



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤1 Int. Cl.³: H 01 H 85/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

636 477

⑳ Gesuchsnummer: 11733/77

㉔ Anmeldungsdatum: 26.09.1977

㉓ Priorität(en): 27.09.1976 US 726602

㉔ Patent erteilt: 31.05.1983

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.05.1983

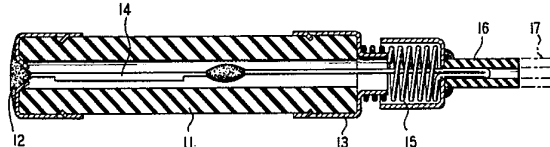
㉗ Inhaber:
Western Electric Company, Incorporated, New
York/NY (US)

㉗ Erfinder:
Jacques Armand Augis, Pickerington/OH (US)
Ho Sou Chen, Warren/NJ (US)
Harry John Leamy, New Providence/NJ (US)

㉗ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑤4 Elektrische Sicherung.

⑤7 Im Innern einer Sicherungshülse (11) ist ein elektrisch leitendes Sicherungselement (14) angeordnet. Das Sicherungselement besteht aus der Verbindung $(\text{Fe}_{0,4}\text{Ni}_{0,6})_{75}\text{P}_{16}\text{B}_6\text{Al}_3$ und besitzt einen glasartigen Zustand. Die erläuterte Sicherung spricht schnell an und dient insbesondere zum Schutz empfindlicher elektronischer Geräte gegen Stromüberlastung.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrische Sicherung mit einem länglichen, federbelasteten, elektrisch leitenden Sicherungselement, welches eine im wesentlichen konstante Querschnittsfläche besitzt und an seinen äusseren Enden mit ersten und zweiten Kontaktgliedern elektrisch verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherungselement (14) aus einem metallischen Glas besteht.

2. Elektrische Sicherung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherungselement (14) an wenigstens zwei Stellen eine verringerte Querschnittsfläche besitzt.

3. Elektrische Sicherung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das metallische Glas aus einer Mischung wenigstens eines ersten und eines zweiten Bestandteils besteht, wobei der erste Bestandteil ein Übergangsmetall oder ein Edelmetall und der zweite Bestandteil ein Übergangsmetall, ein Edelmetall, ein Metalloid, Beryllium (Be) oder Magnesium (Mg) ist.

4. Elektrische Sicherung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das metallische Glas aus einer Legierung des Systems $\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Y}$ besteht, wobei Y ein Metalloid oder eine Mischung aus Metalloiden ist und einen Anteil von 10 bis 30 Atom-% der Legierung besitzt.

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Sicherung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher bezeichneten Art. Eine derartige Sicherung ist allgemein bekannt.

Bei der Konstruktion von Sicherungen zum Schutz elektrischer Schaltkreise gegen Stromüberlastung muss eine Reihe Sicherungseigenschaften in Abhängigkeit von der Art des zu schützenden Schaltkreises berücksichtigt werden. Eine erste Sicherungseigenschaft, die sogenannte Strom-Nennbelastung, wird definiert als der stärkste Strom der unbegrenzt lange durch eine Sicherung fliessen kann, ohne dass diese durchbrennt. Eine zweite Sicherungseigenschaft ist mit unterschiedlichen Bezeichnungen bekannt als Verzögerungszeit, Unterbrechungszeit, Durchschmelzgeschwindigkeit oder einfach nur Geschwindigkeit und wird definiert als die Zeitdauer, welche zwischen dem Anlegen einer Stromüberbelastung und dem Durchbrennen der Sicherung vergeht. Die Verwendung einer langsamen Sicherung, d.h. einer Sicherung mit einer verhältnismässig langen Verzögerungszeit, kann für Anwendungen wie beispielsweise den Schutz elektromechanischer Geräte angezeigt sein, wo kurzdauernde, die Strom-Nennbelastung der Sicherung übersteigende Schaltströme die Sicherung intakt lassen sollen. Eine spezielle Konstruktion einer derartigen langsamen Sicherung ist in dem Buch «Electric Fuses» von H.W. Baxter, Verlag Edward Arnold & Co., 1950 beschrieben. Die dort auf den Seiten 38–40 beschriebene Sicherung besitzt eine Strom-Nennbelastung von 0,4 A und kann eine 20%ige Stromüberlastung für eine Minute aushalten, bevor sie durchbrennt. Während langsame Sicherungen auch zum Schutz von Radiogeräten mit grossen Kondensatoren nützlich sein können, wird der Schutz empfindlicher Festkörper-Elektronikanlagen vorzugsweise durch schnelle Sicherungen gewährleistet, d.h. durch Sicherungen, die bei einer Stromüberlastung schnell ansprechen. Beim Vergleich von Sicherungen muss stets im Auge behalten werden, dass die Unterbrechungszeit einer Sicherung eine Funktion der Stromüberlastung ist.

Zusätzliche allgemeine Forderungen an die Konstruktion von Sicherungen sind die Korrosionsfestigkeit des Sicherungselementes und die Verhinderung einer Lichtbogenentladung zwischen den Sicherungskontakten beim Durchschmelzen des Sicherungselementes. Eine spezielle Forderung bezüglich der mechanischen Festigkeit des Sicherungselementes tritt bei

Sicherungen mit Zustandsanzeige auf, d.h. Sicherungen, bei denen das Sicherungselement federbelastet ist und beim Durchbrennen der Sicherung die Federenergie frei wird, um beispielsweise den Stromkreis einer Alarmschaltung zu schliessen. Solche anzeigenden Sicherungen sind speziell für Anwendungen geeignet, bei denen eine rasche Identifizierung einer durchgebrannten Sicherung in einem grossen Feld von Sicherungen wesentlich ist; beispielsweise können solche Sicherungen zum Schutz komplizierter Anlagen wie beispielsweise elektronischer Rechner oder Fernsprechvermittlungssysteme benutzt werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine elektrische Sicherung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, welche eine hohe Ansprechgeschwindigkeit, einen guten Korrosionswiderstand und einen für Anwendungen als Alarmsicherung ausreichende mechanische Festigkeit besitzt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss durch das im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebene Merkmal gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Sicherung nach Patentanspruch 1 sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 gekennzeichnet.

Durch die erfindungsgemässe Verwendung eines elektrisch leitenden Sicherungselementes, das einen glasartigen Zustand statt eines polykristallinen Zustandes besitzt, erhält man eine Sicherung, die bei Stromüberlastung schnell anspricht. Der Ausdruck «metallisches Glas» ist ein elektrisch leitendes Material und besteht nicht aus einer herkömmlichen Metallverbindung.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe elektrische Sicherung mit einem Sicherungselement, das einen glasartigen Zustand besitzt, und

Fig. 2 eine graphische Darstellung des Verlaufs der Unterbrechungszeit als Funktion des elektrischen Stroms, und zwar für zwei Sicherungselemente, von denen das eine einen polykristallinen Zustand und das andere einen glasartigen Zustand besitzt.

Fig. 1 zeigt eine isolierende Sicherungshülse 11, die mit elektrisch leitenden Stirnkappen 12 und 13 ausgerüstet ist, welche als Sicherungskontakte dienen können. Ein Sicherungselement 14 ist mechanisch und elektrisch mit der Stirnkappe 12 und über eine metallische Feder 15 mit der Stirnkappe 13 verbunden. Solange das Sicherungselement 14 intakt ist, bleibt die Feder 15 zusammengedrückt und belastet somit das Sicherungselement 14 auf Zug. Beim Durchbrennen des Sicherungselementes 14 aufgrund einer Stromüberbelastung zwischen den Kontakten 12 und 13 dehnt sich die Feder 15 aus und bewegt dabei den Alarmauslöser 16 in die Alarmposition 17.

Fig. 2 zeigt einen Kurvenverlauf 21 für ein glasartiges Sicherungselement aus der Verbindung $(\text{Fe}_{0,4}\text{Ni}_{0,6})_{75}\text{P}_{16}\text{B}_6\text{Al}_3$ sowie einen Kurvenverlauf 22 für ein herkömmliches, polykristallines Sicherungselement aus $\text{Cu}_{55}\text{Ni}_{45}$, wobei beide Sicherungselemente eine Strom-Nennbelastung von 0,5 A besitzen. Die Kurvenverläufe 21 und 22 zeigen auf graphischem Wege die Beziehung zwischen der Unterbrechungszeit und dem Stromfluss durch das Sicherungselement. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist bei einem Strom von 3 A, d.h. dem sechsfachen der Strom-Nennbelastung, das glasartige Sicherungselement aus metallischem Glas mehr als zehnmal so schnell wie das polykristalline Sicherungselement.

Das Sicherungselement 14 ist ein Faden bzw. Draht, der einen glasförmigen Zustand statt des üblichen polykristallinen metallischen Zustandes besitzt. Zu den Eigenschaften, welche glasartigen Drähten gemeinsam sind und welche derartige Drähte speziell für Sicherungszwecke geeignet machen, zählen eine überragende Zugfestigkeit bei Zimmertemperatur und ein

plötzlicher Zugfestigkeitsabfall bei Erwärmung auf eine charakteristische Temperatur, welche als Glasübergangstemperatur oder Drucktemperatur bezeichnet wird. Aufgrund ihrer hohen Zugfestigkeit eignen sich glasartige Drähte speziell zum Aushalten einer Federbelastung, wenn sie als Sicherungselemente in anzeigenden Sicherungen verwendet werden. In der nachstehenden Tabelle I ist die Festigkeit bei Zimmertemperatur anhand von drei verschiedenen glasartigen Legierungen sowie für Vergleichszwecke anhand der polykristallinen $\text{Cu}_{55}\text{Ni}_{45}$ -Verbindung veranschaulicht.

Aufgrund des Zugfestigkeitsabfalls bei Erwärmung auf die Glasübergangstemperatur bricht das Sicherungselement unter der Federbelastung, wenn es durch die Stromüberbelastung entsprechend erwärmt wird. Das Durchschmelzen eines glasartigen Sicherungselementes aufgrund der Erwärmung auf die Glasübergangstemperatur steht in scharfem Kontrast zu dem Durchschmelzen eines polykristallinen metallischen Sicherungselementes aufgrund der Erwärmung auf die Schmelztemperatur. Zu der grösseren Ansprechgeschwindigkeit einer mit dem glasartigen Sicherungselement ausgerüsteten Sicherung tragen verschiedene Faktoren bei. Zunächst ist, wie aus der Tabelle I hervorgeht, die Glasübergangstemperatur T_g wesentlich niedriger als die Schmelztemperatur T_m . Dementsprechend ist die zur Anhebung der Temperatur des Sicherungselementes auf die Glasübergangstemperatur erforderliche Wärmemenge wesentlich geringer als die Wärmemenge, die zur Anhebung seiner Temperatur auf den Schmelzpunkt erforderlich wäre. Ferner bricht nach erfolgter Aufheizung auf die Glasübergangstemperatur eine glasartige Legierung unter ausreichender Federbelastung ohne irgendwelche zusätzliche Wärmezufuhr. Demgegenüber ist bei einem Schmelzvorgang eine zusätzliche Wärme erforderlich, deren Menge der Schmelzwärme der Verbindung entspricht. Schliesslich unterliegt ein glasartiges Sicherungselement bei Federbelastung keiner Verfestigung während der Verformung, also gerade vor dem Durchschmelzen. In der Tat neigt eine glasartige Legierung bei mechanischer Bearbeitung zum Erweichen; aus diesen Gründen erfolgt das Durchschmelzen eines glasartigen Drahtes unter Federbelastung wesentlich schneller als das Durchschmelzen eines polykristallinen Drahtes, welcher einer Verfestigung bei der Verformung unterliegt.

Unter den Legierungen, welche zur Bildung eines glasartigen Zustandes bekannt sind, befinden sich bestimmte Mischungen aus Metallen, wie beispielsweise Nb, Ta, Zr, Mo, W, Fe, Co, Ni, Cu, Au, Pd und Pt, welche zu den Gruppen der Übergangsmetalle bzw. Edelmetalle zählen. Des weiteren sind auch Mischungen von Metallen dieser Gruppen mit Metalloiden, wie beispielsweise Bi, C Si, P, B, Ge und As, oder mit Al, Sn und Pb, mit Be oder mit Mg dafür bekannt, dass sie einen glasartigen Zustand bilden. Als speziell geeignet für die Verwendung als Sicherungselemente werden Legierungen des

Systems $\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Y}$ angesehen, bei dem Y ein Metalloid oder eine Mischung von Metalloiden vorzugsweise in einer Menge von 10–30 Atomprozent ist.

Die Herstellung amorpher Drähte kann üblicherweise durch eine rasche Abkühlung einer Schmelze erfolgen. Beispielsweise ist in dem Aufsatz «Centrifugal Spinning of Metallic Glass Filaments» von H.S. Chen und C.E. Miller in der Zeitschrift «Materials Research Bulletin», Band 11, 1976, Seiten 49–54 ein Verfahren beschrieben, bei dem ein feiner Strahl geschmolzener Legierung gegen einen rotierenden metallischen Reifen gerichtet wird, wobei die Oberfläche, gegen welche der Strahl gerichtet wird, auf der Innenseite des Reifens liegt und einen konvexen Querschnitt besitzt. Eine andere Herstellungsvorrichtung ist in dem Aufsatz «A Method of Producing Rapidly Solidified Filamentary Castings» von R. Pond und R. Maddin in der Zeitschrift «Transactions of the Metallurgical Society of AIME», Band 245, 1969, Seiten 2475–2476, beschrieben.

Um als Sicherungselement zu dienen, muss der Draht einen geeignet geformten Querschnitt besitzen. Die Querschnittsfläche des Drahtes kann im wesentlichen konstant über die Drahtlänge sein oder kann, wie in Fig. 1 dargestellt ist, vorteilhafterweise an zwei Stellen, vorzugsweise in der Nähe der Anschlusskontakte, reduziert sein. Diese genutete Konstruktion trägt zur Verhinderung einer Lichtbogenentladung zwischen den Anschlusskontakten aufgrund folgender Überlegung bei: Bei Stromüberbelastung schmilzt das Sicherungselement an der einen oder an der anderen Nut statt an einer Stelle durch, wo die Querschnittsfläche grösser ist. Wenn ein Lichtbogen an dem Ort der durchgeschmolzenen Nut auftritt, führt die Stromüberbelastung an der anderen Nut zu einem Durchschmelzen des Drahtes auch an dieser Nut. Im Ergebnis wird der Drahtabschnitt zwischen den Nuten mechanisch losgetrennt, wodurch der Lichtbogen erlischt. Bei Verwendung einer genuteten Konstruktion hängt die Strom-Nennbelastung der Sicherung in erster Linie von der Länge und dem Querschnitt der genuteten Bereiche des Drahtes statt von dessen Gesamtabmessungen ab.

Tabelle I

Verbindung	Zustand	T_g (°C)	T_m (°C)	Bruch- festigkeit (kg/mm ²)
$\text{Pd}_{77,5}\text{Cu}_6\text{Si}_{16,5}$	glasartig	360	800	180
$\text{Cu}_{60}\text{Zr}_{40}$	glasartig	400	900	200
$(\text{Fe}_{0,4}\text{Ni}_{0,6})_{75}\text{P}_{16}\text{B}_6\text{Al}_3$	glasartig	430	950	250
$\text{Cu}_{55}\text{Ni}_{45}$	poly- kristallin	–	1060	45

FIG. 1

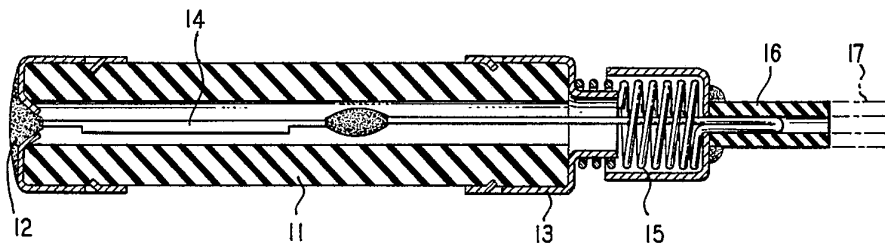


FIG. 2

