



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037524

(51)⁷ G06F 3/041

(13) B

(21) 1-2019-00540

(22) 30/06/2016

(86) PCT/CN2016/087995 30/06/2016

(87) WO 2018/000371 04/01/2018

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/03/2019 372A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

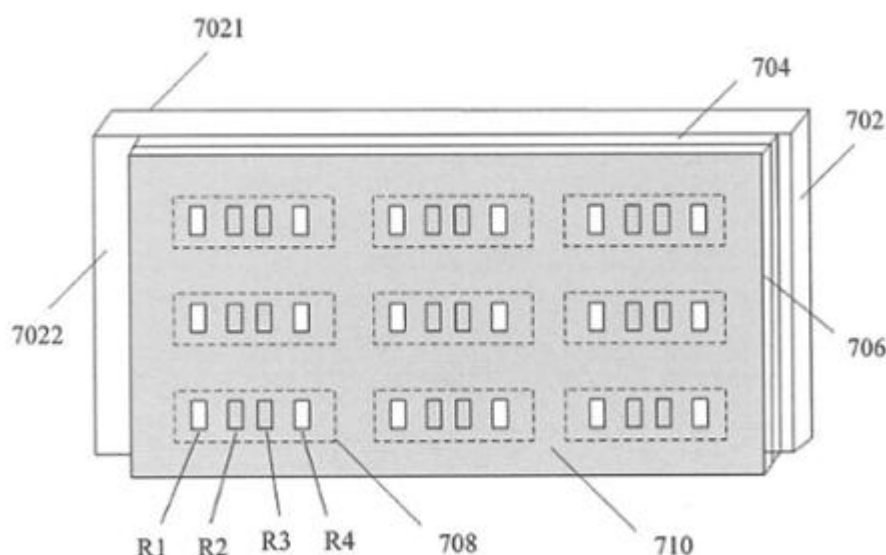
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) WANG, Dongli (CN); YU, Xiaoyan (CN); LIU, Jiang (CN); DING, Ziqian (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ VÀ THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI DI ĐỘNG

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị điện tử và thiết bị đầu cuối di động. Thiết bị điện tử này bao gồm màn hình điốt phát sáng hữu cơ (OLED, organic light-emitting diode), bọt xốp, và màng. Bọt xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, và màng được bố trí bên dưới bọt xốp. Nhiều mạch cầu được bố trí trên màng. Mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai mà được kết nối song song. Nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba mà được kết nối nối tiếp. Nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư mà được kết nối nối tiếp. Nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng. Ít nhất một trong số bốn điện trở được dính kết vào bọt xốp. Ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp này. Điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất. Hệ số nhạy biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100. Vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu thứ hai, và điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp không được phủ bởi vật liệu thứ hai. Môđun Young của vật liệu thứ hai này lớn hơn 30. Theo sáng chế, thiết bị điện tử có cảm biến áp suất có thể được thực hiện.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghệ màn hình, và cụ thể là, đến màn hình có cảm biến áp suất, và thiết bị đầu cuối.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, màn hình chính (Display - màn hình) còn được gọi là bảng hiển thị. Có hai loại màn hình chính: màn hình tinh thể lỏng (Liquid-Crystal Display, viết tắt là LCD) và màn hình điốt phát quang hữu cơ (organic light-emitting diode, viết tắt là OLED). Fig.1 là sơ đồ cấu trúc của màn hình LCD và màn hình OLED. Màn hình LCD bao gồm bộ phận chiếu sáng ngược (Back Light Unit, viết tắt là BLU) 132, tấm phân cực đáy 134, lớp thủy tinh tranzito màng mỏng (Thin-Film Transistor, viết tắt là TFT) 136, lớp tinh thể lỏng 138, bộ lọc màu (Color Filter, viết tắt là CF) 140, và tấm phân cực trên cùng 142. Cấu trúc của màn hình OLED bao gồm nền thủy tinh TFT 150, lớp OLED 152, thủy tinh bao 154, và tấm phân cực 156.

Với phần mô tả chi tiết về màn hình OLED, tham khảo trang web của Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/OLED> (thời điểm truy cập cuối cùng là ngày 27 tháng 6 năm 2016). Với phần mô tả chi tiết về màn hình LCD, tham khảo trang web của Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal display](https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display) (thời điểm truy cập cuối cùng là ngày 27 tháng 6 năm 2016).

Hiện nay, nhiều màn hình còn bao gồm lớp điều khiển cảm ứng, và theo đó, màn hình có thể cảm ứng này được gọi là màn hình cảm ứng.

Để cải thiện sự tương tác giữa con người và thiết bị đầu cuối chẳng hạn như điện thoại di động, đồng hồ, hoặc thiết bị đeo được, hiện nay, cảm biến áp suất được áp dụng rộng rãi vào các bộ phận của thiết bị đầu cuối chẳng hạn như màn hình cảm ứng và vỏ ngoài, để nhận dạng áp lực cảm ứng của người dùng cũng như vị trí cảm ứng của người dùng. Do đó, thực hiện trải nghiệm thao tác với nội dung phong phú hơn. Cảm biến áp suất điện dung của công ty Apple được dùng làm ví dụ. Màn hình của sản phẩm điện thoại di động iPhone 6s của công ty Apple là màn hình LCD. Fig.2 là sơ đồ của iPhone có chức năng cảm biến áp lực (lực). Ở đây, 102 là kính che (Cover Glass, viết tắt là CG) của điện thoại di động, 104 là màn hình, và 110 là khung sắt của điện thoại di động. Có khe hở không khí (air

gap) cực nhỏ giữa màn hình 104 và khung sắt 110. Cấu trúc cụ thể của màn hình 104 có thể là cấu trúc màn hình LCD được thể hiện trên Fig.1.

Nguyên lý cơ bản của cảm biến áp suất điện dung của công ty Apple như sau: điện cực thứ nhất 106 được bố trí bên dưới màn hình 104, và điện cực thứ hai 108 được bố trí bên trên khung giữa (không được thể hiện trên hình vẽ) hoặc khung sắt 110 của điện thoại di động. Điện cực thứ nhất 106, điện cực thứ hai 108, và khe hở không khí giữa điện cực thứ nhất 106 và điện cực thứ hai 108 cùng tạo ra tụ điện C. mạch tương đương của tụ điện C được thể hiện trên Fig.3(1). Khe hở không khí được sử dụng làm điện môi của tụ điện C. Khi người dùng ấn màn hình, do có khe hở không khí giữa màn hình 104 và khung sắt 110, nên sự biến dạng nhỏ được tạo ra cho màn hình theo hướng ấn của người dùng. Như được thể hiện trên Fig.3(2), sự biến dạng nhỏ tạo ra thay đổi về trị số điện dung của tụ điện C, và sự thay đổi về trị số điện dung tỷ lệ trực tiếp với trị số áp lực. Tức là, sự thay đổi về trị số điện dung có thể được phát hiện, để phát hiện trị số áp lực. Tuy nhiên, cảm biến áp suất điện dung phát hiện áp lực trên màn hình chủ yếu theo sự thay đổi khoảng cách giữa các điôxit. Do đó, khoảng cách giữa các điôxit cần phải đủ lớn để đảm bảo độ chính xác. Điều này làm tăng độ dày tổng thể của thiết bị đầu cuối.

Ngoài ra, các lớp xếp chồng dưới đáy của màn hình OLED là TFT và OLED. TFT và OLED tương đối dễ vỡ, và có khả năng chống va đập kém. Do đó, khi màn hình OLED được ứng dụng vào thiết bị đầu cuối, lớp bột xốp mỏng được bố trí ở đáy của màn hình OLED, để giảm thiểu va đập. Giải pháp kỹ thuật nêu trên của cảm biến áp suất điện dung không thể áp dụng cho màn hình OLED do bột xốp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất thiết bị điện tử, mà trong đó thiết bị điện tử là màn hình OLED có cảm biến áp suất. Theo sáng chế, cảm biến áp suất được bổ sung trên cơ sở màn hình hiện thời. Thiết bị điện tử bao gồm màn hình OLED, bột xốp, và màng mỏng. Bột xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, và cảm biến áp suất được bố trí bên dưới bột xốp. Cảm biến áp suất này bao gồm màng mỏng. Nhiều mạch cầu được bố trí trên màng. Mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai. Nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai. Nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba,

và nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư. Đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ hai. Đầu thứ hai của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ ba. Đầu thứ hai của điện trở thứ hai được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ tư. Đầu thứ hai của điện trở thứ ba được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ tư. Nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng. Ít nhất một điện trở trong số bốn điện trở được dính kết vào bọt xốp, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp này. Điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất. Hệ số nhảy biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100. Vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu thứ hai, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí không được phủ bởi vật liệu thứ hai. Môđun Young của vật liệu thứ hai này là lớn hơn 30. Theo giải pháp này, màn hình có cảm biến áp suất được thực hiện, để phát hiện lực đặt vào bởi người dùng lên màn hình.

Theo khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được dính kết vào bọt xốp, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư không được dính kết vào bọt xốp; và các vùng màng trong đó điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được bố trí được phủ bởi vật liệu thứ hai, và các vùng màng trong đó điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư được bố trí không được phủ bởi vật liệu thứ hai này.

Theo khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất, điện trở thứ hai được dính kết vào bọt xốp, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư không được dính kết vào bọt xốp; và vùng màng trong đó điện trở thứ hai được bố trí được phủ bởi vật liệu thứ hai, và các vùng màng trong đó điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư được bố trí không được phủ bởi vật liệu thứ hai này.

Cách thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất và cách thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất là hai giải pháp trong đó việc phát hiện áp suất có thể được thực hiện.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến cách thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ nhất, một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Do một số điện trở không được dính kết vào bọt xốp,

và một số vùng màng gần các điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được tạo rãnh hoặc được tạo lõm, nên khi lực được đặt trực tiếp hoặc gián tiếp lên thiết bị điện tử, biến dạng trên điện trở mà được dính kết vào bọt xốp còn được tách biệt với biến dạng trên điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến cách thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ nhất, vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí và vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp không được phủ bởi vật liệu thứ hai. Sẽ dễ dàng hơn để thực hiện theo cách trong đó vùng màng không được phủ bởi vật liệu thứ hai. Ngoài ra, theo cách này, biến dạng có thể trên điện trở không được dính kết có thể được làm giảm hơn nữa.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến cách thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ nhất, điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất. Tức là, điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, để đơn giản hóa quy trình công nghệ.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề xuất thiết bị điện tử, mà trong đó thiết bị điện tử là màn hình có cảm biến áp suất. Theo sáng chế, cảm biến áp suất được bổ sung trên cơ sở màn hình hiện thời. Màn hình có thể là màn hình LCE, hoặc màn hình OLED. Cảm biến áp suất được bố trí bên dưới màn hình. Cảm biến áp suất bao gồm màng. Nhiều mạch cầu được bố trí trên màng. Mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai. Nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai. Nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba, và nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư. Đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ hai. Đầu thứ hai của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ ba. Đầu thứ hai của điện trở thứ hai được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ tư. Đầu thứ hai của điện trở thứ ba được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ tư. Nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng. Ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào màn hình, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào màn hình này. Điện trở mà được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất. Hệ số nhạy

biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100. Một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào màn hình được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Theo giải pháp này, màn hình có cảm biến áp suất được thực hiện, để phát hiện lực đặt vào bởi người dùng trên màn hình.

Theo khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ hai, điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được dính kết vào màn hình, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư không được dính kết vào màn hình; và một số vùng màng gần điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư được tạo rãnh hoặc được tạo lõm.

Theo khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ hai, điện trở thứ hai được dính kết vào màn hình, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư không được dính kết vào màn hình; và một số vùng màng gần điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư được tạo rãnh hoặc được tạo lõm.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai đến cách thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ hai, vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào màn hình được bố trí được phủ bởi vật liệu thứ hai, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào màn hình được bố trí không được phủ bởi vật liệu thứ hai, mà trong đó môđun Young của vật liệu thứ hai này lớn hơn 30. Theo giải pháp này, biến dạng trên điện trở được dính kết có thể được phân biệt rõ hơn từ biến dạng trên điện trở không được dính kết.

Theo cách thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ hai, vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp không được phủ bởi vật liệu thứ hai. Theo giải pháp này, biến dạng có thể trên điện trở được dính kết có thể được làm giảm hơn nữa.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai đến cách thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ hai, điện trở mà không được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất. Bốn điện trở được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, để đơn giản hóa quy trình công nghệ.

Theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai đến cách thực hiện có thể thứ năm

của khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ hai, thiết bị điện tử là màn hình tinh thể lỏng LCD hoặc màn hình điôt phát sáng hữu cơ OLED.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối này là thiết bị đầu cuối có màn hình cảm biến áp suất. Thiết bị đầu cuối này bao gồm nguồn cấp và thiết bị điện tử được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai. Nguồn cấp cấp điện tới mỗi mạch cầu trong thiết bị điện tử. Trong mỗi mạch cầu, đầu thứ nhất của nguồn cấp được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất, và đầu thứ hai của nguồn cấp được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ ba. Các mạch cầu được kết nối song song với nhau. Mỗi mạch cầu có thể làm việc độc lập. Thiết bị đầu cuối này có thể phát hiện áp suất được đặt lên bởi người dùng trên màn hình, để thực hiện thao tác phát hiện áp suất.

Một cách tùy ý, điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp là điện trở trị số cố định. Điện trở trị số cố định này không được dính kết vào bọt xốp. Do đó, về cơ bản, biến dạng không được truyền đến điện trở trị số cố định này. Theo cách khác, ngay cả khi biến dạng được truyền đến điện trở trị số cố định, trị số trở kháng của điện trở trị số cố định này không thay đổi. Sáng chế vẫn có thể được thực hiện.

Một cách tùy ý, vật liệu thứ nhất là một trong số các vật liệu sau: vật liệu gốc cacbon, vật liệu ôxit, hoặc vật liệu bán dẫn. Mỗi vật liệu này có hệ số nhạy biến dạng tương đối lớn. Do đó, đạt được hiệu quả tương đối tốt nhờ sử dụng các vật liệu này để tạo ra điện trở biến dạng.

Một cách tùy ý, vật liệu thứ hai là đồng. Việc phủ đồng lên màng là công nghệ tương đối hoàn thiện mà nhờ sử dụng sáng chế có thể được thực hiện đơn giản và có thể đạt được hiệu quả tốt.

Một cách tùy ý, màng này là mạch in linh hoạt (FPC- flexible printed circuit) hoặc vật liệu polyetylen terephthalat (polyethylene terephthalate-PET).

Theo giải pháp này, màn hình có cảm biến áp suất có thể được thực hiện. Khi người dùng ấn màn hình, trạng thái của lực đặt vào bởi người dùng trên màn hình có thể được phát hiện, và thao tác tương ứng được thực hiện theo trạng thái lực. Ví dụ, nếu phát hiện được rằng lực đặt vào bởi người dùng là tương đối lớn, thì ảnh được hiển thị trên màn hình có thể được phóng to; nếu phát hiện được

rằng lực đặt vào bởi người dùng là tương đối nhỏ, thì nhạc đang được phát có thể được tạm dừng. Thiết bị điện tử có thể là màn hình có chức năng cảm ứng. Khi phát hiện thao tác chạm của người dùng, thiết bị điện tử này có thể còn phát hiện thao tác ấn của người dùng, để nâng cao trải nghiệm thao tác của người dùng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế một cách rõ ràng hơn, phần sau đây mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo cần cho việc mô tả các phương án. Rõ ràng là, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả sau đây chỉ thể hiện một số phương án của sáng chế, và người có trình độ trung bình trong lĩnh vực vẫn có thể dẫn ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ kèm theo này mà không cần nỗ lực sáng tạo nào.

Fig.1 là sơ đồ cấu trúc của màn hình LCD và màn hình OLED;

Fig.2 là sơ đồ cấu trúc của màn hình có cảm biến áp suất được thực hiện trong iPhone;

Fig.3 là sơ đồ nguyên lý của cảm biến áp suất được thực hiện trong iPhone;

Fig.4 là sơ đồ của mạch cầu đầy đủ theo sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ của mạch nửa cầu theo sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ của mối tương quan giữa điện áp đầu ra U_o và lực F theo sáng chế;

Fig.7 là thiết bị điện tử theo sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ phóng to cục bộ của thiết bị điện tử theo sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ phóng to cục bộ khác của thiết bị điện tử theo sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ của cách thực hiện để tạo rãnh hoặc tạo lõm theo sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ của nguyên lý ấn sau khi tạo lõm theo sáng chế;

Fig.12 là thiết bị điện tử khác theo sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ của cách thực hiện để loại bỏ đồng theo sáng chế;

Fig.14 là sơ đồ của cách thực hiện để tạo rãnh hoặc tạo lõm theo sáng chế;

Fig.15 là thiết bị điện tử khác theo sáng chế;

Fig.16 là sơ đồ của cách thực hiện khác để loại bỏ đồng theo sáng chế; và Fig.17 là sơ đồ cấu trúc của thiết bị đầu cuối theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm cho các mục đích, giải pháp kỹ thuật, và hiệu quả của các phương án của sáng chế rõ ràng hơn, phần sau đây mô tả rõ ràng các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế dựa vào các hình vẽ kèm theo theo các phương án của sáng chế. Rõ ràng là, các phương án được mô tả là một phần mà không phải tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác đạt được bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực dựa trên các phương án của sáng chế mà không có nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Thiết bị đầu cuối được mô tả trong sáng chế có thể là, ví dụ, điện thoại di động, máy tính bảng, màn hình máy tính, thiết bị đầu vào máy tính (chẳng hạn như bảng điều khiển cảm ứng, bàn phím, hoặc chuột), thiết bị đeo được, thiết bị theo dõi sức khỏe, hoặc thiết bị hỗ trợ thể thao.

Cần hiểu rằng các số thứ tự chẳng hạn như “thứ nhất” và “thứ hai”, nếu được mô tả trong các phương án của sáng chế, thì chỉ được sử dụng để phân biệt, trừ khi các số thứ tự biểu diễn trình tự một cách rõ ràng theo ngữ cảnh.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực dễ dàng hiểu rằng phần mô tả chi tiết về các hình vẽ kèm theo được đề cập trong bản mô tả này chỉ nhằm giải thích và mô tả và không được coi là giới hạn.

Nói chung, màn hình cảm ứng của thiết bị đầu cuối có thể phát hiện thao tác chạm được thực hiện bởi người dùng trên màn hình. Màn hình cảm ứng có cảm biến áp suất có thể phát hiện sự trạng thái chạm của người dùng, và còn phát hiện trị số của lực đặt vào bởi người dùng trên màn hình cảm ứng. Thao tác chạm với áp lực có thể được thực hiện trên màn hình cảm ứng của thiết bị đầu cuối, hoặc bề mặt khác liên quan đến thiết bị đầu cuối. Trị số của lực được phát hiện bởi cảm biến áp suất bằng cách đo có thể được dùng làm tín hiệu đầu vào, dữ liệu đầu vào, hoặc thông tin đầu vào khác của thiết bị đầu cuối. Theo một ví dụ, trạng thái đầu vào được tạo ra bởi áp lực lớn có thể khác với trạng thái đầu vào được tạo ra bởi áp lực nhỏ. Ví dụ, khi phát hiện rằng áp lực vượt quá ngưỡng thiết đặt trước, điện thoại thông minh có thể mở khóa màn hình nhờ trạng thái đầu vào được tạo ra bởi lực lớn (high force); khi phát hiện rằng áp lực

nhỏ hơn ngưỡng thiết đặt trước, điện thoại thông minh có thể tạm dừng việc đưa ra của giọng nói nhờ trạng thái đầu vào được tạo ra bởi lực nhỏ (low force). Do đó, ngay cả khi hai áp lực được đặt trên cùng một vị trí của cùng một thiết bị đầu cuối, phản hồi hoặc đầu ra của thiết bị đầu cuối mà tương ứng với hai đầu vào có thể khác nhau. Hơn nữa, theo một ví dụ, sự thay đổi lực có thể được giải thích là trạng thái đầu vào của loại bỏ sung. Ví dụ, người dùng có thể giữ thiết bị đeo được có cảm biến lực gần với động mạch, để đo huyết áp và nhịp tim của người dùng. Có thể được hiểu rằng cảm biến lực có thể được tạo cấu hình để thu thập nhiều loại đầu vào khác nhau của người dùng.

Theo một số phương án, cảm biến áp suất có thể được thực hiện nhờ sử dụng điện trở được làm từ vật liệu nhạy biến dạng (strain-sensitive) mà được gọi là điện trở biến dạng sau đây. (Trong cơ học, biến dạng được định nghĩa là sự biến dạng được tạo ra khi áp lực được đặt lên thành phần vật liệu nhỏ. Biến dạng có thể được gọi theo cách khác là biến dạng trên mỗi đơn vị chiều dài. Biến dạng là đại lượng không có thứ nguyên). Loại điện trở này là điện trở mà trị số trở kháng của nó thay đổi theo sự biến dạng. Ví dụ, khi lực bên ngoài được đặt trực tiếp hoặc gián tiếp lên điện trở, biến dạng của điện trở thay đổi. Do đó, trị số trở kháng của điện trở này có thể thay đổi để đáp lại biến dạng hoặc lực bên ngoài. Sự thay đổi cụ thể của trị số trở kháng của điện trở này có thể được đo nhờ sử dụng mạch cầu (Bridge Circuit).

Fig.4 là sơ đồ của mạch cầu. Mạch cầu là mạch cầu đầy đủ (Full Bridge Circuit). Mạch cầu này bao gồm hai nhánh với bốn tay cầu (Bridge Arm or Bridge Leg), và mỗi trong số R1, R2, R3, và R4 được bố trí trên một tay cầu. Nhánh thứ nhất bao gồm các điện trở R1 và R3, và nhánh thứ hai bao gồm các điện trở R2 và R4. Nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai. Các điện trở R1 và R3 được kết nối nối tiếp, và các điện trở R2 và R4 được kết nối nối tiếp. Ở đây, U_i là điện áp nguồn không đổi; các điện trở R2 và R3 là các điện trở biến dạng, và được làm từ vật liệu nhạy biến dạng; các điện trở R1 và R4 các điện trở trị số cố định, tức là, trị số trở kháng của R1 và trị số trở kháng của R4 về cơ bản không thay đổi theo sự biến dạng; U_o là điện áp đầu ra. Vật liệu nhạy biến dạng nói chung là vật liệu có hệ số nhạy biến dạng tương đối lớn. Hệ số nhạy biến dạng (Gauge Factor) còn được gọi là hệ số biến dạng, hệ số nhạy biến dạng, thừa số nhạy biến dạng, hoặc hệ số nhạy đo biến dạng. Ví dụ, vật liệu nhạy biến dạng có thể là vật liệu gốc cacbon, vật liệu ôxit, hoặc vật liệu bán dẫn. Các hệ số

nhảy biến dạng của các vật liệu này đa phần lớn hơn 100. Khi lực được đặt trực tiếp hoặc gián tiếp lên điện trở được làm từ vật liệu có hệ số nhảy biến dạng tương đối lớn, sự thay đổi trị số trở kháng của điện trở là tương đối rõ ràng.

Điện áp đầu ra U_o có thể thu được bằng cách đo nhờ sử dụng công cụ chẳng hạn như đa năng kế hoặc dao động kế. Trong mạch của sản phẩm thiết bị đầu cuối thực tế, điện áp đầu ra U_o có thể thu được trực tiếp bằng cách đọc nhờ sử dụng mạch chuyên dụng và thành phần chuyên dụng.

Tương tự, điện áp đầu ra U_o có thể thu được bằng cách tính toán nhờ sử dụng công thức:

$$U_o = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_3} \right) U_i \quad (1)$$

Giả sử rằng trị số trở kháng của R_2 và trị số trở kháng của R_3 đều thay đổi bởi ΔR . Công thức (1) có thể thay đổi thành:

$$U_o = \left(\frac{R_2 + \Delta R}{R_2 + \Delta R + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_3 + \Delta R} \right) U_i \quad (2)$$

Giả sử rằng các trị số trở kháng ban đầu của tất cả các điện trở R_1 , R_2 , R_3 , và R_4 là R_0 . Trong trường hợp này,

$$U_o = \left(\frac{\Delta R}{2R_0 + \Delta R} \right) U_i \quad (3)$$

Do đó, mối tương quan giữa U_o và ΔR có thể thu được:

$$\frac{\Delta R}{R_0} = \frac{2U_o}{U_i - U_o} \quad (4)$$

Do U_i , U_o , và R_0 là các trị số đã biết hoặc có thể thu được bằng cách đo, nên ΔR có thể thu được, tức là, sự thay đổi của các trị số trở kháng mà được tạo ra do các sự biến dạng trên các điện trở R_2 và R_3 .

Do R_2 và R_3 được làm từ vật liệu nhảy biến dạng, nên mối tương quan sau đây thường tồn tại:

$$\Delta R / R_0 = S * \varepsilon$$

Ở đây, S là hệ số nhạy biến dạng (Gauge Factor) mà còn được gọi là hệ số biến dạng, hệ số nhạy biến dạng, thừa số nhạy biến dạng, hoặc hệ số nhạy đo biến dạng, S của vật liệu kim loại nói chung là từ 1,8 đến 3,6, và S của vật liệu bán dẫn nói chung là lớn hơn 100. Có thể thấy được rằng độ nhạy của vật liệu bán dẫn cao hơn nhiều so với độ nhạy của vật liệu kim loại. ε là độ biến dạng. Độ biến dạng ε tỷ lệ với lực F được đặt lên điện trở. Độ biến dạng ε lớn hơn chỉ báo lực F lớn hơn được đặt lên điện trở.

Do đó, như được thể hiện trên Fig.6, mối tương quan trị số có thể được thiết lập giữa điện áp đầu ra U_o và lực F , để thực hiện cảm biến áp suất. Trên Fig.6(1), thể hiện ngón tay của người dùng ấn màn hình. Biến dạng được tạo ra cho màn hình. Biến dạng được truyền đến điện trở. Do đó, trị số trở kháng của điện trở thay đổi, và sự cân bằng cầu ban đầu bị phá vỡ. Điện áp đầu ra U_o thay đổi. Fig.6(2) thể hiện dưới dạng phác thảo mối tương quan giữa điện áp đầu ra U_o và lực F .

Trong trường hợp biến dạng tương tự, hệ số nhạy biến dạng lớn hơn của vật liệu chỉ báo sự thay đổi lớn hơn của trị số trở kháng. Do đó, nếu điện trở được làm từ vật liệu có hệ số nhạy biến dạng lớn hơn, thì khi lực bên ngoài được đặt trên màn hình, sự thay đổi trị số trở kháng của điện trở là lớn hơn, và kết quả đo thu được của lực bên ngoài là chính xác hơn.

Theo một số phương án, mạch cầu bao gồm mạch nửa cầu (Half Bridge Circuit) và mạch cầu đầy đủ (Full Bridge Circuit). Mạch này được thể hiện trên Fig.4 là mạch cầu đầy đủ. Fig.5 là sơ đồ của mạch nửa cầu. Mạch nửa cầu được thể hiện trên Fig.5 còn được gọi là cầu Wheatstone (Wheatstone bridge), cầu Wheatstone, cầu Wheatstone, hoặc cầu một tay. Phần sau đây có thể thu được bằng cách tính toán:

$$U_o = \left(\frac{\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R} \right) U_i \quad (5)$$

Mối tương quan giữa U_o và ΔR có thể được tính toán nhờ sử dụng công thức (5).

Theo một số phương án, tính toán có thể được đơn giản hóa. Nói chung, $\Delta R \ll R_0$. Do đó, công thức (5) có thể được đơn giản hóa để thu được:

$$U_o \approx \left(\frac{\Delta R}{4R_o}\right)U_i \quad (6)$$

Phương án của sáng chế đề xuất thiết bị điện tử. Thiết bị điện tử là màn hình có cảm biến áp suất. Fig.7 là sơ đồ cấu trúc của màn hình có cảm biến áp suất. Màn hình 104 bao gồm bề mặt trên cùng 1041 và bề mặt đáy 1042. Bề mặt trên cùng 1041 và bề mặt đáy 1042 là hai bề mặt đối diện với nhau. Nếu màn hình là màn hình LCD, thì bề mặt đáy 1042 có thể là môđun chiếu sáng ngược. Nếu màn hình là màn hình OLED, thì bề mặt đáy 1042 có thể là nền thủy tinh TFT. Màn mỏng 202 được bố trí trên bề mặt đáy của màn hình 104. Màn mỏng 202 có thể là mạch in linh hoạt (Flexible Printed Circuit, viết tắt là FPC), vật liệu polyetylen terephthalat (Polyetylen Terephthalate, viết tắt là PET), hoặc tương tự. Mạng cầu 204 được bố trí trên màn mỏng 202. Một số vùng màn mỏng 202 được dính kết vào bề mặt đáy 1042, và một số vùng màn mỏng 202 không được dính kết vào bề mặt đáy 1042. Mạng cầu 204 là mạng bao gồm nhiều mạch cầu. Cụ thể là, chất kết dính quang học trong suốt (Optically Clear Adhesive, viết tắt là OCA) có thể được sử dụng để dính kết. Chất kết dính quang học trong suốt này là chất dính kết trong suốt.

Để mô tả giải pháp này rõ ràng hơn, Fig.8 là sơ đồ phóng to cục bộ của Fig.7. Như được thể hiện trên Fig.8, 2041 là mạch cầu thứ nhất, 2042 là mạch cầu thứ hai, và 2043 là mạch cầu thứ ba. Theo một số phương án, 2041, 2042, và 2043 có thể là các mạch cầu được thể hiện trên Fig.4. Theo một số phương án khác, 2041, 2042, và 2043 có thể là các mạch cầu được thể hiện trên Fig.5. Có thể được hiểu rằng theo một số phương án khác, 2041, 2042, và 2043 có thể là sự kết hợp của các mạch cầu được thể hiện trên Fig.4 và các mạch cầu được thể hiện trên Fig.5. Ví dụ, 2041 là mạch cầu được thể hiện trên Fig.4, và 2042 và 2043 là các mạch cầu được thể hiện trên Fig.5. Phần mô tả được đưa ra sau đây nhờ sử dụng ví dụ trong đó 2041, 2042, và 2043 là các mạch cầu được thể hiện trên Fig.4. Theo một ví dụ về mạch cầu thứ nhất 2041, cách kết nối của các điện trở R1, R2, R3, và R4 giống với cách kết nối của mạch cầu được thể hiện trên Fig.4. Mỗi trong số các điện trở R1, R2, R3, và R4 có thể là điện trở được làm từ vật liệu nhảy biến dạng. Các vùng trên màn mỏng 202 trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí được dính kết vào màn hình 104, và các vùng trên màn mỏng 202 trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào màn

hình 104. Một số vùng gần các điện trở R1 và R4 được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Khi lực được đặt trực tiếp hoặc gián tiếp lên màng mỏng 202, do các vùng trên màng mỏng 202 trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí được dính kết vào màn hình 104, nên biến dạng trên màng mỏng 202 được truyền đến các điện trở R2 và R3. Do đó, các trị số trở kháng của các điện trở R2 và R3 thay đổi. Do các vùng trên màng mỏng 202 trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào màn hình 104, và các vùng gần các điện trở R1 và R4 được tạo rãnh hoặc được tạo lõm, về cơ bản, biến dạng trên màng mỏng 202 không được truyền đến các điện trở R1 và R4. Do đó, về cơ bản, các trị số trở kháng của các điện trở R1 và R4 không thay đổi. Tương tự, việc thiết đặt các điện trở trên mạch cầu khác là giống với giải pháp này. Để mô tả giải pháp này rõ ràng hơn, Fig.9 là sơ đồ phóng to cục bộ của Fig.8, và 206 chỉ báo các vùng được tạo rãnh hoặc tạo lõm. Một số vùng gần điện trở R1 và một số vùng gần điện trở R4 được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Cách thực hiện có thể còn được thể hiện trên Fig.10. Do điện trở được bố trí trên màng mỏng, nên điện trở được dính kết vào màn hình. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rằng vùng trên màng mỏng trong đó điện trở được bố trí được dính kết vào màn hình.

Theo một số phương án, R2 và R3 có thể là các điện trở được làm từ các vật liệu có cùng hệ số nhạy biến dạng, và R1 và R4 có thể là các điện trở trị số cố định. Các vùng trên màng mỏng 202 trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí được dính kết vào màn hình 104, và các vùng trên màng mỏng 202 trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào màn hình 104. Khi lực được đặt trực tiếp hoặc gián tiếp lên màng mỏng 202, biến dạng trên màng mỏng được truyền đến các điện trở R1, R2, R3, và R4. Các trị số trở kháng của các điện trở R2 và R3 thay đổi theo sự biến dạng, và các trị số trở kháng của các điện trở R1 và R4 không thay đổi theo sự biến dạng do các điện trở R1 và R4 là các điện trở trị số cố định. Theo một số phương án khác, hơn nữa, một số vùng gần các điện trở R1 và R4 được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Tương tự, trong mạch cầu khác, vùng trên màng mỏng trong đó điện trở được làm từ vật liệu nhạy biến dạng được bố trí được dính kết vào bề mặt đáy của môđun màn hình, và vùng trên màng mỏng trong đó điện trở trị số cố định được bố trí không được dính kết vào môđun màn hình. Hơn nữa, một số vùng gần điện trở trị số cố định có thể được tạo rãnh hoặc được tạo lõm.

Như được thể hiện trên Fig.11, phần mô tả được đưa ra nhờ sử dụng ví dụ trong

đó R1, R2, R3, và R4 được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng. Khi lực bên ngoài được đặt lên màn hình 104, ví dụ, ngón tay của người dùng ấn màn hình 104, sự biến dạng nhỏ được tạo ra cho màn hình 104, và theo đó, biến dạng được tạo ra cho màng mỏng 202. Do các điện trở R2 và R3 được dính kết vào môđun màn hình, nên sự biến dạng nhỏ có thể được truyền đến các điện trở R2 và R3. Biến dạng trên màng mỏng 202 không được truyền đến các điện trở R1 và R4 do các điện trở R1 và R4 không được dính kết vào môđun màn hình và một số vùng gần các điện trở R1 và R4 được tạo lõm. Do đó, các trị số trở kháng của các điện trở R2 và R3 thay đổi theo sự biến dạng, và các trị số trở kháng của các điện trở R1 và R4 về cơ bản không thay đổi. Theo giải pháp nêu trên, mối tương quan giữa điện áp đầu ra U_o và lực F có thể thu được, để xác định thao tác người dùng theo lực F . Ví dụ, nếu lực đặt vào bởi người dùng là tương đối lớn, thì ảnh được xem bởi người dùng có thể được phóng to; nếu lực đặt vào bởi người dùng là tương đối nhỏ, thì nhạc đang được phát bởi người dùng có thể được tạm dừng.

Theo một số phương án, màng mỏng có thể được phủ bằng đồng, để sự biến dạng nhỏ trên màn hình có thể có thể được truyền đến điện trở được dính kết tốt hơn. Theo cách này, biến dạng trên điện trở được dính kết vào màng mỏng có thể về cơ bản giống với biến dạng trên màn hình. Bề mặt trước hoặc bề mặt sau của màng mỏng này có thể được phủ bằng đồng.

Theo một số phương án, vùng trên màng mỏng 402 trong đó điện trở không được dính kết được bố trí không được phủ bằng đồng. Như được thể hiện trên Fig.12, sau khi màng mỏng 402 được phủ đều bằng đồng 404 (mà được thể hiện trên vùng tối được gạch chéo và không bao gồm vùng được tạo rãnh hoặc tạo lõm 406), việc loại bỏ đồng được thực hiện trên vùng trên màng mỏng 402 trong đó điện trở không được dính kết được bố trí. Ví dụ, đồng trong các vùng màng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí được loại bỏ theo cách ăn mòn hoặc tương tự. Theo cách này, vùng trên màng mỏng 402 trong đó điện trở không được dính kết được bố trí không được phủ bằng đồng. Các điện trở R1, R2, R3, và R4 được thể hiện trên Fig.12 là các điện trở được bao gồm trong mạch cầu. Nhiều mạch cầu có thể được bố trí trên màng mỏng 402. Nhiều mạch cầu tạo ra mảng cầu. Thiết đặt của mạch cầu khác là giống với thiết đặt của mạch cầu với đánh dấu ở góc trên bên trái của hình vẽ. Theo giải pháp này, biến dạng trên điện trở được dính kết vào màn hình có thể được tăng cường, và biến dạng có thể trên

điện trở không được dính kết có thể được giảm.

Ngoài đồng ra, màng mỏng có thể được phủ theo cách khác bởi vật liệu có môđun Young tương đối lớn. Môđun đàn hồi còn được gọi là môđun Young (Young's modulus). Việc phủ đồng lên màng mỏng là công nghệ tiên tiến và thường được sử dụng, và có hiệu quả tương đối tốt. Bảng 1 đưa ra các môđun Young của các vật liệu khác nhau. Nói chung, vật liệu mà môđun Young của nó lớn hơn 30 có thể được lựa chọn.

Bảng 1 Các môđun Young của các vật liệu khác nhau

Vật liệu	Môđun Young (E)/GPa
Magiê	45
Thủy tinh	71,7
Nhôm	69
Đồng	103-124
Titan	105-120
Nhựa gia cố sợi cacbon	150
Hợp kim và thép	190-210

Nếu màng mỏng được phủ bởi vật liệu khác có môđun Young tương đối lớn, thì loại bỏ đồng được thực hiện trên một số vùng trên màng mỏng theo giải pháp sau cũng có thể được hiểu là loại bỏ vật liệu có môđun Young tương đối lớn mà phủ màng mỏng. Có thể được hiểu rằng loại bỏ đồng theo cách ăn mòn hoặc tương tự là cách để thực hiện mà vùng màng trong đó điện trở không được dính kết được bố trí không được phủ bằng đồng.

Theo một số phương án khác, như được thể hiện trên Fig.13, sau khi màng mỏng 502 được phủ bằng đồng 504 (mà được thể hiện trên vùng tối được gạch chéo), việc loại bỏ đồng được thực hiện trên các vùng trong đó các điện trở không dính kết R1 và R4 được bố trí và các vùng gần các điện trở không dính kết R1 và R4, tức là, vùng 508 là vùng mà không được phủ bằng đồng, để giảm hơn nữa các biến dạng có thể tạo ra cho các điện trở R1 và R4. Ở đây, 506 là vùng được tạo rãnh hoặc tạo lõm. Cách tạo rãnh hoặc tạo lõm có thể được thể hiện trên Fig.10.

Theo phương án trên, do sự không chính xác của công nghệ chế tạo, nên các biến dạng cực nhỏ có thể được tạo ra cho R1 và R4 không dính kết. Theo một số phương án, để tách biệt các biến dạng trên R1 và R4 khỏi các biến dạng trên R2 và R3 tốt hơn, vùng trong đó điện trở không được dính kết được bố trí và một số vùng gần điện trở không được dính kết có thể được tạo rãnh hoặc được tạo lõm, để kết quả đo của lực chính xác hơn.

Theo một số phương án khác, các điện trở trong cùng một mạch cầu có thể được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, và có thể được bố trí gần nhau nhất có thể, để nhiệt độ của các điện trở trong cùng mạch cầu là giống nhau hoặc thay đổi nhiệt độ của các điện trở trong cùng mạch cầu về cơ bản là giống nhau. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.12 và Fig.13, các điện trở R1, R2, R3, và R4 được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, và được bố trí trên màng mỏng gần nhau nhất có thể, để giảm chênh lệch nhiệt độ giữa các điện trở.

Nếu cách kết nối của các mạch cầu 2041, 2042, và 2043 là cách kết nối được thể hiện trên Fig.5, thì cách xử lý điện trở R2 trên Fig.5 là giống với cách xử lý các điện trở R2 và R3 trên Fig.4, và cách xử lý các điện trở R1, R3, và R4 trên Fig.5 là giống với cách xử lý các điện trở R1 và R4 trên Fig.4.

Mạch cầu trên màng mỏng có thể được thể hiện trên Fig.4 hoặc Fig.5. Một cách tương ứng, cách tạo rãnh có thể được thể hiện trên Fig.14. Cách tạo rãnh của mạch cầu đầy đủ trên Fig.4 được thể hiện trên Fig.14(3) và Fig.14(4). Trên Fig.14(3), 6023 chỉ báo vùng được tạo rãnh, và điện trở trong vùng được tạo rãnh, ví dụ, điện trở R3, không được dính kết vào màn hình; 6043 chỉ báo các điện trở mà được dính kết vào màn hình, ví dụ, các điện trở R2 và R3. Trên Fig.14(4), 6024 chỉ báo vùng được tạo rãnh, và điện trở trong vùng được tạo rãnh, ví dụ, điện trở R2 hoặc R3, không được dính kết vào màn hình; 6044 chỉ báo các điện trở mà được dính kết vào màn hình, ví dụ, các điện trở R1 và R4. Cách tạo rãnh của mạch nửa cầu được thể hiện trên Fig.5 được thể hiện trên Fig.14(2). Ở đây, 6022 chỉ báo vùng được tạo rãnh, và điện trở trong vùng được tạo rãnh, ví dụ, điện trở R1, R2, hoặc R4, không được dính kết vào màn hình; 6042 chỉ báo điện trở mà được dính kết vào màn hình, ví dụ, điện trở R3. Trên Fig.14(1), 6021 chỉ báo vùng được tạo rãnh, và điện trở trong vùng được tạo rãnh, ví dụ, điện trở R3, không được dính kết vào màn hình; 6041 chỉ báo các điện trở mà được dính kết vào màn hình, ví dụ, các điện trở R1, R2, và R4;

mạch này thuộc về mạch cầu đầy đủ, tức là, mạch với ba điện trở biến dạng. Các điện trở mà được dính kết vào màn hình có thể được làm từ các vật liệu về cơ bản với cùng một hệ số nhạy biến dạng.

Theo giải pháp trên, sau khi các điện trở được bố trí trên màng mỏng và màng mỏng này được phủ bằng đồng, độ dày của màng mỏng xấp xỉ 0,1 milimet. Theo cách này để thực hiện cảm biến áp suất, không cần thiết phải bổ sung bảng chịu lực và sử dụng bảng chịu lực làm cấu trúc chịu lực bổ sung, để làm giảm độ dày cảm biến áp suất. Do bảng chịu lực không cần được bổ sung, nên chi phí vật liệu và chi phí chế tạo có thể được làm giảm hơn nữa trong pha lắp ráp tiếp theo.

Khi màn hình OLED được bố trí trong thiết bị đầu cuối, nói chung, bọt xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, để bảo vệ điôt phát quang hữu cơ của màn hình OLED. Đối với giải pháp trong đó bọt xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, màng mỏng bao gồm màng cầu có thể được bố trí bên dưới bọt xốp. Phương án của sáng chế đề xuất thiết bị điện tử. Thiết bị điện tử này là màn hình OLED có cảm biến áp suất. Như được thể hiện trên Fig.15, màn hình OLED 702 bao gồm bề mặt trên 7201 và bề mặt đáy 7022. Bề mặt đáy của màn hình OLED 702 có thể là nền thủy tinh TFT. Bề mặt trên 7201 là bề mặt đối diện với bề mặt đáy 7022. Bọt xốp 704 được bố trí trên bề mặt đáy 7022 của màn hình OLED 702, để bảo vệ điôt phát quang hữu cơ của màn hình OLED. Màng mỏng 706 được bố trí bên dưới bọt xốp 704. Màng mỏng có thể được làm từ vật liệu chẳng hạn như FPC hoặc PET. Màng cầu được bố trí trên màng mỏng 706. Ở đây, 708 chỉ báo mạch cầu trong màng cầu. Cách kết nối của mỗi mạch cầu có thể được thể hiện trên Fig.4 hoặc Fig.5. Phần mô tả được đưa ra sau đây nhờ sử dụng ví dụ trong đó cách kết nối của mạch cầu 708 là cách kết nối được thể hiện trên Fig.4. Các điện trở R1, R2, R3, và R4 có thể được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, tức là, các trị số trở kháng của các điện trở R1, R2, R3, và R4 thay đổi theo sự biến dạng. Một số vùng màng mỏng 706 được dính kết vào bọt xốp 704, và một số vùng màng mỏng 202 không được dính kết vào bọt xốp 704. Theo một số phương án, các vùng trên màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào bọt xốp, và các vùng trên màng mỏng trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí được dính kết vào bọt xốp. Theo một số phương án khác, các vùng trên màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào bọt xốp, và các vùng trên màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 không được bố trí được dính kết vào bọt xốp. Các

vùng trong đó các điện trở R1 và R4 không được bố trí có thể bao gồm các vùng trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí và vùng trong đó không điện trở nào được bố trí. Ví dụ, các vùng màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào bọt xốp 704; và các vùng trên màng mỏng 706 khác được dính kết vào bọt xốp 704, bao gồm các vùng trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí. Do điện trở được bố trí trên màng mỏng, nên điện trở này được dính kết vào bọt xốp. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rằng vùng trên màng mỏng trong đó điện trở được bố trí được dính kết vào bọt xốp.

Theo một số phương án, các điện trở R2 và R3 được làm từ cùng một vật liệu nhảy biến dạng, và các điện trở R1 và R4 là các điện trở trị số cố định, tức là, các trị số trở kháng của các điện trở R1 và R4 không thay đổi theo sự biến dạng. Một số vùng màng mỏng 706 được dính kết vào bọt xốp 704, và một số vùng màng mỏng 706 không được dính kết vào bọt xốp 704. Theo một số phương án, vùng trên màng mỏng trong đó điện trở trị số cố định được bố trí không được dính kết vào bọt xốp, và vùng trên màng mỏng trong đó điện trở được làm từ vật liệu nhảy biến dạng được bố trí được dính kết vào bọt xốp này. Theo một số phương án khác, vùng trên màng mỏng trong đó điện trở trị số cố định được bố trí không được dính kết vào bọt xốp, và vùng trên màng mỏng trong đó điện trở trị số cố định không được bố trí được dính kết vào bọt xốp này. Vùng trong đó điện trở trị số cố định không được bố trí có thể bao gồm vùng trong đó điện trở được làm từ vật liệu nhảy biến dạng được bố trí và vùng trong đó không điện trở nào được bố trí. Ví dụ, các vùng màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được dính kết vào bọt xốp 704; và các vùng trên màng mỏng 706 khác được dính kết vào bọt xốp 704, bao gồm các vùng trong đó các điện trở R2 và R3 được bố trí.

Bề mặt trước hoặc bề mặt sau của màng mỏng 706 được phủ bằng đồng 710 (vùng tối được thể hiện trên hình vẽ). Việc loại bỏ đồng được thực hiện trên các vùng trên màng mỏng 706 trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí. Cách loại bỏ đồng về cơ bản giống với cách theo phương án được mô tả trên Fig.12. Như được thể hiện trên Fig.15, nền của các điện trở R1 và R4 là màu trắng, và không thuộc về vùng tối chỉ báo đồng 710.

Theo giải pháp kỹ thuật được thể hiện trên Fig.15, các vùng màng mỏng trong

đó các điện trở R2 và R3 được bố trí được phủ bằng đồng và được dính kết vào bột xốp, và các vùng màng mỏng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí không được phủ bằng đồng và không được dính kết vào bột xốp. Do đó, khi lực được đặt trên màn hình OLED, biến dạng trên màn hình OLED có thể được truyền đến các điện trở R2 và R3, và về cơ bản không thể được truyền đến các điện trở R1 và R4. Theo cách này, các biến dạng trong các vùng khác nhau trên màng là khác nhau. Một cách tương ứng, các trị số trở kháng của các điện trở trong các vùng khác nhau trên màng này thay đổi khác nhau. Lực đặt vào bởi người dùng trên màn hình OLED có thể được phát hiện theo sự khác biệt. Ví dụ, lực F có lớn hơn ngưỡng được phát hiện hay không, hoặc lực F có nhỏ hơn ngưỡng được phát hiện hay không. Thiết bị đầu cuối có thể thực hiện các thao tác khác nhau theo lực.

Theo một số phương án, vùng được loại bỏ đồng không hoàn toàn bằng các vùng mà được chiếm bởi các điện trở R1 và R4 trên màng. Như được thể hiện trên Fig.16, màng mỏng 802 được phủ bằng đồng 804 (vùng tối được thể hiện trên hình vẽ), và vùng được loại bỏ đồng bao gồm các vùng mà được chiếm bởi các điện trở R1 và R4 trên màng mỏng và các vùng gần các điện trở R1 và R4. Vùng 806 là vùng mà không được phủ bằng đồng. Trong trường hợp này, vùng 806 có thể chỉ báo vùng mà không được dính kết vào bột xốp.

Theo một số phương án khác, một số vùng gần các điện trở R1 và R4 có thể được tạo rãnh hoặc được tạo lõm. Cách tạo rãnh hoặc tạo lõm là giống với giải pháp được mô tả theo các phương án của Fig.7 đến Fig.10. Theo một số phương án khác, đối với vùng được loại bỏ đồng và vùng được tạo rãnh, cách thực hiện có thể được thể hiện trên Fig.12 trong đó việc loại bỏ đồng được thực hiện trên các vùng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí và 406 là vùng được tạo rãnh hoặc tạo lõm; hoặc có thể được thể hiện trên Fig.13 trong đó 508 là vùng được loại bỏ đồng và 506 là vùng được tạo rãnh hoặc tạo lõm. Các vùng được loại bỏ đồng 508 bao gồm các vùng trong đó các điện trở R1 và R4 được bố trí và các vùng gần các điện trở R1 và R4.

Theo một số phương án khác, các điện trở trong cùng một mạch cầu có thể được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, và có thể được bố trí gần nhau nhất có thể, để nhiệt độ của các điện trở này trong cùng mạch cầu là giống nhau hoặc thay đổi nhiệt độ của các điện trở này trong cùng mạch cầu về cơ bản là giống

nhau. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.15 và Fig.16, các điện trở R1, R2, R3, và R4 được làm từ cùng một vật liệu nhạy biến dạng, và được bố trí trên màng mỏng gần nhau nhất có thể, để giảm chênh lệch nhiệt độ giữa các điện trở.

Nếu cách kết nối của các mạch cầu 708 là cách kết nối được thể hiện trên Fig.5, thì cách xử lý điện trở R2 trên Fig.5 là giống với cách xử lý các điện trở R2 và R3 trên Fig.4, và cách xử lý các điện trở R1, R3, và R4 trên Fig.5 là giống với cách xử lý các điện trở R1 và R4 trên Fig.4.

Theo giải pháp trên, sau khi các điện trở được bố trí trên màng mỏng và màng mỏng này được phủ bằng đồng, độ dày của màng mỏng xấp xỉ 0,1 milimet. Theo cách này để thực hiện cảm biến áp suất, không cần thiết phải bổ sung bảng chịu lực và sử dụng bảng chịu lực làm cấu trúc chịu lực bổ sung, để làm giảm độ dày cảm biến áp suất. Do bảng chịu lực không cần được bổ sung, nên chi phí vật liệu và chi phí chế tạo có thể được làm giảm hơn nữa trong giai đoạn lắp ráp tiếp theo.

Như được thể hiện trên Fig.17, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối bao gồm màn hình được mô tả theo phương án tương ứng với Fig.7, Fig.12, Fig.13, Fig.15, hoặc Fig.16. Để dễ mô tả, cấu trúc cụ thể của màn hình không được thể hiện trên Fig.17. Thay vào đó, phần mô tả được đưa ra nhờ sử dụng 912 để chỉ báo mảng cầu của màn hình. Mảng cầu bao gồm nhiều mạch cầu. Hai mạch cầu được dùng làm ví dụ trên hình vẽ. Nguồn cấp điện tới mảng cầu 912. Theo một ví dụ trong đó mạch cầu được kết nối theo cách trên Fig.4, trước khi người dùng ấn màn hình nhờ sử dụng ngón tay hoặc bút điều khiển cảm ứng, cầu ở trạng thái cân bằng, và điện áp đầu ra U_o là 0. Khi người dùng ấn màn hình nhờ sử dụng ngón tay hoặc bút điều khiển cảm ứng, biến dạng trên màn hình được truyền đến các điện trở R2 và R3. Các trị số trở kháng của các điện trở R2 và R3 thay đổi theo sự biến dạng, và các trị số trở kháng của các điện trở R1 và R4 về cơ bản không thay đổi. Trong trường hợp này, cân bằng cầu bị phá vỡ, và điện áp đầu ra U_o thay đổi và không bằng 0. Nói chung, điện áp đầu ra U_o của mạch cầu là tương đối nhỏ và khó thu được bằng cách đo trực tiếp. Do đó, điện áp đầu ra thường được phóng to nhờ sử dụng bộ khuếch đại; nhiều được lọc ra nhờ sử dụng mạch lọc; và sau đó điện áp đầu ra được đo. Theo phần mô tả trên theo phương án này, lực đặt vào bởi người dùng trên màn hình có thể thu được bằng cách tính toán, để xác định thao tác người dùng theo lực F.

Ví dụ, nếu lực đặt vào bởi người dùng là tương đối lớn, thì ảnh được xem bởi người dùng có thể được phóng to; nếu lực đặt vào bởi người dùng là tương đối nhỏ, thì nhạc đang được phát bởi người dùng có thể được tạm dừng.

Theo một số phương án, bộ khuếch đại 904 và bộ khuếch đại 908 có thể là bộ khuếch đại giống nhau, và mạch lọc 906 và mạch lọc 910 có thể là mạch lọc giống nhau. Điều này không giới hạn ở sáng chế.

Cần lưu ý rằng thiết bị điện tử được đề xuất theo phương án này của sáng chế có thể là màn hình có cảm biến áp suất. Chắc chắn, màn hình này có thể còn có chức năng điều khiển cảm ứng. Ví dụ, lớp cảm ứng được tích hợp trong màn hình LCD hoặc màn hình OLED. Ví dụ, lớp cảm ứng có thể là màng ôxit thiếc indium (Indium Tin Oxide, viết tắt là ITO). Theo cách này, màn hình là màn hình mà có thể phát hiện cả thao tác chạm và thao tác ấn của người dùng.

Cuối cùng, cần lưu ý rằng các phương án nêu trên chỉ nhằm mục đích mô tả các ví dụ của các giải pháp kỹ thuật của sáng chế mà không giới hạn sáng chế. Mặc dù sáng chế và các lợi ích của nó được mô tả chi tiết dựa vào các phương án trên, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng họ vẫn có thể tạo ra các cải biến của các giải pháp kỹ thuật được mô tả theo các phương án nêu trên hoặc thực hiện các sự thay thế tương đương tới một số dấu hiệu kỹ thuật của nó, mà không trệtch khỏi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị điện tử, trong đó thiết bị điện tử này bao gồm màn hình điôt phát sáng hữu cơ (OLED, organic light-emitting diode), bọt xốp, và màng, trong đó:

bọt xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, và màng được bố trí bên dưới bọt xốp;

nhiều mạch cầu được bố trí trên màng, mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai, và nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai, trong đó nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba, nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư, đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ hai, đầu thứ hai của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ ba, đầu thứ hai của điện trở thứ hai được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ tư, và đầu thứ hai của điện trở thứ ba được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ tư, và nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng này;

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào bọt xốp, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp này, trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất, và hệ số nhạy biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100; và

vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, trong đó các môđun Young của vật liệu chuyển tiếp biến dạng này lớn hơn 30.

2. Thiết bị điện tử theo điểm 1, trong đó:

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào bọt xốp này, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp, trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất cụ thể là:

điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được dính kết vào bọt xốp, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư không được dính kết vào bọt xốp; và

vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng cụ thể là: các vùng màng trong đó điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và các vùng màng trong đó điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng.

3. Thiết bị điện tử theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào bọt xốp, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp này, trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất cụ thể là:

điện trở thứ hai được dính kết vào bọt xốp, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư không được dính kết vào bọt xốp; và

vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng cụ thể là:

vùng màng trong đó điện trở thứ hai được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và các vùng màng trong đó điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng.

4. Thiết bị điện tử theo điểm 1, trong đó một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được tạo rãnh hoặc được tạo lỗm.

5. Thiết bị điện tử theo điểm 1, trong đó vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng.

6. Thiết bị điện tử theo điểm 1, trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất.

7. Thiết bị điện tử, trong đó thiết bị điện tử bao gồm màn hình và màng, trong đó:

màng này được bố trí bên dưới màn hình;

nhiều mạch cầu được bố trí trên màng này, mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai, và nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai, trong đó nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba, nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư, đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ hai, đầu thứ hai của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ ba, đầu thứ hai của điện trở thứ hai được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ tư, và đầu thứ hai của điện trở thứ ba được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ tư, và nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng này;

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào màn hình, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào màn hình này, trong đó điện trở mà được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất, và hệ số nhảy biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100; và

một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào màn hình được tạo rãnh hoặc được tạo lõm,

trong đó vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào màn hình được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào màn hình được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, trong đó mô đun Young của vật liệu chuyển tiếp biến dạng này lớn hơn 30.

8. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó:

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào màn hình, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào màn hình này, trong đó điện trở mà được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất cụ thể là:

điện trở thứ hai và điện trở thứ ba được dính kết vào màn hình, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư không được dính kết vào màn hình; và

một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào màn hình được tạo rãnh hoặc được tạo lõm cụ thể là: một số vùng màng gần điện trở thứ nhất và điện trở thứ tư được tạo rãnh hoặc được tạo lõm.

9. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó:

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc điện trở thứ tư được dính kết vào màn hình, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào màn hình này, trong đó điện trở mà được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất cụ thể là:

điện trở thứ hai được dính kết vào màn hình, và được làm từ vật liệu thứ nhất, và điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư không được dính kết vào màn hình; và

một số vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào màn hình được tạo rãnh hoặc được tạo lõm cụ thể là:

một số vùng màng gần điện trở thứ nhất, điện trở thứ ba, và điện trở thứ tư được tạo rãnh hoặc được tạo lõm.

10. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó vùng màng gần điện trở mà không được dính kết vào màn hình không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng.

11. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó điện trở mà không được dính kết vào màn hình được làm từ vật liệu thứ nhất.

12. Thiết bị đầu cuối di động, trong đó thiết bị đầu cuối di động này bao gồm: nguồn cấp, và thiết bị điện tử, trong đó thiết bị điện tử này bao gồm màn hình điôt phát sáng hữu cơ (OLED), bọt xốp, và màng;

bọt xốp được bố trí bên dưới màn hình OLED, và màng được bố trí bên dưới bọt xốp;

nhiều mạch cầu được bố trí trên màng, mỗi mạch cầu bao gồm nhánh thứ nhất và nhánh thứ hai, và nhánh thứ nhất được kết nối song song với nhánh thứ hai, trong đó nhánh thứ nhất bao gồm điện trở thứ nhất và điện trở thứ ba, nhánh thứ hai bao gồm điện trở thứ hai và điện trở thứ tư, đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ hai, đầu thứ hai của điện trở thứ nhất được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ ba, đầu thứ hai của điện trở thứ hai được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ tư, và đầu thứ hai của điện trở thứ ba được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ tư, và nhiều mạch cầu được bố trí ở cùng phía của màng này;

ít nhất một trong số điện trở thứ nhất, điện trở thứ hai, điện trở thứ ba, hoặc

điện trở thứ tư được dính kết vào bọt xốp, và ít nhất một điện trở không được dính kết vào bọt xốp này, trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được làm từ vật liệu thứ nhất, và hệ số nhạy biến dạng của vật liệu thứ nhất này lớn hơn 100; và

vùng màng trong đó điện trở mà được dính kết vào bọt xốp được bố trí được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, và vùng màng trong đó điện trở mà không được dính kết vào bọt xốp được bố trí không được phủ bởi vật liệu chuyển tiếp biến dạng, trong đó môđun Young của vật liệu chuyển tiếp biến dạng này lớn hơn 30;

trong đó nguồn cấp cấp điện tới mỗi mạch cầu trong thiết bị điện tử; và trong mỗi mạch cầu, đầu thứ nhất của nguồn cấp được kết nối với đầu thứ nhất của điện trở thứ nhất, và đầu thứ hai của nguồn cấp được kết nối với đầu thứ hai của điện trở thứ ba.

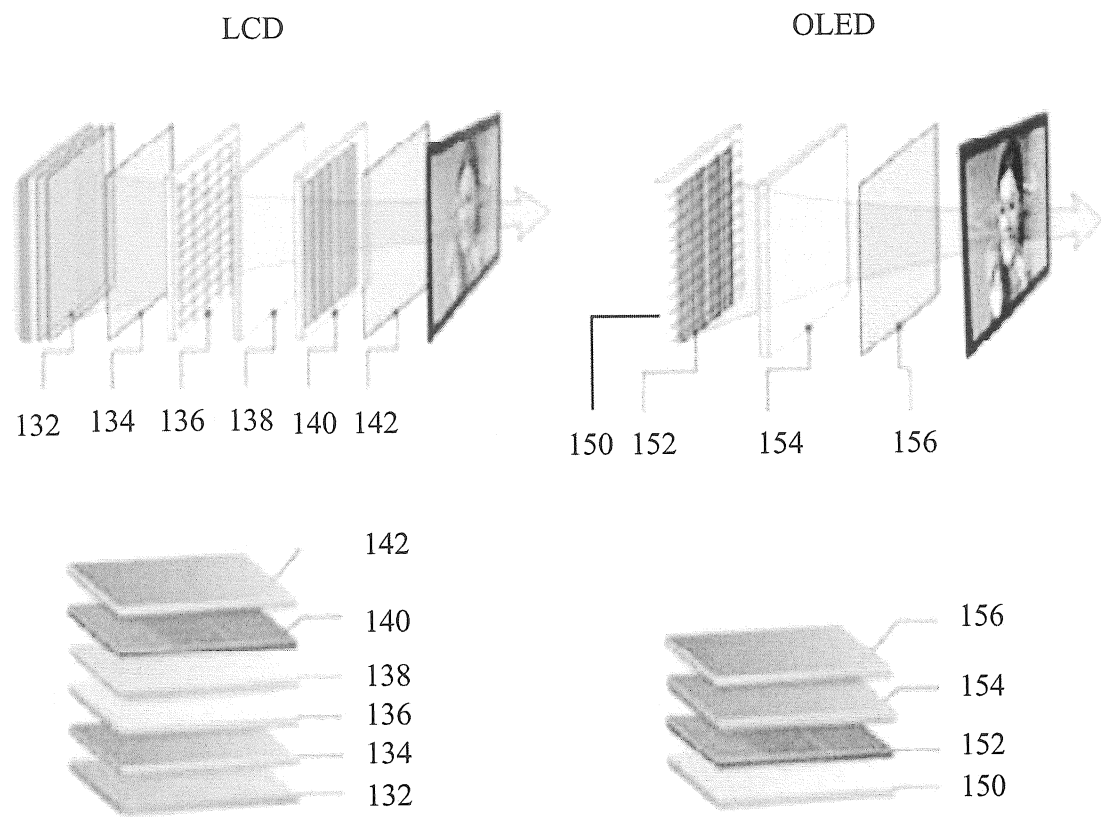


FIG. 1

2/13

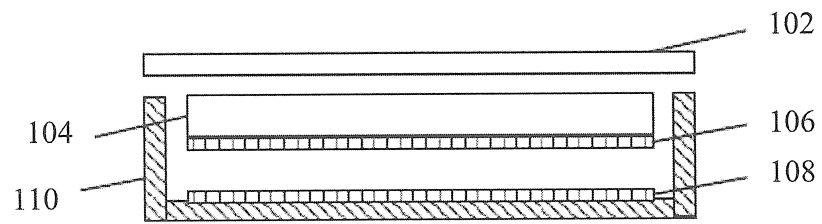


FIG. 2

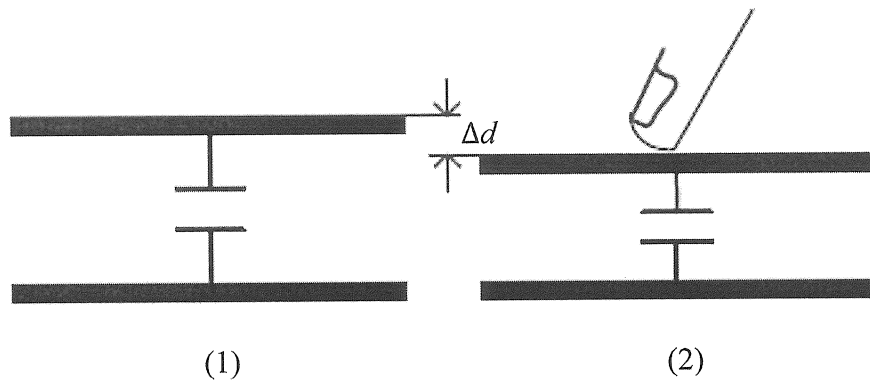


FIG. 3

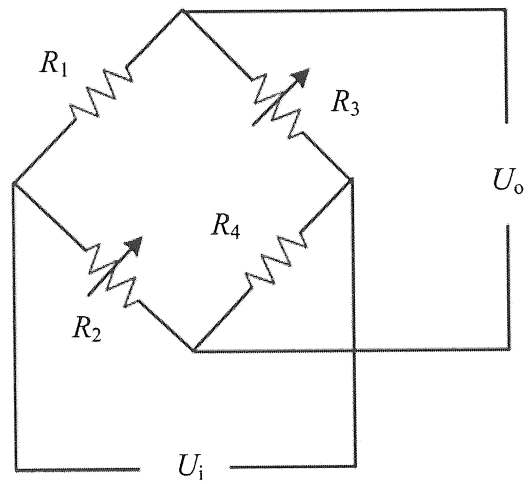


FIG. 4

3/13

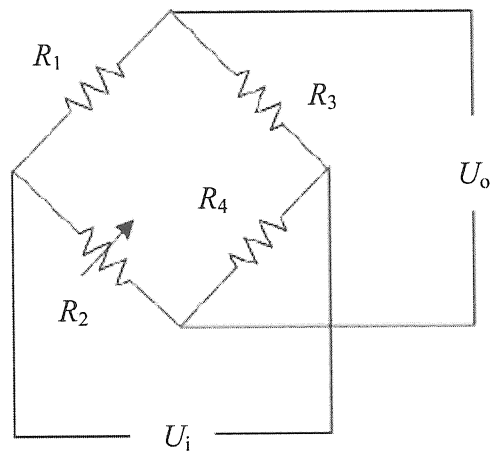


FIG. 5

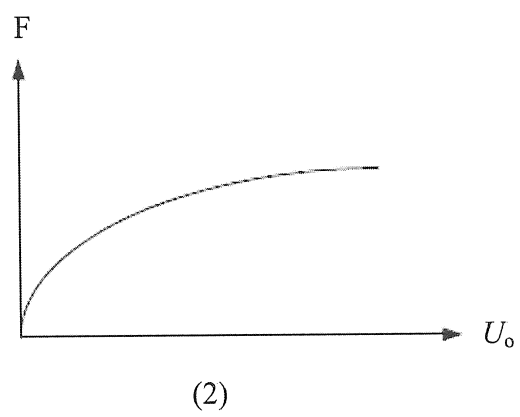
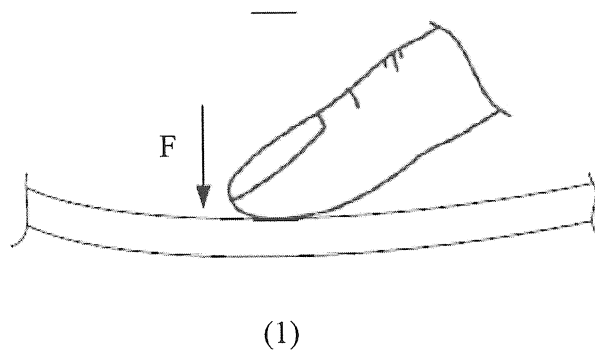


FIG. 6

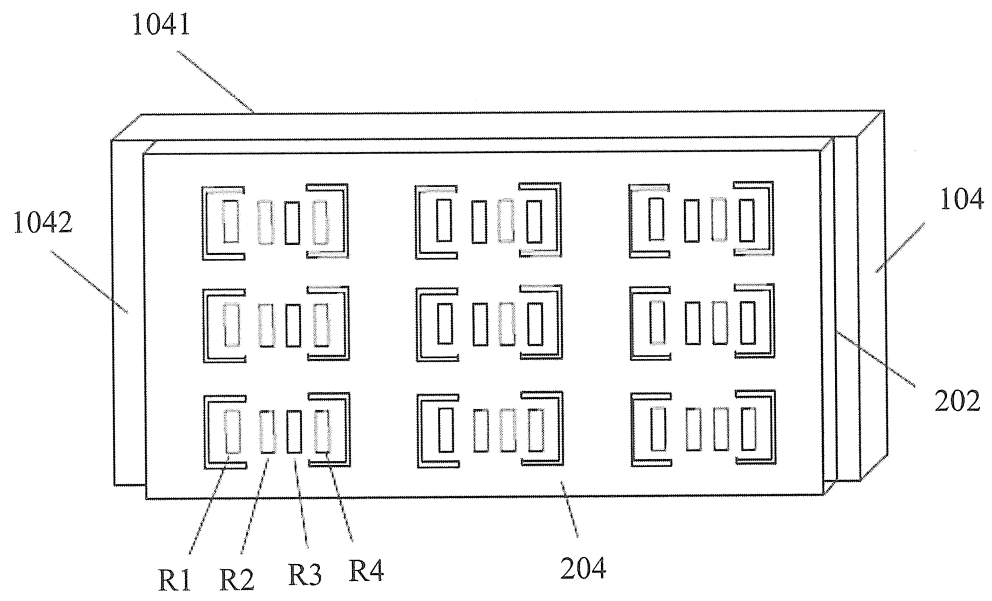


FIG. 7

5/13

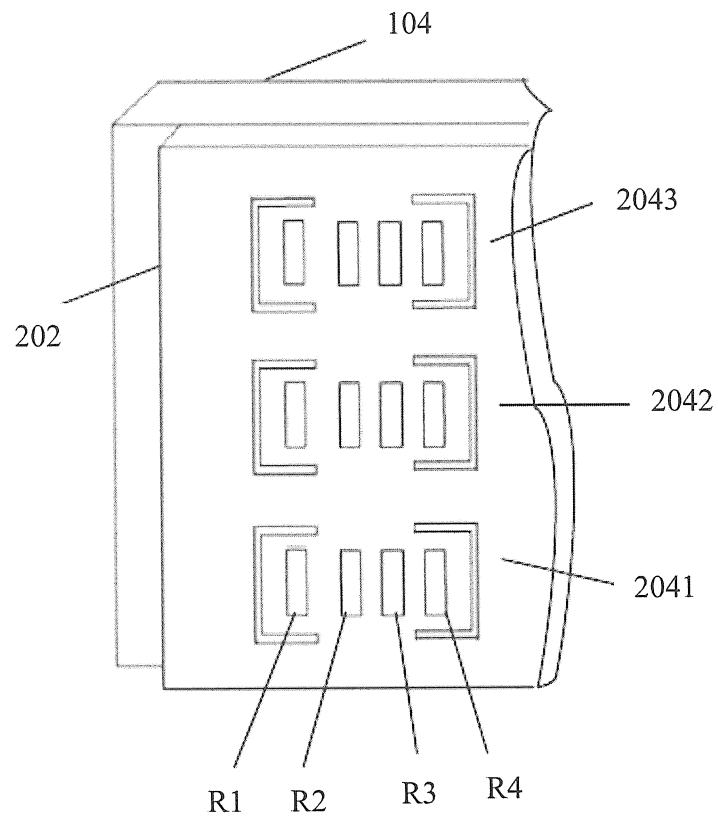


FIG. 8

6/13

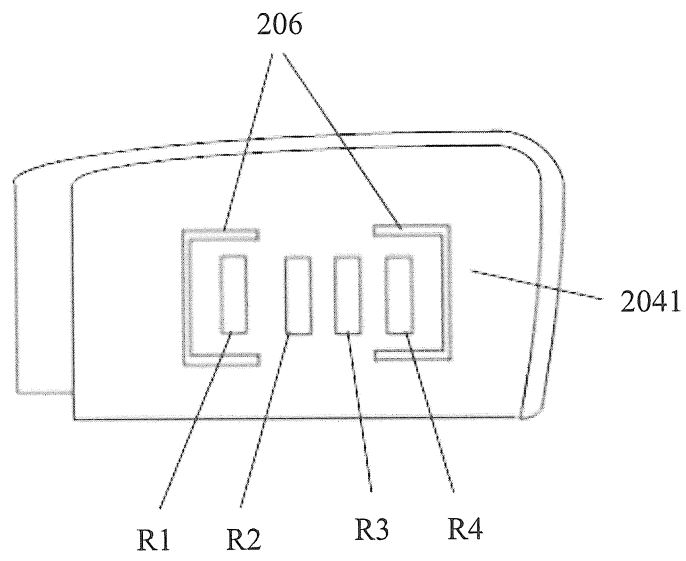


FIG. 9

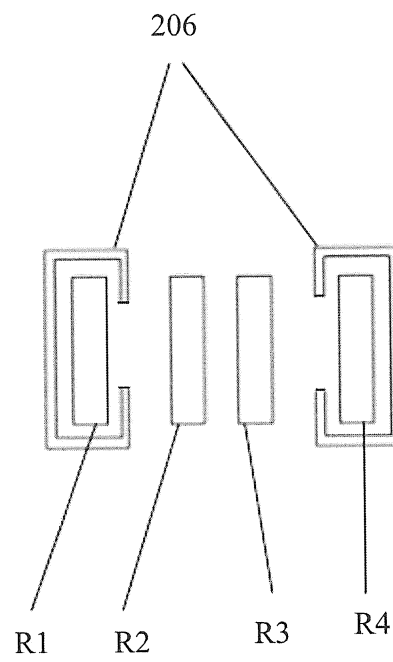


FIG. 10

7/13

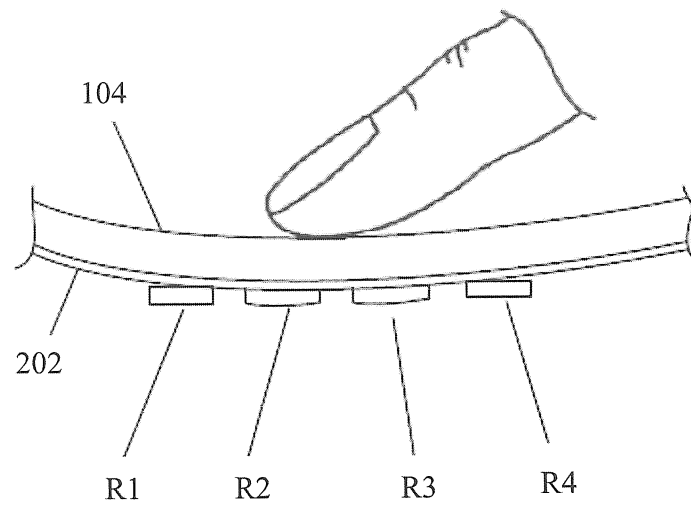


FIG. 11

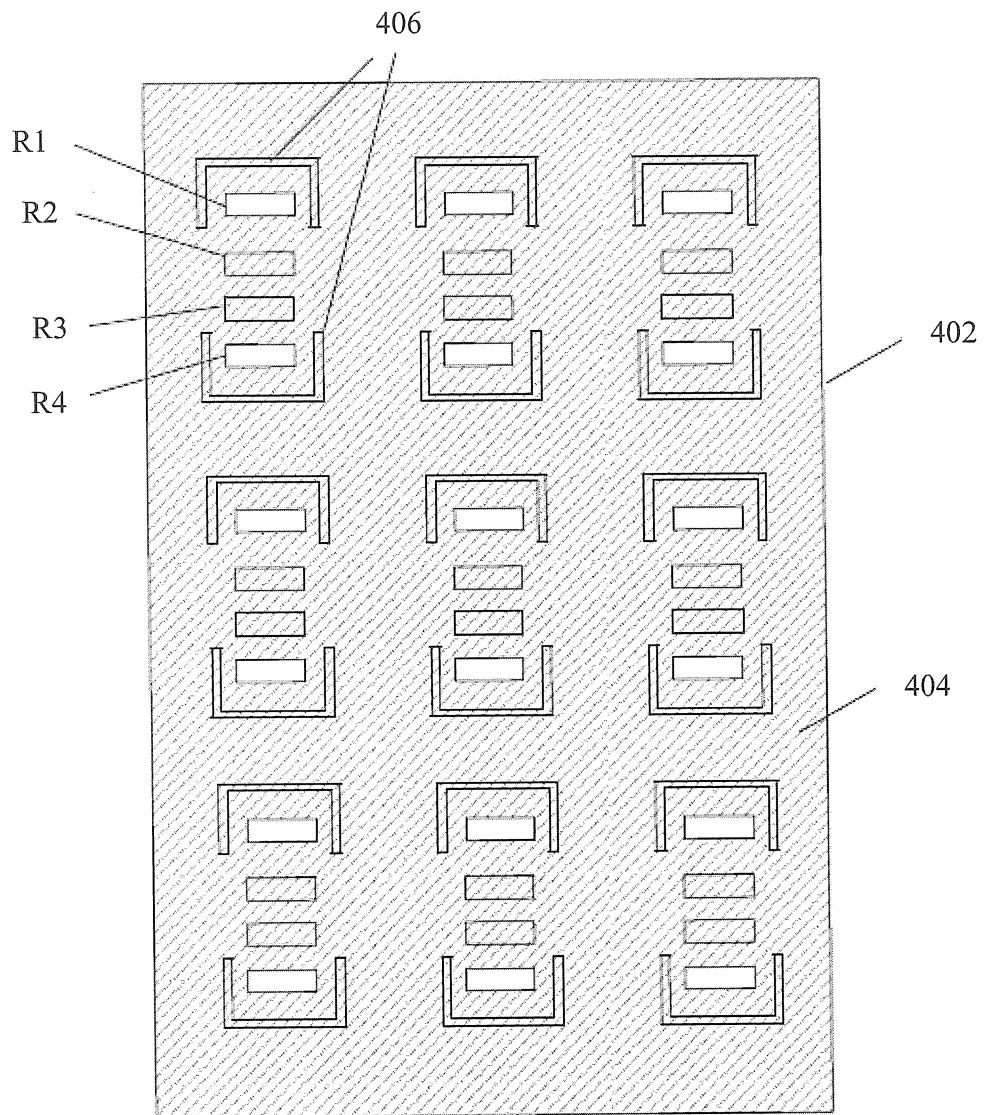


FIG. 12

9/13

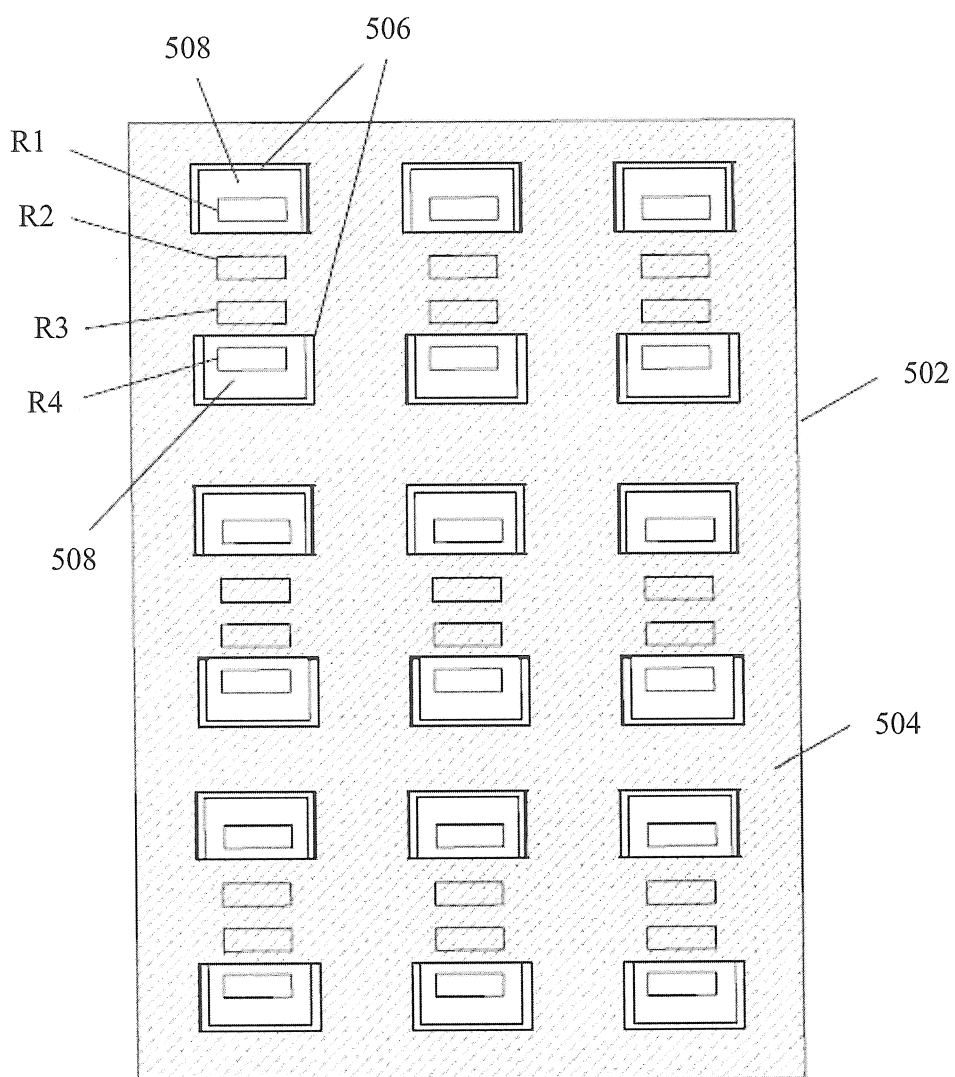


FIG. 13

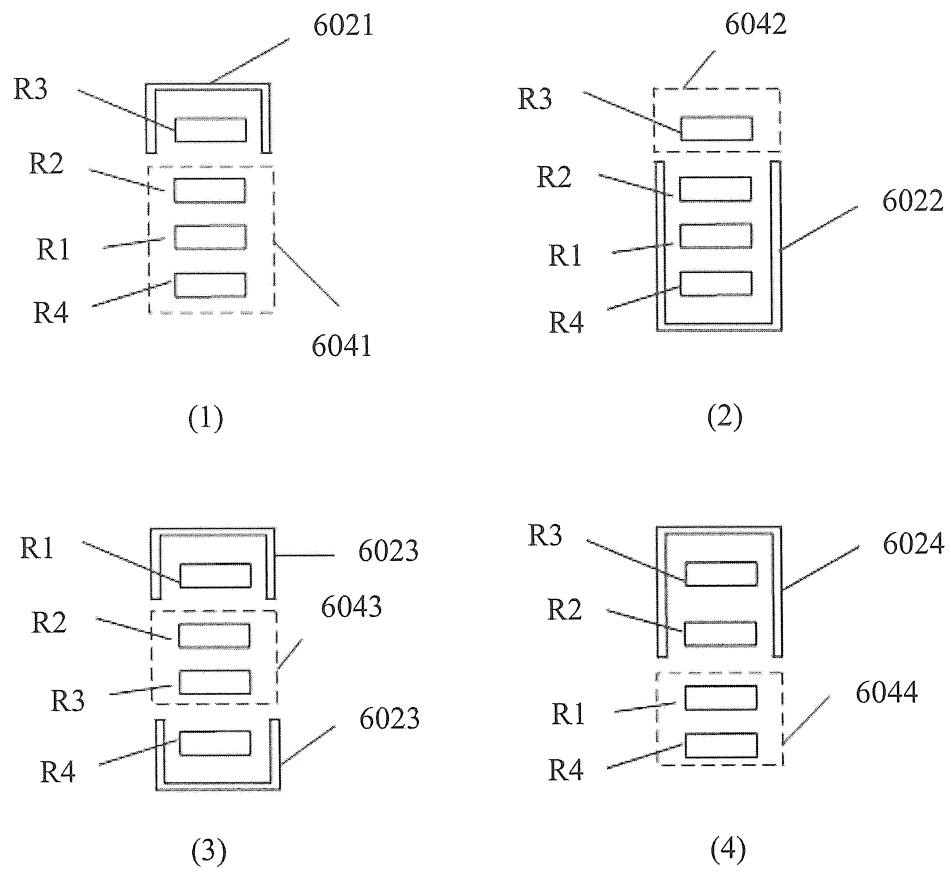


FIG. 14

11/13

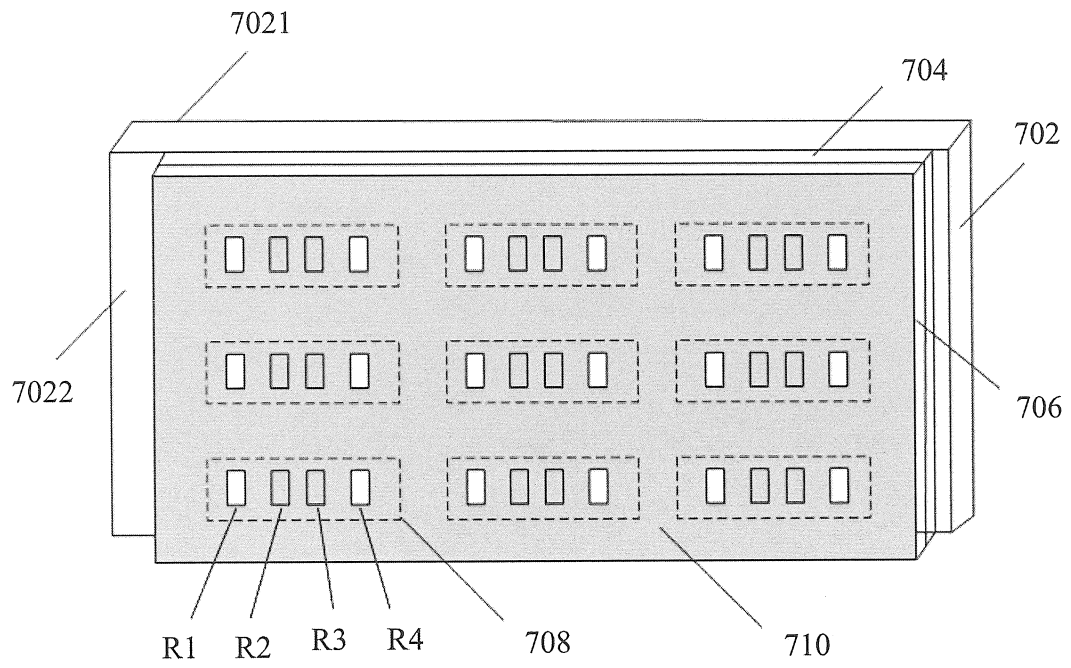


FIG. 15

12/13

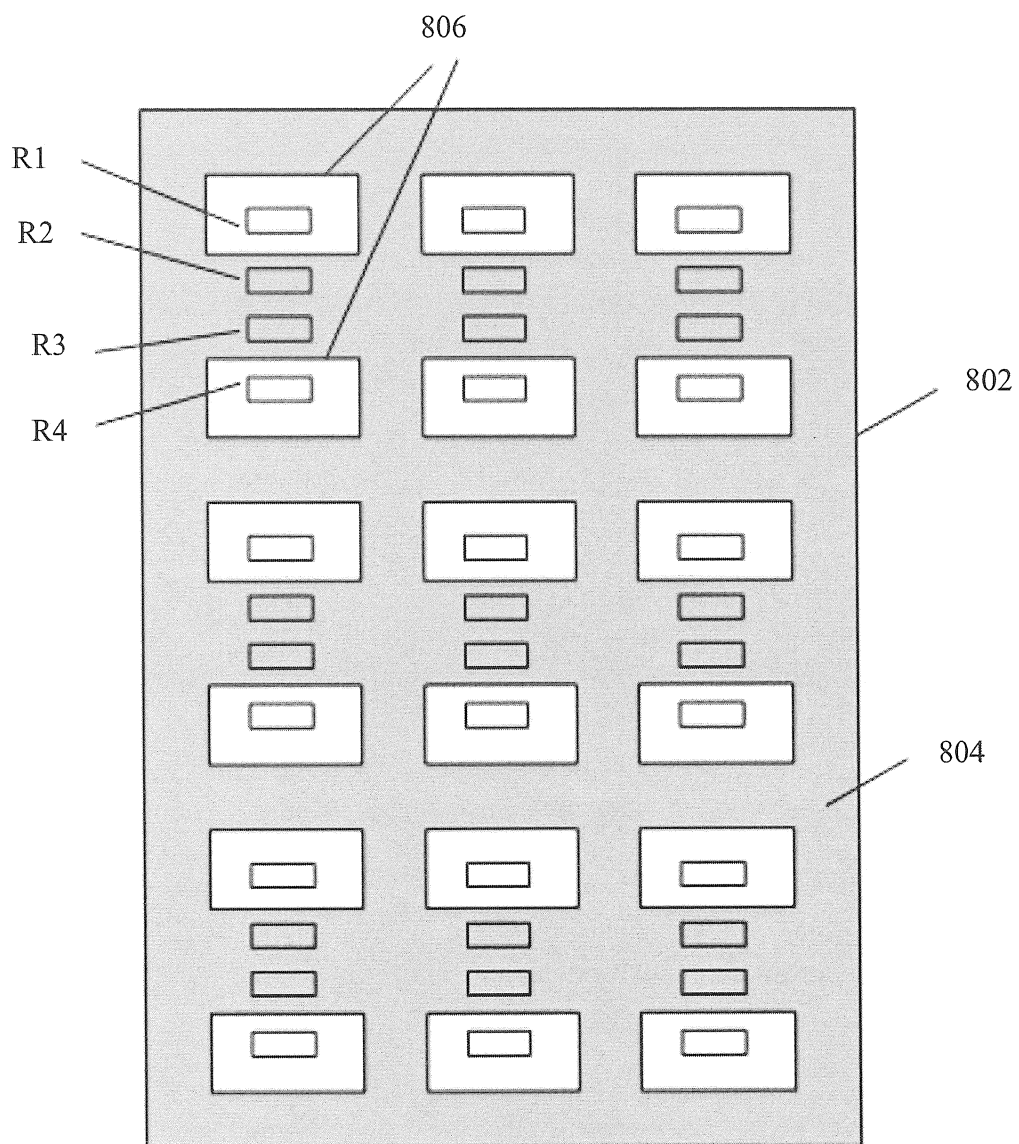


FIG. 16

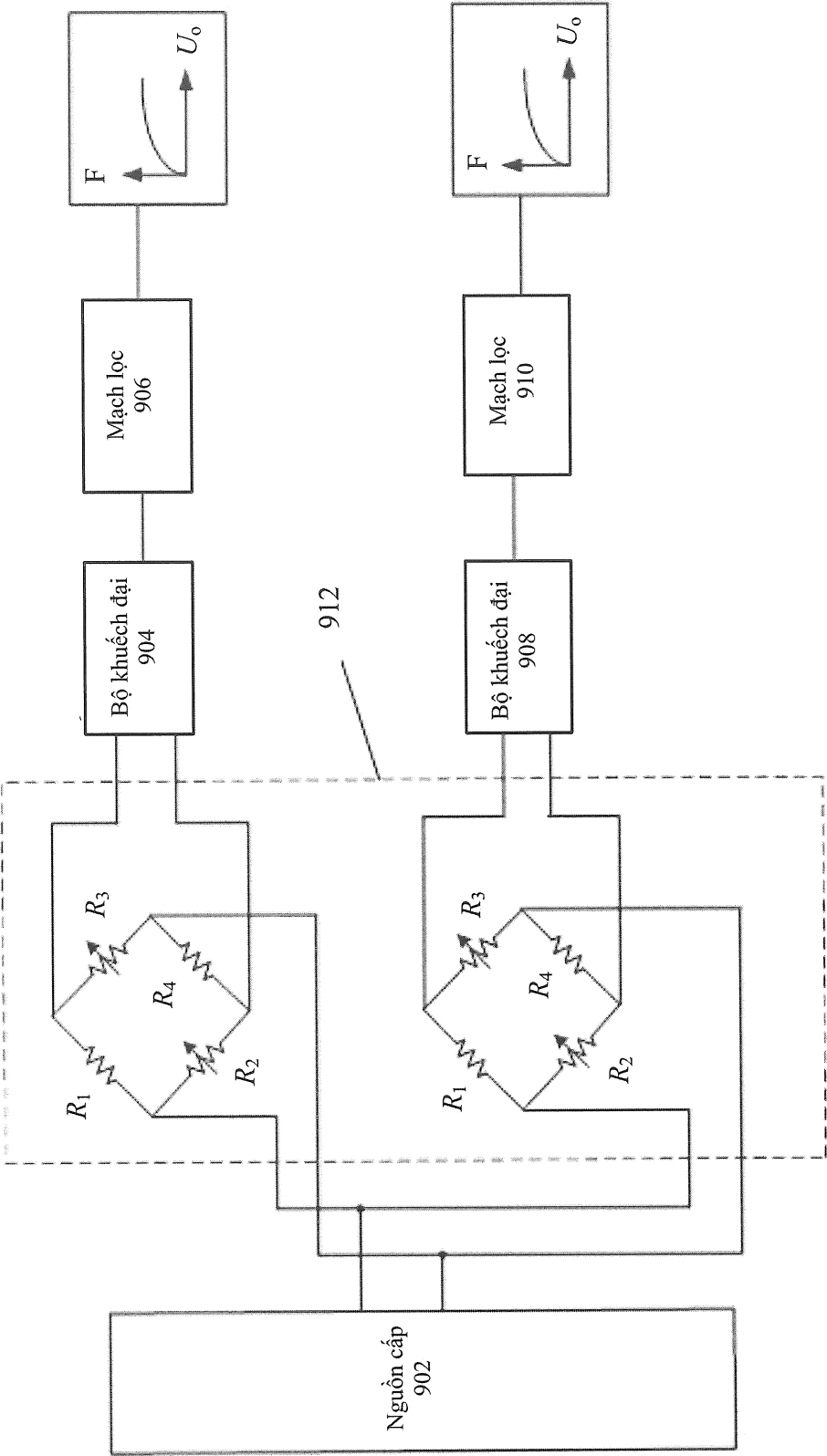


FIG. 17