



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118284833 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 02

(21) 申请号 202280075950.3

(22) 申请日 2022.11.24

(30) 优先权数据

2021-196511 2021.12.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/043335 2022.11.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/100737 JA 2023.06.08

(71) 申请人 古河电气工业株式会社

地址 日本东京都千代田区

(72) 发明人 长谷川英明 武圭佑 岩间真木

松下俊一

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

专利代理师 徐金国 吴启超

(51) Int. Cl.

G02B 6/02 (2006.01)

A61B 18/20 (2006.01)

A61B 18/22 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

G02B 6/00 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

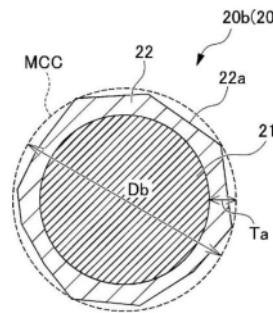
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

光扩散装置

(57) 摘要

提供一种光扩散装置,其能够从光纤的光出射部的外周面使光均匀地射出。一种光扩散装置1,具备光纤20,所述光纤20是由位于径向的中心侧的纤芯21与位于纤芯21的外周侧的包层22所构成,所述光扩散装置1将从光纤20的基端部射入的辐射光从光纤20的顶端侧射出,其中,光纤20具有:光传输部20a,其将从基端部射入的辐射光朝向顶端部传输;及,光出射部20b,其借由除去位于顶端侧的包层22的外周侧的部分,将在光传输部20a传输的辐射光从外周面射出;并且,光出射部20b的包层22的最大厚度,形成为比光传输部20a的包层22的厚度小。



1. 一种光扩散装置,具备光纤,所述光纤是由位于径向的中心侧的纤芯与位于前述纤芯的外周侧的包层所构成,所述光扩散装置将从前述光纤的基端部射入的光从前述光纤的顶端侧射出,其中,

前述光纤具有:光传输部,其将从基端部射入的光朝向顶端部传输;及,光出射部,其借由除去位于顶端侧的前述包层的外周侧的部分,将在前述光传输部传输的光从外周面射出;

并且,前述光出射部的前述包层的最大厚度,比前述光传输部的前述包层的厚度小。

2. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光出射部的前述包层的最大厚度,比前述光传输部的前述包层的厚度更小于在前述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

3. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光出射部形成于前述光纤的顶端侧的外周面的圆周方向的至少一部分。

4. 根据权利要求3所述的光扩散装置,其中,前述光出射部形成于前述光纤的顶端侧的外周面的圆周方向的30%以上的部分。

5. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,在前述光出射部,沿着圆周方向形成有凹凸面;

前述光出射部的前述包层的厚度,其往前述凹凸面的外周侧突出的尺寸的成为最大的部分与成为最小的部分的差值为在前述光传输部传输的光的波长的尺寸以下。

6. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述包层的厚度为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。

7. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光出射部,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面的顶部的圆也就是最小外接圆的直径,比前述光传输部的直径更小于在前述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

8. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光出射部,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面的底部的圆也就是最大内接圆的直径,比前述光传输部的直径更小于在前述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

9. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光传输部的前述纤芯的外径为 $100\mu\text{m}$ 以上且 $1000\mu\text{m}$ 以下。

10. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光传输部的前述包层的外径为 $102\mu\text{m}$ 以上且 $1100\mu\text{m}$ 以下。

11. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述纤芯与前述包层的比折射率差为2%以上且11%以下。

12. 根据权利要求1所述的光扩散装置,其中,前述光纤是由树脂制的构件所构成。

## 光扩散装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光扩散装置,用于医疗机器。

### 背景技术

[0002] 作为先前的光扩散装置,已知有一种光扩散装置(例如,参照专利文献1),其具备光纤,所述光纤是由位于径向的中心侧的纤芯(core)与位于前述纤芯的外周侧的包层(clad)所构成,将从光纤的基端部射入的镭射光(laser light)从光纤的顶端部和顶端侧的外周面射出。先前的光扩散装置的光纤,具有:光传输部,其传输从基端部射入的镭射光;及,光出射部,其在顶端侧,将在前述光传输部传输的镭射光射出。

[0003] 光扩散装置,在癌症的一种治疗方法也就是光免疫疗法中,用于将光纤的顶端侧插入人体内,并对已被授予至人体内且到达癌细胞的药剂照射镭射光。

[0004] [先前技术文献]

[0005] (专利文献)

[0006] 专利文献1:日本专利第5766609号公报

### 发明内容

[0007] [发明所欲解决的问题]

[0008] 先前的光扩散装置,将光纤的顶端侧的包层部分地除去而使纤芯露出,借此使光从光出射部的外周面射出。此情况,先前的光扩散装置,光出射部中的纤芯的折射率与位于纤芯的外周侧的空气中的折射率的差异变大,光的局限效果变强。因此,在光传输部传输的镭射光,在纤芯露出的部分与被包层覆盖的部分,其出射强度相异,在光出射部的外周面,使镭射光均匀地射出是困难的。此外,从光出射部被射出的镭射光,光出射部的全体的出射强度会受到限制。此外,若将包层深入地蚀刻至纤芯露出为止或是将纤芯粗糙化,则纤芯的外周面与空气的界面的面积会增加。纤芯的外周面与空气的界面,其热阻通常比体积(bulk)更高,若面积增加则热阻增加,因而在将镭射光射出时的发热量会变大,所以是不希望的。

[0009] 本发明的目的在于提供一种光扩散装置,其能够从光纤的光出射部的外周面使光均匀地射出。

[0010] [解决问题的技术手段]

[0011] 有关本发明的光扩散装置,具备光纤,所述光纤是由位于径向的中心侧的纤芯与位于前述纤芯的外周侧的包层所构成,所述光扩散装置将从前述光纤的基端部射入的光从前述光纤的顶端侧射出,其中,前述光纤具有:光传输部,其将从基端部射入的光朝向顶端部传输;及,光出射部,其借由除去位于顶端侧的前述包层的外周侧的部分,将在前述光传输部传输的光从外周面射出;并且,前述光出射部的前述包层的最大厚度,比前述光传输部的前述包层的厚度小。

[0012] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光出射部的前述包层的最大厚度,比前述光传输部的前述包层的厚度更小于在前述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

[0013] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光出射部形成于前述光纤的顶端侧的外周面的圆周方向的至少一部分。

[0014] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光出射部形成于前述光纤的顶端侧的外周面的圆周方向的30%以上的部分。

[0015] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,在所述光出射部,沿着圆周方向形成有凹凸面;前述光出射部的前述包层的厚度,其往所述凹凸面的外周侧突出的尺寸的成为最大的部分与成为最小的部分的差值为在所述光传输部传输的光的波长的尺寸以下。

[0016] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述包层的厚度为1 $\mu\text{m}$ 以上且50 $\mu\text{m}$ 以下。

[0017] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光出射部,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面的顶部的圆也就是最小外接圆的直径,比前述光传输部的直径更小于在所述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

[0018] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光出射部,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面的底部的圆也就是最大内接圆的直径,比前述光传输部的直径更小于在所述光传输部传输的光的波长的尺寸以上。

[0019] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光传输部的前述纤芯的外径为100 $\mu\text{m}$ 以上且1000 $\mu\text{m}$ 以下。

[0020] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光传输部的前述包层的外径为102 $\mu\text{m}$ 以上且1100 $\mu\text{m}$ 以下。

[0021] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述纤芯与前述包层的比折射率差为2%以上且11%以下。

[0022] 此外,有关本发明的光扩散装置,其中,前述光纤是由树脂制的构件所构成。

[0023] [发明的效果]

[0024] 根据本发明,由于变成可将在光传输部传输的光确实地从光出射部的外周面射出,所以可使光均匀地从光出射部的外周面射出,从而可提高光免疫疗法的治疗效率。关于本技术的光射出均匀性,光射出强度的相对于光纤长边方向的偏差可抑制在22%以内,是实用上没有问题的水平。此外,在先前光扩散装置中,由于将包层除去至纤芯露出为止,所以纤芯的外周面与空气的界面的面积增加,界面的热阻会增加。因此,先前的光扩散装置,在光的射出中的发热量变大,而在发热的光纤或是插有光纤的导管接触到接受光免疫疗法治疗的患者的皮肤等的情况,正常细胞会受到损伤,患者的疼痛或负担有可能变大。另一方面,本发明的光扩散装置,借由减少包层界面的凹凸,使光纤的外周面与空气的界面的面积减少,因此可抑制在光的射出中的发热,能够减轻患者的负担。光出射部的发热,在射出强度为800mW程度的情况,在先前光扩散装置中会成为70度以上,相对于此,在本发明的光扩散装置中会成为60度以下。进一步,本发明的光扩散装置的发热,大部分是光纤的顶端部的发热,并未观察到光纤的外周面的光出射区域中的发热,因此发热的区域是限定的,从而容易施行对策,实用上优选。

## 附图说明

[0025] 图1是有关本发明的第1实施方式的光扩散装置的概略图。

[0026] 图2是有关本发明的第1实施方式的光纤的光传输部的横剖面图。

- [0027] 图3是有关本发明的第1实施方式的光纤的光出射部的横剖面图。
- [0028] 图4是有关本发明的第1实施方式的光纤的光出射部的重要部分的横剖面图。
- [0029] 图5是有关本发明的第2实施方式的光纤的光出射部的横剖面图。
- [0030] 图6是表示本发明的光纤的光出射部的其他例的横剖面图。

### 具体实施方式

[0031] <第1实施方式>

[0032] 图1至图4是表示本发明的第1实施方式的图。图1是光扩散装置的概略图,图2是光纤的光传输部的横剖面图,图3是光纤的光出射部的横剖面图,图4是光纤的光出射部的重要部分的横剖面图。

[0033] 本实施方式的光扩散装置1,用于癌症的一种治疗方法也就是光免疫疗法中。光免疫疗法,是借由将药剂投予至人体内,所述药剂是由与癌细胞结合的抗体及与光反应的物质所构成,并对已与癌细胞结合的药剂照射镭射光来破坏癌细胞,借此来治疗癌症。

[0034] 光扩散装置1,如图1所示,具备:镭射振荡器(laser oscillator)10,其作为用以发生镭射光的光源;及,光纤20,其传输在镭射振荡器10中所发生的镭射光。

[0035] 镭射振荡器10,具有镭射半导体,利用对镭射半导体通电而产生镭射振荡,从而发生镭射光。镭射振荡器10发生具有670nm以上且700nm以下的波长的红色镭射光。

[0036] 光纤20由树脂制的构件所构成。如图2所示,光纤20是单芯光纤,其由位于径向的中心侧的纤芯21与位于纤芯21的外周侧的包层22所构成。光纤20,其纤芯21与包层22的比折射率差为2%以上且11%以下。光纤20,例如其外径为500 $\mu\text{m}$ ,纤芯21的外径为480 $\mu\text{m}$ ,包层22的厚度为10 $\mu\text{m}$ 。此处,光纤20,优选是其包层22的外径为102 $\mu\text{m}$ 以上且1100 $\mu\text{m}$ 以下。此外,光纤20,优选是其纤芯21的外径为100 $\mu\text{m}$ 以上且1000 $\mu\text{m}$ 以下。包层22,优选是其厚度为1 $\mu\text{m}$ 以上且50 $\mu\text{m}$ 以下。

[0037] 如图1所示,光纤20具有:光传输部20a,其将从基端部射入的镭射光朝向顶端侧传输;及,光出射部20b,其借由除去位于顶端侧的延伸方向的规定范围内的包层22的外周侧的部分,将在光传输部20a传输的镭射光从外周面射出。

[0038] 光出射部20b被形成在光纤20的顶端侧的例如10mm以上且30mm以下的范围内。光出射部20b,例如是借由蚀刻加工仅将包层22的外周侧除去而残留包层22的内周侧,借此来形成。

[0039] 光出射部20b,借由除去包层22,若其径向的尺寸比光传输部20a的直径 $D_a$ 更小于镭射光的波长的尺寸以上,则借由光纤20的长边方向的波长阶数(wavelength order)的构造的变化,光纤20的剖面的光强度分布会变化,变成会漏光,于是镭射光变成会从外周面射出。但是,光出射部20b,遍及外周面的延伸方向和圆周方向均匀地除去包层22是困难的,会有部分地偏差。由于上述般地对于光纤20的长边方向的构造的变化,光射出现象是由于模态不匹配(mode mismatch)所导致。

[0040] 因此,如图3所示,将光出射部20b的外径定义为通过沿着外周面的圆周方向所形成的凹凸面22a的顶部的圆也就是最小外接圆MCC的直径 $D_b$ ,以最小外接圆MCC的直径 $D_b$ 比光传输部20a的直径 $D_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上的方式来形成光出射部20b。

[0041] 亦即,例如在光传输部20a的直径 $D_a$ 为 $500\mu\text{m}$ 且镭射光的波长为 $680\text{nm}$  ( $0.68\mu\text{m}$ )的情况,将光出射部20b的最小外接圆MCC的直径 $D_b$ 的尺寸形成为 $499.32\mu\text{m}$ 以下。

[0042] 此外,光出射部20b的包层22的最大厚度,形成为比光传输部20a的包层22的厚度小。光出射部20b的包层22的最大厚度,优选是比光传输部20a的包层22的厚度更小于在光传输部20a传输的光的波长的尺寸以上。

[0043] 此外,光出射部20b的包层22的平均厚度 $T_b$ ,如图2和图3所示,优选是形成为比光传输部20a的包层22的厚度 $T_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上。亦即,例如在光传输部20a的包层22的厚度 $T_a$ 为 $10\mu\text{m}$ 且镭射光的波长为 $680\text{nm}$  ( $0.68\mu\text{m}$ )的情况,将光出射部20b的包层22的平均厚度 $T_b$ 形成为 $9.32\mu\text{m}$ 以下。借此,借由光纤的长边方向的波长阶数的构造的变化,在包层部分,光纤的剖面的光强度分布会进一步地变化,于是镭射光会从光出射部20b的外周面射出更多。

[0044] 进一步,光出射部20b中的沿着包层22的圆周方向所形成的凹凸面22a,如图4所示,优选是往外周侧突出的尺寸的成为最大的部分与成为最小的部分的高度差 $H_b$ 为在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以下。借由在包层部分的局部的微细的构造变化变小,能够实现更均匀的射出特性。由于能够同时地减少光出射部20b的外周面与空气的界面的面积,所以能够降低界面的热阻,并能够减少发热。

[0045] 如上述般地构成的光扩散装置1,在用于光免疫疗法中的情况,在将光纤20的顶端侧插入人体内的状态下,对已到达癌细胞的药剂照射镭射光。

[0046] 此时,在镭射振荡器10中所发生的镭射光,在光纤20的纤芯21传输,并从位于光纤20的顶端侧的光出射部20b射出。从光出射部20b射出的镭射光,从光出射部20b的外周面均匀地射出而照射到人体内的目标的部位。

[0047] 如此一来,根据本实施方式的光扩散装置1,具备光纤20,所述光纤20是由位于径向的中心侧的纤芯21与位于纤芯21的外周侧的包层22所构成,所述光扩散装置1将从光纤20的基端部射入的镭射光从光纤20的顶端侧射出,其中,光纤20具有:光传输部20a,其将从基端部射入的镭射光朝向顶端部传输;及,光出射部20b,其借由除去位于顶端侧的包层22的外周侧的部分,将在光传输部20a传输的镭射光从外周面射出;并且,光出射部20b,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面22a的顶部的圆也就是最小外接圆MCC的直径 $D_b$ ,比光传输部20a的直径 $D_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上。

[0048] 借此,由于变成可将在光传输部20a传输的镭射光确实地从光出射部20b的外周面射出,所以可使镭射光均匀地从光出射部20b的外周面射出,从而可提高光免疫疗法的治疗效率。

[0049] 此外,光出射部20b的包层22的厚度 $T_b$ ,优选是比光传输部20a的包层22的厚度 $T_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上。

[0050] 借此,变成可将在光传输部20a传输的镭射光更确实地从光出射部20b的外周面射出,从而可使从光出射部20b的外周面射出的镭射光的光量增大。

[0051] 此外,光出射部20b的包层22的厚度,优选是凹凸面22a的往外周侧突出的尺寸的成为最大的部分与成为最小的部分的高度差 $H_b$ 为在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以下。

[0052] 借此,变成可将在光传输部20a传输的镭射光均匀地从光出射部20b的全部外周面

射出,从而可增大光出射部20b的外周面的镭射光的射出量。

[0053] <第2实施方式>

[0054] 图5是表示本发明的第2实施方式的光纤的光出射部的横剖面图。

[0055] 本实施方式的光扩散装置1,将光出射部20b的外径定义为通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面22a的底部的圆也就是最大内接圆MIC的直径 $D_c$ ,以最大内接圆MIC的直径 $D_c$ 比光传输部20a的直径 $D_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上的方式来形成光出射部20b。

[0056] 如此一来,根据本实施方式的光扩散装置1,具备光纤20,所述光纤20是由位于径向的中心侧的纤芯21与位于纤芯21的外周侧的包层22所构成,所述光扩散装置1将从光纤20的基端部射入的镭射光从光纤20的顶端侧射出,其中,光纤20具有:光传输部20a,其将从基端部射入的镭射光朝向顶端部传输;及,光出射部20b,其借由除去位于顶端侧的包层22的外周侧的部分,将在光传输部20a传输的镭射光从外周面射出;并且,光出射部20b,其通过遍及外周面的圆周方向所形成的凹凸面22a的底部的圆也就是最大内接圆MIC的直径 $D_c$ ,比光传输部20a的直径 $D_a$ 更小于在光传输部20a传输的镭射光的波长的尺寸以上。

[0057] 借此,由于变成可将在光传输部20a传输的镭射光确实地从光出射部20b的外周面射出,所以可使镭射光均匀地从光出射部20b的外周面射出,从而可提高光免疫疗法的治疗效率。

[0058] 另外,在前述实施方式中,示出了将位于光出射部20b的包层22的外周侧的部分遍及圆周方向地除去的形态,但是并未限定于此形态。只要是可使镭射光从光出射部20b的外周面射出的光纤,如图6所示,也可以仅除去位于光出射部20b的包层22的外周侧的部分之中的圆周方向的一部分,而使镭射光仅从圆周方向的一部分射出。亦即,光出射部只要形成于光纤的顶端侧的圆周方向的至少一部分即可。光出射部只要形成于光纤的顶端侧的圆周方向的30%以上的部分即可,例如也可以形成于光纤的顶端侧的圆周方向的例如120度~180度的范围内。此外,光出射部也可以分散地形成于光纤的顶端侧的圆周方向,只要其合计的面积为光纤的顶端部的外周面的面积的30%以上即可。

[0059] 在前述实施方式中,示出了一种单芯光纤,其由一条纤芯21与位于一条纤芯21的外周侧的包层22所构成,但是并未限定于此形态。例如,也可以作成将位于在一条包层内设置有复数条纤芯而成的多芯光纤的包层的外周侧的部分除去,从而使镭射光射出。

[0060] 附图标记

[0061] 1:光扩散装置

[0062] 10:镭射振荡器

[0063] 20:光纤

[0064] 20a:光传输部

[0065] 20b:光出射部

[0066] 21:纤芯

[0067] 22:包层

[0068] 22a:凹凸面

[0069] CMM:最小外接圆

[0070] CIM:最大内接圆

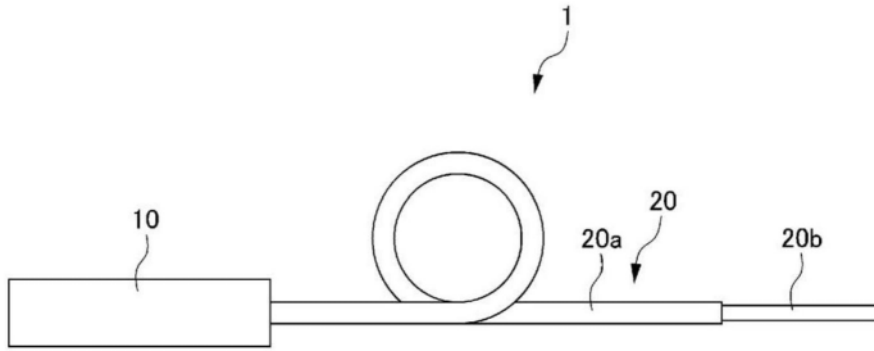


图1

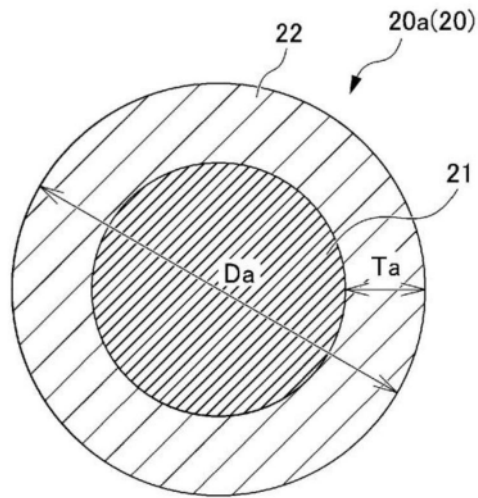


图2

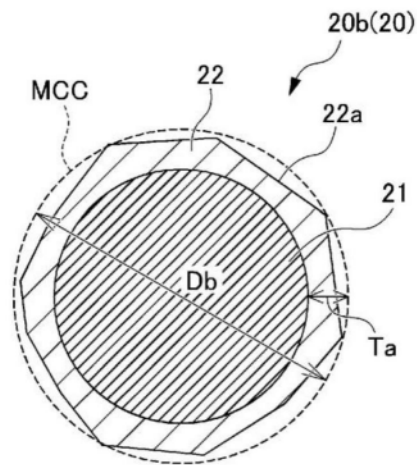


图3

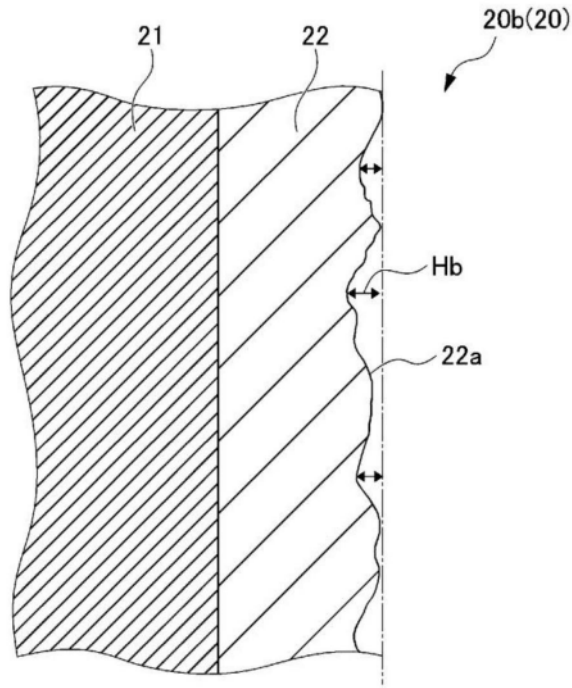


图4

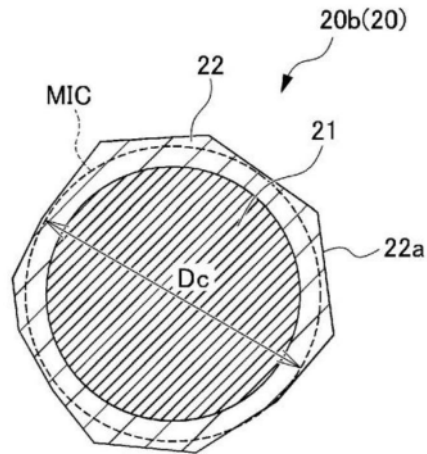


图5

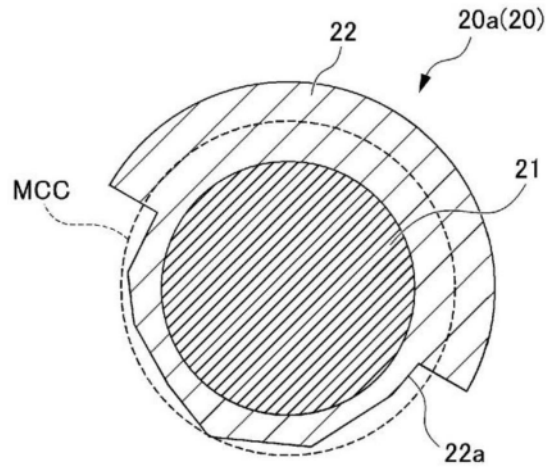


图6