



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 17 842 T2 2008.12.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 350 966 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 17 842.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 290 539.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.03.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.10.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **05.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16B 33/02 (2006.01)**

**F16B 25/00 (2006.01)**

**F16B 37/00 (2006.01)**

**B21H 3/02 (2006.01)**

**B21H 3/06 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**95404 12.03.2002 US**

(73) Patentinhaber:

**Illinois Tool Works Inc., Glenview, Ill., US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**Levey, Kenneth, West Chicago, Illinois 60185, US; Hempfling, David C., Chicago, Illinois 60618, US**

(54) Bezeichnung: **Befestiger mit mehrfach buckligem Gewinde**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das Gebiet von Befestigungselementen und insbesondere ein Gewindebefestigungselement mit mindestens einer Gewindegangform, die mehrere Buckel umfasst, um verbesserte Einführ- und Auszieheigenschaften zu gewährleisten.

**[0002]** Auf dem Gebiet der Befestigungselemente, insbesondere der Gewindebefestigungselemente, ist eine große Auswahl an Konfigurationen bekannt und derzeit erhältlich. Im Allgemeinen weisen Gewindebefestigungselemente einen Gewindeschafft, an welchem ein oder mehrere Gewindegänge ausgebildet sind, auf. Die Gewindegänge erzeugen eine spiralförmige, geneigte Ebene, welche passende Flächen einer oder mehrerer mechanischer Komponenten berührt, wenn das Befestigungselement zum Einführen oder Entfernen gedreht wird. Verschiedene Ausgestaltungsformen von Gewindebefestigungselementen wurden speziell zum Gebrauch mit verschiedenen Materialien, wie zum Beispiel Holz, Metallen, Verbundmaterialien, Beton und so weiter, ausgeführt.

**[0003]** Bei den meisten herkömmlichen Gewindebefestigungselementen ist an dem Ende des Gewindeschaffs ein Kopf gebildet, um die Drehung des Befestigungselements in und aus einer Anwendung zu erleichtern. Der Schaft selbst bietet eine untere Spitze gegenüber dem Kopf, wobei der Schraubengewindegang um den Schaft herum ausgebildet ist. Die Eigenschaften des Gewindegangs bestimmen sowohl das Drehmoment, das erforderlich ist, um das Befestigungselement in die Anwendung einzuführen, das Drehmoment, das erforderlich ist, um das Befestigungselement zu entfernen, als auch die Kraft, die einem Herausziehen des Befestigungselements widersteht, sobald es in Position ist. Bei den meisten herkömmlichen Anwendungen ist das Gewinde in seiner Form über den gesamten Schaft hinweg einheitlich, wobei eine Reduzierung der Höhe bei bestimmten Anwendungsfällen vorgesehen ist, wie zum Beispiel für Holz- oder Metallschrauben.

**[0004]** Es wurden Sonderbefestigungselemente entwickelt, die verschiedene Merkmale entlang dem Gewindegang aufweisen. Zum Beispiel wurden Schrauben entwickelt, die Rippen oder Vertiefungen entlang dem Gewindegang aufweisen, wie zum Beispiel zum Eindringen in bestimmte Materialien während des Einführens. Im Allgemeinen haben diese Ausgestaltungsformen jedoch weniger Flexibilität und keine optimale Leistung im Gebrauch geboten. Es gibt deshalb immer noch einen Bedarf an verbesserten Befestigungselementen, welche durch kreative Gewindeganggestaltung an bestimmte Zwecke und Materialien angepasst werden können. Es gibt

einen besonderen Bedarf an Befestigungselementen, die relativ einheitliche oder konstante Einführdrehmomenteigenschaften mit exzellentem Ausziehwiderstand bieten und welche auf unkomplizierte und günstige Weise hergestellt werden können. Des Weiteren besteht Bedarf an einer Technik, die ermöglicht, die Höhen verschiedener Teile einer Gewindegangform entlang ihrer Längen sowie die Höhenänderungsraten zu ändern. Die US-A- 5 110 245 (vgl. den Oberbegriff von Anspruch 1) zeigt ein entsprechend ausgebildetes Gewindebefestigungselement.

## KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Die durch Anspruch 1 definierte vorliegende Erfindung stellt ein hinsichtlich Schneideigenschaften verbessertes Befestigungselement bereit. Das Befestigungselement weist einen Gewindegang auf, der mehrere Buckel (Buckelteile) enthält, die durch Aussparungen (Basisteile) voneinander getrennt sind. Die Buckel können entlang der gesamten Länge des Gewindegangs identisch sein oder sie können variieren, um die gewünschten Eigenschaften bereitzustellen. Zum Beispiel braucht der Einlauf der Buckel nicht mit dem Auslauf identisch zu sein, und der Einlauf und der Auslauf der Buckel entlang der Länge der Gewindegänge kann variieren. Ebenso können die Länge, die Höhe und die Form der Buckel entlang der Länge der Gewindegänge variieren. Wenn mehr als ein Gewindegang vorgesehen ist, können Überlappungen zwischen den am Gewindegang vorgesehenen Buckeln vorgesehen werden, um ein allgemein gleichförmiges Drehmoment beim Einführen des Befestigungselements in einer Anwendung aufrechtzuerhalten. Die Aussparungen zwischen den Buckeln bieten des Weiteren Stellen, an denen sich bestimmte Materialien ansammeln können, wie zum Beispiel Kalkflusssubstanzen, Gips oder Beton usw. Der Auslauf der Buckel kann so ausgebildet sein, dass er einen verbesserten Ausziehwiderstand bereitstellt.

**[0006]** Die gemäß den vorliegenden Techniken ausgeführten Befestigungselemente können in den verschiedensten Anwendungen verwendet werden. Sie eignen sich jedoch besonders gut für Anwendungen, bei denen das Befestigungselement direkt mit einem oder mehreren zu befestigenden Materialien mitwirkt, wie zum Beispiel Beton, Metalle, Kunststoffe, Holz und andere Verbundmaterialien. Die Gesamtkonfiguration der Gewindegänge und Buckel kann speziell an solche Materialien und an die gewünschte Höhe an Einführdrehmoment, Ausziehwiderstand usw. angepasst werden. Die Befestigungselemente sind des Weiteren besonders gut zur Massenfertigung, wie zum Beispiel durch Walzgewindegangvorgänge, geeignet.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0007]** Die vorhergehenden und andere Vorteile der

Erfindung werden bei Lektüre der folgenden ausführlichen Beschreibung und bei Bezugnahme auf die Zeichnungen ersichtlich; darin zeigen:

[0008] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht eines Gewindefestigungselements gemäß den Aspekten der vorliegenden Technik;

[0009] [Fig. 1A](#), eine Schnittansicht des in [Fig. 1](#) veranschaulichten Befestigungselements, die die Konfiguration der Buckel zeigt, die in den beiden Gewindegängen der Ausführungsform von [Fig. 1](#) ausgebildet sind;

[0010] [Fig. 2](#) ein Schema, das ein beispielhaftes Gewinde eines solchen wie in [Fig. 1](#) veranschaulichten Befestigungselements zeigt;

[0011] [Fig. 3](#) ein Schema, das eine beispielhafte Konfiguration zweier Gewindegänge für ein Befestigungselement, wie zum Beispiel jenes, welches in [Fig. 1](#) veranschaulicht ist, gemäß besonderen Aspekten der vorliegenden Technik zeigt;

[0012] [Fig. 4](#) ein Schema, das die Entwicklung von Eigenschaften eines Gewindgangs für ein Befestigungselement des in [Fig. 1](#) veranschaulichten Typs gemäß den Aspekten der vorliegenden Technik zeigt;

[0013] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung ähnlich der der [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#), die eine besonders bevorzugte Konfiguration eines Befestigungselements mit zwei Gewindegängen gemäß Aspekten der vorliegenden Technik zeigt;

[0014] [Fig. 6](#) eine Draufsicht zweier Gewindegänge, die vertikal auseinandergezogen gezeigt sind und die Überlappung zwischen Teilen der Gewindegänge veranschaulicht;

[0015] [Fig. 7](#) eine Draufsicht eines Teils eines Werkzeugs, das beim Bilden eines Formwerkzeugs zur maschinellen Herstellung der Befestigungselemente eines solchen Typs, wie er in [Fig. 6](#) veranschaulicht ist, bei einem Gewindewalzvorgang verwendet werden kann;

[0016] [Fig. 8](#) einen Aufriss einer Fläche eines beispielhaften Formwerkzeugs, die unter Verwendung eines Werkzeugs, wie zum Beispiel dem in [Fig. 7](#) dargestellten, hergestellt wurde;

[0017] [Fig. 9](#) ein Flussdiagramm, das beispielhafte Schritte bei einem Herstellungsprozess zur Erzeugung von Befestigungselementen gemäß der vorliegenden Technik durch Funkenerosion von Formwerkzeugen und Walzformen von Gewindegängen mit mehreren Buckeln veranschaulicht;

[0018] [Fig. 10](#) eine perspektivische Ansicht einer al-

ternativen Konfiguration für ein Befestigungselement, welches einen einzigen Gewindegang aufweist, gemäß den Aspekten der vorliegenden Technik;

[0019] [Fig. 11](#) eine graphische Darstellung von Drehmomenten, die beim Einführen eines Befestigungselements mit zwei Gewindegängen angetroffen werden, gemäß den Aspekten der vorliegenden Technik;

[0020] [Fig. 12](#) eine perspektivische Ansicht einer Gewindegangform eines Gewindefestigungselements gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 12A](#) eine Schnittansicht der Gewindegangform von [Fig. 12](#) allgemein entlang Linie 12A-12A von [Fig. 12](#);

[0022] [Fig. 12B](#) eine Schnittansicht der Gewindegangform von [Fig. 12](#) allgemein entlang Linie 12B-12B von [Fig. 12](#);

[0023] [Fig. 13](#) eine Draufsicht der Gewindegangform von [Fig. 12](#); und

[0024] [Fig. 14](#) eine Seitenansicht der Gewindegangform von [Fig. 12](#).

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BESTIMMTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Nunmehr auf die Figuren und zuerst auf [Fig. 1](#) Bezug nehmend, wird ein beispielhaftes Befestigungselement, das nicht gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist, dargestellt und allgemein durch die Bezugszahl **10** bezeichnet. Das Befestigungselement **10** enthält einen Kopf **12**, eine Spitze **14** und einen Gewindefabschnitt **16**. Es kann bei dem Befestigungselement jeder geeignete Kopf- und Spitzenteil eingesetzt werden, wie zum Beispiel der in [Fig. 1](#) gezeigte Sechskantkopf. Der Durchmesser des Spitzenteils kann dem des Gewindefabschnitts ähneln oder profiliert sein, wie beispielsweise zur Erleichterung des Einführens in gewisse Materialien.

[0026] Bei der veranschaulichten Ausführungsform weist das Befestigungselement **10** ein oder mehrere Gewindegänge auf, die gemäß Aspekten der vorliegenden Technik konfiguriert sind. Bei der in [Fig. 1](#) veranschaulichten Ausführungsform sind zwei solche Gewindegänge **18** und **20** vorgesehen und weisen ähnliche oder identische Konfigurationen auf, wobei sie um 180 Grad an entsprechenden Stellen entlang dem Schaft **16** versetzt sind. Wie unten beschrieben, können die Konfigurationen auch zwischen den mehreren Gewindegängen verschieden sein, wo solche mehreren Gewindegänge vorgesehen sind, und die Konfigurationen können sich entlang der Länge jedes Gewindegangs entwickeln. Selbst wenn ein einziger

Gewindegang vorgesehen ist, wie unten besprochen, können sich entlang dem einzigen Gewindegang ausgebildete Merkmale zwischen der Spitze **14** und dem Kopf **12** entwickeln. Im Allgemeinen weist jeder Gewindegang eine Basis **22** und eine Reihe von Buckeln **24** auf, die sich von der Basis erheben. Die besonderen Formen der an den Gewindegängen vorgesehenen Basen und Buckel und derzeit bevorzugte Verfahren zum Ausbilden dieser Merkmale werden unten ausführlicher beschrieben. [Fig. 1A](#) zeigt eine Schnittansicht des Befestigungselements von [Fig. 1](#). Wie in [Fig. 1A](#) gezeigt, sind die entlang dem Schaft des Befestigungselements ausgebildeten Buckel **24** bezüglich einander so positioniert, dass sie ein gewünschtes Muster zum Eintritt und Austritt der Buckel in ein zu befestigendes Material bieten. Insbesondere sind die am Gewindegang **18** ausgebildeten Buckel **24** so positioniert, dass sie zwischen Buckeln am Gewindegang **20** ausgebildeten Aussparungen entsprechen. Wie unten ausführlicher beschrieben, hat sich herausgestellt, dass die dargestellte Konfiguration einander entsprechender Stellen für Aussparungen und Buckel an dem Befestigungselement mit zwei Gewindegängen das Einführen erleichtert, den Auszieh Widerstand verbessert und Stellen bereitstellt, an denen Material sich absetzen oder fließen kann. Des Weiteren geht aus [Fig. 1A](#) hervor, dass bei der derzeit bevorzugten Konfiguration zwei Buckel **24** für jede Umdrehung von Gewindegängen **18** und **20** angeordnet sind, wobei die Buckel um 180 Grad voneinander versetzt sind.

**[0027]** [Fig. 2](#) zeigt ein beispielhaftes Gewindepotil für einen der Gewindegänge in einem Befestigungselement der in [Fig. 1](#) dargestellten Art. In dem Schema von [Fig. 2](#) bezieht sich die Bezugszahl **26** auf den Grund des Gewindes, während sich die Bezugszahl **28** auf das Gewindescheitelprofil selbst bezieht. Der Darstellung halber sind Profile mit mehreren Basen veranschaulicht, einschließlich einer ersten Basis **30**, einer zweiten Basis **32** und einer dritten Basis **34**. Entlang der Länge des Gewindepotils **28** können diese Basen als aufeinander folgende Merkmale  $N$ ,  $N + 1$  und  $N + 2$  bezeichnet werden. Ebenso ist eine Reihe von Buckeln zwischen den Basen ausgebildet, einschließlich einem ersten Buckel **36** neben der Basis **30**, einem zweiten Buckel **38** neben der Basis **32** und einem dritten Buckel **40** neben der Basis **34**. Diese Buckel können auch als aufeinander folgende Merkmale  $N$ ,  $N + 1$  und  $N + 2$  bezeichnet werden. Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform sind alle Basen **30**, **32** und **34** allgemein miteinander identisch, während auch alle Buckel **36**, **38** und **40** miteinander identisch sind. Das heißt, die Länge, die Höhe und die Form und benachbarte Merkmale jeder dieser Basen und Buckel sind zwischen den aufeinander folgenden Höhen  $N$ ,  $N + 1$  und  $N + 2$  ähnlich.

**[0028]** Obgleich die identischen Merkmale entlang der Länge des Gewindepotils in bestimmten Anwen-

dungen hoch wünschenswert sein können, gestattet die vorliegende Technik auch das Variieren der Merkmale entlang der Länge des Gewindegangs. Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform weist zum Beispiel jeder Buckel ein Einlaufprofil und ein Auslaufprofil auf, das auf bestimmte Anwendungen speziell zugeschnitten sein kann, um beispielsweise ein gewünschtes Einführdrehmoment und einen gewünschten Auszieh Widerstand bereitzustellen. Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform weist der Buckel **36** auf dem Niveau  $N$  einen Einlauf **42** und einen Auslauf **44** auf, während die Buckel **38** und **40** auf dem Niveau  $N + 1$  und  $N + 2$  Einläufe **46** bzw. **50** und Ausläufe **48** bzw. **52** aufweisen. Wie unten ausführlicher beschrieben, können diese Merkmale entlang der Länge des Befestigungselements geändert werden, um unterschiedliche Eigenschaften bereitzustellen, so zum Beispiel ein geringes Einführdrehmoment in der Nähe der Spitze des Befestigungselements mit einem größeren Einführdrehmoment, wenn das Befestigungselement allmählich eingeführt wird, oder umgekehrt. Ebenso kann der Auszieh Widerstand durch Ändern der gleichen Einlauf- und Auslaufprofile geändert werden. Wie für den Fachmann auf der Hand liegt, kann das Einlaufprofil im Allgemeinen eine größere Wirkung auf das Einführdrehmoment haben, während das Auslaufprofil eine größere Wirkung auf den Auszieh Widerstand haben kann.

**[0029]** Andere Merkmale des in [Fig. 2](#) dargestellten Gewindepotils **28** können auch an bestimmte Anwendungen angepasst werden. Zum Beispiel weist jede Basis **30**, **32** und **34** eine Länge, wie zum Beispiel die für die Basis **32** dargestellte Länge **54**, auf, die entlang der Länge des Befestigungselements geändert werden kann. Das heißt, Basen auf den Niveaus  $N + 1$  und  $N + 2$  können sich, falls gewünscht, voneinander unterscheiden. Ebenso weist jeder Buckel **36**, **38** und **40** eine vorbestimmte Länge auf, die durch die Bezugszahl **56** für den Buckel **38** dargestellt ist und entlang der Länge des Befestigungselements zwischen dem jeweiligen Einlauf- und Auslaufprofil angepasst und variiert werden kann. Des Weiteren kann die Höhe der Basen, wie durch die Bezugszahl **58** dargestellt, genauso wie die Höhe **60** der Buckel geändert werden. Des Weiteren können andere Merkmale, wie zum Beispiel die Konfiguration und die Form der Buckel und der Basen, geändert werden oder entwickeln sich entlang der Länge des Befestigungselements, wie unten ausführlicher beschrieben.

**[0030]** Wenn mehr als ein Gewindegang am Befestigungselement vorgesehen ist, wiederholen sich die Merkmale entlang jedem Gewindegang einfach oder entwickeln sich getrennt entlang ihren Längen, und die Merkmale können allgemein so positioniert sein, dass sie einander auf vorbestimmte Weise entlang der Länge des Schafts entsprechen. [Fig. 3](#) zeigt zum

Beispiel Profile eines Paares Gewindegänge **62** und **64**, die jeweils Basen und Buckel darstellen, wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) beschrieben. Neben dem möglichen Anpassen oder speziellen Auslegen der Buckel und Basen entlang der Länge jedes Gewindegangs können die Positionen dieser Merkmale auf entsprechende Weise vorgesehen werden, um zum Beispiel eine Überlappung **66** zwischen den Einlauf- und Auslaufbereichen oder anderen Bereichen der Gewindegänge und Abstände **68** zwischen solchen Merkmalen vorzusehen. Wenn zwei Gewindegänge vorgesehen sind, können zum Beispiel Auslaufteile von Buckeln von einem Gewindegang so positioniert werden, dass sie Einlaufteilen von Buckeln vom zweiten Gewindegang entsprechen. Somit kann durch Ändern des in das zu befestigende Material getriebenen Buckels zwischen den beiden Gewindegängen ein relativ gleichförmiges Einführdrehmoment erreicht werden. Gleichzeitig unterstützen die mehreren Ausläufe der Buckel von jedem Gewindegang zusammen den Widerstand gegen das Herausziehen.

**[0031]** [Fig. 4](#) zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Gewindegangprofils, bei dem sich Merkmale, zu denen Basen und Buckel zählen, entlang der Länge des Gewindegangs entwickeln. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist eine erste Basis **30** auf einem Niveau N entlang dem Gewindegang durch einen Einlauf **42** mit einem ersten Buckel **36** auf dem Niveau N verbunden. Dann ist der Buckel **36** durch einen Auslauf **44** mit einer zweiten Basis **32** auf dem Niveau N + 1 verbunden. Mit fortlaufendem Gewindegang verbinden die Buckel **38** und **40** die Basen **32** und **34** durch Einläufe **46** bzw. **50**, wobei die Buckel **38** und **40** die Ausläufe **48** bzw. **52** abschließen. Auf jedem Niveau N, N + 1 und N + 2 können dann verschiedene Winkel und Formen für die Einläufe und Ausläufe vorgesehen sein, um die oben beschriebenen gewünschten Einführ- und Ausziehwiiderstandseigenschaften bereitzustellen.

**[0032]** Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, entsprechen bei einer besonders bevorzugten vorliegenden Konfiguration die Einlaufprofile eines Befestigungselements mit zwei Gewindegängen hinsichtlich der Position um den Schaft herum Positionen der Auslaufprofile des zweiten Gewindegangs. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, hat sich des Weiteren herausgestellt, dass ein relativ flacher Einlaufwinkel, wie zum Beispiel 15 Grad, das Einführen des Befestigungselements in Anwendungen erleichtert. Es hat sich herausgestellt, dass bei Auslaufwinkeln, die relativ steil sind, beispielsweise in einem Bereich von 45 Grad bei der in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsform, der Ausziehwiiderstand hervorragend ist. Wie oben erwähnt, müssen die Einlauf- und Auslaufprofile nicht miteinander identisch sein, und es kann sich herausstellen, dass optimierte Profile, wie zum Beispiel eine Konfiguration von 15 Grad/45 Grad von [Fig. 5](#), für bestimmte An-

wendungen optimal sind.

**[0033]** [Fig. 6](#) zeigt ein Paar Gewindegänge für ein Befestigungselement der in [Fig. 1](#) gezeigten Art, die mit Basen und Buckeln versehen sind, welche einander hinsichtlich Position und Überlappung entsprechen, wie in [Fig. 3](#) allgemein dargestellt. Bezugszahlen am ersten Gewindegang **62** sind so bezeichnet, dass sie den in [Fig. 2](#) dargestellten Merkmalen entsprechen, einschließlich der Basen **30**, **32** und **34** und der Buckel **36** und **38**. Ähnliche oder identische Basen und Buckel sind entlang dem zweiten Gewindegang **64** vorgesehen. In der Draufsicht von [Fig. 6](#) ist jedoch zu sehen, dass sich die allgemein durch die Bezugszahl **70** bezeichnete Form jedes Gewindegangs entlang der Länge des Gewindegangs zwischen der Spitze und dem Kopf des Befestigungselements entwickeln kann. Zum Beispiel kann die Breite **72** jedes Buckels entlang der Länge des Gewindegangs identisch sein oder variieren. Ebenso kann die Einlauform **74** modifiziert werden, um die gewünschten Leistungsmerkmale, insbesondere das Einführdrehmoment, zu gewährleisten. Die Auslauform **76** kann auf ähnliche Weise speziell ausgelegt sein. Im Allgemeinen können diese Merkmale konturiert, abgewinkelt oder auf andere Weise ausgeführt sein und brauchen entlang der Länge der Gewindegänge nicht identisch zu sein, wie oben erwähnt.

**[0034]** Es können zur Herstellung von Befestigungselementen gemäß den oben beschriebenen Merkmalen verschiedene Techniken eingesetzt werden. Bei einem derzeit bevorzugten Verfahren wird Funkenerosion (EDM-electric-discharge machining) eingesetzt, um Formwerkzeuge zu schaffen, die dann zum Gewindewalzen von Befestigungselementen verwendet werden. Zur Erleichterung der Schaffung der Formwerkzeuge werden EDM-Verfahren verwendet, um die Merkmale zu erzeugen, die sich entlang der Länge eines Walzgewindeformwerkzeugs der in der Technik allgemein bekannten Art entwickeln. [Fig. 7](#) zeigt einen beispielhaften maschinellen Bearbeitungsprozess für ein EDM-Werkzeug, das bei dieser Technik verwendet wird. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, kann das allgemein durch die Bezugszahl **78** gezeigte Werkzeug aus irgendeinem geeigneten Material hergestellt sein, in der Regel aus Graphit für EDM-Verfahren. Das Werkzeug weist Buckel **80**, die den Buckeln, die an dem sich ergebenden Befestigungselement gebildet werden, allgemein ähneln, und Basen **82**, auf die den am Befestigungselement erwünschten Basen ähneln. Wenn ein Entwickeln der Merkmale entlang der Länge der Gewindegänge erwünscht ist, werden diese sich ähnlich entlang der Länge der am EDM-Werkzeug ausgebildeten Buckel und Basen entwickeln. Das Erzeugen der Buckel und Basen erfolgt auf irgendeine geeignete Weise, wie zum Beispiel durch Fräsvorgänge gemäß der Darstellung in [Fig. 7](#). Bei der Ausführungsform von [Fig. 7](#) werden die Merkmale durch Stirnfräsen ent-

lang Werkzeugaufsätzen **84**, **86**, **88** und **90** gebildet, um die Gewindegangprofile und die die Gewindegänge trennenden Zwischenräume zu bilden. Ähnliche maschinelle Bearbeitungsvorgänge werden nach Bedarf in Abhängigkeit von der Größe des sich ergebenden Formwerkzeugs entlang der gesamten Fläche des EDM-Werkzeugs durchgeführt.

[0035] **Fig. 8** zeigt ein Formwerkzeug zum Gewindewalzen eines Befestigungselements, das durch Verwendung eines Werkzeugs, wie des in **Fig. 7** gezeigten, hergestellt wurde. Für den Fachmann liegt auf der Hand, dass solche Gewindewalzwerkzeuge, die in **Fig. 8** allgemein durch die Bezugszahl **92** bezeichnet werden, einen Schärfaabschnitt **94** und einen Gewindeformabschnitt **96** enthalten. Nuten oder Rillungen sind entlang dem Formwerkzeug ausgebildet, wie in **Fig. 8** gestrichelt gezeigt, um das Ziehen des Befestigungselementrohlings entlang dem Formwerkzeug zu erleichtern. Des Weiteren liegt für den Fachmann auf der Hand, dass solche Formwerkzeuge in der Regel in Paaren eingesetzt werden, wobei ein Formwerkzeug stationär ist und das zweite Formwerkzeug schwingt, um den Befestigungselementrohling dazwischen zu ziehen und zu drehen und das Gewinde zu formen. Durch ein Tauch-EDM-Verfahren werden dann Merkmale entlang dem Formwerkzeug gebildet, die den Buckeln und Basen des Befestigungselementgewindegangs entsprechen. Durch Verwendung eines Werkzeugs **78**, wie des in **Fig. 7** gezeigten, weist ein Formwerkzeug gemäß der Darstellung in **Fig. 8** dann eine Reihe von linearen Aussparungen auf, einschließlich im Verhältnis tieferen Aussparungen **98**, die den gewünschten Buckeln entlang den Gewindegängen entsprechen, und im Verhältnis flacheren Aussparungen **100**, die den Basen entlang dem Gewindegangprofil entsprechen. Es hat sich herausgestellt, dass die Verwendung von Tauch-EDM-Verfahren zur Bildung der Formwerkzeuge für die vorliegenden Befestigungselementprofile die Herstellung der Formwerkzeuge und die Bildung der gewünschten Profile entlang dem Befestigungselement, insbesondere wo diese Profile variiert werden können, stark erleichtert.

[0036] **Fig. 9** ist ein Flussdiagramm, das beispielhafte Schritte in einem Verfahren zum Bilden von Formwerkzeugen und Befestigungselementen gemäß Aspekten der oben beschriebenen Technik darstellt. Das in **Fig. 9** allgemein durch die Bezugszahl **102** bezeichnete Verfahren beginnt mit der maschinellen Bearbeitung des EDM-Werkzeugs in Schritt **104**. Schritt **104** kann wieder irgend welche geeigneten maschinellen Bearbeitungsprozesse, wie zum Beispiel Fräsen der am sich ergebenden Befestigungselement gewünschten Merkmale, enthalten. In Schritt **106** werden die Gewindewalzformwerkzeuge durch Tauch-EDM-Prozesse gebildet, um die progressiven Gewindeformaussparungen zu erzeugen, wie oben unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben.

In Schritt **108** werden Befestigungselementrohlinge gebildet. Wie für den Fachmann auf der Hand liegt, enthalten solche Rohlinge in der Regel ein Schaftmaß ohne Gewinde, um ausreichend Material für das Gewinde bereitzustellen, das während des Gewindewalzvorgangs von dem Schaft gestaucht wird. Schließlich wird in Schritt **110** das mehrere Buckel aufweisende Gewinde durch Verwendung von speziell ausgeführten Formwerkzeugen, wie zum Beispiel den in **Fig. 8** dargestellten, auf die Rohlinge ausgewalzt.

[0037] **Fig. 10** zeigt eine alternative Ausführungsform gemäß Aspekten der vorhergehenden Technik, wobei ein einzelner Gewindegang vorgesehen ist. Während die zwei Gewindegänge aufweisende Konfiguration in bestimmten Anwendungen hervorragende Drehmomenteigenschaften bereitstellt, können Aspekte der vorliegenden Technik mit einem einzigen Gewindegang mit einbezogen werden. Somit beziehen sich bei der Ausführungsform von **Fig. 10** die Bezugszahlen anstatt auf getrennte Gewindegänge **18** und **20** auf Windungen des gleichen Gewindegangs. zur Verbesserung des Einführdrehmoments und Auszieh Widerstands können die vorhergehenden Lehren bezüglich des Vorhandenseins von Buckeln **24** und der Konfiguration der Buckel, Unterschieden zwischen Buckeln, Unterschieden zwischen Einlauf- und Auslaufprofilen usw. in das einen einzigen Gewindegang aufweisende Befestigungselement mit aufgenommen werden.

[0038] Wie oben erwähnt, gewährleistet die vorliegende Technik ein hervorragendes Einführdrehmoment und einen hohen Widerstand gegen Herausziehen. **Fig. 11** zeigt ein beispielhaftes Einführdrehmoment eines Befestigungselements mit zwei Gewindegängen mit entsprechend positionierten Buckeln und Aussparungen, wie oben beschrieben. Wie in **Fig. 11** gezeigt, bezieht sich die Bezugszahl **120** auf eine Drehmomentkurve für Einführdrehmomente, wenn das Befestigungselement in ein Basismaterial eingeführt wird. Wie in der Figur dargestellt, beginnt die Drehmomentkurve auf einem ziemlich niedrigen Niveau **122**, wenn das Einführen des Befestigungselements beginnt. Danach erhöht sich das Drehmoment etwas in einem mittleren Bereich **124**, bleibt im Vergleich zu herkömmlichen Befestigungselementen mit Lappen jedoch relativ konstant. Obgleich dort, wo die Buckel beginnen, in das Material einzutreten, eine gewisse Welligkeit angetroffen werden kann, hat sich herausgestellt, dass solche Änderungen des Einführdrehmoments äußerst minimal sind. Wie auch oben erwähnt, stellt die vorliegende Technik ein Befestigungselement mit hervorragendem Widerstand gegen Herausziehen bereit. Es hat sich insbesondere herausgestellt, dass durch die vorliegende Technik Verhältnisse über 1:1 (das heißt Auszieh- zu Einführdrehmoment) erhalten werden können. Obgleich herkömmliche Befestigungselemente Verhältnisse in ei-

nem Bereich von 0,8:1 erzielen können, haben Versuche darauf hingedeutet, dass gemäß den vorhergehenden Lehren konfigurierte zwei Gewindegänge aufweisende Befestigungselemente Verhältnisse in einem Bereich von 1,1:1 (in Materialien wie zum Beispiel Polyamid) und darüber erzielen können.

**[0039]** Die Leistungsmerkmale einer Gewindegangform können durch die Höhen und Breiten der verschiedenen Teile der Gewindegangform sowie durch ihre jeweiligen Änderungsraten definiert werden. Eine Ausführungsform einer Gewindegangform **130** für ein Gewindebefestigungselement gemäß der vorliegenden Erfindung wird in den [Fig. 12–Fig. 14](#) dargestellt. Die Gewindegangform **130** dieser Ausführungsform zeigt das Vermögen der oben beschriebenen Technik, die Höhen und Breiten verschiedener Teile einer Gewindegangform sowie ihre jeweiligen Änderungsraten variieren zu können. Bei der dargestellten Ausführungsform weist die Gewindegangform **130** zwei symmetrische Teile **132** auf. Die Gewindegangform **130** kann jedoch auch unsymmetrisch sein. Die dargestellte Gewindegangform **130** weist eine Reihe von Buckeln **134** auf, die sich von einer Reihe von Basen **136** aus erstrecken. Die Reihe von Basen **136** verstärkt die Reihe von Buckeln **134** und wirkt möglicherweise nicht mit einem Werkstück zusammen, wenn das Befestigungselement in das Werkstück geschraubt wird. Darüber hinaus stellt die Reihe von Basen **136** ein Volumen für Befestigungselementmaterialfluss während des Gewindegangsvorgangs bereit. Die entlang dem Schaft der Befestigungselemente gebildeten Buckel **134** sind bezüglich einander so positioniert, dass sie ein gewünschtes Muster für den Eintritt und Austritt der Buckel in ein Material bereitstellen.

**[0040]** Bei der dargestellten Ausführungsform weist jeder Buckel **134** eine entsprechende Basis **136** auf. Die Reihe von Buckeln **134** und Basen **136** weist einen Scheitel **138** auf. Für Bezugszwecke weist jedes Buckel-**134**- und Basis-**136**-Paar ein erstes Ende **140** und ein zweites Ende **142** auf. Das zweite Ende **142** eines Buckel- und Basis-Paars ist das erste Ende **140** eines nachfolgenden Buckel-**134**- und Basis-**136**-Paars usw. Wie unten ausführlicher beschrieben, kann das Gewindebefestigungselement mit einer mehrere Ausrichtungen um den Schaft des Befestigungselements herum aufweisenden Gewindegangform **130** hergestellt werden. In einer ersten Ausrichtung wird das Befestigungselement mit sich spiralförmig um das Befestigungselement herum erstreckenden Gewindegangform **130** hergestellt, so dass die ersten Enden **140** zur Spitze des Befestigungselements ausgerichtet sind. In einer zweiten Ausrichtung wird das Gewindebefestigungselement mit einer sich in einer entgegengesetzten Richtung spiralförmig um das Befestigungselement herum erstreckenden Gewindegangform **130** hergestellt, so dass die zweiten Enden **142** der Gewindegangform

zur Spitze hin ausgerichtet sind. Es hat sich herausgestellt, dass das Ausrichten der Gewindegangform **130** in der ersten Ausrichtung wünschenswerte Eigenschaften für das Einführen des Gewindebefestigungselements in bestimmte Materialien, wie zum Beispiel Beton, bereitstellt, während das Ausrichten der Gewindegangform in der zweiten Ausrichtung wünschenswerte Eigenschaften für das Einführen des Gewindebefestigungselements in andere Materialien als Beton, wie zum Beispiel Aluminium und andere harte Materialien, bereitstellt.

**[0041]** In der ersten Ausrichtung der Gewindegangform **130** breitet sich die Gewindegangform **130** beim Einführen des Befestigungselements in einer ersten Richtung aus, wie durch den ersten Pfeil **144** dargestellt. In der zweiten Ausrichtung der Gewindegangform **130** breitet sich die Gewindegangform **130** beim Einführen des Befestigungselements in einer zweiten Richtung aus, wie durch den zweiten Pfeil **146** dargestellt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird dem Material beim Einführen des Befestigungselements ein kontinuierliches scharfes Merkmal verliehen, indem mehrere Buckel **134** entlang der Länge des Befestigungselements angeordnet werden. Bei der dargestellten Ausführungsform weist jeder Buckel mindestens eine Schnittfläche, die zum Schneiden in einer ersten Richtung ausgerichtet ist, und mindestens eine Schnittfläche, die zum Schneiden in einer zweiten Richtung ausgerichtet ist, auf, wobei die zweite Richtung entgegengesetzt zur ersten Richtung verläuft.

**[0042]** Bei der dargestellten Ausführungsform weist jeder Buckel **134** einen ersten Teil **148**, einen zweiten Teil **150** und einen dritten Teil **152** auf. Der erste Teil **148** ist der Einlaufteil des Buckels **134** und der dritte Teil **152** ist der Auslaufteil, wenn die Gewindegangform **130** in der ersten Ausrichtung ausgerichtet ist. In der ersten Ausrichtung bilden der erste Teil **148** und der zweite Teil **150** jedes Buckels **134** gemeinsam ein erstes Schneidmerkmal **153** entlang dem Scheitel **138** der Gewindegangform **130**. Neben dem ersten Schneidmerkmal **153** definieren der erste und der zweite Teil erste Schneidkanten **154**. Die ersten Schneidkanten **154** erstrecken sich von dem ersten Schneidmerkmal **153** zum Grund **26** des Gewindes an jedem symmetrischen Teil **132** der Gewindegangform **130**. Das erste Schneidmerkmal **153** erhält eine Kante, wenn der zweite und der dritte Teil des Buckels während des Einführens des Befestigungselements in das Material verschlissen werden. Die ersten Schneidkanten **154** werden zum Gewindeschneiden des Materials verwendet. Bei der dargestellten Ausführungsform erstrecken sich die ersten Schneidkanten **154** vom Grund zum Scheitel **138** und sind zur ersten Ausbreitungsrichtung **144** der Gewindegangform **130** geneigt. Darüber hinaus sind bei dieser Ausführungsform die ersten Schneidkanten **154** aufgrund der allgemein nicht linearen Form des dritten

Teils und der allgemein linearen Form des zweiten Teils gekrümmt.

**[0043]** Der dritte Teil **152** ist der Einlaufteil des Buckels **134** und der erste Teil **148** ist der Auslaufteil, wenn die Gewindegangform **130** in der zweiten Ausrichtung ausgerichtet ist. Der zweite Teil **150** und der dritte Teil **152** bilden des Weiteren zusammen ein zweites Schneidmerkmal **152** und zweite Schneidkanten **156**. Die zweiten Schneidkanten **156** erstrecken sich von dem zweiten Schneidmerkmal **155** zur Basis **26** des Gewindes an jedem symmetrischen Teil **132** der Gewindegangform **130**. Das zweite Schneidmerkmal **155** und die zweiten Schneidkanten **156** sind Schneidflächen, wenn die Gewindegangform in der zweiten Ausrichtung ausgerichtet ist. Durch Vorsehen mehrerer Buckel **134** entlang der Länge des Befestigungselements, die bei Ausrichtung in irgendeiner Richtung jeweils Schneidmerkmale und Schneidkanten aufweisen, wird dem Material beim Einführen des Befestigungselements ein kontinuierliches scharfes Merkmal verliehen.

**[0044]** Bei der dargestellten Ausführungsform variieren die Höhen und Breiten der verschiedenen Teile der Gewindegangform **130** zwischen den verschiedenen Teilen jedes Buckels **134** und jeder Basis **136**. Wie am besten in den [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, weist der Scheitel **138** eine erste Höhe **158** entlang der Basis **136** und eine zweite Höhe **160** entlang dem zweiten Teil **150** jedes Buckels **134** auf. Die erste Höhe **158** ist niedriger als die zweite Höhe **160**. Die zweite Höhe **160** definiert den Außendurchmesser des Gewindefestigungselements. Wie am besten in den [Fig. 12](#) und [Fig. 14](#) dargestellt, erhebt sich die Höhe des Scheitels **138** durch den ersten Teil **148** jedes Buckels **134** zum zweiten Teil **150**. Bei der dargestellten Ausführungsform verläuft die Höhenänderungsrate des ersten Teils **148** vorzugsweise nicht linear, zumindest im Bereich des ersten Teils **148** neben dem zweiten Teil **150** des Buckels **134**. Die nicht lineare Höhenänderung des ersten Teils **148** erzeugt eine schärfere Schneidkante im ersten Schneidmerkmal **153** als bei einer linearen Höhenänderung der Fall wäre. Die Höhe des dritten Teils **152** jedes Buckels **134** verringert sich zur Basis **136** neben dem dritten Teil **152** des Buckels **134**. Die Höhenänderungsrate des dritten Teils verläuft nicht linear. Darüber hinaus ist bei der dargestellten Ausführungsform die Höhenänderungsrate des dritten Teils größer als die Höhenänderung des ersten Teils. Die verschiedenen Höhenänderungsraten des ersten und des dritten Teils erzeugen verschiedene Schneideigenschaften zwischen dem ersten und dem zweiten Schneidmerkmal.

**[0045]** Wie am besten in den [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, weist jede Basis **136** eine erste Breite **162** auf, und der zweite Teil des Buckels **134** weist eine zweite Breite **164** auf. Die erste Breite **162** ist gerin-

ger als die zweite Breite **164**. Wie am besten in [Fig. 14](#) dargestellt, erhöht sich die Breite des ersten Teils **148** des Buckels **134** zum zweiten Teil **150** des Buckels **134**. Bei dieser Ausführungsform verläuft die Breitenänderungsrate des ersten Teils **148** vorzugsweise nicht linear. Die Breite des dritten Teils **152** jedes Buckels **134** verringert sich zur Basis **136** neben dem dritten Teil **152** des Buckels **134**. Bei dieser Ausführungsform verläuft auch die Breitenänderungsrate des dritten Teils **152** vorzugsweise nicht linear. Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Breitenänderungsrate des dritten Teils **152** jedes Buckels **134** des Weiteren größer als die des ersten Teils **148** des Buckels **134**, wodurch weitere Unterschiede bei den Einführdrehmoment- und Ausziehfestigkeitseigenschaften des Befestigungselements in der ersten und zweiten Ausrichtung ermöglicht werden.

**[0046]** Bei der dargestellten Ausführungsform weist jeder Teil des Buckels **134** und jede Basis **136** ein Paar symmetrischer Flächen **166** auf, die sich an ihren Außenflächen befinden. Wie in [Fig. 12A](#) am besten dargestellt, ist jede Fläche **166** jeder Basis **136** bezüglich ihres symmetrischen Gegenstücks abgewinkelt. Bei dieser Ausführungsform sind die Flächen jeder Basis **136** in einem Winkel **168** von ca. 30 Grad abgewinkelt. Wie am besten in [Fig. 12B](#) dargestellt, ist des Weiteren jede Fläche **166** des zweiten Teils jedes Buckels **134** vom Scheitel **138** abgewinkelt. Bei dieser Ausführungsform sind die Flächen jeder Basis **136** in einem Winkel **170** von ca. 30 Grad abgewinkelt. Sowohl der erste als auch der zweite Winkel können von diesen Werten abweichen. Der Winkel der Flächen **166** sowie die Höhe des Scheitels **138** im ersten Teil **148** jedes Buckels **134** vergrößern sich in Richtung des zweiten Teils **150** des Buckels **134**. Bei der dargestellten Ausführungsform wird über jeder Fläche **166** jeder Basis **136** unter der Höhe des zweiten Teils **150** des Buckels **134** ein Hohlvolumen **172** hergestellt. Während des Einführens des Befestigungselements in das Material erzeugte Trümmerteilchen werden im Hohlvolumen **172** gesammelt, ohne dass sich dies negativ auf das zum Antrieb der Schraube und Schneiden des Gewindes in das Material erforderliche Drehmoment auswirkt. Die untere erste Höhe **158** und die erste Breite **162** der Basis **136** verringern des Weiteren die Reiboberfläche zwischen dem Befestigungselement und dem Material, wodurch auch das Einführdrehmoment verringert wird. Durch Einstellen der Dickenänderungsrate des ersten Teils **148** des Buckels **134** wird das zum Installieren des Gewindefestigungselements in das Objektmaterial erforderliche Drehmoment direkt beeinflusst. Darüber hinaus definiert der Winkel **170** des zweiten Teils **150** den fertig gestellten Gewindeflankenwinkel des Gewindelochs in dem Material.

**[0047]** Obgleich die Erfindung für verschiedene Modifikationen und alternative Formen empfänglich ist, sind in den Zeichnungen beispielhaft bestimmte Aus-

führungsformen gezeigt und hier ausführlich beschrieben worden. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten besonderen Formen beschränkt ist. Stattdessen soll die Erfindung alle Modifikationen, die in den durch die folgenden angehängten Ansprüche definierten Schutzbereich der Erfindung fallen, mit umfassen.

### Patentansprüche

1. Gewindebefestigungselement, das Folgendes umfasst:

- einen Schaft mit einer Gewindegangform (130), die sich um den Schaft herum erstreckt, wobei die Gewindegangform verschiedene Buckelteile (134) und Basisteile (136) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- jedes Buckelteil (134) einen ersten Teil (148), einen zweiten Teil (150) und einen dritten Teil (152) aufweist,
- der Scheitel (138) der Gewindegangform (130) entlang den Basisteilen (136) eine erste Höhe (158) und eine zweite Höhe (160) entlang dem zweiten Teil (150) der Buckelteile (134) aufweist, wobei die zweite Höhe (160) größer als die erste Höhe (158) ist,
- die Höhe des dritten Teils (152) jedes Buckels (134) zu der ihm benachbarten Basis (136) mit einer nicht-linearen Höhenänderungsrate abnimmt.

2. Befestigungselement nach Anspruch 1, wobei der Basisteil (136) eine erste Breite (162) aufweist und der zweite Gewindegangformteil (150) des Buckelteils (134) eine zweite Breite (164) aufweist, wobei die zweite Breite größer als die erste Breite ist, wobei der dritte Gewindegangformteil (152) des Buckelteils (134) eine sich ändernde Breite aufweist, wobei die Breitenänderung des dritten Gewindegangformteils nicht linear verläuft.

3. Befestigungselement nach Anspruch 2, wobei der erste Teil (148) des Buckelteils (134) neben dem Gewindegangformteil (150) auf einer gegenüberliegenden Seite des dritten Gewindegangformteils (152) eine sich ändernde Höhe aufweist, wobei die Höhenänderung der ersten Gewindegangformteile (148) nicht linear verläuft.

4. Befestigungselement nach Anspruch 3, wobei die Höhenänderung des ersten Gewindegangformteils (148) des Buckelteils (134) geringer als die Höhenänderung des dritten Gewindegangformteils (152) ist.

5. Befestigungselement nach Anspruch 3, wobei der erste Teil (148) des Gewindegangbuckels (134) eine sich ändernde Breite aufweist, wobei die Breitenänderung nicht linear verläuft.

6. Befestigungselement nach Anspruch 5, wobei die Breitenänderung des dritten Teils (152) des Bu-

ckels (134) größer als die des ersten Teils (148) des Buckels ist.

7. Befestigungselement nach Anspruch 1, wobei der zweite und der dritte Gewindegangformteil (150, 152) des Buckels (134) eine Schneidkante (156) definieren.

8. Befestigungselement nach Anspruch 1, wobei der zweite (150) und der erste (148) Gewindegangformteil des Buckels (134) eine Schneidkante (154) definieren.

9. Befestigungselement nach Anspruch 1, wobei die Gewindegangform spiralförmig ist.

10. Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Gewindegangform (30) bei Einführen des Befestigungselements in ein Material eine Ausbreitungsrichtung (144) aufweist, mit Folgendem:

mehreren sich daran entlang erstreckenden Buckeln (134), wobei jeder Buckel Folgendes umfasst:

- einen Grund (26);
- einen Scheitel (138) und
- eine sich vom Grund (26) zum Scheitel (138) erstreckende erste Schneidkante (154), die zur Ausbreitungsrichtung des Buckels abgewinkelt ist.

11. Befestigungselement nach Anspruch 10, wobei die erste Schneidkante (154) entlang einer Fläche des Buckels gekrümmt ist.

12. Befestigungselement nach Anspruch 10, wobei die erste Schneidkante (154) jedes der mehreren Buckel eine Grenzfläche einer nicht linearen Fläche und einer linearen Fläche ist.

13. Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit Folgendem:

mehreren sich entlang dem Gewindegangformteil (134) erstreckende Buckel (134), wobei jeder Buckel (134) eine erste Schneidfläche (153) und eine zweite Schneidfläche (155) aufweist, wobei die erste und die zweite Schneidfläche zum Schneiden in entgegengesetzten Ausbreitungsrichtungen ausgeführt sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

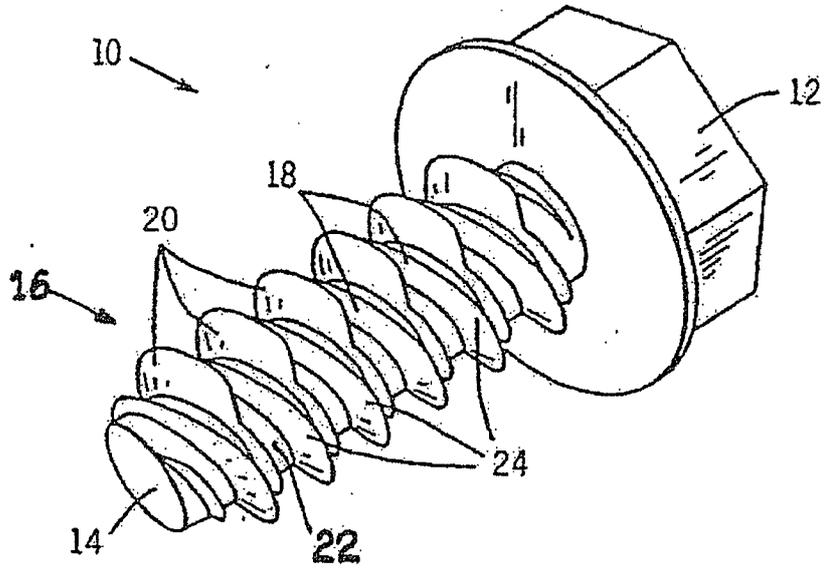
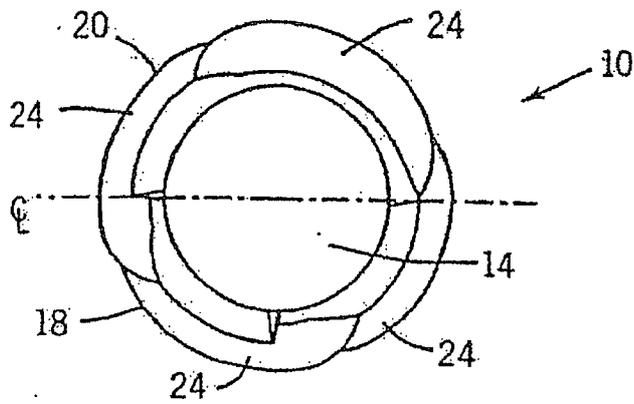
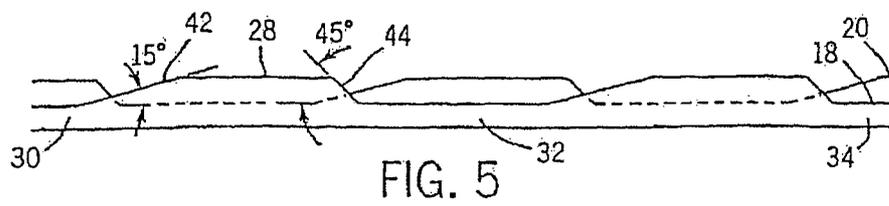
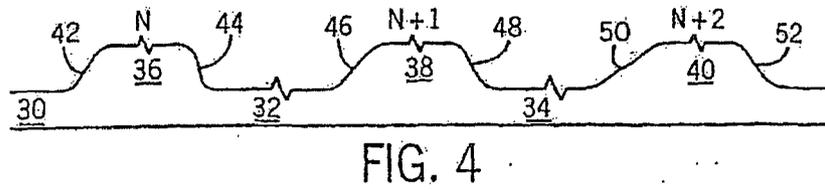
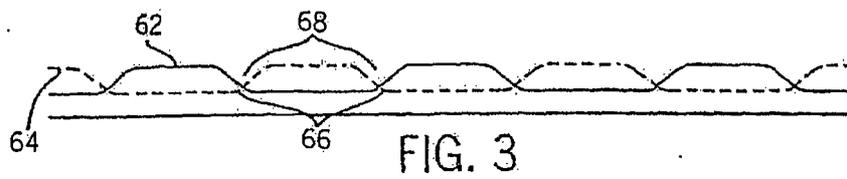
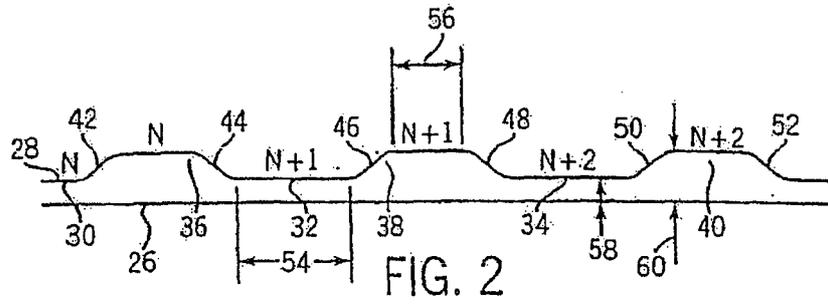
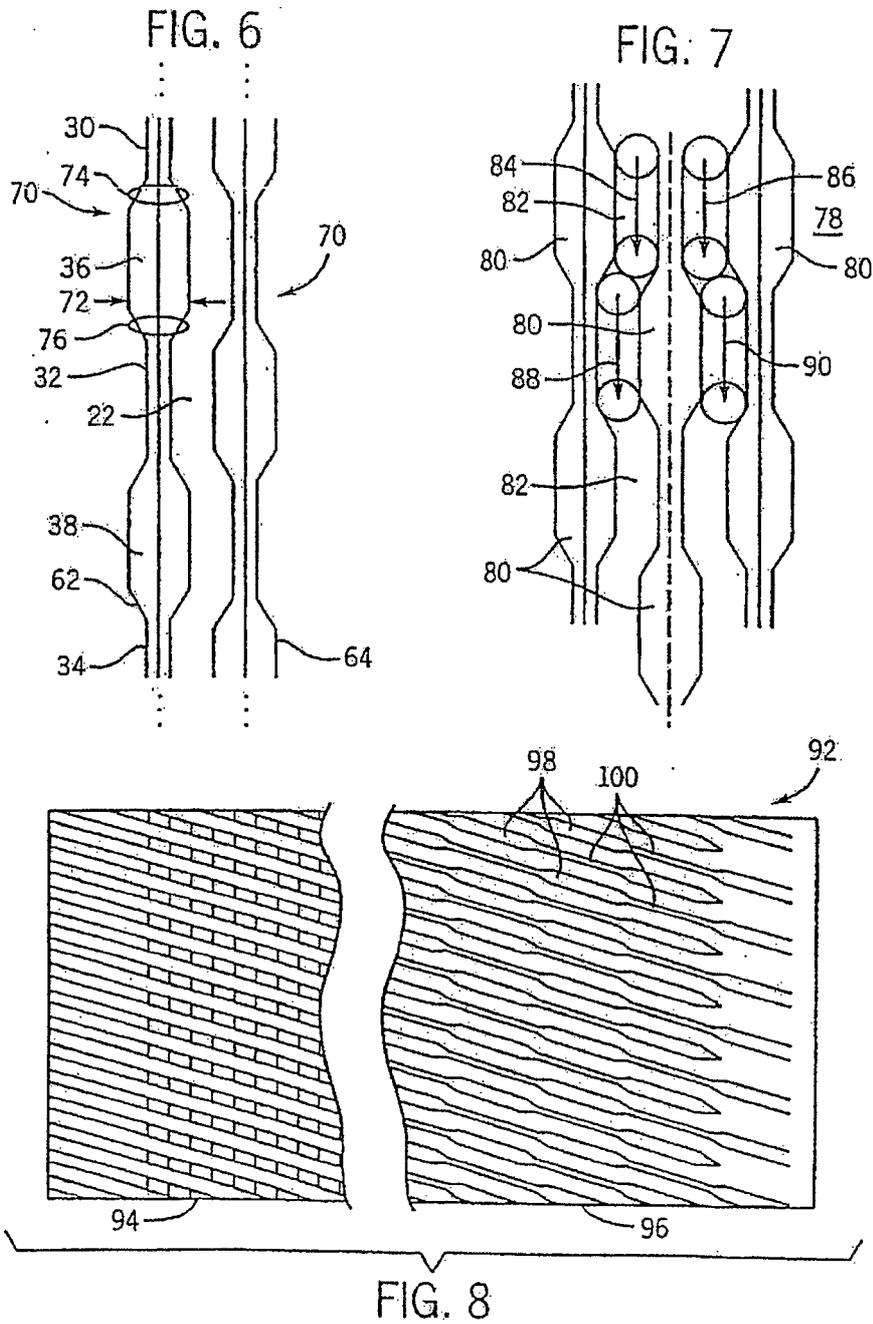


FIG. 1A









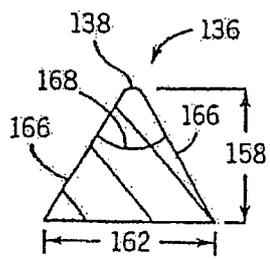
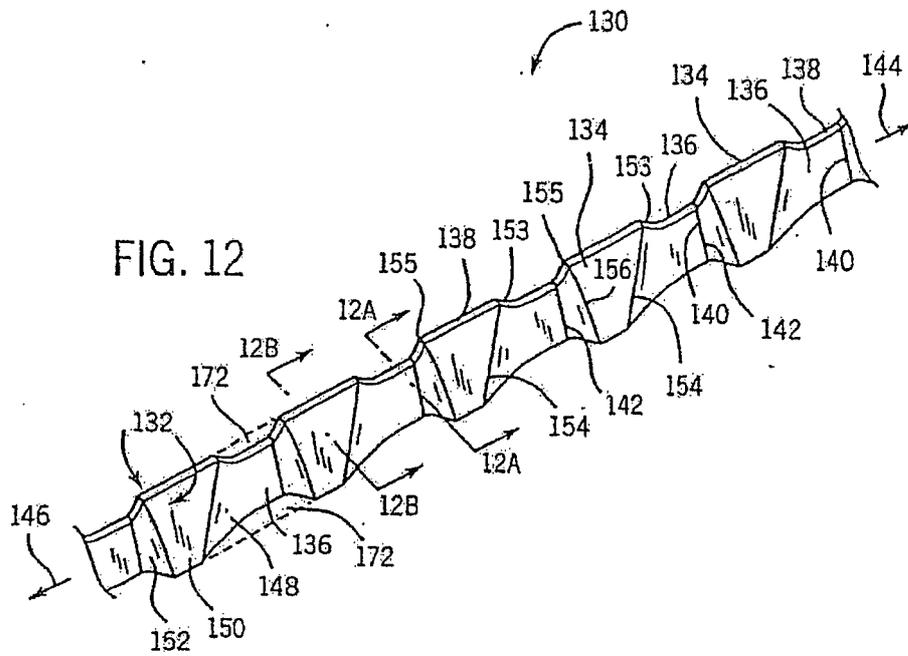


FIG. 12A

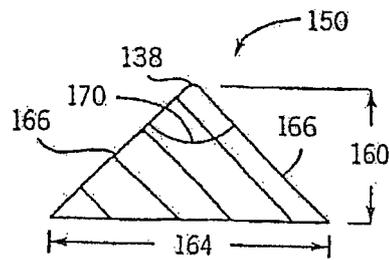


FIG. 12B

FIG. 13

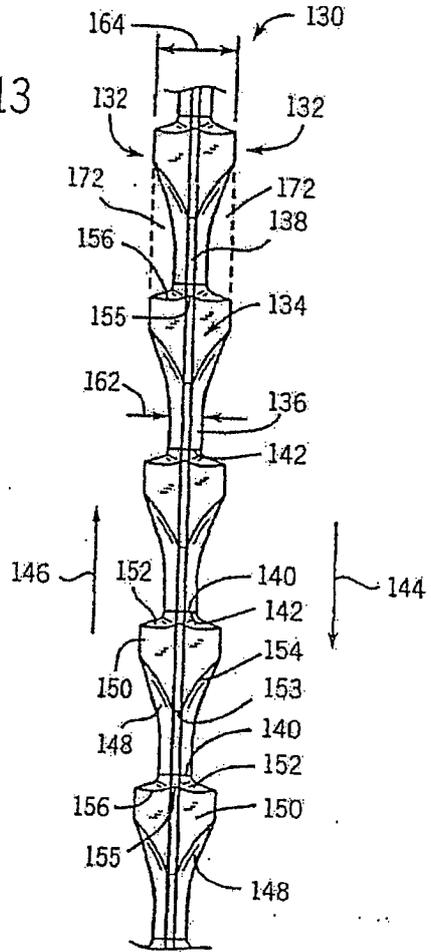


FIG. 14

