

# 研究助成 研究成果報告書

平成 28 年 09 月 27 日

公益財団法人 江野科学振興財団  
理事長 江野 眞一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について、下記のとおり報告します。

申請者名

桑 静



記

## 1. 研究課題名

和 文 多官能性トリアジンチオールカップリング剤による接着の研究
英 文 Study of adhesion using multi-functional triazine thiol coupling agents

## 2. 申請者名(代表研究者)

氏 名 桑 静	ローマ字表記 Sang Jing
所属大学・機関名 岩手大学	英訳表記 Iwate university
学部・部課名 理工学部	英訳表記 Faculty of Science and Engineering
役職名 特任研究員	英訳表記 Specially Appointed Researcher

## 3. 共同研究者 (下段 英訳表記)

氏 名	所属機関名・学部名・役職
(氏 名) 平原 英俊 (英訳表記) Hirahara Hidetoshi	岩手大学 理工学部 教授 (英訳表記) Faculty of Science and Engineering, Iwate university, Professor
(氏 名) 森 邦夫 (英訳表記) Mori Kunio	いおう化学研究所代表取締役社長 (英訳表記) Sulfur Chemical Laboratory, President
(氏 名) (英訳表記)	(英訳表記)
(氏 名) (英訳表記)	(英訳表記)

#### 4.英文抄録（300 語以内）

A simple, nonfluid, and direct adhesion method was developed to adhere cured rubber/rubber via grafting of a molecular layer of a triazine-based silane coupling agent without any pretreatment. During peroxide curing, oxide functional groups that can react with silanol groups were automatically fabricated on the surface of acrylonitrile-butadiene rubber (NBR) during primary processing at different curing temperatures. After the molecular layer was grafted onto the cured rubber surface, adhesion between the cured NBR surfaces was induced. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), contact angle measurements, surface friction tests, and dynamic mechanical analysis (DMA), and Transmission electron microscopy (TEM), scanning electron microscopy (SEM), peel tests were used to characterize the NBR surfaces and to evaluate the rubber/rubber adhesion samples. The results confirmed that hydroxyl, carbonyl, and carboxyl functional groups formed on the cured NBR surfaces and that these functional groups could react with a triazine-based silane coupling agent to graft a molecular layer. In addition, the effect of surface chemical composition on the adhesion properties was assessed and the adhesion mechanism was investigated. An NBR/NBR joined body was obtained and exhibited high adhesion strength with cohesive failure. The presented study can resolve the persistent problems of spew, extra adhesive, and rugose interface in the “fluid adhesion” of adhesive adhesion and vulcanization bonding processes. In addition, this method does not require secondary processing for inducing the formation of functional groups, and should therefore, be particularly valuable in industrial adhesion applications.

#### 5.研究目的

接着技術は物造基盤技術の分野において重要な役割を果たしている。従来の接着剤接合技術はぬれに原点があるが、分子接着技術は化学結合の形成に原点を置いている。前者は従来から一般的に接着剤を用いて、異なる材料の接着物を創製するが、環境信頼性や材料依存性に課題である。後者の分子接着技術は粘着剤に依存しないため、分子間の化学結合によって異なる材料の接着を実現させることが可能となり、その安定性は接着剤を利用するよりも更に強固な接着性を示し、これら接着剤接合技術の課題を改善する可能性を持っている。しかしながら、分子接着接合は界面反応を必須条件とするため、限定された組み合わせにおいてのみ実現可能であり、多くの組み合わせでは実現できないことが課題である。また、分子接着技術を利用する上で、材料表面をコロナ処理、プラズマ処理そして UV 処理などの二次加工によって、ぬれ性の改善と水酸基などの官能基を生成させることが必要である。

本研究は、架橋ゴム表面とバルク（内部）の化学的性質を X 線光電子分光法などによって明らかにし、一次加工のみで架橋ゴム表面に水酸基・カルボキシル基などの官能基を導入する条件を探索すること、そして架橋ゴム表面への分子接着剤 6-トリエトキシシリルプロピルアミノ-1,3,5-トリアジン-2,4-ジチオール (TES) の導入生成と架橋ゴム同士の接着物創製を目的とした。

## 6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(図や数式がある場合は10個程度にしてください)

## 7.今後の研究の見通し

一般にニトリルゴム(NBR)は、耐油性合成ゴムのなかでは、最も広く使用されているもので、主な用途としては、ガスケット、印刷ロール、オイルシール、パッキン、耐油ホース等がある。また、NBR に対する接着剤は数多くあるが、接着する材質がポリエチレン(PE)やポリプロピレン(PP)の場合、非常に接着が困難である。

本研究によって、NBRゴム表面に機能性トリアジンチオール誘導体を導入することにより、これまで接着が困難であった樹脂とゴム、すなわち PP、PE およびエポキシ(EP)樹脂などの極性の異なる汎用樹脂と架橋 NBR ゴムの接着技術および接着物を開発することも可能で、新規性があり、かつ、それらの接着物は、製造業における家電部品、自動車部品、医療関連機器など幅広く使用されている接着部材への応用が期待される。これまでの金属部材から軽量樹脂部材へと置き換わる突破口となる可能性が非常に高い。

以上から、本研究で開発される接着技術は適応性・汎用性が高いので、多くの産業で利用されていくことが期待される。そして製造業の設計・製造業務の迅速化・効率化を実現すると共に、品質や加工技術の維持・向上を通じて国際競争力の維持・強化に大きく貢献するものである。

## 8.本助成金による主な発表論文、著書名

1. **Jing Sang**, Sumio Aisawa, Hidetoshi Hirahara, Kunio Mori. Primary process to fabricate functional groups on acrylonitrile-butadiene rubber surface during peroxide curing. *Chemical Engineering Journal* (IF, 5.3). 2016, 287 (1) 657-664.
2. **Jing Sang**, Sumio Aisawa, Takahiro Kudo, Hidetoshi Hirahara, Kunio Mori. Integration of Peroxide-Cured Rubber/Rubber Through Covalent Grafting of a Thiol-Linked Molecular Layer. *Industrial & Engineering Chemistry Research* (IF, 2.6). 2016, 55 (24) 6792-6800.
3. **Jing Sang**, Riku Sato, Sumio Aisawa, Hidetoshi Hirahara, Kunio Mori. Hybrid joining of polyamide and hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber through a heat-resistant functional layer of silane coupling agent (投稿中)

[注1] 本報告書は、助成金を受けた翌年9月末までに必ず提出してください。

[注2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。<E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com>

[注3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。

※当財団へのご意見・ご要望がございましたら、下記へご記入ください。  
お寄せいただいたご意見・ご要望は今後の参考にさせていただきます。

この度は、研究助成に採択いただきまして、誠にありがとうございました。非常に有意義に研究を遂行することができました。ゴム産業における接着技術に寄与できる研究としてさらに継続していきます。今後ともご指導ご鞭撻のほど宜しくお願い申し上げます。

アンケートへのご協力ありがとうございました。

以上