

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A ) (11)特許出願公開番号

特開2002 - 209833

(P2002 - 209833A)

(43)公開日 平成14年7月30日(2002.7.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup> ( 参考 )
A 6 1 B 1/00	310	A 6 1 B 1/00 310	A 2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24		G 0 2 B 23/24	A 4 C 0 6 1
23/26		23/26	Z

審査請求 未請求 請求項の数 20 L ( 全 8 数 )

(21)出願番号 特願2001 - 7177(P2001 - 7177)

(22)出願日 平成13年1月16日(2001.1.16)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 大内 輝雄

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学

工業株式会社内

(74)代理人 100091317

弁理士 三井 和彦

F タ-ム ( 参考 ) 2H040 BA00 DA15 DA17

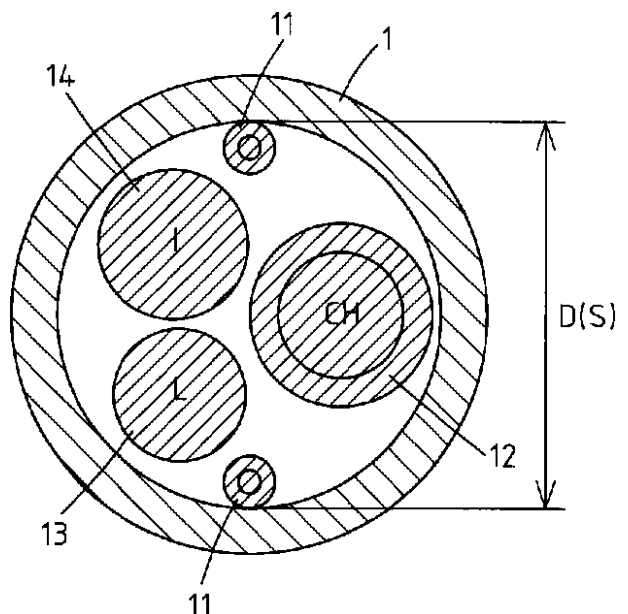
4C061 DD03 FF25 FF41

(54)【発明の名称】 内視鏡の挿入部

(57)【要約】

【課題】長期間使用しても照明用光学繊維束の折損が少なく、良好な観察性能を維持することができる内視鏡の挿入部を提供すること。

【解決手段】遠隔操作によって屈曲する湾曲部2が先端部分に形成された可撓管1内に、照明用光学繊維束13及びチューブ類12など複数の内蔵物が挿通配置された内視鏡の挿入部において、可撓管1単体の内部空間の断面積をSとし、複数の内蔵物の断面積の合計をsとしたとき、 $(s/S)$ が、可撓管1の内径が6.5mm以上の場合には0.5  $(s/S)$  0.6の範囲にあり、可撓管1の内径が6.5mm未満の場合には0.5  $(s/S)$  0.65の範囲にあるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】遠隔操作によって屈曲する湾曲部が先端部分に形成された可撓管内に、照明用光学繊維束及びチューブ類など複数の内蔵物が挿通配置された内視鏡の挿入部において、

上記可撓管単体の内部空間の断面積を  $S$  とし、上記複数の内蔵物の断面積の合計を  $s$  としたとき、上記可撓管の内径が  $6.5\text{ mm}$  以上の場合に、 $(s/S)$  が、 $0.5 < (s/S) < 0.6$  の範囲にあることを特徴とする内視鏡の挿入部。

【請求項 2】遠隔操作によって屈曲する湾曲部が先端部分に形成された可撓管内に、照明用光学繊維束及びチューブ類など複数の内蔵物が挿通配置された内視鏡の挿入部において、

上記可撓管の内部空間の断面積を  $S$  とし、上記複数の内蔵物の断面積の合計を  $s$  としたとき、上記可撓管の内径が  $6.5\text{ mm}$  未満の場合に、 $(s/S)$  が、 $0.5 < (s/S) < 0.65$  の範囲にあることを特徴とする内視鏡の挿入部。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内視鏡の挿入部に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内視鏡の挿入部は一般に、手元操作部からの遠隔操作によって屈曲する湾曲部が先端部分に形成された可撓管内に、照明用光学繊維束及びチューブ類など複数の内蔵物が挿通配置された構成になっている。

【0003】そして可撓管は、内視鏡検査を受ける人が大きな苦痛を受けないようにできるだけ細く形成する必要があるため、内蔵物が互いに押し潰されない範囲の最小の径に形成されている。

【0004】内蔵物が互いに押し潰されない範囲の最小の径とは、一般に、可撓管単体の内部空間の断面積を  $S$  とし、可撓管に挿通配置された複数の内蔵物の断面積の合計を  $s$  としたときに、 $(s/S)$  が  $0.7 \sim 0.8$  程度の範囲になる径である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、 $(s/S)$  が  $0.7 \sim 0.8$  程度の範囲になるように可撓管の径を設定すると、内視鏡が長期にわたって使用されて、使用の度に可撓管が曲げられた状態で湾曲部が屈曲される操作が繰り返されることにより、照明用光学繊維束が次第に折損して照明光が暗くなり、折損率が  $10\%$  を越えると観察性能に影響が出て、 $20\%$  を越えると観察性能が著しく低下してしまう。

【0006】そこで本発明は、長期間使用しても照明用光学繊維束の折損が少なく良好な観察性能を維持することができる内視鏡の挿入部を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の内視鏡の挿入部は、遠隔操作によって屈曲する湾曲部が先端部分に形成された可撓管内に、照明用光学繊維束及びチューブ類など複数の内蔵物が挿通配置された内視鏡の挿入部において、可撓管単体の内部空間の断面積を  $S$  とし、複数の内蔵物の断面積の合計を  $s$  としたとき、 $(s/S)$  が、可撓管の内径が  $6.5\text{ mm}$  以上の場合には  $0.5 < (s/S) < 0.6$  の範囲にあり、可撓管の内径が  $6.5\text{ mm}$  未満の場合には、 $0.5 < (s/S) < 0.65$  の範囲にあるようにしたものである。

## 【0008】

【発明の実施の形態】図 9 は内視鏡を示しており、挿入部可撓管 1 の先端部分には、手元操作部 3 からの遠隔操作によって任意に屈曲させることができる湾曲部 2 が設けられている。B は、湾曲部 2 の実質長（実際に屈曲する部分の全長）である。

【0009】〔実施例 1〕図 1 は、本発明の第 1 の実施例の挿入部可撓管 1 の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管 1 の内径  $D$  が最も小さくなる湾曲部 2 との境界部付近の断面を示している。この部分における挿入部可撓管 1 単体の内部空間の断面積を  $S$  とする。

【0010】挿入部可撓管 1 の内周面に沿って  $180^\circ$  対称位置に配置された二本のガイドコイル 11 には、湾曲操作ワイヤが軸線方向に進退自在に通されており、挿入部可撓管 1 のその他の内部空間内には、四フッ化エチレン樹脂チューブ等からなる処置具挿通チャンネル 12、直径  $30\text{ }\mu\text{m}$  程度の光学繊維を多数束ねた照明用光学繊維束 13 及び直径  $10\text{ }\mu\text{m}$  程度の光学繊維を多数束ねた像伝送用光学繊維束 14 が挿通配置されている。これら、挿入部可撓管 1 内に挿通配置された内蔵物 11、12、13、14 の断面積の総和を  $s$  とする。

【0011】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管 1 の内径  $D$  は  $D = 2.2\text{ mm}$ 、湾曲部 2 の実質長  $B$  は  $B = 11\text{ mm}$  であり、湾曲部 2 の最大湾曲角度は上下方向に各々  $90^\circ$  である。

【0012】そして、ガイドコイル 11、処置具挿通チャンネル 12、照明用光学繊維束 13 及び像伝送用光学繊維束 14 について、表 1 に示されるように寸法の組み合わせを変えて照明用光学繊維束 13 の耐久性を判定する実験を行った。

【0013】実験は、湾曲部 2 を最大湾曲角度まで各方向に  $6000$  回屈曲させた後に、照明用光学繊維束 13 の折損率が  $5\%$  未満の場合は「 $\square$ 」、折損率が  $5\%$  以上  $10\%$  未満の場合は「 $\triangle$ 」、折損率が  $10\%$  以上  $20\%$  未満の場合は「 $\times$ 」、折損率が  $20\%$  以上の場合は「 $\bullet$ 」とした。

【0014】なお、表 1 中には、ガイドコイル 11、処置具挿通チャンネル 12、照明用光学繊維束 13 及び像

3

伝送用光学繊維束14を単に「11」、「12」、「13」及び「14」と示してある。これらについては、以下の他の実施例においても同様である。

【0015】その結果は、表1のとおりであり、挿入部可撓管1の内径DがD=2.2mmの場合において、 $(s/S)$  0.65の範囲にあれば、照明用光学繊維束13の折損率が10%未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0016】

【表1】

4

	1	2	3	4
11 外径 [mm]	0.4	0.4	0.4	0.4
12 外径 [mm]	1.05	1.05	1.1	1.2
13 外径 [mm]	0.7	0.9	0.9	0.9
14 外径 [mm]	0.8	0.9	0.9	0.9
$\Sigma s/S$ [%]	53	63	65	70
結 果	◎	◎	○	●

【0017】なお、 $(s/S)$ の下限値については、照明用光学繊維束13の折損率からの制限はないが、 $(s/S)$ の値を小さくするためには挿入部可撓管1の径を太くすることから、内視鏡検査を受ける人の苦痛が増すので、 $(s/S)$ は少なくとも0.5とすることが望ましい。これは、以下の各実施例においても同様である。

【0018】〔実施例2〕図2は、本発明の第2の実施例の挿入部可撓管1の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管1の内周面に沿って90°間隔で四本のガイドコイル11が配置されており、挿入部可撓管1のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル12、照明用光学繊維束13、像伝送用光学繊維束14に加えて、四フッ化エチレン樹脂製又はポリウレタン樹脂製の送気送水チューブ15が挿通配置されている。これら、挿入部可撓管1内に挿通配置された内蔵物11、12、13、14、15の面積の総和を  $s$  とする。

【0019】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管1の内径DはD=4.45mm、湾曲部2の実質長BはB=39mmであり、湾曲部2の最大湾曲角度は上下方向に各々180°、左右方向に各々160°である。

【0020】実施例1と同様にして行った実験の結果は、表2のとおりであり、挿入部可撓管1の内径DがD=4.45mmの場合において、 $(s/S)$  0.66の範囲にあれば、照明用光学繊維束13の折損率が10%未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0021】

【表2】

10

	1	2	3	4
11 外径 [mm]	0.6	0.6	0.6	0.6
12 外径 [mm]	2.3	2.4	2.5	2.5
13 外径 [mm]	1.5	1.5	1.5	1.5
14 外径 [mm]	1.5	1.5	1.5	1.6
15 外径 [mm]	1.2	1.2	1.2	1.3
$\Sigma s/S$ [%]	64	66	69	72
結 果	◎	◎	△	●

\*【0022】〔実施例3〕図3は、本発明の第3の実施例の挿入部可撓管1の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管1の内周面に沿って180°間隔で二本のガイドコイル11が配置されており、挿入部可撓管1のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル12、二つの照明用光学繊維束13、及び撮像信号伝送ケーブル16が挿通配置されている。これら、挿入部可撓管1内に挿通配置された内蔵物11、12、13、16の面積の総和を  $s$  とする。

【0023】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管1の内径DはD=4.4mm、湾曲部2の実質長BはB=32mmであり、湾曲部2の最大湾曲角度は上方向に180°、下方向に130°である。

【0024】実施例1と同様にして行った実験の結果は、表3のとおりであり、挿入部可撓管1の内径DがD=4.4mmの場合において、 $(s/S)$  0.67の範囲にあれば、照明用光学繊維束13の折損率が10%未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0025】

【表3】

	1	2	3
11 外径 [mm]	0.63	0.63	0.63
12 外径 [mm]	2.3	2.5	2.5
13 外径 [mm]	1.3	1.3	1.5
16 外径 [mm]	1.6	1.6	1.6
$\Sigma s/S$ [%]	62	67	73
結 果	◎	○	●

【0026】〔実施例4〕図4は、本発明の第4の実施例の挿入部可撓管1の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管1の内周面に沿って180°間隔で二本のガイドコイル11が配置されており、挿入部可撓管1のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル12、三つの照明用光学繊維束13、及び像伝送用光学繊維束14が挿通配置されている。これら、挿入部可撓管1内に挿通配置された内蔵物11、12、13、14の

50

面積の総和を  $s$  とする。

【0027】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管 1 の内径  $D$  は  $D = 5.35$  mm、湾曲部 2 の実質長  $B$  は  $B = 3.3$  mm であり、湾曲部 2 の最大湾曲角度は上方向に  $180^\circ$ 、下方向に  $130^\circ$  である。

【0028】実施例 1 と同様にして行った実験の結果は、表 4 のとおりであり、挿入部可撓管 1 の内径  $D$  が  $D = 5.35$  mm の場合において、 $(s/S) = 0.65$  の範囲にあれば、照明用光学繊維束 13 の折損率が 10% 未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0029】

【表 4】

	1	2	3
11 外径 [mm]	0.8	0.8	0.8
12 外径 [mm]	3.6	3.8	3.9
13 外径 [mm]	0.9	0.9	0.95
14 外径 [mm]	1.4	1.4	1.4
$\Sigma s/S$ [%]	65	70	74
結 果	◎	△	●

【0030】〔実施例 5〕図 5 は、本発明の第 5 の実施例の挿入部可撓管 1 の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管 1 の内周面に沿って  $90^\circ$  間隔で四本のガイドコイル 11 が配置されており、挿入部可撓管 1 のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル 12、二つの照明用光学繊維束 13、像伝送用光学繊維束 14、及び送気チューブ 17 と送水チューブ 18 とが挿通配置されている。これら、挿入部可撓管 1 内に挿通配置された内蔵物 11, 12, 13, 14, 17, 18 の面積の総和を  $s$  とする。

【0031】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管 1 の内径  $D$  は  $D = 6.4$  mm、湾曲部 2 の実質長  $B$  は  $B = 4.0$  mm であり、湾曲部 2 の最大湾曲角度は上下各方向に  $180^\circ$ 、左右各方向に  $100^\circ$  である。

【0032】実施例 1 と同様にして行った実験の結果は、表 5 のとおりであり、挿入部可撓管 1 の内径  $D$  が  $D$

$= 6.4$  mm の場合において、 $(s/S) = 0.66$  の範囲にあれば、照明用光学繊維束 13 の折損率が 10% 未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0033】

【表 5】

	1	2	3
11 外径 [mm]	1.1	1.1	1.1
12 外径 [mm]	2.6	2.6	2.6
13 外径 [mm]	1.8	2	2
14 外径 [mm]	1.8	1.8	2
17 外径 [mm]	1.5	1.5	1.5
18 外径 [mm]	1.4	1.4	1.4
$\Sigma s/S$ [%]	62	66	68
結 果	◎	○	●

【0034】〔実施例 6〕図 6 は、本発明の第 6 の実施例の挿入部可撓管 1 の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管 1 の内周面に沿って  $90^\circ$  間隔で四本のガイドコイル 11 が配置されており、挿入部可撓管 1 のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル 12、照明用光学繊維束 13、像伝送用光学繊維束 14、及び送気チューブ 17 と送水チューブ 18 とが挿通配置されている。これら、挿入部可撓管 1 内に挿通配置された内蔵物 11, 12, 13, 14, 17, 18 の面積の総和を  $s$  とする。

【0035】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管 1 の内径  $D$  は  $D = 6.7$  mm、湾曲部 2 の実質長  $B$  は  $B = 4.2$  mm であり、湾曲部 2 の最大湾曲角度は上下各方向に  $180^\circ$ 、左右各方向に  $100^\circ$  である。

【0036】実施例 1 と同様にして行った実験の結果は、表 6 のとおりであり、挿入部可撓管 1 の内径  $D$  が  $D = 6.7$  mm の場合において、 $(s/S) = 0.6$  の範囲にあれば、照明用光学繊維束 13 の折損率が 10% 未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0037】

【表 6】

	1	2	3	4	5
1 1 外径 [mm]	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1
1 2 外径 [mm]	2. 7	2. 7	3	2. 7	3
1 3 外径 [mm]	2. 1	2. 4	2. 1	2. 5	2. 5
1 4 外径 [mm]	2. 1	2. 1	2. 1	2. 5	2. 5
1 7 外径 [mm]	1. 6	1. 6	1. 6	1. 6	1. 6
1 8 外径 [mm]	1. 3	1. 3	1. 3	1. 3	1. 3
$\Sigma s / S$ [%]	5 6	5 9	6 0	6 4	6 8
結 果	◎	○	○	△	●

【0038】〔実施例7〕図7は、本発明の第7の実施例の挿入部可撓管1の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管1の内周面に沿って90°間隔で四本のガイドコイル11が配置されており、挿入部可撓管1のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル12、二つの照明用光学繊維束13、像伝送用光学繊維束14、及び送気チューブ17と送水チューブ18とが挿通配置されている。これら、挿入部可撓管1内に挿通配置された内蔵物11、12、13、14、17、18の面積の総和を  $s$  とする。

【0039】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管1の内径DはD = 7.8 mm、湾曲部2の実質長BはB = 48 mmであり、湾曲部2の最大湾曲角度は上方向に210°、下方向に120°、左右各方向に120°である。

【0040】実施例1と同様にして行った実験の結果は、表7のとおりであり、挿入部可撓管1の内径DがD = 7.8 mmの場合において、( $s / S$ ) 0.62の範囲にあれば、照明用光学繊維束13の折損率が10%未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

【0041】

【表7】

	1	2	3	4
1 1 外径 [mm]	1. 2	1. 2	1. 2	1. 2
1 2 外径 [mm]	3	3	3. 5	3. 5
1 3 外径 [mm]	2. 2	2. 5	2. 2	2. 5
1 4 外径 [mm]	2. 4	2. 4	2. 4	2. 4
1 7 外径 [mm]	1. 6	1. 6	1. 6	1. 6
1 8 外径 [mm]	1. 6	1. 6	1. 6	1. 6
$\Sigma s / S$ [%]	5 8	6 2	6 3	6 8
結 果	◎	○	△	●

\*【0042】〔実施例8〕図8は、本発明の第8の実施例の挿入部可撓管1の軸線に垂直な断面の断面図であり、挿入部可撓管1の内周面に沿って90°間隔で四本のガイドコイル11が配置されており、挿入部可撓管1のその他の内部空間内には、処置具挿通チャンネル12、照明用光学繊維束13、像伝送用光学繊維束14、及び送気チューブ17と二本の送水チューブ18とが挿通配置されている。これら、挿入部可撓管1内に挿通配置された内蔵物11、12、13、14、17、18の面積の総和を  $s$  とする。

【0043】この実施例の内視鏡の挿入部可撓管1の内径DはD = 9.3 mm、湾曲部2の実質長BはB = 75 mmであり、湾曲部2の最大湾曲角度は上下各方向に180°、左右各方向に100°である。

【0044】実施例1と同様にして行った実験の結果は、表8のとおりであり、挿入部可撓管1の内径DがD = 9.3 mmの場合において、( $s / S$ ) 0.6の範囲にあれば、照明用光学繊維束13の折損率が10%未満であり、観察性能に悪影響が生じない。

20 【0045】

\* 【表8】

910

	1	2	3	4	5
1 1 外径 [mm]	1. 4	1. 4	1. 4	1. 4	1. 4
1 2 外径 [mm]	3. 2	3. 8	4. 2	4. 2	4. 5
1 3 外径 [mm]	3	3. 5	3. 7	4	4
1 4 外径 [mm]	2. 8	3	3. 1	3. 5	3. 5
1 7 外径 [mm]	1. 7	1. 7	1. 7	1. 7	1. 7
1 8 外径 [mm]	1. 7	1. 7	1. 7	1. 7	1. 7
$\Sigma s / S$ [%]	5 0	6 0	6 6	7 2	7 5
結 果	◎	◎	△	●	●

## 【0046】

【発明の効果】本発明によれば、可撓管単体の内部空間の断面積を $S$ とし、複数の内蔵物の断面積の合計を $s$ としたとき、 $(s/S)$ が、可撓管の内径が6.5mm以上の場合には0.5  $(s/S)$  0.6の範囲にあり、可撓管の内径が6.5mm未満の場合には0.5  $(s/S)$  0.65の範囲にあれば、長期間使用しても照明用光学繊維束の折損が少なく、良好な観察性能を維持することができ、しかも可撓管の径が徒に太くならず、内視鏡検査を受ける人の苦痛を一定以下に抑制することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図4】本発明の第4の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図5】本発明の第5の実施例の内視鏡の挿入部の軸線

に垂直な断面における断面図である。

【図6】本発明の第6の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図7】本発明の第7の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

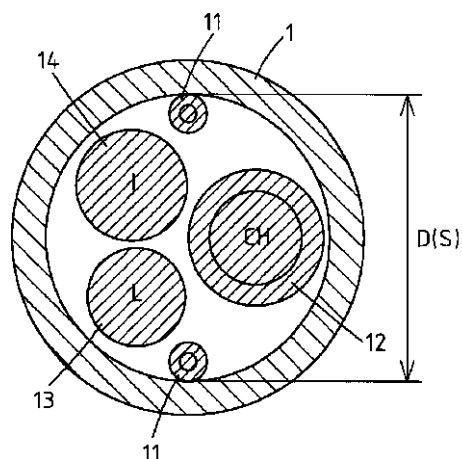
【図8】本発明の第8の実施例の内視鏡の挿入部の軸線に垂直な断面における断面図である。

【図9】本発明の実施例の内視鏡の全体構成を示す外観図である。

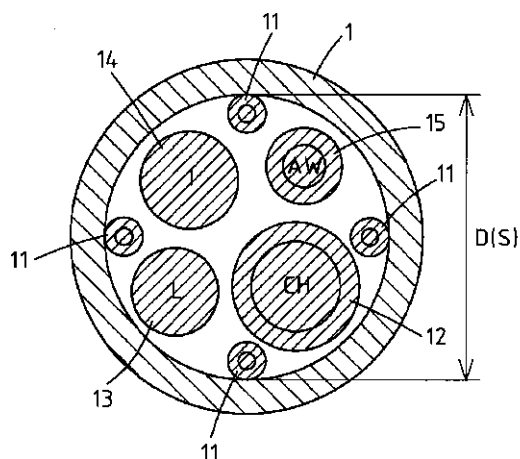
## 【符号の説明】

- 1 挿入部可撓管
- 2 湾曲部
- 1 1 ガイドコイル（内蔵物）
- 1 2 処置具挿通チャンネル（内蔵物）
- 1 3 照明用光学繊維束（内蔵物）
- 1 4 像伝送用光学繊維束（内蔵物）
- 1 5 送気送水チューブ（内蔵物）
- 1 6 撮像信号伝送ケーブル（内蔵物）
- 1 7 送気チューブ（内蔵物）
- 20 1 8 送水チューブ（内蔵物）

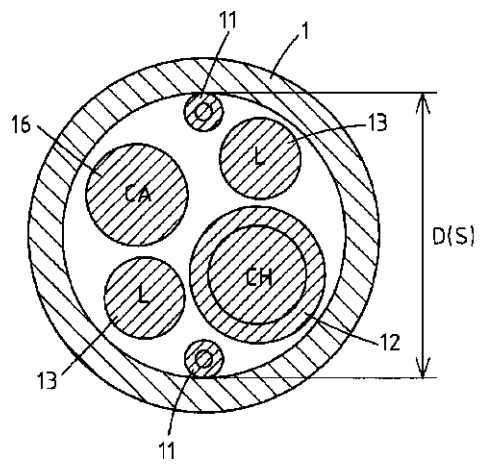
【図1】



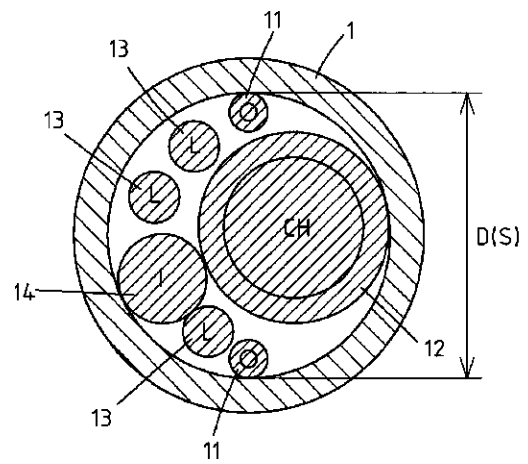
【図2】



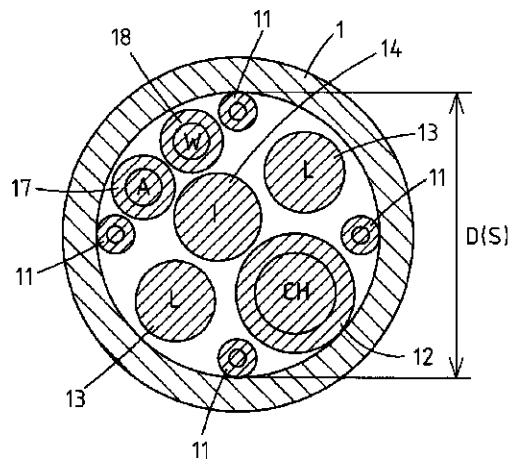
【図3】



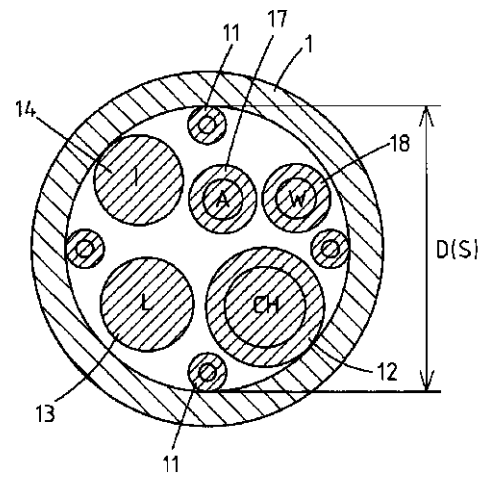
【図4】



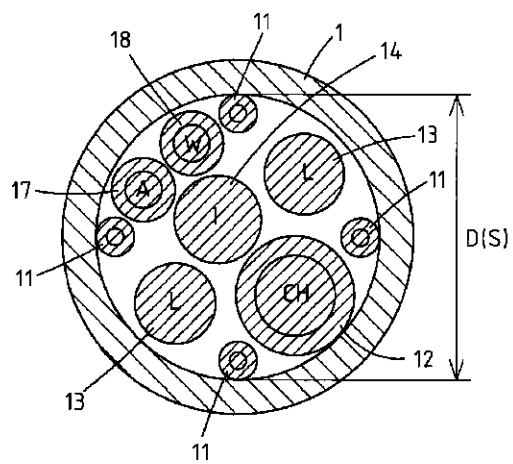
【図5】



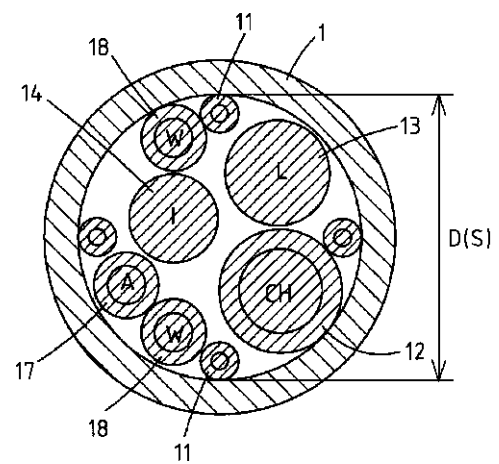
【図6】



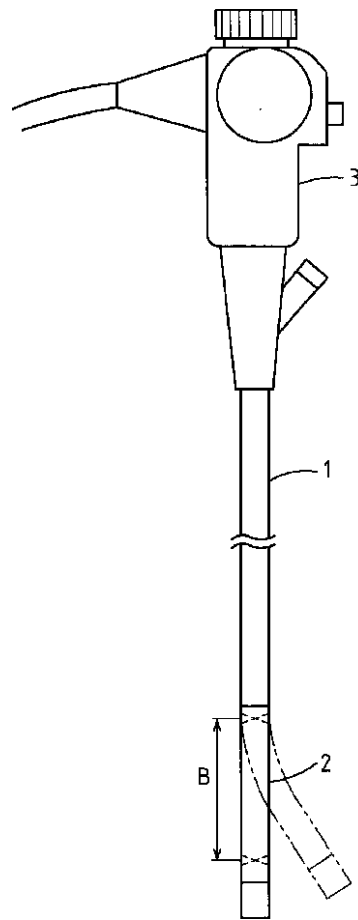
【図7】



【図8】



【図9】





专利名称(译)	内窥镜的插入部分		
公开(公告)号	<a href="#">JP2002209833A</a>	公开(公告)日	2002-07-30
申请号	JP2001007177	申请日	2001-01-16
[标]申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社		
[标]发明人	大内輝雄		
发明人	大内 輝雄		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00 A61B1/005 A61B1/018 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/018 A61B1/005		
FI分类号	A61B1/00.310.A G02B23/24.A G02B23/26.Z A61B1/005.510 A61B1/008.510		
F-TERM分类号	2H040/BA00 2H040/DA15 2H040/DA17 4C061/DD03 4C061/FF25 4C061/FF41 4C161/DD03 4C161/FF25 4C161/FF41		
代理人(译)	三井和彦		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种内窥镜的插入部分，其尽管长期使用仍能减轻光纤束的破损，并且能够保持良好的观察性能。解决方案：内窥镜的插入部分通过将诸如用于照明的光纤束13和管12的多个内置物体插入并布置到形成有弯曲部分2的柔性管1中而构成，以通过遥控弯曲。当一个柔性管的内部空间的横截面积表示为S时，其远端段构成为  $(\sum s / S)$ ，并且定义了多个内置物体的横截面积的总和  $\sum s$ ，如果柔性管1的内径  $\geq 6.5$  mm并且存在  $0.5 \leq (\sum s / S)$  的范围内，则存在于  $0.5 \leq (\sum s / S) \leq 0.6$  的范围内如果柔性管1的内径为6.5 mm，则  $\leq 0.65$ 。

