

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 9/09 (2006.01)

B23K 9/095 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510070848.2

[45] 授权公告日 2009年3月25日

[11] 授权公告号 CN 100471607C

[22] 申请日 2005.5.18

[21] 申请号 200510070848.2

[30] 优先权

[32] 2004.6.4 [33] US [31] 10/861,958

[73] 专利权人 林肯环球公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 布鲁斯·E. 富尔默

詹姆斯·E. 赫恩 克里斯托弗·许

史蒂文·R. 彼得斯

[56] 参考文献

US5148001A 1992.9.15

CN1367059A 2002.9.4

US6717107B1 2004.4.6

US6204478B1 2001.3.20

审查员 孙 锐

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 郝庆芬

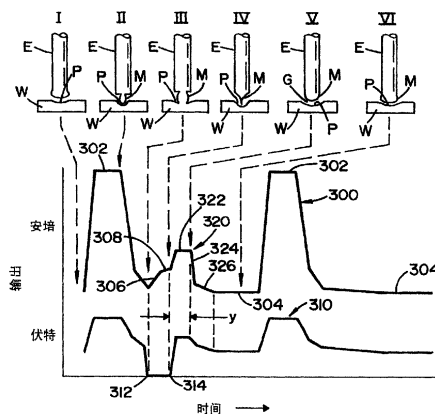
权利要求书 15 页 说明书 23 页 附图 17 页

[54] 发明名称

脉冲焊机以及使用脉冲焊机的方法

[57] 摘要

一种电弧焊机，用于利用前进焊条和加工件之间的电流来执行脉冲焊接处理，并且其中焊机包括：短路检测电路，用于在前进焊条和加工件之间发生短路的时候产生短路信号，以及激发电路，在短路被清除之后在焊机没有输出峰值脉冲电流的时间期间产生等离子体激发脉冲。



1. 一种电弧焊机，用于利用前进焊条和加工件之间的电流来执行脉冲焊接处理，所述焊机包括：短路检测电路，在所述前进焊条和所述加工件之间发生短路的基础上产生短路信号；以及激发电路，在产生所述短路信号之后产生等离子体激发脉冲。
2. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机，包括在所述信号之后和在所述等离子体激发脉冲之前升高所述电流以断开所述短路的电路。
3. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。
4. 如权利要求 3 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-0.5 毫秒的持续时间。
5. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。
6. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-0.5 毫秒的持续时间。
7. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-0.5 毫秒的持续时间。
8. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-0.5 毫秒的持续时间。
9. 如权利要求 8 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
10. 如权利要求 7 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
11. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
12. 如权利要求 3 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
13. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
14. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机，其中所述焊条是带芯焊线。
15. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电流的调整。
16. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机，其中所述等离子体激发脉冲由电

弧电压来调整。

17. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲由电弧功率来调整。

18. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是利用斜坡输出特性调整的。

19. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电流的调整。

20. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电压的调整。

21. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧功率的调整。

22. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是利用斜坡输出特性调整的。

23. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器。

24. 如权利要求 8 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器。

25. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器。

26. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器。

27. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器。

28. 如权利要求 17 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底片断。

29. 如权利要求 28 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

30. 如权利要求 16 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子

激发脉冲之后产生受控的本底片断。

31. 如权利要求 3 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

32. 如权利要求 15 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

33. 如权利要求 32 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

34. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

35. 如权利要求 34 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

36. 如权利要求 13 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

37. 如权利要求 36 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

38. 如权利要求 8 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

39. 如权利要求 38 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

40. 如权利要求 7 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

41. 如权利要求 40 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

42. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

43. 如权利要求 42 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

44. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

45. 如权利要求 44 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

46. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

47. 如权利要求 46 中所述的电弧焊机, 包括设置所述脉冲焊接处理的所述脉冲的周期的计时器; 以及一个电路, 在本底片断末尾时作出响应以重置所述计时器。

48. 如权利要求 46 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

49. 如权利要求 44 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

50. 如权利要求 42 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

51. 如权利要求 40 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

52. 如权利要求 38 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的

电路。

53. 如权利要求 36 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

54. 如权利要求 34 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

55. 如权利要求 32 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

56. 如权利要求 30 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

57. 如权利要求 28 中所述的电弧焊机, 包括在所述等离子体激发脉冲期间传感所述电弧电压的电路以及基于所述传感电弧电压调节所述本底片断的电路。

58. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

59. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

60. 如权利要求 13 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

61. 如权利要求 13 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

62. 如权利要求 12 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

63. 如权利要求 12 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

64. 如权利要求 11 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

65. 如权利要求 11 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

66. 如权利要求 10 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

67. 如权利要求 10 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

68. 如权利要求 9 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

69. 如权利要求 9 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

70. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

71. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

72. 如权利要求 3 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

73. 如权利要求 3 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

74. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

75. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

76. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

77. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

78. 如权利要求 76 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

79. 如权利要求 78 中所述的电弧焊机, 包括中断电路, 在所述焊条和所述加工件之间发生短路时中断所述波形。

80. 如权利要求 79 中所述的电弧焊机, 其中等离子体激发脉冲的波形轮廓是由所述焊机在所述中断期间处理的。

81. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

82. 如权利要求 81 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

83. 如权利要求 13 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

84. 如权利要求 83 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

85. 如权利要求 12 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

86. 如权利要求 85 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

87. 如权利要求 11 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

88. 如权利要求 87 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之

0.010 到 0.030 范围内。

89. 如权利要求 10 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

90. 如权利要求 89 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

91. 如权利要求 9 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

92. 如权利要求 91 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

93. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

94. 如权利要求 93 中所述的电弧焊机, 包括中断电路, 在所述焊条和所述加工件之间发生短路时中断所述波形。

95. 如权利要求 94 中所述的电弧焊机, 其中等离子体激发脉冲的波形轮廓是由所述焊机在所述中断期间处理的。

96. 如权利要求 14 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

97. 如权利要求 96 中所述的电弧焊机, 包括中断电路, 在所述焊条和所述加工件之间发生短路时中断所述波形。

98. 如权利要求 97 中所述的电弧焊机, 其中等离子体激发脉冲的波形轮廓是由所述焊机在所述中断期间处理的。

99. 如权利要求 8 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

100. 如权利要求 99 中所述的电弧焊机, 包括中断电路, 在所述焊条和所述加工件之间发生短路时中断所述波形。

101. 如权利要求 100 中所述的电弧焊机, 其中等离子体激发脉冲的波形

轮廓是由所述焊机在所述中断期间处理的。

102. 如权利要求 5 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

103. 如权利要求 102 中所述的电弧焊机, 包括中断电路, 在所述焊条和所述加工件之间发生短路时中断所述波形。

104. 如权利要求 103 中所述的电弧焊机, 其中等离子体激发脉冲的波形轮廓是由所述焊机在所述中断期间处理的。

105. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 包括: 一个电路, 在所述信号之后升高所述电流以清除所述短路, 其中所述焊条是带芯焊线。

106. 如权利要求 105 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

107. 如权利要求 106 中所述的电弧焊机, 其中所述电压在 17-22 伏特一般范围内。

108. 如权利要求 107 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是自保护的。

109. 如权利要求 106 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是自保护的。

110. 如权利要求 105 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是自保护的。

111. 如权利要求 1 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一系列连续波形, 每个波形具有由峰值电流和本底电流部分定义的脉冲, 所述焊机包括一个电路, 该电路产生一个所述波形的每个脉冲, 所述波形从所述峰值电流转换到短时间的低于所述本底电流的电流水平并接着转换到所述本底电流以在每个所述脉冲之后促使短路。

112. 如权利要求 111 中所述的电弧焊机, 其中所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓所产生的。

113. 如权利要求 2 中所述的电弧焊机, 包括预告所述断开的预告电路; 以及一个电路, 在预告所述断开时降低所述电流并接着激活所述激发电路。

114. 一种利用在前进焊条和加工件之间的一系列脉冲的脉冲焊接方法, 所述方法包括:

- (a) 检测所述焊条和所述加工件之间的短路; 以及
- (b) 在所述短路之后产生等离子体激发脉冲。

115. 如权利要求 114 中所述的方法进一步包括:

(c) 在所述等离子体激发电路之前清除所述短路。

116. 如权利要求 115 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 一般范围内的可调功率。

117. 如权利要求 114 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 一般范围内的可调功率。

118. 如权利要求 117 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

119. 如权利要求 116 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

120. 如权利要求 115 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

121. 如权利要求 114 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

122. 如权利要求 121 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

123. 如权利要求 120 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

124. 如权利要求 119 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

125. 如权利要求 118 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

126. 如权利要求 117 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

127. 如权利要求 116 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

128. 如权利要求 115 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

129. 如权利要求 114 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

130. 如权利要求 129 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

131. 如权利要求 128 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

132. 如权利要求 127 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

133. 如权利要求 126 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电

弧电流。

134. 如权利要求 123 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

135. 如权利要求 122 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

136. 如权利要求 115 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

137. 如权利要求 114 中所述的方法, 其中所述电源激发脉冲是可调的电弧电流。

138. 如权利要求 121 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

139. 如权利要求 120 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

140. 如权利要求 117 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

141. 如权利要求 116 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

142. 如权利要求 115 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

143. 如权利要求 114 中所述的方法, 包括在所述等离子体激发脉冲之后产生受控的本底电流片断。

144. 如权利要求 133 中所述的方法, 其中所述电流在所述信号之后升高并接着在所述短路被清除时降低。

145. 如权利要求 144 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

146. 如权利要求 145 中所述的方法, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

147. 如权利要求 133 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

148. 如权利要求 147 中所述的方法, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

149. 如权利要求 132 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

150. 如权利要求 149 中所述的方法, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

151. 一种电弧焊机, 用于利用在前进焊条和加工件之间的一系列输出脉冲进行脉冲焊接, 所述焊机包括: 一个电路, 用于在所述脉冲之间产生等离子体激发电流脉冲; 第一计时器, 用于在给定时间开始所述输出脉冲; 以及第二计时器, 用于在所述电流脉冲之间的给定位置产生所述等离子体激发脉冲。

152. 如权利要求 151 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

153. 如权利要求 152 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

154. 如权利要求 151 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

155. 如权利要求 154 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

156. 如权利要求 153 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

157. 如权利要求 152 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

158. 如权利要求 151 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

159. 如权利要求 151 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电流的调节。

160. 一种利用在焊条和加工件之间的一系列输出脉冲的脉冲焊接方法, 所述方法包括: 在所述输出脉冲之间产生等离子体激发脉冲。

161. 如权利要求 160 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 一般范围内的可调功率。

162. 如权利要求 161 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

163. 如权利要求 160 中所述的方法, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

164. 如权利要求 163 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

165. 如权利要求 162 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

166. 如权利要求 161 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

167. 如权利要求 160 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

168. 一种电弧焊机, 用于以包括焊接电流的波形执行在前进焊条和加工件之间的脉冲焊接处理, 所述波形具有连续的脉冲, 每个脉冲在所述电流脉冲前后都具有峰值电流和本底电流, 所述焊机包括: 一个电路, 在每个脉冲结束时将所述焊接电流减小到所述本底电流之下以迫使短路; 一个短路检测电路, 在所述前进焊条和所述加工件之间发生短路时产生一个信号; 以及激发电路, 在产生所述短路之后产生等离子体激发脉冲。

169. 如权利要求 168 中所述的电弧焊机, 包括一个电路, 在所述信号之后并在所述等离子体激发脉冲之前升高所述电流。

170. 如权利要求 168 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

171. 如权利要求 168 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

172. 如权利要求 168 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

173. 如权利要求 172 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

174. 如权利要求 173 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

175. 一种在前进焊条和加工件之间的脉冲焊接方法, 具有包括连续脉冲的焊接电流, 每个脉冲在所述电流脉冲前后具有峰值电流和本底电流, 所述方法包括:

(a) 将所述焊接电流减小到每个所述电流脉冲之后的所述本底电流之下以迫使短路;

(b) 在检测到短路时产生一个信号;

(c) 在产生所述信号的基础上清除所述短路;

(d) 当所述短路已被清除时产生等离子体激发脉冲。

176. 如权利要求 175 中所述的方法, 包括在所述脉冲的所述峰值电流期

间防止短路。

177. 如权利要求 176 中所述的方法, 其中所述防止行为是通过限制所述峰值电流的时间。

178. 如权利要求 175 中所述的方法, 其中所述等离子激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

179. 如权利要求 178 中所述的方法, 其中所述等离子激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

180. 如权利要求 175 中所述的方法, 其中所述等离子激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

181. 如权利要求 175 中所述的方法, 其中所述焊条是带芯焊线。

182. 如权利要求 181 中所述的方法, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

183. 如权利要求 182 中所述的方法, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

184. 一种电弧焊机, 用于利用由前进焊条和加工件之间的电压驱动的电流来执行脉冲焊接处理, 所述焊机具有输出电压并包括: 短路检测电路, 在所述前进焊条和所述加工件之间发生短路的时候产生短路信号; 一个电路在所述信号之后升高所述电路; 以及激发电路, 在已清除所述短路之后产生等离子体激发脉冲。

185. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

186. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

187. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述焊条是带芯焊线。

188. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电流的调节。

189. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电压的调节。

190. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是

按照电弧功率的调节。

191. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述激发电路在所述等离子激发脉冲之后产生受控的本底片断。

192. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述电压小于 25 伏特。

193. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中电弧长度小于 0.30 英寸。

194. 如权利要求 184 中所述的电弧焊机, 其中所述脉冲焊接处理包括一个连续的波形, 并且所述波形是由在大于 18kHz 的频率产生的一系列短电流脉冲并由波形产生器控制的轮廓生成的。

195. 如权利要求 187 中所述的电弧焊机, 其中所述带芯焊线是在芯体中具有有效含量硫的金属带芯焊线。

196. 如权利要求 195 中所述的电弧焊机, 其中所述硫在焊条重量的百分之 0.010 到 0.030 范围内。

197. 一种电弧焊机, 用于利用由前进焊条和加工件之间的电压驱动的电来执行脉冲焊接处理, 所述焊机具有输出电压并包括: 短路检测电路, 在所述前进焊条和所述加工件之间发生短路的时候产生第一信号, 并在所述短路被清除时产生第二信号; 以及激发电路, 在产生所述第二信号之后产生等离子体激发脉冲。

198. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 包括一个电路, 在所述第一信号之后并在所述等离子体激发脉冲之前升高所述电流。

199. 如权利要求 198 中所述的电弧焊机, 包括所述第一信号和激活所述电流升高电路之间的延迟。

200. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

201. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

202. 如权利要求 198 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 5-20KW 的可调功率。

203. 如权利要求 198 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的持续时间。

---

204. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧电压的调节。

205. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是按照电弧功率的调节。

206. 如权利要求 197 中所述的电弧焊机, 其中所述等离子体激发脉冲是利用斜坡输出特性调节的。

## 脉冲焊机以及使用脉冲焊机的方法

### 技术领域

本发明涉及新的电弧焊机，并具体涉及用于执行新脉冲焊接处理的电弧焊机以及使用新电弧焊机的脉冲焊接方法。

### 背景技术

在电弧焊接中，其中一种最普遍的焊接处理是脉冲焊接，该脉冲焊接主要使用具有外部保护气的实心焊条。MIG 焊接利用间隔脉冲首先熔化前进焊线（advancing wire）的末端并接着将熔化的金属从焊线的末端经过电弧推进到加工件。在理想情况下，球状的大量熔化金属在脉冲焊接处理的每个脉冲期间被熔化和传送。当熔化的金属从前进焊线脱离之前接触了加工件时，在脉冲焊接处理的正常操作中出现中断。因此，通常使用大于 25 伏特的高电压脉冲焊接以使焊线和焊条末端之间的间隔相对较大。这样限制了短路和因而产生的飞溅（spatter）以及熔池干扰（puddle disturbance）的发生。具有小于大约 0.20-0.30 英寸的小间隔或弧长是有利的。然而，脉冲焊接通常需要相当高的电压以确保熔化金属的合适的传送并减少短路。不过，脉冲焊接处理总是陷入短路情况，必须快速消除短路情况以获得与合适的脉冲焊接有关的连贯性。为了消除短路，公知的是在发现短路时立即增大电弧电流。高电弧电流引起电缩颈（necking）动作以立即从前进焊条分离熔化的金属以再次建立电弧。包含在 Ihde 6,617,549 中的关于这个公知原理的讨论被引入本文中，以供参考。即使利用这个公知的短路清除步骤，实心焊线仍需要高电压并且焊线的移动速度必须相当地低。当试图对脉冲焊接使用带芯焊线时，电弧电压必须保持相当高，适当的为大于 25 伏特，以避免在脉冲焊接处理中不希望出现的短路情况。简而言之，短路导致焊接的质量下降而且降低了焊接操作的移动速度，并由于其缺点需要高电压。当试图利用金属带芯焊线的冶金优势时，这些短路更为麻烦。

脉冲焊接处理中的短路影响电弧稳定性，尤其在较低电压，其中平均弧

长小于大约 0.20-0.30 英寸。它们也导致在短路断开期间的飞溅。因此，脉冲焊接需要用于清除意外的，随机的短路的步骤。这一点通过仅仅增加电弧电流直到短路被清除。从而，脉冲焊接处理需要高于 25 伏特的高电压以最小化意外短路。这一点导致以较低的速度操作的需要。而且，当使用高电压和正常短路清除时，导致飞溅和不均匀的焊珠。

脉冲 MIG 焊接主要使用通常由外部保护气隔离的实心焊条，金属带芯焊线，或管状焊丝。电源产生一个在有时称为“峰值”的高输出和称为“本底”的较低输出之间交替的特定脉冲输出。在足够长的时间内峰值输出大于焊条的喷射转换电流以从前进焊条形成并传送一个金属熔滴到加工件。在脉冲之间，较低本底输出使焊条向加工件前进并为下一个峰值按顺序重新定位以堆积下一个熔滴。在理想情况下，一直持续脉冲调制输出以使在每个峰值一个熔滴从焊条传送到加工件而不允许熔滴桥接间隔而导致短路。当足够长的弧长一直持续产生相对较高的平均电弧电压时能够实现所述理想情况。例如，利用在 90%氩，10%CO<sub>2</sub> 条件下运行的钢制焊条的脉冲焊接是使用大于大约 26 伏特的平均电压执行的。

在实际中，当进行诸如较短弧长的脉冲焊接之类的焊接处理时有许多优势。这些优势包括较低的热量输入以及更好地控制较高移动速度的熔池。以减小的弧长，部分被传送的熔滴更易于桥接焊条和加工件之间的间隔而导致短路。由于弧长被减小，短路事件变得更加频繁并且更加难以清除。现代脉冲焊接电源，例如林肯电气公司的 POWERWAVE 包含清除短路的技术。当检测到短路时，以受控的方式增加机器的输出直到短路被“夹断”(pinched off)并且短路被消除。关于这个公知概念的讨论包含在 Kawai 4,889,969 和 Ihde 6,617,549 中，其被引入本文中以供参考。利用这种公知的技术，焊接处理将保持稳定即使在偶然发生短路的时候。这种方法允许用户减小弧长但也保持在较低热量输入水平的稳定运行。这一点改进了以较高移动速度的快速跟随特性。对于之前所述的例子，稳定运行点被减低至大于大约 23 伏特的电压。由于弧长被降低到低于这一点，所以短路事件发生地十分频繁并且可能需要明显升高夹断电流以中断短路。当在高电流的确中断了短路时，通常发生飞溅，并且由于加在熔池上的高电流导致震动，因此伴随的不稳定性随之而来。

这个问题有时候是由重复短路引起的。当一个短路被清除，另一个短路立即形成并且很难清除。

带芯焊线是由金属外壳构成的焊条，所述金属外壳包含金属电源核心和/或熔渣生成化合物（FCAW-G）和/或产生保护气（FCAW-S）的化合物。这些焊线非常有利于产生所需的焊接金属的冶金也有利于防止污染。许多这些带芯焊线也能够以与实心焊线相同的方式用于脉冲焊接处理中。然而，在实心焊线的使用中，由于弧长减小所以这些带芯焊线表现出短路的频率和严重性的升高。实际上，由于脉冲带芯焊线趋向于焊接外壳而使芯体暴露以允许其浸入熔池中，所以带芯焊线所需要s的最小弧长大于实心焊条的最小弧长或电压。因此，带芯焊线的相关优势不能被完全利用。对于脉冲焊接来说存在一个需要就是，能够在降低电压同时而不存在重复短路的条件下使用带芯焊线，或者在这种短路被有效地清除以消除它们的负面影响的条件下使用带芯焊线。

#### 发明内容

本发明涉及电弧焊接以及使用电弧焊接的方法，该方法执行一个脉冲焊接步骤，其中可以使用短弧长（小于 0.10 英寸）或 17-22 伏特低电压来控制熔池并防止在熔池之前的电弧跳跃。而且，由于使用了较小的弧长以及较低的电压而没有促进如上所述的短路，移动速度有所提高。使用本发明确保短路在低本底电流时发生。这一点避免了与出现短路时的输入短且高电流时，与高电流相关的飞溅。本发明确保焊线顶端和熔池表面的可靠的分离，即使利用小的弧长。这增强了高电流脉冲中和低本底电流周期中的周期性和稳定性。本发明设计为由机器人执行的高速自动焊接类型，其中可以得到低电压、短电弧，以使移动速度能够提高。本发明由于其稳定了缩短的弧长并从而减少了飞溅因此促进了高速度的低电压焊接。根据本发明，根据标准技术来检测和清除脉冲焊接处理中的短路；然而，在短路被清除之后，等离子体激发（plasma boost）脉冲被生成。该激发脉冲是具有 5-20KW 范围功率的高电流脉冲，并优选为在 10-20KW 范围的稳定功率。当将本发明用于含铁金属焊接时，等离子体激发脉冲的功率一般是大约 5KW；然而，当焊接铝时等离子体激发脉冲可以降低为 1.0-2.0KW。因此，实际范围是 1.0KW 到大约 20KW。

该高电流等离子体激发脉冲激发了在断开短路时的输出电弧电流。该激发脉冲增强了电弧力以将熔池推离焊条以使另一个短路不发生在同一周期中。等离子体激发脉冲环绕焊条的末端大约焊线直径的尺寸进行加热，并且电弧力的增强产生了焊线和熔池之间的分离所以焊条不能立即短路。在短路已被清除并且等离子体激发在短时间内（一般在 0.2-5.0 毫秒范围内）已经增强了电弧力之后，焊接处理继续。在下一个脉冲将形成的熔滴传送到熔池之前，脉冲焊接处理的低本底电流将熔滴推近于熔池。本发明包括在利用许多焊机中使用的标准短路清除步骤已经清除了短路情况之后的电流，电压或功率脉冲的供应。这一点稳定了熔池并立即允许正常脉冲焊接处理的恢复以使处理不需要高电压和低速度。即使电弧焊机和方法主要设计为利用高移动速度和低电压自动应用，本发明也用于半自动应用，其中渗透性一定被降低并且其对带芯焊线有利，其中需要高移动速度。也曾经实施于利用管状焊丝的脉冲焊接。等离子体激发脉冲与 STT 峰值电流脉冲相似，因为其在焊条的末端产生熔滴并促使熔池脱离焊条。STT 焊接处理已由林肯电气公司开发，并在诸如 Parks 4,866,247 的多个专利中公开，Parks 4,866,247 被引入本文中作为背景信息，以供参考。STT 处理具有故意产生短路的波形。在清除短路之后立即使用等离子体激发脉冲并不构成波形的产生部分，所述波形构成实际的脉冲焊接处理。当使用本发明来控制熔池，短路被清除而处理中的下一个短路将会更迟时短路是无害的随机事件。等离子体激发在正常脉冲焊接处理的中断期间产生以稳定熔池，降低飞溅并提高焊接速度，同时允许对实心焊条和有芯焊条的低电压操作。通过使用本发明，由大幅度降低的电压（例如弧长）引起的短路不是处理中断。实际上，焊机是一个使用由俄亥俄州克利夫兰市的林肯电气公司开发的波形技术的焊机。脉冲和本底电流部分是由高转换速度电源形成的，如小脉冲是利用波形产生器控制的轮廓以大约 18kHz 的频率产生的。

根据本发明的另一方面，与 STT 处理相似的新短路清除处理先于等离子体激发脉冲。当检测到短路时，电弧电流被减小并接着允许电弧电流沿着具有第一陡坡和另一个缓坡的压缩（pinch）脉冲轮廓增加。通常是  $dv/dt$  检测器的预告电路，在短路即将“缩小（neck）”或断开的时候被激活。然后，电

弧电流降低到低水平以减小飞溅。这一点结束了短路并提供平滑表面张力传送所以短路是真正地将金属传送到加工件的极好方式。当存在电弧或等离子体情况时，本发明的等离子体激发脉冲由焊机输出。这是在脉冲焊接处理中清除短路的实际步骤，并且在与本发明的其他改进相结合时是新的步骤。

根据本发明，提供了一种电弧焊机用于通过由前进焊条和加工件之间的电压驱动电流（voltage driven current）来执行脉冲焊接处理。电流可以由电压或电流调整来控制。焊机包括短路检测电路，前进焊条和加工件之间发生短路的时候该电路产生短路信号，以及激发电路，在检测到短路之后产生等离子体激发脉冲。在本发明的优选实施例中，存在标准短路清除电路，该电路在短路信号之后等离子体激发脉冲之前升高电弧电流。这使得在等离子体激发脉冲之前消除了短路。等离子体激发脉冲具有 1.0KW 到 20KW 的大体范围的可调功率，并特别的在 10-15KW 范围之内。等离子体激发脉冲具有 0.2-5.0 毫秒的大体范围的持续时间。当利用诸如金属有芯和管状焊条之类的有芯焊条时本发明是很有益的。

根据本发明的另一个方面，等离子体激发脉冲发生在正常波形发生器的中断期间，所述正常波形发生器产生构成脉冲焊接处理的波形。

根据本发明的另外一个方面，用于产生脉冲焊接处理的等离子体激发脉冲的激发电路还包括在等离子体激发脉冲之后产生一个受控的本底电流。该本底电流通常与脉冲波形的本底电流不同并持续到脉冲焊接处理中的下一个产生的脉冲。产生的本底部分的末端重置计时器以初始标准脉冲波形处理。在一些情况中，本底部分是可由电压反馈调节的，所述电压反馈来自焊接处理的输出电弧电压。在特定等离子体激发脉冲期间产生的电弧电压控制跟着那个特定等离子体激发脉冲的本底部分。

根据本发明的另外一个方面，提供一种前进焊条和加工件之间利用一系列脉冲的脉冲焊接方法。该方法包括在焊条和加工件之间检测短路，并接着在短路之后产生等离子体激发脉冲。根据优选实施例，等离子体激发脉冲在已经根据标准技术清除短路之后产生。

还根据本发明的另外一个方面，具有定义的形状或轮廓（具有高电流脉冲和本底部分）的等离子体激发脉冲合并为目前焊接处理的一部分，从而在

脉冲焊接调制的标准脉冲之间生成理想形状的等离子体激发脉冲。如此，等离子体激发脉冲预先加热焊条的末端并为下一个脉冲产生熔滴，所述下一个脉冲将熔滴传送给熔池。这一点可以用于使用诸如镍合金或钛合金之类的非铁金属的 GMAW 脉冲焊接处理中。包括金属带芯焊线（例如 FCAW-G 和 FCAW-S 焊线）在内的带芯焊线可以用于这个焊接处理。在焊接处理中的每个高电流脉冲之间使用等离子体激发脉冲使高电弧力在熔融向加工件前进的焊条的末端期间将其从熔池推离。这一点提供了停顿时间以在不将熔化的金属传送到加工件的情况下熔融焊条直到处理中的下一个脉冲产生。可以修改本发明的这方面以使脉冲的传感电压用于适当地调节插入波形的本底部分。

本发明涉及电弧焊接和使用电弧焊接的方法，电弧焊接执行脉冲焊接步骤，其中需要短弧长（小于大约 23 到 25 伏特）以减少热量输入并增强在加快的移动速度时的快速跟随特性。在以短弧长和低电压操作时，协同传统脉冲 MIG 技术使用本发明提高了电弧稳定性。而且也确保了在短路已被清除之后，焊接焊条和熔池表面可靠的，一致的分离。该步骤确保整个操作步骤的大范围内的周期性和稳定性。本发明被开发为由机器人执行的高速自动焊接类型，其中需要低电压以及短弧长来提高已加快的移动速度的焊接性能。然而，本发明也用于半自动实施中，其中降低的热量输入是所需要的。使用本发明的脉冲波形能够调节用于更长的弧长并且将与传统脉冲技术一样执行。但是，真正的优势是通过使用其中短路更多的低电压而获得的。

本发明通过提高低电压时的稳定性来促进高移动速度的焊接。根据本发明，根据标准技术检测和清除短路；然而，在短路被清除之后，产生等离子体激发脉冲。等离子体激发脉冲可以描述为脉冲调制输出到定义持续时间的定义振幅。根据使用功率级（power level）的优选实施例，等离子体激发脉冲可以定义为输出电流电压，功率或伏特/安培斜坡级。该等离子体激发被定义为持续 0.2 到 5 毫秒从 1.0KW 到 20KW 的功率级。实际上，等离子体激发脉冲被设置为具有 0.2 到 0.5 毫秒持续时间的 10 到 15KW。等离子体激发脉冲的概念是基于持续一段时间的功率级的能量。获取该脉冲的方式是可以改变的。该高电流等离子体用来在断开短路之后就提高电弧力。由激发脉冲产生的电弧力的提高将熔池推离焊条，以使另一个短路不发生在相同的周期中。

等离子体激发脉冲加热焊条的末端以产生融化的金属熔滴，所述金属熔滴将变成要由脉冲焊接处理的随后脉冲所传送的下一个熔滴。在已清除短路并且等离子体激发已经提高了电弧力并加热了焊条的末端之后，正常脉冲焊接处理继续。在下一个脉冲将形成的熔滴传送到熔池之前，脉冲焊接处理的剩余低本底电流将熔滴推进到熔池。本发明包括在已经利用标准短路清除步骤清除了短路之后提供电流，电压或功率等离子体激发脉冲。这一点稳定了熔池并允许正常脉冲焊接处理立即恢复，从而即使在低电压情况下使稳定操作成为可能。

本发明也用于半自动实施，其中渗透性必须被降低并且对需要高移动速度的金属带芯焊线是相当有利的。也曾经应用于使用管状带芯焊线的脉冲焊接。当使用金属带芯焊线时，已经确定的是芯体中有效数量的硫促进了本发明的实现，尤其是在使用金属带芯焊线的时候。实际上硫是在焊条重量的百分之0.010-0.030范围内，而优选的是焊条重量的百分之0.012到0.023。

本发明的一个优势在于能够设置脉冲焊接处理的参数以实际促进短路事件。在这种处理中，向峰值的转换是快速的以迅速开始熔滴的形成。减少脉冲峰值时间以使熔滴在峰值电流期间没有从焊条完全脱离。电弧电流转移到本底也是快速的以迅速降低对熔池的电弧力以允许熔池升高并向熔滴前进。输出电流被迫低于实际的本底水平以进一步促进熔滴在焊条和加工件之间进行桥接。保持高的频率以保持小的熔滴大小。当熔滴从焊条连接到熔池时，短路响应消除短路，并且等离子体激发在焊线的末端产生下一个熔滴并将熔池推离焊条。

由脉冲焊接处理的每个脉冲之间的等离子体激发脉冲建立一个节律(rhythm)，该节律使熔池移动以便于具有中间等离子体激发脉冲的平滑脉冲。这一点允许获得比在传统脉冲焊接处理中获得的更小的飞溅，其中升高的电压导致较小的飞溅。通过使用本发明，电压和飞溅之间的关系是从传统关系或电压/飞溅的操作曲线向下移动的。在任何电压值时，使用本发明飞溅都是较低的。

由于等离子体激发的稳定性，处理可以在通过短路传送每个熔滴的情况下运行，从而显著地降低焊接处理的热量输入。越过(cross)短路传送金属

的能力意味着焊条，例如实心焊条，金属带芯焊线，或管状焊线，在短路传送模式中是稳定的。例如在利用许多钢制的，无锈的，铝实心焊线的情况下，本发明能够提高更短弧长的焊接性能。具有稳定短弧性能的金属带芯焊线，例如林肯电气的 MS-6 ad MC-706 焊线，能够受益于本发明。利用本发明，这些焊线已经提高了处理不良装备条件和更快移动速度的能力。这些焊线包括有效数量的硫以使焊线在金属的短路传送期间同样地进行操作。

本发明是一种改进的脉冲焊接处理，特别设计为允许比标准脉冲波形更快的速度。本发明增强了高速的低电压焊接，因为其使具有缩短弧长的处理变得稳定。利用传统波形，要保持更长的弧长以避免飞溅，因此限制了移动速度。在本发明中，保持短而紧的弧长，利用对短路周期的控制来避免飞溅。因此，节律性的短路周期使更短的电弧变得稳定。短路处理降低了短管（stubbing）和飞溅。

本发明的主要方面是提供一种电弧焊机，所述焊机在已经清除短路之后并在下一个进行熔化并将熔化的金属传送到熔池的邻近脉冲之前使用等离子体激发脉冲。

本发明的另一方面是提供一种电弧焊机，如上所述，利用短弧长和/或利用金属有芯或管状焊线，所述焊机能够高速地运行。当使用金属有芯焊条时，芯体具有有效数量的硫以改善高移动速度的熔珠的形状。

本发明的另外一个方面是提供一种电弧焊机，如上所述，所述焊机主要用于自动设备和其他机械化焊接机械装置中的高移动速度，低电压和低飞溅的自动焊接。

本发明还有一个方面是提供一种脉冲焊接方法，其中意外短路被清除，并且等离子体激发脉冲紧随其后，该等离子体激发脉冲具有一段短的时间（例如大约 0.1-5.0 毫秒，优选为小于 1.0 毫秒）的高功率的例如功率大约是 1-5KW 到 20KW。

本发明还有另一个方面是提供一种电弧焊机和方法，能够以低电压运行并且将该处理的短路转换为有利的金属传送技术。

本发明还有另外一个方面是提供一种用于脉冲焊接的电弧焊机以及操作所述焊机的方法，所述焊机和方法为自动脉冲焊接提供更快的移动速度，更

短的周期时间，更高的单位时间产量以及提高的生产率，尤其是在利用自动设备的情况下。

本发明的另一个方面是提供一种焊机和方法，如上所定义的，所述焊机和方法对诸如厚度为 1.5 到 4.0 毫米范围内的金属板之类的钢铁进行快速焊接，而不存在焊接跳跃，砍口或高飞溅级。焊机和方法通过减少飞溅并除去（wash out）熔珠轮廓从而提高移动速度来提供在更低电弧电压（更短弧长）时的良好电弧稳定性。

根据以下描述以及附图，这些和其他方面和优势将变得显而易见。

#### 附图说明

图 1 是示例根据现有技术用于执行脉冲焊接处理的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 2 是示例现有技术脉冲焊接处理的电压曲线和电流曲线的图表；

图 3 是示例在图 1 中示例的电弧焊机中各个位置的信号的图表；

图 4 是本发明中所使用的具有芯体和外部保护气的焊条的放大的部分横截面视图；

图 5 与图 4 相似，是示例具有自身保护芯体并用于本发明中的管状焊条的视图；

图 6 与图 4 和 5 相似，是显示与图 1 的现有技术电弧焊机中使用的普通焊条一样的具有外部保护气的实心焊条的视图；

图 7 是示例根据本发明优选实施例的脉冲焊接处理的电压曲线和电流曲线的图表，其包括焊接处理中各个阶段的焊条和加工件的图示表示；

图 8 是显示图 7 中所示例的用于执行脉冲焊接处理的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 9 是显示图 8 中所示电弧焊机中各个位置的信号的图表；

图 10 是包含根据本发明优选实施例的附加物的脉冲焊接处理的电压曲线和电流曲线的图表，其具有该附加物所执行的各个阶段的图示表示；

图 11 是用于执行图 10 中所示例的脉冲焊接处理的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 12 是显示图 11 中所示例的电弧焊机中各个位置的信号的图表；

图 13 是图 10-12 中所示例的脉冲焊接处理中修改的电压曲线和电流曲线的图表，其中本底是可以适当调节的。

图 14 是用于执行图 13 中所示例的适应步骤的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 15 与图 13 相似，是示例焊接处理的适应特征的图表；

图 16 是包括脉冲焊接处理的电压曲线和电流曲线的一个图表，其中在脉冲焊接处理的每个脉冲之间并入了等离子体激发和本底部分；

图 17 是显示用于执行图 16 所示例的脉冲焊接处理的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 18 是示例图 17 的电弧焊机中各个位置的信号的图表；

图 19 是用于执行图 20 和 21 中解释的脉冲焊接处理的电弧焊机的组合结构图和配线示意图；

图 20 是显示图 19 示例的焊机中各个位置的信号的图表；

图 21 是使用图 19 中所示的焊机和图 20 的信号的波形的示例；

图 22 是通过使用本发明控制脉冲焊接处理来确定短路所获得的波形的示例；以及

图 23 是显示当使用如图 16-18 所示焊机时的实际波形的电流曲线。

### 具体实施方式

现在参照附图，其中的显示只是为了示例本发明优选实施例的目的，而并不限于此，图 1-3 示例了用于执行脉冲焊接处理的现有技术电弧焊机 A，如图 2 所示。图示现有技术，是由于在实现本发明中所使用的元件与电弧焊机中的标准元件实质相同。尽管也能够使用其他焊机结构，但是优选的结构是由俄亥俄州，克利夫兰市林肯电气公司领先的波形技术所控制的焊机。涉及波形技术的两个专利描述在 Blankenship 5,278,390 和 Fulmer 6,498,321 中，并引入本文作为背景信息以供参考。在这种类型的焊机中，波形产生器产生脉冲焊接处理中使用的波形的轮廓。通过使用多个电流脉冲和诸如大约 18kHz 的高频，根据波形产生器确定的图形，电源产生脉冲。这种类型的技术为任何所需焊接处理产生准确的脉冲形状。即使要就使用应用波形技术的焊机描述本发明，但是本发明是更为宽泛的并可以用于其他焊机，例如 SCR

控制焊机和基于斩波器的焊机。

图 1 所示的电弧焊机 A 用于执行具有图 1 中各个位置指示的多个操作信号的图 2 中曲线和图 3 中相应数字所示的标准脉冲焊接处理。在提出本发明的优选实施例之前，由于本发明涉及图 1-3 所示的现有技术所以要将本发明的背景技术考虑在内。电弧焊机 A 具有高速转换变换器形式的电源 10，所述电源具有输出导线 12, 14 用于在焊条 E 和加工件 W 之间产生脉冲焊接处理。电源 10 是由适当的电源供应 16（示例为三相输入）驱动的。根据标准技术，构成脉冲焊接处理的脉冲和分隔本底电流的轮廓是由波形输入 18 的信号确定的。电流分流器 22 通过线路 24 将焊接处理的电弧电流提供至电流传感器 26，所述电流传感器 26 具有用于反馈管理循环的模拟输出 28。同样的方式，导线 30, 32 将电弧电压提供至电压传感器 34，所述电压传感器 34 具有检测输出 36 和水平（level）或振幅输出 38。检测输出指示在焊条 E 和加工件 W 之间短路过程中电压下陷（plunge）水平的时候。水平输出 38 具有一个信号，表示焊条和加工件之间的电弧电压。如图 3 所示，电压检测输出 36 被传送到短路响应电路 40，所述短路响应电路 40 具有输出信号 3 的输出 42。当存在短路时，根据标准技术在线路 42 存在检测信号。波形产生器 50 被装载了特定波形以执行焊接处理。图 3 中所示该波形表示为信号 2。计时器 52 通过线路 54 将计时信号传送给波形产生器以达到初始构成焊接处理的单个脉冲的目的。产生器 50 也具有来自线路 28, 38 的反馈信号以根据波形产生器的设定轮廓和焊条与加工件之间的当前轮廓来控制电压和电流。要由电源 10 输出的波形是线路 56 上的信号 2。该信号连接于求和点或加法器 60 的输入，所述加法器 60 具有信号 4 的输出 62。在现有技术焊机 A 中，该信号是传送到电源 10 的输入 18 的实际信号。图 2 示例了由焊机 A 执行的焊接处理，其中电流曲线 100 具有一系列由本底电流部分 104 分隔的间隔排列的电流脉冲 102。电压曲线 102 是线路 30, 32 之间的电压并构成与曲线 100 的电弧电流相关联的电弧电压。峰值电压是施加峰值电流 102 的结果。曲线 120 的低平均电压是由具有短路或低于大约 6.0 伏特的高瞬时电弧电压平均值导致的。当存在短路时，电弧电压 120 下陷由点 122 表示。该电压下陷表示焊条和加工件之间的熔化金属的短路。当那种情况发生时，一个清除步骤施加在

(override) 线路 56 中的波形。当在点 122 检测到短路时, 如图 2 所示沿着斜坡 106 在焊条和加工件之间施加高电流。实际上, 这个斜坡是陡峭的并接着变缓, 如部分 108 所示。当由升高的电流清除了短路时, 根据标准技术, 曲线 120 的电压立即返回到等离子体或电弧条件。这导致电流沿着线路 110 脱离 (tail out) 或恢复。因此, 当存在短路时, 电弧电流由升高的电压指示沿着斜坡 106 和斜坡 108 上升直到短路被清除。这种对短路的清除阻止了短路响应电路 40 的输出。图 3 中所示信号 2, 3, 4, 7 和 9 揭示了焊机 A 的操作。信号 7 是线路 36 中的感应电压。在正常情况下, 电压 120 包括多个间隔脉冲 130, 间隔脉冲具有由波形产生器 50 确定的波形和计时器 52 确定的间隔。当在点 122 存在短路时, 电压沿着线路 132 下陷。这导致了一个脉冲 140 在线路 42 产生输出, 所述输出是以通常匹配电流曲线 100 的斜坡 106 的信号 142 的形式, 该电流曲线 100 被增加到信号 2 上。波形产生器 50 的输出是构成图 3 所示的波形信号 150 的信号 2。线路 62 中求和点 60 的输出是信号 2 和 3 的总和, 正如所示的线路 62 中的信号 4。将斜坡 142 增加到波形 150 中以使焊条 E 和加工件 W 之间输出是控制变换类型电源 10 的线路 18 中的信号。这是标准现有技术焊机的代表, 本发明对所述焊机进行改进以提供具有缩小的弧长和减少的飞溅的焊条的快速移动。

通过使用本发明, 脉冲焊接处理能够从具有大于 26-27 伏特范围内的电弧电压的高电压处理转换到其中电弧电压小于 25 伏特并尤其在 17-22 伏特的大致范围内的低电压处理。通过使用本发明的这种低电压, 以低于大约 0.20-0.30 短弧长的电弧是稳定的。在大约 22 伏特和 200 安培情况下弧长是大约 0.15 英寸, 其钢制焊线具有 90% 的氩和 10% 的  $\text{CO}_2$ 。这允许在仍保持好的熔珠轮廓时更快的移动速度。也可以使用诸如铝或不锈钢之类的其他焊线。图 4-5 中示例了本发明中使用的三个不同焊条。在图 4 中, 有芯焊条 200 以箭头方向前进, 并包括外部钢壳 202 和内部芯体 204, 芯体 204 由提供熔珠中所需焊接金属所必需的合金物质和其他化合物构成。由于在焊条和加工件 W 之间产生了电弧或等离子体 AC, 所以保护气 206 环绕电弧以防止电弧受到大气污染。弧长 x 是小于 0.30 英寸的长度, 并由 17-22 伏特的大体范围内的电压产生。这种类型的焊条很适于在本发明中使用。图 5 中所示的是另一

种有芯焊条，其中焊条 210 具有外壳 212 和内部芯体 214。该焊条是自保护焊条，其中芯体 214 的成分提供有助熔物质和其他化合物以在将熔化的金属通过电弧传送到加工件 W 时保护熔化的金属。而且，该有芯焊条在实现本发明中是有益的，其中过去的有芯焊条未曾成功地用于脉冲焊接。图 6 显示了具有保护气 222 的实心焊条 220。这是迄今为止用于脉冲焊接的普通焊条。这种类型的焊条是通常用于 MIG 焊接并尤其用于脉冲焊接中的焊条。通过使用本发明，焊条 200, 210, 220 现在能够用于脉冲焊接。因此，本发明利用脉冲焊接中有芯焊条的冶金和物理特性。用于 STT 焊接的有芯焊条的优点在 Stava 6,071,810 中有所描述，将其引入本文作为背景技术，以供参考。由于本发明提供低电压所以有芯焊条的焊接处理的电压范围被扩展，因此可以使用有芯焊条。当使用图 6 中所示例的实心焊线时，本发明中的低电压允许焊线更快地移动。通过使用本发明，图 4-6 中所示的所有焊条都能够根据焊接处理的要求而使用。在过去高电弧电压阻止了所有类型焊条的有效使用。由于本发明允许很低的电弧电压，所以弧长很小并且熔化的金属经常通过短路传送到加工件。该处理使得有芯焊条，尤其是金属有芯焊条的使用很适于脉冲焊接。实际上，当获取了本发明的等离子体激发脉冲原理的一般优点时，已经证明在芯体中具有大约 0.010 到 0.030 硫的金属有芯焊条是非常有效的。由俄亥俄州克利夫兰市林肯电气公司出售的金属焊条，金属保护层 MC6 和 MC706 已被证明在用于使用等离子体激发脉冲的方法时是有利的，其中保护气具有 75-95% 的氩，剩余是 CO<sub>2</sub> 气体。这些焊条符合 E70C-6M 规定。其他金属有芯焊条和自保护有芯焊条已利用了根据本发明执行的处理中的低电压，短弧长。

图 7-9 中示例了本发明的优选实施例，产生了图 7 中所示的最佳脉冲焊接方法。电流曲线 300 包括由本底部分 304 分隔的间隔脉冲 302，所述本底部分 304 是由波形产生器 50 的输出确定的，其中波形产生器具有由计时器 52 的输出所间隔的脉冲。当然，定时也能够被设置在波形产生器的程序中。本底电流 304 提供于脉冲 302 之间以用于在熔化的金属 M 已被形成并堆积到熔化金属熔池中的加工件上之后保持电弧点亮 (lit)。电压曲线 310 包括短路检测点 312 和短路清除点 314。曲线 300 显示了普通高电流清除例行程序以

分别产生图2中所示的现有技术部分106和108的相应部分306,308。本发明包括优选地在短路清除点314之后提供等离子体激发脉冲320,由此激发脉冲发生在电弧情况或等离子体情况下。实际上,该等离子体脉冲是在波形产生器50的输出的中断期间产生的,并替代在电源10输入端18的产生器的输出。等离子体激发脉冲320是在5-20KW大体范围内的可调功率并优选为小于大约10-15KW。对于铝来说,功率可以低到1.0KW。该脉冲具有一个峰值部分322,峰值部分具有一个时间距离 $y$ 一般小于5.0毫秒,优选在0.2到-5.0毫秒的范围内。在本实施例中,时间是0.3毫秒。脉冲320在峰值部分322的末端停止以进入电流减小部分,其中电弧电流降低为本底电流水平304。在优选实施例中,该电流的减小是沿着后边界324和通常变缓的脱尾326的,所以等离子体激发脉冲在5.0毫秒前停止。等离子体激发操作由图7顶部的图示表示I-VI描述。在位置I所示熔化的金属M形成的同时焊条E向加工件W靠近。接着将焊条和加工件之间的电流升高到脉冲302的峰值使焊条E的末端进一步熔化并产生熔化的金属球M。峰值302的操作在位置II。加工件W包括熔化的金属池P,该金属池是由焊条E和加工件W之间的电弧力打空的。在位置II之后,在正常脉冲焊接中,在处理的本底部分304期间,将焊条E末端的熔化金属M通过电弧传送到熔池P。然后如位置VI所示重复所述处理。由熔化金属M导致的焊条E和熔池P之间的短路不作为正常脉冲焊接操作的一部分。当如位置III所示发生短路时,电弧电压下陷到点312。然后,短路初始化高电流清除例行程序或由位置306,308表示的序列,如位置IV所示从焊条E夹断或分离熔化金属M。然后实施本发明。在点314电压的快速升高表示清除了短路时输出等离子体激发脉冲。如位置V所示,等离子体激发脉冲将熔池M推离焊条E。该高电弧力强烈地使熔池P成穴以确保熔化金属M和熔池P之间的分离。这一点保证直到下一个脉冲302没有初始的短接或短路。在位置V所示的脉冲320之后,低本底电流部分304是由波形产生器50实现的。这使得加工件W的熔池P变得静止不动以用位置VI所示例的方式减小成穴。如位置V所示通过使用本发明,在焊条E和加工件W的熔池P之间出现了实质上更大的间隔或缝隙G。这个大的缝隙是在缩小并断开短路之后的等离子体激发脉冲的结果。本发明允许更低的电压,更快的

操作和具有低飞溅的一致的熔珠。当短路已被清除，电弧导致的缝隙的产生控制焊条正下方的熔池中熔化金属的形状。位置V表示通过在脉冲焊接操作中的短路之后使用等离子体激发脉冲所获得的主要优势。可以只使用等离子体激发脉冲同时清除短路并迫使熔池进入大的电弧力而成穴，如位置V所示。然而，这样会增加飞溅。所以清除短路是优选的。由于短路被清除并接着是高功率等离子体激发脉冲，所以短路事件不再中断脉冲焊接处理。就象以下将要描述的，存在周期性短路可能是有益的并且呈现较小的弊端。

具有等离子体激发脉冲的脉冲焊接处理是由图8所示的电弧焊机B执行的。具有相同编号和相同信号的与图1中所示的焊机A所使用的相同功能元件用于焊机B中。为实现本发明，为焊机B提供等离子体激发轮廓电路350，其具有线路352中的在图7中的点314清除短路的开始中断信号。在到达点314时，由线路362将线路352中的信号传送到计时器。该信号开始计时器以产生中断时间。线路362中的该中断信号一直持续到计时器进入其设定时间。线路362中来自计时器360的信号设置中断的持续时间，其中等离子体激发轮廓电路350进行操作。当线路364的中断信号从正常闭合和中断闭合转换开关370时，输出354在中断期间处理激发脉冲轮廓。当计时器360将开关370保持在闭合374的中断位置时，只要计时器360定时给出线路364中的信号，那么等离子体激发电路350输出线路354中的轮廓信号。该轮廓是图7中所示的等离子体激发脉冲320。当然，开关370是从求和点60的输出62转换到电路350处理信号5指示的轮廓时的中断点的数字软件开关。该信号传送至电源10的输入18。图9中所示的各个信号具有图3中信号相应的编号。新信号5，6，10和11显示在图9的较低部分中并与上述的其他信号时间协调一致。当短路已被清除时，短路响应电路40产生线路352中的信号10，该信号是脉冲380。该脉冲开始定时信号11，所述信号是具有超时位置384的斜坡信号382。只要定时器360是一定时，就在电源10处理线路354中的等离子体激发轮廓的同时保持中断信号390。在脉冲390所指示的中断和信号输出期间，输入线路18上的控制电压是信号6所示的脉冲392的形式。实际上，在低电流情况下形成短路（图7的点312）是有益的，将最小化产生的飞溅。由于短路的横截面是微小的，所以只需要利用短斜坡升高微小的

电流来清除短路。在相对低电流情况下的短路清除导致断开短路所产生的微小的飞溅。

通过利用图 7-9 所示的本发明,在根据标准技术的短路响应电路 40 已经执行了普通短路清除例行程序之后提供等离子体激发。根据本发明的较宽方面,等离子体激发脉冲能够替换短路清除例行程序;然而,这并不是本发明的优选实施例。可以修改来自波形产生器 60 的标准脉冲程序以改善短路事件并改善对短路的响应使短路事件不是中断性的。这些修改包括从低本底电流快速转换到脉冲 302 上边界的峰值电流的快速转换。这样迅速地将输出升高到超出转换电流的水平以开始熔化焊条末端的熔滴。然后,可以提供从脉冲 302 的峰值电流快速转换到低本底电流 304。这样迅速地减小了熔滴和熔池之间的电弧力。由于这个电弧力是移动的,所以熔池和熔滴能够容易地短接。从峰值电流转换到本底电流 302 将会更为频繁的短接,并且如果初始转换稍微越过本底电流是有利的。因此,脉冲 302 的后边界转换到稍微低于本底电流 304 的电流。本发明的这个方面在后面讨论图 22 时将更为详细地描述。如图 7 所示,短路响应是多斜坡响应,其最小化对短路的初始响应以分离初始的短接并接着升高清除更严重短接事件的电流响应。在处理标准 CV 程序时,这种方法已经在林肯电气公司制造的 Power Wave 455 中使用了许多年。

如图 10-12 所示可以对本发明的优选实施例作出补充,其中等离子体激发脉冲或例行程序被修改以促进熔化金属的一致性的分离。等离子体激发在焊条末端产生熔滴,该熔滴将在下一个脉冲周期被传送。一旦等离子体激发脉冲结束,则恢复标准脉冲波形。然而,对于脉冲焊接处理中的每个脉冲来说短路不会同时发生。而且,清除短路所需的时间从一个短路到下一个短路是不一致的。因此,与由计时器 52 确定的下一个脉冲所关联的短路清除时间不会是一致的。当利用本发明的优选实施例时,等离子体激发脉冲结束之后的剩余时间将不同。假设本底电流 304 在由波形产生器 50 产生的波形中具有足够的时间以在熔化金属被传送之前使焊条移动到更靠近熔池处。由于所述原因从一个短路到下一个短路这个时间是不一致的。因此,相对熔池的焊条的末端位置将是不一致的。改善该一致性的方法使得焊条的末端在下一个脉冲之前移动一致的距离。在本发明基本方法上的这个改进在等离子体激发本身

已被处理过之后使用专用的本底时间和振幅例行程序。产生等离子体激发脉冲的波形被修改为在脉冲之后包括其自身的本底电流部分。因此，计时器 360 用于控制等离子体激发脉冲的持续时间和本底电流时间和大小。等离子体激发脉冲用于在离图 10 顶部图示所示的熔池相一致距离的焊条末端建构一致的熔滴。为了在下一个脉冲之前保持该一致性操作，本底片断或部分的一致时间和振幅用于优选实施例的修改方案中。该修改方案示于图 10-12 中。等离子体激发脉冲被扩展为包括专用的本底振幅和时间。计时器 360 用于设置以出现在线路 352 上的短路清除信号为开始的时间。根据本发明的这个修改方案，图 11 中所示的电弧焊机 C 被修改为在中断最后重置计时器 52，在中断期间线路 354 控制输入 18。重置信号是线路 400 上的信号。在中断期间，等离子体激发电路 350 产生信号 5 以生成波形 410，所述波形具有等离子体激发脉冲部分 412 和在时间 416 停止的本底电流部分 414。这是计时器 360 的超时产生了线路 400 中的重置信号。当计时器 360 开始其计时间序列时，存在一个图 12 中脉冲 420 所示的中断。这是与之前所述的相同中断。计时器 52 沿着图 12 中所示的线路 422 计时。在位置 424，计时器 52 重置导致一个在时间 426 的线路 54 中的信号以开始产生器 50 的信号 2 中的下一个脉冲 150。根据本发明的实施例，当计时器 360 在等离子体激发波形 410 的脱离部分 414 的末尾达到其设置时间时，焊机 C 在线路 400 中产生一个重置信号。该重置信号在图 12 中所示的时间 430。重置信号 1 在波形 410 的等离子体激发部分的末尾处停止信号 2 的脉冲 150 以产生图 12 中所示的局部脉冲 150a。然后开始图 12 所示的信号 4 的下一个脉冲 150b。在中断 420 期间，波形 410 由线路 354 上的电路 350 产生。中断期间的该波形具有等离子体激发脉冲 412 和本底电流部分或片断 414 的精确轮廓。在电源 10 已实现本底电流位置之后马上使下一个脉冲 150b 继续。因此，当存在短路时，就存在精确的脉冲和脱离或本底电流振幅和时间。这一点示于图 10 中。由开关 370 的中断位置导致的线路 18 上的信号是波形 410，所述波形 410 具有脉冲部分 412 和本底电流部分 414。线路 400 中的信号发生在时间 416。这是已经完成预定的中断波形的时候。因此，组成部分 412，414 和 416 与每个短路一致。之后，由计时器 52 开始新的脉冲 302。图 12 中所示的信号 6 应用于输入 18 以控制焊条 E 和

加工件 W 之间的电流或功率的轮廓。新的轮廓是图 12 中的轮廓 440。因此，波形产生器 50 的输出在短路的末尾被中断并且给定的脉冲和电流片断被处理。该波形的结果示于图 10 中的位置 I-III。当部分 412 产生时，电弧力推动熔池 P 以使其从焊条 E 的末端移开。这示于位置 I。之后，本底电流部分使熔池 P 以不一致的方式改变。这示于位置 II。在轮廓波形 410 的末尾，熔化的金属 M 即将被传送到位置 III 所示的加工件 W。这产生了每个短路之后的一致操作。在仍保持在短路末尾使用等离子体激发脉冲的优势的同时，优选实施例的这些修改方案改进了焊接的质量。因此，等离子体激发信号包括具有选择的振幅和持续时间的专用本底部分 304，其是在不同于图 10 中水平 414 的水平。中断信号通过波形 410 保持，波形 410 包括等离子体激发脉冲 412 和专用本底部分或片断 414。计时器 52 在专用本底时间的末尾被重置。在专用本底部分中，波形产生器被忽略，因为中断已经将控制输入 18 转换为等离子体激发控制电路 350 的输出。波形产生器由计时器 52 重置。

图 13-15 公开了图 10-12 所示例的实施例的微小的修改。在等离子体激发脉冲之后在焊条末端形成的熔化金属 M 会根据等离子体激发脉冲期间的特定情况而变化。因此，传感等离子体激发脉冲期间的电弧电压的反馈周期可以用于调整专用本底片断 414。等离子体激发脉冲期间的电弧电压表示脉冲期间的弧长。该弧长用于计算本底电流部分振幅和/或持续时间。由于等离子体激发被定义为功率的函数，所以电压反馈用于计算相对弧长并修改本底振幅和/或持续时间。适应的本底振幅和持续时间会更加促进短路之后焊条放置相对于熔池的一致性。独立的适应控制用于图 14 所示的焊机 D 中。该适应循环根据所传感的波形 410 的脉冲部分 412 期间产生的电弧电压来修改本底部分 414。必须要设置该第二适应控制循环的增益以使短等离子体激发将直接影响下一个本底电流片断。因此，只有正在被处理的中断的本底电流振幅和持续时间是适应的。因此，电弧焊机 D 使得等离子体激发由电弧电压反馈循环控制。为此，对本底部分 414 的振幅和持续时间的调整是由电路 500 实现的，所述电路 500 具有输入 502 表示来自电压传感器 34 的电弧电压。输出 504 与等离子体激发电路连接以调整本底部分，所述本底部分是中断位置 374 中的定时开关 370 确定的中断期间的本底部分。通过比较图 13 和图 15 最佳

地示例了该新概念。在图 13 中，如上所述本底部分 414（正常电流）是固定的轮廓。来自图 14 中线路 502 的电压将部分 414 调整到图 15 的虚线配置，其中波形 410 的新本底部分 414a 在新点 416a 结束。部分 414a 是由脉冲位置 412 期间的电弧电压调整的，所述电压实质上与波形 410 的等离子体激发脉冲部分期间的弧长相对应。否则，图 14 中所示的电弧焊机 D 与上述的焊机 A，B 和 C 相同。

图 16-18 中描述了等离子体激发脉冲的另一种使用。具有激发脉冲部分 602 和本底部分 604 的等离子体激发脉冲 600 被插入到图 16 中所示的曲线 100，120 的每个脉冲 302 之间。以这种方式，等离子体激发脉冲预热焊条的末端并产生熔滴在下一个脉冲 302 传送到熔化金属池 P。等离子体激发脉冲的第一片断是即将预热焊条的末端并产生熔滴的脉冲。该预热曾经很好地用于使用非铁金属（例如镍合金和钛）的 GMAW 脉冲焊接中。在每个标准脉冲之间的激发脉冲的该处理中，如图 4 和 5 中所示的金属带芯焊线和管状焊线已经被用于提供 FCAW-G 和 FCAW-S 焊接处理。电弧焊机 F 与图 11 中所示的焊机 C 不同，通过去掉短路响应电路 40 并提供两路重置线路 608 而实现处理。当开关 370 由线路 364 上的逻辑转换到中断位置 374 时，等离子体激发轮廓电路 350 的输出是传送至输入 18 的固定波形 410。该线路是图 18 中所示的信号 11，其中计时器 360 沿着位置 610 计时直到其在点 612 达到设定计数。当开关 370 保持在中断位置 374 时，存在中断脉冲 620。当计数器 360 开始时中断从时间 612 开始。当计时器在时间 612 开始时，线路 354 上的输出是图 18 所示具有轮廓 600a 的波形。计时器 52 在时间 424 开始下一个脉冲 150 并在这个时间结束中断 620。因此，在中断 620 期间波形 600a 通过线路 354 传送至输入 18。因此，信号 6 在来自波形产生器 50 的信号 2 和与线路 354 中波形 410 相对应的固定脉冲轮廓形 600b 之间交替。在计时器重置之间的时间段，处理中断以由来自电路 350 的输入 18 驱动电源。因此，在电源 10 的正常脉冲 302 之间常规地执行等离子体激发脉冲 600。这种使用电源激发脉冲的操作在图 16 的上部分最佳地示出，其中在位置 I 和 II 之间，焊条 E 被熔化以使熔化金属 M 被传送到加工件 W。然后，根据标准脉冲焊接技术，如位置 III 所示熔化金属 M 被传送到加工件 W 的熔池 P。在位置 IV，波形 600

包括在焊条 E 和加工件 W 之间执行的高电源等离子体激发。该波形导致位置 IV 所示的熔池 P 的动作。当等离子体激发脉冲波形 600a 的固定本底部分 604 通过电弧应用时，熔池 P 退离熔化金属 M 并等待下一个传送脉冲 302。这一点在位置 V 示出。波形 600a 的脉冲位置将加热焊条的末端并产生熔滴，所述熔滴在下一个脉冲期间被传送。该方法能够单独使用或结合图 18 中所示的定时期使用。其他方法也可以用于在来自波形产生器 50 的标准电流脉冲 302 之间插入等离子体激发脉冲。作为选择，焊机 F 能够具有图 14 所示焊机 D 的本底可调节特性。优选地，波形 600a 的脱离是固定的。来自电压或弧长的适应反馈是可选的。

图 23 是新处理实际执行的电流曲线，其中在标准脉冲焊接处理的每个脉冲之间产生等离子体激发脉冲。在每个脉冲 900 之后发生在点 910 的短路。该短路不是在脉冲 900 的峰值，但是在衰减部分 902 之后。由于熔池的周期性移动而产生电流隆起 904 自然地清除了短路。正如目前所解释的，在短路清除程序升高电流之前存在一个延迟。如果在延迟终止之前短路自然地清除，那么就不升高清除电流。因此，通常在急剧升高短路清除电流之前短路在点 912 被清除。在点 912 的第二信号是图 9 中所示信号 9 中的脉冲 140 的后边界。当从电压传感设备 34 产生第二信号时，短路被清除并产生等离子体激发脉冲 930。由于电路中固有的时间延迟，因此在点 912 的第二信号和脉冲 930 的开始之间存在微小的时间延迟 920。之后，本底电流 932 继续到下一个脉冲。在清除电流之前的微小延迟将在图 9 中脉冲 142 的产生之前，但在短路期间延迟自然会比清除短路的时间要长。如果在延迟已超过之前清除了短路，那么焊机直接进入具有固有延迟 920 的等离子体激发。在脉冲 900 期间，存在电流的突然升高以提高电弧能量来形成并挤压从焊条末端延伸的熔滴。在时间 R 期间，脉冲下滑以放松对熔池施加的等离子体力。这一点使得熔池向熔滴上升。当在点 910 存在短路时，熔滴已经接触了熔池。一旦在点 912 短路终止，则和缓的等离子体激发脉冲将熔池推离并以焊条尖部为准。这一点保证金属从尖部可靠的分离并且熔池导致稳定的周期节律。在清除电流之前的延迟使得由节律来清除短路而不是清除电流来清除短路。如果在延迟期间不清除，则执行标准电路清除例行程序。在点 912 的第二信号通知控

制器短路已被自然清除或由清除电流清除。然后输出等离子体激发脉冲。这是图 16-18 中焊机的实际操作。

使用包括具有不同短路清除例行程序的等离子体激发脉冲部分的波形是本发明的另一方面,并示于图 19-21 中。焊机 G 与图 11 中公开的焊机 C 相同,外加一个具有输入 702 和输出 704 的标准预告电路 700。输出上的逻辑表示来自传感器 34 的电弧电压的  $dv/dt$  超过给定标准,该给定标准表示在短路的清除例行程序期间即将发生的短路。 $dv/dt$  电路是标准的并且电路检测等于或大于参考值的斜坡,参考值表示短路即将断开。该电路停止了短路响应电路 40 以使线路 325 中的信号终止图 21 所示的波形 710 的电弧部分 712 并开始等离子体激发轮廓电路 350 的输出 354 上的等离子体部分 714。预告电路 700 的输出 704 示为信号 12 中的脉冲 720,信号 12 是图 20 中所示的焊机 G 的多个编号信号中的一个。图 20 中各个编号的信号与图 19 中使用的数字相对应。焊机 G 产生图 20 中所示的信号,其中所述信号实质上与焊机 C 的图 11 中所示例的相同编号的信号相同。焊机 G 和焊机 C 之间的基本差别在于波形 710 的短路清除部分 712。当在图 20 所示的点 132 发生短路时,波形 710 的波形部分 712 是由短路响应电路 40 执行的。波形的这个部分是不同的,并且包括在部分 730 所表示的短路时间立即减小电流。电路 40 将低电流保持一段预定时间 732,之后执行短路的清除程序。该程序以沿着斜坡部分 734 的电流快速升高为开始,接着是更为缓和的第二斜坡部分 736。由于该电流升高是由短路引导的,所以短路开始夹断导致  $dv/dt$  的升高。当该导数达到特定标准时,产生脉冲 720。该脉冲立即使电流下陷到与降低点 730 的水平相同的低水平。预告关系可以是  $dv/dt$ ,  $di/dt$ ,  $dp/dt$ , 或其他时间的导数。由脉冲 720 导致的电流降低也开始图 21 所示的整个波形 710 的波形部分 714。在另一个实施例中,波形 710 是通过短路的断开开始的。波形部分 714 包括具有脱离部分 742 的等离子体激发脉冲 740。该脱离部分在图 19 中更为明显,但具有多种配置。相对于焊机 C 中使用的电压监测器,焊机 G 利用唯一的短路清除步骤,其中清除程序的终止是由短路的即将断开确定的。另外,清除步骤通常是相同的。例外的是时间 732 的降低电流部分。金属传送线路或电流 744 小于峰值电流,但大于等离子体激发脉冲的最大电流。当存在短路时,短路被清除并在前进

焊条为下一次传送形成熔化金属球的同时，开始等离子体激发脉冲以从前进焊条推离熔化金属池。通过使用图 21 中所示的波形 710，通过短路传送金属并不是中断性的甚至是有利的。实际上，已经发现当使用本发明利用短路进行传送时，脉冲焊接处理的每个脉冲 150 之后的处理具有一些优势。因此，已作出了对发明的修改，其在于利用脉冲焊接处理中的短路来传送金属。该修改使用本发明的新等离子体激发脉冲并在图 22 中有所描述。

在脉冲焊接处理中使用新的等离子体激发脉冲是为了真正通过短路传送来传送金属，而不是图 22 所示例的普通喷射传送。本发明的这方面使用来自目前为止所详细描述的各种电弧焊机的元件。普通脉冲焊接波形示例为具有脉冲 802 的曲线 800，所述脉冲 802 由本底电流部分 804 隔开，并间隔地产生周期  $n$ 。每个峰值电流阶段 806 具有为了普通喷雾传送目的，溶化前进焊条的一定长度或处理时间。该通过电弧的传送发生在峰值电流阶段的末尾并示为点 810。脉冲 802 要具有足够的能量以熔化金属并将熔化金属的熔滴推向加工件。如果这个动作不发生，那么当前进焊条末端的熔化金属球接触熔池的熔化金属时将产生短路。该接触产生了点 812 所表示的短路以执行并开始目前所述方法的操作，其中短路以或不以受控的第二本底电流产生金属清除例行程序并接着提供新的等离子体激发脉冲。为了解释普通脉冲焊接处理和图 22 中所示发明的一方面之间的差别，表示使用曲线 800 的普通脉冲焊接处理的参数是有好处的。

峰值电流 806 具有 550 安培的数值和大约 2.0 毫秒的时间长度。本底电流 804 具有 90 安培的水平，而周期  $n$  是大约 8.3 毫秒。这些参数代表如上所述加入本发明的脉冲焊接处理。在图 22 中本发明用于利用短路情况传送熔化金属的处理中。由于使用本发明产生的静止熔池动态特性，所以能够使用该处理。图 22 的新脉冲焊接处理由曲线 820 举例说明，其中电流脉冲 830 是由增长为曲线 800 中使用的频率的两倍频率提供的。利用该高频率，当与普通脉冲焊接处理比较时，脉冲 830 之间的周期  $m$  能够减小至大约 4.3 毫秒。描述为曲线 820 的处理模板也具有对普通脉冲焊接曲线 800 的其他修改。例如，峰值电流减小到一个水平，例如 475 安培，并且具有缩短的时间 1.5 毫秒。这些是代表参数，但表示脉冲 830 并不真正从焊条分离熔化金属，并如脉冲

802 所执行的将其推向加工件。因此，当焊条向加工件前进时，脉冲 830 只在焊条的末端上形成熔化金属球。由于峰值电流下降，前进焊条末端的熔化金属球向熔化金属池前进。根据图 22 所示的本发明实施例，峰值阶段 832 之后电流的减小到低于本底电流水平 834 的更低电流点 840。这一点减小了前进熔化金属球和熔化金属池之间的电弧力数量。因此，当熔化金属球向熔化金属池移动时熔池向熔化金属池上升。这导致在点 842 的短路。如上所述检测该短路。接着本发明产生波形 850。该波形包括脉冲部分 852 和脱离部分 854。该波形发生在电弧在下一个脉冲 830 之前开始焊接前进焊条时等离子体部分期间。如上所述清除电路在点 842 被激活以提供具有两个斜坡部分 862, 864 的清除程序。通过使用图 22 中公开的发明，曲线 820 提供更高频率的脉冲并且脉冲中具有更小的能量。在脉冲末尾激活的电路使电弧电流下陷以确保短路。因此，短路金属传送是有效的。在实际短路终止之后接着使用新的等离子体激发波形的优势允许新脉冲焊接处理的使用。

多个脉冲焊机和焊接方法已被描述。根据厂商和用户的需要可以组合或除去多个焊机和方法的特点。希望对一个实施例的某些修改将用于不表现技术矛盾的其他实施例中。

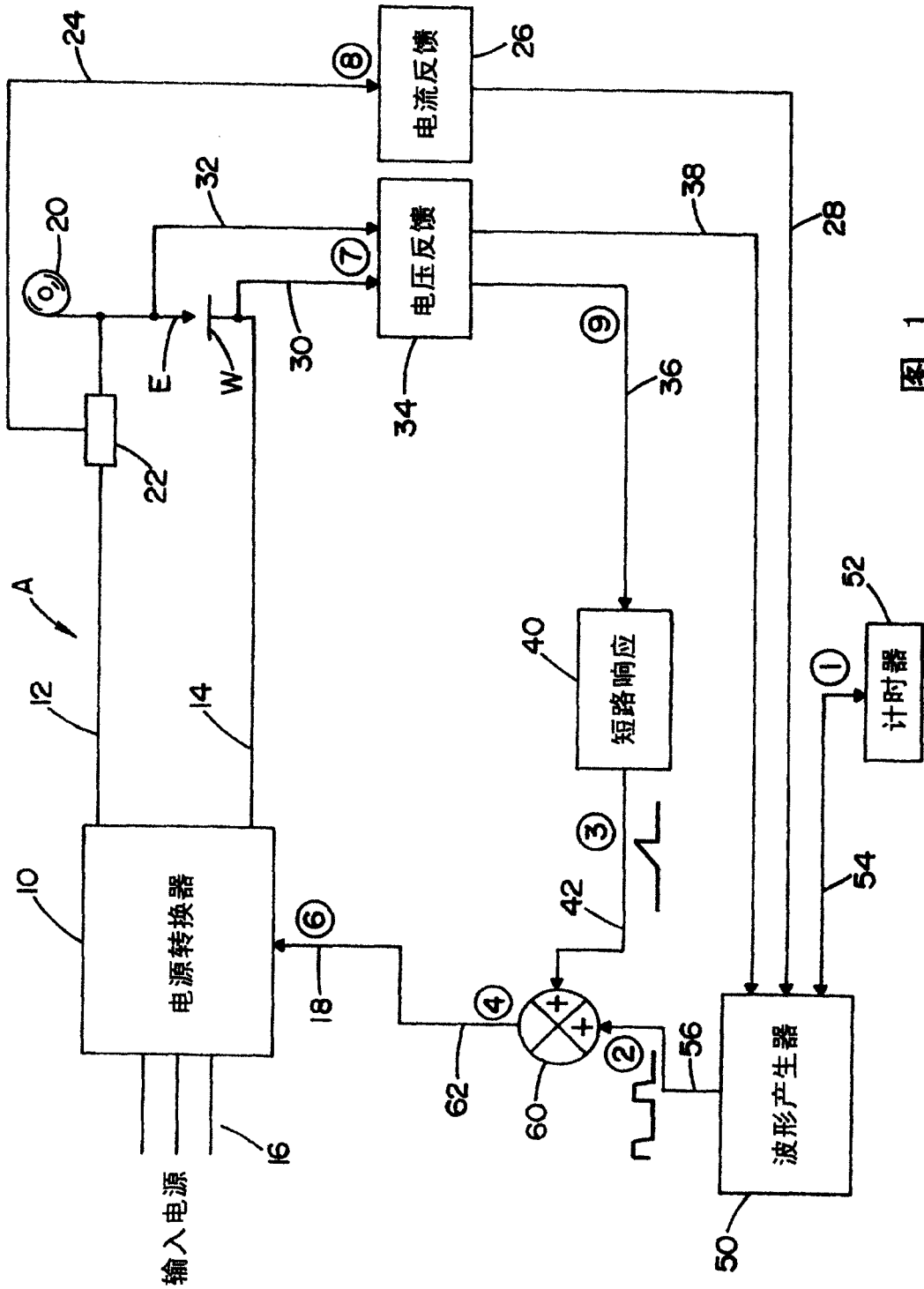


图 1

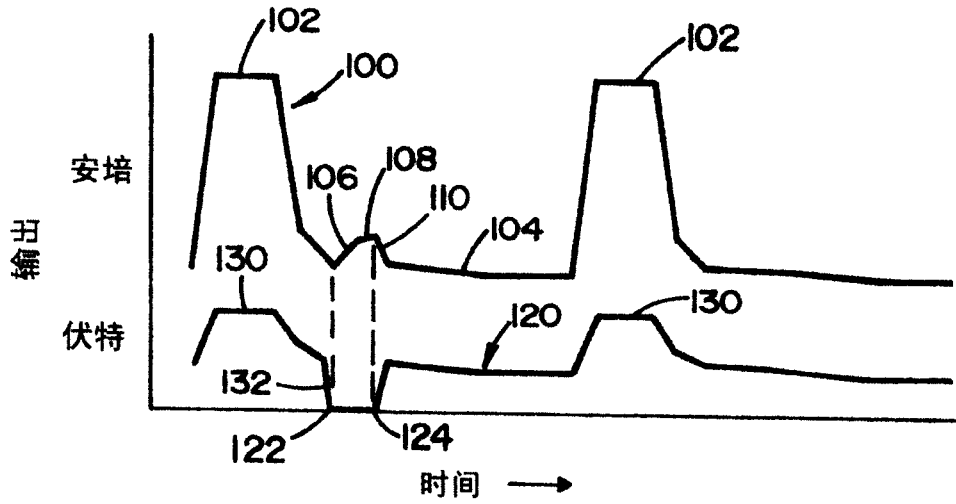


图 2

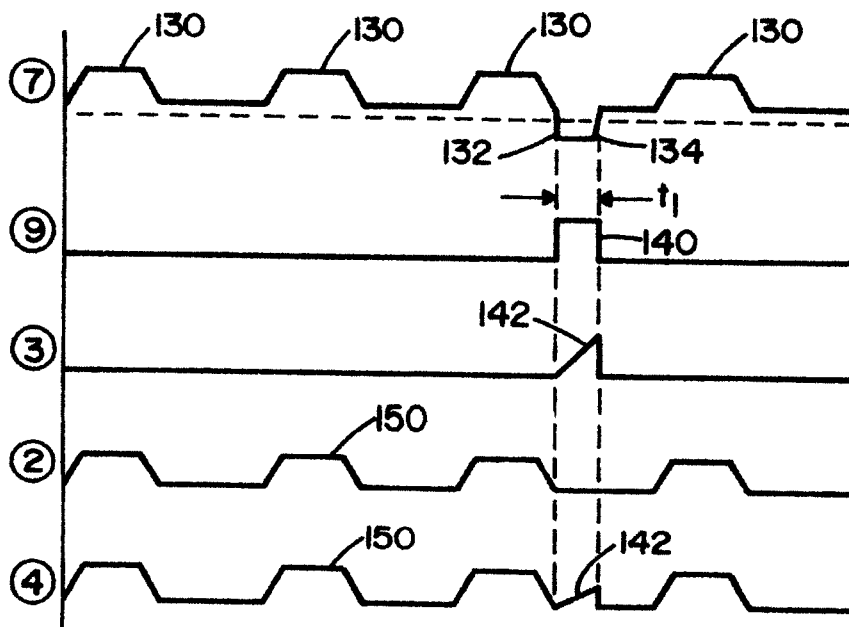


图 3

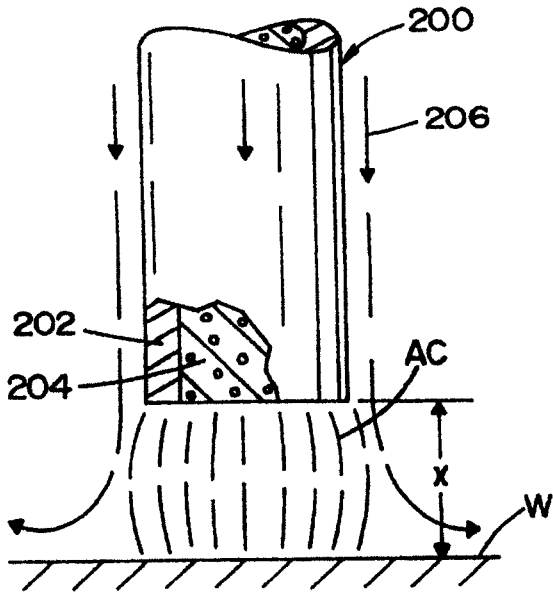


图 4

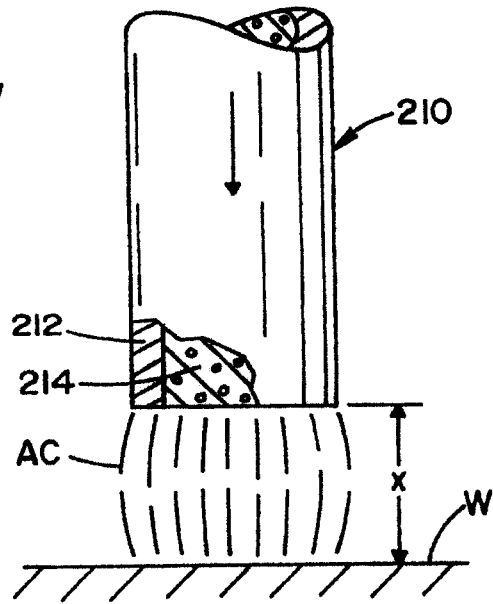


图 5

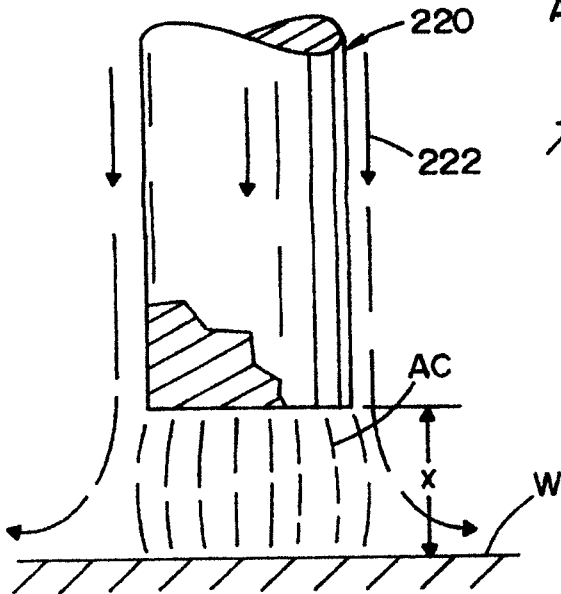


图 6

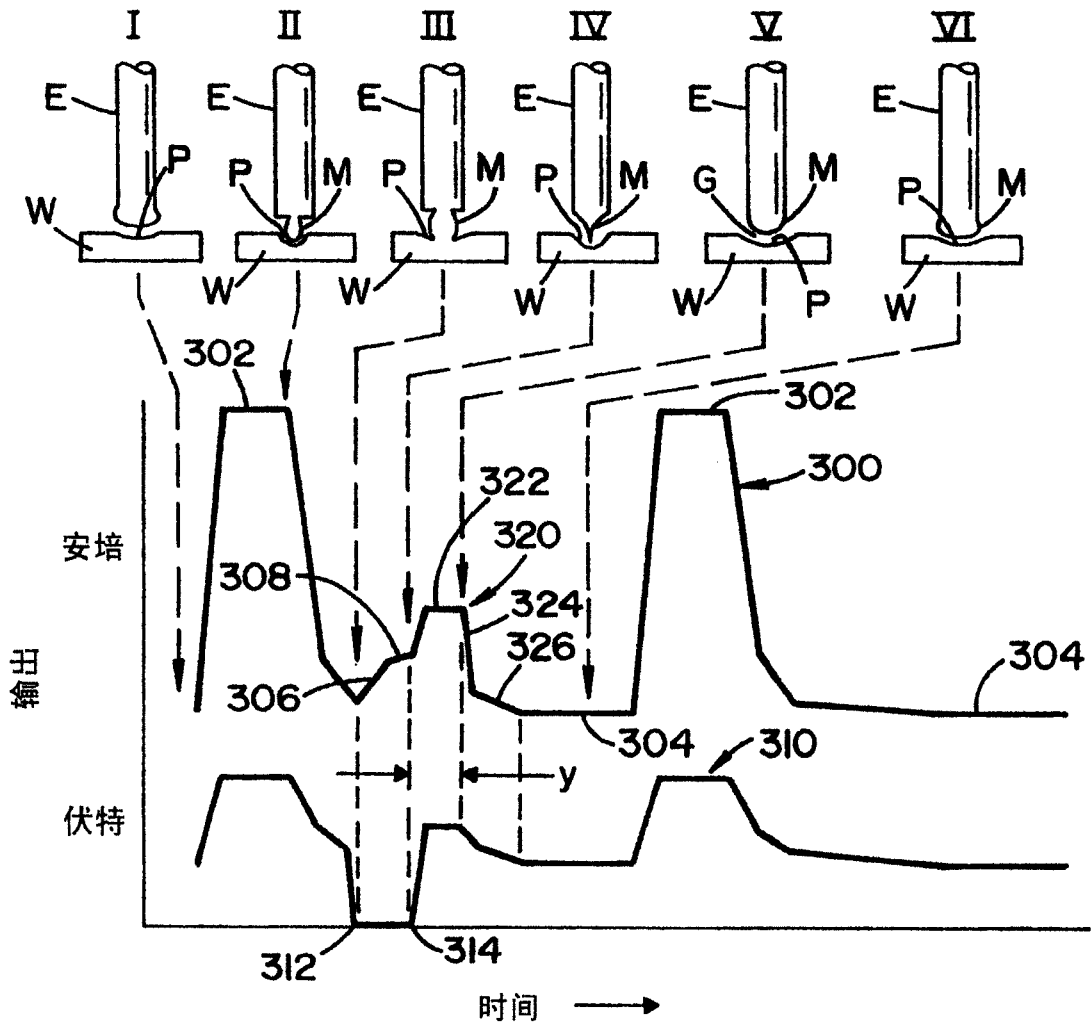


图 7

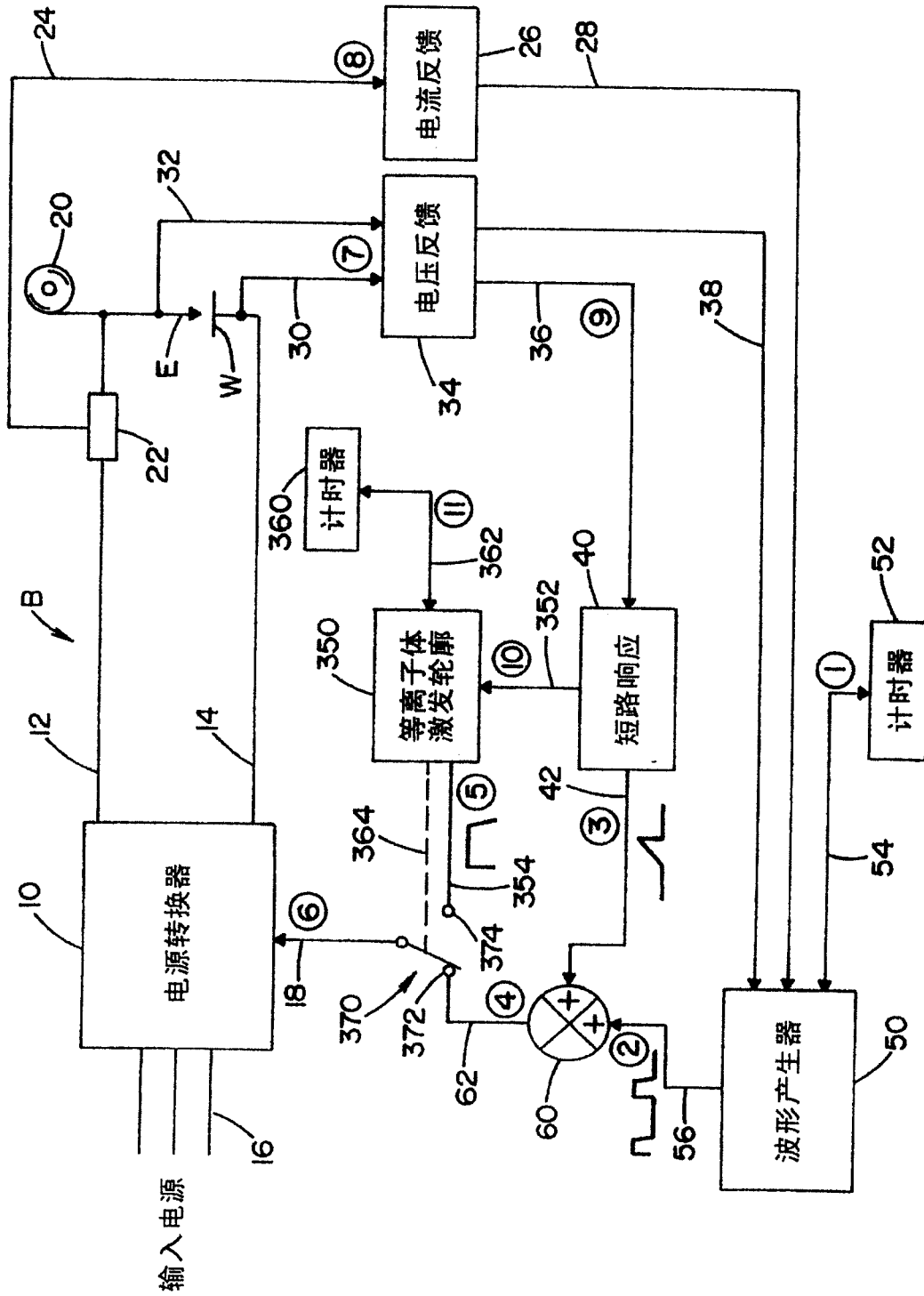


图 8

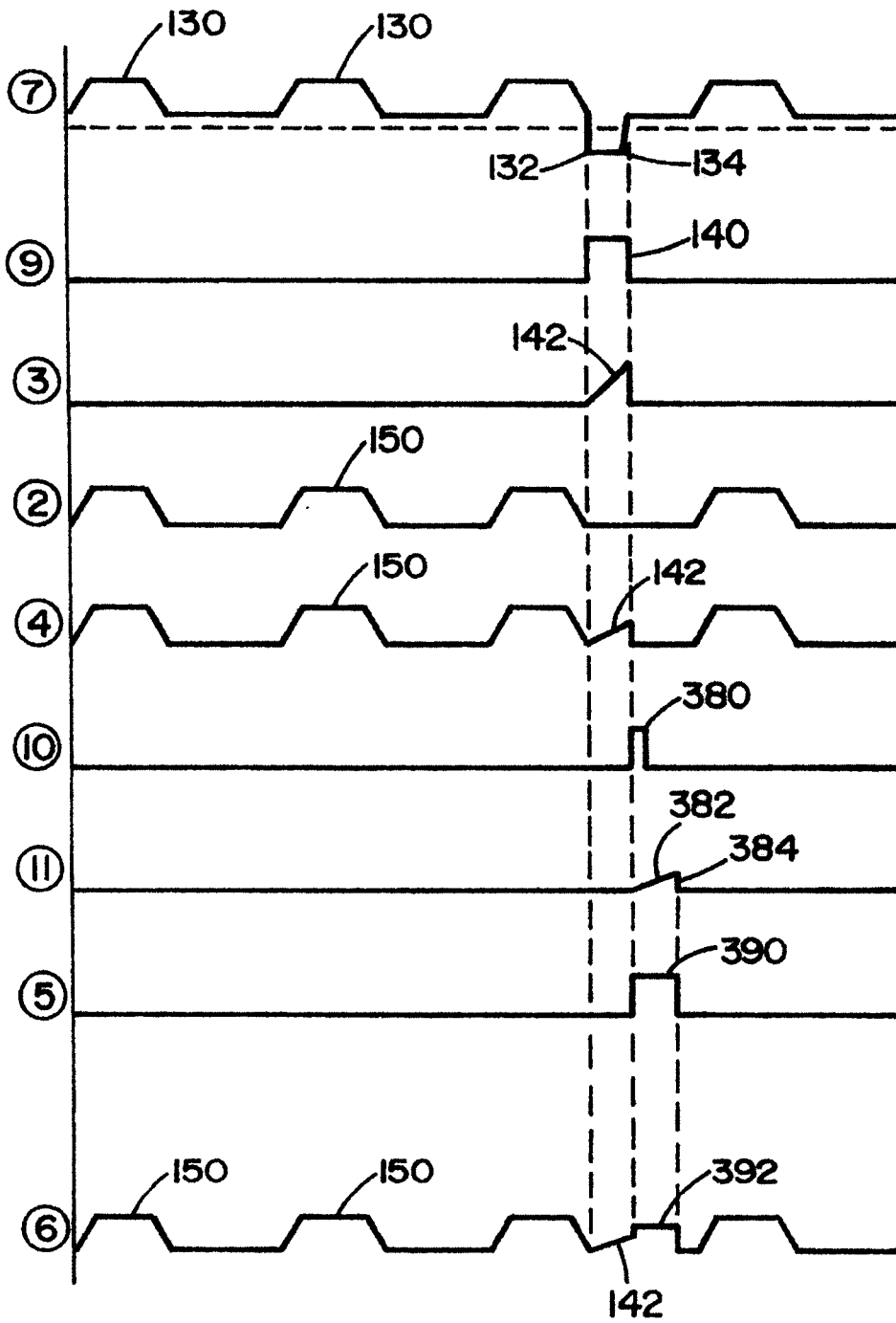


图 9

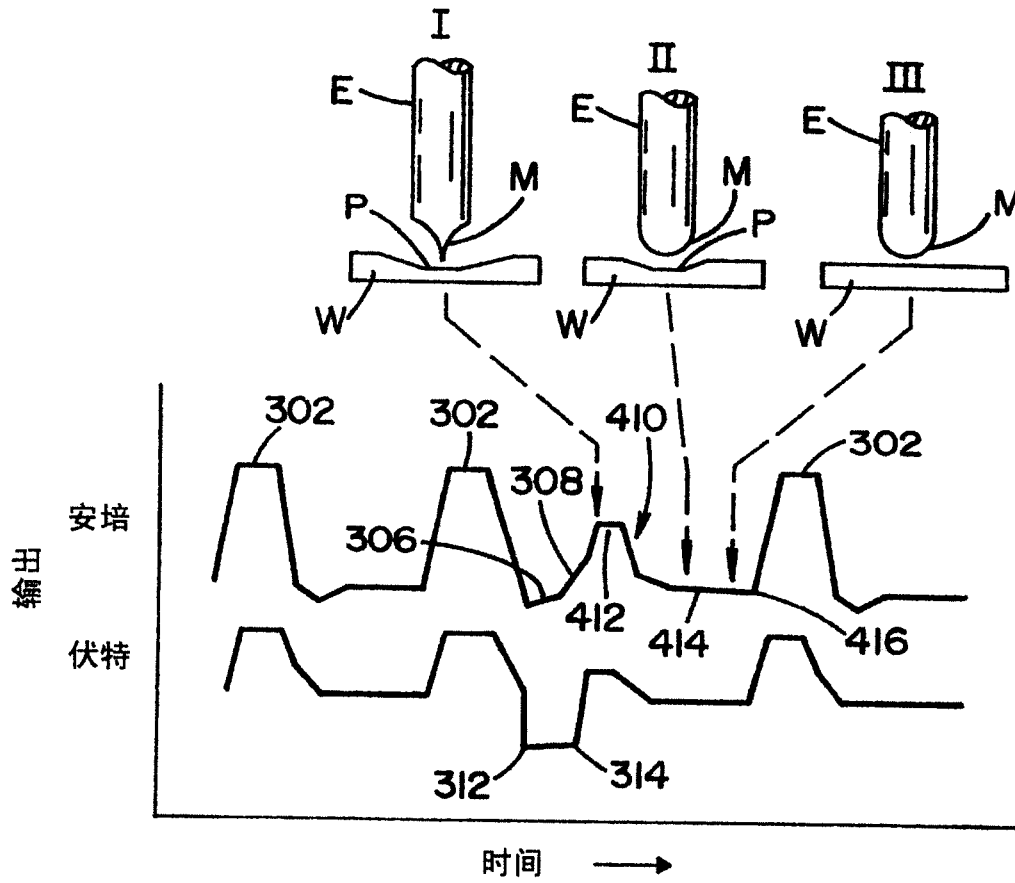


图 10

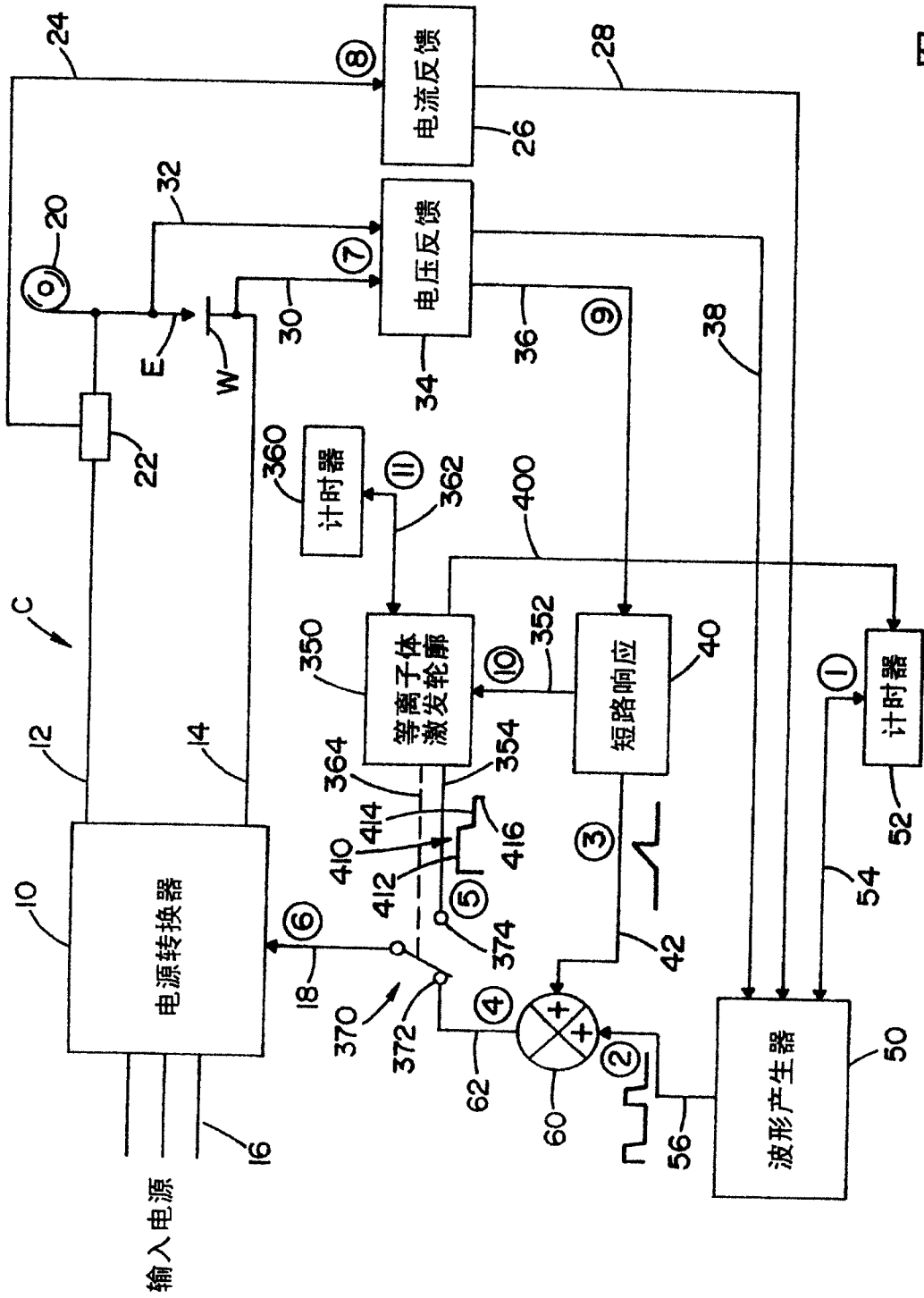


图 11

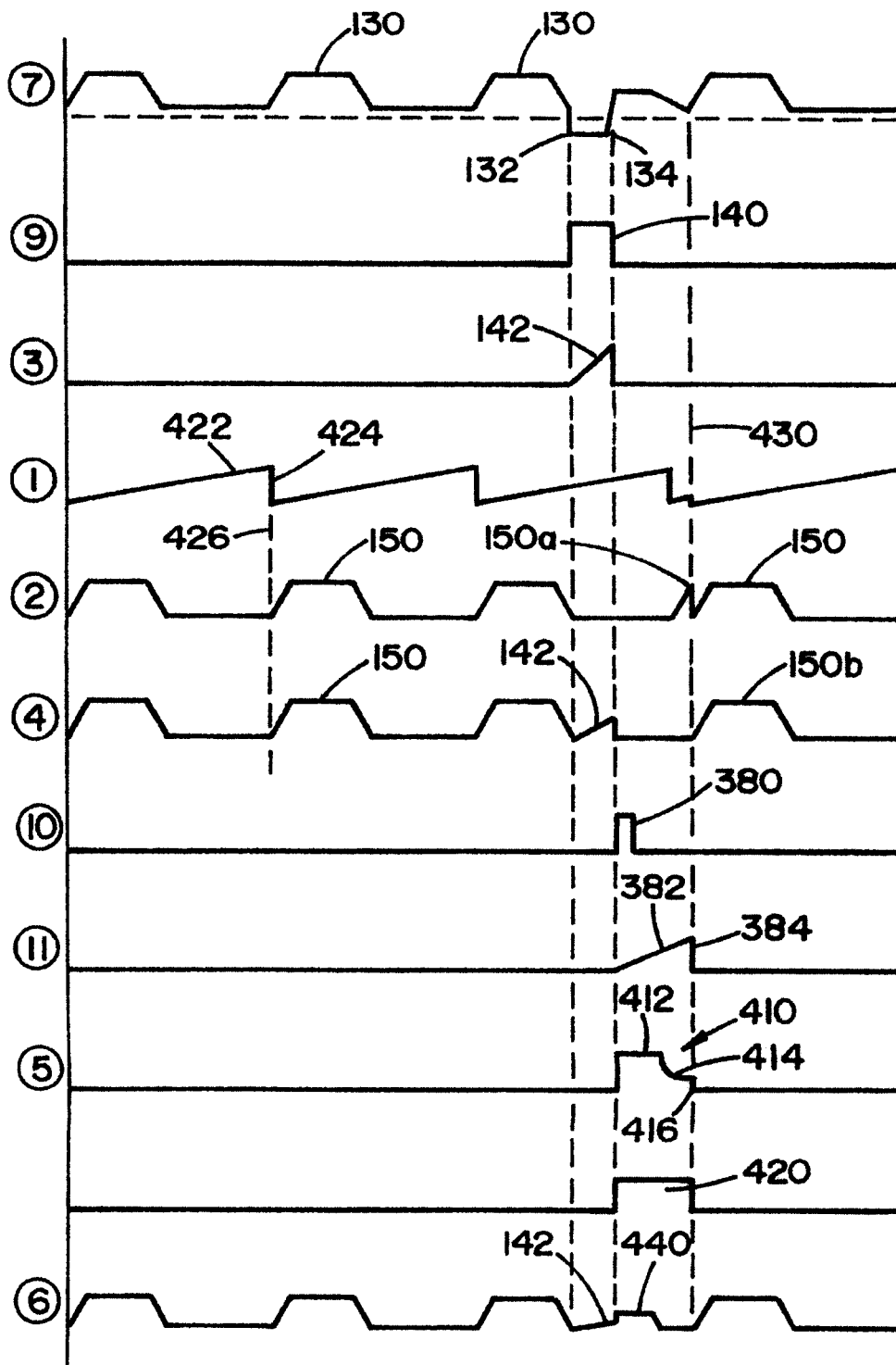


图 12

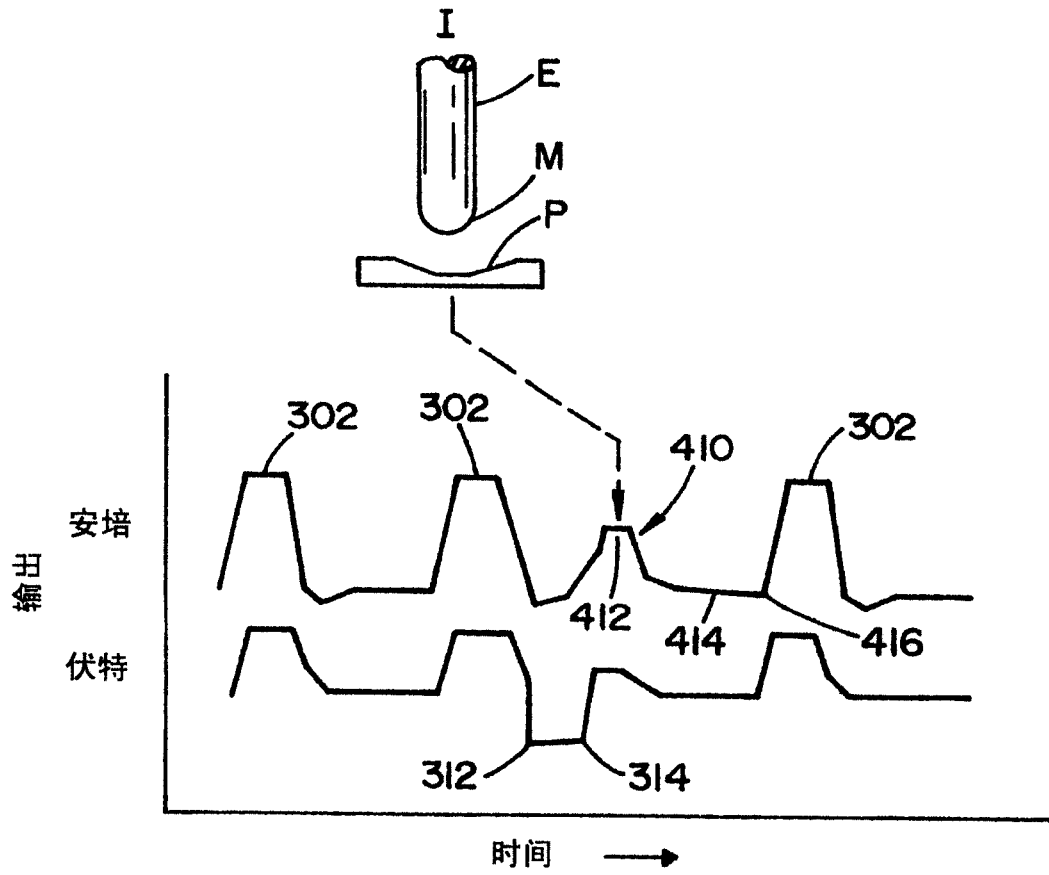


图 13

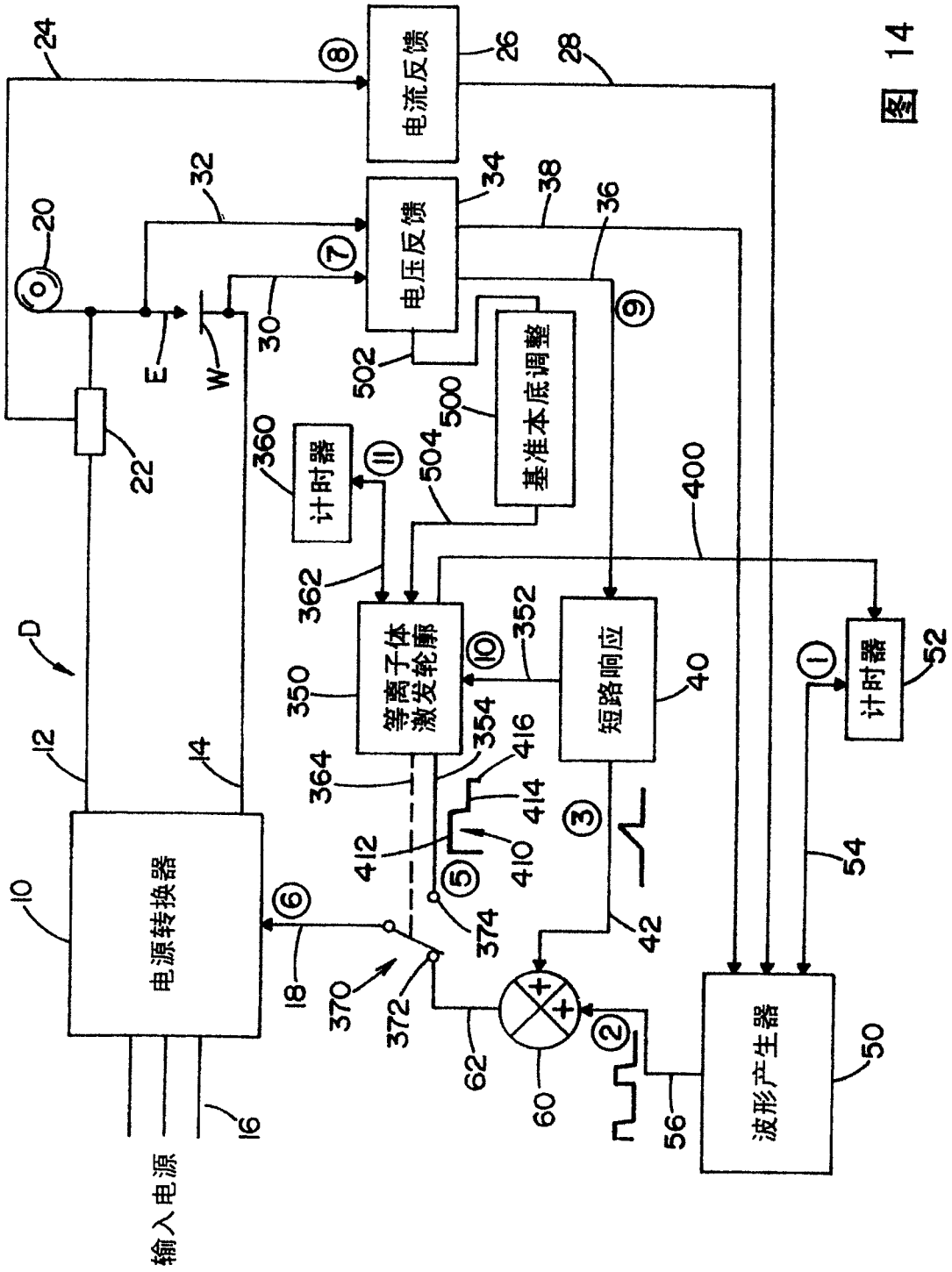


图 14

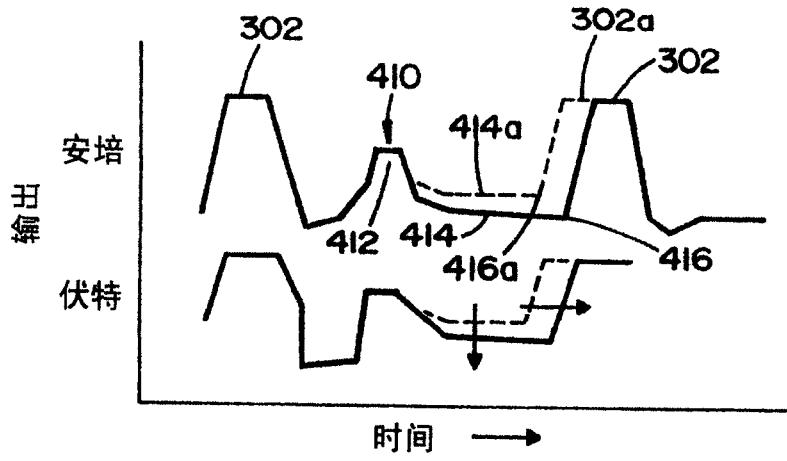


图 15

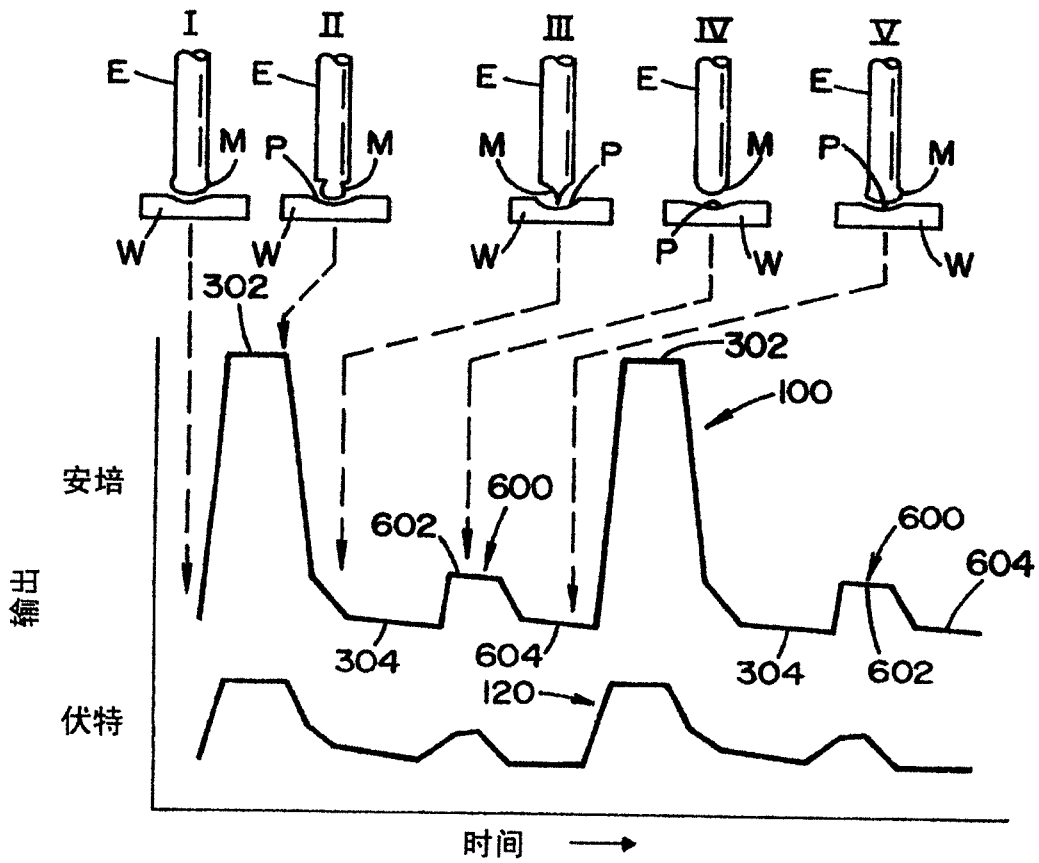


图 16



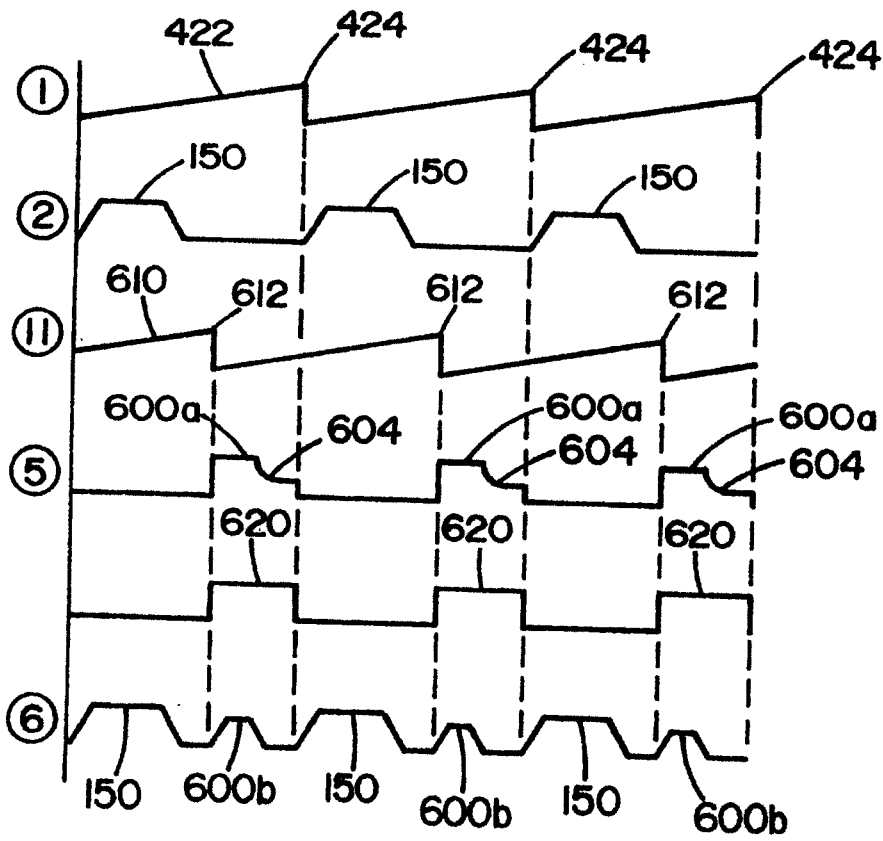


图 18

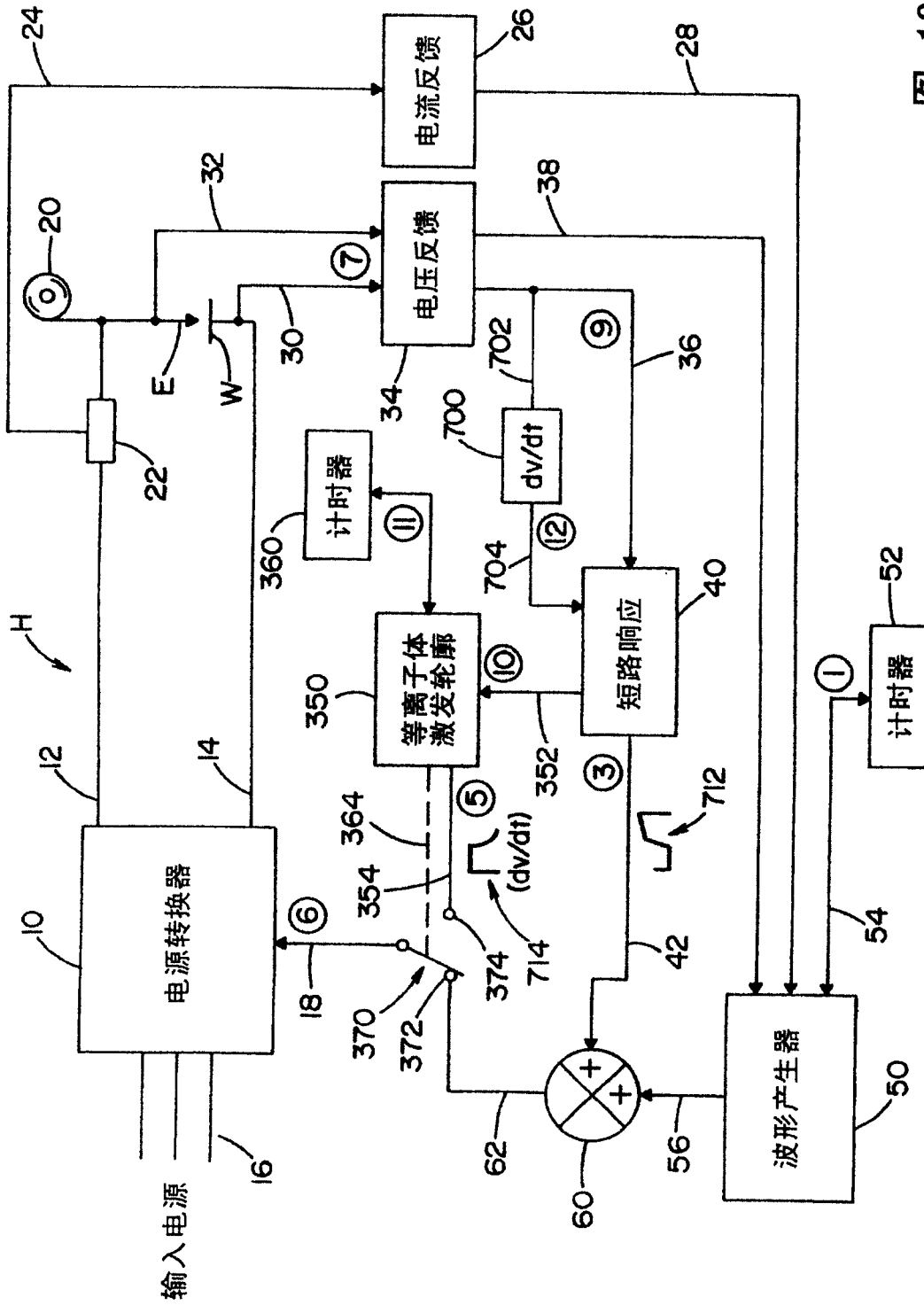


图 19

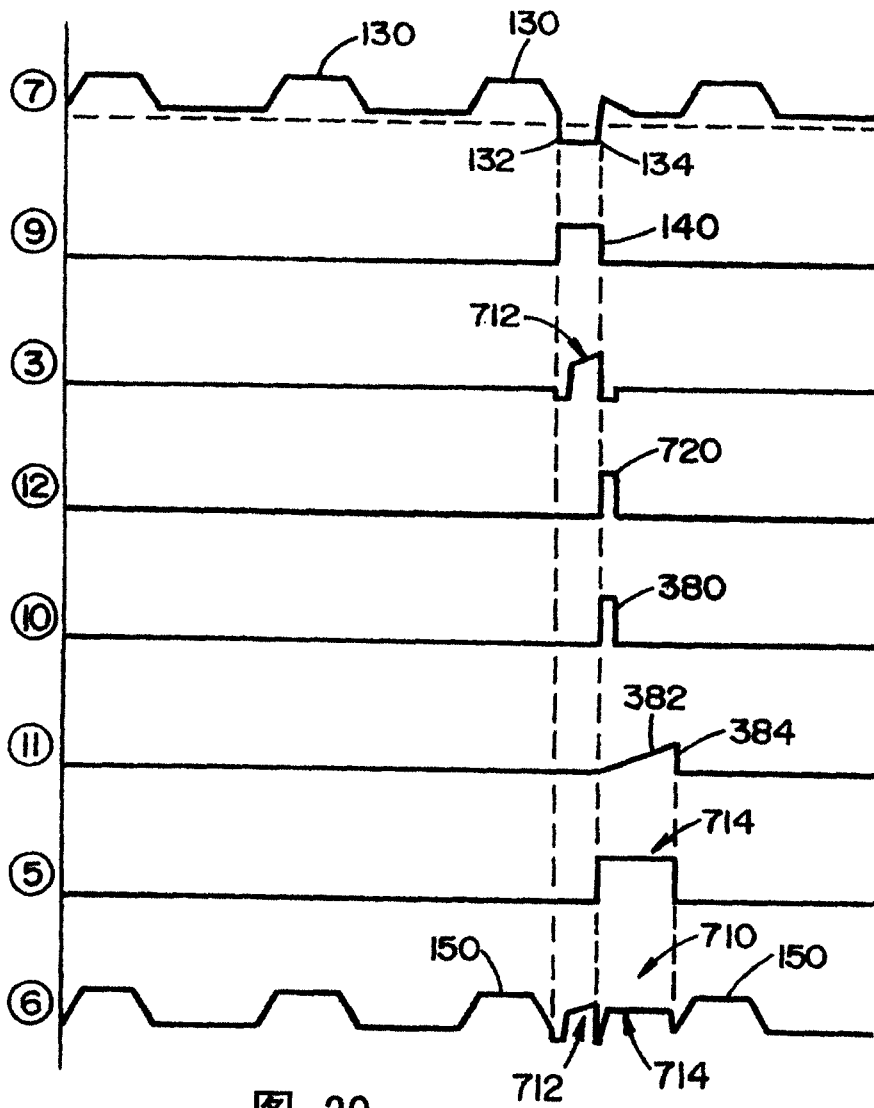


图 20

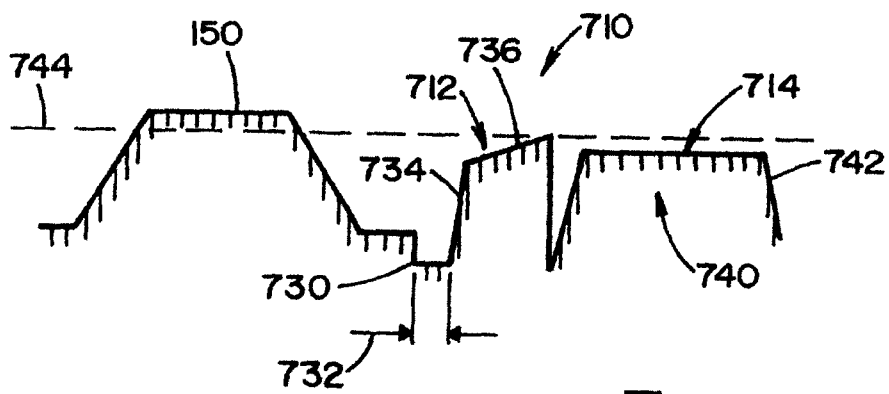


图 21

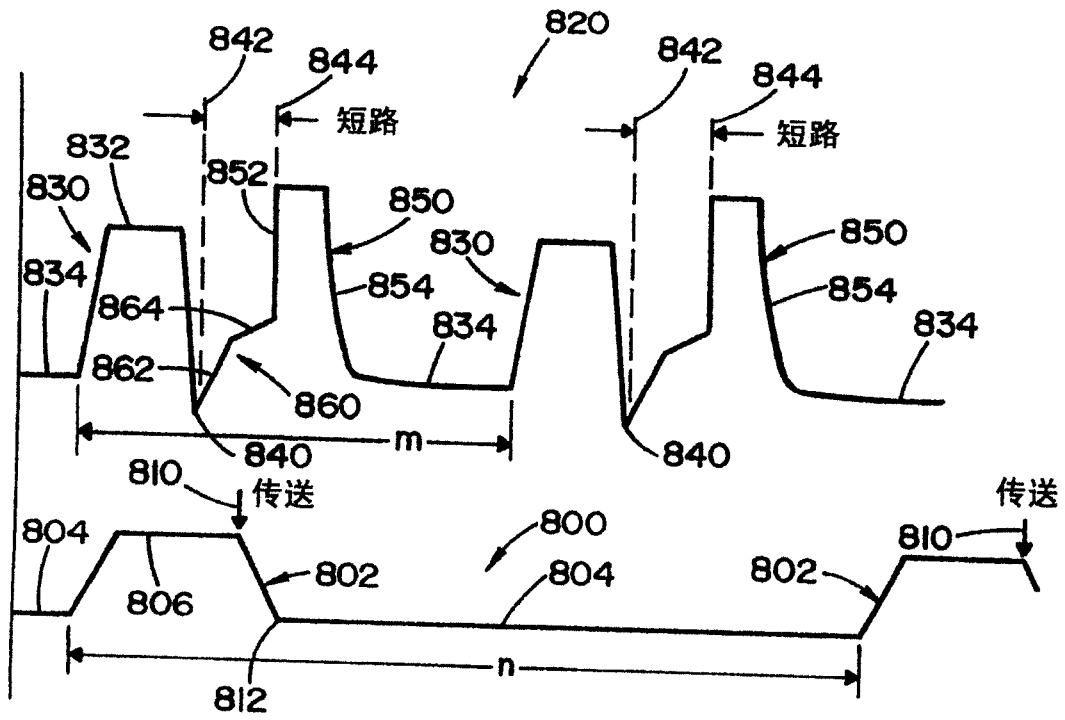


图 22

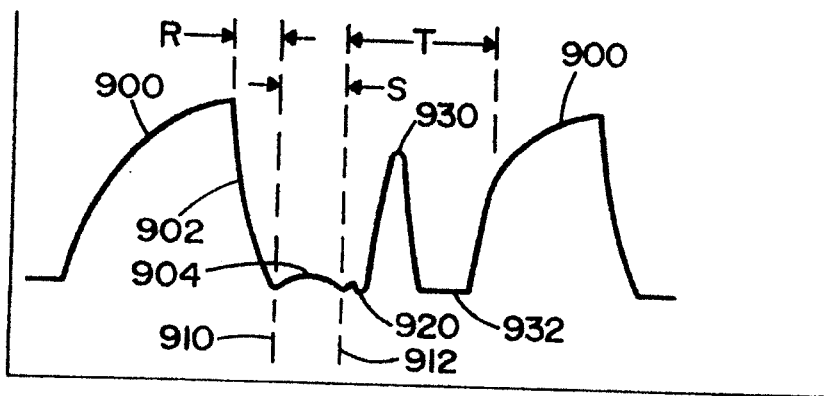


图 23