bis diese bei

Erreichen der Schalttemperatur schmilzt. Die Teilchen des ersten Füllstoffs werden dadurch getrennt und der Widerstand des Schutzelements steigt rasch um mehrere Grössenordnungen an. Die Ansprechzeit, die bis zum Erreichen der Schalttemperatur verstreicht, hängt von der Energieaufnahme und diese wieder vom Ueberstromfaktor, d. h. dem Quotienten  $I/I_n$  zwischen tatsächlichem Strom  $I$  und Nennstrom  $I_n$  ab.

**[0016]** Bei einem erfindungsgemässen Schutzelement wird bei nicht zu hohen Werten des Ueberstromfaktors durch die Umwandlungswärme, die der zweite Füllstoff bei seinem Phasenübergang aufnimmt, der Temperaturanstieg im Widerstandskörper verlangsamt. Die Schalttemperatur wird dadurch später erreicht und die Ansprechkennlinie angehoben. Bei sehr hohen Ueberströmen wird die Schalttemperatur dagegen erreicht, bevor ein Phasenübergang eintreten kann, so dass derselbe sich auf die Ansprechzeit nicht auswirkt. Bei tiefem Ueberstromfaktor wiederum ist die Ansprechzeit so gross, dass die durch den Phasenübergang bewirkte Verzögerung kaum ins Gewicht fällt. Die Verlängerung der Ansprechzeit durch den Phasenübergang lässt sich jeweils durch die Dosierung des zweiten Füllstoffs und seine Umwandlungswärme beeinflussen. Die Stromstärke, bei der der Effekt auftritt, hängt u. a. von der Schnelligkeit ab, mit der der Phasenübergang eintritt und lässt sich mindestens innerhalb gewisser Grenzen durch die Teilchengrösse des zweiten Füllstoffs steuern. Es ist natürlich möglich, auch kompliziertere Kennlinien einzustellen, indem etwa der zweite Füllstoff aus zwei oder mehr Phasenübergangsmaterialien zusammengesetzt wird, welche bei verschiedenen kritischen Temperaturen Phasenumwandlungen unterliegen.

**[0017]** Wie erläutert bewirkt also der Phasenübergang des zweiten Füllstoffs vor allem in einem bestimmten Ueberstrombereich eine spürbare Verlängerung der Ansprechzeit des Schutzelements. Dies kann in einer Motorschutzschaltung ausgenützt werden, wie sie Fig. 1 zu entnehmen ist. Dort liegt ein Elektromotor 1 mit einer Motorschutzschaltung 2 und einer Stromquelle 3 in Serie. Die Motorschutzschaltung 2 enthält ein erfindungsgemässes Schutzelement 4 und einen Schalter 5, welcher nach allfälligem Ansprechen des Schutzelements 4 geöffnet wird.

**[0018]** In Fig. 2 ist die Ansprechzeit  $T$  eines typischen bekannten gattungsgemässen Schutzelements aus 50%(Vol.) ETFE als Matrixmaterial und 50%(Vol.) erstem Füllstoff als Funktion des Ueberstromfaktors  $F=I/I_n$  gestrichelt dargestellt und die entsprechende Funktion eines erfindungsgemässen Schutzelements, bei welchem 40%(Vol.) ETFE, mit 40%(Vol.)  $\text{TiB}_2$  und 20%(Vol.) UHMWPE vermischt sind, durchgezogen. Ebenfalls durchgezogen sind die zulässige Dauer des Motoranlaufstroms und der dem zulässigen Grenzwert desselben entsprechende Ueberstromfaktor eingezeichnet.

**[0019]** Die beiden Schutzelemente sind so dimensio-

niert, dass ihre Ansprechzeiten jeweils bei hohen und bei tiefen Ueberstromfaktoren praktisch übereinstimmen. Im Bereich maximal zulässigen Motoranlaufstroms ist die Ansprechzeit T des bekannten Schutzelements zu klein. Diejenige des erfindungsgemässen Schutzelements ist dort dagegen angehoben, so dass sie knapp oberhalb der zulässigen Dauer des Motoranlaufstroms liegt.

#### Patentansprüche

1. Schutzelement zum Schutz eines Stromverbrauchers vor Ueberlastung mit einem zwischen zwei Kontaktanschlüssen angeordneten Widerstandskörper, dessen elektrischer Widerstand bei Erreichen einer Schalttemperatur sprunghaft ansteigt, aus einer Polymermatrix und einem ersten pulverförmigen Füllstoff aus einem leitfähigen Material sowie einem zweiten pulverförmigen Füllstoff, welcher mindestens ein Phasenübergangsmaterial enthält, das bei einer kritischen Temperatur ( $T_c$ ) einer Phasenumwandlung unterliegt, bei welchem es Umwandlungswärme aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kritische Temperatur ( $T_c$ ) unterhalb der Schalttemperatur liegt. 15
2. Schutzelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite pulverförmige Füllstoff mindestens ein Phasenübergangsmaterial enthält, das einem fest-fest-Phasenübergang unterliegt. 30
3. Schutzelement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Füllstoff mindestens eines der folgenden Phasenübergangsmaterialien enthält: Pentaerythrit,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ . 35
4. Schutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite pulverförmige Füllstoff mindestens ein Phasenübergangsmaterial enthält, das einem fest-flüssig-Phasenübergang unterliegt. 40
5. Schutzelement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Füllstoff mindestens eines der folgenden Phasenübergangsmaterialien enthält: UHMWPE, Quinol; Metall, Legierung oder Salz, insbesondere mikrogekapselt. 45
6. Schutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umwandlungswärme des Phasenübergangsmaterials jeweils mindestens  $40 \text{ J/cm}^3$  beträgt. 50
7. Schutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix mindestens überwiegend aus Thermoplasten 55

oder Polyäthylen besteht.

8. Schutzelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix mindestens überwiegend aus Fluor-Thermoplasten, insbesondere ETFE besteht. 5
9. Verwendung eines Schutzelements (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer mit einem Elektromotor (1) in Reihe liegenden Motorschutzschaltung (2). 10

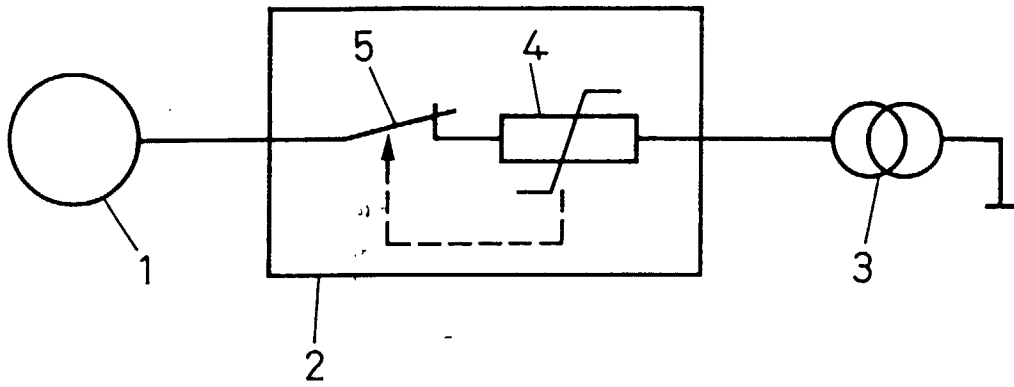


FIG. 1

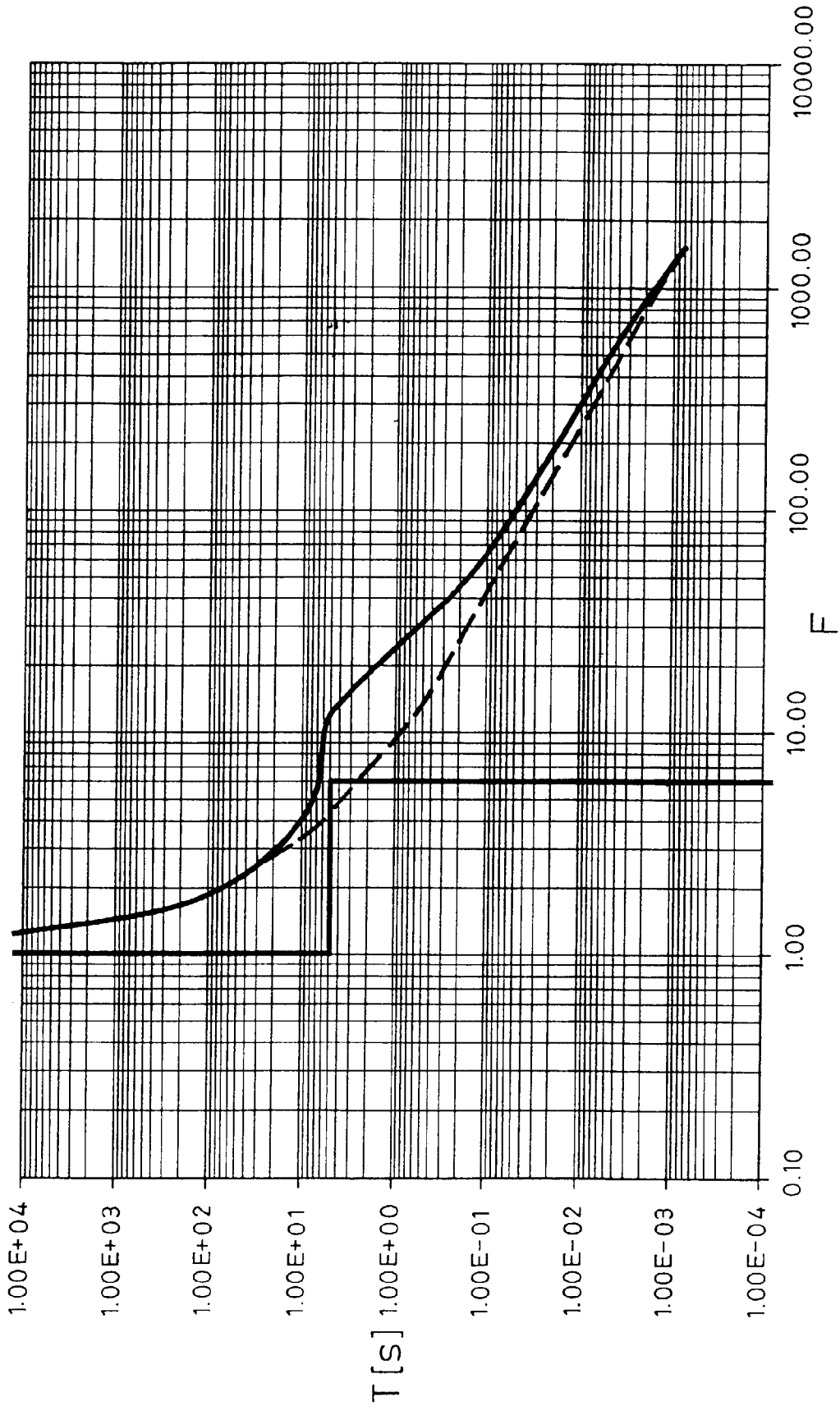


FIG. 2



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 81 1171

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 554 679 A (CHENG TAI C) 10. September 1996 * das ganze Dokument *	1,2,5-7	H01C7/02 H01C7/13
A	EP 0 649 150 A (ABB RESEARCH LTD) 19. April 1995 * Spalte 9, Zeile 41 - Spalte 10, Zeile 1616; Ansprüche 1-3,12,14-16 *	1,2,7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 257 (E-1368), 20. Mai 1993 & JP 05 003072 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 8. Januar 1993 * Zusammenfassung *	1,3	
A	EP 0 696 036 A (ABB RESEARCH LTD) 7. Februar 1996 * das ganze Dokument *	1,7,8	
A	US 5 565 132 A (SALYER IVAL O) 15. Oktober 1996 * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTESACHGEBIETE (Int.Cl.6) H01C
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Februar 1999	Prüfer Gorun, 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 : mündliche 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 15/03 03.82 (P04C003)

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

EP 98 81 1171

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.

25-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5554679 A	10-09-1996	AU 5926696 A	11-12-1996
		WO 9637543 A	28-11-1996
EP 0649150 A	19-04-1995	DE 59406312 D	30-07-1998
		JP 7169607 A	04-07-1995
		US 5858533 A	12-01-1999
EP 0696036 A	07-02-1996	DE 4427161 A	08-02-1996
		JP 8191003 A	23-07-1996
US 5565132 A	15-10-1996	AU 697959 B	22-10-1998
		AU 5241196 A	19-12-1996
		CA 2177450 A	07-12-1996
		EP 0747431 A	11-12-1996
		JP 9143462 A	03-06-1997
		NZ 286631 A	26-01-1998

EPO FORM P0481

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