

# 使用SiC-MOSFET的产品群

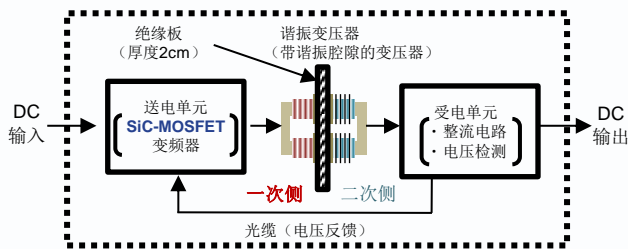
## ~应用SiC开创光明的未来~

### 概要

本文报告有关使用SiC-MOSFET的超高耐压DC/DC转换器、使用SiC-MOSFET的大容量高压直流电源、大强度加速器中子源、放射线癌症治疗装置的研究成果。

### 成果

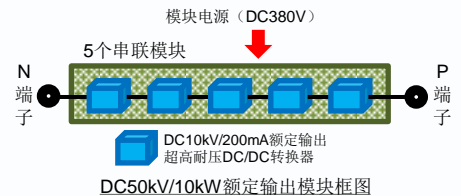
#### 成果1. 超高耐压DC/DC转换器的电路构成



- ◆我们开发了一种DC/DC转换器技术，以SiC-MOSFET驱动使用带谐振腔隙变压器的谐振电路系统，即使腔隙宽度超过了2cm，也能够实现超过80%的电力传递效率。
- ◆通过向腔隙内插入聚碳酸酯及云母片等高绝缘体，能够将一次侧 / 二次侧间的绝缘耐压提高到数百kV水平。
- ◆展示品通过将2台超高耐压DC/DC转换器串联连接起来，实现了输出电压DC20kV、额定输出容量2kW、绝缘耐压DC600kV的性能。

#### 成果2. 大容量高压直流电源

- ◆通过将成果1的超高耐压DC/DC转换器串联连接起来，能够高效率低成本地将使用传统的科克洛夫特电源无法实现的大容量高压直流电源产品化。
- ◆通过串联连接15个超高耐压DC/DC转换器，试制了额定输出为DC150kV/30kW的大容量高压直流电源。
- ◆为了确保安全性，需要利用绝缘树脂模制整个电源电路，试制品制作5个串联模块，通过将5个串联模块进一步串联3个，从而达到了150kV/30kW输出功率。
- ◆另外，在高压直流电源用超高耐压DC/DC转换器中，也一并实施了性能改善开发，①为了实现模块化而去掉了调节旋钮，②将单机容量增大到了2kW。

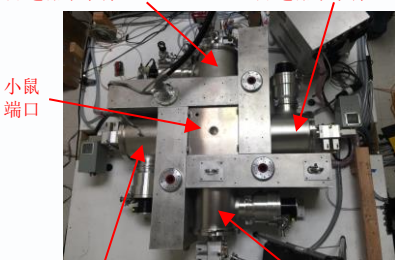


DC50kV / 10kW 额定输出模块试制机

#### 成果3. 大强度加速器中子源

- ◆这是通过将重离子与钛靶碰撞来产生中子的加速器中子源。
- ◆通过利用成果2的高压直流电源驱动加速器中子源，能够增大重离子的加速能量、加速电流，因此能够获得大强度的加速器中子源。

加速器中子源 #2 加速器中子源 #3



4 beam Neutron Generator



福岛SiC应用技研株式会社槽叶工厂 设置在BNCT研究楼的 4 beam Neutron Generator

与传统放射线癌症治疗装置的比较表 (治疗技术)

项目	X射线 (IMRT)	质子射线	重粒子射线	SiC-BNCT
破坏癌细胞的放射线	种类	光子	粒子射线 (H)	粒子射线 (He, Li)
	破坏力	1	1.1	3
照射次数与 治疗期间	头颈部肿瘤	30~40次 (6~8周)	26~39次 (5~8周)	16次 (4周)
	胰腺癌	25~30次 (5~6周)	20~28次 (4~6周)	8~12次 (2~3周)
利用计算机技术的高精度射线以及 患者位置控制功能	需要	需要	需要	不需要
	对患处周围器官的辐射量	高	中	低

※1由放入肿瘤组织的癌细胞内的<sup>10</sup>B原子核与中子射线的核反应而产生<sup>10</sup>Li粒子射线。  
※2这是使用现有靶向剂的大致照射次数。今后，将通过进一步开发肿瘤集集性强的靶向剂，力求减少照射次数及治疗期间。

与传统放射线癌症治疗装置的比较表 (经济性)

项目	X射线 (IMRT)	质子射线※1	重粒子射线※1	SiC-BNCT
设备 治疗装置	5~10亿日元	50亿日元	90亿日元	10~15亿日元
引进费用 建筑物	可放在现有建筑物中	20亿日元	35亿日元	可放在现有建筑物中
总计	5~10亿日元	70亿日元	125亿日元	10~15亿日元
全年电费燃气费 (治疗装置的消耗电力)	不到0.1亿日元 (不到100kW)	1亿日元 (1000kW)	2.5亿日元 (3000kW)	0.1亿日元 (150kW)
全年维护费	不到0.1亿日元	3.5亿日元	5亿日元	0.1亿日元
全年人工费	1亿日元	1.5亿日元	2.5亿日元	1亿日元
全年资料人数	150人	350人	600人	200人
平均每位患者的治疗费	150万日元 (患者负担: 10~30%)	284万日元	316万日元	150万日元以下 (目标值)
回收期※2	7年	20~30年	20~30年	7年
日本治疗机构数量	500以上	10	5	—

※1由于数值因机构而异，因此记载了引进案例的代表性值。  
※2这是形成最适合治疗的中子分布，有时需要安装工具 (组织等效填充物(Bolus)、垫子等)。

#### 成果4. 放射线癌症治疗装置

- ◆通过应用成果3的大强度加速器中子源技术，能够提供小型、低价的放射线癌症治疗装置。
- ◆力求通过采用BNCT※技术，以X射线癌症治疗装置水平的价格提供重粒子癌症治疗装置水平的治疗性能。

※Boron Neutron Capture Therapy (硼中子俘获治疗)

- ◆成果4的放射线癌症治疗装置于2019年1月完成了第1号机的组装，开始在槽叶工厂进行工厂试验。



放射线癌症治疗装置的示意图 (暂称: SiC-BNCT)

- ◆围绕患者设置10台加速器中子源，从而形成到达身体深处的平坦的中子分布。
- ◆治疗装置具备放射线自己遮蔽功能，但因所设置的国家及地区不同，有时需要在治疗室内追加设置放射线遮蔽的工程。
- ◆治疗照射过程中，患者只需仰面躺着即可，与PET-CT检查大致相同即可完成治疗。
- ◆每次治疗照射时间为30~60分钟左右。
- ◆为了形成最适合治疗的中子分布，有时需要安装工具 (组织等效填充物(Bolus)、垫子等)。
- ◆记载事项有时会因迟滞而在不事先通知的情况下进行修订。

【支援项目名称】研究成果展开项目 (超级集群项目)  
【支援期间】2013年12月~2018年3月  
【参展机构名称】福岛SiC应用技研株式会社  
【共同研究机构】京都大学 讲师 木村 真之、罗姆株式会社

# 不使用放射性同位素元素的核医学诊断装置 ~B-NET (Boron-Neutron Emission Tomography)~

## 1. 传统的核医学诊断技术 (PET诊断装置)



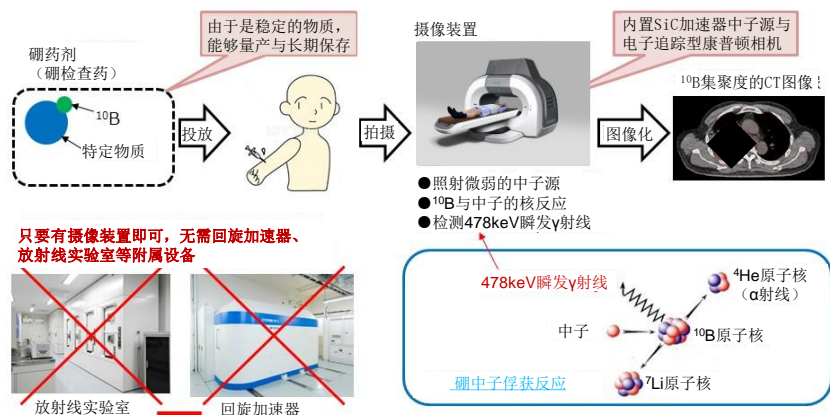
- ◆PET是Positron Emission Tomography (正电子发射断层成像)的简称, 是使用含有放射性同位素药剂的核医学检查的一种。
- ◆在PET中, 给人体投放用短寿命的放射性同位素(正电子核素)对特定物质进行标识化的放射性药剂 (PET检查药), 对从PET检查药中放射出的放射线进行检测, 从而对特定物质在体内的分布进行图像化。

PET探针		检查目的
特定物质	正电子核素	
氟代脱氧葡萄糖	$^{18}\text{F}$	肿瘤、癫痫、缺血性心脏病
蛋氨酸	$^{11}\text{C}$	肿瘤
乙酸	$^{11}\text{C}$	肿瘤、心肌功能
胆碱	$^{11}\text{C}$	肿瘤
雷氯必利	$^{11}\text{C}$	脑多巴胺神经功能
氟马西尼	$^{11}\text{C}$	癫痫、脑神经细胞障碍
氟化钠	$^{18}\text{F}$	骨路疾病

表1. 已实用化的PET检查药

- ◆如表1所示, 很多PET检查已实用化, 被用于各种检查。
- ◆为了减少在检查中的受辐射剂量, 正电子核素使用了短寿命的核素。
- ◆因此, PET检查药必须在即将诊断之前制造, 需要在医院内设置用于制造短寿命的正电子核素的回旋加速器、用于进行制剂合成、检查、投放的放射线实验室等设备。

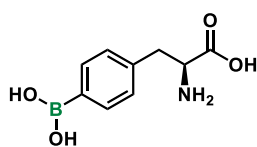
## 2. 新核医学诊断技术 (B-NET诊断装置)



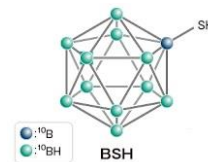
- ◆B-NET是Boron-Neutron Emission Tomography (硼中子发射断层成像)的简称, 是世界首例不使用放射性元素的核医学检查。
- ◆在B-NET中, 在给人体投放使用稳定元素硼( $^{10}\text{B}$ )对特定物质进行标识化的硼药剂 (硼检查药)之后, 照射微量的中子射线, 对从硼检查药放射出的放射线进行检测, 从而对特定物质在体内的分布进行图像化。
- ◆硼检查药仅由稳定元素构成, 因此能够长期保存, 无需在即将诊断之前进行准备。
- ◆也就是说, 硼检查药能够量产, 与以PET诊断为代表的传统的核医学检查相比, 能够大幅降低检查费用。
- ◆此外, 也可不对患者使用放射性药剂, 因此也能够抑制与检查相伴随的受辐射剂量。

设备引进费用及引进后的设备维护费用较少, 在小型医院中也能够确保利润。

## 3. 硼药剂



- ◆硼药剂可分为用于BNCT的硼治疗药与用于B-NET的硼检查药两类。
- ◆目前在日本国内实用化的硼药剂仅为“第1代的BSH”及“第2代的BPA”这两种, 它们都被作为治疗肿瘤的硼治疗药用于临床研究。
- ◆替代它们的“第三代硼药剂”在世界上以各种形式被设计、合成及评估, 据说已开发出了超过2000种硼药剂。



**L-BPA (L-p-Boronophenylalanine, 4-硼-L-苯丙氨酸)**  
BPA是以高选择性及浓度差对肿瘤细胞表现出优异集聚性的硼化合物

**BSH (Disodium mercaptoundecahydrododecaborate, BSH)**  
BSH虽然癌症选择性(T/N 比)及细胞内集聚性较低, 但分布在癌症细胞周围

世界上已开发出了超过2000种硼药剂, 并且正在开发新药剂

- Carboranyl nucleosides
- Carboranyl porphyrins
- Boronated EGF and anti-EGFR mAbs
- Boron-containing nanoparticles
- Carboranyl porphrazines
- Boronated cyclic peptides
- Boron carbide particles

通过将硼药剂作为硼治疗药、硼检查药实用化, 能够使BNCT治疗、B-NET诊断进一步发展

福岛 SiC 应用技研株式会社正在寻找参与开发硼治疗药、硼检查药、获取C-FDA认证的中医药大学或医疗机构。

如您想参与本项目, 请联系本公司。