



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월30일  
 (11) 등록번호 10-1691707  
 (24) 등록일자 2016년12월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 25/00* (2014.01) *H02M 7/00* (2006.01)  
*H03K 17/00* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7014786
- (22) 출원일자(국제) 2013년01월29일  
 심사청구일자 2014년05월30일
- (85) 번역문제출일자 2014년05월30일
- (65) 공개번호 10-2014-0090228
- (43) 공개일자 2014년07월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/052429
- (87) 국제공개번호 WO 2013/115395  
 국제공개일자 2013년08월08일

- (30) 우선권주장  
 JP-P-2012-019132 2012년01월31일 일본(JP)  
 JP-P-2012-263052 2012년11월30일 일본(JP)

## (56) 선행기술조사문헌

- JP05152161 A\*  
 JP2005072147 A\*  
 JP2009100514 A\*  
 US05095402 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 8 항

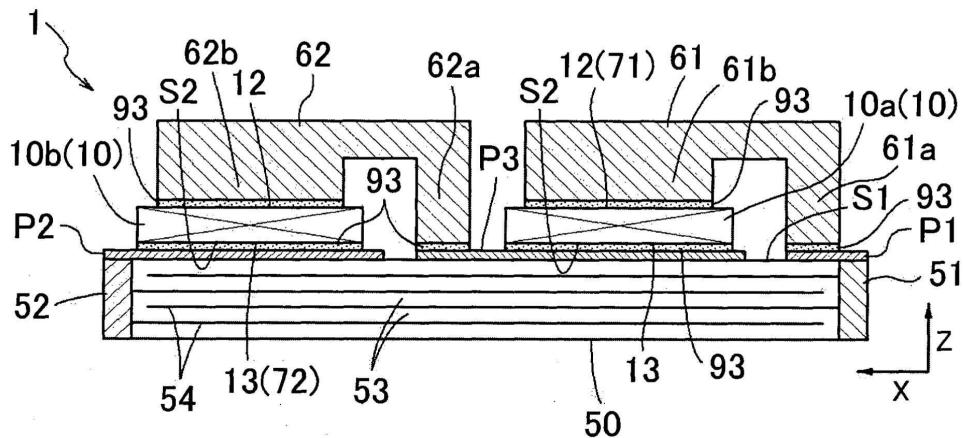
심사관 : 유병철

## (54) 발명의 명칭 스위칭소자 유닛

**(57) 요 약**

평활 커패시터의 외면에 형성된 소자 배치면이, 평활 커패시터의 전극들 사이에 개재하는 유전체부와 일체적으로 형성되어 있고, 평활 커패시터의 단자에 전기적으로 접속되는 전극인 커패시터 접속전극이, 소자 배치면에 형성되어 있다. 스위칭소자는, 상기 스위칭소자의 단자가 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속된 상태로, 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다.

**대 표 도** - 도4



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

스위칭소자와, 상기 스위칭소자에 공급되는 DC전압의 변동을 억제하는 평활 커패시터를 구비하는 스위칭소자 유닛으로서,

상기 평활 커패시터의 외면에 형성된 소자 배치면이, 상기 평활 커패시터의 전극들 사이에 개재하는 유전체부와 일체적으로 형성되어 있고,

상기 소자 배치면에, 상기 평활 커패시터의 단자에 전기적으로 접속되는 전극인 커패시터 접속전극이 형성되어 있으며,

상기 스위칭소자는, 상기 스위칭소자의 단자가 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되는 상태로, 상기 소자 배치면에 배치되어 있고,

상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고,

상기 대향 배치면이 상기 소자 배치면에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 소자 배치면에 상기 스위칭소자가 배치되어 있고,

상기 스위칭소자는, 상기 대향 배치면에, 상기 DC전압의 공급원에 전기적으로 접속되는 메인단자를 구비하고,

상기 메인단자가, 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되어 있고,

상기 스위칭소자에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자를 더 구비하고,

상기 다이오드 소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있는 스위칭소자 유닛.

#### 청구항 2

스위칭소자와, 상기 스위칭소자에 공급되는 DC전압의 변동을 억제하는 평활 커패시터를 구비하는 스위칭소자 유닛으로서,

상기 평활 커패시터의 외면에 형성된 소자 배치면이, 상기 평활 커패시터의 전극들 사이에 개재하는 유전체부와 일체적으로 형성되어 있고,

상기 소자 배치면에, 상기 평활 커패시터의 단자에 전기적으로 접속되는 전극인 커패시터 접속전극이 형성되어 있으며,

상기 스위칭소자는, 상기 스위칭소자의 단자가 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되는 상태로, 상기 소자 배치면에 배치되어 있고,

상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고,

상기 대향 배치면이 상기 소자 배치면에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 소자 배치면에 상기 스위칭소자가 배치되어 있고,

상기 스위칭소자는, 상기 대향 배치면에, 상기 DC전압의 공급원에 전기적으로 접속되는 메인단자를 구비하고,

상기 메인단자가, 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되어 있고,

전기적으로 서로 직렬로 접속되어 스위칭소자 직렬회로를 형성하는 2개의 상기 스위칭소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있으며,

상기 소자 배치면에, 상기 스위칭소자 직렬회로의 제1 단부와 상기 평활 커패시터의 제1 단자를 전기적으로 접속하는 제1 커패시터 접속전극과, 상기 스위칭소자 직렬회로의 제2 단부와 상기 평활 커패시터의 제2 단자를 전

기적으로 접속하는 제2 커패시터 접속전극과, 2개의 상기 스위칭소자 사이를 전기적으로 접속하는 소자간 접속전극이 형성되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고,

상기 대향 배치면에, 상기 스위칭소자의 제어용의 제어단자가 형성되고,

상기 소자 배치면에, 상기 제어단자에 전기적으로 접속되는 제어전극이 형성되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 스위칭소자의 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면이, 제1 대향 배치면이고,

상기 다이오드 소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 제2 대향 배치면에, 상기 커패시터 접속전극과 전기적으로 접속되는 단자를 구비하며,

상기 제2 대향 배치면이 상기 소자 배치면에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 소자 배치면에 상기 다이오드 소자가 배치되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 소자간 접속전극이, 상기 소자 배치면의 연재방향에 있어서의 상기 제1 커패시터 접속전극과 상기 제2 커패시터 접속전극 사이에 배치되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 스위칭소자 직렬회로를 형성하는 2개의 상기 스위칭소자 중, 상기 제1 단부측에 배치되는 스위칭소자가 제1 스위칭소자이고, 상기 제2 단부측에 배치되는 스위칭소자가 제2 스위칭소자이며,

상기 제1 커패시터 접속전극과 상기 제1 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 제1 접속부재와, 상기 소자간 접속전극과 상기 제2 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 제2 접속부재를 더 구비하고,

상기 제1 접속부재는, 상기 제1 커패시터 접속전극에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제1 부분과, 상기 제1 스위칭소자에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제2 부분을 가지고,

상기 제2 접속부재는, 상기 소자간 접속전극에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제1 부분과, 상기 제2 스위칭소자에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제2 부분을 가지는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

DC전압을 AC전압으로 변환하는 DC-AC 변환회로를 구성하는 6개의 상기 스위칭소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 유전체부가 세라믹 재료로 형성되어 있는 스위칭소자 유닛.

### 청구항 9

삭제

## 청구항 10

삭제

## 청구항 11

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 스위칭소자를 구비한 스위칭소자 유닛에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 반도체 집적회로에 있어서는, 스위칭 노이즈에 의해 오동작이 생기는 것을 방지할 필요가 있다. 이러한 오동작 방지에 관하여, 예컨대 일본 공개특허공보 평8-181445호 공보(특허문헌 1; 단락 [0016] 내지 [0017], 도 1 등)에 기재된 기술이 있다. 이 "배경기술" 란에서는, "[]" 괄호 안에 특허문헌 1에서의 부호를 인용하여 설명한다. 특허문헌 1의 도 1에는, LSI칩[11]이, 세라믹스 다층기판[20]을 통하여 프린트 배선기판[14]에 배치되는 구성에 있어서, 세라믹스 다층기판[20]의 내부에 커패시터부[23]가 내장되는 구성이 기재되어 있다. 이로써, 상기 문헌의 단락 [0016]~[0017]에 기재된 바와 같이, 스위칭 노이즈를 커패시터부[23]에 의해 필터링하여, LSI칩[11]에 오동작이 생기는 것을 방지하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0003] 그런데, 스위칭소자를 구비한 스위칭소자 유닛에 있어서, 상기 스위칭소자에 공급되는 직류(DC)전압의 변동을 억제하는 평활 커패시터가 구비되는 경우가 있다. 그렇지만, 상기 특허문헌 1에 기재된 커패시터부[23]는, LSI 칩[11]에 오동작이 생기는 것을 방지하는 것을 목적으로 하여 구비되어 있는 것이고, 특허문헌 1에는 평활 커패시터에 대해 언급한 기재는 없다.

#### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평8-181445호 (단락 [0016]~[0017], 도 1 등)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 그래서, 유닛 전체의 소형화를 도모하면서, 평활 커패시터를 구비하는 것이 가능한 스위칭소자 유닛의 실현이 요망된다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛의 특징구성은, 스위칭소자와, 상기 스위칭소자에 공급되는 DC-AC 변환회로의 변동을 억제하는 평활 커패시터를 구비한 것이다. 이 스위칭소자 유닛에 있어서는, 상기 평활 커패시터의 외면(外面)에 형성된 소자 배치면이, 상기 평활 커패시터의 전극들 사이에 개재하는 유전체부와 일체적으로 형성되어 있고, 상기 평활 커패시터의 단자에 전기적으로 접속되는 전극인 커패시터 접속전극이, 상기 소자 배치면에 형성되어 있으며, 상기 스위칭소자는, 상기 스위칭소자의 단자가 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속된 상태로, 상기 소자 배치면에 배치되어 있고, 상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고, 상기 대향 배치면이 상기 소자 배치면에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 스위칭소자가 상기 소자 배치면에 배치되어 있고, 상기 스위칭소자는, 상기 DC전압의 공급원에 전기적으로 접속되는 메인단자를 상기 대향 배치면에 구비하고, 상기 메인단자가, 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되어 있다.

[0007] 상기의 특징구성에 의하면, 스위칭소자가 평활 커패시터로부터 분리하여 배치되는 경우에 비해, 스위칭소자와 평활 커패시터가 전기적으로 접속하는 전기적 접속경로의 길이를 짧게 억제할 수 있다. 이로써, 상기 전기적 접

속경로의 인더턴스를 작게 억제하고, 스위칭소자의 스위칭 동작에 수반하는 서지(surge)전압(일시적인 전압상승분)을 낮게 억제할 수 있다. 이 결과, 서지전압의 저하에 따라 스위칭소자의 발열량을 저하시킬 수 있어서, 방열을 위해 필요한 냉각기구를 간소한 것으로 하여, 유닛 전체의 소형화를 도모할 수 있다.

[0008] 또한, 서지전압의 저하에 따라, 스위칭소자 및 주변 부품에 요구되는 내(耐)전압 성능을 낮게 억제할 수 있기 때문에, 유닛 전체의 비용저감을 도모할 수 있다.

[0009] 또한, 상기의 특징구성에 의하면, 소자 배치면이 평활 커패시터의 유전체부와 일체적으로 형성되기 때문에, 소자 배치면이 상기 유전체부와 동시에 형성될 수 있어서, 스위칭소자 유닛의 제조공정의 간소화를 도모할 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고, 상기 대향 배치면이 상기 소자 배치면에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 스위칭소자가 상기 소자 배치면에 배치되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0011] 이 구성에 의하면, 스위칭소자와 평활 커패시터를 전기적으로 접속하는 전기적 접속경로의 길이를 짧게 억제하는 것이 용이하게 된다. 또한, 스위칭소자를 소자 배치면에 대하여 면으로 접촉시킬 수 있기 때문에, 스위칭소자를 안정적으로 배치할 수 있다.

[0012] 상기와 같이, 상기 대향 배치면과 상기 소자 배치면이 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 구성에 있어서, 상기 스위칭소자는, 상기 DC전압의 공급원에 전기적으로 접속되는 메인단자를 상기 대향 배치면에 구비하고, 상기 메인단자가, 상기 커패시터 접속전극에 전기적으로 접속되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0013] 이 구성에 의하면, 스위칭소자의 메인단자와 커패시터 접속전극 사이의 전기적 접속구조를 간소하게 할 수 있다.

[0014] 상기 각 구성의 스위칭소자 유닛에 있어서, 상기 스위칭소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면을 가지고, 상기 스위칭소자의 제어용인 제어단자가, 상기 대향 배치면에 형성되며, 상기 제어단자에 전기적으로 접속되는 제어전극이, 상기 소자 배치면에 형성되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0015] 이 구성에 의하면, 제어전극이 소자 배치면에 형성되기 때문에, 스위칭소자가 배치되는 소자 배치면을 유효하게 이용하여, 제어단자와 스위칭소자를 제어하는 제어유닛 사이의 제어신호의 경로를 형성할 수 있으며, 상기 경로를 형성하기 위해서 필요하게 되는 공간을 작게 억제할 수 있다. 또한, 제어단자가 대향 배치면에 형성되기 때문에, 제어단자와 제어전극의 전기적 접속구조를 간소한 것으로 할 수 있다. 또한, 소자 배치면에 제어저항이 배치되는 경우에, 제어단자와 제어저항 사이의 전기적 접속경로의 길이를 짧게 억제하여, 서지전압을 낮게 억제할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 스위칭소자에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자를 스위칭소자 유닛이 더 구비하고, 상기 다이오드 소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0017] 이 구성에 의하면, 다이오드 소자가, 소자 배치면과는 다른 면이나 평활 커패시터와는 다른 부재에 배치되는 경우에 비해, 스위칭소자와 다이오드 소자를 전기적으로 병렬로 접속하기 위한 전기적 접속구조를 간소한 것으로 할 수 있는 결과, 유닛 전체의 소형화를 도모하는 것이 용이하게 된다.

[0018] 상기와 같이, 상기 다이오드 소자가 상기 소자 배치면에 배치되는 구성에 있어서, 상기 스위칭소자의 상기 소자 배치면에 대향하는 대향 배치면이, 제1 대향 배치면이고, 상기 다이오드 소자는, 상기 소자 배치면에 대향하는 제2 대향 배치면에, 상기 커패시터 접속전극과 전기적으로 접속되는 단자를 구비하며, 상기 제2 대향 배치면과 상기 소자 배치면이 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 상기 소자 배치면에 상기 다이오드 소자가 배치되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0019] 이 구성에 의하면, 다이오드 소자와 평활 커패시터를 전기적으로 접속하기 위한 전기적 접속구조를 간소한 것으로 할 수 있다. 또한, 다이오드 소자를 소자 배치면에 대하여 면에서 접촉시킬 수 있기 때문에, 다이오드 소자를 안정적으로 배치할 수 있다.

[0020] 상기 각 구성의 스위칭소자 유닛에 있어서, 전기적으로 서로 직렬로 접속되어 스위칭소자 직렬회로를 형성하는 2개의 상기 스위칭소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있고, 상기 소자 배치면에, 상기 스위칭소자 직렬회로의 제1 단부와 상기 평활콘덴서의 제1 단자를 전기적으로 접속하는 제1 커패시터 접속전극과, 상기 스위칭소자 직렬회로의 제2 단부와 상기 평활 커패시터의 제2 단자를 전기적으로 접속하는 제2 커패시터 접속전극과, 2개의

상기 스위칭소자 사이를 전기적으로 접속하는 소자간 접속전극이 형성되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0021] 이 구성에 의하면, 스위칭소자 직렬회로를 구성하는 2개의 스위칭소자로서 같은 구성의 것을 이용하는 경우에, 이를 2개의 스위칭소자의 방향을 가지런히 하여 소자 배치면에 배치하는 것이 가능하게 된다. 따라서, 2개의 스위칭소자의 방향을 다르게 하여 소자 배치면에 배치할 필요가 있는 경우에 비해, 제조공정의 간소화를 도모할 수 있다.

[0022] 상기와 같이, 상기 소자 배치면에, 상기 제1 커패시터 접속전극, 상기 제2 커패시터 접속전극 및 소자간 접속전극이 형성되어 있는 구성에 있어서, 소자간 접속전극이, 상기 소자 배치면의 연재방향에 있어서 상기 제1 커패시터 접속전극과 상기 제2 커패시터 접속전극 사이에 배치되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0023] 이 구성에 의하면, 제1 커패시터 접속전극, 제2 커패시터 접속전극 및 소자간 접속전극의 소자 배치면의 연재방향에서의 늘어서는 순서가, 스위칭소자 직렬회로의 제1 단부와 제2 단부 사이를 연결하는 전기적 경로에서의 각 전극의 배치순서와 일치한다. 따라서, 각 전극 사이에 필요한 절연거리를 짧게 억제할 수 있음과 함께, 전극 이외에 설치되는 배선구조의 간소화를 도모할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 스위칭소자 직렬회로를 형성하는 2개의 상기 스위칭소자 중, 상기 제1 단부 측에 배치되는 스위칭소자가 제1 스위칭소자이고, 상기 제2 단부 측에 배치되는 스위칭소자가 제2 스위칭소자이며, 상기 스위칭소자 유닛은, 상기 제1 커패시터 접속전극과 상기 제1 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 제1 접속부재와, 상기 소자간 접속전극과 상기 제2 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 제2 접속부재를 더 구비하고, 상기 제1 접속부재는, 상기 제1 커패시터 접속전극에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제1 부분과, 상기 제1 스위칭소자에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제2 부분을 가지고, 상기 제2 접속부재는, 상기 소자간 접속전극에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제1 부분과, 상기 제2 스위칭소자에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 제2 부분을 가지는 구성으로 하면 적합하다.

[0025] 이 구성에 의하면, 제1 접속부재나 제2 접속부재의 구성을 간소한 것으로 하고, 제1 커패시터 접속전극과 제1 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 전기적 접속경로의 길이나, 소자간 접속전극과 제2 스위칭소자를 전기적으로 접속하는 전기적 접속경로의 길이를 짧게 억제하는 것이 용이하게 된다.

[0026] 상기 각 구성의 스위칭소자 유닛에 있어서, DC전압을 AC전압으로 변환하는 DC-AC 변환회로를 구성하는 6개의 상기 스위칭소자가, 상기 소자 배치면에 배치되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0027] 이 구성에 의하면, 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛을, DC전압을 3상 AC전압으로 변환하는 DC-AC 변환회로에 적용하는 경우에 있어서, 유닛 전체의 소형화를 도모함과 함께 유닛 전체의 비용저감을 도모하는 것이 용이하게 된다.

[0028] 또한, 상기 유전체부가 세라믹 재료로 형성되어 있는 구성으로 하면 적합하다.

[0029] 이 구성에 의하면, 임펄스 내(耐)전압 성능을 높이는 것이 용이하게 된다.

### 발명의 효과

[0030] 유닛 전체의 소형화를 도모하면서, 평활 커패시터를 구비하는 것이 가능한 스위칭소자 유닛이 실현된다.

### 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 따른 스위칭소자 유닛의 사시도이다.

도 2는, 본 발명의 실시형태에 따른 스위칭소자 유닛의, 도 1과는 다른 방향에서 본 사시도이다.

도 3은, 본 발명의 실시형태에 따른 스위칭소자 유닛의 평면도이다.

도 4는, 도 3에서의 IV-IV단면도이다.

도 5는, 도 3에서의 V-V단면도이다.

도 6은, 본 발명의 실시형태에 따른 제1 평활 커패시터의 평면도이다.

도 7은, 본 발명의 실시형태에 따른 인버터회로의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 8은, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 스위칭소자 유닛의 평면도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032]

본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 여기에서는, 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛이, 회전전기(電機; 전기기기)(2)를 제어하기 위한 인버터회로(91)(도 7 참조)에 적용된 경우를 예로서 설명한다. 즉, 본 실시형태에서는, 스위칭소자 유닛(1)을 구성하는 스위칭소자(10)는, 직류(DC) 전력과 교류(AC) 전력 사이의 전력변환을 행하는 전자(電子)소자이다.

[0033]

이하의 설명에서는, 특별히 언급하지 않는 이상, 「상(上)」(upper)은 도 1에 있어서의 Z방향을 가리키고, 「하(下)」(lower)는 도 1에 있어서의 -Z방향을 가리키는 것으로 한다. 한편, Z방향은, 도 2 및 도 4에 나타내는 바와 같이, 소자 배치면(S1)에 직교하는 방향을 따라서, 소자 배치면(S1)으로부터 상기 소자 배치면(S1)에 배치된 스위칭소자(10) 측으로 향하는 방향(즉, 소자 배치면(S1)의 바깥쪽으로 향하는 법선벡터의 방향)이다. 또한, X방향은, 소자 배치면(S1)에 평행한 면에서, 제1 평활 커패시터(50)의 제1 단자(51)로부터 제2 단자(52)로 향하는 방향이다. 또한, X방향, Y방향 및 Z방향이 순서로 오른손 좌표계의 직교좌표계를 이루도록, Y방향을 규정하고 있다. 즉, 서로 직교하는 X방향 및 Y방향의 쌍방은, 소자 배치면(S1)에 평행한 방향이다. 본 실시형태에서는, 인버터회로(91)가 본 발명에 있어서의 「DC-AC 변환회로」에 상당한다.

[0034]

### 1. 스위칭소자 유닛의 개략 구성

[0035]

도 1 내지 도 3에 나타내는 바와 같이, 스위칭소자 유닛(1)은, 스위칭소자(10)와 제1 평활 커패시터(50)를 구비하고, 본 실시형태에서는, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)를 더 구비하고 있다. 제1 평활 커패시터(50)는, 스위칭소자(10)로 공급되는 DC전압의 변동을 억제하는(즉, 상기 DC전압을 평활화하는) 회로부품이다. 본 실시형태에서는, 도 7에 나타내는 바와 같이, 회전전기(2)를 구동하는 회전전기구동회로는, 인버터회로(91)에 부가하여 부스터(승압)회로(92)를 구비하고 있고, 평활 커패시터로서 제1 평활 커패시터(50)에 더하여 제2 평활 커패시터(60)가 회전전기 구동회로에 구비되어 있다. 부스터회로(92)는, DC전원(3)의 DC전압을 승압하기 위한 회로이며, 2개의 스위칭소자(10), 상기 2개의 스위칭소자(10)의 각각에 전기적으로 병렬로 접속된 합계 2개의 다이오드 소자(20) 및 리액터(reactor, 82)를 구비하여 구성되어 있다. 리액터(82)에는, 스위칭소자(10)의 스위칭에 따라 단속적으로 에너지가 축적된다. DC전원(3)은, 예컨대, 배터리, 캐퍼시터 등에 의해 구성된다.

[0036]

제1 평활 커패시터(50)는, 인버터회로(91)의 DC 측에 전기적으로 병렬로 접속되고, 인버터회로(91)를 구성하는 스위칭소자(10)로 공급되는 DC전압의 변동을 억제한다. 제1 평활 커패시터(50)에는, 전원이 오프일 때 등에 제1 평활 커패시터(50)에 축적된 전하를 방전하기 위한 방전저항(81)이 전기적으로 병렬로 접속되어 있다. 제2 평활 커패시터(60)는, DC전원(3)에 전기적으로 병렬로 접속되고, 부스터회로(92)를 구성하는 스위칭소자(10)로 공급되는 DC전압의 변동을 억제한다. 즉, 제1 평활 커패시터(50)는, 부스터회로(92)에 의한 승압 후의 전압을 평활화하는 승압 후(post-boost) 평활 커패시터이고, 제2 평활 커패시터(60)는, 부스터회로(92)에 의한 승압 전의 전압을 평활화하는 승압 전(pre-boost) 평활 커패시터이다. 본 실시형태에서는, 인버터회로(91)를 구성하는 스위칭소자(10)(후술하는 상단측 스위칭소자(10a) 및 하단측 스위칭소자(10b))가 본 발명에 있어서의 「스위칭소자」에 상당하고, 제1 평활 커패시터(50)가 본 발명에 있어서의 「평활 커패시터」에 상당한다.

[0037]

제1 평활 커패시터(50)의 외면(外面)에는 소자 배치면(S1)이 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 제1 평활 커패시터(50)는 직방체(cuboid) 형상의 외형을 가지고, 제1 평활 커패시터(50) 상측의 외면인 상면(Z방향 쪽을 향하는 면)에, 평면 형상의 소자 배치면(S1)이 형성되어 있다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)은 평면에서 보아 사각형 형상으로 형성되어 있다.

[0038]

자세한 것은 후술하지만, 소자 배치면(S1)에는, 제1 평활 커패시터(50)의 단자에 전기적으로 접속되는 전극인 커패시터 접속전극(P1, P2)이 형성되어 있다. 상기 스위칭소자(10)의 단자가 커패시터 접속전극(P1, P2)에 전기적으로 접속된 상태로, 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치(환연하면, 실장(實裝)(mounted))되어 있다. 본 실시형태에서는 또한, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)도, 상기 다이오드 소자(20)의 단자가 커패시터 접속전극(P1, P2)에 전기적으로 접속된 상태로, 소자 배치면(S1)에 배치(환연하면, 실장)되어 있다. 이들 스위칭소자(10)나 다이오드 소자(20)는, 소자 배치면(S1) 혹은 상기 소자 배치면(S1)에 형성된 전극에 대하여 상측으로부터 얹히도록 배치(즉 재치(載置; 올려 놓음))되어 있다. 소자 배치면(S1)에 형성되는 커패시터 접속전극(P1, P2) 및 후술하는 소자간 접속전극(P3), 제어전극(P4) 및 방전저항전극(P5)은, 예컨대, 도체박(箔; foil)(구리박 등)에 의해 형성된 전극으로 할 수 있다. 또한, 이러한 전극은, 예컨대, 인쇄기술을 이용하여 소자 배치면(S1)에 형성할 수 있다.

[0039] 제1 평활 커패시터(50)는, 양극측의 단자로서 제1 단자(51)를 구비하고, 음극측의 단자로서 제2 단자(52)를 구비하고 있다. 이들 단자(51, 52)는, DC전원(3)과 부스터회로(92) 사이에서 DC전력의 입출력단자로서 기능함과 함께, DC전원(3)과 인버터회로(91) 사이에서 DC전력의 입출력단자로서도 기능한다. 본 실시형태에서는, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제1 단자(51)는, 제1 평활 커패시터(50)의 -X방향측의 단부에 배치되어 있고, 제2 단자(52)는, 제1 평활 커패시터(50)의 X방향측의 단부에 배치되어 있다. 그리고, 제1 단자(51) 및 제2 단자(52)의 쌍방은, 제1 평활 커패시터(50)의 상면에 노출하도록 형성되어 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 제1 평활 커패시터(50)의 상면에는, 제1 단자(51)의 상단부에 의해 형성되는 부분과, 제2 단자(52)의 상단부에 의해 형성되는 부분이 포함된다. 또한, 본 실시형태에서는, 제1 단자(51)는, 도 1, 도 2, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제1 평활 커패시터(50)의 -X방향측의 측면(측방(lateral)측의 외면, 이하 동일)으로 노출됨과 함께, 제1 평활 커패시터(50)의 Y방향 및 -Y방향의 양쪽 측면으로 노출하도록 형성되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 제2 단자(52)는, 도 1, 도 2, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제1 평활 커패시터(50)의 X방향측의 측면으로 노출됨과 함께, 제1 평활 커패시터(50)의 Y방향 및 -Y방향의 양쪽 측면으로 노출되도록 형성되어 있다.

[0040] 본 실시형태에서는, 제1 평활 커패시터(50)의 전극들 사이에 개재하는 유전체부(53)가, 세라믹 재료로 형성된 세라믹 콘덴서로 되어 있다. 이 세라믹 재료는, 예컨대, 티탄산 바륨, 티탄산 스트론튬, 또는 알루미나 등으로 된다. 구체적으로는, 도 4 및 도 5에 모식적으로 나타내는 바와 같이, 제1 평활 커패시터(50)는, 적층 세라믹 콘덴서로 이루어지고, 유전체부(53)가 내부전극(54)을 사이에 끼우고 적층방향(여기에서는 상하방향)으로 적층한 구조를 가지고 있다. 내부전극(54)으로서는, 제1 단자(51)에 전기적으로 접속된 양극측의 내부전극(54)과, 제2 단자(52)에 전기적으로 접속된 음극측의 내부전극(54)이, 적층방향으로 교대로 배치되어 있다. 양극측의 내부전극(54)은, 제1 평활 커패시터(50)의 내부를, 제1 단자(51)로부터 X방향 측으로 뻗도록 형성되어 있다. 음극 측의 내부전극(54)은, 제1 평활 커패시터(50)의 내부를, 제2 단자(52)로부터 -X방향 측으로 뻗도록 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 내부전극(54)은, 소자 배치면(S1)에 평행하게 뻗도록 형성되어 있다. 제1 단자(51) 및 제2 단자(52)의 쌍방은 외부전극으로서 기능하고, 제1 평활콘덴서(50)의 적층방향의 전역에 걸쳐서 뻗도록 형성되어 있다. 다만, 도 4 및 도 5에서는, 유전체부(53)의 적층수가 「5」가 되도록 나타내고 있지만, 유전체부(53)의 실제 적층수는 임의의 값으로 할 수 있다. 예컨대, 제1 평활 커패시터(50)로서, 유전체부(53)의 적층수가 100 이상인 것을 이용할 수도 있다.

[0041] 그리고, 제1 평활 커패시터(50)의 외면에 형성되는 소자 배치면(S1)은, 유전체부(53)와 일체적으로 형성되어 있다. 구체적으로는, 본 실시형태에서는, 제1 평활 커패시터(50)의 상면(구체적으로는, 단자(51, 52)를 제외한 부분)은, 상측 단부에 배치된 유전체부(53)에 의해 형성되고, 제1 평활 커패시터(50)의 하측의 외면인 하면(구체적으로는, 단자(51, 52)를 제외한 부분)은, 하측의 단부에 배치된 유전체부(53)에 의해 형성되어 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)이 형성되는 제1 평활 커패시터(50)의 상면(구체적으로는, 상기 상면에 있어서의 단자(51, 52)를 제외한 부분)과, 제1 평활 커패시터(50)의 하면(구체적으로는, 상기 하면에 있어서의 단자(51, 52)를 제외한 부분)은, 유전체부(53)와 동일 재료로 일체적으로 형성되어 있다. 이와 같은 제1 평활 커패시터(50)로서, 공지의 각종 기술을 이용하여 제조된 것을 채용할 수 있다. 예컨대, 제1 평활 커패시터(50)로서, LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics) 기술을 이용하여 저온 동시 소성에 의해 제조된 것을 채용할 수 있다. 이 경우, 소자 배치면(S1)에 형성되는 전극(예컨대 커패시터 접속전극(P1, P2) 등)을 구성하는 재료로서, 유전체부(53)를 소성에 의해 형성할 때에 상기 전극도 동시에 형성하는 것이 가능한 용접을 가지는 재료(예컨대, 내부전극(54)과 동일 재료)를 이용하면 적합하다.

[0042] 또한, 제1 평활 커패시터(50)로서, 미립자를 에어로졸(aerosol)화 하여 분사함으로써 막을 형성하는 기술(에어로졸 디포지션 기술)을 이용하여 제조된 것을 채용하는 것도 가능하다. 구체적으로는, 에어로졸 디포지션 기술을 이용하여 유전체부(53)와 내부전극(54)을 적층방향으로 교대로 형성함으로써 제조된 콘덴서를, 제1 평활 커패시터(50)로서 이용할 수 있다. 이 경우, 소자 배치면(S1) 상에 형성되는 전극(예컨대 커패시터 접속전극(P1, P2) 등)도, 에어로졸 디포지션 기술을 이용하여 형성되는 구성으로 할 수 있다. 유전체부(53)를 형성하기 위한 미립자로서, 예컨대, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BN, MgO, 및 BaTiO<sub>3</sub> 중 어느 하나 또는 복수의 재료에 의해 구성된 미립자를 이용할 수 있다. 예컨대, 알루미나 미립자(세라믹 미립자의 일례)를 이용하여 유전체부(53)가 형성된 구성으로 할 수 있다. 또한, 내부전극(54)을 형성하기 위한 미립자로서, 예컨대, Cu 또는 Ag 등의 재료에 의해 구성된 미립자를 이용할 수 있다.

## 2. 스위칭소자 직렬회로의 구성

[0043] 다음에, 스위칭소자 유닛(1)이 구비하는 스위칭소자(10)에 의해 형성되는, 스위칭소자 직렬회로(70)에 대하여

설명한다. 도 2 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)에는 2개의 스위칭소자(10)가 배치되어 있다. 그리고, 이하에 설명하는 바와 같이, 이를 2개의 스위칭소자(10)가 전기적으로 서로 직렬로 접속됨으로써, 도 7에 나타내는 스위칭소자 직렬회로(70)가 형성되어 있다. 바꾸어 말하면, 스위칭소자 직렬회로(70)를 형성하는 2개의 스위칭소자(10)는, 동일 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다.

[0045] 도 7에 나타내는 바와 같이, 스위칭소자 직렬회로(70)는, DC전원(3)의 양극 측에 접속되는 제1 단부(71)와, DC전원(3)의 음극측(예컨대, 그라운드측)에 접속되는 제2 단부(72)를 구비하고 있다. 한편, 본 실시형태에서는, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제1 단부(71)는, 부스터회로(92)를 구성하는 스위칭소자(10) 및 리액터(82)를 통하여 DC전원(3)의 양극에 전기적으로 접속되어 있어서, 부스터회로(92)에 의해 승압(boosted)된 DC전압이, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제1 단부(71)로 공급된다.

[0046] 스위칭소자 직렬회로(70)는, DC전압을 AC전압으로 변환하는 인버터회로(91)의 하나의 레그(leg)(상단 아암과 하단 아암의 세트(set))를 구성하고 있다. 본 실시형태에서는, 도 7에 나타내는 바와 같이, AC전압의 공급대상인 회전전기(2)는, 3상교류로 구동되는 AC전동기로 되어 있어서, 3상(U상, V상, W상)의 각각에 대응하는 합계 3개의 레그(아암 세트)가 전기적으로 병렬로 접속됨으로써 인버터회로(91)가 형성되어 있다. 도 7에서는 번잡함을 피하기 위해, U상에 대응하는 레그에만, 스위칭소자 직렬회로를 표시하는 "70"의 부호, 제1 단부를 표시하는 "71"의 부호 및 제2 단부를 표시하는 "72"의 부호를 달고 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 각 레그(각 스위칭소자 직렬회로(70))에 대하여 하나의 제1 평활 커패시터(50)가 전기적으로 병렬로 접속되어 있다. 하지만, 도 7에서는 번잡함을 피하기 위해서, 3개의 레그 전체에 하나의 제1 평활 커패시터(50)를 접속한 예를 나타내고 있다. 인버터회로(91)의 제어대상인 회전전기(2)는, 예컨대, 전동차량이나 하이브리드차량 등에 차륜의 구동력원으로서 구비되는 회전전기(電機)로 할 수도 있다. 본원 명세서에서는, 「회전전기」는, 모터(전동기), 제네레이터(발전기) 및 필요에 따라 모터 및 제네레이터의 쌍방의 기능을 하는 모터·제네레이터 중 어느 하나를 포함하는 개념으로서 사용하고 있다.

[0047] 도 7에 나타내는 바와 같이, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제1 단부(71)는, 제1 평활 커패시터(50)의 양극측의 단자인 제1 단자(51)에 전기적으로 접속되고, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제2 단부(72)는, 제1 평활 커패시터(50)의 음극측의 단자인 제2 단자(52)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 2개의 스위칭소자(10)의 각각에는, 다이오드 소자(20)가 전기적으로 병렬로 접속되어 있다. 이하, 이와 같은 전기적 접속구성을 실현하기 위한 스위칭소자 유닛(1)의 구성에 대하여 설명한다.

[0048] 상술한 바와 같이, 소자 배치면(S1)에는, 제1 평활 커패시터(50)의 단자(51, 52)에 전기적으로 접속되는 커패시터 접속전극(P1, P2)이 형성되어 있다. 구체적으로는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 제1 단자(51)에 전기적으로 접속된 제1 커패시터 접속전극(P1)과, 제2단자(52)에 전기적으로 접속된 제2 커패시터 접속전극(P2)이, 소자 배치면(S1)에 형성되어 있다. 본 실시형태에서는 또한, 제1 단자(51)에 전기적으로 접속되는 부분과 제2 단자(52)에 전기적으로 접속되는 부분의 쌍방을 가지는 방전저항전극(P5)이, 소자 배치면(S1)에 형성되어 있다. 제1 커패시터 접속전극(P1) 및 방전저항전극(P5)의 제1 단자(51)에 전기적으로 접속되는 부분의 각각은, 제1 단자(51) 상면의 일부를 덮도록 형성됨으로써, 상기 제1 단자(51)와 도통하고 있다. 또한, 제2 커패시터 접속전극(P2) 및 방전저항전극(P5)의 제2 단자(52)에 전기적으로 접속되는 부분의 각각은, 제2 단자(52) 상면의 일부를 덮도록 형성됨으로써, 상기 제2 단자(52)와 도통하고 있다.

[0049] 후술하는 바와 같이, 제1 커패시터 접속전극(P1)과 제2 커패시터 접속전극(P2)은, 스위칭소자(10)와 제1 평활 커패시터(50)를 전기적으로 접속하기 위한 전극이다. 따라서, 본 실시형태에서는, 제1 단자(51) 및 제2 단자(52)의 상면에 의해, 제1 평활 커패시터(50)의 외부전극에 있어서의 인버터회로(91)측과의 접속부가 형성되어 있다. 한편, 상세한 설명은 생략하지만, 제1 평활 커패시터(50)의 외부전극에 있어서의 DC전원(3)측과의 접속부도, 제1 단자(51) 및 제2 단자(52)의 상면에 의해 형성되는 구성으로 할 수 있다. 제1 평활 커패시터(50)의 외부전극에 있어서의 DC전원(3)측과의 접속부가, 제1 단자(51) 및 제2 단자(52)의 측면 또는 하면에 의해 형성되는 구성으로 하는 것도 가능하다.

[0050] 또한, 도 6에 나타내는 바와 같이, 소자 배치면(S1)에는, 상기 3개의 전극(P1, P2, P5)에 더하여, 소자간 접속전극(P3)과 제어전극(P4)이 형성되어 있다. 이를 전극(P3, P4)은, 제1 평활 커패시터(50)의 단자(51, 52)와는 전기적으로 절연된 전극이다. 여기서, 「전기적으로 절연」이란, 소자 배치면(S1)상에서 전기적으로 절연되어 있는 것을 의미하고, 소자 배치면(S1)에 배치되는 회로소자나 배선부재 등을 통하여 제1 평활 커패시터(50)의 단자와 전극이 전기적으로 접속되는 경우를 포함하는 개념으로서 이용하고 있다.

[0051] 도 6에 나타내는 바와 같이, 소자간 접속전극(P3)은, 소자 배치면(S1)의 연재방향(본 예에서는 X방향)에 있어서

제1 커패시터 접속전극(P1)과 제2 커패시터 접속전극(P2) 사이에 배치되어 있다. 그리고, 본 실시형태에서는, 제1 커패시터 접속전극(P1), 제2 커패시터 접속전극(P2) 및 소자간 접속전극(P3)은, X방향에서 보아 중복하는 부분을 가지도록 형성되어 있다. 즉, 제1 커패시터 접속전극(P1)이 형성되어 있는 Y방향의 영역, 제2 커패시터 접속전극(P2)이 형성되어 있는 Y방향의 영역 및 소자간 접속전극(P3)이 형성되어 있는 Y방향 영역의 3개의 영역의 모두에 포함되는 Y방향의 영역이 존재한다. 그리고, 소자간 접속전극(P3)은, 제1 커패시터 접속전극(P1)과 제2 커패시터 접속전극(P2) 사이에 X방향의 양측으로부터 끼워지도록 형성되어 있다. 또한, 이들 3개의 전극(P1~P3)의 각각은, 사각형 형상으로 형성되어 있다. 한편, 본 예에서는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 제2 접속부재(62)(후술함)가 배치되는 소자간 접속전극(P3)의 X방향측의 일부에서, 소자간 접속전극(P3)은, 사각형 형상부분에 대하여 -Y방향 측으로 돌출하는 부분을 가지고 있다. 본 실시형태에서는, 이 돌출부분에, 회전전기(2)의 코일에 접속된 접속부재(도시하지 않음)가 접속된다.

[0052] 도 3에 나타내는 바와 같이, 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 2개의 스위칭소자(10)는, X방향으로 나란히 늘어서도록 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다. 본 실시형태에서는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 소자 배치면(S1)은 긴 변과 짧은 변을 가지는 장방형 형상으로 형성되어 있고, X방향이 긴 변의 연재방향과 평행하게 되고, Y방향이 짧은 변의 연재방향과 평행하게 되어 있다. 그리고, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)가, 상기 스위칭소자(10)와 Y방향으로 늘어서도록 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다. 구체적으로는, 다이오드 소자(20)는, 접속대상인 스위칭소자(10)의 Y방향 측에, 상기 스위칭소자(10)에 인접하여 배치되어 있다. 여기서, 「인접하여 배치」란, 소자 배치면(S1)의 연재방향(여기에서는 Y방향)에서의 스위칭소자(10)와 다이오드 소자(20) 사이에 다른 회로소자가 배치되어 있지 않은 것을 의미하며, 또한, 스위칭소자(10)와 다이오드 소자(20) 사이의 이격거리가 영인 상태(즉, 각각의 외면끼리가 접촉하고 있는 상태)와 상기 이격거리가 영보다 큰 상태의 쌍방을 포함하는 개념으로서 사용하고 있다.

[0053] 스위칭소자(10)는, 도 5 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 한 쌍의 메인단자(12, 13)와, 제어단자(11)를 가지고 있다. 한편, 메인단자(12, 13)는, DC전압의 공급원(본 예에서는 DC전원(3))에 전기적으로 접속되는 단자이다. 여기서, 한 쌍의 메인단자(12, 13) 중, 고 전위측의 단자를 양극측 메인단자(12)라 하고, 저 전위측의 단자를 음극측 메인단자(13)라 한다. 그리고, 다이오드 소자(20)는, 양극측 메인단자(12)에 캐소드 단자가 전기적으로 접속되고, 음극측 메인단자(13)에 애노드 단자가 전기적으로 접속되도록, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 역병렬(antiparallel)의 관계로 접속되어 있다. 즉, 다이오드 소자(20)는, FWD(Free Wheel Diode)로서 기능한다. 제어단자(11)는, 스위칭소자(10)의 스위칭을 제어하기 위한 제어용 단자이다. 스위칭소자(10)의 온 상태에서는, 양극측 메인단자(12)와 음극측 메인단자(13)가 도통한다. 스위칭소자(10)의 오프 상태에서는, 양극측 메인단자(12)와 음극측 메인단자(13)의 도통이 차단된다.

[0054] 도 7에 나타내는 바와 같이, 2개의 스위칭소자(10) 중 고 전위 측에 배치된 상단측 스위칭소자(10a)의 양극측 메인단자(12)가, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제1 단부(71)에 전기적으로 접속되어 있다. 즉, 상단측 스위칭소자(10a)는, 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 2개의 스위칭소자(10) 중, 제1 단부(71) 측에 배치되는 스위칭소자이다. 또한, 2개의 스위칭소자(10) 중 저 전위측에 배치된 하단측 스위칭소자(10b)의 음극측 메인단자(13)가, 스위칭소자 직렬회로(70)의 제2 단부(72)에 전기적으로 접속되어 있다. 즉, 하단측 스위칭소자(10b)는, 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 2개의 스위칭소자(10) 중, 제2 단부(72) 측에 배치되는 스위칭소자이다. 그리고, 상단측 스위칭소자(10a)의 음극측 메인단자(13)와, 하단측 스위칭소자(10b)의 양극측 메인단자(12)의 접속점(스위칭소자 직렬회로(70)의 직렬 접속점)이, 회전전기(2)의 코일에 전기적으로 접속되어 있다. 본 실시형태에서는, 상단측 스위칭소자(10a)가 본 발명에서의 「제1 스위칭소자」에 상당하고, 하단측 스위칭소자(10b)가 본 발명에서의 「제2 스위칭소자」에 상당한다.

[0055] 본 실시형태에서는, 도 7에 나타내는 바와 같이, 스위칭소자(10)는 IGBT(insulated gate bipolar transistor)로 되고, 여기서 양극측 메인단자(12)는 컬렉터 단자에 의해 구성되고, 음극측 메인단자(13)는 이미터 단자에 의해 구성되고, 제어단자(11)는 게이트 단자에 의해 구성되어 있다. 그리고, 제어단자(11)는, 게이트 저항(83)(도 3, 도 5 참조)을 통하여 도시하지 않은 제어유닛에 전기적으로 접속되어 있고, 각 스위칭소자(10)는 제어단자(11)에 인가되는 게이트 전압에 따라, 개별적으로 스위칭 제어된다. 한편, 스위칭소자(10)로서, MOSFET(metal oxide semiconductor field effect transistor) 등을 이용하는 것도 가능하다.

[0056] 도 5에 나타내는 바와 같이, 양극측 메인단자(12)와 음극측 메인단자(13)와의 각각은, 외형이 직방체 형상으로 형성된 스위칭소자(10)에 있어서, 서로 반대축을 향하는 스위칭소자(10)의 외면 위에 나누어져 형성되어 있다. 구체적으로는, 스위칭소자(10)는, 양극측 메인단자(12)가 형성된 외면과, 음극측 메인단자(13)가 형성된 외면을 가지고, 이들 2개의 외면은, 서로 역방향으로 향함과 함께 서로 평행한 면으로 되어 있다. 그리고, 스위칭소자

(10)는, 음극측 메인단자(13)가 형성된 외면이 소자 배치면(S1)에 대향하는 제1 대향 배치면(S2)이 되도록 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다. 즉, 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치된 상태에서, 스위칭소자(10)의 상면에 양극측 메인단자(12)가 배치되고, 스위칭소자(10)의 하면에 음극측 메인단자(13)가 배치된다. 그리고, 본 실시형태에서는, 제어단자(11)는, 음극측 메인단자(13)가 형성되어 있는 스위칭소자(10)의 외면에서, 상기 음극측 메인단자(13)와는 절연거리를 두고 배치되어 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 스위칭소자(10)가 가지는 제1 대향 배치면(S2)에, 메인단자(12, 13)(구체적으로는, 음극측 메인단자(13))가 형성되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 상기 제1 대향 배치면(S2)에, 제어단자(11)도 형성되어 있다.

[0057] 스위칭소자(10)는, 제1 대향 배치면(S2)과 소자 배치면(S1)이 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다. 다만, 「소자 배치면(S1)과 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉」이라고 표현할 때의 소자 배치면(S1)에는, 상기 소자 배치면(S1)에 형성된 전극이 포함된다. 구체적으로는, 도 3 내지 도 5에 나타내는 바와 같이, 상단측 스위칭소자(10a)는, 접합재료(93)를 통하여 소자간 접속전극(P3)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있고, 상단측 스위칭소자(10a)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)인 상단측 다이오드 소자(20a)도, 접합재료(93)를 통하여 소자간 접속전극(P3)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있다. 한편, 본 예에서는, 다이오드 소자(20)의 하면에는 애노드 단자가 형성되어 있고, 다이오드 소자(20)의 상면에는 캐소드 단자가 형성되어 있다. 즉, 다이오드 소자(20)의 하면은, 소자 배치면(S1)에 대향하는 제2 대향 배치면(S3)으로 되고, 제2 대향 배치면(S3)과 소자 배치면(S1)이 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하도록, 다이오드 소자(20)가 소자 배치면(S1)에 배치되어 있다. 그리고, 본 실시형태에서는, 제2 대향 배치면(S3)에 애노드 단자가 형성되어 있다. 한편, 접합재료(93)는, 예컨대 땜납이나 도전성 페이스트 등의, 도전성 재료에 의해 구성된다. 이로써, 상단측 스위칭소자(10a)의 하면에 형성된 음극측 메인단자(13)와, 상단측 다이오드 소자(20a)의 하면에 형성된 애노드 단자가, 소자간 접속전극(P3)에 대하여 전기적으로 접속된다. 접합재료(93)가, 본 발명에서의 「접합부재」에 상당한다.

[0058] 또한, 하단측 스위칭소자(10b)는, 접합재료(93)를 통하여 제2 커패시터 접속전극(P2)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있다. 하단측 스위칭소자(10b)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)인 하단측 다이오드 소자(20b)도, 접합재료(93)를 통하여 제2 커패시터 접속전극(P2)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있다. 이로써, 하단측 스위칭소자(10b)의 하면에 형성된 음극측 메인단자(13)와, 하단측 다이오드 소자(20b)의 하면에 형성된 애노드 단자가, 제2 커패시터 접속전극(P2)에 대하여 전기적으로 접속된다. 한편, 제2 커패시터 접속전극(P2)은, 제2 단자(52)에 전기적으로 접속되어 있고, 하단측 스위칭소자(10b)의 음극측 메인단자(13)와, 하단측 다이오드 소자(20b)의 애노드 단자는, 제2 커패시터 접속전극(P2)을 통하여 제2 단자(52)에 전기적으로 접속된다. 이와 같이, 제2 커패시터 접속전극(P2)은, 하단측 스위칭소자(10b)의 음극측 메인단자(13)에 의해 구성되는 스위칭소자 직렬회로(70)의 제2 단부(72)와, 제1 평활 커패시터(50)의 제2 단자(52)를 전기적으로 접속하기 위한 전극이다.

[0059] 도 1 및 도 2에 나타내는 바와 같이, 상단측 스위칭소자(10a)의 상면에 형성된 양극측 메인단자(12)(도 4, 도 5 참조)와, 상단측 다이오드 소자(20a)의 상면에 형성된 캐소드 단자를, 제1 커패시터 접속전극(P1)에 대하여 전기적으로 접속하도록, 도전성의 제1 접속부재(61)가 배치되어 있다. 즉, 제1 접속부재(61)는, 제1 커패시터 접속전극(P1)과 상단측 스위칭소자(10a)를 전기적으로 접속한다. 구체적으로는, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제1 접속부재(61)는, 접합재료(93)를 통하여 제1 커패시터 접속전극(P1)에 상측으로부터 얹히도록 배치된 제1부분(61a)과, 접합재료(93)를 통하여 상단측 스위칭소자(10a) 및 상단측 다이오드 소자(20a)에 상측으로부터 얹히도록 배치된 제2부분(62b)을 가진다. 즉, 제1부분(61a)은, 제1 접속부재(61)에서의, 제1 커패시터 접속전극(P1)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이다. 또한, 제2부분(61b)은, 제1 접속부재(61)에서의, 상단측 스위칭소자(10a)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이다. 본 실시형태에서는, 제2부분(61b)은, 상단측 다이오드 소자(20a)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이기도 하다. 이로써, 상단측 스위칭소자(10a)의 양극측 메인단자(12)와, 상단측 다이오드 소자(20a)의 캐소드 단자가, 제1 커패시터 접속전극(P1)에 대하여 전기적으로 접속된다. 한편, 제1 커패시터 접속전극(P1)은, 제1 단자(51)에 전기적으로 접속되어 있고, 상단측 스위칭소자(10a)의 양극측 메인단자(12)와, 상단측 다이오드 소자(20a)의 캐소드 단자는, 제1 커패시터 접속전극(P1)을 통하여 제1 단자(51)에 전기적으로 접속된다. 이와 같이, 제1 커패시터 접속전극(P1)은, 상단측 스위칭소자(10a)의 양극측 메인단자(12)에 의해 구성되는 스위칭소자 직렬회로(70)의 제1 단부(71)와, 제1 평활 커패시터(50)의 제1 단자(51)를 전기적으로 접속하기 위한 전극이다.

[0060] 또한, 도 1 및 도 2에 나타내는 바와 같이, 하단측 스위칭소자(10b)의 상면에 형성된 양극측 메인단자(12)(도 4 참조)와, 하단측 다이오드 소자(20b)의 상면에 형성된 캐소드 단자를, 소자간 접속전극(P3)에 대하여 전기적으

로 접속하도록, 도전성의 제2 접속부재(62)가 배치되어 있다. 즉, 제2 접속부재(62)는, 소자간 접속전극(P3)과 하단측 스위칭소자(10b)를 전기적으로 접속한다. 구체적으로는, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제2 접속부재(62)는, 접합재료(93)를 통하여 소자간 접속전극(P3)에 상측으로부터 얹히도록 배치된 제1 부분(62a)과, 접합재료(93)를 통하여 하단측 스위칭소자(10b) 및 하단측 다이오드 소자(20b)에 상측으로부터 얹히도록 배치된 제2 부분(62b)을 가진다. 즉, 제1 부분(62a)은, 제2 접속부재(62)에서의, 소자간 접속전극(P3)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이다. 또한, 제2 부분(62b)은, 제2 접속부재(62)에서의, 하단측 스위칭소자(10b)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이다. 본 실시형태에서는, 제2 부분(62b)은, 하단측 다이오드 소자(20b)에 직접 또는 접합부재를 통하여 접촉하는 부분이기도 하다. 이로써, 하단측 스위칭소자(10b)의 양극측 메인단자(12)와, 하단측 다이오드 소자(20b)의 캐소드 단자가, 소자간 접속전극(P3)에 대하여 전기적으로 접속된다. 이 결과, 소자간 접속전극(P3)을 통하여, 상단측 스위칭소자(10a)의 음극측 메인단자(13) 및 상단측 다이오드 소자(20a)의 애노드 단자가, 하단측 스위칭소자(10b)의 양극측 메인단자(12) 및 하단측 다이오드 소자(20b)의 캐소드 단자에 전기적으로 접속된다. 이와 같이, 소자간 접속전극(P3)은, 2개의 스위칭소자(10)간(구체적으로는, 상단측 스위칭소자(10a)와 하단측 스위칭소자(10b)와의 사이)을 전기적으로 접속하기 위한 전극이다.

[0061] 본 실시형태에서는, 도 1, 도 4 등에 나타내는 바와 같이, 제1 접속부재(61) 및 제2 접속부재(62)는, 상면에 평탄부를 가진다. 그리고, 도시는 생략하지만, 이 평탄부의 상측에, 절연부재를 개재하여 히트싱크(heat sink)가 배치되어 있다. 이 절연부재는, 전기적 절연성 및 열전도성의 쌍방을 구비한다. 이로써, 스위칭소자(10)와 히트싱크 사이의 전기적 절연성을 확보하면서, 스위칭소자(10)의 열을 효율 좋게 접속부재(61, 62)를 통하여 히트싱크에 전달시키는 것이 가능하게 되어 있다. 이와 같이, 접속부재(61, 62)는, 접속부재(버스 바(bus bar))로서의 기능에 더하여, 히트 스프레더(heat spreader)로서의 기능도 가지고 있다.

[0062] 제어전극(P4)은, 제어단자(11)에 전기적으로 접속되는 제어용 전극이다. 구체적으로는, 제어전극(P4)은, 도 5에 나타내는 바와 같이, 제어단자(11)의 하측에 배치되고 상기 제어단자(11)에 전기적으로 접속되는 부분과, 상기 부분과는 -Y방향 측으로 분리된 부분(분리부)을 가진다. 이를 2개의 부분을 전기적으로 접속하도록 게이트 저항(83)이 제어전극(P4)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있다. 또한, 도시는 생략하지만, 상기 분리부에는 플렉시블 프린트기판의 접속단자가 형성되어 있고, 제어단자(11)는 상기 플렉시블 프린트기판을 통하여, 스위칭제어신호(본 예에서는 게이트 구동신호)를 생성하는 제어유닛(도시하지 않음)에 전기적으로 접속되어 있다. 한편, 플렉시블 프린트기판은, 유연성이 있어서 크게 변형시키는 것이 가능한 프린트기판이다.

[0063] 또한, 방전저항전극(P5)은, 제1 평활 커페시터(50)에 전기적으로 병렬로 접속되는 방전저항(81)(도 7 참조)을 배치하기 위한 전극이다. 구체적으로는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 방전저항전극(P5)은, 서로 X방향으로 분리된 2개의 부분인, 제1 단자(51)에 전기적으로 접속되는 부분과, 제2 단자(52)에 전기적으로 접속되는 부분을 가진다. 그리고, 도 1에 나타내는 바와 같이, 이를 2개의 부분을 전기적으로 접속하도록, 방전저항(81)이 방전저항전극(P5)에 상측으로부터 얹히도록 배치되어 있다.

### 3. 다른 실시형태

[0065] 마지막으로, 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛의, 기타 실시형태에 대하여 설명한다. 다만, 이하 각각의 실시형태에서 개시되는 구성은, 모순이 생기지 않는 이상 다른 실시형태에서 개시되는 구성과 조합하여 적용하는 것이 가능하다.

[0066] (1) 상기의 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)이, 유전체부(53)와 같은 재료로 형성된 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 소자 배치면(S1)이, 상기 유전체부(53)와는 다른 재료로 형성된 구성을으로 하는 것도 가능하다. 또한, 상기 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)에 2개의 스위칭소자(10)가 배치된 구성을 예로서 설명했다. 하지만, 소자 배치면(S1)에 배치되는 스위칭소자(10)의 개수는 적당히 변경 가능하고, 홀수개(예컨대 1개)의 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치된 구성을으로 하는 것도 가능하다.

[0067] (2) 상기의 실시형태에서는, 스위칭소자(10)가 가지는 제1 대향 배치면(S2)에, 제어단자(11)가 형성되어 있는 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 스위칭소자(10)에 있어서의 제1 대향 배치면(S2) 이외의 외면(예컨대 상측의 외면인 상면)에 제어단자(11)가 형성된 구성을으로 하는 것도 가능하다. 이 경우, 예컨대, 와이어부재를 통하여 제어단자(11)가 제어전극(P4)에 전기적으로 접속되는 구성을 할 수 있다. 또한, 이 경우, 소자 배치면(S1)에, 제어전극(P4)이 형성되지 않고, 제어단자(11)가 소자 배치면(S1)을 통하지 않고, 스위칭제어신호(본 예에서는, 게이트 구동신호)를 생성하는 제어유닛(도시하지 않음)에 전기적으로 접속되는 구성을으로 하는 것도 가능하다.

- [0068] (3) 상기의 실시형태에서는, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)가, 상기 스위칭소자(10)에 인접하여 소자 배치면(S1)에 배치되는 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 소자 배치면(S1)의 연재방향에 있어서의 다이오드 소자(20)와 스위칭소자(10) 사이에 다른 회로소자가 배치된 구성으로 하는 것도 가능하다. 또는 대신에, 다이오드 소자(20)가 소자 배치면(S1) 이외의 외면(예컨대 제1 평활 커패시터(50)의 -Z방향측의 외면인 하면)에 배치되는 구성이나, 제1 평활 커패시터(50)와는 다른 부재에 배치되는 구성으로 하는 것도 가능하다. 또한, 스위칭소자(10)에 대하여 전기적으로 병렬로 접속되는 다이오드 소자(20)를 구비하지 않는 구성으로 하는 것도 가능하다.
- [0069] (4) 상기의 실시형태에서는, 소자 배치면(S1)에, 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 2개의 스위칭소자(10)가 배치된 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않는다. 예컨대, 인버터회로(91)를 구성하는 4개 또는 6개의 스위칭소자(10)가, 소자 배치면(S1)에 배치된 구성으로 하는 것도 가능하다. 6개의 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치되는 구성으로서, 예컨대, 도 8에 나타내는 바와 같이, 하나의 스위칭소자 직렬회로(70)를 구성하는 유닛(상기 실시형태에 있어서의 도 3에 나타나는 부분)이, Y방향을 따라서 3개 늘어놓은 배치 구성을 채용하는 것이 가능하다. 다만, 도 8에서는 번잡함을 피하기 위해, 방전저항(81)이나 게이트 저항(83)에 관한 부분에 대해서는 도시를 생략하고 있다. 이러한 구성에서는, 상기 실시형태에 있어서 각 레그(각 스위칭소자 직렬회로(70))에 대하여 하나씩 설치되어 있는 합계 3개의 제1 평활 커패시터(50)가, 일체적으로 하나의 제1 평활 커패시터(50)(단, 용량은 3배)로서 형성되어 있는 구성으로 할 수 있다.
- [0070] (5) 상기의 실시형태에서는, 제1 커패시터 접속전극(P1), 제2 커패시터 접속전극(P2) 및 소자간 접속전극(P3)이, X방향에서 보아 중복하는 부분을 가지도록 형성되어 있는 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 제1 커패시터 접속전극(P1), 제2 커패시터 접속전극(P2) 및 소자간 접속전극(P3)이, X방향에서 보아 중복되지 않는 2개 또는 3개의 영역(Y방향으로 서로 분리된 영역)으로 나누어져 배치된 구성으로 하는 것도 가능하다. 또한, 상기의 실시형태에서는, 소자간 접속전극(P3)이, 소자 배치면(S1)의 연재방향에서의 제1 커패시터 접속전극(P1)과 제2 커패시터 접속전극(P2) 사이에 배치된 구성을 예로서 설명했다. 하지만, 소자간 접속전극(P3)이, 제1 커패시터 접속전극(P1) 또는 제2 커패시터 접속전극(P2)에 대하여 Y방향측 혹은 -Y방향 측으로, Y방향에서 보아 중복하는 부분을 가지도록 배치된 구성으로 하는 것도 가능하다.
- [0071] (6) 상기의 실시형태에서는, 인버터회로(91)가 DC전압을 3상의 AC전압으로 변환하는 DC-AC 변환회로로 되고, 인버터회로(91)가 6개의 스위칭소자(10)를 구비하는 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 인버터회로(91)가 DC전압을 단상의 AC전압으로 변환하는 DC-AC 변환회로로 되고, 인버터회로(91)가 4개의 스위칭소자(10)를 구비하는 구성을 할 수도 있다. 이 경우에 있어서, 상기 실시형태에서와 같이, 2개의 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치된 구성으로 하고, 혹은, 상기 실시형태와는 달리, 4개의 스위칭소자(10)가 소자 배치면(S1)에 배치된 구성으로 하는 것이 가능하다.
- [0072] (7) 상기의 실시형태에서는, 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛을, 회전전기(2)를 제어하기 위한 인버터회로(91) (도 7 참조)에 적용한 경우를 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛을, 부스터회로(92) 등의 다른 회로에 적용하는 것도 가능하다. 본 발명에 따른 스위칭소자 유닛을 부스터회로(92)에 적용하는 경우에는, 예컨대, 제2 평활 커패시터(60)의 외면에 소자 배치면을 형성하고, 상기 소자 배치면에 부스터회로(92)를 구성하는 스위칭소자(10)가 배치된 구성으로 할 수 있다. 자세한 것은 생략하지만, 이러한 구성에서는, 상기 실시형태에서의 소자 배치면(S1)이 제2 평활 커패시터(60)의 상기 소자 배치면으로 옮겨지는 점을 제외하고, 상기 실시형태와 마찬가지로 구성할 수 있다.
- [0073] (8) 상기의 실시형태에서는, 회전전기(2)를 구동하는 회전전기 구동회로가, 인버터회로(91)에 부가하여 부스터회로(92)를 구비한 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않고, 회전전기(2)를 구동하는 회전전기 구동회로가 부스터회로(92)를 구비하지 않는 구성으로 하는 것도 가능하다.
- [0074] (9) 상기의 실시형태에서는, 제1 평활 커패시터(50)가, 전극들 사이에 개재하는 유전체부(53)가 세라믹 재료로 형성된 세라믹 콘텐서인 구성을 예로서 설명했다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않는다. 즉, 제1 평활 커패시터(50)의 유전체부(53)가, 세라믹 재료 이외의 재료(예컨대 합성수지 등)로 구성되어도 좋다.
- [0075] (10) 그 외의 구성에 관해서도, 본 명세서에서 개시된 실시형태는 모든 점에서 예시이며, 본 발명의 실시형태는 이것으로 한정되지 않는다. 즉, 본원의 특허 청구의 범위에 기재되어 있지 않은 구성에 관해서는, 본 발명의 목

적을 일탈하지 않는 범위 내에서 적당히 개변하는 것이 가능하다.

[0076] <산업상의 이용 가능성>

[0077] 본 발명은, 스위칭소자를 구비한 스위칭소자 유닛에 적합하게 이용할 수 있다.

### 부호의 설명

[0078] 1. 스위칭소자 유닛

10. 스위칭소자

10a. 상단측 스위칭소자(제1 스위칭소자)

10b. 하단측 스위칭소자(제2 스위칭소자)

11. 제어단자

20. 다이오드 소자

50. 제1 평활 커패시터(평활 커패시터)

51. 제1 단자

52. 제2 단자

53. 유전체부

61. 제1 접속부재

61a. 제1 부분

61b. 제2 부분

62. 제2 접속부재

62a. 제1 부분

62b. 제2 부분

70. 스위칭소자 직렬회로

71. 제1 단부

72. 제2 단부

91. 인버터회로(DC-AC 변환회로)

P1. 제1 커패시터 접속전극

P2. 제2 커패시터 접속전극

P3. 소자간 접속전극

P4. 제어전극

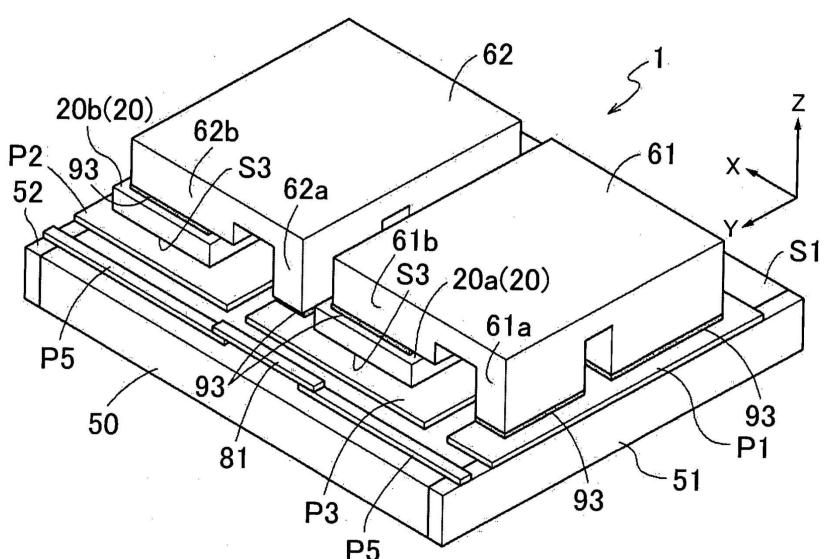
S1. 소자 배치면

S2. 제1 대향 배치면

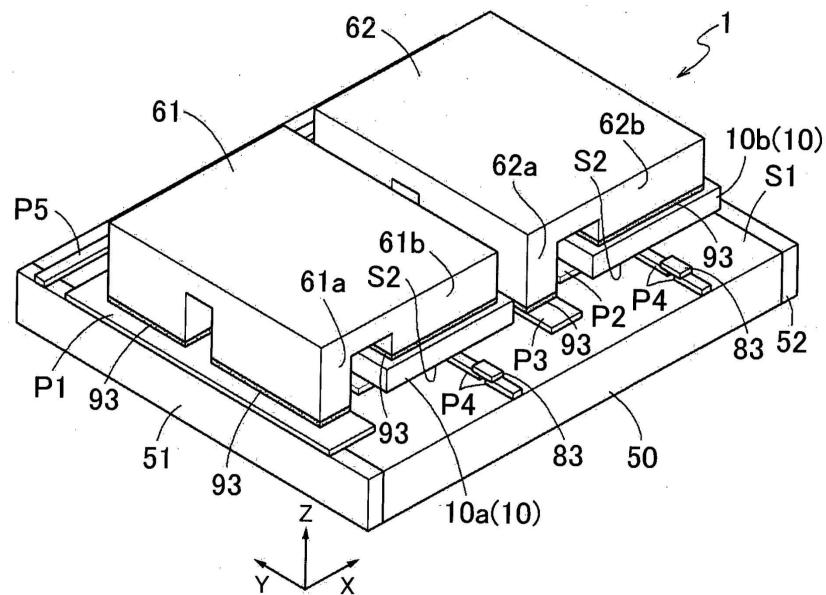
S3. 제2 대향 배치면

### 도면

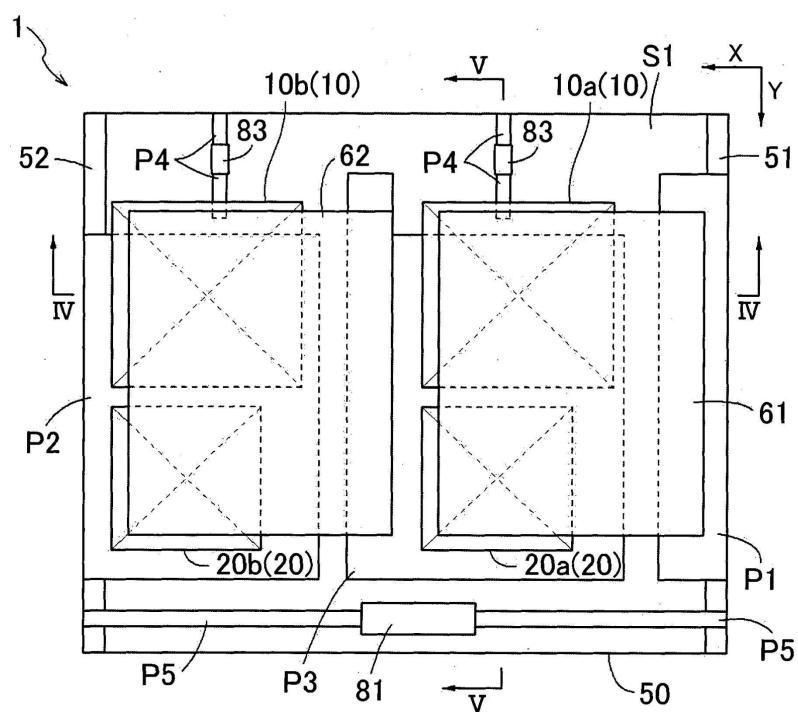
#### 도면1



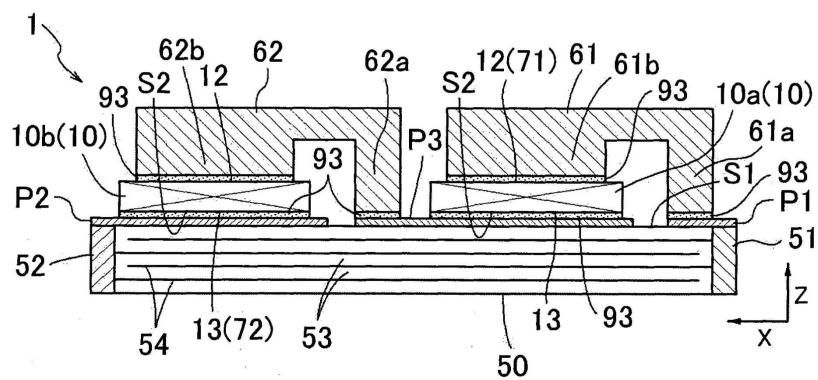
도면2



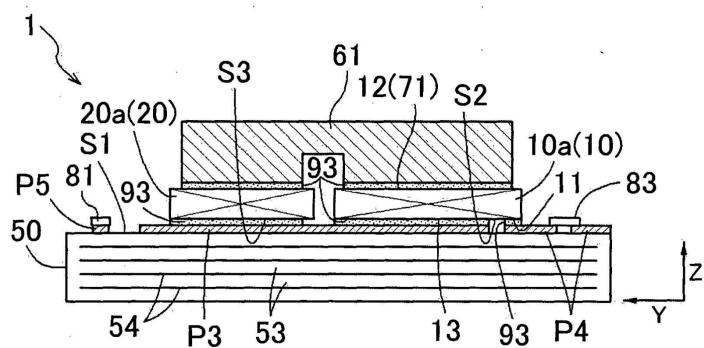
도면3



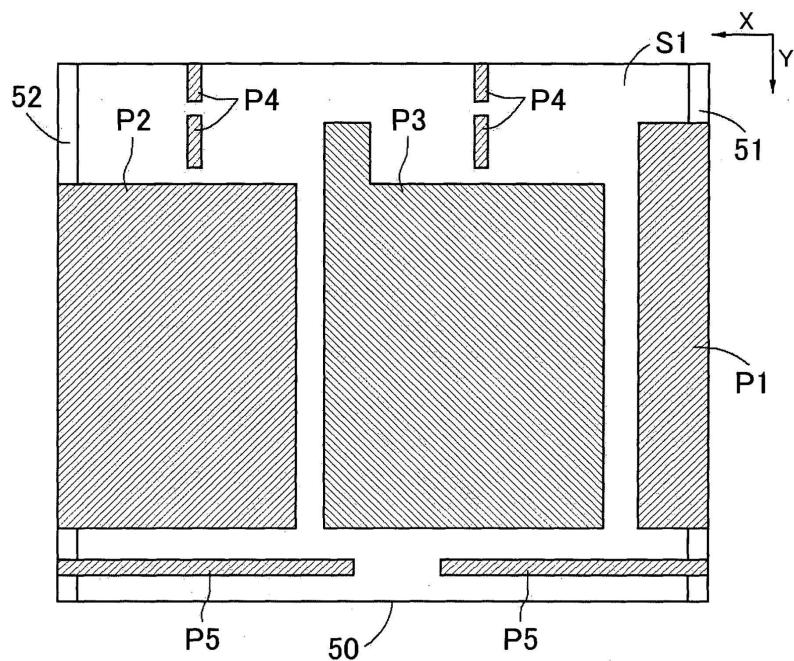
도면4



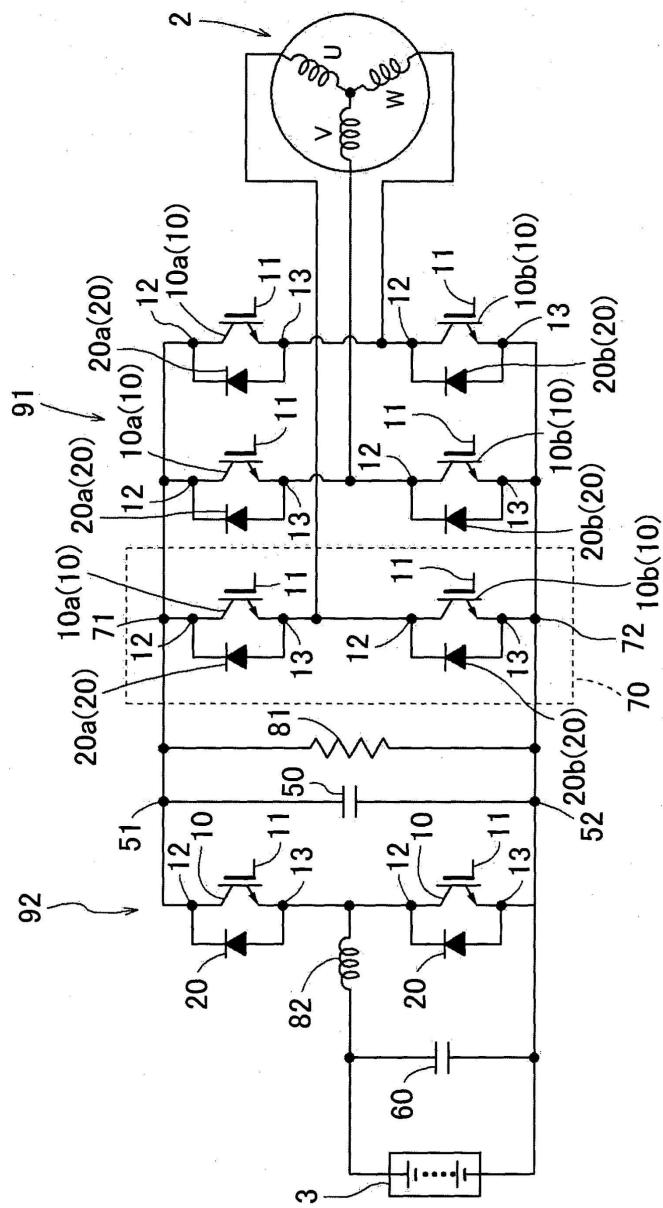
도면5



도면6



## 도면7



## 도면8

