

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



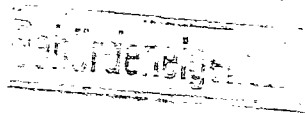
DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 31 36 939 A 1**

⑤① Int. Cl. 3:  
**G 21 C 3/32**  
G 21 C 3/12

②① Aktenzeichen:  
②② Anmeldetag:  
④③ Offenlegungstag:

P 31 36 939.1  
17. 9. 81  
15. 7. 82



DE 31 36 939 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
17.09.80 US 187913

⑦② Erfinder:  
Christiansen, David Wayne, 99336 Kennewick, Wash., US

⑦① Anmelder:  
United States Department of Energy, 20585 Washington,  
D.C., US

⑦④ Vertreter:  
Wagner, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑤④ **Brennstoffstab-Befestigungssystem**

Ein wiederverwendbares System zur lösbaren Befestigung einer Kernreaktorbrennstoffstange an einem Tragglied. Eine Verriegelungskappe ist an dem Brennstoffstab befestigt, und ein Verriegelungsstreifen ist am Tragglied befestigt. Die Verriegelungskappe besitzt zwei entgegengesetztliegende Finger, die derart geformt sind, daß ein Sockel mit einem Körperteil gebildet wird. Der Verriegelungsstreifen besitzt eine Verlängerung, derart geformt, daß dieser starr am Körperteil des Sockels befestigt ist. Die Finger der Verriegelungskappe sind elastisch biegsam. Zur Befestigung wird die Verriegelungskappe in Längsrichtung auf den Verriegelungsstreifen geschoben, was die Verlängerung veranlaßt, die Finger zeitweise aufzubiegen, um mit dem Körperteil des Sockels in Eingriff zu kommen. Zur Entfernung wird das Verfahren umgekehrt. (31 36 939)

DE 31 36 939 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

① System zur entfernbaren Befestigung eines Kernreaktorstabs an einem Tragglied, dadurch gekennzeichnet, daß eine wiederverwendbare Verriegelungskappe (22) an dem Kernreaktorbrennstoffstab befestigt ist und entgegengesetztliegende elastisch auslenkbare Finger (24a,24b) besitzt, die einen Sockelteil definieren, der einen Körper-, einen Hals- und einen Mundteil besitzt, wobei der Sockel ebenfalls einen enger werdenden, die Entkupplung unterstützenden Verjüngungsabschnitt aufweist, und zwar vom Körperteil zum Halsteil, und wobei ferner ein schmaler werdender, die Kupplung unterstützender verjüngter Abschnitt vom Mundteil zum Halsteil verläuft, und wobei ferner ein wiederverwendbarer Verriegelungsstreifen (24) an dem Tragglied befestigt ist und eine Verlängerung (36) besitzt, die fest mit dem Körperteil des Sockels in Eingriff steht, und daß die Verlängerung einen oberen Abschnitt besitzt, der beim Aufbringen einer Kupplungskraft mit dem die Kupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Finger aufzubiegen, um so den Halsteil zur Aufnahme der Verlängerung (36) in dem Körperteil des Sockels zu gestatten, und wobei die Verlängerung (36) ebenfalls einen Bodenabschnitt aufweist, der beim Anbringen einer Entkupplungskraft mit dem die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Finger in Öffnungsrichtung auszulenken, um so den Halsteil zu erweitern zur Entfernung der Verlängerung (36) aus dem Körperteil des Sockels.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerung des Verriegelungsstreifens fest mit dem Körperteil des Sockels dann in Eingriff kommt, wenn die Finger im ganzen entlastet sind.

- 2 -

- 13 -

3. System nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sockel eine Längsachse besitzt, und daß der Körperteil eine Drehung verhindernde, im ganzen ebene Fingeroberflächen im ganzen parallel mit der Längsachse besitzt, und daß ferner die Verlängerung (36) einen Mittelabschnitt aufweist, der im ganzen ebene Oberflächen besitzt, und zwar im ganzen parallel zur Längsachse, wobei diese Oberflächen bei Aufbringung eines Drehmoments mit den die Drehung verhindernden, im ganzen ebenen Fingeroberflächen in Eingriff kommen, wenn die Verlängerung an dem Sockel befestigt ist.

4. System nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Verriegelungskappe befestigt an einem zusätzlichen Brennstoffstab, und wobei die Verriegelungskappen jeweils zwei Finger aufweisen und der Verriegelungsstreifen eine erweiterte Verlängerung besitzt, um so die zusätzliche Verriegelungskappe unterzubringen.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Kupplung unterstützende verjüngte Abschnitt im ganzen ebene Fingeroberflächen besitzt.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Abschnitt ein konvexes Gebiet besitzt, welches beim Anbringen der Kupplungskraft mit dem die Kupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt.

7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerung im ganzen den Sockel dann ausfüllt, wenn die Verlängerung an dem Sockel befestigt ist.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der die Kupplung unterstützende verjüngte Abschnitt eine allmählichere Verjüngung besitzt als die Verjüngung des die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitts, und daß die Entkupplungskraft größer ist als die Kupplungskraft.

9. System zur lösbaren Befestigung einer Kernreaktorbrennstoffstange an einem Tragglied, gekennzeichnet durch:

A) eine wiederverwendbare Verriegelungskappe befestigt an dem Tragglied mit entgegengesetztliegenden elastisch auslenkbaren Fingern, die einen Sockel definieren, der einen Körperteil, einen Halsteil und einen Mundteil aufweist, wobei der Sockel ebenfalls einen schmaler werdenden, die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt aufweist, und zwar vom Körperteil zum Halsteil verlaufend, und wobei ferner ein enger werdender, die Kupplung unterstützender verjüngter Abschnitt vom Mundteil zum Halsteil vorgesehen ist, und

B) ein wiederverwendbarer Verriegelungsstreifen befestigt an dem Kernreaktorbrennstoffstab mit einer Verlängerung, die fest mit dem Körperteil des Sockels in Eingriff kommt, wobei die Verlängerung einen oberen Abschnitt aufweist, der bei Aufbringung einer Kupplungskraft mit dem die Kupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Finger in deren Öffnungszustand auszulenken, um so den Halsteil zur Aufnahme der Verlängerung in den Körperteil des Sockels zu erweitern, und wobei die Verlängerung ebenfalls einen Bodenabschnitt aufweist, der bei Aufbringung einer Entkupplungskraft mit dem die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Finger in Öffnungsstellung auszulenken, um so den Halsteil zu erweitern für die Entfernung der Verlängerung aus dem Körperteil des Sockels.

10. System zur lösbaren Befestigung eines Kernreaktorbrennstoffstabs an einem Tragglied, gekennzeichnet durch:

A) eine wiederverwendbare Verriegelungskappe befestigt an der Kernreaktorbrennstoffstange mit entgegengesetztliegenden Fingern, die einen Sockel definieren, der einen Körperteil, einen Halsteil und einen Mundteil aufweist, wobei der Sockel ebenfalls einen sich verengenden, die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt aufweist, und zwar vom

Körperteil zum Halsteil verlaufend, und wobei ferner ein sich verengender, die Kupplung unterstützender verjüngter Abschnitt vom Mundteil zum Halsteil vorgesehen ist, und B) einen wiederverwendbaren Verriegelungsstreifen befestigt am Tragglied mit einer elastisch transversal zusammendrückbaren Verlängerung, die in fester Weise mit dem Körperteil des Sockels in Eingriff kommt, und wobei die Verlängerung bei Aufbringung einer Kupplungskraft mit dem die Kupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um in Transversalrichtung die Verlängerung zusammenzudrücken, und zwar zur Aufnahme der Verlängerung durch den Halsteil in dem Körperteil des Sockels, und wobei die Verlängerung ferner beim Aufbringen einer Entkupplungskraft mit dem die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um in Transversalrichtung die Verlängerung zusammenzudrücken, um die Verlängerung aus dem Körperteil des Sockels zu entfernen.

11. System zur lösbaren Befestigung eines Kernreaktorbrennstoffstabs an einem Tragglied, gekennzeichnet durch:

A) eine wiederverwendbare Verriegelungskappe befestigt an dem Tragglied mit entgegengesetztliegenden Fingern, die einen Sockel definieren, der einen Körperteil, einen Halsteil und einen Mundteil aufweist, wobei der Sockel ebenfalls einen sich verschmälernden, die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt aufweist, und zwar vom Körperteil zum Halsteil verlaufend, und wobei ferner ein sich verschmälernder, die Kupplung unterstützender verjüngter Abschnitt vom Mundteil zum Halsteil verläuft, und

B) einen wiederverwendbaren Verriegelungsstreifen befestigt an der Kernreaktorbrennstoffstange mit einer transversal zusammendrückbaren Verlängerung, die fest mit dem Körperteil des Sockels in Eingriff kommt, wobei die Verlängerung bei Aufbringung einer Kupplungskraft mit dem die Kupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Verlängerung in Transversalrichtung zusammenzudrücken,

- 46 -

- 5 -

um die Verlängerung durch den Halsteil in dem Körperteil des Sockels aufzunehmen, und wobei die Verlängerung ferner beim Anlegen einer Entkupplungskraft mit dem die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt in Eingriff kommt, um die Verlängerung in Transversalrichtung zusammenzudrücken, um die Verlängerung aus dem Körperteil des Sockels zu entfernen.

16. September 1981

R-4546

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, Washington, D.C. 20545,  
V.St.A.

#### Brennstoffstab-Befestigungssystem

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Kernreaktorbrennstoffstab-Befestigungssystem, und insbesondere auf ein wiederverwendbares System zur lösbaren Befestigung eines Nuklearbrennstoffstabs an einem Tragglied.

Der Core eines typischen Kernreaktors weist zahlreiche Brennstoffanordnungen auf, deren jede zahlreiche mit dichtem Abstand angeordnete, langgestreckte, mit Brennstoff beschichtete Stäbe (sogenannte Brennstoffstifte) besitzt, und wobei jeder Brennstoffstab im allgemeinen zahlreiche Brennstoffpellets enthält. Ein Kühlmittel fließt üblicherweise in den Boden der Brennstoffanordnung hinein, durch die Zwischenräume zwischen den Brennstoffstäben nach oben und am oberen Ende aus der Brennstoffanordnung heraus.

Üblicherweise enthält die Brennstoffanordnung ein Tragglied, und es müssen ferner Mittel vorgesehen sein, um das eine Ende des Brennstoffstabes (normalerweise das untere Ende)

- 2 -  
- 7 -

an diesem Tragglied zu befestigen. Eine stabile Befestigung ist deshalb notwendig, weil die Brennstoffstäbe beliebigen Beanspruchungen ausgesetzt sein können, wie beispielsweise den folgenden: dem durch Strahlung hervorgerufenen Anschwellen, einem Strömungsmittelfluß, thermischen Änderungen und dgl.. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, die Brennstoffstäbe aus verschiedenen Gründen entfernen zu können. Dies ist beispielsweise in folgenden Fällen der Fall: bei einer Inspektion, beim Testen, bei der Wartung und/oder beim Ersetzen.

Die folgenden US-Patente 3 150 057, 3 743 578, 3 755 077, 3 890 197, 3 951 739, 3 996 101 und 4 003 787 beschreiben Brennstoffstab-Befestigungsmechanismen, welche Streifen mit kreisförmigen erweiterten Teilen aufweisen. Bei den Mechanismen gemäß dieser Patente werden die Brennstoffstäbe seitwärts auf die Streifen durch Gleitbewegung gebracht und für den Reaktorbetrieb befestigt. Eine vollständige, zumindest aber beträchtliche Zerlegung der Brennstoffanordnung ist freilich dann erforderlich, wenn auch nur ein einziger Brennstoffstab entfernt werden soll.

US-PS 3 945 885 lehrt die Befestigung durch eine Zapfen/Sockel-Anordnung. Der Sockel besitzt eine Einführverjüngung und kann auch eine Ausführverjüngung aufweisen. Der Zapfen besitzt eine Einführverjüngung, hat aber keine Ausführverjüngung. Die Befestigung erfolgt durch eine Schubpassung, wobei die beiden Einführverjüngungen gestatten, daß sich der Sockel ausdehnt, um den Zapfen in dem Sockelhohlraum aufzunehmen. Das Entfernen wird dadurch erreicht, daß man eine hinreichende Zugkraft ausübt, um Zapfen und/oder Sockel zu verformen. Selbst der Bruch dieser Teile kann auftreten. Diese Verformung der Materialien ist das gewünschte Ziel dieses Patents. Die einmalige Entfernenbarkeit gestattet nicht die Wiederverwendung dieses Befestigungs/Entfernungs-Systems. Der Zapfen ist ebenfalls mit Absicht derart konstruiert, daß er nicht den gesamten Sockelhohlraum ausfüllt, so daß sich keine starre Befestigung ergibt, und ferner wird eine begrenzte laterale und longitudinale Bewegung unter dem Ein-



fluß von Kräften, wie beispielsweise der Kühlmittelströmung und der Schwerkraft, gestattet.

Ziel der Erfindung ist es, einen Kernreaktorbrennstoffstab schnell, billig und in starrer Weise an einem Tragglied zu befestigen. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, einen befestigten Kernreaktorbrennstoffstab von einem Tragglied schnell, billig und in nicht zerstörender Weise zu entfernen. Weiterhin bezweckt die Erfindung, die wiederholte Anbringung und Entfernung eines Kernreaktorbrennstoffstabs an einem Tragglied zu ermöglichen.

Zur Erreichung der genannten sowie weiterer Ziele kann das erfindungsgemäße Kernreaktorbrennstoffstab- und Tragglied-Befestigungs/Entfernungs-System folgendes aufweisen: eine an dem Kernreaktorbrennstoffstab befestigte Kappe sowie einen Verriegelungsstreifen befestigt am Tragglied. Sowohl die Verriegelungskappe als auch der Verriegelungsstreifen können wiederholt verwendet werden. Die Verriegelungskappe besitzt zwei oder mehrere entgegengesetztliegende Finger, die derart geformt sind, daß sie einen Sockel bilden, der einen Körperteil mit einem sich verengenden herausführenden Verjüngungsabschnitt besitzt, und zwar ausgehend vom Körperteil zu einem Halsteil, und wobei ferner ein sich verengender verjüngter Einführ-Abschnitt von einem Mundteil zu einem Halsteil verläuft. Die Finger springen dann zurück, wenn sie auseinanderbewegt und freigegeben werden. Der Verriegelungsstreifen besitzt eine Verlängerung, die derart geformt ist, daß sie sich starr am Körperteil des Sockels befestigt. Der obere Teil der Verlängerung kann gegen den verjüngten Einführabschnitt des Sockels gedrückt werden, um die Finger zur Durchführung der Befestigung auseinanderzudrücken, um so den Halsteil des Sockels zu erweitern. Der Bodenteil der Verlängerung kann gegen den verjüngten Herausführabschnitt des Sockels gezogen werden, um die Finger auseinanderzubewegen, um so zum Zwecke der Entfernung den Hals des Sockels zu erweitern.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das System die obenerwähnte Verriegelungskappe aufweisen, und zwar befestigt am Tragglied mit dem zuvor erwähnten Verriegelungsstreifen befestigt am Kernreaktorbrennstoffstab.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das System auch eine Verriegelungskappe aufweisen, deren verjüngte Abschnitte eine elastische, transversal zusammendrückbare Verriegelungsstreifenverlängerung flach machen würde, um zu gestatten, daß die Verlängerung durch den Halsteil zum Zwecke der Befestigung und der Entfernung gequetscht werden kann.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der obenerwähnte zusammendrückbare Verriegelungsstreifen an dem Kernreaktorbrennstoffstab befestigt, und die Verriegelungskappe ist am Tragglied befestigt.

Gemäß einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung ist der obenerwähnte zusammendrückbare Verriegelungsstreifen an der Kernreaktorbrennstoffstange befestigt, und die Verriegelungskappe ist am Tragglied befestigt.

Verschiedene Vorteile ergeben sich durch die Erfindung. Die Erfindung gestattet die schnelle Befestigung und Entfernung einer Brennstoffstange innerhalb der Brennstoffanordnung zum Zwecke der Inspektion, des Testens, der Wartung und dgl.. Die durch die Erfindung geschaffene erneute Verwendbarkeit macht es möglich, daß die entfernte Brennstoffstange wieder eingesetzt wird oder eine andere Brennstoffstange statt dessen eingesetzt wird. Dies steht im Gegensatz zu der obengenannten Patentschrift, wo ein System beschrieben wird, welches zerstört werden muß, also nur die einmalige Entfernung (einer Brennstoffstange) ermöglicht. Die erneute Verwendbarkeit sowie die schnelle Anbringung und Entfernung gemäß der Erfindung sind außerordentlich wirtschaftlich sowohl für Testreaktoren als auch kommerzielle Reaktoren. Die Benutzung der

vorliegenden Erfindung bei einem Testreaktor des U.S. Department of Energy in Richland, Washington, USA, wird Einsparungen in der Größenordnung von 1 Million Dollar pro Jahr ermöglichen.

Weitere Vorteile, Ziele und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Ansprüchen sowie aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; in der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt einer Brennstoffanordnung mit drei Kernreaktorbrennstoffstäben befestigt an einem Tragglied unter Verwendung von Verriegelungskappen und Verriegelungsstreifen;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Verriegelungskappe der Fig. 1;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Verriegelungsstreifens der Fig. 1;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines wahlweisen Verriegelungsstreifens;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer wahlweisen Verriegelungskappe, die zusammen mit dem wahlweisen Verriegelungsstreifen gemäß Fig. 4 verwendet wird.

Im folgenden sei nunmehr im einzelnen auf ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung eingegangen, welches in den Zeichnungen dargestellt ist.

Fig. 1 zeigt einen Teil einer Brennstoffanordnung 10. Ein typischer Kernreaktor enthält zahlreiche Brennstoffanordnungen. Jede Brennstoffanordnung enthält typischerweise über 100 Kernreaktorbrennstoffstäbe, die auch als Brennstoffstifte bezeichnet werden können. Nur drei Kernreaktorbrennstoffstäbe 12 sind in Fig. 1 für die Brennstoffanordnung 10

- 8 -  
- M -

dargestellt. Vorzugsweise ist der Boden eines Brennstoffstabes 12 an einem Tragglied 14 der Brennstoffanordnung 10 befestigt. Nur das untere Ende des Brennstoffstabs 12 ist in Fig. 1 dargestellt. Da Fig. 1 eine Schnittansicht ist, ist das Brennstoffanordnungs-Kanalrohr 16 in dieser Weise dargestellt. Die Abschirm/Einlaß-Düsenanordnungswände 18 bilden einen Kanal für das Kühlmittel, damit dieses nach oben durch den Raum zwischen den Brennstoffstäben fließen kann, um schließlich oben aus der Brennstoffanordnung auszutreten.

Der Boden oder das untere Ende des Brennstoffstabs 12 ist am oberen Teil 22a einer Verriegelungskappe befestigt. Der Mittelteil 22b der Verriegelungskappe verbindet den oberen Teil 22a mit einem Übergangsabschnitt 22c. Der untere Teil 22d bildet einen Sockel, und der untere Teil ist mit dem mittleren Teil durch den Übergangsabschnitt 22c verbunden. Für spezielle Anwendungsfälle können zwei oder mehrere aneinanderstoßende Verriegelungskappenteile aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet vorgesehen sein, um deren relative Dreh- und Befestigungs-Erfordernisse zuzulassen. Der den unteren Teil 22d bildende Verriegelungskappensockel ist starr an einem Verriegelungsstreifen 24 befestigt. Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht des Verriegelungsstreifens, der vorzugsweise verbreitert ist, um die Befestigung von zusätzlichen Brennstoffstäben vor und hinter den in Fig. 1 gezeigten Brennstoffstäben zu gestatten. Eine Stiftstange 26 befestigt den Verriegelungsstreifen 24 am Tragglied 16.

Die Verriegelungskappe 22 ist im einzelnen in Fig. 2 gezeigt. Der untere Teile 22d der Verriegelungskappe endet in entgegengesetztliegenden Fingern 24a und 24b, die einen Sockel 25 definieren. Vorzugsweise definieren zwei Finger den Sockel 25. Diese freiarmigen Finger können auseinandergebogen werden. Sie sind elastisch, so daß sie zurück in ihre ursprüngliche Form dann springen, wenn die Biege- oder Auslenkkraft vermindert wird. Der Sockel 25 besitzt einen Körperteil 26, einen Halsteil 28 und einen Mundteil 30. Der Sockelkörperteil 26 verschmälert sich auf den Halsteil 28 hin, und zwar längs

- 1 -  
- 12 -

eines verjüngten Abschnitts 32, der das Entkuppeln unterstützt. In gleicher Weise verengt sich der Mundteil 30 zum Halsteil 28 hin, und zwar längs eines Verjüngungsabschnitts 34, der kupplungsunterstützend wirkt.

Die Verriegelungskappe ist erneut verwendbar, was die wiederholte Befestigung und Entfernung der Kernreaktorbrennstoffstange vom Tragglied gestattet. Vorzugsweise ist die Verriegelungskappe an der Kernreaktorbrennstoffstange befestigt oder daran gesichert, der Verriegelungsstreifen ist mit dem Tragglied verbunden. Die Verriegelungskappe könnte jedoch auch am Tragglied befestigt sein, und der Verriegelungsstreifen ist an der Kernreaktorbrennstoffstange befestigt. Vorzugsweise besitzt der Körperteil 26 des Sockels im ganzen flache oder ebene Oberflächen, die im ganzen parallel zur Längsachse des Sockels verlaufen. Dies verhindert die Drehung bei einer in gleicher Weise geformten Verriegelungsstreifenverlängerung. Vorzugsweise ist die Vielzahl der Kernreaktorbrennstoffstäbe, deren jeder eine Verriegelungskappe aufweist, an einem verbreiterten Verriegelungsstreifen befestigt, wobei übliche Abstandsgitter oder Drahtwickel verwendet werden, um die Positionierung zu steuern. Im allgemeinen besitzt ein Kernreaktor zwei parallele, mit Abstand voneinander angeordnete Tragglieder 14, wobei jeder der verbreiterten Verriegelungsstreifen des Reaktors zu jedem Ende hin durch ein Tragglied 14 gestützt ist. Der die Kupplung unterstützende verjüngte Abschnitt 34 ist im allgemeinen eben ausgebildet, um den Befestigungsvorgang zu unterstützen. Vorzugsweise besitzt der bei der Kupplung unterstützend wirkende verjüngte Abschnitt 34 eine allmählichere Verjüngung als die Verjüngung des die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitts 32, so daß die zur Entfernung erforderliche Entkupplungskraft wesentlich größer ist als die zur Befestigung erforderliche Kupplungskraft.

Der Verriegelungsstreifen ist in Fig. 3 gezeigt. Der Verriegelungsstreifen 24 besitzt eine Verlängerung oder Erweiterung 36. Die Verlängerung 36 besteht aus einem oberen Abschnitt 36a, der vorzugsweise eine konvexe Form besitzt, um eine leichtere Befestigung zu ermöglichen. Die Verlängerung 36 weist ferner

- 8 -

- 13 -

einen Mittelabschnitt 36b auf, der im allgemeinen ebene Oberflächen besitzt, die im ganzen parallel zur Längsachse des Sockels verlaufen, um die Verdrehung dann zu verhindern, wenn die Verlängerung am Sockel befestigt ist; schließlich weist die Verlängerung 36 einen unteren oder Boden-Abschnitt 36c auf. Die Verlängerung ist derart geformt, daß stets eine starre Verbindung innerhalb des Körperteils 26 des Sockels vorgesehen ist. Infolge der bei vorgespannten Gliedern auftretenden durch die Strahlung hervorgerufenen Entspannungseffekte wird vorgezogen, daß eine starre Verbindung hergestellt wird, wenn sich die Finger in ihrem entspannten (nicht ausgelenkten oder nicht gebogenen) Zustand befinden. Vorzugsweise ist die Verlängerung derart geformt, daß das Gebiet des Körperteils des Sockels im allgemeinen angefüllt ist, wenn die Verlängerung am Sockel befestigt ist.

Der ebene Mittelabschnitt 36b der Verlängerung des Verriegelungsstreifens stößt am im ganzen ebenen Körperteil 26 des Sockels an, um die Drehung zu verhindern.

Zur Befestigung des Kernreaktorbrennstoffstabs am Tragglied wird der Brennstoffstab auf einen Punkt unmittelbar oberhalb des Tragglieds abgesenkt. Sodann wird der Brennstoffstab so weit abgesenkt, bis der die Kupplung unterstützende verjüngte Abschnitt 34 der Verriegelungskappe in Kontakt kommt mit dem oberen Abschnitt 36a der Verriegelungsstreifenverlängerung. Sodann wird der Brennstoffstab auf den Verriegelungsstreifen gestoßen, und zwar durch Aufbringung einer Kupplungskraft, die ausreicht, um die Verriegelungskappenfinger 24a und 24b auseinanderzubiegen, um so den Halsenteil 28 des Sockels zu erweitern, so daß der Durchgang der Verlängerung 36 des Verriegelungsstreifens in den Körperteil 26 des Sockels gestattet wird. Nach vollständigem Einsetzen springen die Verriegelungskappenfinger nach hinten, und vorzugsweise in ihre ursprüngliche Position, so daß sich eine starre Befestigung der Brennstoffstange am Tragglied ergibt.

- 9 -  
- 14 -

Während die Brennstoffstange am Tragglied befestigt ist, wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Relativdrehung der Verriegelungskappe und des Verriegelungsstreifens dadurch verhindert, daß die ebenen Oberflächen des Mittelabschnitts 36b der Verlängerung und des Körperteils 26 des Sockels in Eingriff stehen. Es kann jedoch sein, daß es nicht zweckmäßig ist, die Brennstoffstangendrehung für alle Anwendungsfälle des Systems zu verhindern, wie beispielsweise bei bestimmten Testsituationen, wo die drehbare Halterung der Brennstoffstange an der Verriegelungskappe oder die drehbare Halterung der Verriegelungskappe am Verriegelungsstreifen vorgesehen ist.

Die angebrachte Kernreaktorbrennstoffstange wird aus dem Tragglied dadurch entfernt, daß man eine Entkupplungskraft anlegt, um die Verriegelungskappe und den Verriegelungsstreifen auseinanderzuziehen. Nach dem Anlegen der Entkupplungskraft kommt der Bodenteil 36c der Verlängerung des Verriegelungsstreifens mit dem die Entkupplung unterstützenden verjüngten Abschnitt 32 des Sockels in Eingriff, um die Verriegelungskappenfinger auseinanderzustoßen oder in die Öffnungsstellung zu biegen, um so den Halsteil des Sockels zu erweitern und die Entfernung der Verlängerung aus dem Sockel zu gestatten. Daraufhin springen die Verriegelungskappenfinger zu ihrer ursprünglichen Konfiguration zurück.

Die Verriegelungskappe und der Verriegelungsstreifen sind zum wiederholten Gebrauch ausgelegt. Vorzugsweise sind geeignete Verjüngungen in der zuvor erwähnten Weise ausgewählt, um eine wesentlich größere Kraft zur Entfernung als für die Anbringung erforderlich zu machen.

Ein alternatives System zur entfernbar Befestigung einer Kernreaktorbrennstoffstange oder eines -stabes an einem Tragglied verwendet einen wahlweisen Verriegelungsstreifen, hergestellt aus Materialien, die gestatten, daß die Verlängerung des Verriegelungsstreifens in einer transversalen

Richtung zusammengepreßt wird, und zwar mit einer elastischen Rückkehr zur ursprünglichen Form bei Reduktion der Kompressionskraft. Eine Form für den wahlweisen Verriegelungsstreifen, die die Transversalkompression gestattet, ist in Fig. 4 durch den wahlweisen Verriegelungsstreifen 40 dargestellt, der die Entkupplung unterstützende verjüngte Abschnitte 42 aufweist. Ein derartiges System würde auch eine wahlweise Verriegelungskappe 50 aufweisen, die mit dem wahlweisen Verriegelungsstreifen 40 zusammenpaßt, um eine starre Verbindung zu gestatten, wie dies in Fig. 5 gezeigt ist. Der wahlweise Verriegelungsstreifen 50 besteht aus Materialien, die im ganzen starre an Stelle der elastisch biegbaren Finger vorsehen. Während des Befestigungsvorgangs wird an Stelle der Auseinanderbewegung der Finger der wahlweise Verriegelungsstreifen 40 in Transversalrichtung zusammengedrückt, um das Einsetzen der Verlängerung 44 des wahlweisen Verriegelungsstreifens in den Sockel der Verriegelungskappe zu gestatten. Vorzugsweise wird die starre Verbindung dann vorgenommen, wenn die Kompressionskraft entfernt ist, und die Verlängerung kehrt in ihre ursprüngliche Form zurück. Die Entfernung einer befestigten Brennstoffstange aus einem Tragglied würde in ähnlicher Weise erreicht, wenn sie auseinandergezogen werden. Bei dieser Möglichkeit könnte die wahlweise Verriegelungskappe an der Kernreaktorbrennstoffstange befestigt sein, und der wahlweise Verriegelungsstreifen könnte am Tragglied befestigt sein, oder aber es ist auch möglich, daß die wahlweise Verriegelungskappe am Tragglied befestigt ist, während der wahlweise Verriegelungsstreifen an der Kernreaktorbrennstoffstange befestigt ist.

Zusammenfassend kann man sagen, daß durch Verwendung eines elastisch auslenkbaren Sockels und/oder einer transversal zusammendrückbaren Verlängerung, die beide in geeigneter Weise zur Unterstützung der Kupplung und Entkupplung geformt sind und die starre Befestigung der Verlängerung am Sockel gestatten, ein Kernreaktorbrennstoffstab in lösbarer Weise



- 14 -  
- 16 -

an einem Tragglied befestigbar ist, und zwar in einem wiederverwendbaren System durch Befestigung einer Verriegelungskappe mit dem Sockel am Kernreaktorbrennstoffstab (oder Tragglied) und durch Befestigung eines Verriegelungsstreifens mit der Verlängerung am Tragglied (oder Brennstoffstab). Dies schafft eine erneut verwendbare wirtschaftliche, schnell arbeitende Befestigung und Lösung der Schub/Zug-Bauart für Kernreaktorbrennstoffstäbe.

Zusammenfassend sieht die Erfindung folgendes vor:

Ein wiederverwendbares System zur lösbaren Befestigung einer Kernreaktorbrennstoffstange 12 an einem Tragglied 14. Eine Verriegelungskappe 22 ist an dem Brennstoffstab 12 befestigt, und ein Verriegelungsstreifen 24 ist am Tragglied 14 befestigt. Die Verriegelungskappe 22 besitzt zwei entgegengesetztliegende Finger 24a und 24b, die derart geformt sind, daß ein Sockel mit einem Körperteil 26 gebildet wird. Der Verriegelungsstreifen besitzt eine Verlängerung 36, derart geformt, daß dieser starr am Körperteil 26 des Sockels befestigt ist. Die Finger der Verriegelungskappe sind elastisch biegsam. Zur Befestigung wird die Verriegelungskappe 22 in Längsrichtung auf den Verriegelungsstreifen 24 geschoben, was die Verlängerung 36 veranlaßt, die Finger 24a, 24b zeitweise aufzubiegen, um mit dem Körperteil 26 des Sockels in Eingriff zu kommen. Zur Entfernung wird das Verfahren umgekehrt.

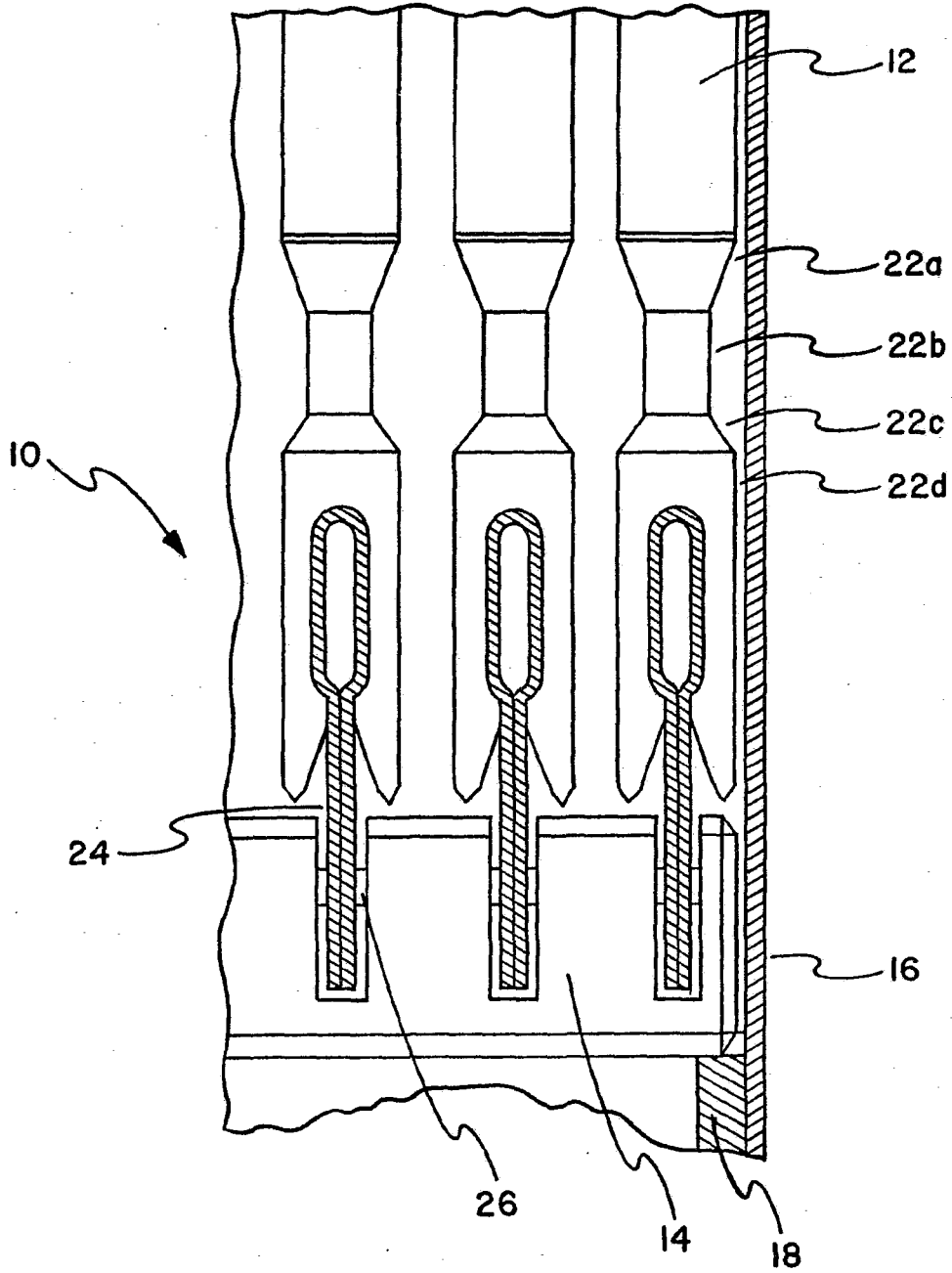


Fig. 1

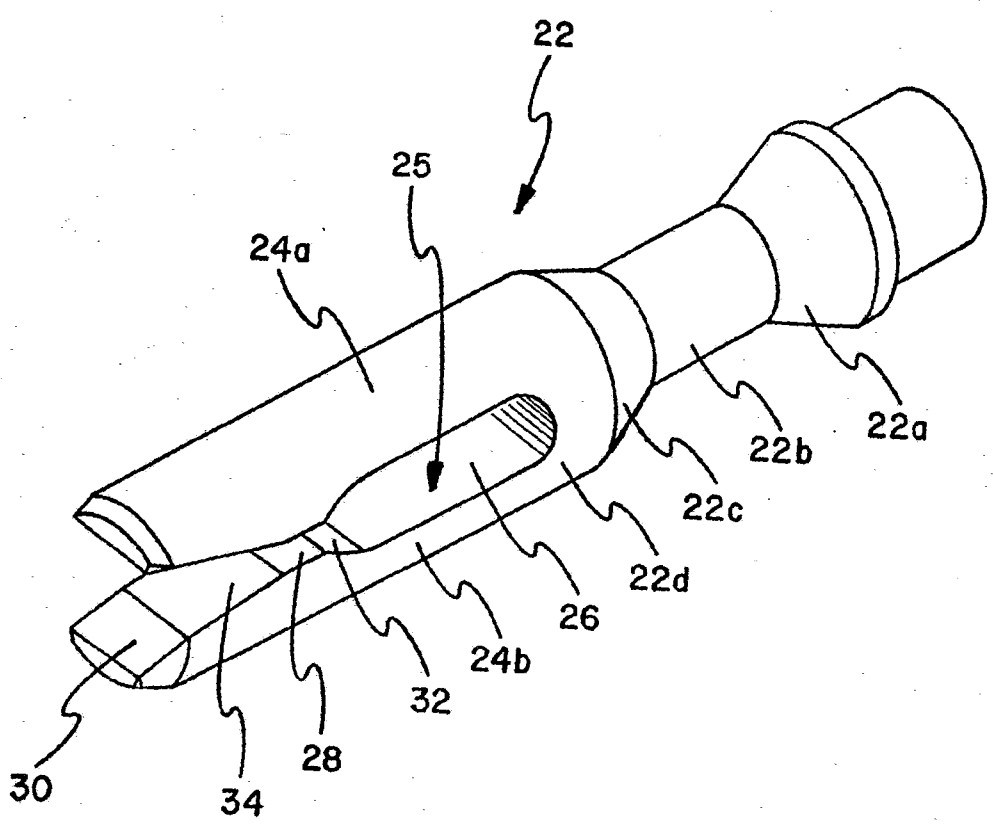
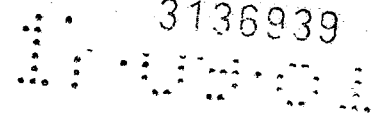


Fig. 2

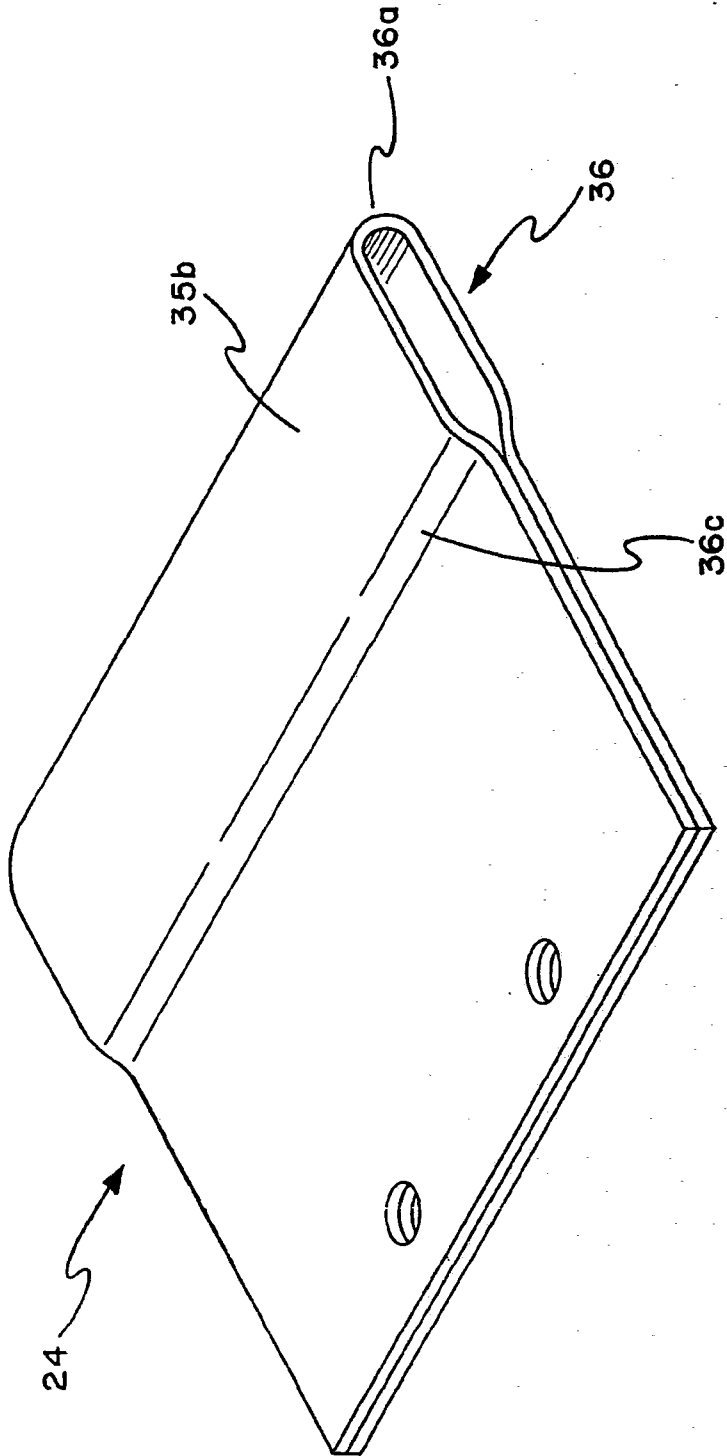
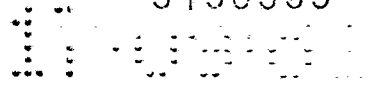


Fig. 3

-B-

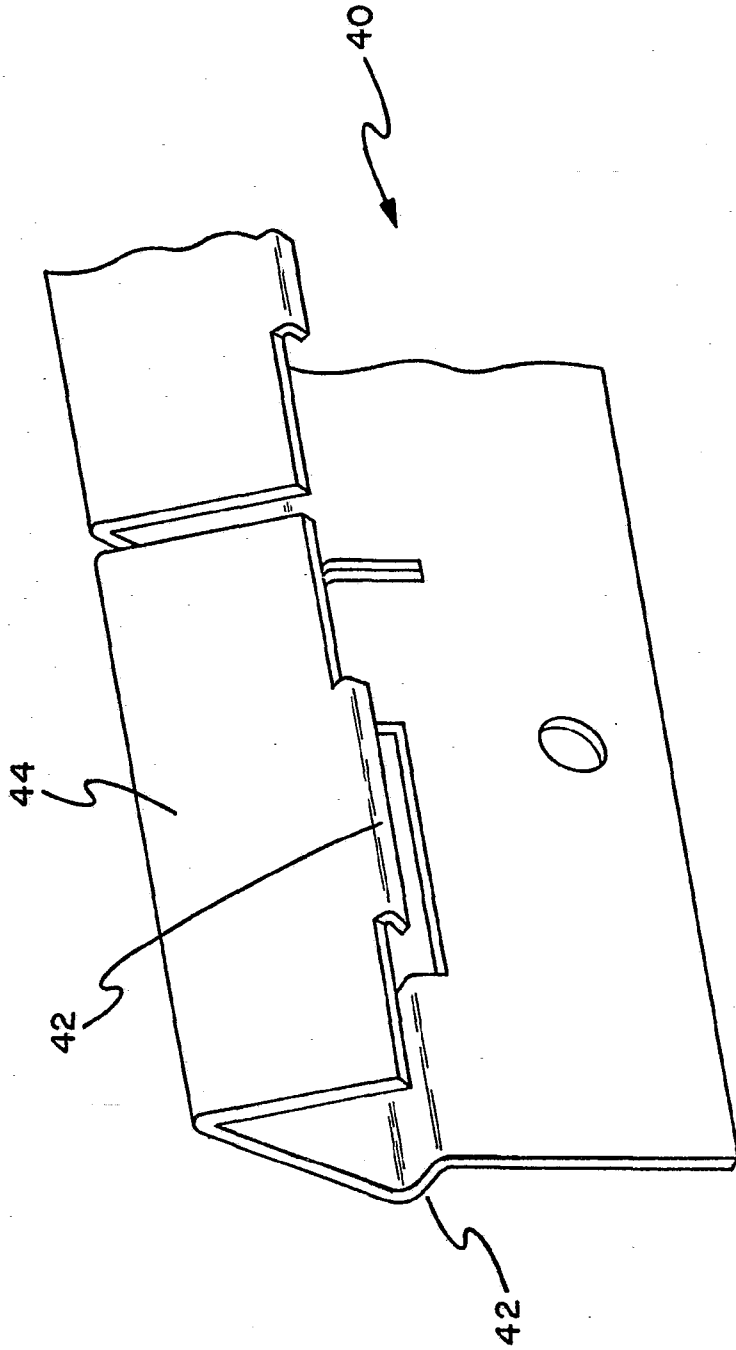
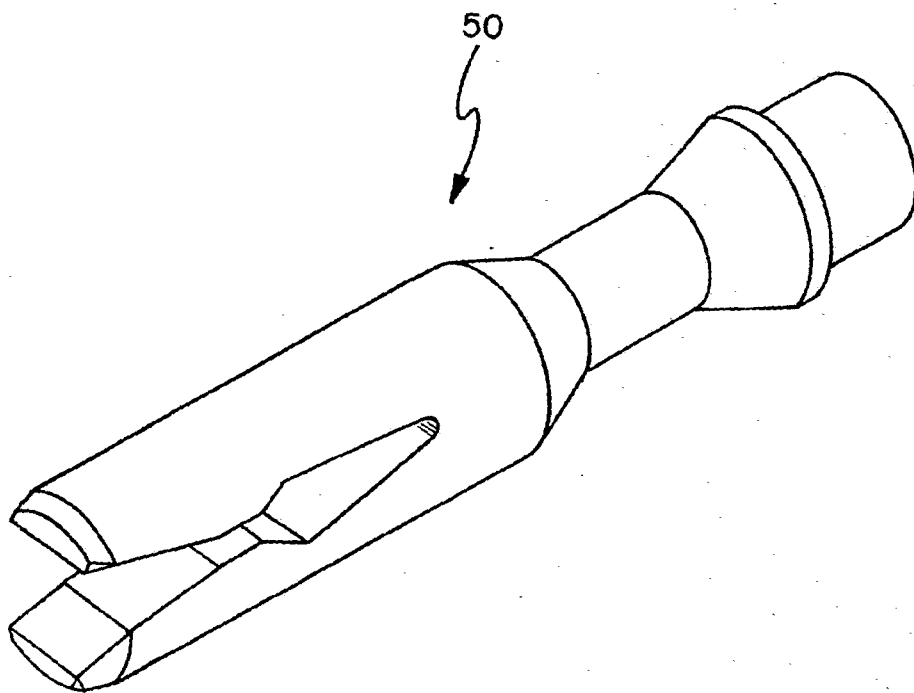


Fig. 4



**Fig. 5**