

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84890215.1

51 Int. Cl. 4: **F 42 B 13/06**

22 Anmeldetag: 14.11.84

30 Priorität: 23.11.83 AT 4114/83  
19.04.84 AT 1323/84  
19.04.84 AT 1324/84  
29.05.84 AT 1774/84

71 Anmelder: **VOEST-ALPINE** Aktiengesellschaft,  
Friedrichstrasse 4, A-1011 Wien (AT)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 05.06.85  
Patentblatt 85/23

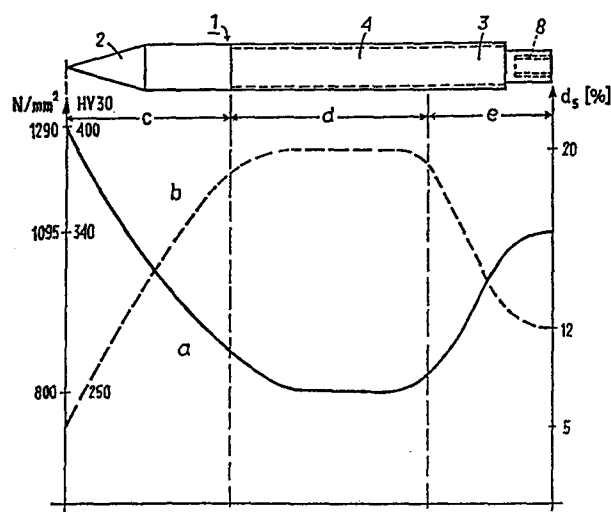
72 Erfinder: **Auer, Ekkehard, Dipl.-Ing., Gierkeweg 11,**  
A-4040 Linz (AT)

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE DE FR GB SE**

74 Vertreter: **Haffner, Thomas M., Dr. et al,**  
Patentanwaltskanzlei Dipl.-Ing. Adolf Kretschmer Dr.  
Thomas M. Haffner Schottengasse 3a, A-1014 Wien (AT)

54 **Penetrator für ein Treibkäftigeschoss und Verfahren zur Herstellung desselben.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf einen Penetrator (1, 11) aus Schwermetall, beispielsweise Wolframschwermetall oder abgereichertem Uran, für Treibkäftigeschosse, bei welchen der Penetrator durch den Treibkäfig im Geschützlauf geführt ist. Der Treibkäfig (6, 12) löst sich nach Abschuss vom Penetrator ab. Der Penetrator (1, 11) weist im Mittelbereich (d) seiner Länge eine geringere Festigkeit und eine grössere Zähigkeit auf als in seinem Spitzenbereich (c) und weist in seinem Heckbereich (e) eine grössere Festigkeit und geringere Zähigkeit als in seinem Mittelbereich (d) und eine geringere Festigkeit und eine grössere Zähigkeit als in seinem Spitzenbereich (c) auf. Dadurch soll die Bruchgefahr beim Auftreffen auf eine Panzerung verringert werden. Die verschiedenen Festigkeitswerte im Spitzenbereich (c), im Mittelbereich (d) und im Heckbereich (e) werden durch Kaltschmieden mit verschiedenem Verformungsgrad, durch Sinterung aus verschiedenen Pulvergemischen oder durch verschiedene partielle Wärmebehandlung in den verschiedenen Bereichen (Spitzenbereich c, Mittelbereich d und Heckbereich e) erreicht, wobei diese Massnahmen einzeln oder gemeinsam angewendet werden können. An den Spitzenbereich kann auch wenigstens ein Vorkern (14, 15) angeschlossen werden, welcher mit dem Penetrator (1, 11) nur lose verbunden ist.



Penetrator für ein Treibkäfiggeschoß und Verfahren zur  
Herstellung desselben

Die Erfindung bezieht sich auf einen im wesentlichen aus  
5 Schwermetall, wie beispielsweise Wolframschwermetall oder  
Uran, insbesondere abgereichertem Uran, bestehenden Pene-  
trator für ein Treibkäfiggeschoß, welches einen den Pene-  
trator umgebenden, einen größeren Durchmesser als dieser  
aufweisenden Treibkäfig aufweist, wobei der Penetrator von  
10 seinem Spitzenbereich bis zu seinem Heckbereich im wesent-  
lichen einteilig ausgebildet ist und gegebenenfalls an den  
Heckbereich des Penetrators eine Leitvorrichtung angeschlos-  
sen ist, und auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen  
Penetrators. Unter einem abgereicherten Uran versteht man ein  
15 an <sup>235</sup>U verarmtes natürliches Uran, wie es beim Anreichern  
von natürlichem Uran als Rückstand anfällt. Bei solchen  
Geschoßen ist der Penetrator, welcher im wesentlichen pfeil-  
artig ausgebildet ist und einen wesentlich kleineren Durch-  
messer als der Geschützlauf aufweist, von einem im Durch-  
20 messer größeren Treibkäfig, welcher auch als Treibspiegel  
bezeichnet wird, umgeben, durch welchen das Geschoß im  
Geschützlauf geführt ist. Hinter der Laufmündung löst sich  
der Treibkäfig vom Penetrator. Da die Fläche, auf welche die  
Treibladung wirkt, durch den Treibkäfig wesentlich vergrößert  
25 ist, ist es möglich, sehr große Treibkräfte auf den Pene-  
trator zu übertragen. Die Austrittsgeschwindigkeit des  
Penetrators am Ende des Geschützlaufes kann 1000 - 3500 m/s  
betragen. Da der Penetrator aus Schwermetall besteht, ist  
seine Auftreffwucht sehr groß, und solche Penetratoren haben  
30 daher eine panzerbrechende Wirkung. Zu diesem Zweck muß der  
Penetrator eine große Festigkeit bzw. Härte aufweisen. Diese  
große Festigkeit, welche das Eindringen des Penetrators in  
die Panzerung ermöglicht, hat aber wieder eine große Sprödig-  
keit des Penetrators zur Folge. Insbesondere bei geschotteten  
35 Panzerungen entstehen beim Durchdringen des Penetrators durch  
die Panzerung stoßartige Kräfte, welche in Anbetracht der

Sprödigkeit des Materials des Penetrators eine Bruchgefahr mit sich bringen. Es hat sich gezeigt, daß hiebei der Schaft des Penetrators häufig bricht. In diesem Falle geht die kinetische Energie des hinteren Teiles des Schaftes des  
5 Penetrators verloren und die Spitze des Penetrators dringt nicht durch die Panzerung durch.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Bruchgefahr eines Penetrators zu verringern und damit die Durchdringungswirkung des  
10 Penetrators zu verbessern.

Die Erfindung besteht hiebei im wesentlichen darin, daß der Penetrator in einem Mittelbereich seiner Länge eine geringere Festigkeit und eine größere Zähigkeit aufweist als in seinem  
15 Spitzenbereich und daß er in seinem Heckbereich eine größere Festigkeit und geringere Zähigkeit als in seinem Mittelbereich und eine geringere Festigkeit und eine größere Zähigkeit als in seinem Spitzenbereich aufweist. Die Festigkeit der Spitze, wobei mit der größeren Festigkeit eine größere  
20 Härte einhergeht, ist wesentlich für das Eindringen des Penetrators in eine Panzerung und diese Festigkeit wird aufrechterhalten. Die Bruchgefahr bei den bekannten Penetratoren bestand hauptsächlich im Mittelbereich des Penetrators. Da dieser Mittelbereich nun gemäß der Erfindung eine  
25 geringere Festigkeit und infolge dieser geringeren Festigkeit eine größere Zähigkeit aufweist, wird in diesem Bereich eine Bruchgefahr vermieden oder zumindest verringert. Es wird somit gewährleistet, daß die kinetische Energie des hinteren Teiles des Penetrators für den Durchdringeffekt aufrechter-  
30 halten bleibt, und es wird somit ein Durchdringen des Penetrators durch die gesamte Panzerung zumindest begünstigt. Dadurch, daß der Heckbereich des Penetrators zäher ist als der Spitzenbereich, wird die Bruchgefahr auch im Heckbereich verringert. Beim Abschuß ist der Heckteil des Penetrators  
35 durch die Beschleunigungskraft besonders hoch beansprucht. Dem wird dadurch Rechnung getragen, daß der Heckbereich des

Penetrators eine größere Festigkeit aufweist als der Mittelbereich desselben. In der Gesamtheit wird somit durch die hohe Festigkeit der Spitze das Eindringen des Penetrators in die Panzerung gewährleistet, durch die Vermeidung einer  
5 Bruchgefahr im Mittel- und Heckbereich die Masse des gesamten Penetrators für das Durchdringen der Panzerung ausgenützt und durch die ausreichende Festigkeit des Heckbereiches der Beanspruchung durch die Treibladung beim Abschluß Rechnung getragen.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nehmen die Festigkeitswerte von der Spitze zum Mittelbereich verlaufend ab, wobei zweckmäßig die Festigkeitswerte vom Mittelbereich zum Heck wieder verlaufend zunehmen. Es sind somit  
15 abrupte Übergänge der Festigkeitswerte entlang des Penetrators vermieden, was auch wieder im Sinne einer Verminderung der Bruchgefahr wirkt. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist der Penetrator an seinem Spitzenbereich Festigkeitswerte bis zu  $1100 - 2000 \text{ N/mm}^2$  auf,  
20 wobei die Festigkeitswerte in seinem Mittelbereich bis zu  $900 - 600 \text{ N/mm}^2$  abnehmen. Vom Mittelbereich zum Heck können gemäß der Erfindung die Festigkeitswerte wieder bis zu  $1300 \text{ N/mm}^2$  zunehmen. Ein solcher Penetrator ist den Beanspruchungen in besonders günstiger Weise angepaßt.

25

Insbesondere wenn der Penetrator schräg zur Oberfläche der Panzerung auf diese auftrifft, entsteht ein Kippmoment bzw. eine seitliche Beanspruchung des Penetrators. Wenn die Spitze des Penetrators einen ersten Eindringweg in die Panzerung  
30 zurückgelegt hat, so wird der Spitzenbereich des Penetrators in dem in die Panzerung geschlagenen Loch festgehalten und das Kippmoment bzw. die seitliche Beanspruchung kann, wenn die Spitze des Penetrators nach einem ersten Eindringweg in der Panzerung festgehalten wird, zu einem Bruch des Penetrators in dem eine geringere Zähigkeit aufweisenden Spitzenbereich führen. Es kann daher gemäß einer vorteilhaften  
35

Ausführungsform der Erfindung an den Spitzenbereich des Penetrators wenigstens ein Vorkern angeschlossen sein. Dieser Vorkern dringt zuerst in die Panzerung ein. Nach Zurücklegung des ersten Eindringweges sitzt somit der Penetrator nicht in  
5 dem geschlagenen Loch fest, sondern es sind zu Beginn des Eindringweges nur der Vorkern oder die Vorkerne in die Panzerung eingedrungen. Der Penetrator beharrt infolge seiner Trägheit in seiner Richtung, jedoch treten trotzdem Kippmomente auf, welche aber, da der Penetrator nicht im Loch  
10 fest sitzt, nicht zu einem Bruch des Spitzenbereiches des Penetrators führen können. Die Vorkerne lösen sich vom Penetrator ab, ohne auf den Penetrator ein seitliches Moment auszuüben. Nachdem mittels der Vorkerne bereits ein Loch geschlagen wurde, treten Seitenkräfte beim weiteren Ein-  
15 dringen des Penetrators nicht auf. Der Vorkern soll in die Panzerung eindringen und es muß daher auch der Vorkern eine große Festigkeit aufweisen. Gemäß der Erfindung besteht daher zweckmäßig der Vorkern aus dem gleichen Material wie der  
20 Vorkern zumindest die gleiche Härte auf wie der Spitzenbereich des Penetrators. Damit ist die Durchschlagwirkung der Vorkerne gewährleistet.

Gemäß der Erfindung ist zweckmäßig der Vorkern am vorderen  
25 Ende des Penetrators entgegen der Beschleunigungskraft abgestützt. Beim Abschluß ist der Vorkern am vorderen Ende des Penetrators abgestützt. Es genügt, wenn der Vorkern am Penetrator lediglich unverlierbar festgelegt ist. Es soll aber der Vorkern nur so weit mit dem Penetrator verbunden  
30 sein, daß die Verbindung für den Transport und den Flug ausreicht. Die Lösung des Vorkernes vom Penetrator soll durch die Verbindung nicht behindert werden, damit Seitenmomente vermieden werden. Es genügt sogar, den Vorkern mit dem Penetrator mittels einer Gummischnur zu verbinden.

Gemäß der Erfindung ist zweckmäßig der Vorkern durch eine am Vorderende des Penetrators befestigte windschlüpfige Haube abgedeckt. Diese Abdeckung ist aus ballistischen Gründen günstig. Die Abdeckung kann gemäß der Erfindung beispielsweise von einer windschlüpfigen Haube aus Aluminium gebildet sein. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die windschlüpfige Haube auf das Vorderende des Penetrators aufgeschraubt und der Vorkern ist unter Zwischenschaltung eines Gummiringes an der Haube abgestützt. Die Anordnung kann hierbei so getroffen sein, daß an das Vorderende des Penetrators wenigstens zwei Vorkerne angeschlossen sind, wobei der vordere Vorkern einen kleineren Durchmesser als der hintere Vorkern und der hintere Vorkern einen kleineren Durchmesser als die Stirnfläche des Penetrators aufweist, daß der hintere Vorkern durch einen Randwulst an der Stirnfläche des Penetrators und der vordere Vorkern durch einen Randwulst an der Stirnfläche des hinteren Vorkernes zentriert ist und daß der vordere Vorkern unter Zwischenschaltung eines Gummiringes gegen die windschlüpfige Haube abgestützt ist.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines solchen Penetrators aus Wolframschwermetall besteht im wesentlichen darin, daß der Penetrator aus einem pulverförmigen Gemisch von Wolframschwermetall und Zugabemetallen, wie Eisen, Nickel, Mangan, Kupfer, Kobalt und Molybdän, Mangan-Eisen-Legierung, einzeln oder zu mehreren, gepreßt und gesintert wird, wobei der Anteil der Zusatzmetalle in denjenigen Bereichen der Sinterform, welche den Bereichen geringerer Festigkeit des Penetrators entsprechen, erhöht wird. Der größere Anteil an Wolframschwermetall bewirkt eine größere Festigkeit und durch Vergrößerung des Anteiles der Zugabemetalle unter Verringerung des Anteiles an Wolframschwermetall kann die Zähigkeit unter Verzicht auf die größere Härte vergrößert werden. Durch dosiertes Einfüllen der Pulverbestandteile in die Sinterform kann somit die Zähigkeit

im Mittelbereich der Länge des Penetrators vergrößert und die Festigkeit im Spitzenbereich und auch im Heckbereich entsprechend erhöht werden, wobei auch die verlaufenden Übergänge der Festigkeit und Zähigkeit zwischen den einzelnen  
5 unterschiedlichen Bereichen ohne weiteres möglich sind. Es können gemäß der Erfindung die Zusatzmetalle auch Mikrolegierungen der Elemente Kobalt und Molybdän einzeln oder zu mehreren in einer Menge von 0,00001 - 1 % umfassen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens  
10 weist das Gemisch 90 - 99 % Wolframschwermetall, Rest Zusatzmetalle, auf, wobei die höheren Wolframmengen in den Bereichen der höheren Festigkeit des Penetrators eingebracht werden. Der Sinterkörper kann heiß- oder kaltgepreßt werden und nachher einer üblichen Sintertemperatur von 1100 - 1700°C  
15 unterworfen werden. Die Sinterung erfolgt hiebei entweder im Vakuum oder unter Schutzgas, wie beispielsweise in einer Atmosphäre von trockenem Wasserstoff, dissoziiertem Ammoniak, Stickstoff oder inerten Gasen oder Gemischen aus denselben.

20 Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines solchen Penetrators aus Wolframschwermetall besteht darin, daß der Penetrator kaltgeschmiedet wird, und zwar in den Bereichen größerer Festigkeit und geringerer Zähigkeit mit einem größeren Verformungsgrad als in den Bereichen  
25 größerer Zähigkeit und geringerer Festigkeit. Vorzugsweise wird hiebei der Penetrator aus einem Rohling kaltgeschmiedet, welche in den Bereichen, welche den Bereichen größerer Festigkeit des Penetrators entsprechen, vor dem Schmieden einen größeren Ausgangsquerschnitt aufweist als in den  
30 Bereichen, welche den Bereichen geringerer Festigkeit des Penetrators entsprechen. Der geschmiedete Penetrator weist dann über seine Länge im wesentlichen den gleichen Querschnitt auf. Dadurch, daß nun in den Bereichen größerer Festigkeit der Rohling einen größeren Querschnitt aufweist  
35 als in den Bereichen geringerer Festigkeit, ist der Verformungsgrad in den Bereichen, in welchen die größere

Festigkeit erzielt werden soll, größer und durch diesen größeren Verformungsgrad wird bei der Kaltverformung in diesen Bereichen die Festigkeit erhöht. So kann z.B. gemäß der Erfindung das Kaltschmieden des Spitzenbereiches des  
5 Penetrators mit einem Verformungsgrad bis zu 30 % und das Kaltschmieden des Mittel- und Heckbereiches des Penetrators mit einem Verformungsgrad von 0 - 20 % erfolgen. Das Kaltschmieden des Penetrators kann gemäß der Erfindung beispielsweise im Spitzenbereich des Penetrators mit einem  
10 Verformungsgrad von 6 - 20 %, im Mittelbereich mit einem Verformungsgrad von 2 - 12 % und im Heckbereich mit einem Verformungsgrad von 4 - 16 % erfolgen. Hierbei kann gemäß der Erfindung ein über seine Länge homogener Rohling aus einer homogenen Legierung von 90 - 99 % Wolframschwermetall, Rest  
15 Eisen, Nickel, Kupfer, Mangan, Kobalt, Molybdän, einzeln oder zu mehreren, verwendet werden. In diesem Falle werden die Festigkeitsunterschiede nur durch den Verformungsgrad erreicht. Es kann aber auch gemäß der Erfindung ein gesinterter Rohling verwendet werden, der in den Bereichen seiner ver-  
20 schiedenen Zusammensetzung mit verschiedenem Verformungsgrad kaltgeschmiedet wird. Wenn in den Bereichen des Rohlings, in welchen der Anteil an Wolframschwermetall größer und der Anteil an Zugabemetall kleiner ist, die Kaltschmiedung mit einem größeren Verformungsgrad durchgeführt wird, wird eine  
25 größere Festigkeit durch die Legierungszusammensetzung und den Verformungsgrad erreicht. Gemäß der Erfindung soll zweckmäßig der Penetrator nach dem Kaltschmieden einer Glühung bei 800 - 1550°C unterworfen werden.

30 Bei einem Verfahren zur Herstellung des Penetrators aus abgereichertem Uran können die unterschiedlichen Festigkeitswerte in den verschiedenen Bereichen durch unterschiedliche partielle Wärmebehandlung in diesen Bereichen erzeugt werden. Hierbei wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform  
35 der Penetrator aus einer ungefähr 0,7 % Titan enthaltenden Uranlegierung hergestellt und im Spitzenbereich bei einer



Temperatur von 400 - 600°C, vorzugsweise 400 - 500°C, im Mittelbereich bei einer Temperatur von 180 - 300°C, vorzugsweise 180 - 220°C, und im Heckbereich bei einer Temperatur von 350 - 450°C, vorzugsweise 350 - 400°C, partiell wärme-  
5 behandelt. Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Penetrator aus einer ungefähr 2 % Molybdän enthaltenden abgereicherten Uranlegierung hergestellt und im Spitzenbereich bei einer Temperatur von 350 - 400°C, im Mittelbereich bei einer Temperatur von  
10 520 - 670°C, vorzugsweise 520 - 570°C, und im Heckbereich bei einer Temperatur von 400 - 550°C, vorzugsweise 400 - 450°C, partiell wärmebehandelt. Es können sich hierbei auch verlaufende Übergänge zwischen den Bereichen verschiedener Festigkeiten ergeben. Der Formling aus der betreffenden Uranlegie-  
15 rung kann hierbei gegossen oder gesintert werden.

Gemäß der Erfindung kann auch ein Penetrator aus abgereichertem Uran durch Kaltverformung weiter verfestigt werden. Es kann daher in analoger Weise wie ein Wolframschwermetallpene-  
20 trator ein Uranpenetrator aus einem gemäß der Erfindung zusammengesetzten und wärmebehandelten Uranrohling kaltgeschmiedet werden, welcher in den Bereichen, welche den Bereichen größerer Festigkeit des Penetrators entsprechen, einen größeren Querschnitt aufweist als in den Bereichen,  
25 welche den Bereichen geringerer Festigkeit des Penetrators entsprechen. Bei einem solchen Penetrator aus abgereichertem Uran kann beispielsweise das Kaltschmieden im Spitzenbereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad bis zu 30 % und das Kaltschmieden im Mittel- und Heckbereich des Penetrators mit  
30 einem Verformungsgrad von 2 - 12 % erfolgen. Zweckmäßig erfolgt hierbei das Kaltschmieden im Spitzenbereich mit einem Verformungsgrad von 6 - 20 %, im Mittelbereich mit einem Verformungsgrad von 2 - 12 % und im Heckbereich mit einem Verformungsgrad von 4 - 16 %. Bei einem in dieser Weise  
35 behandelten Penetrator aus Uran, insbesondere abgereichertem Uran, können beispielsweise Festigkeitswerte von 1700 N/mm<sup>2</sup>

im Spitzenbereich, von 1450 N/mm<sup>2</sup> im Heckbereich und 1200 N/mm<sup>2</sup> im Mittelbereich erzielt werden. Infolge der niedrigen Festigkeitswerte im Mittelbereich ist hier die Zähigkeit größer.

5

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der aus Uran, insbesondere abgereichertem Uran, bestehende Penetrator nach dem Kaltschmieden unter einer Temperatur von 300 - 800°C wärmebehandelt. Durch eine solche Wärmebehand-  
10 lung, welche auch als Rekristallisationsglühen bezeichnet wird, können verlaufende Übergänge zwischen den Bereichen verschiedener Festigkeit erreicht werden und es werden auf diese Weise metallurgische Kerben zwischen diesen Bereichen vermieden.

15

In der Zeichnung ist die Erfindung schematisch erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Beispiels eines Treibkäfiggeschoßes mit Penetrator und Treibkäfig, wobei der Penetrator im Axial-  
20 schnitt dargestellt ist. Fig. 2 zeigt ein Diagramm der Festigkeit und Zähigkeit eines Penetrators über die Länge desselben. Fig. 3 zeigt ein Beispiels für das Kaltschmieden eines Penetrators mit einem Diagramm des Schmiedegrades über die Länge des Penetrators. Fig. 4 zeigt einen aus Uranle-  
25 gierungen hergestellten Penetrator. Fig. 5 zeigt einen Penetrator mit Vorkern.

Fig. 1 zeigt ein Treibkäfiggeschoß. Der Penetrator 1 weist eine Spitze 2, ein Heck 3 und einen Mittelteil 4 auf. An das  
30 Heck 3 ist eine Leitvorrichtung 5 angeschlossen, welche von Flügeln aus einem spezifisch leichteren Werkstoff, beispielsweise Aluminium, gebildet ist und eine Stabilisierung während des Fluges bewirkt. Diese Leitvorrichtung 5 ist beispielsweise in ein Gewinde 8 des Penetrators eingeschraubt. In  
35 seinem Mittelteil 4 ist der Penetrator 1 mit einem Schraubengewinde 9 oder Rillen ausgestattet, auf welches oder welche

- ein Treibkäfig 6 aufgebracht ist. Dieser Treibkäfig 6 ist im Geschützrohr geführt und kann Führungsringe 7 aufweisen. Auf die hintere Stirnfläche 6' dieses Treibkäfigs und auf das Heck 3 des Penetrators wirkt die Treibladung des Geschützes.
- 5 Nach dem Verlassen des Rohres löst sich der Treibkäfig 6 vom Penetrator ab und der Penetrator 1 fliegt allein weiter. Der Penetrator 1 besteht aus Schwermetall, wodurch seine Auftreffwucht vergrößert wird.
- 10 Fig. 2 zeigt das Festigkeitsdiagramm eines aus Wolframschwermetall oder Uran gebildeten Penetrators 1. Über die Länge des Penetrators 1 sind auf der linken Ordinate die Werte für die Festigkeit in  $\text{N/mm}^2$  und die Vickershärte  $\text{HV}_{30}$  aufgetragen. Auf der rechten Ordinate ist die Zähigkeit (Bruchdehnungswerte  $d_5$  in %) aufgetragen. Die voll ausgezeichnete Kurve a zeigt die Festigkeit und die Vickershärte und die strichliert gezeichnete Kurve b zeigt die Bruchdehnung in den verschiedenen Bereichen der Länge des Penetrators 1. Der Spitzenbereich ist mit c, der Mittelbereich mit d und der Heckbereich mit e bezeichnet. Bei dem Ausführungsbeispiel der Zeichnung erreicht die Festigkeit an der Spitze 2 einen Wert von  $1290 \text{ N/mm}^2$ , was einer Vickershärte  $\text{HV}_{30}$  von 400 entspricht. Über den Spitzenbereich c sinkt die Härte von der Spitze 2 ausgehend ab und erreicht im Mittelbereich d einen Wert von  $800 \text{ N/mm}^2$ , was einer Vickershärte  $\text{HV}_{30}$  von 250 entspricht. Vom Mittelbereich d ausgehend steigt die Festigkeit im Heckbereich e wieder an und erreicht am Heck 3 einen Wert von  $1095 \text{ N/mm}^2$ , was einer Vickershärte  $\text{HV}_{30}$  von 340 entspricht. Die Bruchdehnung (Kurve b) beträgt an der Spitze 2 - 3 % und steigt im Spitzenbereich c bis zum Mittelbereich d an. Im Mittelbereich d beträgt die Bruchdehnung 20 %. Vom Mittelbereich d fällt die Bruchdehnung wieder über den Heckbereich e ab und erreicht am Heck 3 einen Wert von 12 %.
- 35 Fig. 3 zeigt das Kaltschmieden eines Rohlings, beispielsweise aus Wolframschwermetall. Da der fertige Penetrator 1 über

seine Länge gleichen Durchmesser aufweisen soll, wird von einem Rohling ausgegangen, der in den Bereichen, in welchen ein größerer Schmiedegrad bzw. Verformungsgrad erreicht werden soll, einen größeren Durchmesser aufweist als in den  
5 Bereichen, in welchen nur ein geringerer Schmiedegrad bzw. Verformungsgrad erreicht werden soll. Die Linien 10 deuten den Umriß des Rohlings im Spitzenbereich c, Mittelbereich d und Heckbereich e an, wobei die Durchmesserdifferezenzen des Rohlings der Deutlichkeit halber übertrieben dargestellt  
10 sind. Innerhalb der Linien 10 ist der Penetrator 1 eingezeichnet, dessen Spitze wieder mit 2, dessen Heck mit 3 und dessen Mittelteil mit 4 bezeichnet ist. Dieser Rohling wird kaltgeschmiedet und die Kurve f zeigt den Schmiedegrad bzw. Verformungsgrad an. An der Spitze 2 beträgt bei dem Aus-  
15 führungsbeispiel der Zeichnung der Schmiedegrad 12 %. Im Bereich c verringert sich der Schmiedegrad und im Mittelbereich d beträgt der Schmiedegrad 4 %. Vom Mittelbereich d ausgehend erhöht sich der Schmiedegrad im Heckbereich e und beträgt am Heck 8 %.

20

Fig. 4 zeigt einen Penetrator aus einer Legierung von abgereichertem Uran. Bei einer 0,7 % Titan enthaltenden Uranlegierung erfolgt bei diesem Ausführungsbeispiel die Wärmebehandlung im Spitzenbereich c bei 450°C, im Mittelbereich d  
25 bei 200°C und im Heckbereich e bei 370°C. Bei einem Penetrator aus einer 2 % Molybdän enthaltenden Uranlegierung erfolgt beispielsweise die Wärmebehandlung im Spitzenbereich c bei 370°C, im Mittelbereich d bei 550°C und im Heckbereich e bei 430°C.

30

Fig. 5 zeigt einen Penetrator mit Vorkern. 11 ist der Penetrator und 12 ist der Treibkäfig. An dem Vorderende 3 des Penetrators sind zwei Vorkerne 14 und 15 angeschlossen. Diese Vorkerne sind gegen eine senkrecht zur Achse des Penetrators 11 stehende Fläche 16 abgestützt. 18 ist eine wind-  
35 schlüpfige Haube aus Aluminium, welche mittels eines

Gewindes 19 auf das Vorderende 13 des Penetrators aufgeschraubt ist. Der zweite Vorkern 15 weist einen zentrischen Ansatz 20 auf, welcher von einem Gummiring 21, beispielsweise einem O-Ring, umgeben ist. Mittels dieses Gummiringes 21 sind  
5 die Vorkerne 14 und 15 gegen die Haube 18 abgestützt und auf diese Weise werden die Vorkerne 14 und 15 durch die aufgeschraubte Aluminiumhaube 8 während des Transportes des Geschoßes und während des Fluges desselben am Penetrator 11 festgehalten. Die Abstützfläche 16 des Penetrators 11 und die  
10 Abstützfläche 17 des ersten Vorkernes 14 weisen einen vorstehenden Randwulst 22 bzw. 23 auf, so daß der Vorkern 14 gegenüber dem Vorderende 13 des Penetrators und der zweite Vorkern 15 gegenüber dem ersten Vorkern 14 zentriert ist.

15

20

25

30

35

## Patentansprüche:

1. Im wesentlichen aus Schwermetall, wie beispielsweise Wolframschwermetall oder Uran, insbesondere abgereicher-  
5 tem Uran, bestehender Penetrator (1, 11) für ein Treib-  
käftigeschoß, welches einen den Penetrator (1, 11)  
umgebenden, einen größeren Durchmesser als dieser auf-  
weisenden Treibkäfig (6, 12) aufweist, wobei der Pene-  
trator (1, 11) von seinem Spitzenbereich (c) bis zu  
10 seinem Heckbereich (e) im wesentlichen einteilig ausge-  
bildet ist und gegebenenfalls an den Heckbereich des  
Penetrators eine Leitvorrichtung (5) angeschlossen ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator (1, 11) in  
einem Mittelbereich (d) seiner Länge eine geringere  
15 Festigkeit und eine größere Zähigkeit aufweist als in  
seinem Spitzenbereich (c) und daß er in seinem Heck-  
bereich (e) eine größere Festigkeit und geringere Zähig-  
keit als in seinem Mittelbereich (d) und eine geringere  
Festigkeit und eine größere Zähigkeit als in seinem  
20 Spitzenbereich (c) aufweist.
2. Penetrator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Festigkeitswerte von der Spitze (2) zum Mittelbereich  
(d) verlaufend abnehmen.  
25
3. Penetrator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Festigkeitswerte vom Mittelbereich (d) zum  
Heck (3) verlaufend zunehmen.
- 30 4. Penetrator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß er in seinem Spitzenbereich (c) Festig-  
keitswerte bis zu 1100 - 2000 N/mm<sup>2</sup> aufweist und die  
Festigkeitswerte in seinem Mittelbereich (d) bis zu  
900 - 600 N/mm<sup>2</sup> abnehmen.

5. Penetrator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Festigkeitswerte vom Mittelbereich (d) zum Heck (3) bis zu 1300 N/mm<sup>2</sup> zunehmen.
- 5 6. Penetrator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß an den Spitzenbereich (c) des Penetrators (11) wenigstens ein Vorkern (14, 15) angeschlossen ist.
- 10 7. Penetrator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkern (14, 15) aus dem gleichen Material besteht wie der Spitzenbereich (c) des Penetrators (11).
- 15 8. Penetrator nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkern (14, 15) wenigstens die gleiche Härte aufweist wie der Spitzenbereich (c) des Penetrators (11).
- 20 9. Penetrator nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkern (14, 15) am Vorderende (13) des Penetrators (11) entgegen der Beschleunigungskraft abgestützt und an diesem lediglich unverlierbar festgelegt ist.
- 25 10. Penetrator nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkern (14, 15) durch eine am Vorderende (13) des Penetrators (11) befestigte windschlüpfige Haube (18) abgedeckt ist.
- 30 11. Penetrator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die windschlüpfige Haube (18) aus Aluminium besteht.
- 35 12. Penetrator nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die windschlüpfige Haube (18) auf das Vorderende (13) des Penetrators (11) aufgeschraubt ist

und daß der Vorkern (15) unter Zwischenschaltung eines Gummiringes (21) an der Haube (18) abgestützt ist.

13. Penetrator nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch  
5 gekennzeichnet, daß an das Vorderende (13) des Penetrators (11) wenigstens zwei Vorkerne (14, 15) angeschlossen sind, wobei der vordere Vorkern (15) einen kleineren Durchmesser als der hintere Vorkern (14) und  
10 der hintere Vorkern (14) einen kleineren Durchmesser als die Stirnfläche (16) des Penetrators (11) aufweist, daß der hintere Vorkern (14) durch einen Randwulst (22) an der Stirnfläche (16) des Penetrators (11) und der vordere Vorkern (15) durch einen Randwulst (23) an der Stirnfläche (17) des hinteren Vorkernes (14) zentriert ist und  
15 daß der vordere Vorkern (15) unter Zwischenschaltung eines Gummiringes (21) gegen die windschlüpfige Haube (18) abgestützt ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Penetrators nach einem  
20 der Ansprüche 1 bis 13 aus Wolframschwermetall, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem pulverförmigen Gemisch von Wolframschwermetall und Zugabemetallen wie Eisen, Nickel, Mangan, Kupfer, Kobalt und Molybdän, Mangan-Eisen-Legierung, einzeln oder zu mehreren, gesintert  
25 wird, wobei der Anteil der Zusatzmetalle in denjenigen Bereichen der Sinterform, welche den Bereichen geringerer Festigkeit des Penetrators entsprechen, erhöht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß  
30 die Zusatzmetalle Mikrolegierungen der Elemente Kobalt und Molybdän, einzeln oder zu mehreren, in einer Menge von 0,00001 - 1 % umfassen.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet,  
35 net, daß das Gemisch 90 - 99 % Wolframschwermetall, Rest Zusatzmetalle, aufweist.



17. Verfahren zur Herstellung eines Penetrators nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator kaltgeschmiedet wird, und zwar in den Bereichen größerer Festigkeit und geringerer Zähigkeit mit einem größeren Verformungsgrad als in den Bereichen größerer Zähigkeit und geringerer Festigkeit.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem Rohling kalt geschmiedet wird, welcher in den Bereichen, welche den Bereichen größerer Festigkeit des Penetrators entsprechen, einen größeren Querschnitt aufweist als in den Bereichen, welche den Bereichen geringerer Festigkeit des Penetrators entsprechen.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18 zur Herstellung eines Penetrators aus Wolframschwermetall, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltschmieden im Spitzenbereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad bis zum 30 % und das Kaltschmieden im Mittel- und Heckbereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad von 0 - 20 % erfolgt.
20. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltschmieden im Spitzenbereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad von 6 - 20 %, im Mittelbereich mit einem Verformungsgrad von 2 - 12 % und im Heckbereich mit einem Verformungsgrad von 4 - 16 % erfolgt.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein über seine Länge homogener Rohling aus einer homogenen Legierung von 90 - 99 % Wolframschwermetall, Rest Eisen, Nickel, Kupfer, Mangan, Kobalt, Molybdän, einzeln oder zu mehreren, verwendet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemäß Anspruch 14, 15 oder 16 gesinterter Rohling verwendet wird.
- 5 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator nach dem Kaltschmieden einer Glühung bei 800 - 1550°C unterworfen wird.
- 10 24. Verfahren zur Herstellung eines Penetrators nach einem der Ansprüche 1 bis 13 aus abgereichertem Uran, dadurch gekennzeichnet, daß er in den Bereichen unterschiedlicher Festigkeit einer unterschiedlichen partiellen Wärmebehandlung unterworfen wird.
- 15 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator aus einer ungefähr 0,7 % Titan enthaltenden Uranlegierung hergestellt und im Spitzenbereich bei einer Temperatur von 400 - 600°C, im Mittelbereich bei einer Temperatur von 180 - 300°C und im Heckbereich bei  
20 einer Temperatur von 350 - 450°C partiell wärmebehandelt wird.
- 25 26. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator aus einer ungefähr 0,7 % Titan enthaltenden Uranlegierung hergestellt und im Spitzenbereich bei einer Temperatur von 400 - 500°C, im Mittelbereich bei einer Temperatur von 180 - 220°C und im Heckbereich bei einer Temperatur von 350 - 400°C partiell wärmebehandelt wird.
- 30 27. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Penetrator aus einer ungefähr 2 % Molybdän enthaltenden abgereicherten Uranlegierung hergestellt und im Spitzenbereich bei einer Temperatur von 350 - 400°C, im  
35 Mittelbereich bei einer Temperatur von 520 - 670°C und im

Heckbereich bei einer Temperatur von 400 - 550°C partiell  
wärmebehandelt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 der Penetrator aus einer ungefähr 2 % Molybdän enthalten-  
den abgereicherten Uranlegierung hergestellt und im  
Spitzenbereich bei einer Temperatur von 350 - 400°C, im  
Mittelbereich bei einer Temperatur von 520 - 570°C und im  
10 Heckbereich bei einer Temperatur von 400 - 450°C partiell  
wärmebehandelt wird.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 17, 18 und 24 bis 28,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltschmieden im Spitzen-  
bereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad bis zu  
15 30 % und das Kaltschmieden im Mittel- und Heckbereich des  
Penetrators mit einem Verformungsgrad von 2 - 12 %  
erfolgt.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 17, 18 und 24 bis 28,  
20 dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltschmieden im Spitzen-  
bereich des Penetrators mit einem Verformungsgrad von  
6 - 20 %, im Mittelbereich mit einem Verformungsgrad von  
2 - 12 % und im Heckbereich mit einem Verformungsgrad von  
4 - 16 % erfolgt.
- 25 31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeich-  
net, daß der Penetrator nach dem Kaltschmieden unter  
einer Temperatur von 300 - 800°C wärmebehandelt wird.

30

35

FIG. 1

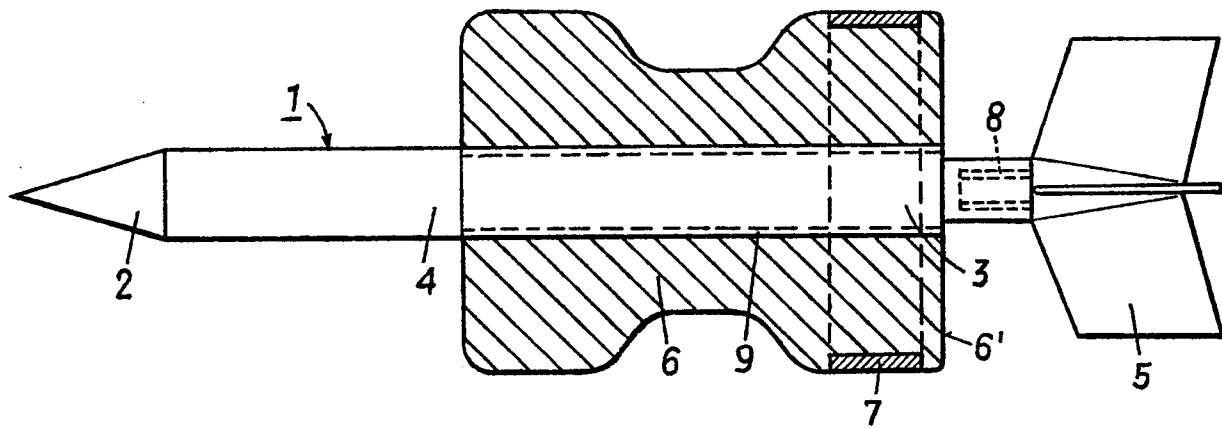


FIG. 2

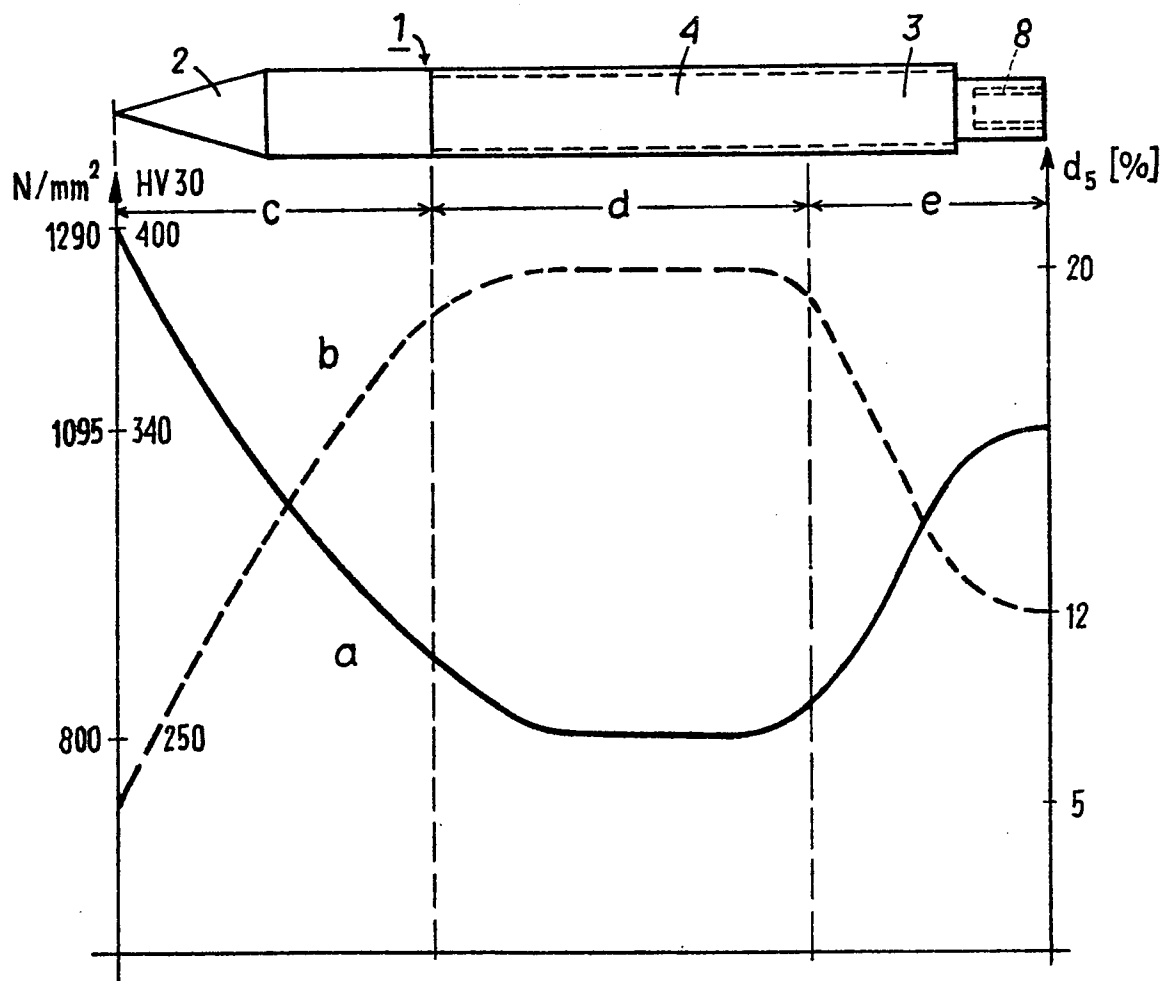


FIG. 3

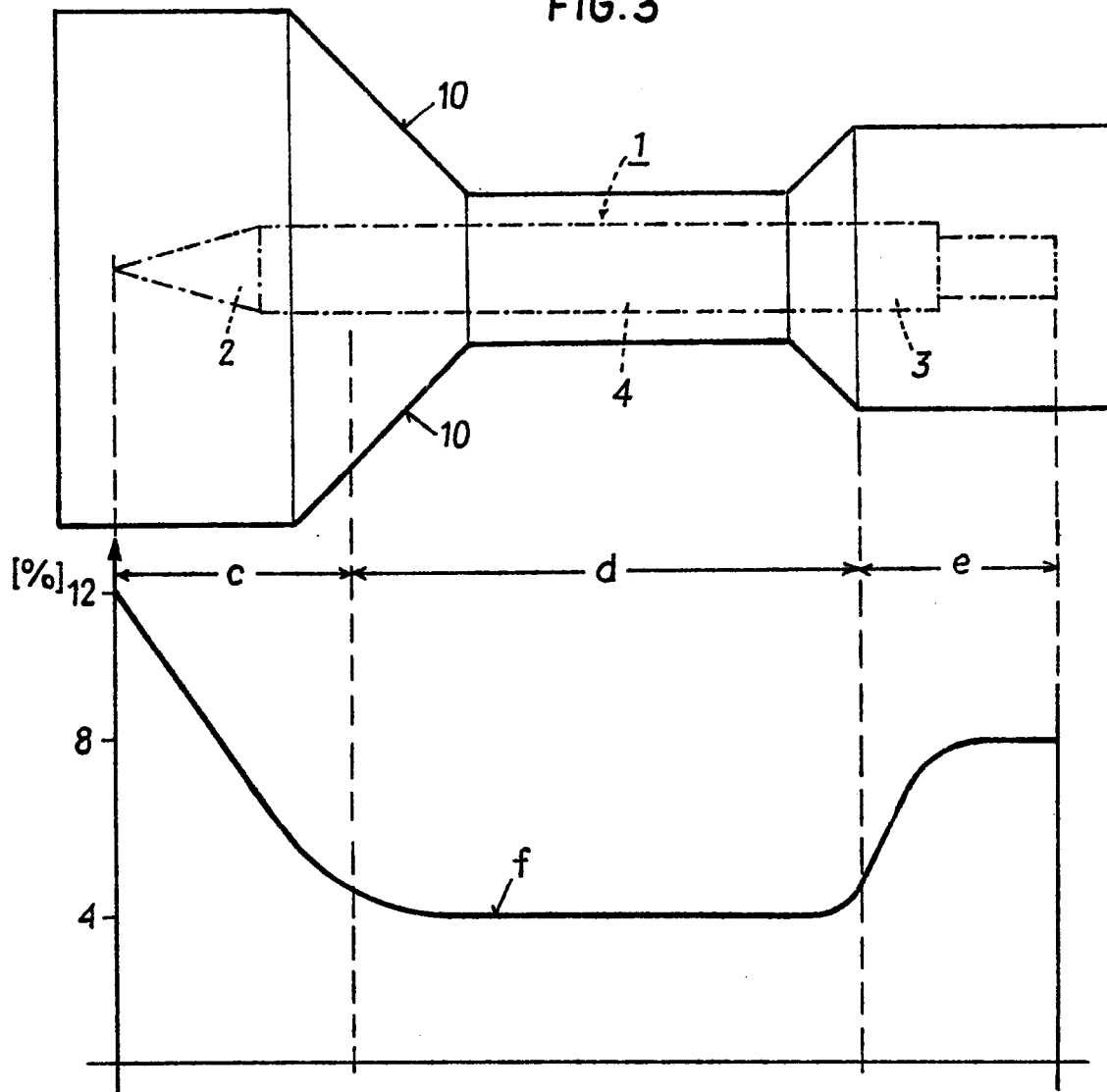


FIG. 4

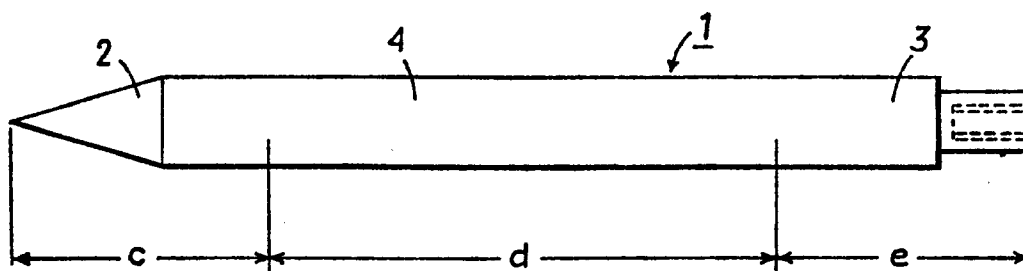


FIG. 5

