



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103026418 B

(45)授权公告日 2018.05.29

(21)申请号 201180019713.7

(22)申请日 2011.02.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103026418 A

(43)申请公布日 2013.04.03

(30)优先权数据

12/660,025 2010.02.18 US

12/660,157 2010.02.19 US

12/804,894 2010.07.30 US

12/804,950 2010.08.02 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.10.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2011/000297 2011.02.18

(87)PCT国际申请的公布数据
W02011/142790 EN 2011.11.17

(73)专利权人 泰拉能源有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 R.A.海德 M.Y.伊施卡瓦
C.T.特格林 J.C.沃尔特
小罗威尔.L.伍德 V.Y.H.伍德

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 张晓明

(51)Int.Cl.

G21D 3/00(2006.01)

F01K 3/00(2006.01)

F02C 1/05(2006.01)

G21D 9/00(2006.01)

F01K 13/02(2006.01)

审查员 倪秀敏

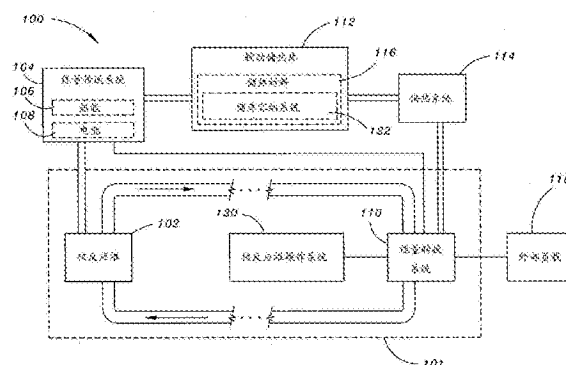
权利要求书7页 说明书39页 附图83页

(54)发明名称

核反应堆生成能量的热储存的方法、系统和装置

(57)摘要

用于核反应堆生成能量的热储存的方法、系统和装置,包括将能量的所选部分从核反应堆系统的一部分转移给辅助储热库;以及响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的一部分供应给核反应堆系统的能量转换系统。



1. 一种用于核反应堆系统生成能量的热储存的装置,其包含:

安排为在核反应堆系统关闭之前将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统,所述至少一个辅助储热库用于存储所转移的能量的所选部分,其中所述能量的所选部分是热能;以及

至少一个供热系统,配置为响应关闭事件,在核反应堆系统关闭期间将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统,以便将所述热能转换为电能。

2. 如权利要求1所述的装置,其中安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将多余能量的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

3. 如权利要求2所述的装置,其中安排为将多余能量的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将超过至少一个能量转换系统的工作需求的能量的至少一部分,从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

4. 如权利要求1所述的装置,其中安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将至少一个核反应堆系统的一部分的能量输出的指定百分比,从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

5. 如权利要求1所述的装置,其中安排为使用至少一个能量传送系统将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

6. 如权利要求5所述的装置,其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统。

7. 如权利要求6所述的装置,其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含:

安排为将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个热源热连通的至少一个核反应堆系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统。

8. 如权利要求7所述的装置,其中安排为将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个热源热连通的至少一个核反应堆系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含:

安排为将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个核反应堆堆芯热连通的至少一个核反应堆系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统。

9. 如权利要求8所述的装置,其中安排为将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个核反应堆堆芯热连通的至少一个核反应堆系统的一部分,转移给至少一个辅

助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分，转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统。

10. 如权利要求9所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分，转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂环路的一部分，转移给至少一个辅助储热库的至少一个供热系统。

11. 如权利要求9所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分，转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个冷却剂池转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统。

12. 如权利要求9所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统，该至少一个辅助储热库与至少一个核反应堆系统的该至少一个一次冷却剂系统和该核反应堆系统的至少一个二次冷却剂系统热连通。

13. 如权利要求6所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个直接流体交换传热系统。

14. 如权利要求13所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个直接流体交换传热系统包含：

安排为将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合的至少一个直接流体交换传热系统。

15. 如权利要求6所述的装置，其中安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个传热系统包含：

安排为将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个热交换器。

16. 如权利要求4所述的装置，其中安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的能量传送系统包含：

安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

17. 如权利要求16所述的装置，其中安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含：

安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助

储热库的至少一个电-热转换系统。

18. 如权利要求17所述的装置,其中安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个电-热转换系统包含:

安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的至少一个能量转换系统转移给至少一个辅助储热库的至少一个电-热转换系统。

19. 如权利要求17所述的装置,其中安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个电-热转换系统包含:

安排为将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个电阻加热设备。

20. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

至少一个热交换环路。

21. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

至少一根热管。

22. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

至少一个热交换器。

23. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,至少将能量的所转移的所选部分的一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

至少一个热电设备。

24. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:核反应堆系统的至少一个主要能量转换系统。

25. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:核反应堆系统的至少一个辅助能量转换系统。

26. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:核反应堆系统的至少一个紧急能量转换系统。

27. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个沸腾环路的至少一个供热系统。

28. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一台涡轮机的至少一个供热系统。

29. 如权利要求28所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一台涡轮机的至少一个供热系统包含:

配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一台涡轮机的至少一种工作流体的至少一个供热系统。

30. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:核反应堆系统的至少一个顶置循环。

31. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:核反应堆系统的至少一个底置循环。

32. 如权利要求1所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个能量转换系统包含:至少一个低级吸热器。

33. 如权利要求1所述的装置,还包含:

配置为对至少一个辅助储热库补充能量的附加部分的至少一个附加能源。

34. 如权利要求33所述的装置,其中配置为对至少一个辅助储热库补充能量的附加部分的至少一个附加能源包含:

配置为对至少一个辅助储热库补充能量的附加部分的核反应堆系统的至少一个能量转换系统。

35. 如权利要求33所述的装置,其中配置为对至少一个辅助储热库补充能量的附加部分的至少一个附加能源包含:

配置为对至少一个辅助储热库补充能量的附加部分的至少一个附加核反应堆系统。

36. 如权利要求1所述的装置,其中安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

37. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应至少一个核反应堆系统的至少一个操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

38. 如权利要求37所述的装置,其中安排为响应至少一个核反应堆系统的至少一个操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应来自至少一个核反应堆系统的至少一个操作系统的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

39. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应至少一个辅助储热库的至少一个储库操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

40. 如权利要求39所述的装置,其中安排为响应至少一个辅助储热库的至少一个储库操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应来自至少一个辅助储热库的至少一个储库操作系统的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

41. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应来自至少一个核反应堆系统的至少一个操作人员的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

42. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为根据预选的转移开始时间,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

43. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应关闭事件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

44. 如权利要求36所述的装置,其中安排为响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为响应储存在至少一个辅助储热库中的能量的数量的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统。

45. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应预定关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

46. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应紧急关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

47. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应指示关闭事件的至少一个条件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

48. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应通过核反应堆系统的至少一个操作系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

49. 如权利要求48所述的装置,其中配置为响应通过核反应堆系统的至少一个操作系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应通过核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一

个供热系统。

50. 如权利要求49所述的装置,其中该核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统包含:

配置为响应来自至少一个安全系统的至少一个信号的核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统。

51. 如权利要求50所述的装置,其中该至少一个安全系统包含:

配置为响应核反应堆系统的至少一个感测条件的至少一个安全系统。

52. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的储存能量的所选数量的确定,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

53. 如权利要求1所述的装置,其中配置为响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统包含:

配置为响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的可用储能容量的所选数量的确定,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的至少一个供热系统。

54. 如权利要求1所述的装置,还包含:

配置为监视至少一个辅助储库的至少一个条件的至少一个储库监视系统。

55. 如权利要求54所述的装置,其中该储库监视系统包含:

至少一个储库温度监视系统。

56. 如权利要求54所述的装置,其中该储库监视系统包含:

至少一个储库压强监视系统。

57. 如权利要求54所述的装置,其中该储库监视系统包含:

配置为确定储存在至少一个辅助储库中的能量的数量的至少一个监视系统。

58. 如权利要求1所述的装置,其中安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一个能量传送系统包含:

安排为将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团储热材料的至少一个能量传送系统。

59. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

至少一种固态储热材料储库。

60. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

至少一种液态储热材料。

61. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

至少一种加压气态储热材料。

62. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

至少一种混合相储热材料。

63. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

在至少一个辅助储热库的工作温度内具有相变的至少一种材料。

64. 如权利要求58所述的装置,其中该至少一种储热材料包含:

容纳在储库容纳系统中的至少一种储热材料。

65. 如权利要求64所述的装置,其中该储库容纳系统包含:

至少一个外部容器。

66. 如权利要求65所述的装置,其中该至少一个外部容器包含:

至少一个外部高压气体容器。

67. 如权利要求65所述的装置,其中该至少一个外部容器包含:

至少一个外部液体容器。

68. 如权利要求64所述的装置,其中该储库容纳系统包含:

至少一个外部液体池。

69. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个辅助储热库包含:

配置为在辅助储热库的至少一种储热材料中以温度变化的形式储存能量的所选部分的至少一个辅助储热库。

70. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个辅助储热库包含:

配置为在辅助储热库的至少一种储热材料中以相变的形式储存能量的所选部分的至少一个辅助储热库。

71. 如权利要求1所述的装置,还包含:

配置为将至少一个辅助储热库的至少一种储热材料的温度保持在所选温度以上的至少一个储库温度控制系统。

72. 如权利要求71所述的装置,其中配置为将至少一个辅助储热库的至少一种储热材料的温度保持在所选温度以上的至少一个储库温度控制系统包含:

配置为将至少一个辅助储热库的至少一种储热材料的温度保持在至少一种储热材料的熔化温度以上的至少一个储库温度控制系统。

73. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个核反应堆系统包含:

至少一个热谱核反应堆系统。

74. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个核反应堆系统包含:

至少一个快谱核反应堆系统。

75. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个核反应堆系统包含:

至少一个多谱核反应堆系统。

76. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个核反应堆系统包含:

至少一个增殖核反应堆系统。

77. 如权利要求1所述的装置,其中该至少一个核反应堆系统包含:

至少一个行波核反应堆系统。

核反应堆生成能量的热储存的方法、系统和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及如下所列申请(“相关申请”)以及要求从如下所列申请中获得最早可用有效申请日的权益(例如,要求非临时专利申请的最早可用优先权日或要求临时专利申请,以及相关申请的任何和所有父代、祖父代、曾祖父代等申请基于35USC§119(e)的权益)。

[0003] 相关申请

[0004] 根据美国专利商标局(USPTO)的非法定要求,本申请构成2010年2月18日提交、发明人为RODERICK A.HYDE、MURIEL Y.ISHIKAWA、CLARENCE T.TEGREENE、JOSHUA C.WALTER, LOWELL L.WOOD, J R.、和VICTORIA Y.H.WOOD、发明名称为“METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR THE THERMAL STORAGE OF NUCLEAR REACTOR GENERATED ENERGY(核反应堆生成能量的热储存的方法、系统和装置)”、和申请序号为12/660,025的美国专利申请的部分继续申请,该申请当前同时待审,或者是给予当前同时待审申请以申请日的权益的申请。

[0005] 根据美国专利商标局(USPTO)的非法定要求,本申请构成2010年2月19日提交、发明人为RODERICK A.HYDE、MURIEL Y.ISHIKAWA、CLARENCE T.TEGREENE、JOSHUA C.WALTER, LOWELL L.WOOD, JR.、和VICTORIA Y.H.WOOD、发明名称为“METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR THE THERMAL STORAGE OF NUCLEAR REACTOR GENERATED ENERGY(核反应堆生成能量的热储存的方法、系统和装置)”、和申请序号为12/660,157的美国专利申请的部分继续申请,该申请当前同时待审,或者是给予当前同时待审申请以申请日的权益的申请。

[0006] 根据美国专利商标局(USPTO)的非法定要求,本申请构成2010年7月30日提交、发明人为RODERICK A.HYDE、MURIEL Y.ISHIKAWA、CLARENCE T.TEGREENE、JOSHUA C.WALTER, LOWELL L.WOOD, J R.、和VICTORIA Y.H.WOOD、发明名称为“METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR THE THERMAL STORAGE OF ENERGY GENERATED BY MULTIPLE NUCLEAR REACTOR SYSTEMS(多个核反应堆系统生成能量的热储存的方法、系统和装置)”、和申请序号为12/804,894的美国专利申请的部分继续申请,该申请当前同时待审,或者是给予当前同时待审申请以申请日的权益的申请。

[0007] 根据美国专利商标局(USPTO)的非法定要求,本申请构成2010年8月2日提交、发明人为RODERICK A.HYDE、MURIEL Y.ISHIKAWA、CLARENCE T.TEGREENE、JOSHUA C.WALTER, LOWELL L.WOOD, JR.、和VICTORIA Y.H.WOOD、发明名称为“METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR THE THERMAL STORAGE OF ENERGY GENERATED BY MULTIPLE NUCLEAR REACTOR SYSTEMS(多个核反应堆系统生成能量的热储存的方法、系统和装置)”、和申请序号为12/804,950的美国专利申请的部分继续申请,该申请当前同时待审,或者是给予当前同时待审申请以申请日的权益的申请。

[0008] 美国专利商标局(USPTO)已经发布了内容是USPTO的计算机程序要求专利申请人引用序号和指示申请是继续申请还是部分继续申请的公告。有关细节请参阅可在<http://www.uspto.gov/web/offices/com/sol/og/2003/week11/patbene.htm>上查到的文章Stephen G.Kunin, Benefit of Prior-Filed Application, USPTO Official Gazette March 18, 2003。本申请实体(下文称为“申请人”)在上面已经提供了如法规所述要求其优

先权的申请的特定引用。本申请人明白,该法规在其特定引用语言上是明确的,不需要序列号或像“继续”或“部分继续”那样的任何表征来要求美国专利申请的优先权。尽管如上文所述,但本申请人明白,USPTO的计算机程序有某些数据输入要求,因此本申请人如上所述将本申请指定成其父代申请的部分继续,但应明确指出,这样的指定决不能理解成除了其父代申请的主题之外,本申请是否包含某新主题的任何类型注释和/或承认。

技术领域

[0009] 本公开一般涉及核反应堆生成能量的热储存和后续利用。

发明内容

[0010] 在一个方面中,一种方法包括但不限于将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库;以及响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。除了上文之外,在形成本公开的一部分的权利要求书、附图、和文本中描述了其他方法方面。

[0011] 在一个或多个各种方面中,相关系统包括但不限于实现本文所提方法方面的电路和/或程序;该电路和/或程序实质上可以是取决于系统设计者的设计选择配置成实现本文所提方法方面的硬件、软件、和/或固件的任何组合。

[0012] 在一个方面中,一种系统包括但不限于将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的部件;以及响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的部件。除了上文之外,在形成本公开的一部分的权利要求书、附图、和文本中描述了其他系统方面。

[0013] 在一个方面中,一种装置包括但不限于将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的能量传送系统;以及响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统的供热系统。除了上文之外,在形成本公开的一部分的权利要求书、附图、和文本中描述了其他系统方面。

[0014] 除了上文之外,在本公开的像文本(例如,权利要求书和/或详细描述)那样的教导和/或附图中展示和描述了各种其他方法、系统和/或程序产品方面。

[0015] 上文是一个总结,因此可能包含细节的简化、概括、蕴含、和/或省略;因此,本领域的普通技术人员应该懂得,该总结只是例示性的,而决不是打算限制本发明的范围。本文所述的设备和/或过程的其他方面、特征和优点和/或其他主题将在本文展示的教导中变得显而易见。

附图说明

[0016] 图1是例示用于核反应堆生成能量的热储存的系统的示意图;

[0017] 图2A是例示适合产生要传送到辅助储热库的能量的核反应堆的类型的流图(flow diagram);

[0018] 图2B是例示适合用在将核反应堆生成能量提供给辅助储热库时的核反应堆冷却剂的类型的流图;

- [0019] 图3是例示适合将热能从辅助储热库传送到核反应堆系统的各种能量转换系统的系统的示意图；
- [0020] 图4A是例示适合将能量热储存在辅助储热库中的储热材料的类型的流图；
- [0021] 图4B是例示适合容纳辅助储热库的各种储热材料的储库容纳系统的类型的流图；
- [0022] 图4C是例示适合热能储存的储热材料的热力学变化的流图；
- [0023] 图4D是例示适合监视辅助储热库的储库监视系统的类型的流图；
- [0024] 图5A是例示适合将能量从核反应堆系统传送到辅助储热库的能量传送系统的类型的流图；
- [0025] 图5B是例示经由传热系统将辅助储热库与核反应堆系统的热源热耦合的示意图；
- [0026] 图5C是例示将辅助储热库系统与核反应堆系统的一次冷却剂系统热耦合的示意图；
- [0027] 图5D是例示将辅助储热库与核反应堆系统的一次冷却剂系统和二次冷却剂系统热耦合的示意图；
- [0028] 图6是例示用在供热系统中的传热部件的类型的流图；
- [0029] 图7是例示对辅助储热库补充来自附加能源的附加能量的示意图；
- [0030] 图8A和8B是例示当开始将能量从核反应堆系统转移给辅助储热库时能量传送系统响应的条件的类型的流图；
- [0031] 图8C是例示将多余核反应堆系统能量从核反应堆系统转移给辅助储热库的流图；
- [0032] 图9A和9B是例示当开始将储存在辅助储热库中的热能传送到核反应堆系统的能量转换系统时供热系统响应的关闭事件和关闭条件的类型的流图；
- [0033] 图10是将核反应堆生成热量热储存在辅助储热库中的方法的高级流程图；以及
- [0034] 图11到63是描绘图10的可替代实现的高级流程图。

具体实施方式

[0035] 在如下详细描述中，将参考形成其一部分的附图。在附图中，相似标号通常标识相似部件，除非上下文另有说明。描述在详细描述、附图和权利要求书中的例示性实施例并不意味着限制。可以不偏离这里展示的主题的精神或范围地利用其他实施例，或作出其他改变。

[0036] 一般性地参照图1到9B，依照本公开描述储存和利用核反应堆生成热量的所选部分的系统100。一个或多个能量传送系统104可以将能量（例如，热能106或电能108）从像核反应堆102或能量转换系统110那样的核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的一种或多种储热材料116。然后，响应核反应堆系统101的关闭事件（例如，预定关闭或紧急关闭），供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。然后可以将能量转换系统110产生的电能供应给外部负载118（例如，外部电网）或内部负载（例如，核反应堆系统120的操作系统）。

[0037] 在例示在图2A中的实施例中，核反应堆系统101的核反应堆102可以包括但不限于热谱核反应堆202、快谱核反应堆204、多谱核反应堆206、增殖核反应堆208、或行波反应堆210。例如，可以使用能量传送系统104将热谱核反应堆202产生的能量从热谱核反应堆202转移给辅助储热库112。然后，响应核反应堆系统101的热谱核反应堆202的关闭事件，供热

系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给热谱核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。举进一步的例子来说,可以使用能量传送系统104将行波核反应堆210产生的能量从行波核反应堆210转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的行波核反应堆210的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给行波核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0038] 在例示在图2B中的实施例中,核反应堆102可以包括含有液态冷却剂212的核反应堆。例如,核反应堆102的液态冷却剂212可以包括但不限于液态金属盐冷却剂214(例如,氟化锂、氟化铍或其他氟化物盐)、液态金属冷却剂216(例如,钠、铅或铅铋)、液态有机冷却剂218(例如,二苯与二苯醚)、或液态水冷却剂220。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的液态钠冷却核反应堆的一部分转移给辅助储热库112。在另一个例子中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的液态水冷却核反应堆220的一部分转移给辅助储热库112。在另外的例子中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的氟化锂冷却核反应堆的一部分转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0039] 在另外的实施例中,核反应堆102可以包括含有加压气态冷却剂222的核反应堆。例如,加压气态冷却剂222可以包括但不限于加压氢气或加压二氧化碳气体。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的加压氢气冷却核反应堆222的一部分转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0040] 在另一个实施例中,核反应堆102可以包括含有混合相冷却剂224的核反应堆。例如,混合相冷却剂224可以包括但不限于气态-液态混合相材料(例如,蒸汽水-液态水)。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的蒸汽水-液态水冷却核反应堆224的一部分转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0041] 在例示在图3中的另外实施例中,能量转换系统110可以包括但不限于主要能量转换系统302、辅助能量转换系统304、或紧急能量转换系统306。例如,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个主要能量转换系统302。例如,主要能量转换系统302可以包括与发电机耦合的涡轮机312,该发电机用于将电力供应给核反应堆系统101的主要负载118(例如,电力网)。举另外的例子来说,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个辅助能量转换系统304。例如,辅助能量转换系统304可以包括补充或取代主要能量转换回路302的输出的能量转换系统。例如,辅助能量转换系统304可以包括与发电机耦合的涡轮机312,该发电机用于将补充或备用电力供应给核反应堆系统101的主要负载118。

[0042] 举进一步的例子来说,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个紧急能量转换系统306。例如,紧急能量转换系统306可以包括与发电机耦合的涡轮机312,

该发电机用于将电力供应给核反应堆系统101的操作系统120(例如,监视系统、安全系统、控制系统、冷却剂系统或保卫系统)。本领域的普通技术人员应该懂得,可以将紧急能量转换系统306配置成工作在比主要能量转换系统302的工作温度低的温度上,使紧急能量转换系统306可以在网电不可用的紧急状况下将电能供应给核反应堆系统101的各种操作系统120。

[0043] 在进一步的实施例中,能量转换系统110可以包括但不限于核反应堆系统101的涡轮机312。例如,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一台涡轮机312。举进一步的例子来说,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一台涡轮机312的工作流体320。例如,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一台涡轮机312的加压蒸汽工作流体320。本领域的普通技术人员应该懂得,经由供热系统114从辅助储热库112供应给核反应堆系统101的涡轮机312的工作流体320的热能可以用于增补从核反应堆系统101的核反应堆102供应给涡轮机312的工作流体320的热能。

[0044] 在另一个实施例中,能量转换系统110可以包括但不限于核反应堆系统101的顶置循环314、核反应堆系统101的底置循环316、或核反应堆系统101的低级吸热器318。例如,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个顶置循环314。举另一个例子来说,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个底置循环316。举进一步的例子来说,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个低级吸热器318。

[0045] 在进一步的实施例中,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的沸腾环路322,其中核反应堆系统101的沸腾环路322与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。例如,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101与涡轮机312热连通的沸腾环路322。举进一步的例子来说,沸腾环路322可以与核反应堆系统101的顶置循环314、底置循环316或低级吸热器318热连通。本领域的普通技术人员应该懂得,从辅助储热库112供应给核反应堆系统101的沸腾环路322的热能可以用于增补从核反应堆系统101的核反应堆供应给沸腾环路322的热能。

[0046] 在例示在图4A中的实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的液态储热材料402。例如,液态储热材料402可以包括但不限于有机液体404(例如,二苯与二苯醚)、液态金属盐406(例如,氟化锂、氟化铍或其他氟化物盐)、液态金属408(例如,钠、铅或铅铋)、或液态水410。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大团液态钠。在另一个例子,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大团液态水410。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的液态储热材料402中的热能的一部分

供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0047] 在另一个实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的加压气态储热材料412。例如,适用于储热的加压气态材料412可以包括但不限于加压氢气或加压二氧化碳气体。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大团加压氢气。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的加压气态储热材料412中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0048] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的固态储热材料414。在一个方面中,固态储热材料414可以包括形成固体416的连续固态材料。例如,适用于储热的固体416可以包括但不限于三维整块物体(例如,砖头)、三维多孔物体(例如,包含适合流体流动的孔隙的砖头)、三维带通道物体(例如,包含适合流体流动的通道的砖头)、或三维精心设计物体(例如,包含为增加传热而精心设计的蜂窝图案的物体)。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给像砖头、长棒、或片材那样的一个或多个整块固体。在另一个例子中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给像由高热容量蜂窝结构材料构成的物体那样的精心设计固体。并且,固体416可以包括但不限于像碳化物陶瓷(例如,碳化钛或碳化硅)或硼化物陶瓷那样的陶瓷固体、金属固体(例如,铁或钢)、或存在于环境中的固体(例如,岩石或石头)。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给陶瓷固体。举进一步的例子来说,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给位于核反应堆系统101附近的早就存在于环境之中的岩石或石头结构。

[0049] 在另一个方面中,固态储热材料414可以包括颗粒状固态材料418。例如,颗粒状固态材料418可以包括但不限于粒状材料(例如,砂子)或粉末材料。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大堆砂子。并且,能量传送系统104可以经由热管将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大堆砂子,其中热管的一部分与核反应堆102的一部分热连通,而热管的第二部分被埋在砂体中。本领域的普通技术人员应该认识到,砂体和类似固态材料无需受储库容纳系统122的体积约束,因为核反应堆系统101周围的非包含砂子、石头、和类似吸热材料都可以用作合适储热材料116。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的固态储热材料414中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0050] 在进一步的实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的混合相储热材料420。例如,适用于储热的混合相材料420可以包括但不限于气态-液态混合相材料(例如,蒸汽水-液态水)或液态-固态混合相材料(例如,液态钠-固态钠)。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给大团蒸汽水-液态水。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112的混合相储热材料420中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0051] 在另一个实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给在辅助储热库112的工作温度422内存在相变的大团储热材料。例如,含有在近似100°C上存在相变的储热材料116的辅助储热库112可以连续工作在100°C上的相变上下的温度

上。本领域的普通技术人员应该认识到,这使供热系统114可以在比储热材料116的相变温度高、低或上的储库温度上将热量从辅助储热库112供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。例如,假设钠具有近似 97.7°C 的熔化温度,则基于钠的辅助储热库112可以工作在温度比 97.7°C 高的液相中和工作在温度比 97.7°C 低的固相中。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在在辅助储热库112的工作温度422内存在相变的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0052] 在例示在图4B中的另一个实施例中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给容纳在储库容纳系统424内的大团储热材料116。例如,储库容纳系统424可以包括但不限于外部容器426或外部池432。举进一步的例子来说,外部容器426可以包括但不限于外部液体容器或外部高压气体容器430。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给容纳在外部液体容器428中的大团液态金属408(例如,液态钠)。在另一个例子中,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给容纳在外部高压气体容器430中的大团加压气体(例如,加压氢气)。举进一步的例子来说,外部池432可以包括但不限于液体池434。例如,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给容纳在外部液体池434中的大团液态金属408(例如,液态钠)。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在容纳在储库容纳系统424内的储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0053] 在例示在图4C中的另一个实施例中,辅助储热库112可以在辅助储热库112的储热材料116中以温度变化的形式436储存从核反应堆系统101的一部分转移的能量。例如,从核反应堆系统101转移给辅助储热库112的储热材料116的能量可以使储热材料116的温度升高。例如,从核反应堆系统101转移给辅助储热库112的储热材料116的能量可以使像液态金属408(例如,液态钠)那样的储热材料116的温度从近似 100°C 的初始温度升高到近似 500°C 的温度。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将随温度升高储存在储热材料116中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0054] 在另一个实施例中,辅助储热库112可以在辅助储热库112的储热材料116中以相变的形式438储存从核反应堆系统101的一部分转移的能量。例如,储热材料116中的相变438可以包含固态-液态相变440或液态-气态相变442。在一个方面中,可以通过熔化储热材料116将从核反应堆系统101转移给辅助储热库112的固态储热材料414的能量储存在储热材料116中。例如,从核反应堆系统101转移给大块固态钠的能量可以在近似 97.7°C 上经由熔化相变液化该大块钠,从而将所转移能量的一部分储存在该大块钠的液相中。本领域的普通技术人员应该懂得,储热材料116从一相(例如,固态)转变到新相(例如,液态)所需的能量是转变热(即,“潜热”)。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将作为热能储存在储热材料116中的转变热的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0055] 在如图4D所例示的进一步实施例中,可以使用一个或多个储库监视系统444监视辅助储热库的工作状态。例如,储库监视系统444可以包括温度监视系统446、压强监视系统448、确定储存在储热库中的能量的数量的系统450或确定储热库的可用能量容量的数量的系统452。例如,确定储存在储热库中的能量的数量的系统450可以包括与计算机系统组合的温度和压强监视设备,该计算机系统应用将温度和压强与储库储存材料(例如,液态金属

或加压气体)的内能相联系的既定算法(例如,所涉及储存材料的既定状态方程)。

[0056] 在另一个实施例中,可以使用储库温度控制系统454控制辅助储热库112的温度。储库温度控制系统454可以用于升高或降低辅助储热库112的温度。例如,在辅助储热库的内部温度达到在预定工作极限之外的水平的状况下,储库温度控制系统454可以向供热系统114发信号,以便将储存在辅助储热库112中的热量的一部分传送给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0057] 在例示在图5A中的另外实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于适合将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的能量传送系统106。例如,适合将热能从核反应堆系统101的一部分(例如,一次冷却剂系统)转移给辅助储热库112的能量传送系统106可以将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0058] 在进一步的实施例中,适合将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的能量传送系统106可以包括但不限于传热系统504。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。例如,传热系统504可以经由热对流506(例如,自然对流或经由冷却剂泵的受迫对流)将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。在另一个例子中,传热系统504可以经由热传导508(例如,使用热交换器)将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。本领域的普通技术人员应该认识到,可以将传热系统504配置成使用热对流506和热传导508两者将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0059] 在进一步的实施例中,传热系统504可以包括但不限于直接流体交换传热系统510。例如,直接流体交换传热系统510可以将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。直接流体交换传热系统510可以包含将核反应堆102的冷却剂与容纳在储库容纳系统122内的流体储热材料116相互混合的系统。例如,流体承载环路可以耦合核反应堆系统101的一次冷却剂系统和储库流体容纳系统122,为两种流体的相互混合创造条件。反应堆冷却剂-储库流体相互混合的速率可以由直接流体交换传热系统510来控制。例如,可以采用阀门系统和/或流体泵(例如,机械泵或磁流体动力泵)从体积上限制反应堆冷却剂系统与储库流体容纳系统122之间的材料交换。并且,储库流体和反应堆冷却剂可以由相同或大致相似的材料组成。例如,储库流体和反应堆冷却剂两者可以由像液态钠那样的相同液态金属组成。另外,储库流体和反应堆冷却剂可以由不同材料组成。例如,储库流体可以由像二苯与二苯醚那样液态有机物组成,而反应堆冷却剂可以由液态钠组成。

[0060] 在进一步的实施例中,传热系统504可以包括但不限于反应堆-储库热交换器514。例如,反应堆-储库热交换器514可以将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。例如,反应堆-储库热交换器514可以包含具有与核反应堆系统101的一次冷却剂系统热连通的第一部分、和与辅助储热库112热连通的第二部分的热交换器515。并且,传热系统504可以包含不止一个反应堆-储库热交换器514。例如,第一热交换器的第一部分可以与核反应堆系统101的一次冷却剂系统热连通,而第一热交换器的第二部分可以与热交换环

路热连通。并且,第二热交换器的第一部分可以与辅助储热库112热连通,而第二热交换器的第二部分可以与热交换环路热连通。第一热交换器-热交换环路-第二热交换器共同起将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统传送给辅助储热库112的作用。

[0061] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于适合将电能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的能量传送系统。例如,适合将电能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112的能量传送系统108可以将电能从核反应堆系统101的一部分(例如,能量转换系统110)传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0062] 在进一步的实施例中,将电能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的能量传送系统108可以包含电能-热能转换系统516。例如,包括但不限于加热线圈518的电能-热能转换系统516可以将能量转换系统110产生的电能的一部分转换成热能。本领域的普通技术人员应该认识到,将电能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的系统可以用于将核反应堆系统101的能量转换系统110产生的多余电能转换成热能。随后,可以将那个热能的一部分传送给辅助储热库112并储存在辅助储热库112中。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0063] 在例示在图5B中的进一步实施例中,传热系统504可以将热能从与核反应堆系统101的热源522热连通的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。例如,传热系统504可以将热能从与核反应堆堆芯524热连通的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,与核反应堆堆芯524热连通的核反应堆系统101的一部分可以包括但不限于一次冷却剂系统526的一部分(例如,一次冷却剂环路528的部分或一次冷却剂池530的部分)。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0064] 在例示在图5C中的进一步实施例中,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526传送给辅助储热库112,其中一次冷却剂系统526与二次冷却剂系统532热连通(例如,经由一次冷却剂系统-二次冷却剂系统热交换器536热连通),而不是与辅助储热库112热连通。例如,辅助储热库112可以经由传热系统504与一次冷却剂系统526的一次冷却剂环路528热耦合。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0065] 在例示在图5D中的进一步实施例中,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526传送给辅助储热库112,其中一次冷却剂系统526和二次冷却剂系统532两者都与辅助储热库112热连通。例如,辅助储热库112可以与一次冷却剂系统526的一次冷却剂环路528和二次冷却剂系统532的二次冷却剂环路534两者热耦合,以便耦合一次冷却剂环路526、辅助储热库112、和二次冷却剂环路532的热路径与耦合一次冷却剂环路526、一次-二次冷却剂系统热交换器536、和二次冷却剂环路532的热路径平行。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的

热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0066] 在例示在图6中的另一个实施例中,供热系统114可以包含热交换环路602。例如,热交换环路602的第一部分可以与辅助储热库112的一部分热连通,而热交换环路602的第二部分可以与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,热交换环路602可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0067] 并且,供热系统114可以包含一根或多根热管604。例如,热管604的第一部分可以与辅助储热库112的一部分热连通,而热管604的第二部分可以与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,热管604可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0068] 并且,供热系统114可以包含一个或多个热交换器606。例如,热交换器606的第一部分可以与辅助储热库112的一部分热连通,而热交换器606的第二部分可以与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,热交换器606可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0069] 并且,供热系统114可以包含一根或多根热管604。例如,热管604的第一部分可以与辅助储热库112的一部分热连通,而热管604的第二部分可以与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,热管604可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0070] 本领域的普通技术人员应该认识到,热交换环路602、热交换器606、和热管604的组合物可以一起将热量从辅助储热库112供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。例如,包含若干热管604的第一热交换器606可以用于将辅助储热库112与热交换环路602的第一部分热耦合。此外,也包含许多热管604的第二热交换器606可以用于将能量转换系统110的一部分与热交换环路602热耦合。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,可以经由热环路-热交换器线路将热能从辅助储热库112供应给能量转换系统110。

[0071] 在例示在图6中的另一个实施例中,供热系统114可以包含一个或多个热电设备608。例如,热电设备608(例如,p型/n型半导体热电结)的第一部分可以被放置成与辅助储热库112热连通,而热电设备608的第二部分可以被放置成与核反应堆系统101的冷库(例如,环境库或核反应堆系统处在比辅助储热库低的温度上的任何部分)热连通。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,热电转换储存在一个或多个辅助储热库112中的热能产生的电能可以用于补充或取代核反应堆系统101的能量转换系统110的电输出。

[0072] 在例示在图7中的另外实施例中,附加能源702可以对辅助储热库112补充能量的附加部分。例如,来自能量转换系统110的多余能量可以用于向辅助储热库112提供补充能量。例如,当电网需要能量转换系统110产生多余电力时,可以经由电能-热能转换过程(例如,加热线圈)将多余电力转换成热能并传送给辅助储热库112,因此补充在正常运行期间经由能量传送系统104传送给辅助储热库11的能量。举另一个例子来说,来自附加核反应堆系统704的能量可以用于向辅助储热库112提供补充电能。例如,可以经由第二能量传送系

统706将第二核反应堆系统704产生的热能传送给辅助储热库112,因此补充在正常运行期间经由第一能量传送系统104传送给辅助储热库112的能量。本领域的普通技术人员应该认识到,附加能源供应给辅助储热库112的补充能量可以用于使辅助储热库的储库材料过热到超过正常工作能力的温度。

[0073] 在例示在图8A中的另外实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应条件802的能量传送系统。能量传送系统响应的条件802可以包括但不限于核反应堆运行条件(例如,温度、温度变化率、压强或压强变化率)、核反应堆电力要求(例如,电网的电力要求)、或核反应堆安全条件(例如,冷源状态或冷却剂泵状态)。例如,响应冷却剂泵故障,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。举进一步的例子来说,在核反应堆系统101的一部分(例如,核反应堆堆芯或核反应堆冷却剂流体)的指定工作温度上或附近,能量传送系统104可以开始将热能从核反应堆102传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0074] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应多余核反应堆产能的确定803的能量传送系统。例如,在核反应堆系统101产生比核反应堆系统101的能量转换系统110的负载(例如,外部电力网)所需多的能量的情况下,能量传送系统104可以开始将热能或电能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0075] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应核反应堆系统101的操作系统804的能量传送系统。例如,响应操作系统804的能量传送系统可以包括但不限于响应来自操作系统的信号806的能量传送系统。例如,响应像远程无线信号(例如,射频信号)或远程有线信号(例如,铜线信号或光缆信号)那样,来自核反应堆系统101的操作系统(例如,关闭系统、报警系统、或保卫系统)的信号,响应来自操作系统的信号806的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应操作系统804的能量传送系统可以包括但不限于响应监视系统808(例如,温度监视系统或压强监视系统)的能量传送系统、响应控制系统810的能量传送系统、或响应安全系统812的能量传送系统。例如,响应来自核反应堆系统101的监视系统808的信号,能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。在另一个例子中,响应来自核反应堆系统101的控制系统810的信号,能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应来自核反应堆系统101的安全系统812的信号,能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0076] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应来自核反应堆系统101的操作人员814的信号的信号的能量传送系统。例如,响应来自操作人员(例如,使用人员或像编程计算机系统那样的人控系统)的信号,响应来自操作人员814的信号的信号的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。例如,响应来自操作人员814的信号的信号的能量传送系统可以响应像来自操作人员控制的计算机终端的有线或无线信

号那样的远程信号,开始将热能从核反应堆102传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0077] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应预选的转移开始时间816的能量传送系统。例如,预选的转移开始时间可以包括相对于特定事件(例如,关闭事件或满足电网需求)经过的时间或绝对时间。例如,响应预选的转移开始时间816的能量传送系统可以在预选绝对时间(例如,东部标准时间2:00a.m.)上开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。本领域的普通技术人员应该认识到,历史电网电力需求数据可以用于确定开始将核反应堆生成能量转移给辅助储热库112的适当时间。在另一个例子中,一旦从像核反应堆关闭或产生的电力超过外部需求的实现那样的特定事件开始经过了预选时间量,响应预选的转移开始时间816的能量传送系统就可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0078] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应辅助储热库112的储库操作系统818的能量传送系统。例如,响应储库操作系统818的能量传送系统可以包括但不限于响应来自储库操作系统的信号820的能量传送系统。例如,响应像远程无线信号(例如,射频信号)或远程有线信号(例如,铜线信号或光缆信号)那样,来自辅助储热库112的储库操作系统的信号,响应来自储库操作系统的信号820的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应储库操作系统818的能量传送系统可以包括但不限于响应储库监视系统822(例如,温度监视系统、压强监视系统、监视储存能量的系统、或监视可用储存容量的系统)的能量传送系统、响应储库控制系统824的能量传送系统、或响应储库安全系统826的能量传送系统。例如,响应来自储库监视系统822的信号,响应储库监视系统822的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。在另一个例子中,响应来自储库控制系统824的信号,响应储库控制系统824的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应来自储库安全系统826的信号,响应储库安全系统826的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0079] 在例示在图8B中的另外实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应核反应堆系统的关闭事件828的能量传送系统。例如,响应核反应堆系统的关闭事件828的能量传送系统可以包括但不限于响应核反应堆系统101的预定关闭事件830的能量传送系统或响应核反应堆系统101的紧急关闭事件832的能量传送系统。例如,响应预定关闭事件(例如,例行维护),响应预定关闭事件830的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。在另一个例子中,响应紧急关闭事件(例如,SCRAM),响应紧急关闭事件832的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统

110。本领域的普通技术人员应该认识到,响应核反应堆系统101的关闭事件,可以作为促进核反应堆系统101关闭所需的预备步骤的一部分,在核反应堆102关闭之前或期间将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0080] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于适合在核反应堆系统与储热库之间建立热连通的能量传送系统834。例如,响应条件,适合在核反应堆系统与储热库之间建立热连通的能量传送系统834可以建立核反应堆102的一部分(例如,一次冷却剂系统)与辅助储热库112之间的热通路。例如,在直接流体交换传热系统510的情况下,可以将控制阀用于启动反应堆冷却剂与储库流体的相互混合。在另一个例子中,在采用反应堆-储库热交换器514的传热系统的情况下,可以将控制阀用于启动通过热交换器的反应堆冷却剂流。

[0081] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定836的能量传送系统。例如,响应当前储存在辅助储热库112中的能量的确定,响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定836的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定836的能量传送系统可以包括响应储存在辅助储热库中的能量相对于总储存容量的百分比的确定838的能量传送系统。例如,响应储存能量的设定百分比水平的确定(例如,利用储能容量的25%),响应储能容量的百分比的确定838的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0082] 在另外的实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定840的能量传送系统。例如,响应可用储存容量的确定,响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定840的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。并且,响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定840的能量传送系统可以包括响应辅助储热库中的可用储存容量的百分比的确定842的能量传送系统。例如,响应可用储存容量的设定百分比的确定(例如,剩余75%储存容量),响应辅助储热库中的可用储存容量的百分比的确定842的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。然后,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0083] 在例示在图8C中的另外实施例中,能量传送系统104可以包括但不限于适合将多余核反应堆系统能量转移给辅助储热库的能量传送系统844。例如,适合将多余核反应堆系统能量转移给辅助储热库的能量传送系统844可以传送超过核反应堆系统的能量转换系统的工作需求的能量846。例如,在涡轮机-发电机系统产生超过电网需求的电力的情况下,能量传送系统104可以将能量(例如,热能或电能)从核反应堆系统的一部分传送给辅助储热库112。并且,能量传送系统104可以包括适合将核反应堆系统的能量输出的指定百分比转移给辅助储热库的能量传送系统848。例如,控制系统或操作人员可以选择传送核反应堆系统101输出的预先百分比或将能量的至少一部分传送给辅助储热库112。本领域的普通技术人员应该认识到,预选传送给辅助储热库的能量输出的水平可以是时间的函数,以及可以

从历史外部电力需求曲线中导出。例如,在历史显示相应较低电网需求的一天的某些时间或一年的某些时间里,控制系统或操作人员可以选择将比在较高需求时期传送的百分比高的整个核反应堆系统101输出的百分比转移给辅助储热库。

[0084] 在例示在图9A中的另外实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于响应紧急关闭事件的供热系统902或响应预定关闭事件的供热系统904。例如,响应紧急关闭事件(例如,SCRAM),响应紧急关闭事件的供热系统902可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。举另一个例子来说,响应预定关闭事件(例如,例行维护),响应预定关闭事件的供热系统904可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。本领域的普通技术人员应该认识到,响应核反应堆系统101的关闭事件,供热系统114可以将储存在一个或多个辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。本领域的普通技术人员应该认识到,响应核反应堆系统101的关闭事件,可以作为促进核反应堆系统101关闭所需的步骤的一部分,在核反应堆102关闭之前,期间或之后将储存在辅助储热库112中的热能从辅助储热库112传送给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0085] 在另外的实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于响应指示关闭事件的条件的供热系统906。例如,响应指示关闭事件的条件(例如,指示关闭的反应堆操作系统的信号或指示关闭的来自操作人员的信号),响应指示关闭事件的条件的供热系统906可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0086] 在另一个实施例中,响应指示关闭事件的条件的供热系统906可以包括但不限于响应来自核反应堆系统101的操作系统的信号的供热系统908。例如,响应像远程无线信号(例如,射频信号)或远程有线信号(例如,铜线信号或光缆信号)那样,来自核反应堆系统101的操作系统(例如,控制系统、安全系统、监视系统、关闭系统、报警系统、或保卫系统)的信号,响应来自操作系统的信号的供热系统908可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。例如,一旦接收到指示核反应堆系统101的关闭的来自核反应堆的监视系统的信号,响应来自核反应堆系统101的操作系统的信号的供热系统908可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0087] 在另一个实施例中,响应指示关闭事件的条件的供热系统906可以包括但不限于响应来自辅助储热库112的储库操作系统的信号的供热系统910。例如,响应像远程无线信号(例如,射频信号)或远程有线信号(例如,铜线信号或光缆信号)那样,来自辅助储热库的储库操作系统(例如,控制系统、安全系统、监视系统)的信号,响应来自储库操作系统的信号的供热系统910可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。例如,一旦接收到指示核反应堆系统101的关闭的来自辅助储热库112的监视系统的信号,响应来自储库操作系统的信号的供热系统910可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0088] 在另外的实施例中,响应指示关闭事件的条件的供热系统906可以包括但不限于

响应来自核反应堆系统101的操作人员的信号的供热系统912。例如,响应来自操作人员(例如,使用人员或像编程计算机系统那样的人控系统)的信号,响应来自操作人员的信号的供热系统912可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。例如,响应来自操作人员的信号的供热系统912可以响应像来自操作人员控制的计算机终端的有线或无线信号那样的远程信号,开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0089] 在另外的实施例中,响应指示关闭事件的条件的供热系统906可以包括但不限于响应关闭事件之后经过的预选时间的供热系统914。例如,经过的预选时间可以包含相对于特定事件的(例如,关闭事件)经过的时间量或绝对时间。例如,响应关闭事件之后经过的预选时间的供热系统914可以在预选绝对时间(例如,东部标准时间5:00p.m.)上开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。本领域的普通技术人员应该认识到,历史电网电力需求数据可以用于确定开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110的适当时间。在另一个例子中,一旦从像核反应堆关闭那样的特定事件开始经过了预选时间量,响应关闭事件之后经过的预选时间的供热系统914就可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0090] 在另一个实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于响应通过操作系统建立的关闭事件的供热系统916。例如,响应通过核反应堆系统101的操作系统(例如,关闭系统)建立的关闭事件,响应通过操作系统建立的关闭事件的供热系统916可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。举进一步的例子来说,响应通过反应堆控制系统建立的关闭事件的供热系统918可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。并且,该反应堆控制系统可以包括响应来自反应堆安全系统的信号的反应堆控制系统920。例如,响应通过响应来自安全系统的信号的反应堆控制系统920建立的关闭事件的供热系统可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。更进一步,该安全系统可以包括响应核反应堆系统的一个或多个感测条件(例如,外部条件或内部条件)的安全系统922。例如,一旦感测到冷源缺失,核反应堆系统101的安全系统就可以将信号发送给反应堆控制系统。接着,反应堆控制系统可以确定关闭核反应堆系统,并将相应信号发送给响应通过反应堆控制系统建立的关闭事件的供热系统918。然后,响应通过反应堆控制系统建立的关闭事件的供热系统918可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0091] 在例示在图9B中的另一个实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定的供热系统924。例如,响应当前储存在辅助储热库112中的能量的确定,响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定的供热系统924可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。并且,响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定的供热系统924可以包括响应储存在辅助储热库中的能量相对于总储存容量的百分比的确定的供热系统926。例如,响应储存能量的设定百分比水平的确定(例如,利用储能容量的80%),响应储

存能量的百分比的确定的供热系统926可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0092] 在另外的实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定的供热系统928。例如,响应可用储能容量的确定,响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定的供热系统928可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。并且,响应辅助储热库中的可用储存容量的数量的确定的供热系统928可以包括响应辅助储热库中的可用储能容量的百分比的确定的供热系统930。例如,响应可用储能容量的设定百分比水平的确定(例如,剩余20%储能容量),响应可用储能容量的百分比的确定的供热系统930可以开始将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。

[0093] 在另外的实施例中,响应关闭事件的供热系统114可以包括但不限于适合将储存在辅助储热库中的能量的指定部分供应给能量转换系统的供热系统932。例如,适合将储存在辅助储热库中的能量的指定部分供应给能量转换系统的供热系统932可以用于将储存在一个或多个辅助储热库112中的热量的指定数量传送给核反应堆系统101的至少一个能量转换系统110。例如,从辅助储热库112传送给能量转换系统110的能量的数量可以基于当前负载需求(例如,电网需求),其中控制系统或操作人员可以根据能量转换系统当前承受的需求水平选择要传送给能量转换系统的能量的数量。并且,适合将储存在辅助储热库中的能量的指定部分供应给能量转换系统的供热系统932可以包括适合将储存在储热库中的能量的指定百分比供应给能量转换系统的供热系统934。例如,适合将储存在储热库中的能量的指定百分比供应给能量转换系统的供热系统934可以由控制系统或操作人员用于将储存在一个或多个辅助储热库112中的能量的指定百分比(例如,储存能量的50%)传送给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0094] 下文是描绘这些实现的一系列流程图。为了易于理解,将这些流程图组织成初始流程图展示经由示范性实现的实现,此后,接着的流程图展示作为建立在一个或多个较早展示流程图之上的分部件操作或附加部件操作的初始流程图的可替代实施例和/或扩充。本领域的普通技术人员应该懂得,本文使用的展示风格(例如,从展示示范性实现的流程图的展示开始,此后在后续流程图中提供附加细节和/或进一步细节)一般是为了便于人们迅速和容易地理解各种过程实现。另外,本领域的普通技术人员应该进一步懂得,本文使用的展示风格也与模块化和/或面向对象程序设计范式相适应。

[0095] 图10例示了代表与核反应堆生成能量的所选部分的热储存和利用有关的示范性操作的操作流程1000。在图10中以及在包括操作流程的各种例子的如下图形中,可以针对上述图1到9的例子和/或针对其他例子和背景提供讨论和说明。但是,应该明白,这些操作流程可以在许多其他环境和背景下和/或在图1到图9的修改形式下执行。此外,尽管各种操作流程用所例示的序列表示,但应该明白,各种操作可以按与例示的那些不同的其他次序执行,或可以同时执行。

[0096] 在开始操作之后,操作流程1000前进到转移操作1010。转移操作1010描述将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0097] 然后,供应操作1020描述响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应关闭事件,供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0098] 图11例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图11例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1102、操作1104和/或操作1106。

[0099] 操作1102例示了将多余能量的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将多余能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0100] 进一步,操作1104例示了将超过至少一个能量转换系统的工作需求的能量的至少一部分,从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将超过能量转换系统的工作需求的能量(例如,超过电网要求的能量)从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0101] 操作1106例示了将至少一个核反应堆系统的一部分的能量输出的指定百分比,从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将至少一个核反应堆系统的一部分(例如,核反应堆堆芯或核反应堆与核反应堆堆芯热连通的部分)的能量输出的指定百分比从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0102] 图12例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图12例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1202、操作1204、操作1206和/或操作1208。

[0103] 操作1202例示了使用至少一个能量传送系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0104] 进一步,操作1204例示了使用至少一个能量传送系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,能量传送系统104可以适合传送热能。例如,如图5A所示,能量传送系统104可以将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0105] 进一步,操作1206例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,能量传送系统104可以包含传热系统504。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0106] 进一步,操作1208例示了经由热传导将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,传热系统504可以经由热传导将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0107] 图13例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图13例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1302。

[0108] 操作1302例示了经由热对流将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部

分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,传热系统504可以经由热对流506将热能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0109] 图14A和14B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图14A和14B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1402、操作1404、操作1406和/或操作1408。

[0110] 操作1402例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个热源热连通的至少一个核反应堆系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5B所示,可以将热量从与核反应堆系统101的至少一个热源522热连通的核反应堆102的一部分传送给辅助储热库112。例如,如图5B所示,传热系统504可以将热能从与核反应堆系统101的热源522热连通的核反应堆系统101的一部分(例如,核反应堆系统的冷却剂系统)传送给辅助储热库112。

[0111] 进一步,操作1404例示了使用至少一个传热系统将热能的所选部分从与至少一个核反应堆系统的至少一个核反应堆堆芯热连通的至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5B所示,热源522可以包含核反应堆系统101的核反应堆堆芯524。例如,传热系统504可以将热能从与核反应堆系统101的核反应堆堆芯524热连通的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0112] 进一步,操作1406例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5B所示,核反应堆系统101与核反应堆堆芯524热连通的部分可以包含核反应堆系统的一次冷却剂系统526的一部分。例如,如图5B所示,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526的一部分传送给辅助储热库112。

[0113] 进一步,操作1408例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂环路的一部分,转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5B所示,核反应堆系统101的一次冷却剂系统的一部分可以包含核反应堆系统的一次冷却剂环路528的一部分。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂环路528的一部分传送给辅助储热库112。

[0114] 图15A和15B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图15A和15B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1502。

[0115] 操作1502例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个冷却剂池转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5B所示,核反应堆系统101的一次冷却剂系统的一部分可以包含核反应堆系统101的冷却剂池530。例如,如图5B所示,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的冷却剂池530的一部分传送给辅助储热库112。

[0116] 图16A和16B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图16A和16B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1602。

[0117] 操作1602例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库,至少一个一次冷

却剂系统与至少一个辅助储热库和核反应堆系统的至少一个二次冷却剂系统热连通,至少一个辅助储热库和至少一个二次冷却剂系统未热连通。例如,如图5C所示,一次冷却剂系统526可以包含与辅助储热库112和核反应堆系统101的二次冷却剂系统532两者热连通的一次冷却剂系统526,其中辅助储热库112和至少一个二次冷却剂系统532未热连通。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526的一部分传送给辅助储热库112,其中一次冷却剂系统526与辅助储热库112和核反应堆系统101的二次冷却剂系统532两者热连通,而辅助储热库112和至少一个二次冷却剂系统532未热连通。

[0118] 图17A和17B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图17A和17B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1702。

[0119] 进一步,操作1702例示了使用至少一个传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分,转移给至少一个辅助储热库,该至少一个辅助储热库与至少一个核反应堆系统的该至少一个一次冷却剂系统和该核反应堆系统的至少一个二次冷却剂系统热连通。例如,如图5D所示,一次冷却剂系统526可以包含与辅助储热库112和核反应堆系统101的二次冷却剂系统532两者热连通的一次冷却剂系统,其中辅助储热库112与核反应堆系统101的一次冷却剂系统526和核反应堆系统101的二次冷却剂系统532热连通。例如,传热系统504可以将热能从核反应堆系统101的一次冷却剂系统526的一部分传送给辅助储热库112,其中辅助储热库112与核反应堆系统101的一次冷却剂系统526和核反应堆系统101的二次冷却剂系统532两者热连通。

[0120] 图18A和18B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图18A和18B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1802、操作1804和/或操作1806。

[0121] 操作1802例示了使用至少一个直接流体交换传热系统,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,能量转换系统104可以包含直接流体交换传热系统510。例如,直接流体交换传热系统510可以将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0122] 进一步,操作1804例示了将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合使用至少一个直接流体交换传热系统,将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合。例如,如图5A所示,直接流体交换传热系统510可以包含将辅助储热库112的储库流体与反应堆102的冷却剂相互混合的系统511。例如,将储库流体与反应堆冷却剂相互混合的系统511可以通过直接混合两种流体将热能从核反应堆系统101转移给辅助储热库112。

[0123] 进一步,操作1806例示了将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合使用至少一个直接流体交换传热系统,将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合,该至少一种储库流体基本上类似于该至少一种冷却剂。例如,如图5A所示,辅助储热库流体和核反应堆的冷却剂可以基本相似512。例如,储库流体和核反应堆冷却剂两者可以包含像液态钠、液态铅、或液态铅铋那样的相同液态金属。在另一个例子中,储库流体和核反应堆冷却剂两者可以包含像二苯与二苯醚那样的相同液态有机物。

[0124] 图19A和19B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图19A和19B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作1902。

[0125] 操作1902例示了将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合使用至少一个直接流体交换传热系统,将至少一个辅助储热库的至少一种储库流体,与至少一个核反应堆系统的至少一种冷却剂相互混合,该至少一种储库流体不同于该至少一种冷却剂。例如,如图5A所示,辅助储热库流体和核反应堆的冷却剂可以不同513。例如,储库流体可以包含液态有机流体(例如,二苯与二苯醚),而核反应堆冷却剂可以包含液态金属冷却剂(例如,液态钠、铅、或液态铅铋)。类似地,储库流体可以包含像液态钠那样的第一液态金属流体,而核反应堆冷却剂可以包含像液态铅那样的第二液态金属冷却剂。

[0126] 图20例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图20例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2002和/或操作2004。

[0127] 操作2002例示了使用至少一个热交换器,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,适合传送热能的能量传送系统106可以使用一个或多个反应堆-储库热交换器514将热能从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0128] 进一步,操作2004例示了使用至少一个热交换器,将热能的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,至少一个热交换器的第一部分与至少一个核反应堆系统的至少一个一次冷却剂系统的一部分热连通,而至少一个热交换器的第二部分与至少一个辅助储热库的一部分热连通。例如,反应堆-储库热交换器514可以包含具有与核反应堆系统的一次冷却剂系统热连通的第一部分和与辅助储热库112热连通的第二部分的热交换器515。例如,适合传送热能的能量传送系统106可以使用具有与核反应堆系统的一次冷却剂系统热连通的第一部分和与辅助储热库热连通的第二部分的热交换器515将热能从核反应堆系统101转移给辅助储热库112。

[0129] 图21例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图21例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2102、操作2104和/或操作2106。

[0130] 操作2102例示了使用至少一个能量传送系统,将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5C所示,能量传送系统104可以包含适合将电能从核反应堆系统101的一部分(例如,核反应堆系统101的能量转换系统)传送给辅助储热库112的能量传送系统108。例如,适合将电能从核反应堆系统101传送给辅助储热库112的能量传送系统108可以用于将电能从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。本领域的普通技术人员应该认识到,在该传送过程中,必须将源自核反应堆系统101的一部分的电能转换成热能,以便储存在辅助储热库112中。

[0131] 进一步,操作2104例示了使用至少一个电-热转换系统,将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,适合将电能从核反应堆系统101传送给辅助储热库112的能量传送系统108可以包含电能-热能转换设

备516。例如,电能-热能转换设备516可以用于将核反应堆系统101的一部分产生的电能转换成热能,然后将热能传送给辅助储热库112。

[0132] 进一步,操作2106例示了使用至少一个电-热转换系统,将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的至少一个能量转换系统转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,适合将电能从核反应堆系统101传送给辅助储热库112的能量传送系统108可以包含将电能从核反应堆系统101的能量转换设备110传送给辅助储热库112的电能-热能转换设备519。例如,适合将电能从能量转换设备110传送给辅助储热库112的电能-热能转换设备519可以用于将来自核反应堆系统101的能量转换设备(例如,涡轮机-发电机系统)的电输出端的电能转换成热能。然后将热能传送给辅助储热库112。

[0133] 图22例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图22例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2202和/或操作2204。

[0134] 操作2202例示了使用至少一个电阻加热设备,将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,电能-热能转换设备可以包含一个或不止一个电阻加热设备517。例如,电阻加热设备517可以用于将来自核反应堆系统101的一部分的电能转换成热能,然后可以将热能传送给辅助储热库112。

[0135] 进一步,操作2204例示了使用至少一个加热线圈,将电能的至少一部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图5A所示,电阻加热设备517可以包含一个或多个加热线圈518。例如,加热线圈518可以用于将来自核反应堆系统101的一部分的电能转换成热能,然后可以将热能传送给辅助储热库112。

[0136] 图23例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图23例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2302、操作2304、操作2306和/或操作2308。

[0137] 操作2302例示了响应至少一个条件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应条件802(例如,对核反应堆系统的电力需求、辅助储热库的预备状态、反应堆的热特性或储库的热特性),能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0138] 进一步,操作2304例示了响应至少一个核反应堆系统的多余产能的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应至少一个核反应堆系统的多余产能的确定(例如,当前核反应堆电力产量超过当前电网需求的确定),能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0139] 操作2306例示了响应至少一个核反应堆系统的至少一个操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的操作系统804(例如,报警系统、保卫系统或关闭系统),能量传送系统104可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0140] 进一步,操作2308例示了响应来自至少一个核反应堆系统的至少一个操作系统的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的操作系统的至少一个信号806

(例如,数字有线信号、模拟有线信号、数字无线信号、或模拟无线信号),响应来自操作系统的信号806的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0141] 图24例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图24例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2402。

[0142] 操作2402例示了响应至少一个核反应堆系统的至少一个监视系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的监视系统的至少一个信号,响应监视系统808的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0143] 图25例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图25例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2502。

[0144] 操作2502例示了响应至少一个核反应堆系统的至少一个控制系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的控制系统至少一个信号,响应控制系统810的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0145] 图26例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图26例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2602。

[0146] 操作2602例示了响应至少一个核反应堆系统的至少一个安全系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的安全系统的至少一个信号,响应核反应堆系统的控制系统812的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0147] 图27例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图27例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2702和/或操作2704。

[0148] 操作2702例示了响应至少一个辅助储热库的至少一个储库操作系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应辅助储热库112的至少一个操作系统(例如,监视系统、报警系统、控制系统、或保卫系统),响应储库操作系统818的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0149] 进一步,操作2704例示了响应来自至少一个辅助储热库的至少一个储库操作系统的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自辅助储热库112的操作系统的至少一个信号(例如,数字有线信号、模拟有线信号、数字无线信号、或模拟无线信号),响应来自储库操作系统的信号820的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0150] 图28例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图28例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2802。

[0151] 操作2802例示了响应至少一个辅助储热库的至少一个储库监视系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所

示,响应辅助储热库112的至少一个监视系统(例如,热监视系统、压力监视系统、储能容量的监视系统),响应储库监视系统822的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0152] 图29例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图29例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作2902。

[0153] 操作2902例示了响应至少一个辅助储热库的至少一个储库控制系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应辅助储热库112的至少一个控制系统(例如,热控制系统),响应储库控制系统824的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0154] 图30例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图30例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3002。

[0155] 操作3002例示了响应至少一个辅助储热库的至少一个储库安全系统,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应辅助储热库112的至少一个安全系统,响应储库安全系统826的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0156] 图31例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图31例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3102。

[0157] 操作3102例示了响应来自至少一个核反应堆系统的至少一个操作人员的至少一个信号,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101和/或储热库系统112的操作人员的至少一个信号,响应来自操作人员814(例如,使用人员或人控可编程计算机可读媒体系统)的信号(例如,无线或有线信号)的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0158] 图32例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图32例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3202。

[0159] 操作3202例示了根据预选的转移开始时间,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,根据预选的转移开始时间(例如,绝对时间或相对于预定事件的发生经过的时间),响应预选的转移开始时间816的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0160] 图33例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图33例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3302、操作3304和/或操作3306。

[0161] 操作3302例示了响应关闭事件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的关闭事件,响应关闭事件828的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0162] 进一步,操作3304例示了响应预定关闭事件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的预定关闭事件(例如,例行维护),响应预定关闭事件830的能量传送系统可以开始将

能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0163] 进一步,操作3306例示了响应紧急关闭事件,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的紧急关闭事件(例如,SCRAM),响应紧急关闭事件832的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0164] 图34例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图34例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3402和/或操作3404。

[0165] 操作3402例示了响应关闭事件,建立至少一个核反应堆系统的一部分与至少一个辅助储热库之间的热连通。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的关闭事件,能量传送系统104可以建立至少核反应堆系统的一部分(例如,一次冷却剂系统)与辅助储热库112之间的热连通。

[0166] 进一步,操作3404例示了在核反应堆关闭之前,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,在关闭核反应堆102之前,响应核反应堆系统101的关闭事件828的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0167] 图35例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图35例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3502。

[0168] 操作3502例示了在核反应堆关闭期间,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,在关闭核反应堆102期间,响应核反应堆系统101的关闭事件828的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0169] 图36例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图36例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3602和/或操作3604。

[0170] 操作3602例示了响应储存在至少一个辅助储库中的能量的数量的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应储存在辅助储热库中的能量的数量的确定836的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0171] 进一步,操作3604例示了响应储存在至少一个辅助储库中的能量的百分比的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应用在辅助储热库中的能量容量的百分比的确定838的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0172] 图37例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图37例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3702和/或操作3704。

[0173] 操作3702例示了响应至少一个辅助储库的可用储能容量的数量的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应辅助储热库的剩余能量容量的数量的确定840的能量传送系统可以开始将能量

从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0174] 进一步,操作3704例示了响应可用储能容量的百分比的确定,将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,响应辅助储热库的剩余能量容量的百分比的确定842的能量传送系统可以开始将能量从核反应堆系统101的一部分转移给辅助储热库112。

[0175] 图38例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图38例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3802、操作3804和/或操作3806。

[0176] 操作3802例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团储热材料116。

[0177] 进一步,操作3804例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大块固态储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的像固体(例如,陶瓷固体、金属固体、或石头固体)那样的大块固态储热材料414。

[0178] 进一步,操作3806例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团加压气态材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团加压气态材料412(例如,加压氢气或加压二氧化碳)。

[0179] 图39A到39D例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图39A到39D例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作3902、操作3904、操作3906、操作3908和/或操作3810。

[0180] 操作3902例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团液态储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团液态材料402(例如,液态金属、液态金属盐、液态有机物、或液态水)。

[0181] 进一步,操作3904例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团有机液态储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团液态有机材料404(例如,二苯与二苯醚)。

[0182] 进一步,操作3906例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团液态金属盐储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团液态金属盐406(例如,氟化锂)。

[0183] 进一步,操作3908例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团液态金属储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团液态金属408(例如,钠)。

[0184] 进一步,操作3910例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的大团液态水。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团液态水410。

[0185] 图40例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图40例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4002和/或操作4004。

[0186] 进一步,操作4002例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团混合相材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112的大团混合相材料420(蒸汽水-液态水)。

[0187] 进一步,操作4004例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库的至少一种大团材料,该至少一种大团材料在该至少一个辅助储热库的工作温度内存在相变。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给在辅助储热库112的工作温度422内存在相变的大团材料。

[0188] 图41A和41B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图41例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4102、操作4104、操作4106和/或操作4108。

[0189] 操作4102例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个辅助储热库在辅助储热库的至少一种储热材料中以温度变化的形式储存能量的所选部分。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112,其中该辅助储热库以储热材料438的温度升高的形式储存能量。例如,传送给辅助储热库112的能量可以使液态储热材料402的温度从100°C升高到200°C。

[0190] 操作4104例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个辅助储热库在辅助储热库的至少一种储热材料中以相变的形式储存能量的所选部分。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112,其中该辅助储热库在储热材料438中以相变的形式储存能量。例如,传送给辅助储热库112的能量可以使固态储库材料相变成液态储库材料,其中将能量作为转化潜热储存在储库材料中。

[0191] 进一步,操作4106例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个辅助储热库在辅助储热库的至少一种储热材料中以固态-液态相变的形式储存能量的所选部分。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112,其中该辅助储热库112以固态-液态相变440(例如,固态钠-液态钠相变)的形式储存能量。

[0192] 进一步,操作4108例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个辅助储热库在辅助储热库的至少一种储热材料中以液态-气态相变的形式储存能量的所选部分。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112,其中该辅助储热库

112以液态-气态相变442(例如,液态水-蒸汽水相变)的形式储存能量。

[0193] 图42A和42B例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图42A和42B例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4202、操作4204、操作4206、操作4208和/或操作4210。

[0194] 操作4202例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种液态冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从液态冷却(212)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0195] 进一步,操作4204例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种液态金属盐冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从液态金属盐(例如,氟化锂或其他氟化盐)冷却(214)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0196] 进一步,操作4206例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种液态水冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从液态水冷却(220)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0197] 进一步,操作4208例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种液态金属冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从液态金属(例如,液态钠或液态铅)冷却(216)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0198] 进一步,操作4210例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种液态有机物冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从液态有机物(例如,二苯与二苯醚)冷却(218)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0199] 图43例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图43例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4302、操作4304、操作4306和/或操作4308。

[0200] 操作4302例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种加压气态冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从加压气体(例如,加压氦气或二氧化碳)冷却(222)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0201] 操作4304例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库,该至少一个核反应堆系统含有至少一种混合相冷却剂。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从混合相(例如,液态水-蒸汽水)冷却(224)的核反应堆系统101的一部分传送给辅助储热库112。

[0202] 操作4306例示了将能量的所选部分从至少一个热谱核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将热谱反应堆202产生的能量的所选部分从核反应堆系统101传送给辅助储热库112。

[0203] 操作4308例示了将能量的所选部分从至少一个快谱核反应堆系统的一部分转移

给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将快谱反应堆204产生的能量的所选部分从核反应堆系统101传送给辅助储热库112。

[0204] 图44例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图44例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4402、操作4404和/或操作4406。

[0205] 操作4402例示了将能量的所选部分从至少一个多谱核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将多谱反应堆206产生的能量的所选部分从核反应堆系统101传送给辅助储热库112。

[0206] 操作4404例示了将能量的所选部分从至少一个增殖核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将增殖反应堆208产生的能量的所选部分从核反应堆系统101传送给辅助储热库112。

[0207] 操作4406例示了将能量的所选部分从至少一个行波核反应堆系统的一部分转移给至少一个辅助储热库。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将行波反应堆210产生的能量的所选部分从核反应堆系统101传送给辅助储热库112。

[0208] 图45例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图45例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4502、操作4504和/或操作4506。

[0209] 操作4502例示了响应关闭事件,使用至少一个供热系统,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0210] 进一步,操作4504例示了响应关闭事件,使用至少一个热交换环路,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以经由热交换环路602将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0211] 进一步,操作4506例示了响应关闭事件,使用至少一根热管,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以经由热管604将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0212] 图46例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图46例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4602和/或操作4604。

[0213] 进一步,操作4602例示了响应关闭事件,使用至少一个热交换器,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以经由热交换器606将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。例如,热交换器的第一部分可以与辅助储热库112热连通,而热交换器的第二部分可以与核反应堆系统101的能量转换系统110热连通。

[0214] 进一步,操作4604例示了响应关闭事件,使用至少一个热电设备,将能量的所转移

的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以经由热电设备608(例如,半导体-半导体热电结)将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。例如,热电设备的第一部分可以与辅助储热库112热连通,而热电设备的第二部分可以与核反应堆系统101的冷源(例如,环境冷源)热连通。

[0215] 图47例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图47例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4702、操作4704、操作4706和/或操作4708。

[0216] 操作4702例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个主要能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的主要能量转换系统302(例如,与主要沸腾环路耦合的能量转换系统)。

[0217] 操作4704例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个辅助能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的辅助能量转换系统304(例如,与非主要沸腾环路耦合的能量转换系统)。

[0218] 操作4706例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个紧急能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的紧急能量转换系统306(例如,将电力供应给核反应堆系统的各种操作系统的能量转换系统)。

[0219] 操作4708例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个沸腾环路。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的沸腾环路322。

[0220] 图48例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图48例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4802和/或操作4804。

[0221] 操作4802例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一台涡轮机。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的涡轮机312。

[0222] 进一步,操作4804例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一台涡轮机的至少一种工作流体。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的涡轮机312的工作流体320。

[0223] 图49例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图49例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作4902、操作4904、操作4906和/或操作4908。

[0224] 操作4902例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个顶置循环。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的顶置循环314。

[0225] 操作4904例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个底置循环。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的底置循环316。

[0226] 操作4906例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给至少一个低级吸热器。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统的关闭事件的供热系统114可以将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的低级吸热器318。

[0227] 操作4908例示了响应预定关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的预定关闭(例如,例行维护),响应核反应堆系统的预定关闭事件的供热系统904可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0228] 图50例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图50例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5002、操作5004、操作5006和/或操作5008。

[0229] 操作5002例示了响应紧急关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101的紧急关闭(例如,SCRAM),响应核反应堆系统的紧急关闭事件的供热系统902可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0230] 操作5004例示了在核反应堆关闭之前,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,在关闭核反应堆系统101的核反应堆102之前,响应关闭事件的供热系统114可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0231] 操作5006例示了在核反应堆关闭期间,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,在关闭核反应堆系统101的核反应堆102期间,响应关闭事件的供热系统114可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0232] 操作5008例示了在核反应堆关闭之后,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,在关闭核反应堆系统101的核反应堆102之后,响应关闭事件的供热系统114可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0233] 图51例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图51例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5102、操作5104和/或操作5106。

[0234] 操作5102例示了响应指示关闭事件的至少一个条件,将能量的所转移的所选部分

的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应指示核反应堆系统101的关闭的条件,响应指示核反应堆系统101的关闭的条件的供热系统可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0235] 进一步,操作5104例示了响应来自核反应堆系统的至少一个操作系统的至少一个信号,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的操作系统的信号,响应来自核反应堆系统101的操作系统的信号的供热系统908可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0236] 进一步,操作5106例示了响应来自至少一个辅助储热库的至少一个操作系统的至少一个信号,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应来自辅助储热库112的操作系统的信号,响应来自辅助储热库的操作系统的信号的供热系统910可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0237] 图52例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图52例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5202和/或操作5204。

[0238] 进一步,操作5202例示了响应来自核反应堆系统的至少一个操作人员的至少一个信号,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应来自核反应堆系统101的操作人员(例如,使用人员或人控编程计算机系统)的信号,响应来自核反应堆系统101的操作人员的信号的供热系统912可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0239] 进一步,操作5204例示了根据预选的供应开始时间,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,根据关闭事件之后经过的预选时间,响应经过的预选时间(例如,可以相对于核反应堆关闭事件的开始测量经过的时间)的供热系统914可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0240] 图53例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图53例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5302、操作5304、操作5306和/或操作5308。

[0241] 操作5302例示了响应通过核反应堆系统的至少一个操作系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应通过核反应堆系统101的操作系统120建立的关闭事件,响应通过核反应堆系统的操作系统建立的关闭事件的供热系统916可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0242] 进一步,操作5304例示了响应通过核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应通过核反应堆系统101的反应堆控制系统建立的关

闭事件,响应通过核反应堆系统的控制系统建立的关闭事件的供热系统918可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0243] 进一步,操作5306例示了响应通过响应来自至少一个安全系统的至少一个信号的核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应通过核反应堆系统101的反应堆控制系统建立的关闭事件,其中该反应堆控制系统响应来自核反应堆系统101的安全系统的信号,响应通过核反应堆控制系统(其中该反应堆控制系统响应核反应堆系统101的安全系统)建立的关闭事件的供热系统920可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0244] 进一步,操作5308例示了响应通过响应来自至少一个安全系统的至少一个信号的核反应堆系统的至少一个反应堆控制系统建立的关闭事件,将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统,该至少一个安全系统响应核反应堆系统的至少一个感测条件。例如,如图1到9B所示,响应通过核反应堆系统101的反应堆控制系统建立的关闭事件,其中该反应堆控制系统响应来自核反应堆系统101的安全系统的信号,以及该安全系统响应感测反应堆条件(例如,外部条件或内部条件),响应通过核反应堆控制系统(其中该反应堆控制系统响应核反应堆系统101的安全系统以及该安全系统响应感测反应堆条件)建立的关闭事件的供热系统922可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0245] 图54例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图54例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5402和/或操作5404。

[0246] 操作5402例示了响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的储存能量的所选数量的确定将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应关闭核反应堆系统101时储存在辅助储热库112中的能量的数量的确定,响应关闭核反应堆系统时储存在辅助储热库中的能量的数量的确定的供热系统924可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0247] 进一步,操作5404例示了响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的储存能量的所选百分比的确定将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应关闭核反应堆系统101时辅助储热库112中的已利用储能容量的百分比的确定,响应关闭核反应堆系统时辅助储热库中的已利用储能容量的百分比的确定的供热系统926可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0248] 图55例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图55例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5502和/或操作5504。

[0249] 操作5502例示了响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的可用储能容量的所选数量的确定将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应关闭核反应堆系统101时辅助储热库112的可用

储能容量的确定,响应关闭核反应堆系统时辅助储热库的可用储能容量的确定的供热系统928可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0250] 进一步,操作5504例示了响应关闭事件,根据至少一个辅助储热库中的可用储能容量的所选百分比的确定将能量的所转移的所选部分的至少一部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应关闭核反应堆系统101时辅助储热库112的可用储能容量的百分比的确定,响应关闭核反应堆系统时辅助储热库的可用储能容量的百分比的确定的供热系统930可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0251] 图56例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图56例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5602和/或操作5604。

[0252] 操作5602例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的指定部分供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101关闭事件,适合将储存在辅助储热库中的能量的指定部分供应给能量转换系统的供热系统932可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0253] 进一步,操作5604例示了响应关闭事件,将能量的所转移的所选部分的指定百分比供应给核反应堆系统的至少一个能量转换系统。例如,如图1到9B所示,响应核反应堆系统101关闭事件,适合将储存在辅助储热库中的能量的指定百分比供应给能量转换系统的供热系统934可以开始将储存在辅助储热库112中的热能的一部分供应给核反应堆系统101的能量转换系统110。

[0254] 图57例示了代表与核反应堆生成能量的所选部分的热储存和利用有关的示范性操作的操作流程5700。图57例示了图10的示范性操作操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5710、操作5712和/或操作5714。

[0255] 在开始操作、转移操作1010、和供应操作1020之后,操作流程5700前进到补充操作5710。操作5710例示了对至少一个辅助储热库补充来自至少一个能源的能量的附加部分。例如,如图7所示,可以对储存在辅助储热库112中的热能补充附加能源702供应的能量的附加部分。

[0256] 操作5712例示了对至少一个辅助储热库补充来自核反应堆系统的至少一个能量转换系统的能量的附加部分。例如,如图7所示,可以对储存在辅助储热库112中的热能补充来自核反应堆系统101的能量转换系统110的能量的附加部分。

[0257] 操作5714例示了对至少一个辅助储热库补充来自至少一个附加核反应堆系统的能量的附加部分。例如,如图7所示,可以对储存在辅助储热库112中的热能补充来自附加核反应堆系统704的能量(例如,热能或电能)的附加部分。

[0258] 图58例示了代表与核反应堆生成能量的所选部分的热储存和利用有关的示范性操作的操作流程5800。图58例示了图10的示范性操作操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5810、操作5812、操作5814和/或操作5816。

[0259] 在开始操作、转移操作1010、和供应操作1020之后,操作流程5800前进到监视操作

5810。操作5810例示了监视至少一个辅助储库的至少一个条件。例如,如图4D所示,可以监视像工作状态(例如,预备状态、温度、压强、或储存容量)那样的至少一个条件。

[0260] 进一步,操作5812例示了使用至少一个储库监视系统监视至少一个辅助储库的至少一个条件。例如,如图4D所示,储库监视系统444可以用于监视辅助储热库112的条件。

[0261] 进一步,操作5814例示了监视至少一个辅助储库的温度。例如,如图4D所示,储库温度监视系统446可以用于监视辅助储热库112的内部温度。

[0262] 进一步,操作5816例示了监视至少一个辅助储库的温度。例如,如图4D所示,储库压强监视系统448可以用于监视辅助储热库112中的压强。

[0263] 图59例示了图58的示范性操作流程5800的可替代实施例。图59例示了操作5810可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作5902和/或操作5904。

[0264] 操作5902例示了确定储存在至少一个辅助储库中的能量的数量。例如,如图4D所示,确定辅助储热库112中的储存能量的数量的系统450可以用于监视辅助储热库112中的能量储存水平。

[0265] 操作5904例示了确定至少一个辅助储库中的可用储能容量的数量。例如,如图4D所示,确定辅助储热库112中的可用储能容量的数量的系统452可以用于监视辅助储热库112中的可用储能容量。

[0266] 图60例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图60例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作6002、操作6004和/或操作6006。

[0267] 操作6002例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给容纳在储库容纳系统中的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在储库容纳系统122(例如,容器)中的辅助储热库112的大团储热材料116。

[0268] 进一步,操作6004例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给容纳在至少一个外部容器中的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部容器426中的辅助储热库112的大团储热材料116。

[0269] 进一步,操作6006例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给容纳在至少一个外部高压气体容器中的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在高压气体容器430中的辅助储热库112的大团储热材料116。例如,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部高压氦气容器中的大团高压氦气。

[0270] 图61例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图61例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作6102。

[0271] 操作6102例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给容纳在至少一个外部液体池中的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部液体池434中的辅助储热库112的大团液态储热材料402。例如,能量传送系统104可以将能量的所选部分

从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部液态钠池中的大团液态钠。

[0272] 图62例示了图10的示范性操作流程1000的可替代实施例。图62例示了转移操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作6202。

[0273] 操作6202例示了将能量的所选部分从至少一个核反应堆系统的一部分转移给容纳在至少一个外部液体容器中的至少一种大团储热材料。例如,如图1到9B所示,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部液体容器428中的辅助储热库112的大团储热材料116。例如,能量传送系统104可以将能量的所选部分从核反应堆系统101的一部分传送给容纳在外部水容器的大团液态水。

[0274] 图63例示了代表与核反应堆生成能量的所选部分的热储存和利用有关的示范性操作的流程图6300。图63例示了图10的示范性操作操作1010可以包括至少一次附加操作的示范性实施例。附加操作可以包括操作6310和/或操作6312。

[0275] 在开始操作、转移操作1010、和供应操作1020之后,操作流程6300前进到温度保持操作6310。操作6310例示了将至少一个辅助储热库的至少一种储热材料的温度保持在所选温度以上。例如,如图4D所示,可以利用储库温度控制系统454(例如,恒温器)保持辅助储热库112的储热材料116的温度。

[0276] 操作6312例示了将至少一个辅助储热库的至少一种储热材料的温度保持在至少一种储热材料的熔化温度以上。例如,如图4D所示,可以利用储库温度控制系统454将辅助储热库112的储热材料116的温度保持在像储热材料116的熔化温度那样的指定温度以上。

[0277] 本领域的普通技术人员应该认识到,现有技术已经进步到在系统的各个方面的硬件、软件和/或固件实现之间几乎没有什么差别的阶段;硬件、软件和/或固件的使用一般(但未必,因为在某些背景下,在硬件与软件之间作出选择仍然有意义)是代表在成本与效率之间权衡的设计选择。本领域的普通技术人员应该懂得,存在可以实现本文所述的进程、系统和/或其他技术的各种工具(例如,硬件、软件和/或固件),并且优选工具随部署进程、系统和/或其他技术的背景而变。例如,如果实现者确定速度和精度是至关重要的,则实现者可以选择主要硬件和/或固件工具;另一方面,如果灵活性是至关重要的,则实现者可以选择主要软件实现;或者,再一方面,实现者可以选择硬件、软件和/或固件的某种组合体。因此,存在可以实现本文所述的进程、设备和/或其他技术的几种可能工具,没有一种工具天生就优于其他工具,因为要利用的任何工具都是取决于任何一种都可能变化的部署工具的背景和实现者的特别关注(例如,速度、灵活性或可预见性)的选项。本领域的普通技术人员应该认识到,实现的光学方面通常应用与光学有关的硬件、软件和/或固件。

[0278] 在本文所述的一些实施例中,逻辑和类似实现可以包括软件或其他控制结构。电路可以含有,例如,为实现如本文所述的各种功能而构建和安排的电流的一条或多条路径。在一些实现中,可以将一种或多种媒体配置成当这样的媒体保存或发送可起如本文所述的执行作用的设备可检测指令时承担设备可检测实现。在一些变体中,例如,一些实现可以包括像通过进行与本文所述的一次或多次操作有关的一条或多条指令的接收或发送那样,更新或修改现有软件或固件、或门阵列或可编程硬件。可替代的是,或另外,在一些变体中,一种实现可以包括专用软件、软件、固件部件、和/或执行或要不然调用专用部件的通用部件。一些规范或其他实现可以通过如本文所述的有形传输媒体的一个或多个实例,可选地,通过分组传输,或要不然通过在各种时间经过分布式媒体来传输。

[0279] 可替代的是,或另外,一些实现可以包括执行专用指令序列或调用允许、触发、协调、请求、或要不然引起本文所述的几乎任何功能操作的一次或多次发生的电路。在一些变体中,可以将本文的操作或其他逻辑描述表达成源代码,和编译成可执行指令序列或要不然作为可执行指令序列来调用。在一些变体中,例如,一些实现可以全部或部分由像C++那样的源代码或其他代码序列来提供。在其他实现中,可以将使用商用产品和/或现有技术中的各种技术的源代码或其他代码实现编译/实现/翻译/转换成高级描述语言(例如,最初用C或C++编程语言实现所描述技术,此后将编程语言实现转换成可逻辑合成语言实现、硬件描述语言实现、硬件设计仿真实现、和/或其他这样的类似表达方式)。例如,可以将一些或所有逻辑表达(例如,计算机编程语言实现)表示成Verilog型硬件描述(例如,经由硬件描述语言(HDL)和/或超高速集成电路硬件描述语言(VHDL))或然后可以用于创建含有硬件(例如,专用存储电路)的物理实现的其他电路模型。本领域的普通技术人员应该认识到如何根据这些教导获取,配置和优化适当传输或计算元件、物资、致动器或其他结构。

[0280] 上文的详细描述通过使用方块图、流程图和/或例子展示了设备和/或进程的各种实施例。在这样的方块图、流程图和/或例子包含一种或多种功能和/或操作的情况下,本领域的普通技术人员应该明白,在这样的方块图、流程图或例子内的每种功能和/或操作可以通过多种多样的硬件、软件、固件或它们的几乎任何组合单独和/或集体实现。在一个实施例中,本文所述的主题的几个部分可以通过专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)或其他集成形式来实现。但是,本领域的普通技术人员应该认识到,本文公开的实施例的一些方面可以全部或部分地在集成电路中等效实现成运行在一台或多台计算机上的一个或多个计算机程序(例如,实现成运行在一个或多个计算机系统上的一个或多个程序),实现成运行在一个或多个处理器上的一个或多个程序(例如,实现成运行在一个或多个微处理器上的一个或多个程序),实现成固件,或实现成它们的几乎任何组合,以及设计电路和/或为软件和/或固件编写代码都完全在本领域的普通技术人员的技能之内。另外,本领域的普通技术人员应该懂得,本文所述的主题的机制能够作为程序产品以多种多样的形式分发,以及本文所述的主题的例示性实施例与用于实际进行分发的信号承载媒体的具体类型无关地应用。信号承载媒体的例子包括但不限于如下媒体:像软盘、硬盘驱动器、激光唱盘(CD)、数字视频盘(DVD)、数字磁带、计算机存储器等那样的记录型媒体;以及像数字和/或模拟通信媒体(例如,光缆、波导、有线通信链路、无线通信链路(例如,发射机、接收机、发射逻辑单元、接收逻辑单元等)等)那样的传输型媒体。

[0281] 一般说来,本领域的普通技术人员应该认识到,本文所述的实施例可以通过各种类型的机电系统单独和/或集体实现,该机电系统含有像硬件、软件、固件和/或它们的几乎任何组合的多种多样电部件;以及像刚体、弹性或扭转体、液压系统、电磁致动设备和/或它们的几乎任何组合那样可以传递机械力或运动的多种多样部件。因此,如全文所使用,“机电系统”包括但不限于可操作地与换能器(例如,致动器、电机、压电晶体、微机电系统(MEMS)等)耦合的电路、含有至少一个分立电路的电路、含有至少一个集成电路的电路、含有至少一个专用集成电路的电路、形成由计算机程序构成的通用计算设备(例如,由至少部分实现本文所述的过程和/或设备的计算机程序构成的通用计算机、或由至少部分实现本文所述的过程和/或设备的计算机程序构成的微处理器)的电路、形成存储设备(例如,各种形式(例如,随机访问、闪速、只读等)的存储器)的电路、形成通信设备(例如,调制解调器、

通信交换机、光电转换装备等)的电路、和/或像光或其他类似物那样的任何非电类似物。本领域的普通技术人员还应该懂得,电机系统的例子包括但不限于各式各样的消费类电子系统、医疗设备,以及像机动运输系统、工厂自动化系统、保卫系统、和/或通信/计算系统那样的其他系统。本领域的普通技术人员应该认识到,如本文所使用的机电系统未必局限于具有电致动和机械致动两者的系统,除非上下文另有说明。

[0282] 一般说来,本领域的普通技术人员应该认识到,可以通过多种多样硬件、软件、固件和/或它们的任何组合体单独和/或集体实现的本文所述的各个方面可以视作由各种类型的“电路”组成。因此,如全文所使用,“电路”包括但不限于含有至少一个分立电路的电路、含有至少一个集成电路的电路、含有至少一个专用集成电路的电路、形成由计算机程序构成的通用计算设备(例如,由至少部分实现本文所述的过程和/或设备的计算机程序构成的通用计算机、或由至少部分实现本文所述的过程和/或设备的计算机程序构成的微处理器)的电路、形成存储设备(例如,各种形式(例如,随机访问、闪速、只读等)的存储器)的电路、和/或形成通信设备(例如,调制解调器、通信交换机、光电转换装备等)的电路。本领域的普通技术人员应该认识到,本文所述的主题可以以模拟或数字的方式或它们的某种组合来实现。

[0283] 本领域的普通技术人员应该认识到,本文所述的设备和/或过程的至少一部分可以集成到数据处理系统中。本领域的普通技术人员应该认识到,数据处理系统一般包括系统单元外壳、视频显示设备、像易失性存储器或非易失性存储器那样的存储器、像微处理器或数字信号处理器那样的处理器、像操作系统、驱动器、图形用户界面、和应用程序那样的计算实体、一个或多个交互设备(例如,触摸板、触摸屏、天线等)、和/或包括反馈回路和控制电机(例如,感测位置和/或速度的反馈;移动和/或调整部件和/或数量的控制电机)的控制系统之一或多个。数据处理系统可以利用像通常在数据计算/通信和/或网络计算/通信系统中找到的那些那样的适当商用部件来实现。

[0284] 本领域的普通技术人员应该认识到,本文所述的部件(例如,操作)、设备、对象和伴随它们的讨论用作澄清概念的例子,可以设想出各种配置变型。因此,如本文所使用,展示的特定例子以及伴随的讨论旨在代表它们的更一般类别。一般说来,任何特定例子的使用都旨在代表它的类别,以及特定部件(例如,操作)、设备、和对象的未包括不应该看作是限制性的。

[0285] 尽管本文将用户显示/描述成单个例示性人物,但本领域的普通技术人员应该懂得,用户可以代表使用人员、使用机器人(例如,计算实体)和/或它们的几乎任何组合体(例如,用户可能得到一个或多个代理机器人帮助),除非上下文另有指示。本领域的普通技术人员应该懂得,一般说来,如本文使用“发送者”和/或其它面向实体的术语那样,这同样适用于这样的术语,除非上下文另有指示。

[0286] 关于本文使用的几乎任何复数和/或单数术语,本领域的普通技术人员都可以与上下文和/或应用相称地将复数转成单数和/或将单数转成复数。为了清楚起见,本文未明确展示各种单数/复数置换。

[0287] 本文所述的主体有时例示了包含在其它不同部件中,或与其它不同部件连接的不同部件。应该明白,这样描绘的架构仅仅是示范性的,事实上,可以实现许多实现相同功能的其它架构。从概念上来讲,有效地“联系”实现相同功能的部件的任何安排,以便实现所希

望功能。因此,本文组合在一起实现特定功能的任何两个部件可以看作相互“联系”,使得与架构或中间部件无关地实现所希望功能。同样,如此联系的任何两个部件也可以视作实现所希望功能的相互“可操作地连接”或“可操作地耦合”,以及能够如此联系的任何两个部件也可以视作实现所希望功能的相互“可操作耦合”。可操作耦合的特例包括但不限于物理上可配对和/或物理上相互作用部件、可无线相互作用和/或无线相互作用部件、和/或逻辑上相互作用和或/逻辑上可相互作用部件。

[0288] 在一些情况下,一个或多个部件在本文中可能被称为“配置成”,“可配置成”,“可起……作用/起……作用”,“适用于/可适用于”,“能够”,“可依照/依照”等。本领域的普通技术人员应该认识到,这样的术语(例如,“配置成”)一般可以包含活动状态部件、非活动状态部件和/或等待状态部件,除非上下文另有要求。

[0289] 虽然已经显示和描述了本文所述的当前主题的特定方面,但对于本领域的普通技术人员来说,显而易见,可以根据本文的教导,不偏离本文所述的主体及其更宽广方面地作出改变和修改,因此,所附权利要求书将像在本文所述的主体之真正精神和范围之内那样的所有这样的改变和修改都包括在它的范围之内。本领域的普通技术人员应该明白,一般说来,用在本文中,尤其用在所附权利要求书(例如,所附权利要求书的主要部分)中的术语一般旨在作为“开放”术语(例如,动名词术语“包括”应该理解为动名词“包括但不限于”,术语“含有”应该理解为“至少含有”,动词术语“包括”应该理解为动词“包括但不限于”等)。本领域的普通技术人员还应该明白,如果有意表示特定数量的所介绍权利要求列举项,则在权利要求中将明确列举这样的意图,而在缺乏这样的列举的情况下,则不存在这样的意图。例如,为了帮助人们理解,如下所附权利要求书可能包含使用介绍性短语“至少一个”和“一个或多个”来介绍权利要求列举项。但是,即使同一个权利要求包括介绍性短语“一个或多个”或“至少一个”以及像“一个”或“一种”(例如,“一个”和/或“一种”通常应该理解成“至少一个”或“一个或多个”的意思)那样的不定冠词,这样短语的使用也不应该理解成暗示着通过不定冠词“一个”或“一种”介绍权利要求列举项将包含这样介绍权利要求列举项的任何特定权利要求限制在只包含一个这样列举项的权利要求上;对于用于介绍权利要求列举项的定冠词的使用,这同样成立。另外,即使明确列举了特定数量的所介绍权利要求列举项,本领域的普通技术人员也应该认识到,这样的列举通常应该理解成至少具有所列举数量的意思(例如,在没有其它修饰词的情况下,仅列举“两个列举项”通常意味着至少两个列举项,或两个或更多个列举项)。而且,在使用类似于“A、B、和C等的至少一个”的习惯用法的那些情况下,一般说来,这样的结构旨在本领域的普通技术人员理解该习惯用法的意义上使用(例如,“含有A、B、和C的至少一个的系统”将包括但不限于只含有A,只含有B,只含有C,一起含有A和B,一起含有A和C,一起含有B和C,和/或一起含有A、B和C等的系统)。在使用类似于“A、B、或C等的至少一个”的习惯用法的那些情况下,一般说来,这样的结构旨在本领域的普通技术人员理解该习惯用法的意义上使用(例如,“含有A、B、或C的至少一个的系统”将包括但不限于只含有A,只含有B,只含有C,一起含有A和B,一起含有A和C,一起含有B和C,和/或一起含有A、B和C等的系统)。本领域的普通技术人员还应该明白,通常,无论在描述、权利要求书还是附图中,出现两个或更多个可替代项目的分隔词和/或短语应该理解成具有包括这些项目之一,这些项目的任一个,或两个项目的可能性,除非上下文另有指示。例如,短语“A或B”通常理解成包括“A”,“B”或“A和B”的可能性。

[0290] 关于所附权利要求书,本领域的普通技术人员应该懂得,本文所列举的操作一般可以按任何次序执行。此外,尽管各种操作流程按顺序展示出来,但应该明白,各种操作可以按与所例示的次序不同的其它次序执行,或者可以同时执行。这样可替代排序的例子可以包括重叠、交错、截断、重排、递增、预备、补充、同时、反向、或其它衍生排序,除非上下文另有指示。而且,像“响应……”、“与……有关”或其它过去式形容词那样的术语一般无意排斥这样的衍生,除非上下文另有指示。

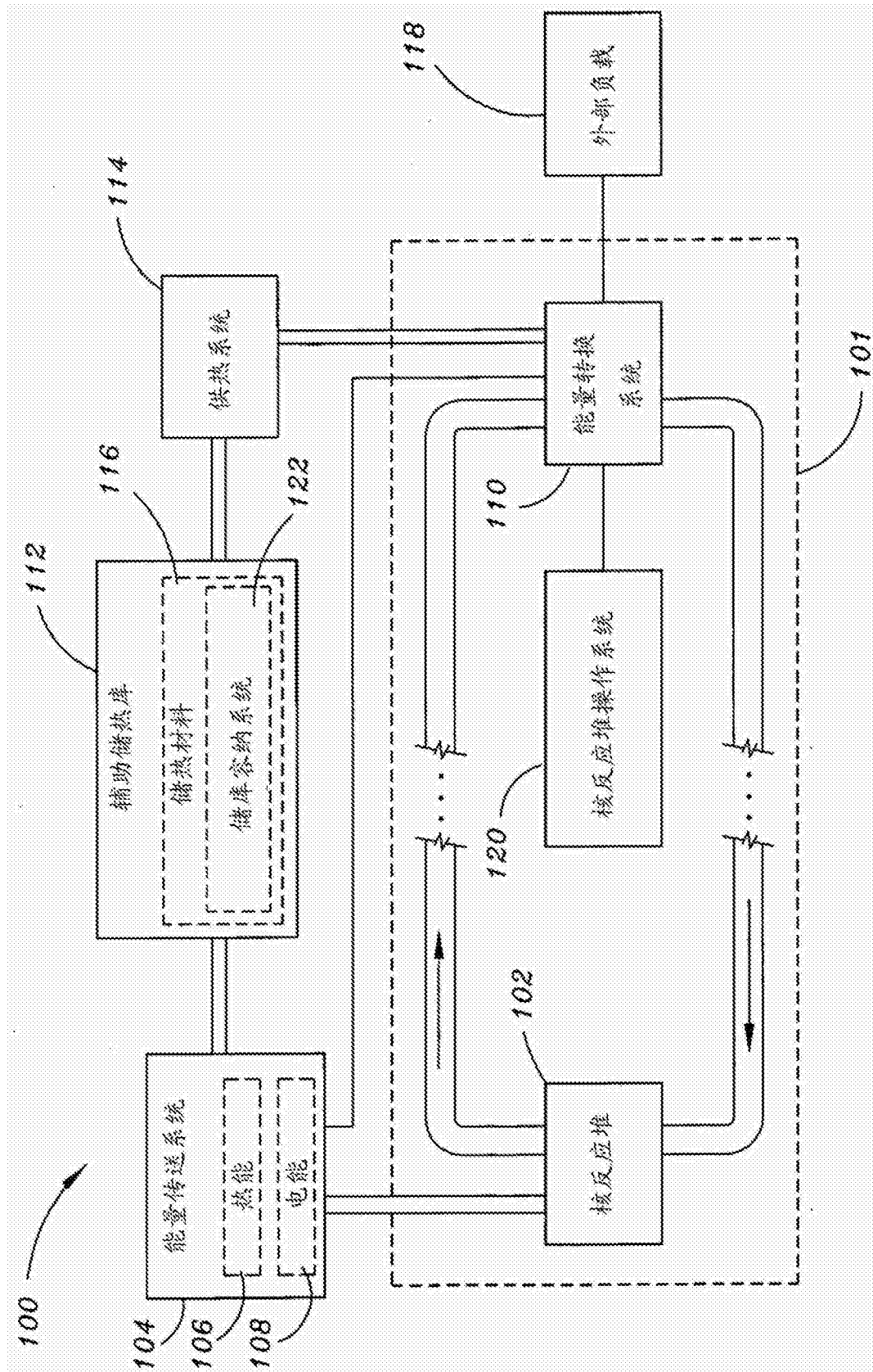


图1

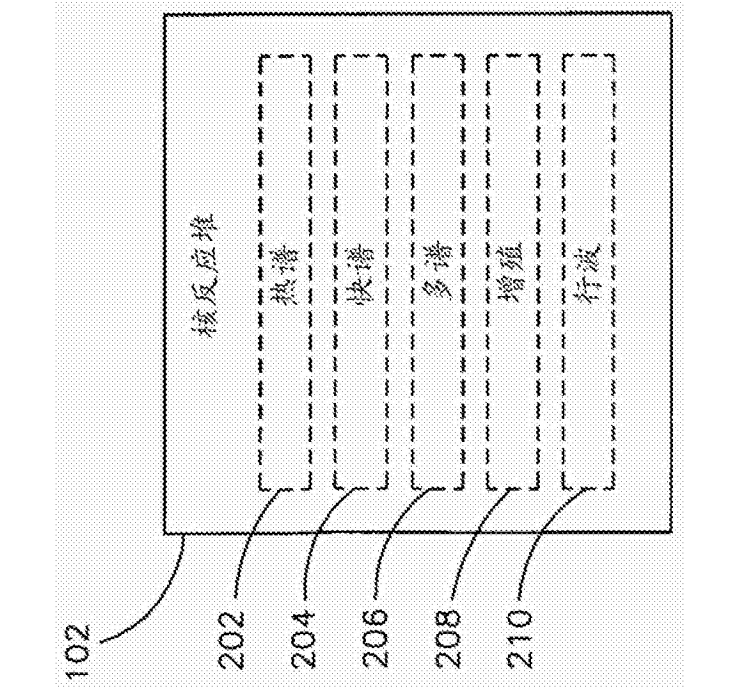


图2A

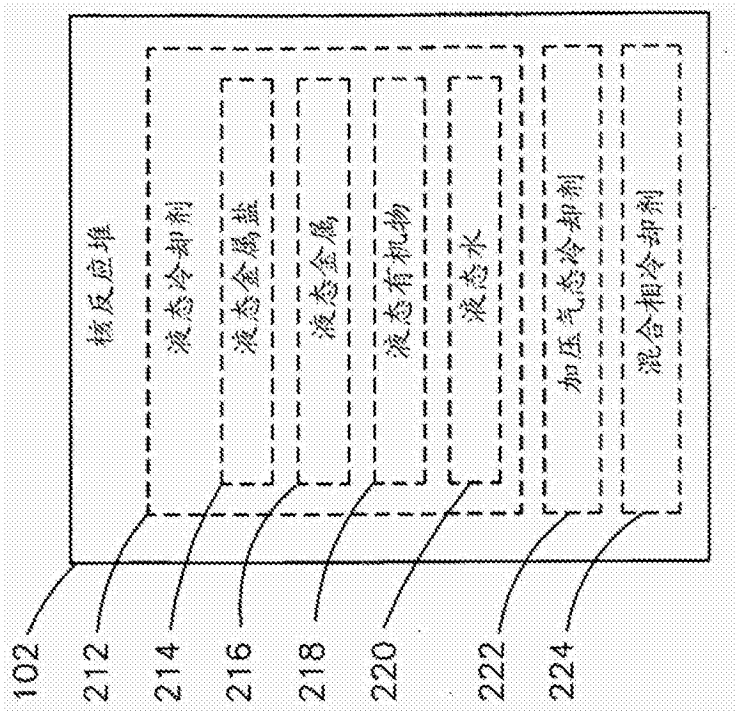


图2B

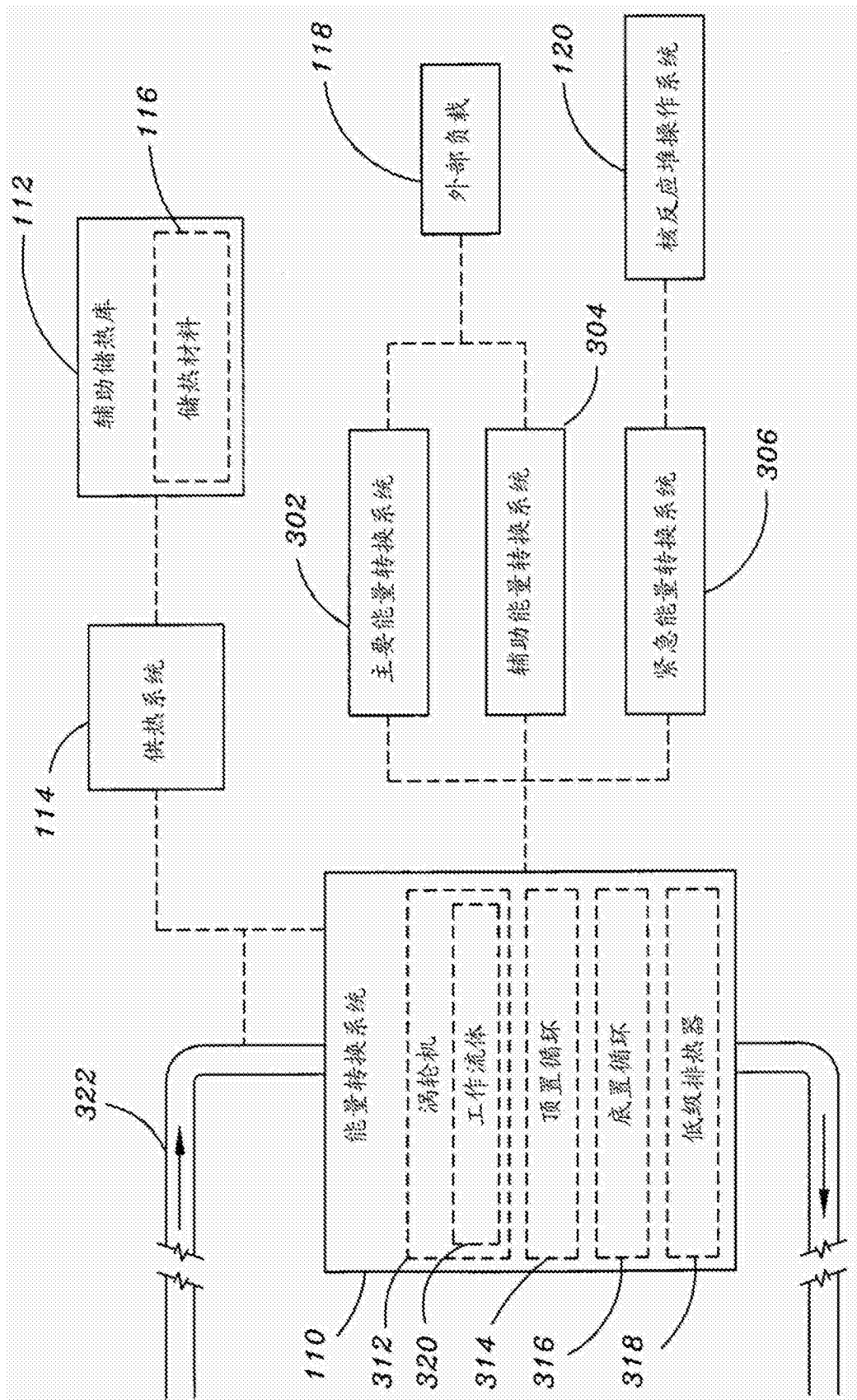


图3

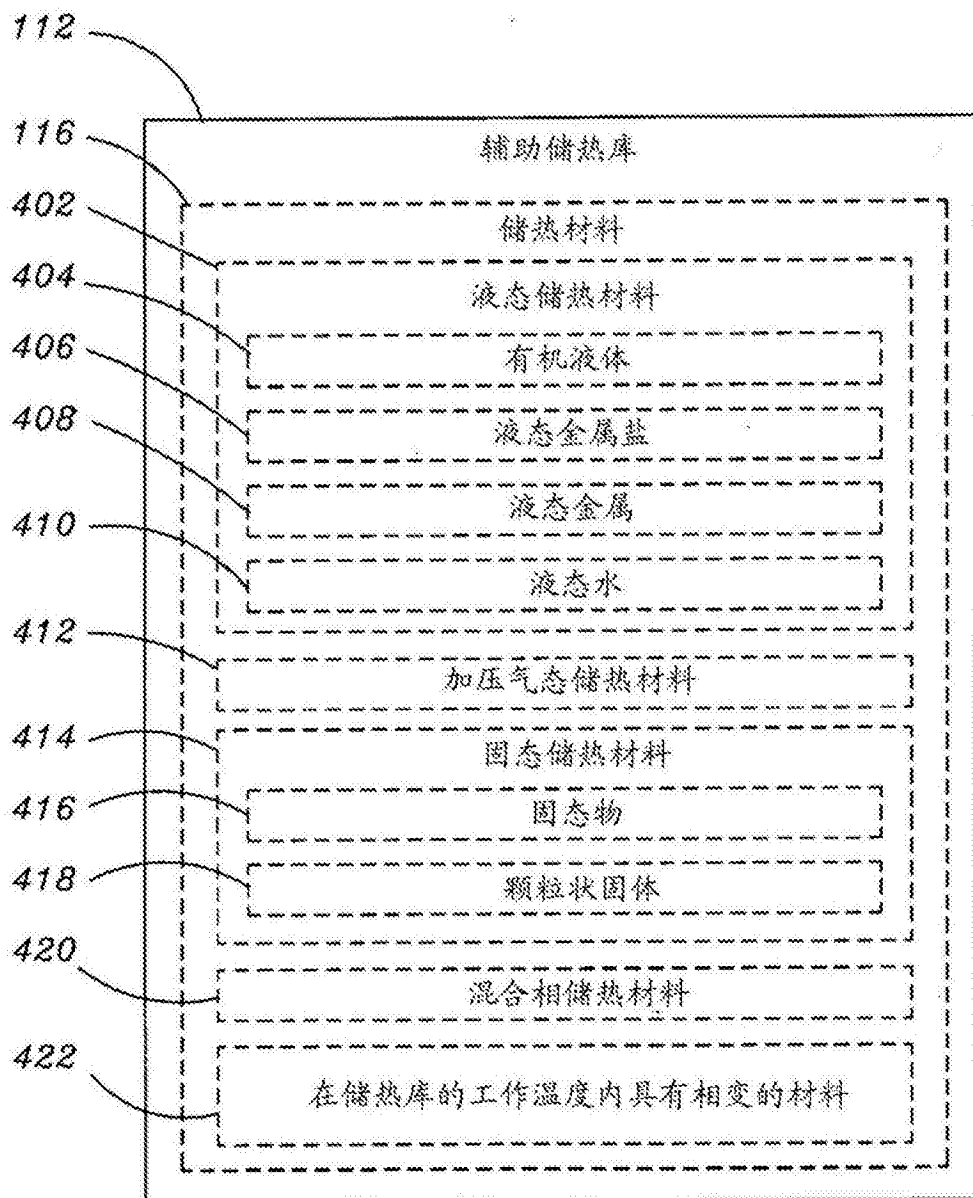


图4A

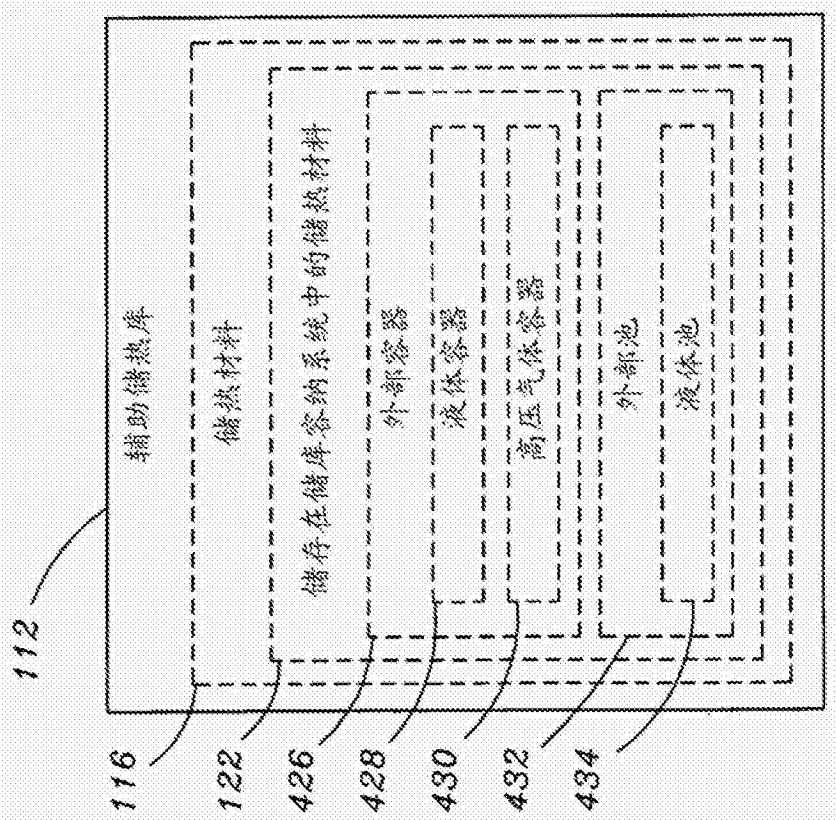


图4B

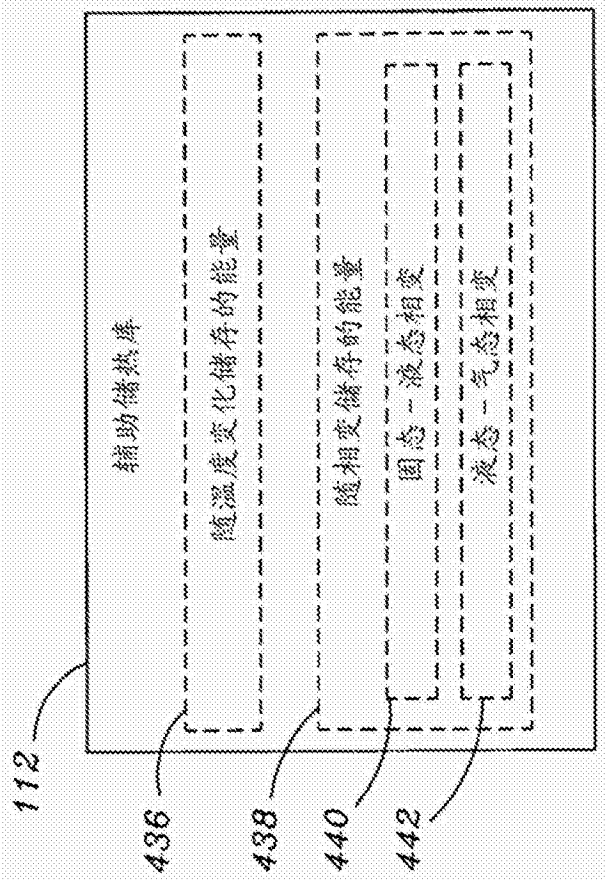


图4C

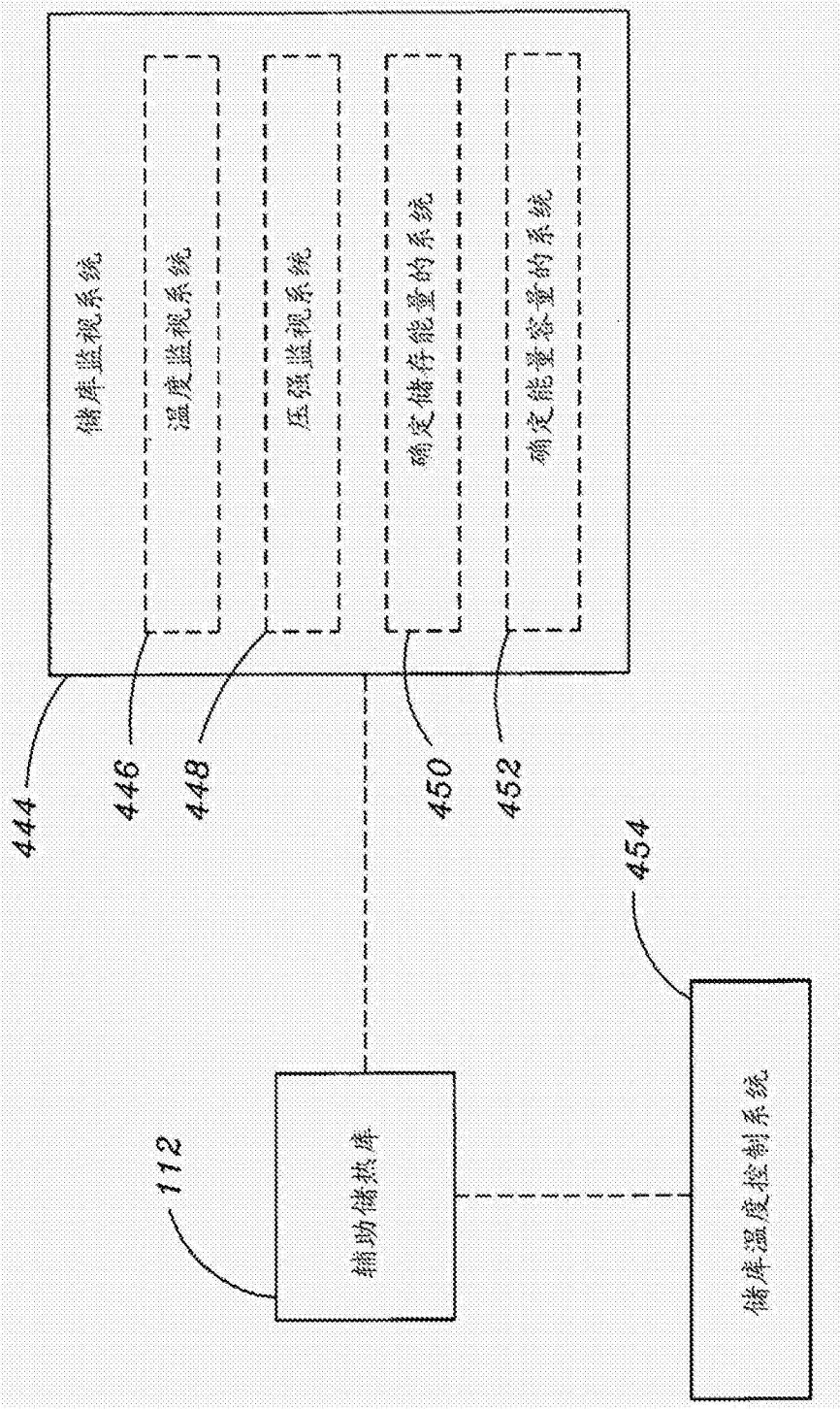


图4D

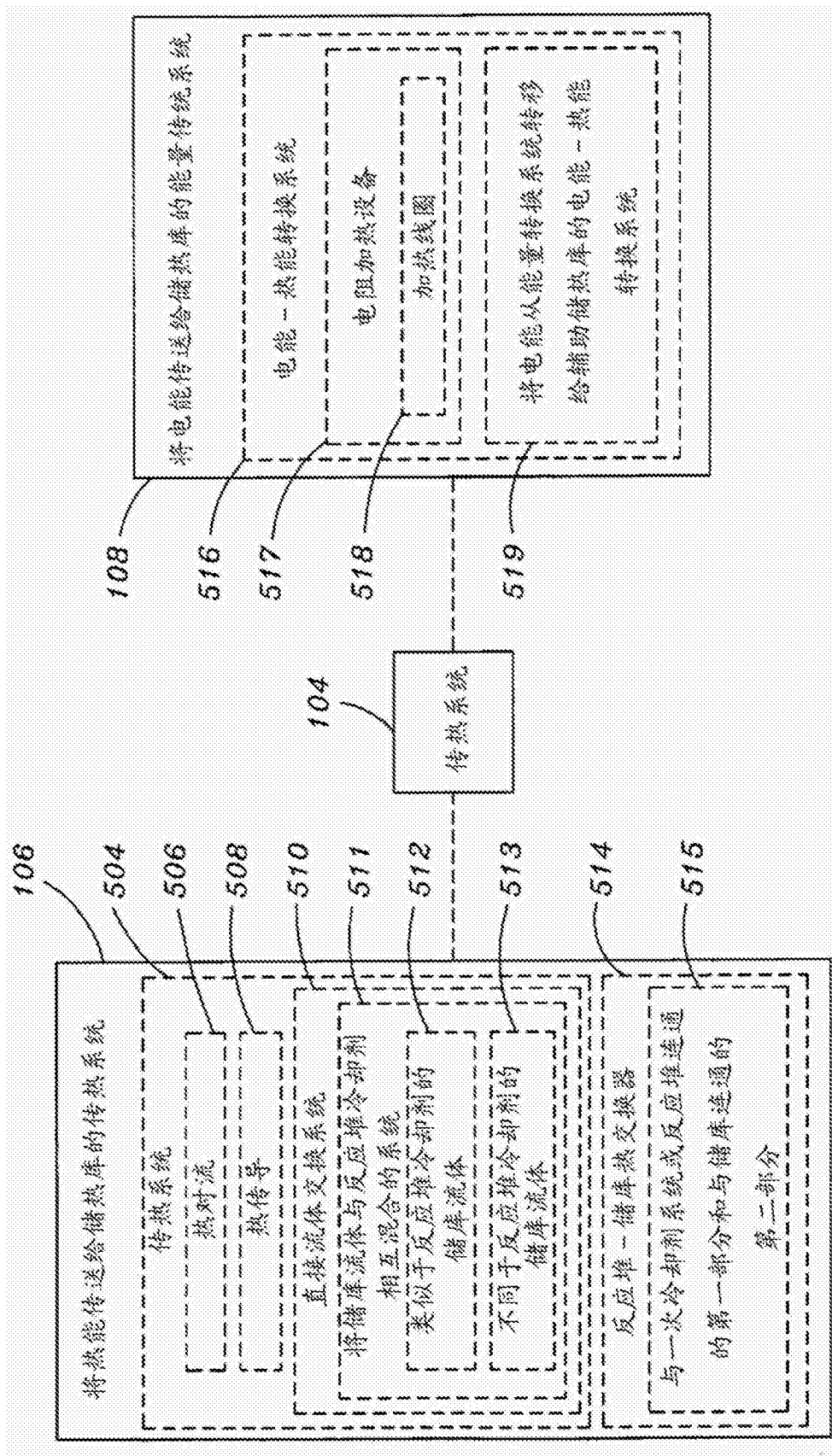


图5A

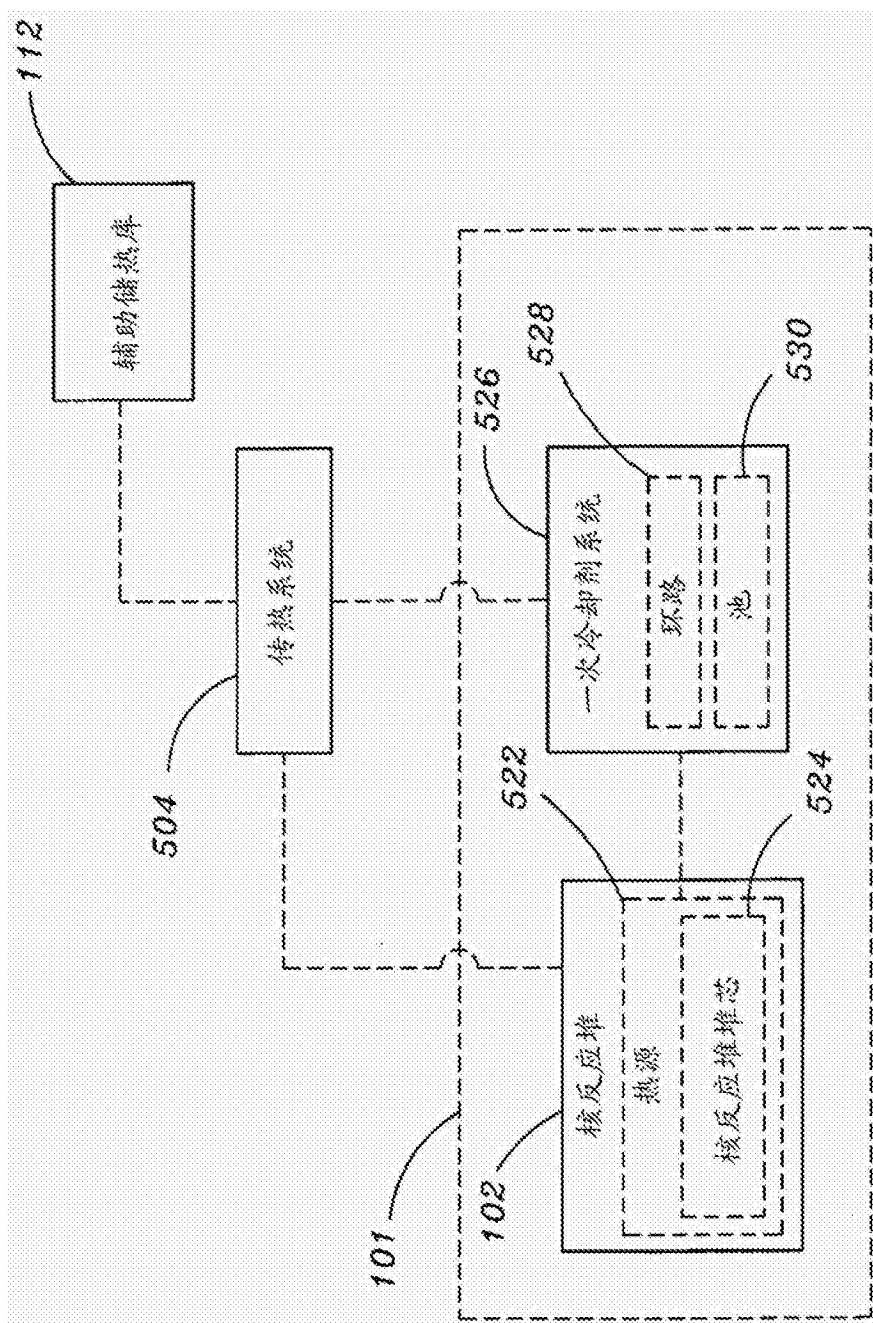


图5B

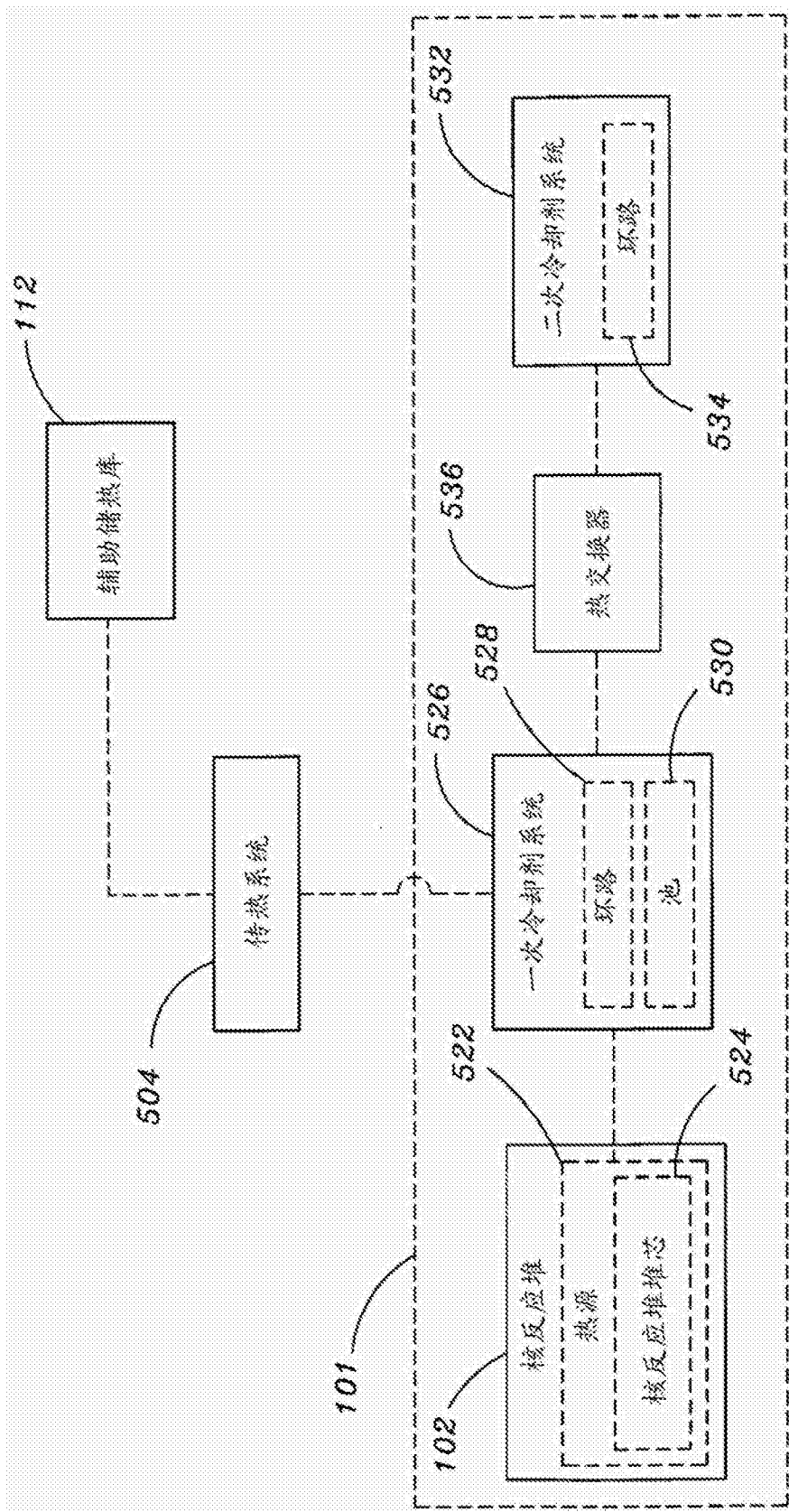


图5C

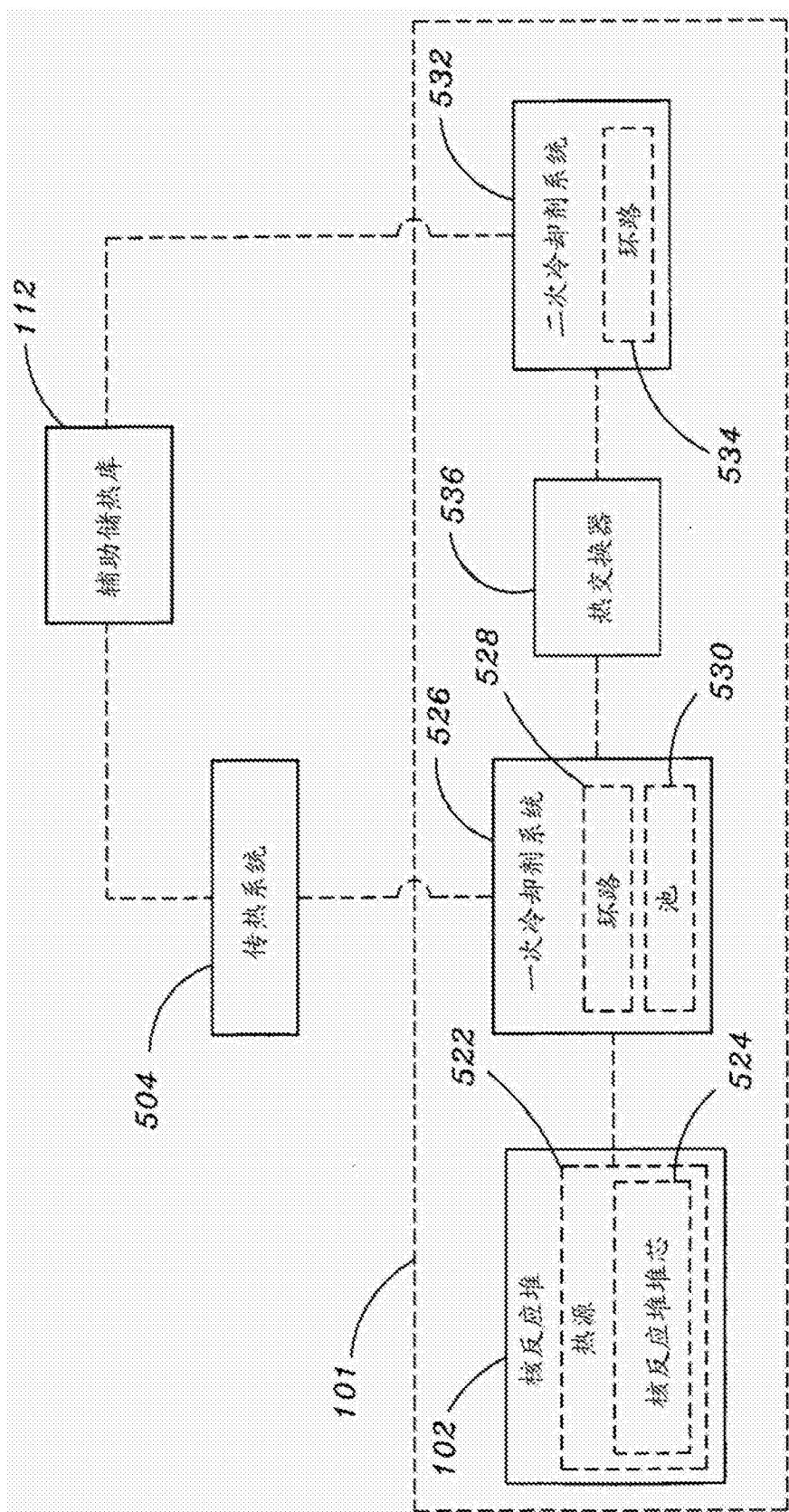


图5D

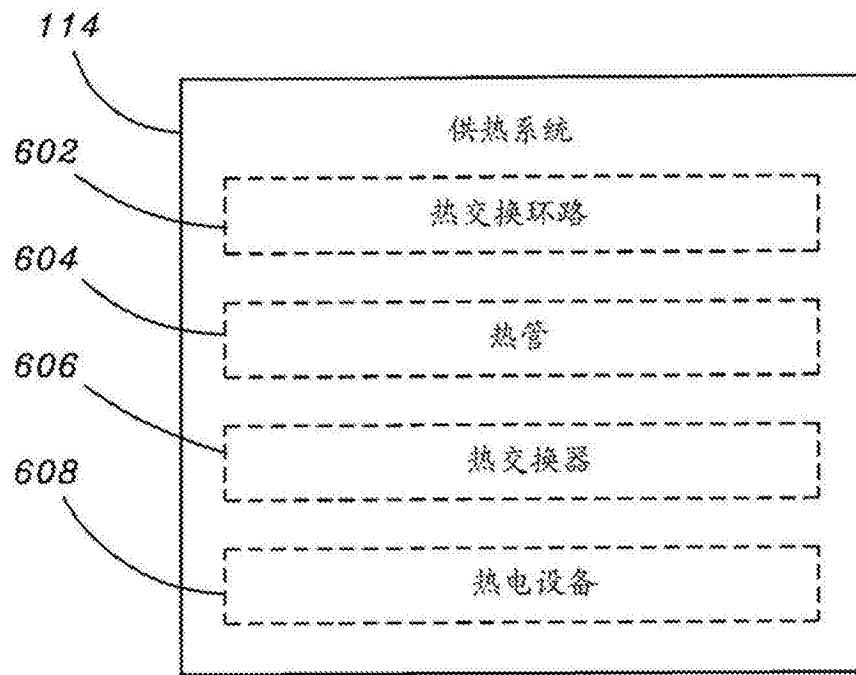


图6

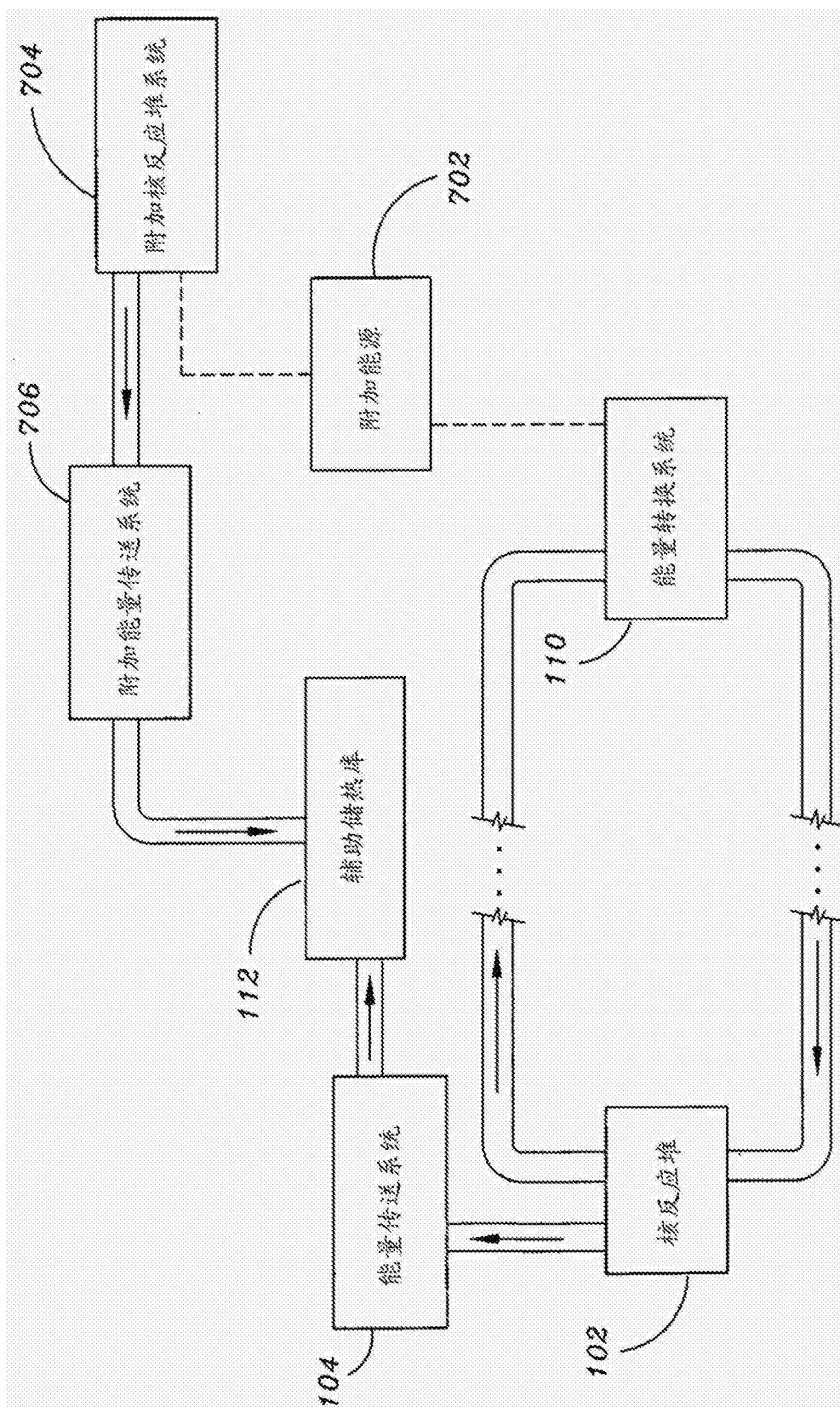


图7

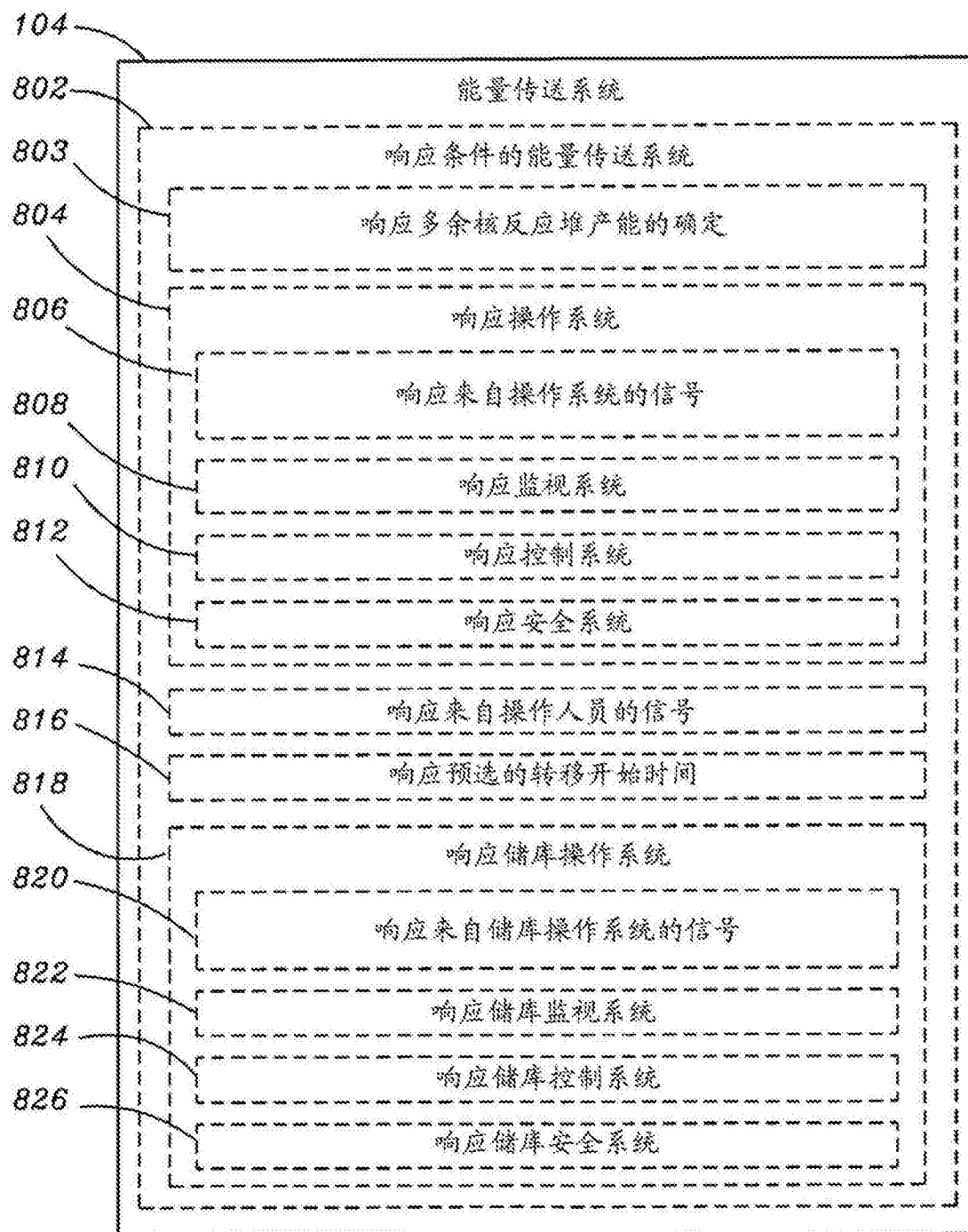


图8A

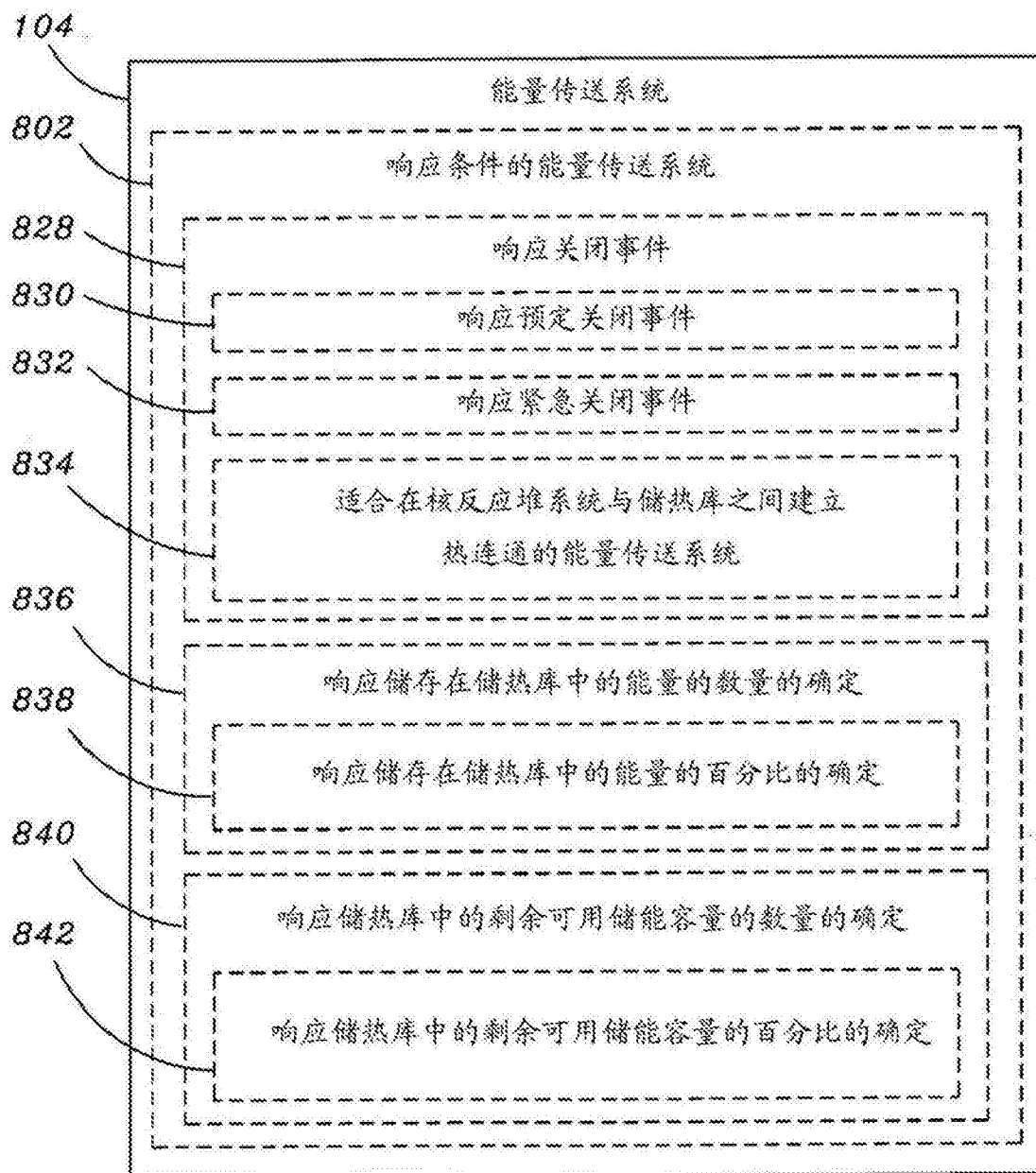


图8B

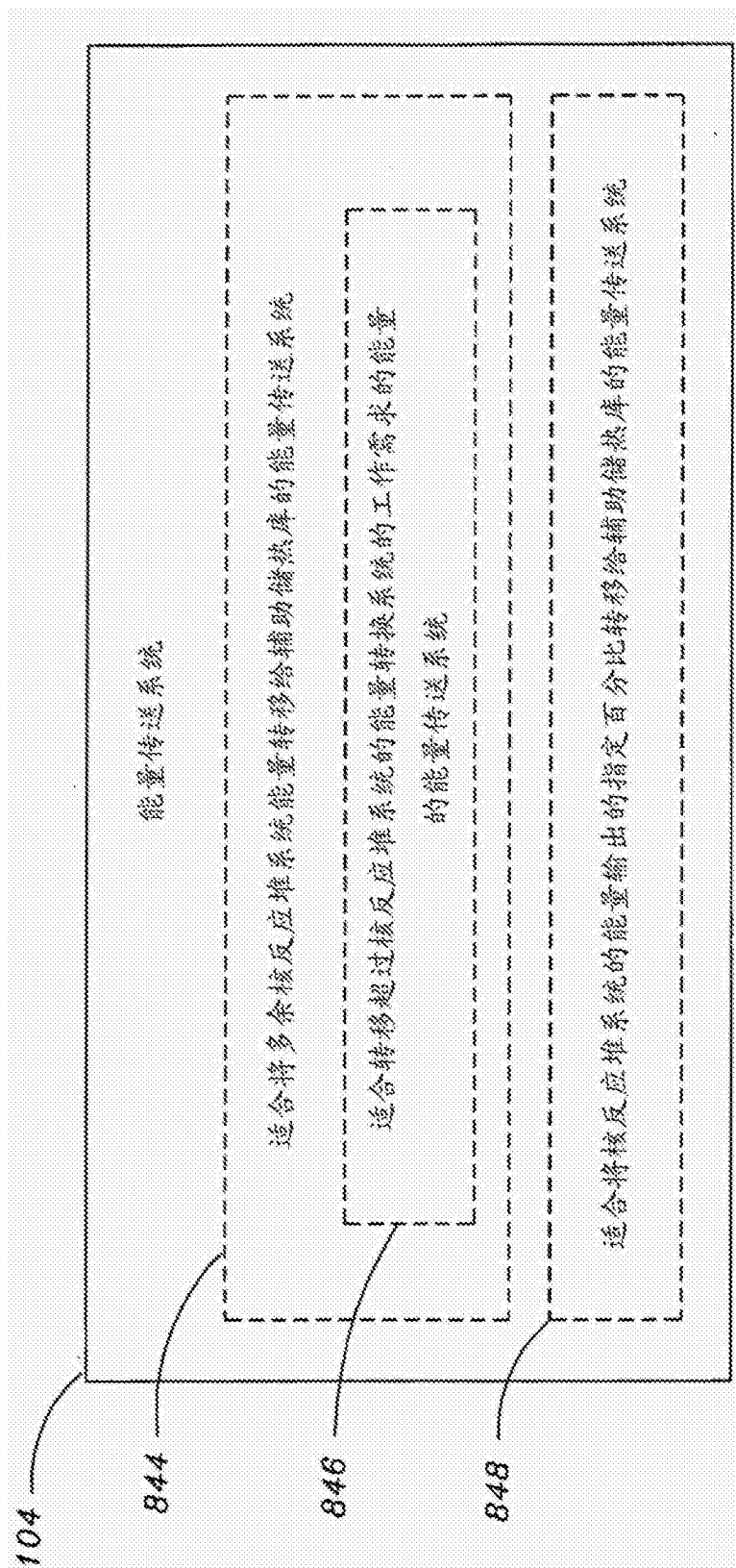


图8C

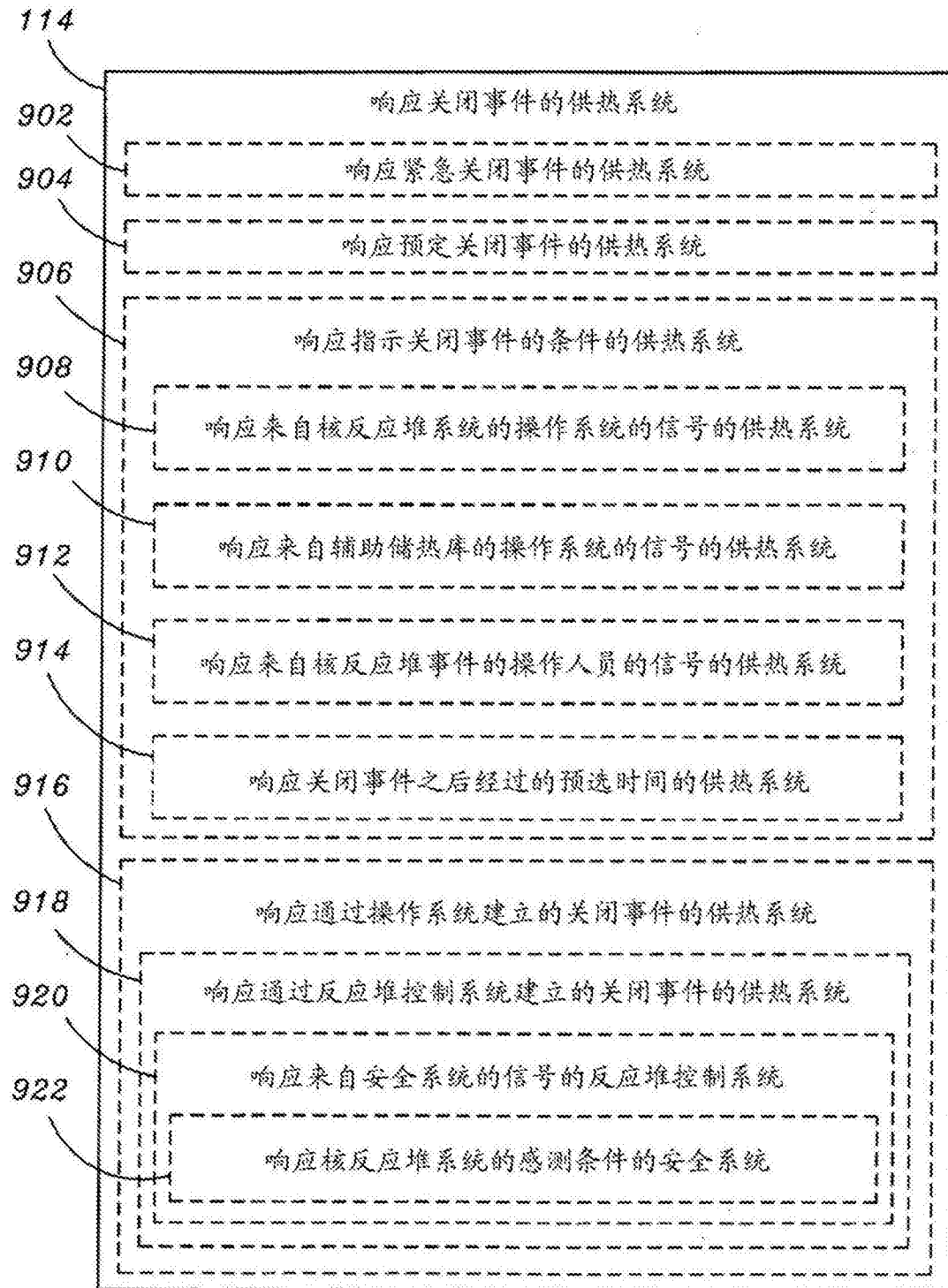


图9A

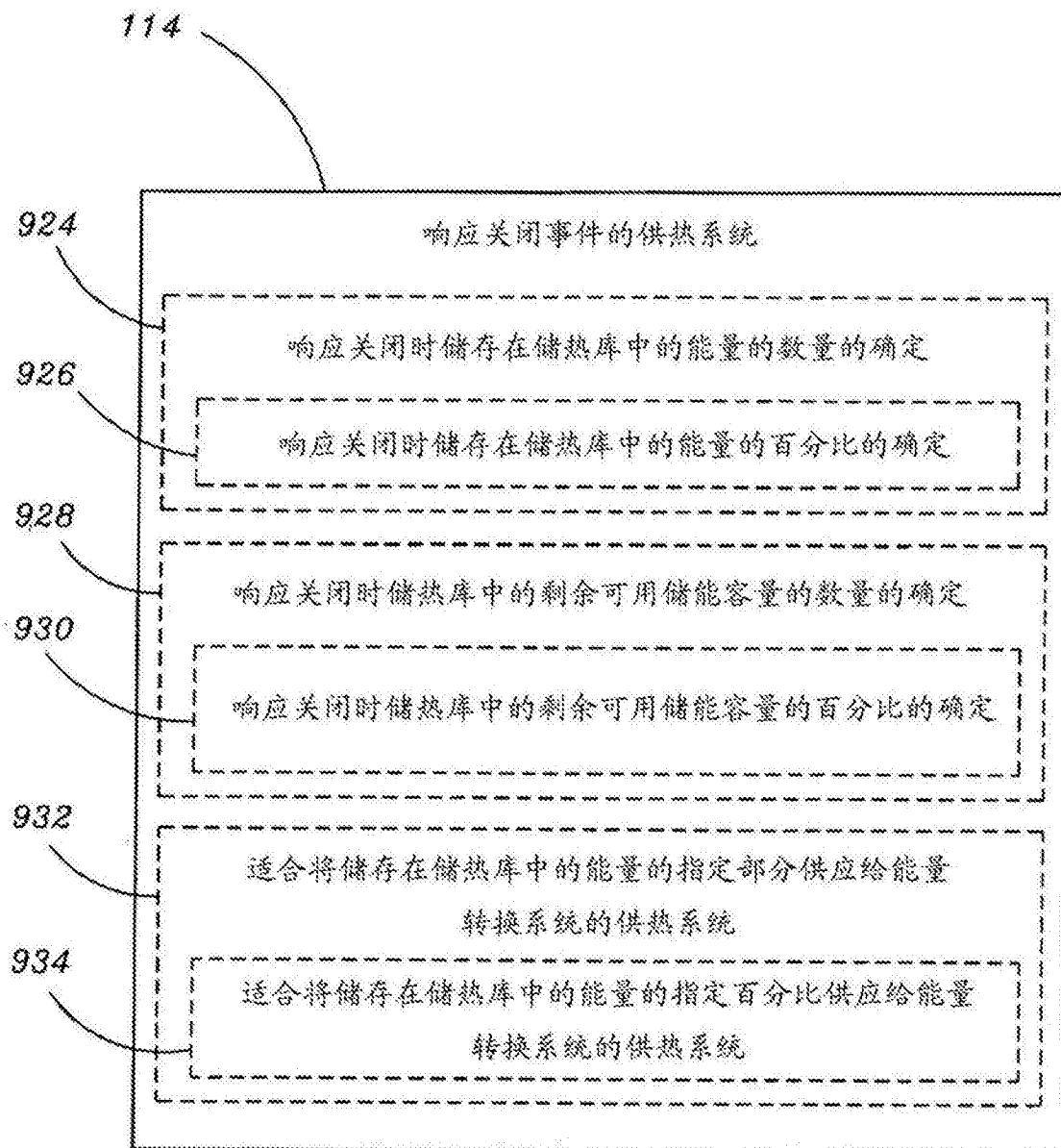


图9B

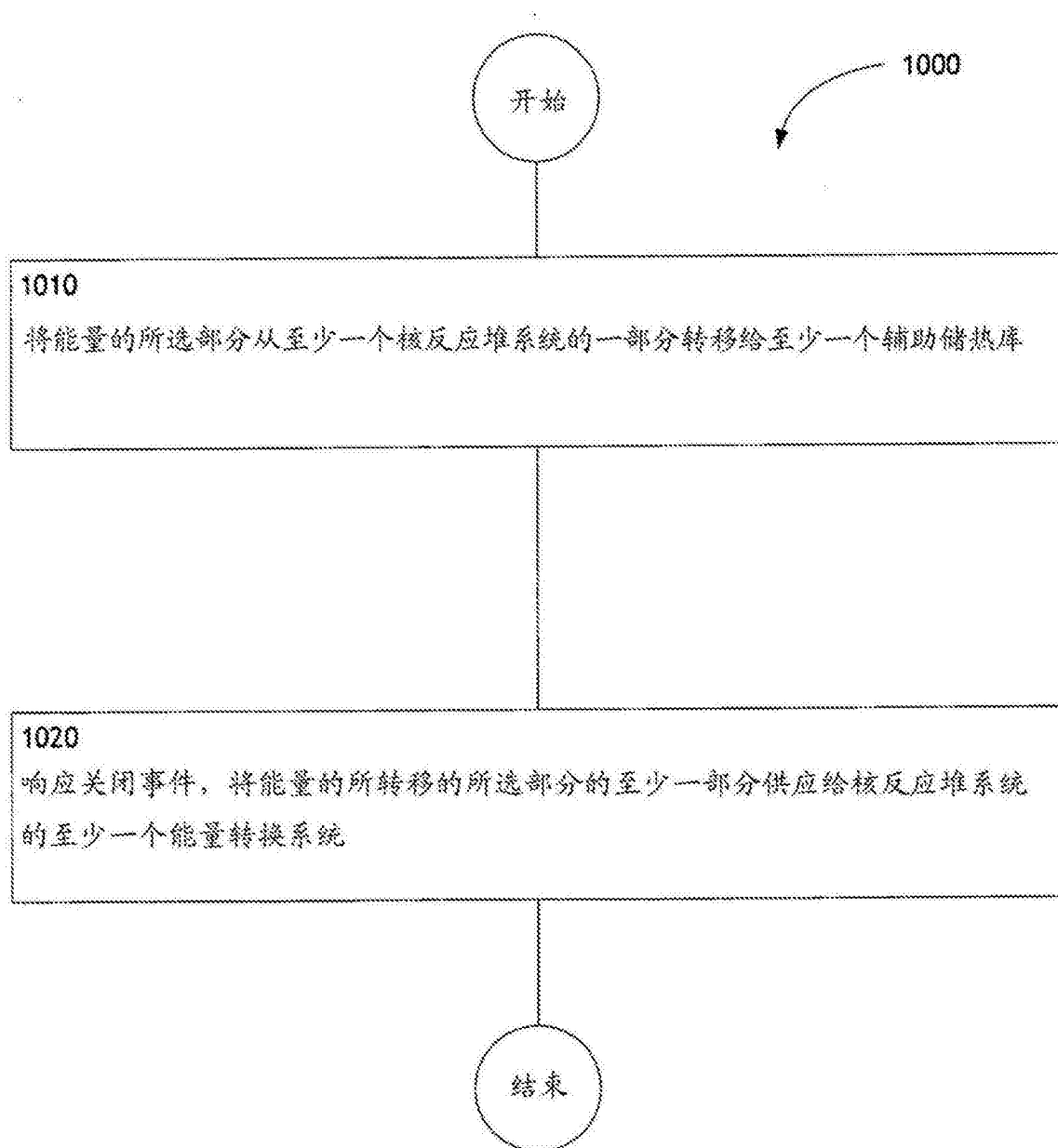


图10

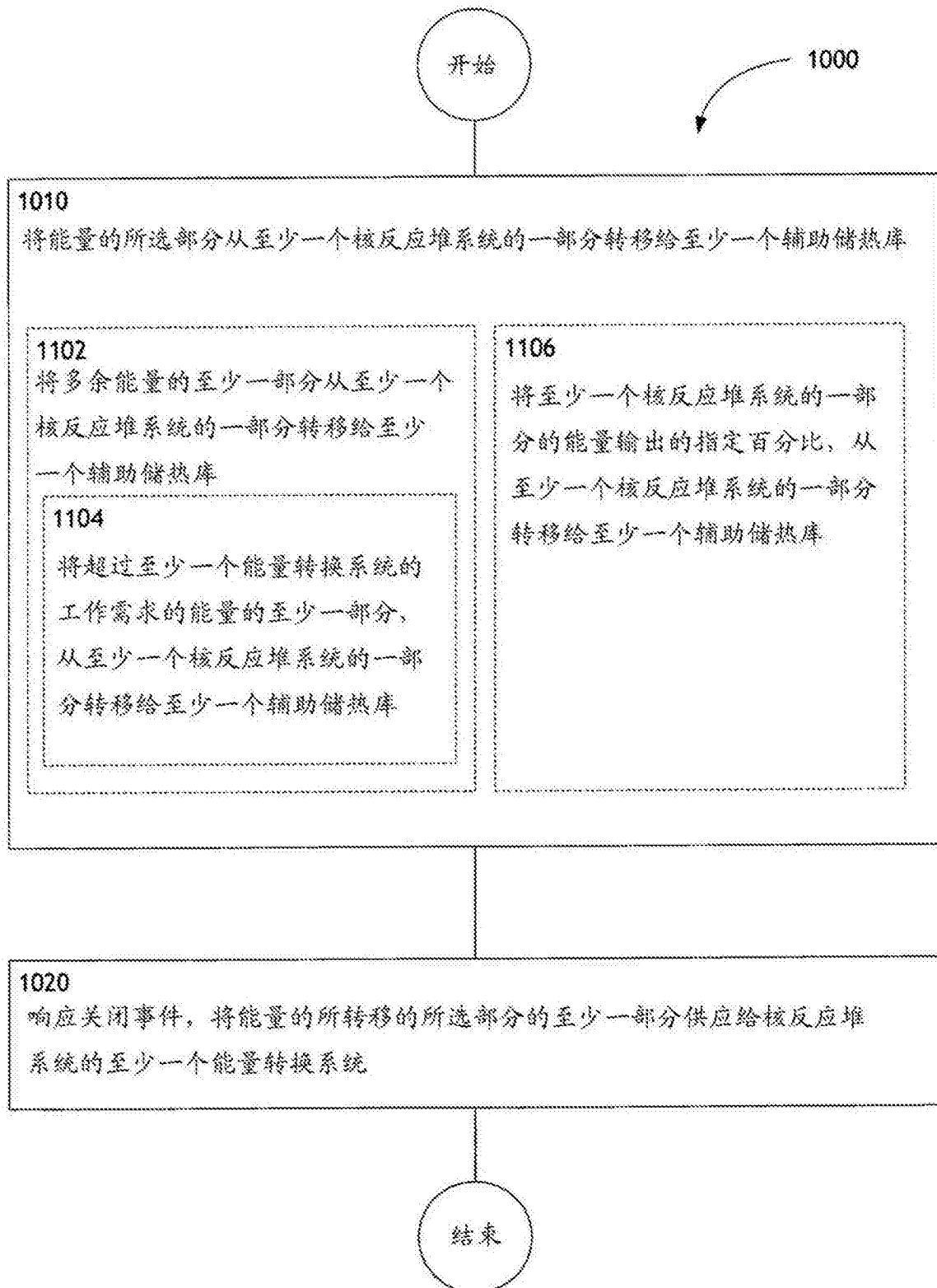


图11

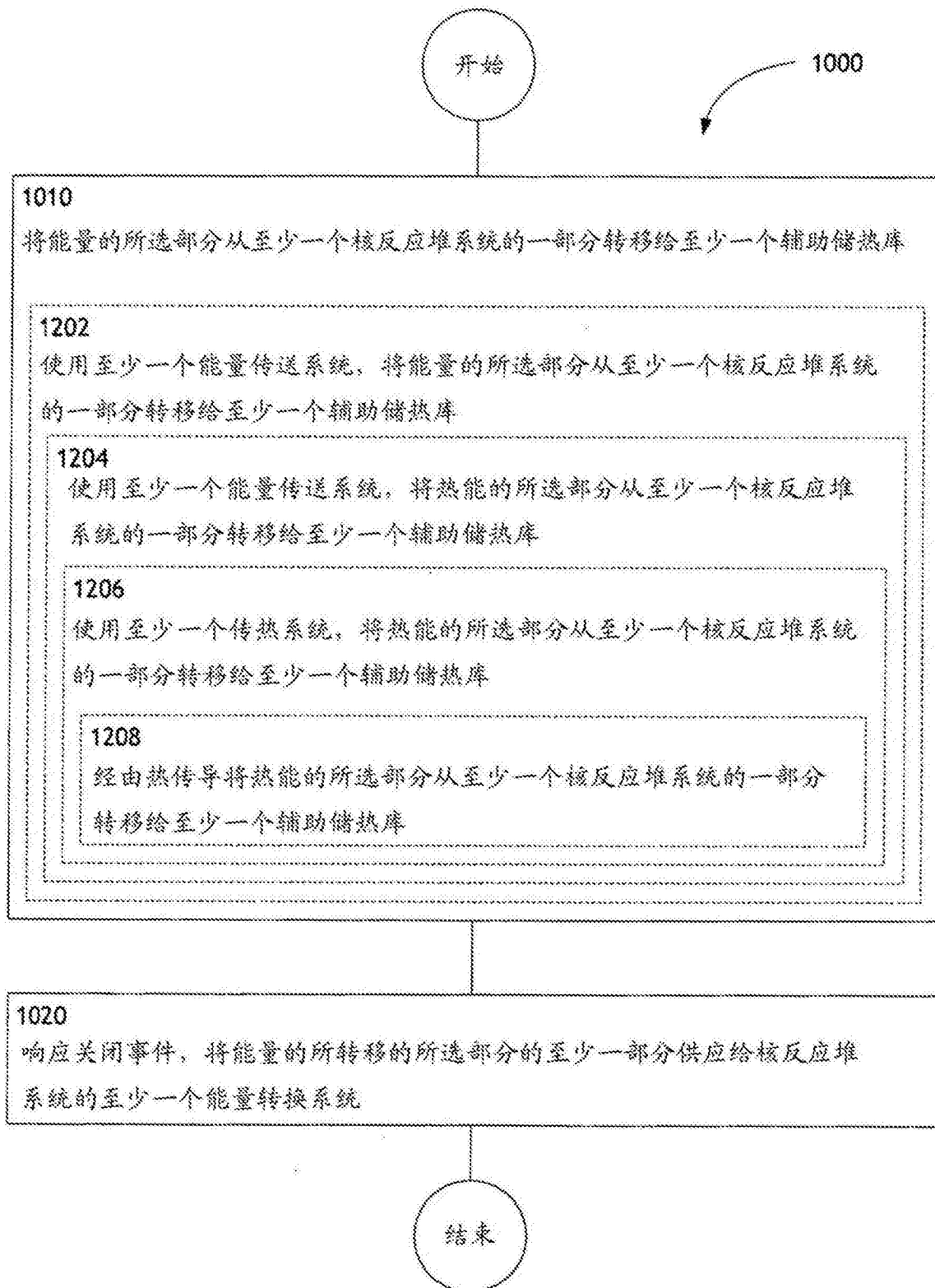


图12

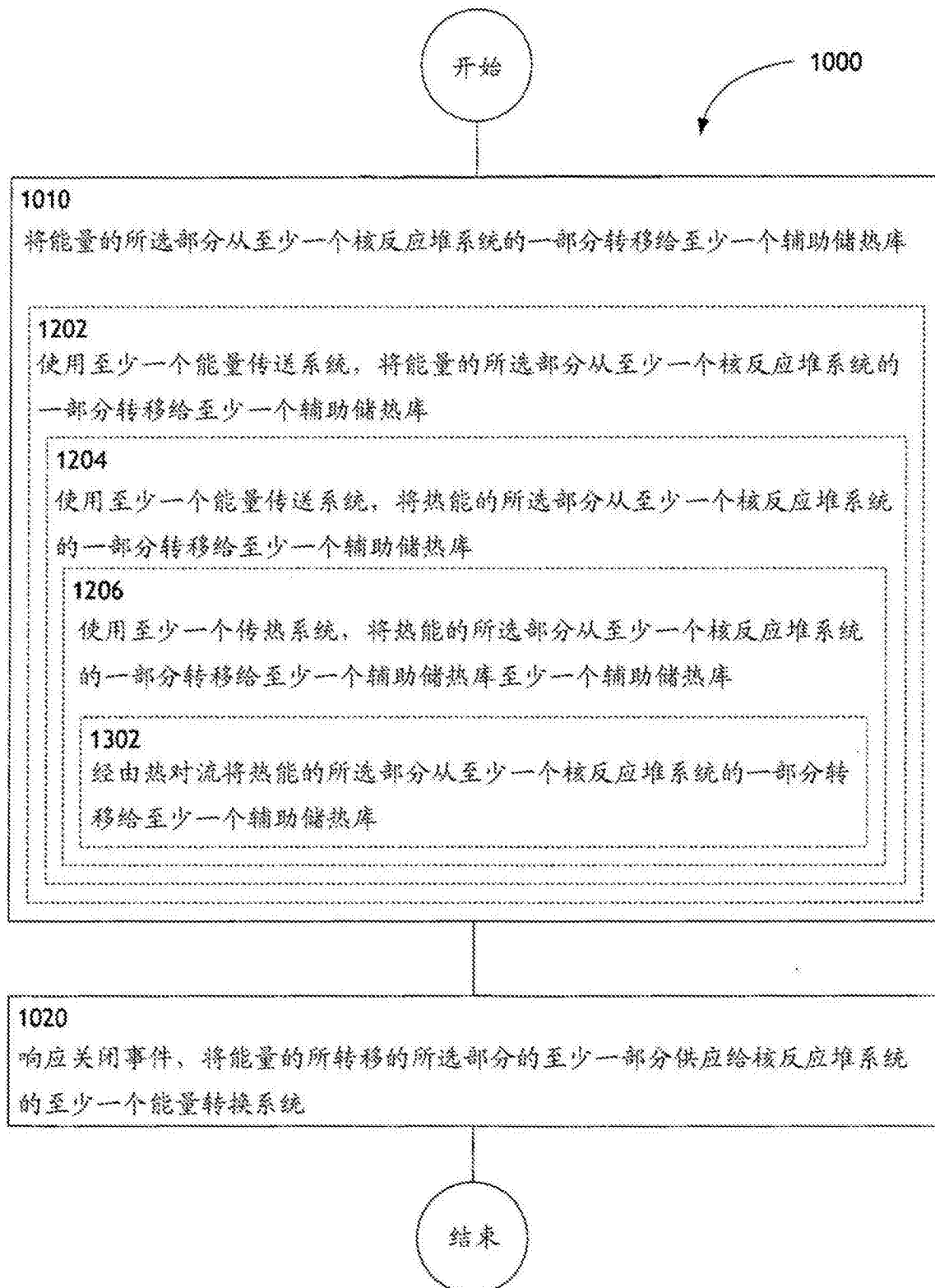


图13

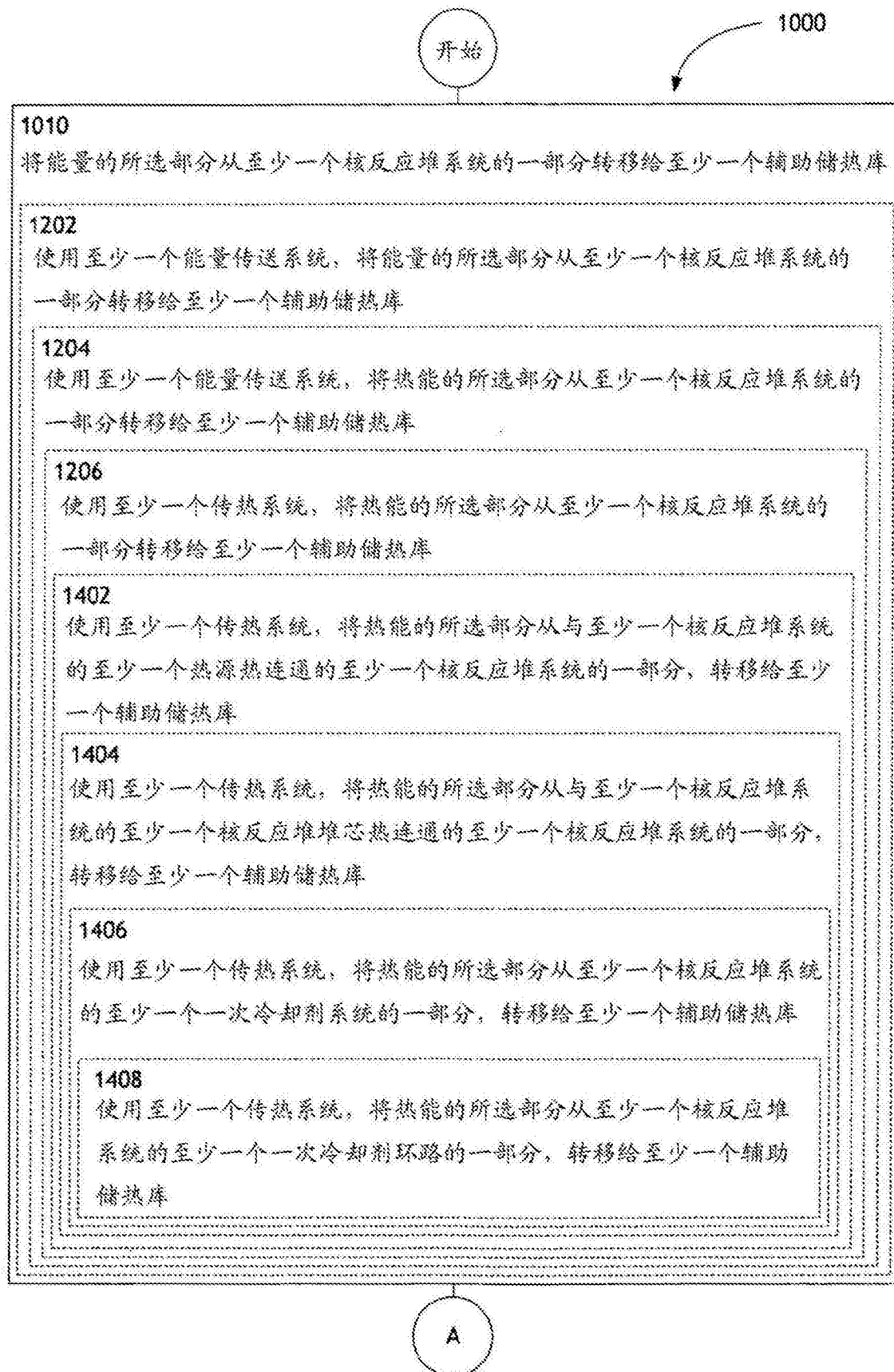


图14A

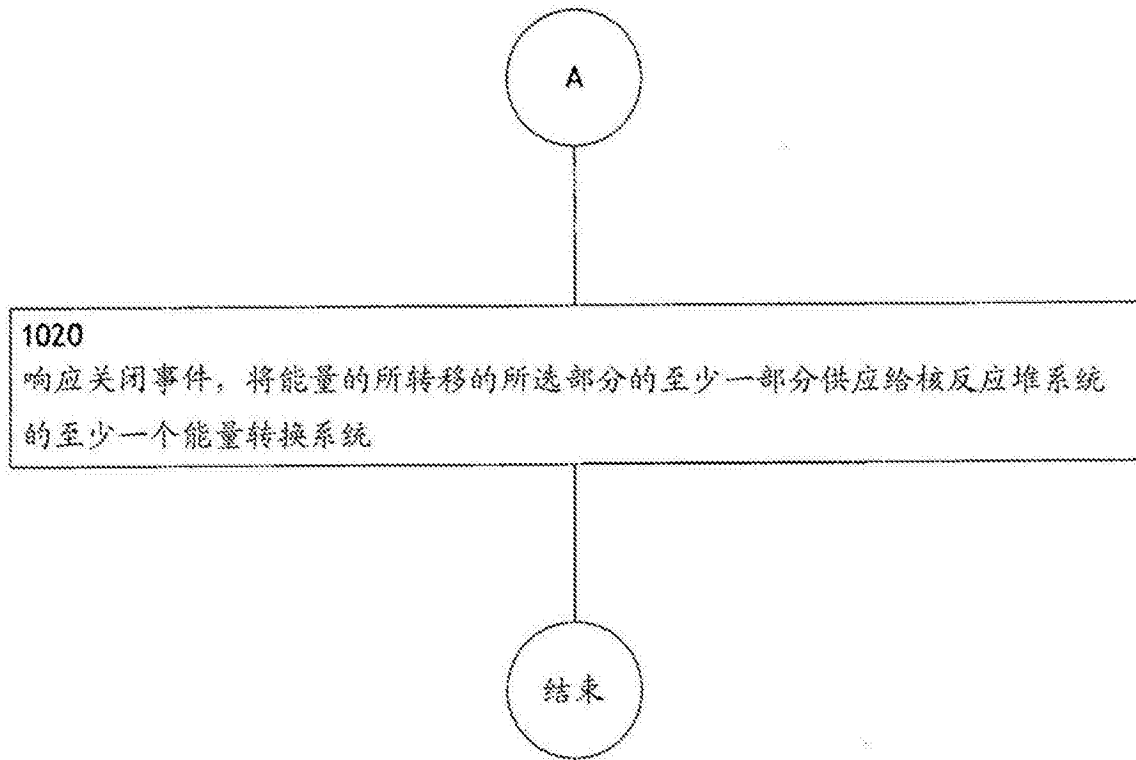


图14B

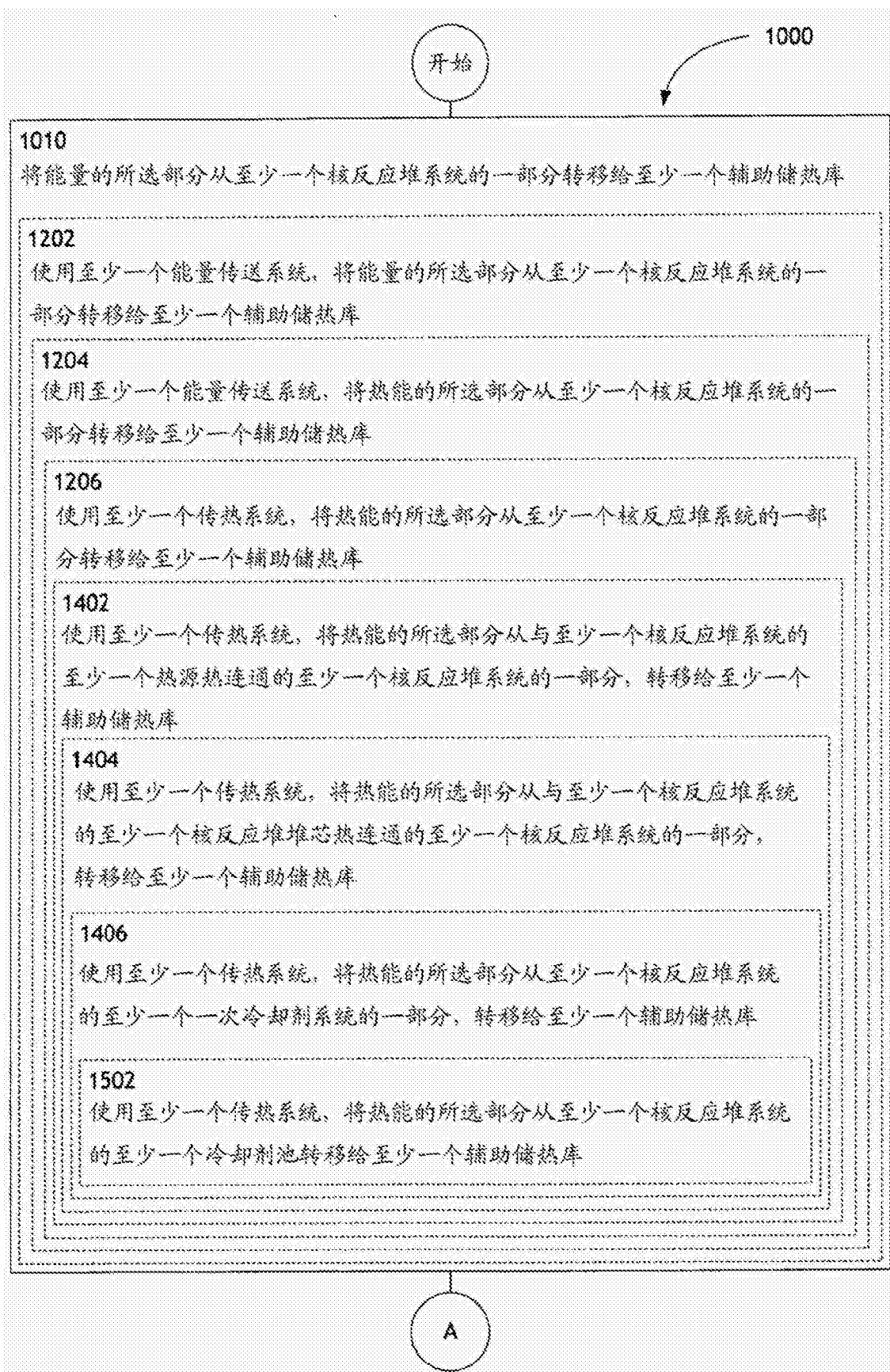


图15A

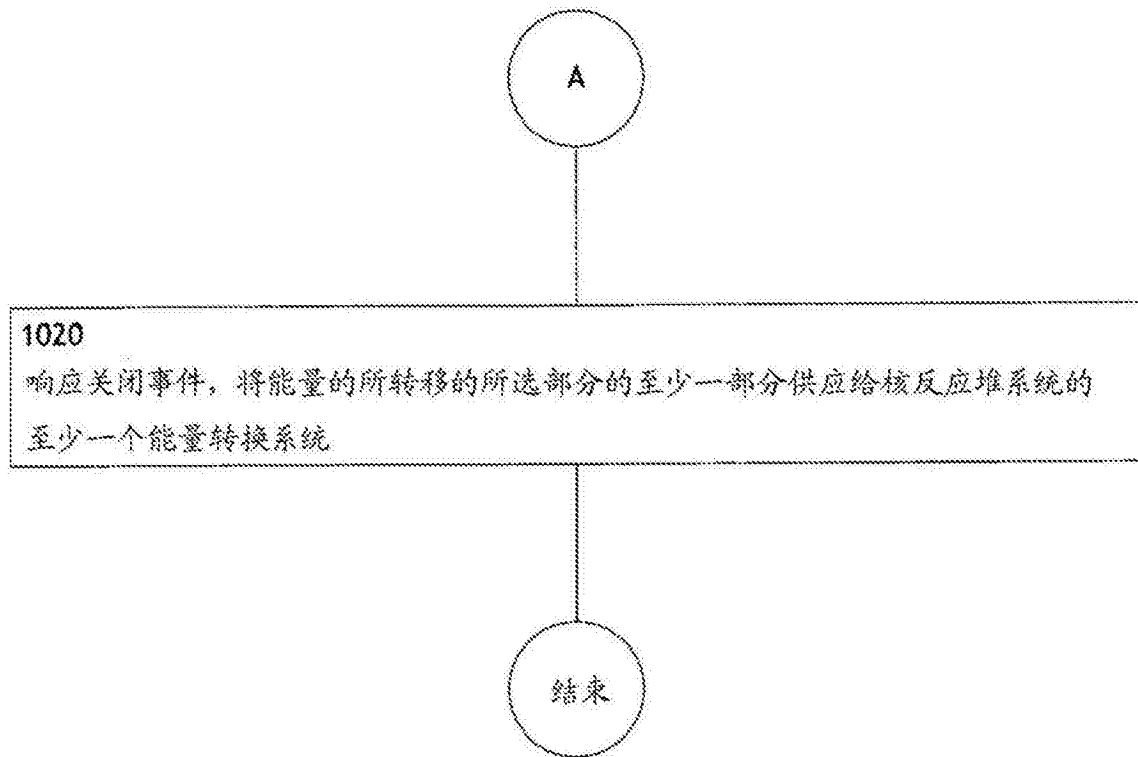


图15B

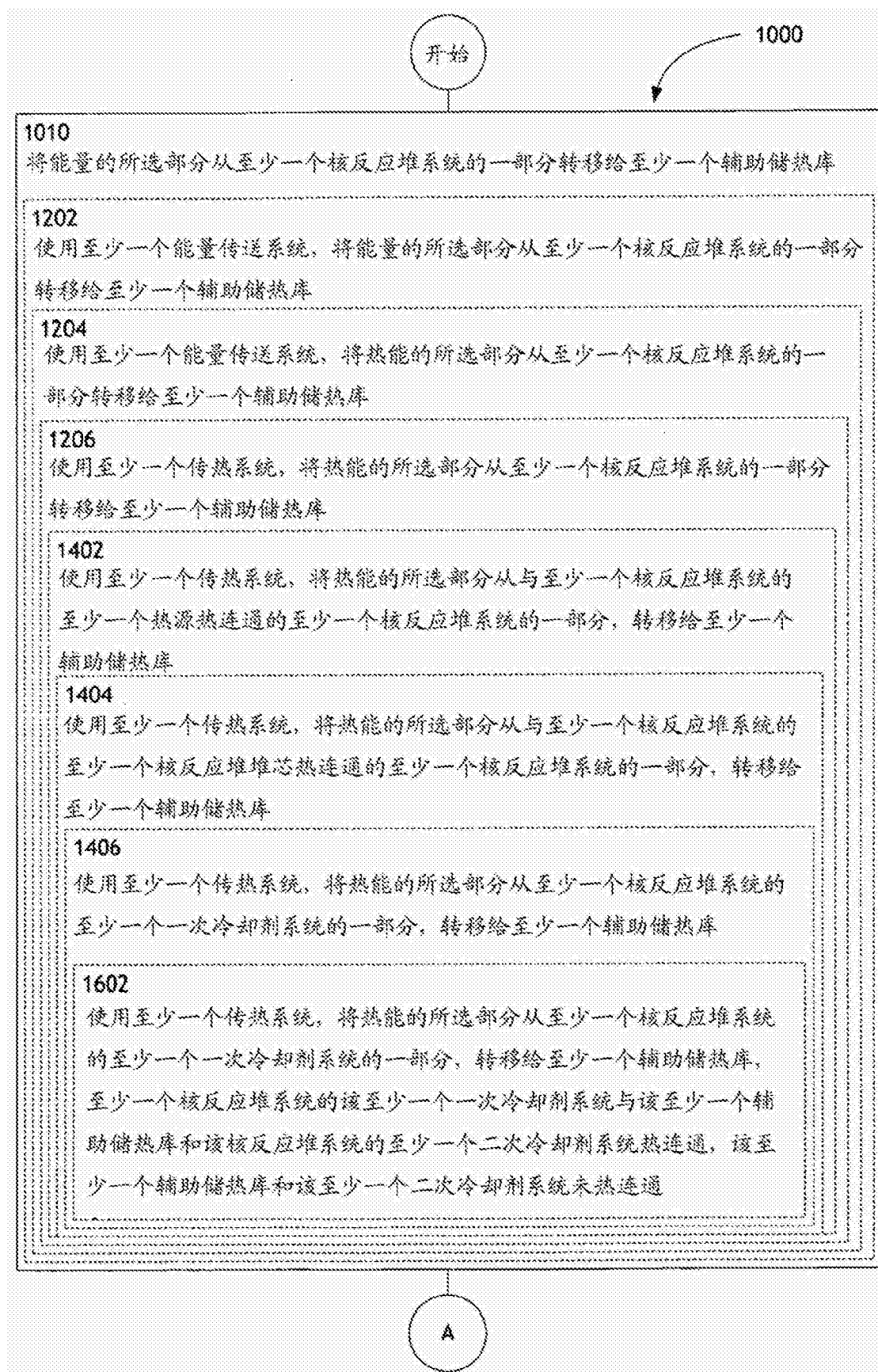


图16A

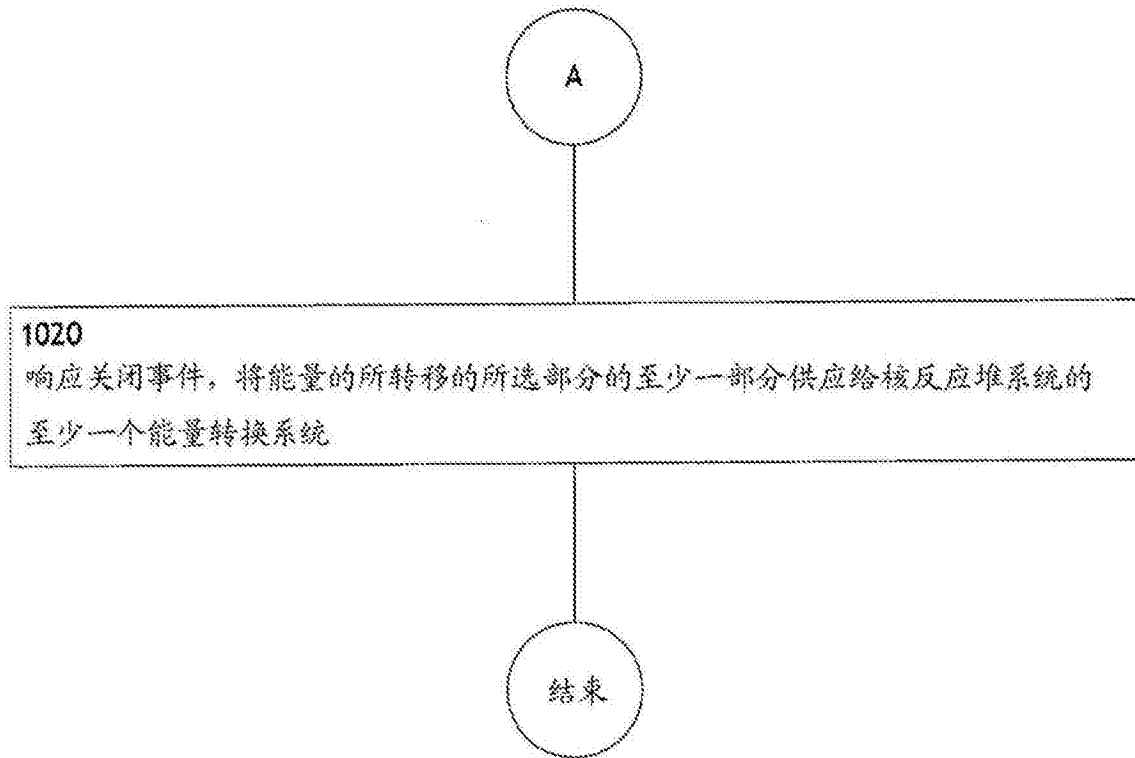


图16B

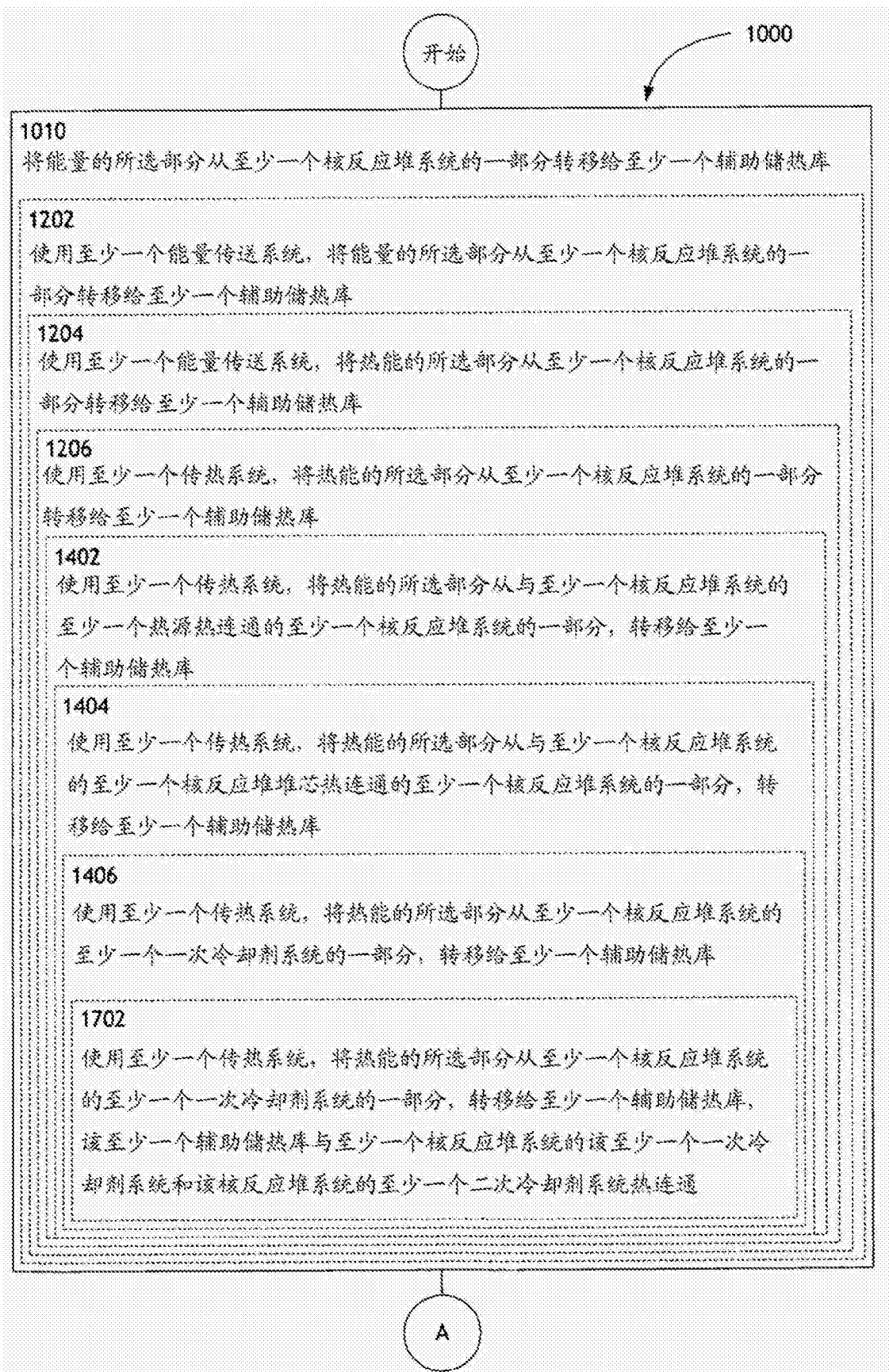


图17A

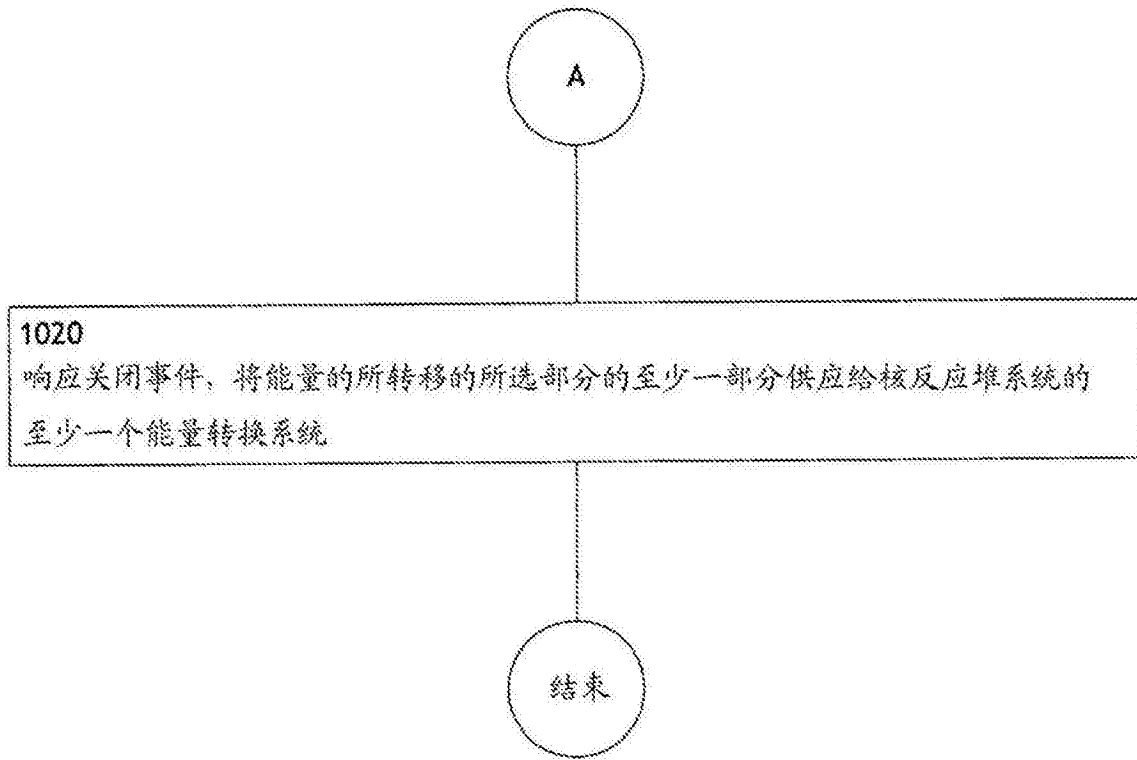


图17B

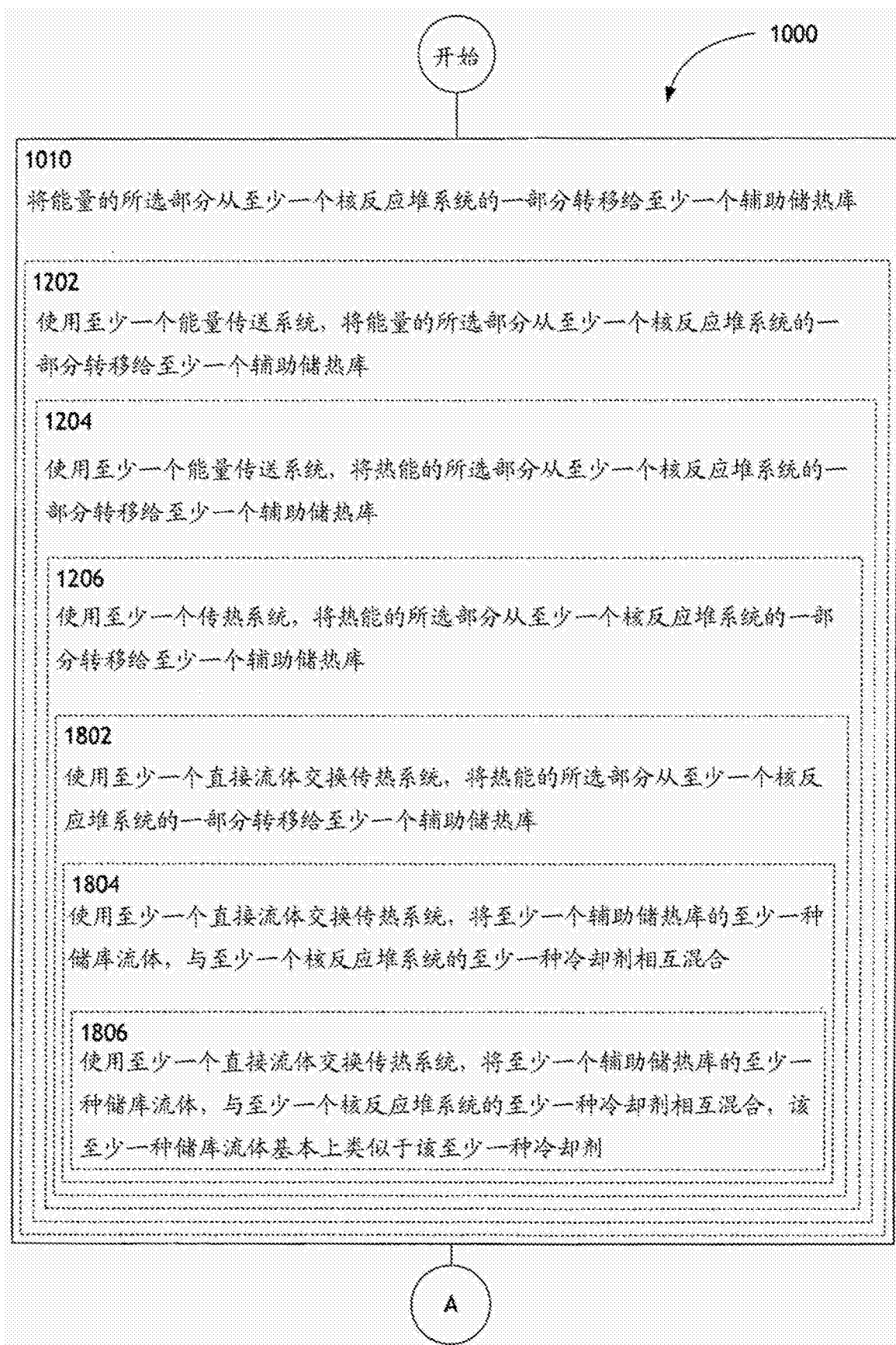


图18A

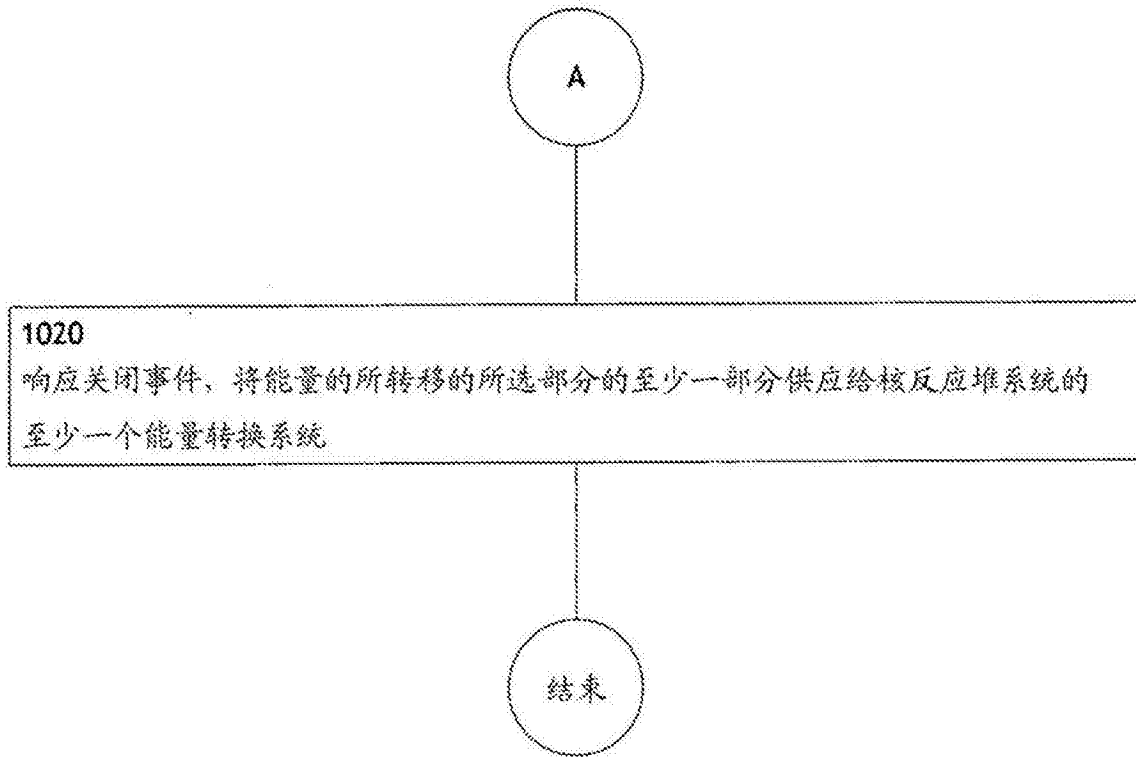


图18B

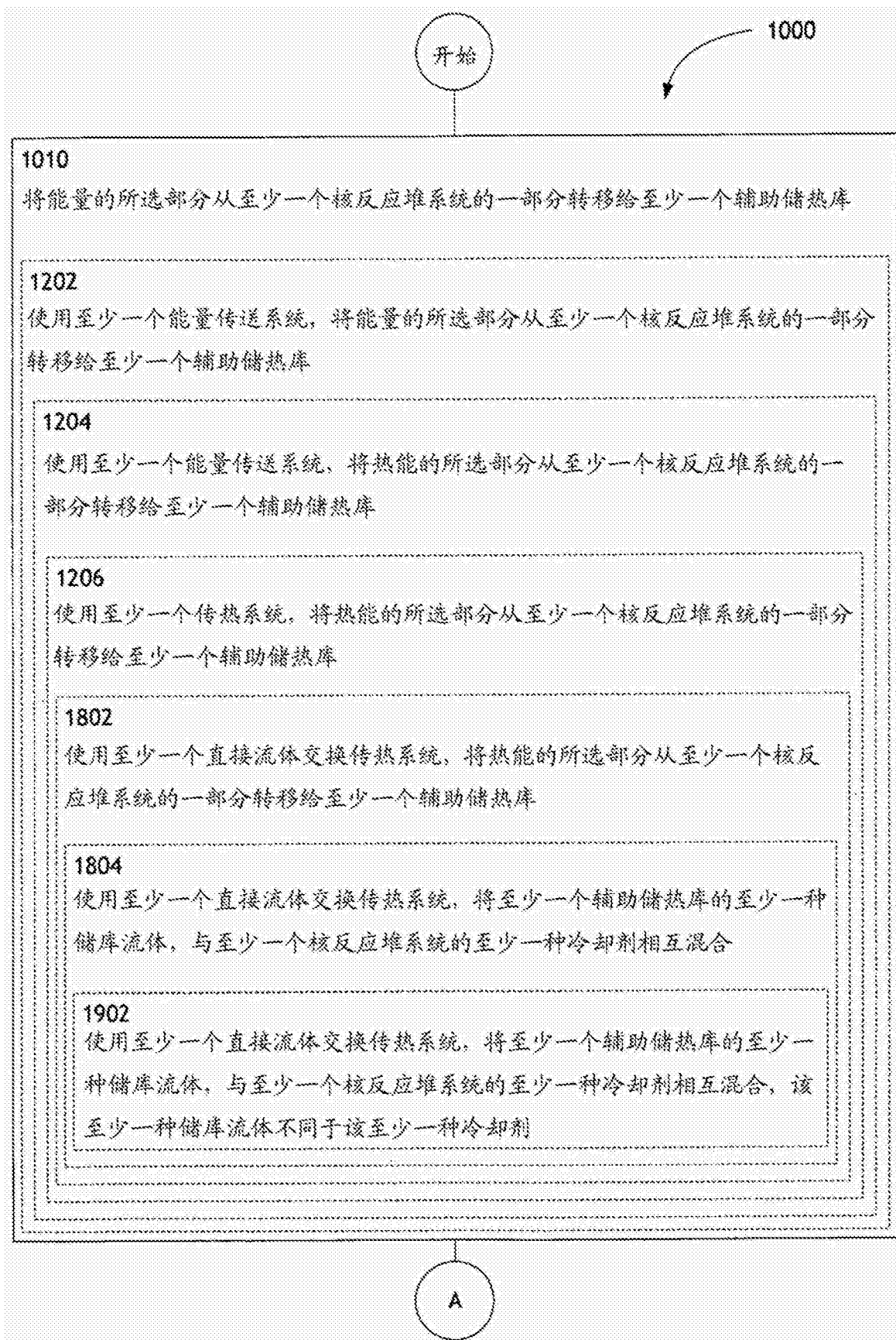


图19A

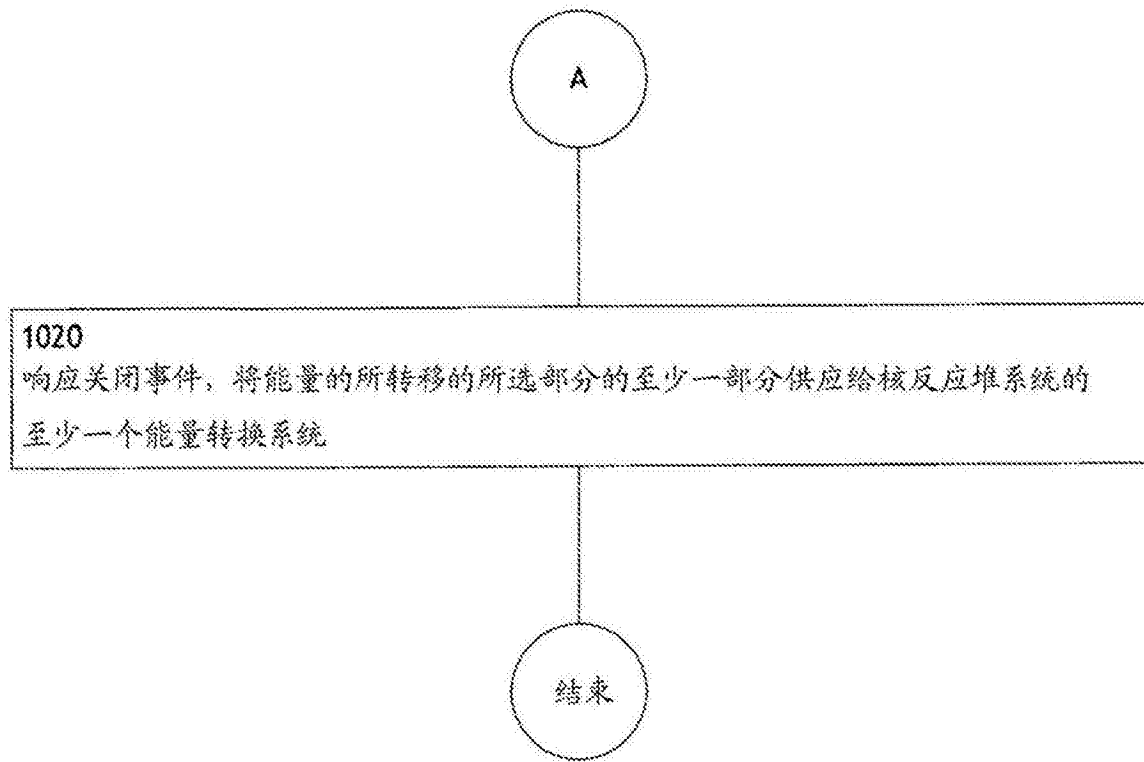


图19B

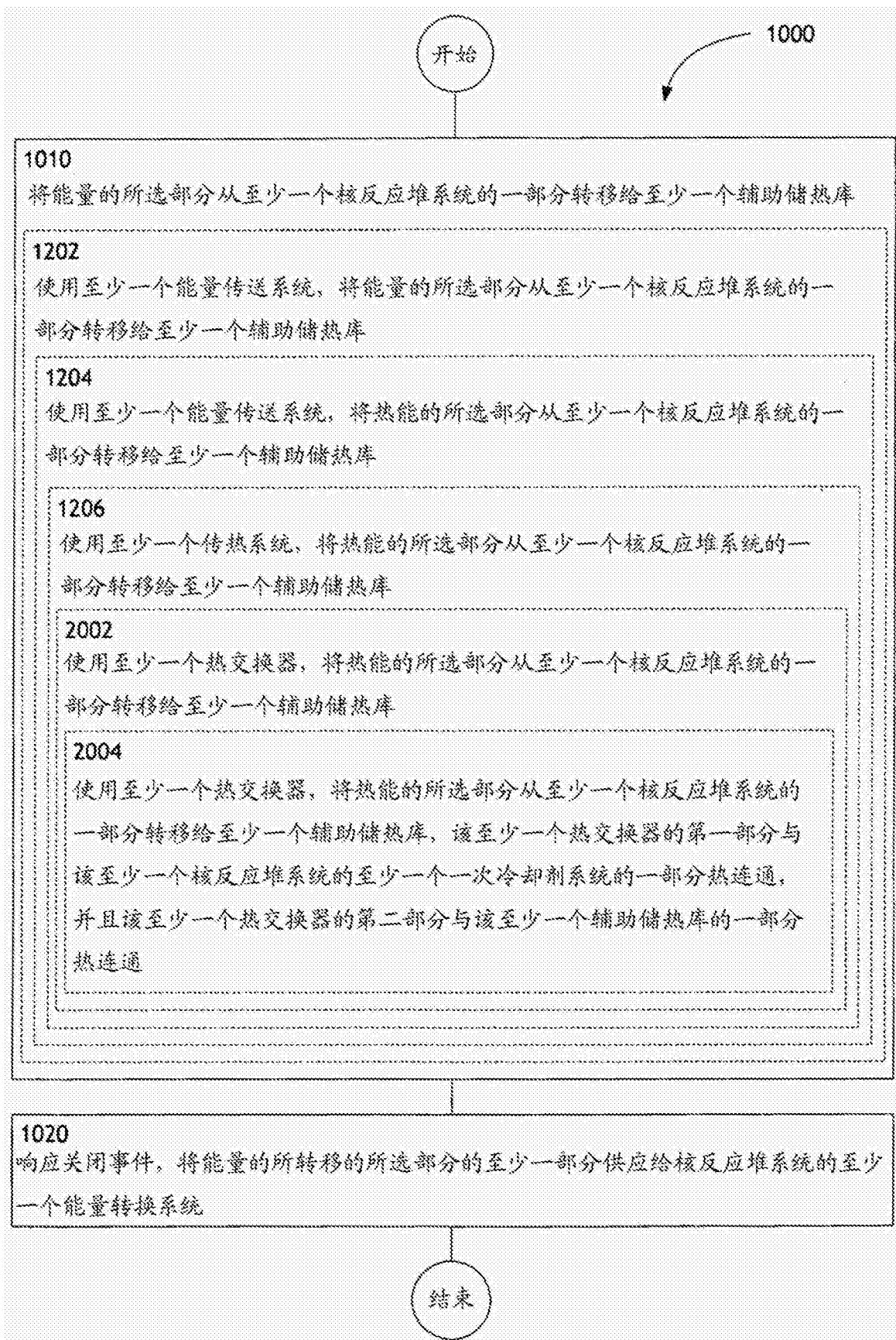


图20

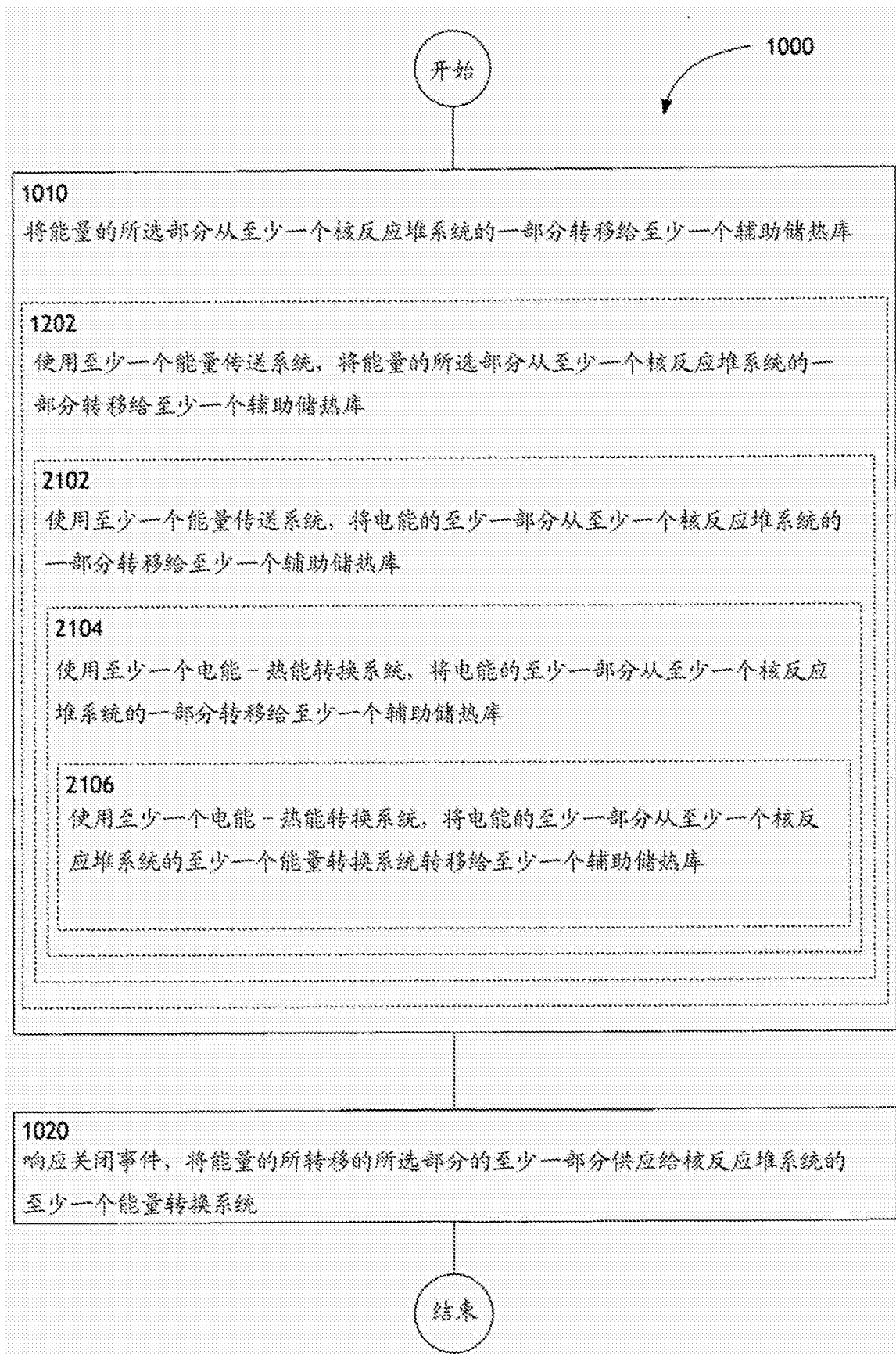


图21

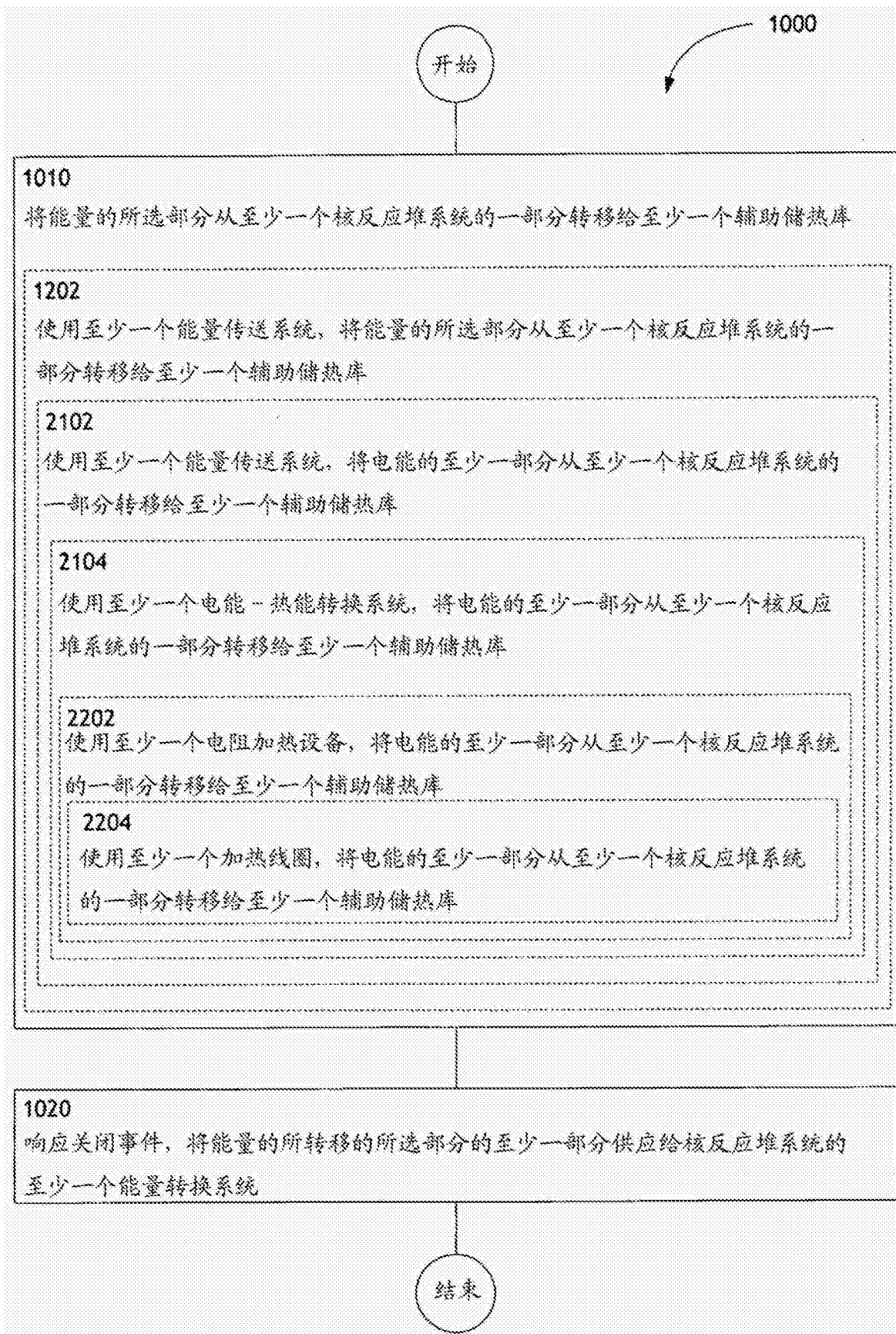


图22

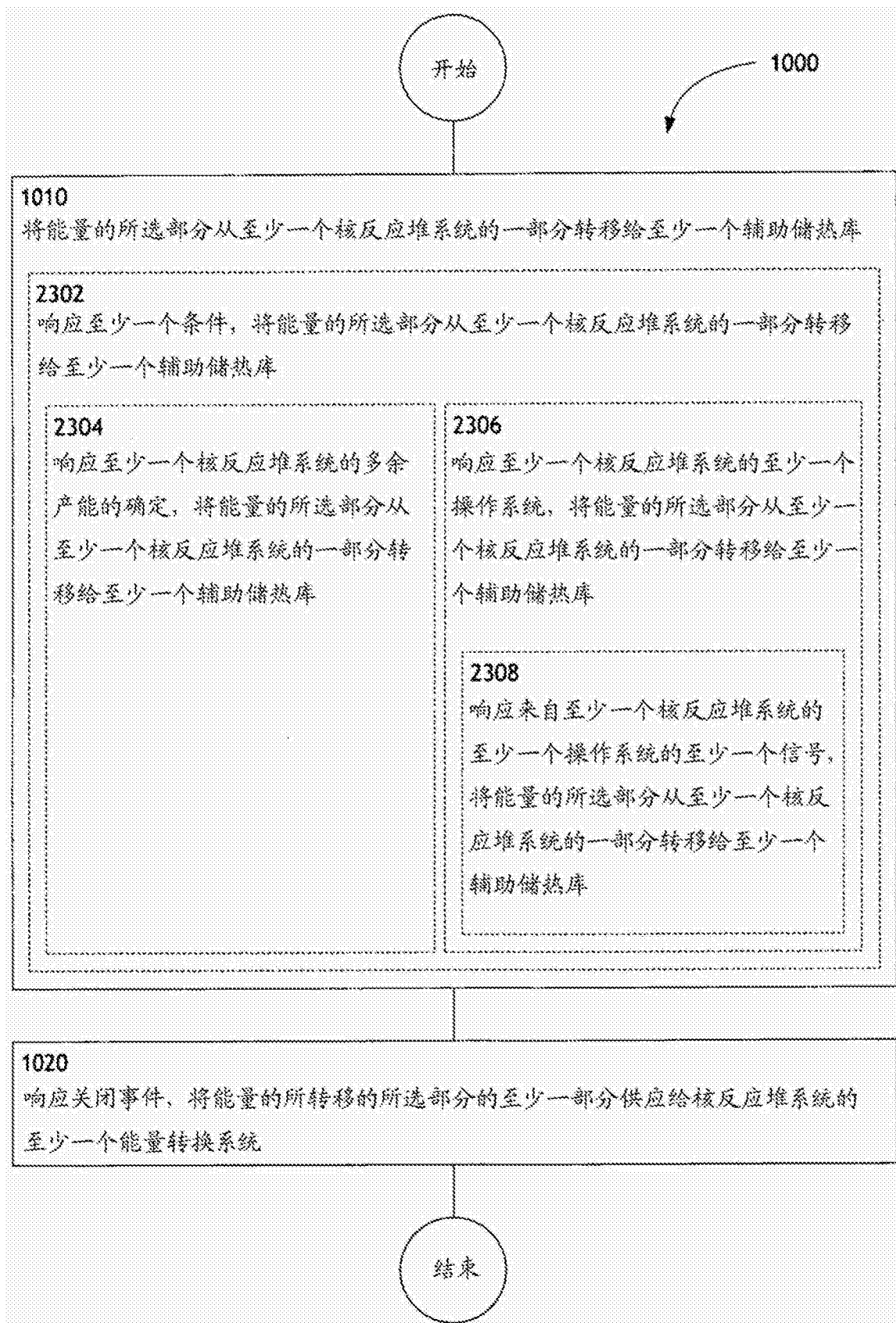


图23

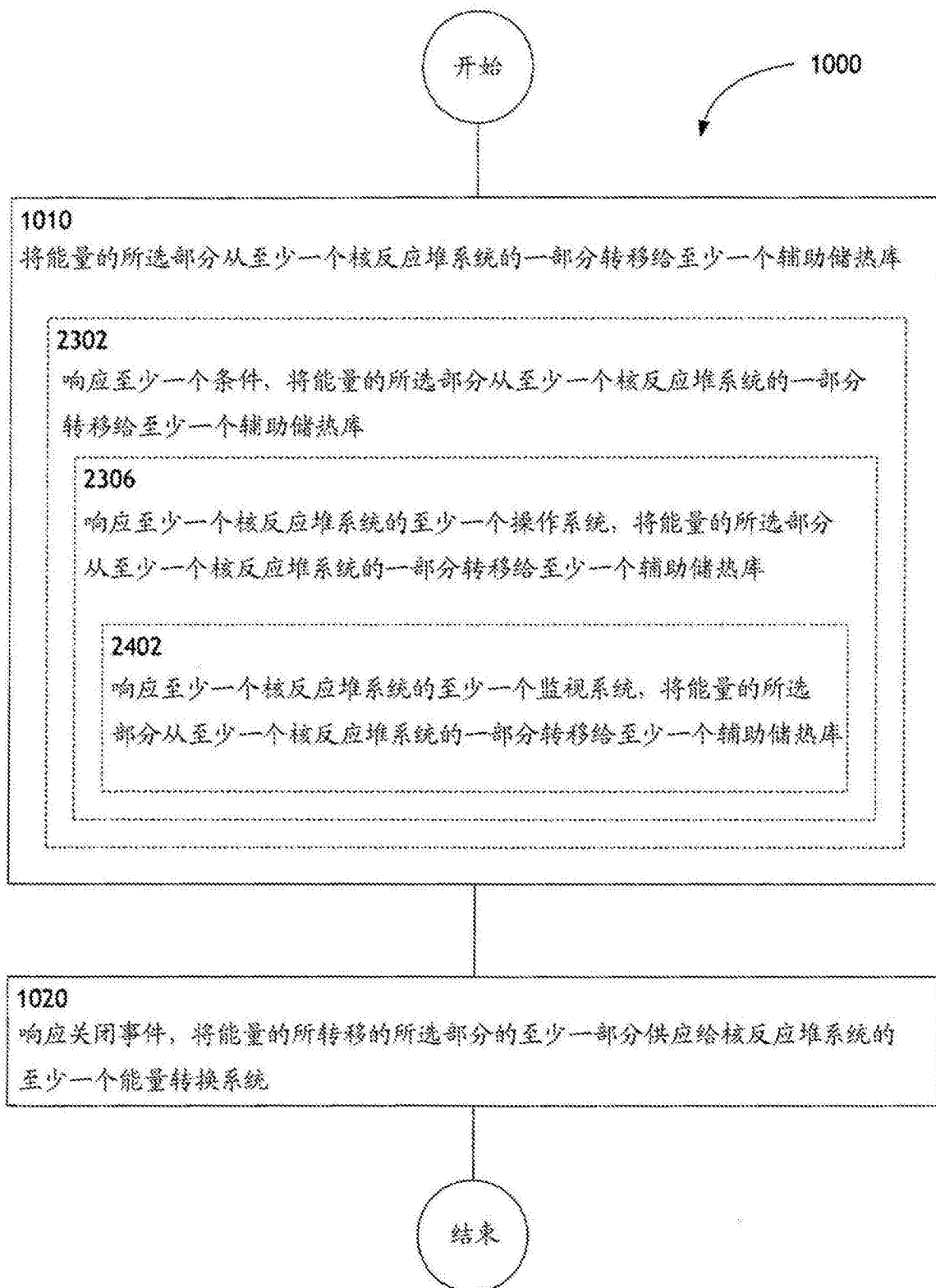


图24

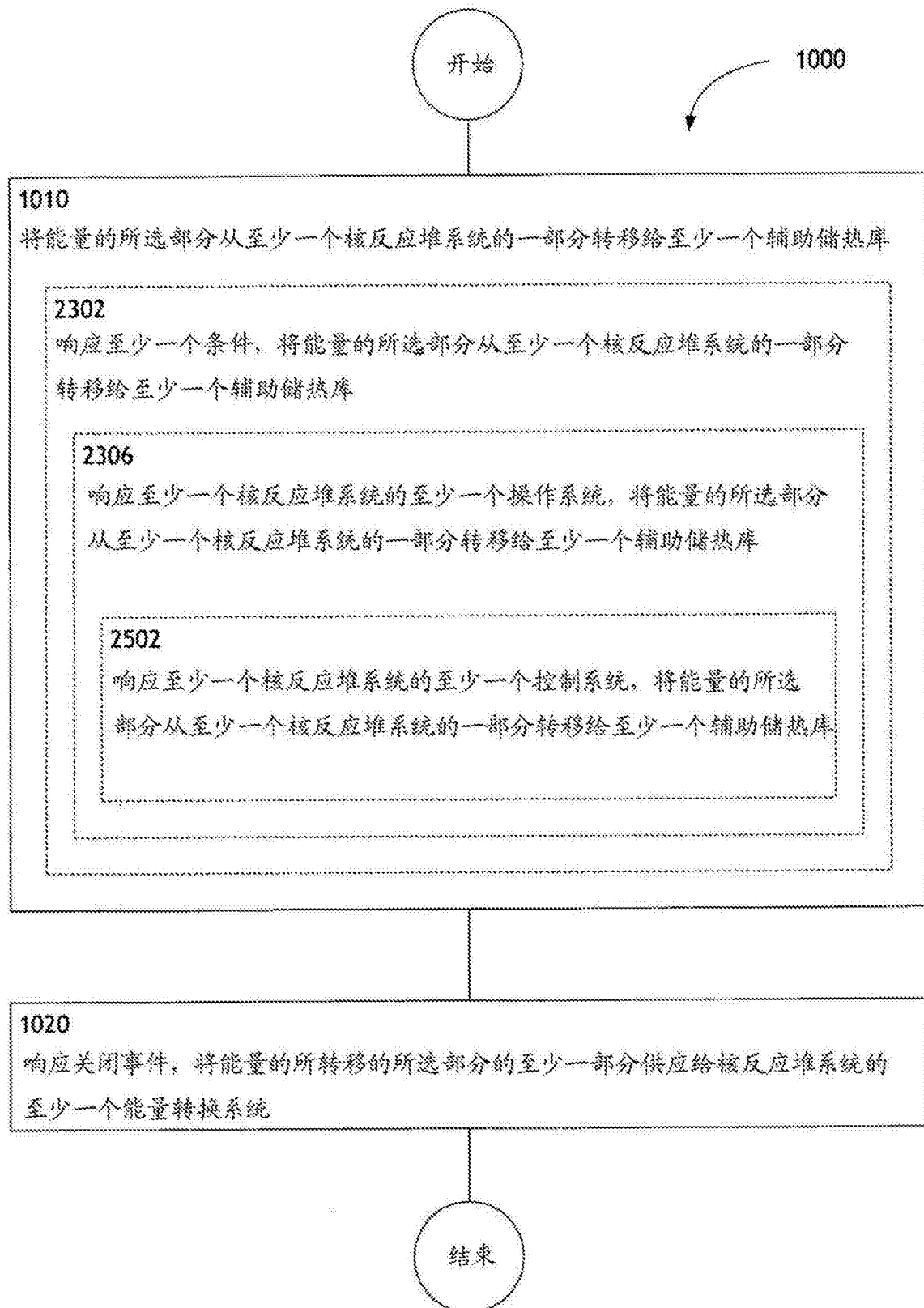


图25

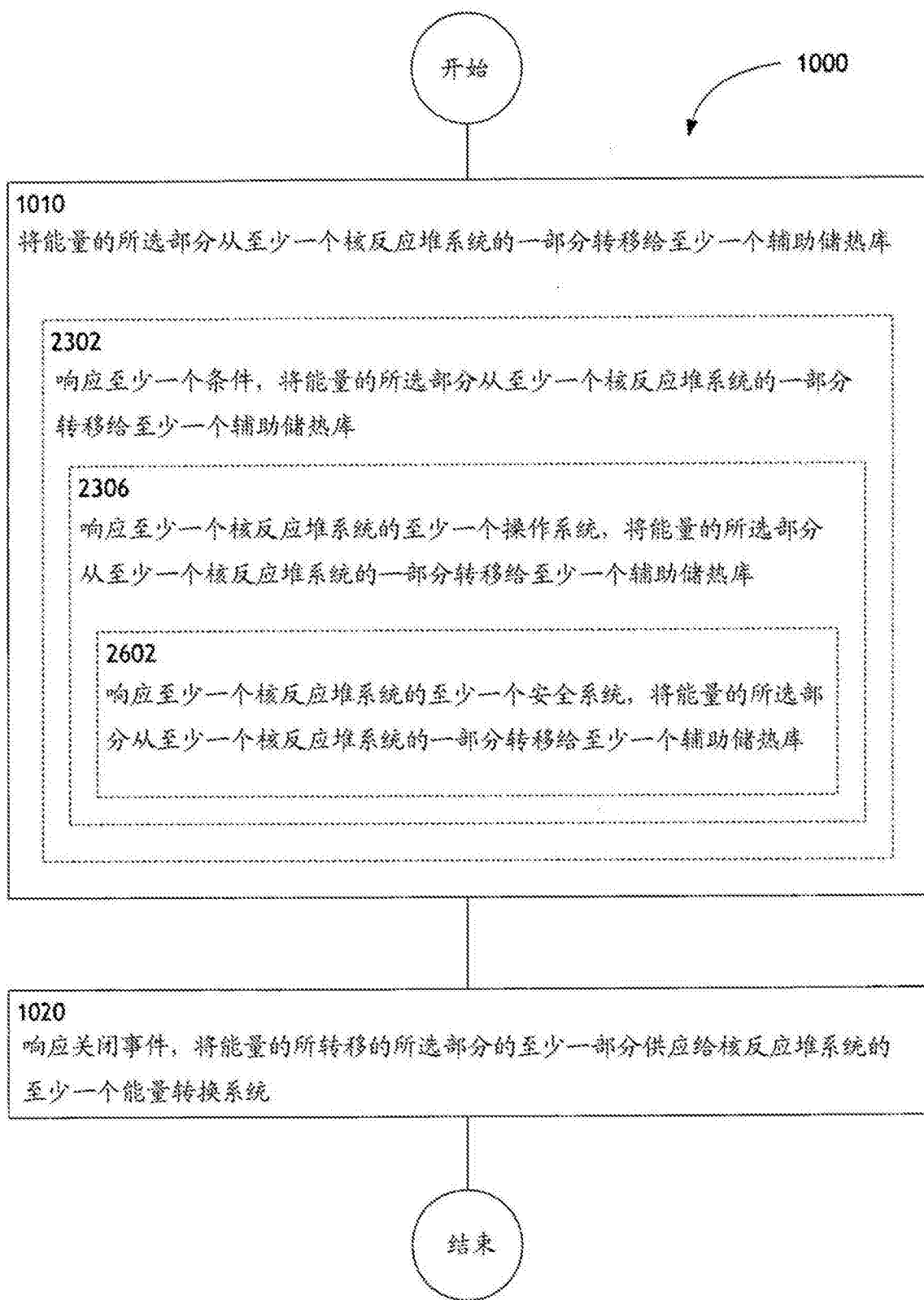


图26

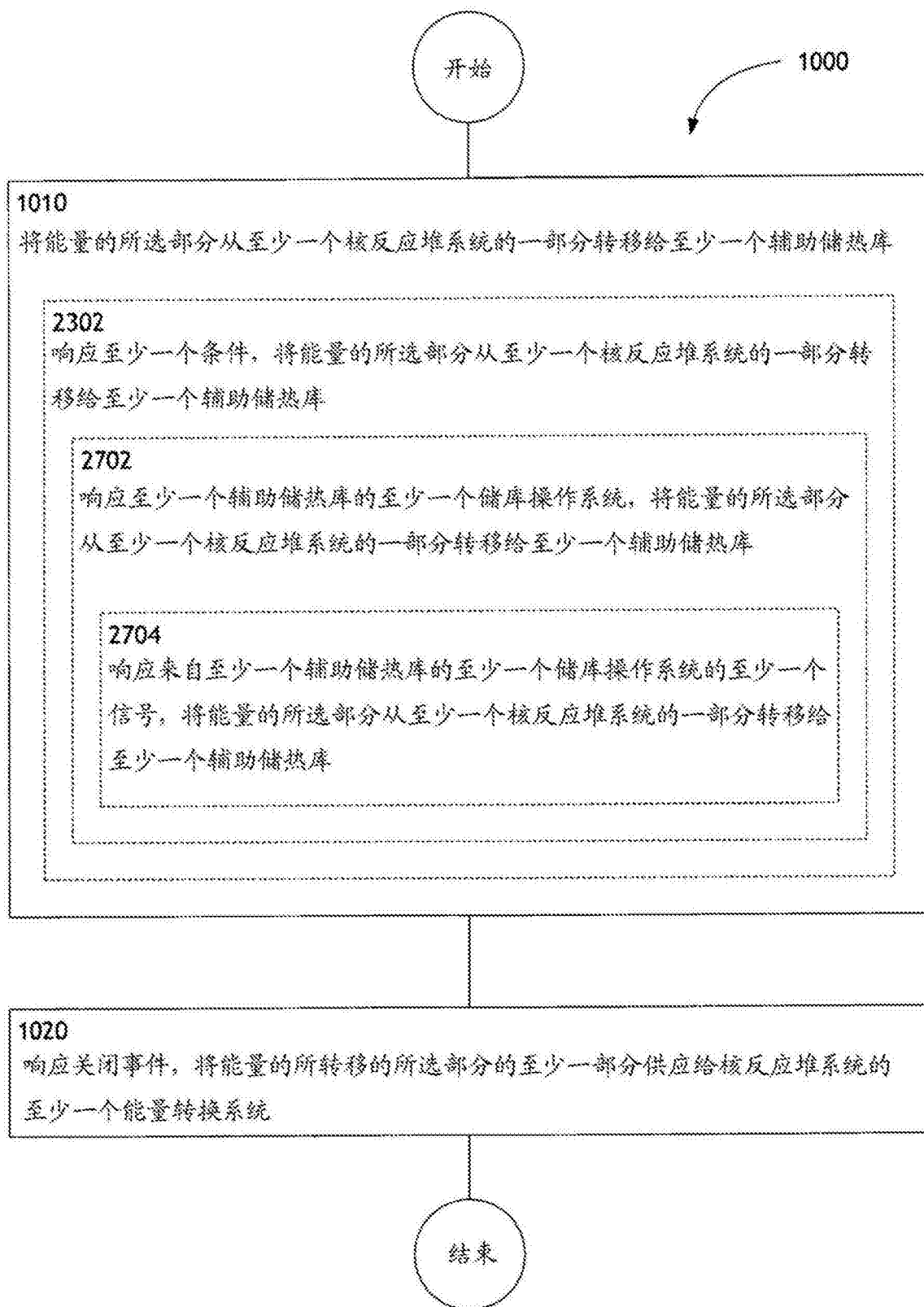


图27

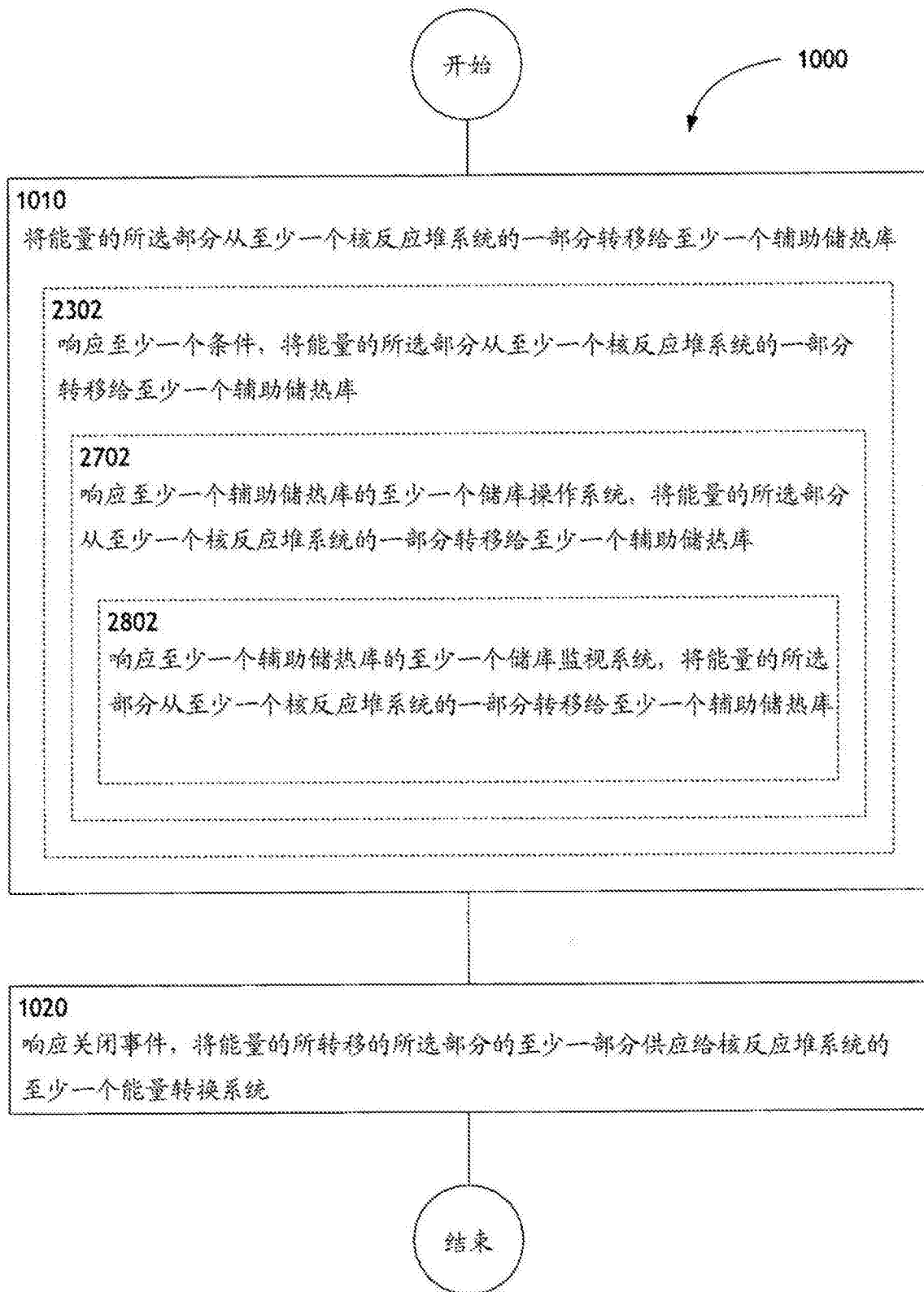


图28

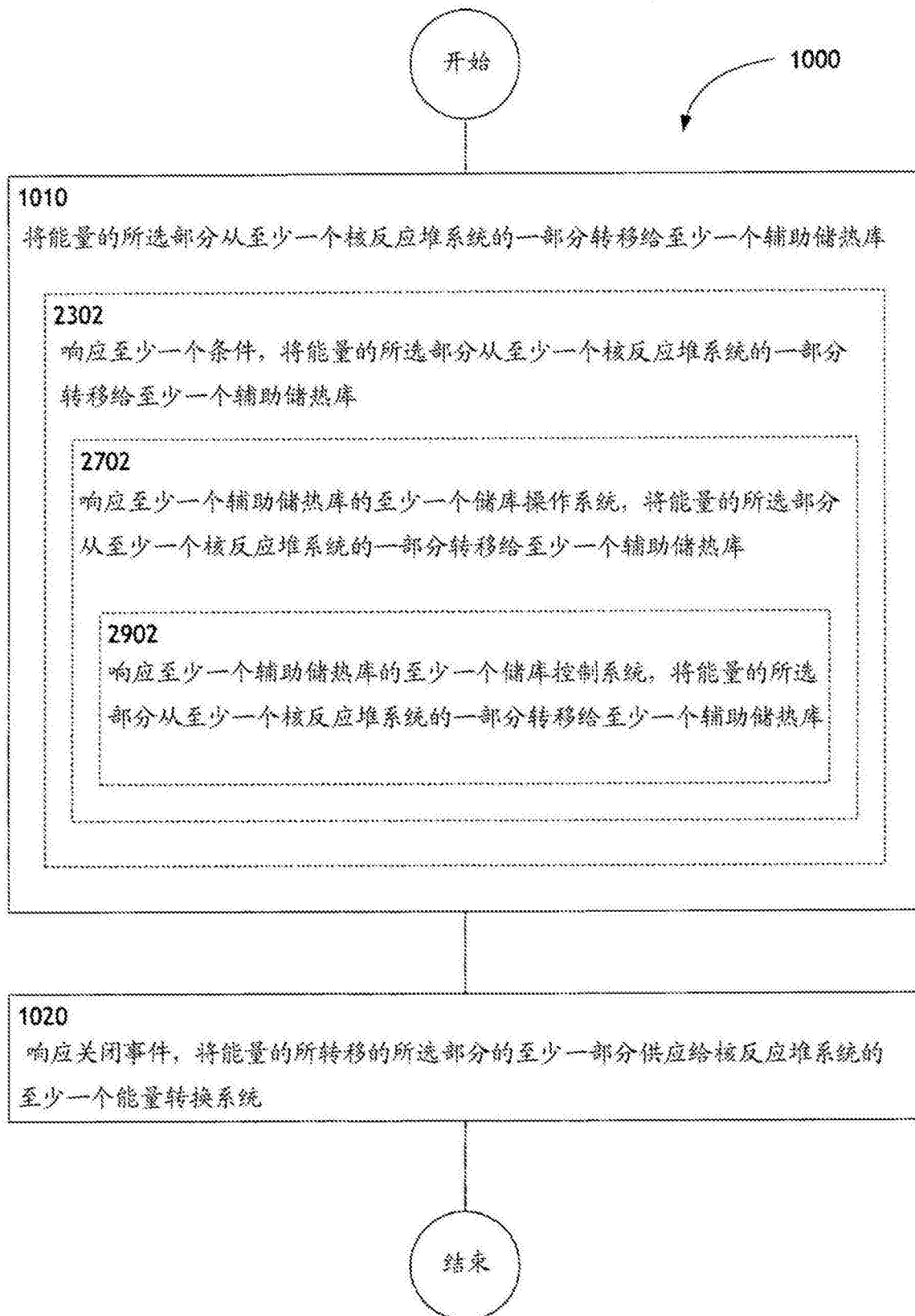


图29

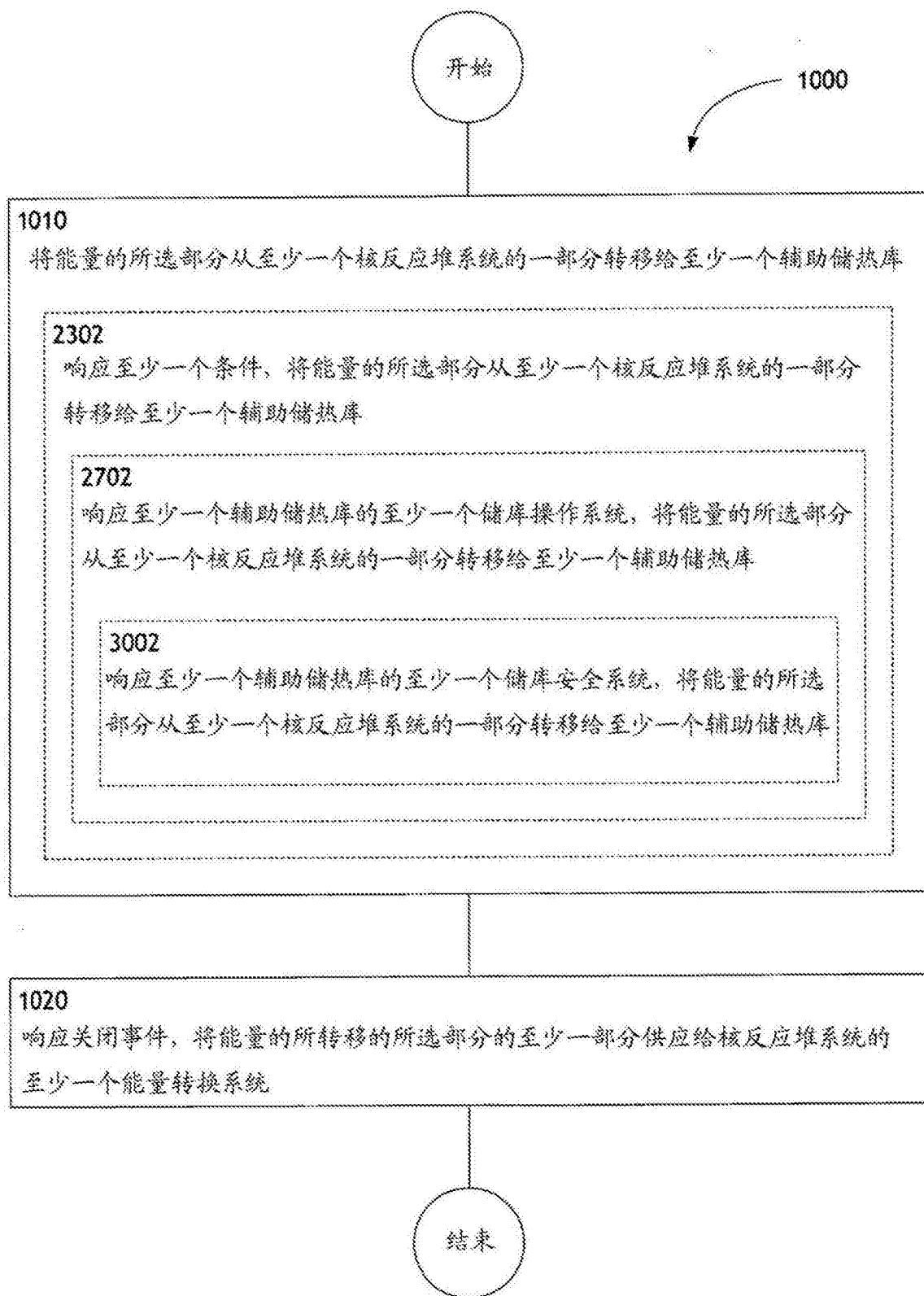


图30

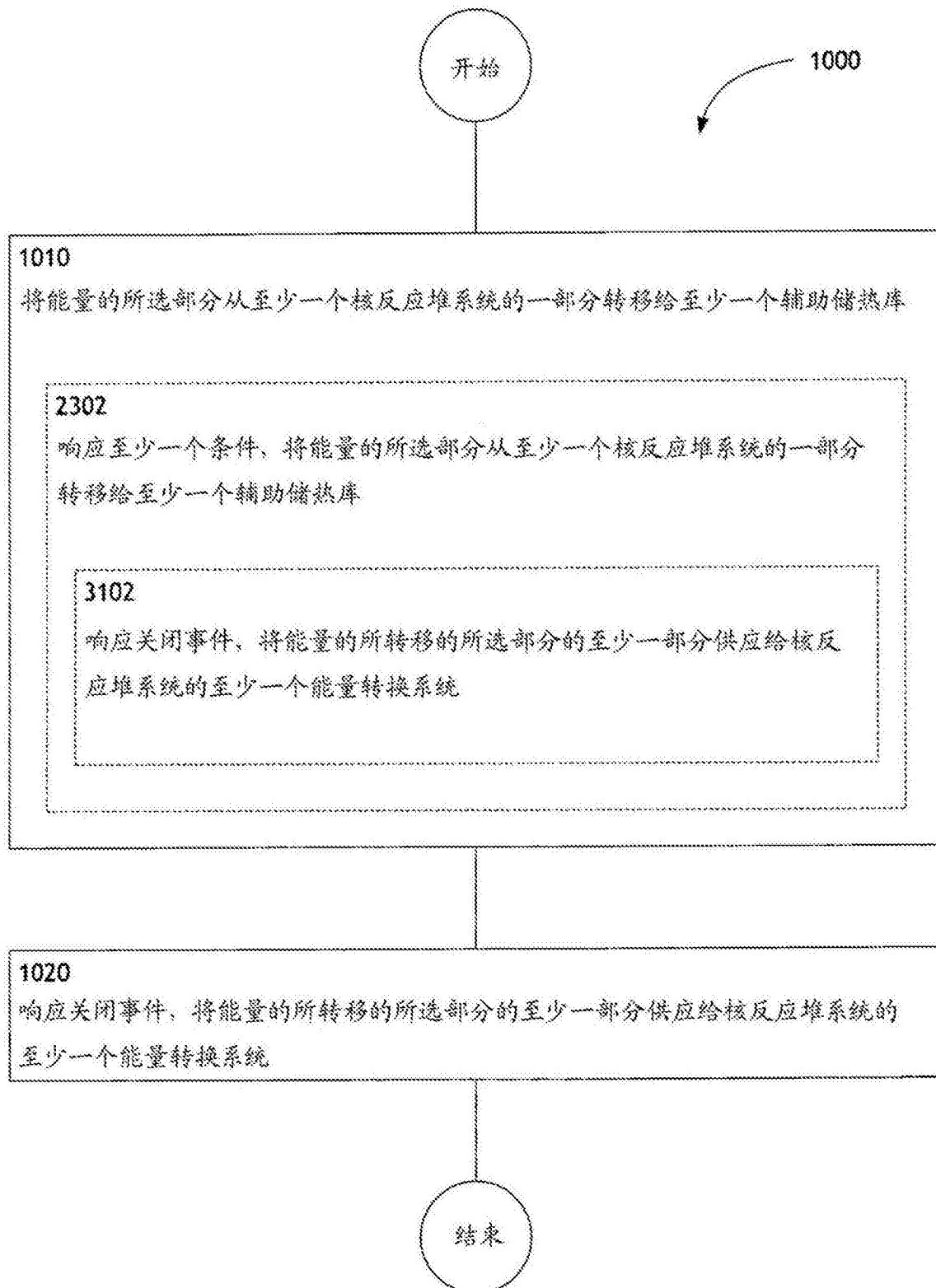


图31

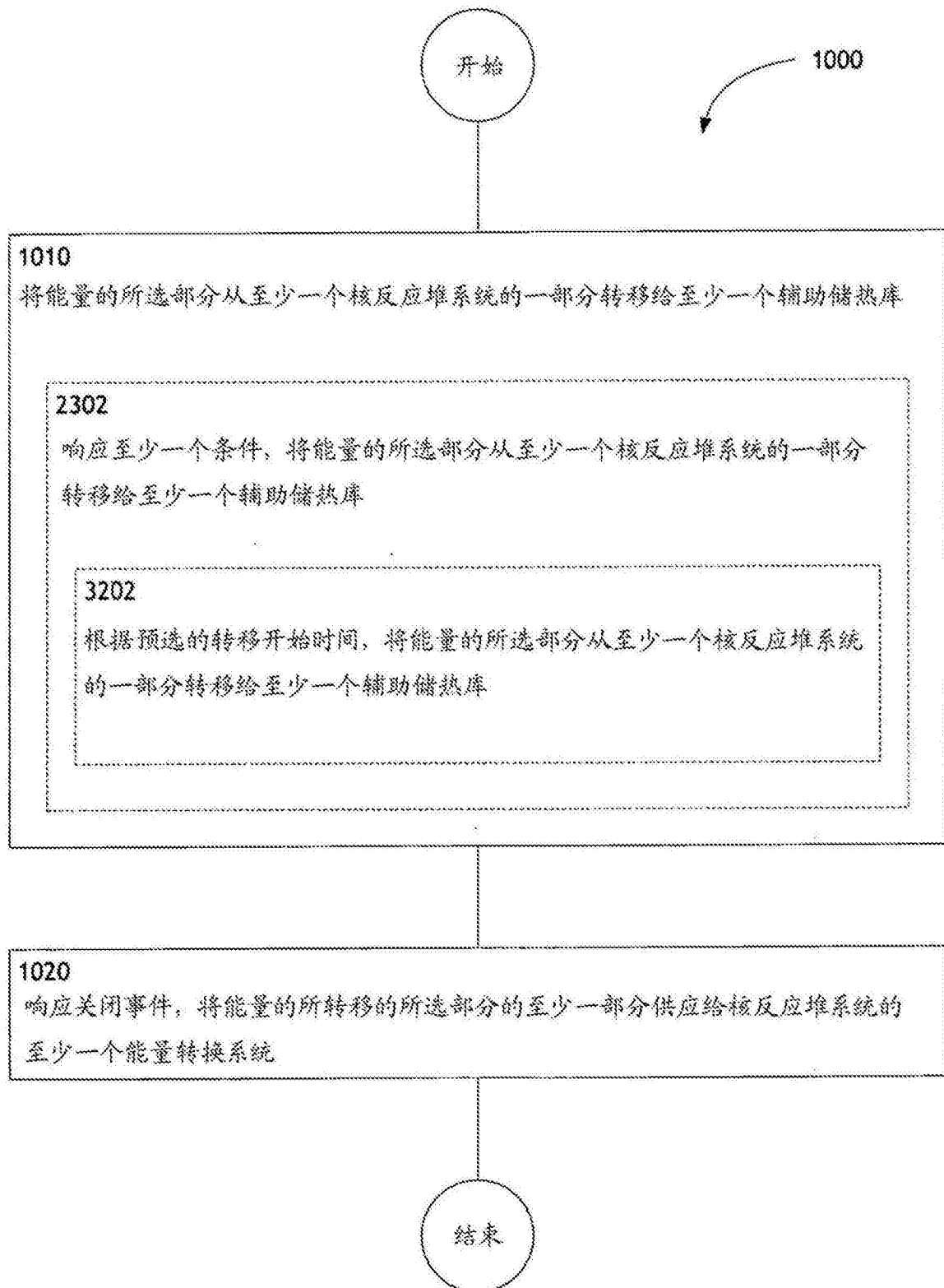


图32

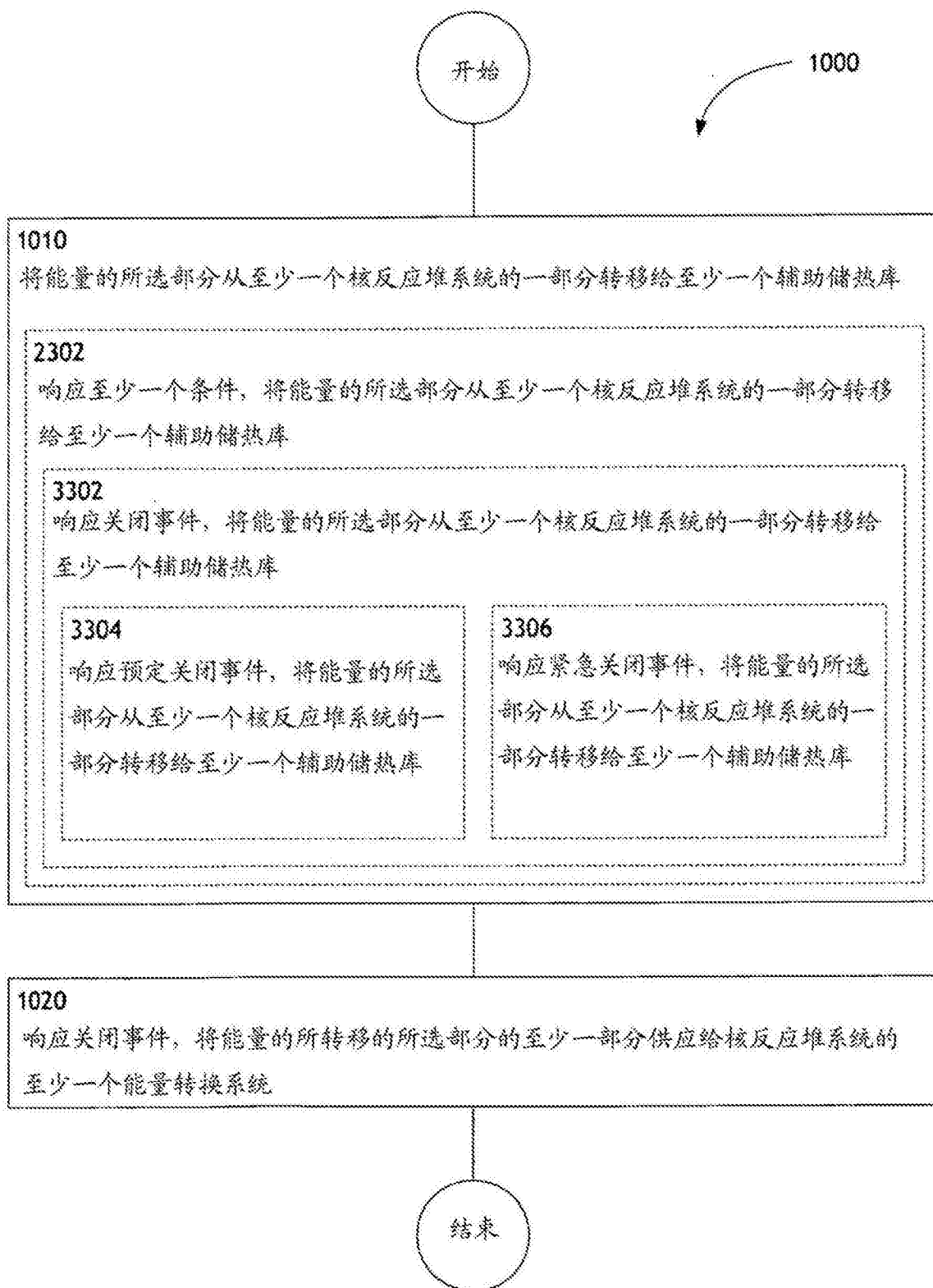


图33

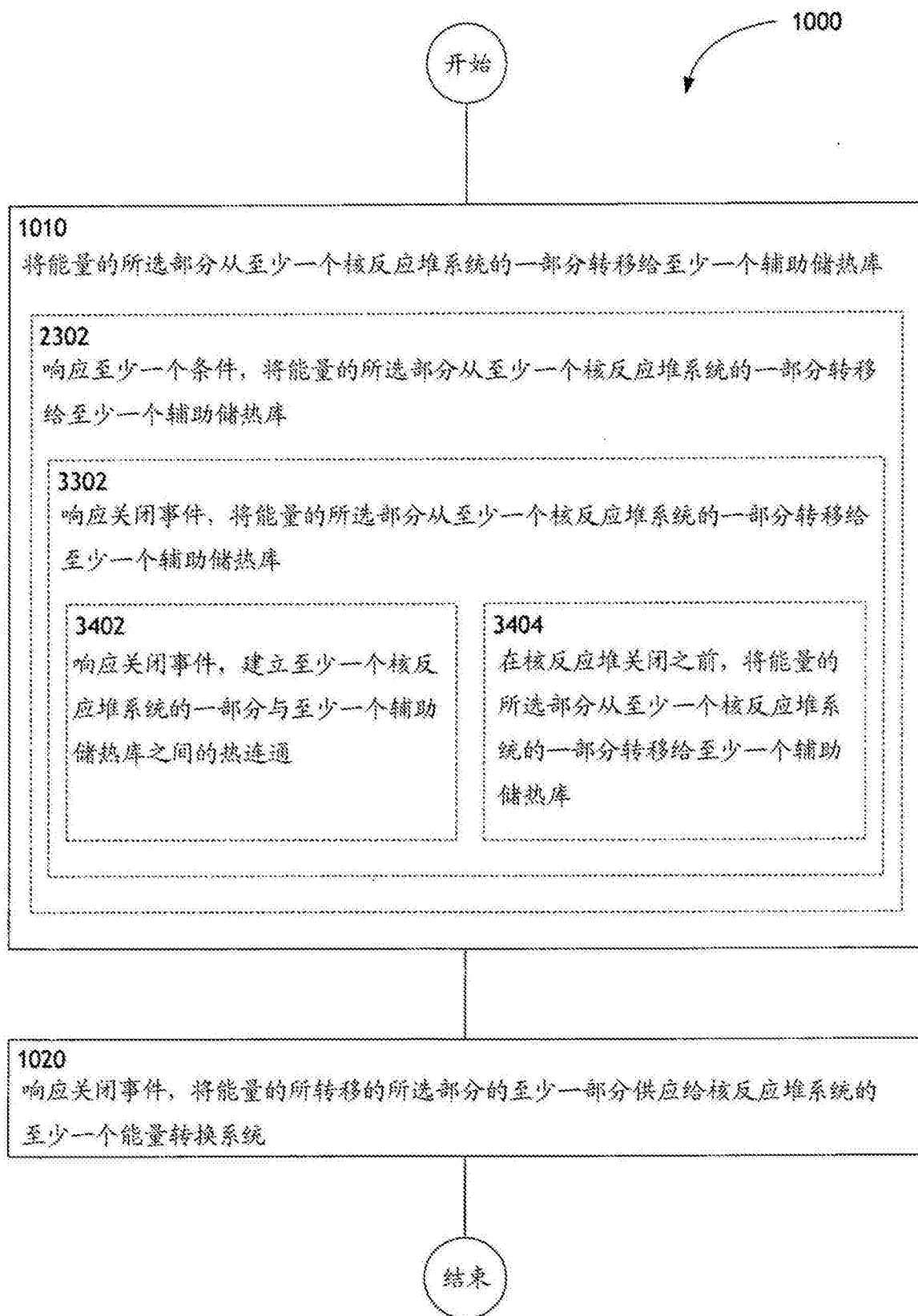


图34

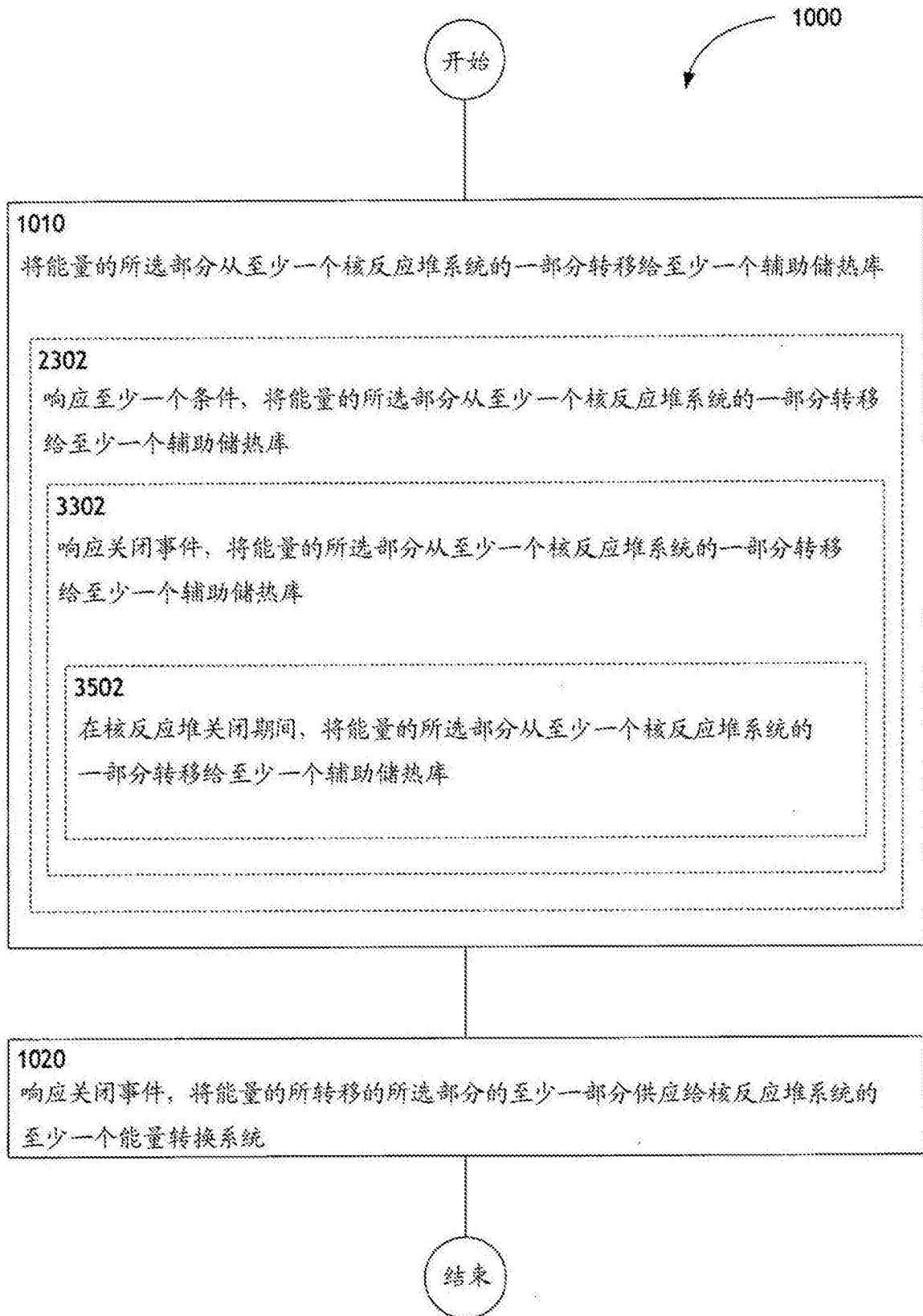


图35

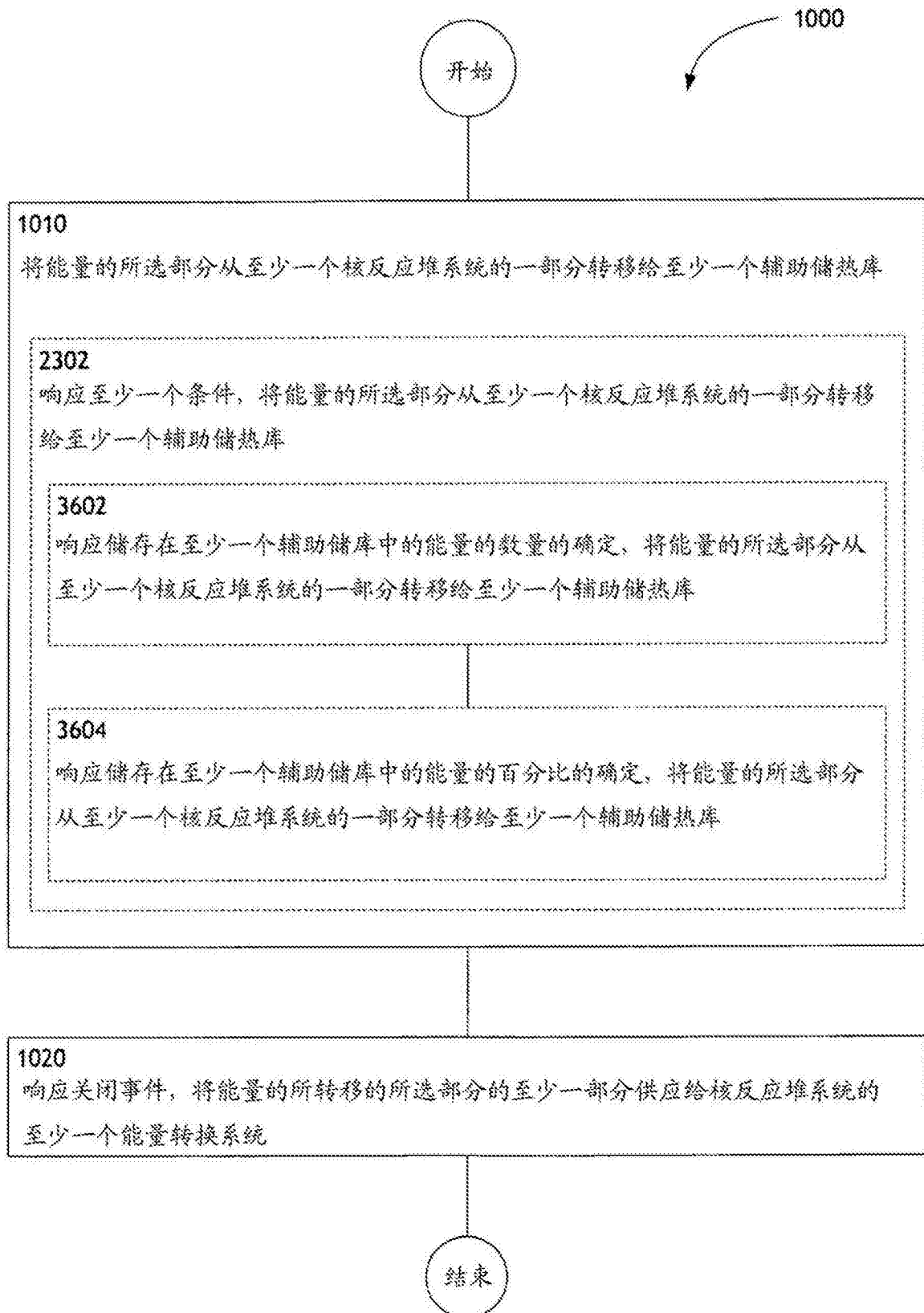


图36

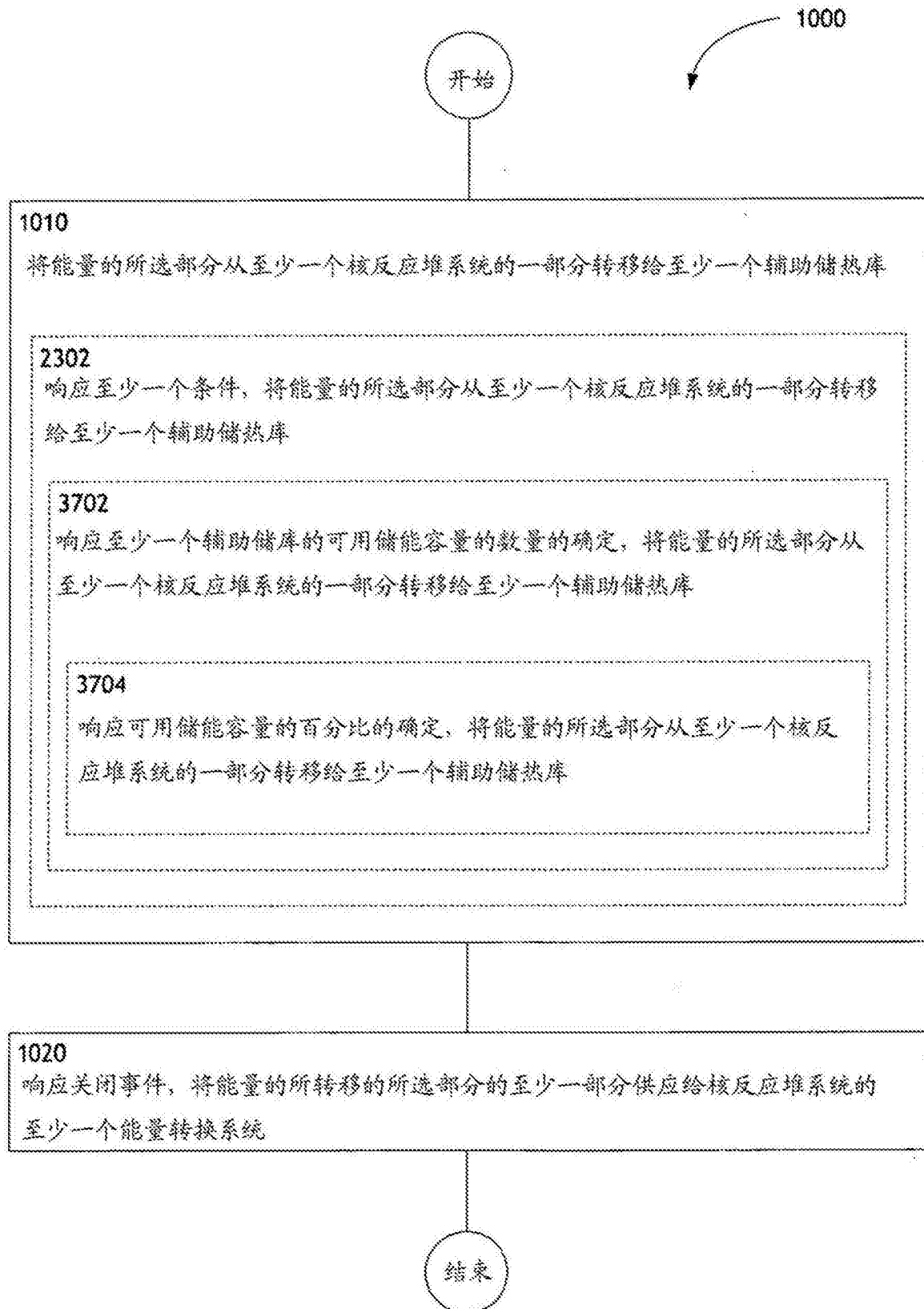


图37

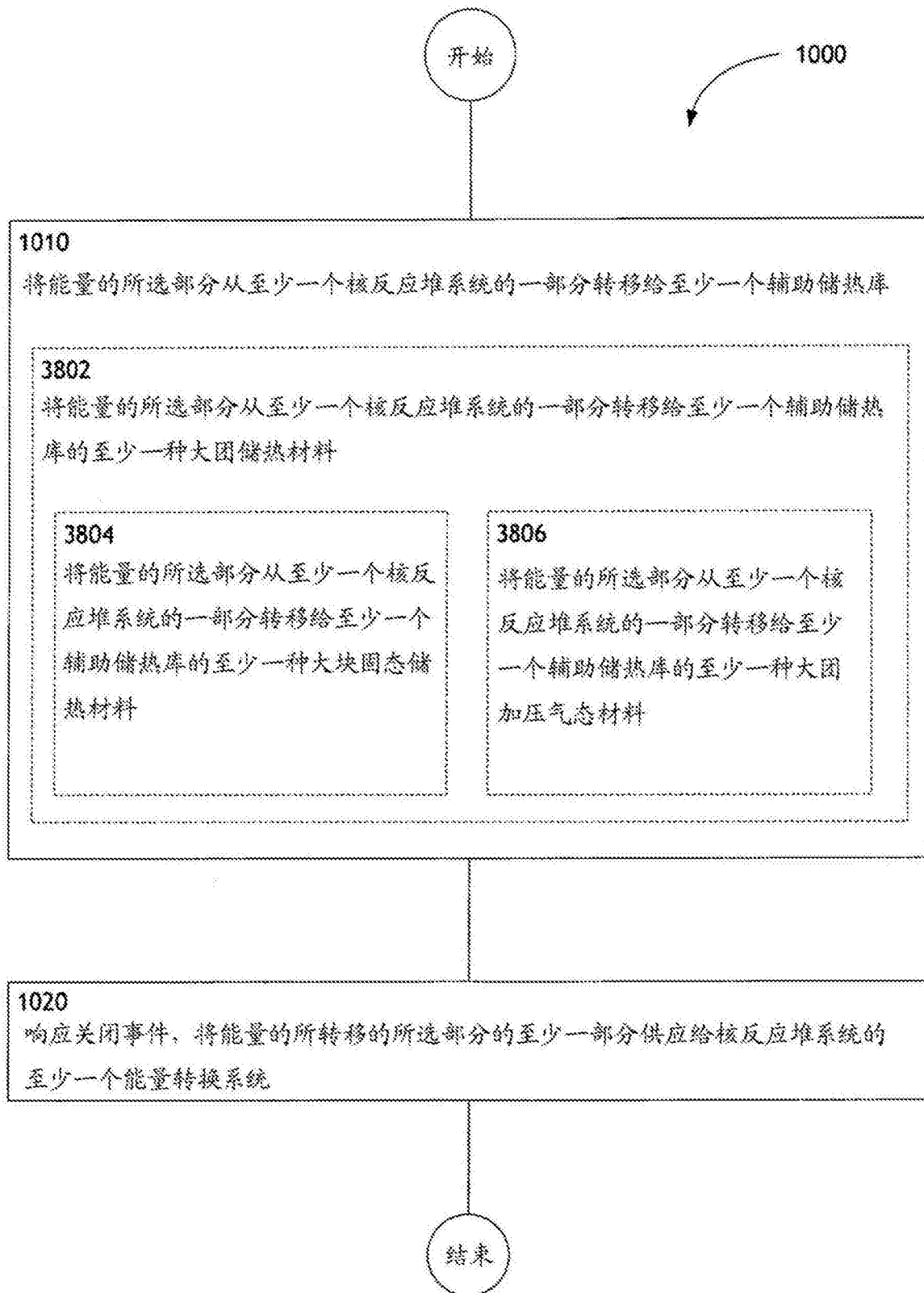


图38

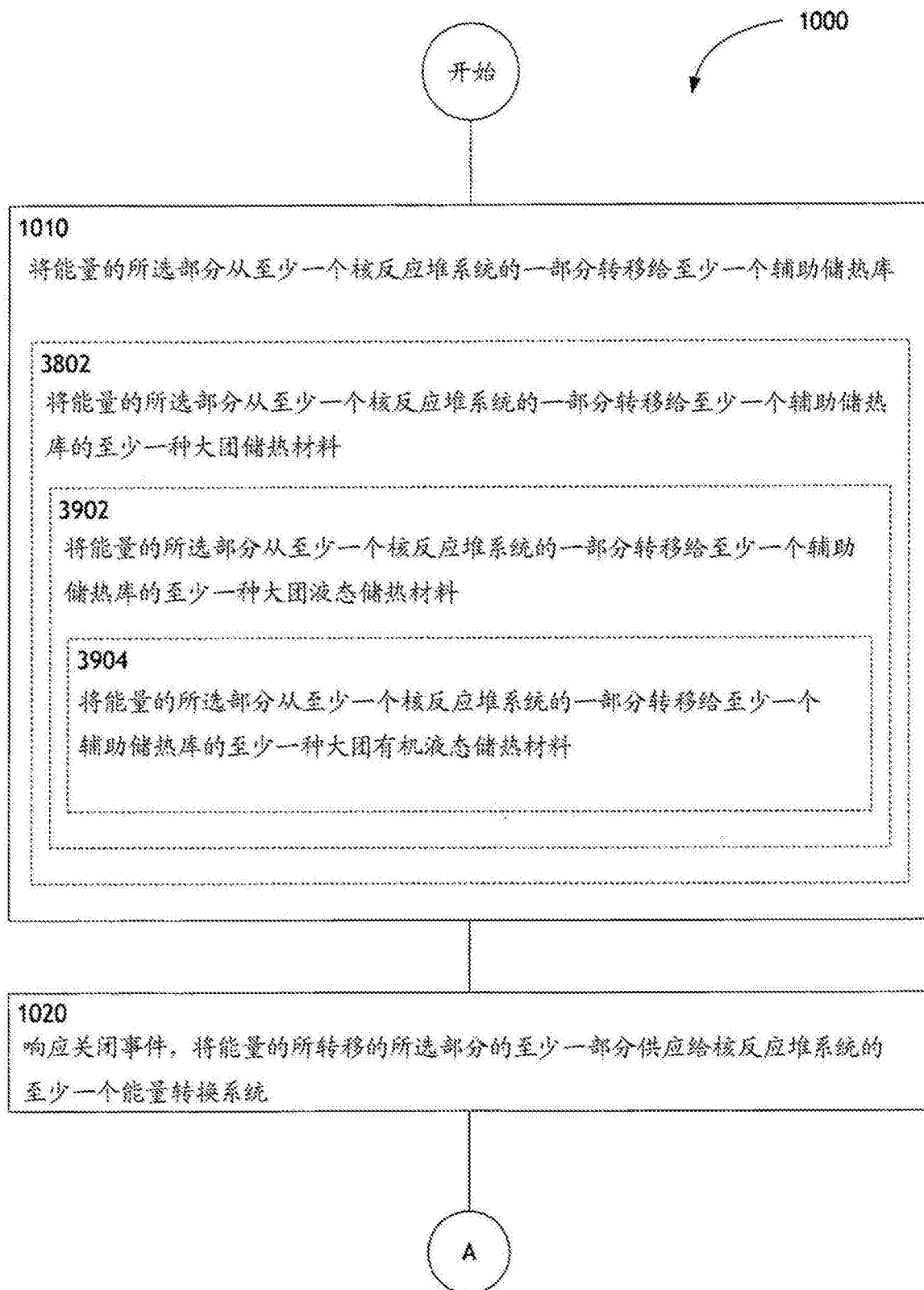


图39A

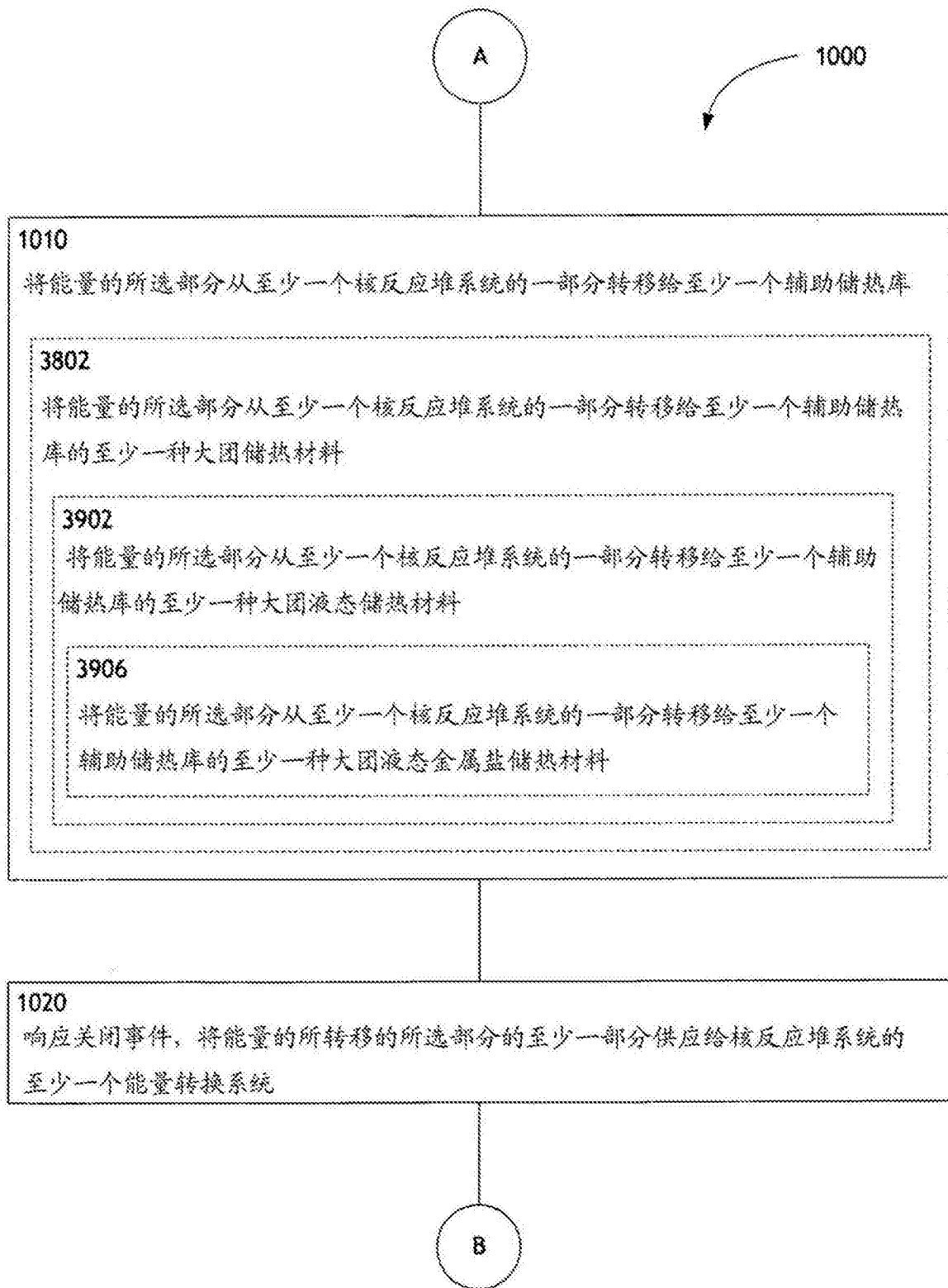


图39B

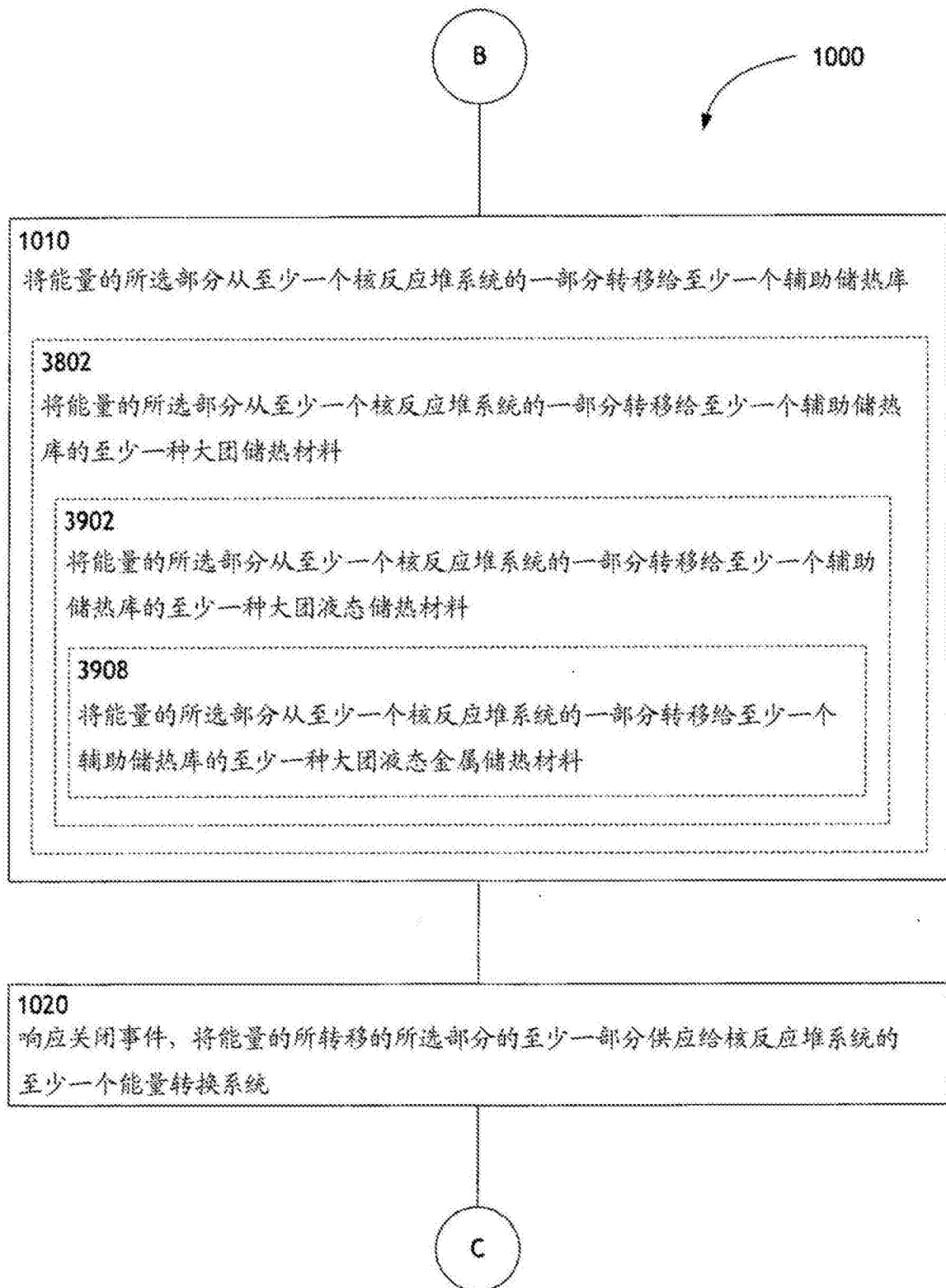


图39C

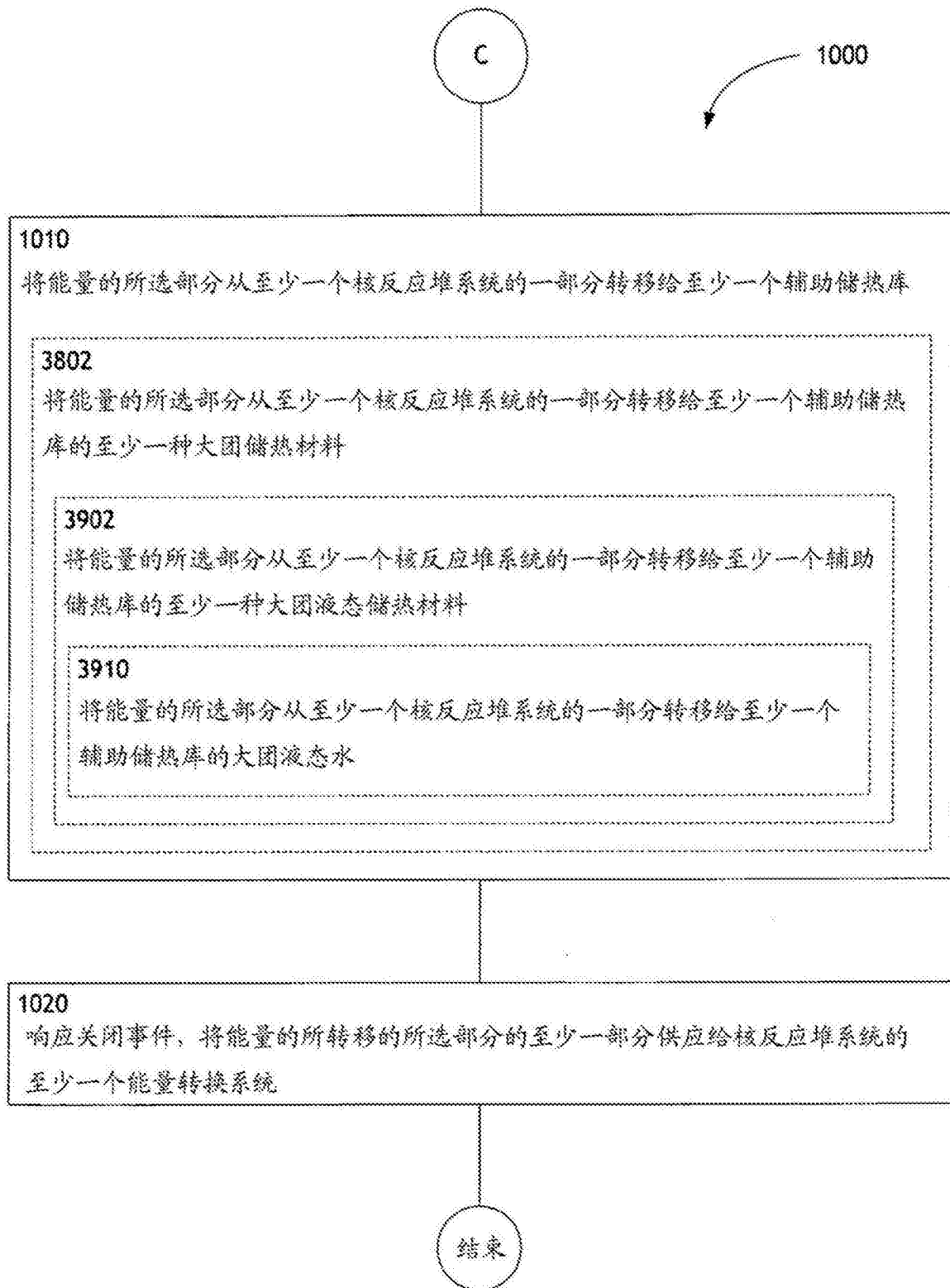


图39D

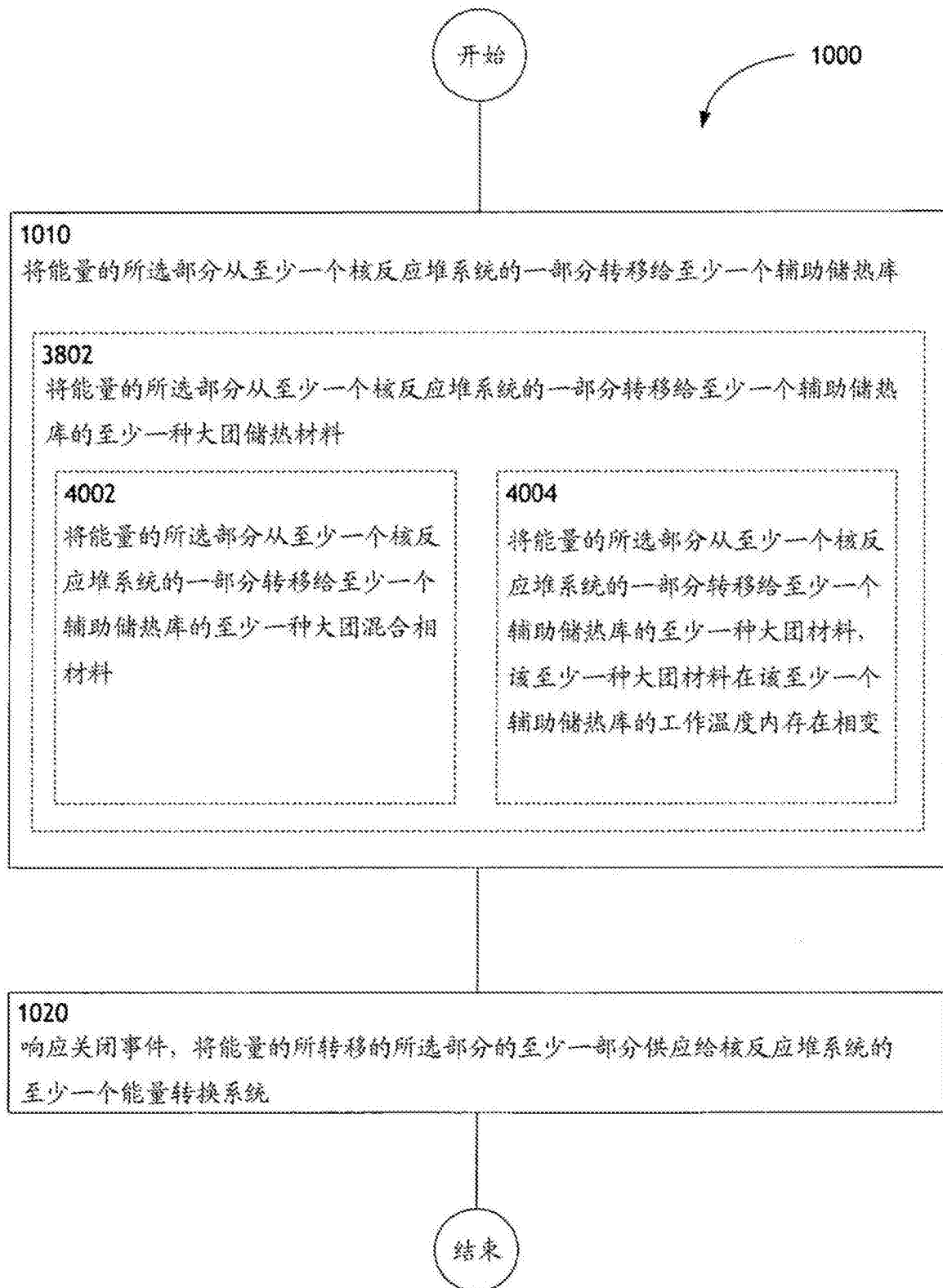


图40

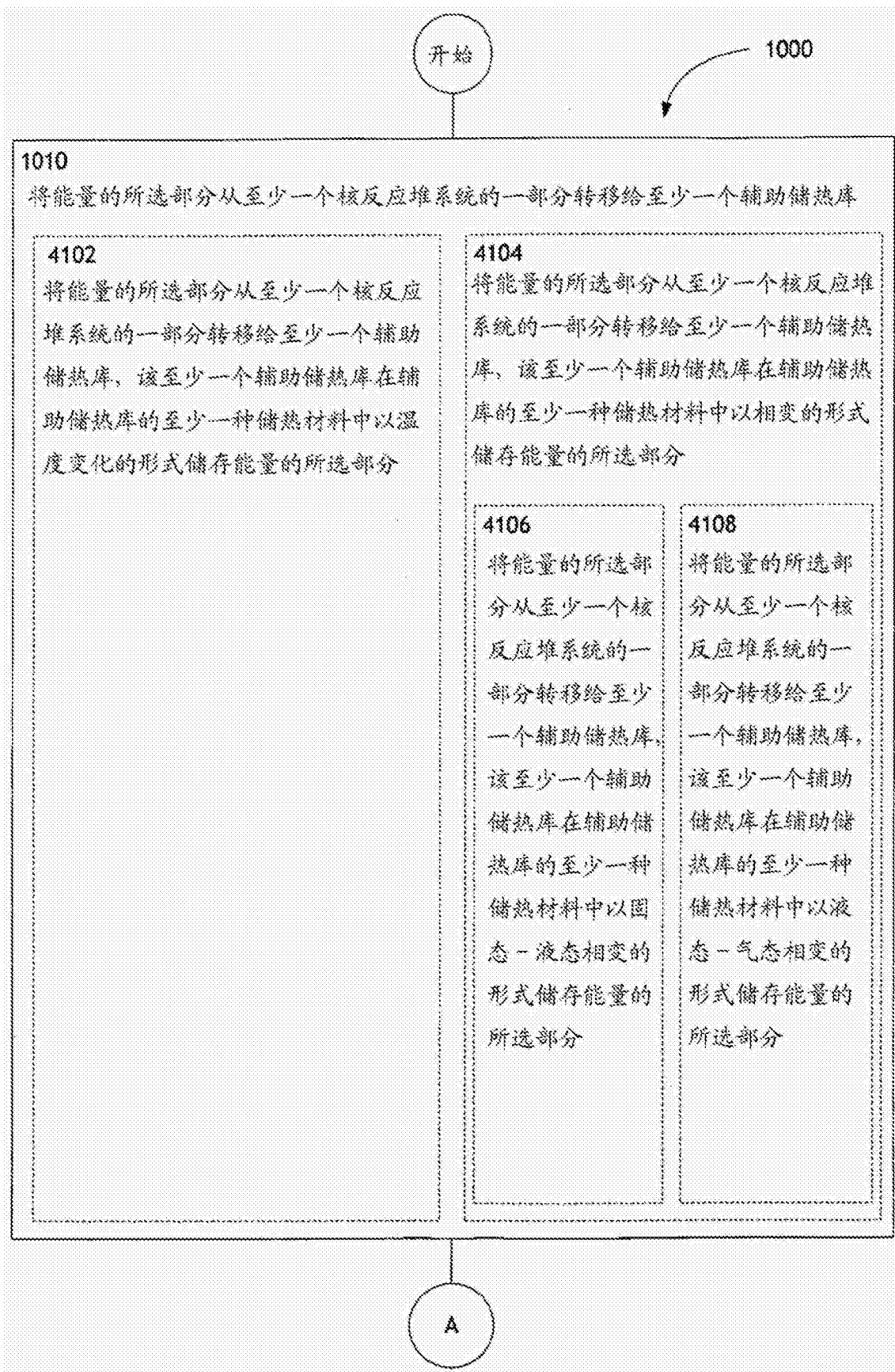


图41A

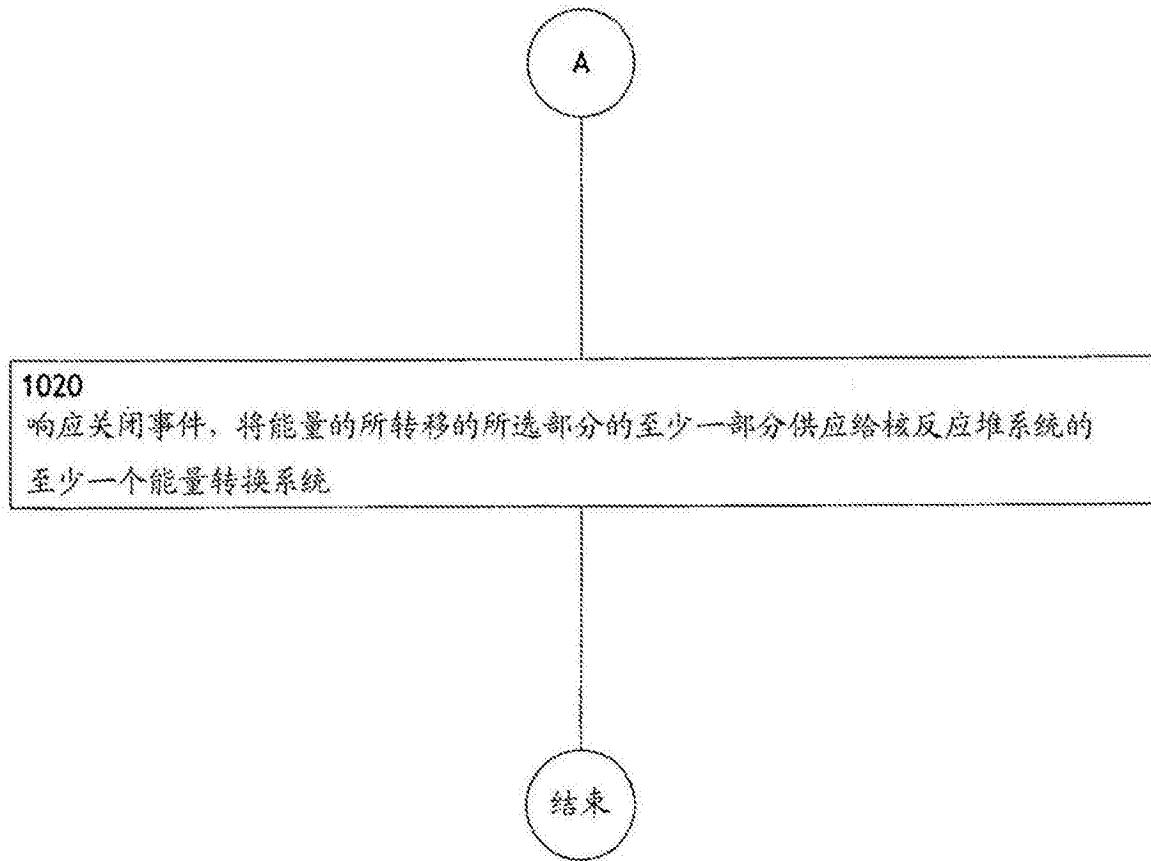


图41B

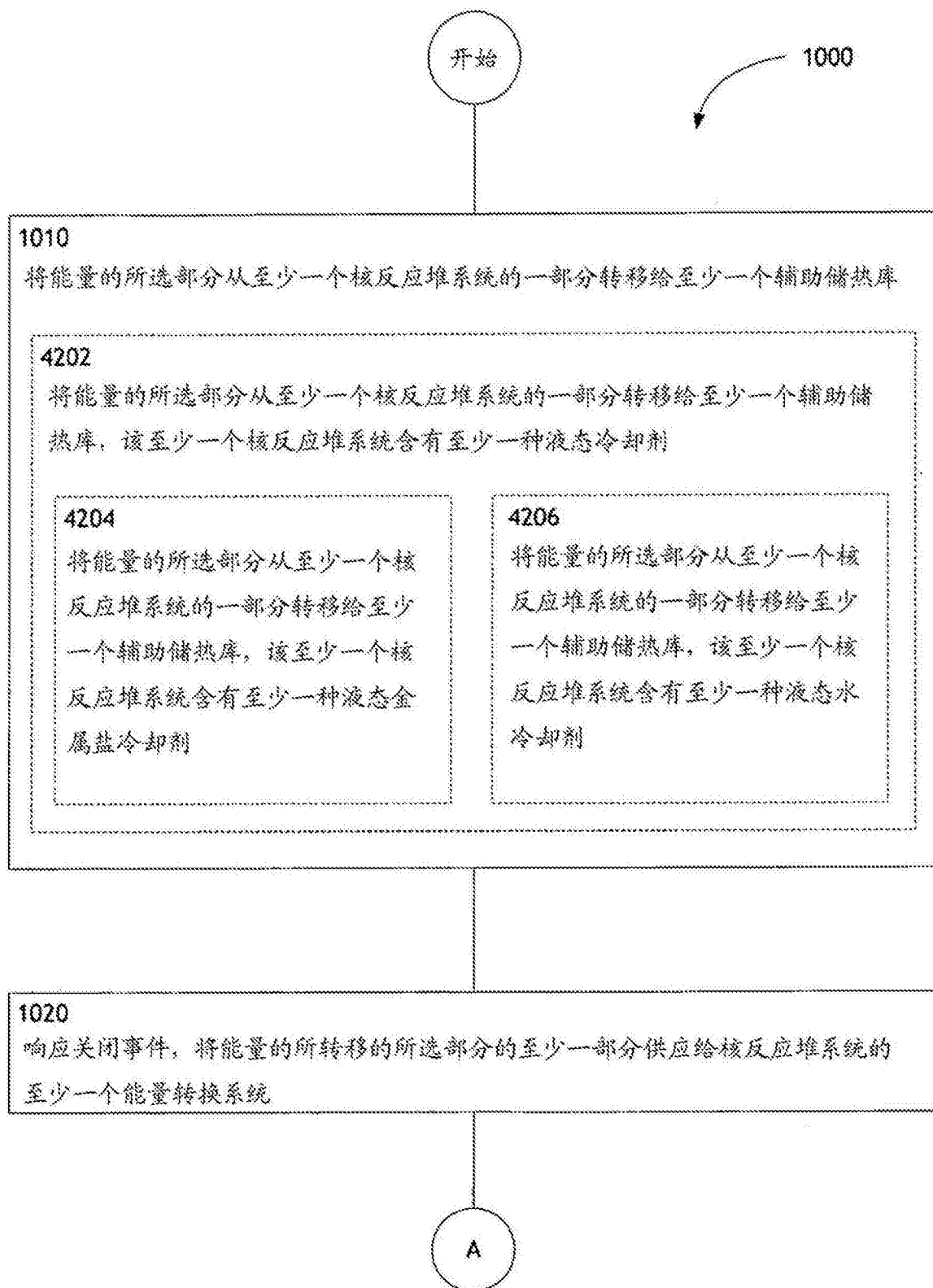


图42A

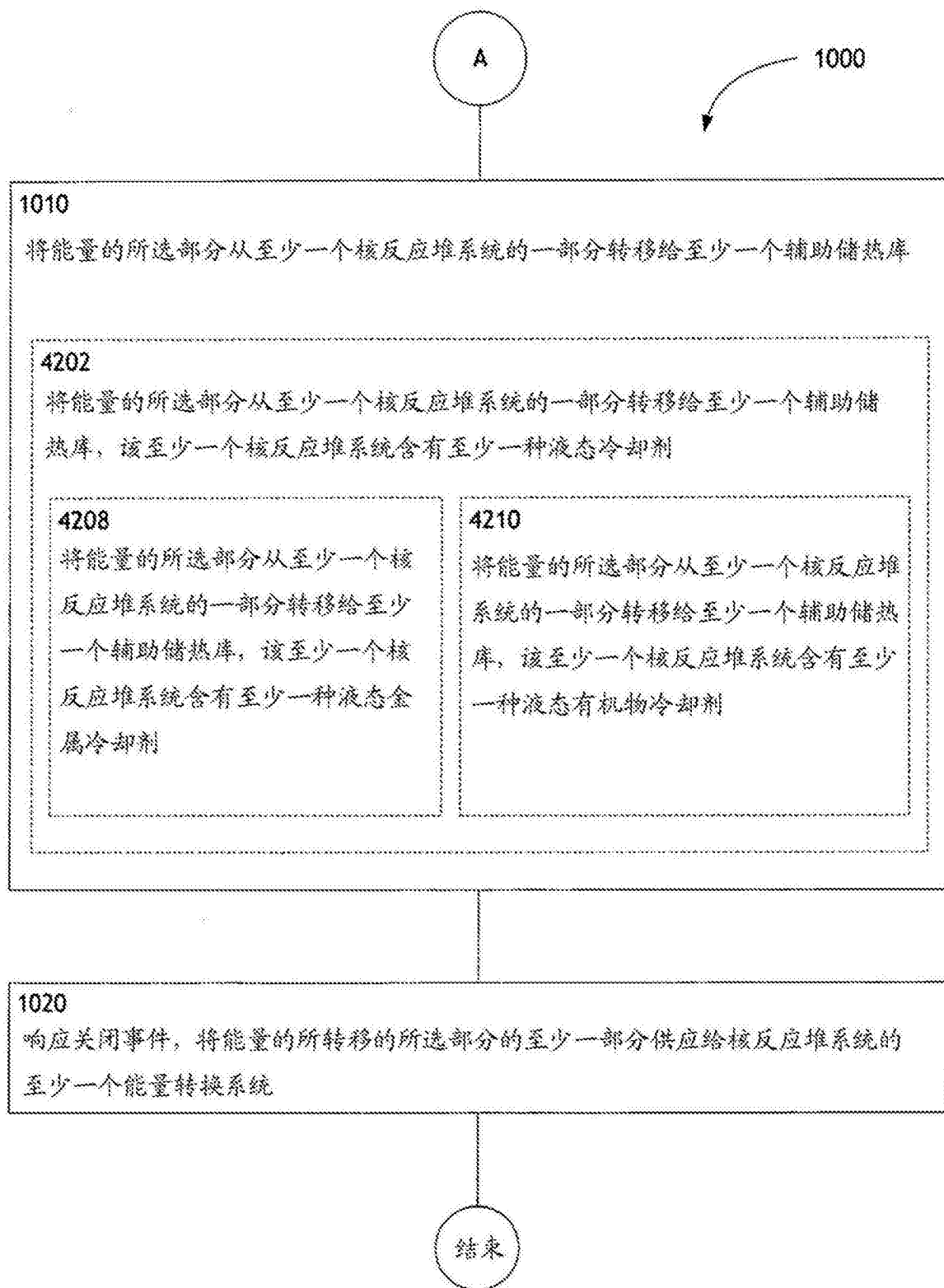


图42B

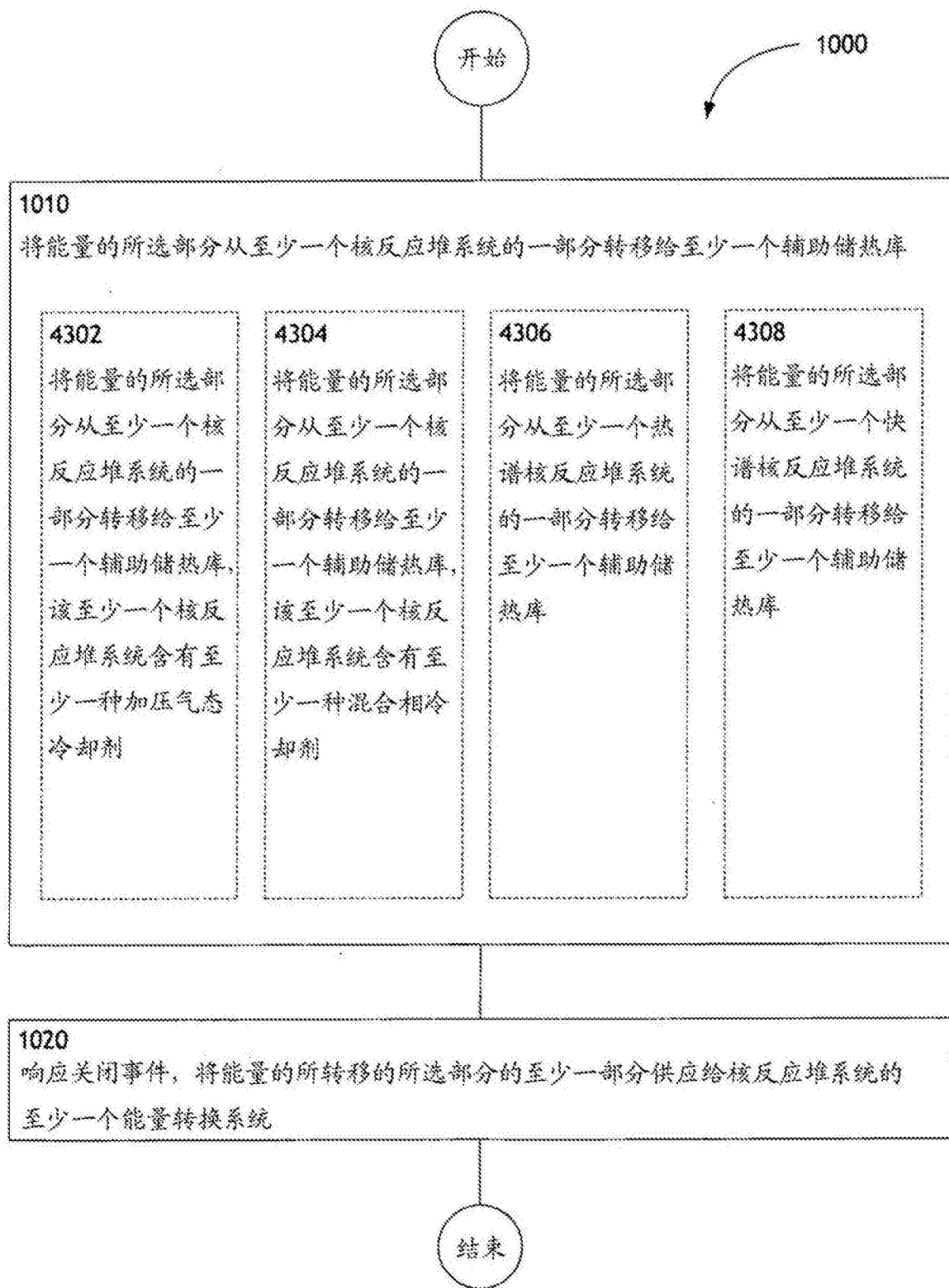


图43

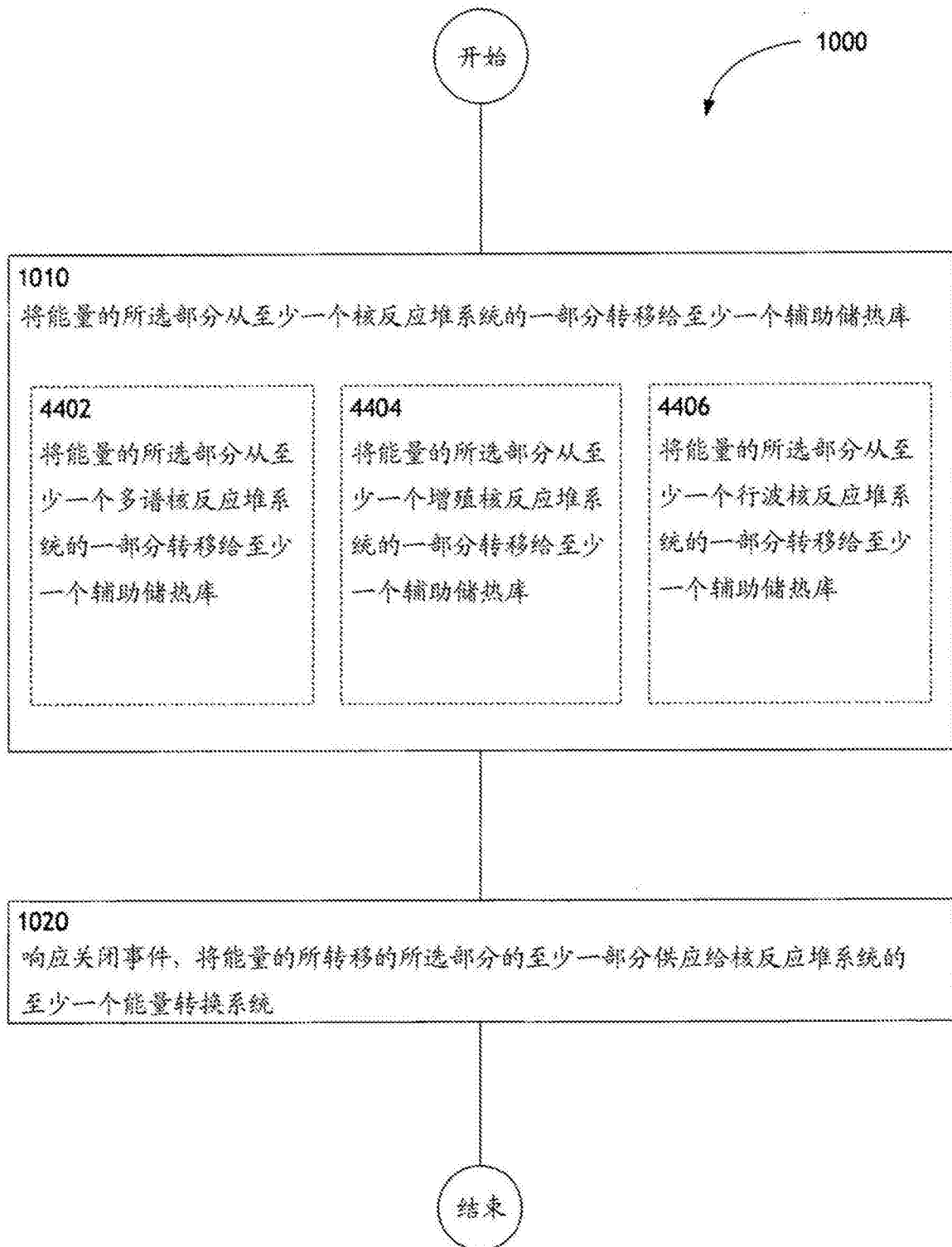


图44

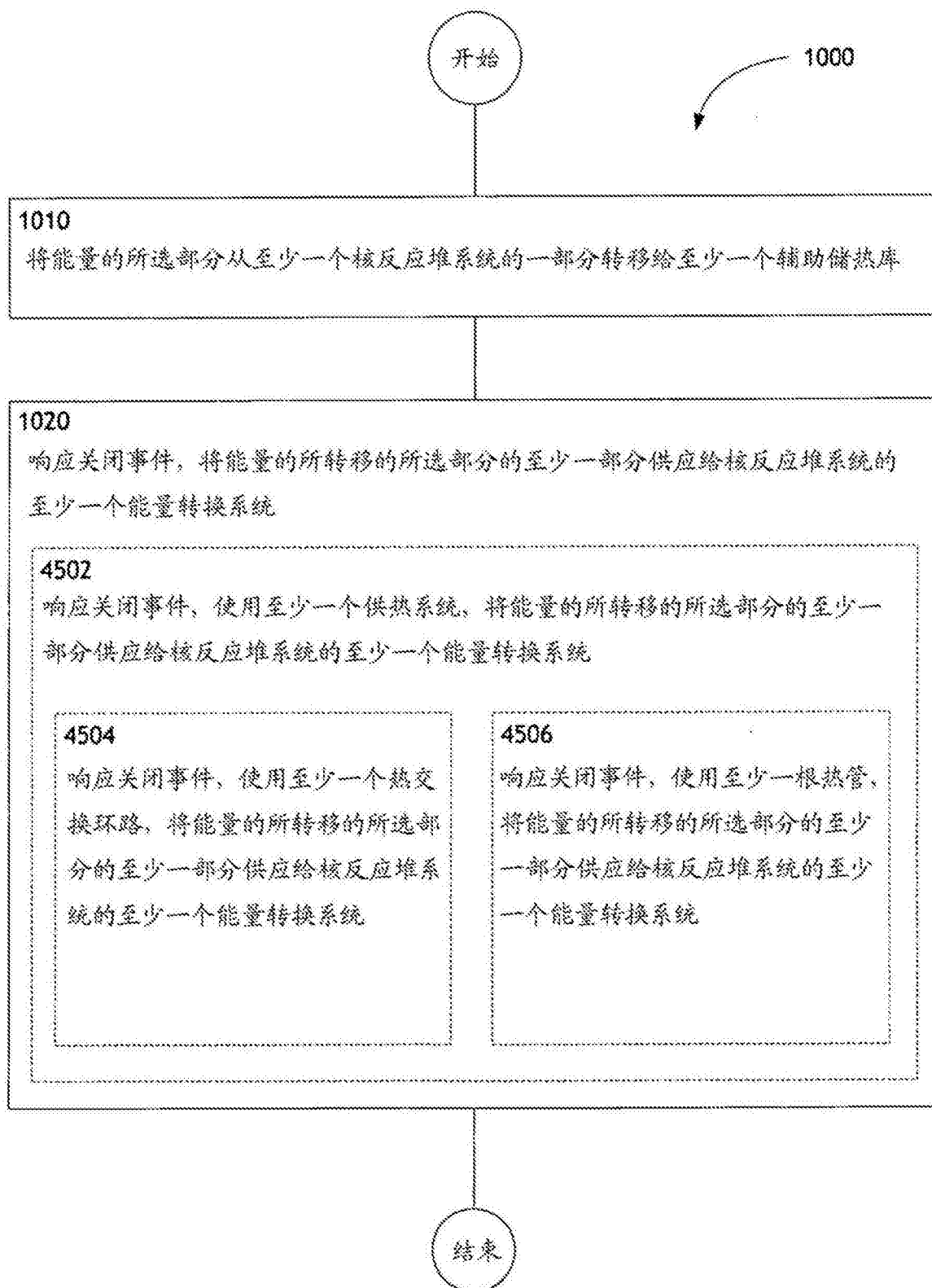


图45

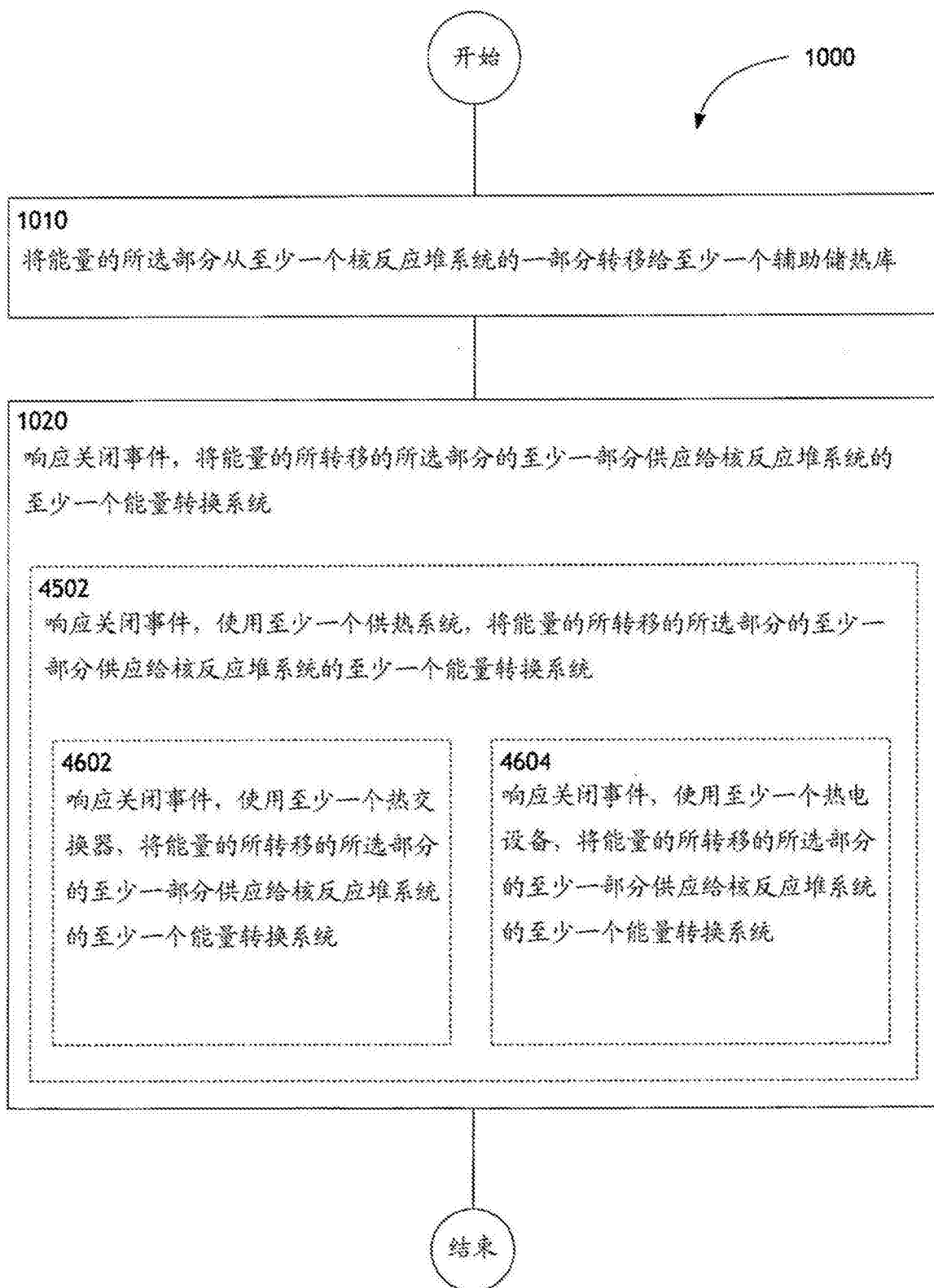


图46

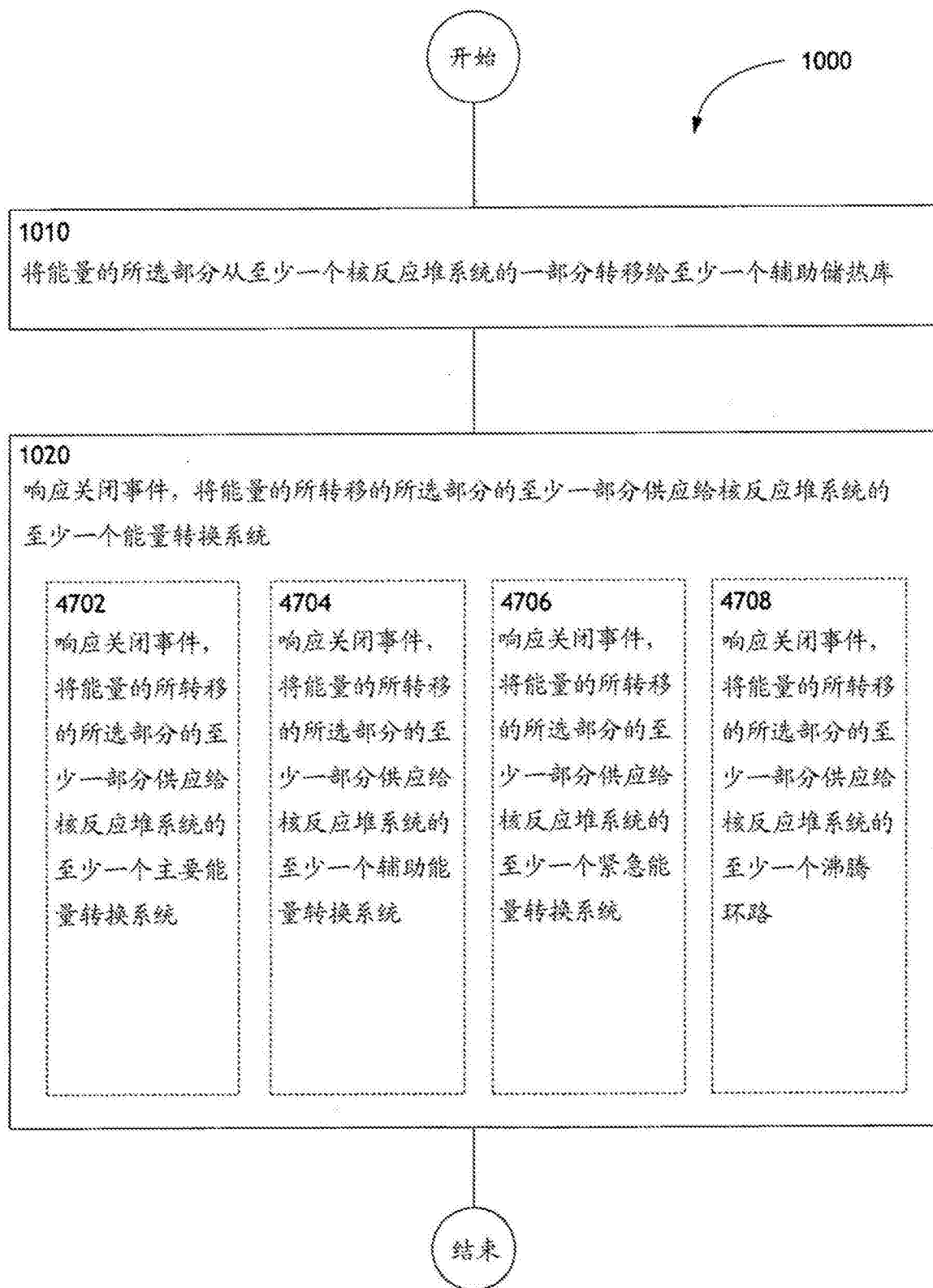


图47

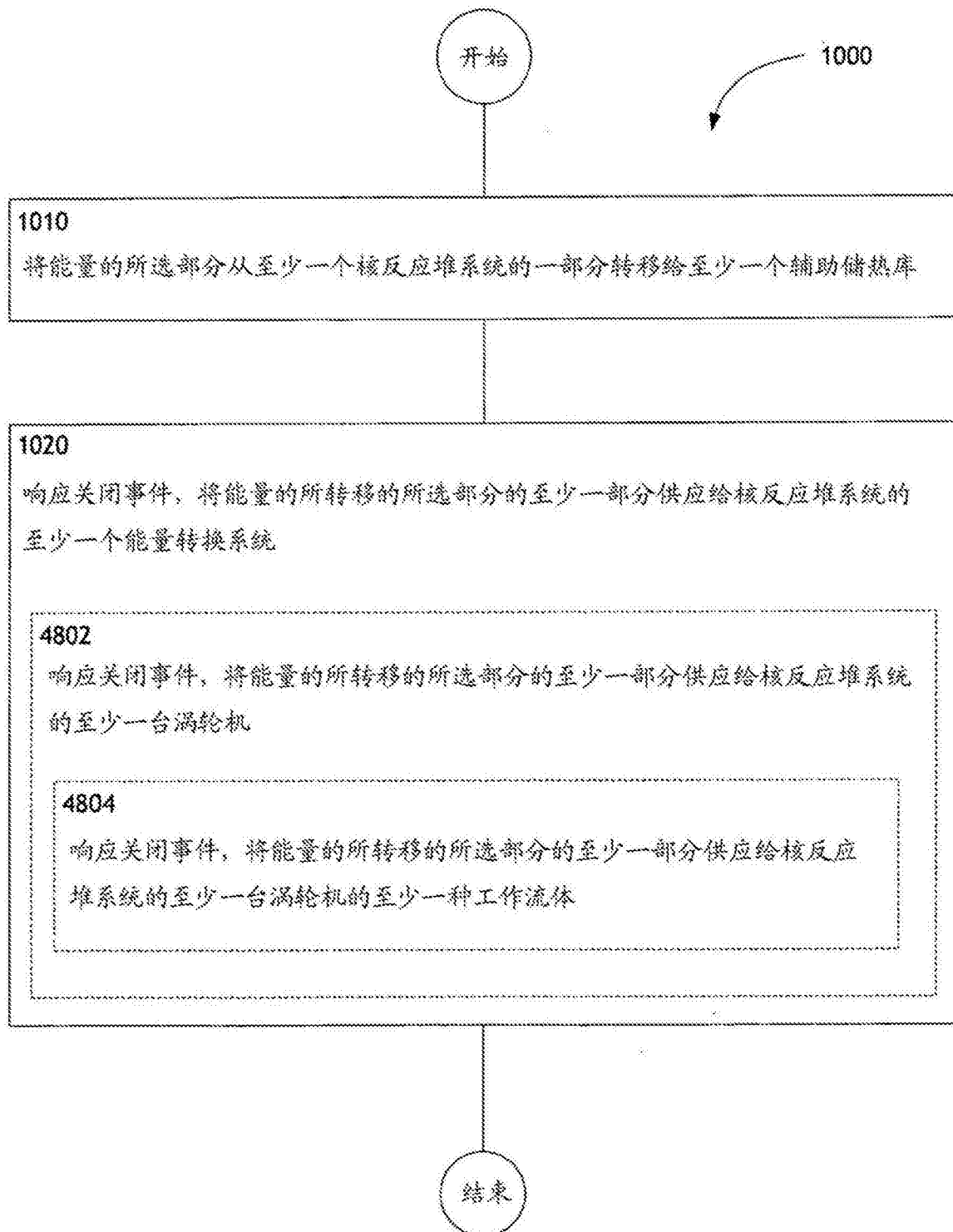


图48

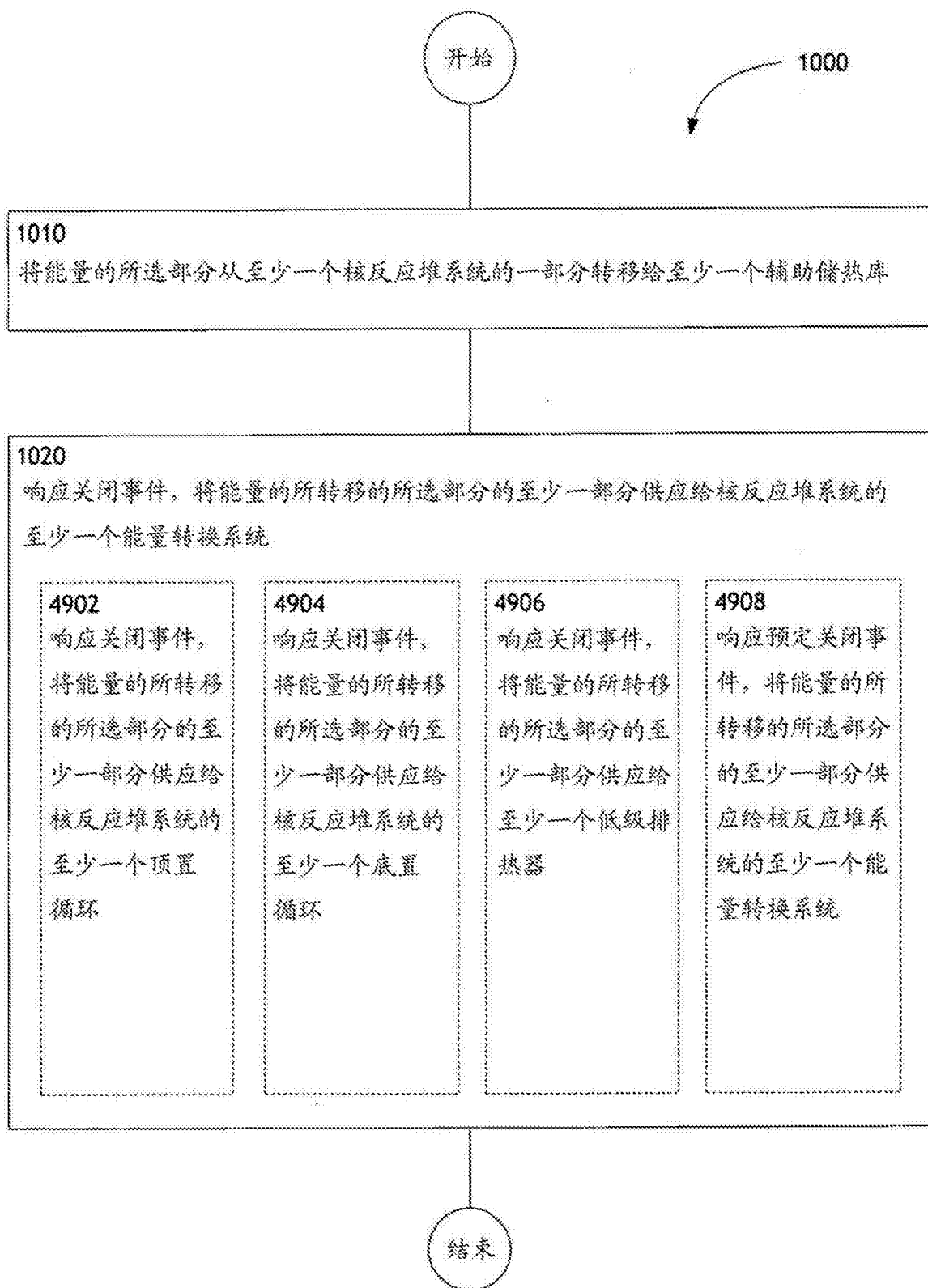


图49

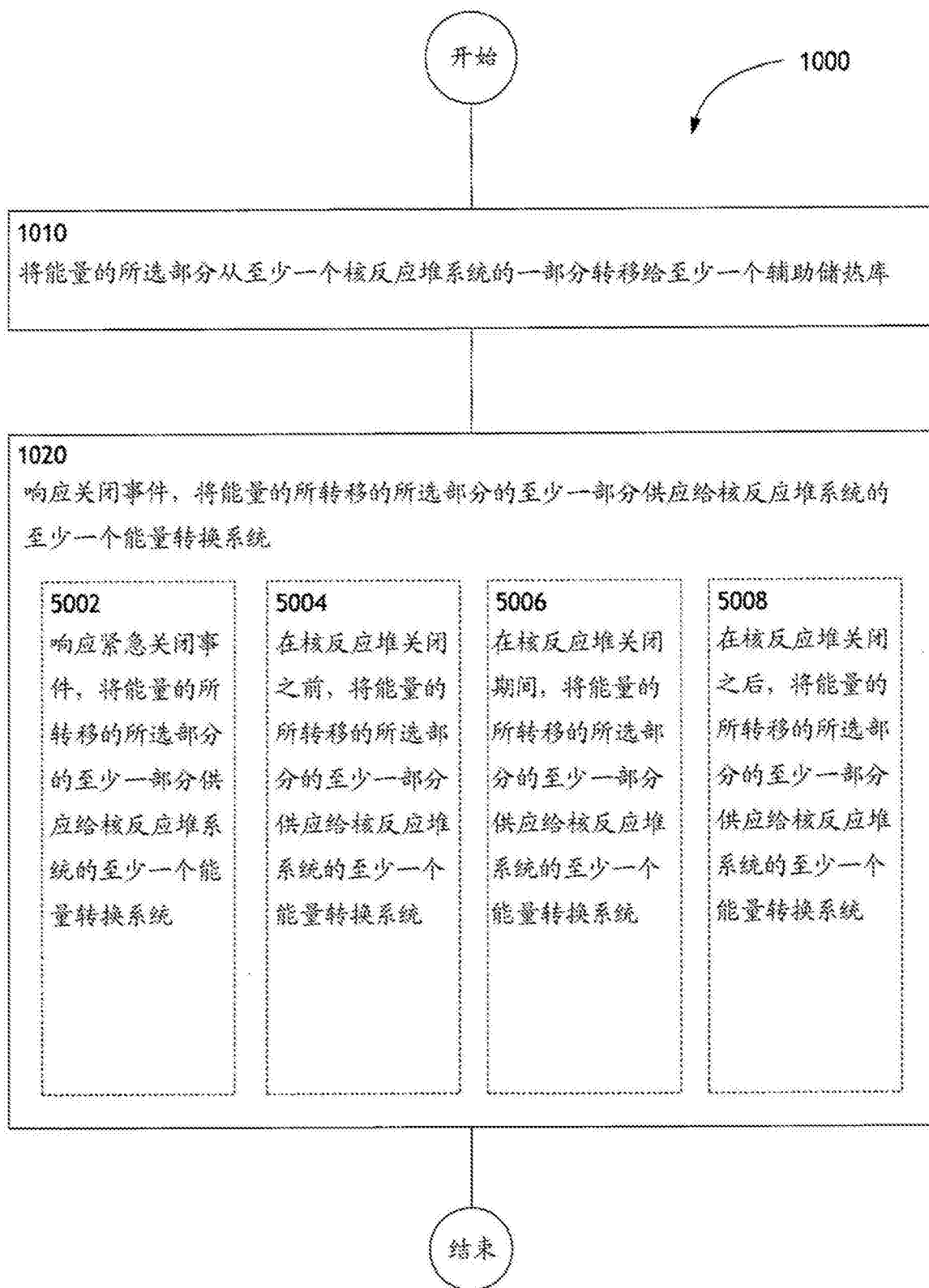


图50

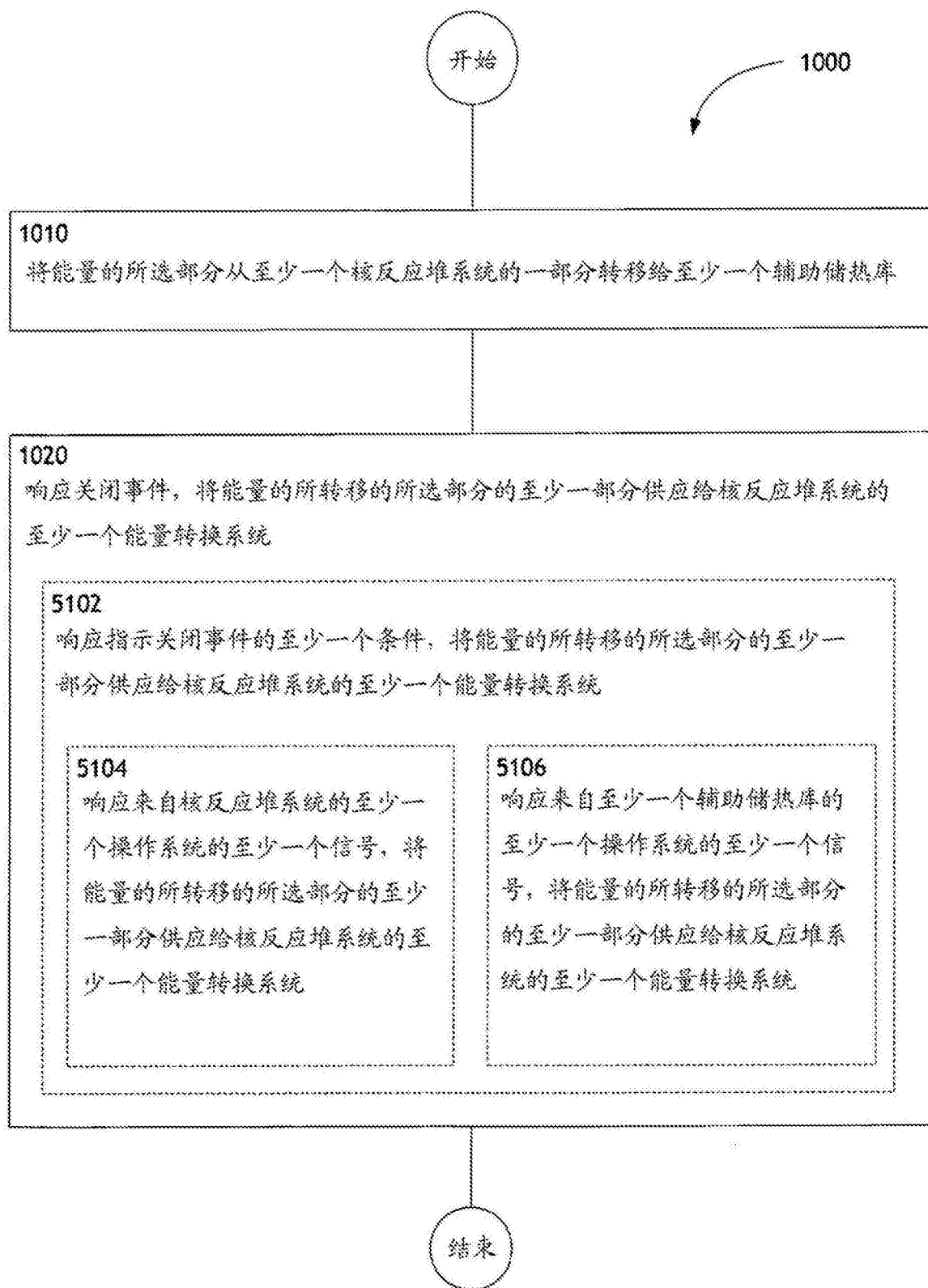


图51

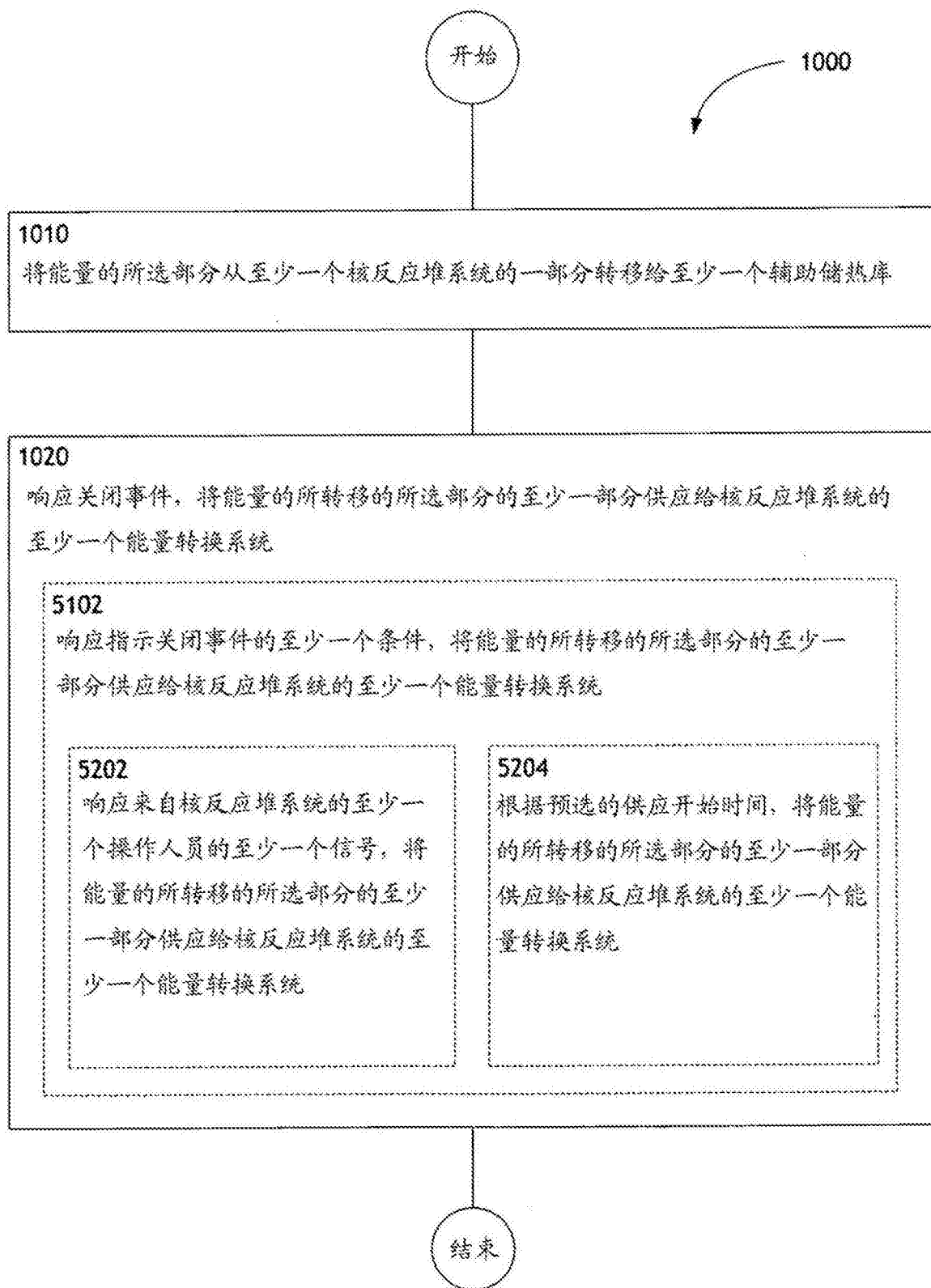


图52

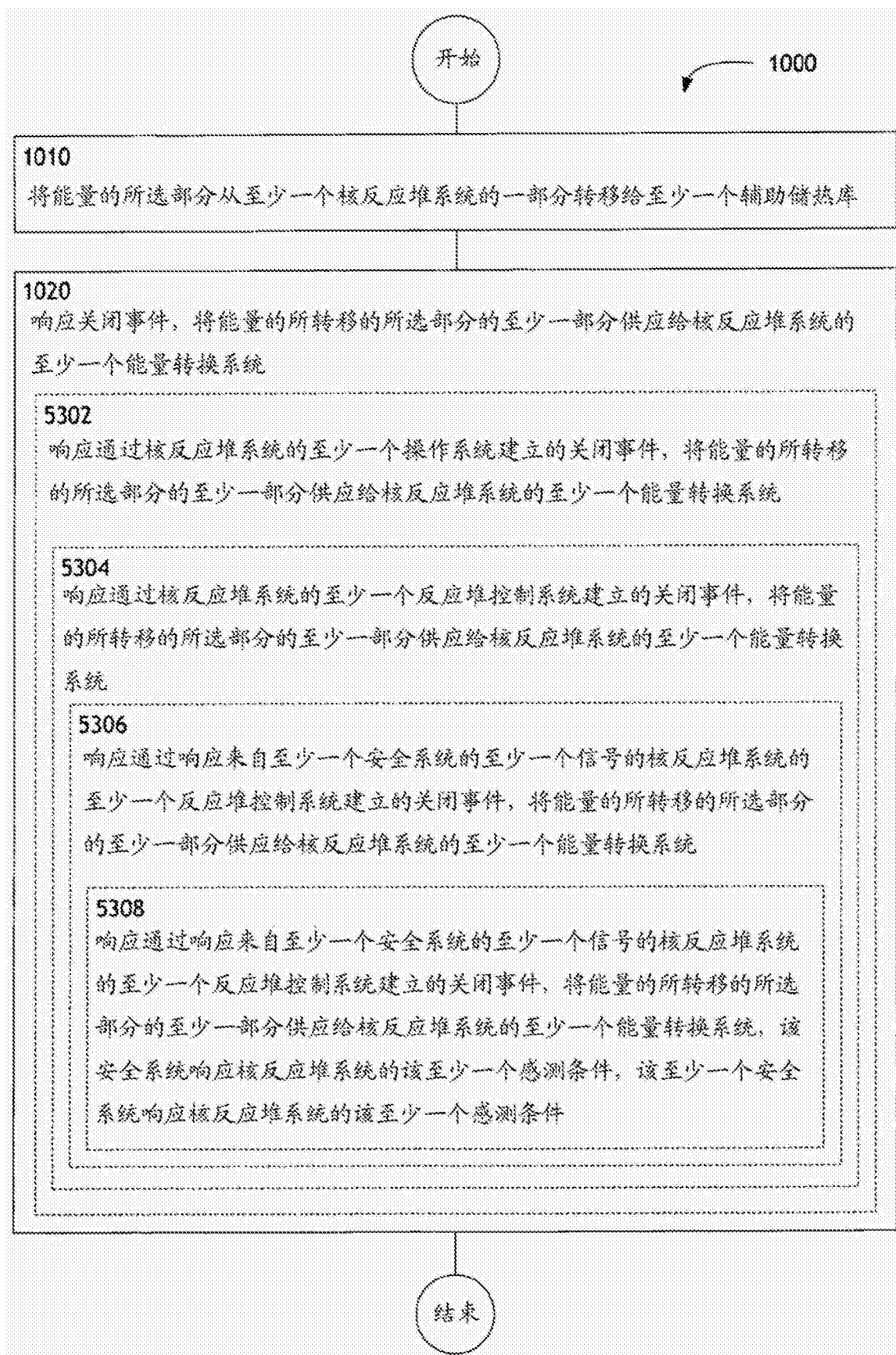


图53

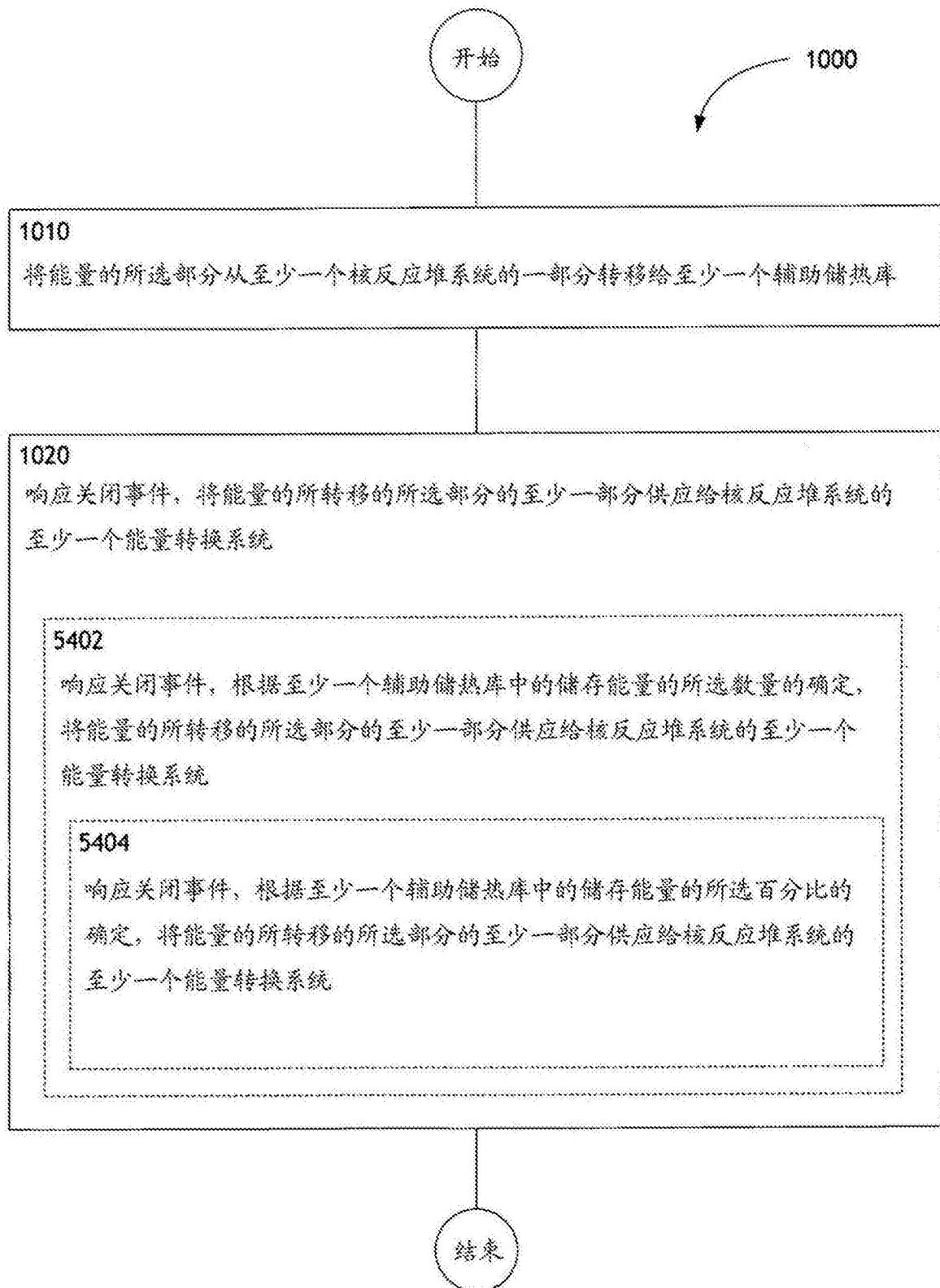


图54

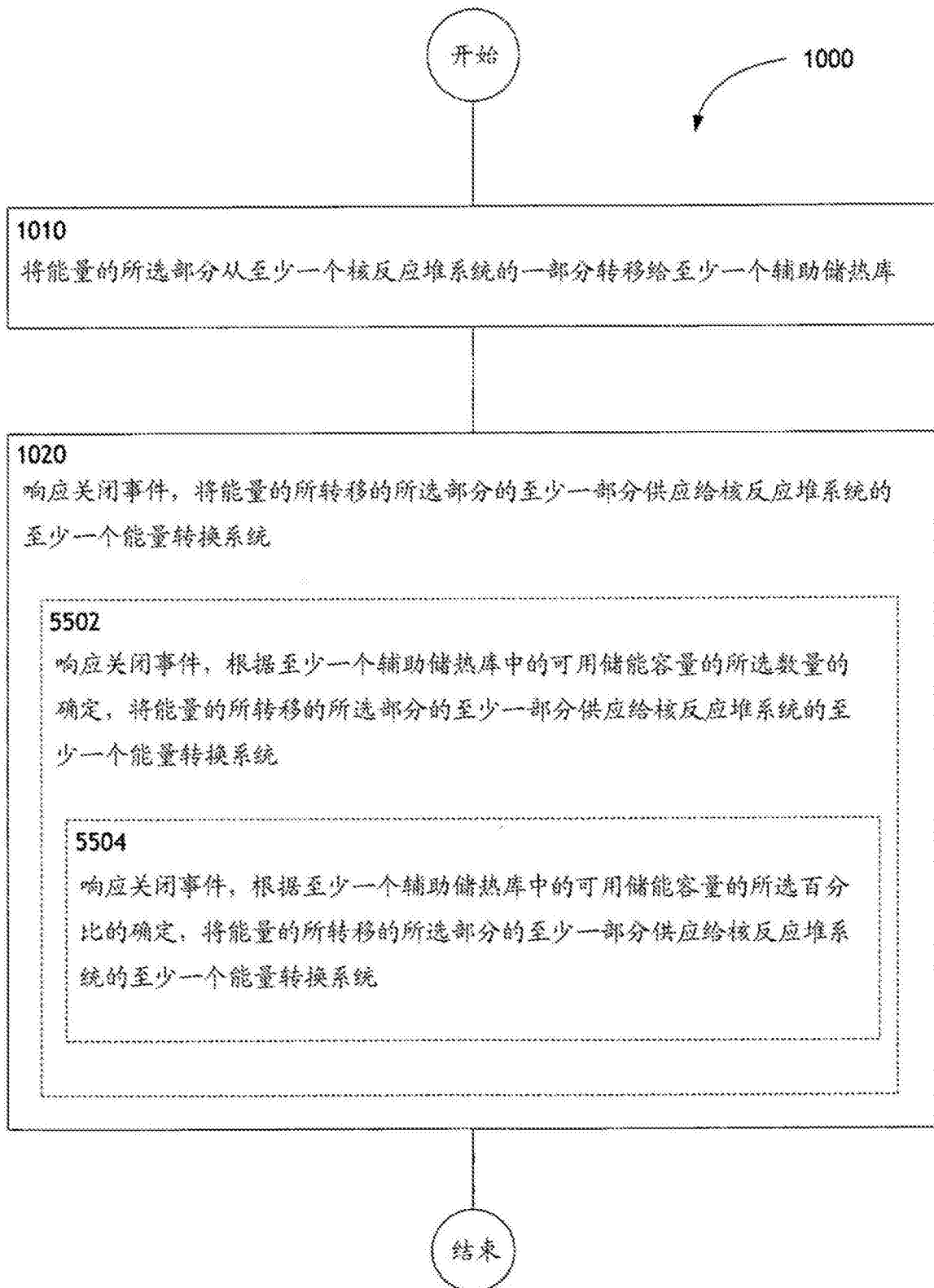


图55

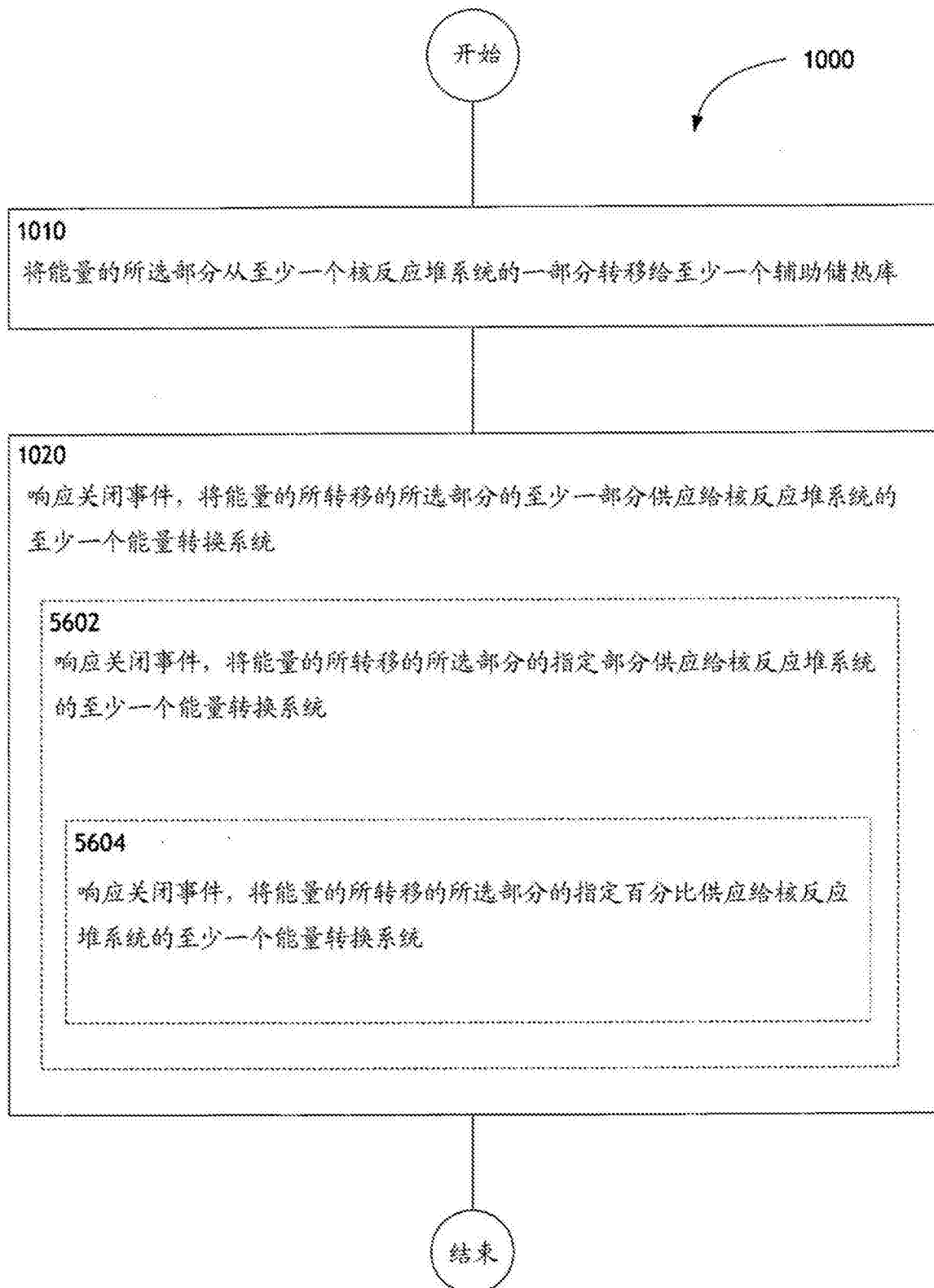


图56

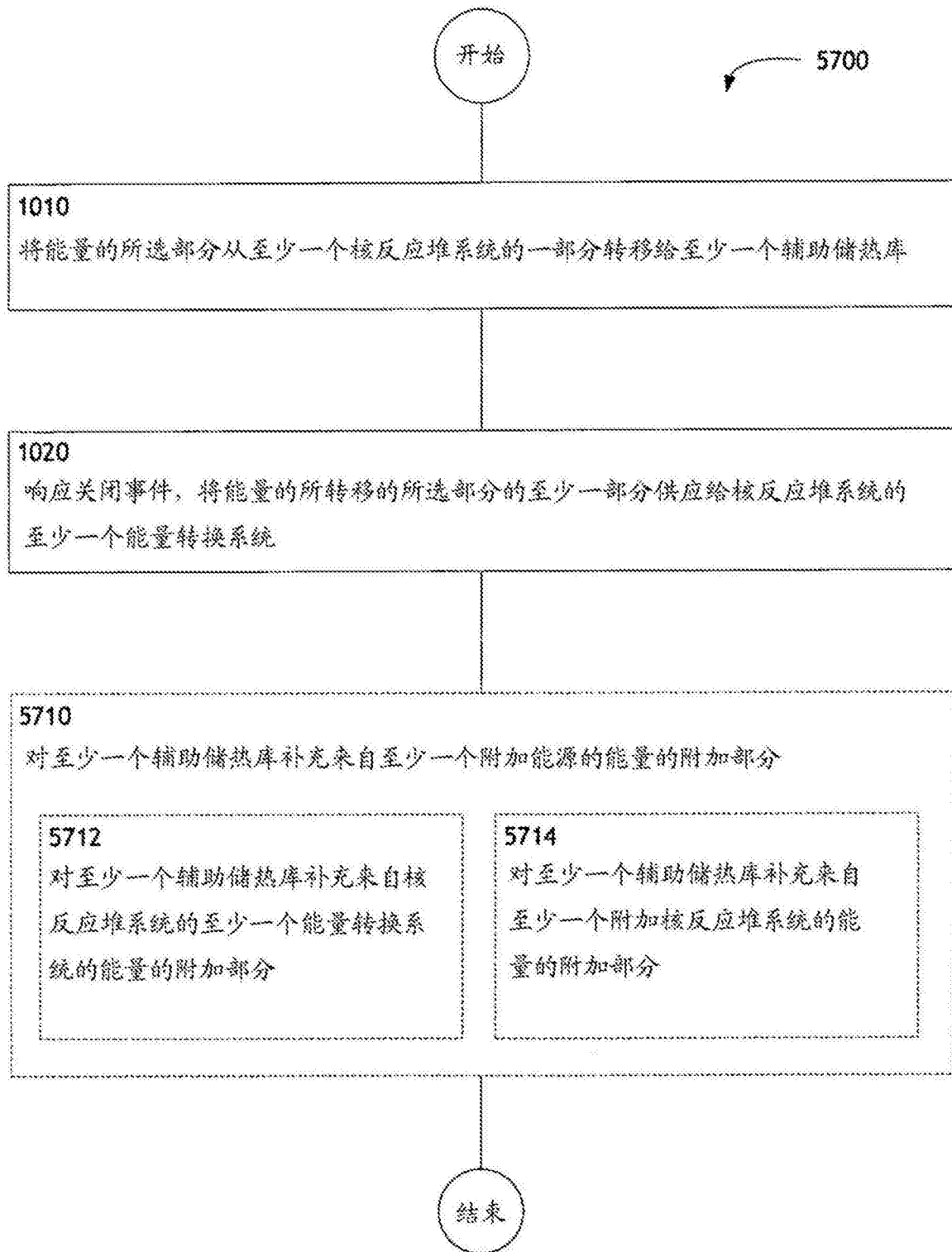


图57

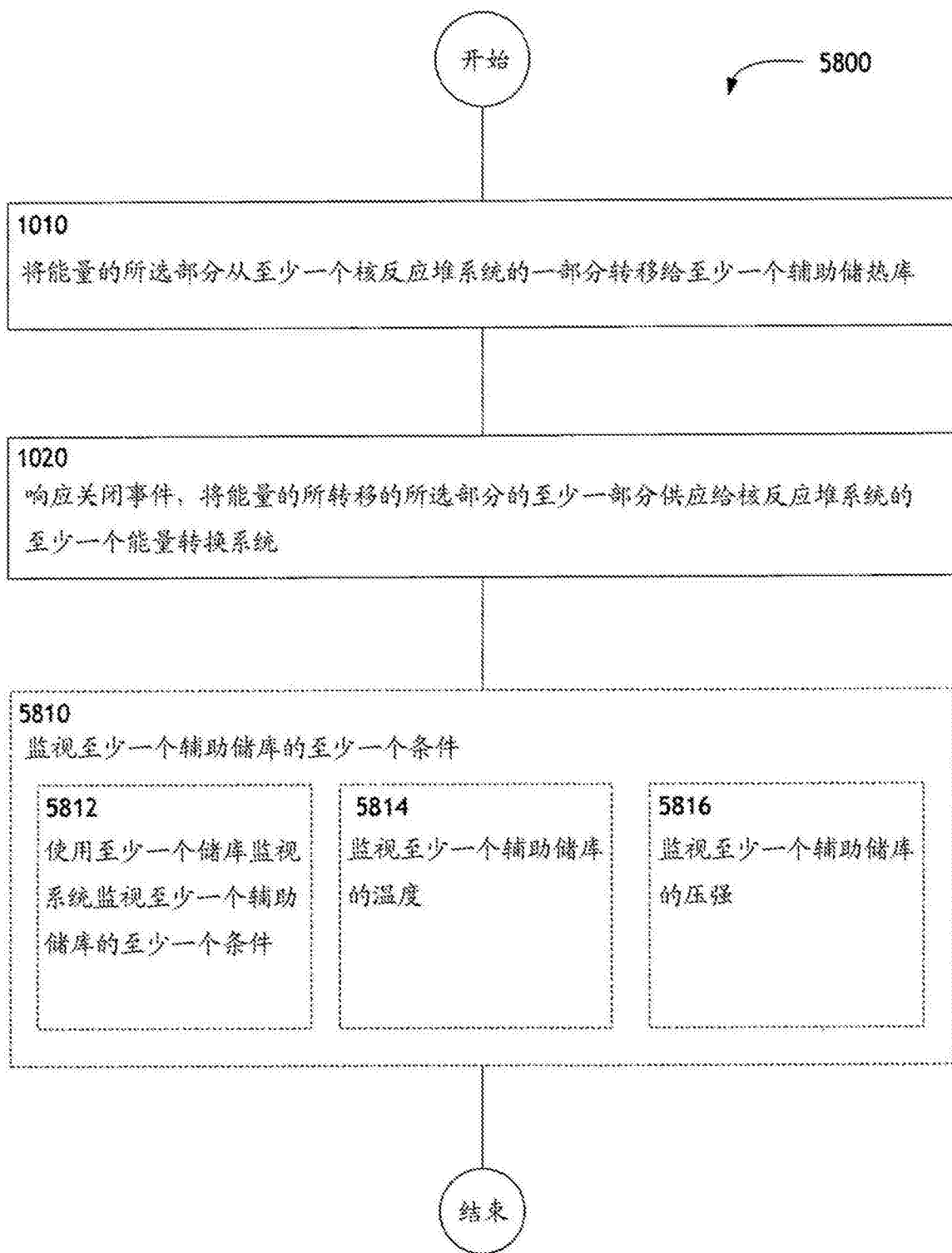


图58

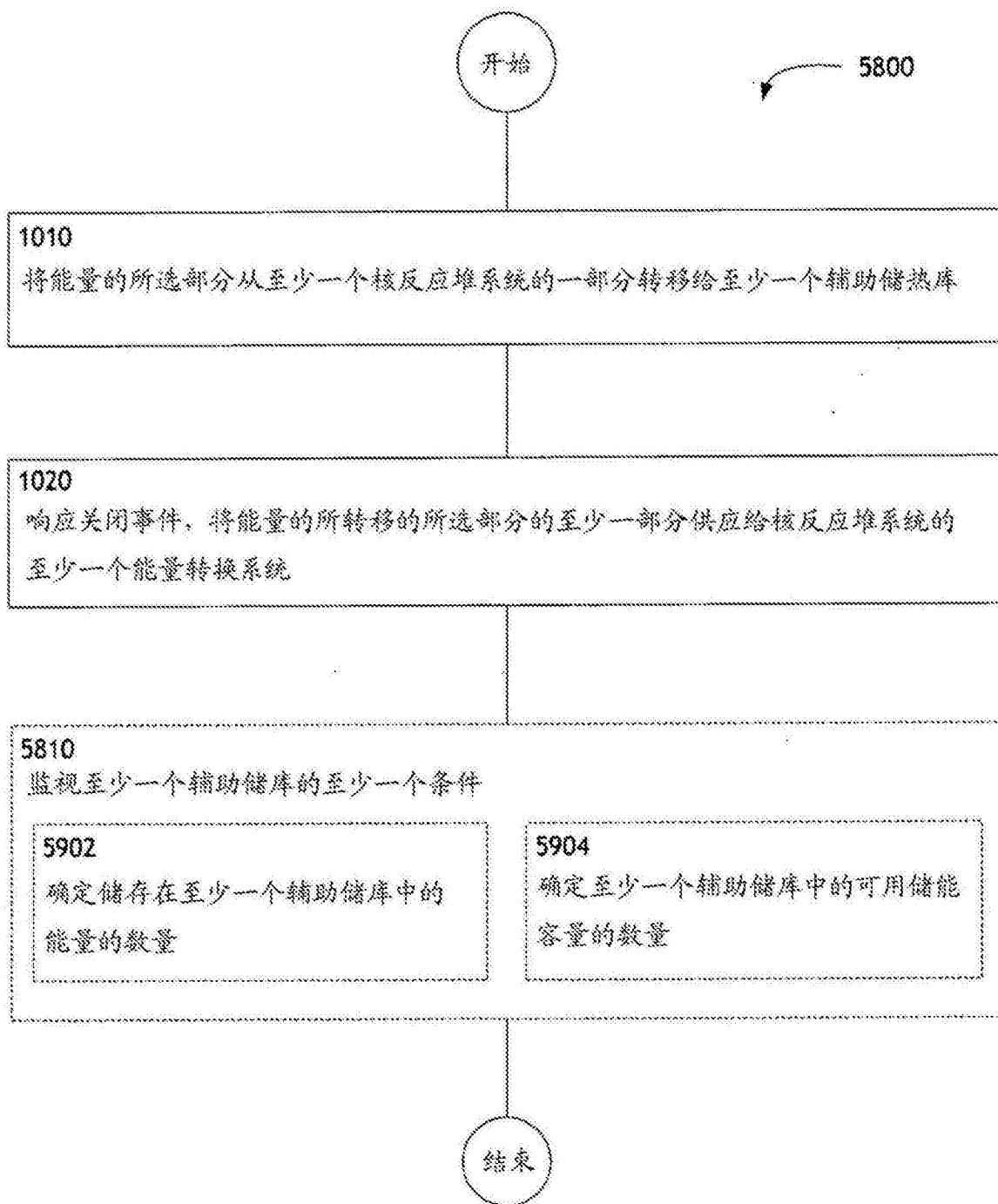


图59

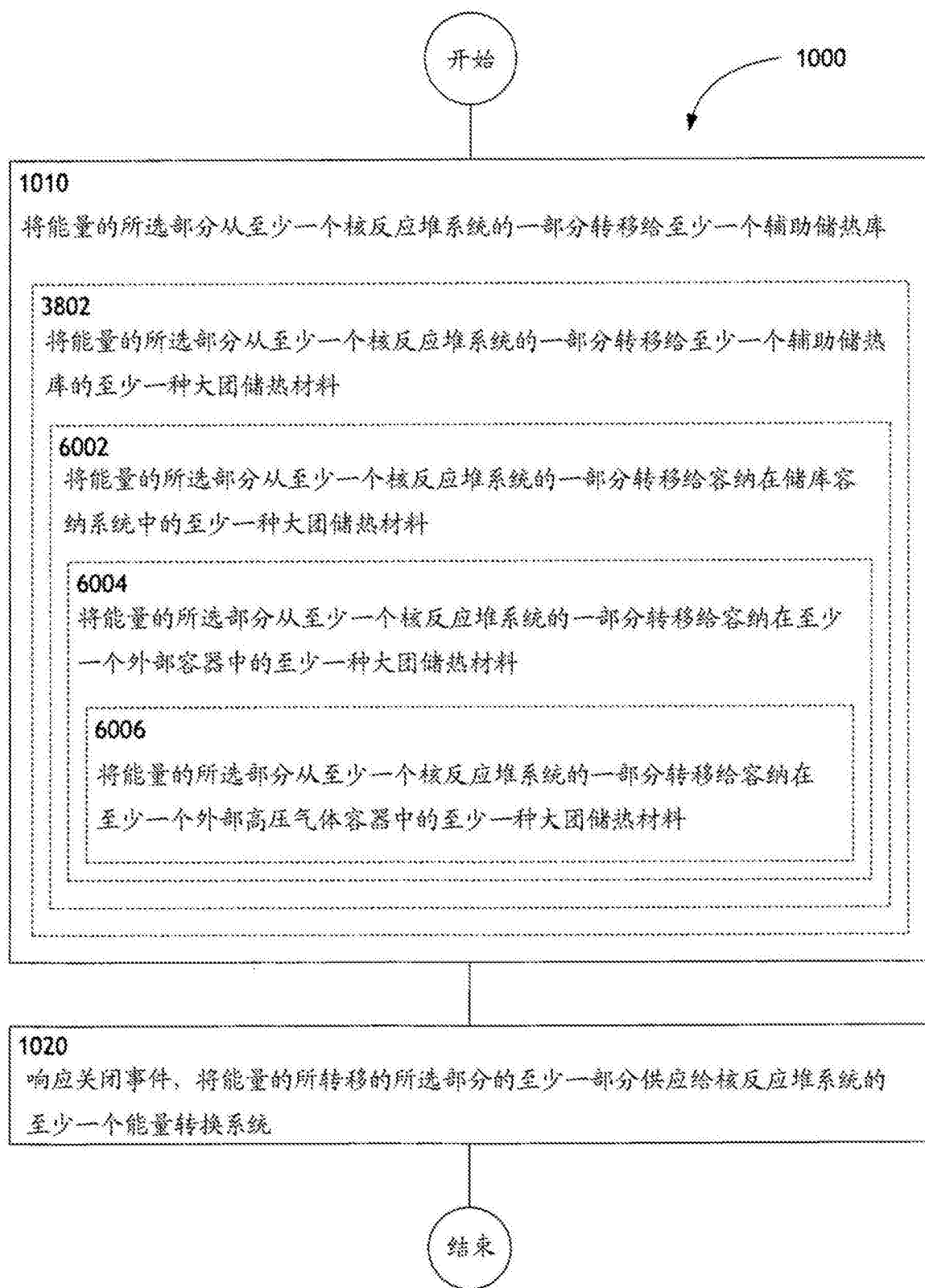


图60

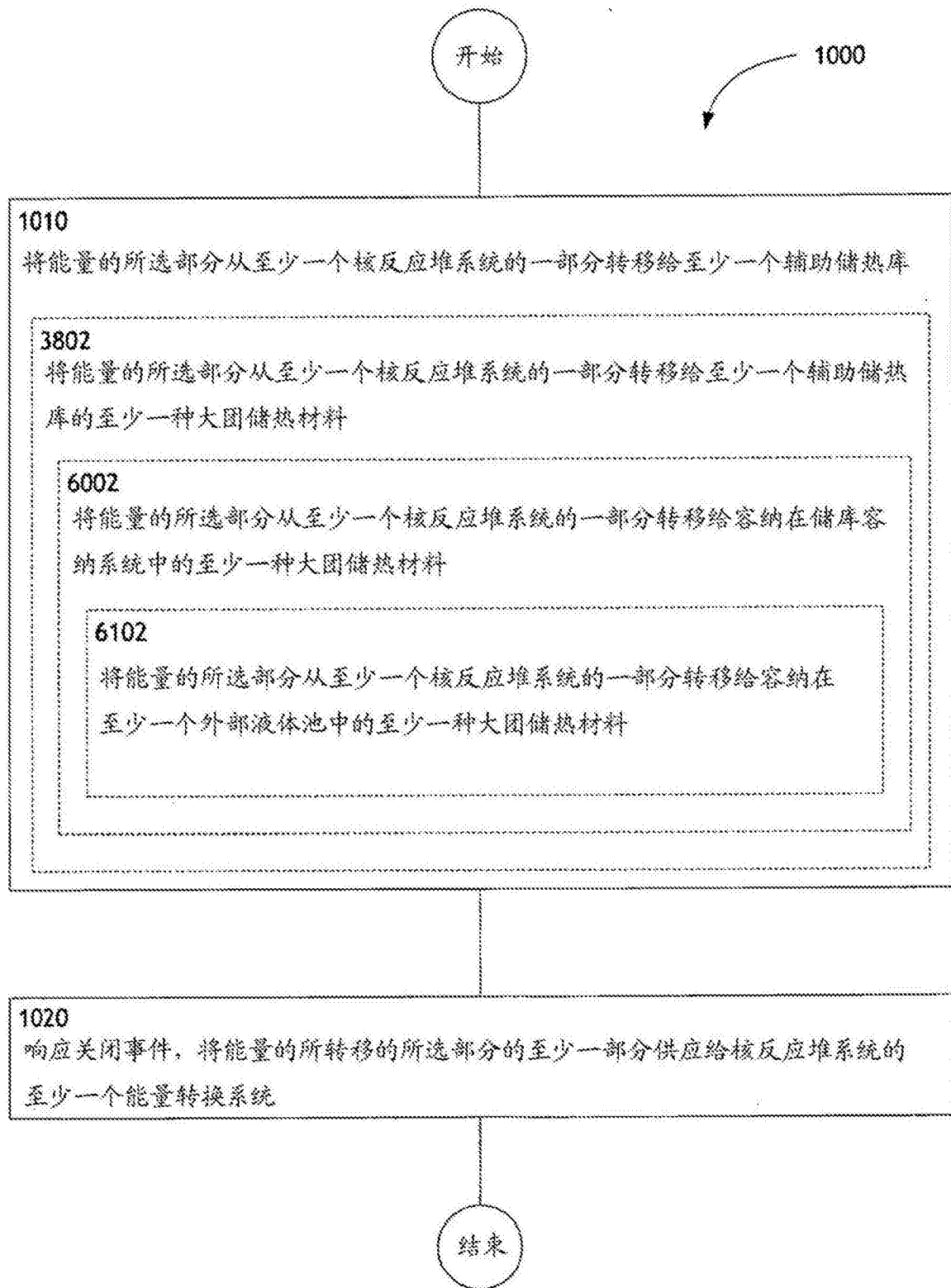


图61

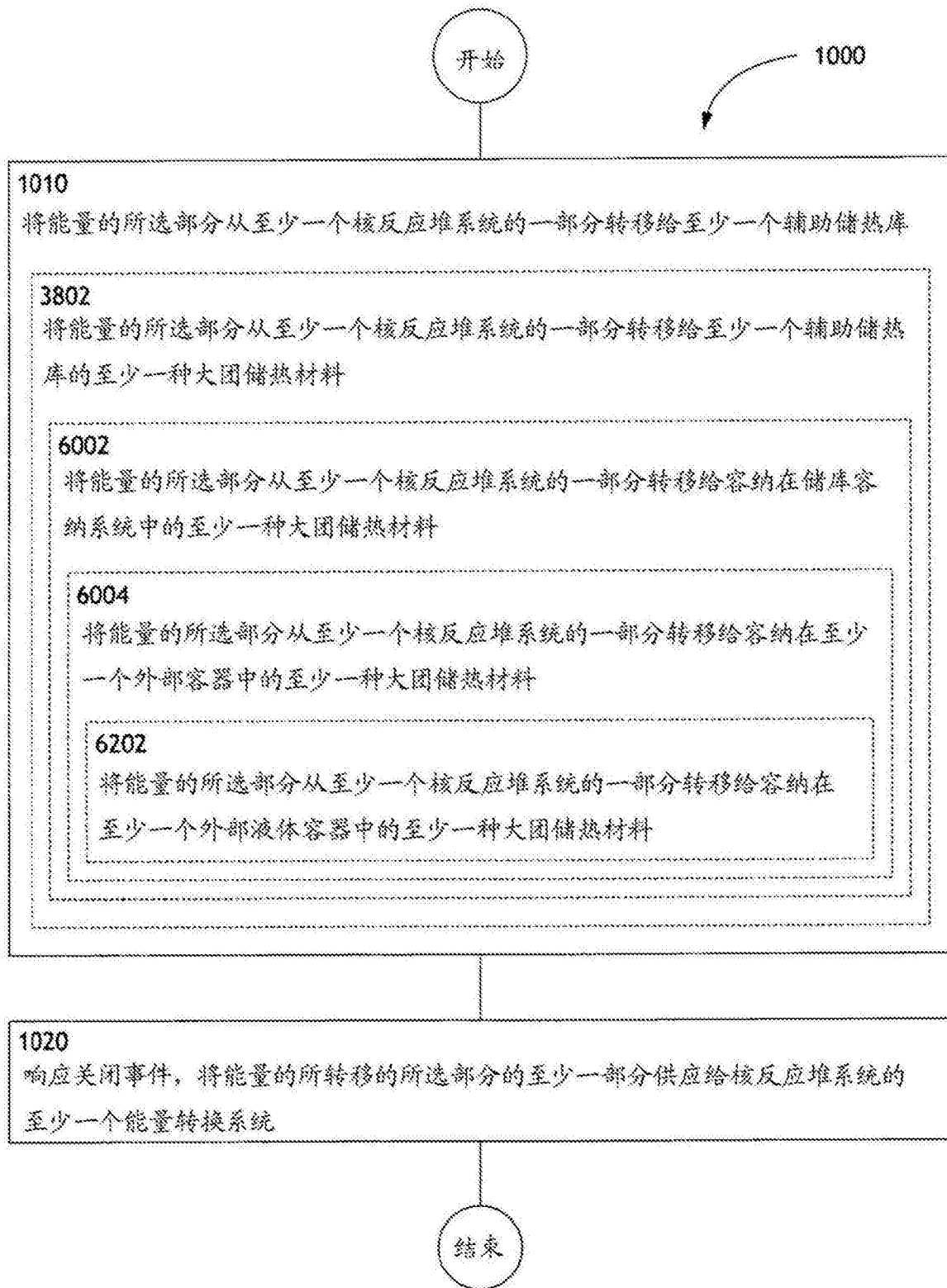


图62

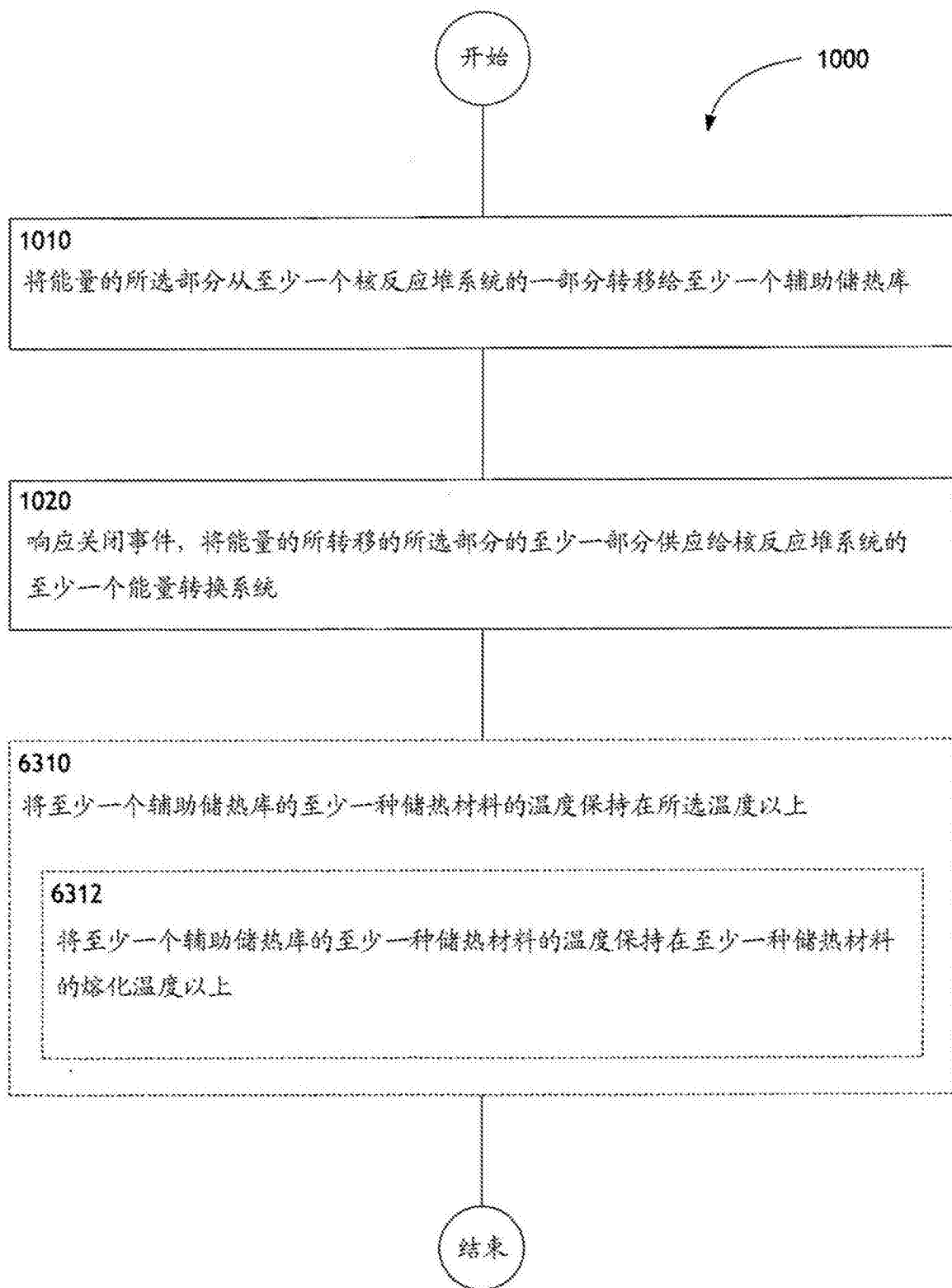


图63