报告编号：202021C0711298

科 技 查 新 报 告

项目名称：面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术研究

委 托 人：苏州市职业大学

委托日期：二〇二〇年七月一日

查新机构：中国科学院上海科技查新咨询中心
（科技查新专用章）

查新完成日期：二〇二〇年七月十一日

中 华 人 民 共 和 国 科 学 技 术 部

二〇一六年制

<table>
<tr><td rowspan="2">查新项目
名　　称</td><td colspan="5">中文：面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术研究</td></tr>
<tr><td colspan="5">英文：Research on Application Technology of GaN Power Electronic Device for Energy Storage System</td></tr>
<tr><td rowspan="6">查新机构</td><td>名　　称</td><td colspan="4">中国科学院上海科技查新咨询中心</td></tr>
<tr><td>通信地址</td><td colspan="2">上海市岳阳路 319 号 31 号楼 C 座底楼</td><td>邮编</td><td>200031</td></tr>
<tr><td>负 责 人</td><td>江洪波</td><td>联系人</td><td colspan="2">刘　剑</td></tr>
<tr><td>电　　话</td><td>021-54922920</td><td>传　真</td><td colspan="2">021-54922934</td></tr>
<tr><td>电子信箱</td><td>chaxin@sibs.ac.cn</td><td>网　址</td><td colspan="2">http://www.chaxin.ac.cn</td></tr>
</table>

一、查新目的

立项

二、查新项目的科学技术要点

创新点及关键技术：

1）双向高效高变比的全 GaN 充放电变换电路及构造技术，减少电路的体积和提高变换器的功率密度比；

2）集成 GaN 变换器的储能变换一体化设计技术；

3）抗串扰和电磁干扰（EMI）的高频 GaN 变换多路同步驱动控制系统。

三、查新点与查新要求

查新点：

1）双向 GaN 充放电变换电路及构造；

2）GaN 变换器的储能变换一体化设计技术；

3）抗串扰和电磁干扰（EMI）的高频 GaN 变换多路同步驱动控制系统。

查新要求：

查国内有无相同或类似文献与研究报道，并作对比分析及新颖性判断。

四、文献检索范围及检索策略

中国学术会议论文数据库	1986 — 至今
中国学位论文数据库	1986 — 至今
中国科技成果数据库（CSTAD）	1980 — 2020，7
中国企业、公司及产品数据库	1988 — 2020，7
中国专利文献数据库	1985 — 至今
中国知识产权网 http://www.cnipr.com	1985 — 至今
中文科技期刊数据库	1989 — 至今
中国科技经济新闻数据库	1992 — 2020
清华同方科技期刊全文数据库	1994 — 2020，7

中国科技成果网 http://www.nast.org.cn
中国科技在线 www.chinatecn.com.cn
Internet 有关网址:
http://www.yahoo.com
http://www.google.com
http://scholar.google.com

检索策略:

（氮化镓 or GaN） and （变换电路 or 抗串扰 or 电磁干扰 or 驱动 or 控制 or 储能）

五、检索结果

按照前述的主题词或关键词进行多种逻辑组配，在前面所列的国内相关数据库和时段内，采用计算机检索和人工检索结合的方法进行检索，共查得一般相关文献 8 篇，现摘录如下：

国内文献：

1. 标题：氮化镓基电子与光电子器件

   著者：李效白

   出处：功能材料与器件学报　2000，（3）

   GaN 具有宽禁带、高击穿电压、异质结沟道中高峰值电子漂移速度和高薄层电子浓度等特点,是大功率和高温半导体器件的理想化合物半导体材料.宽禁带III-V族化合物半导体的性能和研究进展已经使大功率紫外光/蓝光/绿光光发射二极管走向商业市场,证明 InGaAs/GaN/AlGaAs 紫罗兰色异质结激光器能够在室温和脉冲或连续波条件下工作,是性能优越的光电器件的理想材料。

2. 标题：GaN HEMT 电力电子器件的关键技术

   著者：于国浩，张志利等

   出处：电力电子技术　2017，（8）

   针对氮化镓(GaN)高电子迁移率晶体管(HEMT)电力电子器件应用面临的挑战,从阈值电压回滞效应、电流崩塌效应和增强型的实现等进行讨论。在 GaN 表面沉积 Si_3N_4 前进行原位氮(N)等离子体处理,制备 GaN 金属绝缘体半导体(MIS)HEMT 器件,阈值电压回滞 270 mV,600 V 关态电压,动态电阻上升 18%。增强型器件研究方面,提出一种采用氢(H)钝化 p-GaN 技术制备增强型 GaN HEMT 器件的新方法,器件的阈值电压为 1.75 V,饱和电流为 188 mA/mm。

3. 标题：抑制 GaN 变换器振铃的高频驱动电路设计

   著者：陈哲，崔龙然等

   出处：电力电子技术　2019，（6）

   针对氮化镓(GaN)功率器件在高频应用中因寄生参数带来的输出电压振铃问题,这里研究了驱动电路寄生参数和栅极驱动阻抗匹配影响 GaN 变换器振荡的机理.从驱动电路优化设计出发,提出了抑制开关器件电压振铃的解决办法.仿真和实验结果验证了所提方法的有效性。

4. 标题：一种用于 GaN 功率器件的驱动电路

   申请人：电子科技大学

   发明人：周泽坤，王霞等

   申请号：CN201410157766.0

   公告号：CN103915990A

   发明涉及集成电路技术领域，具体的说是涉及一种用于 GaN 功率器件的驱动电路。本发明的一种用于 GaN 功率器件的驱动电路，其特征在于，包括高通道驱动模块、低通道驱动模块、GaN FET 管 Q1、Q2；高通道驱动模块采用高通道电源电压 HB 和高通道地电位 HS，输出端与 Q1 的栅极连接，低通道驱动模块采用电源电压 VDD 和地电位 VSS，输出端与 Q2 的栅极连接；GaN FET 管 Q1 的漏极连接外部电压 VIN、源极与 Q2 的漏极连接。本发明的有益效果为，有效防止自举电容两端电压超过 GaN FETs 的栅源最大限制电压，克服了由 GaN FETs 无体二极管而导致在死区时间内自举电路过度充电，造成高端 FET 易受损的问题。本发明尤其适用于 GaN 功率器件的驱动电路。

5. 标题：一种基于 GaN 的高效率高功率密度隔离 DC　DC 变换电路

   申请人：浙江大学

   发明人：杨雁勇，王正仕

   申请号：CN201710031283.X

   公告号：CN106712529A

   发明公开了一种基于 GaN 的高效率高功率密度隔离 DC　DC 变换电路，包括 LLC 半桥软开关、匝比 N:1:1 的变压器、滤波电容、Fly　back 辅助电源电路、集成 LLC 控制 UCC25600 芯片电路、驱动 UCC27714 电路、光耦及输出反馈 PI 调节电路、PEM　2　S12　S5　D 电压转换电路等，其中原边采用 GaN 器件 GS66502B，副边采用 GaN 器件 GS61004B 并联同步整流；本发明将 LLC 谐振电路与同步整流进行结合，采用简单的控制和驱动电路以及辅助电源设计，实现了宽输入电压范围，恒定输出电压 12V，200W 的 DC　DC 变换，电路采用 GaN 开关器件，提高了变换器效率和功率密度。

6. 标题：一种氮化镓功率器件驱动系统
申请人：吉林大学
发明人：于生宝，许佳男等
申请号：CN201910378095.3
公告号：CN110224688A

发明涉及一种氮化镓功率器件驱动系统，该系统的 PWM 控制电路的触发信号加载在推挽式驱动芯片的输入端；推挽式驱动芯片的上管的漏极连接正电压，源极连接稳定电阻和限制峰值电阻的一端，稳定电阻的另一端连接氮化镓功率器件的栅极，限制峰值电阻的另一端通过关断电阻连接推挽式驱动芯片的下管的源极，同时通过加速电容连接氮化镓功率器件的栅极；推挽式驱动芯片的下管及氮化镓功率器件的源极连接电源地；下拉电阻连接在氮化镓功率器件的栅极与源极之间。

7. 标题：光驱动 SiC/GaN 基半导体器件及其制作工艺
申请人：电子科技大学
发明人：徐开凯，钱津超等
申请号：CN201711239512.3
公告号：CN108039363A

发明公开了一种光驱动 SiC/GaN 基半导体器件，它取消了传统 BJT 结构中的基极电极，利用紫外线穿过透明电极和薄发射区进入基区引入光激发产生电子和空穴对，为 BJT 的基极提供基极电流；同时采用圆角四棱台器件结构，提高了器件的耐压值。本发明还公开了制作上述光驱动 SiC/GaN 基半导体器件的工艺。本发明在兼具传统 BJT 优点的同时，提高了器件的光注入电流增益、击穿电压、EMI 抗扰度、开关切换速度和稳定性，降低了驱动损耗和响应时间，降低了制造成本。本发明适用于从小功率到大功率的半导体功率器件领域。

8. 标题：一种可编程高精度动态驱动 GaN 的电路及其应用
申请人：华中科技大学
发明人：童乔凌，曾婉华等
申请号：CN202010197814.4
公告号：CN111404526A

发明属于功率半导体器件开关领域，具体涉及一种可编程高精度动态驱动 GaN 的电路及其应用，电路包括可编程数字模块、时钟产生模块和驱动模块；可编程数字模块包括 EEPROM 读出电路、寄存器电路、逻辑控制电路；驱动电路包括粗略驱动电路和精细驱动电路。开通关断时间均分为多个时间段，每个时间段为一个粗略驱动周期；每个粗略驱动周期中可进行一次精细驱动微调，以产生脉冲控制精细驱动电路驱动电流。上电后通过 EEPROM 读出电路将片外数据存储于寄存器中，震荡器电路控制逻辑电路在开通和关断过程将所需数据传给驱动电路，动态控制多个粗略驱动周期的粗略驱动电路和精细驱动电路，实现可编程高精度的主动 GaN 栅极控制。

六、查新结论

依据与查新委托人签定的“科技查新合同”的有关要求，针对“面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术研究”的课题，我们利用国内数据库进行了查新检索，共检索到一般相关文献 8 篇。

经阅读、分析对比得到以下结论：

氮化镓（GaN）的功率集成技术，通过该工艺技术，能够单片集成功率集成电路所需的功率模块以及控制单元所需的各种低压器件。基于该工艺技术，实现了单片集成的电压基准源、温度补偿比较器、Boost 转换器等模块，这些模块是构成 GaN 功率集成电路与系统的重要组成部分， 其成功开发为新一代智能功率集成技术提供了必要的技术储备和技术支持。该项目主要是对面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术的研究。

现就委托项目的创新点和技术要点与检索到的国内相关文献对比分析如下：

国内相关文献方面，附件 1 介绍了氮化镓基电子与光电子器件，GaN 具有宽禁带、高击穿电压、异质结沟道中高峰值电子漂移速度和高薄层电子浓度等特点，是大功率和高温半导体器件的理想化合物半导体材料；附件 2 提出一种采用氢(H)钝化 p-GaN 技术制备增强型 GaN HEMT 器件的新方法；附件 3 研究了驱动电路寄生参数和栅极驱动阻抗匹配影响 GaN 变换器振荡的机理，提出了抑制开关器件电压振铃的解决办法。

国内相关专利方面，附件 4 发明一种用于 GaN 功率器件的驱动电路，包括高通道驱动模块、低通道驱动模块、GaN FET 管 Q1、Q2，有效防止自举电容两端电压超过 GaN FETs 的栅源最大限制电压，克服了由 GaN FETs 无体二极管而导致在死区时间内自举电路过度充电，造成高端 FET 易受损的问题；附件 5 公开了一种基于 GaN 的高效率高功率密度隔离 DC- DC 变换电路，采用简单的控制和驱动电路以及辅助电源设计，实现了宽输入电压范围；附件 6 发明涉及一种氮化镓功率器件驱动系统，包括 PWM 控制电路、推挽式驱动芯片，还包括限制峰值电阻、稳定电阻、加速电容、关断电阻、下拉电阻；附件 7 一种光驱动 SiC/GaN 基半导体器件，它取消了传统 BJT 结构中的基极电极，利用紫外线穿过透明电极和薄发射区进入基区引入光激发产生电子和空穴对，为 BJT 的基极提供基极电流；附件 8 涉及一种可编程高精度动态驱动 GaN 的电路及其应用，电路包括可编程数字模块、时钟产生模块和驱动模块，实现可编程高精度的主动 GaN 栅极控制。

相比较，苏州市职业大学委托查新的“面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术研究”项目，其提出的创新点在于：1）双向高效高变比的全 GaN 充放电变换电路及构造技术，减少电路的体积和提高变换器的功率密度比；2）集成 GaN 变换器的储能变换一体化设计技术；3）抗串扰和电磁干扰（EMI）的高频 GaN 变换多路同步驱动控制系统。依据项目方提出的创新点，在所检索到的上述相关文献中，对氮化镓基电子与光电子器件；GaN HEMT 电力电子器件的关键技术；抑制 GaN 变换器振铃的高频驱动电路设计等，分别有研究报道。国内相关专利，涉及用于 GaN 功率器件的驱动电路；基于 GaN 的高效率高功率密度隔离 DC- DC 变换电路；氮化镓功率器件驱动系统；光驱动 SiC/GaN 基半导体器件及其制作工艺；可编程高精度动态驱动 GaN 的电路及其应用。但检索中，未见有与该项目 GaN 电力电子器件应用技术相对应的文献报道。

综上所述，项目研究基于全氮化镓（GaN）功率器件的高性能储能系统变换电路，采用双向高效高变比的全 GaN 充放电变换电路及构造技术，大幅减少电路的体积和提高变换器的功率密度比。集成 GaN 变换器的储能变换一体化设计技术，方便工程设计安装和应用，增强系统整体可靠性。研发的抗串扰和电磁干扰（EMI）的高频 GaN 变换多路同步驱动控制系统，实现高频工作环境下的可靠稳定运行。在上述列举数据库和时限范围内，未见有与该项目设计及采用的关键技术相对应的文献和专利。项目面向储能系统的 GaN 电力电子器件应用技术的开发，具有新颖性。

查新员（签字）：陈妃　　查新员职称：馆员

审核员（签字）：刘[illegible]　　审核员职称：副研究馆员
（国家级审核员）

（科技查新专用章）

2020 年 7 月 11 日

七、查新员、审核员声明

1、 本报告陈述的内容均以公开文献为依据。

2、 我们按照《科技查新技术规范》GB/T 32003-2015 进行查新和审核，并作出上述查新结论。

查新员（签字）：陈艳　　审核员（签字）：刘剑

2020 年 7 月 11 日　　2020 年 7 月 11 日

八、附件清单

相关文献（文摘或全文）8 篇。

九、备注

1、 本查新报告无查新员和审核员签名无效；

2、 本查新报告无查新机构的“科技查新专用章”无效；

3、 本查新报告涂改无效；

4、 其他需要备注的内容。