



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113169808 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(21) 申请号 201980082765.5

(22) 申请日 2019.11.12

(30) 优先权数据

2018-232610 2018.12.12 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.06.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/044433 2019.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/121716 JA 2020.06.18

(71) 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 大泷和宏

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 孙志湧 李兰

(51) Int.Cl.

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/564 (2006.01)

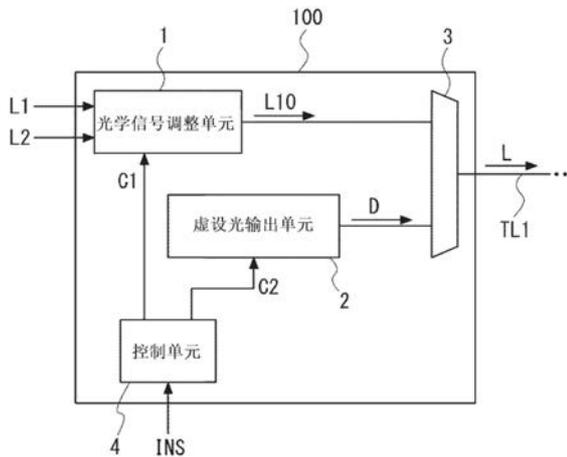
权利要求书7页 说明书21页 附图23页

(54) 发明名称

光学传输装置、终端装置、光学通信系统和光学通信方法

(57) 摘要

目的是灵活地控制波长复用光学信号中所包括的虚设光,并且抑制信号质量下降。光学信号调整单元(1)被配置成使得具有不同波长的多个光学信号输入到其中,并基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号。虚设光输出单元(2)输出具有不同波长的多个虚设光(D),每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元(4)确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元(1)输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度。复用单元(3)输出波长复用光学信号(L),其中将虚设光(D)与从光学信号调整单元输出的光学信号(L10)组合。



1. 一种光学传输装置,包括:

光学信号调整单元,所述光学信号调整单元被配置成能够接收具有不同波长的多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整所述多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出所述光学信号;

虚设光输出单元,所述虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;

控制单元,所述控制单元被配置成确认与所述光学信号中的每个光学信号相对应的所述虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及

复用单元,所述复用单元被配置成将所述虚设光与从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

2. 根据权利要求1所述的光学传输装置,其中,所述光学信号调整单元调整所述多个光学信号的强度,使得传输后的所述多个光学信号的强度是均匀的。

3. 根据权利要求1或2所述的光学传输装置,其中,当接收到指示要新输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,所述控制单元根据指示所述波长的所述信息来确认所述虚设光。

4. 根据权利要求1或2所述的光学传输装置,进一步包括:

光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号的波长,其中,

当接收到通知要将新的光学信号输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的信息时,

所述光学检测单元检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并且将检测到的所述波长通知给所述控制单元,并且

所述控制单元根据通知的所述波长来确认所述虚设光。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的光学传输装置,其中,

所述虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且

当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元根据要插入的所述光学信号的强度来降低与所述覆盖带相对应的所述虚设光的强度。

6. 根据权利要求5所述的光学传输装置,其中,当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元将所述覆盖带中的所述虚设光的强度降低下述值,所述值通过将要插入的所述光学信号与要插入的所述光学信号的带宽的乘积除以所述虚设光的带宽而获得。

7. 根据权利要求5或6所述的光学传输装置,其中,

当所述光学信号与所述虚设光重叠时,所述控制单元:

中断与所述光学信号重叠的所述虚设光;

根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及

根据要插入的所述光学信号的强度来降低具有调整的强度的所述虚设光。

8. 根据权利要求5至7中的任一项所述的光学传输装置,其中,当所述光学信号与两个

覆盖带重叠时,所述控制单元根据要插入的所述光学信号的强度来降低所述两个覆盖带中的虚设光的强度。

9.根据权利要求5至8中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,要插入的所述光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整前的强度与所述一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽的乘积之和除以与所述一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

10.根据权利要求5至8中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,要插入的所述光学信号的强度是当另一个光学信号插入到根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

11.根据权利要求5至10中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,所述虚设光安置在对应的所述覆盖带的中心处。

12.根据权利要求5至10中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在所述两个虚设光之间的中间波长处。

13.根据权利要求5至10中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或所述保护带的长波长侧端部处。

14.根据权利要求5至10中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,当安置包括所述多个虚设光和所述多个光学信号的预定带时,与最接近所述预定带的端部的所述虚设光相对应的覆盖带的边界安置在所述预定带的所述端部处,所述边界在所述预定带的所述端部一侧。

15.根据权利要求5至10中的任一项所述的所述光学传输装置,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,所述两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

16.一种终端装置,包括:

一个或多个光学收发器;以及

光学传输装置,所述光学传输装置被配置成接收来自所述一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,其中,

所述光学传输装置包括:

光学信号调整单元,所述光学信号调整单元被配置成能够接收所述多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整所述多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出所述光学信号;

虚设光输出单元,所述虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;

控制单元,所述控制单元被配置成确认与所述光学信号中的每个光学信号相对应的所述虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及

复用单元,所述复用单元被配置成将所述虚设光与从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

17.根据权利要求16所述的终端装置,其中,所述光学信号调整单元调整所述多个光学信号的强度,使得传输后的所述多个光学信号的强度是均匀的。

18. 根据权利要求16或17所述的终端装置,其中,当接收到指示要新输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,所述控制单元根据指示所述波长的所述信息来确认所述虚设光。

19. 根据权利要求16或17所述的终端装置,进一步包括:

光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号的波长,其中,

当接收到通知要将新的光学信号输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的信息时,

所述光学检测单元检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并且将检测到的波长通知给所述控制单元,并且

所述控制单元根据通知的所述波长来确认所述虚设光。

20. 根据权利要求16至19中的任一项所述的终端装置,其中,

所述虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且

当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元根据要插入的所述光学信号的强度来降低与所述覆盖带相对应的所述虚设光的强度。

21. 根据权利要求20所述的终端装置,其中,当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元将所述覆盖带中的所述虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的所述光学信号与要插入的所述光学信号的带宽的乘积除以所述虚设光的带宽而获得的。

22. 根据权利要求20或21所述的终端装置,其中,

当所述光学信号与所述虚设光重叠时,所述控制单元:

中断与所述光学信号重叠的所述虚设光;

根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及

根据要插入的所述光学信号的强度来降低具有调整的强度的虚设光。

23. 根据权利要求20至22中的任一项所述的终端装置,其中,当所述光学信号与两个覆盖带重叠时,所述控制单元根据要插入的所述光学信号的强度来降低所述两个覆盖带中的虚设光的强度。

24. 根据权利要求20至23中的任一项所述的终端装置,其中,要插入的所述光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整前的强度与所述一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽的乘积之和除以与所述一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

25. 根据权利要求20至23中的任一项所述的终端装置,其中,要插入的所述光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

26. 根据权利要求20至25中的任一项所述的终端装置,其中,所述虚设光安置在对应的所述覆盖带的中心处。

27. 根据权利要求20至25中的任一项所述的终端装置,其中,与两个相邻的虚设光相对

应的覆盖带之间的边界安置在所述两个虚设光之间的中间波长处。

28. 根据权利要求20至25中的任一项所述的终端装置,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与所述两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或所述保护带的长波长侧端部处。

29. 根据权利要求20至25中的任一项所述的终端装置,其中,当安置包括所述多个虚设光和所述多个光学信号的预定带时,与最接近所述预定带的端部的所述虚设光相对应的覆盖带的边界安置在所述预定带的所述端部处,所述边界在所述预定带的所述端部一侧。

30. 根据权利要求20至25中的任一项所述的终端装置,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,所述两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

31. 一种光学通信系统,包括:

第一终端站,所述第一终端站被配置成输出波长复用光学信号;以及

第二终端站,所述第二终端站被配置成接收所述波长复用光学信号,其中,

所述第一终端站包括:

一个或多个光学收发器;以及

光学传输装置,所述光学传输装置被配置成接收来自所述一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,并且

所述光学传输装置包括:

光学信号调整单元,所述光学信号调整单元被配置成能够接收所述多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整所述多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出所述光学信号;

虚设光输出单元,所述虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;

控制单元,所述控制单元被配置成确认与所述光学信号中的每个光学信号相对应的所述虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及

复用单元,所述复用单元被配置成将所述虚设光与从所述光学信号调整单元输出的所述光学信号组合,以输出所述波长复用光学信号。

32. 根据权利要求31所述的光学通信系统,其中,所述光学信号调整单元调整所述多个光学信号的强度,使得传输后的所述多个光学信号的强度是均匀的。

33. 根据权利要求31或32所述的光学通信系统,当接收到指示要新输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,所述控制单元根据指示所述波长的所述信息来确认所述虚设光。

34. 根据权利要求31或32所述的光学通信系统,进一步包括:

光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号的波长,其中,

当接收到通知要将新的光学信号输入到所述光学信号调整单元并插入到所述波长复用光学信号中的信息时,

所述光学检测单元检测从所述光学信号调整单元输出的所述多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并将检测到的所述波长通知给所述控制单

元,并且

所述控制单元根据通知的所述波长来确认所述虚设光。

35. 根据权利要求31至34中的任一项所述的光学通信系统,其中,

所述虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且

当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低与所述覆盖带相对应的所述虚设光的强度。

36. 根据权利要求35所述的光学通信系统,其中,当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,所述控制单元将所述覆盖带中的所述虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的所述光学信号与要插入的所述光学信号的带宽的乘积除以所述虚设光的带宽而获得的。

37. 根据权利要求35或36所述的光学通信系统,其中,

当所述光学信号与所述虚设光重叠时,所述控制单元:

中断与所述光学信号重叠的所述虚设光;

根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及

根据要插入的所述光学信号的强度来降低具有调整的强度的虚设光。

38. 根据权利要求35至37中的任一项所述的光学通信系统,其中,当所述光学信号与两个覆盖带重叠时,所述控制单元根据要插入的所述光学信号的强度来降低所述两个覆盖带中的虚设光的强度。

39. 根据权利要求35至38中的任一项所述的光学通信系统,其中,要插入的所述光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整前的强度与所述一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽的乘积之和除以与所述一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

40. 根据权利要求35至38中的任一项所述的光学通信系统,其中,要插入的所述光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

41. 根据权利要求35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中,所述虚设光安置在对应的所述覆盖带的中心处。

42. 根据权利要求35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中,与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在所述两个虚设光之间的中间波长处。

43. 根据权利要求35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与所述两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或所述保护带的长波长侧端部处。

44. 根据权利要求35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中,当安置包括所述多个虚设光和所述多个光学信号的预定带时,与最接近所述预定带的端部的所述虚设光相对应的覆盖带的边界安置在所述预定带的所述端部处,所述边界在所述预定带的所述端部一侧。

45. 根据权利要求35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中,当在两个相邻的虚设

光之间安置两个保护带时,所述两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

46. 一种光学通信方法,包括:

基于传输线中的强度变化来调整具有不同波长的多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出所述光学信号;

输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;

确认与所述光学信号中的每个光学信号相对应的所述虚设光,并且基于以与确认的所述虚设光相对应的所述传输线中的强度变化为基础的所述光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及

输出波长复用光学信号,所述虚设光与具有调整的强度的所述光学信号被组合在所述波长复用光学信号中。

47. 根据权利要求46所述的光学通信方法,其中,调整所述多个光学信号的强度,使得传输后的所述多个光学信号的强度是均匀的。

48. 根据权利要求46或47所述的光学通信方法,其中,

接收指示要新插入到所述波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息,并且根据指示所述波长的所述信息来确认所述虚设光。

49. 根据权利要求46或47所述的光学通信方法,其中,

接收通知要将新的光学信号插入到所述波长复用光学信号中的信息,

检测具有调整的强度的所述多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,以及

根据检测到的所述波长来确认所述虚设光。

50. 根据权利要求46至49中的任一项所述的光学通信方法,其中,

所述虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且

当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,根据要插入的所述光学信号的强度来降低与所述覆盖带相对应的所述虚设光的强度。

51. 根据权利要求50所述的光学通信方法,其中,当要将所述光学信号插入到所述覆盖带中时,将所述覆盖带中的所述虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的所述光学信号与要插入的所述光学信号的带宽的乘积除以所述虚设光的带宽而获得的。

52. 根据权利要求50或51所述的光学通信方法,其中,

当所述光学信号与所述虚设光重叠时,

中断与所述光学信号重叠的所述虚设光,

根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度,以及

根据要插入的所述光学信号的强度来降低具有调整的强度的所述虚设光。

53. 根据权利要求50至52中的任一项所述的光学通信方法,其中,当所述光学信号与两个覆盖带重叠时,根据要插入的所述光学信号的强度来降低所述两个覆盖带中的虚设光的强度。

54. 根据权利要求50至53中的任一项所述的光学通信方法,其中,要插入的所述光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将要根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整前的强度与所述一个或多个虚设光中的每个虚

设光的带宽的乘积之和除以与所述一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

55. 根据权利要求50至53中的任一项所述的光学通信方法,其中,要插入的所述光学信号的强度是当另一个光学信号插入到根据所述光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

56. 根据权利要求50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中,所述虚设光安置在对应的所述覆盖带的中心处。

57. 根据权利要求50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中,与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在所述两个虚设光之间的中间波长处。

58. 根据权利要求50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与所述两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或所述保护带的长波长侧端部处。

59. 根据权利要求50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中,当安置包括所述多个虚设光和所述多个光学信号的预定带时,与最接近所述预定带的端部的所述虚设光相对应的覆盖带的边界安置在所述预定带的所述端部处,所述边界在所述预定带的所述端部一侧。

60. 根据权利要求50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中,当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,所述两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

## 光学传输装置、终端装置、光学通信系统和光学通信方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学传输装置、终端装置、光学通信系统和光学通信方法。

### 背景技术

[0002] 在海底光缆系统中,安装在陆地终端站中的光学传输装置通过海底光缆传输波长复用光学信号。为了补偿因通过海底光缆的传输而引起的光损失,通常将多个光学放大器插入到海底光缆中。每个光学放大器将输入的波长复用光学信号放大到某一强度并且输出放大后的信号。因此,当放大波长复用光学信号而同时阻挡其中所包括的一个波长时,例如,其他波长的强度显著增加。光学信号强度增加会因非线性效应而导致信号质量下降,因此一种技术是当阻挡波长复用光学信号中的一个波长时,例如添加与所阻挡的波长相对应的虚设光,从而抑制波长复用光学信号的每个波长的强度变化。

[0003] 作为使用虚设光的技术,提出了一种针对每个子带使用单宽带(带宽)虚设光或多个窄带(信道宽度)虚设光的光学传输装置(光学传输装置)。当将新的光学信号插入到使用多个窄带虚设光的子带中时,该光学传输装置调整该子带中的多个虚设光的强度,从而使波长复用光学信号的强度保持恒定。

[0004] [引文清单]

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本未经审查专利申请特开第2014-187671号公报

### 发明内容

[0007] [技术问题]

[0008] 插入到海底光缆中的光学放大器的增益以及因通过海底光缆传输光学信号而引起的光损失取决于波长而变化,因此具有波长依赖性。因而,当通过海底光缆传输其中光学信号具有不同波长且具有相同强度的波长复用光学信号时,例如,强度随波长不同而变得各不相同。这样产生的光学信号强度差异导致非线性效应和信噪比降级。一种抑制非线性效应和信噪比降级的方式是基于逆波长依赖性,将每个波长的强度差(预加重)应用于波长复用光学信号,该逆波长依赖性抵消因传输而在波长复用光学信号中出现的波长依赖性,然后将波长复用光学信号输出到海底光缆。

[0009] 然而,在专利文献1中,当调整虚设光的强度时,在多个窄带虚设光当中未确认出要调整强度的虚设光。因而,当插入新的光学信号时,波长复用光学信号在插入新的光学信号之后不具有抵消海底光缆的波长依赖性的逆波长依赖性。结果,不能适当地抑制海底光缆中基于波长依赖性的信号质量下降。

[0010] 鉴于上述情况提出本发明,本发明的目的是灵活地控制波长复用光学信号中所包括的虚设光,并且抑制信号质量下降。

[0011] [问题解决方案]

[0012] 根据本发明一方面所述的光学传输装置包括:光学信号调整单元,该光学信号调

整单元被配置成能够接收具有不同波长的多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;虚设光输出单元,该虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,该控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,该复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0013] 根据本发明一方面所述的终端装置包括:一个或多个光学收发器;以及光学传输装置,该光学传输装置被配置成接收来自一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,其中光学传输装置包括:光学信号调整单元,该光学信号调整单元被配置成能够接收多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;虚设光输出单元,该虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,该控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,该复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0014] 根据本发明一方面所述的光学通信系统包括:第一终端站,该第一终端站被配置成输出波长复用光学信号;以及第二终端站,该第二终端站被配置成接收波长复用光学信号,其中第一终端站包括:一个或多个光学收发器;以及光学传输装置,该光学传输装置被配置成接收来自一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,并且该光学传输装置包括:光学信号调整单元,该光学信号调整单元被配置成能够接收多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;虚设光输出单元,该虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,该控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,该复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0015] 根据本发明一方面所述的光学通信方法包括:基于传输线中的强度变化来调整具有不同波长的多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于以与确认的所述虚设光相对应的传输线中的强度变化为基础的光学信号的强度来控制所确认的虚设光的强度;以及输出波长复用光学信号,其中将虚设光与已调整强度的光学信号组合。

[0016] 发明有益效果

[0017] 本发明允许灵活地控制波长复用光学信号中所包括的虚设光,并且抑制信号质量下降。

**附图说明**

- [0018] 图1是示出包括根据第一示例实施例的光学传输装置的光学通信系统的基本配置的视图；
- [0019] 图2是示意性示出根据第一示例实施例的终端站的配置的视图；
- [0020] 图3是示出不施加预加重的情况下进行传输前后的波长复用光学信号的强度变化的视图；
- [0021] 图4是示出施加预加重的情况下进行传输前后的波长复用光学信号的强度变化的视图；
- [0022] 图5是示意性示出多个虚设光和与其相对应的覆盖带的视图；
- [0023] 图6是示出虚设光的强度与光学信号的目标值之间关系的视图；
- [0024] 图7是示意性示出根据第一示例实施例的光学传输装置的配置的视图；
- [0025] 图8是示出添加新的光学信号的情况下的光学传输装置的操作的流程图；
- [0026] 图9是示意性示出将新的光学收发器连接到根据第一示例实施例的终端站的示例的视图；
- [0027] 图10是示意性示出将新的光学信号被输入到根据第一示例实施例的终端站的光学传输装置的示例的视图；
- [0028] 图11是示出从覆盖带中消除光学信号的情况下的光学传输装置的操作的流程图；
- [0029] 图12是示出消除光学信号的情况下的虚设光强度的视图；
- [0030] 图13是示意性示出第二示例实施例的光学传输装置的配置的视图；
- [0031] 图14是示出插入新的光学信号的情况下的光学传输装置的操作的流程图；
- [0032] 图15是示出从波长复用光学信号中消除光学信号的情况下的光学传输装置的操作的流程图；
- [0033] 图16是示出向根据第三示例实施例的光学传输装置添加新的光学信号的情况下的操作的流程图；
- [0034] 图17是示出光学信号与虚设光所占据的带重叠的情况的视图；
- [0035] 图18是示出由一个相邻的覆盖带替代地进行覆盖带中的虚设光的补偿功能的情况下的光学信号和虚设光的视图；
- [0036] 图19是示出两个相邻的覆盖带替代地进行覆盖带中的虚设光的补偿功能的情况下的光学信号和虚设光的视图；
- [0037] 图20是示出向根据第四示例实施例的光学传输装置添加新的光学信号的情况下的操作的流程图；
- [0038] 图21是示出在光学信号重叠两个覆盖带的情况下的视图；
- [0039] 图22是示出覆盖带中的虚设光的补偿功能分布于两个覆盖带中的虚设光之间的情况下的光学信号和虚设光的视图；
- [0040] 图23是示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第二示例的视图；
- [0041] 图24是示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第三示例的视图；
- [0042] 图25是示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第四示例的视图；以及
- [0043] 图26是示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第五示例的视图。

## 具体实施方式

[0044] 下文将结合附图来描述本发明的示例实施例。在附图中，相同的附图标记表示相同的结构要素，酌情省略赘述。

### [0045] 第一示例实施例

[0046] 下文描述了根据第一示例实施例的光学传输装置100。图1示出包括根据第一示例实施例的光学传输装置100的光学通信系统1000的基本配置。下文的描述假定光学传输装置100安装在构成海底光网的光学通信系统1000中所包括的陆地终端站中。

[0047] 图1示意性示出根据第一示例实施例的光学通信系统1000的配置示例。在该示例中，光学通信系统1000包括终端站TS1和TS2、光学放大器AMP、光纤F和管理服务器1001。终端站TS1和TS2是安装在陆地上的终端站。终端站TS1包括光学传输装置100。

[0048] 管理服务器1001被配置成能够通过提供指令信号INS来控制终端站TS1和光学传输装置100的操作。

[0049] 终端站TS1与终端站TS2通过安装在陆地上或海底的传输线连接，并且包括传输光学信号的光纤F。在该示例中，将光学信号从终端站TS1（第一终端站）传输到终端站TS2（第二终端站）的传输线称为传输线TL1。将光学信号从终端站TS2传输到终端站TS1的传输线称为传输线TL2。注意，根据需要可以将诸如增减光学信号的海底光分支装置的另一个装置插入到传输线TL1和TL2中。

[0050] 在传输线TL1和TL2中的每个传输线中插入放大光学信号的一个或多个光学放大器AMP。

[0051] 在该示例实施例中，波长复用光学信号L（第一波长复用光学信号）通过传输线TL1从终端站TS1输出到终端站TS2。在波长复用光学信号L中，要传输的具有一个或多个波长（信道）的光学信号被波长复用。波长复用光学信号LL（第二波长复用光学信号）通过传输线TL2从终端站TS2输出到终端站TS1。

[0052] 下文描述了根据该示例实施例的终端站TS1的配置。如同通用终端站一样，终端站TS1包括光学传输装置和多个光学收发器。图2示意性示出根据第一示例实施例的终端站TS1的配置。在该示例中，如图2所示，终端站TS1包括光学传输装置100和光学收发器TPD1和TPD2，并且光学传输装置100以及光学收发器TPD1和TPD2构成终端站TS1中的终端装置。

[0053] 光学收发器TPD1和TPD2例如通过光纤连接到光学传输装置100，并且通过光学传输装置100与另一个终端站等传达光学信号。终端站中所包括的多个光学收发器不必是相同类型的光学收发器，并且能够适当地使用具有不同功能的光学收发器或出自不同供应者的光学收发器。

[0054] 在该示例中，从光学收发器TPD1输入光学信号L1，并且从光学收发器TPD2向光学传输装置100输入光学信号L2。光学信号L1和L2中的每个光学信号包括具有一个或多个波长的光学信号。

[0055] 光学传输装置100将光学信号L1与光学信号L2组合，并且生成包括组合的光学信号和虚设光的波长复用光学信号L。另外，为了补偿因通过传输线TL1进行传输所产生的非线性效应和损失而引起的光强度的波长依赖性，基于逆波长依赖性，光学传输装置100对每个波长施加强度差（预加重），该逆波长依赖性抵消这种对光学信号和波长复用光学信号L中所包括的虚设光的波长依赖性。在将预加重施加到传输线TL1之后，光学传输装置100输

出波长复用光学信号L。

[0056] 下文描述了应用于波长复用光学信号的预加重。当波长复用光学信号通过传输线进行传输时,波长复用光学信号中所包括的光(光学信号和虚设光)的强度因在插入到传输线的光学放大器中进行放大期间发生的非线性效应和传输线中的传输损失而变化。已知的是,光的强度变化取决于波长。

[0057] 图3是示出不施加预加重的情况下进行传输前后的波长复用光学信号的强度变化的视图。图3所示的波长复用光学信号L包括具有不同中心波长的多个虚设光D。在该示例中,虚设光D在输入到传输线之前具有相同的强度。

[0058] 当波长复用光学信号L通过传输线进行传输时,如图3所示,虚设光D的强度取决于其波长而不同地变化。结果,虚设光D的强度变得不均匀。因而,当随着光学信号L被复用而传输波长复用光学信号L时,光学信号的强度也变得不均匀。优选地,由于在传输后波长复用光学信号中所包括的光学信号的强度是均匀的,因此在传输前将预加重应用于波长复用光学信号,以便抵消在传输后发生的强度变化的波长依赖性。

[0059] 图4是示出施加预加重的情况下进行传输前后的波长复用光学信号的强度变化的视图。在图4中,使用施加了预加重的波长复用光信号L,该预加重是向包括具有均匀强度的多个虚设光的传输前波长复用光信号施加如图3所示的传输后波长依赖性的逆波长依赖性。在图4中,如阴影线所示,通过预加重来调整传输前的波长复用光学信号L中所包括的虚设光D的强度。

[0060] 当施加预加重后的波长复用光学信号L通过传输线进行传输时,因传输而发生具有与图3相同的波长依赖性的强度变化。然而,在该示例中,因为基于逆波长依赖性,对传输前对波长复用光学信号L施加每个波长的强度差(预加重),所以通过逆波长依赖性抵消了因传输而引起的波长依赖性。在图4中,如阴影线所示,通过预加重来补偿传输后的波长复用光学信号L中所包括的虚设光D的强度。

[0061] 结果,使传输后的波长复用光学信号L中所包括的具有多个波长的虚设光的强度相等。

[0062] 另外,正如虚设光一样,传输后的光学信号的强度也取决于波长变化。因而,通过将光学信号插入到波长复用光学信号中并施加预加重,使传输后的光的强度相等。

[0063] 下文描述了虚设光的强度与光学信号的强度之间的关系。将具有不同中心波长的多个虚设光插入到波长复用光学信号中,并且控制每个虚设光,使得特定带中所包括的光的总强度保持恒定。在该示例中,由一个虚设光使其光的总强度保持恒定的带称为虚设光的覆盖带。

[0064] 为了说明清楚起见,在下文中,“带宽”表示由频率带或波长带中的下限和上限所定义的宽度,并且“带”表示具有以预定中心波长为中心的预定“带宽”的范围。换言之,“带宽”可使用数值定量地定义,并且“带”用于确认具有在频率带或波长带(诸如第一带或第二带)的不同位置处设定的预定“带宽”的范围。

[0065] 图5示意性示出多个虚设光和与其相对应的覆盖带。作为示例,图5示出具有不同中心波长的虚设光DA至DC。在图5中,虚设光DA至DC所占据的带宽分别示为 $W_{DA}$ 至 $W_{DC}$ 。对于虚设光DA至DC,设置分别包含带宽 $W_{DA}$ 至 $W_{DC}$ 的覆盖带BA至BC。注意,可以将不包括虚设光DA至DC的带宽 $W_{DA}$ 至 $W_{DC}$ 的范围分别设置为覆盖带BA至BC。另外,覆盖带BA至BC的带宽分别为带宽

$W_{BA}$ 至 $W_{BC}$ 。

[0066] 在图5所示的带中,当将光学信号插入到波长复用光学信号中时,确定所插入的光学信号属于覆盖带BA至BC中的哪一个,从而确定要控制其强度的虚设光。

[0067] 当将光学信号插入到某一覆盖带中时,基于光学信号未插入到覆盖带中时的覆盖带的带宽和虚设光的强度,可以确定要插入的光学信号的强度(下文称为目标值)。

[0068] 图6示出虚设光的强度与光学信号的目标值之间的关系。下文的描述集中于覆盖带BB。在光学信号未插入覆盖带BB中的情况下,考虑到预加重而设置的虚设光DB的强度为 $P_{DB0}$ (下文称为虚设光强度初始值)。在具有强度目标值 $P_{LB}$ 的光学信号LB插入覆盖带BB中的情况下,控制虚设光DB的强度,使得覆盖带BB中所包括的光的总强度在插入前后保持恒定。

[0069] 具体而言,当插入光学信号LB时,覆盖带BB中所包括的光的总强度增加了光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 与光学信号的带宽 $W_{LB}$ 的乘积。为了抵消这种增加,需要降低虚设光DB的强度。确定插入光学信号后的虚设光DB的强度 $P_{DB1}$ 满足下式[1]。

[0070] [式1]

$$P_{LB} W_{LB} + P_{DB1} W_{DB} = P_{DB0} W_{DB} \quad [1]$$

[0072] 因而,插入光学信号后的虚设光DB的强度 $P_{DB1}$ 由下式[2]表示。

[0073] [式2]

$$P_{DB1} = \frac{P_{DB0} W_{DB} - P_{LB} W_{LB}}{W_{DB}} \quad [2]$$

[0075] 另一方面,即使当从覆盖带BB中消除已插入的光学信号LB时,通过将虚设光的强度从 $P_{DB1}$ 增加到 $P_{DB0}$ ,覆盖带BB中所包括的光的总强度也保持恒定。

[0076] 下文描述了确定光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 的示例。光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 可以通过在覆盖带BB中取虚设光强度初始值 $P_{DB0}$ 与虚设光DB的带宽 $W_{DB}$ 的乘积的平均值来计算。具体地,光学信号的强度的目标值 $P_{LB}$ 可以通过将虚设光强度初始值 $P_{DB0}$ 与虚设光DB的带宽 $W_{DB}$ 的乘积除以覆盖带BB的带宽 $W_{BB}$ 来计算。

[0077] [式3]

$$P_{LB} = \frac{P_{DB0} W_{DB}}{W_{BB}} \quad [3]$$

[0079] 上文已经描述了将一个光学信号插入到一个覆盖带中或从一个覆盖带中消除的示例。然而,注意,即使当插入或消除多个光学信号时,对于每个要插入或消除的光学信号,虚设光的强度也可能增加或降低。

[0080] 如上所述,通过根据插入或消除光学信号来控制相对应的虚设光的强度,虚设光的每个覆盖带中所包括的光的总强度保持恒定。另外,与特定覆盖带相对应的虚设光的中心波长和插入到该覆盖带中的光学信号彼此相对更近,因此认为在传输后发生类似的强度变化。因此,即使当光学信号插入特定覆盖带中时,相对于由对波长复用光学信号施加预加重的传输而引起的波长依赖性的逆波长依赖性也得以维持。相应地,使传输后的光学信号的强度相等。

[0081] 下文描述了根据第一示例实施例的光学传输装置100。图7示意性示出根据第一示例实施例的光学传输装置100的配置。光学传输装置100包括光学信号调整单元1、虚设光输

出单元2、复用单元3和控制单元4。

[0082] 例如,光学信号调整单元1被配置成能够调整输入光学信号中所包括的每个波长分量的强度,并且其被配置为波长选择开关(WSS)。光学信号L1和光学信号L2被输入到光学信号调整单元1。光学信号调整单元1将光学信号L1与光学信号L2组合,调整组合信号中所包括的每个波长分量的强度,从而施加预加重,然后将已调整的光学信号L10输出到复用单元3。

[0083] 光学信号调整单元1能够分离光学信号L1和光学信号L2中所包括的波长分量,将它们分派给不同的端口,并且独立地调整每个端口中的光学信号的强度。光学衰减器布置在光学信号调整单元1的每个端口中,并且能够通过控制光学衰减器的衰减率来调整与每个端口相对应的光学信号的强度。

[0084] 虚设光输出单元2将具有不同中心波长的多个虚设光输出到复用单元3。在图7中,从虚设光输出单元2输出的虚设光共同表示为符号D。

[0085] 复用单元3将光学信号L10与虚设光D组合,并且将波长复用光学信号L输出到传输线TL1。

[0086] 控制单元4被配置成通过提供控制信号C1来控制光学信号调整单元1的强度调整操作,并且还通过提供控制信号C2来控制从虚设光输出单元2输出的虚设光D的每个波长分量的强度。从管理服务器1001等向控制单元4输入指示要施加于波长复用光学信号L的预加重的指令信号INS。控制单元4响应于指令信号INS输出控制信号C1和C2。

[0087] 接下来描述了将新的光学信号LB添加到波长复用光学信号L的情况下的光学传输装置100的操作。图8是示出添加光学信号LB的情况下的光学传输装置100的操作的流程图。图9示意性示出将新的光学收发器TPD连接到根据第一实施例的终端站TS1的示例。图10示意性示出将新的光学信号LB输入到根据第一实施例的终端站TS1的光学传输装置100的示例。

[0088] 在该示例中,如图9所示,新的光学收发器TPD连接到终端站TS1中的光学传输装置100。光学收发器TPD将新的光学信号LB输出到光学传输装置100。

[0089] 管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知添加新的光学收发器TPD的信息。该指令信号INS至少包括指示从添加的光学收发器TPD输出的光学信号LB的中心波长的信息。

[0090] 步骤SA11

[0091] 控制单元4接收指令信号INS。

[0092] 步骤SA12

[0093] 控制单元4通过参考存储在其中的表TAB来确认与要插入的光学信号LB的中心波长相对应的光学信号调整单元1中的端口。

[0094] 步骤SA13

[0095] 控制单元4通过参考表TAB来读取光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。另外,控制单元4通过参考表TAB来确认与光学信号LB相对应的虚设光DB。控制单元4读取插入光学信号后的虚设光DB的强度的设定值 $P_{DB1}$ 。

[0096] 步骤SA14

[0097] 控制单元4将控制信号C1输出到光学信号调整单元1,以便将所添加的光学信号LB

的强度调整到目标值 $P_{LB}$ 。响应于控制信号C1,光学信号调整单元1首先使所确认的端口处的光学信号LB的衰减率最大化。这样防止当插入光学信号LB时错误地输出具有意外强度的光学信号LB。此后,光学信号调整单元1调整所确认的端口处的衰减率,从而将光学信号LB的强度调整到目标值 $P_{LB}$ 。

[0098] 步骤SA15

[0099] 控制单元4将控制信号C2输出到虚设光输出单元2,以便将与光学信号LB相对应的虚设光DB的强度调整到 $P_{DB1}$ 。响应于控制信号C2,如图6所示,虚设光输出单元2将虚设光DB的强度从 $P_{DB0}$ 调整到 $P_{DB1}$ 。

[0100] 如上所述,根据图8所示的操作,能够将所插入的光学信号的强度调整到适当值,并且也能够将相对应的虚设光的强度调整到适当值。因此,可以维持插入光学信号的覆盖带中的光的总强度,并且可以对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的逆波长依赖性。

[0101] 下文描述了从覆盖带BB中消除光学信号LB的情况。图11是示出从覆盖带BB中消除光学信号LB的情况下的光学传输装置100的操作的流程图。

[0102] 在该示例中,从光学传输装置100中移除图9所示的光学收发器TPD。因此,光学信号LB到光学传输装置100的输入被中断。

[0103] 管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知从光学传输装置100中移除光学收发器TPD的信息。该指令信号INS至少包括指示要中断的光学信号LB的中心波长的信息。

[0104] 步骤SB11

[0105] 控制单元4接收指令信号INS。

[0106] 步骤SB12

[0107] 控制单元4通过参考表TAB来确认与要中断的光学信号LB的波长相对应的光学信号调整单元1的端口。

[0108] 步骤SB13

[0109] 控制单元4通过参考表TAB来读取在光学信号LB中断之后要使用的虚设光DB的强度初始值 $P_{DB0}$ 。

[0110] 步骤SB14

[0111] 控制单元4将控制信号C1输出到光学信号调整单元1以中断光学信号LB。响应于控制信号C1,光学信号调整单元1使所确认的端口处的光学信号LB的衰减率最大化。由此,光学信号LB被中断。

[0112] 步骤SB15

[0113] 控制单元4将控制信号C2输出到虚设光输出单元2,以便调整虚设光DB的强度。图12示出消除光学信号LB的情况下的虚设光DB的强度。响应于控制信号C2,如图12所示,虚设光输出单元2将虚设光DB的强度从 $P_{DB1}$ 增加到 $P_{DB0}$ 。

[0114] 如上所述,根据图11所示的操作,当中断具有某一波长的光学信号时,可将相对应的虚设光的强度增加适当值。因此,可以通过增加虚设光的强度来补偿当光学信号被中断时光学信号强度的降低,并且可以对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的波长依赖性。

[0115] 第二示例实施例

[0116] 下文描述了根据第二示例实施例的光学传输装置200。图13示意性示出根据第二示例实施例的光学传输装置200的配置。光学传输装置200具有将解复用器5和光电检测器6添加到根据第一示例实施例的光学传输装置100的配置。

[0117] 解复用器5将从光学信号调整单元1输出的光学信号L10分支出一部分,并且将光学信号L10的分支出的部分输出到光电检测器6。

[0118] 光电检测器6被配置成能够检测从光学信号调整单元1输出的光学信号L10中所包括的具有多个波长的光学信号中的每个光学信号的强度。

[0119] 光学传输装置200的其他配置与光学传输装置100的相同,因而不再对此赘述。

[0120] 接下来描述了将新的光学信号LB插入到波长复用光学信号L中的情况下的光学传输装置200的操作。图14是示出插入新的光学信号LB的情况下的光学传输装置200的操作的流程图。

[0121] 在该示例中,如第一示例实施例所述,新的光学收发器TPD连接到终端站TS1中的光学传输装置200。新的光学收发器TPD将新的光学信号LB输出到光学传输装置100。

[0122] 管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知添加光学收发器TPD的信息。该指令信号INS至少包括指示与光学信号LB相对应的光学信号调整单元1的端口信息的信息。

[0123] 步骤SA21

[0124] 控制单元4接收指令信号INS。控制单元4由此辨识出新的光学信号LB被插入到所确认的端口中。

[0125] 步骤SA22

[0126] 尽管此时所插入的光学信号LB输入到的光学信号调整单元1的端口具有最大衰减率,但即使衰减率最大,光学信号LB也不会被完全中断。因而,尽管光学信号的强度很低,仍有一部分光学信号泄漏。因此,当光学信号LB被输入到光学信号调整单元1时,光电检测器6可以检测到从光学信号调整单元1泄漏的光学信号LB。在此情况下,光电检测器6检测光学信号LB的波长,并且将指示检测结果的检测信号DET输出到控制单元4。

[0127] 步骤SA23

[0128] 控制单元4基于检测信号DET来确认光学信号LB的波长,从而通过参考表TAB来确认相对应的虚设光DB和覆盖带BB。

[0129] 步骤SA24至S26

[0130] 步骤SA24至S26分别与图8中的步骤SA13至SA15相同,故不再赘述。

[0131] 如上所述,根据图14所示的操作,如第一示例实施例所述,能够将所插入的光学信号的强度调整到适当值,并且也能够将相对应的虚设光的强度调整到适当值。因此,可以维持插入光学信号的覆盖带中所包括的光的总强度,并且可以对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的波长依赖性。

[0132] 接下来描述了从波长复用光学信号L中消除光学信号LB的情况下的光学传输装置200的操作。图15是示出从波长复用光学信号L中消除光学信号LB的情况下的光学传输装置200的操作的流程图。

[0133] 在该示例中,如第一示例实施例所述,从光学传输装置100中移除光学收发器TPD,

从而光学信号LB到光学传输装置100的输入被中断。

[0134] 管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知从光学传输装置100中移除光学收发器TPD的信息。

[0135] 步骤SB21

[0136] 控制单元4接收指令信号INS。控制单元4由此辨识出从所确认的端口中移除光学信号LB。

[0137] 步骤SB22

[0138] 控制单元4将控制信号C1输出到光学信号调整单元1,以促使光学信号调整单元1中断光学信号LB。响应于控制信号C1,光学信号调整单元1使所确认的端口处的光学信号LB的衰减率最大化。

[0139] 步骤SB23

[0140] 光电检测器6检测强度已经变化了大于预定阈值的光学信号的波长,从而检测光学信号LB的波长。光电检测器6将指示光学信号LB的波长的检测信号DET输出到控制单元4。

[0141] 步骤SB24

[0142] 控制单元4基于检测信号DET来确认光学信号LB的波长。然后,控制单元4通过参考表TAB来确认与光学信号LB的波长相对应的虚设光DB。

[0143] 步骤SB25和SB26

[0144] 步骤SB25和SB26分别与图12中的步骤SB13和SB15相同,故不再赘述。

[0145] 如上所述,根据图15所示的操作,当如第一示例实施例所述中断具有某一波长的光学信号时,可将相对应的虚设光的强度调整到适当值。因此,可以通过增加虚设光的强度来补偿当光学信号被中断时光学信号强度的降低,并且可以对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的波长依赖性。

[0146] 第三示例实施例

[0147] 下文描述了根据第三示例实施例的光学传输装置。在第三示例实施例中,描述了要插入的光学信号LB与相对应的虚设光DB重叠的情况下的光学传输装置的操作。注意,根据第三示例实施例的光学传输装置的配置与根据第一示例实施例的光学传输装置100的配置相同,故不再赘述。

[0148] 下文描述了根据第三示例实施例的光学传输装置的操作。图16是示出将光学信号LB添加到根据第三示例实施例的光学传输装置的情况下的操作的流程图。

[0149] 如第一示例实施例中所述,管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知添加新的光学收发器TPD的信息。该指令信号INS至少包括指示光学信号LB的中心波长的信息。

[0150] 图16中的步骤SA11至S15与图12中相同,故不再赘述。下文描述了图16中添加的步骤SA31至SA35。

[0151] 步骤SA31

[0152] 控制单元4确定光学信号LB和虚设光DB所占据的带是否重叠。图17示出光学信号LB和虚设光DB所占据的带重叠的情况。

[0153] 步骤SA32

[0154] 当光学信号LB和虚设光DB所占据的带重叠时,需要防止光学信号LB被藏入虚设光

DB中。因此,控制单元4将控制信号C2输出到虚设光输出单元2以中断虚设光DB的输出。响应于控制信号C2,虚设光输出单元2停止输出虚设光DB。

[0155] 步骤SA33

[0156] 结果,在虚设光DB的覆盖带BB中不存在虚设光DB。因而,在该示例实施例中,执行由另一个覆盖带进行覆盖带BB中的虚设光DB的补偿的替代处理。

[0157] 首先描述了由一个相邻的覆盖带BA替代地进行覆盖带BB中的虚设光DB的补偿功能的情况。图18示出由覆盖带BA替代地进行覆盖带BB中的虚设光DB的补偿功能的情况下的光学信号和虚设光。在该示例中,替代处理前的覆盖带BA的虚设光强度初始值为 $P_{DA0}$ 。在此情况下,需要将替代处理后的覆盖带BA的虚设光强度初始值增加到大于 $P_{DA0}$ 。

[0158] 在此情况下,覆盖带BA和BB中的光的总强度需要在替代处理前后保持恒定。因此,替换处理后的覆盖带BA中的虚设光的强度初始值 $P_{DA1}$ 由下式表示。

[0159] [式4]

$$[0160] \quad P_{DB0}W_{DB} + P_{DA0}W_{DB} = P_{DA1}W_{DA} \quad [4]$$

[0161] [式5]

$$[0162] \quad P_{DA1} = \frac{(P_{DB0}W_{DB} + P_{DA0}W_{DA})}{W_{DA}} \quad [5]$$

[0163] 然后,控制单元4通过参考表TAB来读取光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。此时,正如式[1],控制单元4可以将要插入的光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 更新为通过下式[6]获得的值。

[0164] [式6]

$$[0165] \quad P_{LB} = \frac{P_{DA1}W_{DA}}{W_{BB} + W_{BA}} \quad [6]$$

[0166] 如式[3]所示,控制单元4可以根据光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 来确定插入光学信号后的虚设光DA的强度 $P_{DA2}$ 。

[0167] [式7]

$$[0168] \quad P_{DA2} = \frac{P_{DA1}W_{DA} - P_{LB}W_{LB}}{W_{DA}} \quad [7]$$

[0169] 接下来,下文描述了由两个相邻的覆盖带BA和BC替代地进行覆盖带BB中的虚设光DB的补偿功能的情况。图19示出由覆盖带BA和BC替代地进行覆盖带BB中的虚设光DB的补偿功能的情况下的光学信号和虚设光。在该示例中,替代处理前的虚设光DC的虚设光强度初始值为 $P_{DC0}$ 。在此情况下,替换处理后的覆盖带BA和BC的虚设光强度初始值需要分别增加到大于 $P_{DA0}$ 和 $P_{DC0}$ 。

[0170] 在此情况下,覆盖带BA和BC中所包括的光的总强度需要在替代处理前后保持恒定。因此,确定替代处理后的覆盖带BA和BC中的虚设光的强度初始值 $P_{DA1}$ 和 $P_{DC1}$ 满足下式。

[0171] [式8]

$$[0172] \quad P_{DB0}W_{DB} + P_{DA0}W_{DA} + P_{DC0}W_{DC} = P_{DA1}W_{DA} + P_{DC1}W_{DC} \quad [8]$$

[0173] 注意,考虑到替代处理前的强度初始值,可以确定替代处理后的覆盖带BA和BC中的虚设光的强度初始值 $P_{DA1}$ 和 $P_{DC1}$ 满足以下关系式。

[0174] [式9]

[0175]  $P_{DA1} : P_{DC1} = P_{DA0} : P_{DC0}$  [9]

[0176] [式10]

[0177]  $P_{DA1} = \frac{P_{DA0}}{P_{DC0}} \cdot P_{DC1}$  [10]

[0178] 然后,控制单元4通过参考表TAB来读取光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。此时,正如式[1],控制单元4可以将光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 更新为通过下式[11]获得的值。

[0179] [式11]

[0180]  $P_{LB} = \frac{P_{DA1}W_{DA} + P_{DC1}W_{DC}}{W_{BB} + W_{BA} + W_{BC}}$  [11]

[0181] 另外,控制单元4可以将光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 更新为通过下式[12]获得的值。

[0182] [式12]

[0183]  $P_{LB} = \frac{P_{LA} + P_{LB}}{2}$  [12]

[0184] 控制单元4能够根据光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 来确定插入光学信号后的虚设光DA和DC的强度 $P_{DA2}$ 和 $P_{DC2}$ 。此时,考虑到替代处理前的强度初始值,可以基于下式来确定插入光学信号后的虚设光DA和DC的强度 $P_{DA2}$ 和 $P_{DC2}$ 。

[0185] [式13]

[0186]  $P_{DA2} = \frac{P_{DA1}W_{DA} - \frac{P_{DA0}}{P_{DC0}} \cdot P_{LB}W_{LB}}{W_{DA}}$  [13]

[0187] [式14]

[0188]  $P_{DC2} = \frac{P_{DC1}W_{DC} - \frac{P_{DC0}}{P_{DA0}} \cdot P_{LB}W_{LB}}{W_{DC}}$  [14]

[0189] 注意,在停止虚设光DB的输出之后,可以删除覆盖带BB,并且可以将覆盖带BB的一部分分派给覆盖带BA和BC。换言之,可以扩大覆盖带BA和BC。当停止输出的虚设光DB的整个带被包括在扩大的覆盖带BA中时,虚设光DA的强度初始值可以增大。

[0190] 另外,可能存在停止输出的虚设光DB的带被包括在扩大的覆盖带BA和BC中的情况。在此情况下,可以根据覆盖带BA和BC中的每个覆盖带中所包括的虚设光DB的带量来设置替代处理后的覆盖带BA和BC的虚设光强度初始值的增大量。例如,当覆盖带BC中所包括的虚设光DB的带宽比覆盖带BA中所包括的虚设光DB的带宽更宽时,可以将虚设光DC的虚设光强度初始值的增大量设置为大于虚设光DA的虚设光强度初始值的增大量。

[0191] 步骤SA34

[0192] 控制单元4将控制信号C2输出到虚设光输出单元2,以控制替代虚设光的强度。响应于控制信号C2,虚设光输出单元2将替代虚设光的强度调整到计算值。

[0193] 如上所述,依照根据该示例实施例的光学传输装置,即使当所插入的光学信号的波长与相对应的虚设光的带重叠时,也能中断重叠的虚设光并且将其替换为另一个覆盖带

中的虚设光。因此,可以在插入光学信号时维持由替代虚设光覆盖的带中的光的总强度,并且对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的波长依赖性。

[0194] 第四示例实施例

[0195] 下文描述了根据第四示例实施例的光学传输装置。在第四示例实施例中,描述了要插入的光学信号LB与两个覆盖带重叠的情况下的光学传输装置的操作。注意,根据第四示例实施例的光学传输装置的配置与根据第一示例实施例的光学传输装置100的配置相同,故不再赘述。

[0196] 下文描述了根据第四示例实施例的光学传输装置的操作。图20是示出将光学信号LB添加到根据第四示例实施例的光学传输装置的情况下的操作的流程图。

[0197] 如第一示例实施例中所述,管理服务器1001输出指令信号INS,该指令信号INS包括向光学传输装置100通知添加新的光学收发器TPD的信息。该指令信号INS包括指示光学信号LB的中心波长的信息。

[0198] 图20中的步骤SA11至S15与图8中相同,故不再赘述。下文描述了图20中添加的步骤SA41至SA43。

[0199] 步骤SA41

[0200] 控制单元4确定光学信号LB是否与两个覆盖带重叠。为了简明描述,在该示例中,控制单元4确定光学信号LB是否与对应的覆盖带BB和相邻的覆盖带BA重叠。图21示出光学信号LB与两个覆盖带BB和BA重叠的情况。

[0201] 步骤SA42

[0202] 在本示例实施例中,当光学信号LB与两个覆盖带BB和BA重叠时,覆盖带BB中的虚设光DB的补偿功能分布于虚设光DB与虚设光DA之间。图22示出覆盖光带BB中的虚设光DB的补偿功能分布于虚设光DB与虚设光DA之间的情况下的光学信号和虚设光。

[0203] 控制单元4通过参考表TAB来读取光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。此时,控制单元4可以基于式[15]来更新要插入的光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。

[0204] [式15]

$$[0205] \quad P_{LB} = \frac{P_{LA} + W_{LC}}{2} \quad [15]$$

[0206] 正如式[1],控制单元4可以基于式[16]来更新要插入的光学信号LB的目标值 $P_{LB}$ 。

[0207] [式16]

$$[0208] \quad P_{LB} = \frac{P_{DA0}W_{DA} + P_{DC0}W_{DC}}{W_{BA} + W_{BC}} \quad [16]$$

[0209] 在此情况下,覆盖带BA和BB中所包括的光的总强度需要在插入光学信号LB前后恒定。因此,确定插入光学信号LB前后的覆盖带BA和BB中的虚设光强度 $P_{DA1}$ 和 $P_{DB1}$ 满足下式。

[0210] [式17]

$$[0211] \quad P_{DB0}W_{DB} + P_{DA0}W_{DA} = P_{DA1}W_{DA} + P_{DB1}W_{DB} + P_{LB}W_{LB} \quad [17]$$

[0212] 注意,考虑到插入前的强度初始值,可以确定插入光学信号后的覆盖带BA和BB中的虚设光强度 $P_{DA1}$ 和 $P_{DB1}$ 满足以下关系式。

[0213] [式18]

$$[0214] \quad P_{DA1} : P_{DB1} = P_{DA0} : P_{DB0} \quad [18]$$

[0215] [式19]

$$[0216] \quad P_{DA1} = \frac{P_{DA0}}{P_{DB0}} \cdot P_{DB1} \quad [19]$$

[0217] 另外,可以根据覆盖带BA和BC中的每个覆盖带中所包括的光学信号LB的带宽来设置插入光学信号后的覆盖带BA和BB中的虚设光强度 $P_{DA1}$ 和 $P_{DB1}$ 。例如,可能存在覆盖带BB中所包括的光学信号LB的带比覆盖带BA中所包括的光学信号LB的带更宽的情况。在此情况下,可以将从虚设光强度初始值 $P_{DA0}$ 到虚设光强度 $P_{DA1}$ 的减小量设置为大于从虚设光强度初始值 $P_{DB0}$ 到虚设光强度 $P_{DB1}$ 的减小量。

[0218] 步骤SA43

[0219] 控制单元4将控制信号C2输出到虚设光输出单元2,以控制虚设光DA和DB的强度。响应于控制信号C2,虚设光输出单元2将替代虚设光的强度调整到计算值。

[0220] 如上所述,依照根据该示例实施例的光学传输装置,即使当所插入的光学信号与两个覆盖带重叠时,也能根据所插入的光学信号的目标值来调整两个覆盖带中的虚设光的强度。因此,可以维持两个覆盖带中的总光强度,并且可以对波长复用光学信号施加抵消因传输而发生的波长依赖性的波长依赖性。

[0221] 第五示例实施例

[0222] 下文描述了根据第五示例实施例的光学传输装置。在上述示例实施例中,参照图5描述了虚设光和与其相对应的覆盖带的示例。在图5所示的示例(第一示例)中,尽管虚设光基本上插入在覆盖带的中心处,但这仅作为一个示例。

[0223] 图23示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第二示例。在该示例中,覆盖带的边界安置在两个相邻虚设光的相对边缘之间的中点处。具体地,覆盖带BA与覆盖带BB之间的边界安置在虚设光DA在长波长侧的边缘与虚设光DA在短波长侧的边缘之间的中点处。覆盖带BB与覆盖带BC之间的边界安置在虚设光DB在长波长侧的边缘与虚设光DC在短波长侧的边缘之间的中点处。

[0224] 图24示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第三示例。第三示例是第二示例的修改示例,并且保护带GBC安置在虚设光DC的短波长侧。保护带GBC被设置为不包括虚设光和信号光的带。如第二示例中所述,覆盖带BA与覆盖带BB之间的边界安置在虚设光DA在长波长侧的边缘与虚设光DA在短波长侧的边缘之间的中点处。

[0225] 覆盖带BB在长波长侧的边界安置在保护带GBC在短波长侧的边缘处。另外,覆盖带BC在短波长侧的边界安置在保护带GBC在长波长侧的边缘处。即,覆盖带BB和覆盖带BC被设置为不包括保护带GBC。因此,由于可插入信号光的带与覆盖带相匹配,能够通过按可插入信号光的带对虚设光强度初始值与虚设光的带宽的乘积取平均值来计算目标值。结果,考虑到传输线中的波长依赖性,所输出的波长复用光学信号能够精确地逼近强度分布。注意,覆盖带可以被设置为包括保护带。

[0226] 图25示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第四示例。在该示例中,短波长侧的虚设光DA安置在使用光学传输装置的系统中所监视的带的短波长侧端部处。在此情况下,将覆盖带BA在短波长侧的边界设置为监视带在短波长侧的下限值 $\lambda_L$ 。注意,覆盖带BB与覆盖带BC之间的边界可以安置在虚设光DB在长波长侧的边缘与虚设光DC在短波长侧的边缘之

间的中点处。

[0227] 图26示出虚设光和与其相对应的覆盖带的第五示例。在该示例中,保护带GBA安置在虚设光DA的长波长侧,并且保护带GBB安置在虚设光DB的长波长侧。保护带GBA被设置为不包括虚设光和信号光的带。

[0228] 覆盖带BA在长波长侧的边界安置在保护带GBA在短波长侧的边缘处。覆盖频带BB在短波长侧的边界安置在保护频带GBA在长波长侧的边缘。保护带GBA在长波长侧的边缘与保护带GBB在短波长侧的边缘之间不存在覆盖带。因此,由于可插入信号光的带与覆盖带相匹配,能够通过按可插入信号光的带对虚设光强度初始值与虚设光的带宽的乘积取平均值来计算目标值。结果,考虑到传输线中的波长依赖性,所输出的波长复用光学信号能够精确地逼近强度分布。注意,覆盖带可以被设置为包括保护带。

[0229] 然而,注意,根据需要,保护带GBA在长波长侧的边缘与保护带GBB在短波长侧的边缘之间的带可以被包括在覆盖带BA中,或者可以被包括在覆盖带BB中。

[0230] 根据需要,上述第二示例至第五示例可以应用于根据第一示例实施例至第四示例实施例的光学传输装置。

[0231] 其他示例实施例

[0232] 注意,本发明不限于上述示例实施例,并且在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以作出各种更改。例如,在第三示例实施例和第四示例实施例中,描述了通过两个虚设光实现一个虚设光的补偿功能的示例。然而,一个虚设光的补偿功能可通过三个或更多个虚设光来实现。

[0233] 例如,上文公开的全部或部分示例实施例可描述为但不限于下文的附注。

[0234] (附注1)一种光学传输装置,包括:光学信号调整单元,所述光学信号调整单元被配置成能够接收具有不同波长的多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;虚设光输出单元,所述虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,所述控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,所述复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0235] (附注2)根据附注1所述的光学传输装置,其中光学信号调整单元调整多个光学信号的强度,使得传输后的多个光学信号的强度是均匀的。

[0236] (附注3)根据附注1或2所述的光学传输装置,其中当接收到指示要新输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,控制单元根据指示波长的信息来确认虚设光。

[0237] (附注4)根据附注1或2所述的光学传输装置,进一步包括:光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号的波长,其中当接收到通知要将新的光学信号输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的信息时,光学检测单元检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号当中的强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并将检测到的波长通知给控制单元,并且控制单元根据通知的所述波长来确认虚设光。

[0238] (附注5) 根据附注1至4中的任一项所述的光学传输装置,其中虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且当要将光学信号插入到覆盖带中时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低与覆盖带相对应的虚设光的强度。

[0239] (附注6) 根据附注5所述的光学传输装置,其中当要将光学信号插入到覆盖带中时,控制单元将覆盖带中的虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的光学信号与要插入的光学信号的带宽的乘积除以虚设光的带宽而获得的。

[0240] (附注7) 根据附注5或6所述的光学传输装置,其中当光学信号与虚设光重叠时,控制单元:中断与光学信号重叠的虚设光;根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及根据要插入的光学信号的强度来降低具有调整的强度的虚设光。

[0241] (附注8) 根据附注5至7中的任一项所述的光学传输装置,其中当光学信号与两个覆盖带重叠时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低两个覆盖带中的虚设光的强度。

[0242] (附注9) 根据附注5至8中的任一项所述的光学传输装置,其中要插入的光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整前的强度与一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽的乘积之和除以与一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

[0243] (附注10) 根据附注5至8中的任一项所述的光学传输装置,其中要插入的光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

[0244] (附注11) 根据附注5至10中的任一项所述的光学传输装置,其中虚设光安置在对应的覆盖带的中心处。

[0245] (附注12) 根据附注5至10中的任一项所述的光学传输装置,其中与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在两个虚设光之间的中间波长处。

[0246] (附注13) 根据附注5至10中的任一项所述的光学传输装置,其中当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或保护带的长波长侧端部处。

[0247] (附注14) 根据附注5至10中的任一项所述的光学传输装置,其中当安置包括多个虚设光和多个光学信号的预定带时,与最接近预定带的端部的虚设光相对应的覆盖带的边界安置在预定带的端部处,所述边界在预定带的端部一侧。

[0248] (附注15) 根据附注5至10中的任一项所述的光学传输装置,其中当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

[0249] (附注16) 一种终端装置,包括:一个或多个光学收发器;以及光学传输装置,所述光学传输装置被配置成接收来自一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,其中光学传输装置包括:光学信号调整单元,光学信号调整单元被配置成能够接收多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调整多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;虚设光输出单元,虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对

应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0250] (附注17)根据附注16所述的终端装置,其中光学信号调整单元调整多个光学信号的强度,使得传输后的多个光学信号的强度是均匀的。

[0251] (附注18)根据附注16或17所述的终端装置,其中当接收到指示要新输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,控制单元根据指示波长的信息来确认虚设光。

[0252] (附注19)根据附注16或17所述的终端装置,进一步包括:光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号的波长,其中当接收到通知要将新的光学信号输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的信息时,光学检测单元检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并将检测到的波长通知给控制单元,并且控制单元根据通知的所述波长来确认虚设光。

[0253] (附注20)根据附注16至19中的任一项所述的终端装置,其中虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且当要将光学信号插入到覆盖带中时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低与覆盖带相对应的虚设光的强度。

[0254] (附注21)根据附注20所述的终端装置,其中当要将光学信号插入到覆盖带时,控制单元将覆盖带中的虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的光学信号与要插入的光学信号的带宽的乘积除以虚设光的带宽而获得的。

[0255] (附注22)根据附注20或21所述的终端装置,其中当光学信号与虚设光重叠时,控制单元:中断与光学信号重叠的虚设光;根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及根据要插入的光学信号的强度来降低具有调整的强度的虚设光。

[0256] (附注23)根据附注20至22中的任一项所述的终端装置,其中当光学信号与两个覆盖带重叠时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低两个覆盖带中的虚设光的强度。

[0257] (附注24)根据附注20至23中的任一项所述的终端装置,其中要插入的光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将在调整要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光和一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽之前的强度乘积之和除以与一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

[0258] (附注25)根据附注20至23中的任一项所述的终端装置,其中要插入的光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

[0259] (附注26)根据附注20至25中的任一项所述的终端装置,其中虚设光安置在对应的覆盖带的中心处。

[0260] (附注27)根据附注20至25中的任一项所述的终端装置,其中与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在两个虚设光之间的中间波长处。

[0261] (附注28)根据附注20至25中的任一项所述的终端装置,其中当在两个相邻的虚设

光之间安置保护带时,与两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或保护带的长波长侧端部处。

[0262] (附注29)根据附注20至25中的任一项所述的终端装置,其中当安置包括多个虚设光和多个光学信号的预定带时,与最接近预定带的端部的虚设光相对应的覆盖带的边界安置在预定带的端部处,所述边界在预定带的端部一侧。

[0263] (附注30)根据附注20至25中的任一项所述的终端装置,其中当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

[0264] (附注31)一种光学通信系统,包括:第一终端站,所述第一终端站被配置成输出波长复用光学信号;以及第二终端站,所述第二终端站被配置成接收波长复用光学信号,其中第一终端站包括:一个或多个光学收发器;以及光学传输装置,所述光学传输装置被配置成接收来自一个或多个光学收发器的具有不同波长的多个光学信号的输入,并且光学传输装置包括:光学信号调整单元,所述光学信号调整单元被配置成能够接收多个光学信号的输入,基于传输线中的强度变化来调多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出所述光学信号;虚设光输出单元,所述虚设光输出单元被配置成输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;控制单元,所述控制单元被配置成确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于与确认的所述虚设光相对应并从光学信号调整单元输出的光学信号的强度来控制确认的所述虚设光的强度;以及复用单元,所述复用单元被配置成将虚设光与从光学信号调整单元输出的光学信号组合,以输出波长复用光学信号。

[0265] (附注32)根据附注31所述的光学通信系统,其中光学信号调整单元调整多个光学信号的强度,使得传输后的多个光学信号的强度是均匀的。

[0266] (附注33)根据附注31或32所述的光学通信系统,其中当接收到指示要新输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息时,控制单元根据指示波长的信息来确认虚设光。

[0267] (附注34)根据附注31或32所述的光学通信系统,进一步包括:光学检测单元,所述光学检测单元被配置成能够检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号的波长,其中当接收到通知要将新的光学信号输入到光学信号调整单元并插入到波长复用光学信号中的信息时,光学检测单元检测从光学信号调整单元输出的多个光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,并将检测到的波长通知给控制单元,并且控制单元根据通知的所述波长来确认虚设光。

[0268] (附注35)根据附注31至34中的任一项所述的光学通信系统,其中虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且当要将光学信号插入到覆盖带时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低与覆盖带相对应的虚设光的强度。

[0269] (附注36)根据附注35所述的光学通信系统,其中当要将光学信号插入到覆盖带中时,控制单元将覆盖带中的虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的光学信号与要插入的光学信号的带宽的乘积除以虚设光的带宽而获得的。

[0270] (附注37)根据附注35或36所述的光学通信系统,其中当光学信号与虚设光重叠时,控制单元:中断与光学信号重叠的虚设光;根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及根据要插入的光学信号的强度来降低具有

调整的强度的虚设光。

[0271] (附注38) 根据附注35至37中的任一项所述的光学通信系统,其中当光学信号与两个覆盖带重叠时,控制单元根据要插入的光学信号的强度来降低两个覆盖带中的虚设光的强度。

[0272] (附注39) 根据附注35至38中任一项所述的光学通信系统,其中要插入的光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将在调整要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光和一个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽之前的强度乘积之和除以与一个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

[0273] (附注40) 根据附注35至38中的任一项所述的光学通信系统,其中要插入的光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带时的强度的目标值的平均值。

[0274] (附注41) 根据附注35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中虚设光安置在对应的覆盖带的中心处。

[0275] (附注42) 根据附注35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在两个虚设光之间的中间波长处。

[0276] (附注43) 根据附注35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或保护带的长波长侧端部处。

[0277] (附注44) 根据附注35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中当安置包括多个虚设光和多个光学信号的预定带时,与最接近预定带的端部的虚设光相对应的覆盖带的边界安置在预定带的端部处,所述边界在预定带的端部一侧。

[0278] (附注45) 根据附注35至40中的任一项所述的光学通信系统,其中当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

[0279] (附注46) 一种光学通信方法,包括:基于传输线中的强度变化来调整具有不同波长的多个光学信号中的每个光学信号的强度,并且输出光学信号;输出具有不同波长的多个虚设光,每个虚设光具有基于传输线中的强度变化的强度;确认与光学信号中的每个光学信号相对应的虚设光,并且基于以与确认的所述虚设光相对应的传输线中的强度变化为基础的光学信号的强度来控制所确认的虚设光的强度;以及输出波长复用光学信号,所述虚设光与具有调整的强度的所述光学信号被组合在所述波长复用光学信号中。

[0280] (附注47) 根据附注46所述的光学通信方法,其中调整多个光学信号的强度,使得传输后多个光学信号的强度是均匀的。

[0281] (附注48) 根据附注46或47所述的光学通信方法,其中接收指示要新插入到波长复用光学信号中的光学信号的波长的信息,并且根据指示波长的信息来确认虚设光。

[0282] (附注49) 根据附注46或47所述的光学通信方法,其中接收通知要将新的光学信号插入到波长复用光学信号中的信息,检测多个具有调整的强度的光学信号当中的其强度已经变化了大于预定值的光学信号的波长,以及根据检测到的波长来确认虚设光。

[0283] (附注50) 根据附注46至49中的任一项所述的光学通信方法,其中虚设光中的每个虚设光具有覆盖带,所述覆盖带具有确认的带宽,并且当要将光学信号插入到覆盖带时,根据要插入的光学信号的强度来降低与覆盖带相对应的虚设光的强度。

[0284] (附注51) 根据附注50所述的光学通信方法,其中当要将光学信号插入到覆盖带中时,将覆盖带中的虚设光的强度降低下述值,所述值是通过将要插入的光学信号与要插入的光学信号的带宽的乘积除以虚设光的带宽而获得的。

[0285] (附注52) 根据附注50或51所述的光学通信方法,其中当光学信号与虚设光重叠时,中断与光学信号重叠的虚设光;根据中断的所述虚设光的强度来增加与一个或多个其他覆盖带相对应的虚设光的强度;以及根据要插入的光学信号的强度来降低具有调整的强度的虚设光。

[0286] (附注53) 根据附注50至52中的任一项所述的光学通信方法,其中当光学信号与两个覆盖带重叠时,根据要插入的光学信号的强度来降低两个覆盖带中的虚设光的强度。

[0287] (附注54) 根据附注50至53中的任一项所述的光学通信方法,其中要插入的光学信号的强度的目标值是下述值,所述值是通过将要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光中的每个虚设光的调整之前的强度和—个或多个虚设光中的每个虚设光的带宽乘积之和除以与—个或多个虚设光相对应的覆盖带的带宽之和而获得的。

[0288] (附注55) 根据附注50至53中的任一项所述的光学通信方法,其中要插入的光学信号的强度是当另一个光学信号插入到要根据光学信号的插入来调整其强度的一个或多个虚设光的每个覆盖带中时的强度的目标值的平均值。

[0289] (附注56) 根据附注50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中虚设光安置在对应的覆盖带的中心处。

[0290] (附注57) 根据附注50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中与两个相邻的虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在两个虚设光之间的中间波长处。

[0291] (附注58) 根据附注50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中当在两个相邻的虚设光之间安置保护带时,与两个虚设光相对应的覆盖带之间的边界安置在长波长侧端部处或保护带的长波长侧端部处。

[0292] (附注59) 根据附注50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中当安置包括多个虚设光和多个光学信号的预定带时,与最接近预定带的端部的虚设光相对应的覆盖带的边界安置在预定带的端部处,所述边界在预定带的端部—侧。

[0293] (附注60) 根据附注50至55中的任一项所述的光学通信方法,其中当在两个相邻的虚设光之间安置两个保护带时,两个保护带的两个相对的端部之间未设有覆盖带。

[0294] 尽管上文参照示例实施例对本发明予以阐述,但本发明不限于上述示例实施例。在本发明的范围内,可以对本发明的配置和细节作出本领域技术人员可理解的各种修改。

[0295] 本申请基于申请日为2018年12月12日、申请号为2018-232610的日本专利申请并要求其优先权权益,其公开内容通过应用归并本文。

[0296] 附图标记列表

[0297]	AMP	光学放大器
[0298]	BA、BB、BC	覆盖带
[0299]	C1、C2	控制信号
[0300]	D、DA、DB、DC	虚设光
[0301]	DET	检测信号
[0302]	F	光纤

---

[0303]	GBA、GBB、GBC	保护带
[0304]	INS	指令信号
[0305]	L	波长复用光学信号
[0306]	L1、L2、L10	光学信号
[0307]	LB	光学信号
[0308]	TAB	表
[0309]	TL1、TL2	传输线
[0310]	TPD、TPD1、TPD2	光学收发器
[0311]	TS1、TS2	终端站
[0312]	1	光学信号调整单元
[0313]	2	虚设光输出单元
[0314]	3	复用单元
[0315]	4	控制单元
[0316]	5	解复用器
[0317]	6	光电检测器
[0318]	100、200	光学传输装置
[0319]	1000	光学通信系统
[0320]	1001	管理服务器

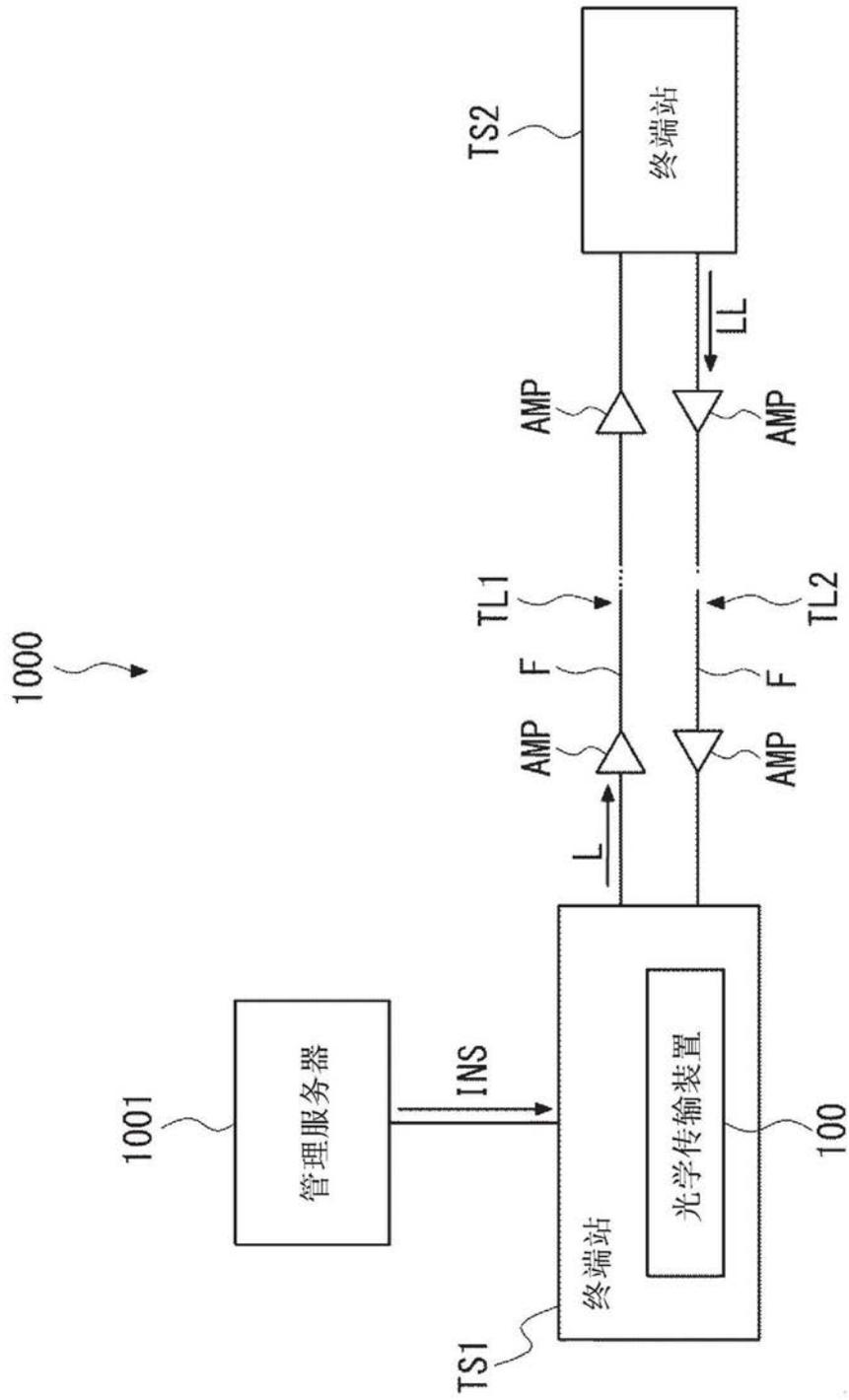


图1

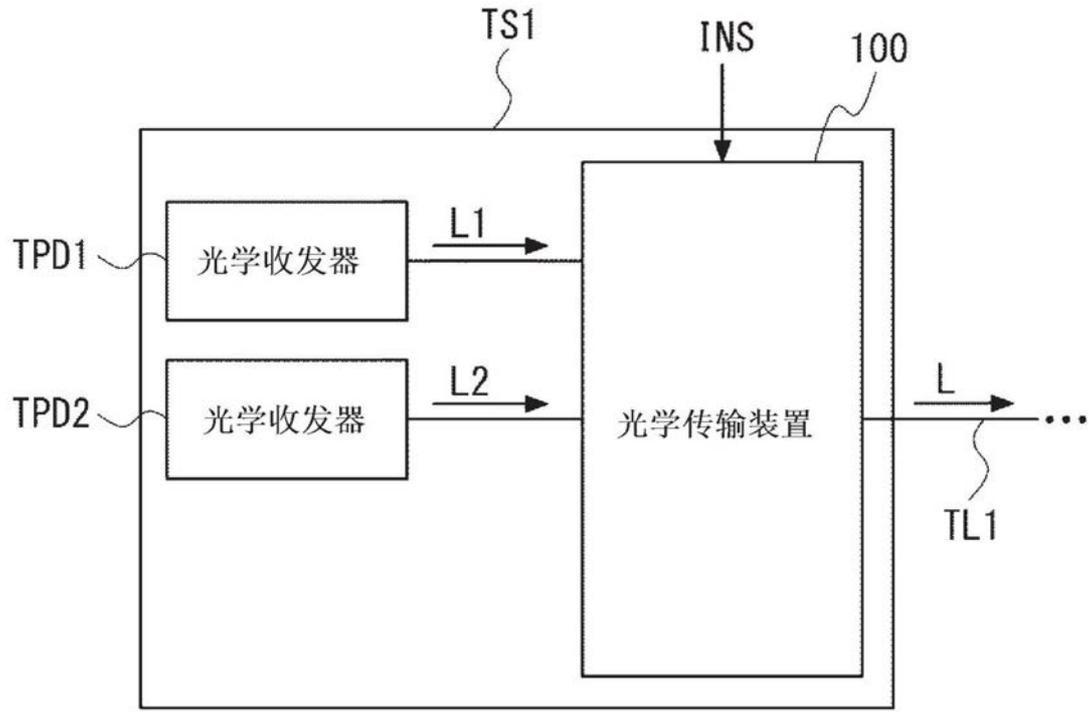


图2

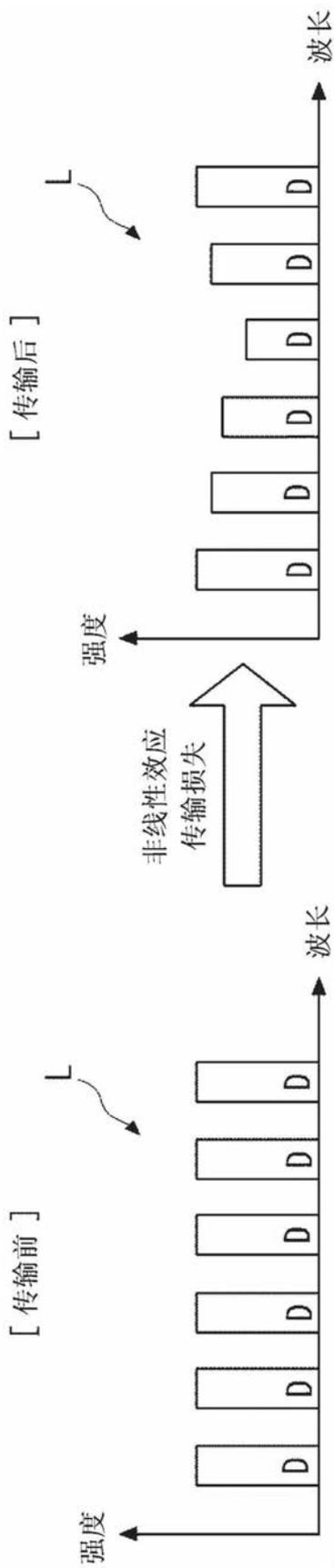


图3

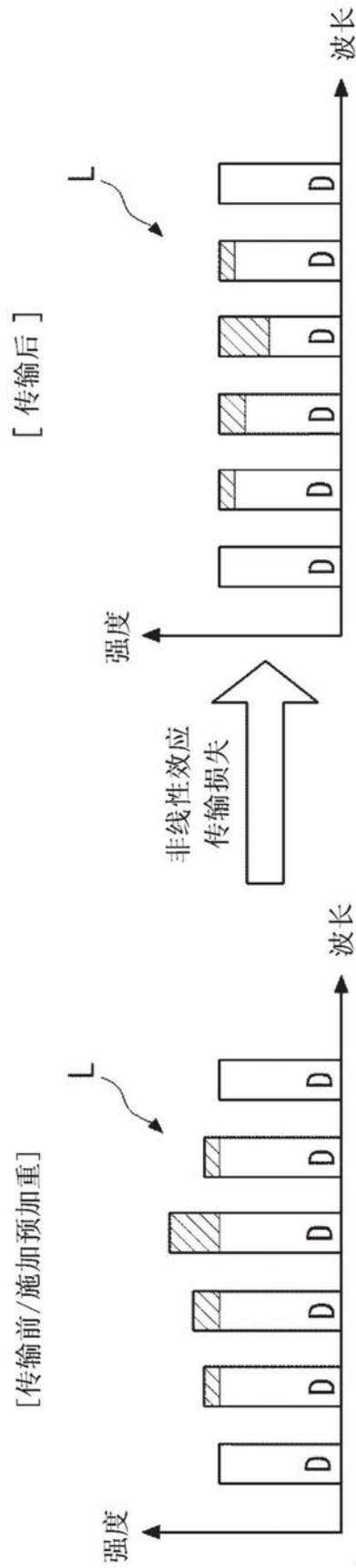


图4

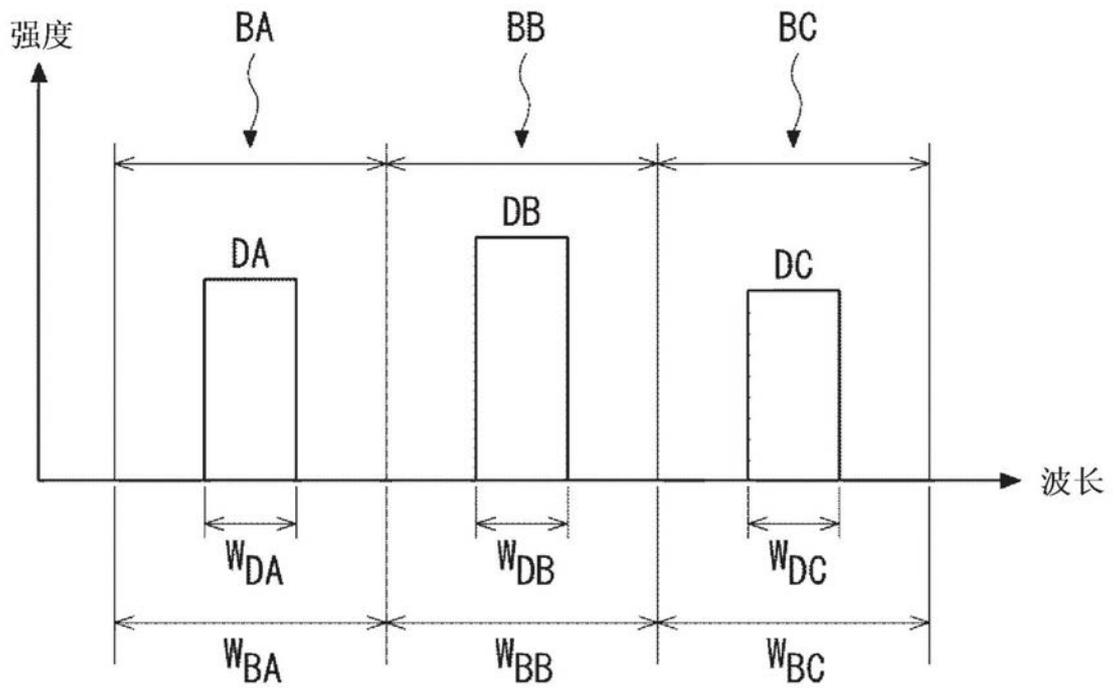


图5

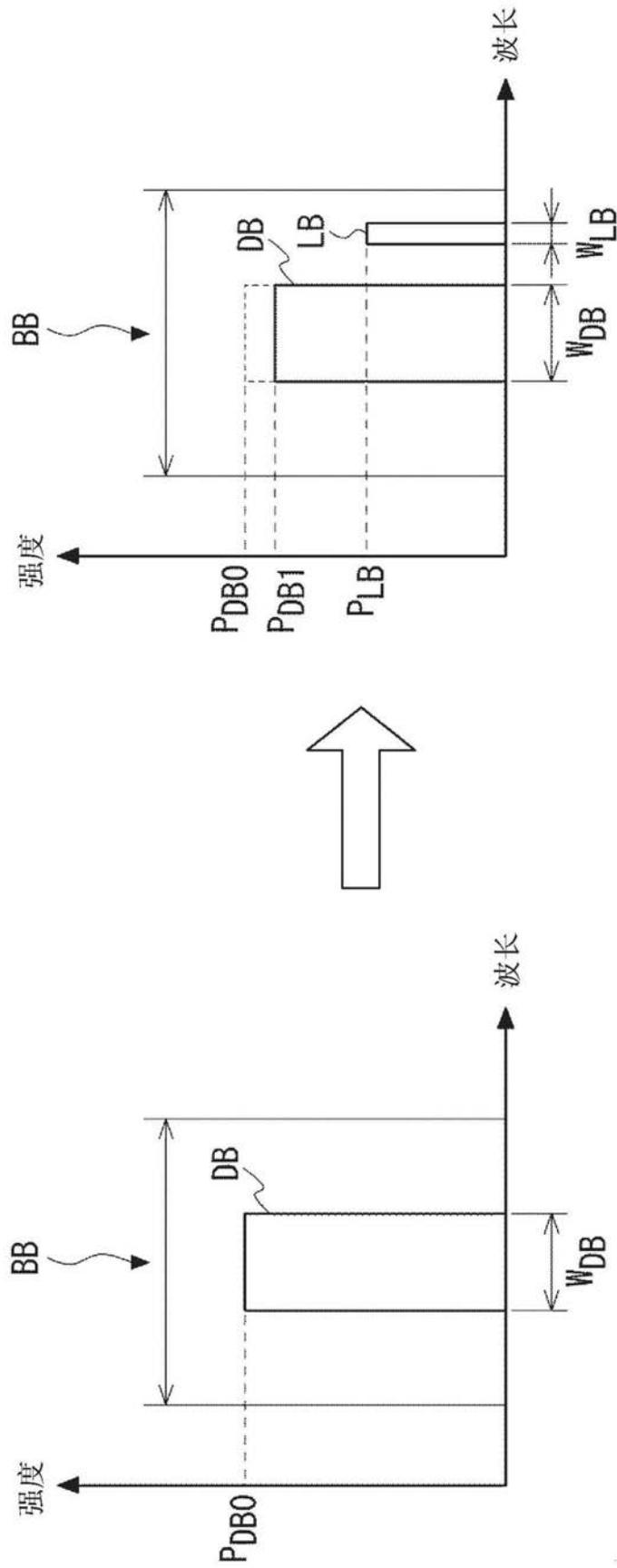


图6

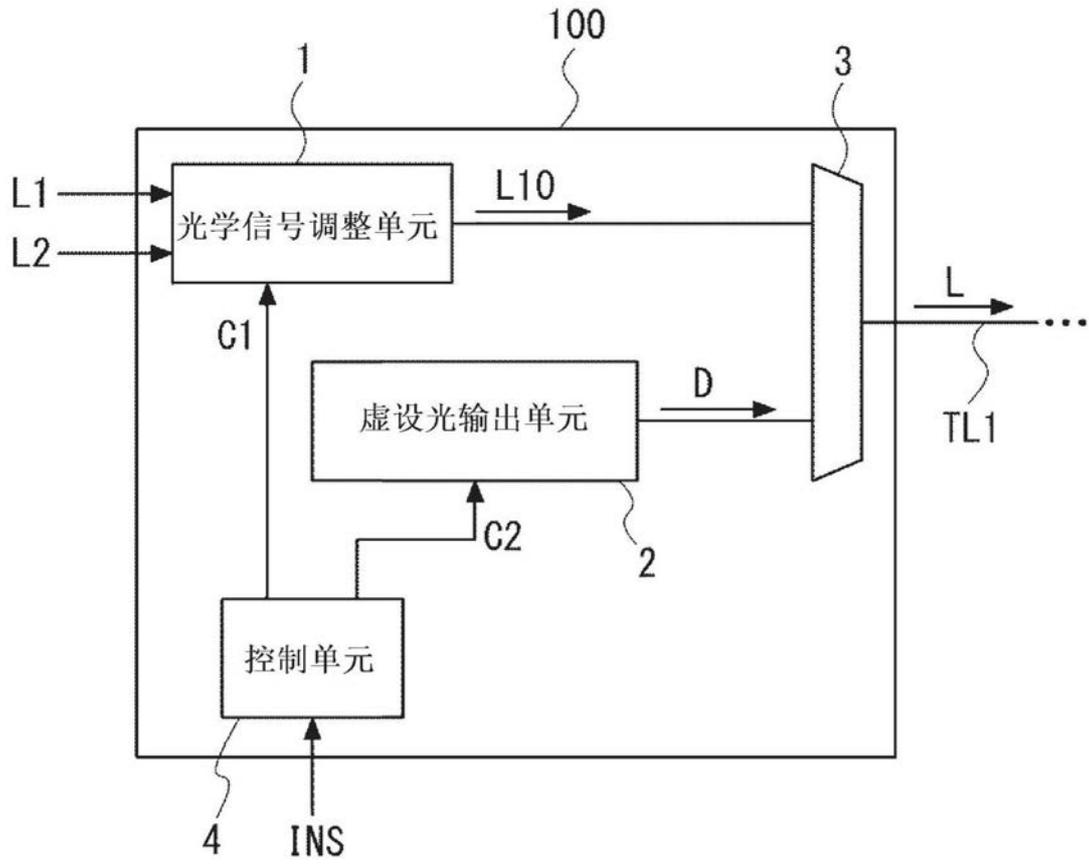


图7

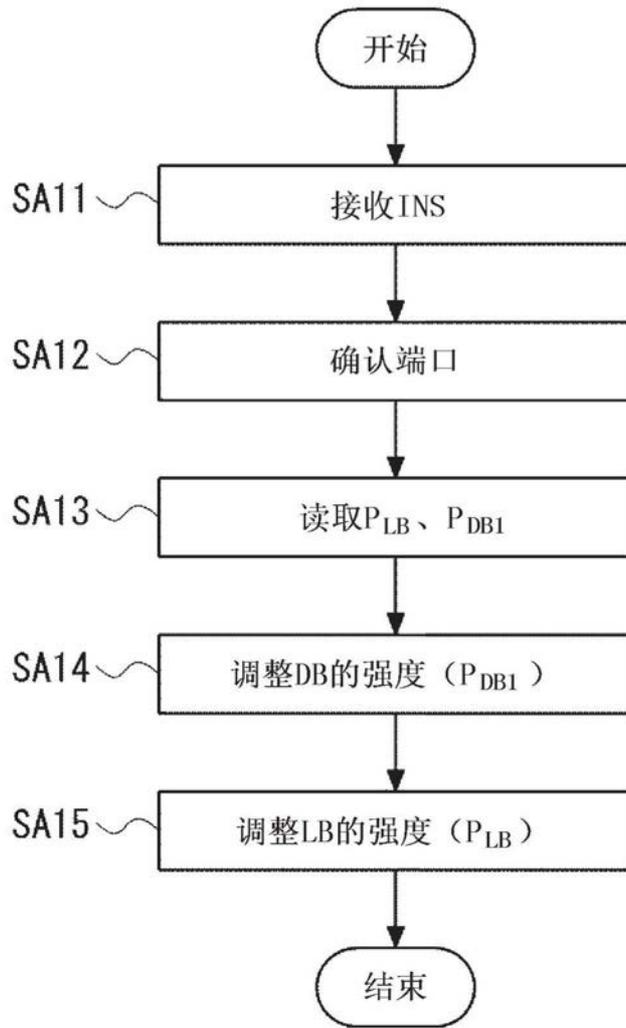


图8

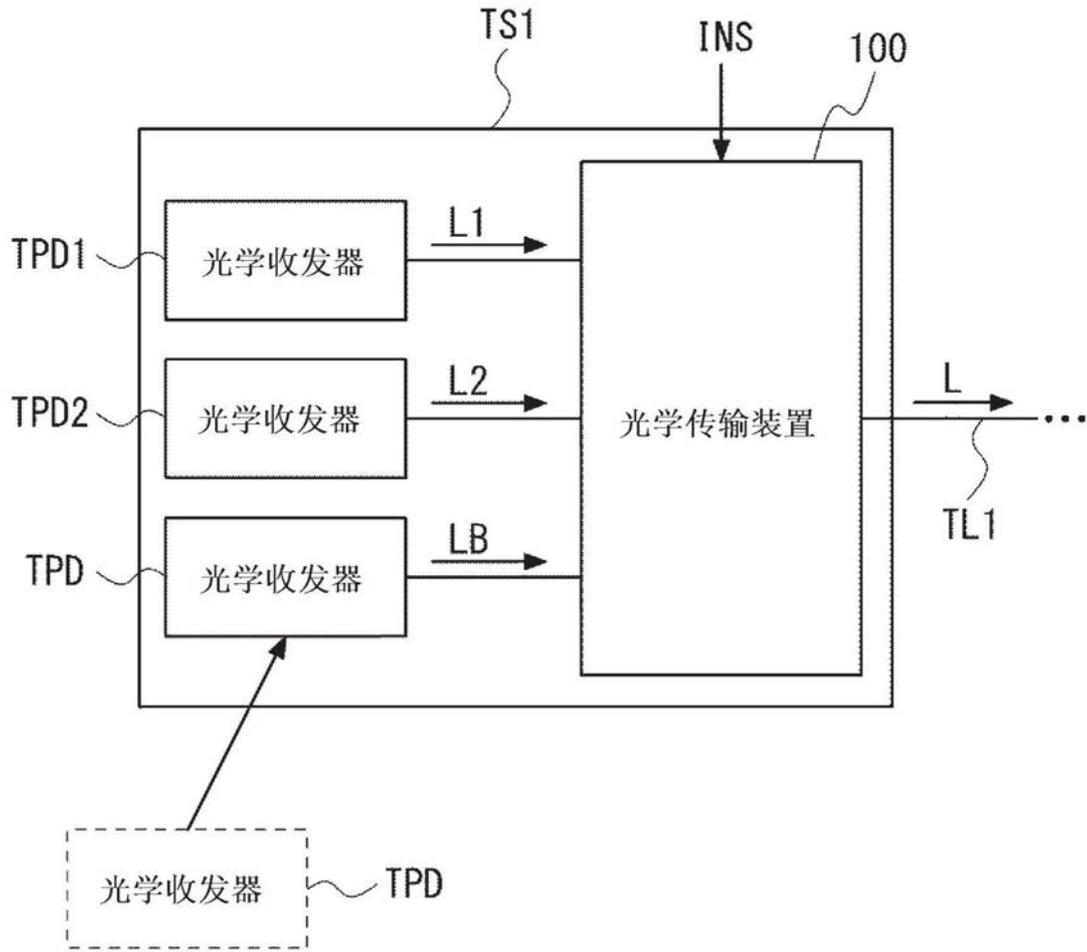


图9

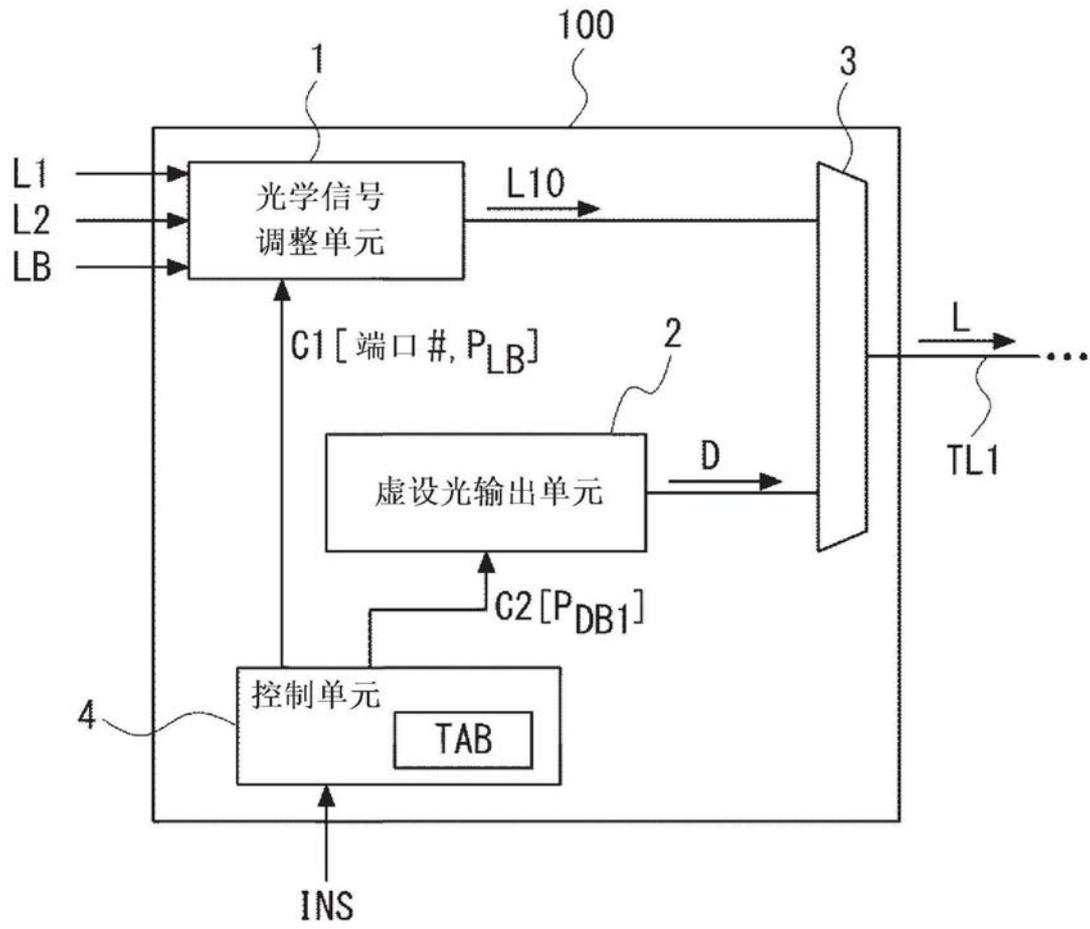


图10

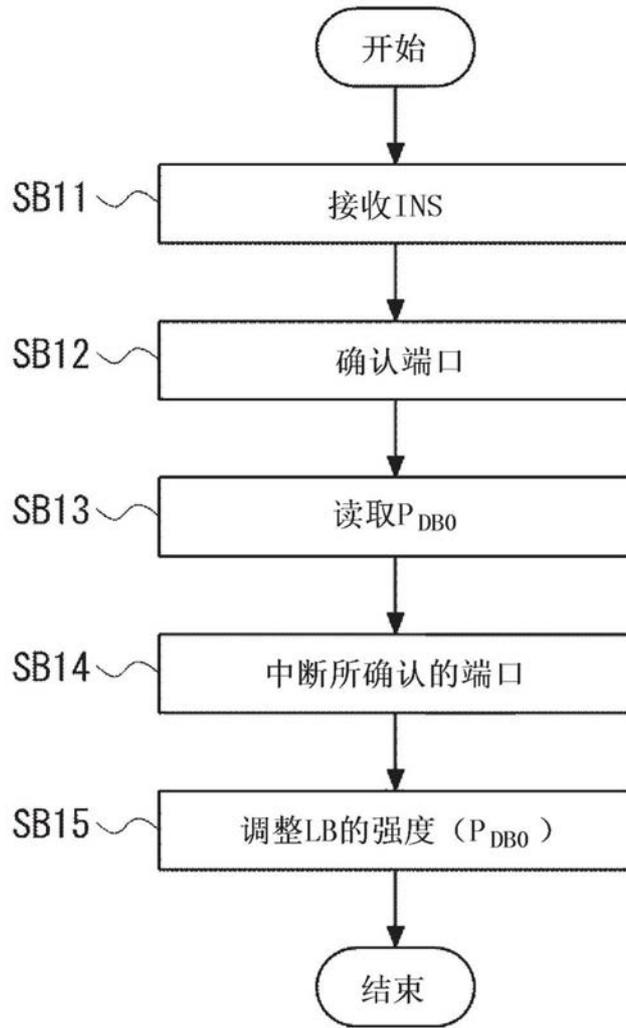


图11

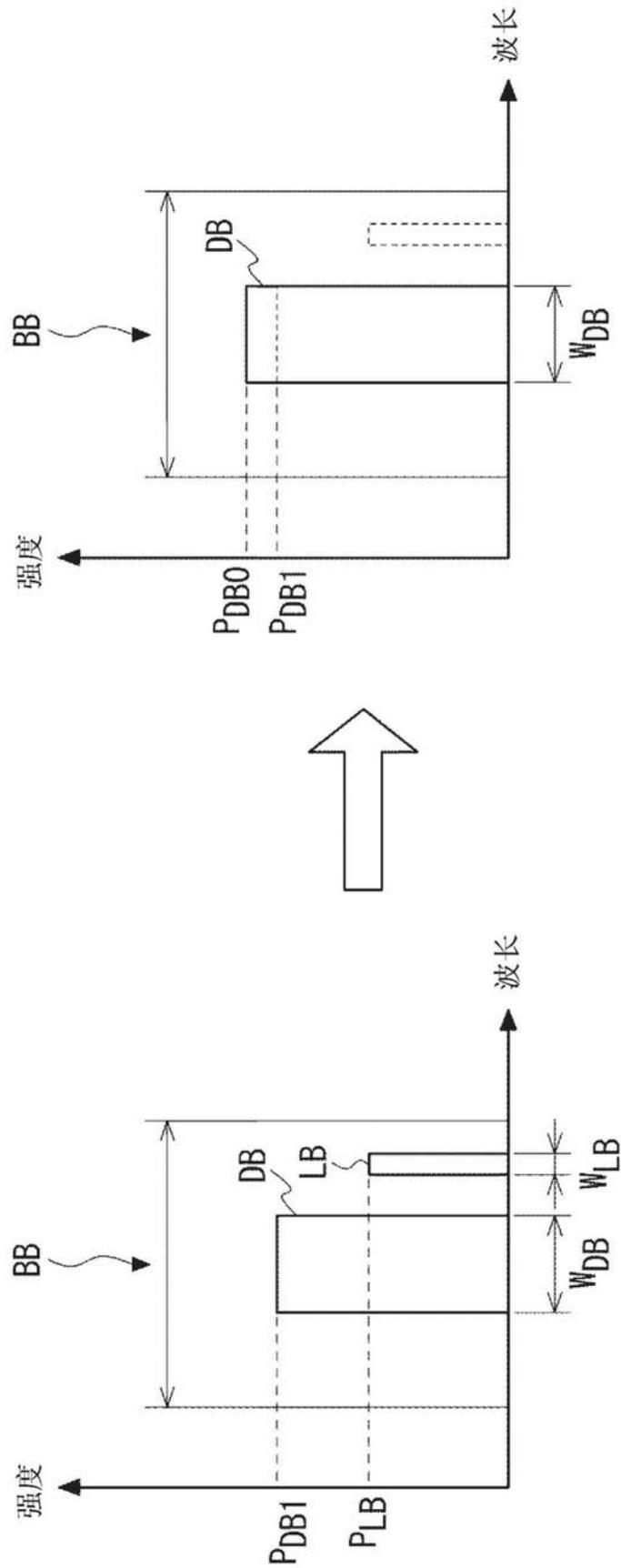


图12

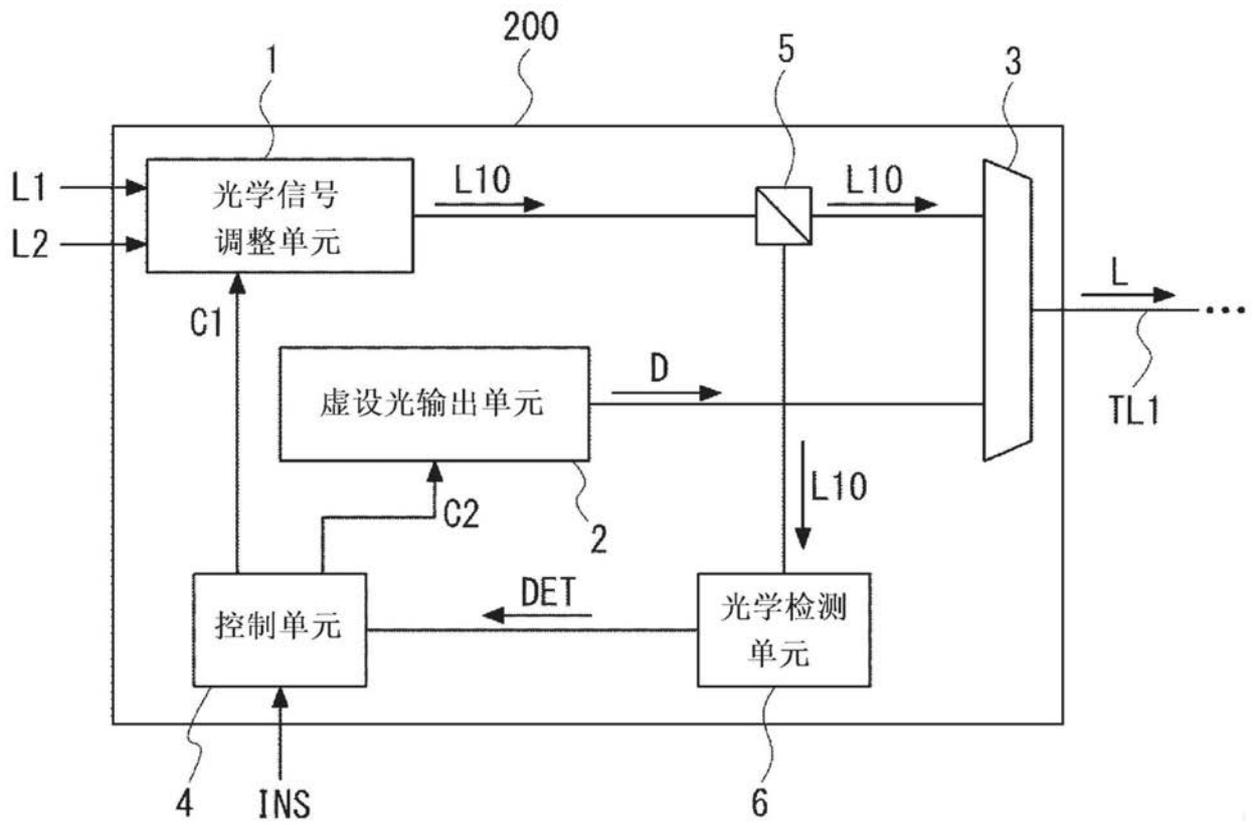


图13

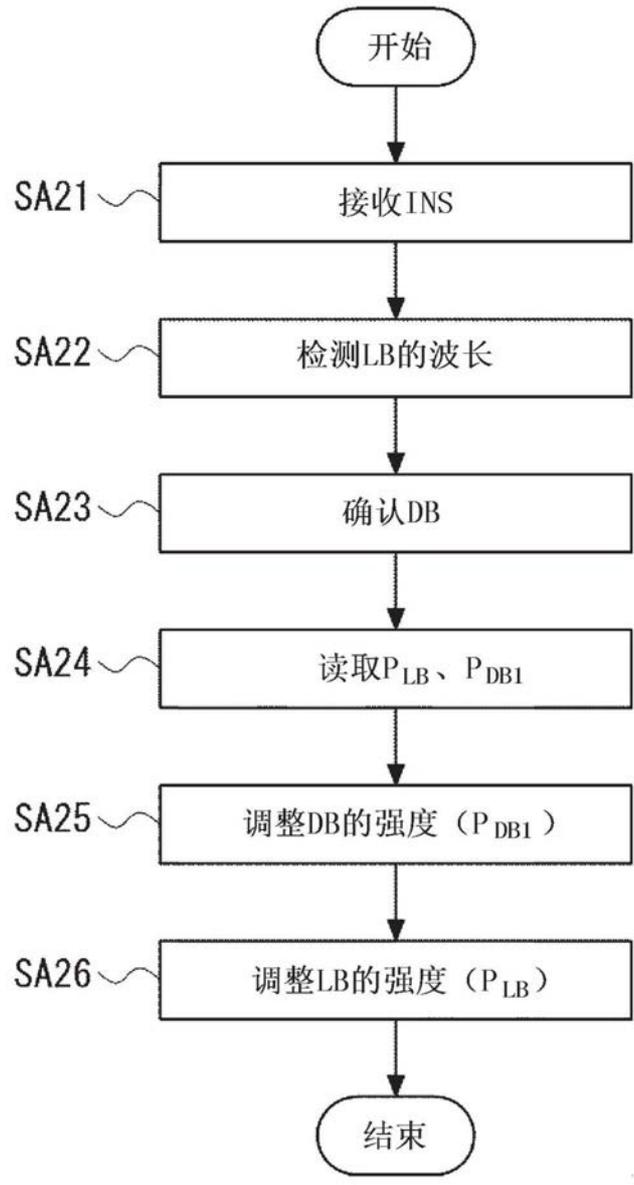


图14

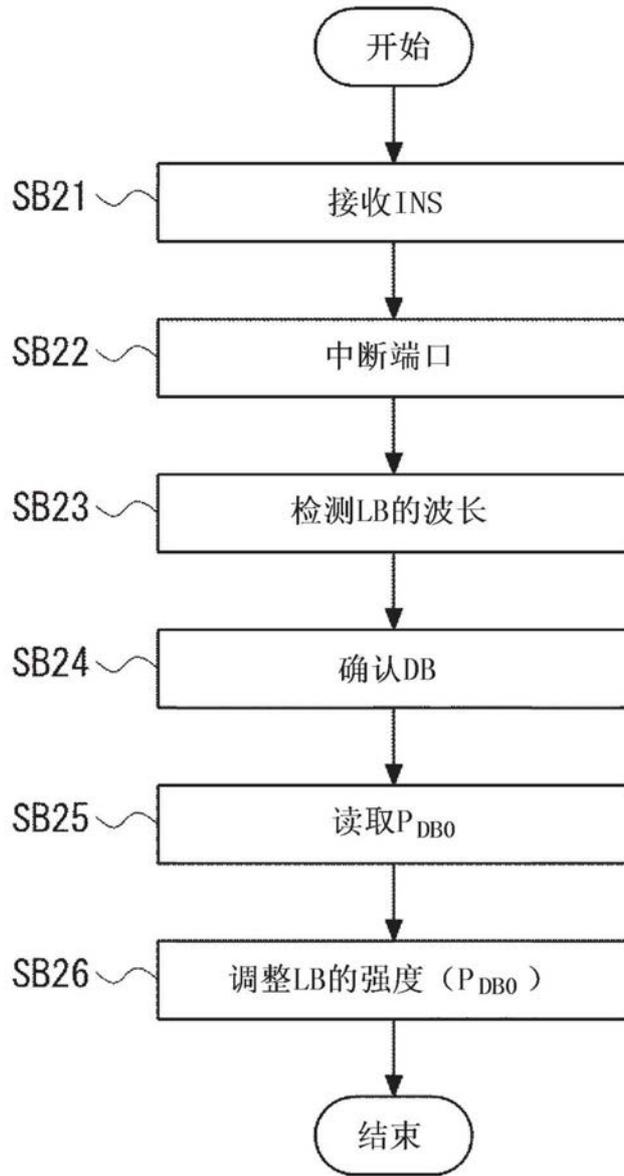


图15

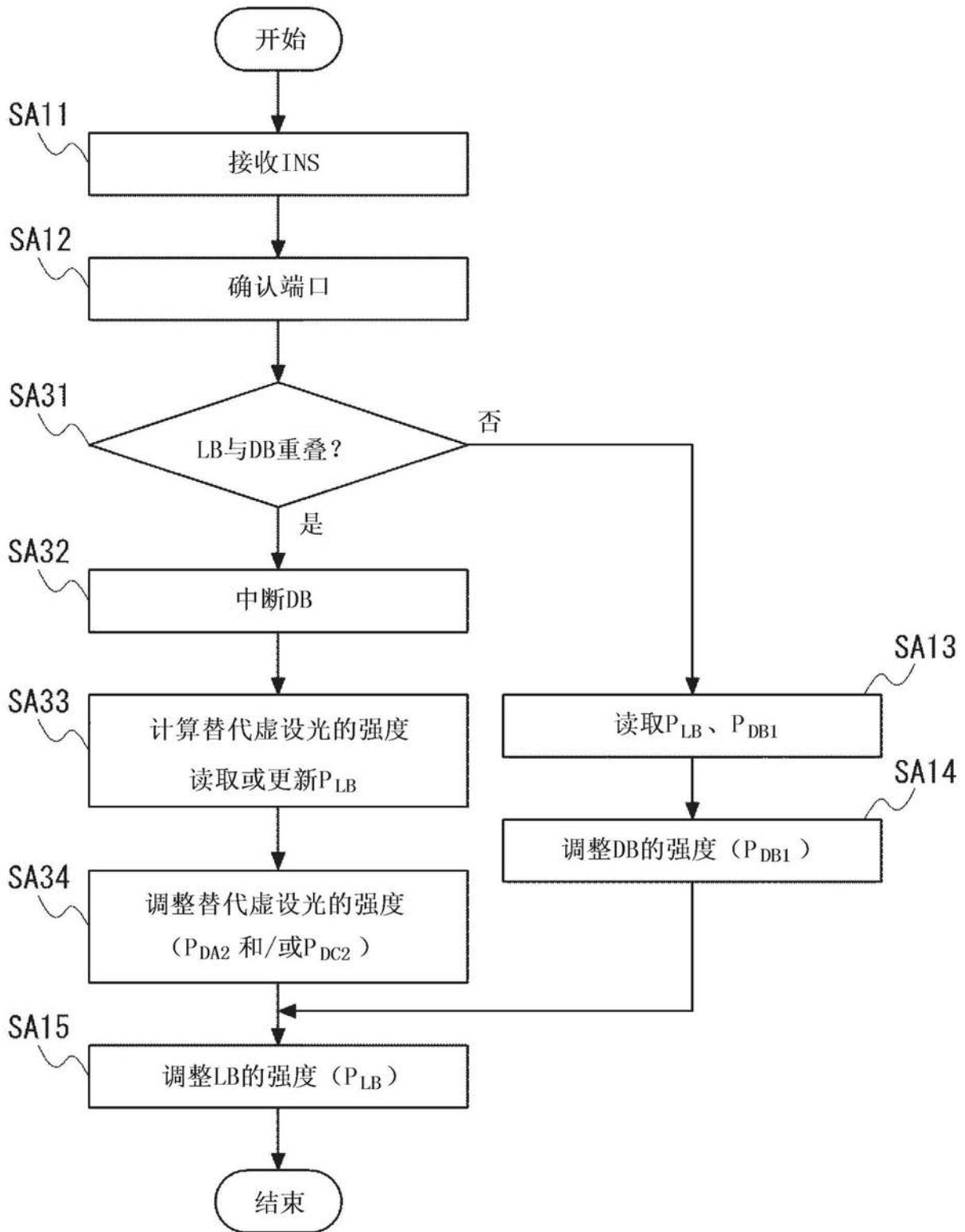


图16

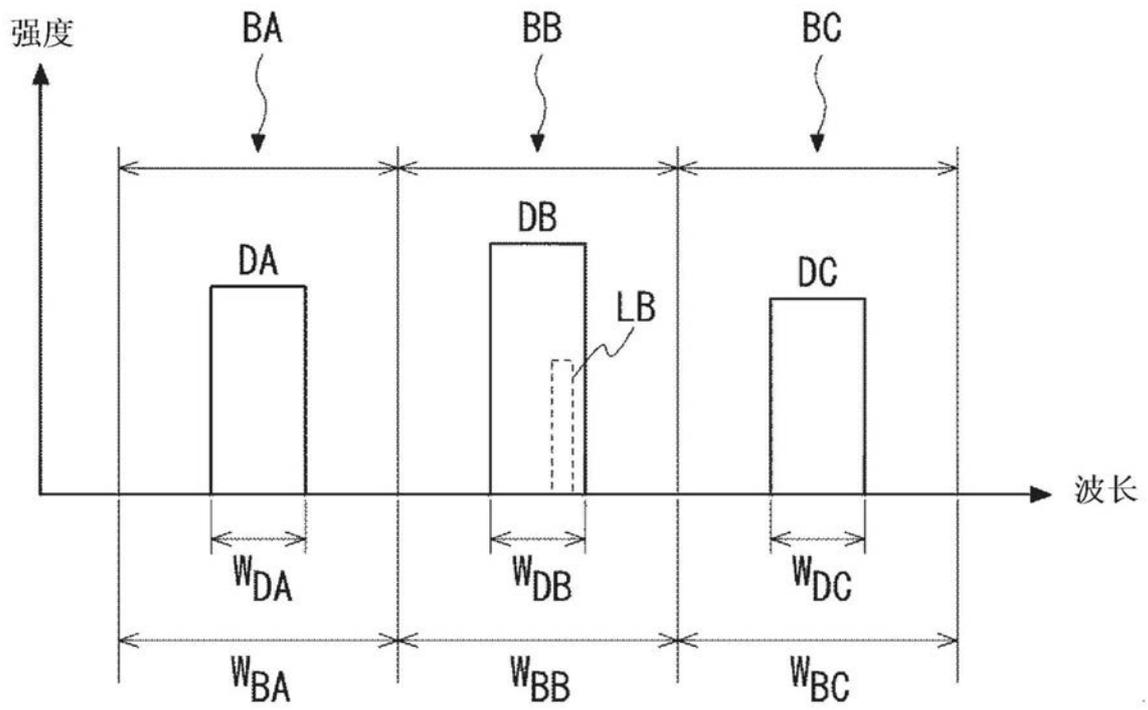


图17

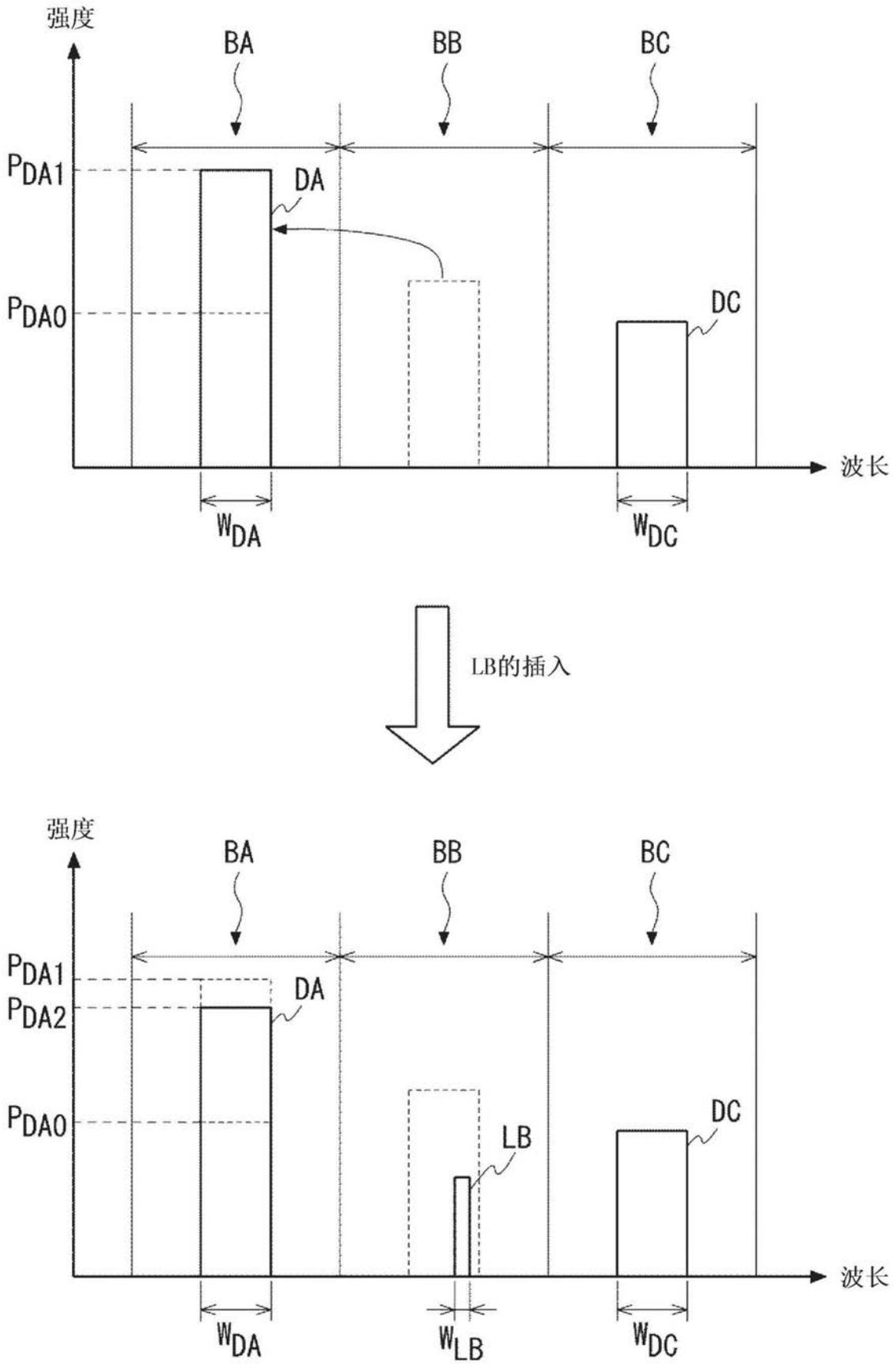


图18

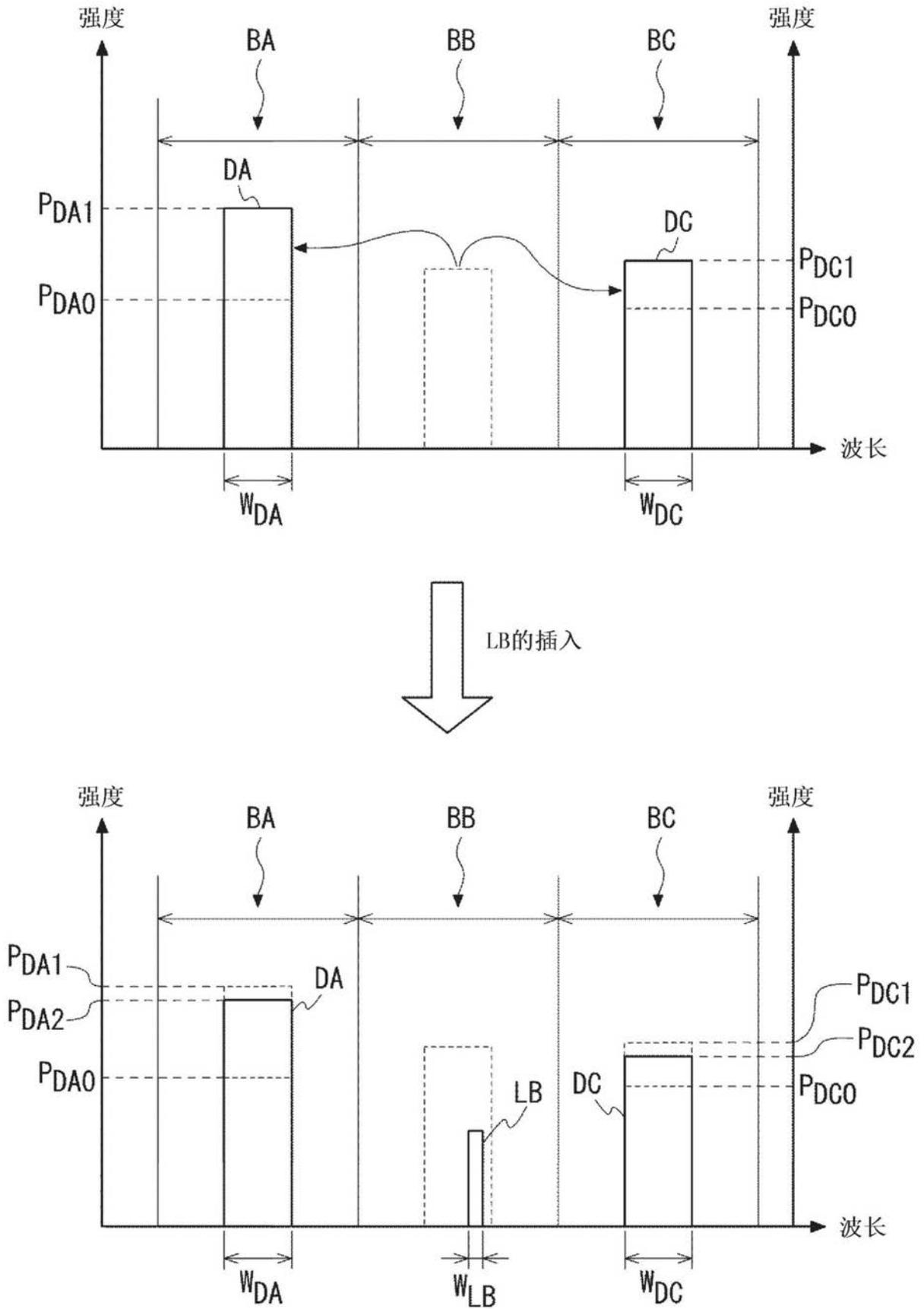


图19

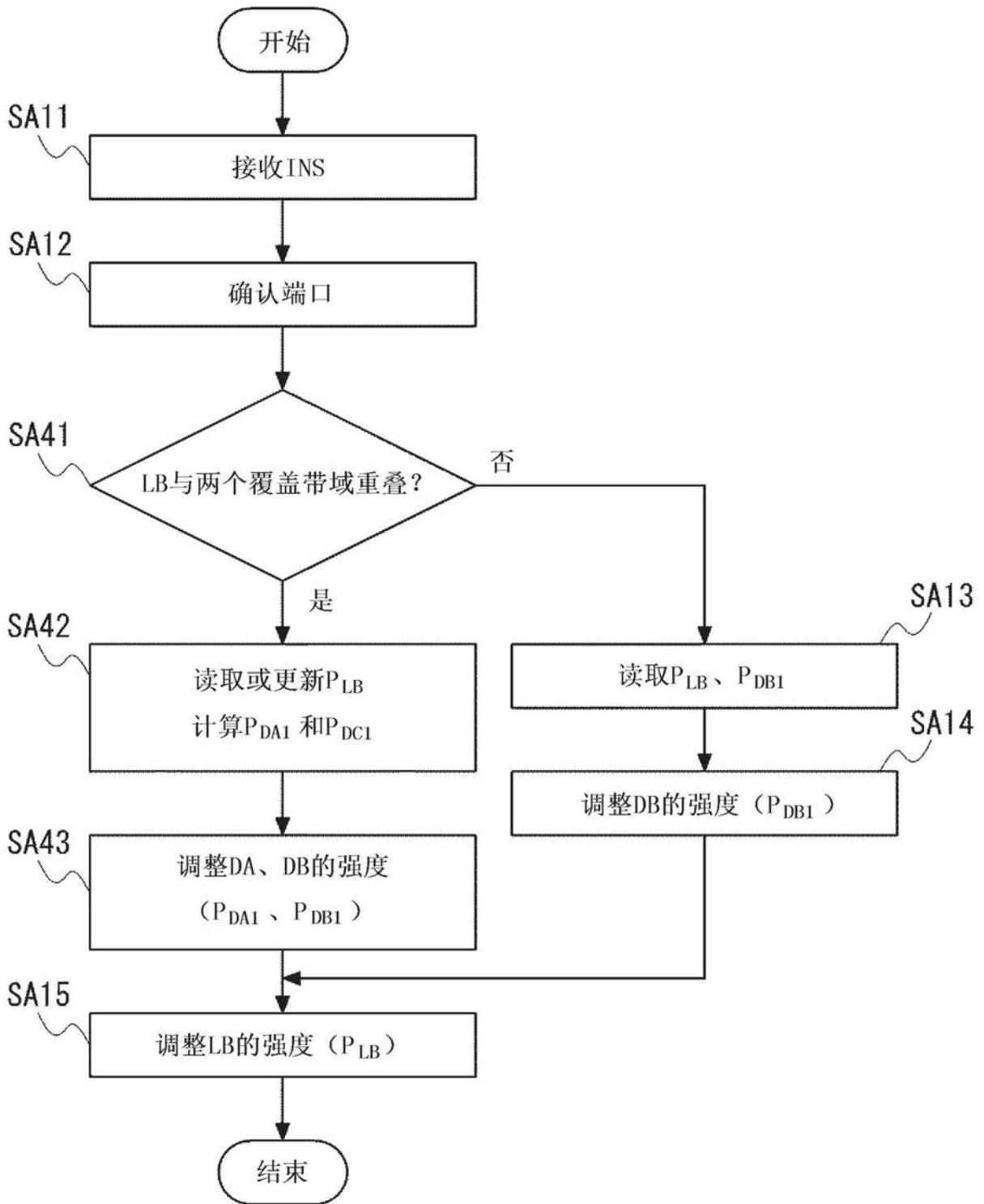


图20

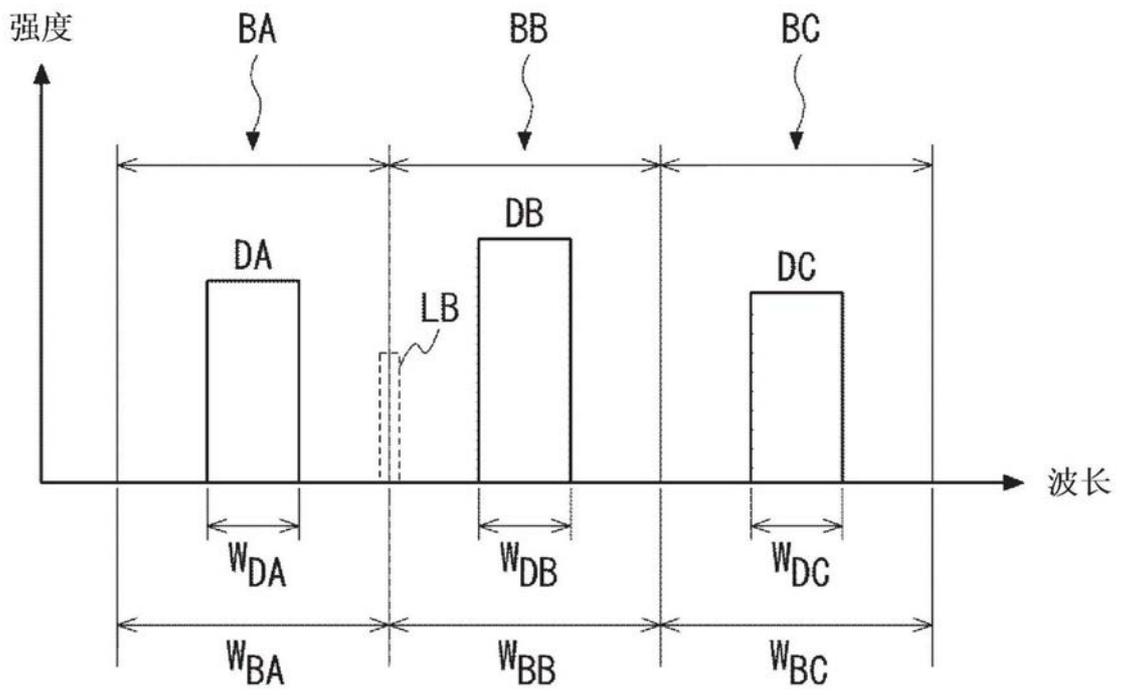


图21

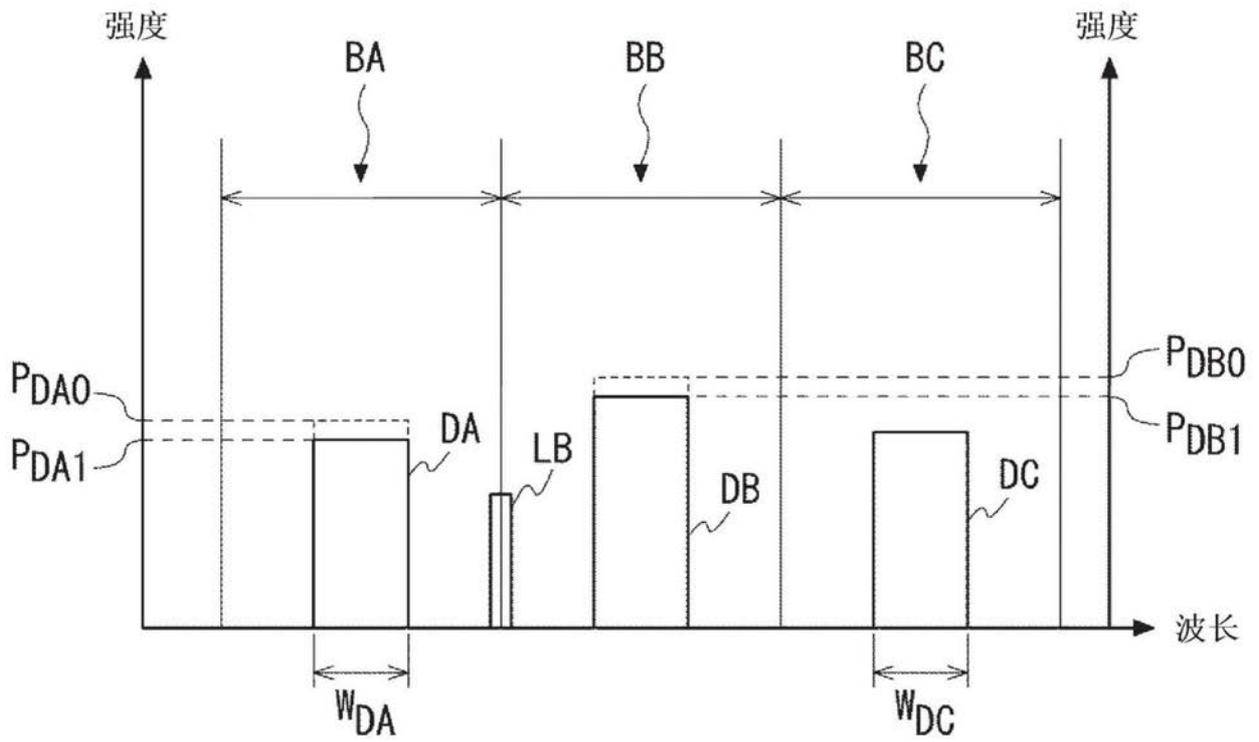


图22

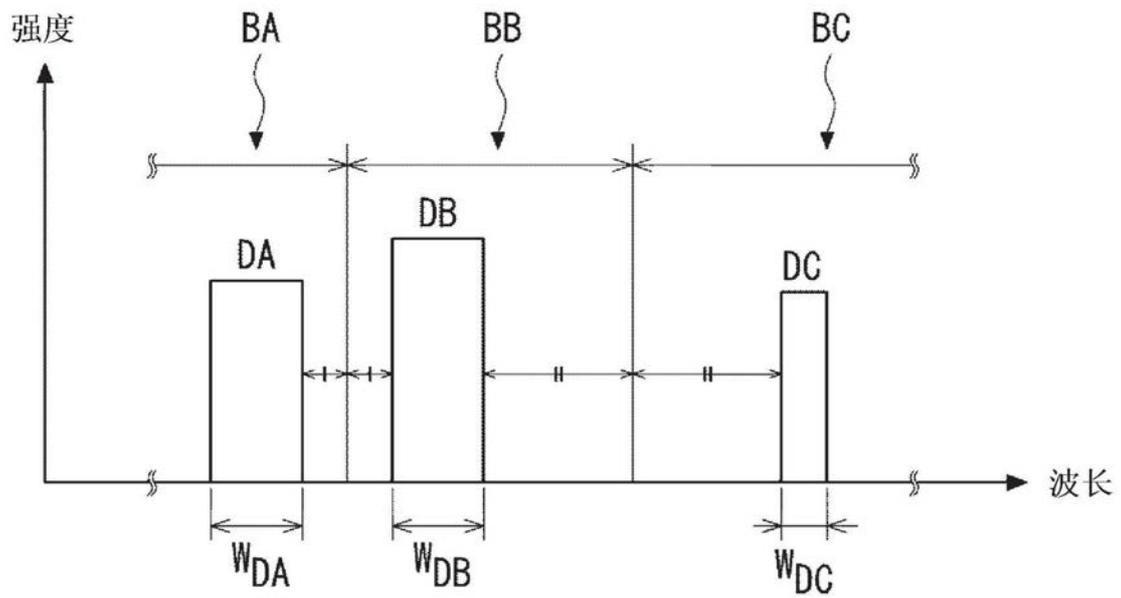


图23

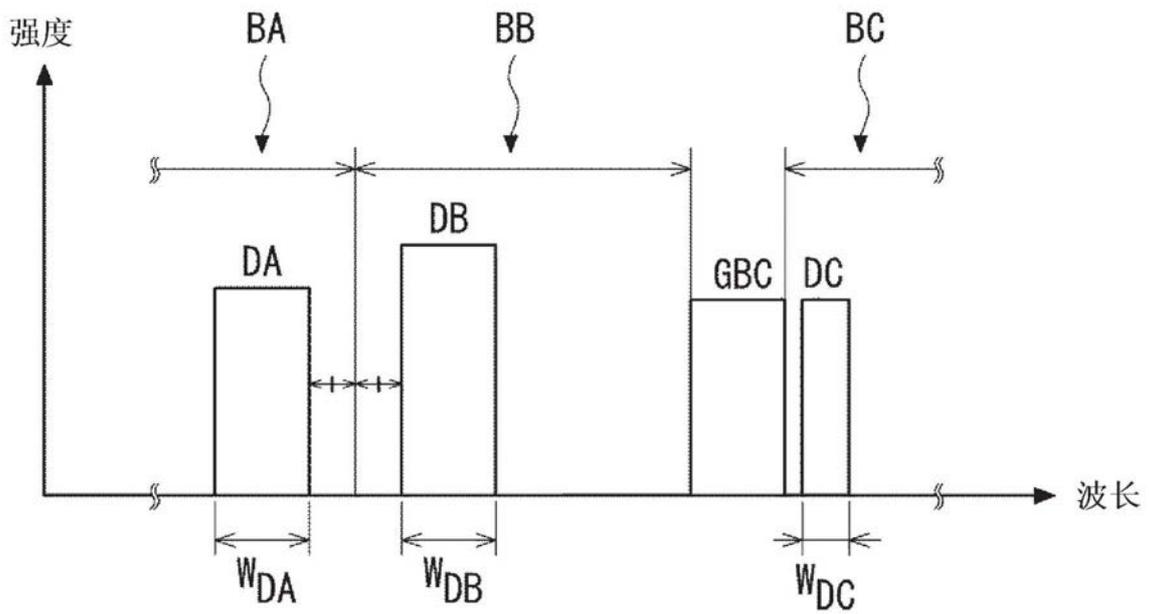


图24

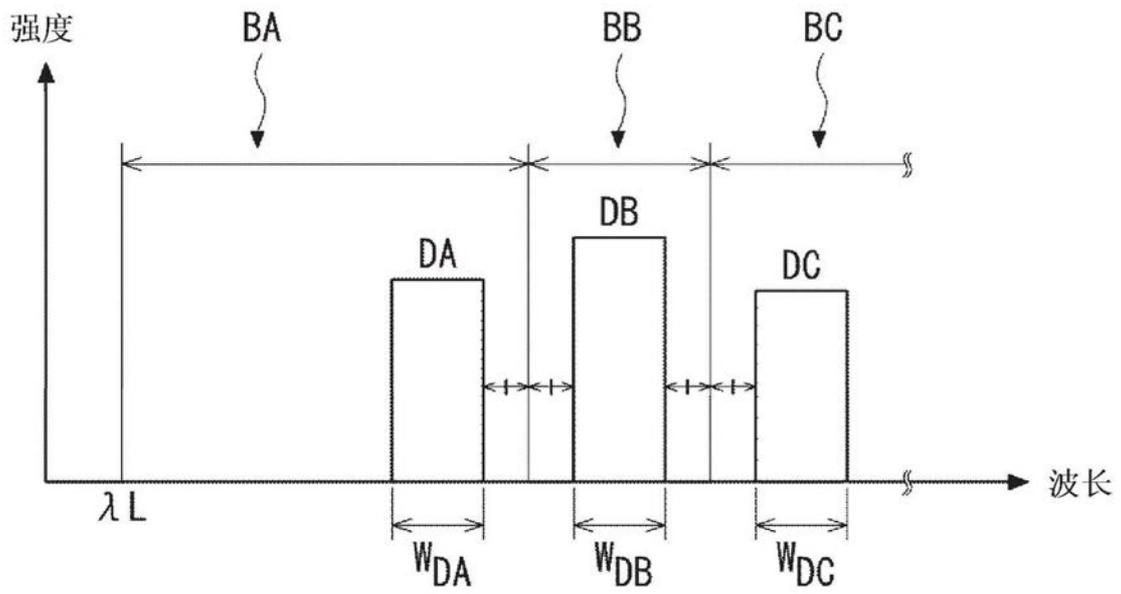


图25

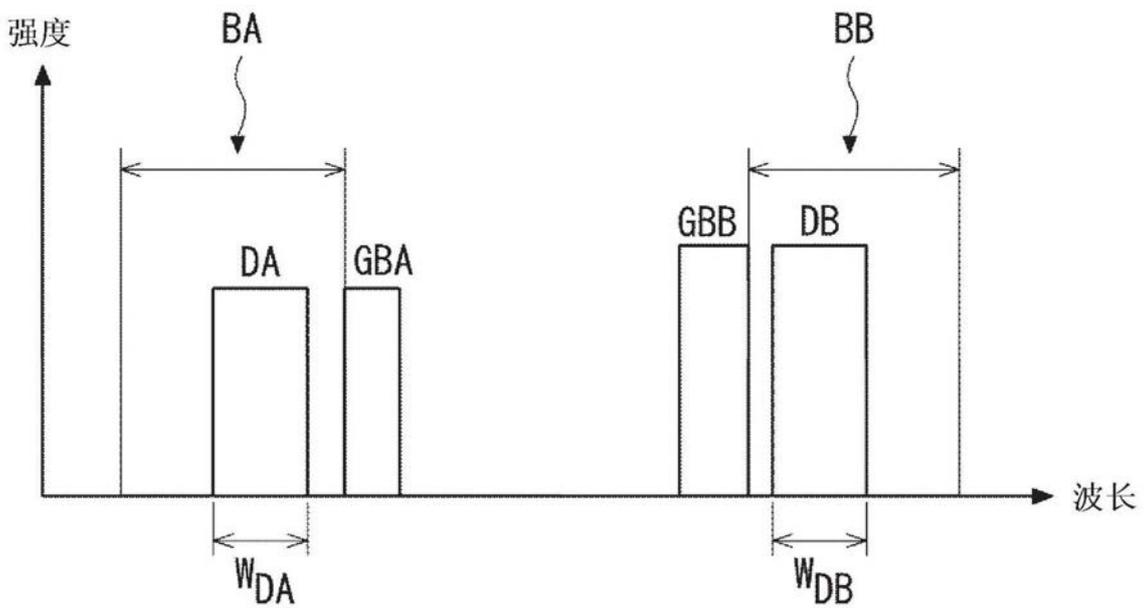


图26