



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

## ⑫ PATENTSCHRIFT A5

②1) Gesuchsnummer: 6764/82

②2) Anmeldungsdatum: 23.03.1981

②4) Patent erteilt: 29.05.1987

④5) Patentschrift veröffentlicht: 29.05.1987

③7) Inhaber:  
Timofei Semenovich Gudkin, Leningrad (SU)  
Evgeny Konstantinovich Iordanishvili, Leningrad (SU)  
Nikolai Stepanovich Lidorenko, Moskau (SU)  
Bella Esel-Shlemovna Malkovich, Leningrad (SU)  
Mikhail Izrailevich Razumovsky, Leningrad (SU)  
Igor Borisovich Rubashov, Moskau (SU)

⑦2) Erfinder:  
Gudkin, Timofei Semenovich, Leningrad (SU)  
Iordanishvili, Evgeny Konstantinovich,  
Leningrad (SU)  
Lidorenko, Nikolai Stepanovich, Moskau (SU)  
Malkovich, Bella Esel-Shlemovna, Leningrad (SU)  
Razumovsky, Mikhail Izrailevich, Leningrad (SU)  
Rubashov, Igor Borisovich, Moskau (SU)

⑦4) Vertreter:  
E. Blum & Co., Zürich

⑧6) Internationale Anmeldung: PCT/SU 81/00028  
(Ru)

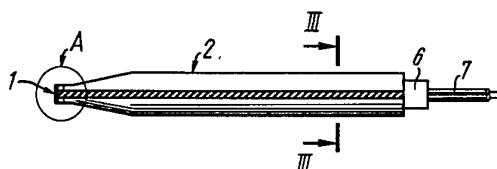
⑧7) Internationale Veröffentlichung: WO 82/03169  
(Ru) 30.09.1982

### ⑤4) Thermoelektrische Kryosonde.

⑤7) Die thermoelektrische Kryosonde enthält einen Griff (2), der aus zwei elektrisch isolierten Griffhälften besteht, welche aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit hergestellt sind.

Das eine Ende des Griffes (2) ist verjüngt ausgeführt, und an seiner Stirnfläche ist ein kühlendes Halbleiter-Thermoelement (1) angeordnet, dessen Höhe seinen Halbmesser nicht übersteigt, und die Oberfläche seiner Schaltplatte bildet die Arbeitsfläche der thermoelektrischen Kryosonde.

Die Sonde kann insbesondere für ophthalmologische Operationen verwendet werden.



### PATENTANSPRUCH

Thermoelektrische Kryosonde, die ein kühlendes Halbleiter-Thermoelement und einen Griff, welcher aus zwei elektrisch isolierten Griffhälften besteht, enthält, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ende des Griffes (2) enger werdend ausgebildet ist und an seiner Stirnfläche das kühlende Halbleiter-Thermoelement (1) vorgesehen ist, dessen Höhe seinen Halbmesser nicht übersteigt, und die Oberfläche seiner Schaltplatte (10) die Arbeitsfläche der thermoelektrischen Kryosonde bildet, wobei die Griffshälften (3 und 4) des Griffes (2) aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit bestehen.

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine thermoelektrische Kryosonde, die ein kühlendes Halbleiter-Thermoelement und einen Griff, welcher aus zwei elektrisch isolierten Griffhälften besteht, enthält.

### Stand der Technik

Eine besonders weitgehende Anwendung finden zur Zeit medizinische Kryosonden mit gasförmigen oder flüssigen Kältemitteln (Kohlensäure, Freone, flüssiger Stickstoff usw.), die man in zwei Haupttypen, und zwar Kryosonden mit einer diskontinuierlichen und einer kontinuierlichen Zuführung des Kältemittels, einteilen kann.

Die Konstruktion einer Kryosonde des ersten Typs stellt einen Behälter dar, der vorherig mit einem flüssigen Kältemittel gefüllt wird, das einen Metallstab abkühlt. Der letztere bildet ein Arbeitsorgan der Kryosonde. Auf diese Weise wird während einer unmittelbaren Anwendung bei der Operation die Temperatur des Arbeitsorganes der Kryosonde nicht geregelt und sie ist recht niedrig (liegt unter -40 °C).

Die Beheizung des Gerätes bei einer besonders gefährlichen Komplikation während der Operation (tiefe Durchfrierung, Anfrieren vom Aussengewebe usw.) wird in meisten Fällen mittels einer warmen sterilen Flüssigkeit durchgeführt, die unmittelbar in den Bereich des Anfrierens zugeführt wird.

Der Prozess des Aufwärmens dauert recht lange (einige Dutzende von Sekunden), und für eine Wiederverwendung der Kryosonde bei dieser Operation ist es erforderlich, diese erneut mit einem Kältemittel zu tanken.

Zu einem häufigen Entstehen von genannten Komplikationen trägt der Umstand bei, dass die Kryosonde vor dem Einführen in das Operationsfeld vorherig abgekühlt wird, sowie auch dass das Arbeitsorgan abgekühlte Seitenflächen aufweist.

Die Kryosonden mit einer kontinuierlichen Zuführung des Kältemittels sind bedeutend vollkommener, besitzen jedoch eine kompliziertere Konstruktion. In diesem Fall wird eine komplizierte Gasapparatur verwendet, die Wartung der Kryosonde und deren Vorbereitung auf die Operation werden erschwert, es ist ständig eine bedeutende Kältemittelreserve erforderlich.

In den 60er Jahren wurde eine Konstruktion einer medizinischen Kryosonde vorgeschlagen in der Peltier-Effekt angewandt wird (S. z. B. den Aufsatz von I. Ch. Poltinnikow, E. A. Kolenko «Intrakapsulare Extraktion der Katarakte mit einem Halbleiterapparat», in «Ophthalmologische Fachschrift», H. 8, 1964, S. 563 – 566).

Die medizinische thermoelektrische Kryosonde enthält ein kühlendes Halbleiter-Thermoelement und einen Griff, der aus zwei Griffhälften besteht. An den Griffhälften sind p- und n-Schenkel des Theromelementes angeordnet.

Die Kälteleistung des Thermoelementes wird auf die Arbeitsfläche der Kryosonde konzentriert; als solche verwendet

man ein Metallstück, einen Konzentrator, der an einer Schaltplatte des Thermoelementes angeordnet ist. Auf diese Weise wird eine für das Anfrieren erforderliche spezifische Kälteerzeugung der Arbeitsfläche der Kryosonde erzielt.

Die Wärmeabfuhr von den heißen Thermoelementlötstellen wird bei solchen Kryosonden mittels des fließenden Wassers verwirklicht, das in den Hohlräumen des Griffes umläuft.

Von dem massiven Endstück-Konzentrator wird auch in diesem Fall ein grosses Wärmebeharrungsvermögen der Kryosonde bestimmt. So z. B., soll zur Abkühlung die Kryosonde etwa 3 min vor dem Anfrieren an das Gewebe eingeschaltet werden. Deshalb ist man nach wie vor gezwungen, in das Operationsfeld eine vorherig abgekühlte Kryosonde einzuführen, die neben der Arbeitsfläche noch bedeutende abgekühlte Seitenflächen besitzt.

Wie es bereits oben festgestellt wurde, wird dadurch eine Gefahr für das Entstehen von Komplikationen bei einer Operation, insbesondere bei der Durchführung von ophthalmologischen Operationen unter den Bedingungen eines recht kleinen Operationsfeldes, verursacht.

Unter diesen Bedingungen wird die Handhabung des Gerätes durch die Stangen für Wasserkühlung, die das Wasser zu dem Griff zuführen, wesentlich erschwert.

### Darstellung der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine thermoelektrische Kryosonde in Miniaturausführung mit einer elektronischen Abkühlung durch die Ausarbeitung und Anwendung einer neuen wärmetechnischen Schaltung zu schaffen.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei der thermoelektrischen Kryosonde, die ein kühlendes Halbleiter-Thermoelement und einen Griff, welcher aus zwei elektrisch isolierten Griffhälften besteht, enthält, erfindungsgemäß, ein Ende des Griffes enger werdend ausgebildet ist und an seiner Stirnfläche das kühlende Halbleiter-Thermoelement vorgesehen ist, dessen Höhe seinen Halbmesser nicht übersteigt, und die Oberfläche seiner Schaltplatte die Arbeitsfläche der Kryosonde bildet, wobei die Griffshälften aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit hergestellt sind.

Die erfindungsgemäße bauliche Gestaltung der thermoelektrischen Kryosonde hat folgende kennzeichnende Vorteile.

Ein geringes Wärmebeharrungsvermögen. Die minimale Temperatur der Arbeitsfläche wird nach 1 bis 3 s nach dem Einschalten der Kryosonde erreicht. Die Kryosonde kann warm in das Operationsfeld eingeführt werden, wobei der Arbeitsbetriebszustand praktisch momentan nach dem Anlegen der Kryosonde an einer für das Anfrieren besonders geeigneten Stelle erreicht wird.

Die Abkühlung ist auf die Arbeitsfläche der Kryosonde eingegrenzt, und es fehlen dabei gekühlte Seitenflächen, die das Umgebungsgewebe anfrieren könnten.

Das Aufwärmern und die Abtrennung der Kryosonde von dem Gewebe erfolgen nach 1 bis 3 s nach dem Abschalten des Stromes, wonach die Kryosonde bereit ist, einen Zyklus der Kryoeinwirkung zu wiederholen.

Die Kryosonde wird an die Ausseneinrichtungen nur mittels eines dünnen und flexiblen Kabels angeschlossen, das die Bewegung eines Chirurgen durchaus nicht behindern kann.

Alle diese Vorteile vermindern stark die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen bei Operationen und gestatten es, bei den Operationen moderne Methodiken mit einer mehrfachen Verwendung der Kryosonde anzuwenden.

Zu den weiteren Vorteilen gehören eine ausserordentlich einfache Bedienung der thermoelektrischen Kryosonde und deren einfache Vorbereitung auf die Operation.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf beigegebte Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Gesamtansicht einer thermoelektrischen Kryosonde gemäss der Erfindung;

Fig. 2 einen Teil des Griffes einer thermoelektrischen Kryosonde mit einem Thermoelement, in vergrössertem Massstab (Einheit A in Fig. 1);

Fig. 3 einen Schnitt III—III in Fig. 1.

#### Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Die erfindungsgemäss thermoelektrische Kryosonde enthält ein Halbleiter-Thermoelement 1 (Fig. 1), das an der Stirnwand eines verjüngten Endes des Griffes 2 angeordnet ist.

Der Griff 2 besteht aus zwei Griffhälften 3 und 4 (Fig. 2), die als Metallhalbzylinder ausgebildet sind, welche über eine dielektrische Zwischenlage 5 miteinander befestigt sind. An der dem Halbleiter-Thermoelement 1 (Fig. 1) gegenüberliegenden Stirnwand des Griffes 2 ist ein elektrischer Stecker 6 vorgesehen, der die Griffhälften 3 und 4 des Griffes 2 mit den stromleitenden Adern eines zweiadrigten Kabels 7 verbindet. Die Griffhälften 3 und 4 des Griffes 2 sind erfindungsgemäss aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus Kupfer ausgeführt.

Das Halbleiter-Thermoelement 1 besteht aus zwei Halbscheiben 8, 9 (Fig. 2), die aus bekannten thermoelektrischen Werkstoffen auf Basis von Wismut- und Antimontelluriden hergestellt sind.

Die Halbscheiben 8 und 9 sind durch eine Silberschaltplatte 10 miteinander verbunden, deren Dicke bis zu 0,1 mm beträgt. Die Schaltplatte 10 bildet eine «kalte» Lötstelle des Halbleiter-Thermoelementes 1, und deren Oberfläche dient als Arbeitsfläche der Kryosonde.

Die «heissen» Stirnflächen der Halbscheiben 8, 9 des Halbleiter-Thermoelementes 1 sind unmittelbar auf die Stirnflächen der Griffhälften 3 und 4 des Griffes 2 aufgelötet und stehen mit diesen in einem guten elektrischen und thermischen Kontakt, indem sie «heisse» Lötstellen des Halbleiter-Thermoelementes 1 bilden.

Zum Schutz gegen die Einwirkung von sterilisierenden Lösungen werden die Oberflächen des Griffes 2 verchromt, und die Seitenflächen des Halbleiter-Thermoelementes 1 werden mit einem Epoxydharzfilm überzogen.

Die medizinische thermoelektrische Kryosonde zur Kryoextraktion der Augenlinse weist ein Halbleiter-Thermoelement mit einem Durchmesser bis zu 2 mm auf. Die Höhe des Halbleiter-Thermoelementes 1 übersteigt in diesem Fall nicht einmal 1 mm.

Betrachten wir die Arbeitsweise einer thermoelektrischen Kryosonde. Der elektrische Strom wird von einem Gleichrichter oder einer anderen Gleichstromquelle (in Fig. nicht wiedergegeben) über ein Kabel 7 (Fig. 1) durch einen Stecker 6 zugeführt und fliesst weiter durch die Griffhälften 3 und 4 (Fig. 2) des Griffes 2, Halbscheiben 8 und 9 und eine Schaltplatte 10 des Halbleiter-Thermoelementes 1 durch. Die Schaltplatte 10 wird dabei abgekühlt. Die Spannung, die den Griffhälften 3 und 4 des Griffes 2 zugeführt wird, beträgt ca. 0,1 V, die Stromstärke ca. 10 A.

Wie bekannt, nimmt die spezifische Kälteleistung des Halbleiter-Thermoelementes 1 (Kälteleistung einer Flächeneinheit der «kalten Lötstelle») mit der Verminderung seiner Höhe zu und erweist sich bei der erfindungsgemäss vorbe-

stimmten Begrenzung der Höhe des Halbleiter-Thermoelementes 1 als ausreichend, um die Augenlinse unmittelbar mittels der Schaltplatte 10 ohne die Anwendung eines Endstückes, Konzentrator anzufrieren.

5 Eine dabei erreichbare Vereinigung der Funktionen der Schaltplatte 10 und des Arbeitsorganes der Kryosonde führt dazu, dass das Wärmebeharrungsvermögen einer thermoelektrischen Kryosonde nur durch das Wärmebeharrungsvermögen des Thermoelementes 1 bestimmt wird oder mit 10 anderen Worten gesagt, die für das Erreichen des stationären Betriebes einer thermoelektrischen Kryosonde erforderliche Zeit mit der Zeit zusammenfällt, welche für das Erreichen der Wärmehaltung des Halbleiter-Thermoelementes 1 notwendig ist. Der zuletzt genannte Wert ist wie bekannt der 15 zweiten Potenz von der Höhe des Halbleiter-Thermoelementes umgekehrt proportional. Bei einer gemäss der Erfindung vorbestimmten Begrenzung der Höhe des Halbleiter-Thermoelementes 1 wird seine stationäre Wärmehaltung nach 1 bis 2 s nach dem Einschalten (Ausschalten) des Stromes erreicht, wobei ein geringes Wärmebeharrungsvermögen der thermoelektrischen Kryosonde gewährleistet wird.

Die Wärme, die durch heisse Lötstellen des Halbleiter-Thermoelementes 1 entwickelt wird, wird durch den enger 25 werdenden Teil des Griffes 2 abgeführt und des weiteren teilweise durch den Griff 2 gespeichert, teilweise von dessen Oberfläche an die Umwelt abgegeben.

Zu einer zuverlässigen Wärmeabführung von den «heissen 30 Lötstellen» trägt die Herstellung der Griffhälften 3 und 4 des Griffes 2 aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus Kupfer, bei, das, wie bekannt, unter den Metallen einen der höchsten Werte der Wärmeleitfähigkeit besitzt.

35 Die Aufspeicherung eines Teiles der Wärme, die durch das Halbleiter-Thermoelement 1, entwickelt wird, durch den Griff 2 erfolgt praktisch in einem quasi-stationären Betriebszustand mit einer veränderlichen Temperatur der «heissen Lötstellen». Dies Änderung erweist sich jedoch als gering 40 und ruft keine wesentliche Änderung der Temperatur der mit dem abzukühlenden Gewebe in Berührung stehenden Schaltplatte 10 während der Zeit hervor, die um das zehnfache die Zeit der Kryoeinwirkung übersteigt, welche für das Entfernen einer Augenlinse erforderlich ist.

45 Das Aufwärmen und die Abtrennung einer thermoelektrischen Kryosonde vom Gewebe finden beim Abschalten des Stromes statt. Die Wärmezuführung zu dem angefrorenen Gewebe von dem Griff 2 durch das Thermoelement 1, dessen Höhe begrenzt ist, ist dabei derart intensiv, dass das Freilegen des Gewebes nach 1 bis 2 s nach der Stromabschaltung eintritt.

50 Die zahlreichen klinischen Experimente und Operationen unter der Verwendung von thermoelektrischen Kryosonden haben ergeben, dass deren Anwendung bei den Operationen zum Entfernen der Katarakte (Augenlinsentrübung), bei einigen Gehirnoperationen und in einer Reihe von anderen Fällen recht wirksam ist, wo eine nicht besonders tiefe (bis zu -20 °C) lokale Kühlung des Gewebes unter einem zuverlässigen oberflächlichen Anfrieren notwendig ist.

#### Gewerbliche Verwertbarkeit

55 Die Erfindung kann zur Herstellung von thermoelektrischen Kryosonden in Miniaturausführung für Medizin, insbesondere, für ophthalmologische Operationen verwendet werden.

660 843

1 Blatt

