

**Armiervorrichtung für unidirektional oder chaotisch
faserverstärkte Kunststoffprofile**

Patentanmeldung im Jahr 2010

Erfinder und Anmelder: Anton Wermelinger CH- 6017 Ruswil

5 **Technisches Gebiet**

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Armierungsvorrichtung (1), umfassend ein Kunststoffprofil mit einem Profilendabschnitt, welcher in einer Ausnehmung eines Klemmkörpers verpressbar ist, sowie ein
10 Verfahren zur Befestigung eines Kunststoffprofils in einer Ausnehmung eines Klemmkörpers.

Stand der Technik

Faserverstärkte Kunststoffe werden aufgrund des geringen Gewichtes
15 und der sehr hohen Festigkeit auf nahezu allen Gebieten der Technik zunehmend eingesetzt. Metallarmaturen sind die Verbindungsglieder zwischen Kunststoffprofilen zu den benachbarten Bauteilen. Armierungen reduzieren die spezifisch mechanische Festigkeit von verstärkten Kunststoffprofilen immer.

20

Im Allgemeinen finden derartige Armierungen Anwendung im Bereich Maschinenbau, Brückenbau, Hochbau, Flugzeugbau usw. Speziell sind die Anforderungen in der Elektrotechnik wo Armierungen bereits während der Produktion als funktionelle Komponenten in den
25 Verbundprodukten, zugeordnet sind. Solche Verbundprodukte werden, fertigungstechnisch bedingt, oft bei relativ hohen Temperaturen zusammenvulkanisiert.

Für Verbundprodukte liegen die optimalen Vulkanisationstemperaturen,
30 physikalisch bedingt, meist über dem Erweichungspunkt der faserverstärkten Kunststoffprofile. Die üblichen Armierungstechniken von Kunststoffprofilen basieren auf permanenter Verspannung gegen die Metallarmatur. Dieser Grundbeanspruchung sind im Betrieb extreme Temperaturzyklen, beispielsweise in Wüsten mit sehr hohen

Tagestemperaturen und sehr tiefen Nachttemperaturen überlagert. Hinzu kommen zusätzlich temporäre Belastungen, herrührend durch die Paarung von Werkstoffen mit unterschiedlichen Temperaturausdehnungskoeffizienten. Demzufolge zieht sich das
5 Kunststoffprofil bei Minustemperaturen mehr zusammen als die Armatur, was ein Ausrutschen der Kunststoffprofile begünstigt.

Der Kunststoff neigt zu einer plastischen zeitabhängigen Verformung, dem sogenannten Kriechen. Neben dem Kriechen treten auch
10 Fließvorgänge durch Umstrukturierung der Moleküle des Kunststoffes auf, welche zu Spannungsrelaxationen führen.

Bei den Krafteinleitungszonen an Kunststoffprofilen in die Armaturen von Bauteilen der Hochenergietechnik existieren oft hohe elektrische
15 Feldstärken. Somit sind Massnahmen für Teilentladungsfreiheit zwingend, andernfalls können chemische Zerstörungsprozesse entstehen. Ein anderes, nicht zu unterschätzendes Phänomen sind in der Elektrotechnik Glasfasern in Form von Nanoröhrchen. Diese Glasfaserkapillaren können bei Flüssigkeitszutritt Leckströme
20 verursachen und als Durchschlag enden. Mit geeigneter Armaturentechnik kann man die Entstehung der vorigen Zerstörungsmechanismen konstruktiv nachweislich verhindern.

Allgemein praktizierte Armierungsarten von faserverstärkten
25 Kunststoffprofilen sind: Gewindeartige Verschraubungen, klassische Klemmverschraubungen, unterschiedliche Klebtechniken, Verankern mit Giessharzvergüssen, Klemmkonen, Koaxiales Aufziehen mit Matrizen oder das Mehrkantpressen.

30 Koaxiales Aufziehen und Mehrkantpressen sind verwandt. Radiale Achtkantverpressungen haben sich für Isolatoren der Hochenergietechnik als Stand der Technik etabliert, obwohl sich am verspannten Kunststoffprofilumfang, mit EDV-unterstützten,

theoretischen Berechnungsmodellen, Spannungsspitzen nachweisen lassen.

Bei der Koaxialtechnik sind folglich diese Spannungsamplituden unendlich klein bzw. Null oder ganz einfach, nicht vorhanden. Bei der Koaxialtechnik und bei der Mehrkantpresstechnik umschliesst die Armatur das Kunststoffprofil vollständig. Der Kraftschluss wird erreicht, indem die, auf die Armatur wirkenden Radialkräfte der Werkzeuge die Armatur plastisch und das innen liegende Kunststoffprofil elastisch verformen. Das elastische verformte Kunststoffprofil will nach dem Pressvorgang in die Ausgangstellung zurück, kann aber nicht, weil sich die, das Profil umschliessende Armatur plastisch verformt hat. Das Resultat ist eine bleibende Verspannung und kraftschlüssige oder reibschlüssige Verbindung.

15

Bei einem praktischen Grossversuch eines angesehenen Instituts in Amerika wurden Armierungen nach folgenden, handelsüblichen Herstellverfahren verglichen: Mehrkantpresstechnik, koaxiale Aufziehmethode und Klemmkonusmechanik. Zusammenfassend beurteilt erreichte die Koaxialtechnik mit Abstand das beste Prüfergebnis. Andererseits sind die Resultate mit der Mehrkantpresstechnik und der Konusmechanik für praktische Anforderungen, gestützt auf diesen Kurzeitversuch, genügend. Die in Funktion von definiert gerafften Belastungsparametern erzielten Bruchkräfte wurden dann mit mathematischen Berechnungsmodellen auf die in Jahrzehnten voraussichtlich noch zu erwartenden Bruchkräfte bzw. Ausziehkräfte hochgerechnet. Der prognostizierte Bruchkraftabfall ist massiv, weil bei diesen Armierungsarten, eine auf Reibschluss basierende permanente Verspannung vorausgesetzt wird und das sogenannte Kriechverhalten verstärkter Kunststoffe die Verspannung reduziert, weshalb die Charakteristik kaum verbindlich vorausgesagt werden kann. Berechnungsmodelle, welche das Langzeitverhalten vorausbestimmen, sind gemäss neuster

Erkenntnisse mit äusserster Vorsicht zu interpretieren, weil die Funktionen der Folgen aus den Folgen gegenseitiger Beeinflussungen von berücksichtigten und unberücksichtigten Parametern, selbst empirisch nahezu unmöglich sind.

5

Die Qualität des Reibschlusses steht in einem direkten Abhängigkeitsverhältnis zur permanenten mechanischen Vorspannung vom Kunststoffprofil zur Armatur. Der Grund dieser praktischen Studie lag also darin, für diese Technologien, ohne echte
10 Langzeiterfahrung, die voraussichtliche Lebenserwartung der Endprodukte vorzusagen. Die geforderte Lebenserwartung von Freiluftisolatoren beträgt beispielsweise weit über 50 Jahre. Hinzu kommt bei Hochspannungsisolatoren, dass ein Bruch verheerende Folgen haben kann. Das einwandfreie Funktionieren der
15 Hochspannungsisolatoren lässt sich im Betrieb nur äusserst schwer überprüfen, da die Hochspannungsisolatoren schwer zugänglich sind und unter hohen elektrischen Spannungen stehen, welche in der Regel nicht abgeschaltet werden dürfen.

20 Trotzdem, die getesteten Armierungsarten haben sich in der Praxis durchgesetzt und gehören zum Stand der Technik. Aus ökonomischen Gründen ist die Mehrkantpresstechnik dominierend, deshalb sind die nachstehenden Überlegungen darauf reduziert. Analytisch betrachtet ist die mechanische Verbindung bei diesem Verfahren jedoch immer
25 von einer permanent vorhandenen Radialkraft abhängig, sonst gleitet das Kunststoffprofil mangels Reibschluss zur Armatur aus der Armatur.

Beim Stand der Technik ist der Reibschluss durch eine zur Krafrichtung parallel liegenden Reibfläche auf welche eine permanente
30 Querkraft die Ausziehungskraft wirkt, definiert. Die Ausziehungskraft beim Reibschluss errechnet sich durch die Multiplikation der senkrecht zur Reibebene wirkenden Kraft mit dem Rauheitsfaktor der Gleitflächen. Wenn die Reibkraft durch Wegkriechen des unter mechanischer

Spannung stehenden Kunststoffes gegen Null geht, geht auch die Ausziehungskraft gegen Null.

Wie bereits erwähnt nimmt die Reibkraft aufgrund des Kriechverhaltens, des Fließverhaltens und der Rückformigenschaften der Kunststoffe unter mechanischer Spannung, mechanischer Dauerbelastung und durch starke Temperaturschwankungen ab.

Zusammenfassend veranschaulicht wird beim Reibschluss ein zylindrisches Kunststoffprofil im Querschnitt von einer Metallarmatur mit ebenfalls zylindrischer Bohrung kraftschlüssig umfasst bzw. geklemmt und somit resultiert ein Reibschluss.

Wenn nach der Verbindung der Metallarmatur und der Kunststoffprofile weitere Bauteile anvulkanisiert werden müssen, müssen derart hohe Temperaturen angewandt werden, dass sich die verspannten Kunststoffprofile teilweise lösen. Insbesondere bei Isolatoren erfolgt ein Nachpressen am fertigen Produkt, um die funktionelle Vorspannung wieder aufzubauen. Im Stand der Technik weicht man darum auf langsame und aufwändige Vulkanisationsprozeduren im Niedertemperaturbereich aus, speziell bei der Fertigung der hermetischen und porenfreien (TE) Armaturdichtungen bzw. Koronaschutzschilder.

Bei der hier offenbarten Erfindung geht es explizit darum, die beschriebene Problematik vom relativen Reibschluss zu eliminieren.

Die Kriecheigenschaften des Kunststoffasermaterials und die Rückformigenschaften nach dem Verpressen der Kunststoffbauteile führen zur Lockerung und Lösung des Presssitzes der bekannten zylindrisch geformten Bauteilenden in den bekannten Klemmkörpern. Um die Reibungskräfte zwischen der Aussenfläche des Bauteils und der Innenfläche des Klemmkörpers zu erhöhen, ist es üblich die Oberflächen entsprechend aufzurauen. Dies führt zwar kurzzeitig zu

einer verbesserten reibschlüssigen Verbindung, kann aber langfristig eine Lockerung des Presssitzes nicht verhindern.

5 **Darstellung der Erfindung**

Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt eine Armierungsvorrichtung zu schaffen, welche einen Presssitz eines Kunststoffprofils in einem Klemmkörper garantiert, welcher auch über lange Zeiträume und nach Alterung durch Temperaturschwankungen und andere Umwelteinflüsse eine stabile und kriechfeste Verbindung zwischen Klemmkörper und Kunststoffprofil gewährleistet. Die zu lösende Aufgabe der Erfindung liegt in der Bereitstellung einer Armierungsvorrichtung, welche einen vom Kriech- und Fließverhalten des eingesetzten faserverstärkten Kunststoffmaterials unabhängigen Presssitz bietet, was durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst wird.

Die erfindungsgemässe Armierungsvorrichtung kommt ohne Nachpressen der Armierungsvorrichtung aus, wenn eine thermische Beanspruchung, beispielsweise durch das Anvulkanisieren von weiterem Kunststoffmaterial, stattgefunden hat.

Diese Aufgaben und zusätzlich die Schaffung eines Verfahrens zur Armierung von Kunststoffprofilen in Klemmkörpern wird durch die Merkmale des unabhängigen Verfahrensanspruchs gelöst.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Der Erfindungsgegenstandes wird nachstehend im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen in Form von zwei Ausführungsformen an Beispielen der Isolatorentchnik beschrieben.

Figur 1 zeigt eine teilweise geschnitten dargestellte Seitenansicht einer erfindungsgemässen Armierungsvorrichtung am Beispiel eines Zugisolators.

- 5 Figuren 2a bis 2d zeigen jeweils Schnittansichten des Klemmkörpers in welchen ein Profilendabschnitt eines Kunststoffprofils eingeführt und dort verpresst formschlüssig verbunden wird.
- 10 Figuren 3a und 3b zeigen ein Presswerkzeug umfassend mehrere Pressbacken in einer Schnittansicht, im geöffneten und im pressenden Zustand.
- 15 Figur 4a zeigt eine teilweise geschnitten dargestellte Seitenansicht einer weiteren erfindungsgemässen Armierungsvorrichtung am Beispiel eines Stützisolators, während
- 20 Figur 4b eine geschnitten dargestellte Detailansicht eines Klemmkörpers als Teil eines Flansches.
- 25 Figur 5 zeigt einen Längsschnitt durch einen Flansch des Stützisolators gemäss Figur 4a, wobei ein dargestellter Profilendabschnitt bereits mittels Pressbacke verpresst wird.
- Figur 6 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform des Profilendabschnittes.
- 30 Figur 7 zeigt einen Querschnitt durch einen Flansch des Stützisolators gemäss Figur 4a bzw. Figur 5, wobei ein Profilendabschnitt mittels einer Pressbacke irreversibel verpresst ist.
- Figuren 8a bis 8d zeigen jeweils Schnittansichten eines Klemmkörpers mit einer konisch geformten Ausnehmung in welche ein Profilendabschnitt eines Kunststoffprofils eingeführt und dort verpresst formschlüssig verbunden wird.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Armierungsvorrichtung 1, umfassend einen Klemmkörper 2, in welchem mindestens ein Kunststoffprofil 3 mit insbesondere unidirektional verlaufenden Fasern, die mit einer sie umgebenden Matrix chemisch gebunden sind, gehalten ist. Die Armierungsmöglichkeit wird im Folgenden an Beispielen der Elektrotechnik, genauer des Isolatorenbaus detailliert beschrieben, wobei beschriebene Armierungsvorrichtungen 1 auch in anderen Bereichen der Technik einsetzbar sind.

Beispielhaft ist ein Zugisolator 4 in Figur 1 dargestellt, welcher das Kunststoffprofil 3 in Form eines konzentrisch verlaufenden Kunststoffstabes 3 umfasst, wobei ein Profilendabschnitt 30 in den Klemmkörper 2 der metallischen Armierungsvorrichtung 1 in Längsrichtung eingeschoben und verpresst ist. Der Zugisolator 4 ist mit einer Isolationsschicht ummantelt, welche nach der Zusammenfügung und Verpressung des Klemmkörpers 2 und des Kunststoffprofils 3 durch Anvulkanisieren angebracht wurde.

Der Klemmkörper 2 weist eine Ausnehmung 20 in Form eines Sackloches 20 auf, üblicherweise bestehend aus einer zylindrischen Bohrung, wobei auch eine konische Gestaltung des Sackloches 20 möglich ist. Durch eine Öffnung 21 ist der Profilendabschnitt 30 einführbar.

Wie aus den Figuren 2 hervorgeht ist der Profilendabschnitt 30 derart gestaltet, dass mindestens in einer Seitenansicht mindestens ein konischer Bereich 34 ausgespart ist. In einer Ausführungsform ist der Profilendabschnitt 30 gemäss Figuren 2 vollständig, den gesamten Umfang umlaufend, konisch und rotationssymmetrisch ausgeführt. Damit ist ein grösster Durchmesser 31 an der einem zylindrischen Abschnitt 33 des Kunststoffprofils 3 abgewandten Seite und ein

kleinster Durchmesser 32 im Bereich eines den Umfang vollständig umlaufenden Hinterschnittes 35 ausgestaltet.

Zur Befestigung des Kunststoffprofils 3 im Klemmkörper 2 wird der
5 Profilendabschnitt 30 bis zum Ende des Sackloches 20 eingeführt.
Zwischen der mindestens teilweise konisch ausgeführten Aussenfläche
des Profilendabschnittes 30 und den Innenflächen des Klemmkörpers 2
ist ein Spalt 22 erkennbar. Um den Profilendabschnitt 30 ausreichend
10 weit in das Sackloch 20 einführen zu können, muss der Durchmesser
des Sackloches 20 entsprechend dem grössten Durchmesser 31
angepasst sein.

Mit Pressbacken 60 eines in den Figuren 3 dargestellten
Presswerkzeugs 6 zur Anwendung der beschriebenen
15 Mehrkantpresstechnik, wird der Klemmkörper 2 in einem Pressbereich
P verpresst, wobei der Durchmesser des Sackloches 20 mindestens
teilweise verkleinert wird und die Wände des Klemmkörpers 2
mindestens teilweise in Richtung der Längsachse L des
Profilendabschnittes 30 gebogen werden. Es findet eine irreversible
20 plastische Verformung der Wände des Klemmkörpers 2 statt, wodurch
ein Form- und Kraftschluss des Profilendabschnittes 30 im
Klemmkörper 2 resultiert.

Die Pressbacken 60 üben einen radialen Druck auf den Klemmkörper 2
25 im Bereich des Pressbereiches P aus, welcher für einige Sekunden,
mindestens für zwei Sekunden durch das Presswerkzeug 6 verpresst
gehalten wird, wie in Figur 2c angedeutet. Durch eine mehrsekündige
Verpressung in eine Endposition des Klemmkörpers 2 wird eine stabile
Pressung erreicht, da sich die langkettigen Kunststoffmoleküle neu
30 ausrichten und die Rückstellelastizität des Klemmkörpers 2 verringert.

Während Figur 3a die noch nicht mit der Aussenfläche des
Klemmkörpers 2 verbundenen Pressbacken 60 zeigt, liegen die

Pressbacken 60 gemäss Figur 3b pressend in Richtung der Längsachse L auf der Aussenfläche des Klemmkörpers 2 auf.

5 Beim Radialpressen nach bekannten Verfahren mit der mindestens einen Pressbacke 60, optional sensorüberwacht, wird die Oberflächengeometrie des Klemmkörpers 2 verändert, während durch plastische Deformation der Wände des Sackloches 20 ein homogener Formschluss zwischen Profilendabschnitt 30 und Sackloch 20 entsteht. Neben dem definierten Formschluss resultiert ein zusätzlich definierter
10 Reibschluss aufgrund der Konizität des konischen Bereiches 34.

Nach dem Verpressen werden die Pressbacken 60 vom Klemmkörper 2 entfernt. Das Resultat ist eine formschlüssige Verbindung des Profilendabschnittes 30 im Klemmkörper 2 in Form eines Presssitzes,
15 wobei eine optimierte Verbindung in Richtung der Zugkraft Z erreicht worden ist.

Anstatt der vollständig konusförmigen Ausgestaltung des einstückigen Profilendabschnittes 30 kann auch eine nur teilweise Konizität durch
20 Ausbildung eines den Umfang des Profilendabschnittes 30 nur teilweise umlaufenden Hinterschnittes 35 ausgestaltet sein. Eine Armierungsvorrichtung 1 umfassend einen derartig ausgestalteten Profilendabschnitt 30 ist am Beispiel eines Stützisolators 5 gemäss Figur 4a dargestellt. In dem Flansch 50 des Stützisolators 5 ist
25 mindestens ein Profilendabschnitt 30 eines Kunststoffprofils 3 exzentrisch verpresst formschlüssig in einem eingeformten Klemmkörper 2 im Flansch 50 gehalten.

Wie in der detaillierten Schnittdarstellung gemäss Figur 4b gezeigt,
30 weist das Kunststoffprofil 3 in Form eines Stabes oder Rohres einen konischen Bereich 34 auf, welcher im Sackloch 20 innerhalb des Flansches 50, welcher hier den Klemmkörper 2 darstellt, formschlüssig gehalten ist. Der Hinterschnitt 35 ist dabei nur auf der, der Längsachse

des Stützisolators 5 abgewandten Seite des Profilendabschnittes 30 angeordnet und nur in der hier dargestellten Seitenansicht sichtbar. Es sind wiederum grösster und kleinster Durchmesser 31, 32 definierbar und die Verpressung wird in einem Pressbereich durchgeführt, welcher annähernd der Länge des konischen Bereiches 34 entspricht.

Im unverpresstem Zustand ist auch hier ein Spalt 22 zwischen dem teilweise konischen Bereich 34 und der Innenwand des Sackloches 20 erkennbar. Durch ein Verpressen mittels Pressbacken 60 wird dieser Spalt 22 geschlossen und der Profilendabschnitt 30 formschlüssig mit dem Klemmkörper 2 verbunden. Das Verfahren gemäss obiger Beschreibung ist durchführbar und führt zu dauerstabilen Verbindungen.

Durch den Einsatz von Körperschallsensoren kann während der Verpressung seriell überwacht werden, ob sich beim Pressen als Funktion der Kraft, die Körperschallsignale in der zulässig definierten Bandbreite bewegen. Neuartige Hybridsensoren ermöglichen es, dieses interessante Qualitätsmerkmal seriell zu protokollieren und den erzeugten Verpressungen zuzuweisen.

Die exzentrische Armierungsvorrichtung 1 ist unter anderem für Stützisolatoren 5, Durchführungen und Kabelendverschlüsse vorgesehen. Vom Prinzip her werden zwei Metallarmaturen an den Enden von mehreren glasfaserverstärkten Kunststoffprofilen 3 in Form von Kunststoffstäben beabstandet und von einem Silikonmantel umgeben. Mit diesen Kunststoffstäben 3 wird eine Bewehrung auf Druck und Zug des elastischen Isolierkörpers geschaffen. Die Kunststoffstäben 3 können, bezüglich der Längsachse des Isolierkörpers, parallel oder konisch verlaufen. Der Eintrittswinkel in die Armaturen ist hinsichtlich der geforderten Widerstandsmomente produktbezogen. Hinsichtlich der Kraftlinien für Widerstandsmomente

ist diese Anordnung der Kunststoffstäben 3 für den Berechnungsingenieur optimal.

Die Anarbeitung der Kunststoffstäbe 3 im Armierungsbereich reduziert sich auf eine Fläche bezüglich dem Wirkungsbereich des Presswerkzeuges 6. Die Armierungslänge kann sehr kurz sein, da die Druck- bzw. Zugkräfte verglichen mit Zugisolatoren gering sind, die Knick- und Biegefestigkeiten sind wichtiger. Aus dieser Perspektive ist die Stabanordnung optimal. Fig. 7 zeigt verfahrenstechnisch eine beispielhafte Anordnung vor dem Pressen auf der rechten Seite, welche der rechten Seite gemäss Figur 5 entspricht. Das Presswerkzeug 6 wurde bereits mit den Pressbacken 60 über die Profildabschnitte 30 gefahren und das Presswerkzeug 6 ist für den Pressvorgang bereit. Auf der linken Seite der Figur 7 ist entsprechend die irreversible Armierung nach dem Pressvorgang illustriert.

Kosten- und festigkeitsoptimierte Berechnungen werden jeweils circa 12 Stäbe ergeben. Der Werkzeugkopf müsste dann über 12 Pressbacken 60 verfügen. Eine andere Anzahl Pressbacken 60 ist wie folgt möglich. Mit handelsüblichen 8-fachen Werkzeugköpfen können beispielsweise vier Pressbacken 60 verwendet werden und pro Pressbacke 60 drei (eins, zwei, usw.) Kunststoffstäbe 3 zugeordnet sein, das heisst eine Pressbacke 60 hat drei Sehnen eines 12-kants. Analog dieser Aufteilung kann eine modulare Werkzeugsystematik aufgebaut sein. Die geeignete Pressflächenkontur der Sehnen ist durch Versuche zu ermitteln, mit dem Ziel die Kunststoffstäbe 3 möglichst gleichmässig zu belasten, wodurch kurze und sichere Presslängen resultieren.

Die Kunststoffprofile 3 können als Kunststoffstab 3 oder Kunststoffrohr 3 ausgeführt sein, wobei die Fasern bei der rohrförmigen Gestaltung, alternativ, meist gewickelt oder als Kurzfasern chaotisch eingemischt sind. Aus Stabilitätsgründen ist das Kunststoffprofil 3 einstückig ausgeführt, wobei die unterschiedlichen Bereiche, zylindrischer

Abschnitt 33 und mindestens teilweise konischer Abschnitt 34 entsprechend ausgeformt bzw. angeformt sind. Der Profildabschnitt 30 sollte möglichst keine grossflächigen Verletzungen der Fasern durch beispielsweise Bohrungen oder Gewinde aufweisen, wodurch die
5 Stabilität beeinträchtigt ist.

Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern aber auch Keramikfasern als Mischfasern aus Aluminiumoxid und Siliciumdioxid, sowie Borfasern und Nylonfasern kommen als Faserbestandteil des Kunststoffprofils 3
10 in unterschiedliche Matrixmaterialien eingebettet in Frage, wobei die Fasern elektrisch leitend oder isolierend sein können.

Aus Stabilitätsgründen ist der Klemmkörper 2 aus einem Metall gebildet, wobei das Material und die Wandstärken derart gewählt sein
15 müssen, dass die Wände im Pressbereich P verbiegbare sind und den Profildabschnitt 30 mindestens teilweise umschliessen können. Es hat sich als günstig erwiesen die äussere Armierungsvorrichtungsoberfläche bezüglich der Form des Profildabschnittes 30 ebenfalls komplementär konisch auszubilden,
20 wodurch das Aufliegen der Pressbacken 60 optimiert ist.

Aufgrund der erfindungsgemässen irreversiblen Armierung in Form einer formschlüssigen Verbindung zwischen Profildabschnitt 30 und
25 Klemmkörper 2 ist eine zusätzliche Fixierung, beispielsweise mit Klebstoffen nicht notwendig, wodurch auf weitere Arbeitsgänge zur Befestigung verzichtet werden kann.

Anstelle der als Sackloch 20 gestalteten Ausnehmung können auch Durchgangslöcher 20 je nach Verwendung des Klemmkörpers 2 den
30 Klemmkörper 2 querend ausgeführt sein.

Durch die erfindungsgemässe Armierungsvorrichtung 1 werden Auszugkräfte errechenbar, wodurch Armierungslängen in der

Elektrotechnik minimiert bzw. im Vergleich zum Stand der Technik reduziert werden. Dies ist erwünscht, um die Durchschlagstrecken und Überschlagstrecken zu maximieren. Als positive Folge dieser längeren Strecken sind die elektrischen Feldstärken in den Krafterleitungszonen
5 geringer. Geringe Feldstärken lassen Teilentladungen gar nicht oder später aufkommen, wodurch Defekte reduziert werden. Durch höhere Überschlagstrecken wird die Koronaeinsatzspannung später erreicht, was ausserdem Radiostörspannungen und Oberflächenerosion entgegenwirkt.

10

Mit der erfindungsgemässen Armierungstechnik sind nun mit Porzellanisolatoren vergleichbar kurze Armierungslängen verantwortbar. Aus fertigungstechnischer Sicht ergeben sich geringere Armaturgewichte
15 und kürzere Bearbeitungslängen. Die Anarbeitung der konischen Bereiche 34 an die Kontur der Kunststoffprofile 3 kann durch seriengerechtes Anschleifen automatisiert sein. Generell ist kein grösserer fertigungstechnischer Aufwand notwendig als bei der mechanischen Vorbearbeitung mittels Anrauhern der Kunststoffprofile
20 gemäss dem Stand der Technik.

Die Armaturbearbeitung bleibt hinsichtlich des Stands der Technik gleich, so auch die verwendbaren Presswerkzeuge 6. So gesehen entsteht bei der Vorbereitung der erfindungsgemässen
25 Armierungsmechanik kein ökonomischer Mehraufwand, im Gegenteil. Ein Nachpressen am fertigen Produkt erübrigt sich, weil der Formschluss, unabhängig von Wärmeeinwirkung, gleichbleibend ist und der Reibschluss eine Funktion des leicht konischen Formschlusses ist. Somit bleibt auch der Reibschluss erhalten.

30

Hinsichtlich der konischen Geometrien handelt es sich bei anliegenden Zugkräften um eine sanfte Verspannung vom Kunststoffprofil 3 gegen den Klemmkörper 2, weil die Verspannung, mathematisch betrachtet,

der aktuellen Zugkraft proportional ist, abhängig vom gleichzeitig wirkenden konischen Formschluss.

Verglichen mit dem Stand der Technik kann diese Verspannkraft
5 neuerdings gegen Null gehen und ist damit nicht mehr relevant. Somit
ist es egal, ob die kritische Erweichungstemperatur während des
Fertigungsprozesses erreicht wird oder nicht. Dies bringt einen
erheblichen Vorteil beim nachträglichen Anordnen von
Vorrichtungsabdichtungen oder Koronaschutzschildern oder bei einteilig
10 gespritztem Silikonmantel. Bisher mussten Verfahren gewählt werden,
um die Erweichungstemperatur nicht zu überschreiten. Bei allen
anwendbaren Vulkanisationsverfahren liegt heute die
Vulkanisationstemperatur über dem Erweichungspunkt des
Kunststoffprofils 3. Mit der erfindungsgemässen Armierungstechnik
15 entfallen signifikante Unsicherheitskriterien gänzlich, weil der
Reibschluss durch den Formschluss ergänzt wird.

Die ausgesparte Querschnittsreduktion ist paradoxerweise ökonomisch
vorteilhaft, weil erfindungsgemäss mit einer formschlüssigen Armierung,
20 die herkömmlichen Unsicherheitsfaktoren als Sicherheitsfaktoren in
ingenieurmässige Festigkeitsberechnungen eingesetzt werden können.
Kerbwirkung an den angearbeiteten Presskonturen ist nicht zu erwarten,
weil die Verletzung von wenigen Fasern nicht auf die anderen
unidirektional ausgerichteten, intakten Fasern weitergeleitet wird. Die
25 interlaminare Festigkeit bleibt erhalten. Für Festigkeitsberechnungen ist
nicht die projizierte Bundfläche der Konuspartie einzusetzen, sondern
die geometrisch integrierte Ersatzfläche, aus der Aktion bzw. der
Reaktion, der proportional zur Zugkraft wirkenden Reibkraft.

30 Es ist für den Berechnungsingenieur naheliegend, dass nun die
Sicherheitsfaktoren bedeutend kleiner werden können, als die
herkömmlichen Unsicherheitsfaktoren. Dies hat paradoxerweise zur
Folge, dass der Durchmesser des Kunststoffprofils 3 trotz der

Bearbeitung bzw. trotz der Querschnittsreduktion kleiner gewählt werden kann, was auf einen weiteren ökonomischen Vorteil hinweist.

Eine konische Gestaltung der Ausnehmung 20 in Form eines Sackloches
5 20 ist in den Figuren 8 a) bis d) offenbart, in welchem
Profilendabschnitte 30 verpresst werden.

10 **Bezugszeichenliste**

- 1 Armierungsvorrichtung
- 2 Klemmkörper
 - 20 Ausnehmung/ Sackloch /Durchgangsloch
 - 21 Öffnung
 - 22 Spalt
- 3 Kunststoffprofil
 - 30 Profilendabschnitt
 - 31 grösster Durchmesser
 - 32 kleinster Durchmesser
 - 33 zylindrischer Abschnitt
 - 34 konischer Bereich
 - 35 Hinterschnitt
- 4 Zugisolator
- 5 Stützisolator
 - 50 Flansch
- 6 Presswerkzeug
 - 60 Pressbacke
 - P Pressbereich
 - L Längsachse
 - Z Zugkraft

Patentansprüche

1. Armierungsvorrichtung (1), umfassend ein Kunststoffprofil (3) mit einem Profilendabschnitt (30), welcher in einer Ausnehmung (20) eines Klemmkörpers (2) verpressbar ist,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Profilendabschnitt (30) derart ausgestaltet ist, dass er mindestens in einer Seitenansicht mindestens einen konischen Bereich (34) aufweist, sodass der Profilendabschnitt (30) in der
10 Ausnehmung (20) formschlüssig mit dem Klemmkörper (2) verbindbar ist.

2. Armierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens in einer Seitenansicht des
15 Profilendabschnittes (30) mindestens ein Hinterschnitt (35), definiert durch einen kleinsten Durchmesser (32) und einen grössten Durchmesser (31) definiert ist.

3. Armierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenz zwischen grösstem
20 Durchmesser (31) und kleinstem Durchmesser (32) zwischen 1mm und 2mm beträgt.

4. Armierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnitt (35) den gesamten
25 Umfang des Profilendabschnittes (30) umläuft, wodurch der konische Bereich (34) rotationssymmetrisch ist.

5. Armierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (20) konisch in
30 Richtung der Öffnung (21) verlaufend ausgestaltet ist.

6. Armierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Kunststoffprofil (3) um ein Vollprofil oder ein Hohlprofil mit oder ohne Stützeinlage handelt.
- 5 7. Armierungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (20) ein Sackloch (20) oder ein Durchgangsloch (20) ist.
- 10 8. Verfahren zur Befestigung eines Kunststoffprofils (3) in einer Ausnehmung (20) eines Klemmkörpers (2), **gekennzeichnet durch** die Schritte:
-Einführen eines Profilendabschnittes (30) mit einem konischen Bereich (34) in die Ausnehmung (20)
-Verpressen mindestens einer Wand der Ausnehmung (20) in radialer Richtung zur Längsachse (L) des Profilendabschnittes (30) mit mindestens einer Pressbacke (60) in einem Pressbereich (P)
-Halten der Verpresststellung für einen Zeitraum Δt
-Lösung und anschliessende Entfernung der mindestens einen Pressbacke (60).
- 15 9. Verfahren gemäss Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pressbereich (P) kleiner ist, als die Differenz zwischen einem grössten Durchmesser (31) und einem kleinsten Durchmesser (32) des Profilendabschnittes (30).
- 20 10. Verfahren gemäss Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitraum Δt mindestens zwei Sekunden beträgt.
- 30

11. Verfahren gemäss Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass eine Pressbacke (60) mehreren Profilabschnitten (30)
zugeordnet ist.

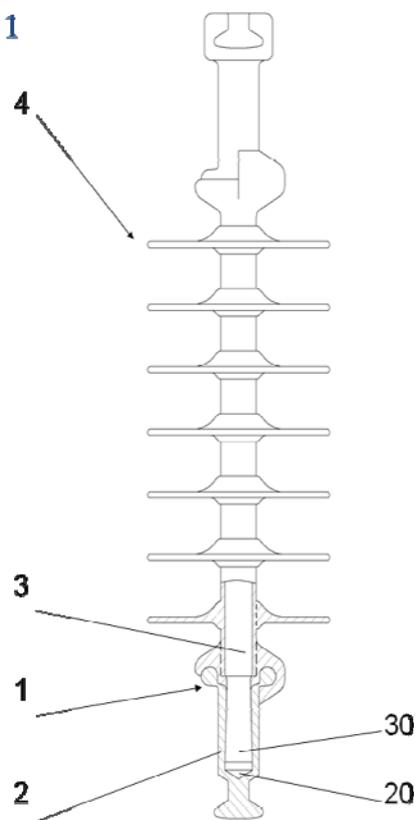
5 Zusammenfassung

Es wird eine mechanische Armierungsart von verstärkten Kunststoffprofilen (3) in Form von Stäben oder Rohren im Allgemeinen und im Speziellen für Anwendungen in der Elektrotechnik mit interdisziplinärem Anforderungsprofil beschrieben. In einer Armierungsvorrichtung (1) wird ein Profilendabschnitt (30) formschlüssig in eine Ausnehmung (20) eines Klemmkörpers (2) durch Verpressen gehalten. Dabei wird eine irreversible Armierung des Profilendabschnittes (30) im Klemmkörper (2) erreicht.

15

(Fig. 1)

FIG. 1



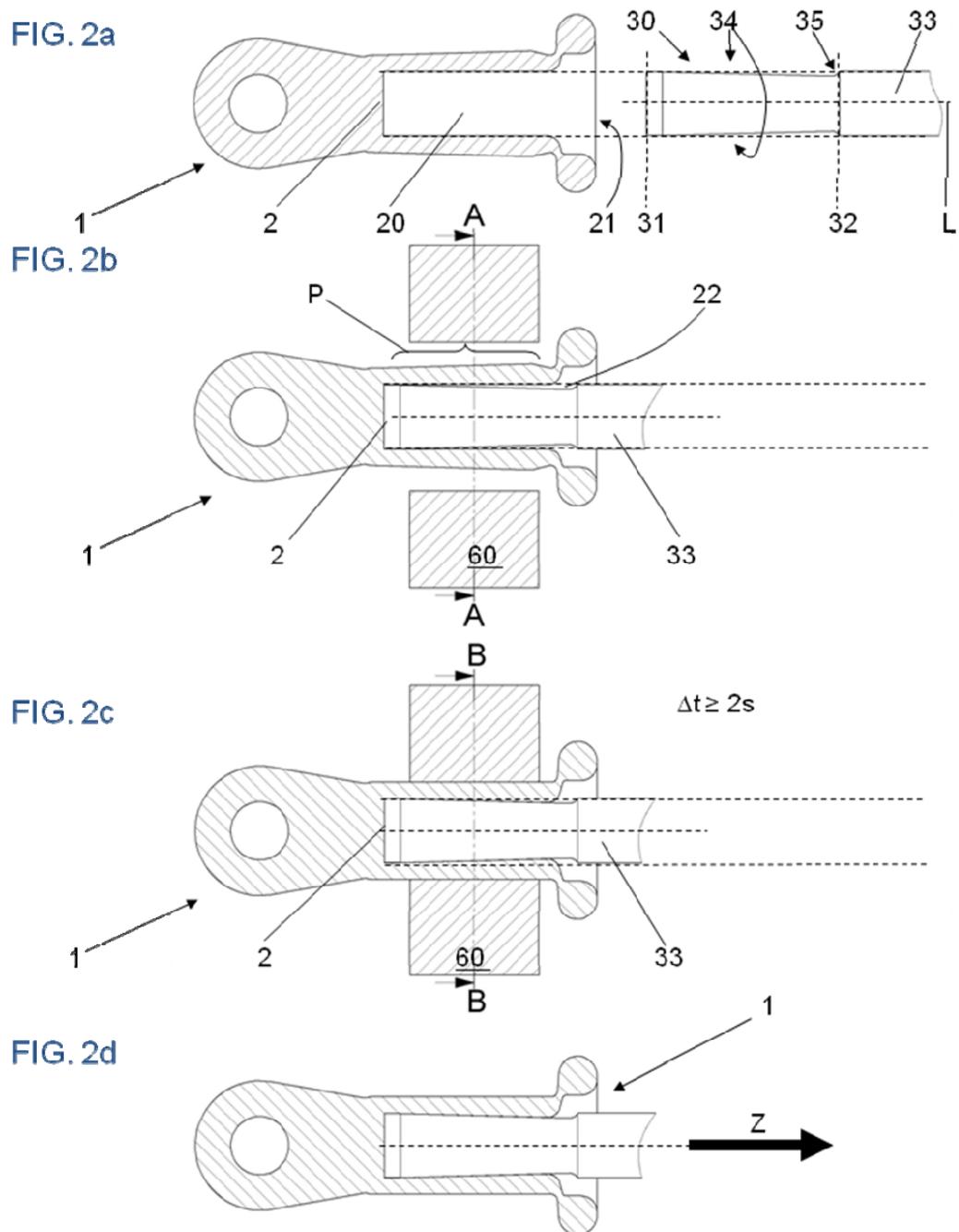


FIG. 3a

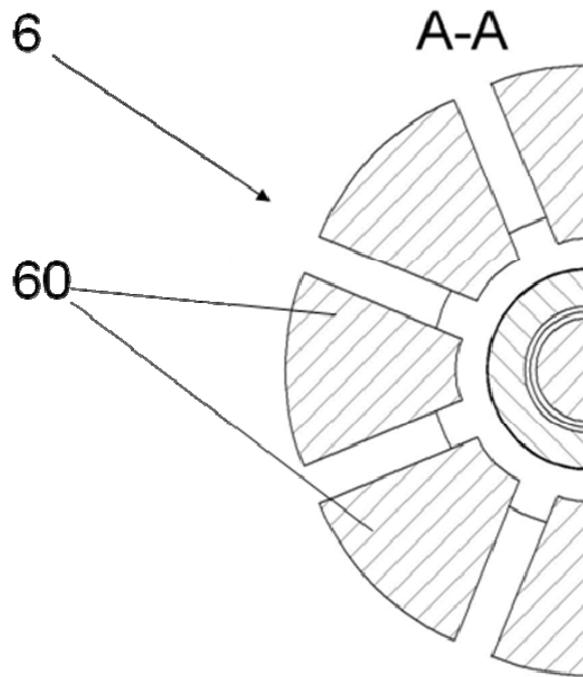


FIG. 3b

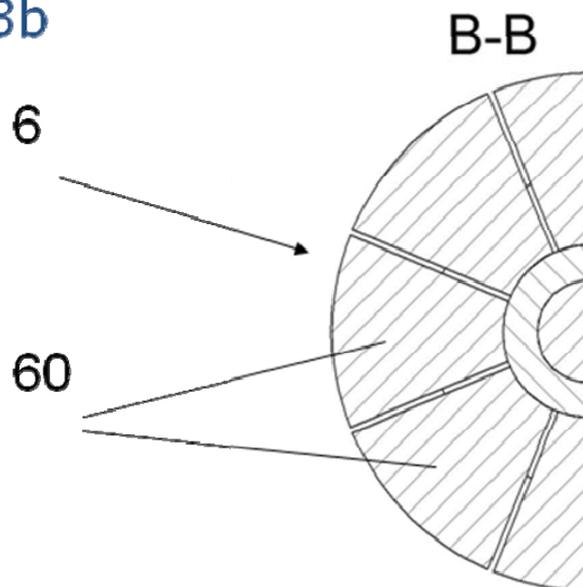


FIG. 4a

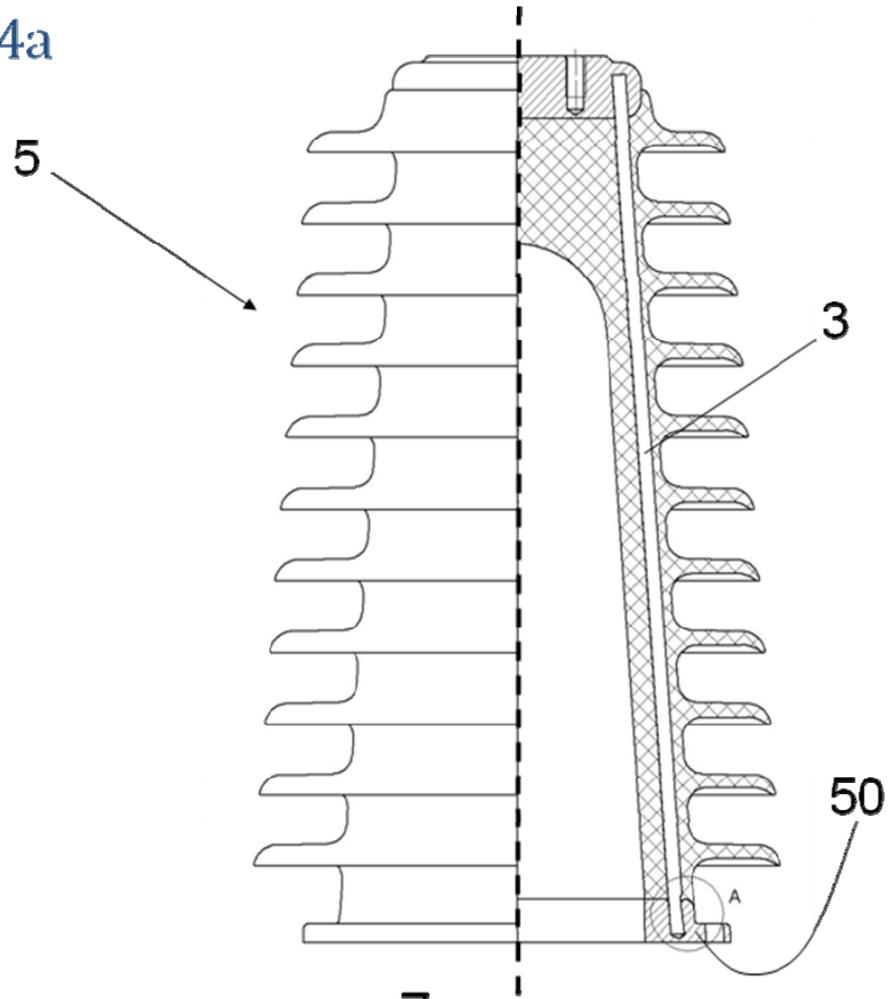


FIG. 4b

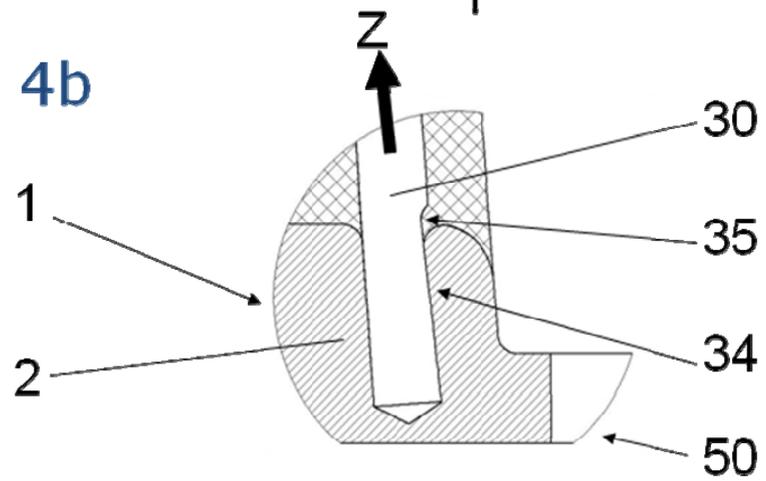


FIG. 5

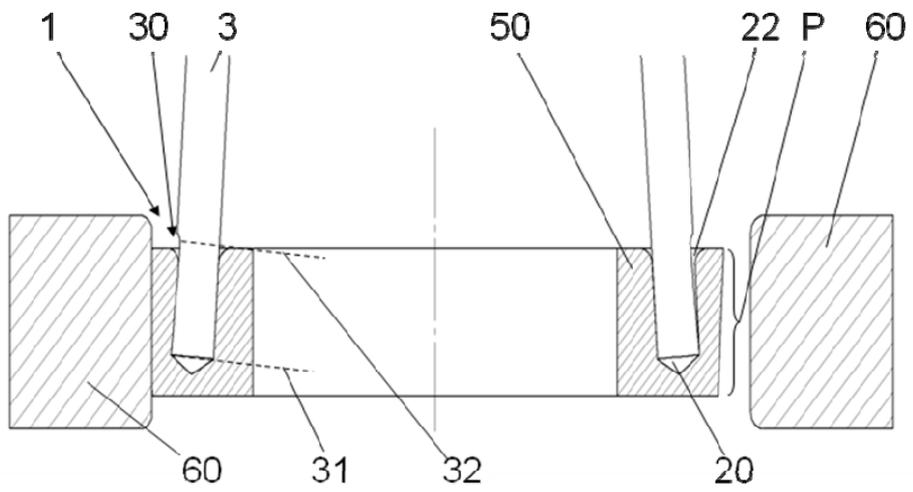


FIG. 6

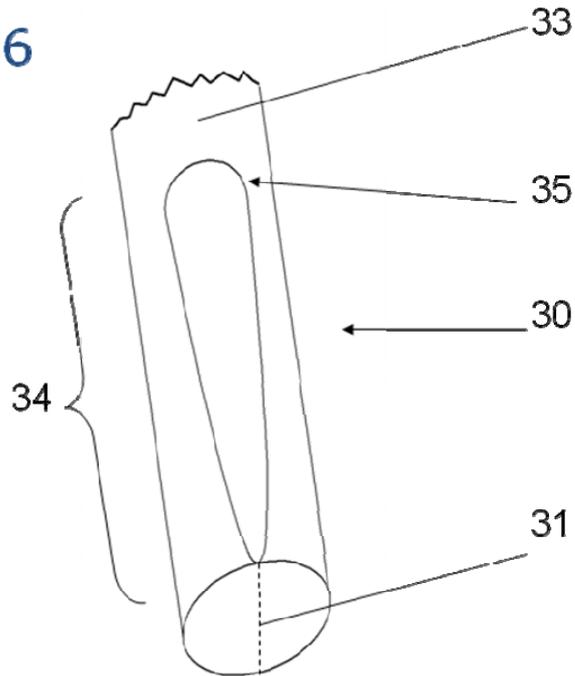


FIG. 7

