



## Urkunde

über die Erteilung des Patents

1 945 193

Für die in der angefügten Patentschrift dargestellte Erfindung ist in dem gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren

dem Herrn Dipl.-Phys. Dieter Hannemann, 4630 Bochum

ein Patent erteilt worden, das in der Rolle die oben angegebene Nummer erhalten hat. Das Patent führt die Bezeichnung

Energieaustauscheinrichtung für strömende Medien einer nuklearen Energiequelle

und hat angefangen am 7. September 1969.

**Deutsches Patentamt**



51

Int. Cl.:

G 21 c, 11/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 g, 21/32

10

# Patentschrift 1 945 193

11

21

Aktenzeichen: P 19 45 193.5-33

22

Anmeldetag: 6. September 1969

43

Offenlegungstag: 8. April 1971

44

Auslegetag: 19. Oktober 1972

45

Ausgabetag: 17. Mai 1973

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Energieaustauscheinrichtung für strömende Medien einer nuklearen Energiequelle

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

73

Patentiert für: Hannemann, Dieter, Dipl.-Phys., 4630 Bochum

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Erfinder ist der Anmelder

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-AS 1 279 234

GB-PS 1 120 078

## Patentanspruch:

Vorrichtung zur Durchführung strömender Medien durch den Kernstrahlungsschutzschild einer nuklearen Energiequelle in einem dreidimensional gewundenen, den Kernstrahlungsschutzschild durchsetzenden Strömungskanal, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungskanal (8) von der Oberfläche eines Schraubengewindenganges, der in die Mantelfläche eines zylindrischen Kanalkörpers (7) eingearbeitet ist, und der Oberfläche einer den Kernstrahlungsschutzschild (1) durchdringenden Durchgangsbohrung gebildet ist, in die der Kanalkörper (7) eingepaßt einsetzbar ist, und daß die Länge des Kanalkörpers (7) in Richtung der Durchgangsbohrung mindestens um die Höhe ( $\Delta S$ ) des Strömungskanals (8) größer ist als die Dicke ( $S$ ) des Kernstrahlungsschildes.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Durchführung strömender Medien durch den Kernstrahlungsschutzschild einer nuklearen Energiequelle in einem dreidimensional gewundenen, den Kernstrahlungsschutzschild durchsetzenden Strömungskanal.

Eine derartige Vorrichtung, jedoch mit einem zweidimensional gewundenen Strömungskanal, ist aus der britischen Patentschrift 1 120 078 bekannt.

Bei der aus der britischen Patentschrift 1 120 078 bekannten nuklearen Energiequelle sind zur Durchführung des Wärmetransportmittels durch den Kernstrahlungsschutzschild gewinkelte Kanäle vorgesehen. Diese Kanäle liegen jeweils in einer Ebene; sie sind also »zweidimensional« und schwächen damit den wirksamen Absorptionsquerschnitt des Kernstrahlungsschildes. Außerdem erweist sich der scharfe rechtwinklige Knick in den Strömungskanälen insofern als Nachteil, als er einen erhöhten Strömungswiderstand bedeutet.

Aus der deutschen Auslegeschrift 1 279 234 ist ein Transportbehälter für wärmeerzeugende radioaktive Massen bekannt, der nach oben durch einen die radioaktive Strahlung absorbierenden Deckel verschließbar ist. Durch diesen Deckel ist eine Druckluftleitung geführt, die die Form einer zylindrischen Spirale aufweist. Die Herstellung dieser gewundenen Druckluftleitung bereitet jedoch gewisse Schwierigkeiten, da sie auf Grund ihrer komplizierten Form nicht spannend gefertigt werden kann. Bei einer spannlosen Herstellung dagegen, z. B. durch Gießen oder Pressen, läßt sich eine bestimmte Rauigkeit der Oberfläche nur schwer vermeiden. Diese Lösung bedingt daher einen erhöhten Strömungswiderstand auf Grund der Oberflächenrauigkeit der Kanalwandung.

Derartige Vorrichtungen finden Verwendung bei Energieaustauscheinrichtungen für nukleare Energiequellen, z. B. für eine Isotopenbatterie. Hier ist die technische Forderung zu verwirklichen, daß die in den radioaktiven Isotopenstäben entstehende Wärme

durch den Kernstrahlungsschutzschild nach außen zum Verbraucher, z. B. einem Wärmeaustauscher oder Energiewandler, abgeführt wird, ohne daß bei diesem Wärmetransport radioaktive Strahlung nach außen austritt.

Es ist bekannt, als Kühl- bzw. Wärmetransportmittel gasförmige oder flüssige Medien einzusetzen, z. B. Helium, schweres Wasser oder flüssige Metalle, die in einem geschlossenen Kühlkreislauf die Wärme am Ort der Entstehung in der stark radioaktiven Umgebung der Isotopenstäbe aufnehmen, zum Verbraucher hinströmen, dort ihre Wärme abgeben und zum Wärmeerzeuger zurückströmen. Eine Änderung des Aggregatzustandes des Kühlmittels während einer Umlaufperiode ist dabei möglich.

Die Umwälzung des Kühlmittels kann durch Pumpen, Schwerkraft- oder Druckunterschied bewirkt werden (Euler: »Energie-Direktwandlung«, Akad. Verl. Ges., Ffm.).

Als Kühlmittel kann in an sich bekannter Weise ein flüssiges Metall (z. B. Natrium) gewählt werden, in das die Radioisotopen eintauchen.

Durch die in den Isotopenstäben frei werdende Wärme wird die Flüssigkeit in der Umgebung der Stäbe verdampft. Der Sattdampf strömt durch einen Kanal zum Verbraucher, der ein Wärmetauscher oder ein Energiewandler (Thermoelement, Thermionischer Wandler) sein kann. Dort wird dem dampfförmigen Kühlmittel Wärme entzogen, wodurch es kondensiert und ein Unterdruck entsteht. Das Kondensat läuft infolge Schwerkraftwirkung durch den Kanal in das Flüssigkeitsbad zurück, womit der Kreislauf des Kühlmittels geschlossen ist. Die Druckdifferenz zwischen Oberfläche des Flüssigkeitsbades und Kondensationsfläche des Verbrauchers bewirkt die Strömung des Dampfes, die Schwerkraft dagegen die Strömung des Kondensats. Der örtlich im Kühlkreislauf herrschende Druck wird bestimmt durch die örtliche Temperatur, da beide Größen im Sattdampfgebiet funktional direkt miteinander verknüpft sind: mit steigender Temperatur steigt auch der Sattdampfdruck. Demnach bestimmt der Temperaturunterschied am Wärmeerzeuger und -verbraucher den Dampfdruck (Dampfgewicht pro Zeiteinheit). Steigt z. B. die Temperatur in den Radioisotopen — infolge verminderter Kühlung — steigt auch der Dampfdruck in der Flüssigkeit; damit vergrößert sich die Druckdifferenz zum Verbraucher, und die Dampfströmungsgeschwindigkeit wird gesteigert. Steigt dagegen die Temperatur am Verbraucher — infolge verminderter Kühlung — erhöht sich der Kondensationsdruck, die Druckdifferenz zwischen Erzeuger und Verbraucher vermindert sich, und der Dampfstrom geht zurück, wodurch ebenfalls die Temperatur in den Isotopenstäben ansteigt. Das Kühlmittel wird also durch das Druck- bzw. Temperaturgefälle zwischen dem Ort der Verdampfung und dem der Kondensation umgewälzt — eine fremde Energiequelle wird nicht benötigt.

Die Erfindung hat den Zweck, die in den Radioisotopen entstehende Wärme bei geringer Temperaturdifferenz zwischen Erzeuger und Verbraucher ohne fremde Energie für die Umwälzung des Kühlmittels abzuführen, ohne daß Kernstrahlung nach außen austritt. Die geringe Temperaturdifferenz ist aus Gründen der Werkstofffestigkeit und der Betriebssicherheit anzustreben, wenn man von einer vorgegebenen Temperatur am Verbraucher ausgeht. Ent-

scheidend für die Größe der Temperaturdifferenz ist der Druckabfall in dem Kanalsystem, bedingt durch seinen Strömungswiderstand.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, das Kühlmittel unter geringsten Strömungsverlusten ohne Schwächung des wirksamen Absorptionsquerschnitts durch den Schutzschild hindurchzuführen und diese zwei Forderungen, deren Wirkungen sich gegenseitig schaden, mit einem minimalen fertigungstechnischen Aufwand gemeinsam zu verwirklichen.

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Vorrichtung dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß der Strömungskanal von der Oberfläche eines Schraubengewindenganges, der in die Mantelfläche eines zylindrischen Kanalkörpers eingearbeitet ist, und der Oberfläche einer den Kernstrahlungsschutzschild durchdringenden Durchgangsbohrung gebildet ist, in die der Kanalkörper eingepaßt einsetzbar ist, und daß die Länge des Kanalkörpers in Richtung der Durchgangsbohrung mindestens um die Höhe des Strömungskanals größer ist als die Dicke des Kernstrahlungsschutzschildes.

Die die Erfindung aufweisende Vorrichtung bietet folgende Vorteile:

1. Die wirksame Dicke  $S$  des Kernstrahlungsschutzschildes **1** wird nur um den Betrag  $\Delta S$ , der gleich der Kanalhöhe ist, geschwächt. Wenn  $S$  die erforderliche Dicke für den Kernstrahlungsschutzschild **1** ist, so braucht der vorzugsweise zylindrische Körper **7** mit dem eingearbeiteten Kanal **8** nur die Höhe vom Betrag  $(S + \Delta S)$  aufzuweisen, damit er denselben Kernstrahlungsschutz bietet wie der umgebende Kernstrahlungsschutzschild **1** mit der wirksamen Dicke  $S$ .
2. Der durch die geometrische Form bedingte Strömungswiderstand des erfindungsgemäß ausgebildeten Kanals **8** ist sehr gering, da keine scharfen Krümmungen und demzufolge keine starken Beschleunigungen bzw. Verzögerungen der Strömung auftreten. Die Erfindung vermeidet hiermit einen bestehenden Nachteil im Stand der Technik, wo starke Strömungsumlenkungen einen relativ hohen Druckabfall bewirken. (Vgl. britische Patentschrift 1 120 078, Fig. 2 und 3). Infolge des geringen Strömungswiderstandes ergibt sich eine geringe Temperaturdifferenz zwischen Wärmeerzeuger und -verbraucher.
3. Die stetige Neigung des Kanals gewährleistet einen sicheren Rückfluß des Kondensats.
4. Die Herstellung der die Erfindung aufweisenden Vorrichtung kann auf einfache und daher wirtschaftliche Weise erfolgen:

Die Bohrung in dem Kernstrahlungsschutzschild sowie der Kanalkörper selbst zeichnen sich durch einfache geometrische Formen aus, die für die spangebende oder auch die spanlose Fertigung keine Schwierigkeiten bereiten.

Ein Ausführungsbeispiel der die Erfindung aufweisenden Vorrichtung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Isotopenenergiequelle in ihrem schematischen Aufbau mit dem erfindnerischen Kanalkörper **7**; der in

Fig. 2 als Einzelteil dargestellt ist.

In einem hohlzylindrischen Körper, bestehend aus den Teilen **1**, **2** und **3**, befinden sich Isotopenstäbe **4**, die von einem Flüssigkeitsbad **5** umgeben sind. Der Zylinderdeckel **1** der Zylinderboden **3** und die Zylinderwand **2** weisen die wirksame Dicke  $S$  für die erforderliche Absorption der Kernstrahlung auf. Der Zylinderdeckel **1** enthält eine Bohrung, in die der Kanalkörper **7** eingesetzt ist. Über dem Kanalkörper **7** ist der Deckel **9** angeordnet, der innen die Wärmeaustauschfläche **10** besitzt. Der gesamte zylindrische Körper ist mit einer Wärmeisolation **6** umgeben, die nur durch den Deckel **9** unterbrochen wird, da hier die Wärme abgeführt wird. Die Funktionsweise der Anlage und insbesondere die Funktion des Kanalkörpers **7** darin sind folgende:

Der aus dem Flüssigkeitsbad **5** entstehende Dampf gelangt durch den wendelförmigen Strömungskanal **8** zur Wärmeaustauschfläche **10**. Von dort wird die Wärme — da hier durch den Deckel **9** die Wärmeisolation **6** unterbrochen ist — an den Verbraucher abgeführt. Der Kanalkörper **7** im Ausführungsbeispiel ist zylindrisch ausgebildet und in die Bohrung des Kernstrahlungsschutzschildes **1** eingepaßt. Die untere Stirnfläche verläuft senkrecht zur Zylinderachse, die obere dagegen ist leicht geneigt, damit das von der Wärmeaustauschfläche **10** herabtropfende Kondensat gut in die Strömungskanalöffnung abfließen kann. Der Strömungskanal, der einen quadratischen Querschnitt der Breite  $\Delta S$  aufweist, verläuft in der Form einer Schraubenlinie konstanter Krümmung und Steigung und gewährleistet einen sicheren Abfluß des kondensierten Dampfes zurück in das Flüssigkeitsbad **5**. Die Höhe des zylindrischen Kanalkörpers **7** beträgt an der geringsten Stelle wegen der Neigung der Stirnfläche  $S + \Delta S$ , wobei  $S$  die erforderliche Dicke des Kernstrahlungsschutzschildes **1** ist. Betrachtet man verschiedene mögliche Strahlungsrichtungen — von der senkrecht bis zur diagonal durch den Kanalkörper **7** austretenden Kernstrahlung — so wird sich immer eine wirksame Absorptionsdicke ergeben, die gleich oder größer als der Betrag  $S$  ist, d. h. der Kernstrahlungsschutzschild wird an keiner Stelle geschwächt. Die bei senkrechtem Strahlungsausstritt um die Kanalhöhe  $\Delta S$  geschwächte wirksame Absorptionsdicke des Kanalkörpers wird durch die gegenüber dem umgebenden Kernstrahlungsschutzschild um  $\Delta S$  größere Höhe des Kanalkörpers kompensiert.

Wählt man den Innendurchmesser des schraubengewindeähnlichen Kanals in der Größenordnung von  $S$ , so ergibt sich auch bei diagonalem Strahlungsausstritt immer eine Absorptionsdicke, die gleich oder größer als  $S$  ist.

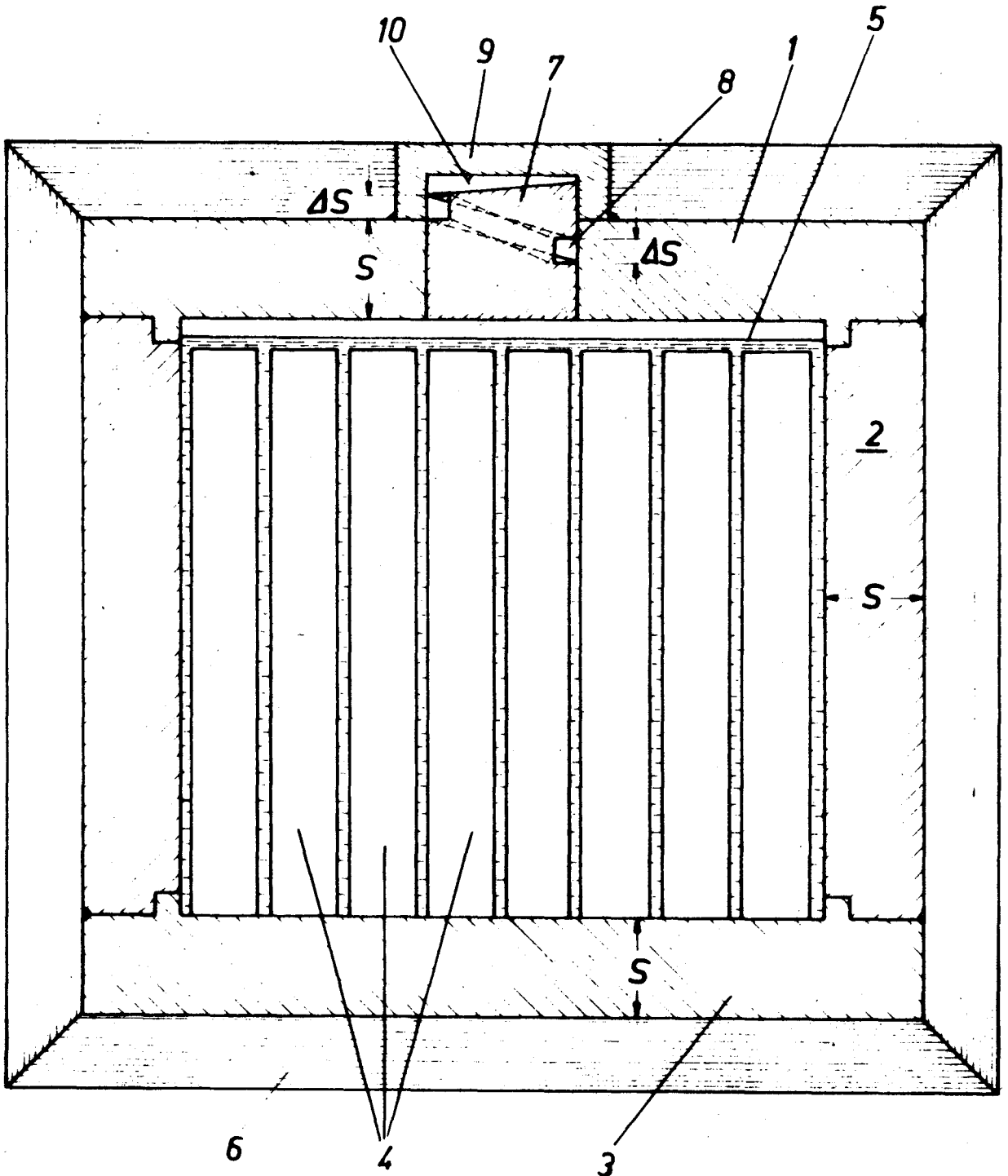


Fig. 1

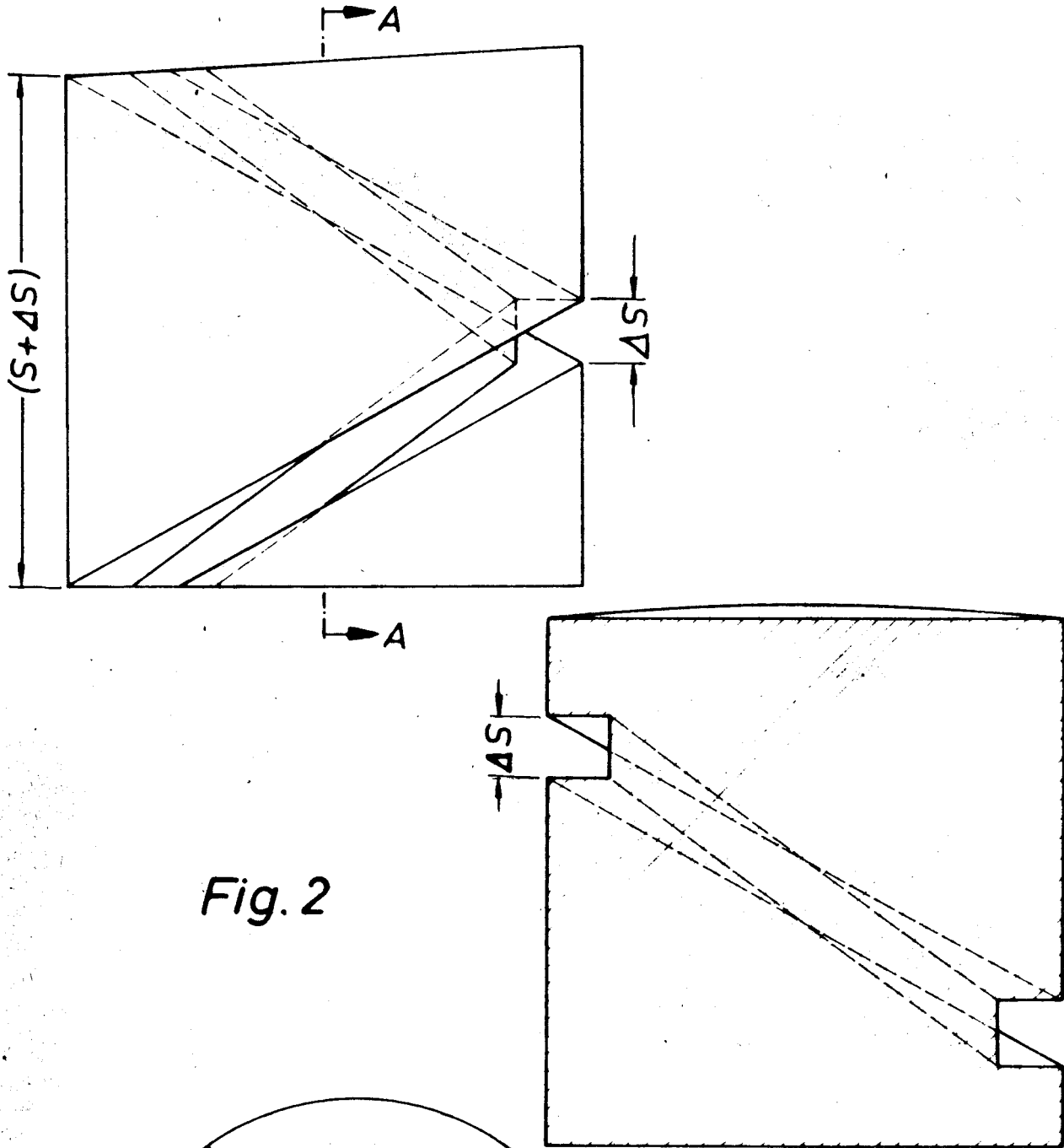
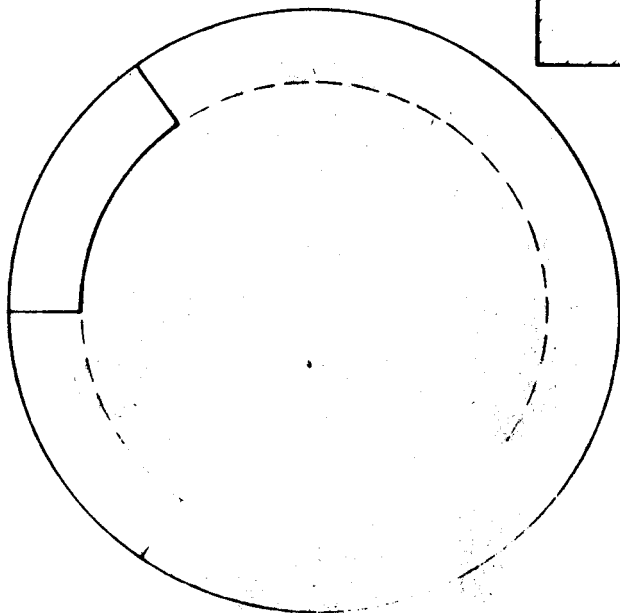


Fig. 2



A - A