１．モスクワ・ペテルブルグ技術フォーラム開催概要

ロシア東欧貿易会は、2004 年 3 月 14 日～3 月 20 日の期間で、日本から３名の専門家をロシア連邦モスクワおよびサンクト・ペテルブルグへ派遣し、新素材分野における日本の産業動向、商品化の応用例とニーズを伝え、ロシアの現状を把握し、両国企業の協力の可能性を探るため、国際科学技術センター（モスクワ）、モスクワ国立鉄鋼合金大学（モスクワ）、ヨッフェ物理技術研究所（サンクト・ペテルブルグ）、関係企業を訪問し、プレゼンテーション、ヒアリング、研究施設の視察、意見交換、情報交換を行った。

1. 日本側専門家：

稲村三千男　ベアトリックス㈱ 主任研究員（団長）
田中明和　　住友金属鉱山㈱ 技術本部技術企画部担当部長
武田　誠　　オーム電機㈱ 関東テクニカルセンター所長

2. 日程：

3月14日（金）	日本発モスクワ着
3月15日（月）	モスクワ鉄鋼合金大学訪問・フォーラム開催
3月16日（火）	国際科学技術センター（ISTC）訪問
	熱電素子製造研究センター訪問
3月17日（水）	サンクト・ペテルブルグへ移動
	クリオサーモ社訪問
3月18日（木）	ヨッフェ物理技術研究所訪問・フォーラム開催
	サンクト・ペテルブルグ日本センター訪問
3月19日（金）	モスクワ経由日本へ
3月20日（土）	帰国

3. フォーラムの開催

①モスクワ鉄鋼合金大学

開催日時：2004年3月15日 10:00～15:00

ロシア側報告：

１）報告者：リヴァノフ国際関係担当副学長
テーマ：「モスクワ鉄鋼合金大学研究部門の概要」

２）報告者：タラキン クリスタル社副社長
テーマ：「熱電材料と素子の製造について」

３）報告者：リレーエフ物理材料学科長

テーマ：「ナノ構造希土金属を用いた永久磁石用材料」

日本側報告：

１）報告者：稲村三千男 ベアトリックス㈱ 主任研究員

テーマ：「日本国内の希土ユーザーの希土化合物の物性に対する要望とその対応について」「日本におけるレアアース新規成長分野リスト」

２）報告者：武田　誠 オーム電機㈱ 関東テクニカルセンター所長

テーマ：「日本のサーモモジュールの推移とロシア製ペルチェ素子の用途」

②ヨッフェ物理技術研究所

開催日時：2004年3月18日 10:00～16:00

ロシア側報告：

報告者：オルベリ副所長（国際関係担当）

テーマ：ヨッフェ物理技術研究所の概要

日本側報告：

１）報告者：稲村三千男 ベアトリックス㈱ 主任研究員

テーマ：「日本国内の希土ユーザーの希土化合物の物性に対する要望とその対応について」「日本におけるレアアース新規成長分野リスト」

２）報告者：武田　誠 オーム電機㈱ 関東テクニカルセンター所長

テーマ：「日本のサーモモジュールの推移とロシア製ペルチェ素子の用途」

２．訪問先概要

①モスクワ国立鉄鋼合金大学

英文名称：Moscow State Institute of Steel and Alloys (Technological University)

英文略称：MISA-TU

所在地：　4 Leninsky Prospekt, Moscow 119049

Tel +7-095-237-22-22　Fax +7-095-237-80-07

1930 年に設立されたモスクワ国立鉄鋼合金大学（MISA-TU）は、現在ロシア及び CIS 諸国における「材料科学、冶金学」「 金属生産・処理」「 複合材料、粉体材料、超伝導体・半導体材料」「先端材料開発・技術」「 環境学、原材料、廃棄物処理」「材料認証・品質管理」「 経済学、経営学」「情報技術、コンピューター支援制御システム」の各分野の指導的な高等教育機関として技術者・研究者を養成している。

沿革：

1918 年　モスクワ鉱山アカデミー（MMA）冶金学部における最初の教育課程が発表

1919 年 2 月　最初の学年がスタート。

1930 年　モスクワ鉄鋼大学（MIS）が MMA から分離し、独立した高等教育機関となる。

1962 年　MIS と非鉄金属・金大学が統合され、モスクワ鉄鋼合金大学（MISA）となる。

1963 年　技術総合大学（Technological University）としての法的地位を取得。

学部：全日制、定時制及び通信教育による 10 学部・ 40 学科

－冶金技術・省資源・環境学部、 非鉄金属・貴金属学部、物理・化学学部、技術学部、半導体材料・デバイス学部、情報科学・経済学部、エネルギー・環境学部、人文学部、定時制教育学部、通信教育学部、予科学部

学生数：学部在学生、大学院生及び博士課程学生約 16,500 名

教員数：624 名（うち教授 136 名、助教授 325 名）　非常勤 219 名

《研究部門》

連絡先：

コジトフ研究担当副学長	Tel +7-095-237-22-22	E-mail kozitov@misis.ru
リヴァノフ国際関係担当副学長	Tel +7-095-955-00-59	E-mail d.livanov@misis.ru
ドウブ研究部門次長	Tel +7-095-230-45-33	E-mail doub@misis.ru
キンドプ研究部門秘書	Tel/Fax +7-095-237-21-27	E-mail vk@misis.ru

活動内容：

研究部門は 34 の部、17 の研究所、8 つのセンターから構成されている。現在、ロシア科学アカデミー会員 3 名及び準会員 1 名、10 のアカデミー支部の会員及び準会員 35 名、教授・学術博士 158 名、助教授・PhD500 名が教えている。研究部門では学術博士 14 名及び PhD120 名を含む 325 名の科学者が研究を行っている。

研究部門は、材料科学、冶金学、プロセス工学、認証、品質管理、環境安全、経済学及び経営学の分野における研究開発に関する契約関係を結ぶことに関心を持つ諸組織との協力を望んでいる。

研究部門は以下の優先的分野における基礎研究と応用研究を進めている。

－高度冶金技術の理論的基礎

－鉄・非鉄冶金分野における省資源

－冶金製品のエネルギー消費率増加を伴わない環境汚染削減

－ロシア及び CIS 諸国の冶金工業における革新的省資源技術に関する経済問題

－冶金プロセスのコンピューター支援制御に関する理論と技術

－冶金及び高等教育における情報技術

－溶融物の熱力学と特性及び結晶プロセスの制御

－マクロ転位を伴う変形に関する技術及び機器

－材料品質予測のための金属加圧処理の分析方法

－アモルファス構造、ナノ結晶構造及び超高純度粒子構造材料

－変形・破壊の物理、高力合金及び高力耐熱合金の開発

－機械的・化学的活性化を応用した新複合材料の合成

－磁性現象の物理、磁性材料及びその生産技術の開発

－高温超伝導

－構造形成と欠陥形成及びこれらがエレクトロニクス用バルク材料・薄膜材料に及ぼす影響

－金属、半導体及び誘電体に対する放射線の影響、放射線技術の物理的原理の解明

国内外で広く利用されている以下の技術を有する。

－液相還元法 ROMELT

－ねじ転造用高効率ミニミル

－アクティブ摩擦力の利用によるプレス加工

－特殊鋳造金属の品質管理に関する技術及び設備

－新アルミ鋳造合金及びその複合材料

－自己伝播高温合成法の利用による複合材料製造

－合成ダイヤモンド粉末の合成及びこれを基材とする材料
－材料モニタリング用のコンピューター・アコースティックエミッション装置、プロセス及び技術
－形状記憶ニッケル-チタン合金
－熱設備モニタリング用携帯式装置一式
－環境にクリーンなノンフロン冷却装置
－携帯式 X 線応力分析装置

モスクワ国立鉄鋼合金大学傘下の教育・研究センター
－情報・マーケティングセンター
－製品認証・品質システム・冶金企業センター METALCERTIFICATE
－冶金エネルギー・環境認証センター ECOCERT
－分析・認証・環境・教育方法センター ANCEPTECO
－冶金学部門研究調査センター
－教育研究センター SHS MISA-ISM RAS
－水・環境科学研究・専門家養成センター
－熱電素子製造研究センター
－発電のための化学資源再利用に関する産業部門間教育研究センター
－音響光学技術教育センター
－複合材料加圧処理製造研究センター
－専門家養成研究センター
－フェライト材料研究センター

R&D 戦略

・常勤スタッフ－315 名、非常勤スタッフ－226 名（学部在学生 61 名、大学院生契約スタッフ 34 名を含む）
・研究開発プロジェクト－472 件（うち産業分野のクライアントとのプロジェクト 315 件）国際共同研究開発プロジェクト－29 件、公表された科学論文－300 件以上、国際会議における報告－250 件、特許申請－16 件、取得特許－10 件
・国際協力－45 ヵ国の 80 以上の大学、研究センター及び鉱工業企業との間で学術研究協力を進め、外国の産業分野のクライアントとの間で毎年研究契約やプロジェクトを締結している。

②国際科学技術センター

英文名称：International Science and Technology Center

英文略称：ISTC

所在地：　9 Luganskaya Street, Moscow 115516

Web site：　http://www.istc.ru

概要：

政府間協定に基づく国際機関

目的：旧軍事研究者に平和目的の研究機会を提供し、旧ソ連邦地域諸国の市場経済移行を支援。

設立：1994 年３月事業開始

加盟国：（支援側）日本、米国、EU、ノルウェー、韓国

（被支援側）ロシア、グルジア、アルメニア、ベラルーシ、カザフスタン、キルギス、タジキスタン

事務局：職員約 170 名（うち日本人３名－大窪次長 他）

連絡先：TEL +7-095-797-6045、FAX +7-095-797-6014

本部：モスクワ

支部：ミンスク（ベラルーシ）、エレバン（アルメニア）、アルマティ（カザフ）、ビシュケク（キルギス）、トビリシ（グルジア）

主な事業：

１．プロジェクト関連事業

－レギュラープロジェクトの実施（各国政府）：

各国政府によるロシア CIS 研究所の優れた技術に対する Funding により研究プロジェクトを実施

－パートナープロジェクト（民間企業等）：

民間企業等によるロシア CIS 研究所の優れた技術に関する研究プロジェクトの実施

２．プロジェクト支援事業

－セミナー・ワークショップの開催

－技術データベースの作成（PRA Database）

－国際会議出席旅費の提供

ロシア CIS 研究者に対して、国際会議出席・外国協力機関訪問を目的に旅費等を支給。

－ビジネス研修事業

プロジェクト・マネージャーに対して、ビジネスの総合的知識、プレゼンテーション・スキル、IPR 等を研修。

－特許登録支援事業

商業的価値の高いプロジェクト成果に対して、特許申請関連経費を支給。

実績：

１．研究プロジェクトの実績

１）登録プロジェクト総数：3,830 件（2003 年５月現在）

２）予算化プロジェクト数：1,589 件（日本政府：201 件)

３）プロジェクト予算総額：約 520 百万ドル

４）参加 CIS 科学者数：　　約 51,000 人（約 680 機関）

２．プロジェクト支援事業の実績

１）セミナー・ジャパンワークショップ

一般セミナー：－年３～４回、CIS 内で開催、過去に 29 回開催実績

ジャパンワークショップ／CIS 先端技術紹介

－97 年１月以降、東京、大阪、筑波、新潟で 24 回開催

－テーマは、ナノテク、バイオ、新材料、航空・宇宙、エネルギー、エレクトロニクス、レーザー、半導体、有機化学、宇宙ステーション利用、情報技術　等

－ロシア人科学者延べ約 180 名が出席

－日本企業等から、延べ約 1,850 名が参加

２）PRA データベースの作成

ISTC は、ロシア CIS 研究機関、大学等(約 350 機関：2,000 名)からその研究プロジェクト（約 1,700 件）に関する下記情報を収集し CD-ROM、インターネットで提供している。毎年改訂版を発行。

－研究概要、コンタクト研究者、予測される応用分野、予算

http://www.tech-db.ru/istc/db/pra.nsf/htm/index.htm

パートナー・プログラム（民間企業等）について：

１）パートナー（民間企業等）は、ISTC 及び CIS 研究所と３者契約により、研究開発目的のパートナー・プロジェクト（PP）に拠出。知的所有権については、パートナーと CIS 研究所の合意により、その取扱いを決定。PP の全ての商業機密はパートナーのために保護される。

２）パートナーのメリット

①免税（対ロシア）②自由通関（機材等）③リスクの回避（ISTC スタッフの支援等）

３）登録パートナー数は 183 で、既に 378 件の PP が実施中および実施済み。
総額 132 百万ドル（約 158 億円）。

４）パートナー・プログラムの利点＝企業のニーズに応じたプロジェクトの実施

－ロシア、CIS 諸国の科学技術情報を無料調査

－ロシア投資のリスク回避／プロジェクト実施時

・事務局によるモスクワでのサポート、ロシア政府の支援

・モニタリング、監査、給与・現金支払、機材調達

－安価なプロジェクトコスト

・人件費　社会保障、年金、所得税の支払は免除

・(ISTC プロジェクト参加者の日当は最高$35、平均$23)

・機材　　輸入関税も免除

・間接費　通常約 30%、ISTC では通常５％

・ISTC 手数料　５％

－プロジェクト成果は機密扱い

５）プロジェクトの実施

－ISTC パートナーとして登録

・登録申請、ISTC 受理後１ヶ月で登録完了

－プロジェクト提案書の作成と提出

・ロシア側研究所で実施する研究開発プロジェクト提案書の作成

・提案書の ISTC への提出、受理後プロジェクト実施承認まで 45 日

・ISTC に既に受理されている提案書、短期承認

－プロジェクトの実行（ISTC の支援）

・４半期・年度・最終報告書、現場での技術モニタリング、器材調達、給与・現金支払、監査

６）プロジェクトの実施手続き

①ISTC パートナーへの登録（1 ヶ月）

②パートナーから技術仕様書の提示

③プロジェクト提案書の作成（ロシア研究所）

④ロシア政府保証書（Government Concurrence）の取得（ロシア研究所：１～４ヶ月）

⑤提案書の ISTC への提出（ロシア研究所）

⑥プロジェクトの実施承認（提案書受理後 45 日）

⑦PA（３機関契約）、MOA（２機関契約）の締結

⑧プロジェクトの実行

③ヨッフェ物理技術研究所

英文名称：Ioffe Physico-Technical Institute

所在地：　26 Polytekhnicheskaya, St. Petersburg 194021

Web site：　http://www.ioffe.ru

概要：

1918 年に設立されたヨッフェ物理技術研究所は、物理学および技術分野におけるロシア最大の研究所のひとつであり、以下の５つの研究部門と教育センターおよび基礎研究の商業化のための民間会社から成り立っている。

① ナノヘテロ構造物理学センター Center of Nanoheterostructure Physics

② 固体電子工学 Division of Solid State Electronics

③ 固体物理学 Division of Solid State Physics

④ プラズマ物理学、原子物理学、天文物理学 Division of Plasma Physics, Atomic Physics and Astrophysics

⑤ 誘電体・半導体物理学 Division of Physics of Dielectric and Semiconductors

⑥ 教育センター Educational Centre

⑦ 株式会社「テクノエクサン」AO “TEKHNOEKSAN”

研究部門ごとの研究分野：

①ナノヘテロ構造物理学センター

－シリコン及びⅢ-Ⅴ族半導体のヘテロ構造、特にナノヘテロ構造（量子井戸、量子ワイヤ、量子ドット）の物理学と技術（MBE、MOCVD）

－電子材料科学、電子材料特性（透過型・走査型電子顕微鏡、電子プローブマイクロ分析、X 線回折・X 線トポグラフィー、オージェ電子スペクトロスコピー、二次イオン質量分光測定、過渡容量スペクトロスコピー（DLTS 法）

－光電子工学、ナノ電子工学（低次元ヘテロ構造）

－半導体中における電子・光学・量子干渉現象の理論

－超高速過程と非線形光学現象

－半導体レーザーダイオード（CW、DFB 及びピコ秒ヘテロ構造レーザー）、光検出器及び太陽電池

・パルスパワーⅢ-Ⅴ族半導体

②固体電子工学部門

－超高速過程と非線形光学現象

－結晶半導体及び半導体構造中の不純物と欠陥
－アモルファス半導体
－原子現象とプラズマ現象の物理学
　・原子理論と計算
　・理論原子物理学
－固体理論及び固体デバイス理論
－半導体デバイスの物理
－応用数学及び数理物理学
－光電子工学、ナノ電子工学
－ホログラフィー（物理、材料及び応用）
－出力半導体デバイス
－半導体中における非平衡過程
－半導体光検出器
－高温超電導体技術
－マイクロ電子工学の理論的基礎
－炭素ナノクラスター（フラーレン及びナノダイアモンド）

③固体物理学部門
－光学特性と縮合物スペクトロスコピー（赤外及びラマンスペクトル及び散乱、熱ルミネセンスを含む光ルミネセンス、電荷キャリアの光学的配向、磁気光学効果、超格子とヘテロ接合、励起子及びその関連現象、固体中における不純物及び欠陥による吸収）
－固体の電子特性と格子ダイナミクス（光学、マイクロ波及びフォノンスペクトロスコピーによる研究）
－光導電
－電子常磁性共鳴、核磁気共鳴
－結晶格子中におけるフォノンと振動
－ナローギャップとガラス質半導体
－動力学理論（低次元系及びメゾスコピック系内における輸送現象、非平衡フォノン、ノイズの過程及び現象）
－固体中における相転移（金属－絶縁体転移）
－超伝導
－データ処理と計算
－固体のメカニクスとレオロジー（破断とひび割れ、ポリマーとプラスチック、強化ポリマー、ポリマーをベースとする複合体）

－結晶成長の物理

－結晶欠陥

－材料処理及び材料処理がマイクロ構造と特性に及ぼす影響

④プラズマ物理学、原子物理学、天文物理学部門

－高温プラズマ（トカマク、プラズマ波の相互作用、診断法）

－低温プラズマ（ガス放電、プラズマ技術、MHD 現象、高密度プラズマダイナミクス、衝撃波）

－超音速流と物体運動

－原子衝突過程と中性粒子プラズマ診断法

－原子スペクトロスコピー

－ガス表面相互作用（吸着、脱離、イオン化、要素構造）

－クエーサー、中性子星及び星間物質の理論

－太陽物理学、彗星と宇宙線物理学、ガンマ線及び X 線天文学

－質量分光測定技術

⑤誘電体・半導体物理学部門

－強誘電性と強磁性の物理

－電磁光学

－ファイバー内における非線形光学と光学計算

－無秩序型強誘電体内における中性子散乱

－固体理論（ホッピング伝導、半導体内におけるマルチフォノン過程、層状超伝導体およびやや無秩序な系の臨界特性、ジョセフソン構造及び CDW 構造の臨界状態、強いフェルミ粒子系内における超伝導）

－シリコンカーバイド

－希土類半導体と半導体化合物の物理

－超分散系と低次元系

－電歪に基づくデバイス及びシリコンカーバイドをベースとする安定デバイス

－材料特性と実際の結晶構造

－低温固体、高温超伝導体

－熱電エネルギー変換

３．モスクワ国立鉄鋼合金大学において開発された新素材

①高窒素鋼 High Netrogen Steels (HNS)

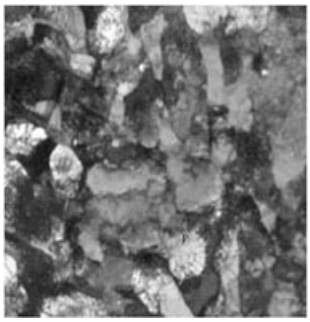
熱機械処理研究所、特殊合金可塑変形部門および鋼冶金部門による共同研究により窒素含有鋼の高密度インゴットを得るための条件が明確にされた。

・（0.2%までの）高温高窒素濃度使用の有効性が確認された。

・窒素含有高強度オーステナイト、マルテンサイトおよびオーステナイト＝マルテンサイトがマレージング鋼をベースに開発された。

・所定のアルファーガンマ相容積率を確保する熱および機械的補強処理に関する計画ならびに方式が提案された。

・-196℃まで耐えうる安定した耐腐食性非磁性オーステナイト



特性

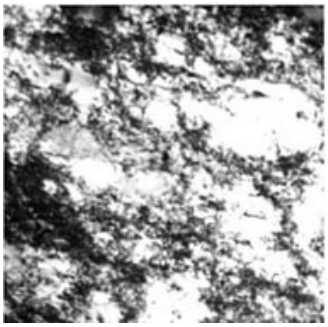
・降伏応力　900 MPa

・最大引っ張り強さ　1000 MPa

・破壊じん性　2 MJ/m^2

・HRC 30

高温変形オーステナイトの構造

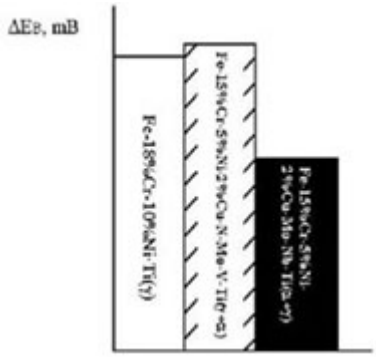


適用分野：

耐腐食鋼に代用し、経済性と負荷耐性の向上を図る。

中温変形オーステナイトの構造

・耐腐食性マルテンサイト＝オーステナイト鋼



特性

・HRC 48

・破壊じん性　1.2 MJ/m^2

適用分野：

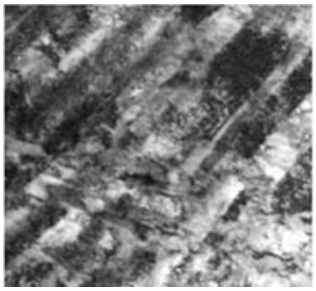
・磨耗状況下で使用される高負荷機械部品

・外科器具を含む各器具

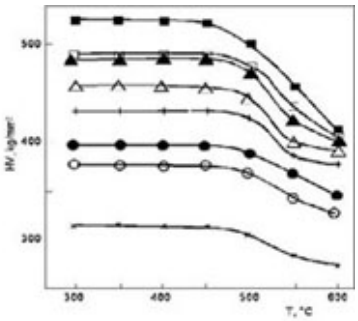
・食品産業

Cr-Ni 鋼の孔食

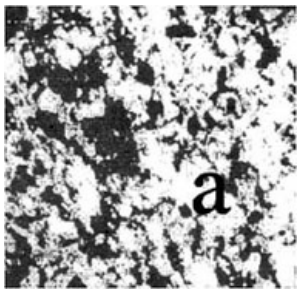
・最大引っ張り強さ 1600 MPa, HRC 42 の耐腐食性オーステナイト＝マルテンサイト鋼



低温変形構造

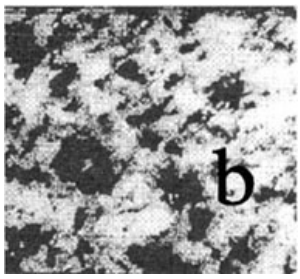


機械特性



積層欠陥エネルギーを低下させ、低温下での使用が生むオーステナイトのマルテンサイト変形傾向を助長させる効果を活用することにより､鋼の強度を向上させる､熱学的に均一かつ安定したマイクロ、２重ナノ、および３重ナノ構造が得られた。

激しい低温変形後の、窒素含有鋼のマイクロ３重構造



500℃で 30 分間加熱した後の窒素含有鋼のマイクロ３重構造

②鋳型鋳造用アルニウム・ベースの新素材

力学特性、腐食特性および鋳造特性が改善された新しい鋳造アルミニウム合金と鋳造材を開発した。

1. Al-Zn-Mg-Cu 系統(AZ シリーズ）をベースとした高強度（UTS＞530 MP a 、YS＞500 MPa）合金
2. 350-400℃の稼働温度と高い機械特性および鋳造特性を持ち、遷移合金エレメント（ATM シリーズ）のみを含有する耐クリープ合金
3. 機械特性が向上した共融シルミンおよび亜共晶シルミン
4. 鋳造アルミニウム合金ベースの複合素材
5. 鉄分の含有量が多く、シリコン含有量の少ない 2 次シルミン

表 1　高強度鋳造アルミニウム合金の比較

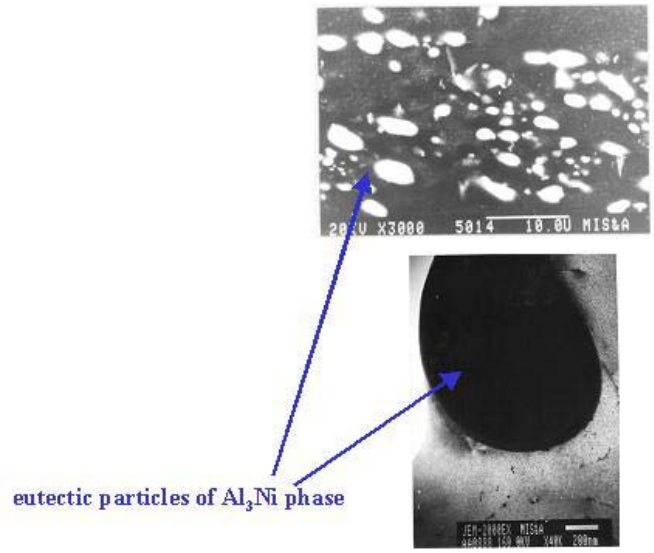
合金	機械特性 T6					鋳造特性		
	UTS MPa	YS MPa	EI %	IA	σ_{-1}^{**} Mpa	HCI mm	FI mm	LC %
AZ01	540	510	3	180	130	22.5	360	1.3
AM5(224.0)	450	380	7	130	100	35	210	1.3
VAL12	540	510	3	180	90	37.5	300	1.3

HCI－高温ひび割れ指数（リング・プローブ）

FI －流動性指数（ロッド・プローブ）

LC－リニア相互作用

**-10^7 サイクル



Al_3-Ni 相の共晶粒子

表 2　鉄高含有量２次シルミン

合金	室温における特性						
	UTS, MPa	HB MPa	EI %	UTS-2*, MPa	HB-2*	CSR** (350℃, 100hrs), Mpa	HTI***, Mm
ATM-1	300	110	3	300	110	35	＜5
AK12MMgN (339.0)	240	100	0.5	180	70	20	7.5
AM5 (224.0)	400	120	5	260	65	30	35

*450℃で 5 時間保持後

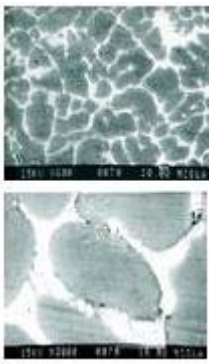
**破裂に対するクリープ応力

***“VIAM”テスト（リング）を用いた高温割れ指数

アルミニウムスクラップの冶金再加工用ユニット

表 3　耐クリープ鋳造アルミニウム合金の比較

合金	系統	機械的特性					鋳造特性		
		HT	UTS, Mpa	YS, Mpa	EI, %	HB	HCI, mm	FI, mm	LC, %
ASF01	Al-Si-Fe	C	200	120	70	70	17.5	310	1.3
		T	300	220	4	110			
ASF02	Al-Si-Fe-Cu	C	220	140	3	80	10	380	1.2
標準合金									
AK5M2	Al-Si-Cu	C	210	140	2	80	12.5	350	1.2

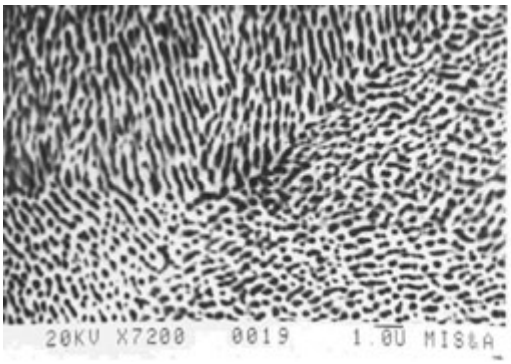


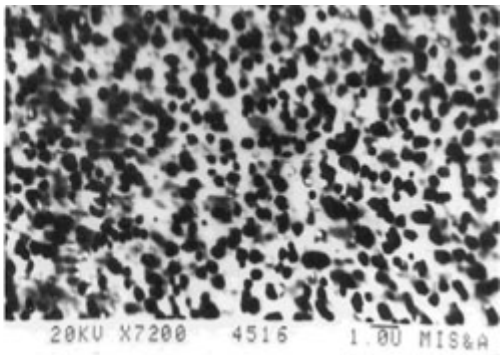
共晶合金

③共晶アルミニウム合金

1. AL-Zn-Ni-Mg-Cu 系統をベースとした高強度（機械特性：UTS＞530 MPa、TS＞500 MPa、HB 180）合金 AZ6N4
2. 350 - 400℃で従来の合金に較べ高い強度特性を持つ、変換遷移金属添加物（Ni，Fe，Ce，Mn，Zr，Cr 等）を含む耐熱・耐変形合金
3. 鋳造された際に、従来の合金より高い延性を持つ、鉄分含有量の多い低シリコン二次合金

本合金の代表的なミクロ構造



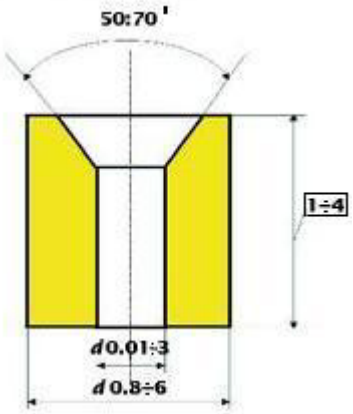


④超硬度素材

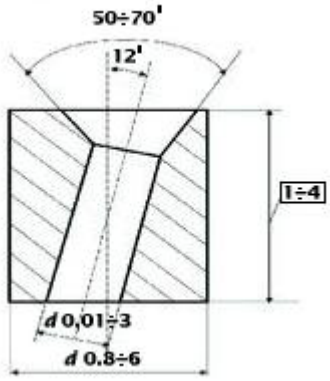
気体研磨または液体研磨切断用ダイヤモンド製ノズル

ダイヤモンド製成形ノズルは、金属・セラミック・鉱物等の各種素材のガス研磨および加工用に設計されている。製品は、高速でノズルから噴射されるガスまたは液体によって加工される。

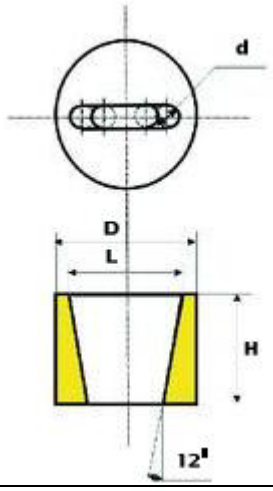
ノズルの価格は、仕様寸法によって 10 ドルから 60 ドルの範囲である。



ダイヤモンド製成形ノズル　タイプ 1



ダイヤモンド製成形ノズル　タイプ 2

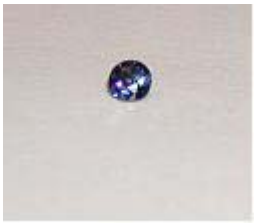


ダイヤモンド製チップ成形ノズル　タイプ 3

ダイヤモンド多結晶粒子

ダイヤモンド多結晶粒子は各種石材加工具に用いられる。ダイヤモンド多結晶粒子は静負荷時の破砕強度において、同等のフラクションを有するダイヤ多結晶を超えるものである。

ダイヤ多結晶のベアリングパーツ



0.24 カラットの合成青色カットダイヤモンド

7mm サイズの窒素含有多結晶ダイヤモンド

ダイヤモンドミクロパウダー

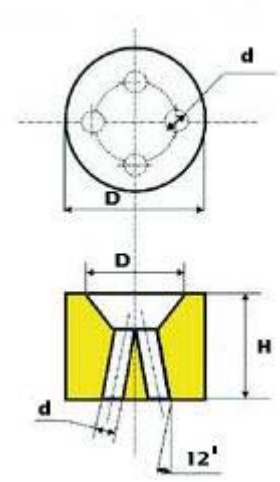
粒度 1/2、2/1、3/2、5/3、10/7、14/10、20/14、28/20、60/40 μm のダイヤモンドミクロパウダーは、研磨工程等に使用可能である。

ダイヤモンドスーパーミクロパウダー

粒度 50 – 100 A および 1 μm 以下のダイヤモンドスーパーミクロパウダーは、最終研磨工程に用いられる。

多結晶ダイヤモンドのカッター挿入具

多結晶ダイヤモンドをベースにした各種挿入具は、非鉄金属・合金・セラミック・鉱物等の加工用各種カッター（旋削・穴あけ・切断）に用いられる。



ダイヤモンド製成形ノズル　タイプ 4

⑤アルミニウムと銅をベースにした拡散硬化複合材

メカニカルアロイングにより得られるアルミニウムと銅をベースにした拡散硬化複合材が、工学および電子工学分野での適用を目的として、非鉄金属の物理冶学部門で開発された。

タイプ 1. 異なるシステムで製造されたアルミニウム合金をベースにした複合材

1. 母材粒子およびセラミックパウダー（Al_2O_3,SiC）を 10 – 20%の体積分率で複合研削（図-1）する。
2. アルミナ合成を目的とした母材粒子の研磨

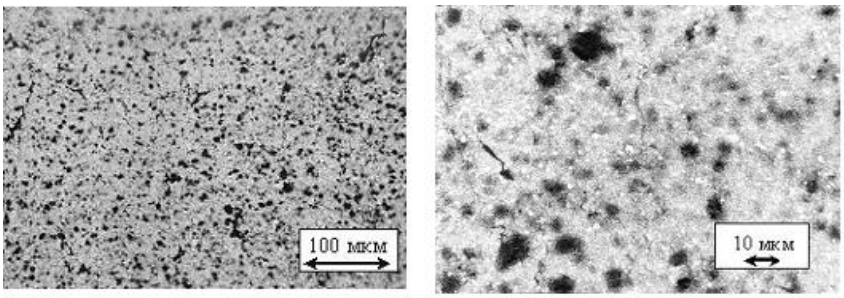


Fig. 1. Structure of composite material based on the alloy Al-12% Si-1,2% Mg-2% Cu-1% Ni-%1 Fe-0,5% Mn - 20 % Al_2O_3 after milling. Reflected electrons.

図-1　研削後の、Al-12%、Si-1.2%、Mg-2%、Cu-1%、Ni-１%、Fe-0.5%、Mn-20%、Al_2O_3 合金をベースにした複合材の構造。反射電子。

AK12MMgN（Al-12%、Si-1.2%、Mg-2%、Cu-1%、Ni-1%、Fe-0.5%）合金をベースにした素材の特性

	HV	HB_1^{350} (350℃での硬度)	YS, MPa				UTS, MPa
			20℃	250℃	350℃	450℃	20℃
合金 AK12MMgN	160±3	16±2	297	166	73	23	501
AK12MMgN +20%Al_2O_3	280±5	28±2	-	239	126	32	733
AK12MMgN (空気中処理)	229±5	26±2	-	-	-	-	-

タイプ 2.　高エネルギー遊星連動装置を用いたメカニカルアロイングにより製造された Cu-SiC、Cu-Zn-SiC、Cu-Cr システムをベースとした複合材

1. 耐アーク材 Cu-50%Cr は、モスクワ鉄道のサーキットブレーカー（VAB-28）のアークコンタクト作動において、４年間のフィールド使用にパスしている。(図 2)

   特徴：・HB295

   ・HB_1^{400}140

   ・電導率 18 Ohm/m

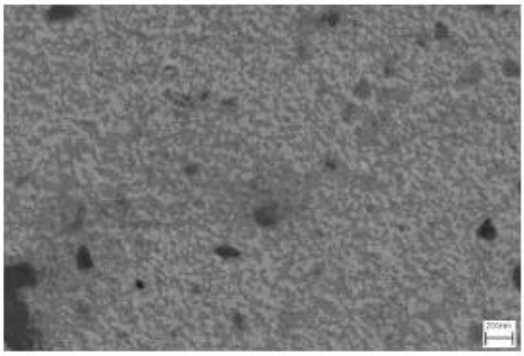


Fig. 2. Structure of the sample of composite material Cu-50%Cr after treatment in planetary mill. Reflected electrons.

図 2
遊星連動ミルによる研削処理後の複合材 Cu-50%Cr サンプルの構造。反射電子。

2. Cu-20%SiC 材

   特徴：・HB260

   ・電導率 16 Ohm/m

⑥ランガサイトーピエゾ技術用新素材

・粒子寸法　2 – 2.5 mkm

・磁気エネルギー　28 – 32 kJ/m^3

・残留磁気誘導　Br=0.375 TI

・誘導による保磁力　Hcb=240 kA/m

・磁化による保磁力　HCI=250 kA/m

用途

・石英、リチウムタンタル酸塩、リチウムニオブ酸塩およびランガサイトをベースにしたモノリスフィルターおよび共鳴器の開発ならびに生産

・ランガサイト結晶化

・ピエゾ電気分野の新素材の発見、ピエゾ電気的効果を調べるための各種装置への適用の可能性の分析およびその製品化

ランガサイトはランタニウム・ガリウム・ケイ酸塩

$La_3Ga_5SiO_{14}$ である。

ランタン・ガリウム・ケイ酸塩（ランガサイト）の結晶は、平均的な電気機械的カップリング係数（最上カットで K-16%）を持つピエゾ電気素材に属する。この電気機械的カップリング係数は、高温時に結晶間で周波数特性が十分な安定性を持つことに、溶融温度に達するまで相転換が生じないことが相まって、ピエゾ技術分野で働く専門家の間に大きな関心をかきたてている。BAW 用クォーツおよびリチウムタンタル酸塩と比較したランガサイトの基本的な特徴は次のとおり。

特性	石英	ランガサイト	リチウムタンタル酸
対称等級	32	32	3m
溶解温度, ℃	1610	1470	1650
相転移温度, ℃	573.3		660
ｴﾚｸﾄﾛﾒｶﾆｶﾙ ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ係数, %	7	16	44
最適カット	AT	Y	X
振動数温度係数, ppm	0.6	1.6	4

⑦永久磁石および磁石システム

鉄鋼合金大学は永久磁石および永久磁石システムの研究、開発ならびに生産分野において 25 年以上の経験を持つ。大学ではさまざまな形状、サイズ、用途の永久磁石を幅広く製造している。

製品

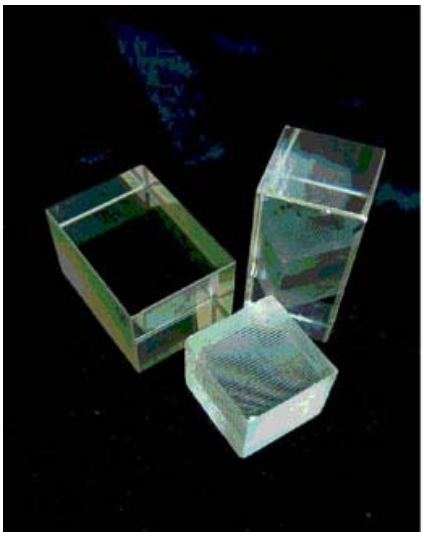
・モーターシャフトのモーメントを 10 – 40%向上させる同期モーターローター用のオリジナル永久磁石システム

・顧客のあらゆる要望に応える永久磁石システム

アルニコ系合金をベースにした磁石	Br = 0.5 - 1.4 T Hcb = 40 - 120 kA/m (BH) max = 7.2 - 88 kJ /m^3
Sm-Co 合金をベースにした磁石	Br = 0.77 - 0.95 T Hcb = 540 - 700 kA /m Hci = 1000 - 1500 kA /m (BH) max = 110 - 180 kJ /m^3
Nd-Fe-B 合金をベースにした磁石	Br = 1 - 1.25 T Hcb = 750 - 900 kA /m Hci = 1200 - 1600 kA /m (BH) max = 220 - 290 kJ /m^3
硬質磁気フェライトをベースにした磁石	Br = 0.33 - 0.38 T Hcb = 210 - 232 kA/m (BH) max = 18 - 27 kJ /m^3
単結晶組成を持つアルニコ合金および Fe-Co-Cr 合金をベースにした磁石	Br = 0.9 - 1.5 T Hcb = 65 - 160 kA/m (BH) max = 72 – 90 kJ /m^3

⑧規則的磁区構造

$LiNbO_3$ ならびに $LiTaO_3$ 結晶の規則的磁区構造の形成方法は鉄鋼合金大学の結晶物理部門が考案したものである（特許№1090038）。



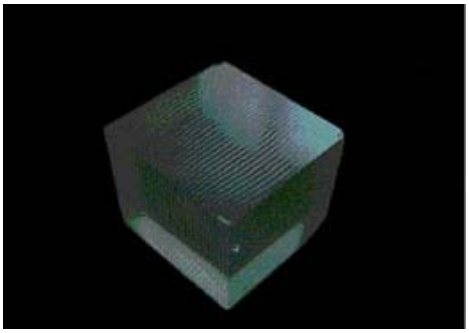
当該構造の適用範囲

・回折電子光学エレメント

・制御された方位図を持つ、ピエゾ電気的音量音響波変換器

・二次的調波発生装置

$LiNbO_3$ および $LiTaO_3$ 強誘電結晶の発生後に行われる熱電気的処理方法で、これにより単一結晶全体にわたって均等に配置され、所定の方向を持つ境界線を有する事前に設定されたサイズの磁区が得られる。



技術的特徴

・構造全体の大きさは 20*20*30* mm^3

・磁区壁間の最短周期　20 mm

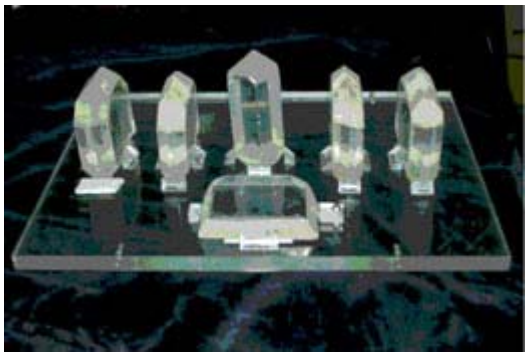
・磁区壁間距離の偏差　5%

・正／負磁区幅比率　　1:1

⑨非線形音響光学素材

非従来型単結晶リチウムヨウ素酸塩（特定断面を持つ）

本技法は鉄鋼合金大学結晶物理部門により作成された。（特許 No.1503346、1605584）



・出力域　　0.28 – 5.5 mm

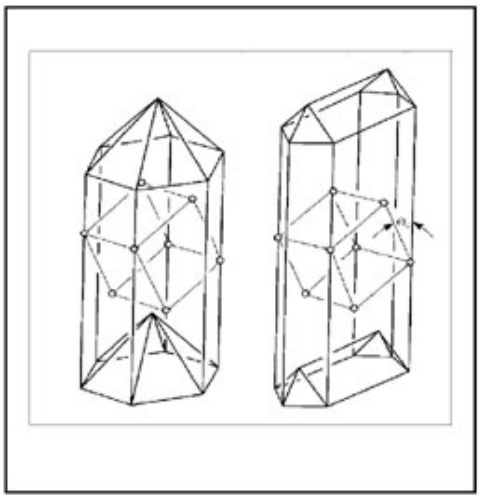
・抵抗率、　Ohm*cm

-水平からＺ軸　10^{8}

-垂直からＺ軸　10^{11}

・パルスピークにおける結晶損傷閾

500 – 1000 MW/cm^{2}



・結晶はレーザー周波数コンバータの非リニア光学エレメント製造に使用される。

・比従来型のリチウムヨウ素酸塩単結晶はひとつの結晶素材を周波数コンバータの作動エレメントに加工する際のロスをかなり削減できるため、作動エレメントサイズの結晶形成を可能にする。

・結晶の形状および結晶ホルダーの特殊構造により、１つの結晶化装置で同時に最大８個の結晶を形成させることが可能となるため生産量を大幅に増やすことができる。

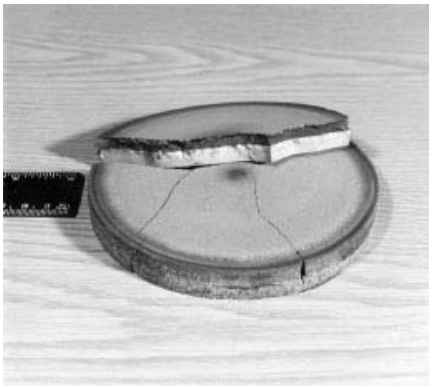
⑩有望なセラミック素材および 21 世紀のコーティング材

冶金、建設業、機械製造、マイクロエレクトロニクスといった数々の工業部門における開発を成功させるためには、新しい耐火セラミック材製の多機能のコーティングの施工素材および機材が欠かせない。

鉄鋼合金大学研究教育センターは自己拡散式高温合成（SHS）方式によりこうした素材を開発した。SHS 現象は、1967 年メルジャノフ教授率いる科学者グループによって初めて発見された。SHS は粉末混合物の 2 種類以上の構成要素の多くの燃焼技術より成り立っている。有機あるいは非有機化合物の化学発熱反応は、局部的な加熱開始後、自動波モードで発生する。工程は初期反応剤の薄い混合物層で始まり、高温の製品から「非加熱」初期材料への熱

伝導により全システムを通して分散される。

下の写真は薄いフィルムコーティング皮膜のイオンプラズマ技術用三層セラミックターゲットである。コーティングの組成およびサービスパラメーターは、主にターゲットの組成によって決まる。大学では現時点で、異なる組成の各種合成ターゲットの工業用試作部門が立ち上げられている。ターゲットは磨耗防止コーティング、防腐コーティング、マイクロエレクトロニクス用フィルムおよび医療用コーティング等に利用可能である。



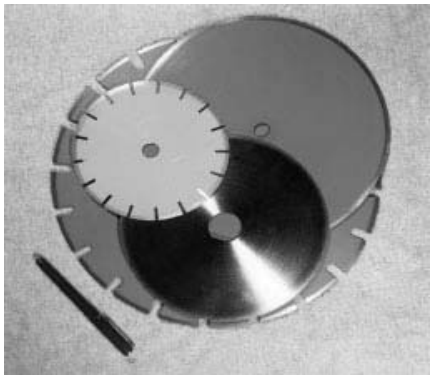
PVD 用多層セラミックターゲット

SHS 技術により、コーティング材散布を強化する放電技術用新セラミック-金属円板ならびに棒状電極が開発された。SHS 電極はローラーの補強および再生、打ち抜きおよび切断用具、車用クランクシャフトその他の重要部位、ユニット、機構等に適用されている。

冶金用耐熱セラミック

鉄鋼合金大学とモルドバの「Scinti」社の共同作業により、最新の基礎技術に基づいた新装置「Alier メタル」が作られた。装置はインパルス放電エネルギーおよび周波数を広範囲で調整できる性能によって、他の類似品と一線を画している。これにより素材を電極から部品の表面にかなり正確に動かすことができ、必要に応じて数ミクロンから数ミリまで、さまざまな厚さのコーティング材の生産が可能になる。

SHS 技術により製造されたアルミおよびホウ素窒化物、チタニウム窒化物、二ホウ化物、シリコンカーバイド、アルミナ、シアロン等を基にした耐火素材は、金属およびスラブの溶解による高温の衝撃に対する耐熱性および耐火性において、アルミナおよび酸化ジルコニウムをベースにした従来の耐熱素材をはるかにしのぐ。



ダイヤモンド含有切断ホイール

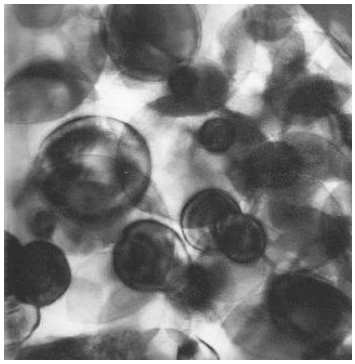
大学が開発したダイヤモンド含有素材およびダイヤモンド工具は、建設業および機械製造分野において重要な価値を持つ。燃焼条件において高温合成波でセラミック母材用のダイヤモンド含有新素材を生産する可能性が、世界で初めて科学的に立証された。ダイヤモンドディスクチャック、研磨ヘッド、砥石、修正用ペンシル、切断ディスク用扇形歯車等の製造技術が生み出された。写真は SHS 技術を用いて「Kermet」社により作られた切断ディスクである。これらのディスクはモスクワの建設工事現場で何度もテストされ、現在量産されている。従来品と比較した場合のこれら素材の主な利点は、花崗岩や鉄筋コンクリート等の硬質処理した素材を切断する際の高い耐磨耗性である。

⑪ナノ素材をベースにした金属マトリックス合成物（MMC）

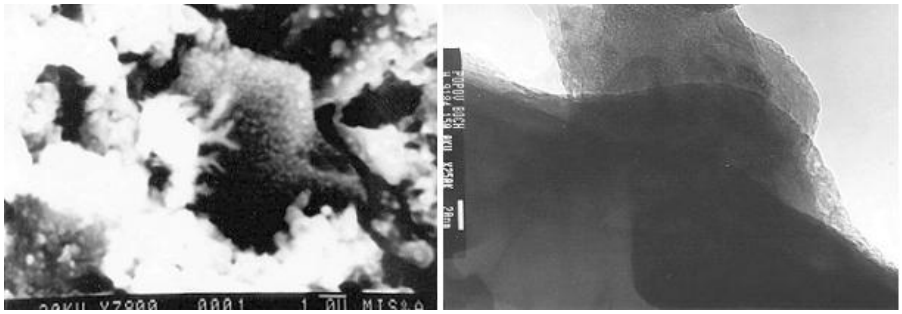
適用分野：電子工学（電子装置の包装を含む)、自動車産業、航空産業 等

技術の主要概念：

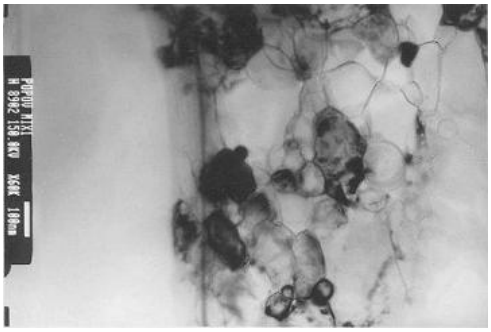
構成部品インターフェイスの湿潤および結合に際してのナノ単位の粒子が持つ高い表面活性を利用した１マイクロメートル以下の小型補強材を伴う MMC の製造



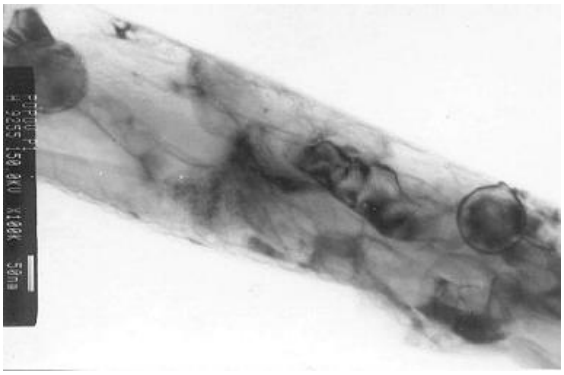
原料ナノパウダー



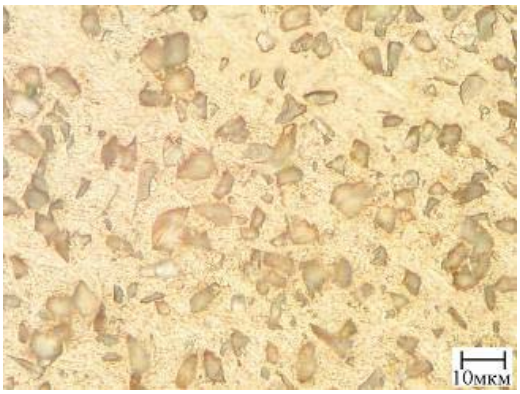
Al による SiC の向上した湿潤性を示す TEM および SEM 顕微鏡写真



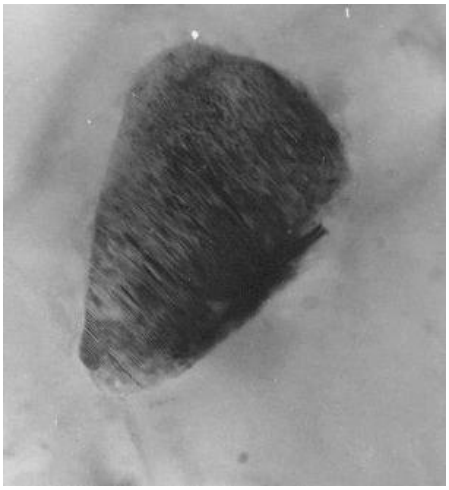
インタフェース・アルミニウム・母材 - SiC 粒子



母材のナノパウダーは粒子間の最小の隙間にでも挿入可能



ナノ素材をベースにした銅母材を有する MMC 構造



小型補強材

⑫Al-Cu-Fe 系統、Ti-Zr-TM 系統をベースにした最適特性を持つ準結晶素材

準結晶は有望な物理特性を持つ新しいタイプの素材である。

・電気的ならびに熱伝導が極めて少ない

・通常は見られない光学および磁気特性

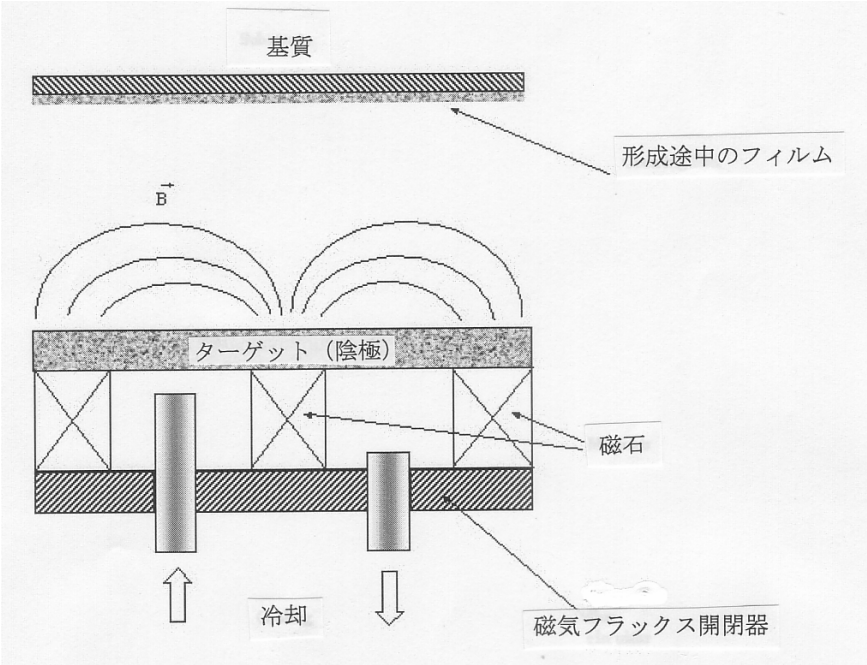
・低い摩擦係数および表面エネルギー

・高強度、高硬度

・摩擦耐性が高く、耐腐食性も高い

・放射状況下での高い安定性

平面磁石に基づいた準結晶フィルムに関する技術原理



素材のタイプ、特性および用途

素材	製造方法	重要な特性	用途
Al-Cu-Fe および Al-Fe＋TM 系統をベースにした準結晶フィルム（TM は遷移金属）	誘電体上のイオンプラズマ沈殿物（サファイア）半導体もしくは金属（銅、鋼、合金）の基質	フィルム厚 50～1000 ナノメートル 低摩擦係数	電力産業 機械製造業 宇宙産業
Ti-Zr-Ni 相の体積安定準結晶のサンプル	熱処理を伴う、るつぼなしのゾーン溶融方式	最適水素吸収率および脱着率特性（水素原子数および金属原子数の割合はおよそ 2）	電力産業 自動車産業

⑬ポリエチレンテレフタート（PET）をベースにした無公害複合素材による製品および半製品

プロジェクトの課題：

・所定の消費者特性を有する様々な用途の素材を PET をベースにして製造する技術の開発

・PET のリサイクル問題の解決

・国家経済的に考えた二次 PET その他の固形廃棄物の問題解決

・新しい特性を備えた、建設業、電気工学、機械製造、公共事業などを対象とした各種非汚染製品の、既存の類似品よりはるかに低い費用での製造

課題解決のための提案：

・実験的技術ライン（研究所バージョン）

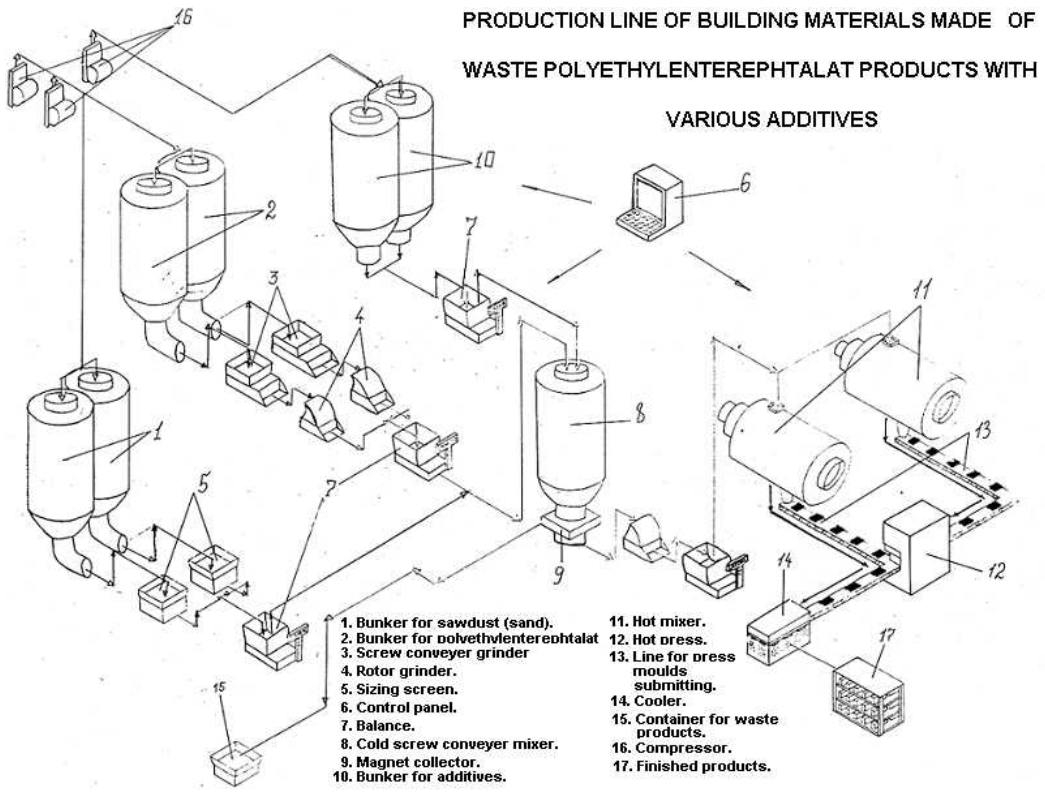
・試験計画および工学仕様の開発

・試用ユニット

・産業用ユニット

・生産のマーケティング、ノウハウおよびライン複製

各種添加物を加えたポリエチレンテレフタート製品廃材を利用した建設材の生産ライン：



1.おがくず（砂）用容器

2.ポリエチレンテレフタート用容器

3.スクリューコンベヤーグラインダー

4.ローターグラインダー

5.サイズ選別用スクリーン

6.コントロールパネル

7.秤

8.低温スクリューコンベヤーミキサー

9.磁気収集機

10.添加物用容器

11.高温ミキサー

12.高温プレス

13.プレス鋳型送出ライン

14.冷却器

15.廃棄物用容器

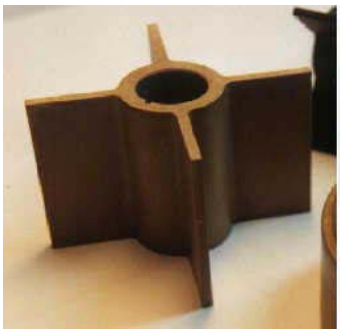
16.コンプレッサー

17.完成品

工程の概略：

1. 分別、ラベル、土、カバーの除去を行っていない PET 廃棄物がグラインダー（ねじ螺旋コンベヤ）およびローター）に送られる。同様に例えばおがくずのような各種充填材を加工することができる。
   ガラスは球形ミルで破砕される。
2. 然るべき体積･重量で配合された PET と充填材（複数の場合もあり）の混合物が低温ミキサーに送られる。同時に鉱物染料も加えられる。
3. 冷却された混合物が高温ミキサーに送られ、そこで予め設定された技術特性を有する同質材に変化する。
4. できあがった高温混合物はプレス鋳型に注入されプレスに送られる。
5. プレス後、製品は鋳型内で冷却され、倉庫へ送られる。

⑭ナノ準結晶充填材入りポリマー合成材



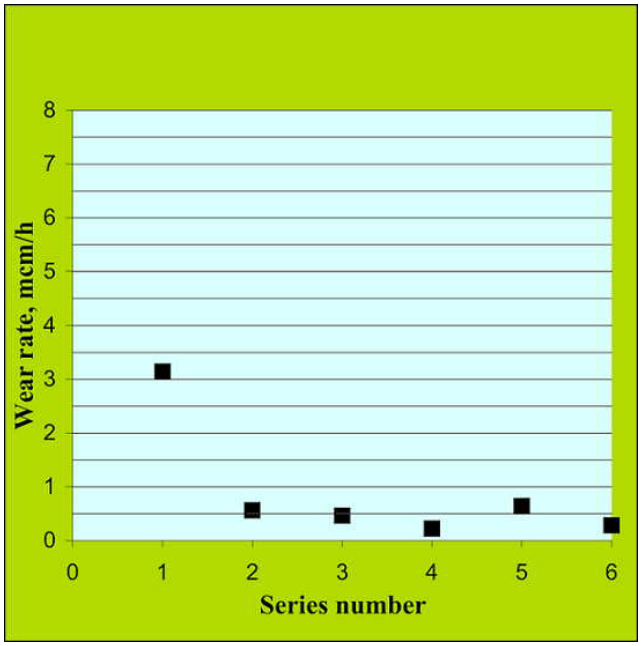
以下のような特性をもつ Al-Cu-Fe 系統をベースにした準結晶粉末を生産するための機械化学的技術が開発された。

1. 高硬度、高耐久性および高耐磨耗性
2. 低い摩擦係数
3. 低熱伝導性および低電導性（セラミック素材とほぼ同等）
4. 高い耐食性

これらの素材はポリマー素材の充填材として使われる。母材との結合を最適化するために粉末素材表面を改良する技術も開発されている。ポリマー（各種ゴムおよびプラスチック）をベースにした準結晶充填材を用いた製品の試験的サンプルが現在生産されている。

No	指標	数値	
		本製品	最上の類似品
1	強度（%）	120-130	ワッシャーNM-018Sh　100
2	耐磨耗性、相対単位	5-8	ワッシャーNM-018Sh　1
3	磨耗（mcm /h）	0.2-0.7	ワッシャーNM-018Sh　2
4	標準強度（kg /sm）	100-110	ゴム充填　PS-26ch　107
5	相対的伸延（%）	170-180	ゴム充填　PS-26ch　180
6	引裂抵抗、相対単位	60-65	ゴム充填 PS-26ch　63
7	充填材価格、相対単位/kg	30	VITAMERR INHANCE 140

磨耗率　mcm/h



シリーズ番号

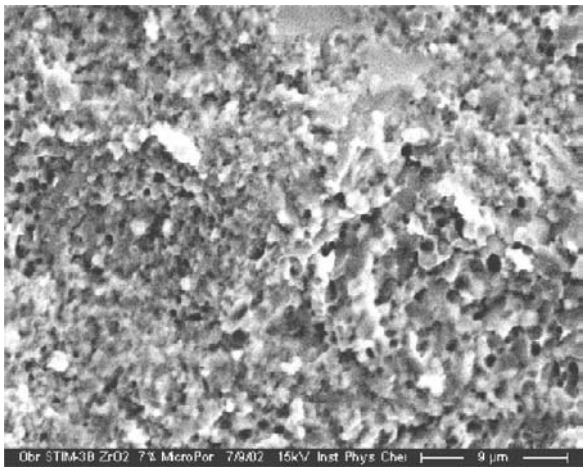
サンプルと最上の類似品との比較結果を表および図に示した。物理特性（強度、伸延、引裂抵抗）を標準的製品のレベルに保ちながら、耐磨耗性が著しく向上していることがわかる。

⑮SHS 拡散ナノ粒子硬化電極新素材

本プロジェクトは、SHS 拡散ナノ粒子硬化電極新素材の開発および放電、耐磨耗・耐腐食コーティング用の熱反応沈殿の技術におけるその適用を旨としている。

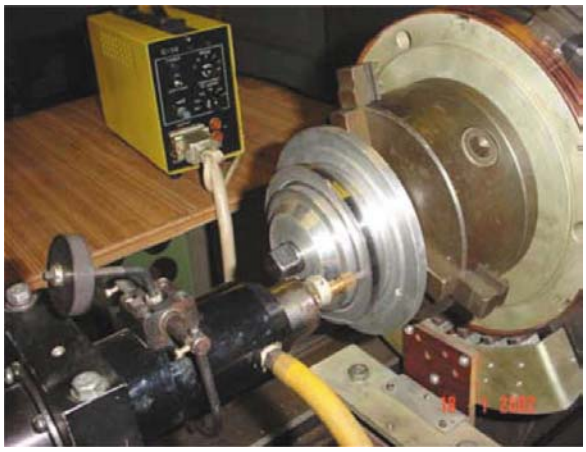
棒状および円板電極

機能的コーティング塗布用 Alier-Metal ブランド装置



電極素材（Ti,Cr）C-Ni-Zr02（ナノ）のミクロ構造

放電合金技術を用いたロールの硬化（再装着）

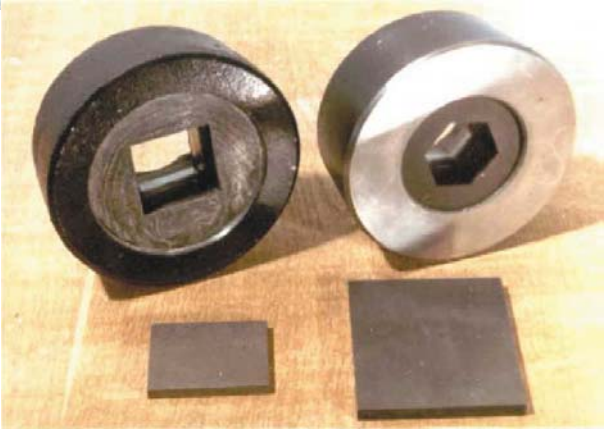


ロケットエンジン燃料補給用ユニット表面シール上への機能的拡散硬化ナノ粒子コーティングの塗布

⑯ナノ粒子で補強された SHS 拡散硬質合成機能勾配素材

硬質 TiB-TiN 層と丈夫な Cu-TiB 層を持つ勾配プレートの破面

チタンカーバイドおよび二ホウ化物をベースにした硬質合金プレス型および耐衝撃セラミックセグメント



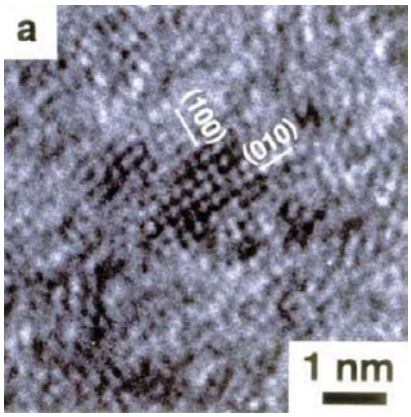
ナノ素材種類別の物理的・機械的特性

素　材	曲げ強度 MPa	耐クラック性 MPa $m^{1/2}$	硬度 HV
(Ti, Cr) C-Ni	800	14	1675
(Ti, Cr) C-Ni-ZrO^2(nano)	1200	20	2054
TiB_2-TiAl-WC (nano)	1090	29	1900

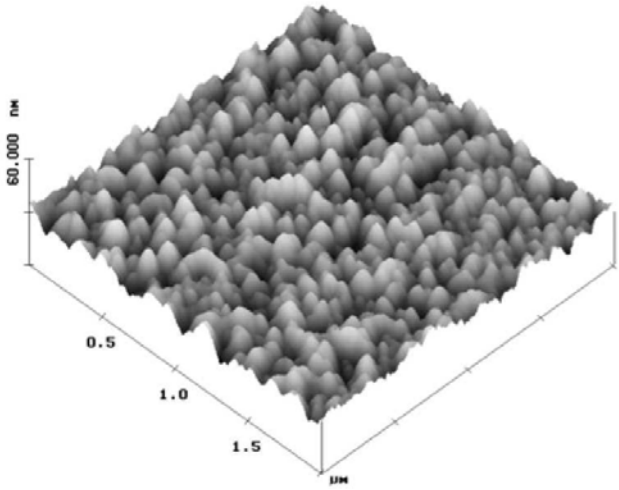
⑰SHS カソードを利用して行われる超硬耐磨耗性と生体適合性ナノ構造イオン-プラズマ・コーティング

多成分ナノ構造薄膜の組成 (Ti, Cr) - (Al, Si, Ca, Cr, Ni, Zr, Nb, Mo,) - (B, C, N, O)。

	SHS カソードの組成	
	非化学量論的炭化物 低レベル・ホウ化物 ケイ化物 金属間化合物 ハロゲン化物	TiC_x, $(Ti,Cr)C_x$, $(Ti,Nb)C_x$, $(Ti,Mo)C_x$ TiB, TiB_2, ZrB, CrB, CrB_2 $TiSi_2$, Ti_5Si_3, $MoSi_2$, Cr_5Si_3 Ti-Ai, Ni-Al, Ti-Al-Si, Ti-Nb-Al, Ti-Zr-Al $MoSe_2$, WSe_2, MoS_2
複合物 セラミックス 金属セラミックス	(TiB_2+$TiSi_3$+Si), (TiC+Ti_3SiC_2+$TiSi_2$), TiC+ Ti_3SiC_2+SiC), (TiB_2+TiC), (TiB_2+TiAl+Ti_2AlN), (TiC+TiAl), (Ti_5Ci_3+ZrO2), (TiB_2+TiN), (TiB_2+SiC), (TiB_2+SiC+TiC), ($TiC_{0.5}$+CaO), ($TiC_{0.5}$+ZrO_2), (Ti_5Si_3+ZrO_2) BN-TiB2, BN-SiO_2, SiAlON, etc. TiC-Cr_3C_2-Ni, TiC-Mo_2C-Ni, TiB-Ti, TiC-(Ni, Ti)Al, etc.	



ある晶子の 1.5nm 高分解能画像



走査型電子顕微鏡によって得られた Ti-Zr-C-N-O 皮膜表面形状

ナノ構造薄膜の適用分野：
・低及び高温トライボロジー・コーティング
・医薬用生体適合性コーティング
・自動潤滑式コーティング
・高温酸化に強い耐食性コーティング
・熱伝導性コーティング
・マイクロエレクトロニクス用コーティング

⑱過酷な条件下で作動する製品用の金属間化合物によるガス-熱複合コーティング

A.G. Kobelev、A.E. Titlyanov、A.G. Radyuk

ガス-熱被覆 (GTC)に基づいて開発されたこの表面層生成技術により、各種材料の中間加工品及び製品に必要な特性が付与される。

本技術の要点は、ガス-熱被覆及びそれに引き続き行なわれる機械的及び熱的処理により、金属製品表面に、金属間化合物層（当該金属製品元素を含むか否かは問わない）を生成することにある。特に、銅中間加工品の表面上でニッケル若しくはチタン・アルミニド層を形成することが可能になった。

今回開発された技術では、金属製品の表面上でジェット拡散浸透法により、任意の成分の金属間化合物層を形成することができる。
・製品面上に形成された各種物質の拡散浸透層により、劣化・変質度を低下させ(4 倍以上)、耐熱性及び耐食性を高める(10 倍以上)ことができる。
・アルミニウム GTC の塑性変形により、表面の反射特性が向上する。黒度は最高 6000℃までの温度範囲で、長期間に亘り 0.2～0.3 の範囲内にある。
・2 層 GTC(アルミニウム+銅)を伴う鋼帯の使用により、管の内部被覆に保護・殺菌特性が付与される。

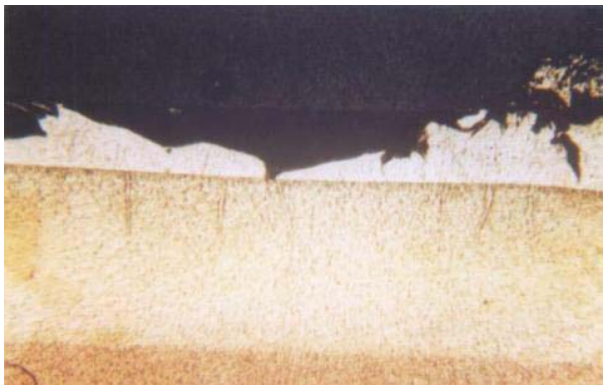
上記技法の適用で、製造又は運転中に発生する劣化箇所の修復、及び各種製品及び中間加工品の表面欠陥が「解消」される。

本技術は、銅製品及びその中間加工品に対して特に効果を発揮する。こうした製品は厳しい条件下で使用されることが多く、その保守、交換作業には多大な費用と労力を要する。

内部単一層(保護)又は 2 層(保護+殺菌)被覆を伴った、給水・給湯用の電気溶接鋼管製造技術が開発されている。

各種厚さのガス-熱被覆(GTC)に基づく拡散浸透層の構造。

GTC： Zn (1.5mm) + Al (0.8mm) t/t： 800°C、2 時間。



GTC： Zn (1.5mm) + 12Cr18Ni10T (0.2mm)) t/t： 700°C、2 時間。

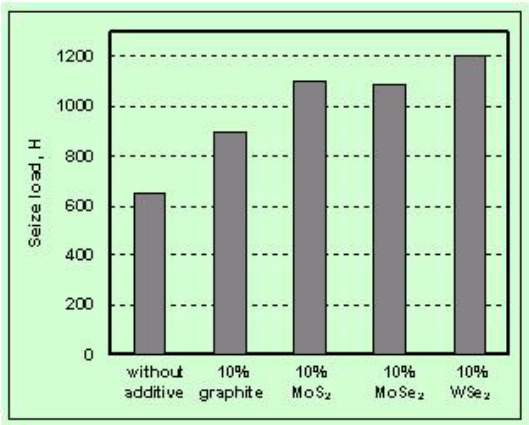
⑲複合潤滑剤とコーティング

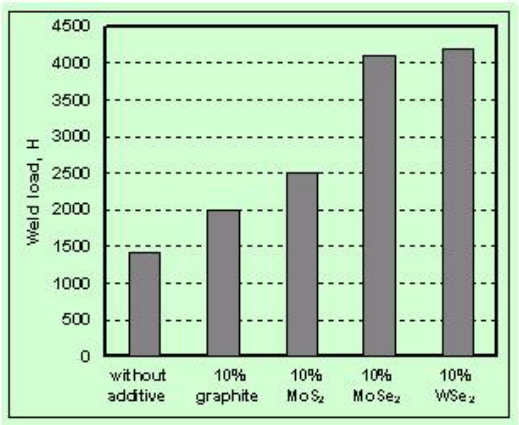
T.A.Lobova、S.I.Rupasov、M.V.Lobanov

ロシア科学アカデミーとブラゴンラヴォフ記念機械科学研究所が共同で行なった固体摩擦の性格についての実験的・理論的研究により、自動潤滑材料及び様々な摩擦体の被覆を製造するための科学的原理が確立された。タングステン及びモリブデンジ・セレニドをベースにして、最適構造を有し、固有の化学・摩擦技術特性を持つ粉末及び被覆を生成するための条件が鉄鋼合金大学によって特定された。

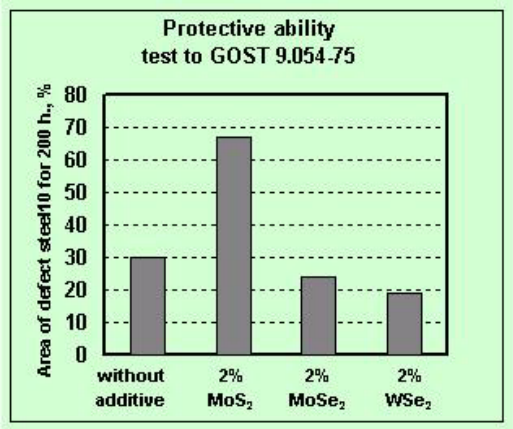
以下の新しい潤滑成分が、製造され試験された。
・モリブデン・ジセレニド含有の Litol-24 をベースとする、減摩汎用グリース LMS-2410。
・タングステン・ジセレニド含有 TSIATIM-201 をベースとする、低温用減摩グリース。

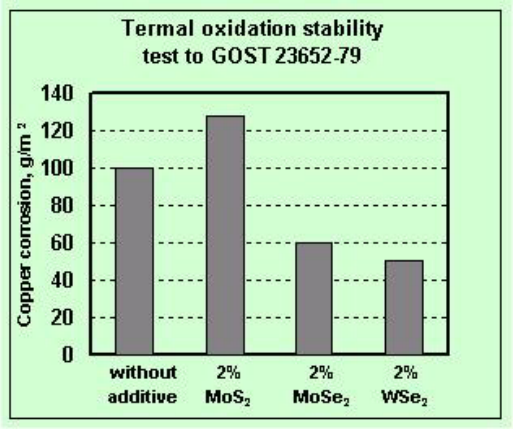
固体潤滑油用粉末添加剤が Litol-24 グリースの潤滑特性に及ぼす影響
(ASTM D2596 方式)





粉末状タングステン及びモリブデン・ジセレニドからなる添加剤を使用した場合の TAD-17i 標準オイルの腐食特性





GOST 9.054-75 による保護機能試験　　GOST23652-79 による熱酸化安定性試験

極北での掘削装置及び鉄道車輌について自然条件下で行なわれた試験により、このグリースの持つ高い潤滑特性が確認された。
この製品の開発に際して、2 件のパテント及び 3 件のパテントが新たに生み出された。

⑳ナノ材料とナノ技術

鉄鋼合金大学は現在以下にあげる高度ナノ材料ならびにナノ技術の様々な分野において研究開発を実施している。

情報分析活動：

- ロシア研究教育機関によって実施されたナノ材料とナノ技術分野における開発関連情報の収集と分析。この作業は鉄鋼合金大学が統括する「ナノ材料とナノ技術に関するモスクワ・プログラム」を策定するために、モスクワ市産業政策評議会の決定に従って実施された。

エレクトロニクス：

- 光学電子機器の量子出力を増加させるナノサイズ A(III)B(V)ヘテロ構造。光センサー用多層化ヘテロ成分特性の生成を調整するための、新エネルギー及び情報変換デバイス。
- 酸化鉄及び薄膜磁性体をベースとしたナノ結晶複合磁石。結晶異方性が面に対して垂直なフィルム（特性：Hc = 23.7 кOe、Br = 10.1 кGs、BH = 25.5 MgsOe）、等方性硬質磁気フィルム（特性：及び Hc = 30 кOe、Br = 6.3 кGs、BH = 12 MgsOe）の製造技術が開発された。またファイル及び平坦状磁気フィルムエンジン用の調整可能な磁気センサー・データ記憶媒体モデルが作成された。
- A(III)B(V)型ヘテロ構造材料をベースにしたマイクロ波断層撮影装置用超高速マイクロ回路。最大 10GHz までの周波数に対応する、標準的 UHF 筐体内設置式のプレーナー疑似一次元マイクロ接点付きナノダイオードの試作品。
- 光ファイバー製ジャイロスコープの素子ベース。半導体化合物 A(II)B(VI)型 (リチウムのニオブ酸塩及びタンタル酸塩)及び光学ガラスをベースとした、プレーナー導波管構造及び集積光学スキーム。物理的特性(角速度及び回転度)を検知する集積光学センサー。
- 酸化鉄及び薄膜磁性体に基づいた、ナノ結晶複合磁石。塊状鋳造磁石(Al-Ni 合金及びアルニコ)に匹敵する磁気特性を備えた、鉄鉱石原材料から得られるナノ粉末永久磁石の製造技術。塊状では磁性を持たない材料を二元合金化することで得られる、表面磁気モーメントを持つ材料。
- ナノサイズ導電性粒子による、複合電解質の形成。耐用期間を増加させ、電導度を高めるための、酸化ジルコニウムの有方向性表面改質方法。
- マイクロ乳濁システム内での固体ナノ粒子の合成及び安定化。ナノ分散システム、すなわち粒度分布が狭く、半導体特性を備えた無機塩類の合成及び安定化。
- 薄膜化、ナノ結晶性及び分散強化鉄合金に基づいた、新しいタイプの軟質磁性材料。新タイプの磁性軟質合金。広範に利用されている Fe-Si-Al-合金よりも優れた耐久性(3 倍)及び磁気パラメーター(20%)を持つ再生ヘッド用合金。

機械製造、計装工学技術および輸送：

- 拡散強化型機能的材料を生成するための超硬ナノ構造コーティング・イオン-プラズマ技術。物理機械特性にすぐれた超硬ナノ構造コーティング及び材料、チタン炭化物及び二ホウ化物をベースとした衝撃波に強い合金。
- ナノ粉末を生成するための衝撃プラズマ技術及びその応用。炭化ホウ素ナノ粉末を使用した防護具用耐衝撃性材料が開発され、実用化の段階にある。
- ナノ分散構造を伴う工具用多結晶ダイヤモンド。ナノ分散構造を有し、耐磨耗性に優れた新しい多結晶ダイヤモンド、ダイヤモンドの強度特性を維持しつつ必要な形状を生成するためのレーザー処理技術。この技術により作られた製品では高レベルの作業特性が保証される。
- 高効率超軽量放射線吸収材料。熱遮蔽コーティングの改良により、最新レベルの動的特性(周波数が 6～37GHz で金属板上の反射率が 10dB)を備えた、超軽量(密度 100～200g/m^2 以下)放射線吸収材料が開発された。
- ナノ結晶金属粉末、ならびにそれをベースとしたコンポジット及び合金の合成。水酸化物析出モードの最適化により、最大の分散性を有する(比表面積 250～300msq/g)材料の製造、及び金属ナノ材料の生成を行う。
- ナノ結晶性粉末の圧密化によるバルクナノ構造材料の生成。炭化物粒子通常サイズが 0.1～0.4 ミクロンのナノ構造硬質合金、孔径が 0.03～0.05 ミクロンのナノ-及び微孔性高精度再生フィルター用多孔質材料等。
- ナノ結晶金属粉末、ならびにそれをベースとしたコンポジット及び合金の合成。水酸化物析出モードの最適化により、最大の分散性を有する(比表面積 250～300msq/g)材料の製造、及び金属ナノ材料の生成を行う。
- 建造物の重要要素向けのナノ及びサブミクロン結晶性低炭素鋼。高可塑性(d=10～15%、10G2FT 鋼では d=23%)、高強度特性 (St.3 で $s_{0.2}$ =850MPa 及び 20GSF、25G2S 鋼では $s_{0.2}$=1000 1100Mpa、また 10G2FT 鋼では $s_{0.2}$=1100Mpa の、サブミクロン結晶構造(構造要素サイズが 300～500nm)を備えたスチール。
- ナノ準結晶性充填材の製造及び応用。Al-Cu-Fe 系統をベースとしたナノ準結晶粉末製造のメカノケミカル技法が開発された。
- 酸化物ナノ触媒、及び電気化学的自動調整触媒作用原理に基づく触媒コンバータ。水素及び炭化水素を吸収でき、新たな特性として非磁気空間を備えた材料。
- ジルコニウム及び炭素をベースとした多機能ナノ結晶性及び非結晶質材料。FTP-83 規格に準じた試験に合格し、貴金属を伴わない様々なタイプ及び構造の触媒コンバータ。一酸化炭素 6.4～1.89g/km(規制基準値 ; 2.1g/km)、炭化水素 1.5～0.23g/km (規制値 ; 0.25g/km)、酸化窒素 1.7～0.09g/km (規制値；0.62g/km)の濃度低減能力を持つ。
- 高反応性スパッタ炭素混合物をベースとした排出調整用触媒コンバータ。低温で酸化炭素、炭化水素及び酸化窒素を 100%変換する(エンジンが冷えた状態で)ための、触媒コンバータ。

・ 排出し調整用の、貴金属を使用しない触媒。様々な組成を有する効果的触媒の、メカノケミカル合成。

エコロジー：

・ 排ガス浄化用の、貴金属を含まない触媒。類似の工業用触媒を凌ぐ特性を備えた、ナノ材料をベースとする触媒のメカノケミカル合成技術。酸化物ナノ触媒及び電気化学的自己調節触媒の、自動車排出ガス浄化への適用。
・ 様々な用途のオイル向け添加剤。摩擦係数を 1/（1.3～1.5）、磨耗率を 1/（1.5～3）に低下させ、また消費電力を 10%減少させ、グラブ負荷を倍増させ、さらに部品耐用年数を伸ばす、変速機、エンジン、工具等用オイル類のナノ結晶性添加剤製造技術。
・ ジルコニウム及び炭素をベースとした、多機能ナノ結晶性及び非結晶性材料。水素及び炭化水素を吸収でき新たな特性として非磁気空間を備えた材料。
・ ナノ構造導波管構造に基づく、集積光学化学センサー。熱酸化処理多孔質シリカ及び多孔質アルミナをベースとする、キャナル一体型導波管技術。化学光学センサー・モデルの開発。
・ 熱力学的安定型反転マイクロ乳濁システム。粒度分布の小さい分散化システムの合成。
・ 燃焼機関の活用及び排ガス軽減のための、エンジンオイル用金属メッキ添加剤。このエンジンオイル用ナノ結晶性添加剤により、排ガス中の有害物レベル及び濃度が 30～80%低下し、エンジン・シリンダ内圧力が約 1.8kG/cm^2 上昇する。
・ 木製品を保護し、その耐用期限を伸ばすナノ構造ラッカー塗装。このラッカー塗装により、木製品の改修が必要になるまでの期間を 100～700%延長させることができる。

医薬品：

・ 医療目的用の生体適合性ナノ構造薄膜。粒度が最大 1nm までの多成分ナノ構造コーティング。マイクロ・コーティングの硬度は 70Gpa に達する。広範な使用特性を有するフィルムを製造するための物理的及び化学的基本原理が確立されている。
・ Ti-Ni をベースとして、強い塑性変形により生成されるバルクナノ構造形状記憶合金。Ti-Ni をベースにした、医療用器具及びその他のツールに必要な一連の特性を有する形状記憶合金をその構造内に持つ金属。
・ 心臓欠陥部の経カテーテル閉鎖及び患者の完全治癒を図るための、新しいナノ材料及びそれらに基づく装置。倍増した耐久性、高い熱弾性特性及び生体適合性を備えた新しい金属性ナノ材料。心臓窩洞部の経カテーテル手術用の新しい試験台及びマイクロ機械設備の試作品が製作されている。
・ フレーレン及びフレーレン含有材料。フレーレン及びそれをベースとした材料(ダイヤモンド状被覆、光学エレクトロニクス用メモリー素子、自動車用アキュムレータ等)を用いた、医療及びその他産業向け製品製造技術。
・ 診断用高感度装置。癌研究、遺伝子及びウイルス疾患等を始めとする、様々な病気の早期診断用の完全自動化複合設備。

- ナノスケール・バイオチップ（生体素子）を成形加工するための新たな方法としての原子の選択的除去。病原体又はウイルス及びその変異体を、現場で迅速に且つ高い信頼度を保って確認するために有効な、新世代ナノスケール・バイオセンサー用新手法。
- 金属ベースの生体活性ナノ材料。創傷治癒促進、植物成長の加速、ヒトの健康保護等のための、ナノサイズ金属粉末。
- 生体の機械的敏感さに関する物理的メカニズムのモデル化。麻酔用の新開発医療製品。