



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I856460 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：111149200

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 21 日

(51) Int. Cl. : G02B6/44 (2006.01)

G02B6/02 (2006.01)

(30) 優先權：2021/12/27 日本

2021-212141

(71) 申請人：日商藤倉股份有限公司 (日本) FUJIKURA LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：佐藤大典 SATO, HIRONORI (JP) ; 石田格 ISHIDA, ITARU (JP) ; 大里健 OSATO, KEN (JP)

(74) 代理人：劉法正；尹重君

(56) 參考文獻：

TW I663440

CN 111837063A

US 8218926B2

WO 2015/108529A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 26 頁

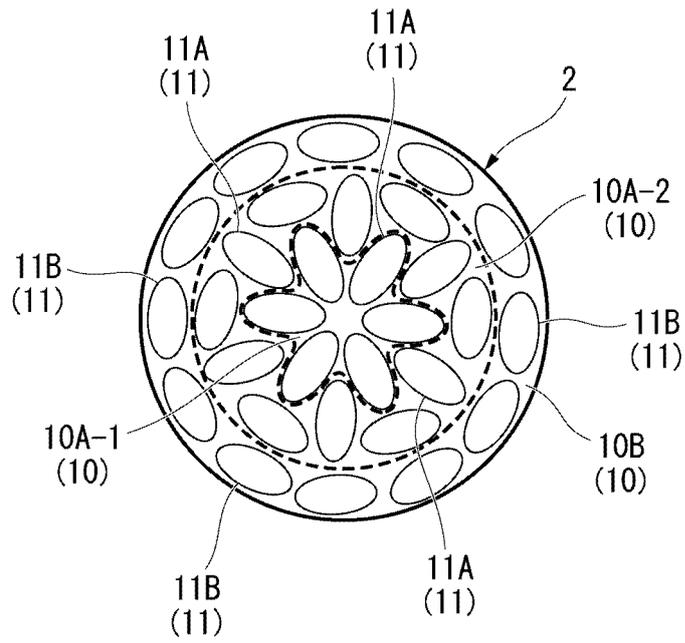
(54) 名稱

光纖集合體及光纜

(57) 摘要

在構成光纖集合體、且將複數個光纖帶積層而成之光纖單元中，具有複數個內層纖維單元與複數個外層纖維單元，前述內層纖維單元在光纖集合體的某個剖面中，位於光纖集合體的徑方向內側，前述外層纖維單元位於比內層纖維單元更靠近光纖集合體的徑方向外側。有關於連結光纖集合體的中心與光纖帶的重心之徑方向直線、與連結光纖帶的兩端之帶寬度方向直線所形成之角度的正弦值，將同一個光纖單元的複數個光纖帶的正弦值的平均值設為平均正弦值，且在某個剖面中，外層纖維單元中的平均正弦值為 0.366 以上。

指定代表圖：



符號簡單說明：

2:光纖集合體

10:纖維單元層

10A-1:第一內層

10A-2:第二內層

10B:外層(最外周之層)

11:光纖單元

11A:內層纖維單元

11B:外層纖維單元

【圖5】



I856460

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光纖集合體及光纜

【中文】

在構成光纖集合體、且將複數個光纖帶積層而成之光纖單元中，具有複數個內層纖維單元與複數個外層纖維單元，前述內層纖維單元在光纖集合體的某個剖面中，位於光纖集合體的徑方向內側，前述外層纖維單元位於比內層纖維單元更靠近光纖集合體的徑方向外側。有關於連結光纖集合體的中心與光纖帶的重心之徑方向直線、與連結光纖帶的兩端之帶寬度方向直線所形成之角度的正弦值，將同一個光纖單元的複數個光纖帶的正弦值的平均值設為平均正弦值，且在某個剖面中，外層纖維單元中的平均正弦值為 0.366 以上。

【指定代表圖】 圖5

【代表圖之符號簡單說明】

- 2:光纖集合體
- 10:纖維單元層
- 10A-1:第一內層
- 10A-2:第二內層
- 10B:外層(最外周之層)
- 11:光纖單元
- 11A:內層纖維單元
- 11B:外層纖維單元

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光纖集合體及光纜

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種光纖集合體及光纜。

本案是基於已於2021年12月27日於日本提申之特願2021-212141號而主張優先權，並在此援引其內容。

【先前技術】

【0002】 專利文獻1中揭示有一種光纖電纜(光纜)，前述光纖電纜具有構成光纖單元(帶芯線單元)且使複數個該光纖單元集合而成之電纜芯材(光纖集合體)，前述光纖單元是將複數個光纖帶積層並捆束而構成。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本特開2007-233252號公報

【發明內容】

發明欲解決之課題

【0004】 在缺乏對策地製造出具有上述之光纖集合體的光纜的情況下，若於該光纜產生彎曲、或是在低溫環境下於光纜的外被產生收縮，常常有應力(主要是彎曲應力)會集中在特定的光纖單元的光纖之情形。若應力集中在特定的光纖，會有該光纖的傳輸損耗會增大之問題。

【0005】 本發明是有鑒於上述之情形而作成之發明，目的在於提供一種可以抑制光纖的傳輸損耗之增大的光纖集合體及具備其之光纜。

用以解決課題之手段

【0006】 本發明的第1態樣之光纖集合體是將複數個光纖單元捆束而構

成，且前述光纖單元是將複數個光纖帶積層而成，前述光纖集合體為：

前述光纖單元中的複數個前述光纖帶的積層狀態崩解成：在光纖集合體的長度方向的至少某個位置上於正交於前述長度方向之光纖集合體的剖面中，構成前述光纖單元之至少1個前述光纖帶的帶面彎曲，

在複數個前述光纖單元中具有複數個內層纖維單元與複數個外層纖維單元，在光纖集合體的正交於前述長度方向之剖面中，前述內層纖維單元位於光纖集合體的徑方向內側，前述外層纖維單元位於比前述內層纖維單元更靠近光纖集合體的徑方向外側，

有關於連結光纖集合體的中心與光纖帶的重心之徑方向直線、與連結光纖帶的兩端之帶寬度方向直線所形成之角度 α 的正弦值 $\sin \alpha$ ，將同一個光纖單元中的複數個光纖帶的前述正弦值 $\sin \alpha$ 的平均值設為平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ ，

至少在光纖集合體的長度方向的某個位置上於正交於前述長度方向之光纖集合體的剖面中，前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。

【0007】 本發明的第2態樣之光纜具備前述第1態樣之光纖集合體、與將該光纖集合體容置於內側之外被。

發明效果

【0008】 根據本發明，可以抑制光纖的傳輸損耗之增大。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1是包含本實施形態之光纖集合體之光纜的剖面示意圖。

圖2是概略地顯示圖1之光纖集合體所具備之光纖單元的立體圖。

圖3是概略地顯示圖2之光纖單元所具備之光纖帶的立體圖。

圖4是顯示圖2之光纖單元的剖面形狀之一例的圖。

圖5是概略地顯示本實施形態之光纖集合體中的複數個光纖單元之第一配置例的剖面圖。

圖6是概略地顯示光纖集合體中的複數個光纖單元之第二配置例的剖面圖。

圖7是顯示連結光纖集合體的中心C與光纖帶的重心G之徑方向直線R1、與連結光纖帶的兩端之帶寬度方向直線W1所形成之角度 α 的圖。

圖8是顯示複數個光纖單元的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 與光纖的傳輸損耗增加量之關係的實驗例的表。

圖9是顯示對應於圖8的表之複數個光纖單元的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 與光纖的傳輸損耗增加量之關係的圖表。

【實施方式】

用以實施發明之形態

【0010】 以下，針對本發明的一實施形態，參照圖1~9來說明。

如圖1所示，本實施形態之光纖集合體2是構成光纜1的一部分。本實施形態之光纜1是不具有形成有容置光纖之溝(槽(slot))的所謂的無槽型的光纜。光纜1具有光纖集合體2與外被3。

【0011】 光纖集合體2是將複數個光纖單元11捆束而構成。光纖單元11是捆束有複數條光纖13之構造體。關於光纖單元11的具體的構造，容後敘述。本實施形態之光纖集合體2構成光纜1之芯材。

本實施形態之光纜1的芯材更具有包覆複數個光纖單元11之捲壓膠帶5。捲壓膠帶5亦可用例如吸水膠帶來構成。在本實施形態中，捲壓膠帶5會構成配置複數個光纖單元11之光纖集合體2的內部空間。

上述之捲壓膠帶5亦可例如不具有。在該情況下，後述之外被3的內表面會形成光纖集合體2的內部空間。

【0012】 外被3是形成為筒狀。光纖集合體2是容置於外被3的內側。複數個光纖單元11亦可例如以朝單一方向或呈SZ狀地撚轉之狀態來容置於外被3的內側。在外被3的內側，亦可除了複數個光纖單元11之外，還容置中介物(未圖

示)。中介物亦可為例如吸水材。中介物亦可配置在捲壓膠帶5的內側、外側或內外側雙方。

上述之中介物亦可例如不具有。

【0013】 在正交於光纜1的長度方向(與圖1中的上下方向以及左右方向的任一方向皆正交之方向，光纜1的延伸方向)之剖面中的光纖集合體2的外形雖然可為任意的形狀，但在本實施形態中是大致圓形。在本說明書中，大致圓形不僅包含完全的圓形，也包含橢圓形或長圓形等。再者，上述之剖面中的光纖集合體2的外形亦可為例如矩形狀等。

【0014】 外被3是被覆光纖集合體2之構件。外被3的內表面形成有容置光纖集合體2的空間。在本實施形態中，外被3的內表面在正交於光纜1的長度方向之剖面中，是形成為和光纖集合體2對應之大致圓形。再者，外被3的內表面的剖面形狀亦可為例如矩形狀等。在本實施形態中，外被3的內側容置有將複數個光纖單元11包住之捲壓膠帶5。

在外被3中配置有抗拉構件(tension member)7。可將全部的抗拉構件7皆配置在外被3內，亦可將抗拉構件7的一部分配置在外被3內，且讓抗拉構件7的其他部分從外被3露出。在外被3中，亦可配置有例如撕裂繩等其他的構件。

【0015】 在正交於光纜1的長度方向之剖面中，抗拉構件7是以夾著光纖集合體2的方式配置有複數個。在前述剖面中，複數個抗拉構件7是在正交於前述長度方向之第1方向上以夾著光纖集合體2而相互相向的方式配置。在本實施形態中，雖然在前述剖面中，在和前述長度方向以及前述第1方向的任一方向皆正交之第2方向上未配置有以夾著光纖集合體2而相互相向的方式來配置之其他的抗拉構件，但是並不受限於此，亦可在前述第2方向上以夾著光纖集合體2而相互相向的方式來配置其他的抗拉構件。各抗拉構件7是在光纜1的長度方向上延伸。各抗拉構件7可配置成平行於光纖集合體2的長度方向，亦可配置成以光

纖集合體2為中心之螺旋狀。又，各抗拉構件7亦可包含在例如光纖集合體2的內部。

在圖1中，雖然將2條抗拉構件7當作一組，且將一對之組分別配置在光纖集合體2的兩側，但是並不受限於此。亦可例如，將3條以上的抗拉構件7當作一組，且將一對之組分別配置在光纖集合體2的兩側，亦可將抗拉構件7一條一條地配置在光纖集合體2的兩側。又，在圖1中，雖然成組之複數條抗拉構件7隔有距離，但是亦可例如為相接觸。又，亦可讓成組之複數條抗拉構件7被撚轉。

【0016】 如圖2所示，本實施形態之光纖單元11是藉由線條體20(捆綁材)而捆束有複數條光纖13之構造。線條體20是藉由捲附在複數條光纖13的外周，而形成為複數條光纖13不會相互分離。再者，光纖單元11亦可例如不使用線條體20，而是藉由將複數條光纖13扭合而做成捆束之構造。

本實施形態之光纖單元11是捆束複數個具有複數條光纖13之光纖帶12而構成。再者，在光纖單元11中，光纖帶12與未被帶化之光纖13亦可混合存在。

光纖13具有包含芯材以及包覆材之玻璃體、與包覆玻璃體之被覆層。於被覆層亦可包含用於識別光纖13之著色層。玻璃體的直徑可為例如 $125\ \mu\text{m}$ ，被覆層的直徑(亦即光纖13的直徑)可為例如 $200\sim 250\ \mu\text{m}$ 。不過，玻璃體的直徑可變更，亦可為例如小於 $125\ \mu\text{m}$ 之 $60\ \mu\text{m}$ 、 $80\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 等。被覆層的直徑亦可變更，且亦可為例如 $200\ \mu\text{m}$ 以下之 $160\ \mu\text{m}$ 、 $180\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 等。

【0017】 如圖3所示，光纖帶12是使複數條光纖13並列且將相鄰之光纖13彼此連接來構成。在以下的說明中，在光纖帶12中，有時會將光纖13所延伸之方向稱為光纖帶12的長度方向，並將複數條光纖13的配置排列方向稱為光纖帶12的寬度方向。又，有時會將正交於光纖帶12的長度方向以及寬度方向之方向當作光纖帶12的厚度方向，並將朝向該厚度方向之面稱為帶面。

【0018】 本實施形態之光纖帶12是使複數條(在圖3中為12條)光纖13並列

且間歇(部分)地連結而成之間歇連結型的光纖帶。相鄰的2條光纖13是藉由連結部14A而連結。在相鄰的2條光纖13間，複數個連結部14A是在光纖帶12的長度方向上隔著間隔而配置。又，連結預定之光纖13與於該光纖13的一側相鄰的光纖13之連結部14A、及連結預定之光纖13與於該光纖13的另一側相鄰的光纖13之連結部14A，是位於在長度方向上錯開之位置。亦即，複數個連結部14A是在光纖帶12的長度方向以及寬度方向上以二維的方式間歇地配置。相鄰的2條光纖13當中未被連結部14A連結之區域為非連結部14B。在非連結部14B中，相鄰的2條光纖13彼此未受到拘束。

【0019】 間歇連結型的光纖帶12不受限於圖3所例示之光纖帶。例如，間歇地配置之連結部14A的配置型樣亦可不是固定的型樣。又，間歇連結型的光纖帶12亦可例如將複數條(例如2條)光纖13設為一組，並使複數組並列且將相鄰之組的光纖13彼此以連結部14A來間歇地連結。又，在光纖帶12中相鄰之光纖13可隔有距離，亦可相接觸。又，雖然一般而言，光纖帶12中的光纖13的條數是4的倍數(4芯、8芯、12芯、16芯)，但是並不受限於此。光纖帶12中的光纖13的條數亦可為例如奇數條。

【0020】 光纖帶12在其寬度方向上為可柔軟地變形。例如，光纖帶12可變形為其一邊的帶面彎曲為形成凸起。又，例如，光纖帶12可變形為使其帶面在寬度方向上形成凹凸(在寬度方向上蛇行)。尤其是，因為間歇連結型的光纖帶12的寬度方向之柔軟性顯著，所以即使高密度地組裝，光纖13的特性也難以惡化。

【0021】 如圖2所示，將複數個光纖帶12(光纖13)捆束之線條體20為具有柔軟性之絲狀、繩狀或帶狀的構件。線條體20是捲附在複數個光纖帶12之成束的外周上。複數個光纖帶12亦可藉由例如1條或3條以上之線條體20來捆束。在圖2所例示之光纖單元11中，複數個光纖帶12是被2條線條體20所捆束。複數個

光纖帶12不受限於藉由捲附線條體20之作法來捆束，亦可藉由例如插入柔軟的管件、或捲附柔軟的薄膜之作法來捆束。

【0022】 2條線條體20亦可對光纖帶12之成束例如呈螺旋狀地捲附。在本實施形態中，2條線條體20是對光纖帶12之成束分別呈SZ狀地捲附。亦即，各線條體20的捲附方向反轉，而各捲附光纖帶12之成束的外周的半周量。而且，2條線條體20在其捲附方向反轉之位置上相互地被接合。圖2中的符號21是表示2條線條體20的接合部分。2條線條體20的接合亦可藉由例如熱熔接或接著等來實施。

線條體20是安裝成順應於光纖帶12之成束的外形。因此，可以保持光纖帶12之成束的外形。其結果，即使是使積層狀態崩解後之狀態(後述)，仍然可以保持複數個光纖帶12。

【0023】 如圖4所示，光纖單元11是藉由在積層有複數個光纖帶12之狀態下以線條體20來捆束而構成。在本實施形態之光纖單元11中，在正交於光纖集合體2的長度方向之剖面中，經捆束之複數個光纖帶12的積層狀態已崩解。「複數個光纖帶12的積層狀態已崩解」是和複數個光纖帶12在其寬度方向上未被彎曲而以帶面為平坦的狀態被積層之狀態不同的狀態，且意指構成光纖單元11之至少1個光纖帶12的帶面在寬度方向上呈已彎曲之狀態。又，光纖帶12的帶面呈已彎曲之狀態意指：在正交於光纖帶12的長度方向之剖面中，光纖帶12的寬度方向的兩端的光纖13的中點與光纖帶12的重心(亦即幾何中心)位於錯開的位置之情形。

在圖4所例示之光纖單元11中，積層狀態已崩解之複數個光纖帶12皆在寬度方向上呈彎曲或蛇行。

【0024】 在本實施形態中，構成同一個光纖單元11之複數個光纖帶12被線條體20所捆束，因此此等複數個光纖帶12的積層狀態崩解。與圖1所例示之光

纖單元11的外形不同，圖4所示之光纖單元11的外形是隨著複數個光纖帶12的積層狀態的崩解而呈不勻整。

雖然複數個光纖帶12的積層狀態已崩解之狀態可在例如光纖單元11(光纖集合體2)的長度方向的任意的位置(或所有的位置)上成立，但是只要在光纖單元11(光纖集合體2)的長度方向的至少某個位置上成立即可。

【0025】 在圖5、6中，是將積層狀態已崩解之光纖單元11存在之區域以橢圓形來示意地顯示。各橢圓形的長軸的方向和光纖帶12的寬度方向大致對應。各橢圓形的短軸的方向和複數個光纖帶12的積層方向大致對應。

【0026】 如圖5、6所示，在光纖集合體2中，複數個光纖單元11是在光纖集合體2的徑方向(在圖5、6中，和通過光纖集合體2的中心(幾何中心)之中心線正交之方向)上以層狀的方式積層，藉此構成在光纖集合體2的徑方向上排列之複數個纖維單元層10。圖5、6中的纖維單元層10的數量為例如3個。在3個纖維單元層10當中，位於光纖集合體2的徑方向內側的2個纖維單元層10為內層10A(10A-1、10A-2)，位於徑方向外側的1個纖維單元層10為外層10B(或最外周之層10B)。在2個內層10A中具有第一內層10A-1、與相對於第一內層10A-1位於徑方向外側之第二內層10A-2。

【0027】 包含於內層10A之複數個光纖單元11是位於光纖集合體2的徑方向內側之複數個內層纖維單元11A。複數個內層纖維單元11A是例如位於包含光纖集合體2的中心的位置、或者位於該中心的附近。又，包含於外層10B之複數個光纖單元11是位於比內層纖維單元11A更靠近光纖集合體2的徑方向外側之外層纖維單元11B。在本實施形態中，外層纖維單元11B包含在位於最外周之纖維單元層10(外層10B)。

【0028】 其次，針對正交於長度方向之光纖集合體2的剖面中的內層纖維單元11A以及外層纖維單元11B之配置(方向)來說明。

首先，在光纖集合體2的剖面中，針對表示各光纖單元11的方向之指標，參照圖7來說明。如圖7所示，在正交於長度方向之光纖集合體2的剖面中，將連結光纖集合體2的中心C與預定的光纖單元11當中預定的光纖帶12的重心G之直線設為徑方向直線R1。又，將連結預定的光纖單元11的預定的光纖帶12的兩端(位於光纖帶12的寬度方向的兩端之光纖13)之直線設為帶寬度方向直線W1。

【0029】 然後，在正交於長度方向之剖面中，將包含於預定的光纖單元11之預定的光纖帶12的方向，藉由此等徑方向直線R1與帶寬度方向直線W1所形成之角度 α ($0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$)的正弦值 $\sin \alpha$ 來表示。在表示光纖帶12的方向之正弦值 $\sin \alpha$ 較大(接近於1)的情況下，光纖帶12是配置成：其寬度方向(或帶面)沿著光纖集合體2(外被3)的圓周方向(在圖5、6中為繞著光纖集合體2的中心之方向)。另一方面，在表示光纖帶12的方向之正弦值 $\sin \alpha$ 較小(接近於0)的情況下，光纖帶12是配置成：其寬度方向(或帶面)沿著光纖集合體2的徑方向。

【0030】 在正交於長度方向之剖面中，光纖單元11的方向是藉由在同一個光纖單元11中的複數個光纖帶12的正弦值 $\sin \alpha$ 的平均值(平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$)來表示。亦即，平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 是表示構成同一個光纖單元11之複數個光纖帶12所朝向之方向的平均值。表示光纖單元11的方向之平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 較大(接近於1)，意指該光纖單元11中的複數個光纖帶12的積層方向是朝向光纖集合體2的徑方向(或接近於徑方向)。另一方面，表示光纖單元11的方向之平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 較小(接近於0)，則意指該光纖單元11中的複數個光纖帶12的積層方向是朝向光纖集合體2的圓周方向(或接近於圓周方向)。

【0031】 在本實施形態之光纖集合體2中，在正交於其長度方向之剖面中，圖5、6所示之外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。關於其理由，容後敘述。

【0032】 又，在本說明書中，將所有的內層纖維單元11A中的平均正弦值

$\sin \alpha_{ave}$ 的平均值稱為「內側指數」，並將所有的外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值稱為「外側指數」。內側指數宜比外側指數更小。

【0033】內側指數比外側指數更小意指：如圖5所示之第一配置例，相較於外層纖維單元11B中的光纖帶12的寬度方向，內層纖維單元11A中的光纖帶12的寬度方向相對於光纖集合體2的圓周方向之角度變大的傾向會較高。換言之，意指相較於外層纖維單元11B，複數個內層纖維單元11A的至少某幾個會配置成：光纖帶12的寬度方向朝向光纖集合體2的徑方向。又，亦可說是相較於外層纖維單元11B，複數個內層纖維單元11A配置成從光纖集合體2之中心來觀看，光纖帶12的寬度方向朝向各個方向。

又，在圖5所示之第一配置例中，有關於光纖集合體2的徑方向上的光纖單元11的厚度，位於最外周之外層纖維單元11B的厚度在構成光纖集合體2之所有的光纖單元11中是最薄的。

【0034】在圖6所示之第二配置例中，相對於光纖集合體2的圓周方向，構成內層纖維單元11A之光纖帶12的寬度方向的角度是成為和構成外層纖維單元11B之光纖帶12的寬度方向的角度為相同程度。亦即，在圖6所示之第二配置例中，內層纖維單元11A中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 是成為和外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為相同程度。換言之，不會有內側指數與外側指數之差。

【0035】再者，上述之2項內容(外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上、以及內側指數比外側指數更小)亦可不在光纖集合體2的長度方向的所有的位置上成立，只要至少在長度方向的某個位置上成立即可。上述之2項內容可在例如長度方向上的各撚轉間距(1個間距)的範圍內的某個位置上於正交於長度方向之光纖集合體2的剖面(某個剖面)中成立。亦即，在撚轉間距的範圍內和上述之某個剖面不同的剖面中，上述之2項內容亦可不成立。再者，上述之2項內容亦可在例如涵蓋整個光纖集合體2的長度方向上都成立。

【0036】在複數個光纖單元11已朝單一方向被撚轉的情況下，上述之撚轉間距(1個間距)是用於使已呈螺旋狀地配置之光纖單元11在圓周方向上繞行1圈之長度方向的長度。又，在複數個光纖單元11已呈SZ狀地撚轉的情況下，撚轉間距(1個間距)是從撚轉方向反轉之位置起到下一個朝相同方向反轉之位置為止的之間的長度方向的長度(間隔)。亦即，撚轉間距(1個間距)是將S方向的1個區間與Z方向的1個區間相加後之長度。

【0037】其次，針對本實施形態之光纜1的製造方法之一例來說明。

在製造本實施形態之光纜1時，首先，準備複數個光纖單元11，前述光纖單元11如圖4所例示，已使複數個光纖帶12捆束成使複數個光纖帶12的積層狀態崩解。為了在準備光纖單元11時使複數個光纖帶12的積層狀態崩解，只要藉由例如將經積層之複數個光纖帶12在其寬度方向上縮窄，使光纖帶12相對於其寬度方向變形即可。接著，實施將此等複數個光纖單元11捆束而構成光纖集合體2之集合體構成步驟。

【0038】在集合體構成步驟中，只要至少在光纖集合體2的長度方向的某個位置上於正交於該長度方向的剖面(某個剖面)中，將外層纖維單元11B配置成外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 成為0.366以上即可。為了像這樣地配置外層纖維單元11B，可列舉例如以下作法：在複數個光纖單元11到達集合地點(光纖集合體2的構成已完成時之光纖單元11的位置)以前之期間，調整外層纖維單元11B的方向。又，在集合體構成步驟中，亦可至少在光纖集合體2的某個剖面中，例如將內層纖維單元11A以及外層纖維單元11B配置成內側指數變得比外側指數更小。

【0039】又，在集合體構成步驟中將複數個光纖單元11朝單一方向或呈SZ狀地撚轉的情況下，在該步驟中，宜將內層纖維單元11A、外層纖維單元11B配置成：在撚轉間距(1個間距)的範圍內的某個剖面中，外層纖維單元11B

中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 成為0.366以上，而且使內側指數變得比外側指數更小。

【0040】 上述之集合體構成步驟可在例如將複數個光纖單元11容置於外被3(參照圖1)的內側時進行，亦可在例如將光纖集合體2容置於外被3的內側之前進行。

藉由將光纖集合體2(經捆束之複數個光纖單元11)容置於外被3的內側，光纜1的製造即完成。

【0041】 如以上所說明，在本實施形態之光纖集合體2及具備其之光纜1中，外層纖維單元11B中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。藉此，可以抑制外層纖維單元11B中的光纖13的傳輸損耗之增大。以下，針對這點，參照圖8、9所示之實驗例來說明。

【0042】 圖8所示之實驗例之表顯示有12個光纖單元11的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 與光纖13的傳輸損耗的增加量之關係。圖8中的「單元編號」分別對應於12個光纖單元11。在圖8所示之實驗例中，1號~3號之光纖單元11是內層纖維單元11A，4號~12號之光纖單元11是外層纖維單元11B。又，圖8中的「帶編號」分別對應於各光纖單元11所具有之6個光纖帶12。

【0043】 又，在圖8所示之表中，是將構成光纖集合體2之所有(72個)的光纖帶12的正弦值 $\sin \alpha$ 與光纖單元11建立對應來顯示。例如，在圖8之表中，1號之光纖單元11當中第1個光纖帶12的正弦值 $\sin \alpha$ 為0.80。各光纖帶12的正弦值 $\sin \alpha$ 是以在光纖集合體2的長度方向上的撚轉間距內的任意5處之剖面中所測定出之各光纖帶12的角度 α (參照圖7)為依據。

【0044】 圖8中的「 $\sin \alpha$ 平均值」是構成同一個光纖單元11之6個光纖帶12的正弦值 $\sin \alpha$ 的平均值(亦即，平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$)。

圖8中的「損耗增加量」是表示藉由以下之測定方法所測定出之光纖13的最大傳輸損耗增加量(以下，簡稱為損耗增加量)。在測定光纖13的傳輸的損耗增加

量之測定方法中，首先要準備直徑為光纜1的直徑的20倍之心軸(mandrel)。接著，以已將光纜1放置成直線狀之狀態當作基準的彎曲角度(0°)，並進行下述之彎曲步驟：將光纜1壓抵於該心軸之外周並彎曲 $90^\circ(+90^\circ)$ 後，朝和該已彎曲之方向為相反的方向將光纜1壓抵於心軸之外周並彎曲 $90^\circ(-90^\circ)$ 。以波長 $1.55\ \mu\text{m}$ 之光來測定將該彎曲步驟反覆進行25次時之3個彎曲角度 0° 、 $+90^\circ$ 、 -90° 上的光纜1的光纖13的傳輸損耗增加量(遵循GR-20-CORE Issue4, 6.5.8規範)。

【0045】圖9所示之圖表是顯示在圖8所示之實驗例中，光纖單元11的平均正弦值 $\sin \alpha_{\text{ave}}$ 與光纖13的傳輸的損耗增加量之關係的圖表。在圖9的圖表中，記載有3個內層纖維單元11A(圖8的表中的1號~3號之光纖單元11)的圖點(plot point)、以及依據此等3個圖點之近似直線。又，記載有9個外層纖維單元11B(圖8的表中的4號~12號之光纖單元11)的圖點、以及依據此等9個圖點之近似直線。

【0046】在圖9的圖表中，若著眼於內層纖維單元11A以及外層纖維單元11B的近似直線，便可得知以下情形：內層纖維單元11A以及外層纖維單元11B皆存在有隨著平均正弦值 $\sin \alpha_{\text{ave}}$ 變小(亦即隨著光纖帶12的寬度方向相對於光纖集合體2的徑方向之角度變小)，傳輸的損耗增加量會變大之傾向。以下，針對此傾向進行說明。

【0047】考慮例如將構成光纖單元11之光纖帶12的寬度方向配置成沿著光纜1的徑方向之情況(亦即平均正弦值 $\sin \alpha_{\text{ave}}$ 較小之情況)。在這樣的構成中，例如若將光纜1(光纖集合體2)彎曲，會對上述光纖帶12當中位於最遠離光纜1的彎曲的中立線(彎曲光纜1時未產生壓縮或伸長之軸線)的位置之光纖13，作用有相較於上述光纖帶12的其他的光纖13伴隨較大的伸縮應變之較大的應力(彎曲應力)。因此，在平均正弦值 $\sin \alpha_{\text{ave}}$ 較小之光纖單元11中，光纖13的傳輸損耗增加量會變大。

【0048】相對於此，考慮將構成光纖單元11之光纖帶12的寬度方向配置成

沿著光纖集合體2的圓周方向之情況(亦即平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 較大之情況)。在這樣的構成中於已將光纜1彎曲的情況下，在同一個光纖帶12的複數條個光纖13上所產生之伸縮應變之差會較小。因此，作用於此等光纖13之彎曲應力也會變小。藉此，在平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 較大之光纖單元11中，光纖13的傳輸損耗增加量會變小。

【0049】 又，在圖9的圖表中，若比較內層纖維單元11A以及外層纖維單元11B的近似直線，便可得知以下情形：傳輸的損耗增加量有隨著平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 變小而變大之傾向，且外層纖維單元11B會比內層纖維單元11A更強。這個情形意指：在已將光纜1彎曲時，光纖單元11愈是位於遠離光纜1的彎曲的中立線之位置，作用於光纖13的彎曲應力會變得愈大。

藉由圖9的圖表可知，在外層纖維單元11B中，藉由將其平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 增大，可以抑制外層纖維單元11B中的光纖13的傳輸損耗之增大。

【0050】 圖9的圖表中的外層纖維單元11B的近似直線是將平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 設為X，且將損耗增加量設為Y，而藉由以下之式來表示。

$$Y=-0.228X+0.233$$

而且，在光纜1中，所期望的是將光纖13的損耗增加量抑制在0.15dB/km以下。從而，在外層纖維單元11B中，可以藉由依據上述之式來將平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 設為0.366以下，而將光纖13的損耗增加量抑制在0.15dB/km以下。亦即，可以抑制外層纖維單元11B中的光纖13的傳輸損耗之增大。

【0051】 又，在本實施形態的光纖集合體2及光纜1中，是內側指數比外側指數更小。具體而言，在圖8、9所示之實驗例中，3個內層纖維單元11A(1號~3號之光纖單元11)中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值為0.66，9個外層纖維單元11B(4號~12號之光纖單元11)中的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值為0.79。

【0052】 藉此，可以將內層纖維單元11A以和外層纖維單元11B不同的方

向來配置。具體而言，如圖5所示之第一配置例，可以將內層纖維單元11A配置成：構成內層纖維單元11A之光纖帶12的寬度方向比構成外層纖維單元11B之光纖帶12的寬度方向更接近於光纖集合體2的徑方向。藉此，和如圖6所示之第二配置例，將內層纖維單元11A配置成：構成內層纖維單元11A之光纖帶12的寬度方向與外層纖維單元11B同樣地朝向圓周方向之情況相比較，變得較易於在光纖集合體2之內部空間中無間隙地配置複數個光纖單元11。從而，可以謀求配置複數個光纖單元11之光纖集合體2的內部空間的利用效率之提升。

【0053】再者，在圖9的圖表中，若參照內層纖維單元11A的近似直線，在內層纖維單元11A中即使平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 變小，仍然可將傳輸的損耗增加量之增大抑制得較小。這起因於以下情形：由於內層纖維單元11A位於光纖集合體2的中心或該中心的附近，因此可將因應於光纜1的彎曲而在內層纖維單元11A的光纖13產生之伸縮應變抑制得較小。從而，藉由將該內層纖維單元11A配置成內層纖維單元11A的平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 變小，可以既抑制內層纖維單元11A中的光纖13的傳輸損耗之增大，並且謀求配置複數個光纖單元之光纖集合體的內部空間的利用效率之提升。

【0054】又，在本實施形態之光纖集合體2及光纜1中，可以藉由光纖單元11中的複數個光纖帶12的積層狀態會崩解，而在複數個光纖單元11之間使光纖單元11的剖面形狀不同。藉此，變得易於在光纖集合體2的內部空間中無間隙地配置複數個光纖單元11。從而，可以謀求配置複數個光纖單元11之光纖集合體2的內部空間的利用效率之提升。

【0055】又，在本實施形態之光纖集合體2及光纜1中，構成光纖單元11之光纖帶12在其寬度方向上呈蛇行。在此情況下，相較於光纖帶12在寬度方向上未蛇行之情況，構成同一個光纖帶12之複數個光纖13的相對的移動之自由度會變大。因此，在光纖集合體2被彎曲等的情況下，在同一個光纖帶12中相鄰之

光纖13彼此可以移動，以緩和作用於光纖單元11之彎曲應力。從而，可以抑制光纖13的傳輸損耗之增大。

【0056】 又，在本實施形態之光纖集合體2及光纜1中，光纖單元11是藉由在積層有複數個光纖帶12的狀態下以線條體20來捆束而構成。因此，相較於以管件來捆束複數個光纖帶12之情況，可以抑制或防止光纖單元11(複數個光纖帶12)的整個外周被覆蓋之情形。因此，相較於以管件來捆束光纖帶12之情況，在光纖集合體2被彎曲等的情況下，經捆束之複數個光纖帶12或構成其之光纖13可自由地挪動。藉此，在光纖集合體2被彎曲等的情況下，構成同一個光纖單元11之光纖帶12、光纖13可以相互地移動，以緩和作用於光纖單元11之彎曲應力。從而，可以抑制光纖13的傳輸損耗之增大。

【0057】 以上，針對本發明之詳細內容進行了說明，惟本發明並非限定於上述之實施形態，且可在不脫離本發明的主旨之範圍內加上各種變更。

【0058】 在本發明中，外層纖維單元11B不受限於僅包含在最外周之纖維單元層10(圖5、6中的最外周之層10B)，亦可包含在例如最外周之層、以及在最外周之層的徑方向內側相鄰之1層或複數層中。在包含外層纖維單元11B之纖維單元層10中，除了例如圖5、6中的外層10B以外，亦可包含第二內層10A-2。又，在上述實施形態中，雖然內層10A以2層來構成，但是可為例如1層，亦可為3層以上。

【0059】 本發明不受限於適用於無槽型的光纜之情形，亦可適用於例如具有槽桿之溝槽型的光纜。在該情況下，亦可在各槽內容置光纖集合體。在各槽內，在將光纖單元區分成內層與外層的情況下，亦可藉由適用上述實施形態中的內層纖維單元與外層纖維單元之關係，來獲得同樣的效果。

【符號說明】

【0060】

1:光纜
2:光纖集合體
3:外被
5:捲壓膠帶
7:抗拉構件
10:纖維單元層
10A:內層
10A-1:第一內層
10A-2:第二內層
10B:外層(最外周之層)
11:光纖單元
11A:內層纖維單元
11B:外層纖維單元
12:光纖帶
13:光纖
14A:連結部
14B:非連結部
20:線條體
21:接合部分
C:光纖集合體2的中心
G:光纖帶12的重心
R1:徑方向直線
W1:帶寬度方向直線
 α :角度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光纖集合體，將複數個光纖單元捆束而構成，且前述光纖單元是將複數個光纖帶積層而成，前述光纖集合體為：

前述光纖單元中的複數個前述光纖帶的積層狀態崩解成：在光纖集合體的長度方向的至少某個位置上於正交於前述長度方向之光纖集合體的剖面中，構成前述光纖單元之至少1個前述光纖帶的帶面彎曲，

在複數個前述光纖單元中具有複數個內層纖維單元與複數個外層纖維單元，在光纖集合體的正交於前述長度方向之剖面中，前述內層纖維單元位於光纖集合體的徑方向內側，前述外層纖維單元位於比前述內層纖維單元更靠近光纖集合體的徑方向外側，

有關於連結光纖集合體的中心與光纖帶的重心之徑方向直線、與連結光纖帶的兩端之帶寬度方向直線所形成之角度 α 的正弦值 $\sin \alpha$ ，將同一個光纖單元中的複數個光纖帶的前述正弦值 $\sin \alpha$ 的平均值設為平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ ，

至少在光纖集合體的長度方向的某個位置上於正交於前述長度方向之光纖集合體的剖面中，前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。

【請求項2】 如請求項1之光纖集合體，其中複數個前述光纖單元是朝單一方向或呈SZ狀地撚轉，

在各撚轉間距之範圍內的任一個前述剖面中，前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。

【請求項3】 如請求項1之光纖集合體，其中在涵蓋整個光纖集合體的前述長度方向上，前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 為0.366以上。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項之光纖集合體，其中至少在光纖集合體的長度方向的某個位置上於正交於前述長度方向之光纖集合體的剖面中，所有的前述內層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值比所有的前述外層

纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值更小。

【請求項5】 如請求項4之光纖集合體，其中複數個前述光纖單元是朝單一方向或呈SZ狀地撚轉，

在各撚轉間距之範圍內的任一個前述剖面中，複數個前述內層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值比複數個前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值更小。

【請求項6】 如請求項4之光纖集合體，其中在涵蓋整個光纖集合體的前述長度方向上，複數個前述內層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值比複數個前述外層纖維單元中的前述平均正弦值 $\sin \alpha_{ave}$ 的平均值更小。

【請求項7】 如請求項1至3中任一項之光纖集合體，其中前述光纖單元是被線條體所捆束。

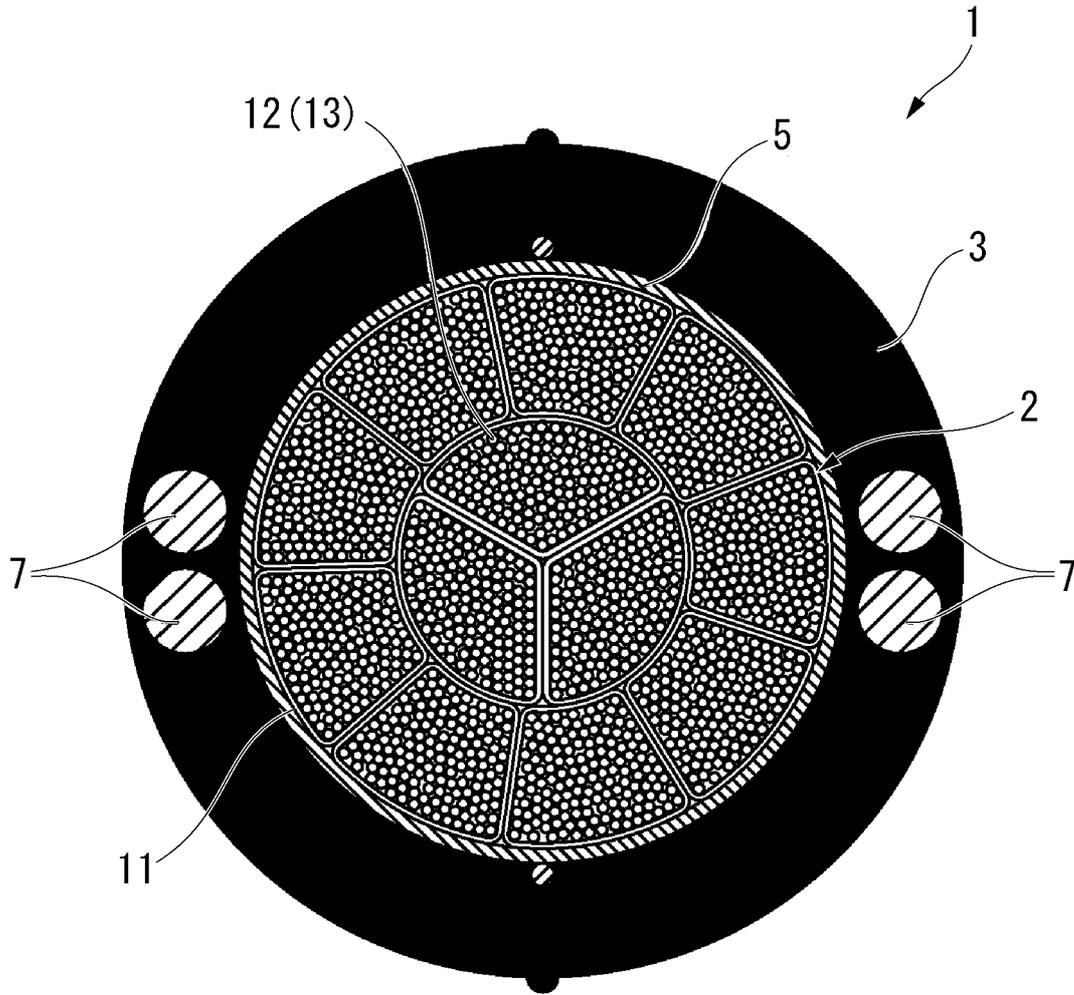
【請求項8】 如請求項1至3中任一項之光纖集合體，其中在所有的前述光纖單元之中前述徑方向的厚度最薄之前述光纖單元為位於最外周之前述外層纖維單元。

【請求項9】 如請求項1至3中任一項之光纖集合體，其中前述外層纖維單元至少包含在位於最外周之層中。

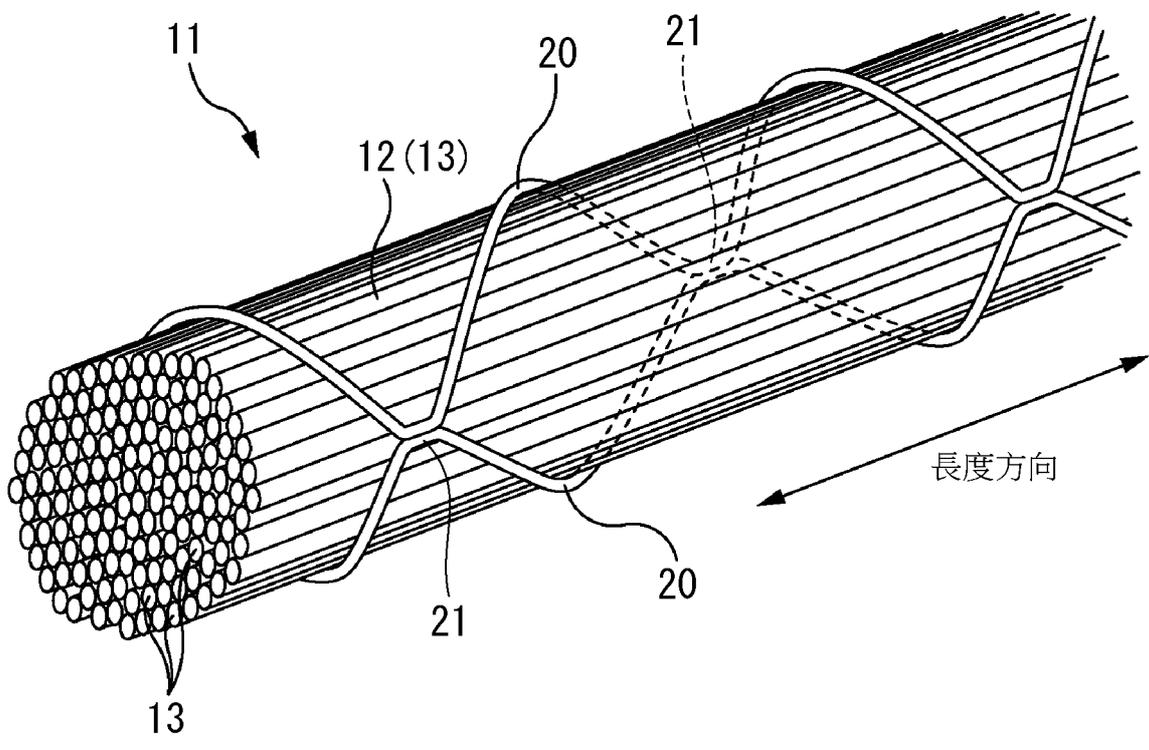
【請求項10】 如請求項1至3中任一項之光纖集合體，其中前述光纖帶是間歇連結型的光纖帶。

【請求項11】 一種光纜，具備如請求項1至10中任一項之光纖集合體、與被覆前述光纖集合體之外被。

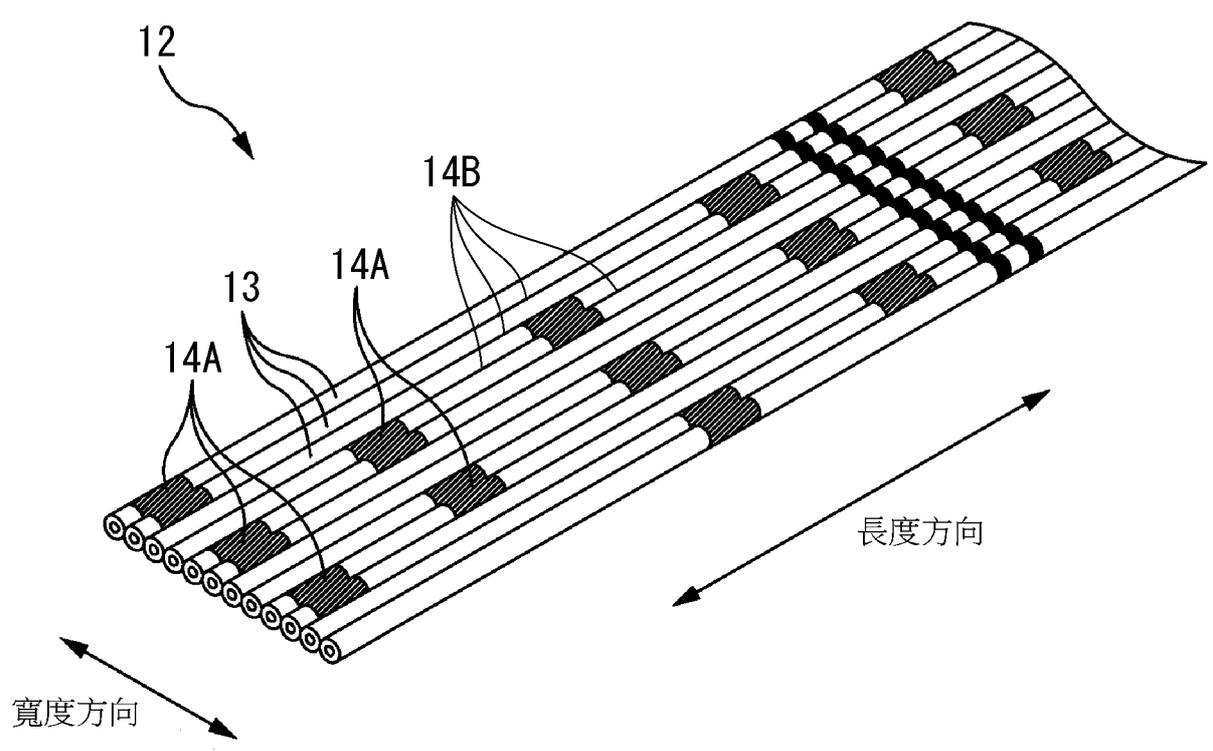
【發明圖式】



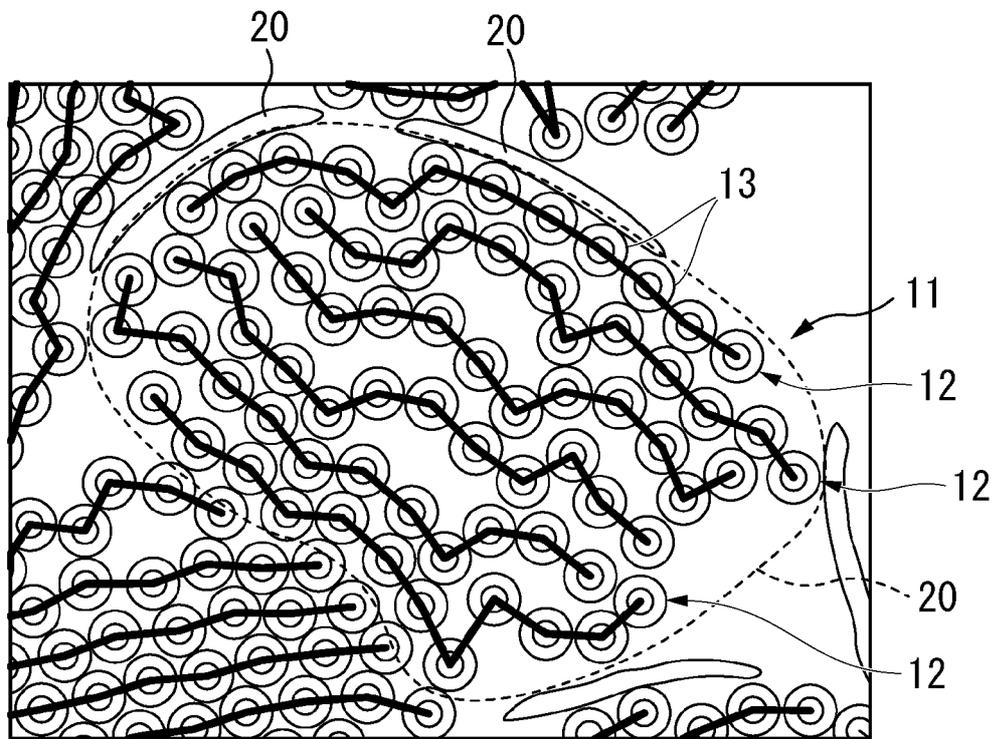
【圖1】



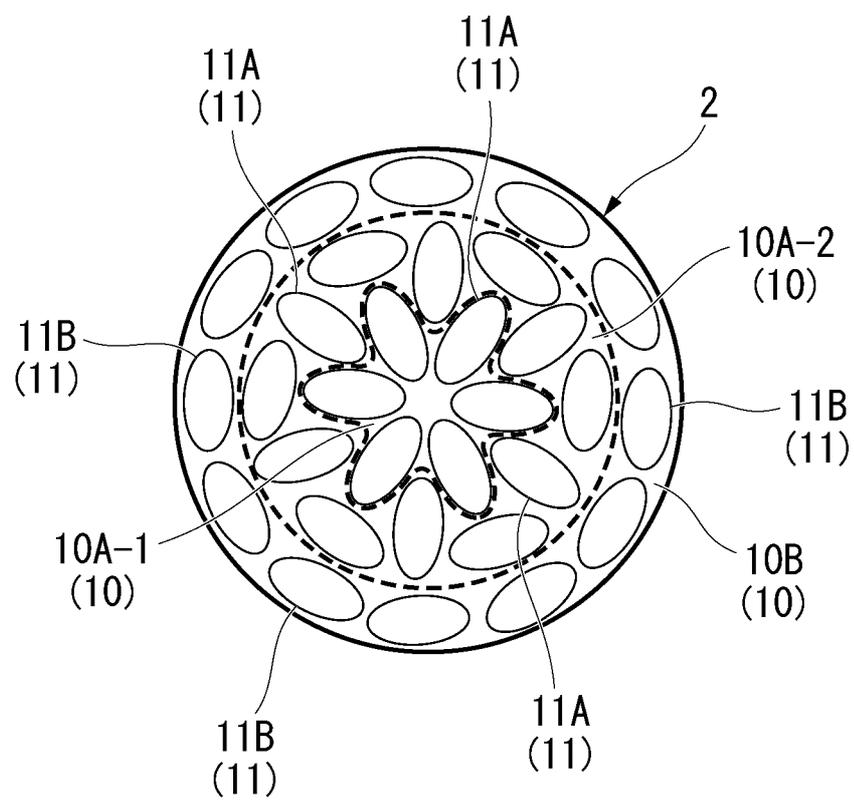
【圖2】



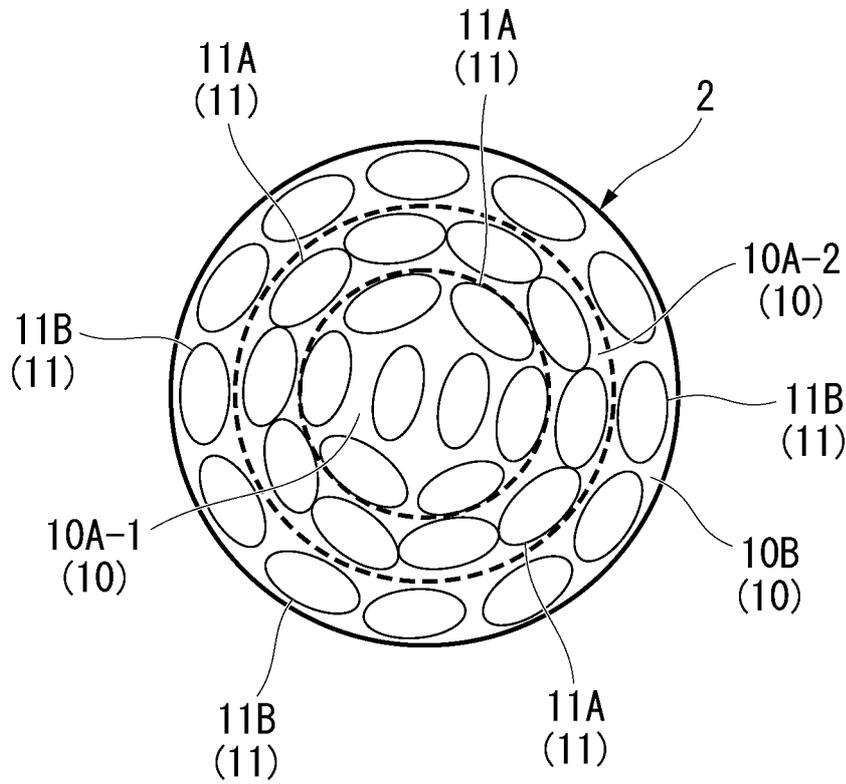
【圖3】



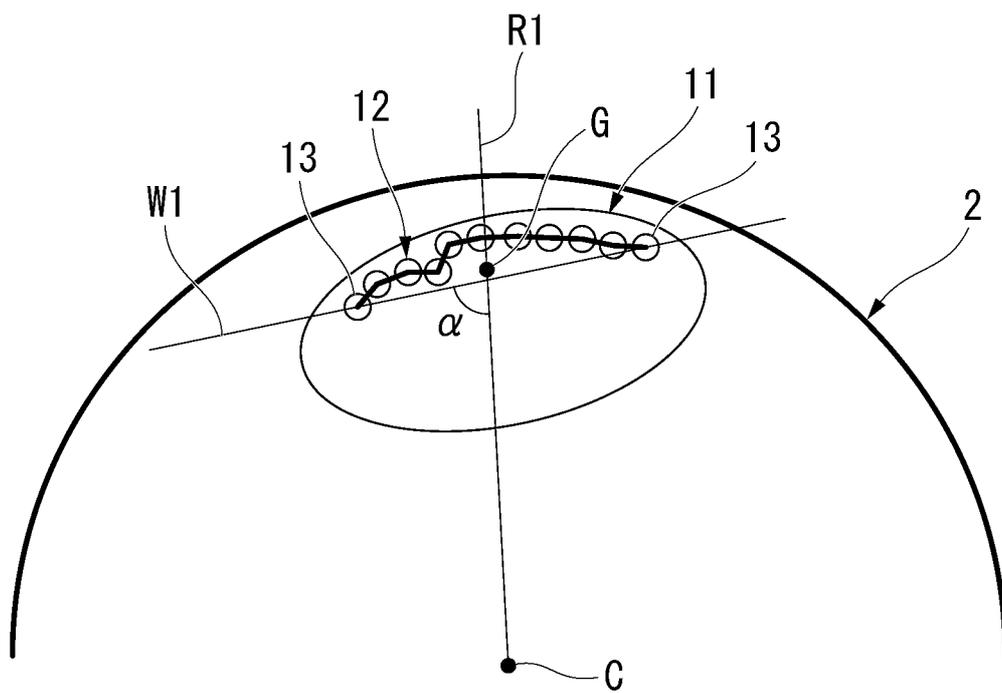
【圖4】



【圖5】



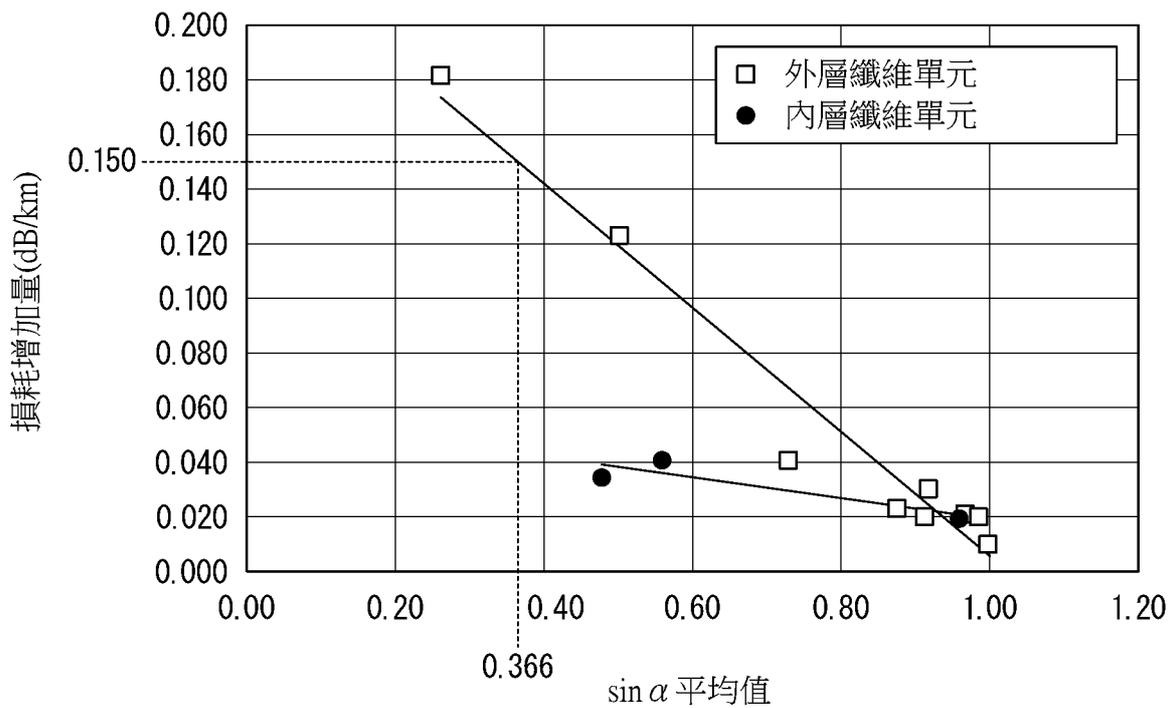
【圖6】



【圖7】

單元編號	帶編號						sin α 平均值	損耗增加量 (dB/km)
	1	2	3	4	5	6		
1	0.80	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.96	0.020
2	0.87	0.81	0.61	0.47	0.01	0.10	0.48	0.035
3	0.35	0.52	0.49	0.73	0.57	0.68	0.56	0.041
4	0.66	0.58	0.52	0.48	0.40	0.36	0.50	0.123
5	1.00	0.98	0.87	0.81	0.81	0.79	0.88	0.023
6	0.96	0.94	0.93	0.91	0.88	0.87	0.92	0.030
7	0.99	0.98	0.95	0.91	0.81	0.85	0.91	0.020
8	1.00	0.96	0.97	0.99	1.00	1.00	0.99	0.020
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.010
10	0.45	0.37	0.30	0.22	0.15	0.08	0.26	0.182
11	0.81	0.77	0.70	0.75	0.70	0.64	0.73	0.041
12	0.99	1.00	0.99	0.98	0.95	0.90	0.97	0.021

【圖8】



【圖9】