

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101133263 B

(45) 授权公告日 2011.03.09

(21) 申请号 200580048881.3

代理人 曾祥菱 刘华联

(22) 申请日 2005.12.12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F16H 3/72(2006.01)

11/028,820 2005.01.04 US

F16H 3/44(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

F16H 3/62(2006.01)

2007.08.30

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

EP 0755818 A2, 1997.01.29, 全文.

PCT/US2005/045114 2005.12.12

JP 2000-62483 A, 2000.02.29, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 6090005 A, 2000.07.18, 全文.

W02006/073705 EN 2006.07.13

US 6551208 B1, 2003.04.22, 全文.

(73) 专利权人 通用汽车公司

CN 1425860 A, 2003.06.25, 全文.

地址 美国密执安州

审查员 柳玲

(72) 发明人 M·拉加范 N·K·巴克诺

J·D·亨德里克森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

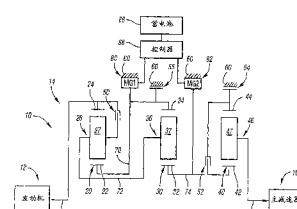
权利要求书 3 页 说明书 30 页 附图 15 页

(54) 发明名称

具有三个行星齿轮组和三个固定互连器的电动变速器

(57) 摘要

本发明的电动变速器系列提供了低容量、低成本的电动变速器系列，其包括第一、第二和第三差速齿轮组，蓄电池，两个可互换地用作电动机或发电机的电机，以及三个可选择的扭矩传递装置（两个离合器和一个制动器）。这三个可选择的扭矩传递装置可单独或两两组合地相接合，或单独地与选择性制动的电动机/发电机接合，从而产生具有连续可变速度比范围（包括倒档）和四个机械固定的前进速度比的EVT。或者，这三个扭矩传递装置可分离，同时制动电动机/发电机，以提供固定的速度比。第一、第二和第三扭矩传递装置，以及第一和第二电动机/发电机可操作，而在电动变速器中提供五个操作模式，包括蓄电池倒档模式，EVT倒档模式，倒档和前进起动模式，连续变速范围模式，以及固定比模式。



技术设计:	
输出轴:	输出轴
输入轴:	输入轴
差速器 1:	1.0
差速器 2:	2.0
差速器 3:	3.0
差速器 4:	4.0
差速器 5:	5.0
差速器 6:	6.0
差速器 7:	7.0
差速器 8:	8.0
差速器 9:	9.0
差速器 10:	10.0
差速器 11:	11.0
差速器 12:	12.0
差速器 13:	13.0
差速器 14:	14.0
差速器 15:	15.0
差速器 16:	16.0
差速器 17:	17.0
差速器 18:	18.0
差速器 19:	19.0
差速器 20:	20.0
差速器 21:	21.0
差速器 22:	22.0
差速器 23:	23.0
差速器 24:	24.0
差速器 25:	25.0
差速器 26:	26.0
差速器 27:	27.0
差速器 28:	28.0
差速器 29:	29.0
差速器 30:	30.0
差速器 31:	31.0
差速器 32:	32.0
差速器 33:	33.0
差速器 34:	34.0
差速器 35:	35.0
差速器 36:	36.0
差速器 37:	37.0
差速器 38:	38.0
差速器 39:	39.0
差速器 40:	40.0
差速器 41:	41.0
差速器 42:	42.0
差速器 43:	43.0
差速器 44:	44.0
差速器 45:	45.0
差速器 46:	46.0
差速器 47:	47.0
差速器 48:	48.0
差速器 49:	49.0
差速器 50:	50.0
差速器 51:	51.0
差速器 52:	52.0
差速器 53:	53.0
差速器 54:	54.0
差速器 55:	55.0
差速器 56:	56.0
差速器 57:	57.0
差速器 58:	58.0
差速器 59:	59.0
差速器 60:	60.0
差速器 61:	61.0
差速器 62:	62.0
差速器 63:	63.0
差速器 64:	64.0
差速器 65:	65.0
差速器 66:	66.0
差速器 67:	67.0
差速器 68:	68.0
差速器 69:	69.0
差速器 70:	70.0
差速器 71:	71.0
差速器 72:	72.0
差速器 73:	73.0
差速器 74:	74.0
差速器 75:	75.0
差速器 76:	76.0
差速器 77:	77.0
差速器 78:	78.0
差速器 79:	79.0
差速器 80:	80.0
差速器 81:	81.0
差速器 82:	82.0
差速器 83:	83.0
差速器 84:	84.0
差速器 85:	85.0
差速器 86:	86.0
差速器 87:	87.0
差速器 88:	88.0
差速器 89:	89.0
差速器 90:	90.0
差速器 91:	91.0
差速器 92:	92.0
差速器 93:	93.0
差速器 94:	94.0
差速器 95:	95.0
差速器 96:	96.0
差速器 97:	97.0
差速器 98:	98.0
差速器 99:	99.0
差速器 100:	100.0
差速器 101:	101.0
差速器 102:	102.0
差速器 103:	103.0
差速器 104:	104.0
差速器 105:	105.0
差速器 106:	106.0
差速器 107:	107.0
差速器 108:	108.0
差速器 109:	109.0
差速器 110:	110.0
差速器 111:	111.0
差速器 112:	112.0
差速器 113:	113.0
差速器 114:	114.0
差速器 115:	115.0
差速器 116:	116.0
差速器 117:	117.0
差速器 118:	118.0
差速器 119:	119.0
差速器 120:	120.0
差速器 121:	121.0
差速器 122:	122.0
差速器 123:	123.0
差速器 124:	124.0
差速器 125:	125.0
差速器 126:	126.0
差速器 127:	127.0
差速器 128:	128.0
差速器 129:	129.0
差速器 130:	130.0
差速器 131:	131.0
差速器 132:	132.0
差速器 133:	133.0
差速器 134:	134.0
差速器 135:	135.0
差速器 136:	136.0
差速器 137:	137.0
差速器 138:	138.0
差速器 139:	139.0
差速器 140:	140.0
差速器 141:	141.0
差速器 142:	142.0
差速器 143:	143.0
差速器 144:	144.0
差速器 145:	145.0
差速器 146:	146.0
差速器 147:	147.0
差速器 148:	148.0
差速器 149:	149.0
差速器 150:	150.0
差速器 151:	151.0
差速器 152:	152.0
差速器 153:	153.0
差速器 154:	154.0
差速器 155:	155.0
差速器 156:	156.0
差速器 157:	157.0
差速器 158:	158.0
差速器 159:	159.0
差速器 160:	160.0
差速器 161:	161.0
差速器 162:	162.0
差速器 163:	163.0
差速器 164:	164.0
差速器 165:	165.0
差速器 166:	166.0
差速器 167:	167.0
差速器 168:	168.0
差速器 169:	169.0
差速器 170:	170.0
差速器 171:	171.0
差速器 172:	172.0
差速器 173:	173.0
差速器 174:	174.0
差速器 175:	175.0
差速器 176:	176.0
差速器 177:	177.0
差速器 178:	178.0
差速器 179:	179.0
差速器 180:	180.0
差速器 181:	181.0
差速器 182:	182.0
差速器 183:	183.0
差速器 184:	184.0
差速器 185:	185.0
差速器 186:	186.0
差速器 187:	187.0
差速器 188:	188.0
差速器 189:	189.0
差速器 190:	190.0
差速器 191:	191.0
差速器 192:	192.0
差速器 193:	193.0
差速器 194:	194.0
差速器 195:	195.0
差速器 196:	196.0
差速器 197:	197.0
差速器 198:	198.0
差速器 199:	199.0
差速器 200:	200.0
差速器 201:	201.0
差速器 202:	202.0
差速器 203:	203.0
差速器 204:	204.0
差速器 205:	205.0
差速器 206:	206.0
差速器 207:	207.0
差速器 208:	208.0
差速器 209:	209.0
差速器 210:	210.0
差速器 211:	211.0
差速器 212:	212.0
差速器 213:	213.0
差速器 214:	214.0
差速器 215:	215.0
差速器 216:	216.0
差速器 217:	217.0
差速器 218:	218.0
差速器 219:	219.0
差速器 220:	220.0
差速器 221:	221.0
差速器 222:	222.0
差速器 223:	223.0
差速器 224:	224.0
差速器 225:	225.0
差速器 226:	226.0
差速器 227:	227.0
差速器 228:	228.0
差速器 229:	229.0
差速器 230:	230.0
差速器 231:	231.0
差速器 232:	232.0
差速器 233:	233.0
差速器 234:	234.0
差速器 235:	235.0
差速器 236:	236.0
差速器 237:	237.0
差速器 238:	238.0
差速器 239:	239.0
差速器 240:	240.0
差速器 241:	241.0
差速器 242:	242.0
差速器 243:	243.0
差速器 244:	244.0
差速器 245:	245.0
差速器 246:	246.0
差速器 247:	247.0
差速器 248:	248.0
差速器 249:	249.0
差速器 250:	250.0
差速器 251:	251.0
差速器 252:	252.0
差速器 253:	253.0
差速器 254:	254.0
差速器 255:	255.0
差速器 256:	256.0
差速器 257:	257.0
差速器 258:	258.0
差速器 259:	259.0
差速器 260:	260.0
差速器 261:	261.0
差速器 262:	262.0
差速器 263:	263.0
差速器 264:	264.0
差速器 265:	265.0
差速器 266:	266.0
差速器 267:	267.0
差速器 268:	268.0
差速器 269:	269.0
差速器 270:	270.0
差速器 271:	271.0
差速器 272:	272.0
差速器 273:	273.0
差速器 274:	274.0
差速器 275:	275.0
差速器 276:	276.0
差速器 277:	277.0
差速器 278:	278.0
差速器 279:	279.0
差速器 280:	280.0
差速器 281:	281.0
差速器 282:	282.0
差速器 283:	283.0
差速器 284:	284.0
差速器 285:	285.0
差速器 286:	286.0
差速器 287:	287.0
差速器 288:	288.0
差速器 289:	289.0
差速器 290:	290.0
差速器 291:	291.0
差速器 292:	292.0
差速器 293:	293.0
差速器 294:	294.0
差速器 295:	295.0
差速器 296:	296.0
差速器 297:	297.0
差速器 298:	298.0
差速器 299:	299.0
差速器 300:	300.0
差速器 301:	301.0
差速器 302:	302.0
差速器 303:	303.0
差速器 304:	304.0
差速器 305:	305.0
差速器 306:	306.0
差速器 307:	307.0
差速器 308:	308.0
差速器 309:	309.0
差速器 310:	310.0
差速器 311:	311.0
差速器 312:	312.0
差速器 313:	313.0
差速器 314:	314.0
差速器 315:	315.0
差速器 316:	316.0
差速器 317:	317.0
差速器 318:	318.0
差速器 319:	319.0
差速器 320:	320.0
差速器 321:	321.0
差速器 322:	322.0
差速器 323:	323.0
差速器 324:	324.0
差速器 325:	325.0
差速器 326:	326.0
差速器 327:	327.0
差速器 328:	328.0
差速器 329:	329.0
差速器 330:	330.0
差速器 331:	331.0
差速器 332:	332.0
差速器 333:	333.0
差速器 334:	334.0
差速器 335:	335.0
差速器 336:	336.0
差速器 337:	337.0
差速器 338:	338.0
差速器 339:	339.0
差速器 340:	340.0
差速器 341:	341.0
差速器 342:	342.0
差速器 343:	343.0
差速器 344:	344.0
差速器 345:	345.0
差速器 346:	346.0
差速器 347:	347.0
差速器 348:	348.0
差速器 349:	349.0
差速器 350:	350.0
差速器 351:	351.0
差速器 35	

1. 一种电动变速器，包括：

用以接受发动机功率的输入部件；

输出部件；

第一和第二电动机 / 发电机；

第一、第二和第三差速齿轮组，每个第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件；

所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接，并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接；

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件；

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件；

持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件；

所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件，或与所述第一差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接；

所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件，或与所述第三差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接；

选择性地将所述第一差速齿轮组的一部件与所述第一、第二或第三差速齿轮组的另一部件连接起来的第一扭矩传递装置；

选择性地将所述第三差速齿轮组的一部件与所述第一、第二或第三差速齿轮组的另一部件连接起来的第二扭矩传递装置，由所述第二扭矩传递装置连接起来的这对部件不同于由所述第一扭矩传递装置连接起来的那对部件；和

选择性地将所述第三差速齿轮组的一部件接地的第三扭矩传递装置；

其中，所述第一、第二和第三扭矩传递装置可单独地或成对地接合，从而提供具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。

2. 根据权利要求 1 所述的电动变速器，其特征在于，所述第一、第二和第三差速齿轮组是行星齿轮组。

3. 根据权利要求 2 所述的电动变速器，其特征在于，各个所述行星齿轮组的托架是单个小齿轮型托架。

4. 根据权利要求 2 所述的电动变速器，其特征在于，所述行星齿轮组的至少一个托架是双小齿轮型托架。

5. 根据权利要求 1 所述的电动变速器，其特征在于，还包括第四扭矩传递装置，其并行地与所述第一和第二电动机 / 发电机的其中一个相连接，以用于建立所述固定的前进速度比。

6. 根据权利要求 1 所述的电动变速器，其特征在于，还包括分别与所述第一和第二电动机 / 发电机并行连接的第四和第五扭矩传递装置，其用于选择性地防止所述第一和第二电动机 / 发电机的旋转，以用于建立所述固定的前进速度比。

7. 根据权利要求 1 所述的电动变速器，其特征在于，所述第一、第二和第三扭矩传递

装置以及所述第一和第二电动机 / 发电机可操作,而在所述电动变速器中提供五个操作模式,这五个操作模式包括蓄电池倒档模式,EVT 倒档模式,倒档和前进起动模式,连续变速范围模式,以及固定比模式。

8. 根据权利要求 5 所述的电动变速器,其特征在于,所述第四扭矩传递装置是电动机制动器。

9. 根据权利要求 6 所述的电动变速器,其特征在于,所述第四和第五扭矩传递装置是电动机制动器。

10. 一种电动变速器,包括:

用以接受发动机功率的输入部件;

输出部件;

第一和第二电动机 / 发电机;

第一、第二和第三差速齿轮组,每个第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件;

所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接,并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接;

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件;

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件;

持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件;

所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件,或与所述第一差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接;

所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件,或与所述第三差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接;和

用于选择性地将所述第一、第二或第三差速齿轮组的所述第一、第二和第三部件与所述第一、第二或第三互连部件、固定部件或与所述第一、第二或第三差速齿轮组的其它部分部件互连起来的第一、第二和第三扭矩传递装置,所述第一、第二和第三扭矩传递装置可单独地或成对地接合,从而提供一种在所述输入部件和所述输出部件之间具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。

11. 根据权利要求 10 所述的电动变速器,其特征在于,所述第一、第二和第三差速齿轮组是行星齿轮组,并且所述第一扭矩传递装置选择性地将所述第一行星齿轮组的第一或第二或第三部件与所述第一、第二或第三行星齿轮组的另一部件连接起来。

12. 根据权利要求 11 所述的电动变速器,其特征在于,所述第二扭矩传递装置选择性地将所述第三行星齿轮组的第一或第二或第三部件与所述第一、第二或第三行星齿轮组的另一部件连接起来,由所述第二扭矩传递装置连接的这对部件与所述第一扭矩传递装置连接的那对部件是不同的。

13. 根据权利要求 12 所述的电动变速器,其特征在于,所述第三扭矩传递装置选择性地将所述第三行星齿轮组的第一或第二或第三部件与所述固定部件连接起来。

14. 根据权利要求 13 所述的电动变速器, 其特征在于, 各个所述行星齿轮组的托架是单个小齿轮型托架。

15. 根据权利要求 13 所述的电动变速器, 其特征在于, 所述行星齿轮组的至少一个托架是双小齿轮型托架。

16. 根据权利要求 13 所述的电动变速器, 其特征在于, 还包括第四扭矩传递装置, 其并行地与所述第一和第二电动机 / 发电机的其中一个相连接, 以用于建立所述固定的前进速度比。

17. 根据权利要求 13 所述的电动变速器, 其特征在于, 还包括分别与所述第一和第二电动机 / 发电机并行连接的第四和第五扭矩传递装置, 其用于选择性地防止所述第一和第二电动机 / 发电机的旋转, 以用于建立所述固定的前进速度比。

18. 根据权利要求 16 所述的电动变速器, 其特征在于, 所述第四扭矩传递装置是电动机制动器。

19. 根据权利要求 17 所述的电动变速器, 其特征在于, 所述第四和第五扭矩传递装置是电动机制动器。

20. 一种电动变速器, 包括 :

用以接受发动机功率的输入部件 ;

输出部件 ;

第一和第二电动机 / 发电机, 其各具有与相应电动机 / 发电机并行连接的可选择性接合的电动机制动器 ;

第一、第二和第三差速齿轮组, 所述第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件 ;

所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接, 并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接 ;

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件 ;

持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件 ;

持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件 ;

所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件, 或与所述第一差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接 ;

所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件, 或与所述第三差速齿轮组的不同于连接所述输入部件和 / 或输出部件的一部件相连接 ; 和

用于选择性地将所述第一、第二或第三差速齿轮组的所述部件与所述第一、第二或第三互连部件、固定部件或与所述第一、第二或第三差速齿轮组的其它部分部件互连起来的第一、第二和第三扭矩传递装置 ;

其中, 所述第一、第二和第三扭矩传递装置和电动机制动器可单独地或两两组合地相接合, 从而提供一种在所述输入部件和所述输出部件之间具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。

具有三个行星齿轮组和三个固定互连器的电动变速器

技术领域

[0001] 本发明涉及可在功率分流的变速度比范围内和固定的速度比下选择性操作的电动变速器，其具有三个行星齿轮组、两个电动机 / 发电机和三个或四个离合器。

背景技术

[0002] 内燃机，尤其那些往复式活塞类型的内燃器目前用来驱动大多数车辆。这种发动机是相对效率较高、紧凑、重量轻且较廉价的装置，其将燃料形式的高浓缩能量转换成有用的机械功率。可以与内燃机一起使用并且可以减少燃料消耗和污染排放物的新颖变速器系统将为公众带来很大的好处。

[0003] 车辆对内燃机的各种广泛需求增加了燃料消耗，并使排放物超出了这类发动机的理想状况。车辆通常由这种发动机驱动，其由小型电动机和相对较小的蓄电池从冷状态起动，之后快速地处于牵引和辅助设备的负荷之下。这种发动机也可在较宽的速度范围内和较宽的负荷范围内操作，并且通常在其最大功率输出的大约五分之一的平均值下操作。

[0004] 车辆变速器通常将机械功率从发动机传送到传动系统的其余部分，例如固定的末级传动齿轮、车轴或车轮。典型的机械变速器通常通过五种或六种不同传动比的交替选择而允许发动机操作上的一些自由度，空档选择允许发动机在车辆停止时操作辅助装置，离合器或扭矩转换器用于传动比之间的平滑过渡，并在发动机旋转下从静止状态起动车辆。变速器齿轮选择通常允许将发动机功率以扭矩倍增和减速的比率，以扭矩减小和速度倍增的比率，即超速档，或以倒档比而传送到传动系统的其余部分。

[0005] 电动机 / 发电机可将机械功率从发动机转换成电功率，并且还可将电功率以不同的扭矩和速度转换回到用于车辆传动系统其余部分的机械功率。这种装置允许在电机的限制范围内，实现发动机和传动系统其余部分之间的扭矩和速度比的连续变化。用作用于推进的动力源的电储存蓄电池可添加到这种设置中，从而形成串联混合 (serieshybrid) 电动驱动系统。

[0006] 串联混合系统允许发动机一定程度地独立于推进车轮所需的扭矩、速度和功率而工作，因此可控制发动机以用于改善排放和效率。这种系统允许连接在发动机上的电机用作起动发动机的电动机。这种系统也允许连接在传动列其余部分上的电机用作发电机，从而通过再生式制动将来自车轮减速的能量回收到蓄电池中。串联电驱动装置的缺点在于将全部发动机功率在发动机中从机械形式转化成电形式以及在驱动电动机中将机械功率转化成电功率的足够电机的重量和成本，以及在这些转化中损失的有用能量。

[0007] 功率分流变速器可使用通常被理解为“差速齿轮传动”的装置，以便在输入和输出之间实现连续可变的扭矩和速度比。电动变速器可使用差速齿轮传动装置来发送其通过一对电动机 / 发电机所传递的功率。它的功率的其余部分流过另一并行的路径，其是全机械的和直接的固定比，或者是可选择的。

[0008] 本领域中众所周知的差速齿轮传动装置可构成行星齿轮组。行星齿轮装置通常是差速齿轮传动装置发明中采用的优选实施例，其优点在于其紧凑性，以及在行星齿轮组的

全部部件中具有不同的扭矩和速度比。然而，也可以没有行星齿轮的形式来构造该发明，而是采用伞齿轮或其它齿轮设置，其中，齿轮组的至少一个元件的转速总是两个其它元件的加权平均速度。

[0009] 混合电动汽车辆变速器系统还包括一个或多个电能储存装置。典型的装置是化学电储存蓄电池，但也可包括电容式装置或机械装置，例如电驱动的飞轮。电储存允许从发动机至变速器系统的机械输入功率改变至从变速器系统至车辆的机械输出功率。蓄电池或其它装置也允许发动机用变速器系统起动以及用于再生式 (regenerative) 车辆制动。

[0010] 车辆中的电动变速器可简单地将机械功率从发动机输入传递至最终的传动输出功率。为此，一个电动机 / 发电机所产生的电功率平衡了电损耗和其它电动机 / 发电机所消耗的电功率。通过使用上述电储存蓄电池，一个电动机 / 发电机所产生的电功率可大于或小于另一电动机 / 发电机所消耗的电功率。来自于蓄电池的电功率有时可允许电动机 / 发电机两者同时用作电动机，尤其是帮助发动机进行车辆加速。这两个电动机有时都可用作发电机，以便对蓄电池重新充电，尤其是在再生式车辆制动时。

[0011] 一种用于串联混合变速器的成功的代用品是现在为运输巴士生产的两个范围的输入 - 分流和复合 - 分流电动变速器，其被公开在与本申请共同转让的于 1999 年 8 月 3 日公告的授予 Michael Roland Schmidt 的美国专利 No. 5,931,757 中，该美国专利通过引用而完整地结合于本文中。这种变速器利用输入装置来接收来自车辆发动机的功率，并利用功率输出装置来输出功率以驱动车辆。第一和第二电动机 / 发电机连接在能量存储设备例如蓄电池上，使得能量存储设备可接收来自第一和第二电动机 / 发动机的功率，和为第一和第二电动机 / 发动机提供功率。控制单元调节能量存储设备和电动机 / 发电机之间以及第一和第二电动机 / 发电机之间的功率流动。

[0012] 在第一或第二变速度比操作模式下的操作可通过利用具有第一和第二扭矩传递装置的离合器而选择性地实现。在第一模式中，输入功率分流速度比范围通过应用第一离合器而形成，并且变速器的输出速度与一个电动机 / 发电机的速度成比例。在第二模式中，复合功率分流速度比范围通过应用第二离合器而形成，并且变速器的输出速度与电动机 / 发电机的任一速度不成比例，而是这两个电动机 / 发电机的速度的代数线性组合。在固定的传动速度比下的操作可选择性地通过应用这两个离合器而实现。变速器在空档模式中的操作可选择性地通过释放这两个离合器，使发动机及这两个电动机 / 发电机与变速器输出分离而实现。变速器包括至少一个在其第一操作模式下的机械点和至少两个在其第二操作模式下的机械点。

[0013] 于 2003 年 3 月 4 日授予 Holmes 等人的与本申请共同转让并通过引用而完整地结合于本文中的美国专利 No. 6,527,658，公开了一种利用两个行星齿轮组、两个电动机 / 发电机和两个离合器，以提供输入分流、复合分流、空档和倒档操作模式的电动变速器。这两个行星齿轮组可以是简单的，或者其中一个可以单独地是复合式的。电控制部件调节在能量存储设备和两个电动机 / 发电机之间的功率流动。这种变速器提供了两个范围或电动变速器 (EVT) 操作模式，选择性地提供了一种输入功率分流速度比范围和复合功率分流速度比范围。还可选择性地实现一种固定的速度比。

发明内容

[0014] 本发明提供了一系列的电动变速器，其提供了超越混合动力车辆中所使用的传统

自动变速器的几个优点，包括改进的车辆加速度性能，通过再生制动和仅电空转及起动而改进的燃料经济性能，以及具有吸引力的市场特征。本发明的一个目的是为给定的发动机提供最好的可能的能量效率和排放物。另外，还为变速器寻求最佳性能、容量、包装尺寸和速度比覆盖范围。

[0015] 本发明的电动变速器系列提供了低容量、低成本的电动变速器系列，其包括第一、第二和第三差速齿轮组，蓄电池，两个可互换地用作电动机或发电机的电机，以及三个可选择的扭矩传递装置（两个离合器和一个制动器）。差速齿轮组优选是行星齿轮组，但也可利用其它齿轮装置，例如偏轴的伞齿轮或差速齿轮装置。

[0016] 在本说明书中，第一、第二或第三行星齿轮组可以任何顺序（即，从左至右，从右至左，等等）从第一计数到第三。

[0017] 这三个行星齿轮组各具有三个部件。各个行星齿轮组的第一、第二或第三部件可以是太阳齿轮、环形齿轮或托架（carrier）的任何其中一个部件。

[0018] 各个托架可以是单个小齿轮型托架（简单）或双小齿轮型托架（复合）。

[0019] 输入轴持续地（continuously）与行星齿轮组的至少一个部件相连。输出轴持续地与行星齿轮组的至少一个部件相连。

[0020] 第一互连部件持续地将第一行星齿轮组的第一部件和第二行星齿轮组的第一部件连接起来。

[0021] 第二互连部件持续地将第一行星齿轮组的第二部件与第二行星齿轮组的第二部件连接起来。

[0022] 第三互连部件持续地将第二行星齿轮组的第三部件与第三行星齿轮组的第一部件连接起来。

[0023] 第一扭矩传递装置选择性地将第一行星齿轮组的部件与第一、第二或第三行星齿轮组的另一部件连接起来。

[0024] 第二扭矩传递装置选择性地将第三行星齿轮组的部件与第一、第二或第三行星齿轮组的另一部件连接起来，这对部件不同于第一扭矩传递装置所连接的部件。

[0025] 第三扭矩传递装置选择性地将第三行星齿轮组的部件与固定部件（变速箱）连接起来。

[0026] 第一电动机/发电机安装在变速箱上（即接地），并且持续地连接在第一或第二互连部件上，或第一行星齿轮组的部件上。

[0027] 第二电动机/发电机安装在变速箱上（即接地），并且持续地连接在第一、第二或第三互连部件上，或连接在第三行星齿轮组的部件上。

[0028] 第一和/或第二电动机/发电机优选包括并行（in parallel）连接的电动机制动器，以便制动相应电动机/发电机的旋转。

[0029] 这三个可选择的扭矩传递装置（两个离合器和一个制动器）可单独或两两组合地相接合，或单独地与选择性制动的电动机/发电机接合，从而产生具有连续可变速度比范围（包括倒档）和四个机械固定的前进速度比的EVT。或者，这三个扭矩传递装置可分离，而制动电动机/发电机，以提供固定的速度比。“固定速度比”是其中将变速器的机械动力输入机械地传送至输出，并且在电动机/发电机中没有功率流动（即几乎为零）时的操作状态。可选择性地实现几个用于接近全发动机功率操作的固定速度比的电动变速器，其对

于给定的最大容量可能较小并且较轻。当在不利用电动机 / 发电机，发动机速度可能接近其最佳性能的条件下进行操作时，固定速度比操作还可导致较低的燃料消耗。各种固定速度比和可变速度比可通过恰当地选择行星齿轮组的齿数比而实现。

[0030] 本文所公开的电动变速器系列的各个实施例具有其中变速器输入和输出都不直接连接在电动机 / 发电机上的架构。这允许减少所需要的电动机 / 发电机的尺寸和成本，以达到所需的车辆性能。

[0031] 第一、第二和第三扭矩传递装置，电动机制动器以及第一和第二电动机 / 发电机可操作，而在所述电动变速器中提供五个操作模式，这五个操作模式包括蓄电池倒档模式，EVT 倒档模式，倒档和前进起动模式，连续变速范围模式，以及固定比模式。

[0032] 如上所述，每个被选择性制动的电动机 / 发电机都需要一个并行制动器来防止电动机 / 发电机的旋转。这种并行制动器只是作为示例在图 1a 和 4a 中有所显示，以简化附图，但在与操作模式表相对应的电动机 / 发电机列中包括“X”的任何附图中，都要求这种并行制动器与任何其它电动机 / 发电机并行。

[0033] 具体而言，根据本发明，提供了一种电动变速器，包括：

[0034] 用以接受发动机功率的输入部件；

[0035] 输出部件；

[0036] 第一和第二电动机 / 发电机；

[0037] 第一、第二和第三差速齿轮组，每个第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件；

[0038] 所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接，并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接；

[0039] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件；

[0040] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件；

[0041] 持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件；

[0042] 所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件，或与所述第一差速齿轮组的一部件相连接；

[0043] 所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件，或与所述第三差速齿轮组的一部件相连接；

[0044] 选择性地将所述第一差速齿轮组的一部件与所述第一、第二或第三差速齿轮组的另一部件连接起来的第一扭矩传递装置；

[0045] 选择性地将所述第三差速齿轮组的一部件与所述第一、第二或第三差速齿轮组的另一部件连接起来的第二扭矩传递装置，由所述第二扭矩传递装置连接起来的这对部件不同于由所述第一扭矩传递装置连接起来的那对部件；和

[0046] 选择性地将所述第三差速齿轮组的一部件接地的第三扭矩传递装置；

[0047] 其中，所述第一、第二和第三扭矩传递装置可单独地或成对地接合，从而提供具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。

- [0048] 根据本发明,还提供了另外一种电动变速器,包括:
- [0049] 用以接受发动机功率的输入部件;
- [0050] 输出部件;
- [0051] 第一和第二电动机 / 发电机;
- [0052] 第一、第二和第三差速齿轮组,每个第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件;
- [0053] 所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接,并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接;
- [0054] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件;
- [0055] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件;
- [0056] 持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件;
- [0057] 所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件,或与所述第一差速齿轮组的一部件相连接;
- [0058] 所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件,或与所述第三差速齿轮组的一部件相连接;和
- [0059] 用于选择性地将所述第一、第二或第三差速齿轮组的所述第一、第二和第三部件与所述第一、第二或第三互连部件,固定部件或与所述第一、第二或第三差速齿轮组的其它部件互连起来的第一、第二和第三扭矩传递装置,所述第一、第二和第三扭矩传递装置可单独地或成对地接合,从而提供一种在所述输入部件和所述输出部件之间具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。
- [0060] 根据本发明,还提供了另外一种一种电动变速器,包括:
- [0061] 用以接受发动机功率的输入部件;
- [0062] 输出部件;
- [0063] 第一和第二电动机 / 发电机,其各具有与相应电动机 / 发电机并行连接的可选择性接合的电动机制动器;
- [0064] 第一、第二和第三差速齿轮组,所述第一、第二和第三差速齿轮组均具有第一、第二和第三部件;
- [0065] 所述输入部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的至少其中一个部件相连接,并且所述输出部件持续地与所述第一、第二和第三差速齿轮组的另一部件相连接;
- [0066] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第一部件与所述第二差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第一互连部件;
- [0067] 持续地将所述第一差速齿轮组的所述第二部件与所述第二差速齿轮组的所述第二部件连接起来的第二互连部件;
- [0068] 持续地将所述第二差速齿轮组的所述第三部件与所述第三差速齿轮组的所述第一部件连接起来的第三互连部件;
- [0069] 所述第一电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二互连部件,或与所述第一差速

齿轮组的一部件相连接；

[0070] 所述第二电动机 / 发电机持续地与所述第一或第二或第三互连部件，或与所述第三差速齿轮组的一部件相连接；和

[0071] 用于选择性地将所述第一、第二或第三差速齿轮组的所述部件与所述第一、第二或第三互连部件，固定部件或与所述第一、第二或第三差速齿轮组的其它部件互连起来的第一、第二和第三扭矩传递装置；

[0072] 其中，所述第一、第二和第三扭矩传递装置和电动机制动器可单独地或两两组合地相接合，从而提供一种在所述输入部件和所述输出部件之间具有连续可变的速度比范围和四个固定的前进速度比的电动变速器。

[0073] 从以下结合附图对实现本发明的最佳模式的详细描述中，将很容易清楚本发明的上述特征和优点，以及其它特征和优点。

附图说明

[0074] 图 1a 是包括电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的一系列部件；

[0075] 图 1b 是描述图 1a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0076] 图 2a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0077] 图 2b 是描述图 2a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0078] 图 3a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0079] 图 3b 是描述图 3a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0080] 图 4a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0081] 图 4b 是描述图 4a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0082] 图 5a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0083] 图 5b 是描述图 5a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0084] 图 6a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0085] 图 6b 是描述图 6a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0086] 图 7a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0087] 图 7b 是描述图 7a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0088] 图 8a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0089] 图 8b 是描述图 8a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0090] 图 9a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0091] 图 9b 是描述图 9a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0092] 图 10a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0093] 图 10b 是描述图 10a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0094] 图 11a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0095] 图 11b 是描述图 11a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0096] 图 12a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0097] 图 12b 是描述图 12a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0098] 图 13a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0099] 图 13b 是描述图 13a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表；

[0100] 图 14a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；

[0101] 图 14b 是描述图 14a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表。

[0102] 图 15a 是具有电动变速器的动力系的示意图，这种电动变速器包含本发明的另一系列部件；和

[0103] 图 15b 是描述图 15a 中所示的动力系的一些操作特征的操作模式表和固定比模式表。

具体实施方式

[0104] 参看图 1a，其显示了动力系 (powertrain) 10，动力系 10 包括发动机 12，其连接在总体上以标号 14 表示的改进的电动变速器 (EVT) 的一个优选实施例上。变速器 14 设计成可接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。如图所示，发动机 12 具有输出轴，其

用作变速器 14 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0105] 在所描述的实施例中，发动机 12 可以是化石燃料发动机，例如柴油发动机，其适合于通常以恒定的每分钟转数 (RPM) 提供其可用功率输出。

[0106] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何，变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 14 的行星齿轮组 20 上。

[0107] 变速器 14 的输出部件 19 连接在主减速器 (final drive) 16 上。

[0108] 变速器 14 利用三个差速齿轮组，其优选具有行星齿轮组 20, 30 和 40 的性质。行星齿轮组 20 利用通常指定为环形齿轮的外齿轮部件 24。环形齿轮 24 与通常指定为太阳齿轮内齿轮部件 22 外接。托架 26 可旋转地支撑多个行星齿轮 27，使得各个行星齿轮 27 喷合式地与第一行星齿轮组 20 的外环形齿轮部件 24 和内太阳齿轮部件 22 相接合。输入部件 17 固定在行星齿轮组 20 的环形齿轮部件 24 上。

[0109] 行星齿轮组 30 也具有通常也被指定为环形齿轮的外齿轮部件 34，其与也通常被指定为太阳齿轮的内齿轮部件 32 外接。多个行星齿轮 37 还可旋转地安装在托架 36 中，使得各个行星齿轮部件 37 同时地且喷合式地与行星齿轮组 30 的外环形齿轮部件 34 和内太阳齿轮部件 32 相接合。

[0110] 行星齿轮组 40 也具有通常也被指定为环形齿轮的外齿轮部件 44，其与也通常被指定为太阳齿轮的内齿轮部件 42 外接。多个行星齿轮 47 还可旋转地安装在托架 46 中，使得各个行星齿轮部件 47 同时地且喷合式地与行星齿轮组 40 的外环形齿轮部件 44 和内太阳齿轮部件 42 相接合。

[0111] 第一互连部件 70 持续地将行星齿轮组 20 的太阳齿轮 22 与行星齿轮组 30 的环形齿轮 34 连接起来。第二互连部件 72 持续地将行星齿轮组 20 的托架 26 与行星齿轮组 30 的托架 36 连接起来。第三互连部件 74 持续地将行星齿轮组 30 的太阳齿轮 32 与行星齿轮组 40 的太阳齿轮 42 连接起来。

[0112] 第一优选实施例 10 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 80 和 82。第一电动机 / 发电机 80 的定子固定在变速器外壳 60 上。第一电动机 / 发电机 80 的转子固定在第一互连部件 70 上。

[0113] 第二电动机 / 发电机 82 的定子也固定在变速器外壳 60 上。第二电动机 / 发电机 82 的转子固定在第三互连部件 74 上。

[0114] 第一扭矩传递装置，例如离合器 50 选择性地将行星齿轮组 20 的环形齿轮 24 连接到行星齿轮组 20 的托架 26 上。第二扭矩传递装置，例如离合器 52 选择性地将行星齿轮组 40 的太阳齿轮 42 与行星齿轮组 40 的环形齿轮 44 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 54 选择性地将行星齿轮组 40 的环形齿轮 44 与变速器外壳 60 连接起来。也就是说，通过操作地连接在不可旋转的外壳 60 上而选择性地固定环形齿轮 44，以免其旋转。如以下更完整地解释的那样，第一、第二和第三扭矩传递装置 50, 52 和 54 用于帮助选择混合变速器 14 的操作模式。如以下所述，图 1a 还显示了与电动机 / 发电机 80 并行连接的样本制动器。

[0115] 变速器 14 的输出驱动部件 19 固定在行星齿轮组 40 的托架 46 上。

[0116] 现在返回到动力源的描述中，从前面描述，尤其参照图 1a 应该懂得，变速器 14 可

选择性地接受来自发动机 12 的功率。混合变速器还接受来自电功率源 86 的功率，电功率源 86 可操作地连接在控制器 88 上。电功率源 86 可以是一个或多个蓄电池。其它具有提供或存储并分配电功率能力的电功率源，例如燃料电池，其可用来替代蓄电池，而不会改变本发明的构思。

[0117] 总体操作描述

[0118] 其中一个主要控制装置是众所周知的驱动范围选择器（未显示），其指示电子控制单元 (ECU88) 设置变速器，以用于停车、倒档、空档或前进驱动范围。第二和第三主要控制装置组成了油门踏板（未显示）和刹车踏板（也未显示）。ECU 从这两个主要控制源获得的信息被指定为“驾驶员指令”。ECU 还从多个传感器（输入以及输出）中获得相关状态信息：扭矩传递装置（施加状态或释放状态）；发动机输出扭矩；统一的蓄电池，容量水平；和所选定的车辆构件的温度。ECU 确定需要什么，之后操纵变速器的选择性操作的构件，或相关构件，以便恰当地响应驾驶员指令。

[0119] 本发明可使用简单的或复合的行星齿轮组。在简单的行星齿轮组中，单个行星齿轮组通常地支撑在本身可旋转的托架上，以便旋转。

[0120] 在简单的行星齿轮组中，当太阳齿轮保持固定并且功率施加于简单行星齿轮组的环形齿轮时，行星齿轮随着功率施加于环形齿轮而旋转，并因而围绕固定的太阳齿轮圆周方向“行走”，从而实现托架在与环形齿轮旋转方向相同的方向上的旋转。

[0121] 当简单的行星齿轮组的任何两个部件在相同方向并以相同速度旋转时，第三部件被迫以相同速度和相同方向旋转。例如，当太阳齿轮和环形内齿轮在相同方向上以相同速度旋转时，行星齿轮并不绕其自身轴线旋转，而是用作楔锁 (wedge)，以锁定整个单元来实现所谓的直接驱动。也就是说，托架随太阳齿轮和环形内齿轮一起旋转。

[0122] 然而，当两个齿轮部件在相同方向上但以不同速度旋转时，第三齿轮部件旋转方向通常可简单地通过目测分析来确定，但是在许多情况下，该方向将不是明显的，并且只能通过知道存在于行星齿轮组的齿轮部件中的齿数来确定。

[0123] 只要限制托架自由旋转，并将功率施加于太阳齿轮或环形内齿轮，那么行星齿轮部件将用作惰轮。那样，从动部件将在与驱动部件相反的方向上旋转。这样，在许多变速器装置中，当选择倒档传动范围时，用作制动器的扭矩传递装置受到摩擦激励，而与托架相接合，并从而限制其旋转，使得施加于太阳齿轮的功率将使环形内齿轮在相反方向上旋转。因而，如果环形内齿轮操作地连接在车辆的主动轮上，那么这种装置能够使主动轮的旋转方向反转，并因此使车辆本身方向反转。

[0124] 在简单的行星齿轮组中，如果太阳齿轮、行星齿轮托架和环形齿轮的其中任何两个转速是已知的，那么利用简单的规则可确定第三部件的速度。托架的转速始终与太阳齿轮和环形齿轮的速度成比例，受到其相应的齿数加权影响。例如，环形齿轮可具有相同齿轮组中的太阳齿轮的两倍多的齿。那么托架的速度是环形齿轮速度的三分之二和太阳齿轮速度的三分之一之和。如果这三个部件的其中一个部件在相反方向上旋转时，那么在数学计算中，算术符号对于该部件的速度是负的。

[0125] 如果这种数学计算是在没有考虑齿轮的质量，齿轮的加速度，或齿轮组中的摩擦下进行的，那么太阳齿轮，托架和环形齿轮上的扭矩还可简单地彼此相关，所有这些因素在良好设计的变速器中具有相对较小的影响。施加于简单行星齿轮组的太阳齿轮上的扭矩必

须与施加于环形齿轮上的扭矩平衡,其与这些齿轮的齿数成比例。例如,施加于带有齿轮组中的太阳齿轮两倍多齿的环形齿轮上的扭矩,其必须两倍于施加于太阳齿轮上的扭矩,并且必须施加于相同的方向。施加于托架上的扭矩必须在大小上等于太阳齿轮上的扭矩与环形齿轮上的扭矩之和,并且在方向上相反。

[0126] 同简单的行星齿轮组相比,在复合行星齿轮组中,利用内行星齿轮组和外行星齿轮组可实现环形齿轮和行星托架在角色上的互换。例如,如果太阳齿轮保持固定,行星托架将在与环形齿轮相同的方向上旋转,但行星托架和内外行星齿轮组将比环形齿轮移动更快,而非更慢。

[0127] 在具有啮合的内行星齿轮组和外行星齿轮组的复合行星齿轮组中,环形齿轮的速度与太阳齿轮和行星托架的速度成比例,分别受到太阳齿轮上的齿数和行星齿轮所填充的齿数的加权影响。例如,在行星齿轮所填充的环形齿轮和太阳齿轮之间的差异可以是与同一齿轮组中的太阳齿轮上的齿一样多的。在那种情况下,环形齿轮的速度将是托架速度的三分之二与太阳齿轮速度的三分之一之和。如果太阳齿轮或行星托架在相反方向上旋转,那么在数学计算中,算术符号对于该速度是负的。

[0128] 如果太阳齿轮保持固定,那么托架和内外行星齿轮组将在与该齿轮组中的旋转的环形齿轮相同的方向上旋转。另一方面,如果太阳齿轮保持固定,并且托架是从动的,那么内齿轮组中与太阳齿轮相接合的行星齿轮沿着太阳齿轮而滚动或“行走”,在与托架旋转的相同方向上旋转。与内齿轮组中的小齿轮相啮合的外齿轮组中的小齿轮将在相反方向上旋转,因而迫使啮合的环形齿轮在相反方向上,但只相对于行星齿轮旋转,该行星齿轮与环形齿轮啮合式地接合。外齿轮组的行星齿轮支撑在沿着托架的方向上。外齿轮组中的小齿轮围绕其轴线的旋转效应和外齿轮组中的行星齿轮的更大的轨道运动效应由于托架运动而组合起来,使得环形齿轮在与托架相同的方向上旋转,但没有托架那么快。

[0129] 如果这种复合行星齿轮组中的托架保持固定并且太阳齿轮旋转时,那么环形齿轮将以较小的速度,并在与太阳齿轮相同的方向上旋转。如果简单行星齿轮组的环形齿轮保持固定,并且太阳齿轮旋转时,那么支撑单个行星齿轮组的托架将以较小的速度,并且在与太阳齿轮相同的方向上旋转。这样人们可以很容易观察到托架和环形齿轮之间的角色互换,同使用简单行星齿轮组中的单组行星齿轮比较而言,这是通过使用内行星齿轮组和外行星齿轮组彼此啮合而引起的。

[0130] 电动变速器的正常角色是将机械动力从输入传递至输出。作为这种变速器角色的一部分,其两个电动机 / 发电机的其中一个用作电功率发电机。另一电动机 / 发电机用作使用该电功率的电动机。随着输出速度从零增加到高速度,这两个电动机 / 发电机 80,82 逐渐互换发电机和电动机的角色,并且可不止一次地这样做。这些互换发生在基本上所有的功率都机械地从输入传递至输出,并且基本上没有电传递功率的机械点周围。

[0131] 在一种混合电动变速器系统中,蓄电池 86 还可将功率供给变速器,或者变速器可将功率供给蓄电池。如果蓄电池为变速器提供基本电功率,例如用于车辆加速,那么电动机 / 发电机都可用作电动机。如果变速器为蓄电池提供电功率,例如用于再生制动,那么电动机 / 发电机都可用作发电机。在非常靠近操作的机械点时,由于系统中的电损耗,电动机 / 发电机还可用作带有小电功率输出的发电机。

[0132] 与变速器的正常作用相反,变速器实际上可用于机械功率从输出传递至输入。这

可在车辆中用来补充车辆制动，并且增强或补充车辆的再生制动，尤其在很长的向下坡度上时。如果功率以这种方式反向流过变速器时，电动机 / 发电机的角色将与其在正常操作中的角色相反。

[0133] 特定的操作描述

[0134] 这里所述的各个实施例具有十六个功能要求（与图中所显示的各个操作模式表的 16 行相对应），其可组成五个操作模式。以下通过参照相应的附带各变速器符号图的操作模式表，例如图 1b, 2b, 3b 等等操作模式表来描述这五个操作模式，并可获得最好的理解。

[0135] 第一操作模式是“蓄电池倒档模式”，其与各个操作模式表，例如图 1b 的操作模式表的第一行 (Batt Rev) 相对应。在这个模式中，发动机关闭，并且连接在发动机上的变速器元件不受发动机扭矩的控制，但是可能由于发动机的转动惯量而存在一些残余扭矩。其中一个电动机 / 发电机利用蓄电池能量驱动 EVT，导致车辆反向移动。根据运动学配置，另一电动机 / 发电机可以或不以这种模式旋转，并且可以或不传递扭矩。如果其旋转，那么其用于产生存储在蓄电池中的能量。在图 1b 的实施例中，在蓄电池倒档模式中，制动器 54 接合，电动机 / 发电机 80 具有零扭矩，电动机 / 发电机 82 具有 -1.00 单位的扭矩。作为示例获得 -3.25 的扭矩比。在各个操作模式表中，靠近电动机 / 发电机列 80 和 82 中扭矩值的 (M) 表明电动机 / 发电机用作电动机，并且 (M) 的缺失表明电动机 / 发电机用作发电机。

[0136] 第二操作模式是“EVT 倒档模式”，其与各个操作模式表，例如图 1b 的操作模式表的第二行 (EVT Rev) 相对应。在这个模式下，EVT 被发动机和其中一个电动机 / 发电机驱动。另一电动机 / 发电机在发电机模式下操作，并将所产生的能量 100% 传递回给驱动电动机。实际效应是反向驱动车辆。例如参看图 1b，在 EVT 倒档模式中，制动器 54 接合，发电机 80 具有 -0.39 单位的扭矩，电动机 82 具有 -3.17 单位的扭矩，并且获得 -8.33 的输出扭矩，与 1 单位的发动机扭矩相对应。

[0137] 第三操作模式包括“倒档和前进起动模式”（也被称为“扭矩变换器倒档和前进模式”），其与各个操作模式表，例如图 1b 的操作模式表的第三和第四行 (TC Rev 和 TC For) 相对应。在这个模式下，EVT 被发动机和其中一个电动机 / 发电机驱动。由发电机单元所产生的可选择的一部分能量存储在蓄电池中，并且将剩余能量传递给电动机。在图 1 中，这一部分大约为 99%。变速器输出速度对发动机速度的比值（传动速度比）大约为 +/-0.001（正号表示车辆向前移动，负号表示车辆向后移动）。参看图 1b，在倒档和前进起动模式中，制动器 54 接合，并且电动机 / 发电机 80 用作发电机（带有 -0.51 或 -0.39 单位的扭矩），电动机 / 发电机 82 用作电动机（带有 -2.84 或 0.83 单位的扭矩），并且获得 -7.00 或 4.69 的扭矩比。

[0138] 第四操作模式是“连续变速范围模式”，其包括范围 1.1，范围 1.2，范围 1.3，范围 1.4，范围 2.1，范围 2.2，范围 2.3 和范围 2.4 操作点，其与各个操作点表，例如图 1b 的操作点表的行 5-12 相对应。在这个模式下，EVT 被发动机以及其中一个用作电动机的电动机 / 发电机所驱动。另一电动机 / 发电机用做发电机，并将所产生的能量 100% 传递回给电动机。由范围 1.1, 1.2... 等等代表的操作点是 EVT 所提供的前进速度比连续区域中的离散的点。例如在图 1b 中，在制动器 54 接合的条件下获得 4.69 至 1.86 的扭矩比范围，并且在离合器 52 接合的条件下获得 1.86 至 0.54 的扭矩比范围。

[0139] 第五操作模式包括“固定比”模式 (F1, F2, F3 和 F4), 其与各个操作模式表 (即操作模式表), 例如图 1b 的操作模式表的行 13-16 相对应。在这个模式下, 变速器类似传统的自动变速器一样操作, 其中两个扭矩传递装置接合, 产生离散的传动比, 或一个扭矩传递装置可接合, 而一个电动机 / 发电机被制动。或者, 所有三个扭矩传递装置都可以分离, 而电动机 / 发电机都被制动。各图中附带的离合器表显示了仅仅 4 个固定的前进速度比, 但额外的固定比是可采用的。参看图 1b, 在固定比 F1 中, 离合器 50 和制动器 54 接合, 从而获得 3.26 的固定扭矩比。在固定比 F2 中, 制动器 54 接合, 并且电动机 / 发电机 80 被制动 (即由并行的机械制动器, 例如图 1a 中所示的制动器 55 来制动), 从而获得 2.00 的固定比。因此, 图 1b 的电动机 / 发电机 80 列中的各个“X”表示制动器 55 接合, 并且电动机 / 发电机 80 不旋转。这种并行制动器只是作为示例在图 1a 和 4a 中有所显示, 以简化附图, 但在与操作模式表相对应的电动机 / 发电机列中包括“X”的任何附图中, 都要求这种并行制动器与任何其它电动机 / 发电机并行。在固定比 F3 中, 离合器 50 和 52 接合, 从而获得 1.00 的固定比。在固定比 F4 中, 离合器 52 接合, 并且电动机 / 发电机 80 被制动, 以获得 0.61 的固定比。

[0140] 变速器 14 能够在所谓的单模式或双模式下操作。在单模式中, 接合的扭矩传递装置对于前进速度比 (由离散点: 范围 1.1, 1.2, 1.3 和 1.4 代表) 的整个连续区域都保持相同。在双模式中, 接合的扭矩传递装置在一些中间速度比 (例如, 图 1 中的范围 2.1) 上进行切换。根据机械配置, 这种扭矩传递装置接合上的变化具有降低变速器中元件速度的优点。

[0141] 在一些设计中, 可以使离合器元件的滑差速度同步, 从而可在最小的扭矩干扰条件下实现换档 (被称为“冷”换档)。例如, 图 6a 和 14a 的变速器具有在范围 1.4 和 2.1 之间的冷换档。这还用作在双转向换档期间进行高级控制的使能器 (enabler) (两个接近式离合器和两个分离式离合器)。

[0142] 如上所述, 在图 1b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表 (schedule)。图 1b 还提供利用图 1b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 20 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 30 的齿数比; 并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 40 的齿数比。另外, 图 1b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步 (ratio steps)。例如, 在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比 (step ratio) 为 1.63, 在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 2.00, 在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64, 和步进比范围为 5.34。

[0143] 第二示范性实施例的描述

[0144] 参看图 2a, 其显示了动力系 110, 动力系 110 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 114 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 114 设计成可接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0145] 在所描述的实施例中, 发动机 12 也可以是化石燃料发动机, 例如柴油发动机, 其适合于通常以恒定的每分钟转数 (RPM) 提供其可用功率输出。如图所示, 发动机 12 具有输出轴, 其用作变速器 114 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器 (未显示)。

[0146] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何, 变速器输入部件 17 都可

操作地连接在变速器 114 的行星齿轮组上。变速器 114 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0147] 变速器 114 利用三个差速齿轮组，其优选具有行星齿轮组 120, 130 和 140 的性质。行星齿轮组 120 利用通常指定为环形齿轮的外齿轮部件 124。环形齿轮 124 与通常指定为太阳齿轮内齿轮部件 122 外接。托架 126 可旋转地支撑多个行星齿轮 127，使得各个行星齿轮 127 喷合式地与第一行星齿轮组 120 的外环形齿轮部件 124 和内太阳齿轮部件 122 相接合。

[0148] 行星齿轮组 130 也具有通常也被指定为环形齿轮的外齿轮部件 134，其与也通常被指定为太阳齿轮的内齿轮部件 132 外接。多个行星齿轮 137 还可旋转地安装在托架 136 中，使得各个行星齿轮部件 137 同时地且喷合式地与行星齿轮组 130 的外环形齿轮部件 134 和内太阳齿轮部件 132 相接合。

[0149] 行星齿轮组 140 也具有通常也被指定为环形齿轮的外齿轮部件 144，其与也通常被指定为太阳齿轮的内齿轮部件 142 外接。多个行星齿轮 147 还可旋转地安装在托架 146 中，使得各个行星齿轮部件 147 同时地且喷合式地与行星齿轮组 140 的外环形齿轮部件 144 和内太阳齿轮部件 142 相接合。

[0150] 变速器输入部件 17 与行星齿轮组 130 的托架 136 相连接，并且变速器输出部件 19 与行星齿轮组 140 的托架 146 相连接。第一互连部件 170 持续地将行星齿轮组 120 的环形齿轮 124 与行星齿轮组 130 的托架 136 连接起来。第二互连部件 172 持续地将行星齿轮组 120 的太阳齿轮 122 与行星齿轮组 130 的太阳齿轮 132 连接起来。第三互连部件 174 持续地将行星齿轮组 130 的环形齿轮 134 与行星齿轮组 140 的太阳齿轮 142 连接起来。

[0151] 变速器 114 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 180 和 182。第一电动机 / 发电机 180 的定子固定在变速器外壳 160 上。第一电动机 / 发电机 180 的转子固定在行星齿轮组 120 的太阳齿轮 122 上。

[0152] 第二电动机 / 发电机 182 的定子也固定在变速器外壳 160 上。第二电动机 / 发电机 182 的转子固定在第三互连部件 174 上。

[0153] 第一扭矩传递装置，例如离合器 150 选择性地将行星齿轮组 120 的托架 126 连接到行星齿轮组 130 的环形齿轮 134 上。第二扭矩传递装置，例如离合器 152 选择性地将行星齿轮组 140 的托架 146 与行星齿轮组 140 的太阳齿轮 142 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 154 选择性地将行星齿轮组 140 的环形齿轮 144 与变速器外壳 160 连接起来。也就是说，通过操作地连接在不可旋转的外壳 160 上而选择性地固定环形齿轮 144，以免其旋转。第一、第二和第三扭矩传递装置 150, 152 和 154 用于帮助选择混合变速器 114 的操作模式。

[0154] 现在返回到动力源的描述中，从前面描述，尤其参照图 2a 应该懂得，变速器 114 可选择性地接受来自发动机 12 的功率。混合变速器还与电功率源 186 交换功率，电功率源 186 可操作地连接在控制器 188 上。电功率源 186 可以是一个或多个蓄电池。其它具有提供或存储并分配电功率能力的电功率源，例如燃料电池，可用来替代蓄电池，而不会改变本发明的构思。

[0155] 如之前所述，各个实施例具有十六个功能要求（与图中所显示的各个操作模式表的 16 行相对应），其可组成五个操作模式。第一操作模式是“蓄电池倒档模式”，其与图 1b

的操作模式表的第一行 (Batt Rev) 相对应。在这个模式下,发动机关闭,并且有效地允许连接在发动机上的变速器元件由于发动机惯性扭矩而空转。其中一个电动机 / 发电机利用蓄电池能量驱动 EVT,导致车辆反向移动。另一电动机 / 发电机可以在或不在这个模式下旋转。如图 1b 中所示,作为示例,在这个模式下,制动器 154 接合,电动机 / 发电机 180 具有零扭矩,电动机 / 发电机 182 具有 1.00 单位的扭矩,并且获得 -3.07 的输出扭矩。

[0156] 第二操作模式是“EVT 倒档模式”,其与图 2b 的操作模式表的第二行 (EVT Rev) 相对应。在这个模式下,EVT 被发动机和其中一个电动机 / 发电机驱动。另一电动机 / 发电机在发电机模式下操作,并将所产生的能量 100% 传递回给驱动电动机。实际效应是反向驱动车辆。在这个模式下,制动器 154 接合,发电机 180 具有 -0.39 单位的扭矩,电动机 182 具有 -3.32 单位的扭矩,并且获得与 1 个单位的输入扭矩相对应的 -8.33 的输出扭矩。

[0157] 第三操作模式包括“倒档和前进起动模式”,其与各个操作模式表,例如图 2b 的操作模式表的第三和第四行 (TC Rev 和 TC For) 相对应。在这个模式下,EVT 被发动机和其中一个电动机 / 发电机驱动。由发电机单元所产生的可选择的一部分能量存储在蓄电池中,并且将剩余能量传递给电动机。在这个模式中,制动器 154 接合,并且电动机 / 发电机 180 用作发电机 (带有 -0.39 单位的倒档和前进扭矩),电动机 / 发电机 182 用作电动机 (带有 -2.89 或 0.92 单位的扭矩),并且获得 -7.00 或 4.69 的扭矩比。对于这些扭矩比,所产生的发电机能量大约 99% 存储在蓄电池中。

[0158] 第四操作模式包括“范围 1.1, 范围 1.2, 范围 1.3, 范围 1.4, 范围 2.1, 范围 2.2, 范围 2.3 和范围 2.4”模式,其与图 2b 的操作模式表的行 5-12 相对应。在这个模式下,EVT 被发动机以及其中一个用作电动机的电动机 / 发电机所驱动。另一电动机 / 发电机用做发电机,并将所产生的能量 100% 传递回给电动机。由范围 1.1, 1.2... 等等代表的操作点是 EVT 所提供的前进速度比连续区域中的离散的点。例如在图 2b 中,在制动器 154 接合的条件下获得 4.69 至 1.86 的扭矩比范围,并且在离合器 152 接合的条件下获得 1.36 至 0.54 的扭矩比范围。

[0159] 第五操作模式包括“固定比”模式 (F1, F2, F3 和 F4),其与图 2b 的操作模式表的行 13-16 相对应。在这个模式下,变速器类似传统的自动变速器一样操作,其中两个扭矩传递装置接合,产生离散的传动比,或一个扭矩传递装置可接合,而一个电动机 / 发电机被制动。在固定比 F1 中,离合器 150 和制动器 154 接合,从而获得 3.04 的固定比。在固定比 F2 中,制动器 154 接合,并且电动机 / 发电机 180 被制动 (通过未显示的并行制动器),以获得 1.83 的固定比。在固定比 F3 中,离合器 150 和 152 接合,从而获得 1.00 的固定比。在固定比 F4 中,离合器 152 接合,并且电动机 / 发电机 180 被制动,以获得 0.61 的固定比。

[0160] 如上所述,在图 2b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 2b 还提供利用图 2b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 120 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 130 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 140 的齿数比。另外,图 2b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.66,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.83,并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64。

[0161] 第三示范性实施例的描述

[0162] 参看图 3a, 其显示了动力系 210, 动力系 210 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 214 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 214 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。如图所示, 发动机 12 具有输出轴, 其用作变速器 214 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器 214 的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器 (未显示)。

[0163] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何, 变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 214 的行星齿轮组上。变速器 214 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0164] 变速器 214 利用三个差速齿轮组, 其优选具有行星齿轮组 220, 230 和 240 的性质。行星齿轮组 220 利用通常指定为环形齿轮的外齿轮部件 224。环形齿轮 224 与通常指定为太阳齿轮内齿轮部件 222 外接。托架 226 可旋转地支撑多个行星齿轮 227, 使得各个行星齿轮 227 喷合式地与第一行星齿轮组 220 的外环形齿轮部件 224 和内太阳齿轮部件 222 相接合。

[0165] 行星齿轮组 230 还具有外环形齿轮部件 234, 其与内太阳齿轮部件 232 外接。多个行星齿轮 237 还可旋转地安装在托架 236 中, 使得各个行星齿轮 237 同时地且喷合式地与行星齿轮组 230 的外环形齿轮 234 和内太阳齿轮部件 232 相接合。行星齿轮组 240 还具有外环形齿轮部件 244, 其与内太阳齿轮部件 242 外接。多个行星齿轮 247 还可旋转地安装在托架 246 中, 使得各个行星齿轮部件 247 同时地且喷合式地与行星齿轮组 240 的外环形齿轮部件 244 和内太阳齿轮部件 242 相接合。变速器输入部件 17 与太阳齿轮 222 相连接, 并且变速器输出部件 19 连接在托架 246 上。第一互连部件 270 持续地将行星齿轮组 220 的环形齿轮 224 与行星齿轮组 230 的环形齿轮 234 连接起来。第二互连部件 272 将行星齿轮组 220 的托架 226 与行星齿轮组 230 的托架 236 连接起来。第三互连部件 274 持续地将行星齿轮组 230 的太阳齿轮 232 与行星齿轮组 240 的太阳齿轮 242 连接起来。

[0166] 变速器 214 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 280 和 282。第一电动机 / 发电机 280 的定子固定在变速器外壳 260 上。第一电动机 / 发电机 280 的转子固定在行星齿轮组 220 的环形齿轮 224 上。

[0167] 第二电动机 / 发电机 282 的定子也固定在变速器外壳 260 上。第二电动机 / 发电机 282 的转子固定在第三互连部件 274 上。

[0168] 第一扭矩传递装置, 例如离合器 250 选择性地将行星齿轮组 220 的托架 226 与行星齿轮组 220 的太阳齿轮 222 连接起来。第二扭矩传递装置, 例如离合器 252 选择性地将行星齿轮组 240 的托架 246 与行星齿轮组 240 的太阳齿轮 242 连接起来。第三扭矩传递装置, 例如制动器 254 选择性地将行星齿轮组 240 的环形齿轮 244 与变速器外壳 260 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 250, 252 和 254 用于帮助选择混合变速器 214 的操作模式。

[0169] 混合变速器 214 还接受来自发动机 12 以及电功率源 286 的功率, 电功率源 286 可操作地连接在控制器 288 上。

[0170] 图 3b 的操作模式表显示了对于变速器 214 的五个操作模式的离合器接合, 电动机 / 发电机状态, 以及输出 / 输入比。如之前所述, 这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVT Rev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “范围 1. 1,

1.2, 1.3... 模式”和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0171] 如上所述,在图 3b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 3b 还提供利用图 3b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 220 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 230 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 240 的齿数比。另外,图 3b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64, 在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.83, 并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64。

[0172] 第四示范性实施例的描述

[0173] 参看图 4a, 其显示了动力系 310, 动力系 310 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 314 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 314 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0174] 如图所示,发动机 12 具有输出轴,其用作变速器 314 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0175] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 314 的行星齿轮组上。变速器 314 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0176] 变速器 314 利用三个行星齿轮组 320, 330 和 340。行星齿轮组 320 采用了外环形齿轮部件 324, 其与内太阳齿轮部件 322 外接。托架 326 可旋转地支撑多个行星齿轮 327, 使得各个行星齿轮 327 喷合式地与第一行星齿轮组 320 的外环形齿轮部件 324 和内太阳齿轮部件 322 相接合。

[0177] 行星齿轮组 330 还具有外环形齿轮部件 334, 其与内太阳齿轮部件 332 外接。多个行星齿轮 337 还可旋转地安装在托架 336 中,使得各个行星齿轮部件 337 同时地且喷合式地与行星齿轮组 330 的外环形齿轮部件 334 和内太阳齿轮部件 332 相接合。

[0178] 行星齿轮组 340 还具有外环形齿轮部件 344, 其与内太阳齿轮部件 342 外接。多个行星齿轮 347 还可旋转地安装在托架 346 中,使得各个行星齿轮部件 347 同时地且喷合式地与行星齿轮组 340 的外环形齿轮部件 344 和内太阳齿轮部件 342 相接合。

[0179] 变速器输入部件 17 与行星齿轮组 320 的托架 326 相连接,并且变速器输出部件 19 与行星齿轮组 330 的托架 336 相连接。第一互连部件 370 持续地将行星齿轮组 320 的环形齿轮 324 与行星齿轮组 330 的托架 336 连接起来。第二互连部件 372 持续地将行星齿轮组 320 的托架 326 与行星齿轮组 330 的太阳齿轮 332 连接起来。第三互连部件 374 持续地将行星齿轮组 330 的环形齿轮 334 与行星齿轮组 340 的托架 346 连接起来。

[0180] 变速器 314 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 380 和 382。第一电动机 / 发电机 380 的定子固定在变速器外壳 360 上。第一电动机 / 发电机 380 的转子固定在行星齿轮组 320 的太阳齿轮 322 上。第二电动机 / 发电机 382 的定子也固定在变速器外壳 360 上。第二电动机 / 发电机 382 的转子固定在行星齿轮组 340 的太阳齿轮 342 上。

[0181] 第一扭矩传递装置,例如离合器 350 选择性地将太阳齿轮 322 与环形齿轮 324 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 352 选择性地将托架 336 与环形齿轮 344 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 354 选择性地将环形齿轮 344 与变速器外壳 360 连接

起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 350, 352 和 254 用于帮助选择变速器 314 的操作模式。

[0182] 混合变速器 314 还接受来自发动机 12 的功率，并且还与电功率源 386 交换功率，电功率源 386 可操作地连接在控制器 388 上。

[0183] 图 4b 的操作模式表显示了对于变速器 314 的五个操作模式的离合器接合，电动机 / 发电机状态，以及输出 / 输入比。如之前所述，这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVT Rev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0184] 如上所述，在图 4b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 4b 还提供利用图 4b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 320 的齿数比； N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 330 的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 340 的齿数比。另外，图 4b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.06，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.56，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.33。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0185] 第五示范性实施例的描述

[0186] 参看图 5a, 其显示了动力系 410, 动力系 410 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 414 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 414 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0187] 如图所示，发动机 12 具有输出轴，其用作变速器 414 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0188] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何，变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 414 的行星齿轮组上。变速器 414 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0189] 变速器 414 利用三个行星齿轮组 420, 430 和 440。行星齿轮组 420 采用了外环形齿轮部件 424，其与内太阳齿轮部件 422 外接。托架 426 可旋转地支撑多个行星齿轮 427，使得各个行星齿轮 427 啮合式地与第一行星齿轮组 420 的外环形齿轮部件 424 和内太阳齿轮部件 422 相接合。

[0190] 行星齿轮组 430 还具有外环形齿轮部件 434，其与内太阳齿轮部件 432 外接。多个行星齿轮 437 还可旋转地安装在托架 436 中，使得各个行星齿轮部件 437 同时地且啮合式地与行星齿轮组 430 的外环形齿轮部件 434 和内太阳齿轮部件 432 相接合。

[0191] 行星齿轮组 440 还具有外环形齿轮部件 444，其与内太阳齿轮部件 442 外接。多个行星齿轮 447 还可旋转地安装在托架 446 中，使得各个行星齿轮部件 447 同时地且啮合式地与行星齿轮组 440 的外环形齿轮部件 444 和内太阳齿轮部件 442 相接合。

[0192] 变速器输入部件 17 持续地与托架 426 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与环形齿轮 424 相连接。第一互连部件 470 持续地将托架 426 与托架 436 连接起来。第二互连部件 472 持续地将太阳齿轮 422 与太阳齿轮 432 连接起来。第三互连部件 474 持续地将环形齿轮 434 与托架 446 连接起来。

[0193] 变速器 414 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 480 和 482。第一电动机 / 发

电机 480 的定子固定在变速器外壳 460 上。第一电动机 / 发电机 480 的转子固定在太阳齿轮 432 上。

[0194] 第二电动机 / 发电机 482 的定子也固定在变速器外壳 460 上。第二电动机 / 发电机 482 的转子固定在太阳齿轮 442 上。

[0195] 第一扭矩传递装置,例如离合器 450 选择性地将环形齿轮 424 与托架 426 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 452 选择性地将太阳齿轮 432 与太阳齿轮 442 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 454 选择性地将环形齿轮 444 与变速器外壳 460 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 450,452 和 454 用于帮助选择变速器 414 的操作模式。混合变速器 414 还接受来自发动机 12 以及电功率源 486 的功率,电功率源 486 可操作地连接在控制器 488 上。

[0196] 图 5b 的操作模式表显示了对于变速器 414 的五个操作模式的离合器接合,电动机 / 发电机状态,以及输出 / 输入比。如之前所述,这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev),“EVT 倒档模式”(EVT Rev),“倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For),“连续变速范围模式”(范围 1.1,1.2,1.3...) 和“固定比模式”(F1,F2,F3,F4)。

[0197] 变速器 414 是单模式变速器,其提供了 4.69 至 0.54 之间的速度比。

[0198] 如上所述,在图 5b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 5b 还提供利用图 5b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 420 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 430 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 440 的齿数比。另外,图 5b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.27,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.54,并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.33。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0199] 第六示范性实施例的描述

[0200] 参看图 6a,其显示了动力系 510,动力系 510 包括发动机 12,其连接在总体上以标号 514 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 514 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0201] 如图所示,发动机 12 具有输出轴,其用作变速器 514 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0202] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 514 的行星齿轮组上。变速器 514 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0203] 变速器 514 利用三个行星齿轮组 520,530 和 540。行星齿轮组 520 采用了外环形齿轮部件 524,其与内太阳齿轮部件 522 外接。托架 526 可旋转地支撑多个行星齿轮 527,使得各个行星齿轮 527 啮合式地与第一行星齿轮组 520 的外环形齿轮部件 524 和内太阳齿轮部件 522 相接合。

[0204] 行星齿轮组 530 还具有外环形齿轮部件 534,其与内太阳齿轮部件 532 外接。多个行星齿轮 537 还可旋转地安装在托架 536 中,使得各个行星齿轮部件 537 同时地且啮合式地与行星齿轮组 530 的外环形齿轮部件 534 和内太阳齿轮部件 532 相接合。

[0205] 行星齿轮组 540 还具有外环形齿轮部件 544,其与内太阳齿轮部件 542 外接。多个

行星齿轮 547 还可旋转地安装在托架 546 中,使得各个行星齿轮部件 547 同时地且啮合式地与行星齿轮组 540 的外环形齿轮部件 544 和内太阳齿轮部件 542 相接合。

[0206] 变速器输入部件 17 持续地与托架 526 相连接,并且变速器输出部件 19 持续地与环形齿轮部件 524 相连接。第一互连部件 570 持续地将托架 526 与托架 536 连接起来。第二互连部件 572 持续地将太阳齿轮 522 与太阳齿轮 532 连接起来。第三互连部件 574 持续地将环形齿轮 534 与托架 546 连接起来。

[0207] 变速器 514 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 580 和 582。第一电动机 / 发电机 580 的定子固定在变速器外壳 560 上。第一电动机 / 发电机 580 的转子固定在太阳齿轮 532 上。

[0208] 第二电动机 / 发电机 582 的定子也固定在变速器外壳 560 上。第二电动机 / 发电机 582 的转子固定在太阳齿轮 542 上。

[0209] 第一扭矩传递装置,例如离合器 550 选择性地将环形齿轮 524 与托架 526 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 552 选择性地将太阳齿轮 532 与太阳齿轮 542 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 554 选择性地将环形齿轮 544 与变速器外壳 560 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 550,552 和 554 用于帮助选择混合变速器 514 的操作模式。

[0210] 混合变速器 514 还接受来自发动机 12 的功率,并且还与电功率源 586 交换功率,电功率源 586 可操作地连接在控制器 588 上。

[0211] 图 6b 的操作模式表显示了对于变速器 514 的五个操作模式的离合器接合,电动机 / 发电机状态,以及输出 / 输入比。如之前所述,这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev),“EVT 倒档模式”(EVT Rev),“倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For),“连续变速范围模式”(范围 1.1,1.2,1.3...) 和“固定比模式”(F1,F2,F3,F4)。

[0212] 如上所述,在图 6b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 6b 还提供利用图 6b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 520 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 530 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 540 的齿数比。另外,图 6b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.27,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.54,并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.33。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0213] 第七示范性实施例的描述

[0214] 参看图 7a,其显示了动力系 610,动力系 610 包括发动机 12,其连接在总体上以标号 614 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 614 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0215] 如图所示,发动机 12 具有输出轴,其用作变速器 614 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0216] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 614 的行星齿轮组上。变速器 614 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0217] 变速器 614 利用三个行星齿轮组 620,630 和 640。行星齿轮组 620 采用了外环形

齿轮部件 624，其与内太阳齿轮部件 622 外接。托架 626 可旋转地支撑多个行星齿轮 627，使得各个行星齿轮 627 喷合式地与第一行星齿轮组 620 的外环形齿轮部件 624 和内太阳齿轮部件 622 相接合。

[0218] 行星齿轮组 630 还具有外环形齿轮部件 634，其与内太阳齿轮部件 632 外接。多个行星齿轮 637 还可旋转地安装在托架 636 中，使得各个行星齿轮部件 637 同时地且喷合式地与行星齿轮组 630 的外环形齿轮部件 634 和内太阳齿轮部件 632 相接合。

[0219] 行星齿轮组 640 还具有外环形齿轮部件 644，其与内太阳齿轮部件 642 外接。多个行星齿轮 647 还可旋转地安装在托架 646 中，使得各个行星齿轮部件 647 同时地且喷合式地与行星齿轮组 640 的外环形齿轮部件 644 和内太阳齿轮部件 642 相接合。

[0220] 变速器输入部件 17 持续地与托架 626 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与托架 646 相连接。第一互连部件 670 持续地将环形齿轮 624 与环形齿轮 634 连接起来。第二互连部件 672 持续地将托架 626 与太阳齿轮 632 连接起来。第三互连部件 674 持续地将托架 636 与太阳齿轮 642 连接起来。

[0221] 变速器 614 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 680 和 682。第一电动机 / 发电机 680 的定子固定在变速器外壳 660 上。第一电动机 / 发电机 680 的转子固定在太阳齿轮 622 上。

[0222] 第二电动机 / 发电机 682 的定子也固定在变速器外壳 660 上。第二电动机 / 发电机 682 的转子固定在环形齿轮 624 上。

[0223] 第一扭矩传递装置，例如离合器 650 选择性地将环形齿轮 624 与太阳齿轮 622 连接起来。第二扭矩传递装置，例如离合器 652 选择性地将托架 646 与太阳齿轮 642 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 654 选择性地将环形齿轮 644 与变速器外壳 660 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 650, 652 和 654 用于帮助选择混合变速器 614 的操作模式。

[0224] 混合变速器 614 还接受来自发动机 12 的功率，并且还与电功率源 686 交换功率，电功率源 686 可操作地连接在控制器 688 上。

[0225] 图 7b 的操作模式表显示了对于变速器 614 的五个操作模式的离合器接合，电动机 / 发电机状态，以及输出 / 输入比。如之前所述，这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0226] 如上所述，在图 7b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 7b 还提供利用图 7b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 620 的齿数比； N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 630 的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 640 的齿数比。另外，图 7b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.09，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.91，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.33。

[0227] 第八示范性实施例的描述

[0228] 参看图 8a，其显示了动力系 710，动力系 710 包括发动机 12，其连接在总体上以标号 714 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 714 设计成用于接受其来自

于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0229] 如图所示,发动机 12 具有输出轴,其用作变速器 714 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可装备瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0230] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 714 的行星齿轮组上。变速器 714 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0231] 变速器 714 利用三个行星齿轮组 720,730 和 740。行星齿轮组 720 采用了外环形齿轮部件 724,其与内太阳齿轮部件 722 外接。托架 726 可旋转地支撑多个行星齿轮 727,使得各个行星齿轮 727 喷合式地与第一行星齿轮组 720 的外环形齿轮部件 724 和内太阳齿轮部件 722 相接合。

[0232] 行星齿轮组 730 还具有外环形齿轮部件 734,其与内太阳齿轮部件 732 外接。多个行星齿轮 737 还可旋转地安装在托架 736 中,使得各个行星齿轮部件 737 同时地且喷合式地与行星齿轮组 730 的外环形齿轮部件 734 和内太阳齿轮部件 732 相接合。

[0233] 行星齿轮组 740 还具有外环形齿轮部件 744,其与内太阳齿轮部件 742 外接。多个行星齿轮 747 还可旋转地安装在托架 746 中,使得各个行星齿轮部件 747 同时地且喷合式地与行星齿轮组 740 的外环形齿轮部件 744 和内太阳齿轮部件 742 相接合。

[0234] 变速器输入部件 17 持续地与托架 726 相连接,并且变速器输出部件 19 持续地与托架 736 相连接。第一互连部件 770 持续地将环形齿轮 724 与托架 736 连接起来。第二互连部件 772 持续地将托架 726 与太阳齿轮 732 连接起来。第三互连部件 774 持续地将环形齿轮 734 与托架 746 连接起来。

[0235] 变速器 714 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 780 和 782。第一电动机 / 发电机 780 的定子固定在变速器外壳 760 上。第一电动机 / 发电机 780 的转子固定在太阳齿轮 722 上。

[0236] 第二电动机 / 发电机 782 的定子也固定在变速器外壳 760 上。第二电动机 / 发电机 782 的转子固定在太阳齿轮 742 上。

[0237] 第一扭矩传递装置,例如离合器 750 选择性地将环形齿轮 724 与太阳齿轮 722 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 752 选择性地将托架 736 与环形齿轮 744 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 754 选择性地将环形齿轮 744 与变速器外壳 760 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 750,752 和 754 用于帮助选择混合变速器 714 的操作模式。

[0238] 混合变速器 714 还接受来自发动机 12 的功率,并且还与电功率源 786 交换功率,电功率源 786 可操作地连接在控制器 788 上。

[0239] 图 8b 的操作模式表显示了对于变速器 714 的五个操作模式的离合器接合,电动机 / 发电机状态,以及输出 / 输入比。如之前所述,这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev),“EVT 倒档模式”(EVTRev),“倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For),“连续变速范围模式”(范围 1.1,1.2,1.3...) 和“固定比模式”(F1,F2,F3,F4)。

[0240] 如上所述,在图 8b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 8b 还提供利用图 8b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 720 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 730

的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 740 的齿数比。另外，图 8b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.06，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.56，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.33。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0241] 第九示范性实施例的描述

[0242] 参看图 9a，其显示了动力系 810，动力系 810 包括发动机 12，其连接在总体上以标号 814 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 814 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0243] 如图所示，发动机 12 具有输出轴，其用作变速器 814 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0244] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何，变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 814 的行星齿轮组上。变速器 814 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0245] 变速器 814 利用三个行星齿轮组 820, 830 和 840。行星齿轮组 820 采用了外环形齿轮部件 824，其与内太阳齿轮部件 822 外接。托架 826 可旋转地支撑多个行星齿轮 827，使得各个行星齿轮 827 喷合式地与第一行星齿轮组 820 的外环形齿轮部件 824 和内太阳齿轮部件 822 相接合。

[0246] 行星齿轮组 830 还具有外环形齿轮部件 834，其与内太阳齿轮部件 832 外接。多个行星齿轮 837 还可旋转地安装在托架 836 中，使得各个行星齿轮部件 837 同时地且喷合式地与行星齿轮组 830 的外环形齿轮部件 834 和内太阳齿轮部件 832 相接合。

[0247] 行星齿轮组 840 还具有外环形齿轮部件 844，其与内太阳齿轮部件 842 外接。多个行星齿轮 847 还可旋转地安装在托架 846 中，使得各个行星齿轮部件 847 同时地且喷合式地与行星齿轮组 840 的外环形齿轮部件 844 和内太阳齿轮部件 842 相接合。

[0248] 变速器输入部件 17 持续地与托架 846 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与环形齿轮 824 相连接。第一互连部件 870 持续地将环形齿轮 824 与托架 836 连接起来。第二互连部件 872 持续地将托架 826 与环形齿轮 834 连接起来。第三互连部件 874 持续地将太阳齿轮 832 与托架 846 连接起来。

[0249] 变速器 814 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 880 和 882。第一电动机 / 发电机 880 的定子固定在变速器外壳 860 上。第一电动机 / 发电机 880 的转子固定在太阳齿轮 822 上。

[0250] 第二电动机 / 发电机 882 的定子也固定在变速器外壳 860 上。第二电动机 / 发电机 882 的转子固定在太阳齿轮 842 上。

[0251] 第二扭矩传递装置，例如离合器 850 选择性地将托架 826 与太阳齿轮 822 连接起来。第二扭矩传递装置，例如离合器 852 选择性地将环形齿轮 834 与环形齿轮 844 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 854 选择性地将环形齿轮 844 与变速器外壳 860 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 850, 852 和 854 用于帮助选择混合变速器 814 的操作模式。

[0252] 混合变速器 814 还接受来自发动机 12 的功率，并且与电功率源 886 交换功率，电功率源 886 可操作地连接在控制器 888 上。

[0253] 图 9b 的操作模式表显示了对于变速器 814 的五个操作模式的离合器接合, 电动机 / 发电机状态, 以及输出 / 输入比。如之前所述, 这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0254] 如上所述, 在图 9b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 9b 还提供利用图 9b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 820 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 830 的齿数比; 并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 840 的齿数比。另外, 图 9b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如, 在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.20, 在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.66, 并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.23。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0255] 第十示范性实施例的描述

[0256] 参看图 10a, 其显示了动力系 910, 动力系 910 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 914 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 914 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0257] 如图所示, 发动机 12 具有输出轴, 其用作变速器 914 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0258] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何, 变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 914 的行星齿轮组上。变速器 914 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0259] 变速器 914 利用三个行星齿轮组 920, 930 和 940。行星齿轮组 920 采用了外环形齿轮部件 924, 其与内太阳齿轮部件 922 外接。托架 926 可旋转地支撑多个行星齿轮 927, 使得各个行星齿轮 927 啮合式地与第一行星齿轮组 920 的外环形齿轮部件 924 和内太阳齿轮部件 922 相接合。

[0260] 行星齿轮组 930 还具有外环形齿轮部件 934, 其与内太阳齿轮部件 932 外接。多个行星齿轮 937 还可旋转地安装在托架 936 中, 使得各个行星齿轮部件 937 同时地且啮合式地与行星齿轮组 930 的外环形齿轮部件 934 和内太阳齿轮部件 932 相接合。

[0261] 行星齿轮组 940 还具有外环形齿轮部件 944, 其与内太阳齿轮部件 942 外接。多个行星齿轮 947 还可旋转地安装在托架 946 中, 使得各个行星齿轮部件 947 同时地且啮合式地与行星齿轮组 940 的外环形齿轮部件 944 和内太阳齿轮部件 942 相接合。

[0262] 变速器输入部件 17 持续地与太阳齿轮 922 相连。变速器输出部件 19 持续地与托架 946 相连接。第一互连部件 970 持续地将托架 926 与太阳齿轮 932 连接起来。第二互连部件 972 持续地将太阳齿轮 922 与托架 936 连接起来。第三互连部件 974 持续地将环形齿轮 934 与太阳齿轮 942 连接起来。

[0263] 第一扭矩传递装置, 例如离合器 950 选择性地将环形齿轮 924 与环形齿轮 934 连接起来。第二扭矩传递装置, 例如离合器 952 选择性地将环形齿轮 944 与托架 946 连接起来。第三扭矩传递装置, 例如制动器 954 选择性地将环形齿轮 944 与变速器外壳 960 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 950, 952 和 954 用于帮助选择混合变速器 914 的操作模式。

[0264] 混合变速器 914 还接受来自发动机 12 的功率，并且还与电功率源 986 交换功率，电功率源 986 可操作地连接在控制器 988 上。

[0265] 图 10b 的操作模式表显示了对于变速器 914 的五个操作模式的离合器接合，电动机 / 发电机状态，以及输出 / 输入比。如之前所述，这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0266] 如上所述，在图 10b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 10b 还提供利用图 10b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 920 的齿数比； N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 930 的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 940 的齿数比。另外，图 10b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.60，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.87，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.61。

[0267] 第十一示范性实施例的描述

[0268] 参看图 11a, 其显示了动力系 1010, 动力系 1010 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 1014 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 1014 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0269] 如图所示，发动机 12 具有输出轴，其用作变速器 1014 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0270] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何，变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 1014 的行星齿轮组上。变速器 1014 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0271] 变速器 1014 利用三个行星齿轮组 1020, 1030 和 1040。行星齿轮组 1020 采用了外环形齿轮部件 1024, 其与内太阳齿轮部件 1022 外接。托架 1026 可旋转地支撑多个行星齿轮 1027, 使得各个行星齿轮 1027 喷合式地与第一行星齿轮组 1022 的外环形齿轮部件 1024 和内太阳齿轮部件 1020 相接合。

[0272] 行星齿轮组 1030 还具有外环形齿轮部件 1034, 其与内太阳齿轮部件 1032 外接。多个行星齿轮 1037 还可旋转地安装在托架 1036 中，使得各个行星齿轮部件 1037 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1030 的外环形齿轮部件 1034 和内太阳齿轮部件 1032 相接合。

[0273] 行星齿轮组 1040 还具有外环形齿轮部件 1044, 其与内太阳齿轮部件 1042 外接。多个行星齿轮 1047 还可旋转地安装在托架 1046 中，使得各个行星齿轮部件 1047 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1040 的外环形齿轮部件 1044 和内太阳齿轮部件 1042 相接合。

[0274] 变速器输入部件 17 持续地与托架 1036 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与托架 1046 相连接。第一互连部件 1070 持续地将环形齿轮 1024 与太阳齿轮 1032 连接起来。第二互连部件 1072 持续地将太阳齿轮 1022 与托架 1036 连接起来。第三互连部件 1074 持续地将环形齿轮 1034 与太阳齿轮 1042 连接起来。

[0275] 变速器 1014 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 1080 和 1082。第一电动机 / 发电机 1080 的定子固定在变速器外壳 1060 上。第一电动机 / 发电机 1080 的转子固定在环形齿轮 1024 上。

[0276] 第二电动机 / 发电机 1082 的定子也固定在变速器外壳 1060 上。第二电动机 / 发电机 1082 的转子固定在环形齿轮 1034 上。

[0277] 第一扭矩传递装置,例如离合器 1050 选择性地将托架 1026 与环形齿轮 1034 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 1052 选择性地将托架 1046 与环形齿轮 1044 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 1054 选择性地将环形齿轮 1044 与变速器外壳 1060 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 1050,1052 和 1054 用于帮助选择混合变速器 1014 的操作模式。

[0278] 混合变速器 1014 还接受来自发动机 12 的功率,并且还与电功率源 1086 交换功率,电功率源 1086 可操作地连接在控制器 1088 上。

[0279] 图 11b 的操作模式表显示了对于变速器 1014 的五个操作模式的离合器接合,电动机 / 发电机状态,以及输出 / 输入比。如之前所述,这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev),“EVT 倒档模式”(EVTRev),“倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For),“连续变速范围模式”(范围 1.1,1.2,1.3...) 和“固定比模式”(F1,F2,F3,F4)。

[0280] 如上所述,在图 11b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 11b 还提供利用图 1b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 1020 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 1030 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 1040 的齿数比。另外,图 11b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.60,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.87,并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.61。

[0281] 第十二示范性实施例的描述

[0282] 参看图 12a,其显示了动力系 1110,动力系 1110 包括发动机 12,其连接在总体上以标号 1114 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 1114 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0283] 如图所示,发动机 12 具有输出轴,其用作变速器 1114 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器(未显示)。

[0284] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 1114 的行星齿轮组上。变速器 1114 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0285] 变速器 1114 利用三个行星齿轮组 1120,1130 和 1140。行星齿轮组 1120 采用了外环形齿轮部件 1124,其与内太阳齿轮部件 1122 外接。托架 1126 可旋转地支撑多个行星齿轮 1127,使得各个行星齿轮 1127 喷合式地与第一行星齿轮组 1120 的外环形齿轮部件 1124 和内太阳齿轮部件 1122 相接合。

[0286] 行星齿轮组 1130 还具有外环形齿轮部件 1134,其与内太阳齿轮部件 1132 外接。多个行星齿轮 1137 还可旋转地安装在托架 1136 中,使得各个行星齿轮部件 1137 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1130 的外环形齿轮部件 1134 和内太阳齿轮部件 1132 相接合。

[0287] 行星齿轮组 1140 还具有外环形齿轮部件 1144,其与内太阳齿轮部件 1142 外接。多个行星齿轮 1147 还可旋转地安装在托架 1146 中,使得各个行星齿轮部件 1147 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1140 的外环形齿轮部件 1144 和内太阳齿轮部件 1142 相接合。

[0288] 变速器输入部件 17 持续地与托架 1126 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与环形齿轮 1144 相连接。第一互连部件 1170 持续地将环形齿轮 1124 与环形齿轮 1134 连接起来。第二互连部件 1172 持续地将托架 1126 与太阳齿轮 1132 连接起来。第三互连部件 1174 持续地将托架 1136 与环形齿轮 1144 连接起来。

[0289] 变速器 1114 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 1180 和 1182。第一电动机 / 发电机 1180 的定子固定在变速器外壳 1160 上。第一电动机 / 发电机 1180 的转子固定在太阳齿轮 1122 上。

[0290] 第二电动机 / 发电机 1182 的定子也固定在变速器外壳 1160 上。第二电动机 / 发电机 1182 的转子固定在太阳齿轮 1142 上。

[0291] 第一扭矩传递装置，例如离合器 1150 选择性地将环形齿轮 1124 与太阳齿轮 1122 连接起来。第二扭矩传递装置，例如离合器 1152 选择性地将环形齿轮 1134 与托架 1146 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 1154 选择性地将托架 1146 与变速器外壳 1160 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 1150, 1152 和 1154 用于帮助选择变速器 1114 的操作模式。

[0292] 混合变速器 1114 还接受来自发动机 12 的功率，并且还与电功率源 1186 交换功率，电功率源 1186 可操作地连接在控制器 1188 上。

[0293] 图 12b 的操作模式表显示了对于变速器 1114 的五个操作模式的离合器接合，电动机 / 发电机状态，以及输出 / 输入比。如之前所述，这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0294] 如上所述，在图 12b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 12b 还提供利用图 12b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 1120 的齿数比； N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 1030 的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 1140 的齿数比。另外，图 12b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.13，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.27。在固定比之间的每个单步前进换档是一个移位换档。

[0295] 第十三示范性实施例的描述

[0296] 参看图 13a，其显示了动力系 1210，动力系 1210 包括发动机 12，其连接在总体上以标号 1214 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 1214 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0297] 如图所示，发动机 12 具有输出轴，其用作变速器 1214 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0298] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何，变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 1214 的行星齿轮组上。变速器 1214 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0299] 变速器 1214 利用三个行星齿轮组 1220, 1230 和 1240。行星齿轮组 1220 采用了外环形齿轮部件 1224，其与内太阳齿轮部件 1222 外接。托架 1226 可旋转地支撑多个行星齿轮 1227，使得各个行星齿轮 1227 喷合式地与第一行星齿轮组 1220 的外环形齿轮部件 1224

和内太阳齿轮部件 1222 相接合。

[0300] 行星齿轮组 1230 还具有外环形齿轮部件 1234，其与内太阳齿轮部件 1232 外接。多个行星齿轮 1237 还可旋转地安装在托架 1236 中，使得各个行星齿轮部件 1237 同时地且啮合式地与行星齿轮组 1230 的外环形齿轮部件 1234 和内太阳齿轮部件 1232 相接合。

[0301] 行星齿轮组 1240 还具有外环形齿轮部件 1244，其与内太阳齿轮部件 1242 外接。多个行星齿轮 1247 还可旋转地安装在托架 1246 中，使得各个行星齿轮部件 1247 同时地且啮合式地与行星齿轮组 1240 的外环形齿轮部件 1244 和内太阳齿轮部件 1242 相接合。

[0302] 变速器输入部件 17 持续地与托架 1236 相连接，并且变速器输出部件 19 持续地与环形齿轮 1244 相连接。第一互连部件 1270 持续地将托架 1226 与托架 1236 连接起来。第二互连部件 1272 持续地将环形齿轮 1224 与环形齿轮 1234 连接起来。第三互连部件 1274 持续地将太阳齿轮 1232 与环形齿轮 1244 连接起来。

[0303] 变速器 1214 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 1280 和 1282。第一电动机 / 发电机 1280 的定子固定在变速器外壳 1260 上。第一电动机 / 发电机 1280 的转子固定在环形齿轮 1224 上。第二电动机 / 发电机 1282 的定子也固定在变速器外壳 1260 上。第二电动机 / 发电机 1282 的转子固定在太阳齿轮 1242 上。

[0304] 第一扭矩传递装置，例如离合器 1250 选择性地将太阳齿轮 1222 与托架 1246 连接起来。第二扭矩传递装置，例如离合器 1252 选择性地将环形齿轮 1224 与托架 1246 连接起来。第三扭矩传递装置，例如制动器 1254 选择性地将托架 1246 与变速器外壳 1260 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 1250, 1252 和 1254 用于帮助选择混合变速器 1214 的操作模式。

[0305] 混合变速器 1214 还接受来自发动机 12 的功率，并且还与电功率源 1286 交换功率，电功率源 1286 可操作地连接在控制器 1288 上。

[0306] 图 13b 的操作模式表显示了对于变速器 1214 的五个操作模式的离合器接合，电动机 / 发电机状态，以及输出 / 输入比。如之前所述，这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范围模式”(范围 1.1, 1.2, 1.3...) 和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0307] 如上所述，在图 13b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 13b 还提供了利用图 13b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 1220 的齿数比； N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 1230 的齿数比；并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 1240 的齿数比。另外，图 13b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如，在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 2.07，在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 1.59，并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.20。

[0308] 第十四示范性实施例的描述

[0309] 参看图 14a，其显示了动力系 1310，动力系 1310 包括发动机 12，其连接在总体上以标号 1314 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 1314 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0310] 如图所示，发动机 12 具有输出轴，其用作变速器 1314 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器（未显示）。

[0311] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何,变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 1314 的行星齿轮组上。变速器 1314 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0312] 变速器 1314 利用三个行星齿轮组 1320,1330 和 1340。行星齿轮组 1320 采用了外环形齿轮部件 1324,其与内太阳齿轮部件 1322 外接。托架 1326 可旋转地支撑多个行星齿轮 1327,使得各个行星齿轮 1327 喷合式地与第一行星齿轮组 1320 的外环形齿轮部件 1324 和内太阳齿轮部件 1322 相接合。

[0313] 行星齿轮组 1330 还具有外环形齿轮部件 1334,其与内太阳齿轮部件 1332 外接。多个行星齿轮 1337 还可旋转地安装在托架 1336 中,使得各个行星齿轮部件 1337 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1330 的外环形齿轮部件 1334 和内太阳齿轮部件 1332 相接合。

[0314] 行星齿轮组 1340 还具有外环形齿轮部件 1344,其与内太阳齿轮部件 1342 外接。多个行星齿轮 1347 还可旋转地安装在托架 1346 中,使得各个行星齿轮部件 1347 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1340 的外环形齿轮部件 1344 和内太阳齿轮部件 1342 相接合。

[0315] 变速器输入部件 17 持续地与环形齿轮 1324 相连接,并且变速器输出部件 19 持续地与托架 1346 相连接。第一互连部件 1370 持续地将太阳齿轮 1322 与环形齿轮 1334 连接起来。第二互连部件 1372 持续地将托架 1326 与托架 1336 连接起来。第三互连部件 1374 持续地将太阳齿轮 1332 与太阳齿轮 1342 连接起来。

[0316] 变速器 1314 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 1380 和 1382。第一电动机 / 发电机 1380 的定子固定在变速器外壳 1360 上。第一电动机 / 发电机 1380 的转子固定在太阳齿轮 1322 上。

[0317] 第二电动机 / 发电机 1382 的定子也固定在变速器外壳 1360 上。第二电动机 / 发电机 1382 的转子固定在第三互连部件 1374 上。

[0318] 第一扭矩传递装置,例如离合器 1350 选择性地将托架 1326 与环形齿轮 1324 连接起来。第二扭矩传递装置,例如离合器 1352 选择性地将环形齿轮 1334 与环形齿轮 1344 连接起来。第三扭矩传递装置,例如制动器 1354 选择性地将环形齿轮 1344 与变速器外壳 1360 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 1350,1352 和 1354 用于帮助选择变速器 1314 的操作模式。

[0319] 混合变速器 1314 接受来自发动机 12 的功率,并且还与电功率源 1386 交换功率,电功率源 1386 可操作地连接在控制器 1388 上。

[0320] 图 14b 的操作模式表显示了对于变速器 1314 的五个操作模式的离合器接合,电动机 / 发电机状态,以及输出 / 输入比。如之前所述,这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev),“EVT 倒档模式”(EVTRev),“倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For),“连续变速范围模式”(范围 1.1,1.2,1.3...) 和“固定比模式”(F1,F2,F3,F4)。

[0321] 如上所述,在图 14b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 14b 还提供利用图 14b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 1320 的齿数比; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 1330 的齿数比;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 1340 的齿数比。另外,图 14b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.63,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 2.00,并且第三和第四固定前

进扭矩比之间的步进比为 1.79。

[0322] 第十五示范性实施例的描述

[0323] 参看图 15a, 其显示了动力系 1410, 动力系 1410 包括发动机 12, 其连接在总体上以标号 1414 表示的改进的电动变速器的一个优选实施例上。变速器 1414 设计成用于接受其来自于发动机 12 的驱动功率的至少一部分。

[0324] 如图所示, 发动机 12 具有输出轴, 其用作变速器 1414 的输入部件 17。在发动机 12 和变速器的输入部件 17 之间还可提供瞬时扭矩阻尼器 (未显示)。

[0325] 不管发动机 12 连接到变速器输入部件 17 上的方法如何, 变速器输入部件 17 都可操作地连接在变速器 1414 的行星齿轮组上。变速器 1414 的输出部件 19 连接在主减速器 16 上。

[0326] 变速器 1414 利用三个行星齿轮组 1420, 1430 和 1440。行星齿轮组 1420 采用了外环形齿轮部件 1424, 其与内太阳齿轮部件 1422 外接。托架 1426 可旋转地支撑多个行星齿轮 1427, 使得各个行星齿轮 1427 喷合式地与第一行星齿轮组 1420 的外环形齿轮部件 1424 和内太阳齿轮部件 1422 相接合。

[0327] 行星齿轮组 1430 还具有外环形齿轮部件 1434, 其与内太阳齿轮部件 1432 外接。多个行星齿轮 1437, 1438 还可旋转地安装在托架 1436 上, 使得各个行星齿轮部件 1438 喷合式地与外环形齿轮部件 1434 相接合, 并且使行星齿轮 1437 喷合式地与行星齿轮组 1430 的内太阳齿轮部件 1432 相接合。

[0328] 行星齿轮组 1440 还具有外环形齿轮部件 1444, 其与内太阳齿轮部件 1442 外接。多个行星齿轮 1447 还可旋转地安装在托架 1446 中, 使得各个行星齿轮部件 1447 同时地且喷合式地与行星齿轮组 1440 的外环形齿轮部件 1444 和内太阳齿轮部件 1442 相接合。

[0329] 变速器输入部件 17 持续地与环形齿轮 1424 相连接, 并且变速器输出部件 19 持续地与托架 1446 相连接。第一互连部件 1470 持续地将托架 1426 与环形齿轮 1434 连接起来。第二互连部件 1472 持续地将太阳齿轮 1422 与托架 1436 连接起来。第三互连部件 1474 持续地将太阳齿轮 1432 与太阳齿轮 1442 连接起来。

[0330] 变速器 1414 还分别包括第一和第二电动机 / 发电机 1480 和 1482。第一电动机 / 发电机 1480 的定子固定在变速器外壳 1460 上。第一电动机 / 发电机 1480 的转子固定在太阳齿轮 1422 上。第二电动机 / 发电机 1482 的定子也固定在变速器外壳 1460 上。第二电动机 / 发电机 1482 的转子固定在第三互连部件 1474 上。

[0331] 第一扭矩传递装置, 例如离合器 1450 选择性地将环形齿轮 1424 与托架 1426 连接起来。第二扭矩传递装置, 例如离合器 1452 选择性地将环形齿轮 1444 与太阳齿轮 1442 连接起来。第三扭矩传递装置, 例如制动器 1454 选择性地将环形齿轮 1444 与变速器外壳 1460 连接起来。第一、第二和第三扭矩传递装置 1450, 1452 和 1454 用于帮助选择变速器 1414 的操作模式。

[0332] 混合变速器 1414 还接受来自发动机 12 的功率, 并且还与电功率源 1486 交换功率, 电功率源 1486 可操作地连接在控制器 1488 上。

[0333] 图 15b 的操作模式表显示了对于变速器 1414 的五个操作模式的离合器接合, 电动机 / 发电机状态, 以及输出 / 输入比。如之前所述, 这些模式包括“蓄电池倒档模式”(Batt Rev), “EVT 倒档模式”(EVTRRev), “倒档和前进起动模式”(TC Rev 和 TC For), “连续变速范

围模式”（范围 1.1, 1.2, 1.3...）和“固定比模式”(F1, F2, F3, F4)。

[0334] 如上所述,在图 15b 的操作模式表和固定比模式表中显示了用于扭矩传递装置的接合安排表。图 15b 还提供利用图 15b 中作为示例给出的环形齿轮 / 太阳齿轮齿数比而获得的扭矩比的一个示例。 N_{R1}/N_{S1} 值是行星齿轮组 1420 的齿数比 ; N_{R2}/N_{S2} 值是行星齿轮组 1430 的齿数比 ;并且 N_{R3}/N_{S3} 值是行星齿轮组 1440 的齿数比。另外,图 15b 的图表描述了利用给定的齿数比样本而获得的步进比的步。例如,在第一和第二固定前进扭矩比之间的步进比为 1.63,在第二和第三固定前进扭矩比之间的步进比为 2.00,并且第三和第四固定前进扭矩比之间的步进比为 1.64。

[0335] 在权利要求中,语言“持续地与...连接”或“持续地将...连接”指直接连接或成比例的齿轮传动连接,例如利用齿轮装置连接到偏轴上。

[0336] 虽然已经公开了本发明的各种优选实施例,但是应该懂得,本发明的构思容易受到本领域中的技术人员所想到许多变化。因此,本发明范围并不受限于所显示和所介绍的细节,而是包括落在所附权利要求范围内的所有变型和改型。

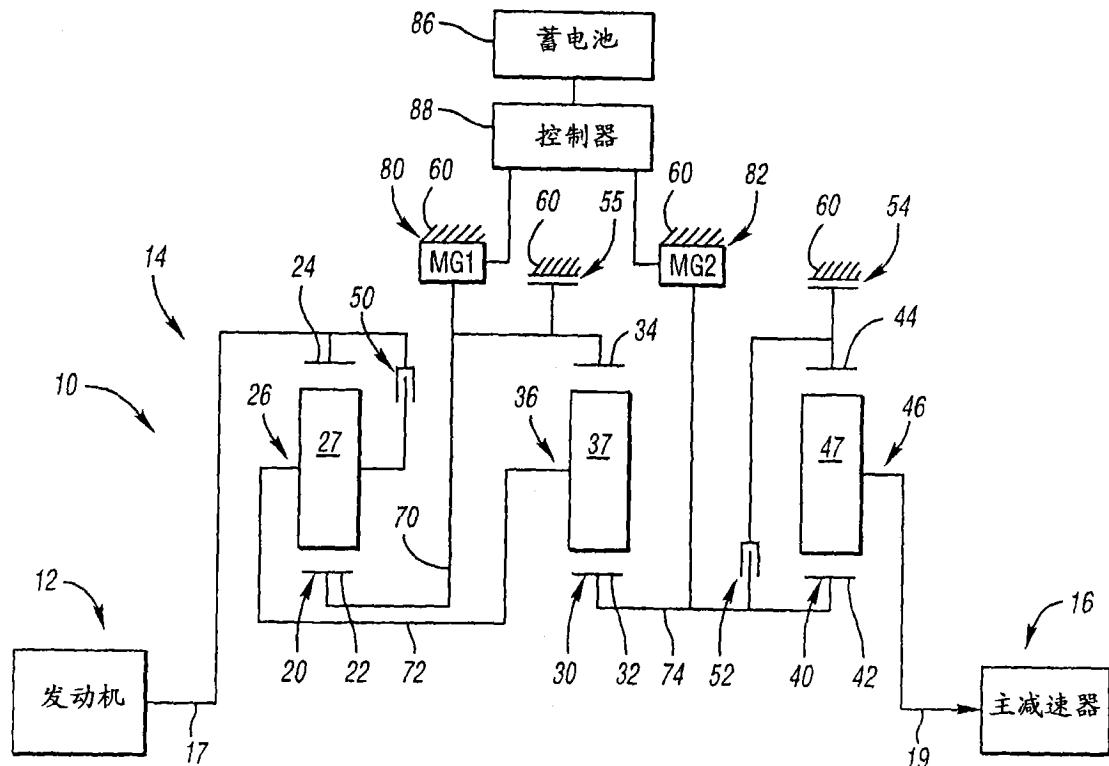


图 1a

	速度比	50	52	80	82	54
Batt. Rev.	-3.25			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.39	-3.17(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.51	-2.84(M)	X
TC For.	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.39	0.45(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.39	0.17(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.39(M)	-0.04	X
范围 2.1	1.36		X	-0.02	0.04(M)	
范围 2.2	1.00		X	0.04(M)	-0.04	
范围 2.3	0.74		X	0.16(M)	-0.051	
范围 2.4	0.54		X	0.48(M)	0.09	
F1	3.26	X				X
F2	2.00			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.61		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 1.63,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 1.63,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.26$$

固定比模式	
速度比范围	5.34
步进比的步	
1/2	1.63
2/3	2.00
3/4	1.64

图 1b

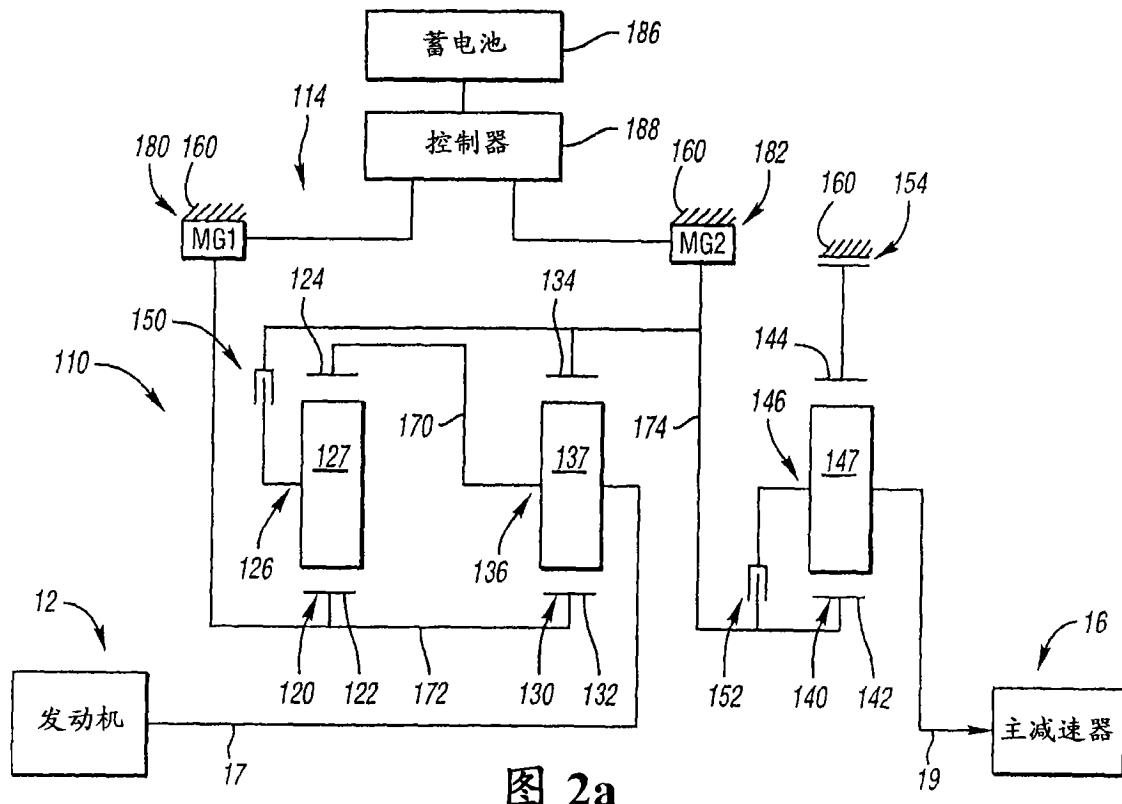


图 2a

	速度比	150	152	180	182	154
Batt. Rev.	-3.07			0.00	1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.39	-3.32(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.39	-2.89(M)	X
TC For.	4.69			-0.39	0.92(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.39	0.92(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.39	0.52(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.39	0.22(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.39	0.00(M)	X
范围 2.1	1.36		X	-0.14	0.26(M)	
范围 2.2	1.00		X	-0.11	0.11(M)	
范围 2.3	0.74		X	-0.07	0.02(M)	
范围 2.4	0.54		X	0.03	0.01(M)	
F1	3.04	X				X
F2	1.83			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.61		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.94,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 1.54,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.07$$

固定比模式

速度比范围	4.98
步进比的步	
1/2	1.66
2/3	1.83
3/4	1.64

图 2b

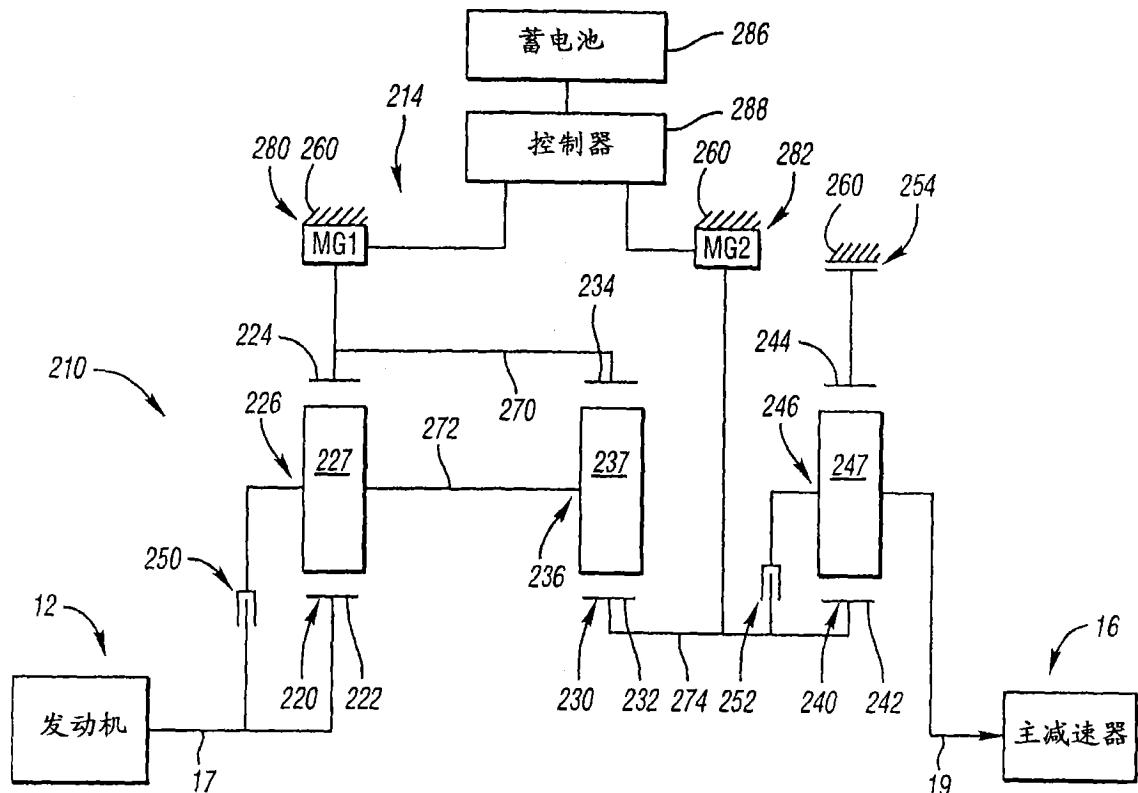


图 3a

	速度比	250	252	280	282	254
Batt. Rev.	-3.02			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.38	-3.38(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.38	-2.94(M)	X
TC For.	4.69			-0.38	0.93(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.38	0.93(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.38	0.51(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.38	0.21(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.38(M)	-0.01	X
范围 2.1	1.36		X	-0.08	0.15(M)	
范围 2.2	1.00		X	0.004(M)	-0.004	
范围 2.3	0.74		X	0.21(M)	-0.06	
范围 2.4	0.54		X	2.18	0.5(M)	
F1	3.04	X				X
F2	1.90			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.63		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 1.50,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.99,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.04$$

固定比模式

速度比范围	4.92
步进比的步	
1/2	1.64
2/3	1.83
3/4	1.64

图 3b

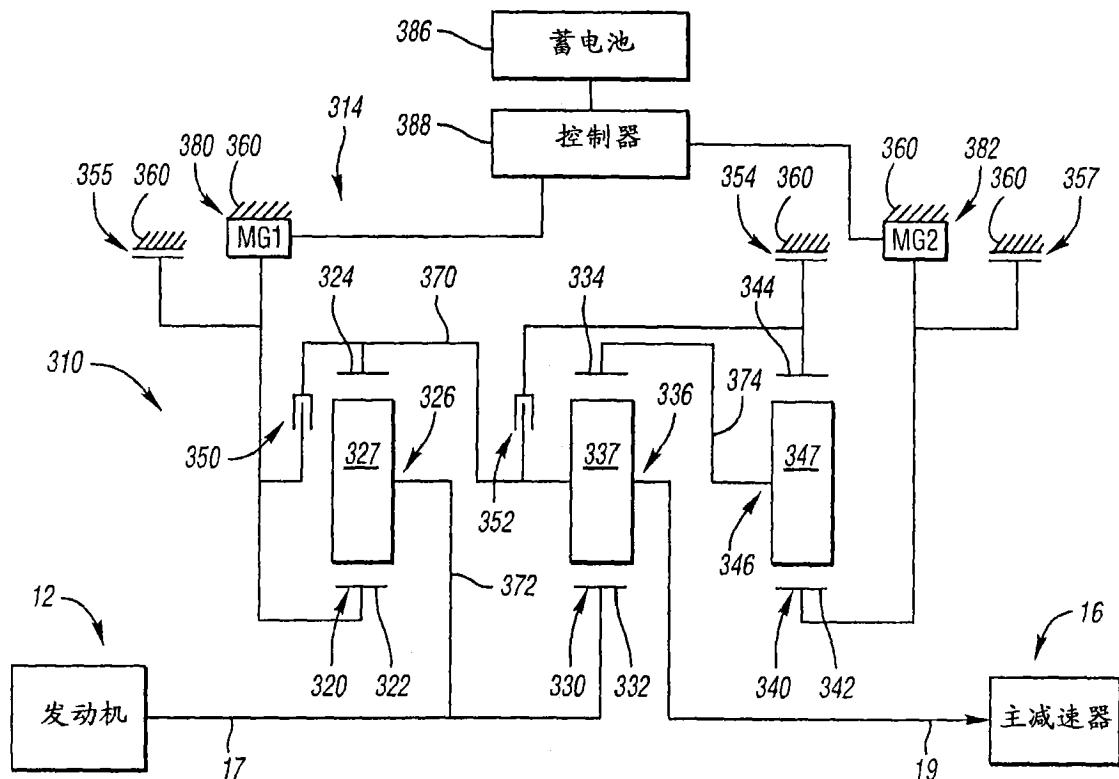


图 4a

	速度比	350	352	380	382	354
Batt. Rev.	-5.80			-0.59	-1.30(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-1.17	-2.04(M)	X
TC Rev.	-7.00			-1.04	-1.74(M)	X
TC For.	4.69			0.15(M)	0.885	X
范围 1.1	4.69			0.15(M)	0.89	X
范围 1.2	3.45			0.02(M)	0.61	X
范围 1.3	2.53			-0.07	0.40(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.14	0.25(M)	X
范围 2.1	1.36		X	-0.19	1.31(M)	
范围 2.2	1.00		X	-0.17	0.23(M)	
范围 2.3	0.74		X	-0.25(M)	-0.01	
范围 2.4	0.54		X	-0.27(M)	-0.14	
F1	3.22				X	X
F2	1.56		X		X	
F3	1.00	X			X	
F4	0.75			X	X	

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 3.00,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.20,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 3.00$$

固定比模式	
速度比范围	4.29
步进比的步	
1/2	2.06
2/3	1.56
3/4	1.33

图 4b

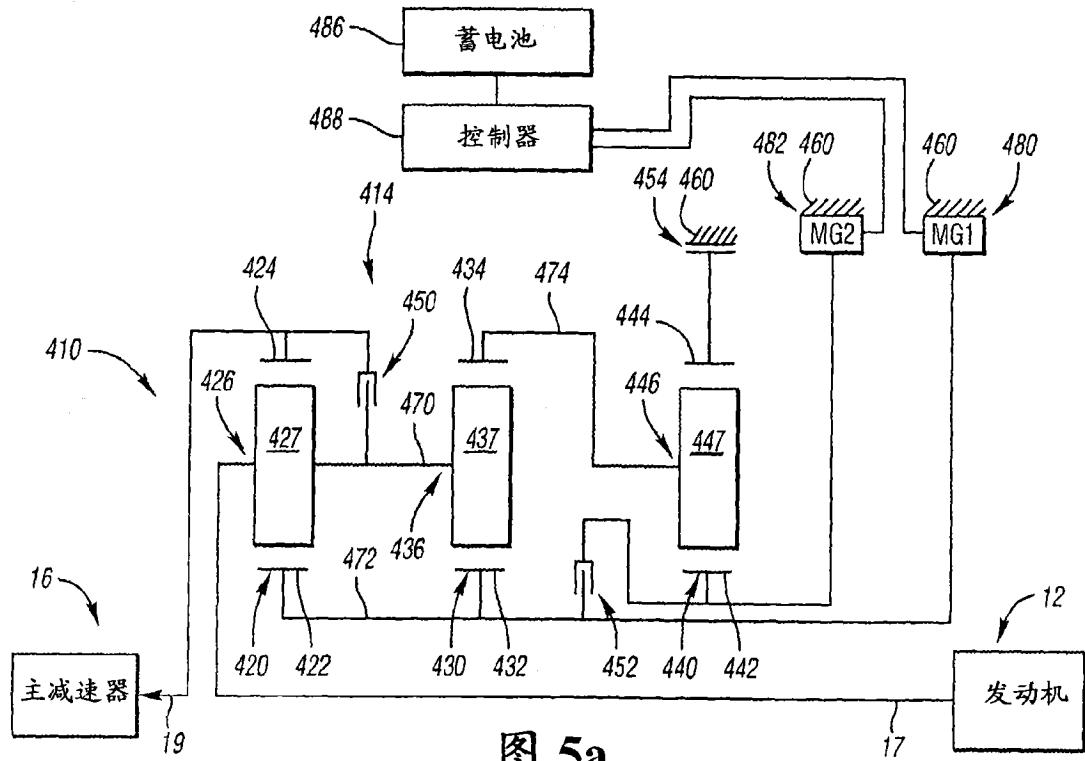


图 5a

	速度比	450	452	480	482	454
Batt. Rev.	-5.59			-0.51	-1.27(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-1.10	-2.06(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.96	-1.76(M)	X
TC For.	4.69			0.10(M)	0.898	X
范围1.1	4.69			0.10(M)	0.9	X
范围1.2	3.45			-0.01	0.61(M)	X
范围1.3	2.53			-0.09	0.41(M)	X
范围1.4	1.86			-0.15	0.25(M)	X
范围1.5	1.36			-0.20	0.14(M)	X
范围1.6	1.00			-0.23	0.06(M)	X
范围1.7	0.74			-0.26(M)	-0.01	X
范围1.8	0.54			-0.27(M)	-0.05	X
F1	3.50				X	X
F2	1.54		X			X
F3	1.00	X				X
F4	0.75			X		X

单模式

(X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.91,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.09,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 3.00$$

固定比模式	
速度比范围	4.67
步进比的步	
1/2	2.27
2/3	1.54
3/4	1.33

图 5b

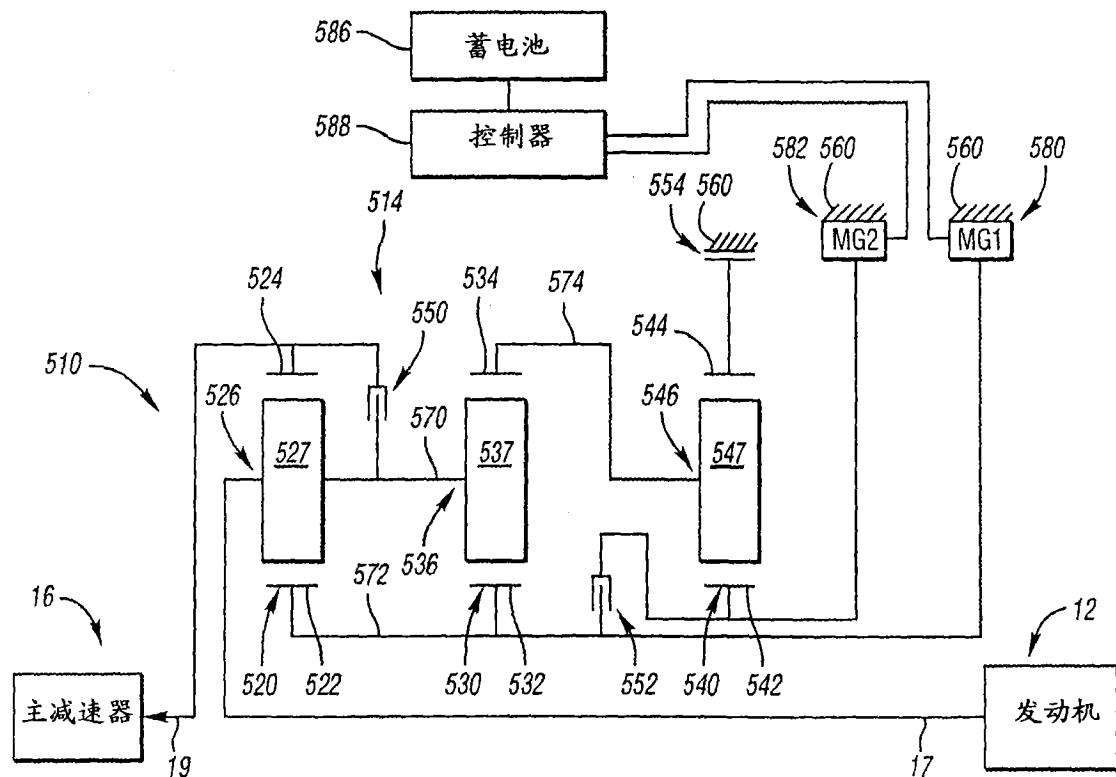


图 6a

	速度比	550	552	580	582	554
Batt. Rev.	-5.57			-0.51	-1.27(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-1.08	-2.06(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.96	-1.76(M)	X
TC For.	4.69			0.10(M)	0.90	X
范围 1.1	4.69			0.10(M)	0.90	X
范围 1.2	3.45			-0.01	0.62(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.09	0.41(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.15	0.25(M)	X
范围 2.1	1.36		X	-0.20	0.20(M)	
范围 2.2	1.00		X	-0.23	0.23(M)	
范围 2.3	0.74		X	-0.26(M)	0.26	
范围 2.4	0.54		X	-0.27(M)	0.27	
F1	3.50				X	X
F2	1.54		X			X
F3	1.00	X				X
F4	0.75			X		X

双模式(CS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.91,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.09,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 3.00$$

固定比模式

速度比范围	4.67
步进比的步	
1/2	2.27
2/3	1.54
3/4	1.33

图 6b

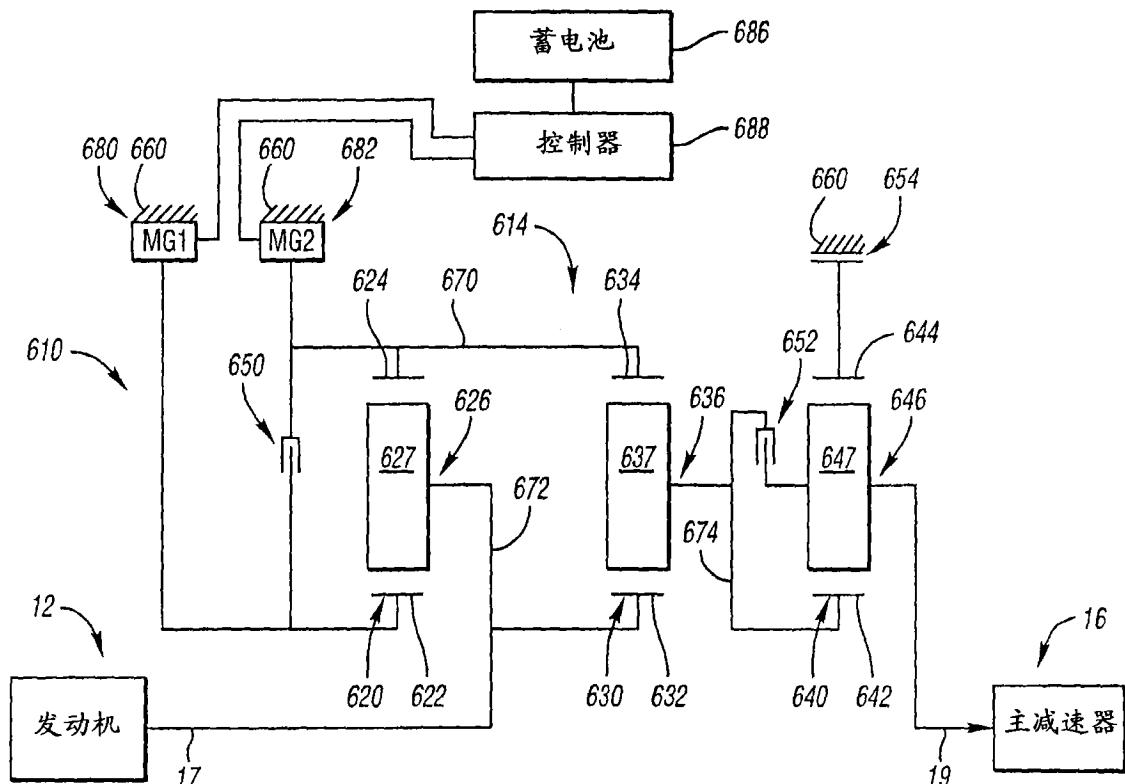


图 7a

	速度比	650	652	680	682	654
Batt. Rev.	-3.79			-0.10	-1.23(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.55	-3.73(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.49	-2.97(M)	X
TC For.	4.69			-0.18	0.83(M)	X
范围1.1	4.69			-0.18	0.83(M)	X
范围1.2	3.45			-0.21	0.42(M)	X
范围1.3	2.53			-0.24	0.13(M)	X
范围1.4	1.86			-0.26(M)	-0.09	X
范围2.1	1.36		X	-0.20	0.56(M)	
范围2.2	1.00		X	-0.23	0.23(M)	
范围2.3	0.74		X	-0.25(M)	-0.01	
范围2.4	0.54		X	-0.26(M)	-0.20	
F1	4.00		X		X	
F2	1.91			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.75		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.29,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 3.00,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 1.84$$

固定比模式

速度比范围	5.33
步进比的步	
1/2	2.09
2/3	1.91
3/4	1.33

图 7b

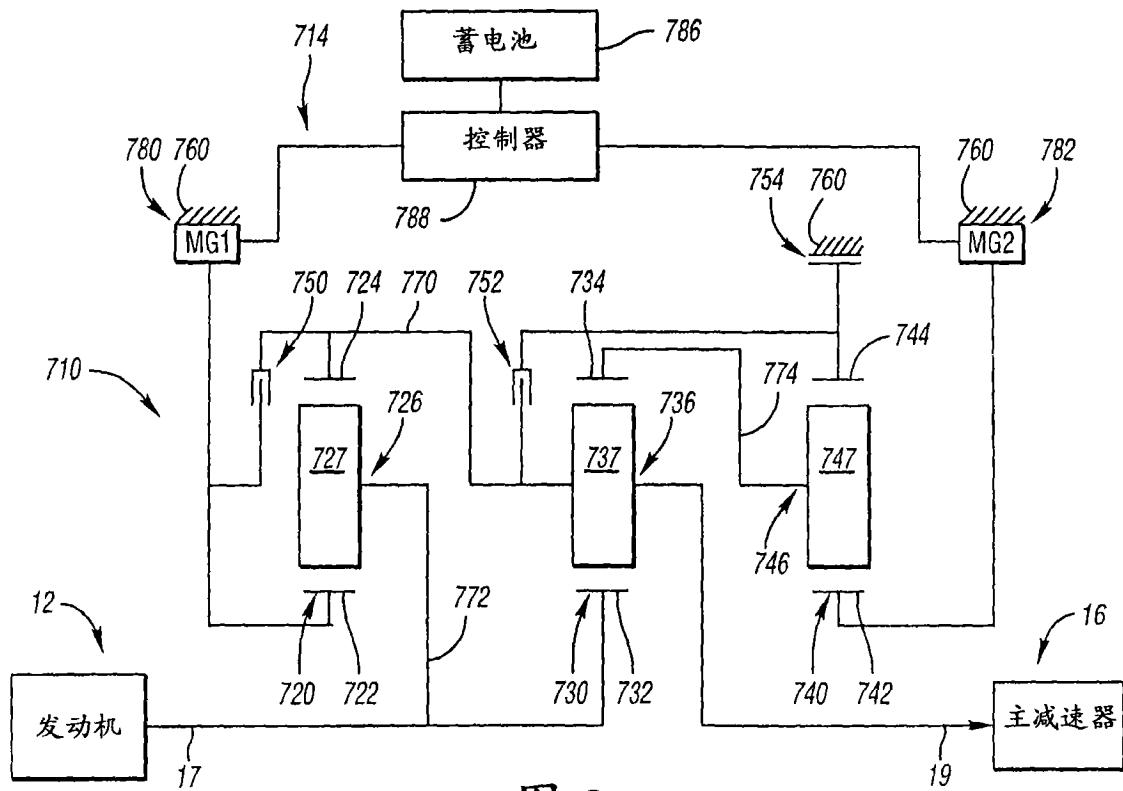


图 8a

	速度比	750	752	780	782	754
Batt. Rev.	-5.80			-0.59	-1.30(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-1.17	-2.04(M)	X
TC Rev.	-7.00			-1.03	-1.74(M)	X
TC For.	4.69			0.15(M)	0.89	X
范围1.1	4.69			0.15(M)	0.89	X
范围1.2	3.45			0.02(M)	0.61	X
范围1.3	2.53			-0.07	0.40(M)	X
范围1.4	1.86			-0.14	0.25(M)	X
范围1.5	1.36			-0.19	0.14(M)	X
范围1.6	1.00			-0.22	0.06(M)	X
范围1.7	0.74			-0.25(M)	-0.01	X
范围1.8	0.54			-0.27(M)	-0.05	X
F1	3.22				X	X
F2	1.56		X		X	
F3	1.00	X			X	
F4	0.75			X	X	

单模式

(X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 3.00,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.22,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 3.00$$

固定比模式

速度比范围	4.29
步进比的步	
1/2	2.06
2/3	1.56
3/4	1.33

图 8b

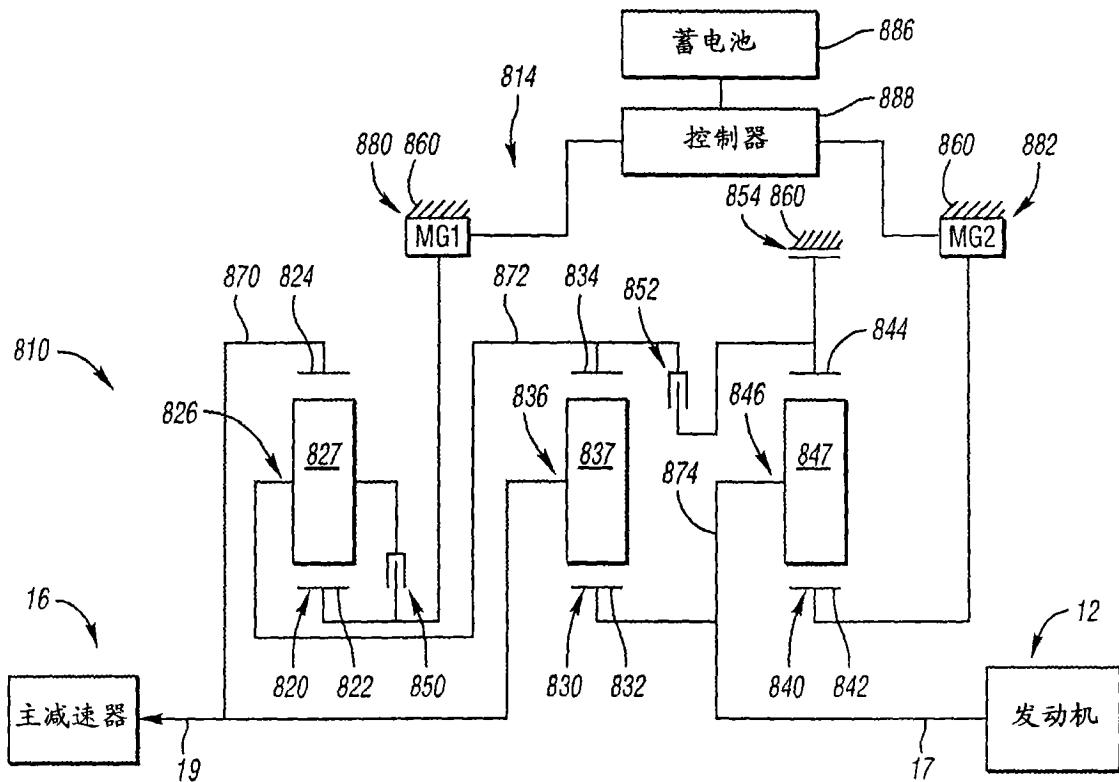


图 9a

	速度比	850	852	880	882	854
Batt. Rev.	-2.51			-1.00(M)	-0.38	X
EVT Rev.	-8.33			-3.32(M)	-1.50	X
TC Rev.	-7.00			-1.82(M)	-0.93	X
TC For.	4.69			2.85	0.82(M)	X
范围1.1	4.69			1.87	0.46(M)	X
范围1.2	3.45			1.37	0.27(M)	X
范围1.3	2.53			1.01	0.13(M)	X
范围1.4	1.86			0.74	0.03(M)	X
范围2.1	1.36		X	0.43(M)	-0.07	
范围2.2	1.00		X	0.15(M)	-0.15	
范围2.3	0.74		X	-0.05(X)	-0.21(M)	
范围2.4	0.54		X	-0.21(X)	-0.25(M)	
F1	3.65		X			X
F2	1.66		X	X		
F3	1.00	X	X			
F4	0.81		X		X	

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{NR_1}{NS_1} = 3.00,$$

$$\frac{NR_2}{NS_2} = 2.65,$$

$$\frac{NR_3}{NS_3} = 3.00$$

固定比模式	
速度比范围	4.51
步进比的步	
1/2	2.20
2/3	1.66
3/4	1.23

图 9b

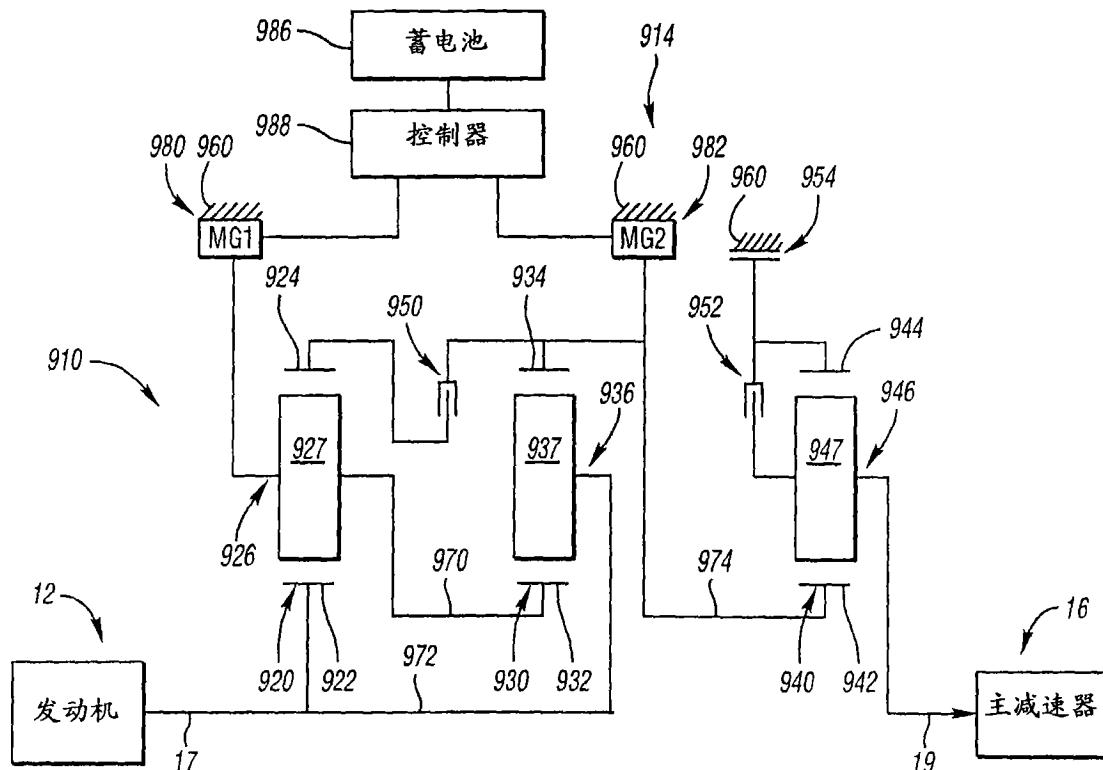


图 10a

	速度比	950	952	980	982	954
Batt. Rev.	-3.06			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.38	-3.40(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.38	-2.94(M)	X
TC For.	4.69			-0.38	0.91(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.38	0.91(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.38	0.50(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.38	0.20(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.38(M)	-0.01	X
范围 2.1	1.36		X	-0.38	0.73(M)	
范围 2.2	1.00		X	-0.38	0.73(M)	
范围 2.3	0.74		X	-0.38	0.11(M)	
范围 2.4	0.54		X	-0.38(M)	-0.08	
F1	3.00	X				X
F2	1.87			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.62		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.62,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 1.68,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.06$$

固定比模式	
速度比范围	4.84
步进比的步	
1/2	1.60
2/3	1.87
3/4	1.61

图 10b

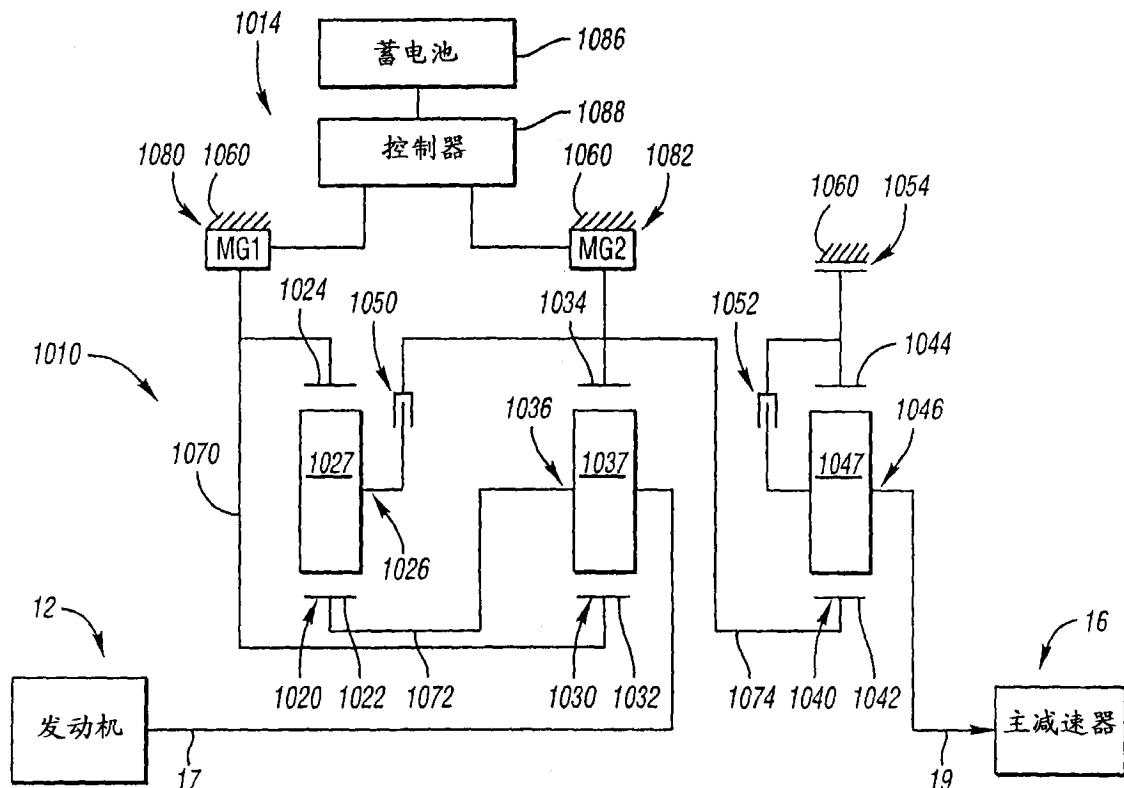


图 11a

	速度比	1050	1052	1080	1082	1054
Batt. Rev.	-3.06			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.38	-3.40(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.38	-2.99(M)	X
TC For.	4.69			-0.38	0.93(M)	X
范围1.1	4.69			-0.38	0.94(M)	X
范围1.2	3.45			-0.38	0.53(M)	X
范围1.3	2.53			-0.38	0.22(M)	X
范围1.4	1.86			-0.38(M)	-0.01	X
范围2.1	1.36		X	-0.38	0.74(M)	
范围2.2	1.00		X	-0.38	0.38(M)	
范围2.3	0.74		X	-0.38	0.11(M)	
范围2.4	0.54		X	-0.38(M)	-0.08	
F1	3.00	X				X
F2	1.87			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.62		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 1.67,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 1.65,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.00$$

固定比模式	
速度比范围	4.84
步进比的步	
1/2	1.60
2/3	1.87
3/4	1.61

图 11b

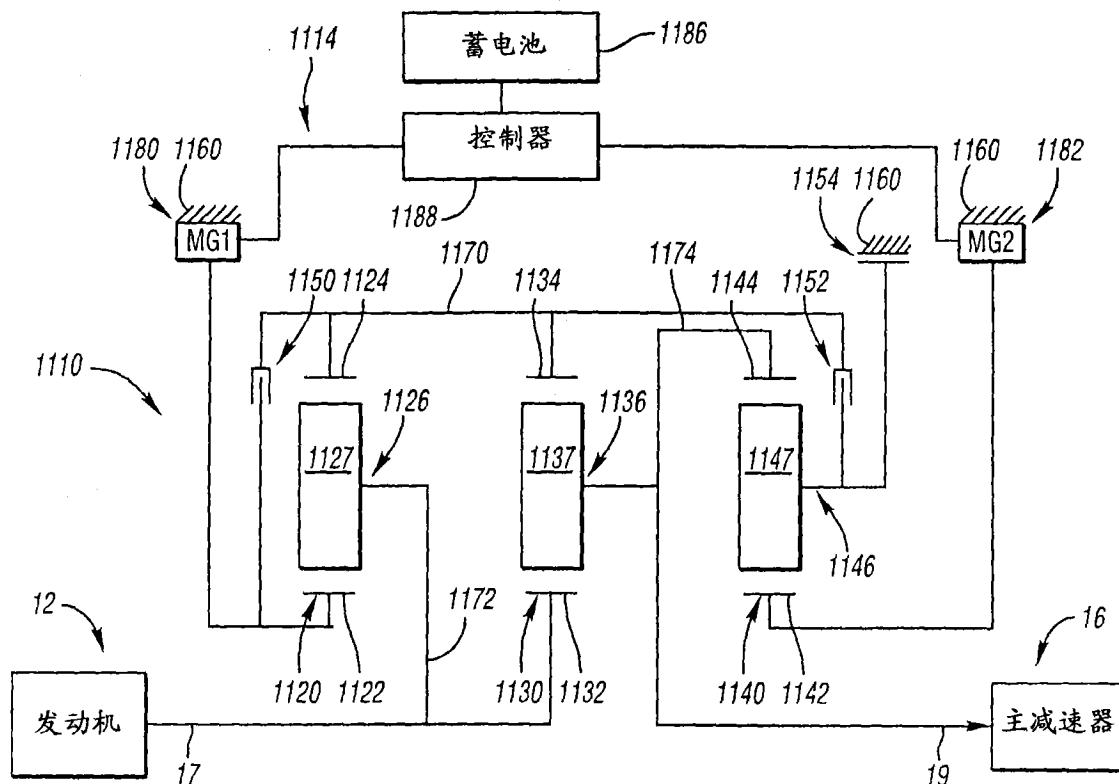


图 12a

	速度比	1150	1152	1180	1182	1154
Batt. Rev.	-2.94			0.00	1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.21	3.11(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.21	2.66(M)	X
TC For.	4.69			-0.21	-1.33(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.21	-1.33(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.21	-0.90(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.21	-0.59(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.21	-0.36(M)	X
范围 2.1	1.36		X	-0.07	0.43(M)	
范围 2.2	1.00		X	-0.16	0.16(M)	
范围 2.3	0.74		X	-0.22(M)	-0.04	
范围 2.4	0.54		X	-0.27(M)	-0.19	
F1	3.50		X			X
F2	1.64		X		X	
F3	1.00	X	X			
F4	0.79		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 2.77,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.50,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.94$$

固定比模式

速度比范围	4.43
步进比的步	
1/2	2.13
2/3	1.64
3/4	1.27

图 12b

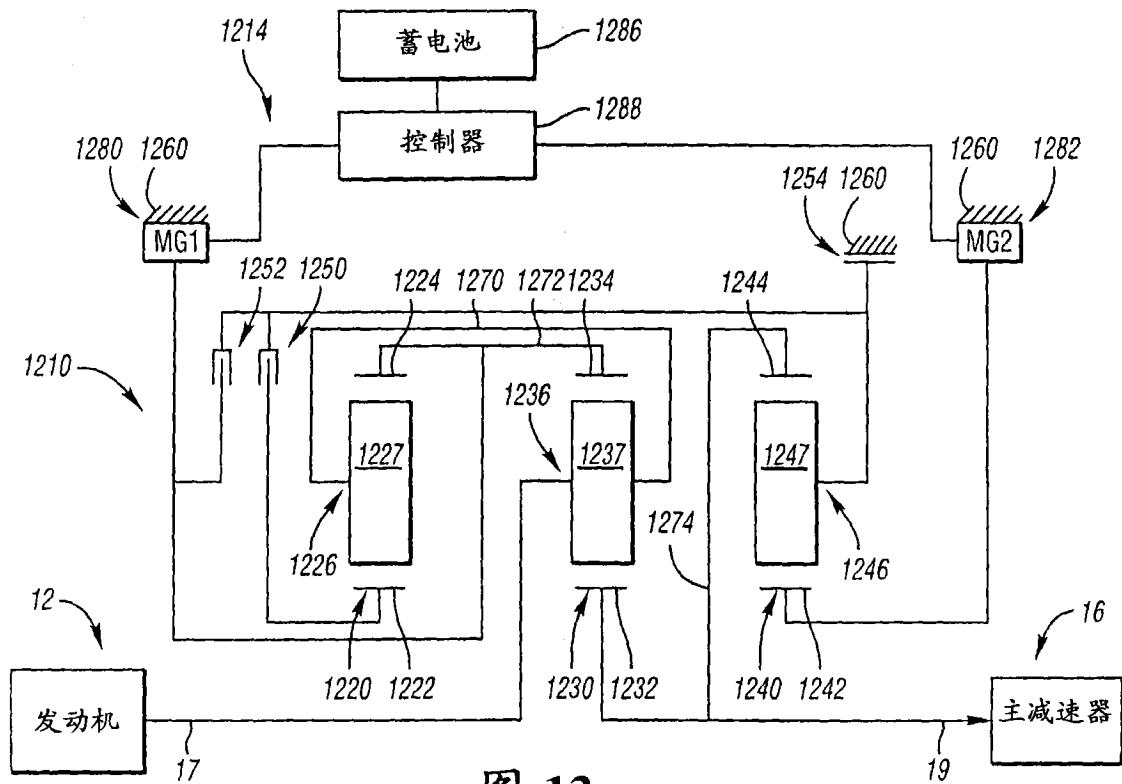


图 13a

	速度比	1250	1252	1280	1282	1254
Batt. Rev.	-4.79		X	-0.41	1.04(M)	
EVT Rev.	-8.33			-0.68	2.95(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.68	2.49(M)	X
TC For.	4.69			-0.68	-1.49(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.68	-1.50(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.68	-1.07(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.68	-0.76(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.68	-0.53(M)	X
范围 2.1	1.36	X		-0.11	0.49(M)	
范围 2.2	1.00	X		-0.31	0.31(M)	
范围 2.3	0.74	X		-0.46	0.19(M)	
范围 2.4	0.54	X		-0.56	0.10(M)	
F1	3.29	X				X
F2	1.59	X			X	
F3	1.00	X	X			
F4	0.83		X		X	

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 3.00,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.09,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.91$$

固定比模式

速度比范围	3.96
步进比的步	
1/2	2.07
2/3	1.59
3/4	1.20

图 13b

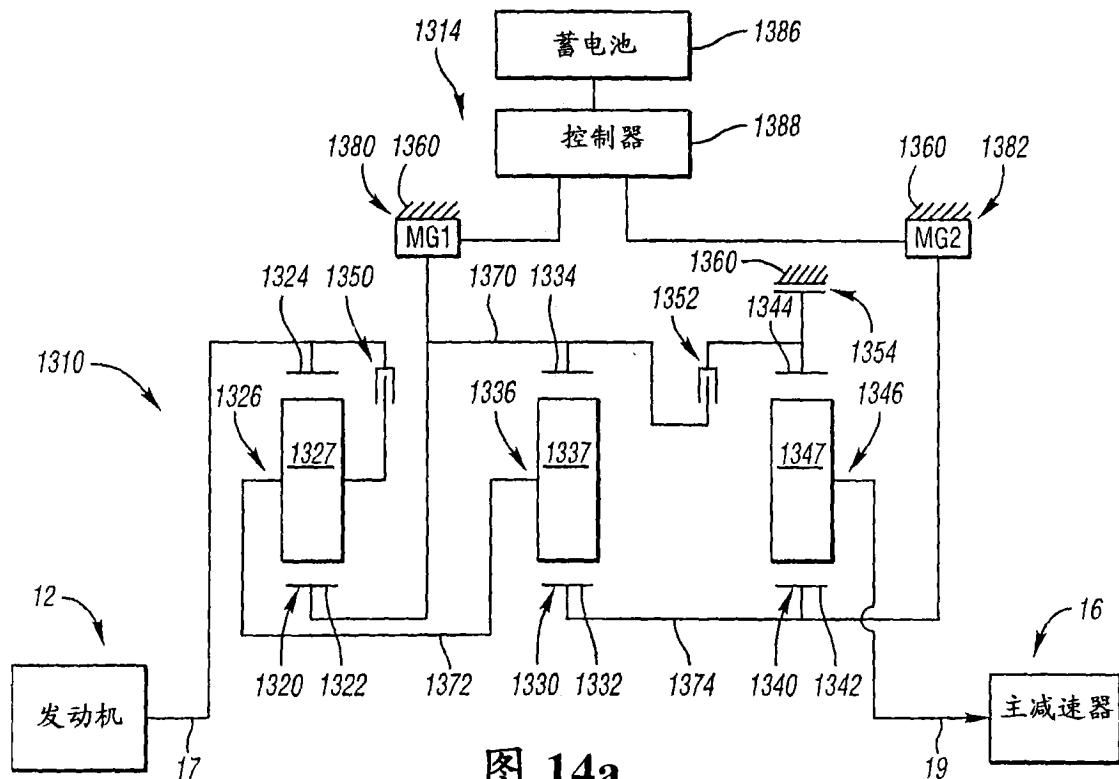


图 14a

	速度比	1350	1352	1380	1382	1354
Batt. Rev.	-3.25			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.39	-3.17(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.51	-2.84(M)	X
TC For.	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围 1.1	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围 1.2	3.45			-0.39	0.45(M)	X
范围 1.3	2.53			-0.39	0.17(M)	X
范围 1.4	1.86			-0.39(M)	-0.04	X
范围 2.1	1.36		X	-0.05	0.02(M)	
范围 2.2	1.00		X	0.04(M)	-0.04	
范围 2.3	0.74		X	0.04(M)	-0.12	
范围 2.4	0.54		X	-0.01	-0.21(M)	
F1	3.26	X				X
F2	2.00			X		X
F3	1.00	X	X		X	
F4	0.56		X			

双模式(CS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 1.63,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 1.63,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.26$$

固定比模式

速度比范围	5.82
步进比的步	
1/2	1.63
2/3	2.00
3/4	1.79

图 14b

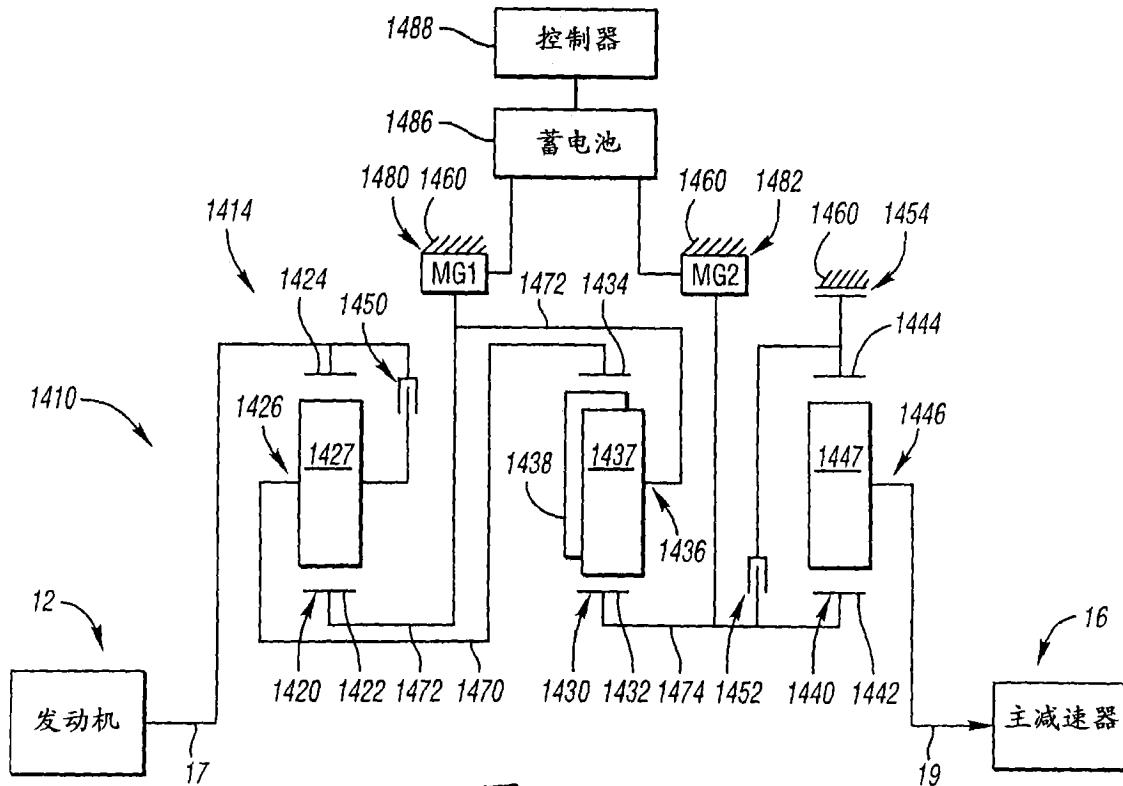


图 15a

	速度比	1450	1452	1480	1482	1454
Batt. Rev.	-3.25			0.00	-1.00(M)	X
EVT Rev.	-8.33			-0.39	-3.17(M)	X
TC Rev.	-7.00			-0.51	-2.84(M)	X
TC For.	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围1.1	4.69			-0.39	0.83(M)	X
范围1.2	3.45			-0.39	0.45(M)	X
范围1.3	2.53			-0.39	0.17(M)	X
范围1.4	1.86			-0.39(M)	-0.04	X
范围2.1	1.36		X	-0.02	0.04(M)	
范围2.2	1.00		X	0.04(M)	-0.04	
范围2.3	0.74		X	0.16(M)	-0.051	
范围2.4	0.54		X	0.48(M)	0.09	
F1	3.26	X				X
F2	2.00			X		X
F3	1.00	X	X			
F4	0.61		X	X		

双模式 (HS) (X = 接合的离合器)

样本设计:

环形齿轮 齿数比:
太阳齿轮

$$\frac{N_{R1}}{N_{S1}} = 1.63,$$

$$\frac{N_{R2}}{N_{S2}} = 2.63,$$

$$\frac{N_{R3}}{N_{S3}} = 2.26$$

固定比模式

速度比范围	5.34
步进比的步	
1/2	1.63
2/3	2.00
3/4	1.64

图 15b