

[51] Int. Cl⁷

H04B 17/00

H04B 10/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01111829.6

[43]公开日 2001 年 9 月 19 日

[11]公开号 CN 1313679A

[22] 申请日 2001.3.13 [21] 申请号 01111829.6

[30] 优先权

[32] 2000. 3. 14 [33] US [31] 09/525,188

[71] 申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 丹尼尔·Y·阿尔-萨拉莫

戴维·S·利维

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

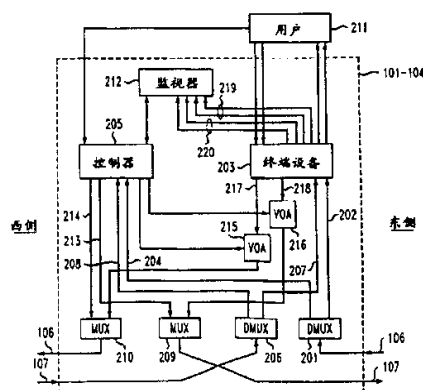
代理人 蒋世迅

权利要求书 9 页 说明书 12 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 包含性能优化的光传输系统

[57] 摘要

针对光网络对付信道减损之类的脆弱性, 对一个或多个指定的光信道的减损, 使用实时监控和控制。对此一个或多个的减损, 用光网络内的优化过程进行补偿, 使来自减损的一个或多个光源的光信号, 可控地在网络的任一特定节点上加以调整。在本发明的一个特殊实施例中, 此光信号在有关的光信道, 例如波长 λ 的源节点上, 或多或少地被衰减, 以便优化网络中对应光信道的性能。这一步是在减损的光信道的 λ 激光光源上, 采用可变光衰减器实现的。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种用于光传输系统，供光信道性能优化的方法，包括步骤：
 - (a) 选出一个接收的、有指定光波长的指定的光信道；
 - (b) 对所述选出的指定光信道，评估其预定传输性能的量度的第一步骤；
 - (c) 确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则内的第一步骤；
 - (d) 如果否，产生第一控制消息，调整与所述选出的指定光信道有关的至少第一可控光功率调整单元；和
 - (e) 送出所述第一控制消息，对所述第一可控光功率调整单元，按照优化所述选出的指定光信道的所述指定量度的方式，进行调整。
2. 按照权利要求 1 的方法，其中所述至少第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器，并且还包括步骤：使用所述第一控制消息来调整所述第一可变光衰减器的衰减值，调整的方向是把要评估的所述指定量度，带进所述可接受准则内。
3. 按照权利要求 1 的方法，还包括步骤 (f)：对所述选出的指定光信道的所述预定传输性能的量度，进行评估的第二步骤，(g)：确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则之内的第二步骤，和 (h)：如果否，重复步骤 (d) 至 (h)，直至所述指定量度在可接受准则之内，从而把所述选出的指定光信道的性能优化。
4. 按照权利要求 3 的方法，其中所述光传输系统，传送一个或多个光信道，每个光信道有指定的波长，而且还包括步骤 (i)：确定所述选出的指定的、已经优化的光信道，是否为所述一个或多个光信道中最后的一个，并且，如果否，则步骤 (j)：选出有另一个指定光波长的另一个指定的光信道，并重复步骤 (b) 至 (j)，直至步骤 (i) 指出最后一个所述选出的指定光信道已经优化为止。
5. 按照权利要求 3 的方法，还包括如下步骤：确定所述第一可控光功率调整单元是否已经调整，并且，如果否，则送出所述第一控

制消息并确定所述第一可控光功率调整单元是否已经调整，直至确定所述第一可控光功率调整单元已经调整为止。

6. 按照权利要求 1 的方法，还包括步骤 (k)：如果所述确定的第一步骤指出，所述量度不在可接受准则之内，则对所述选出的指定光信道，确定包含其所述指定光波长的激光光源的源节点。

7. 按照权利要求 6 的方法，还包括步骤 (l)：把所述第一控制消息插入指定的光信道，和 (m)：把所述指定光信道发送至所述源节点。

8. 按照权利要求 7 的方法，其中所述指定光信道是管理光信道。

9. 按照权利要求 7 的方法，其中所述指定光信道包括额外开销部分，而且其中所述第一控制消息，是插入所述指定光信道的额外开销部分的一个字段内。

10. 按照权利要求 7 的方法，其中所述第一可控光功率调整单元，包括第一可变光衰减器，并且还包括步骤 (n)：接收所述指定光信道，和 (o)：利用所述第一控制消息，调整所述第一可变光衰减器的衰减，调整的方向是使所述指定光信道的性能优化。

11. 按照权利要求 10 的方法，其中所述光传输系统，传送一个或多个光信道，每个光信道有指定的波长，而且还包括步骤 (p)：确定所述选出的指定的、已经优化的光信道，是否为所述一个或多个光信道中最后的一个，并且，如果否，则步骤 (q)：选出有另一个指定光波长的另一个指定的光信道，并重复步骤 (b) 至 (e) 和 (k) 至 (q)，直至步骤 (p) 指出最后一个所述选出的指定光信道已经优化为止。

12. 按照权利要求 11 的方法，还包括如下步骤：确定所述第一可变光衰减器是否已经调整，并且，如果否，则送出所述第一控制消息并确定所述第一可变光衰减器是否已经调整，直至确定所述第一可变光衰减器已经调整为止。

13. 按照权利要求 1 的方法，还包括步骤 (r)：如果所述确定的第一步骤指出，所述量度不在可接受准则之内，则对所述选出的指定光信道，确定包含其所述指定光波长的激光光源的源节点，(s)：评估所述预定传输性能量度的第二步骤，(t)：确定所述预定传输性能量度

是否在所述指定准则之内的第二步骤, (u): 如果步骤 (t) 的结果是 NO, 则产生第二控制消息, (v): 送出所述第二控制消息, 使与所述选出的指定光信道有关的第二可控光功率调整单元, 向着优化所述预定传输性能量度的方向调整。

14. 按照权利要求 13 的方法, 还包括重复步骤 (s) 至步骤 (v), 直至所述指定的量度在所述可接受准则之内为止。

15. 按照权利要求 14 的方法, 其中所述光传输系统, 传送一个或多个光信道, 每个光信道有指定的波长, 而且还包括步骤 (w): 确定所述选出的指定的、已经优化的光信道, 是否为所述一个或多个光信道中最后的一个, 并且, 如果否, 则步骤 (x): 选出有另一个指定光波长的另一个指定的光信道, 并重复步骤 (b) 至 (e) 和 (r) 至 (x), 直至步骤 (w) 指出最后一个所述选出的指定光信道已经优化为止。

16. 按照权利要求 13 的方法, 其中所述至少第一可控光功率调整单元, 是第一可变光衰减器, 而所述至少第二可控光功率调整单元, 是第二可变光衰减器, 并且还包括利用所述第一控制消息, 调整所述第一可变光衰减器的衰减值的步骤, 调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内, 还包括利用所述第二控制消息, 调整所述第二可变光衰减器的衰减值的步骤, 调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内。

17. 按照权利要求 1 的方法, 还包括步骤 (aa): 评估所述预定传输性能的量度的第二步骤, (bb): 确定所述预定传输性能量度是否在指定准则之内的第二步骤, (cc): 如果步骤 (bb) 的结果是 NO, 则对所述选出的指定光信道, 确定包含其所述指定光波长的激光光源的源节点, (ee): 产生第二控制消息, (ff): 发送所述第二控制消息, 使与所述指定光波长的激光光源有关的第二可控光功率调整单元, 向着优化所述预定传输性能量度的方向调整。

18. 按照权利要求 17 的方法, 还包括重复步骤 (aa) 至步骤 (ff), 直至所述预定量度在所述可接受准则之内为止。

19. 按照权利要求 18 的方法, 其中所述光传输系统, 传送一个

或多个光信道，每个光信道有指定的波长，而且还包括步骤 (gg)：确定所述已经优化的指定的光信道，是否为所述一个或多个光信道中最后的一个，并且，如果否，则步骤 (hh)：选出有另一个指定光波长的另一个指定的光信道，并重复步骤 (b) 至 (e)，(r) 和 (aa) 至 (hh)，直至步骤 (gg) 指出最后一个所述指定的光信道已经优化为止。

20. 按照权利要求 17 的方法，其中所述至少第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器，而所述至少第二可控光功率调整单元，是第二可变光衰减器，并且还包括利用所述第一控制消息，调整所述第一可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内，还包括利用所述第二控制消息，调整所述第二可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内。

21. 一种用于光传输系统，供光信道性能优化的方法，包括步骤：

- (a) 选出一个接收的、有指定光波长的指定的光信道；
- (b) 对所述指定的光信道，评估其预定的传输性能量度的第一步骤；
- (c) 确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则内的第一步骤；
- (d) 如果步骤 (c) 的结果是 NO，则执行第二步骤：确定所述预定传输性能量度是否基本上在所述可接受准则之内；
- (e) 如果步骤 (d) 的结果是 NO，则确定包含所述指定光信道所述指定光波长的激光光源的源节点；
- (f) 产生第一控制消息，用于调整与所述被确定的激光光源有关的至少第一可控光功率调整单元；和
- (g) 发送所述第一控制消息至所述源节点，对所述第一可控光功率调整单元，按照优化所述指定光信道所述指定量度的方式，进行调整。

22. 按照权利要求 21 的方法，其中，如果步骤 (d) 的结果是 YES，则步骤 (h)：产生第二控制消息，以调整与所述选出的接收的光信道

有关的至少第二可控光功率调整单元；和 (i)：送出所述第二控制消息，对所述至少第二可控光功率调整单元，按照优化所述指定量度的方式，进行调整。

23. 按照权利要求 22 的方法，还包括步骤 (j)：确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则之内的第二步骤，而如果步骤 (j) 的结果是 NO，则 (k)：重复步骤 (h) 至 (j)，直至步骤 (j) 产生 YES 的结果。

24. 按照权利要求 23 的方法，其中所述至少第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器，而所述至少第二可控光功率调整单元，是第二可变光衰减器，并且还包括利用所述第一控制消息，调整所述第一可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内，还包括利用所述第二控制消息，调整所述第二可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内。

25. 一种用于光传输系统，供光信道性能优化的方法，包括步骤：

(a) 选出一个接收的有指定光波长的指定光信道；

(b) 对所述指定的光信道，评估其预定的传输性能量度的第一步骤；

(c) 确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则内的第一步骤；

(d) 如果步骤 (c) 的结果是 NO，则确定包含所述指定光信道所述指定光波长的激光光源的源节点；

(e) 产生第一控制消息，用于调整与所述被确定的激光光源有关的至少第一可控光功率调整单元；

(f) 产生第二控制消息，用于调整与所述选出的接收的指定光信道有关的至少第二可控光功率调整单元；

(g) 发送所述第一控制消息至所述源节点，对所述第一可控光功率调整单元，按照优化所述指定光信道的所述指定量度的方式，进行调整；和

(h) 基本上在所述第一控制消息的所述发送的同时，送出所述第二控制消息，对所述第二可控光功率调整单元，按照优化所述指定光信道所述预定量度的方式，进行调整。

26. 按照权利要求 25 的方法，其中所述发送步骤和所述送出步骤，基本上同时生效的。

27. 按照权利要求 26 的方法，还包括步骤 (i)：确定要评估的所述指定量度是否在可接受准则之内的第二步骤，而如果步骤 (i) 的结果是 NO，则 (j)：重复步骤 (e) 至 (i)，直至步骤 (i) 产生 YES 的结果。

28. 按照权利要求 26 的方法，其中所述至少第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器，而所述至少第二可控光功率调整单元，是第二可变光衰减器，并且还包括利用所述第一控制消息，调整所述第一可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内，还包括利用所述第二控制消息，调整所述第二可变光衰减器的衰减值的步骤，调整的方向是使要评估的所述指定量度带进所述可接受准则之内。

29. 用于光传输系统，使光信道性能优化的装置，包括：

光解复用器，用于获得一个或多个接收的指定光信道，各个光信道有不同的光波长；

监视器，用于评估所述一个或多个接收的指定光信道的某个指定性能量度，并对选出的一个所述指定光信道，确定其被评估的所述指定性能量度是否在可接受准则之内；和

控制器，响应来自所述监视器的指示，此指示指出所述指定性能量度不在可接受准则之内，该控制器用于产生控制消息以便控制与所述选出指定光信道有关的第一可控光功率调整单元的调整，把所述指定量度带进所述可接受准则之内，并且用于把所述第一控制消息，送至与所述选出的指定光信道有关的所述第一可控光功率调整单元，藉此使所述选出的指定光信道的传输性能优化。

30. 按照权利要求 29 的发明，其中所述第一可控光功率调整单

元，是第一可变光衰减器，它响应所述第一控制消息，调整所述第一可变光衰减器的衰减值，调整的方向是把要评估的所述指定量度，带进所述可接受准则之内。

31. 按照权利要求 29 的发明，其中所述控制器用于确定源节点，此源节点含有所述选出的指定光信道所述指定光波长的激光光源。

32. 按照权利要求 31 的发明，还包括一光复用器，把所述第一控制消息与发送至所述源节点的光信号复用。

33. 按照权利要求 32 的发明，其中所述控制器还用于把所述控制消息插入光管理信道，而其中所述复用器把所述光管理信道与所述光信号复用。

34. 按照权利要求 32 的发明，其中所述指定光信道包括额外开销部分，而其中所述控制器还用于把所述第一控制消息插入所述指定光信道的所述额外开销部分中的一个字段内。

35. 按照权利要求 29 的发明，还包括与所述接收的指定光信道有关的第二可控光功率调整单元。

36. 按照权利要求 35 的发明，其中，所述控制器响应所述评估结果和确定所述指定量度是否在可接受准则之内的结果，产生第二控制消息，对所述第二可控光功率调整单元，按把所述指定量度带进所述可接受准则内的方式，进行控制。

37. 按照权利要求 36 的发明，其中所述第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器，而所述第二可控光功率调整单元，是第二可变光衰减器。

38. 按照权利要求 37 的发明，其中，所述第一可变光衰减器与源节点上的激光光源有关，所述控制器响应来自所述监视器的指示，此指示指出所述指定量度不在所述可接受准则之内，于是，所述控制器确定含有与所述选出的指定光信道有关的激光光源的源节点，又，为了控制所述第一光衰减器，所述光复用器在一光信号中发送所述第一控制消息至所述源节点。

39. 按照权利要求 38 的发明，其中所述第一可变光衰减器的衰

减值，将响应把所述指定量度带进所述可接受准则内的第一控制消息而调整，而所述第二可变光衰减器的衰减值，将响应把所述指定量度带进所述可接受准则内的第二控制消息而调整。

40. 用于光传输系统，使光信道性能优化的装置，包括：

从进入的光信号获得第一控制消息的光解复用器；

为指定光信道产生指定光波长的激光光源；

为产生调整控制消息而向之提供所述第一控制消息的控制器；

与所述激光光源有关的第一可控光功率调整单元，它响应所述控制消息，调整所述激光光源的输出光功率，调整的方向是使所述指定光信道的预定性能量度优化。

41. 按照权利要求 40 的发明，其中所述第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器。

42. 按照权利要求 41 的发明，其中所述第一可变光衰减器的衰减值，将响应把所述指定量度带进所述可接受准则内的所述控制消息而调整。

43. 供包含多个节点的光传输系统使用，使系统内被传送的光信道传输性能优化的装置，包括：

在第一节点上

获得一个或多个指定的光信道的第一光解复用器，各个光信道有不同的光波长，

评估所述一个或多个指定光信道中某个指定性能量度的监视器，它还对所述光信道所述指定的一个，确定其要评估的所述指定性能量度是否在可接受准则之内，

第一控制器，当要评估的所述性能量度，不在所述可接受准则之内时，此第一控制器确定含有所述指定光信道所述指定光波长的激光光源的源节点，并产生控制消息，控制与所述激光光源有关的第一可控光功率调整单元的调整，把所述指定量度带进所述可接受准则内，和

把所述第一控制消息与要发送至所述源节点的光信号复用的第一

光复用器；和

在所述源节点上

从进入的光信号中获得第一控制消息的第二光解复用器，

为指定光信道产生指定的波长的激光光源，

为产生调整控制消息而向之提供所述第一控制消息的第二控制器；和

与所述激光光源有关的第一可控光功率调整单元，它响应所述控制消息，调整所述激光光源的输出光功率，调整的方向是使所述指定光信道的预定性能量度优化，从而使所述指定光信道的所述性能优化。

44. 按照权利要求 43 的发明，其中所述第一控制器用于把所述第一控制消息插入光管理信道，而其中所述第一复用器则把所述光管理信道与所述光信号复用。

45. 按照权利要求 44 的发明，在所述第一节点上，还包括与所述指定光信道有关的第二可控光功率调整单元。

46. 按照权利要求 45 的发明，其中，所述第一控制器响应所述评估结果和确定所述指定量度是否在可接受准则之内的结果，产生第二控制消息，对所述第二可控光功率调整单元，按把所述指定量度带进所述可接受准则内的方式，进行控制。

47. 按照权利要求 46 的发明，其中所述第二可控光功率调整单元，是第二可变光衰减器。

48. 按照权利要求 47 的发明，其中所述第二可变光衰减器的衰减，将响应把所述指定量度带进可接受准则内的所述第二控制消息而调整。

49. 按照权利要求 43 的发明，其中所述第一可控光功率调整单元，是第一可变光衰减器。

50. 按照权利要求 49 的发明，其中所述第一可变光衰减器的衰减，将响应把所述指定量度带进可接受准则内的所述第一控制消息而调整。

说明书

包含性能优化的光传输系统

本发明涉及光传输系统，更具体说，是涉及光传输系统中光信道的性能优化。

光传输系统，特别理想的是那些采用波分复用（WDM）的系统，因为它们为通信信道提供极其宽的带宽。WDM 传输系统中，在单个光纤上和单个光中继器上，每个通信信道载运多个光信道，即波长。但是，在以较低的传送费用提供更宽带宽的通信信道，与对付破坏其传输质量的信道减损之类的脆弱性之间，存在折衷选择的问题。因此，对光传输系统，例如那些采用 WDM 的系统，在光传输服务上，使信道减损和其他破坏信号机理的作用尽量减少的能力，是极其重要的。

针对光网络对付信道减损之类的脆弱性，对一个或多个指定的光信道的减损，使用实时监控和控制。对此一个或多个的减损，用光网络内的优化过程进行补偿，使来自减损的一个或多个光源的光信号，可控地在网络的任一特定节点上加以调整。在本发明的一个特殊实施例中，此光信号在有关的光信道，例如波长 λ 的源节点上，或多或少地被衰减，以便优化网络中对应光信道的性能。这一步是在减损的光信道的 λ 激光光源上，采用可变光衰减器实现的。

更具体说，在本发明的一个特殊实施例中，在接收节点上测量光信号的减损，并确定有关光信道的源节点。然后，向已识别的源节点发送一个控制消息，指示必须调整与对应光信道光源即 λ 激光光源有关的可变光衰减器，视情况插入或多或少的衰减。重复此测量和调整过程，直至相应的测量出减损的光信道产生最佳的性能为止。在本发明的这个实施例中，控制消息是在光管理信道上发送的。

在本发明的另一个实施例中，首先调整有关光信道的有关 λ 激光光源的远程节点中的 VOA。之后，如果需要，再调整与被监控的光信道有关的本机节点中的 VOA，进一步优化被监控光信道的指定的量

度。重复本机 VOA 的这一调整，直至有关信道的性能优化为止。

在本发明的又一个实施例中，或者调整有关光信道的有关 λ 激光光源的远程节点中的 VOA，或者调整与接收的指定光信道有关的本机节点中的 VOA，或者两个 VOA 都调整，依赖于对指定光信道的指定量度的评估，使指定光信道的指定量度优化。

在本发明的再一个实施例中，有关光信道的有关 λ 激光光源的远程节点中的 VOA，与接收的指定光信道有关的本机节点中的 VOA，基本上同时调整，使指定光信道的指定量度优化。

本发明的一个技术上的优点，是基本上实时地使一个或多个光信道的传输性能优化。

图 1 以简化的方框图的形式，画出一个光环形传输系统的细节；

图 2 以简化的方框图的形式，画出可用于图 1 系统的一个光节点的细节，其中包括本发明的一个实施例；

图 3 以简化的方框图的形式，画出一个终端设备单元的细节，它可供图 2 和图 6 的光节点采用；

图 4 以简化的方框图的形式，画出另一个终端设备单元的细节，它可供图 2 和图 6 的光节点采用；

图 5 是个流程图，表明在采用图 2 光节点的本发明的一个实施例中，光信道优化的实施步骤；

图 6 以简化的方框图的形式，画出可用于图 1 系统的另一个光节点的细节，其中包括本发明的一个实施例；

图 7 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的一个过程中的实施步骤；

图 8 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的另一个过程中的实施步骤；和

图 9 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的又一个过程中的实施步骤；

图 1 以简化的形式，画出双向的光传输系统 100，它被接入一环形配置。为解释的简单和明了，光传输系统 100 画成只包括光节点 101

至 104, 每个都结合本发明的一个实施例。光节点 101 至 104 都用双向光传输介质 105 互连, 在本例中, 为解释的简单和明了, 双向光传输介质 105 传送有效的服务传输容量。在本例中, 光传输介质 105 由光纤 106 和 107 组成。应当指出, 双向光传输系统 100, 通常或者是采用两根 (2) 光纤的系统, 或者是采用四根 (4) 光纤的系统。在本发明的一个优选实施例中, 传输介质 105 包括两根 (2) 光纤, 即光纤 106 和光纤 107, 用于传送光信道即波长, 并且还是保护光信道。光传输系统 100, 例如能够传送 8 个, 16 个, 32 个, 40 个, 80 个, 等等通信信道, 即波长。还应指出, 不论是两根 (2) 光纤的配置, 还是四根 (4) 光纤的配置, 除通信信道外, 能够使用一独立的、被称为遥测的信道, 如管理信道, 作为维护信道。因此, 在八个 (8) 信道的系统, 传送的是九个 (9) 信道, 在 16 个信道的系统, 传送的是 17 个信道, 如此类推。管理信道提供光网络的维护支持, 为了使光传输系统 100 的各个光波长的传输优化, 其中的光网络包括光节点 101 至 104 和节点 101 至 104 内使用的优化信息。下面说明, 如何用管理信道传送优化信息来优化光传输系统 100 中各个光波长。此外, 维护信息, 与优化信息一样, 可以在信道的额外开销中的带内传送。事实上, 只要求此需要的信息是供特殊用途的, 它确实不在乎用何种介质来传送, 带内的, 带外的, 遥测信道的, 管理信道的, 信道额外开销的, 诸如此类, 都可以。熟知的是两根 (2) 和四根 (4) 光纤的传输系统。

图 2 以简化的方框图的形式, 画出可用于图 1 系统的各个光节点 101-104 的细节, 每一个包括本发明的一个实施例。首先应当指出, 为解释的简单和明了, 这个实施例将对传输的每个方向, 只就一个光信道, 即一个波长加以说明。但是显然, 本发明同样可用于光节点上接收的或发送的多个光信道即多个波长。具体说, 经过光纤 106 从东侧接收的光信号, 被送至光解复用器 (DMUX) 201。接收的光信号是波分复用 (WDM) 的光信号, 且通常包括一组 N 个波长 (λ) 和一个光管理信道, 这里 $N = 0, 1, \dots, N$ 。这类包含一个光管理信道的 WDM 光信号, 本领域是熟知的。从 DEMUX 201 接收的光信号中, 一个被

分用的 λ ，经过光纤 202，送至终端设备 203，与此同时，被分用的光管理信道，经过光通道 204 被送至控制器 205。作为输出至东侧的复用的光信号，从光复用器 (MUX) 209 送至东侧边界的光纤 107。类似地，经过光纤 107 从西侧接收的光信号，被送至光解复用器 (DMUX) 206。同样，接收的光信号是波分复用 (WDM) 的光信号，且通常包括一组 N 个波长 (λ) 和一个光管理信道，这里 $N = 0, \dots$ 。接收的光信号中被分用的 λ ，从 DMUX 206 经过光通道 207，送至终端设备 203，与此同时，被分用的光管理信道，经过光通道 208 送至控制器 205。作为输出至西侧的复用的光信号，从光复用器 (MUX) 210 送至西侧边界的光纤 106。

用户单元 211 从终端设备 203 接收经检测的接收的信号，并把要在光网络上发送的信号送至终端设备 203。终端设备 203 的细节，画于图 3 和图 4，并在下面说明。终端设备还向监视器 212 提供接收的光信号的本。监视器 212 包括测量指定信号的传输量度的装置，如测量比特差错率 (BER)，信噪比，串扰等的装置。测量这类量度的配置，本领域是熟知的。例如串扰的评估，可以用光谱分析器观察某个需要的光信道即波长和相邻光的信道即波长。测量的结果由监视器 212 送至控制器 205，它们在那里被纳入控制消息中，控制消息再纳入管理信道，以便传输至含有被监控的相应光信道光源的节点。包含由此产生的控制消息的光管理信道，经过通道 213 送至 MUX 209，它在那里与其他光信道复用，以便送至东侧边界的光纤 107。类似地，包含由此产生的控制消息的光管理信道，经过通道 214 送至 MUX 210，在那里与其他光信道复用，以便送至西侧边界的光纤 106。包含被监控光信道控制消息的管理信道，在包含此光信道光源的节点上被分用。以当前的节点为例，来自东侧的包含光管理信道的 WDM 光信号，在 DEMUX 201 中被分用，同时，控制消息经过通道 204 送至控制器 205。类似地，来自西侧的包含光管理信道的 WDM 光信号，在 DEMUX 206 中被分用，同时，控制消息经过通道 208 送至控制器 205。作为对送来的控制消息的响应，控制器 205 把相应的控制消息送至各个可变光

衰减器 215 和 216。可变光衰减器 215 和 216 因而被调整，结果，来自终端设备 203 的光信道信号，按送来的控制消息的指示或多或少地衰减。某个相应的被调整的光信道，从 VOA 215 送至复用器 (MUX) 210，与来自控制器 205 的包含 VOA 控制消息的光管理信道复用，供光纤 106 向西侧边界方向传输。类似地，某个相应的被调整的光信道，从 VOA 216 送至复用器 (MUX) 209，与来自控制器 205 的包含 VOA 控制消息的光管理信道复用，供光纤 107 向东侧边界方向传输。

上面说明的性能优化过程，即监测某特定光信道、产生 VOA 控制消息、发送控制消息，本例中是在光管理信道上发送至含有被监控光信道光源的源节点、和在源节点上调整 VOA，这个性能优化过程反复进行，直至被监控的光信道的性能已经优化为止。事实上，一个或多个光信道的传输性能，基本上实时地由此而优化。图 2 所示实施例的性能优化过程，示于图 5 并在后面说明。

图 3 以简化的方框图的形式，画出一个终端设备单元 203 的细节，它可供图 2 和图 6 的光节点采用。具体说，图上画出用户单元 211 向之提供光信号的检测器 301 和 303。这些光信号使用用户单元 211 指定的波长。检测器 301 和 303 把来自用户单元 211 的光信号转换为电信号。接着，来自检测器 301 和 303 的电信号，分别被送去驱动激光器 302 和 304，在光信道波长 λ_v 上产生适当调制的光信号，调制的光信号分别经过通道 217 和 218 送至 VOA 215 和 VOA 216。图上还画出检测器 305 和 307，它们在光信道 λ 上分别检测经过通道 207 和 208 送来的光信号，产生光信号的电信号版本。这些来自检测器 305 和 307 的被检测的电信号，分别被送去驱动激光器 306 和 308，并且还经过通道 220 送至监视器 212。从激光器 306 和 308 的光信号输出，均在用户单元 211 希望指定的波长上，并送至用户单元 211，还经过通道 219 送至监视器 212。

图 4 以简化的方框图的形式，画出另一个终端设备单元 203 的细节，它可供图 2 和图 6 的光节点采用。其中各设备组件，均与前面图 3 画出并说明的相同，并已用相同数字标出，不再详细说明。图 4 与

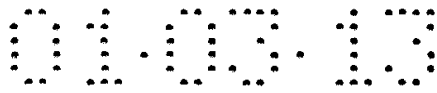


图 3 的差别在于设备的布局，经过通道 202 和 207 传送的光信道信号，现在经过通道 220 直接送至监视器 212，而图上画出的检测器 305 和 307 的电信号输出，不再送至监视器 212。这样能以光的形式直接监控光信道信号。在一个例子中，这一点是用光谱分析器或其他光量度测量设备完成的。但是，应当指出，在其他实施方案中，检测器 305 和 307 的电信号输出，也可以送至监视器 212。

图 5 是个流程图，表明在采用图 2 光节点的本发明的一个实施例中，光信道优化的实施步骤。具体说，光信道的性能监控过程，在步骤 501 开始。应当指出，监控过程可以由用户经过用户单元 211（图 1）向控制器 205 发送适当的启动信号而启动，或自动响应检测到某些性能量度超出可接受准则而启动，例如超出某些特性极限或阈值，包括上极限和下极限等。步骤 502 对某个将要进行性能监控即评估的光信道即波长初始化。在本实施例中，此波长设为 $\lambda = 1$ 。之后，步骤 503 评估此波长的指定的性能量度。如所指出，要评估的量度可以是比特差错率（BER），信噪比（S/N），串扰等。应当指出，如果预定要评估的量度是串扰，那么，最好在监视器 212（图 2）中使用光谱分析器，并且采用如图 3 所示终端设备 203，把进入的光信道即波长 λ ，传送至监视器 212。按此例子，串扰是用光谱分析器（OSA）测量的，它产生进入的光信道平均功率谱的测量结果。由光信道始发的远程节点上的 MUX 或 DEMUX 滤波器，选择感兴趣的光谱区域。这些滤波器选取有限的带宽，以覆盖载运要评估的光信道的整个光谱范围。正是这些滤波器，使不需要的串扰的传输，通过被测量光谱中的扰动而显露出来。一般说，对串扰的最大贡献，来自与被评估光信道光源相邻的光信道光源。但是，其他的附近的光源，也可能对串扰有贡献。在这种情况下，可以加宽被测量的光谱区域，以捕获这类附近的光源。然后，控制转移至步骤 504，此步骤通过测试，确定预定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 504 的测试结果是 YES，控制转移至步骤 505。如果步骤 504 的测试结果是 NO，则步骤 506 确定含有要监控的光信道即 λ 激光光源的源节点。用通常存储在控制器 205（图 2）内

的、关于光信道即波长 λ ，或要评估的光信道即波长 λ_N 的始发和终止节点的一张地图，这一步易于实现。步骤 507 向被确定的源节点发送消息，在本例中是通过光管理信道内的控制消息，以便调整与此 λ 激光光源有关的 VOA。然后，步骤 508 确定此有关的 VOA 是否已经调整。由含有此 λ 激光光源的节点，经光管理信道把证实消息送至监控此光信道性能的节点，可以实现步骤 508。如果步骤 508 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 507，并反复执行步骤 507 和 508，直至步骤 508 产生 YES 的结果和证实有关 VOA 已经调整为止。在步骤 508 产生 YES 结果时，步骤 509 评估被监控的预定的量度。然后，步骤 510 通过测试，确定此量度是否在可接受准则之内。如果步骤 510 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 507，然后，反复执行步骤 507 至 510 中适当的各个步骤，直至步骤 510 产生 YES 的结果。在步骤 510 产生 YES 结果时，控制也转移至步骤 505。步骤 505 通过测试，确定是否 $\lambda = N$ ，即是否已经评估到一组中最后的 λ 。如果步骤 505 的测试结果是 NO，则步骤 511 令 $\lambda = \lambda + 1$ ，且控制返回步骤 503。之后，反复执行步骤 503 至 511 中适当的各个步骤，直至步骤 505 产生 YES 的结果。然后，此过程在步骤 512 结束。按此方式，优化过程基本上实时地使一个或多个光信道有效地优化。

图 6 以简化的方框图的形式，画出可用于图 1 系统的另一个光节点的细节，其中包括本发明的一个实施例。图 6 光节点的组件与图 2 光节点的那些组件完全一样，已经用相同的数字标出，因而不再说明。图 2 光节点与图 6 光节点的差别，是在进入的光通道 202 和 207 中分别使用了所谓本机 VOA 601 和所谓本机 VOA 602。VOA 601 和 VOA 602 受来自控制器 205 适当的控制消息的控制。

图 7 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的一个过程中的实施步骤。具体说，光信道的性能监控过程，在步骤 701 开始。应当指出，监控过程可以由用户经过用户单元 211（图 1）向控制器 205 发送适当的启动信号而启动，或自动响应检测到某些性能量度超出可接受准则而启动。步骤 702 对某个将要进

行性能监控即评估的光信道即波长初始化。在本实施例中，此波长设为 $\lambda = 1$ 。之后，如上面关于图 5 的说明那样，步骤 703 评估此波长的指定的性能量度。步骤 704 通过测试，确定预定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 704 的测试结果是 YES，控制转移至步骤 705。如果步骤 704 的测试结果是 NO，则如上面关于图 5 的说明那样，步骤 706 确定包含要监控的光信道即 λ 激光光源的源节点。步骤 707 向被确定的源节点发送消息，在本例中是通过光管理信道内的控制消息，以便调整与此 λ 激光光源有关的 VOA。然后，步骤 708 确定此有关的 VOA 是否已经调整。由包括此 λ 激光光源的节点，经光管理信道把证实消息送至监控此光信道性能的节点，可以实现步骤 708。如果步骤 708 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 707，并反复执行步骤 707 和 708，直至步骤 708 产生 YES 的结果和证实有关的远程 VOA 已经调整为止。应当指出，远程 VOA 的调整能显著优化被监控的预定的量度。在步骤 708 产生 YES 结果时，步骤 709 评估被监控的预定的量度。然后，步骤 710 通过测试，确定预定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 710 的测试结果是 NO，那么，控制转移至步骤 711，此步骤使控制消息送至与被监控的 λ 光源有关的本机 VOA，例如 VOA 601。然后，步骤 712 通过测试，确定此本机 VOA 是否已经调整。如果步骤 712 的测试结果是 NO，控制返回步骤 711，并反复执行步骤 711 和 712，直至步骤 712 产生 YES 的结果。之后，控制返回步骤 709，并反复执行步骤 709 至 712，直至步骤 710 产生 YES 的结果。在步骤 710 产生 YES 结果时，控制也转移至步骤 705。步骤 705 通过测试，确定是否 $\lambda = N$ ，即是否已经评估到一组中最后的 λ 。如果步骤 705 的测试结果是 NO，则步骤 713 令 $\lambda = \lambda + 1$ ，而控制则返回步骤 703。之后，反复执行步骤 703 至 713 中适当的各个步骤，直至步骤 705 产生 YES 的结果。然后，此过程在步骤 714 结束。

由此可见，在图 6 的实施例中，首先完成与被监控的 λ 激光光源有关的远程 VOA 的调整。之后，如果需要，再调整与被监控的 λ 激光光源有关的本机 VOA，直至被监控的预定的量度被优化。按此方式，

优化过程基本上实时地使一个或多个光信道有效地优化。

应当指出，虽然图 7 所描述的过程中，首先调整远程 VOA，再调整本机 VOA，但是显然，同样可以首先调整本机 VOA，之后调整远程 VOA。实际上，可以采用任何需要的调整方案。例如，可以在本机和远程 VOA 之间交替地调整。

图 8 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的另一个过程中的实施步骤。具体说，光信道的性能监控过程，在步骤 801 开始。应当指出，监控过程可以由用户经过用户单元 211（图 1）向控制器 205 发送适当的启动信号而启动，或自动响应检测到某些性能量度超出可接受准则而启动。步骤 802 对某个将要进行性能监控即评估的光信道即波长初始化。在本实施例中，此波长设为 $\lambda = 1$ 。之后，如上面关于图 5 的说明那样，步骤 803 评估此波长的指定的性能量度。步骤 804 通过测试，确定预定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 804 的测试结果是 YES，控制转移至步骤 805。如果步骤 804 的测试结果是 NO，那么，步骤 806 确定被监控的量度是否基本上可以接受。就是说，对被监控的量度，步骤 806 确定此量度是否在预定的边界之内。事实上，此步骤 806 确定，为优化此光信道，实际上需要的是显著的调整，还是仅仅较细致的调整。如果步骤 806 的测试结果是 YES，则只需要进行修饰型的调整，从而控制转移至步骤 812。如果步骤 806 的测试结果是 NO，则需要进行更显著的调整，从而控制转移至步骤 807。如上面关于图 5 的说明那样，步骤 807 确定包含此光信道即被监控的 λ 激光光源的源节点。步骤 808 向被确定的源节点发送消息，在本例中是通过光管理信道内的控制消息，以便在远程节点上调整与此 λ 激光光源有关的 VOA。然后，步骤 809 确定此有关的 VOA 是否已经调整。由包含此 λ 激光光源的节点，经光管理信道把证实消息送至监控此光信道性能的节点，可以实现步骤 809。如果步骤 809 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 808，并反复执行步骤 808 和 809，直至步骤 809 产生 YES 的结果和证实有关的远程 VOA 已经调整为止。应当指出，远程 VOA 的调整能显著优化

被监控的指定的量度。在步骤 809 产生 YES 结果时，步骤 810 评估被监控的指定的量度。然后，步骤 811 通过测试，确定指定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 811 的测试结果是 NO，那么，控制转移至步骤 812，此步骤使控制消息送至与被监控的 λ 光源有关的本机 VOA，例如 VOA 601。然后，步骤 813 通过测试，确定此本机 VOA 是否已经调整。如果步骤 813 的测试结果是 NO，控制返回步骤 812，并反复执行步骤 812 和 813，直至步骤 813 产生 YES 的结果。之后，控制返回步骤 810，并反复执行步骤 810 至 813，直至步骤 811 产生 YES 的结果。在步骤 811 产生 YES 结果时，控制也转移至步骤 805。步骤 805 通过测试，确定是否 $\lambda = N$ ，即是否已经评估到一组中最后的 λ 。如果步骤 805 的测试结果是 NO，则步骤 814 令 $\lambda = \lambda + 1$ ，而控制则返回步骤 803。之后，反复执行步骤 803 至 814 中适当的各个步骤，直至步骤 805 产生 YES 的结果。然后，过程在步骤 815 结束。

由此可见，在图 6 的实施例，示于图 8 的过程首先完成与被监控的 λ 激光光源有关的远程 VOA 的调整，之后，如果需要，再调整与被监控的 λ 激光光源有关的本机 VOA，直至被监控的指定的量度被优化。另外，在某种条件下，可能只需要只调整 VOA 中的一个，例如，只调整本机 VOA，或只调整远程 VOA。按此方式，优化过程基本上实时地使一个或多个光信道有效地优化。

图 9 是个流程图，表明采用图 6 光节点的本发明的一个实施例中，在光信道优化的又一个过程中的实施步骤。具体说，光信道的性能监控过程，在步骤 901 开始。应当指出，监控过程可以由用户经过用户单元 211（图 1）向控制器 205 发送适当的启动信号而启动，或自动响应检测到某些性能量度超出可接受准则而启动。步骤 902 对某个将要进行性能监控即评估的光信道即波长初始化。在本实施例中，此波长设为 $\lambda = 1$ 。之后，如上面关于图 5 的说明那样，步骤 903 评估此波长的指定的性能量度。步骤 904 通过测试，确定指定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 904 的测试结果是 YES，控制转移至步骤 905。如果步骤 904 的测试结果是 NO，如上面关于图 5 的说明那样，步骤 906

确定包含此光信道即被监控的 λ 激光光源的源节点。步骤 907 向被确定的源节点发送消息，在本例中是通过光管理信道内的控制消息，以便在远程节点上调整与此 λ 激光光源有关的 VOA，同时发送消息，以调整与被监控光信道有关的本机 VOA。由此可见，在本实施例中，远程 VOA 和本机 VOA 是同时调整的。然后，步骤 908 确定有关的 VOA 是否已经调整。由包含此 λ 激光光源的节点，经光管理信道把证实消息送至监控此光信道性能的节点，可以实现步骤 908。包含本机 VOA 的节点，自行确定本机 VOA 是否已经调整。如果步骤 908 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 907，并反复执行步骤 907 和 908，直至步骤 908 产生 YES 的结果和证实有关的 VOA 已经调整为止。应当指出，远程 VOA 的调整能显著优化被监控的指定的量度。在步骤 908 产生 YES 结果时，步骤 909 评估被监控的指定的量度。然后，步骤 910 通过测试，确定指定的量度是否在可接受准则之内。如果步骤 910 的测试结果是 NO，那么，控制返回步骤 907，并反复执行步骤 907 至 910，直至步骤 910 产生 YES 的结果。在步骤 910 产生 YES 的结果时，控制还转移至步骤 905。步骤 905 通过测试，确定是否 $\lambda = N$ ，即是否已经评估到一组中最后的 λ 。如果步骤 905 的测试结果是 NO，则步骤 911 令 $\lambda = \lambda + 1$ ，而控制则返回步骤 903。之后，反复执行步骤 903 至 911 中适当的各个步骤，直至步骤 905 产生 YES 的结果。然后，过程在步骤 912 结束。

由此可见，图 6 的实施例通过示于图 9 的过程，远程 VOA 和本机 VOA 两者都同时调整。按此方式，优化过程基本上实时地使一个或多个光信道有效地优化。

还要指出，如果远程 VOA 和本机 VOA 两者的同时调整，不能使光信道产生所需要的优化，那么，如果需要，可以利用上述与图 5、图 7、和图 8 有关的一个或多个过程。例如，在远程和本机 VOA 同时调整之后，如果只需要进一步调整远程 VOA，则可以用图 5 的步骤 507 至 510。类似地，如果只需要进一步调整本机 VOA，则可以用图 7 的步骤 709 至 712。最后，如果需要进一步调整远程 VOA、本机 VOA、

或两个 VOA，那么，可以用图 8 的步骤 806 至 813。

当然，上面所述各实施例仅为举例说明本发明的原理。事实上，在不偏离本发明的精神和范围下，本领域熟练人员可以策划许多别的方法和装置。例如，与特定光信道有关的本机和远程 VOA 的调整次序，可以随应用而各自变化。

说明书附图

图 1

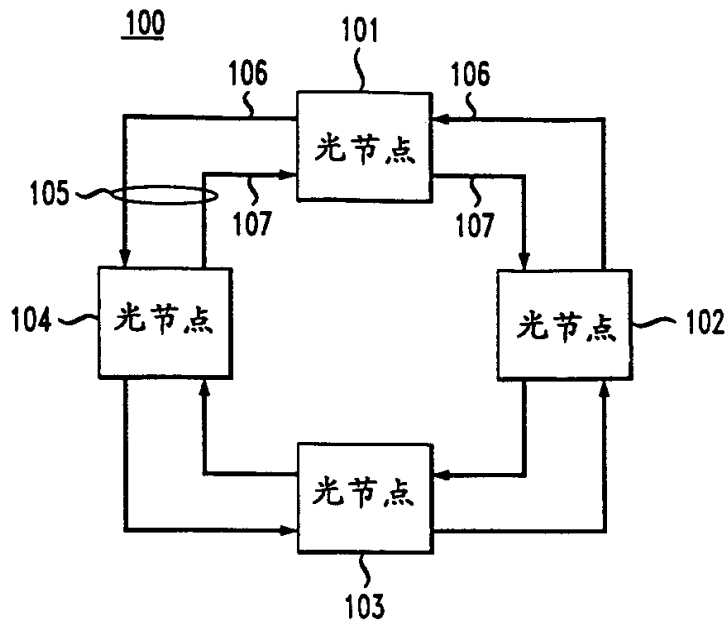


图 2

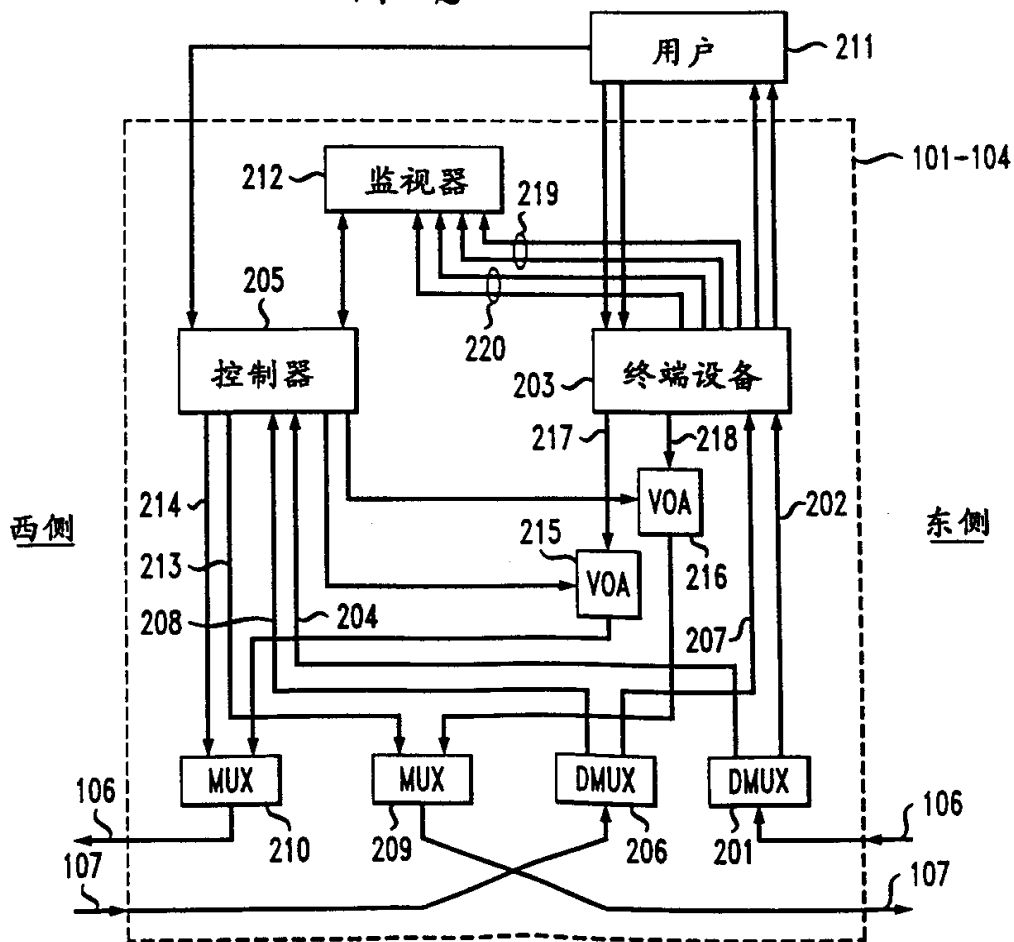


图 3

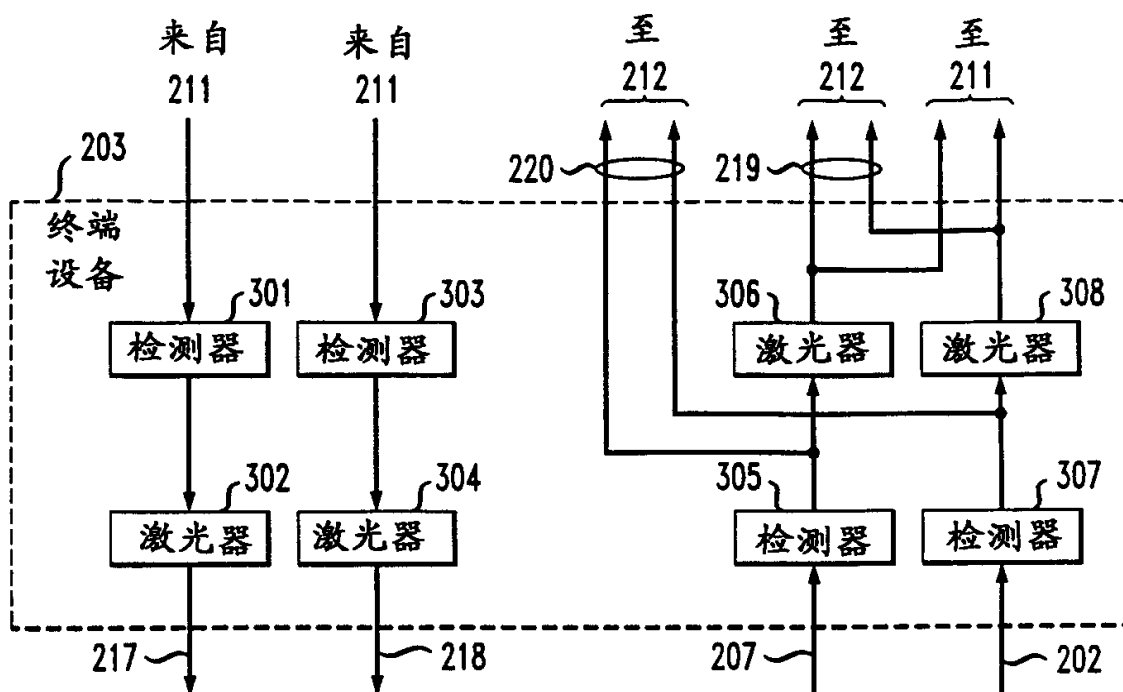


图 4

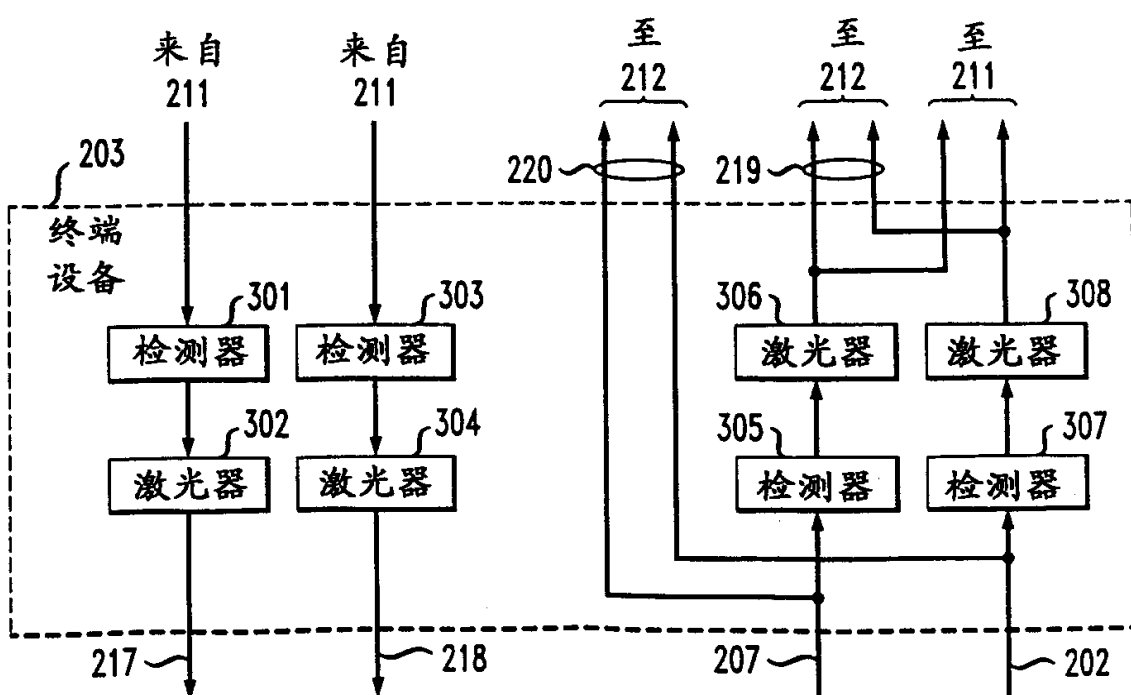


图 5

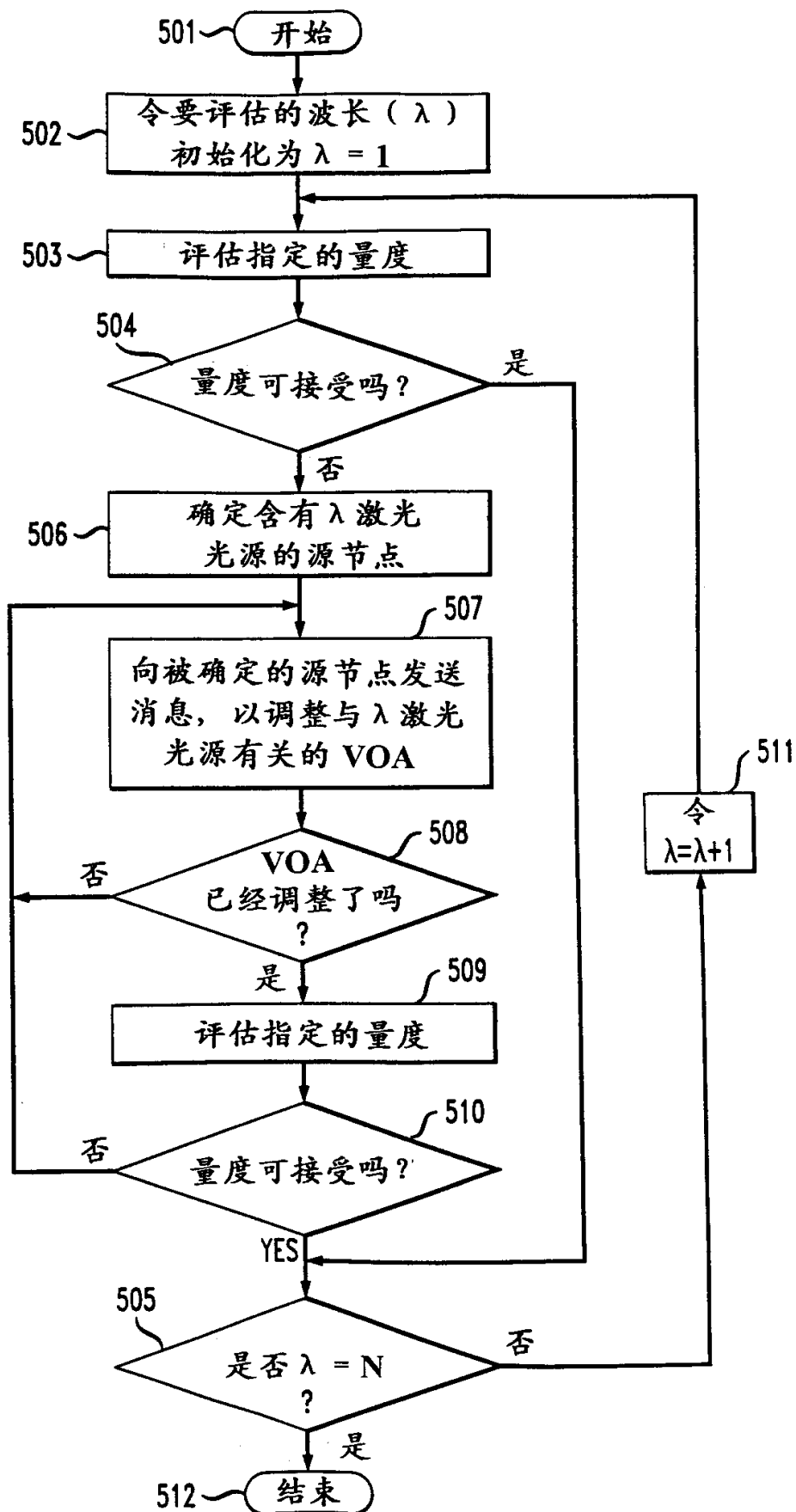


图 6

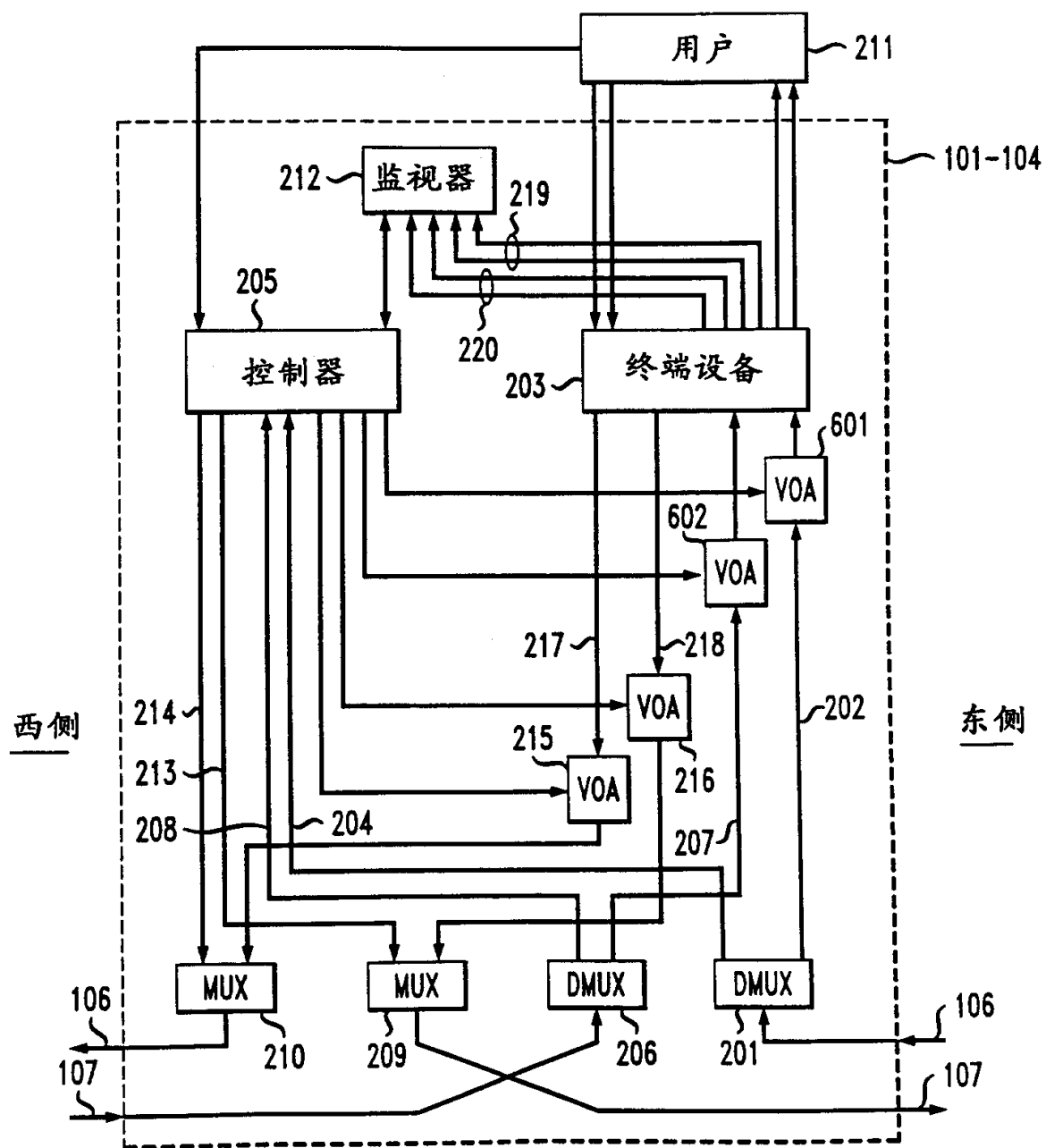


图 7

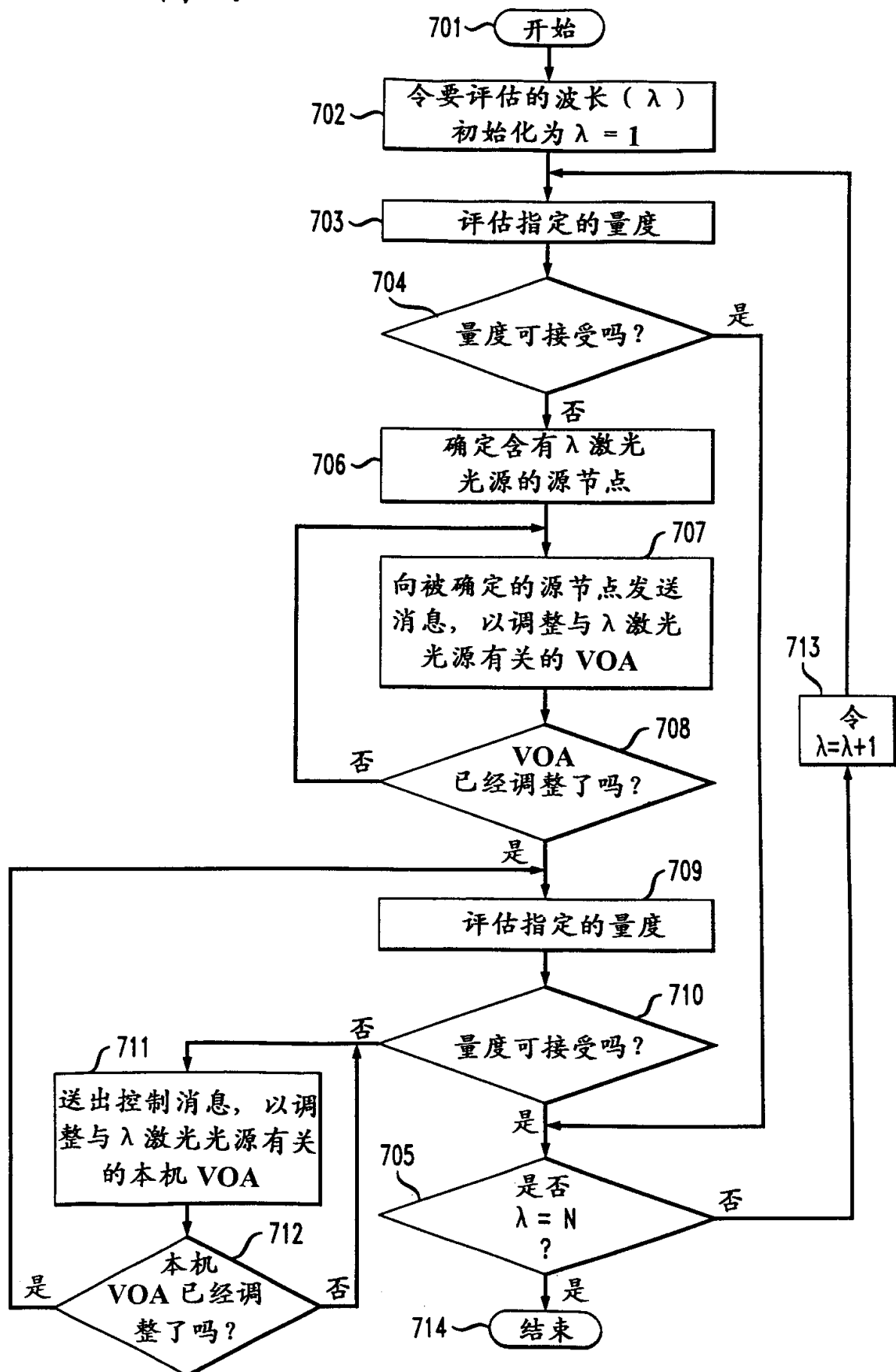


图 8

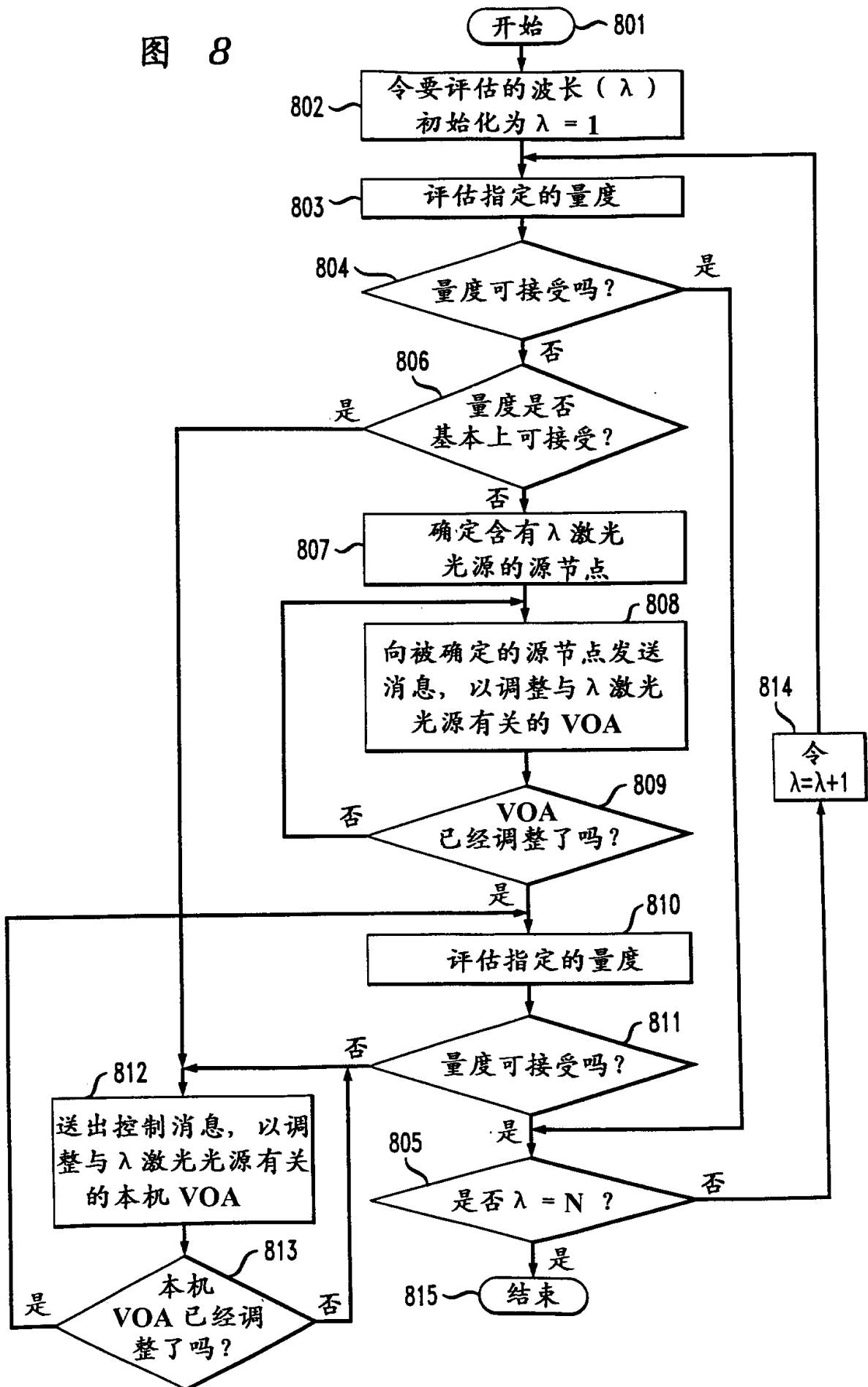


图 9

