



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0041525

(51)^{2020.01} **F16L 11/08; B32B 27/12; B32B 7/02; (13) B**
B32B 1/08; B32B 5/02

(21) 1-2020-05202

(22) 15/02/2019

(86) PCT/US2019/018177 15/02/2019

(87) WO2019/161170 22/08/2019

(30) 62/632,350 19/02/2018 US; 16/193,411 16/11/2018 US

(45) 25/10/2024 439

(43) 25/11/2020 392A

(73) GATES CORPORATION (US)

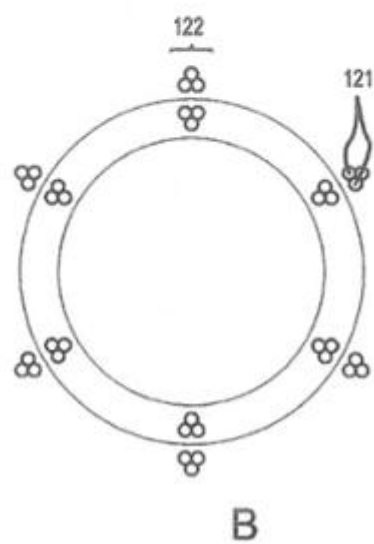
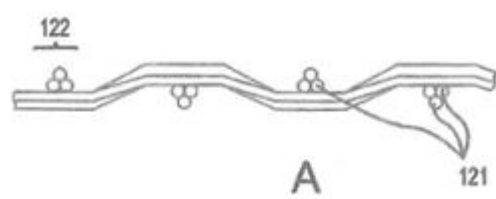
1144 15th Street, Suite 1400, Denver, Colorado 80202, United States of America

(72) MOSS, Tom (US); GRANT, William (US); SPRING, Kyle (US); GIOVANETTI, Ken (US); HILL, Rick (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) ỐNG MỀM CHỊU ÁP LỰC

(57) Các phương án thực hiện của sáng chế đề cập tới ống mềm chịu áp lực có lớp gia cường được cải tiến. Theo một số phương án thực hiện, lớp gia cường của ống mềm chịu áp lực có tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) là lớn hơn hoặc bằng 110%. Lớp gia cường có thể chứa nhiều chùm được bện, với mỗi chùm bao gồm nhiều đầu cuối. Theo một số phương án thực hiện, nhiều đầu cuối nằm trong chùm được sắp xếp theo việc định hướng nhiều lớp. Theo một số phương án thực hiện, số các đầu cuối và việc định hướng đầu cuối nằm trong từng chùm là giống nhau trong số tất cả các chùm trong lớp gia cường. Hình dạng, kích cỡ, và bố trí của các đầu cuối nằm trong chùm, tất cả có thể được điều chỉnh để tăng tỉ lệ diện tích bề mặt so với thể tích, và theo cách tương ứng là RVR của lớp gia cường. Sáng chế cũng đề cập tới lớp gia cường cho ống mềm chịu áp lực.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới ống mềm chịu áp lực được cải thiện, và cụ thể hơn, là tới ống mềm chịu áp lực được cải thiện có lớp gia cường áp dụng kết cấu “siêu bó”, tạo ra lớp gia cường với tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) lớn hơn 110%. Các dấu hiệu khác của ống mềm chịu áp lực cải tiến bao gồm lớp gia cường đơn lớp có RVR lớn hơn 126%, và lớp gia cường hai lớp trong đó cả hai lớp của lớp gia cường thể hiện thay đổi chiều dài âm, thuần trọng suốt quá trình vận hành.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các ống mềm chịu áp lực bao gồm lớp gia cường được bên đã được biết tới trong nhiều năm. Kết cấu chung của các lớp gia cường đã biết trước, nói chung chứa việc bên của nhóm của các đầu cuối riêng rẽ (còn được đề cập tới như là các dây bên) thành các chùm riêng rẽ, và sau đó bên nhiều chùm quanh chu vi của lớp ống bên trong. Các thay đổi giữa các lớp gia cường được bên đã biết trước kia có thể được thấy trong, ví dụ, vật liệu được sử dụng cho các đầu cuối, số các đầu cuối nằm trong chùm, cách mà nhờ đó các đầu cuối được sắp xếp nằm trong chùm, loại bên được áp dụng, v.v..

Mặc dù các lớp gia cường được bên đã biết tới từ trước được sử dụng trong ống mềm chịu áp lực, nhưng vẫn mong muốn có các cải tiến trong các ống mềm chịu áp lực có lớp gia cường được bên. Ví dụ, các ống mềm chịu áp lực đã biết từ trước có hạn chế ở khả năng chịu áp lực của chúng, và do đó mong muốn có được các khả năng chịu được áp suất cao. Trong một số trường hợp, các ống mềm chịu áp lực cao hơn có thể được tạo ra, nhưng với việc phải hi sinh, ví dụ, khối lượng và/hoặc độ mềm dẻo của ống mềm chịu áp lực. Cũng mong muốn thu được hiệu quả và lực uốn ống mềm được cải thiện.

Một ví dụ cụ thể của nhược điểm trong thiết kế của một số ống mềm chịu áp lực hiện có là ở chỗ các chùm không tuân theo đường thẳng nhất. Khi các chùm không tuân theo các đường thẳng nhất qua suốt việc bên thì thay đổi dạng hình học tạo ra các tập trung ứng suất và dịch chuyển các đường kính bên trung bình. Thay đổi dạng hình học

này tạo thành các sản phẩm với hiệu quả thủy tĩnh và xung không thống nhất. Các sự không thống nhất này tạo ra rủi ro đáng kể trong việc không đáp ứng được các yêu cầu về hiệu quả hoạt động.

Theo đó, vẫn tồn tại nhu cầu về ống mềm chịu áp lực chứa lớp gia cường được bên có thể cải thiện một số hoặc tất cả các vấn đề được chỉ ra ở trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần bản chất kỹ thuật của sáng chế được cung cấp nhằm giới thiệu sự lựa chọn các khái niệm ở dạng được đơn giản hóa mà sẽ được mô tả tiếp sau đây trong phần mô tả chi tiết sáng chế. Phần bản chất kỹ thuật này, và phần tình trạng kỹ thuật nêu trên, không nhằm mục đích để xác định các khía cạnh chủ yếu hoặc các khía cạnh thiết yếu của đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, phần bản chất kỹ thuật này không nhằm để sử dụng như là trợ giúp trong việc xác định phạm vi bảo hộ của đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Theo một số phương án thực hiện, ống mềm chịu áp lực được mô tả trong đó ống mềm chịu áp lực bao gồm lớp ống định ra đường dẫn bên trong của ống mềm chịu áp lực, lớp gia cường được bố trí lên trên lớp ống, và lớp che phủ được bố trí lên trên lớp gia cường. Lớp gia cường cũng được tạo thành từ nhiều chùm được bên quanh lớp ống. Mỗi chùm có thể được tạo thành từ nhiều đầu cuối. Lớp gia cường có tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) lớn hơn hoặc bằng 110%.

Theo một số phương án thực hiện, lớp gia cường cho ống mềm chịu áp lực được mô tả, trong đó lớp gia cường bao gồm nhiều chùm được bên lại với nhau để tạo thành thân được tạo hình trụ, rỗng. Mỗi chùm trong số các chùm bao gồm nhiều đầu cuối được sắp xếp theo việc định hướng nhiều lớp. Việc định hướng được tạo nhiều lớp đảm bảo rằng các đầu cuối nằm trong chùm tất cả sẽ không có cùng một chiều dài tổng thể. Việc định hướng đầu cuối được phân nhiều lớp giống nhau có thể được sử dụng trong tất cả các chùm được bên lại với nhau để tạo thành lớp gia cường. Việc sử dụng của việc định hướng đầu cuối được phân nhiều lớp giống nhau cho tất cả các chùm giúp đảm bảo rằng tất cả các chùm được sử dụng trong lớp gia cường có cùng một chiều dài tổng thể.

Theo một số phương án thực hiện, ống mềm chịu áp lực được mô tả trong đó ống mềm chịu áp lực bao gồm lớp ống định ra đường dẫn ở bên trong của ống mềm chịu áp lực, lớp gia cường được bố trí lên trên lớp ống, và lớp che phủ được bố trí lên trên lớp gia cường. Lớp gia cường bao gồm nhiều chùm được bện lại với nhau xung quanh lớp ống, với mỗi chùm trong số các chùm bao gồm nhiều đầu cuối được nhóm lại cùng nhau trong việc định hướng được tạo nhiều lớp. Mỗi chùm trong nhiều chùm bao gồm số các đầu cuối giống nhau được sắp xếp theo cùng một việc định hướng đầu cuối được tạo nhiều lớp; Lớp gia cường được tạo thành theo cách này có tỉ lệ thể tích gia cường lớn hơn hoặc bằng 110%.

Theo một số phương án thực hiện, ống mềm chịu áp lực được mô tả trong đó ống mềm chịu áp lực bao gồm lớp gia cường đơn lớp, lớp gia cường đơn lớp có cấu hình chùm và đầu cuối được mô tả ở trên và tỉ lệ thể tích gia cường lớn hơn 126%.

Theo một số phương án thực hiện, ống mềm chịu áp lực được mô tả trong đó ống mềm chịu áp lực bao gồm lớp gia cường hai lớp, mỗi lớp có cấu hình chùm và đầu cuối được mô tả ở trên. Thêm nữa, mỗi lớp của lớp gia cường được tạo cấu hình để có thay đổi chiều dài âm, thuận khi áp suất được tác động lên ống mềm chịu áp lực. Theo một số phương án thực hiện, đạt được dấu hiệu thay đổi chiều dài âm, thuận bằng cách sử dụng góc bện trong từng lớp nhỏ hơn góc trung tính của ống mềm chịu áp lực.

Các khía cạnh này cũng như các khía cạnh khác của ống mềm chịu áp lực được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng sau khi xem xét phần mô tả chi tiết và các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, phạm vi bảo hộ của đối tượng được yêu cầu bảo hộ sẽ được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ như được cấp bằng và không bởi việc xem liệu đối tượng đã cho đã giải quyết vấn đề bất kỳ hay tất cả các vấn đề được chỉ ra trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế hoặc chứa các dấu hiệu hoặc các khía cạnh bất kỳ được trích dẫn trong phần bản chất kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án thực hiện không làm hạn chế và không thể hiện hết mọi khía cạnh của bộ cách ly bộ mang này, bao gồm các phương án thực hiện được ưu tiên, sẽ được

mô tả với tham khảo tới các hình vẽ dưới đây, trong đó, các số chỉ dẫn giống nhau đề cập tới các phần giống nhau trong suốt các hình vẽ trừ khi được chỉ rõ theo cách khác.

Fig.1 là hình cắt ngang của cấu trúc composit cơ bản của ống mềm chịu áp lực theo các phương án thực hiện được mô tả ở đây.

Fig.2 là hình chiếu bằng của lớp gia cường được bện theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây.

Fig.3A đưa ra các hình cắt ngang của các việc định hướng đầu cuối theo tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Các hình từ Fig.3A đến Fig.3E đưa ra các hình cắt ngang của các việc định hướng đầu cuối khác nhau thích hợp cho việc sử dụng nằm trong chùm theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây.

Fig.4A đưa ra hình chiếu cạnh được đơn giản hóa của lớp gia cường được bện và hình phối cảnh, được phóng đại, được đơn giản hóa của các đầu cuối của đường định ốc của lớp gia cường được bện cho các minh đích minh họa các kích cỡ của lớp gia cường được bện, được mô tả ở đây.

Fig.4B đưa ra hình cắt ngang được đơn giản hóa của lớp gia cường được bện bên trên lớp ống cho các mục đích minh họa các kích cỡ của lớp gia cường được bện, được mô tả ở đây.

Các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B minh họa hình cắt ngang của việc định hướng đầu cuối và chùm theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây.

Các hình vẽ Fig.6A, Fig.6B, Fig.7A và Fig.7B minh họa các hình cắt ngang của các việc định hướng đầu cuối và chùm khác nhau theo tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Các hình Fig.8A và Fig.8B minh họa các hình cắt ngang của các việc định hướng đầu cuối khác nhau có các đường kính đầu cuối thay đổi, theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây.

Các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B minh họa các hình cắt ngang của các việc định hướng đầu cuối khác nhau có các đầu cuối có độ bền kéo thay đổi theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện sẽ được mô tả đầy đủ hơn bên dưới với tham khảo tới các hình vẽ kèm theo, tạo thành một phần của chúng và thể hiện, theo cách minh họa, các phương án thực hiện làm ví dụ cụ thể. Các phương án thực hiện này được bộc lộ với đủ chi tiết để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, các phương án thực hiện có thể được áp dụng ở nhiều dạng khác nhau và không nên được coi là bị hạn chế vào các phương án thực hiện được chỉ ra ở đây. Do đó, phần mô tả chi tiết dưới đây không bị hiểu theo nghĩa làm hạn chế.

Fig.1 cung cấp hình cắt ngang của ống mềm chịu áp lực 100 theo các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây. Cấu trúc cơ bản của ống mềm chịu áp lực 100 bao gồm lớp ống 110, lớp gia cường 120, và lớp che phủ 130. Lớp ống 110 có tác dụng như là lớp ở bên trong nhất của ống mềm chịu áp lực 100, lớp gia cường 120 có tác dụng làm lớp trung gian, và lớp che phủ 130 có tác dụng làm lớp ở bên ngoài nhất, sao cho lớp ống 110 và lớp che phủ 130 bao bọc lớp gia cường 120 theo cách hiệu quả. Như được thể hiện trên Fig.1, lớp ống 110, lớp gia cường 120, và lớp che phủ 130 được sắp đồng tâm với nhau.

Lớp ống 110 có dạng hình trụ, rỗng, kéo dài. Để làm lớp ở bên trong nhất của ống mềm chịu áp lực 100, lớp ống 110 định đường dẫn ở bên trong của ống mềm chịu áp lực 100 mà môi trường có thể chảy qua đó. Đường kính bên trong D của lớp ống 110 (*tức là*, đường kính của đường dẫn của ống mềm chịu áp lực 100), đường kính bên ngoài của lớp ống 110, và độ dày của lớp ống (*tức là*, khoảng cách giữa đường kính bên trong D và đường kính bên ngoài của lớp ống) nói chung là không bị hạn chế, và có thể được chọn dựa trên ứng dụng cụ thể mà ống mềm chịu áp lực sẽ được sử dụng cho nó. Theo một số phương án thực hiện, đường kính bên trong D của lớp ống 110 có thể là trong khoảng giới hạn từ 3 mm đến 127 mm, như từ 6 mm đến 51 mm. Độ dày của lớp ống 110 có thể là trong khoảng giới hạn là từ 1,25 mm tới 13 mm, như từ 2 mm tới 5 mm. Theo một số phương án thực hiện, lớp ống 110 độ dày có thể là nhỏ hơn độ dày được sử dụng trong các lớp ống đã biết trước đó cho các ống mềm chịu áp lực, do lớp ống 110 của ống mềm 100 được mô tả ở đây không cần phải dựa vào việc gia cường tới mức độ được yêu cầu như trong các ống mềm chịu áp lực đã biết trước đó. Như sẽ được mô

tả chi tiết hơn bên dưới, lớp ống 110 có thể không cần phải tạo ra việc gia cường cho ống mềm 100 do lớp gia cường 120 được mô tả ở đây đã thể hiện các tính chất gia cường được cải thiện một cách mạnh mẽ.

Vật liệu của lớp ống 110 nói chung cũng không bị hạn chế, và có thể là vật liệu bất kỳ thích hợp cho ống mềm chịu áp lực và/hoặc thích hợp để thao tác với môi trường cụ thể sẽ được chuyển qua ống mềm chịu áp lực 100. Các loại chung của vật liệu thích hợp cho việc sử dụng làm vật liệu của lớp ống bao gồm cao su và nhựa. Các ví dụ cụ thể của vật liệu cao su thích hợp cho việc sử dụng bao gồm cao su tự nhiên, cao su nitril (NBR), cao su styren butadien (SBR), chloropren (CR), monome etylen propylen dien (ethylene propylene diene monomer - EPDM), và polyetylen được clorua hóa (chlorinated polyethylene - CPE). Các ví dụ cụ thể khác của vật liệu nhựa thích hợp để sử dụng bao gồm polyamit (PA hoặc Nylon), polyetylen terephthalat (PET), polytetrafluoroetylen (PTFE), và UHMWPE (polyetylen khối lượng phân tử siêu cao - ultra-high molecular weight polyethylene). Các loại chung khác của vật liệu có thể được sử dụng cho lớp ống bao gồm các lớp kim loại mỏng, các cấu trúc kim loại mềm dẻo, các cao su lưu hóa dẻo nhiệt (thermoplastic vulcanizates - TPV), và các elastomer khác như polyuretan nhiệt rắn, polyurea, và polyimide.

Theo một số phương án thực hiện, lớp ống 110 là vật liệu composit, như lớp ống được tạo thành từ nhiều lớp được sắp đồng trục của các vật liệu khác nhau. Cấu trúc composit này có thể chứa số lớp bất kỳ và có thể chứa vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu được mô tả ở trên, được kết hợp với nhau, và theo thứ tự bất kỳ. Ví dụ, vật liệu composit có thể chứa một hoặc nhiều lớp vật liệu nhựa, một hoặc nhiều lớp vật liệu cao su, và một hoặc nhiều lớp vật liệu polyme. Thứ tự của các lớp khác nhau có thể, ví dụ, là các lớp ở trong nhất bằng nhựa, các lớp trung gian là cao su, và các lớp bên ngoài là polyme, mặc dù việc xếp thứ tự khác cũng là khả thi.

Theo một số phương án thực hiện, vật liệu của lớp ống 110 được tạo thành từ vật liệu mà trước kia không được coi là thích hợp để sử dụng làm lớp ống trong ống mềm chịu áp lực, vì các lý do khác nhau. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, vật liệu lớp ống có thể là vật liệu hiệu năng thấp, như vật liệu lớp ống thường được sử dụng trong các ống mềm chịu áp lực thấp. Việc sử dụng vật liệu lớp ống hiệu năng thấp hơn là khả

thì do đặc tính hiệu năng của lớp gia cường 120 sẽ được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Nói cách khác, vật liệu lớp ống hiệu năng thấp có thể là thích hợp để sử dụng trong ống mềm 100 được mô tả ở đây do lớp ống không cần phải phụ thuộc vào việc gia cường theo góc nhìn của các tính chất gia cường được cải thiện, được tạo ra bởi lớp gia cường 120 được mô tả ở đây. Vật liệu hiệu năng thấp làm ví dụ có thể được sử dụng cho lớp ống 110 của ống mềm 100 được mô tả ở đây, nhưng trước kia không được coi là thích hợp cho các ống mềm chịu áp lực, là vật liệu đất sét, như lớp ống vật liệu đất sét được sử dụng chung trong các ống mềm chịu áp lực thấp.

Theo cách khác, vật liệu của lớp ống 110 có thể được tạo thành từ vật liệu lớp ống hiệu năng cao, tốt. Việc sử dụng của các vật liệu tốt này có thể mở rộng hiệu quả hoạt động của ống mềm chịu áp lực 100 bằng cách kết hợp các đặc tính của vật liệu lớp ống hiệu năng cao với các đặc tính của lớp gia cường 120 được mô tả ở đây. Việc kết hợp này có thể tạo ra ống mềm 100 có các khả năng về hiệu quả hoạt động lớn hơn các khả năng đạt được trước đó với vật liệu lớp ống hiệu năng cao và các lớp gia cường đã biết từ trước.

Theo một số phương án thực hiện, như khi vật liệu của lớp ống 110 là cao su, thì vật liệu của lớp ống 110 là không có hoặc về cơ bản là không có chất độn “trắng”. Nói chung, vật liệu cao su có thể được độn với chất độn “đen” và/hoặc chất độn “trắng”. Chất độn đen đề cập tới các chất độn tạo ra cấu trúc và sự tăng cường cho các tính chất vật lý của cao su. Chất độn đen làm ví dụ là cacbon đen. Chất độn trắng đề cập tới các chất độn được sử dụng để cân bằng các phản ứng hóa học trong quy trình nhiệt rắn và/hoặc để tăng thể tích. Các chất độn trắng làm ví dụ chứa đất sét và đá talc. Vật liệu được sử dụng cho lớp ống 110 có thể chứa chất độn đen ở lượng thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện, vật liệu của lớp ống là không có các chất độn trắng hoặc về cơ bản là không có các chất độn trắng. Như được sử dụng ở đây liên quan tới lượng chất độn trắng, về cơ bản là không có nghĩa là ít hơn 5% khối lượng của lớp ống.

Theo các phương án thực hiện thay thế, lớp ống 110 có thể chứa lượng chất độn cao hơn, dù là chất độn “đen”, chất độn “trắng”, hoặc cả hai, lớn hơn so với phần thường được cung cấp trong lớp ống được sử dụng trong ống mềm chịu áp lực. Việc sử dụng

của nhiều chất độn hơn trong lớp ống 110 có thể là khả thi nhờ việc độc lập được giảm trên lớp ống cho việc gia cường, theo góc nhìn của lớp gia cường được cải thiện 120 được mô tả chi tiết hơn ở dưới. Ưu điểm cơ bản của việc sử dụng lớp ống 110 với hàm lượng chất độn được tăng là giá thành của lớp ống nói chung sẽ là ít lớp ống có hàm lượng chất độn thấp hơn, và do đó giá thành tổng thể của ống mềm 100 sẽ được làm giảm, mà không phải hi sinh các đặc tính hiệu quả hoạt động của ống mềm 100.

Bề mặt bên trong và/hoặc bề mặt bên ngoài của lớp ống 110 tùy chọn có thể được xử lý và/hoặc được phủ để tạo ra cho các bề mặt bên trong và/hoặc bên ngoài các tính chất mong muốn khác nhau. Ví dụ, bề mặt bên trong có thể được xử lý hoặc được phủ để tạo ra lớp ống 110 với khả năng chống chịu hóa chất hoặc tương thích về mặt hóa học. Bề mặt bên ngoài có thể được xử lý hoặc được phủ để tạo ra lớp ống 110 thích hợp hơn cho việc áp dụng sau đó của lớp gia cường 120, như để cải thiện việc kết dính giữa lớp ống 110 và lớp gia cường 120. Các việc xử lý làm ví dụ cho bề mặt bên trong và/hoặc bề mặt bên ngoài có thể chứa, nhưng không bị hạn chế ở, việc áp dụng của sơn lót hóa học, việc áp dụng của lớp cao su có thành phần thay đổi, và việc áp dụng của lớp vải được xử lý.

Trong khi Fig.1 minh họa ống mềm chịu áp lực 100 chứa lớp ống đơn 110, cần hiểu rằng ống mềm chịu áp lực có thể chứa nhiều hơn một lớp ống 110. Nói cách khác, lớp ống 110 có thể là cấu trúc composit được tạo nên từ hai hoặc hơn hai lớp được sắp đồng tâm. Mỗi lớp của lớp ống nhiều lớp 110 có thể được tạo nên từ cùng một vật liệu, cùng một vật liệu gốc với các hàm lượng chất độn khác nhau, các việc xử lý bề mặt, v.v., hoặc các lớp khác nhau của lớp ống nhiều lớp 110 có thể được tạo thành từ các vật liệu khác nhau, như bằng cách tạo ra một hoặc nhiều lớp gốc nhựa và một hoặc nhiều lớp gốc cao su. Lớp ống được tạo nhiều lớp 110 có thể được sử dụng để tạo ra các đặc tính khác nhau cho lớp ống có thể được mong muốn, dựa trên áp dụng nhắm tới cụ thể cho ống mềm chịu áp lực 100, như độ bền được cải thiện, khả năng tương thích hóa học được cải thiện, khả năng chống chịu hóa học được cải thiện, v.v.

Tiếp tục đề cập tới Fig.1, phần được áp dụng bên trên lớp ống 110 là lớp gia cường 120. Lớp gia cường 120 có thể được tạo thành một cách trực tiếp trên lớp ống 110, tức là, không có vật liệu (các vật liệu) hoặc lớp (các lớp) trung gian bất kỳ giữa lớp ống 110

và lớp gia cường 120. Theo cách khác, vật liệu (các vật liệu) hoặc lớp (các lớp) trung gian có thể được tạo ra giữa lớp ống 110 và lớp gia cường, như làm lớp hoặc vật liệu thúc đẩy sự kết dính của lớp gia cường 120 vào lớp ống 110. Khi không có lớp trung gian nào được cung cấp giữa lớp gia cường 120 và lớp ống 110, thì lớp gia cường 120 nói chung là sẽ có đường kính trong xấp xỉ bằng đường kính bên ngoài của lớp ống 110. Độ dày của lớp gia cường nói chung là không bị hạn chế và, như sẽ được thảo luận chi tiết hơn bên dưới, sẽ thay đổi dựa trên kết cấu cụ thể của lớp gia cường, như số các đầu cuối cho mỗi chùm, việc định hướng của các đầu cuối nằm trong chùm, và số các lớp nằm trong lớp gia cường. Lớp gia cường 120 nói chung sẽ đồng tồn tại với lớp ống 110, nghĩa là chiều dài của lớp gia cường 120 nói chung sẽ xấp xỉ bằng chiều dài của lớp ống 110, sao cho lớp gia cường 110 được cung cấp dọc theo toàn bộ chiều dài của lớp ống 110.

Với tham khảo tới Fig.2, lớp gia cường nói chung bao gồm một hoặc nhiều lớp, với mỗi lớp bao gồm nhiều đầu cuối 121 được bó cùng nhau để tạo thành các chùm riêng rẽ 122, và nhiều chùm 122 đang được bện bên trên lớp ống 110 để tạo thành lớp của lớp gia cường 120. Nói chung, số chẵn các chùm 122 được sử dụng để tạo thành lớp của lớp gia cường được bện 120, với một nửa số chùm đang là đường đinh ốc theo chiều kim đồng hồ và một nửa của các chùm là đường đinh ốc ngược chiều kim đồng hồ. Các chùm ngược chiều kim đồng hồ và các chùm theo chiều kim đồng hồ bắt đầu tạo thành số chẵn của các đường đinh ốc là bằng một nửa của tổng số các chùm được sử dụng trong lớp của lớp gia cường 120.

Các đầu cuối 121, vốn cũng được đề cập tới trong tình trạng kỹ thuật như là dây bện, nói chung là ở dạng của các thân hình trụ được kéo dài, như ở dạng của các dây. Các đầu cuối 121 là các đầu cuối liên tục chạy theo toàn bộ chiều dài của ống mềm 110 mà chúng được bện trên đó. Đường kính của các đầu cuối 121 nói chung là không bị hạn chế và có thể là đường kính bất kỳ thích hợp cho việc sử dụng trong ống mềm chịu áp lực được bện. Theo một số phương án thực hiện, đường kính của các đầu cuối 121 là trong khoảng giới hạn từ 0,2 mm tới 0,5 mm, như từ 0,25 mm tới 0,33 mm. Như được thảo luận chi tiết hơn bên dưới, theo một số phương án thực hiện tất cả các đầu cuối 121 trong lớp của lớp gia cường 120 có cùng một đường kính, trong khi trong các phương

án thực hiện khác, đường kính của các đầu cuối 121 được sử dụng trong lớp của lớp gia cường 120 là không đồng đều.

Vật liệu của các đầu cuối 121 nói chung là không bị hạn chế và có thể là vật liệu bất kỳ thích hợp cho các đầu cuối được sử dụng trong ống mềm chịu áp lực được bện. Các loại chung của vật liệu thích hợp để sử dụng làm vật liệu của các đầu cuối 121 bao gồm kim loại, vải, và nhựa. Các ví dụ cụ thể của vật liệu kim loại là thích hợp cho việc sử dụng bao gồm thép được phủ đồng, thép được mạ điện, và thép không gỉ. Các ví dụ cụ thể của vật liệu vải dệt là thích hợp cho việc sử dụng chứa Rayon và Aramid (dạng para và meta). Các ví dụ cụ thể của vật liệu nhựa là thích hợp cho việc sử dụng bao gồm các sợi chỉ polyeste và nylon. Các loại chung khác của vật liệu có thể được sử dụng cho các đầu cuối 121 chứa các sợi và các sợi nhỏ chịu kéo.

Vật liệu khác có thể thích hợp cho các đầu cuối 121 chứa các sợi gồm, các sợi polyme, các sợi vô định hình hoặc tinh thể (ví dụ, sợi thủy tinh), và các sợi cacbon. Theo một số phương án thực hiện, sợi cacbon đặc biệt là hữu dụng khi làm vật liệu cho các đầu cuối 121.

Các đầu cuối 121 có cấu trúc composit cũng có thể được sử dụng. Cấu trúc composit cụ thể cho đầu cuối 121 không bị hạn chế và có thể chứa, ví dụ, cấu trúc composit nhiều lớp hoặc cấu trúc composit ma trận. Khi cấu trúc composit được sử dụng, các vật liệu khác nhau có thể được sử dụng làm một phần của cùng một đầu cuối, như trong cấu trúc composit được tạo nhiều lớp, trong đó lõi ở bên trong có thể là vật liệu thứ nhất, tiếp theo bởi một hoặc nhiều lớp được sắp đồng trục của các vật liệu khác nhau bên trên lõi bên trong. Vật liệu bất kỳ trong các vật liệu đầu cuối được thảo luận ở trên có thể được sử dụng trong tổ hợp bất kỳ và với cấu trúc composit thích hợp bất kỳ.

Theo một số phương án thực hiện, các đầu cuối 121 có thể còn chứa lớp phủ hoặc lớp tráng bọc. Lớp phủ hoặc lớp tráng bọc này có thể được tạo ra trên một số hoặc tất cả các đầu cuối trong số các đầu cuối 121. Các lớp phủ và/hoặc các lớp tráng bọc có thể được sử dụng để tạo ra nhiều đặc tính khác nhau cho các đầu cuối 121. Ví dụ, các lớp phủ chống mài mòn hoặc chống ứng suất có thể được tạo ra trên các đầu cuối. Theo một ví dụ, lớp phủ chống ứng suất, như lớp phủ nhựa, có thể được tạo ra trên đầu cuối sợi cacbon 121. Sợi cacbon nói chung là bền theo hướng trục của nó, nhưng yếu hơn trong

hướng ngang với hướng trục, và lớp phủ nhựa trên đầu cuối sợi cacbon có thể giúp gia cường đầu cuối trong hướng ngang của nó.

Các đầu cuối 121 được sử dụng trong lớp của lớp gia cường 120 tất cả đều có độ bền kéo. Theo một số phương án thực hiện, vật liệu được sử dụng cho các đầu cuối 121 là vật liệu dây có độ bền kéo siêu cao. Thuật ngữ “độ bền kéo siêu cao” như được sử dụng ở đây có nghĩa là có độ bền kéo trong khoảng giới hạn từ 3.050 tới 3.350 MPa. Vật liệu có độ bền kéo thấp hơn vật liệu dây có độ bền kéo siêu cao có thể cũng được sử dụng, như dây thép có độ bền kéo thấp như 2.150 MPa, hoặc các vật liệu vải dệt sẽ có độ bền kéo còn thấp hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, tất cả các đầu cuối 121 được sử dụng trong lớp gia cường 120 được tạo thành từ vật liệu có cùng một độ bền kéo (dù là độ bền kéo cao hoặc không như vậy). Theo các phương án thực hiện thay thế, và như được thảo luận chi tiết hơn bên dưới, các đầu cuối 121 được sử dụng trong lớp gia cường 120 có thể có các độ bền kéo khác nhau.

Tiếp tục tham khảo tới Fig.2, các nhóm của các đầu cuối 121 riêng rẽ được cung cấp ở dạng các chùm 122. Số các đầu cuối 121 cho mỗi chùm 122 nói chung là không bị hạn chế. Theo một số phương án thực hiện, số các đầu cuối 121 cho mỗi chùm 122 là trong khoảng giới hạn từ 2 hoặc hơn hai lên tới 100.000 hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, số các đầu cuối 121 cho mỗi chùm 122 là trong khoảng giới hạn từ 10 đến 16. Số các đầu cuối 121 cho mỗi chùm 122 có thể thay đổi nằm trong từng chùm 122 được sử dụng trong lớp gia cường 120, mặc dù theo một số phương án thực hiện được ưu tiên, và như được thảo luận chi tiết hơn bên dưới, số các đầu cuối 121 cho mỗi chùm 122 là đồng đều qua tất cả các chùm 122 được sử dụng trong lớp của lớp gia cường 120.

Các đầu cuối 121 trong từng chùm 122 có thể được tạo ra từ cùng một vật liệu, hoặc các vật liệu đầu cuối khác nhau có thể được tạo ra nằm trong chùm. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện chùm 122 sẽ chứa nhiều đầu cuối 121, một số chúng được tạo thành từ vật liệu thứ nhất và một số chúng được tạo thành từ vật liệu thứ hai khác với vật liệu thứ nhất. Tổ hợp bất kỳ của các vật liệu đầu cuối có thể được sử dụng nằm trong chùm 122, bao gồm hai vật liệu đầu cuối khác nhau, ba vật liệu đầu cuối khác

nhau, hoặc hơn nữa. Theo một ví dụ không làm hạn chế, chùm 122 chứa các đầu cuối 121 được tạo thành từ dây thép và các đầu cuối 121 được tạo thành từ sợi cacbon.

Cách mà theo đó các đầu cuối 121 được tạo lớp và được định hướng khi được bó cùng với nhau trong chùm 122 nói chung là không bị hạn chế. Theo một số việc định hướng đầu cuối đã biết từ trước, như các việc định hướng đầu cuối được thể hiện trên Fig.3A, tất cả các đầu cuối 121 được sắp cạnh nhau trong lớp đơn, có thể là có khe hở giữa một hoặc nhiều các đầu cuối 121 lân cận. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện được ưu tiên của lớp gia cường 120 được mô tả ở đây, các đầu cuối 121 được bó lại với nhau trong các chùm 122 theo việc định hướng nhiều lớp (hai hoặc hơn hai). Các hình từ Fig.3A đến Fig.3E minh họa các việc định hướng nhiều lớp khác nhau có thể được sử dụng cho các chùm 122. Ví dụ, trên Fig.3B, việc định hướng đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 chứa lớp thứ nhất của sáu đầu cuối 121 xếp cạnh nhau, trên đỉnh của chúng được tạo ra lớp thứ hai của ba đầu cuối 121 được xếp cạnh nhau, được định tâm chung trên lớp thứ nhất. Trên Fig.3C, việc định hướng đầu cuối ba lớp được thể hiện, chứa lớp thứ nhất của sáu đầu cuối 121 xếp cạnh nhau, mà trên đỉnh của nó được cung cấp lớp thứ hai của ba đầu cuối 121 xếp cạnh nhau, mà trên đỉnh của nó được cung cấp lớp thứ ba của hai đầu cuối 121 xếp cạnh nhau. Trên Fig.3D, việc định hướng đầu cuối hai lớp được thể hiện, trong đó lớp thứ hai của các đầu cuối chứa khe hở giữa một hoặc nhiều đầu cuối 121 lân cận trong lớp thứ hai. Fig.3E thể hiện việc định hướng tương tự như việc định hướng đầu cuối của Fig.3C, nhưng với số các đầu cuối 121 khác trong lớp thứ nhất và lớp thứ ba. Các việc định hướng đầu cuối được thể hiện trên các hình vẽ Fig.3C và Fig.3E một lần nữa xác nhận rằng số các đầu cuối bất kỳ có thể được tạo ra trong số lớp bất kỳ để tạo ra số dạng hình học bất kỳ.

Như được thể hiện trên các hình từ Fig.3A đến Fig.3E, tất cả các đầu cuối 121 đều có mặt cắt ngang hình tròn. Tuy nhiên, cũng cần hiểu rằng các đầu cuối cũng có thể có các hình dạng mặt cắt ngang khác. Các mặt cắt ngang đầu cuối khác, thích hợp cho việc sử dụng trong các phương án thực hiện được mô tả ở đây bao gồm hình ô van, hình tam giác, hình vuông, hình chữ nhật, hình thoi, hình lục giác, và các hình khác. Hình dạng mặt cắt ngang của các đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 có thể là đồng đều, hoặc chùm 122 có thể chứa các đầu cuối với nhiều hình dạng mặt cắt ngang khác nhau, như

chùm 122 có các đầu cuối với dạng hình tròn, các đầu cuối với dạng hình ô van, và các đầu cuối với dạng hình thoi. Tổ hợp bất kỳ của các hình dạng mặt cắt ngang của đầu cuối cũng có thể được sử dụng.

Việc trộn lẫn các đầu cuối với các kích cỡ và các hình dạng khác nhau và trong các bố trí khác nhau tạo nên khả năng tối ưu hóa tỉ lệ diện tích bề mặt so với thể tích của việc bện 'siêu bó'. Cấu hình năng lượng thấp thông thường của mặt cắt ngang hình tròn là sắp xếp bó gọn hình lục giác, vốn bị hạn chế bởi khả năng để chồng các diện tích mặt cắt ngang hình tròn lại với nhau để tối thiểu hóa lượng không gian trống giữa các phần cấu thành. Bằng cách đưa ra phân bố của các kích cỡ đường kính, các hình dạng, và các sắp xếp đầu cuối, có thể cho phép có nhiều vật liệu gia cường hơn, nằm trong cùng một thể tích bện. Thêm nữa, bằng cách thay đổi hình dạng mặt cắt ngang tới hình lục giác hoặc các hình khác, nhiều vật liệu gia cường hơn có thể được nằm trong cùng một thể tích.

Khi các đầu cuối 121 được cung cấp trong việc định hướng được tạo nhiều lớp, như được thể hiện trên mỗi hình vẽ trong số các hình từ Fig.3A đến Fig.3E, nó đảm bảo rằng một số đầu cuối trong các đầu cuối 121 trong lớp gia cường 120 có chiều dài tổng thể dài hơn các đầu cuối 121 khác trong lớp gia cường 120. Ví dụ, các đầu cuối là trong lớp cao hơn của chồng của các đầu cuối trong chùm sẽ có khoảng cách tổng cộng dài hơn các đầu cuối trong lớp thấp hơn của cùng một chồng, do các đầu cuối trong lớp cao hơn di chuyển dọc theo đường đỉnh ốc có đường kính lớn hơn khi chúng quấn quanh lớp ống 110 hơn là ở trong lớp thấp hơn, vốn di chuyển dọc theo đường đỉnh ốc có đường kính nhỏ hơn.

Theo một số phương án thực hiện, các đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 được sắp trong đường thẳng so với nhau, dọc theo chiều dài của chùm 122. Theo cách khác, các đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 có thể được tạo ra trong cấu hình được xoắn mà trong đó tất cả các đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 được xoắn theo hướng theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ dọc theo chiều dài của chùm 122, sao cho mỗi đầu cuối đi theo đường đỉnh ốc dọc theo chiều dài của chùm 122. Đường đỉnh ốc này là tách biệt và độc lập với đường đỉnh ốc mà chùm 122 có thể di chuyển khi nó được bện quanh lớp ống 110 như là một phần của việc tạo thành của lớp gia cường 120.

Việc định hướng đầu cuối 121 nằm trong từng chòm 122 có thể là khác nhau giữa các chòm hoặc giữa các nhóm của các chòm. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện được ưu tiên, và như được thảo luận chi tiết hơn bên dưới, việc định hướng đầu cuối 121 là giống nhau trong tất cả các chòm 122 được sử dụng trong lớp của lớp gia cường 120. Khi việc định hướng đầu cuối là đồng đều qua tất cả các chòm 122 trong lớp của lớp gia cường 120, thì điều này đảm bảo rằng mọi chòm 122 đều có cùng một chiều dài qua chiều dài của lớp gia cường.

Các chòm 122 tạo thành lớp của lớp gia cường 120 bởi việc đang được bện lên trên lớp ống 110. Mẫu bện bất kỳ có thể được sử dụng để tạo thành lớp của lớp gia cường 120 bên trên lớp ống 110. Theo một số phương án thực hiện, việc bện 2x2 được sử dụng, trong đó mỗi chòm 122 lặp lại mẫu của việc đi dưới hai chòm ngang sau đó ở bên trên hai chòm ngang. Mẫu bện 3x3 cũng có thể được sử dụng. Như đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, máy bện có thể được sử dụng để thực hiện việc bện của các chòm 122 bên trên lớp ống 110 để tạo thành lớp của lớp gia cường. Nói chung, máy bện sẽ chứa bộ phận mang cho mỗi chòm 122 được chứa trong lớp gia cường 120. Theo cách này, số các đường đỉnh ốc trong lớp gia cường có thể được xác định thông qua phương trình (1):

$$n_{\text{đường đỉnh ốc}} = n_{\text{bộ mang}} \div 2 \quad (1)$$

Theo một số phương án thực hiện, lớp gia cường 120 được sử dụng trong ống mềm 100 được mô tả ở đây có tỉ lệ chịu áp lực có tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) là lớn hơn hoặc bằng 110%. Nếu lớp gia cường 120 có cấu hình lớp đơn, thì RVR của lớp gia cường 120 là giống như RVR của lớp đơn của lớp gia cường. Nếu lớp gia cường 120 chứa hai hoặc hơn hai lớp, thì sau đó trị số RVR được tính toán cho từng lớp riêng rẽ của lớp gia cường 120 dựa trên thành phần cụ thể của từng lớp riêng rẽ và đường kính đường đỉnh ốc trung bình. Tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) được tính toán thông qua phương trình (2):

$$RVR = \frac{n_{\text{đường đỉnh ốc}} \times CSL \times n_{\text{đầu cuối}}}{\pi \times \Phi} \quad (2)$$

trong đó $n_{\text{đầu cuối}}$ là số các đầu cuối trong đường đỉnh ốc, Φ là đường kính đường đỉnh ốc trung bình, và chiều dài đoạn hình trụ (Cylindrical Segment Length - CSL) được tính toán thông qua phương trình (3)

$$CSL = \frac{\text{Đường kính đầu cuối}}{\cos \theta} \quad (3)$$

trong đó đường kính đầu cuối (End Diameter) là đường kính của đầu cuối và θ là góc bện.

Các hình Fig.4A và Fig.4B cung cấp các minh họa của các kích thước khác nhau được sử dụng trong các tính toán nêu trên. Trên Fig.4A, hình chiếu cạnh được đơn giản của chùm 122 được bện quanh lớp ống 110 trong đường đỉnh ốc được thể hiện. Trục dài đường trung tâm 123 được minh họa trên Fig.4A, và góc bện θ được thể hiện như là góc giữa chùm 122 và trục dài đường trung tâm 123 tại các điểm giao cắt của chúng. Fig.4A cũng cung cấp hình phối cảnh được phóng đại của đầu cuối 121 của chùm 122 được định hướng tại góc bện θ . Chiều dài đoạn hình trụ và chiều dài của trục chính của hình elip được tạo thành khi mặt cắt ngang thẳng đứng được lấy qua đầu cuối 121 được định hướng tại góc bện θ , và như được thảo luận ở trên, có thể được tính toán bằng cách chia đường kính đầu cuối d bởi cosin của góc bện θ . Fig.4B minh họa đường kính đường đỉnh ốc trung bình, là đường kính của đường đỉnh ốc khi được đo tại vị trí mà các chùm 122 của các đường đỉnh ốc cắt qua.

RVR lớn hơn hoặc bằng 110% được cung cấp khi việc định hướng đầu cuối và chùm “siêu bó” được minh họa trên các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B được tạo ra. Đạt được thiết kế “siêu bó” này theo cách đặc biệt bằng cách tạo ra việc định hướng đầu cuối được tạo lớp nằm trong từng chùm, sao cho không phải tất cả các đầu cuối đều nằm trong chùm đều phải có cùng các chiều dài tổng thể (tức là, các đầu cuối trong lớp bên ngoài có chiều dài tổng thể dài hơn các đầu cuối trong lớp bên trong do đường đi của đường kính hình đỉnh ốc lớn hơn, được di chuyển bởi các đầu cuối lớp bên ngoài) kết hợp với việc tạo ra của lớp gia cường mà trong đó tất cả các chùm là giống nhau, liên quan tới việc định hướng đầu cuối nằm trong từng chùm, sao cho chiều dài tổng thể của tất cả các chùm trong lớp gia cường là giống nhau. Các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B minh họa các hình mặt cắt được đơn giản hóa của lớp gia cường có cấu hình này, trong đó mỗi

chùm 122 chứa việc định hướng đầu cuối được phân lớp để tạo ra các đầu cuối có chiều dài đầu cuối tổng thể thay đổi, và tất cả các chùm 122 trong lớp gia cường có cùng một việc định hướng đầu cuối (trong trường hợp này, lớp có một đầu cuối và lớp có hai đầu cuối) để tạo ra chiều dài chùm tổng thể đồng đều.

Việc định hướng đầu cuối và chùm “siêu bó” của các hình vẽ các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B là tương phản với việc định hướng đầu cuối và chùm thông thường như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.6A và Fig.6B. Trong thiết kế truyền thống, các đầu cuối 121 tất cả đều nằm trong lớp đơn nằm trong từng chùm 122, nhờ đó tạo ra các đầu cuối 121 mà tất cả có chiều dài đầu cuối tổng thể như nhau. Thêm nữa, tất cả các chùm 122 đều có việc định hướng đầu cuối phẳng, lớp đơn này, nên nhờ đó tạo ra các chùm 122 mà tất cả đều có chiều dài chùm tổng thể như nhau. Việc định hướng đầu cuối và chùm thông thường, được thể hiện trên các hình vẽ Fig.6A và Fig.6B tạo ra RVR ít hơn hoặc bằng 99%.

Việc định hướng đầu cuối và chùm “siêu bó” của các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B cũng là tương phản với việc định hướng đầu cuối và chùm “vùng chết” như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.7A và Fig.7B. Trong thiết kế “vùng chết”, các đầu cuối 121 nằm trong chùm 122 hoặc là nằm phẳng trong lớp đơn hoặc là có việc định hướng đầu cuối được phân lớp. Nó có nghĩa là không phải tất cả các đầu cuối 121 đều có cùng một chiều dài đầu cuối tổng thể giống nhau do ít nhất một số chùm trong các chùm 122 có việc định hướng đầu cuối được phân lớp tạo thành các chiều dài đầu cuối tổng thể khác biệt. Thêm nữa, các chùm 122 có các chiều dài chùm tổng thể khác biệt của các việc định hướng đầu cuối khác nhau (lớp đơn hoặc được tạo lớp) được sử dụng trong số các chùm 122. Việc định hướng đầu cuối và chùm “vùng chết” được thể hiện trên các hình Fig.7A và Fig.7B tạo ra RVR lớn hơn 99% nhưng ít hơn 110%.

Như được ghi chú ở trên, lớp gia cường 120 của ống mềm chịu áp lực 100 được mô tả ở đây có RVR lớn hơn hoặc bằng 110%, và trị số RVR này được thu bằng cách sử dụng các việc định hướng đầu cuối và chùm “siêu bó” như được minh họa trên các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B. Trong khi thiết kế “siêu bó” được ưu tiên yêu cầu các chùm giống nhau, thì việc định hướng đầu cuối cụ thể được sử dụng nằm trong từng chùm nói chung là không bị hạn chế, tạo ra việc định hướng đầu cuối được phân lớp được sử dụng.

Các hình từ Fig.3A đến Fig.3E đưa ra các ví dụ về các việc định hướng đầu cuối được phân lớp có thể được sử dụng trong thiết kế “siêu bó”.

Bên cạnh số lớp và số các đầu cuối cho mỗi lớp, một đặc tính khác của việc định hướng đầu cuối nằm trong chùm có thể được thay đổi chứa đường kính của các đầu cuối trong chùm và độ bền kéo của các đầu cuối nằm trong chùm. Với tham khảo tới các hình Fig.8A và Fig.8B, việc định hướng đầu cuối được phân nhiều lớp thích hợp để sử dụng trong thiết kế “siêu bó” minh họa cách mà đường kính của các đầu cuối 121 có thể thay đổi nằm trong chùm 122. Cụ thể là, Fig.8A minh họa các đầu cuối 121a tại một trong hai cạnh của chùm 122 có đường kính nhỏ hơn đường kính của các đầu cuối 121b tại phần ở giữa của chùm 122, trong khi Fig.8B minh họa các đầu cuối 121a, 121b, và 121c có các đường kính lớn dần từ các cạnh của chùm 122 về phía phần giữa của chùm 122. Mặc dù không được thể hiện, nhưng các biến thể khác trong đường kính đầu cuối nằm trong chùm cũng có thể được sử dụng, như các đầu cuối có đường kính lớn hơn tại các cạnh của chùm và các chùm có đường kính nhỏ hơn tại phần giữa của chùm, các đầu cuối có đường kính nhỏ hơn trong lớp thấp hơn với các đầu cuối có đường kính cao hơn trong lớp cao hơn, các đầu cuối có đường kính lớn hơn trong lớp thấp hơn với các đầu cuối có đường kính nhỏ hơn trong lớp cao hơn, và việc lựa chọn ngẫu nhiên của các đầu cuối có đường kính lớn và nhỏ qua suốt việc định hướng đầu cuối của chùm.

Với tham khảo tới các hình Fig.9A và Fig.9B, việc định hướng đầu cuối được phân nhiều lớp thích hợp để sử dụng trong thiết kế “siêu bó” minh họa cách mà độ bền kéo của các đầu cuối 121 có thể thay đổi nằm trong chùm 122. Cụ thể là, Fig.9A minh họa các đầu cuối 121a tại một trong hai cạnh của chùm 122 có độ bền kéo thấp hơn độ bền kéo của các đầu cuối 121b tại phần ở giữa của chùm 122, trong khi Fig.9B minh họa các đầu cuối 121a, 121b, và 121c có các độ bền kéo tăng dần từ các cạnh của chùm 122 về phía phần giữa của chùm 122. Mặc dù không được thể hiện, nhưng các biến thể khác trong nằm trong chùm cũng có thể được sử dụng, như các đầu cuối có độ bền kéo cao hơn tại các cạnh của chùm và các chùm có độ bền kéo thấp hơn tại phần giữa của chùm, các đầu cuối có độ bền kéo thấp hơn trong lớp thấp hơn với các đầu cuối có độ bền kéo cao hơn trong lớp cao hơn, các đầu cuối có độ bền kéo cao hơn trong lớp thấp hơn với

các đầu cuối có độ bền kéo thấp hơn trong lớp cao hơn, và việc lựa chọn ngẫu nhiên của các đầu cuối có độ bền kéo thay đổi qua suốt việc định hướng đầu cuối của chùm.

Tổ hợp bất kỳ của các đầu cuối có đường kính thay đổi và các đầu cuối có độ bền kéo thay đổi đã được thảo luận ở trên cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, việc định hướng đầu cuối có thể có các đầu cuối đường kính nhỏ hơn với độ bền kéo thấp hơn tại các cạnh của chùm và các đầu cuối đường kính lớn hơn với độ bền kéo cao hơn tại phần giữa của chùm.

Đề cập ngược lại Fig.1, ống mềm chịu áp lực 100 được thể hiện có lớp gia cường đơn lớp 120. Tuy nhiên, cần chú ý rằng ống mềm chịu áp lực 100 có thể chứa lớp gia cường 120 được tạo thành từ nhiều lớp. Theo một số phương án thực hiện, hai hoặc ba lớp tạo nên lớp gia cường 120, một lớp ở trên đỉnh của lớp kia, nhưng nhiều hơn lớp gia cường cũng có thể được thực hiện. Khi nhiều lớp được sử dụng cho lớp gia cường 120, các lớp riêng rẽ được thiết kế với sự tương thích cơ học cụ thể để tương tác theo cách tối ưu hóa việc tải. Kết quả là, ma sát là dễ thấy cho các vật liệu mà tại đó ứng suất hai trục tác động mạnh mẽ lên độ bền kéo (*ví dụ*, dây thép).

Khi lớp gia cường nhiều lớp được cung cấp, lớp ma sát polyme có thể được tạo ra làm lớp trung gian giữa các lớp liền kề của lớp gia cường, mặc dù lớp ma sát polyme này là không cần thiết. Vật liệu của lớp ma sát polyme, nếu được sử dụng, có thể tương tự hoặc giống như các vật liệu được sử dụng cho lớp ống 110 hoặc lớp che phủ 130 như được mô tả ở đây, và độ dày của lớp ma sát polyme có thể trong khoảng giới hạn 0,1 mm tới 2,5 mm.

Theo một số phương án thực hiện, mỗi lớp trong các lớp của nhiều lớp gia cường đa lớp 120 của ống mềm chịu áp lực sử dụng thiết kế “siêu bó” để đảm bảo RVR của từng lớp riêng rẽ là lớn hơn 110%. Trị số RVR có thể được tính toán cho từng lớp sử dụng cùng các phương pháp được mô tả ở trên, và RVR của lớp gia cường bao gồm nhiều lớp có thể là trung bình của các trị số RVR của từng lớp tạo nên lớp gia cường. Khi trị số RVR trung bình được sử dụng cho lớp gia cường đa lớp, thì có thể cho lớp đơn có trị số RVR ít hơn 110% trong khi vẫn tạo ra lớp gia cường đa lớp có RVR lớn hơn 110% (và do đó đáp ứng việc có “thiết kế siêu bó”).

Theo phương án thực hiện cụ thể của ống mềm chịu áp lực được bộc lộ ở đây, lớp gia cường 120 của ống mềm 100 có các dấu hiệu cụ thể của lớp gia cường đơn lớp 120 trong đó RVR của lớp gia cường 120 là lớn hơn 126%. Thiết kế cụ thể này tạo ra các đặc tính hiệu quả hoạt động đáp ứng hoặc vượt quá các đặc tính của các ống mềm chịu áp lực đã biết từ trước, bằng cách, ví dụ là, tạo ra nhiều vật liệu bên nằm trong thể tích tương tự.

Như được ghi chú ở trên, lớp gia cường 120 được tạo thành từ lớp đơn của các chùm được bên theo các đường đỉnh ốc theo chiều kim đồng hồ và ngược chiều kim đồng hồ quanh lớp ống 110. Cấu trúc lớp đơn này có thể làm đơn giản hóa việc sản xuất và làm giảm kích cỡ tổng thể của ống mềm chịu áp lực, cũng như làm giảm các giá thành vật liệu và loại bỏ các sự phức tạp có thể xuất hiện từ tương tác giữa nhiều lớp của lớp gia cường. Tuy nhiên, do trị số lớn hơn 126% RVR của lớp gia cường đơn lớp, nên hiệu quả hoạt động của ống mềm không bị loại bỏ dù có thiết kế được đơn giản hóa của nó.

Theo phương án thực hiện cụ thể được thảo luận ở trên, RVR của lớp gia cường đơn lớp 120 là lớn hơn 126%, và tốt hơn nếu lớn hơn 133%. Giới hạn trên RVR của lớp gia cường đơn lớp nói chung là không bị hạn chế, nhưng theo một số phương án thực hiện, có thể ở trong khoảng giới hạn khoảng 160%.

Theo một số phương án thực hiện, khoảng giới hạn RVR lớn hơn 126% nói chung là có thể được hoàn thành bằng cách tạo ra nhiều vật liệu bên hơn trong thể tích tương tự với các ống mềm đã biết trước đó. Mặc dù số các biến có thể được điều chỉnh để tạo ra lớp gia cường đơn lớp với RVR lớn hơn 126%, nhưng theo một số phương án thực hiện, việc tăng của số các đầu cuối trong các chùm tạo nên lớp gia cường và/hoặc việc tăng trong đường kính của các đầu cuối là phần đóng góp cơ bản vào trị số RVR được tăng. Như có thể thấy trong các phương trình 2 và 3 được tạo ra từ trước, cả số các đầu cuối và đường kính của các đầu cuối là các trị số xuất hiện trong tử số của các phương trình, do đó thể hiện cách mà việc tăng trong một trong hai hoặc cả hai trị số này sẽ làm tăng trị số RVR. Theo một số phương án thực hiện, số các đầu cuối là lớn hơn 12, và tốt hơn nếu là lớn hơn hoặc bằng 14. Theo một số phương án thực hiện, đường kính của các đầu cuối là trong khoảng giới hạn từ 0,25 mm tới 0,33 mm.

Theo phương án thực hiện cụ thể khác của ống mềm chịu áp lực được bộc lộ ở đây, lớp gia cường 120 của ống mềm 100 có các dấu hiệu cụ thể của lớp gia cường hai lớp 120 trong đó cả hai lớp đều có thay đổi chiều dài âm, thuần. Thay đổi chiều dài âm, thuần đề cập tới cách mà theo đó chiều dài của lớp trở nên nhỏ hơn khi ống mềm chịu áp lực, và do đó theo phương án thực hiện cụ thể này, cả hai lớp của lớp gia cường được tạo cấu hình sao cho khi ống mềm chịu áp suất, thì chiều dài tổng thể của các lớp sẽ giảm.

Việc xem liệu lớp của lớp gia cường 120 trải qua thay đổi chiều dài âm, thuần hoặc thay đổi chiều dài dương, thuần dưới áp suất sẽ được xác định bởi góc bện Θ của các chum được sử dụng trong lớp, và cụ thể là xem liệu góc bện Θ là lớn hơn hay nhỏ hơn góc trung tính cho ống mềm này. Liên quan tới các ống mềm chịu áp lực như được mô tả ở đây, góc trung tính là $54^\circ 44'$, và các góc bện Θ ít hơn $54^\circ 44'$ làm cho chiều dài của lớp giảm dưới áp suất (với việc tăng tương ứng trong đường kính của lớp), trong khi các góc bện Θ lớn hơn $54^\circ 44'$ làm cho chiều dài của lớp tăng dưới áp suất (với việc giảm tương ứng trong đường kính của lớp). Do đó, với phương án thực hiện cụ thể được mô tả ở đây, cả hai lớp của lớp gia cường 120 đều có góc bện Θ ít hơn $54^\circ 44'$ để đảm bảo việc thay đổi chiều dài âm, thuần dưới áp suất trong cả hai lớp.

Trong khi góc bện Θ cho cả hai lớp của lớp gia cường là ít hơn $54^\circ 44'$, thì góc bện Θ của lớp bên trong là nhỏ hơn góc bện Θ của góc bên ngoài. Theo một số phương án thực hiện, quan hệ giữa góc bện Θ của lớp bên trong và góc bện của lớp bên ngoài Θ là sao cho góc bện Θ của lớp bên trong là khoảng 94% của góc bện Θ của lớp bên ngoài. Theo một số phương án thực hiện, góc bện Θ của lớp bên trong là trong khoảng giới hạn từ khoảng 49° tới khoảng 53° , trong khi góc bện Θ của lớp bên ngoài là từ khoảng 52° tới khoảng $54^\circ 44'$. Theo một ví dụ để làm ví dụ, và không làm hạn chế, góc bện Θ của lớp bên trong là khoảng 50° và góc bện Θ của lớp bên ngoài là khoảng 54° .

Đề cập ngược lại Fig.1, ống mềm chịu áp lực 100 bao gồm lớp che phủ 130 được áp dụng bên trên lớp gia cường 120. Lớp che phủ 130 có thể được tạo thành một cách trực tiếp trên lớp gia cường 120, tức là, không có vật liệu (các vật liệu) hoặc lớp (các lớp) trung gian bất kỳ nào giữa lớp gia cường 120 và lớp che phủ 130. Theo cách khác, vật liệu (các vật liệu) hoặc lớp (các lớp) trung gian có thể được tạo ra giữa lớp gia cường

120 và lớp che phủ 130, như làm lớp hoặc vật liệu thúc đẩy sự kết dính của lớp che phủ 130 vào lớp gia cường 120.

Đường kính bên trong của lớp che phủ 130, đường kính bên ngoài của lớp che phủ 130, và độ dày của lớp che phủ 130 (tức là, khoảng cách giữa đường kính bên trong và đường kính bên ngoài của lớp che phủ) nói chung là không bị giới hạn, và có thể được chọn dựa trên ứng dụng cụ thể mà ống mềm chịu áp lực sẽ được sử dụng cho nó. Khi không có lớp trung gian nào được cung cấp giữa lớp gia cường 120 và lớp che phủ 130, thì lớp che phủ 130 nói chung là sẽ có đường kính trong xấp xỉ bằng đường kính bên ngoài của lớp gia cường 120. Theo một số phương án thực hiện, đường kính bên trong của lớp che phủ 130 có thể ở trong khoảng giới hạn từ 6 mm đến 153 mm, như từ 13 mm đến 25 mm. Độ dày của lớp che phủ 130 có thể ở trong khoảng giới hạn từ 0,125 mm tới 6 mm, như từ 0,75 mm tới 2 mm.

Vật liệu của lớp che phủ 130 nói chung là cũng không bị hạn chế, và có thể là vật liệu thích hợp bất kỳ cho lớp che phủ ở bên ngoài của ống mềm chịu áp lực. Các loại chung của vật liệu thích hợp để sử dụng làm vật liệu của lớp che phủ này bao gồm cao su, nylon, và nhựa. Các ví dụ cụ thể của vật liệu cao su là loại thích hợp để sử dụng bao gồm cao su tự nhiên, cao su nitril (NBR), cao su styren-butadien (SBR), các phối trộn nitril vinyl (ví dụ, NBR/PVC), polyetylen được clorua hóa (chlorinated polyethylene - CPE), và polyetylen được sulphonat, được clorua hóa (chlorinated sulfonated polyethylene - CSM). Các ví dụ cụ thể của vật liệu nhựa là thích hợp để sử dụng bao gồm polyuretan (PU), polyamit (PA), poly vinyl clorua (PVC), polyetylen terephthalat (PET), và poly propylen (PP). Các loại chung khác của vật liệu có thể được sử dụng cho lớp che phủ 130 bao gồm các chất đàn hồi như TPV, các tấm kim loại mỏng, các cấu trúc kim loại mềm dẻo, các cấu trúc bổ sung, và các lớp bổ sung của các sợi được bện (ví dụ, thủy tinh, polyme, hoặc kim loại).

Theo một số phương án thực hiện, như khi vật liệu của lớp che phủ 130 là cao su, thì vật liệu của lớp che phủ 130 là không có hoặc về cơ bản là không có chất độn “trắng”. Nói chung, vật liệu cao su có thể được độn với chất độn “đen” và/hoặc chất độn “trắng”. Chất độn đen đề cập tới các chất độn tạo ra cấu trúc và sự tăng cường cho các tính chất vật lý của cao su. Chất độn đen làm ví dụ là cacbon đen. Chất độn trắng đề cập tới các

chất độn được sử dụng để cân bằng các phản ứng hóa học trong quy trình nhiệt rắn và/hoặc để tăng thể tích. Các chất độn trắng làm ví dụ chứa đất sét và đá talc. Vật liệu được sử dụng cho lớp che phủ 130 có thể chứa chất độn đen ở lượng thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện, vật liệu của lớp che phủ 130 là không có các chất độn trắng hoặc về cơ bản là không có các chất độn trắng. Như được sử dụng ở đây liên quan tới lượng chất độn trắng, về cơ bản là không có nghĩa là ít hơn 5% khối lượng của lớp che phủ.

Bề mặt bên trong và/hoặc bề mặt bên ngoài của lớp che phủ 130 tùy chọn có thể được xử lý và/hoặc được phủ để tạo ra cho các bề mặt bên trong và/hoặc bên ngoài các tính chất mong muốn khác nhau. Ví dụ, bề mặt bên trong có thể được xử lý hoặc được phủ sao cho lớp che phủ 130 tốt hơn là gắn vào lớp gia cường 120. Bề mặt bên ngoài có thể được xử lý hoặc được phủ để làm ra lớp che phủ 130 chống chịu tốt hơn và/hoặc không thấm với môi trường mà nó được sử dụng trong đó. Theo một số phương án thực hiện, bề mặt bên ngoài của lớp che phủ 130 được cung cấp với vecni hoặc cao su hoặc nhựa (ví dụ, vecni là UHMWPE). Theo một số phương án thực hiện, việc xử lý cơ học, như các ấn lõm theo đường đỉnh ốc, được áp dụng vào bề mặt bên ngoài để trợ giúp việc uốn.

Trong khi Fig.1 minh họa ống mềm chịu áp lực 100 chứa lớp che phủ đơn 130, cần hiểu rằng ống mềm chịu áp lực 100 có thể chứa nhiều hơn một lớp che phủ 130. Nói cách khác, lớp che phủ 130 có thể là cấu trúc composit được tạo nên từ hai hoặc hơn hai lớp được sắp đồng tâm. Mỗi lớp của lớp che phủ nhiều lớp 130 có thể được tạo nên từ cùng một vật liệu, cùng một vật liệu gốc với các hàm lượng chất độn khác nhau, các việc xử lý bề mặt, v.v., hoặc các lớp khác nhau của lớp che phủ nhiều lớp 130 có thể được tạo thành từ các vật liệu khác nhau, như bằng cách tạo ra một hoặc nhiều lớp gốc nhựa và một hoặc nhiều lớp gốc cao su. Lớp che phủ được tạo nhiều lớp 130 có thể được sử dụng để tạo ra các đặc tính khác nhau cho lớp che phủ có thể được mong muốn, dựa trên áp dụng nhắm tới cụ thể cho ống mềm chịu áp lực 100, như độ bền được cải thiện, khả năng chống ăn mòn được cải thiện với môi trường bên ngoài mà ống mềm cần được sử dụng ở trong đó, v.v.

Việc sử dụng của cấu hình bện ‘siêu bó’ được mô tả ở đây cho phép đạt được các cải thiện trong các việc dùng đầu cuối của sản phẩm. Trước khi đi vào các ứng dụng của khách hàng, các đầu cuối của sản phẩm thường yêu cầu việc áp dụng của cụm ghép nối để tạo ra việc bít kín với môi trường, để làm cho vật liệu được tạo áp suất nằm trong ống mềm chịu áp lực được giữ lại. Cụm ghép nối cũng tạo ra cơ chế để gắn vào trong hệ thống của khách hàng. Cụm ghép nối có thể được áp dụng thông qua việc nén của cụm vào sản phẩm ống mềm với việc gia cường bện tạo ra đáp ứng được bình thường hóa với việc nén. Với kết cấu ‘siêu bó’ được mô tả ở đây, có thể tối ưu hóa các điều kiện nén của cụm ghép nối để cải thiện chức năng của phần bít kín áp suất để loại bỏ các lỗi như việc rò rỉ của môi trường từ ống quanh phần ghép nối, và các phần khác. Mật độ thể tích cao hơn của việc bện ‘siêu bó’ còn tạo ra các cải tiến khác chống lại việc rò rỉ được gây ra bởi áp suất của ống vào trong các lớp gia cường và che phủ bằng cách tạo ra nhiều đường ngoằn ngoèo cho môi trường bị dịch chuyển bất kỳ khi di chuyển để đi ra môi trường.

Cách sản xuất ống mềm được mô tả ở đây, bao gồm cách sản xuất lớp gia cường, nói chung là không bị hạn chế. Theo một số phương án thực hiện, việc sản xuất ống mềm chịu áp lực bắt đầu với ống ở bên trong, vốn có thể được tạo thành mà không có lỗi, bằng cách đùn, hoặc trên các lõi mềm dẻo hoặc rắn với việc đùn, cán, hoặc bọc. Do có việc đỡ được tạo ra bởi lớp gia cường, nên các lớp ống mỏng hơn là khả thi. Đến lượt nó, nó có nghĩa là các vật liệu ống thay thế có thể được phủ trên lõi hoặc một cách trực tiếp ở bên trong của lớp gia cường hiện đã được tạo thành bằng cách đùn, phủ chất lỏng, hoặc bằng các phương pháp ít phổ thông hơn như phủ bột phun.

Các chùm cho lớp gia cường có thể được mua ở dạng các bobin được quấn từ trước với số các đầu cuối thích hợp, hoặc được tạo ra sử dụng các máy quấn để sử dụng nhiều nhiều ống dây cáp theo cấu hình thích hợp của các đầu cuối cho thiết kế. Việc bện của lớp gia cường thường được thực hiện bởi các quy trình bện thông thường như các quay và cọc dây trong các cấu hình 2x2 và 3x3 trong đó các bobin được đặt lên trên từng bộ phận trong các bộ phận mang máy. Các máy bện có thể được sắp xếp theo cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang. Bản chất của thiết kế siêu bó cho phép lớp gia cường được mô tả ở đây được tạo ra trên các loại máy bện khác nhau với các cấu hình khác nhau.

Các việc bện siêu bó cũng có thể được kết hợp với các sợi được cán hoặc được bọc, tạo tấm polyme, tạo tấm kim loại, hoặc các vải hoặc các dây được tạo dạng xoắn ốc.

Các lớp che phủ (và các lớp ma sát tùy chọn) có thể được áp dụng thông qua việc đun chữ thập, cán, hoặc bao bọc. Nhiều quy trình khác cũng có thể được sử dụng, như phủ chất lỏng, phun, hoặc phủ bột.

Khi các vật liệu rắn nhiệt hoặc lưu hóa được sử dụng trong quy trình sản xuất, thì ống mềm có thể được xử lý không được che phủ (tùy chọn với chất bôi trơn) hoặc được che phủ trong các nhựa hoặc các vải. Việc lưu hóa thường được hoàn thành với việc áp dụng của hơi nước được tạo áp suất. Tuy nhiên các phương tiện khác của việc gia nhiệt như đối lưu không khí nóng, các tầng sôi của các muối hoặc môi trường khác, phơi ra trước hồng ngoại, vi sóng, v.v. cũng có thể được sử dụng. Khi cần, lõi được tách bởi các chất lưu được tạo áp suất, được kéo qua khuôn, hoặc các phương pháp khác và các tổ hợp của chúng.

Ống mềm chịu áp lực được mô tả ở đây có thể tạo ra các lợi thế cho sản phẩm như bằng cách làm giảm khối lượng (lên tới 40%), làm giảm bán kính uốn tối thiểu (lên tới 70%), và/hoặc tăng độ mềm dẻo (bằng cách làm giảm lực để uốn lên tới 30%). Cải thiện bất kỳ hoặc tất cả các cải thiện trong số các cải thiện này có thể được sử dụng để cải thiện chức năng của tất cả các vật liệu. Các vật liệu giá thấp hơn, phổ biến hơn có thể được sử dụng để áp dụng cho khoảng rộng hơn của các ứng dụng, và các vật liệu hiệu năng cao có thể được sử dụng để mở rộng việc ứng dụng của các sản phẩm được bện tới các phạm vi mới, mà chúng chưa được phục vụ trước kia. Có thể đạt được một số ưu điểm hoặc tất cả các ưu điểm trong số các ưu điểm này trong khi sử dụng số các lớp gia cường được bện, được giảm, từ các sản phẩm hiện có. Đạt được việc tăng trong các khả năng thủy tĩnh và áp suất xung lực được thể hiện bởi các ống mềm chịu áp lực được mô tả ở đây với hiệu quả hoạt động của sản phẩm ổn định, bên trên các yêu cầu tối thiểu, không giống như các sản phẩm đã biết trước đó.

Các cải thiện trong hiệu quả hoạt động áp suất ống mềm có thể được hoàn thành bởi dạng hình học siêu bó được mô tả ở đây, đưa ra tỉ lệ diện tích bề mặt so với thể tích cao hơn cho việc kết dính được cải thiện thông qua vướng mắc cơ học, cùng với các tính chất cơ học của siêu bó làm giảm các khuyết tật xử lý, và mật độ làm giảm các chế độ

lỗi áp dụng như lỗi thổi của vật liệu ống, và sự rò rỉ ghép nối. Do mật độ sợi lớn hơn của dạng hình học siêu bó, nên có thể đạt được chức năng được cải thiện của giao diện ghép nối ống mềm, vốn tạo ra khả năng chống rò rỉ được tăng cường trong suốt chu kỳ nhiệt và khả năng chống cháy được cải thiện. Thêm nữa, công nghệ được mô tả ở đây có thể trợ giúp hầu hết tất cả các không gian ứng dụng cho việc vận chuyển chất lưu mềm dẻo thông qua việc áp dụng của các biến thể được mô tả trong việc tạo kết cấu ống và phân che phủ.

Các ví dụ

Ống mềm chịu áp lực được tạo ra với công nghệ siêu bó như được mô tả ở đây cho phép ống mềm đáp ứng các tiêu chuẩn về hiệu quả hoạt động trong khi đưa ra các lợi ích áp dụng bổ sung. Ví dụ, tiêu chuẩn SAE J517 100R2 (2009 và về sau này) chỉ rõ sản phẩm sử dụng 2 việc bện sợi thép để đạt được các áp suất được liệt kê trong bảng 1. Việc sử dụng công nghệ siêu bó được mô tả ở đây, đáp ứng tiêu chuẩn SAE J517 100R2 là khả thi với 1 việc bện sợi thép. Các yêu cầu về áp suất này là chung cho các tiêu chuẩn công nghiệp toàn cầu khác như EN 857 2SC, và ISO 11237. Trong bảng 1 bên dưới, mẫu 1 thể hiện ống mềm chịu áp lực được xây dựng với lớp gia cường siêu bó như được mô tả ở đây, trong khi mẫu 2, mẫu 3 và mẫu 4 thể hiện các ống mềm chịu áp lực đã biết từ trước, không tích hợp lớp gia cường siêu bó.

ID	WP (Áp suất làm việc - Working Pressure)		MBR (Bán kính uốn tối thiểu - Minimum Bend Radius)				Các chu kỳ xung lực (Tại 133% WP)	
Nom	Mẫu 1	Các mẫu 2, 3, và 4	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4	Mẫu 1	Các mẫu 2, 3, và 4
0,15875cm (1/16")	PSI	PSI	In	in	in	in	Số chu kỳ	Số chu kỳ
4	5800	5,800	2	4	3	2	600000	200000
6	4800	4785	2,5	5	3,5	2,5	600000	200000
8	4000	3990	3,5	7	5,1	3,5	600000	200000
10	3625	3625	4	8	6,75	4	600000	200000
12	3125	3125	4,75	9,5	8	4,75	600000	200000
16	2400	2400	6	11,8	10	6	600000	200000

Bảng 1

Bên cạnh các cải thiện hiệu quả hoạt động được cải tiến nêu trên so với các ống mềm chịu áp lực đã biết từ trước, ống mềm mẫu 1 được sản xuất theo các phương án thực hiện được mô tả ở đây tạo ra lợi ích bổ sung của khối lượng nhẹ hơn và lực uốn nhẹ hơn, như được minh họa trong bảng 2. Bảng 2 cung cấp một cách cụ thể so sánh của ống mềm mẫu 1 được sản xuất theo các phương án thực hiện được mô tả ở đây so với các ống đã biết mẫu 5 và mẫu 6 không áp dụng thiết kế siêu bó.

Kích cỡ	Việc giảm khối lượng		Lực để uốn
	Mẫu 5 so với mẫu 1	Mẫu 6 so với mẫu 1	Mẫu 6 so với mẫu 1
8	-32,8%	-17,8%	-14%

Bảng 2

Các ống mềm chịu áp lực được mô tả ở đây tích hợp lớp gia cường siêu bó có thể thể hiện hiệu quả hoạt động áp suất rất cao mà trước kia, về cơ bản là gặp ở các công nghệ gia cường khác như sợi xoắn ốc. Tuy nhiên, các sản phẩm siêu bó trong các không gian ứng dụng này có thể tạo ra các lợi ích ứng dụng như bán kính uốn tối thiểu nhỏ hơn, tiết kiệm khối lượng lớn hơn, và các cải thiện về độ mềm dẻo khi so sánh với các sản phẩm được bệnh đã biết trước đó.

Từ phần nêu trên, sẽ thấy rằng các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế đã được mô tả ở đây cho các mục đích minh họa, nhưng các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra mà không tách khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế. Theo đó, sáng chế không bị hạn chế, ngoại trừ việc được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mặc dù công nghệ đã được mô tả theo ngôn ngữ là cụ thể hóa cho các cấu trúc và/hoặc các vật liệu cụ thể, nhưng cần hiểu rằng sáng chế được xác định trong các yêu cầu bảo hộ kèm theo không nhất thiết bị hạn chế vào các cấu trúc và các vật liệu cụ thể đã được mô tả. Thay vào đó, các khía cạnh cụ thể đó được mô tả dưới dạng cách thức thực hiện sáng chế. Do nhiều phương án thực hiện của sáng chế có thể được thực hiện mà không tách khỏi tinh thần và phạm vi bảo hộ của sáng chế, nên sáng chế chỉ bị hạn chế bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo đây.

Nếu không được nói theo cách khác, thì tất cả các con số hoặc các biểu diễn, như các phần thể hiện các kích thước, các đặc điểm vật lý, v.v., mà được sử dụng trong bản mô tả này (ngoại trừ các điểm yêu cầu bảo hộ), là cần được hiểu là “xấp xỉ” trong tất cả

các trường hợp. Ít nhất, chứ không nhằm giới hạn phạm vi áp dụng của các phương án tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ, thì mỗi thông số bằng số, được trích dẫn trong bản mô tả hoặc các điểm yêu cầu bảo hộ được thể hiện là “xấp xỉ” nên được hiểu với những chữ số có nghĩa được nêu và bằng cách áp dụng các kỹ thuật làm tròn. Ngoài ra, tất cả các khoảng được bộc lộ ở đây cũng cần được hiểu là bao trùm, và hỗ trợ cho các điểm yêu cầu bảo hộ viện dẫn đến các khoảng con bất kì hoặc các giá trị riêng lẻ bất kì được gộp trong đó. Ví dụ, một khoảng được nêu là từ 1 đến 10 thì cần được hiểu là bao gồm, và hỗ trợ cho các điểm yêu cầu bảo hộ mà viện dẫn đến, các khoảng con bất kì hoặc các giá trị riêng lẻ bất kì mà nằm giữa và/hoặc kể cả giá trị nhỏ nhất là 1 và giá trị lớn nhất là 10; tức là, tất cả các khoảng con bắt đầu với giá trị nhỏ nhất là 1, hoặc lớn hơn, và kết thúc với giá trị lớn nhất là 10, hoặc nhỏ hơn, (ví dụ, 5,5 đến 10, 2,34 đến 3,56, v.v.) hoặc các giá trị bất kì từ 1 đến 10 (ví dụ, 3, 5,8, 9,9994, v.v.).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống mềm chịu áp lực bao gồm:

lớp ống định ra đường dẫn ở bên trong của ống mềm chịu áp lực;

lớp gia cường đơn lớp được bố trí lên trên lớp ống, lớp gia cường đơn lớp bao gồm:

nhiều chùm được bện lại với nhau xung quanh lớp ống, mỗi chùm trong số các chùm bao gồm nhiều hơn hoặc bằng 14 đầu cuối;

trong đó lớp gia cường đơn lớp có tỉ lệ thể tích gia cường (reinforcement volumetric ratio - RVR) lớn hơn hoặc bằng 126%; và

lớp che phủ được bố trí lên trên lớp gia cường.

2. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó RVR là lớn hơn hoặc bằng 133%.

3. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó lớp ống bao gồm vật liệu polyme, vật liệu nhựa, vật liệu cao su, hoặc các tổ hợp của chúng.

4. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 3, trong đó lớp ống bao gồm ít hơn 5% khối lượng chất độn trắng.

5. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp ống là trong khoảng giới hạn từ 1,25 mm đến 13 mm.

6. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó các đầu cuối bao gồm vật liệu kim loại, vật liệu vải dệt, vật liệu nhựa, vật liệu polyme, vật liệu vô định hình, vật liệu tinh thể, vật liệu gốm, hoặc tổ hợp của chúng.

7. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó các đầu cuối bao gồm sợi cacbon.

8. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó các đầu cuối trong từng chùm bao gồm nhóm các đầu cuối thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai, và vật liệu của nhóm các đầu cuối thứ nhất là khác với vật liệu của nhóm các đầu cuối thứ hai.

9. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 8, trong đó nhóm các đầu cuối thứ nhất được tạo thành từ sợi cacbon và nhóm các đầu cuối thứ hai được tạo thành từ thép.

10. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 1, trong đó

các đầu cuối nằm trong từng chùm được sắp xếp theo việc định hướng nhiều lớp sao cho các đầu cuối nằm trong chùm có chiều dài tổng thể thay đổi; và

mỗi chùm trong số nhiều chùm chứa cùng một số các đầu cuối được sắp xếp theo cùng một việc định hướng nhiều lớp sao cho tất cả các chùm trong lớp gia cường có cùng một chiều dài tổng thể.

11. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó đường kính của các đầu cuối trong từng chùm là trong khoảng giới hạn từ 0,2 mm tới 0,5 mm.

12. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó các đầu cuối nằm trong từng chùm có mặt cắt ngang hình tròn, và các đầu cuối được chia thành nhóm các đầu cuối thứ nhất có đường kính thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có đường kính thứ hai lớn hơn đường kính thứ nhất.

13. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 12, trong đó nhóm các đầu cuối thứ nhất có đường kính thứ nhất được định vị gần sát phần bên ngoài của các chùm và nhóm các đầu cuối thứ hai có đường kính thứ hai được định vị gần sát trung tâm của các chùm.

14. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó các đầu cuối được chia thành nhóm các đầu cuối thứ nhất có hình mặt cắt ngang thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có hình mặt cắt ngang thứ hai khác với hình mặt cắt ngang thứ nhất.

15. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó các đầu cuối được chia thành nhóm các đầu cuối thứ nhất có độ bền kéo thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có độ bền kéo thứ hai lớn hơn độ bền kéo thứ nhất.

16. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 15, trong đó nhóm các đầu cuối thứ nhất có độ bền kéo thứ nhất được định vị gần sát phần bên ngoài của các chùm và nhóm các đầu cuối thứ hai có độ bền kéo thứ hai được định vị gần sát trung tâm của các chùm.

17. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó các đầu cuối bao gồm sợi cacbon.

18. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 10, trong đó các đầu cuối được chia thành nhóm các đầu cuối thứ nhất là các đầu cuối sợi cacbon và nhóm các đầu cuối thứ hai là các đầu cuối thép.

19. Ống mềm chịu áp lực bao gồm:

lớp ống định ra đường dẫn ở bên trong của ống mềm chịu áp lực;

lớp gia cường đơn lớp được bố trí lên trên lớp ống, lớp gia cường đơn lớp bao gồm:

nhiều chùm được bện lại với nhau xung quanh lớp ống, mỗi chùm trong số các chùm bao gồm nhiều đầu cuối:

trong đó nhiều đầu cuối trong mỗi chùm được bố trí theo việc định hướng nhiều lớp sao cho các đầu cuối trong chùm có chiều dài tổng thể thay đổi;

trong đó mỗi chùm trong nhiều chùm bao gồm số các đầu cuối giống nhau được sắp xếp theo cùng một việc định hướng nhiều lớp sao cho tất cả các chùm trong lớp gia cường có cùng chiều dài tổng thể; và

trong đó lớp gia cường đơn lớp có tỉ lệ thể tích gia cường (RVR) là lớn hơn hoặc bằng 126%; và

lớp che phủ được bố trí lên trên lớp gia cường.

20. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó số các đầu cuối trong mỗi chùm nhiều hơn hoặc bằng 14.

21. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó đường kính của các đầu cuối trong từng chùm là trong khoảng giới hạn từ 0,2 mm tới 0,5 mm.

22. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó các đầu cuối nằm trong từng chùm có mặt cắt ngang hình tròn, và nhiều đầu cuối bao gồm nhóm các đầu cuối thứ nhất có đường kính thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có đường kính thứ hai lớn hơn đường kính thứ nhất.

23. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 22, trong đó nhóm các đầu cuối thứ nhất có đường kính thứ nhất được định vị gần sát phần bên ngoài của các chùm và nhóm các đầu cuối thứ hai có đường kính thứ hai được định vị gần sát trung tâm của các chùm.

24. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó nhiều đầu cuối bao gồm nhóm các đầu cuối thứ nhất có hình mặt cắt ngang thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có hình mặt cắt ngang thứ hai khác với hình mặt cắt ngang thứ nhất.

25. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó nhiều đầu cuối bao gồm nhóm các đầu cuối thứ nhất có độ bền kéo thứ nhất và nhóm các đầu cuối thứ hai có độ bền kéo thứ hai lớn hơn độ bền kéo thứ nhất.

26. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 25, trong đó nhóm các đầu cuối thứ nhất có độ bền kéo thứ nhất được định vị gần sát phần bên ngoài của các chùm và nhóm các đầu cuối thứ hai có độ bền kéo thứ hai được định vị gần sát trung tâm của các chùm.

27. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó nhiều đầu cuối là nhiều đầu cuối sợi cacbon.

28. Ống mềm chịu áp lực theo điểm 19, trong đó nhiều đầu cuối bao gồm nhóm các đầu cuối thứ nhất là các đầu cuối sợi cacbon và nhóm các đầu cuối thứ hai là các đầu cuối thép.

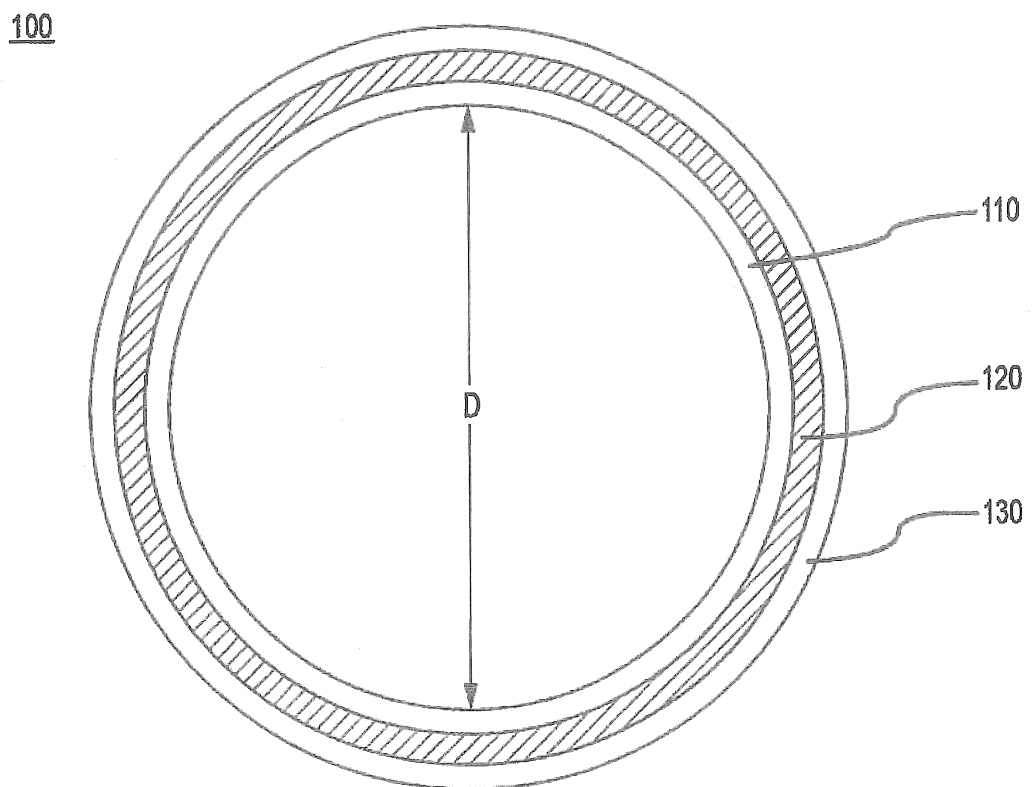


FIG.1

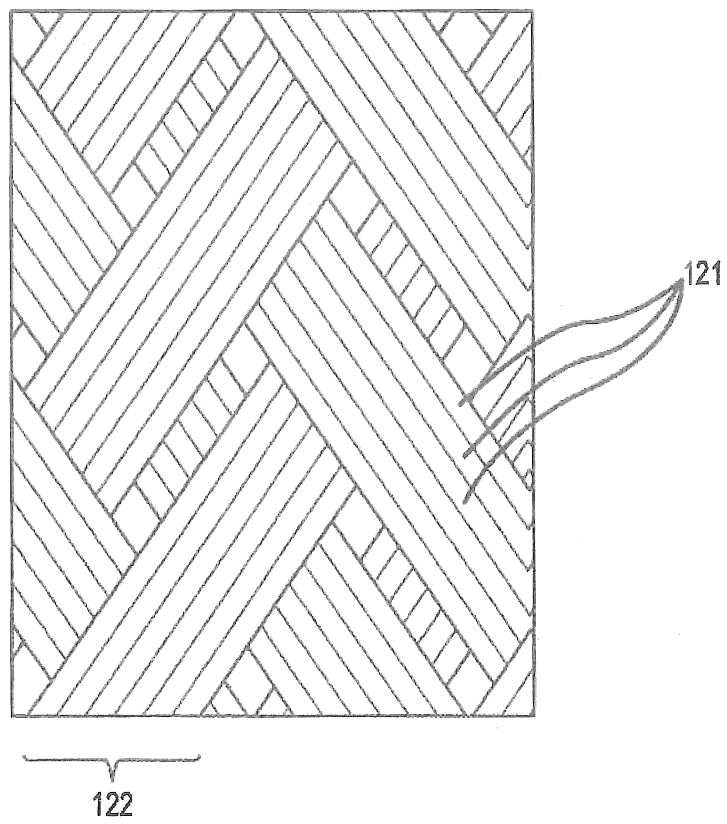


FIG. 2

3/12

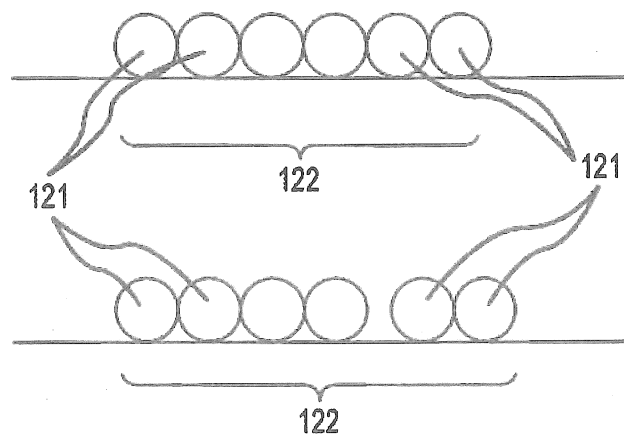


FIG.3A

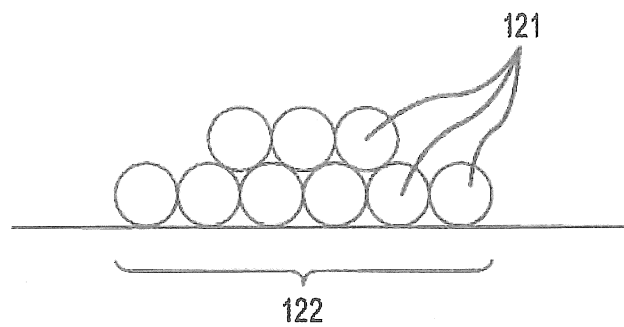


FIG.3B

4/12

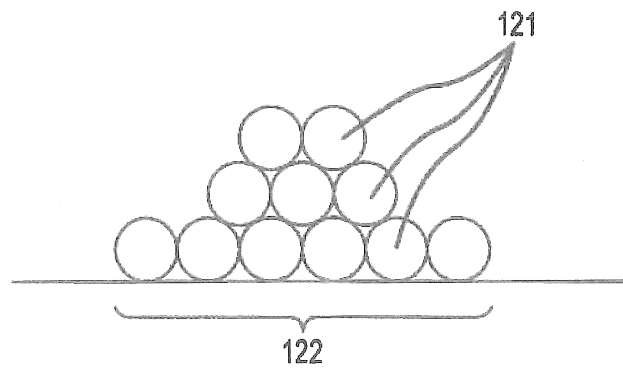


FIG.3C

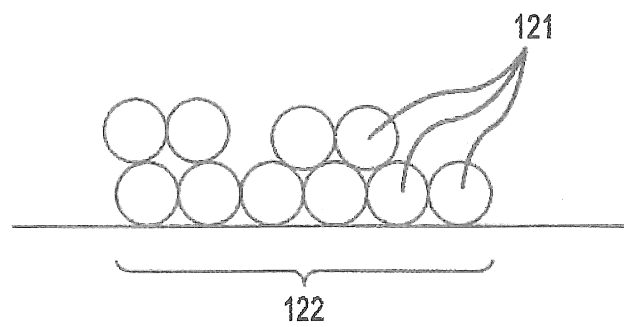


FIG.3D

5/12

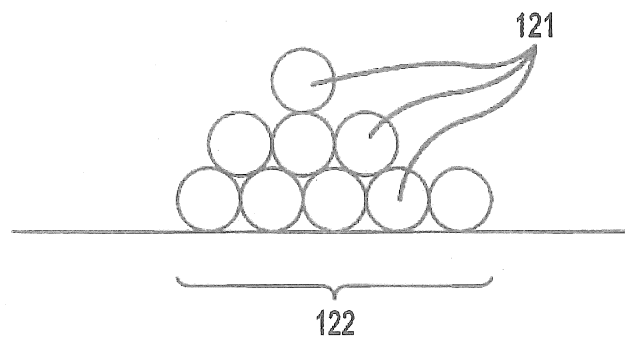


FIG.3E

6/12

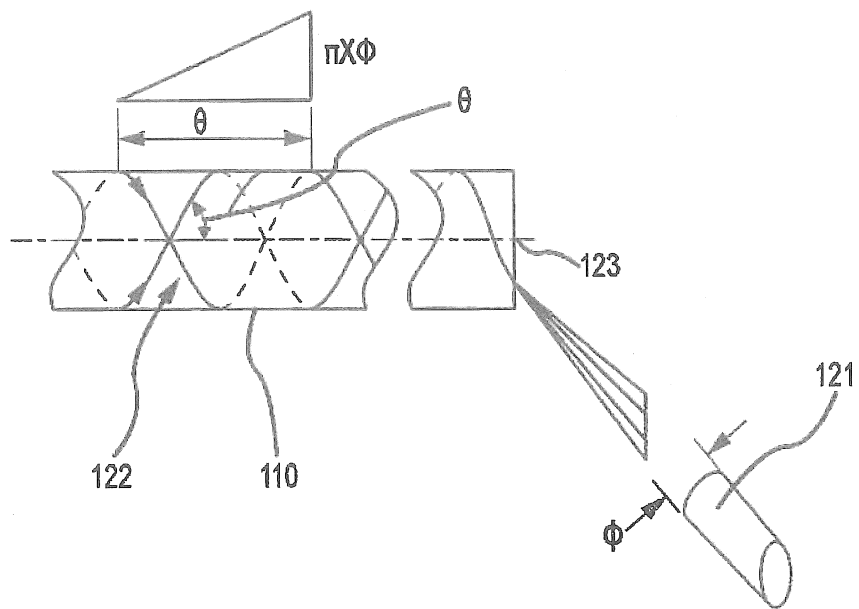


FIG.4A

7/12

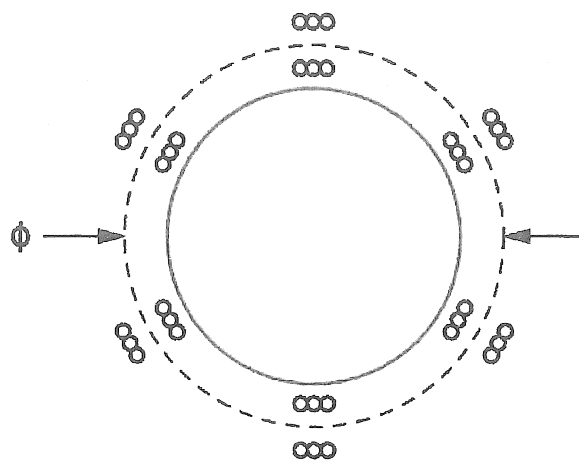


FIG.4B

8/12

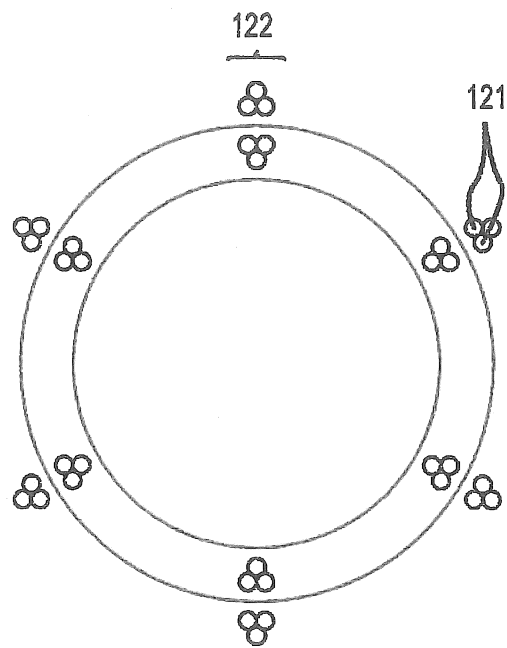
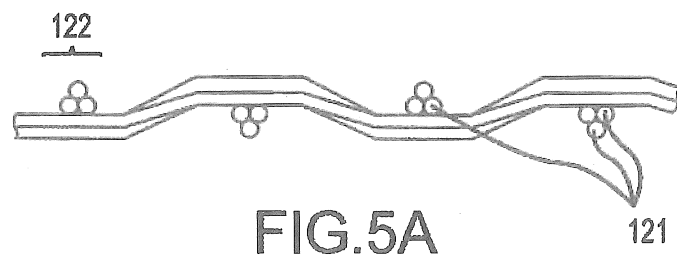


FIG. 5B

9/12

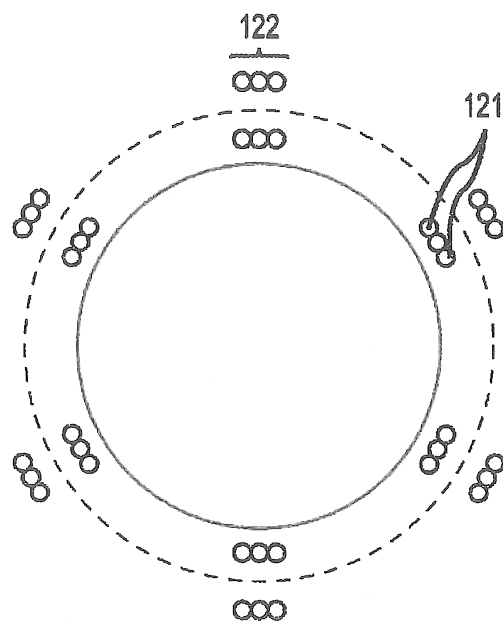
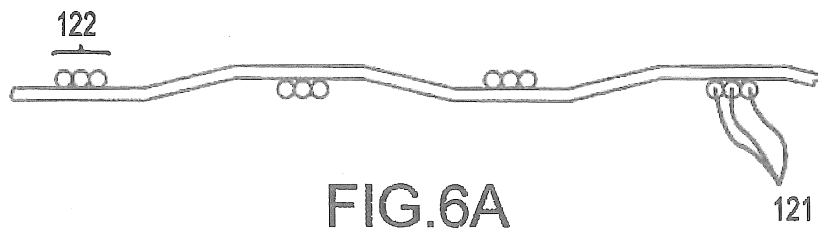


FIG. 6B

10/12

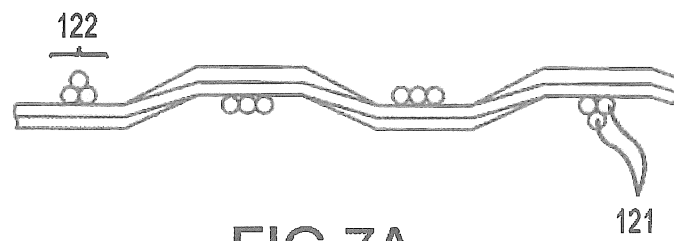


FIG. 7A

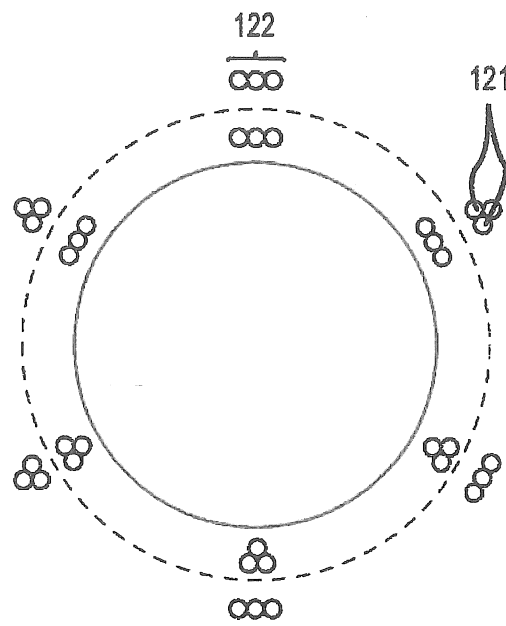


FIG. 7B

11/12

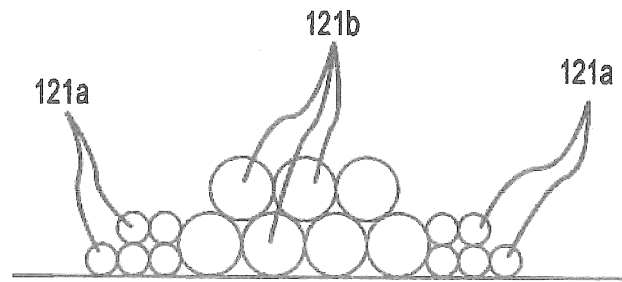


FIG. 8A

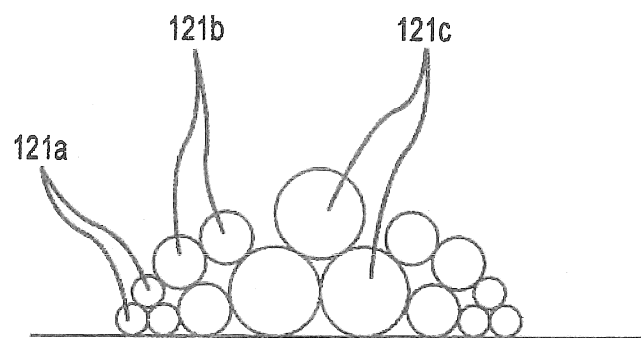


FIG. 8B

12/12

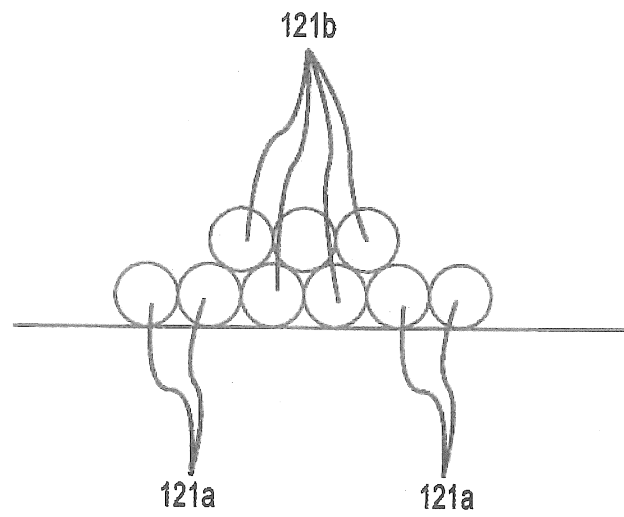


FIG. 9A

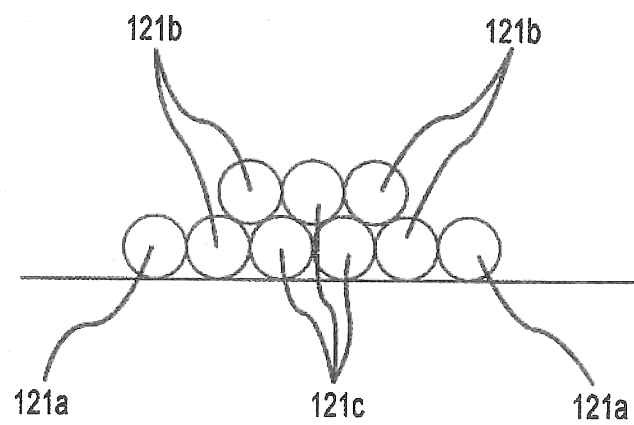


FIG. 9B