

بسمه تعالی

توصیف اختراع

- ۱- عنوان اختراع: پانل خورشیدی گالیوم-آرسنایدی فضایی و روش مونتاژ آن
- ۲- زمینه: این اختراع مرتبط با فرآیند ساخت پانل‌های خورشیدی فضایی بوده و کاربرد آن منحصرأ در پروژه‌های فضایی می‌باشد.
- ۳- مشکلات فنی و بیان اهداف: بدلیل شرایط خاص محیط ماموریت‌های فضایی که بارزترین آن‌ها محدودهای وسیع تغییرات حرارتی (از منفی ۷۰ تا بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد)، وجود خلا (عدم استفاده از خاصیت همرفت در کنترل حرارت و نیز گازروی مواد که نتیجه آن کاهش کیفیت مواد است)، تنش‌ها و شوک‌های بسیار بزرگ در هنگام پرتاب، تعداد بالای سیکل‌های حرارتی بویژه در مدارهای نزدیک به زمین، وجود تشعشعات فضایی که خود منشاء بروز آسیب‌های مختلف (آسیب تک رخداد^۱، جابجایی^۲ و دوز تجمعی کل^۳) به قطعات و تجهیزات می‌باشد، لازم است تا یک محصول با کیفیتی بالا و متناسب با شرایط محیطی فوق (کیفیت فضایی^۴) تهیه شود. این کیفیت بالا هم با استفاده از قطعات خاص فضایی و هم با رعایت شرایط و فرآیندهای خاص هنگام ساخت یا مونتاژ تجهیزات حاصل خواهد شد.
- هدف اصلی در این اختراع رسیدن به فرآیندهای خاص تولید پانل خورشیدی (با استفاده از قطعات و مواد اولیه فضایی) می‌باشد که نتایج آزمون‌های محیطی اعمال شده به محصول نهایی گواه این ادعا می‌باشد.
- ۴- شرح وضعیت دانش فنی پیشین: اولین ماهواره‌ای که توسط متخصصین داخلی کشور طراحی و به فضا پرتاب شد (ماهواره امید) فاقد پانل خورشیدی بود. سایر ماهواره‌های دیگری نیز که در داخل طراحی و ساخته شده‌اند با توجه به طول عمر پائین (۴۰ روز) و نیز نوع ماموریت آن‌ها یا از پانل‌های سیلیکونی تجاری برای تامین توان استفاده کرده‌اند (نظیر ماهواره نوید، مبین، شریف ست). تنها دو ماهواره (ماهواره رصد و ظفر) از سلول‌های خورشیدی فضایی تا کنون استفاده کرده‌اند. در ارتباط با ماهواره رصد روال‌ها و روش کار غیر فضایی بوده و نتایج تست‌های محیطی نیز ثبت نشده است. در ارتباط با ماهواره ظفر نیز اطلاعات دقیقی وجود ندارد ضمن اینکه هر دو ماموریت فوق موفق نبوده‌اند. پانل خورشیدی گالیوم-آرسنایدی با توجه به روش ساخت منحصر به فرد خود، کمترین جرم افزوده شده به پانل را تحمیل می‌نماید.
- ۵- ارائه راه حل: راه حل ارائه شده برای رسیدن به محصول با کیفیت مطابق با آنچه در بند ۶ به آن اشاره شده است (مشخصات محصول و نتایج آزمون‌ها) عبارتست از استفاده از قطعات و مواد با کیفیت فضایی و نیز اجرا و پیاده سازی فرآیندهای خاص برای رسیدن به محصولی با کیفیت مورد نظر.
- یکی از مسائل کلیدی در ساخت پانل خورشیدی نوع چسب مورد استفاده و کانکتورهای اتصال‌دهنده سلول‌های خورشیدی به یکدیگر است. چسب مورد استفاده در شرایط خلا نباید باعث شکستگی در سلول خورشیدی شود و استحکام اتصال بین سلول‌ها، در اثر تغییرات مکرر دمایی نباید کاهش یابد.

¹ Single Event Effect

² Displacement Damage

³ Total Ionization Dose

⁴ Space Qualified

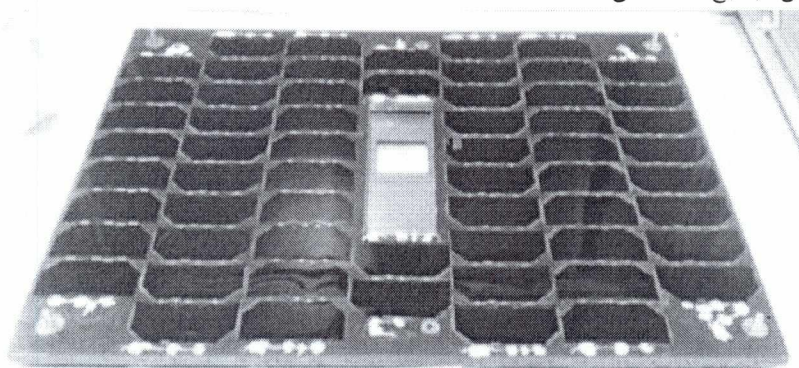
فرمانده کل سپاه پاسداران
فرماندهی منطقه
فرماندهی منطقه

در پانل اختراع شده، از سلول‌های خورشیدی گالیوم آرسناید شرکت Azur space استفاده شده است. سلول‌های خورشیدی از طریق کانکتورهای خاصی به یکدیگر متصل می‌شوند و تشکیل یک رشته سلول را می‌دهند. رشته‌های سلول خورشیدی با استفاده از چسب و لایه‌های عایق مناسب به سطح سازه آلومینیومی پانل متصل می‌شوند.

۶- توصیف اشکال، نقشه‌ها و نمودارها (در صورت وجود):

الف- مشخصات الکتریکی پانل خورشیدی

نمونه پانل خورشیدی ساخته شده از ۶۰ عدد سلول خورشیدی گالیوم آرسناید GaAs تشکیل شده است. این پانل خورشیدی دارای ۶ رشته سلول می‌باشد که به صورت موازی با یکدیگر باس خروجی پانل را تشکیل می‌دهند. در هر رشته، ۱۰ سلول خورشیدی و یک دیود با یکدیگر سری شده‌اند. یک سنسور دما جهت مانیتورینگ دما در پشت پانل تعبیه شده است. شکل ۱ نمایی از پانل تجمیع شده نشان داده شده است.



شکل ۱: پانل خورشیدی GaAs

مشخصات الکتریکی پانل در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر ارائه شده برای جریان و ولتاژ پانل در دما 42°C و تابش 870 وات بر متر مربع ثبت شده است.

جدول ۱: مشخصات الکتریکی پانل خورشیدی

6	تعداد رشته
10	تعداد سلول در هر رشته
25.4 [V]	ولتاژ مدار باز پانل
2.04 [A]	جریان اتصال کوتاه

ب- مشخصات الکتریکی سلول‌های GaAs

در جدول ۲ مشخصات الکتریکی سلول‌های خورشیدی مطابق با برگه های اطلاعات فنی تهیه شده از سوی سازنده و در شرایط AM0، دمای 28°C و تابش 1367 وات بر متر مربع ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصات الکتریکی سلول‌های خورشیدی

2700 [mV]	متوسط ولتاژ مدار باز
520.2 [mA]	متوسط جریان اتصال کوتاه
2411 [mV]	ولتاژ در نقطه بیشینه توان

شهاب کرمانیان
امیر

جریان در نقطه بیشینه توان	504.4 [mA]
بازدهی	29.5% in 1367w/m ² 29.8% in 1353w/m ²

ج- مشخصات مکانیکی پانل خورشیدی

مشخصات مکانیکی پانل‌های خورشیدی شامل مشخصات ابعادی و وزنی در قالب دو جدول ۳ و ۴ بشرح زیر می‌باشد.

جدول ۳: مشخصات ابعادی پانل خورشیدی

ابعاد	ابعاد تفکیکی پانل خورشیدی
582mm*446mm	ابعاد کل پانل
60*30.18mm	سطح پوشیده شده از سلول

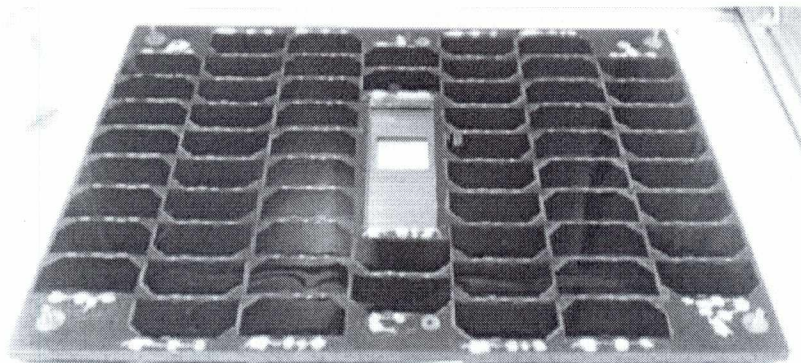
جدول ۴: مشخصات وزنی پانل خورشیدی

وزن (گرم)	وزن تفکیکی پانل خورشیدی
886	وزن سازه آلومینیومی پانل اولیه
2.4	وزن یک سلول گالیوم آرسناید بدون کانکتور
1352.5	وزن کل پانل نهایی
7.77	وزن افزوده شده به پانل خام به ازای هر سلول (شامل سلول، پوشش عایق، چسب و سیم بندی)

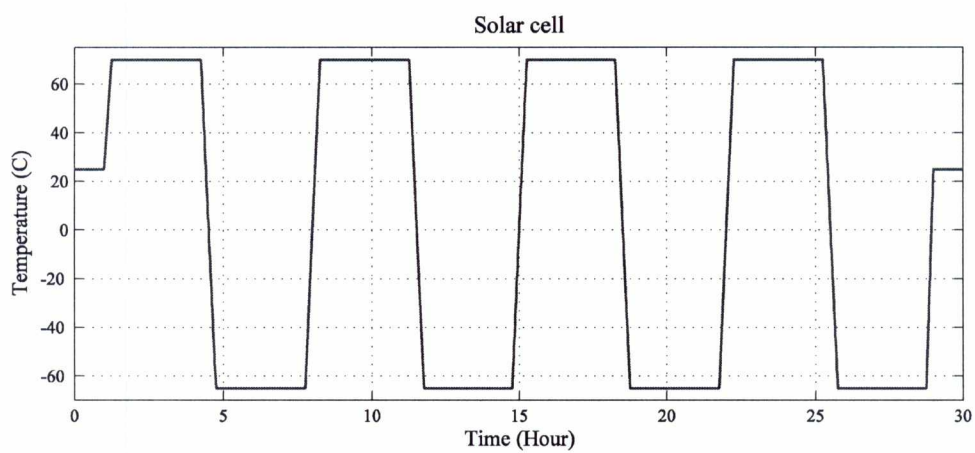
د- تست های پاس شده

۱. تست‌های لرزش (سینوسی، اتفاقی، شوک) در سه راستا با شدت ۱۴/۵ g. (در شکل ۲ نحوه استقرار و بسته شدن پانل بر روی دستگاه تست لرزش نشان داده شده است)
۲. تست خلا و حرارت؛ خلا با فشار ۱۰ بتوان منفی چهار میلی بار به همراه یک سیکل شامل دما ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت پایداری و دمای منفی ۸۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت پایدار انجام گرفت. نرخ تغییرات دما در هنگام تغییر، ۵ درجه سلسیوس بر دقیقه می‌باشد. (در شکل ۳ پروفایل تغییرات خلا در این آزمون نشان داده شده است).
۳. تست سیکل حرارت؛ هفت سیکل با مشخصات دما مثبت ۷۵ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت پایداری و دمای منفی ۷۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت پایدار انجام گرفته است. نرخ تغییرات دما ۵ درجه سلسیوس بر دقیقه می‌باشد. (در شکل ۴ منحنی سیکل‌های حرارتی اعمال شده به پانل نشان داده شده است).

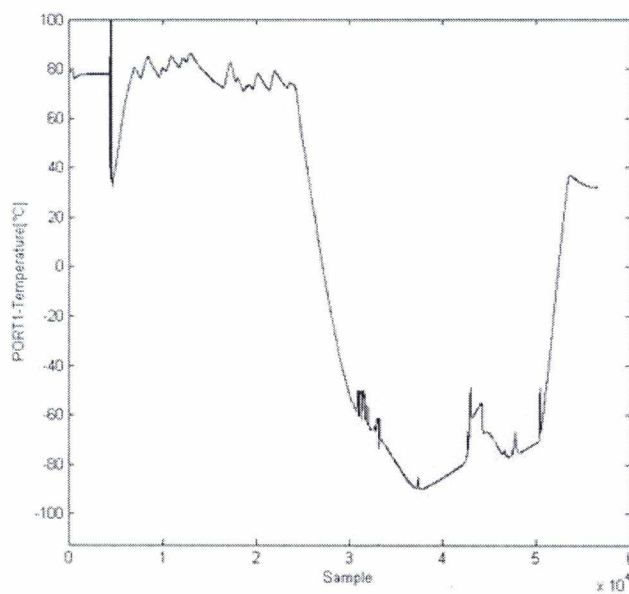
شهاب کرمانیان
امیر نور



شکل ۲: پانل خورشیدی بر روی میز لرزش



شکل ۳: تغییرات دما در محفظه حرارت



شکل ۴: تغییرات دما در محفظه خلا

شهاب دربان
انجمن

۷- بیان واضح و دقیق مزایای اختراع: محصول نهایی حاصل از فرآیند ساخت پانل خورشیدی با کیفیت فضایی دارای دو ویژگی اصلی می‌باشد. اولین ویژگی کسب نتایج مثبت طی آزمون‌های محیطی تعریف شده مطابق با استانداردهای فضایی اروپا^۵ بوده و دومین ویژگی آن رسیدن به حداقل وزن ممکن می‌باشد. ویژگی دوم کاملاً مطابق با فعالیت‌های فضایی بوده و تاثیر مستقیم در بهبود بودجه‌های وزنی ماهواره دارد.

۸- توضیح حداقل یک روش اجرایی برای بکارگیری اختراع:

استفاده از پانل‌های فوق برای هر ماموریت فضایی (تجاری، نظامی و ..) با طول عمر بالا (بیش از یکسال) بدلیل کیفیت و دانسیته بالای انرژی به یک امر معمول تبدیل شده است. بنحویکه طی سالیان اخیر تنها از این نوع پانل خورشیدی در ماموریت‌های فضایی (غیر از برخی از پروژه‌های کوتاه مدت دانشجویی) استفاده شده است. لذا با شروع هر پروژه فضایی و در فاز طراحی مفهومی، اجرا و کاربرد این محصول بعنوان اولین و تنها مفهوم ممکن برای زیرسیستم توان الکتریکی هر ماهواره قابل استفاده و اجرا می‌باشد. با توجه به اجرای موفق ساخت این محصول (در ابعاد کمتر از یک متر مربع) در پژوهشکده سامانه‌های ماهواره، در حال حاضر امکانات لازم برای طراحی و ساخت پانل‌هایی با ابعاد فوق در این پژوهشکده وجود دارد. همچنین در صورت نیاز به ابعاد بزرگتری از پانل‌های خورشیدی می‌توان با تجهیز پژوهشکده به نیازمندیهای آن، نسبت به رفع نیازهای کشور (و حتی مشتریان خارجی) اقدام نمود.



⁵ European Cooperation for Space Standardization