



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2007 019 163.4**
(22) Anmeldetag: **19.09.2007**
(67) aus Patentanmeldung: **EP 07 11 6776.1**
(47) Eintragungstag: **05.01.2011**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **10.02.2011**

(51) Int Cl.⁸: **F16B 23/00** (2006.01)
F16B 33/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
533964 **21.09.2006** **US**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Meissner, Bolte & Partner Anwaltssozietät GbR,
28209 Bremen

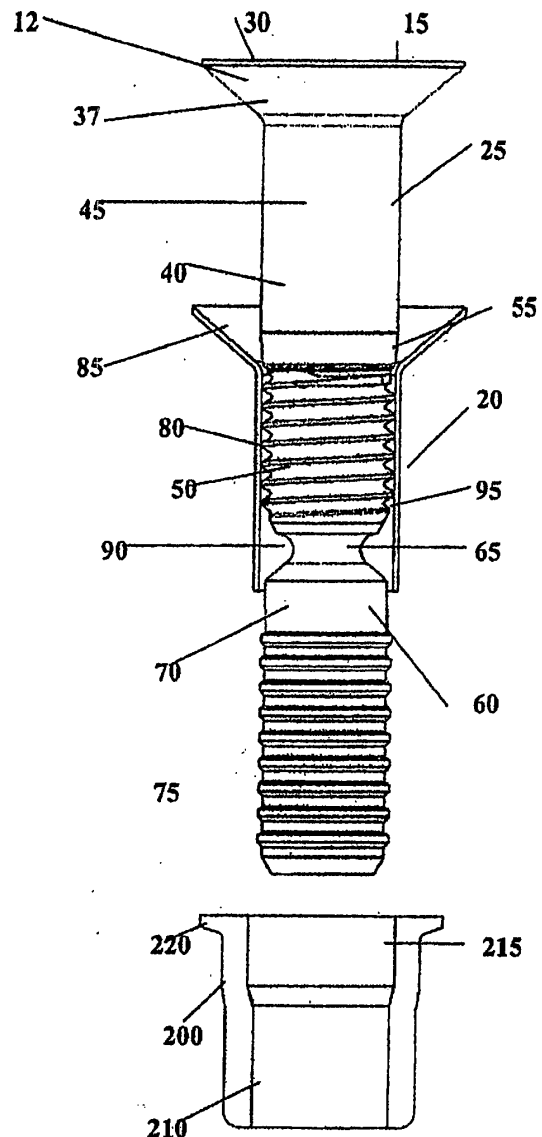
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Alcoa Global Fasteners Inc., Torrance, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hochleistungs-Presssitz-Befestigungsvorrichtung für Verbundstoff-Anwendungen**

(57) Hauptanspruch: Presssitz-Befestigungsvorrichtung (10) mit Hülse, wobei die Presssitz-Befestigungsvorrichtung ausgebildet ist in fluchtenden Löchern (125, 130) durch zwei oder mehrere Werkstücke (105, 110) installiert zu werden, wobei die Presssitz-Befestigungsvorrichtung (10) folgendes aufweist:

– eine Hülse (20), welche einen rohrförmigen Bereich (80) und an einem Ende einen erweiterten Kopf (85) aufweist, wobei der rohrförmige Bereich (80) einen Innendurchmesser (90) und einen Außendurchmesser (95) aufweist, wobei der Außendurchmesser (95) des rohrförmigen Bereichs (80) kleiner ist als ein Innendurchmesser der fluchtenden Löcher (125, 130) der Struktur (105, 110); und
– ein Stiftelement (15), welches einen erweiterten Stiftekopf (35, 37) an einem Ende und einen Gewindebereich (50) an einem gegenüberliegenden Ende und dazwischen einen glatten zylindrischen Schaftbereich (45) aufweist, wobei der glatte Schaftbereich (45) unterhalb des erweiterten Stiftekopfes (35, 37) angeordnet ist und einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Innendurchmesser (90) des rohrförmigen Bereichs (80) der Hülse (20), wobei die...



Beschreibung

HINTERGRUND

1. Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verbesserte Gewinde-Befestigungsvorrichtung sowie ein Verfahren zum Befestigen von Werkstücken aus Verbundmaterial. In speziellen Ausführungsformen betrifft die vorliegende Erfindung eine Befestigungsvorrichtung, welche einen Stift und eine vorgeformte Hülse aufweist, wobei die Hülse bei Presssitz-Anwendungsfällen um den Stift herum angeordnet sein kann.

2. Allgemeiner Hintergrund

[0002] In Flugzeugstrukturen finden immer mehr Graphitverbundmaterialien Anwendung. Neben anderen Vorteilen erhöht der Einsatz von Graphitverbundstoffen die Festigkeit, Lebensdauer sowie die Traglast und reduziert Gewicht, sowie den Verbrauch von Treibstoff. Im Vergleich zu gewöhnlichen Strukturen aus Metall jedoch ergeben sich durch den Einsatz neuer Materialien neue Herausforderungen, welche im Bezug auf die Befestigungstechnologien zu überwinden sind.

[0003] Aus der Luft- und Raumfahrt bekannte Befestigungsvorrichtungen können bei Presssitzbedingungen nicht sicher in Graphit oder gemischte Graphitverbundstoff-Metall-Strukturen eingebracht werden. Gewöhnlich werden Befestigungsvorrichtungen mit einer Spielpassung verwendet um Bedenken gegenüber einer Schichtablösung von Verbundstoffen und einem potentiellen Versagen der Strukturen, welche die Befestigungsvorrichtung in ihrer Anwendung unsicher machen, zu vermeiden. Als Folge hiervon werden Befestigungsvorrichtungen in Spielpassungen eingebracht, was zu einer Verringerung der dynamischen Verbindungseigenschaft, Lücken in der Struktur und weiteren strukturellen Problemen führt.

[0004] Die resultierende Lücke zwischen dem Schaftteil der Befestigungsvorrichtung und dem Loch verhindern einen gleichmäßigen Kontakt zwischen den strukturellen Komponenten. Folglich ergeben sich bedeutende Probleme bei der Ableitung von Strom/Energie bei Blitzeinschlägen sowie elektromagnetische Ströme. Derzeit greifen Flugzeughersteller auf aufwändige, teure und manchmal riskante alternative Verfahren zurück, um die Struktur ordnungsgemäß erden zu können. Beispielsweise können Kupfer oder gering leitfähige Streifen auf die Oberfläche der Werkstücke angebracht werden, um einen bevorzugten niederohmigen Strompfad bereitzustellen. Zusätzlich kann ein Klebefilm eingesetzt werden, welcher einen Trägerfilm aus leitfähigen Fasern aufweist, der ausgelegt ist, Starkstrom zwischen zwei

Werkstücken zu leiten. Beide Verfahren sind jedoch sehr teuer und stellen keine kosteneffektive Möglichkeit dar, eine sichere Ableitung des Stromes zu gewährleisten.

[0005] Ferner ist es bei bekannten Befestigungsvorrichtungen nicht möglich, diese mit einer hinreichenden Menge an Dichtungsmitteln einzubringen, was bei den meisten Flugzeug-Strukturen vorausgesetzt wird. Sobald eine hinreichende Menge an Dichtungsmittel während der Installation verwendet wird, verringert sich der Reibungskoeffizient zwischen der Befestigungsvorrichtungs-Anordnung und den Werkstücken, was sich hindernd auf das Montage-Potential auswirkt. Weiterhin besteht keine Möglichkeit, überschüssige Dichtungsmittel aus der Verbindung ausfließen zu lassen.

[0006] Ferner sind aus dem Stand der Technik bekannte und für Presssitz-Anwendungen vorgesehene Stifte mit Fügehülse, lediglich dazu geeignet, in Verbundmaterialien aus 100% Graphit eingesetzt zu werden. Darüber hinaus sind diese Befestigungsvorrichtung auf Anwendungen mit kurzen Längen und kleinen Durchmessern beschränkt. Bekannte Befestigungsvorrichtungen können nicht in Verbundstoff-Metall-Strukturen und den meisten 100%-igen Verbundstoff-Strukturen installiert werden.

[0007] Des Weiteren sind herkömmliche Befestigungsvorrichtungen für Presssitz-Anwendungen lediglich im Bereich von Scherbelastungen verfügbar. Die Manschetten, welche bei diesen Befestigungsvorrichtungen Anwendung finden, sind üblicherweise aus kommerziell verfügbarem reinem Titan und beginnen bei geringfügig erhöhten Temperaturen zu kriechen.

[0008] Aus diesem Grund ist es notwendig, eine Befestigungsvorrichtung anzugeben, welche für Presssitz-Anwendungen geeignet ist, ohne dass die Gefahr einer potentiellen Schichtablösung bzw. eines strukturellen Versagens besteht.

[0009] Es besteht weiterhin Bedarf nach einer Befestigungsvorrichtung mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Die Verwendung einer Befestigungsvorrichtung in einer Vielzahl von Verbundstoff-Metall-Strukturen wird benötigt.

[0010] Darüber hinaus werden Befestigungsvorrichtungen gebraucht, welche eine sichere Ableitung von durch Blitzschläge und/oder statische Elektrizität verursachtem Strom gewährleisten. Befestigungsvorrichtungen, welche einen gleichmäßigen Kontakt der Strukturelemente ermöglichen, werden die benötigte Ableitung ermöglichen und eine sicherere, kosteneffektivere Lösung für die Probleme mit elektrischen Strömen darstellen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0011] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Befestigungsvorrichtung vorgeschlagen, welche einen Stift aufweist. Das Stiftelement weist einen verlängerten glatten zylindrischen Schaftbereich sowie einen erweiterten Kopfteil zum Ausbilden einer Fügeverbindung mit der Hülse auf. In einigen Ausführungsformen ist ein abgesenktes oder vorstehendes Kopfteil vorgesehen zum Herstellen einer Verbindung mit einem erweiterten Ende der Hülse. Das Stiftelement weist weiterhin einen Gewindebereich und einen abtrennbaren Bereich auf, welcher axial zu dem glatten zylindrischen Schaftbereich ausgerichtet sind. Der abtrennbare Bereich weist einen Zugkerbenbereich auf, welcher umlaufende Zugkerben aufweist, die dazu ausgelegt sind, aufgegriffen zu werden zum Anwenden einer axial wirkenden Relativkraft, um das Stiftelement in die Hülse zu ziehen. Das Stiftelement weist eine Abrisseinschnürung zwischen dem Gewindebereich und dem abtrennbaren Bereich auf. Wenn die Befestigungsvorrichtung installiert wird, wird der abtrennbare Bereich an der Abrisseinschnürung abgetrennt.

[0012] Der Stift weist einen Übergangsbereich auf, welcher sich zwischen dem glatten zylindrischen Schaftbereich und dem Gewindebereich befindet und dazu ausgelegt und optimiert ist, die Installationskraft, welche zum Erreichen der hohen Presssitz-Bedingungen während der Installation erforderlich ist, zu minimieren. In beispielhaften Ausführungsformen kann der Übergangsbereich konisch ausgeführt sein und einen Winkel von kleiner oder gleich 20° zum Stiftschaft aufweisen. In einer weiteren Ausführungsform verringert sich der radiale Durchmesser des Stiftschaftes um 0,102 bis 0,127 mm (0.004 bis 0.005 inches) über eine Länge von 0,254 bis 0,737 mm (0.010 bis 0.029 inches) zwischen dem glatten Bereich und dem Gewindebereich.

[0013] In weiteren Ausführungsformen weist die Befestigungsvorrichtung ferner eine Hülse und eine Aufspaneinrichtung auf, um die Werkstücke aneinander zu befestigen. Die Aufspaneinrichtung kann als Manschette, Mutterelement oder jegliches weitere Bauteil ausgebildet sein, welches dazu geeignet ist, die Werkstücke mit dem Stift und der Hülse zu befestigen. Die Befestigungsvorrichtung wird in miteinander fluchtende Löcher eingesetzt, welche sich in den beiden oder mehreren Werkstücken befinden. In einigen Ausführungsformen weist eines der Löcher durch die Werkstücke eine Ansenkung oder einen erweiterten Radius an seiner äußeren Öffnung auf.

[0014] Die Hülse, welche dazu ausgebildet ist, über den glatten zylindrischen Schaftbereich gesteckt zu werden, weist einen rohrförmige Bereich und ein ausgeweitete Ende zum Eingriff mit der Außenseite des Werkstückes auf. Bei einigen Ausführungsformen ist

ein erweitertes Ende vorgesehen, um einen Eingriff mit dem angesenkten Bereich des Werkstückes auszubilden. Die Hülse weist eine Länge auf, die größer ist als die maximale Gesamtdicke der Werkstücke, welche an der Stelle der fluchtenden Löcher verbunden werden sollen. Der rohrförmige Bereich der Hülse hat einen Innendurchmesser, welcher kleiner ist als der Durchmesser des glatten zylindrischen Schaftbereichs, und einen Außendurchmesser, welcher derart bemessen ist, dass die Hülse in die fluchtenden Durchgangslöcher eingesetzt werden kann.

[0015] Gemäß einem Aspekt weist das Stiftelement einen glatten zylindrischen Schaftbereich mit einem Durchmesser auf, der größer ist als der maximale Innendurchmesser der Hülse. Wenn der glatte zylindrische Schaftbereich in die Hülse eindringt und durch die Hülse gezogen wird, expandiert die Hülse in radialer Richtung, wobei ein Wirkeingriff mit den Wänden der Löcher in den Werkstücken ausgebildet wird.

[0016] Das rohrförmige Manschettenelement ist ausgebildet, um über den Gewindebereich des Stiftelements gesteckt zu werden, wobei das Manschettenelement eine Senkung, welche dazu ausgebildet ist, ein Spiel über der Hülse bereitzustellen, sowie einen ringförmigen Flanschbereich an einem Ende, welcher dazu ausgebildet ist, mit der anderen Außenseite der Werkstücke einen Eingriff auszubilden, aufweist. Das Manschettenelement weist einen erweiterten zylindrischen Schaftbereich mit einem gleichmäßigen Außendurchmesser auf, der dazu ausgebildet ist, in den Gewindebereich des Stiftes gepresst zu werden.

[0017] Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Mutterelement dazu ausgebildet, mit dem Gewindebereich des Stiftelements zusammen zu passen, wobei das Mutterelement eine Senkung aufweist, welche ein Spiel des Mutterelements gegenüber der Hülse ermöglicht, und wobei die Mutter einen ringförmigen Flanschbereich an einem Ende aufweist zum Eingriff mit der anderen Außenseite der Werkstücke. Das Mutterelement weist einen Gewindebereich auf, welcher auf den Gewindebereich des Stiftes geschraubt wird, um die Befestigungsvorrichtung an den Werkstücken zu befestigen.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung weist die Innenoberfläche des Hülsenelements eine Schmierung auf, um die Reibung, welche beim Eindringen des glatten zylindrischen Schaftbereichs des Stiftes in die Hülse auftritt, zu verringern. Die Oberfläche des Außendurchmessers der Hülse und/oder der Innendurchmesser der fluchtenden Löcher weisen eine rauere Oberfläche auf. Bei speziellen Ausführungsformen ist der Reibungskoeffizient zwischen der Hülseninnenoberfläche und dem glatten zylindrischen Schaftbereich des Stiftelements geringer als der Reibungskoeffizient zwischen der Hül-

senaußenoberfläche und dem Innerdurchmesser der Löcher, was es ermöglicht, dass die Hülse beim Einsetzen des glatten zylindrischen Schaftbereichs des Stiftelements in radialer Richtung aufgeweitet wird, um in einem Presssitz vorzuliegen.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine Befestigungsvorrichtung vorgeschlagen, welche in Verbundwerkstoffe, Metall-Strukturen oder in Verbundwerkstoff-Metall Strukturen installiert werden kann. Beispielsweise könnte die offenbarte Befestigungsvorrichtung in Kohlenstoff-, Titan-, Aluminium-Verbundwerkstoffen oder ein Gemisch dieser Komponenten installiert werden.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt werden als Folge des Eingriffs der Befestigungsvorrichtung Lücken zwischen der Befestigungsvorrichtung und den Strukturen verhindert, was folglich eine gute elektrische Leitfähigkeit zwischen den Bauteilen verleiht. Demzufolge wird die Gefahr des Auftretens elektrischer Funken reduziert, wodurch eine sicherere Befestigungsvorrichtung für den Einsatz bei Luft- und Raumfahrt Anwendungen bereitgestellt wird.

[0021] Nach einem anderen Aspekt der Erfindung weist die Befestigungsvorrichtung ein Eingriffsvermögen von 0.0127 mm bis 0.254 mm (0.0005 to 0.0100 inches), in Verbundwerkstoff und/oder metallischen Strukturen auf, ohne die Gefahr einer Schichtablösung oder Beschädigung des Verbundwerkstoffes.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt weist die Befestigungsvorrichtung ein Presssitz-Potential von etwa 1,575 bis etwa 3,556 mm (0.062 bis 0.140 inches) auf.

[0023] Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden sich in der folgenden Beschreibung sowie den beiliegenden Ansprüchen, in Verbindung mit den einhergehenden Zeichnungen, herausstellen.

ZEICHNUNGEN

[0024] Die zuvor genannten Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser ersichtlich und verstanden unter Verweis auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen, in welchen folgendes gezeigt wird:

[0025] **Fig. 1** eine beispielhafte Ausführungsform der Befestigungsvorrichtung, wobei der Stift und die Hülse der Befestigungsvorrichtung gezeigt sind, und wobei der Stift einen ausgeweiteten Senkkopf aufweist.

[0026] **Fig. 2** ein weiteres Beispiel der Befestigungsvorrichtung, wobei der Stift und die Hülse der

Befestigungsvorrichtung gezeigt sind, und wobei der Stift einen erweiterten überstehenden Flachkopf aufweist;

[0027] **Fig. 3** eine weitere Ausführungsform der Befestigungsvorrichtung, wobei der Stift und die Hülse der Befestigungsvorrichtung gezeigt sind, und wobei der Stift einen längeren Gewindebereich, keinen abtrennbaren Bereich sowie einen erweiterten Senkkopf aufweist;

[0028] **Fig. 4** eine weitere Ausführungsform der Befestigungsvorrichtung, wobei Stift und die Hülse der Befestigungsvorrichtung gezeigt sind, und wobei der Stift einen erweiterten Flachkopf aufweist;

[0029] **Fig. 5** eine Vielzahl von Werkstücken, welche fluchtende Löcher aufweisen zur Montage der Befestigungsvorrichtung und zum Fixieren der Werkstücke miteinander;

[0030] **Fig. 6** eine Vielzahl von Werkstücken, welche fluchtende Löcher aufweisen zur Montage der Befestigungsvorrichtung, um die Werkstücke miteinander zu verbinden, wobei der Außenbereich eines der Werkstücke eine Senkung aufweist;

[0031] **Fig. 7** die beispielhafte Befestigungsvorrichtung vor dem Durchschieben bzw. Durchziehen des Stiftes durch die Hülse, wobei die Hülse nicht auf die erwünschte Pressspannung expandiert und gedehnt ist;

[0032] **Fig. 8** die Befestigungsvorrichtung, nachdem der Stift in Position geschoben bzw. gezogen wurde, wobei weiterhin die Manschette, die über dem Stift angeordnet ist, vor Stauchen dargestellt ist;

[0033] **Fig. 9** die Befestigungsvorrichtung mit der gestauchten Manschette auf dem Gewindebereich des Stiftes, um die Befestigungsvorrichtung vor dem Entfernen des Schlusstückes zu befestigen;

[0034] **Fig. 10** die Befestigungsvorrichtung in einer eingerasteten, installierten Stellung, nach Entfernen des Schlusstückes.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0035] Eine Befestigungsvorrichtung zum Sichern einer Vielzahl von Werkstücken **105**, **110** und ausgebildet, in fluchtenden Löchern **125**, **130** solcher Werkstücke **105**, **110** zu sitzen, ist offenbart. In beispielhaften Ausführungsformen weist die Befestigungsvorrichtung **10** ein Stiftelement **15**, eine Hülse **20** und eine Manschette **200** auf. In anderen Ausführungsformen kann die Befestigungsvorrichtung **10** eine Mutter anstelle einer Manschette **200** aufweisen. Bei beispielhaften Ausführungsformen können die Werkstücke **105**, **110** aus einer Vielzahl von Materialien,

wie Verbundwerkstoffen, metallische oder Verbundwerkstoff-Metall Strukturen oder beliebigen Kombinationen daraus, bestehen. Bei speziellen Ausführungsformen können die Werkstücke **105**, **110** aus Titan, Aluminium, Graphit-Verbundstoffe oder beliebigen Kombination daraus gefertigt sein.

[0036] Eine Ausführungsform der Stift-Hülsen-Anordnung **12** ist in den [Fig. 1](#) und [2](#) dargestellt. Das Stiftelement **15** weist einen verlängerten Schaftbereich **40** auf, welcher an einem Ende **30** in einem erweiterten Senkkopf **37** bzw. einem Flachkopf **35** endet. Der Schaftbereich **40** des Stiftes weist einen im wesentlichen glatten zylindrischen Bereich **45**, einen Gewindebereich **50** sowie einen abtrennbaren Bereich **60** auf. Der glatte, zylindrische Schaftbereich erstreckt sich vom Kopf **35**, **37** und ist dazu ausgebildet, von der Expansionshülse **20** aufgenommen zu werden. Anschließend an den im Wesentlichen glatten zylindrischen Bereich **45** befindet sich ein Gewindebereich **50**. Der Gewindebereich **50** weist ein im wesentlichen gleichmäßiges Gewinde über seinen gesamten Umfang auf. Ein konischer Übergangsbereich **55** verbindet den Gewindebereich **50** nahtlos mit dem glatten zylindrischen Schaftbereich **45**.

[0037] Der abtrennbare Bereich **60** des Stiftelements **15** erstreckt sich vom Gewindebereich **50**. Der abtrennbare Bereich **60** weist einen zylindrischen Abquetschrand **70** und einen Zugkerbenbereich **75** mit umlaufenden Abbruchnuten **65** auf. Eine Abbruchnutte **65**, schließt sich an den Gewindebereich **50** an und stellt die schwächste Stelle der Befestigungsvorrichtung **10** dar.

[0038] Bei einigen Ausführungsformen weisen der Gewindebereich **50**, die Abbruchnuten **65**, der geradlinige Abquetschrand **70** und der Zugkerbenbereich einen maximalen Durchmesser auf, welcher geringer ist als der Durchmesser des glatten zylindrischen Schaftbereichs **45**, wobei der Bereich des geradlinigen Abquetschrands **70** einen Durchmesser aufweist, welcher geringer ist als der des Gewindebereichs **50** und des Zugkerbenbereichs **75**.

[0039] Bei dieser Ausführungsform weist die Expansionshülse **20** einen im wesentlichen gleichmäßigen rohrförmigen Bereich **80** auf, welcher in einen erweiterten, flanschförmigen Kopf **85** endet, um den Senkkopf **37** bzw. den Flachkopf **35** des Stiftelements **15** aufzunehmen. Die Hülse **20** weist einen Innendurchmesser auf, der größer als der Gewindebereich **50** und der abtrennbare Bereich **60** des Stiftelements **15**, jedoch kleiner als der Durchmesser des glatten zylindrischen Schaftbereichs **45** ist.

[0040] Der Innendurchmesser der Hülse **20** weist eine friktionsarme Beschichtung auf seiner Oberfläche **90** auf, um die Bewegung des Stiftelements **15** während der Installation in die Hülse **20** hinein zu er-

leichtern. Bei einer Ausführungsform weist die Hülse eine friktionsarme Beschichtung auf, um den Widerstand zwischen dem glatten zylindrischen Schaftbereich **45** des Stiftelements **15** und der Oberfläche des Innendurchmessers **90** des rohrförmigen Bereichs **80** zu unterdrücken. Die friktionsarme Beschichtung auf dem Innendurchmesser der Hülse **20** ermöglicht es, dass das Stiftelement **15** einfacher durch die Hülse **20** gleitet, da der Reibungswiderstand verringert ist.

[0041] Zusätzlich ermöglicht die Beschichtung auf der Oberfläche des Innendurchmessers **90** die Installation der Befestigungsvorrichtung **10** für den Fall, wenn die Befestigungsvorrichtung **10** mit einer minimalen, mittleren oder großen Menge an Dichtungsmitteln auf der Befestigungsvorrichtung **10** sowie in der eingebauten Verbindung montiert wird.

[0042] Eine weitere Ausführungsform der Befestigungsvorrichtung **10** ist in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt. Bei dieser Ausführungsform weist das Stiftelement **15** einen verlängerten Schaftbereich **40** auf, welcher an einem Ende **30** mit einem erweiterten Kopfbereich **35**, **37** aufhört. Diese Ausführungsform kann außerdem einen Flachkopf **37** aufweisen, wie dies in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Der Schaftbereich **40** des Stiftes weist einen im Wesentlichen glatten zylindrischen Bereich **45** und einen Gewindebereich **50**, jedoch keinen abtrennbaren Bereich auf. Der glatte zylindrische Schaftbereich **45** erstreckt sich von dem Kopfbereich **35**, **37** und ist ausgebildet, von der Expansionshülse **20** aufgenommen zu werden. Anschließend an den im Wesentlichen glatten zylindrischen Bereich **45** befindet sich ein Gewindebereich **50**. Der Gewindebereich **50** weist ein im Wesentlichen über die gesamte Länge gleichmäßiges Gewinde auf. Ein konischer Übergangsbereich **55** verbindet den Gewindebereich **50** glatt mit dem glatten zylindrischen Schaftbereich **45**.

[0043] Die Werkstücke **105**, **110**, welche fluchtende Löcher **125**, **130** aufweisen, sind in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellt. Die Befestigungsvorrichtung **10** erstreckt sich durch die fluchtenden Löcher **125**, **130**, um die Werkstücke **105**, **110** zu fixieren. Die Außenseite der Werkstücke **115** nimmt den erweiterten Kopf der Hülse auf. Wie aus der in [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsform deutlich wird, endet die Öffnung des äußeren Werkstücks **105** in einer Ansenkung **120** auf der Außenseite **115** oder führt in einen Rundbereich, welcher derart geformt ist, um den erweiterten Flansch **85** der Expansionshülse **20** aufzunehmen.

[0044] Bevor das Stiftelement **15** in die Hülse **20** gedrückt bzw. gezogen wird, ist der Außendurchmesser des rohrförmigen Bereichs **80** der Hülse kleiner als der Durchmesser der Löcher, welche in den Werkstücken **105**, **110** vorgesehen sind. Demnach liegt zwischen dem Außendurchmesser der Hülse und dem

Innendurchmesser der Löcher ein Abstand vor, wie dies in [Fig. 7](#) gezeigt ist. Der Außendurchmesser des rohrförmigen Bereichs **80** der im nicht-expandierten Zustand vorliegenden Hülse und der Durchmesser der Löcher bilden eine gleitende Passform, wenn der rohrförmige Bereich **80** der Hülse in den Löcher gesetzt wird.

[0045] Wenn während des Installierens das Stiftelement **15** durch die Hülse geschoben bzw. gezogen wird, expandiert die Hülse radial bis zu einem gewünschten Presssitz mit den Wänden der Löcher **125, 130** durch die Werkstücke **105, 110**, wie in [Fig. 8](#) dargestellt ist. Auf diese Weise schirmt die Hülse **20** die Oberfläche der Durchgangslöcher vom Schaftbereich des Stifts ab und folglich wird eine Schichtablösung an der Vielzahl von Werkstücken verhindert, wenn der Stift durch die Hülse **20** geschoben bzw. gezogen wird.

[0046] Der konische Übergangsbereich **55** ist derart gestaltet und optimiert, dass die Kraft zum Einbau, welche zum Erreichen der hohen Presssitzbedingungen, die aus der Installation des Stiftelements **15** in die Hülse **20** resultieren, benötigt wird, minimiert wird. Der Übergangsbereich **55** weist einen flachen Einführwinkel auf, welcher die benötigte Installationskraft reduziert. Da weniger Kraftaufwand benötigt wird, um die Befestigungsvorrichtung in den Presssitzzustand zu überführen, ermöglicht die Befestigungsvorrichtung eine weitaus längere Haftlänge, während die Ausdehnung der Hülse sowie vorzeitiges Versagen vermindert werden.

[0047] Nach einer beispielhaften Ausführungsform kann der Übergangsbereich **55** abgeschrägt verlaufen und einen Winkel von kleiner gleich 20 Grad vom Stiftschaft aufweisen, wobei sich der Durchmesser radial vom glatten Schaftbereich zum Gewindebereich verringert. In der dargestellten Ausführungsform ist der Durchmesser des Übergangsbereichs konisch verlaufend und verringert sich in gleichmäßiger Weise. Der Übergangsbereich kann jedoch jede beliebige Form aufweisen, solange sich der Radius des StiftsCHAFTS verringert. Beispielsweise könnte der Übergangsbereich ein leichter Abfall des Radius in Form einer konvexen Kurve, einer konkaven Kurve, einer S-Kurve oder jeder anderen Form sein, was eine Verringerung des Radius zwischen dem glatten Schaftbereich und dem Gewindebereich des Stiftes ermöglicht. In diesen Ausführungsformen verringert der Übergangsbereich **55** den Radius des StiftsCHAFTS zwischen 0,102 und 0,127 mm (0.004 und 0.005 inches) auf einer Strecke von 0,254 bis 0,737 mm (0.010 bis 0.0290 inches). Bei beispielhaften Ausführungsformen expandiert die Hülse radial zwischen 0,076 und 0,305 mm (0.003 und 0.012 inches), während das Befestigungselement installiert wird. Nach einer beispielhaften Ausführungsform beträgt der Eingriff der Befestigungsvorrichtung mit den

Werkstücken **105, 110** etwa 0,011 bis 0,254 mm (0.005 bis 0.0100 inches).

[0048] Als Folge auf den Eingriff der offenbaren Befestigungsvorrichtung, werden Lücken zwischen der Befestigungsvorrichtung **10** und den Werkstück-Strukturen vermieden. Demnach ergibt sich eine gute elektrische Leitfähigkeit zwischen den Komponenten. Das Risiko der Entstehung elektrischer Funken ist verringert, was die Befestigungsvorrichtung **10** sicherer für den Einsatz in Luft- und Raumfahrt-Anwendungen macht.

[0049] Bei beispielhaften Ausführungsformen ist die Oberfläche des Außendurchmessers der Hülse **20** und/oder der Innendurchmesser der Löcher **125, 130** rauher oder gröber. Durch das Vorsehen rauherer Oberflächen in diesen beiden Bereichen erhöht sich der Reibungskoeffizient zwischen der Außenseite **95** der Hülse **20** und der Oberfläche des Innendurchmessers **135** der Löcher **125, 130**. Im Wesentlichen muss der Reibungskoeffizient und/oder die Kraft, die notwendig ist, um den Stift **15** in die Hülse **20** zu schieben bzw. drücken, kleiner sein als der Reibungskoeffizient und/oder der Widerstand zwischen der Oberfläche des Außendurchmessers **95** der Hülse **20** und der Oberfläche des Innendurchmessers **135** der Löcher, um die radiale Expansion des rohrförmigen Bereichs **80** der Hülse **20** zu erleichtern. Ohne den unterschiedlichen Reibungskoeffizienten könnte die Hülse **20** vor der Installation in die Löcher gezogen werden.

[0050] Gemäß beispielhaften Ausführungsformen wird die exzessive Dehnung der Hülse **20** während der Installation durch eine rauere Außenseite der Hülse und/oder der Innenseite der Löcher in Kombination mit der Schmierung auf der Innenseite **90** der Hülse verhindert. Der Reibungskoeffizient zwischen der Außenseite **95** der Hülse **20** und der Innenseite **135** der Löcher ist größer als der Reibungskoeffizient zwischen der Innenseite der Hülse und dem glatten zylindrischen Schaft des Stiftes. Folglich expandiert die Hülse **20** radial in die Presssitz-Stellung, und die Dehnung der Hülse **20** wird vermindert.

[0051] Gemäß beispielhaften Ausführungsformen ist es möglich, die Dehnung der Hülse durch den Unterschied im Reibungskoeffizienten auf weniger als 1,27 mm (0.050 inches) zu reduzieren. Darüber hinaus erlauben die Eigenschaften der Oberflächen der Hülse **20** den Einsatz von Dichtungsmitteln in der Fuge und auf der Befestigungsvorrichtung **10**.

[0052] Bei beispielhaften Ausführungsformen ist die optimale Geometrie des angewinkelten Übergangsbereichs **55** des Stiftelements **15** ausgebildet, um die Installationskraft, welche zum Installieren der Befestigungsvorrichtung **10** in die Eingriffsbedingungen von bis zu 0,254 mm (0.010 inches) nötig ist, zu mini-

mieren. Die gestaltete Geometrie ermöglicht es, dass die Kraft, die beim Einführen des Stifts angewandt wird, senkrecht zum angewinkelten Übergangsbereich **55** anstatt parallel zur Einführrichtung – wie es bei herkömmlichen Übergangsgeometrien mit abgerundeten Kanten der Fall war – angewandt wird. Es wird eine geringere Kraft benötigt, um das Stiftelement **15** einzuführen. Aufgrund des geringeren benötigten Kraftaufwands kann die Befestigungsvorrichtung **10** bei einer größeren Vielfalt an Werkstücken, wie Metallen, Verbundstoffen und Metall-Verbundstoff Strukturen, zum Einsatz kommen.

[0053] Die Übergangsgeometrie, d. h. der abgeschrägte Übergangsbereich **55** an dem Stiftelement **15** ist darüber hinaus wichtig, da sie eine Funktionalität mit viel längeren Haftlängen, ohne eine exzessive Dehnung der Hülse **20** und/oder frühzeitiges Versagen derselben, ermöglicht.

[0054] Um die Werkstücke vollständig aneinander zu befestigen, wird ein Arretierungsmittel verwendet. Das Arretierungsmittel könnte entweder das Mutterelement **250** mit Gewinde, wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist, oder Manschetten **200**, wie sie in [Fig. 8](#) dargestellt sind, sein. Es könnten auch anderweitige Arretierungsmittel zum Einsatz kommen, um die Werkstücke relativ zueinander zu fixieren.

[0055] Bei einer Ausführungsform wird eine symmetrisch geformte, rohrförmige Manschette **200** aus einem bestimmten Material über die eingebrachte Stift-Hülse-Anordnung **12** gelegt, wie dies in [Fig. 8](#) dargestellt ist. Sobald die Werkstücke **105**, **110** aneinander befestigt sind, wird sich die Manschette in radialer Ausrichtung an den Gewindebereich des Stiftelements **15** anpassen. Die Manschette **200** weist einen Senkungsbereich **215** auf, welcher dazu ausgebildet ist, über dem Stiftschaft zu liegen, sowie eine Durchgangsbohrung **210** auf, deren Innendurchmesser derart gewählt ist, dass ein Spiel für die Zugkerben **75** und den Gewindebereich **50** des Stifts **15** bereitgestellt wird. Die Geometrie der Manschette weist einen ausgeglichenen Umfang auf. Insbesondere weist die Manschette **200** eine gleichmäßige und symmetrisch geformte Wanddicke auf, um die Manschette **200** in den Gewindebereich **50** einzupressen und die gewünschte Arretierungswirkung zu erreichen.

[0056] Wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist, kommt bei einer weiteren Ausführungsform der Befestigungsvorrichtung **10** ein Mutterelement **250** zum Einsatz, um die Werkstücke aneinander zu befestigen. Das Mutterelement weist einen Gewindebereich **255** auf zum Eingriff mit dem Gewindebereich **50** des Stiftelements **15**.

[0057] Die Manschette **200** und das Mutterelement **250** weisen einen Senkungsbereich **215** an einem

Ende auf, welcher es der Manschette **200** bzw. dem Mutterelement **250** ermöglicht, die Hülse **20** frei zu machen. Aus diesem Grund weist der Senkungsbereich **215** einen größeren Durchmesser als der Außendurchmesser der Hülse **20** auf. Folglich weist die installierte Befestigungsvorrichtung **10** ein verringertes Gewicht sowie eine verringerte Höhe auf. Dies macht die Befestigungsvorrichtung **10** zu einer sehr viel kosteneffektiveren Lösung als herkömmliche Befestigungsvorrichtungen.

[0058] Die Manschette **200** und das Mutterelement **250** weisen außerdem einen ausgeweiteten Flansch **220** an einem Ende auf. Der Flansch **220**, welcher sich im Eingriff mit der Außenseite **140** der Vielzahl von Werkstücken befindet, ist derart ausgebildet, dass er einen vorherbestimmten Pressbereich aufweist, um die Lasten der Installation und des Arretierungsvorganges auf der Außenseite **140** der Werkstücke **105**, **110** zu verteilen. Sollten die Werkstücke **105**, **110** wenigstens einen Verbundwerkstoff aufweisen, so wird der Pressbereich des Flansches **220** derart gewählt, dass er ausreicht, um einer örtlichen Schichtablösung bzw. einem Zerdrücken des Verbundwerkstoffes an der Außenseite der Werkstücke **105**, **110** zu widerstehen.

[0059] Die Manschette **200** der Befestigungsvorrichtung **10** wird auf den Gewindebereich **50** des Stiftelements **15** gepresst, wie dies in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Bei manchen Ausführungsformen ist die optimierte Manschettengeometrie mit der existierenden Gewindeform und dem Installationswerkzeug abgeglichen, um das Einpressen der Manschette in den Gewindebereich **50** zu ermöglichen. Die Manschette **200** kann bis etwa 40% bis 60% der Tiefe des Gewindes **50** eingepresst werden, während die Kontrolle über das Material der Manschette erhalten bleibt und eine konsistent hohe Arretierungswirkung erreicht wird.

[0060] Eine konsistent hohe Arretierungswirkung der Befestigungsvorrichtung **10** erhöht die dynamische Verbindungsleistung sowie die Lebensdauer der Flugzeugstruktur erheblich. Gemäß manchen Ausführungsformen beläuft sich die Arretierungswirkung im Mittel auf etwa 50% bis 96% der minimalen Zugfestigkeit der installierten Befestigungsvorrichtung **10**. Nach weiteren beispielhaften Ausführungsformen beträgt die Arretierungswirkung im Mittel etwa 78% der minimalen Zugkraft. Typische Befestigungsvorrichtungen weisen lediglich eine mittlere Arretierungswirkung von etwa 50% der minimalen Zugkraft auf.

[0061] Darüber hinaus ermöglicht die kontrollierte teilweise Befüllung des Gewindebereichs **50** des Stiftelements **15** einen maßgeblichen und gleichmäßigen Ausfluss von Dichtungsmitteln während der Installation. Die mechanische Funktion der Befestigungsvorrichtung **10** wird durch diesen Ausfluss von

Dichtungsmitteln nicht gemindert.

[0062] Die kontrollierte gepresste Befüllung von Seiten der Manschette stellt ebenfalls eine Verbesserung im Vergleich mit bekannten Befestigungsmitteln dar. In typischen Einsatzfällen besteht eine inhärente Lücke zwischen den internen und externen Gewinden des Stiftelements und der Manschette bzw. Mutter. Darüber hinaus weisen die drucklose Seite des Befestigungselements und die Senkungen der Manschette bzw. Mutter Lücken zwischen den Komponenten auf. Die hier offenbarte Befestigungsvorrichtung **10** erzeugt einen vollständigen Kontakt auf beiden Seiten des Gewindebereichs **50** des Stiftes **15**, wodurch Lücken verhindert werden. Demzufolge weist die Befestigungsvorrichtung **10** eine bessere Leitfähigkeit auf und gibt, zusätzlich zu einer verbesserten Treibstoff-Dichtigkeit, eine sicherere Befestigungsvorrichtung **10** für Luft- und Raumfahrtbedingungen an.

[0063] Während die Manschette **200** gepresst wird, wird sie über den Endbereich der Hülse **20** gepresst. Folglich wird die Hülse über dem abgewinkelten Übergangsbereich **55** des Stiftes **15** zusammengedrückt. Demzufolge können die Hülse **20** und der Stift **15** bei Bedarf anschließend in einem Stück entfernt werden. Dies verbessert die Effizienz und Verarbeitbarkeit des Befestigungselements **10** bei der Installation bzw. dem Einsatz in einer Vielzahl von Anwendungen, während außerdem die Leitfähigkeit verbessert wird.

[0064] Eine beispielhafte Realisierung der installierten Befestigungsvorrichtung **10** ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Die Befestigungsvorrichtung **10**, welche einen Stift mit einem Schaft vorherbestimmter Länge aufweist, kann gewählt werden, um die Vielzahl von Werkstücken **105**, **110** zu fixieren, wobei die Befestigungsvorrichtung **10** einen Halt aufweist, der in der Gesamtdicke ausgehend von einer Minimum bis zu einem Maximum der Gesamtdicke variiert. Da es erstrebenswert ist, die gesamte Eingriffslänge von der Hülse **20** umfassen zu lassen, weist die Hülse **20** eine vorbestimmte Länge auf, die nicht kleiner ist als die maximale Gesamtweite der Vielzahl an Werkstücken **105**, **110**.

[0065] Bei speziellen Ausführungsformen der offenbarten Erfindung werden minimal 110% der mechanischen Funktion durch ein funktionelles Haltevermögen von etwa 3,454 mm (0.136 inches) erreicht. Typische Befestigungsvorrichtungen weisen lediglich ein funktionelles Haltevermögen von etwa 1,575 mm (0.062 inches) auf. Da die Befestigungsvorrichtung **10** ein längeres funktionelles Haltvermögen aufweist, ist es möglich, eine große Vielseitigkeit zu erreichen um in verschiedenen Anwendungen einsetzbar zu sein.

[0066] Um die Befestigungsvorrichtung **10** zu installieren, wird die Hülse auf den Stift gesetzt, wie dies in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Die Hülse **20** und der Stift **15** werden anschließend derart in den fluchtenden Löchern der Werkstücke **105**, **110** eingebracht, dass eine ausreichendes Stück des abtrennbaren Bereichs des Stifts **15** über die Außenseite der Vielzahl an Werkstücken **105**, **110** hinausragt, so dass das Werkzeug die Zugkerben **75** des Stiftelements **15** greifen kann, um ein Einziehen zu ermöglichen.

[0067] Während das Stiftelement **15** von dem Werkzeug gezogen wird, wird der glatte zylindrische Schaftbereich **45** des Stiftelements **15** in die Hülse **20** gezogen, was bewirkt, dass die Hülse **20** radial nach Außen expandiert. Das Ausmaß dieser Expansion ist eine Funktion der Reibung und der Kraft, welche zwischen dem glatten zylindrischen Schaftbereich **45** und der Oberfläche des Innendurchmessers **90** der Hülse benötigt wird, sowie der Reibung und Kraft, welche zwischen dem Außendurchmesser **95** der Hülse und dem Innendurchmesser der Löcher **135** in der Vielzahl von Werkstücken **105**, **110** benötigt wird.

[0068] Anschließend wird die Manschette **200** auf das Stiftelement **15** und die Hülse **20** gesetzt, so dass der Flanschbereich **220** gegen die Oberfläche der Werkstücke **140** ausgerichtet ist. Zu diesem Zeitpunkt wird ein Press-Werkzeug eingesetzt, um die Manschette **200** auf den Gewindebereich **50** des Stiftelements zu pressen, was die Befestigungsvorrichtung **10** in ihrer Lage fixiert.

[0069] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Hülse zum Installieren der Befestigungsvorrichtung **10** in einer Weise über den Stift gesetzt, wie sie in [Fig. 3](#) dargestellt ist. Die Hülse **20** und der Stift **15** werden sodann in den fluchtenden Löchern der Werkstücke **105**, **110** platziert. Der Stift **15** wird derart in die Hülse geschoben, dass ein ausreichendes Stück des Gewindebereichs des Stiftes **15** über die Außenseite der Vielzahl an Werkstücken **105**, **110** hinausragt, so dass sich der Gewindebereich der Mutter **250** mit dem Gewindebereich **50** des Stifts **15** zusammenfügen kann. Die Mutter **250** wird anschließend installiert und festgezogen, um die Installation abzuschließen.

[0070] Demzufolge ist eine einzigartige Befestigungsvorrichtung **10** offenbart, welche eine Presssitz-Passung innerhalb von Verbundwerkstoff, Metall und Verbundwerkstoff-Metall Strukturen bereitstellt. Die Befestigungsvorrichtung **10** stellt ein verbessertes dynamisches Verbindungsvermögen als Folge eines besseren Eingriffs der Befestigungsvorrichtung **10** und eine höhere Arretierungswirkung bereit. Die Geometrie der verschiedenen Komponenten ermöglicht die Presssitzbedingungen, während eine Schichtablösung und mögliches Versagen der Strukturen verhindert werden. Der Presssitz verhindert Lü-

cken zwischen der Befestigungsvorrichtung **10** und der Struktur, was zu einer guten elektrischen Leitfähigkeit und zu einer Verringerung potentieller elektrische Funken führt und damit die Sicherheit der Struktur erhöht.

[0071] Obwohl die obige Beschreibung der Erfindung viele Konkretisierungen enthält, sollten diese nicht als den Umfang der Offenbarung einschränkend betrachtet werden. Vielmehr sollten diese als eine Demonstration verschiedener Ausführungsformen betrachtet werden. Die Befestigungsvorrichtung und Verwendungsmöglichkeiten, welche hierin offenbart sind, schließen jede Kombination der verschiedenen Merkmale und Ausführungsformen mit ein. Demzufolge ist es nicht beabsichtigt, dass der Offenbarungsgehalt in irgendeiner Weise durch die oben genannte Beschreibung begrenzt wird. Die verschiedenen Elemente der Ansprüche und die Ansprüche selbst können in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, welche die Ansprüche selbst umfasst, in behebene Zusammenstellungen kombiniert werden.

Schutzansprüche

1. Presssitz-Befestigungsvorrichtung (**10**) mit Hülse, wobei die Presssitz-Befestigungsvorrichtung ausgebildet ist in fluchtenden Löchern (**125, 130**) durch zwei oder mehrere Werkstücke (**105, 110**) installiert zu werden, wobei die Presssitz-Befestigungsvorrichtung (**10**) folgendes aufweist:

– eine Hülse (**20**), welche einen rohrförmigen Bereich (**80**) und an einem Ende einen erweiterten Kopf (**85**) aufweist, wobei der rohrförmige Bereich (**80**) einen Innendurchmesser (**90**) und einen Außendurchmesser (**95**) aufweist, wobei der Außendurchmesser (**95**) des rohrförmigen Bereichs (**80**) kleiner ist als ein Innendurchmesser der fluchtenden Löcher (**125, 130**) der Struktur (**105, 110**); und

– ein Stiftelement (**15**), welches einen erweiterten Stiftpfopf (**35, 37**) an einem Ende und einen Gewindebereich (**50**) an einem gegenüberliegenden Ende und dazwischen einen glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) aufweist, wobei der glatte Schaftbereich (**45**) unterhalb des erweiterten Stiftpfopfes (**35, 37**) angeordnet ist und einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Innendurchmesser (**90**) des rohrförmigen Bereichs (**80**) der Hülse (**20**), wobei die Hülse (**20**) ausgebildet ist, über dem glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) radial zu expandieren, um eine Presssitz-Passung zwischen dem Außendurchmesser der Hülse (**20**) und den fluchtenden Löchern (**125, 130**) durch die zwei oder mehreren Werkstücke (**105, 110**) zu bilden, so dass eine installierte Position der umhüllten Eingriff-Befestigungsvorrichtung (**10**) gebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsvorrichtung (**10**) weiterhin einen Übergangsbereich (**55**) zwischen dem glatten zylind-

rischen Schaftbereich (**45**) und dem Gewindebereich (**50**) aufweist, wobei der Übergangsbereich (**55**) eine Form aufweist, die eine Verringerung des Radius zwischen dem glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) und dem Gewindebereich (**50**) des Stiftelements (**15**) ermöglicht, um die Installationskraft, welche erforderlich ist, um das Stiftelement (**15**) in der Hülse zu installieren, zu minimieren, wobei der Reibungskoeffizient zwischen der Innenseite der Hülse (**20**) und dem glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) des Stiftelements (**15**) kleiner ist als der Reibungskoeffizient zwischen der Außenseite der Hülse (**20**) und der Oberfläche des Innendurchmessers (**135**) der fluchtenden Löcher (**125, 130**) durch die zwei oder mehreren Werkstücke (**105, 110**), um die Dehnung der Hülse (**20**) zu reduzieren und es dem glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) zu ermöglichen, die Hülse (**20**) in eine Presssitz-Passung mit den zwei oder mehreren Werkstücken (**105, 110**) zu expandieren.

2. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Übergangsbereich (**55**) einen konischen Übergangsbereich aufweist, welcher einen Winkel kleiner oder gleich 20 Grad zum glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) aufweist, da sich der Durchmesser radial vom glatten Schaftbereich (**45**) zum Gewindebereich (**50**) verringert.

3. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Übergangsbereich (**55**) ein Übergangsbereich ist, welcher eine Länge zwischen 0.254 mm (0.010 inches) und 0.737 mm (0.0290 inches) aufweist, wobei sich der Durchmesser des Übergangsbereichs (**55**) in radialer Richtung zwischen 0.102 mm (0.004 inches) und 0.127 mm (0.005 inches) verringert, während er sich von dem glatten zylindrischen Schaftbereich (**45**) zum Gewindebereich (**50**) erstreckt.

4. Befestigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Befestigungsvorrichtung (**10**) ferner Arretierungsvorrichtungen (**200, 250**) aufweist, welche dazu ausgebildet sind, über den Gewindebereich (**50**) des Stiftelements (**15**) zu passen.

5. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 4, wobei die Arretierungsvorrichtung (**200, 250**) ein Mutterelement (**250**) mit Gewinde aufweist.

6. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 4, wobei die Arretierungsvorrichtung (**200, 250**) eine Manschette (**200**) ist.

7. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Arretierungsvorrichtung (**200, 250**) einen Senkungsbereich (**215**) aufweist, wobei der Senkungsbereich (**215**) einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser der Hülse (**20**).

8. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Übergangsbereich (**55**) derart ausgebildet ist, so dass er die Hülse um etwa 0.0127 mm (0.0005 inches) bis zu etwa 0.254 (0.0100 inches) expandiert, wenn das Stiftelement (**15**) in der Hülse (**20**) eingeführt wird.

9. Befestigungsvorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Struktur eine Metall- oder Verbundstoffstruktur ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

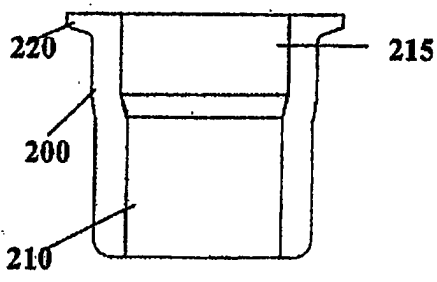
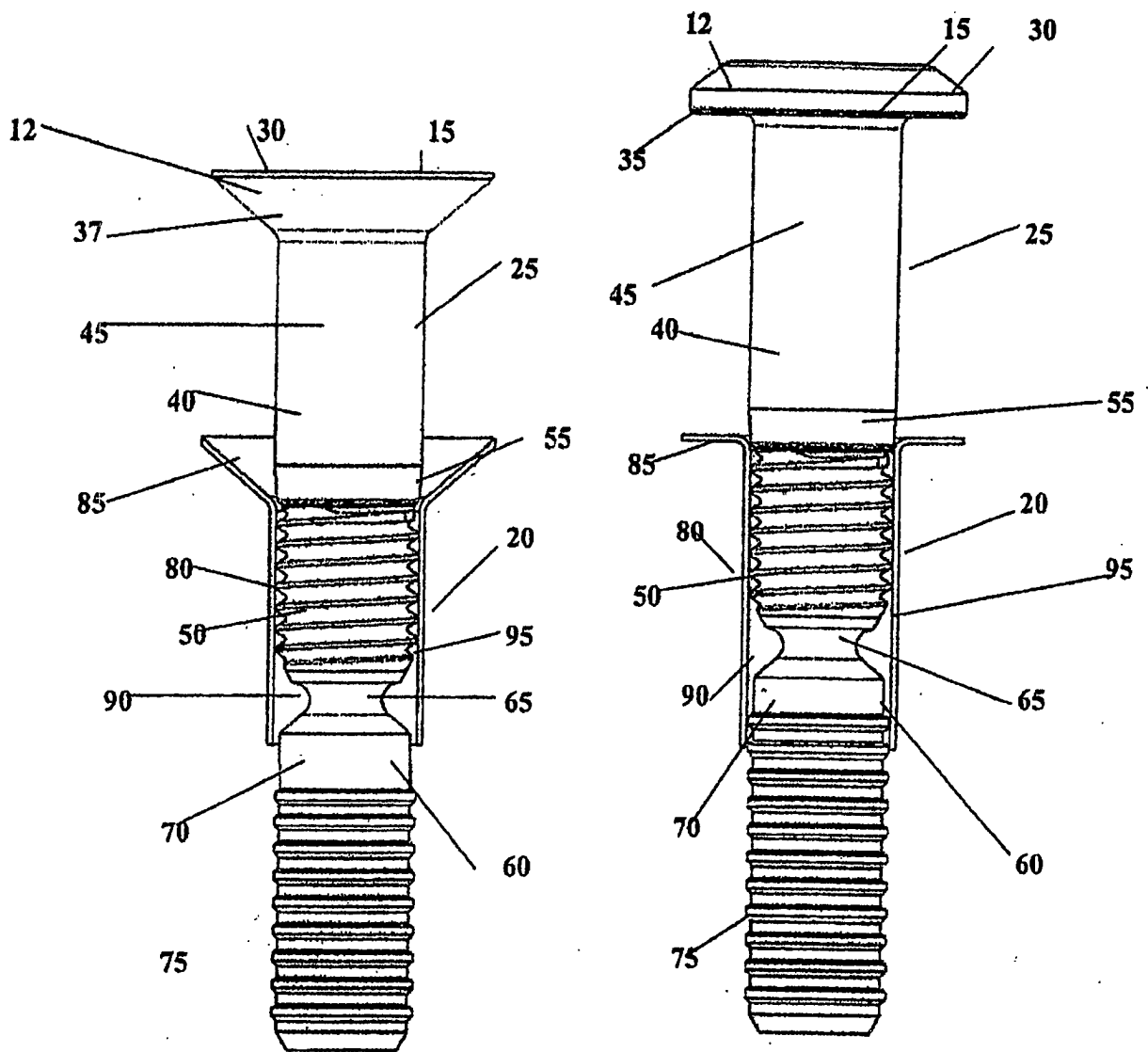


FIG. 1

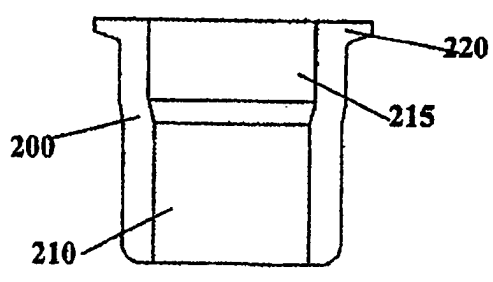


FIG. 2

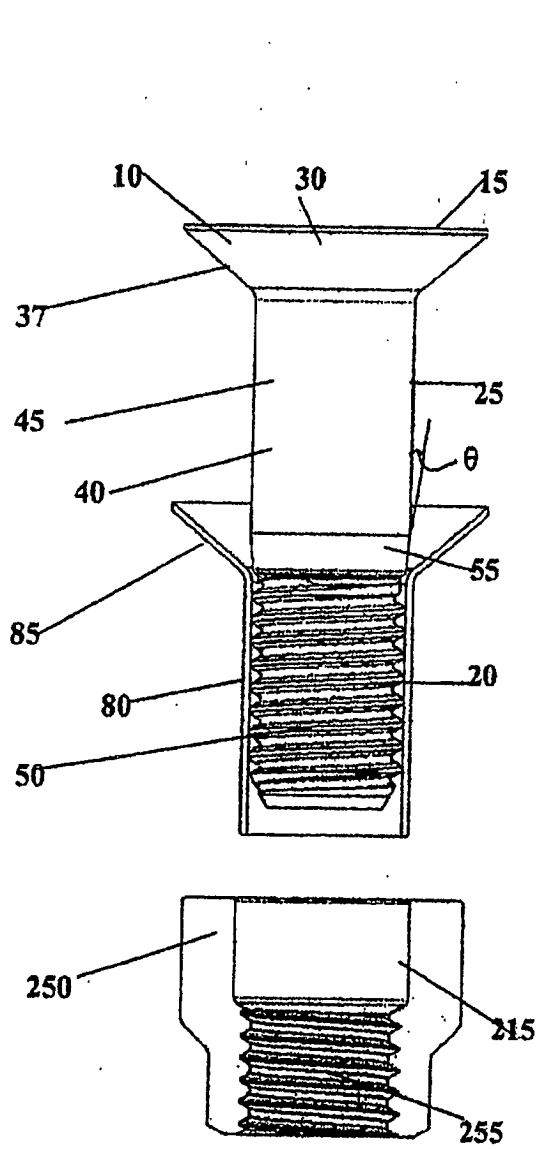


FIG. 3

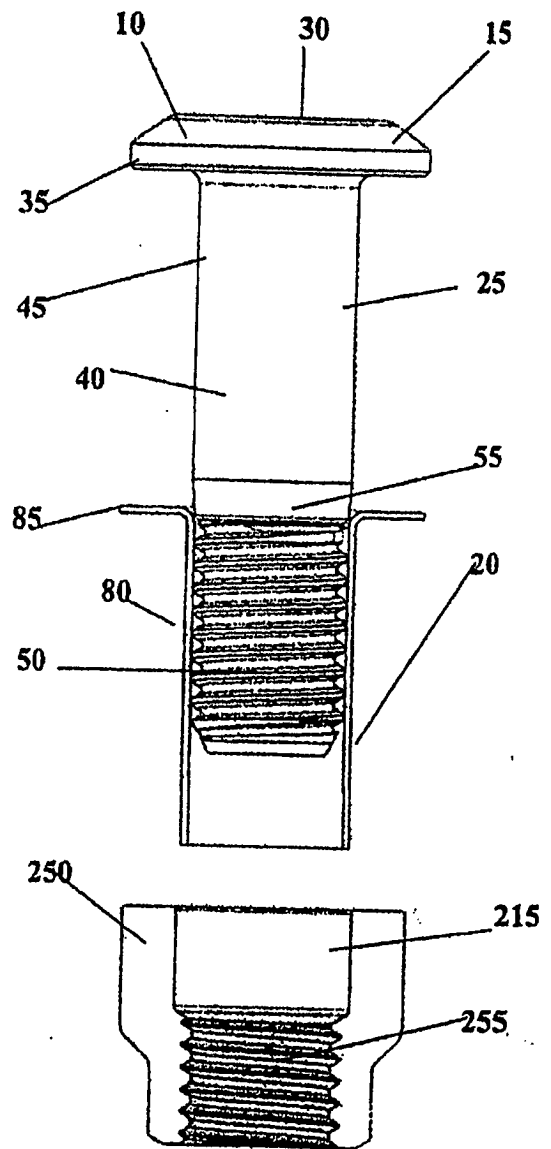


FIG. 4

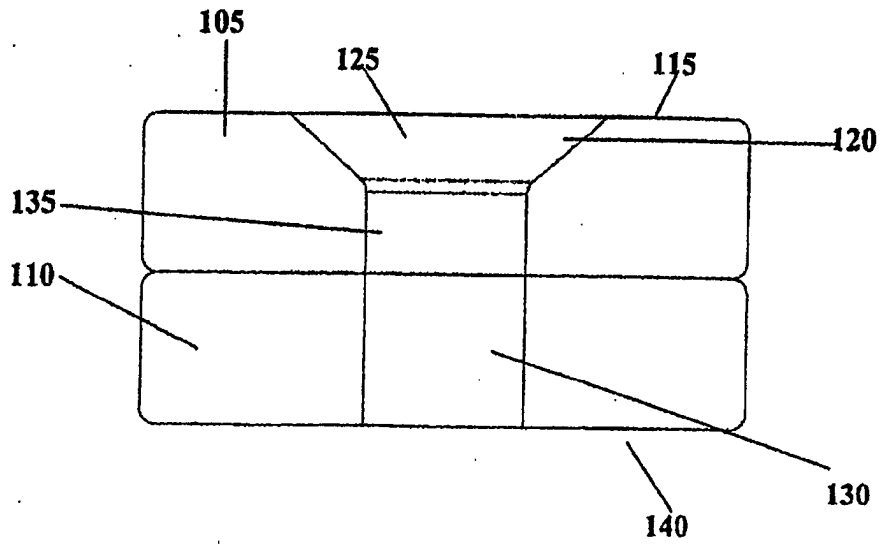


FIG. 5

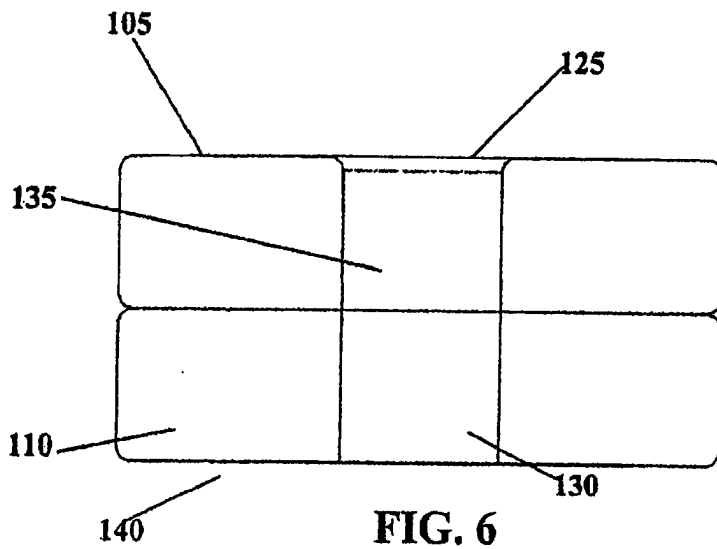


FIG. 6

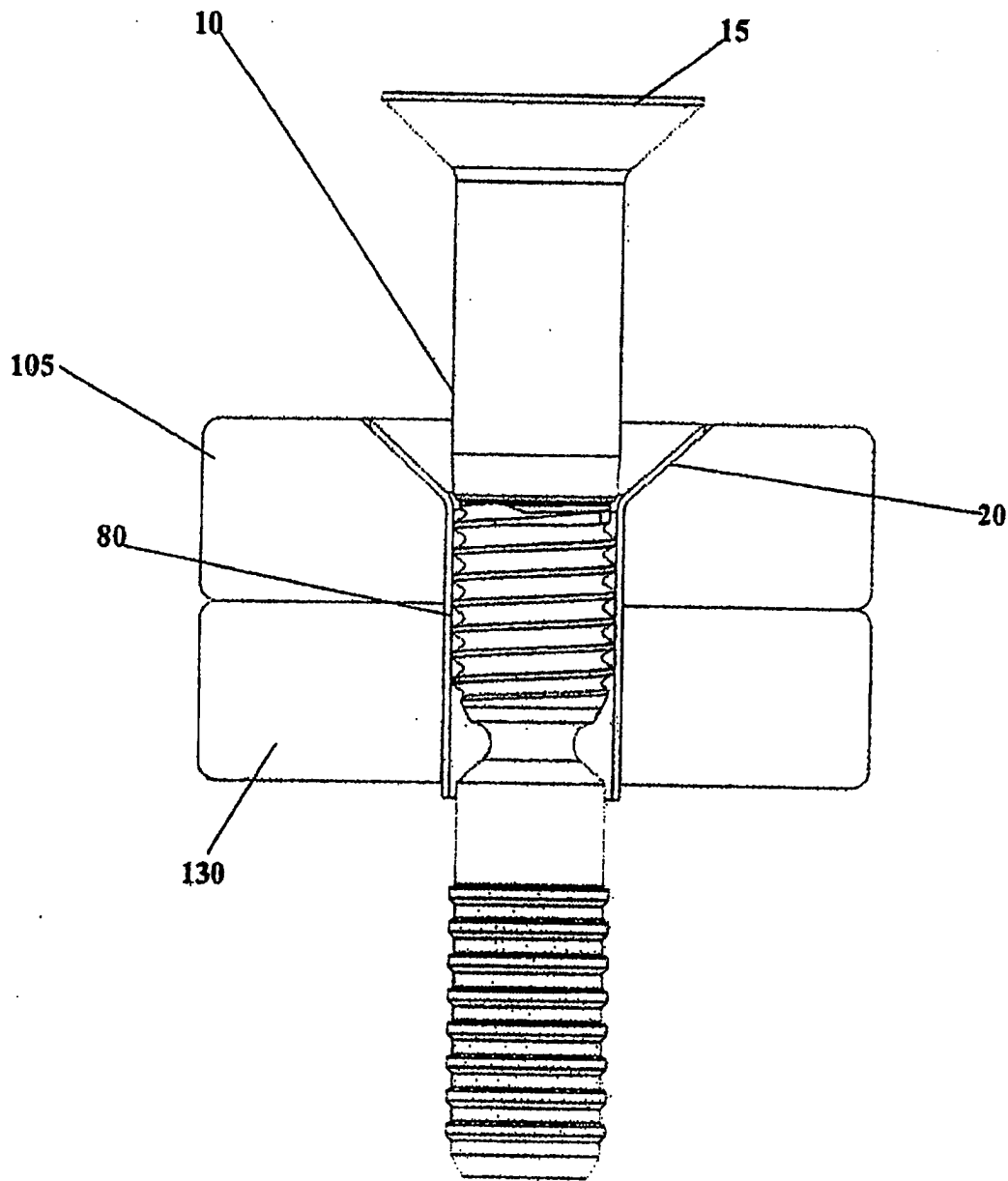


FIG. 7

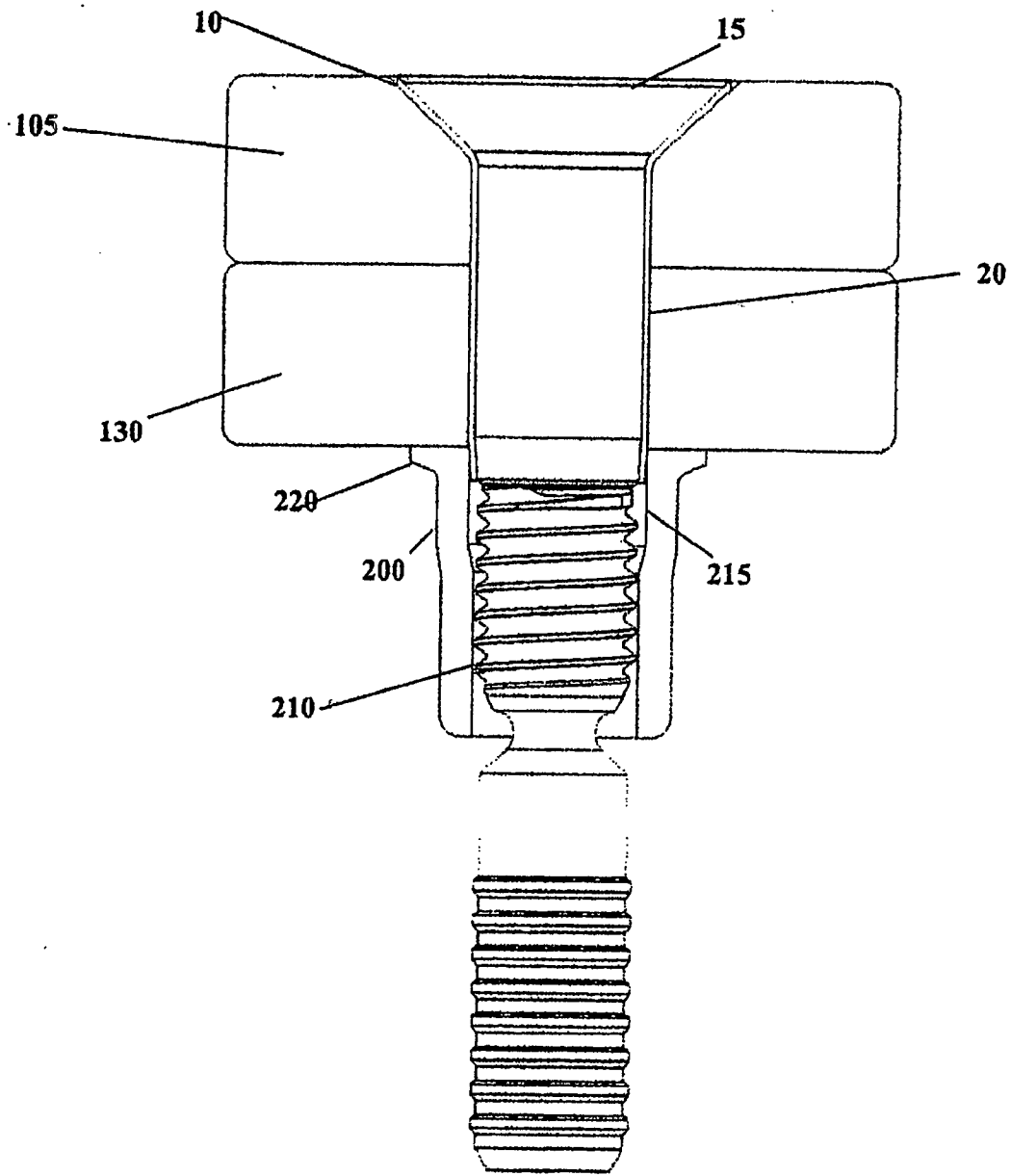


FIG. 8

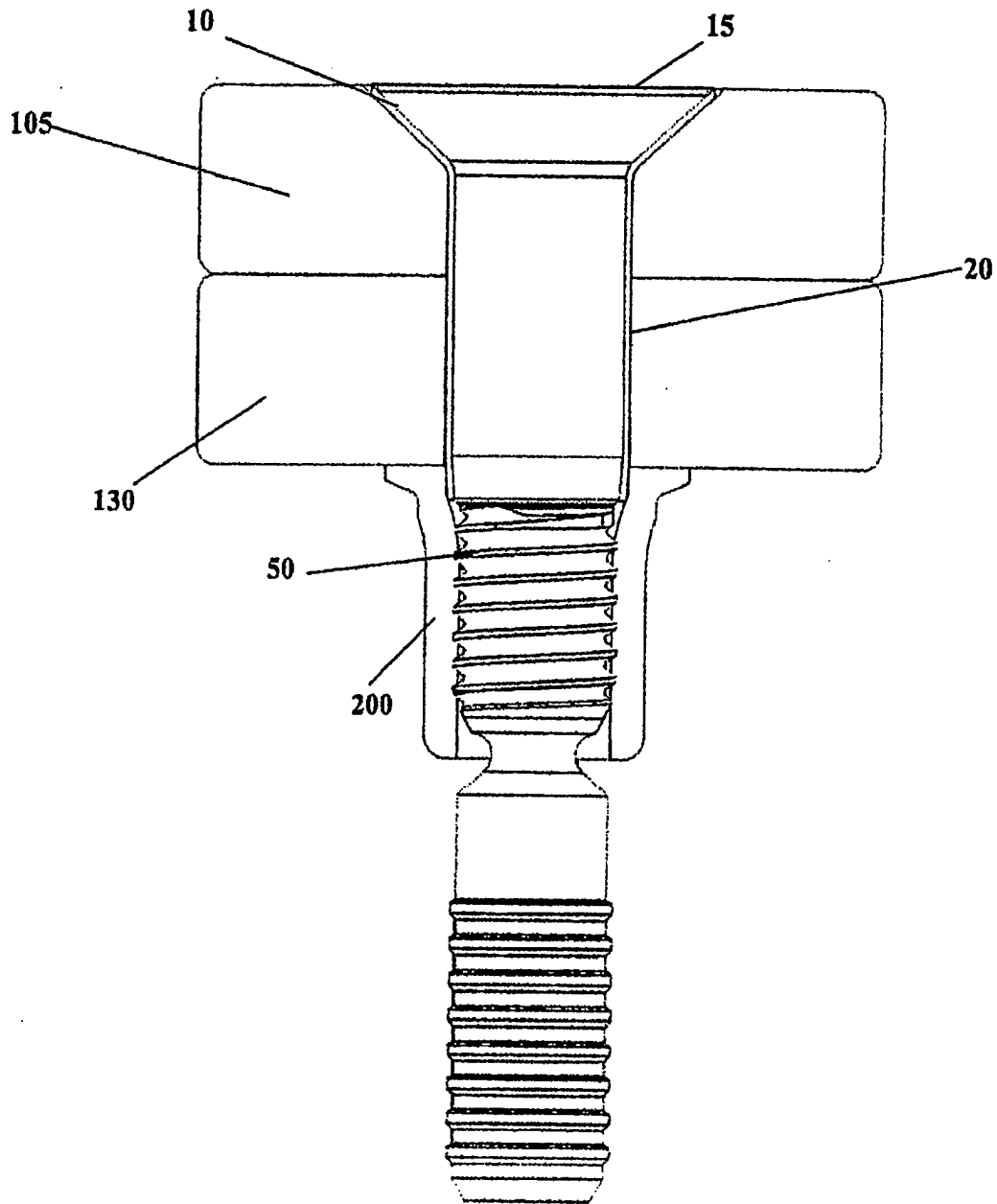


FIG. 9

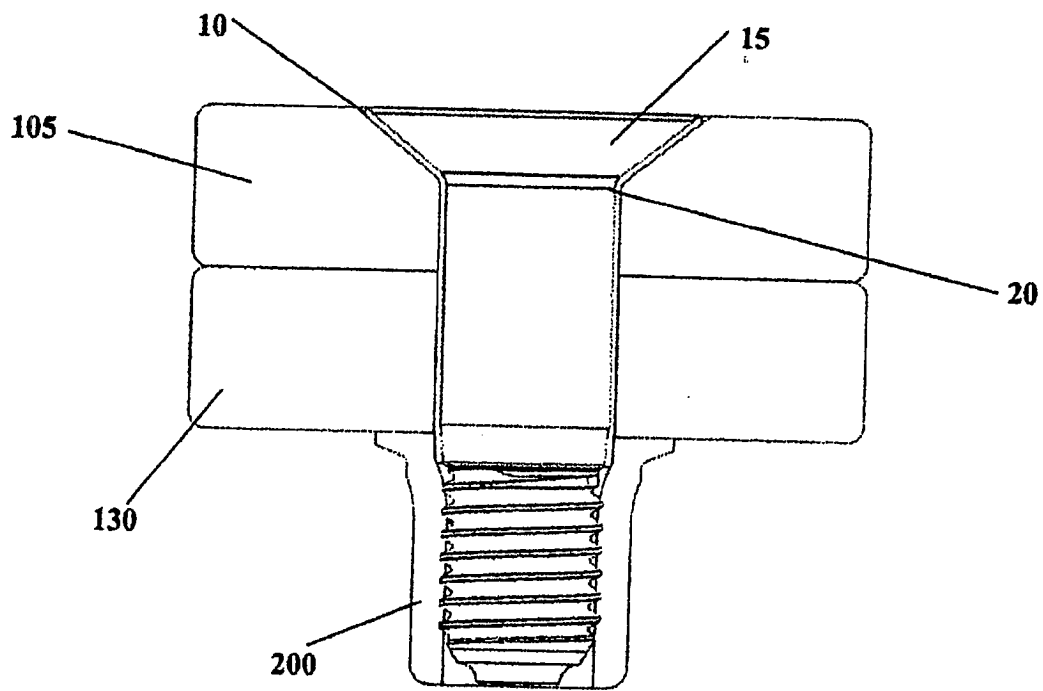


FIG. 10