

カバン/電化製品向けエコロジー コンポジット誘導加熱成形技術

ROCTOOL SA (フランス): Jose Feigenbulm (CTO)

ロックツール株式会社: 神谷 毅

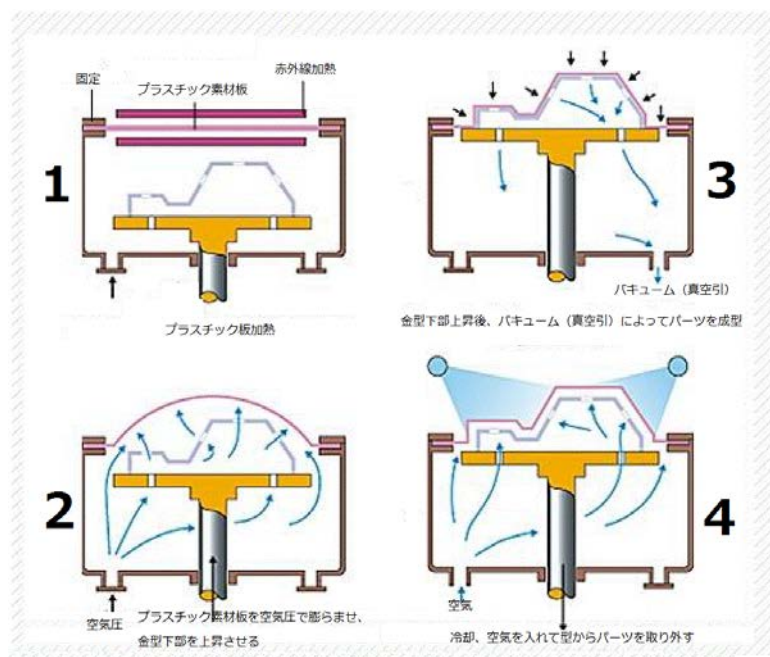
要約

高パフォーマンスで軽くて天然、リサイクル可能なコンポジット素材(バイオコンポジット素材や強化プラスチック素材等)を用いることで、環境に負荷の低いカバンや家電製品(付属品含む)を開発する。電磁誘導加熱と消費電力を抑えた革新的な成形プロセスの型を用いて生産のサイクルタイムを短縮することで業界の期待に応える。

はじめに

カバン業界では、ここ数年多くのコンポジット製品が市場に出ている。(Annexe A 参照)。サムソナイトのスーツケース(suivi ensuite par Tumi) は SrPP (Self-Reinforced Polypropylène)で作られ、初めてコンポジット素材を用いて大量生産されたケースだ。

販売面で大きな成功を収められたとしても、複雑な製造プロセスで生産エネルギー効率が悪く、歩留まりが悪い(下図参照)成形部品である。良い点は第1にその軽さ(完成品でも~3Kg まで多くは~1kg 以下)で、SrPP により作られた機械的特性から見ても軽量だ。しかし、成形表面は、元来のポテンシャルにも拘らず満足できる品質にはなっていないのが現状だ。一般的な成形プロセス(熱成形/Thermoforming)ではシート材を必要とし、そのシートをIRヒータで加熱(エネルギー消費率が高い)し「冷たい」型にはめ、成形し、形状を導きだすが、コーナー部など表面品質は決して美しいとは言えない。



図：熱成形プロセス

他方で、麻/ポリアミド 12 の天然繊維で作られたスーツケースもある。(Delsey 製品。Annexe A 参照)。同素材の製品は、環境保護面では重要ではあるものの、工業的利用には限界があり、また、生産サイクルが長く(1 時間程度)、エネルギー効率も悪く、結果として完成品は高額(2,400€ 日本円で 28 万円以上)となっている。

材質	メーカー	密度	牽引耐性 (Gpa)	屈曲耐性 (Gpa)	衝撃テスト KJ/m ² iso 179-1
SrPP	Propex (Samsonite)	0.9	13.5		No Break
SrPP	Milliken (Tumi)	0.78	4.2	3.5	No Break
Lin PA12	Schappe (Delsey)	1.2	9.7	8.9	

表：生産における主要コンポジット素材別機械的特性

電化製品(ノート PC や携帯電話等)の表面意匠部については、これまでは熱可塑性プラスチック(Thermoplastics、繊維あり/なし)、或いはアルミニウムやマグネシウム等の軽合金素材での射出成形がどちらかという一般的なだった。プラスチック素材は限られた機械的パフォーマンスを出しつつ加飾の可能性をより多く提供する一方、軽合金素材は他の素材と比べてもかなりの強度があるが、製造エネルギー効率は悪く且つ危険(融解 700° 以上)を伴うプロセスを必要とする。このため、コンポジット素材は大量生産の製品市場においては決して無視できない新たな可能性素材なのだ。

開発プロジェクトの概要

本共同開発プログラムは Eurostars™ (Annexe B 参照)による資金協力の枠組みで、エコロジーで超軽量なコンポジット新素材の開発を目的に、カバンや電子分野におけるシリーズ生産に向けて実施されるものである。高パフォーマンス且つ生物分解可能或いは簡単にリサイクル可能な新しいコンポジット素材を用いて、またその新素材に対応し、エネルギー効率が高く革新的な新しい成形プロセスを開発、提案することが目的だった。柔らかく変形可能な素材を使って提案するプロセスで底を凹ませた部品の製造を実現、同時に表面品質の上質さを担保する。電磁誘導による加熱成形システムを搭載した装置は急速加熱を可能にし、最適なエネルギー効率も実現し、さらに、真空成形装置「isobare」はコンポジット素材の最適な賦形とプレス機利用の削減を可能にする。

検証には、バイオコンポジットと強化プラスチックの 2 種類の素材を選んだ。最初に、天然繊維(主に麻)で構成されたバイオコンポジットにバイオポリマー(bio-polymères; PLA, PA11 等、100%生分解可能なもの)を加える。これらはガラス或いはカーボン強化繊維コンポジットと比べ軽量だ。これらの混合素材(lin/PA12 等)は、より安価な非編素材に比べて機械的性能は高く、成形時間も熱可塑性プラスチックと比べより短時間になる。また、サムソナイト及び Tumi で使われた SrPP に代替した PET, SrPET 等の 100% リサイクル可能な強化プラスチックであり、リサイクルポリマーでも

ある。これらの各素材の顕著な特徴(密度に基づく機械的特性など)が示すことは、これら素材がカーボンやガラスなどの既に市場に出回っている素材よりも軽く、耐性強度が高いことである。

このプロセスおよび素材の組合せは工業的適合性と製品としての価値を高めている。つまり、例えば、一度だけ急速に型加熱(電磁誘導金型加熱など)により成形することで天然繊維の劣化を抑えながら(通常 1 分以内の短時間なら高温にさらされても繊維の湿度は保たれる)、熱可塑性プラスチックの溶解温度(PLA、PP、PA12 は 200~240°)に達することができる。

また金型から取り出すと素晴らしい表面仕上げの製品が開発できる。しかも、概して高額な溶剤を使った環境負荷が高くなりがちな塗装やニス塗り工程は必要ない。

ターゲット市場の主な課題

本開発の目的は家電(ノート PC、タブレット、スマホ)等のカバー製品やカバン(スーツケース、バック、革靴)の応用分野での市場の要求に応えることです。大量生産であっても付加価値の高い部品を作ることである。主な課題はこれらすべての要素を纏めつつパーフェクトな品質を可能にすることである。我々の現在の社会では、大規模に激化する人の移動、コンスタントに増加する消費財への需要などに対応し、カバンやノート PC、タブレット、スマホ等モバイル可能な製品を常に軽く、頑丈で、そして外見かつ価格性能面からも魅力的であることが求められる。流行やテクノロジーの進化の速度により1製品は1~3年ととても短命であることが多く、環境への影響も無視できない。このため、我々が目指すものは、消費者の製品性能に対する要求を満たしつつ、環境への影響を最大限に抑える製品を作ることだ。

本開発の革新性

以下3つ点からこの開発の革新性を表すことができる。

1.新素材の革新

より性能が高く、リサイクル可能な天然繊維素材や強化プラスチック素材で、リサイクル時、母材と強化材料を分離する必要がないことだ。

2.半製品の供給における革新。

つまり、素材のドレープ性があり、より経済的な複合材シートを使い、また、プロセスはエネルギー消費がより少なく且つ金型内のエネルギー転換も最適な誘導加熱冷却製法で成形サイクルも短縮されている。

3.新しい成形プロセスの革新。

半製品の賦形やプラスチックの含浸を「等圧」な形で、またプレス機を使わない独立した装置で最高の部品を作り出す成形プロセスだ。これは塗装工程等を必要とする従来のプロセスとは異なり、また従来のプロセスで出来た部品より高い表面品質が得られる。

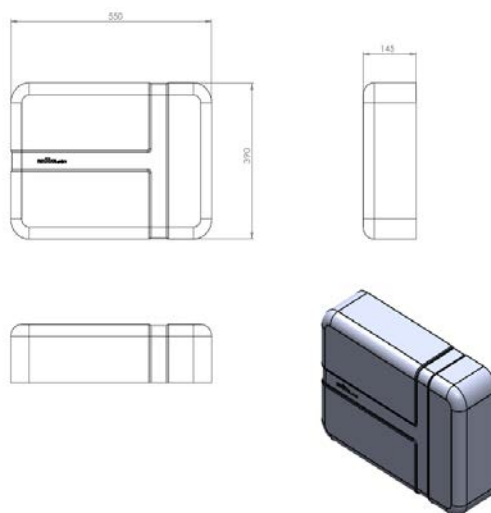
技術面でのリスク

NetComposites 社(英)にとっての新素材開発における主なリスクは、機械的・美学的要求、工業プロセスとの整合性に応えエコロジーな(100%或いは部分的に)素材 に到達することです。同社が提案したのは、麻(lin/PLA)を主原料とする機械的特性を持つ繊維、また、PA11 等のように優れた特性を持つ繊維です。母材と強化材料の定義設定にあつては、機械的特性を最大にし、成形プロセスの主なパラメーター(圧力、温度等)を最適化するため、天然繊維と選択された熱可塑性プラスチック母材間の適切な境界点を見出す必要があります。最低温度での加工、最低限の成形圧力、最低限の含浸時間で成形を行う場合、それは大変経済的な成形プロセスと言える。さらに、成形分野産業において麻:lin / PLA (原料、繊維、布等)の安定したサプライチェーンを確立し、この素材をより大量に取扱いできるようにすることが必要だ。NetComposites 社は既に麻(lin / PLA)のこのようなサプライチェーンを設けたが、特性の大きな変化がしばしば発生するため天然素材製品を分野産業として使うことへの限界がある。

RocTool 社の技術面での主なチャレンジは、サイズが大きく、複雑な形状で展開が難しかった部品に対して最適で均一が急速な加熱を実現することだ。と同時に設計した成形機が成形可能なレベルで頑丈であることだ。しかし、より大局的には、従来の熱成形(織られたものを直接成形できず、また成形する予備シートを適切に熱管理できない)のプロセスから脱却しなければいけないということだ。航空業界或いは自動車業界に見られる昨今の方向転換にならい、圧空成形と加熱/冷却を同時に行う方法で提供できるよう、プレス機もオートクレーブも使わない新しい成形システムを創り出すような検討が求められている。

本開発の内容

2段階で行う。まず、入手した材料の機械的特性を出しやすいようシンプルな成形金型の開発。次に、部品サイズが大きく(~900×750mm 程度)深いデザインのため材料シート基材の展開が不可能な形の構成の完成形部品の「デザイン」だ。



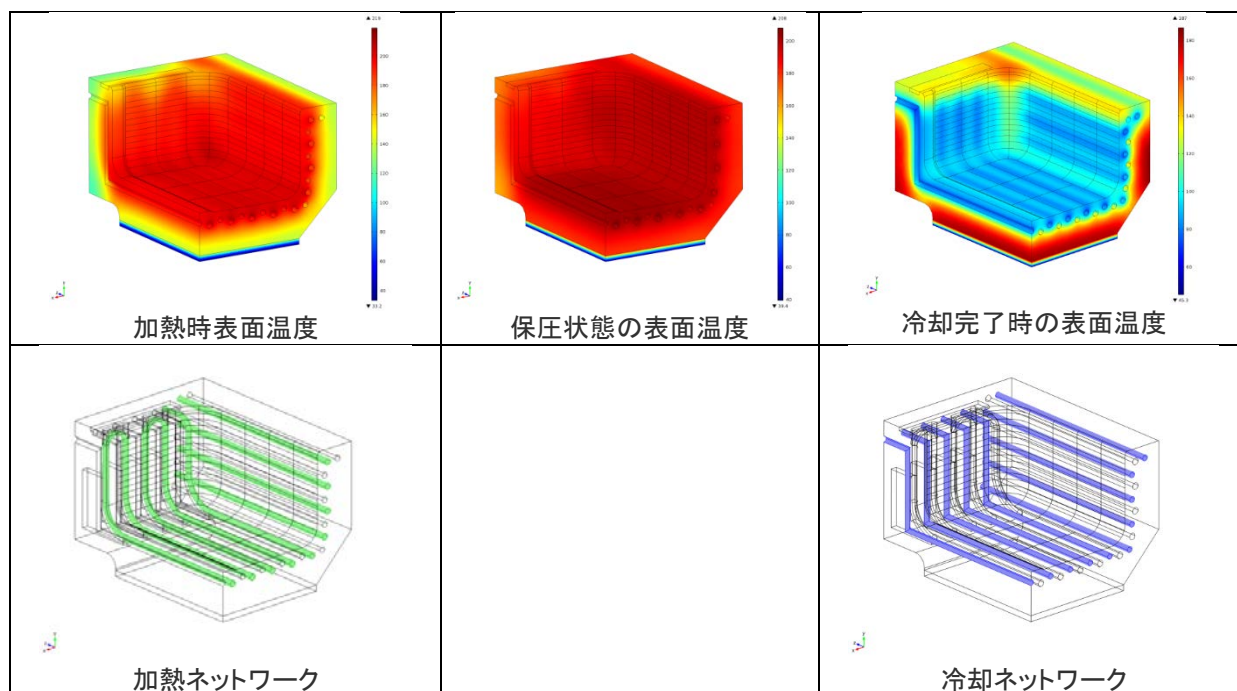
「キャビン」用のスーツケースデザイン

金型の数値シミュレーション

課題がより顕著な2番目の開発に対して、我々チームは一般的に強電磁カップリングと呼ばれる物理方法を用いた。これは型の電磁場と加熱時の作用の影響、そして加熱時の膨張作用の影響を相互に確認するものだ。

誘導性研究 ⇔ 熱研究 ⇔ 熱力学研究

加熱および冷却ネットワークの夫々の定義・設計は、相互作用するものの、独立した方法で行った。この研究では、ネットワーク回路を正確に設計し、成形装置の適合性、成形型の鋼材の選択、加工方法、費用・時間等の評価にかかる検証結果をもって具体的提案をするために、経験的検証と特別な数値計算の組合せを用いた。また、この研究に際しては、合金の様々な組合せによる影響を検証、サイクルタイム、エネルギー消費率、金型表面の温度において最適の組合せを見出す試みを行った。これらを詳細に取り纏めることで革新的な発見を得、最適な「デザイン」を得る確証も得たことにより技術保護を目的し国際特許を申請した。(Annexe C 参照)。素材毎に異なるガラス転移温度が型表面にどのように熱が拡散するかシミュレーションを行った。急速加熱を実現可能にする我々の技術は数値的根拠に基づき以下の結果の通りとなった。本プロジェクトで検証した素材は、殆どの熱可塑性プラスチック同様、 $\pm 10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 温度領域の範囲内となった。もしこの点を検証しなければ、部品およびその機械的特性の美的品質の悪化を招き、賦形できず、ホットスポットの部分を生じさせたであろう。



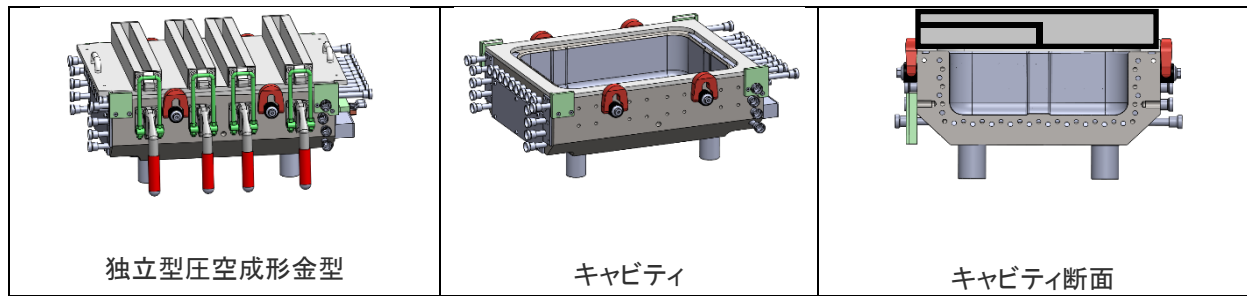
数値シミュレーションの結果

成形金型の内容

成形金型のコンセプトは主に2つの点で定義される。

1. 加熱冷却「Heat&Cool」ネットワークを巡らせ、寸法が大きく複雑な形の金型

2. 低圧プレス(真空引き1バール)及び高圧プレス(数十バール)成形から独立した統合圧空システム



上図のキャビティには手動で閉じられた防水プレートがある。加熱冷却ネットワークは平面では極めて直線的であるが、コーナー部、例えばスーツケースの角にあたる面では専門的評価が必要である。加熱冷却金型は全てのエリアで数値シミュレーション結果に基づいて設計される。

誘導加熱成形プロセス

下記に示すようにキャビティは製品の形状である。この合金でできたキャビティ型は加工の全工程で用いられるので所謂アグレッシブな環境での使用、つまり加熱時には 200 度かそれ以上の温度に耐え、冷却時には 50 度まで下がる。また加圧は真空引きの 1 バールから数十バールまで耐えるものだ。成形プロセスのサイクル性能は熱に対しても機械的耐久性も複合材の加工方法において大きな革新性がある。



さらに、素材と上部プレート間のインターフェースには、変形可能(再利用可能で高温に耐える)なシリコンシートを利用。これは真空引きだけでなく加圧時の成形やプリプレグの材料にも適応が可能だ。プレスやオートクレーブ等の重工業に代替し、狙った素材の加工をパーフェクトに行うこの新しく革新的な成形手法は、AnnexeD にある通り電磁誘導加熱の金型特許を取得している。しかし、この開発は新素材での利用を前提とする。なぜなら、半製品のコストがコンポジット部品の評価において妥当かどうか決まるからである。

素材には次のような最適な加工条件を求められる;

- ✓ 成形温度(熱可塑性樹脂)は出来るだけ低温で成形する
(型への投入、真空成形時のエネルギーの低減、サイクルタイムの短縮);
- ✓ 成形プレスは出来るだけ低い圧力で行う
- ✓ 全工程のサイクルタイムを最適化するため含浸時間は出来るだけ短くする

このような条件を満たす素材が、需要は高いものの依然冷え込んでいる同分野産業においてコンポジットの利用を拡大することが可能とすると考えるからである。

下記の表に SrPP と SrPET や他の素材の成形条件を比較した。SrPP と SrPET のサイクル時間の違いは PET の粘性が PP よりも低いことだと思われる。また天然素材に比較して加熱成形温度レベルが低くできている。ただこれら天然素材(Lin/PP、Lin/PLA)は機械的特性を併せ持ちコストも有利である。

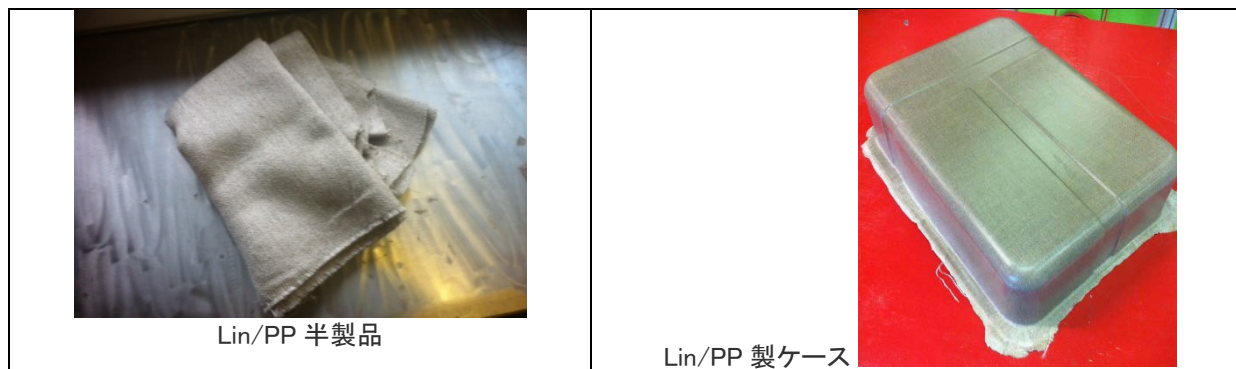
素材	販売名	プロセス	加熱時間	含浸時間	冷却時間	サイクルタイム
SrPP	Propex (Samsonite)	180° C @10 bars	75 sec	60 sec	80 sec	~3' 30''
SrPET	NetComposites	160° C @ 7 bars	55 sec	45 sec	50 sec	~2' 30''
Lin PA12	Schappe (Delsey)	240° C @ 7 bars	110 sec	75 sec	85 sec	~4' 30''
Lin PP	NetComposites	220° C @ 7bars	100 sec	240 sec	95 sec	~7' 15''
Lin PLA	NetComposites	210° C @ 7 bars	95 sec	135 sec	80 sec	~5' 10''

コンポジット素材の比較

結論

誘導加熱成形プロセスで部品を作成した結果、下記の写真のように業界の要求水準に適應する成形時間で良好な品質の部品表面を実現した。さらに、成形後の部品では以下の表が示すように機械特性に示される部品が実現した。





素材	販売会社名	厚み	牽引耐性 GPa	屈曲耐性 GPa	衝撃テスト KJ/m ² iso 179-1
Lin PP	NetComposites	1.04	8.1	4.5	27.5
Lin PLA	NetComposites	1.33	13.2	7.8	33
Lin PA12	Schappe (Delsey)	1.2	9.7	8.9	
SrPET	NetComposites	1.3	6.2	3.4	破壊なし
SrPP	Propex (Samsonite)	0.9	13.5		破壊なし
SrPP	Milliken (Tumi)	0.78	4.2	3.5	破壊なし

使用した素材の主な機械的特性比較表 (cf. Annexe E)

以上の得られた特性を読むと、開発した材料は市場の他の材料に比べて受入可能なレベルであるが、成形プロセスと素材を一体で開発することが必要であること確認したことである。我々の誘導急速加熱・冷却システムでこのような材料を成形するとターゲット市場に対して非常に適した部品が開発できる。(この柔らかな材料は従来のシステム(IR/転換/型押工法には適応できない)

同様の方法で、天然繊維素材は密度の機械特性比の点で大変興味深い特性を示した。これも本プログラムでターゲットとした工業製品での適用には誘導急速加熱冷却プロセスが必要だと考える。

今後の展開

本プログラムは 2013 年 12 月 15 日に終了、Eurostars™ プログラムに合格するための基準を満たした。

これまで達成された様々な開発に続き、3D 成形の定義に関し、最適化されたドレープ成形と最短の成形時間を満足し製品開発は進められた。さらに関連特許を取得した新しい冷却システムを使用することで最適な冷却を達成するという新しい革新も期待できる。自動車産業や飛行機産業

界の市場向けの厚みのある成形部品や様々な厚みの部品に適した誘導急速加熱冷却システムの開発が進められている。

2014年3月、パリで開催された JEC で発表された RocTool のデモンストレーションについての関連記事は Annexe F を参照されたい。

本プロジェクトの結果を生かして我々はフランスの高級カバン市場とアジアの市場で新たな開発を進めている。

Annexe A : Analyse de l'existant

➤ Valises Samsonite :

Firelite

Spinner 69cm Off White



click to zoom

Fabriquée en utilisant le matériau Curv®. Celui-ci permet d'obtenir une résistance extrême et une incroyable légèreté. Ce matériau est issu d'un assemblage multicouche renforcé en polypropylène tissé. Ces couches sont à la fois légères et robustes. Elles offrent une résistance exceptionnelle aux impacts à température ambiante ou très basse. Le design de la coque et son processus de fabrication sont brevetés par Samsonite.

- Couleur: Off white, blue and red
- Matière: 100% Curv material by Propex in Germany
- Dimensions : 47.0 x 29.0 x 69.0 cm
- Volume : 73 L
- Poids : 2.60 kg

Garantie : Garantie mondiale limitée de 10 ans

3 tailles de valise sont disponibles :

- 55cm
- 69cm
- 75cm

BAGAGE CABINE



Firelite Spinner 55cm Chili Red



Firelite Spinner 69cm Off White



Firelite Spinner 75cm Deep Blue

➤ *Valise Tumi™ :*

TEGRA-LITE™

International Carry-On



Tegra-Lite™ est une collection de voyages qui combine les plus hauts niveaux de durabilité et de résistance à l'impact avec pour but final la facilité et la légèreté de maniabilité.

Tegra-Lite™ est fabriqué à partir de Tegriss®, un polypropylène thermoplastique révolutionnaire matériau composite créé par Milliken® pour une utilisation dans l'armure de sauvetage, voitures de course NASCAR et un équipement de protection pour les joueurs de la NFL, il est exclusif à Tumi pour les produits de voyage et d'accessoires à travers le monde.

Il dispose de quatre roues pivotantes 360° pour une maniabilité sans effort. Parmi les nombreuses avancées technologiques et fonctionnelles de Tegra-Lite™, un système de poignée 45 qui ajoute de la rigidité structurelle et qui prévient les dommages au niveau de la poignée.

Dimensions extérieures (en pouces) : 21.5" x 14" x 9"

Capacité : 33 litres

Le Tegriss est 6 fois plus résistant et supporte des températures extrêmes allant jusqu'à -40°C. Parce qu'il est composé à 100% de polypropylène, Tegriss est jusqu'à 65% plus léger que les autres composés à haute densité comme la fibre de verre. En tant que leader de produits ultra résistants et toujours à la recherche d'innovation, Tumi a créé TEGRA-LITE pour celles et ceux qui désirent avoir un produit à la pointe de la modernité et du design, sans égal.

➤ **Valise Delsey® :**

DELSEY



Toujours en quête d'innovation, DELSEY s'inspire de naturalité et d'esthétique pour créer le premier 24H en Lin Technique, 100% made in France.

Un jeu de matière naturelle, élégante, un traité design, pour une ligne qui relève tant de la prouesse technologique qu'esthétique !

Pour la 1ère fois, un composant textile, 50% végétal, le lin, structuré par du veau naturel nous invite à ce point au voyage....Voyage hédoniste, voyage dans le temps entre authenticité et contemporanéité.

DELSEY développe le 1er bagage en composite de fibre naturelle, alliant élasticité et résistance.

Du lin rigide ... un paradoxe étonnant qui nous incite à repousser les limites de notre imaginaire et à voyager autrement.

Dimensions extérieures : 233x134x54mm

Poids : 1Kg

Prix de vente : 2400€



Annexe B : Programme Eurostars

1.3.4. Detailed contribution per Work Package

Work package	Description of the role of RocTool
WP1	Internal project management and assistance to main participant, including contracts, finances, reviews and reporting.
WP2	
WP3	electromagnetic simulation for temperature distribution on a tool, first prototype mould design and production to validate concept and simulation
WP4	second prototype mould scale 1/1, purchase of generators for heating and pilot unit, chiller for cooling first moulding trials
WP5	cutting trials with different techniques, trimming, CNC, waterjet encapsulating films, decoration trials, InMould Decoration
WP6	Moulding trials, adjustments and tunings, induction parameters, frequency, cycle time qualification and energy consumption
WP7	Press releases, seminar presentations, trade magazine articles and discussions with customers. Development of plans for exploitation and commercialisation.
WP8	
WP9	

2. NetComposites Background IP of Relevance to ECOCASE

Natural Fibre Composites

- Design, development, manufacturing, marketing and supply of natural fibre based reinforcements, intermediate products and composites based on flax and other natural or cellulosic fibres.
- The above in forms including yarns, tapes, woven fabrics, non-woven fabrics, commingled fabrics, pre-impregnated fabrics, pre-consolidated sheets etc.
- The above composed entirely of flax or other natural or cellulosic fibres for use in liquid moulding techniques, prepregging, film stacking etc.
- The above composed of a commingled blend of flax or other natural or cellulosic fibres and thermoplastics including PP, PLA, PA12, PET etc. in the form of fibres, powders, films etc. for use in thermoplastic composite moulding techniques.
- Processing techniques, parameters and tooling for moulding the above materials into parts including vacuum bagging, autoclaving, press moulding etc.
- The Biotex brand

Self-Reinforced Plastics

- Design, development, manufacturing, marketing and supply of self-reinforced polymer composite materials based on oriented polymer fibres and polymer matrices, typically both derived from the same or similar polymer.
- The above composed of polymers including PP, PE, PET, PBT, PA, LCP etc.
- The above in forms including yarns, tapes, woven fabrics, non-woven fabrics, commingled fabrics, pre-impregnated fabrics, pre-consolidated sheets, pellets etc.
- The above based on commingled blends of fibres, fibres and powders, fibres and films etc.
- Processing techniques, parameters and tooling for moulding the above materials into parts including vacuum bagging, thermoforming, press moulding, injection moulding, extrusion etc.
- Trimming (machining, waterjet, laser etc.), joining (adhesive bonding, welding etc.), coating (painting, in-mould films etc.), finishing and recycling techniques.

Recycled Carbon Fibre

- Design, development and manufacturing of carbon fibre reinforcements, intermediate products and composites based on recycled or reclaimed carbon fibre.
- The above in forms including yarns, tapes, woven fabrics, non-woven fabrics, commingled fabrics, pre-impregnated fabrics, pre-consolidated sheets etc.
- The above composed of a commingled blend of carbon fibre and thermoplastics including PP, PA, PET, PES, PEI etc.

Processing techniques, parameters and tooling for moulding the above materials into parts including vacuum bagging, press moulding etc.

Annexe C : Brevet décrivant le chauffage par induction d'un moule 3D



US 20140023828A1

(19) **United States**
 (12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.:** US 2014/0023828 A1
 Feigenblum et al. (43) **Pub. Date:** Jan. 23, 2014

(54) **DEVICE AND METHOD FOR COMPACTING AND CONSOLIDATION OF A PART IN COMPOSITE MATERIAL WITH A THERMOPLASTIC MATRIX REINFORCED BY CONTINUOUS FIBERS, PARTICULARLY FIBERS OF NATURAL ORIGIN**

(75) **Inventors:** José Feigenblum, Saint-Paul (FR); Alexandre Guichard, La Chapelle du Mont du Chat (FR)

(73) **Assignee:** ROCTOOL, Le Bourget du Lac (FR)

(21) **Appl. No.:** 14/008,577

(22) **PCT Filed:** Apr. 2, 2012

(86) **PCT No.:** PCT/EP2012/056006

§ 371 (c)(1),
 (2), (4) **Date:** Oct. 8, 2013

Related U.S. Application Data

(63) Continuation-in-part of application No. 13/275,928, filed on Oct. 18, 2011, which is a continuation-in-part of application No. 11/993,159, filed on Dec. 19, 2007, now abandoned, filed as application No. PCT/FR2006/050338 on Apr. 11, 2006.

Foreign Application Priority Data

Jun. 22, 2005 (FR) 0551717
 Apr. 1, 2011 (FR) 1152814

Publication Classification

(51) **Int. Cl.**
B32B 37/10 (2006.01)
B32B 3/06 (2006.01)
B32B 38/00 (2006.01)

(52) **U.S. CL**
 CPC *B32B 37/10* (2013.01); *B32B 38/0004* (2013.01); *B32B 3/06* (2013.01)
 USPC 428/157; 156/500; 156/196

ABSTRACT

A device for compacting and consolidating a textile preform comprising continuous fibers impregnated with thermoplastic polymer, and a method for obtaining a part using such a device. The device comprises a die, an induction heating device and a cooling device to cool the die. The die includes a form comprising a cavity that corresponds to the shape of the part, which form extends depth-wise between an entry plane and a bottom and is inserted into a frame. The induction heating device comprises two inductors extending in hollows of the form, each forming a winding in a plan, substantially parallel to the entry plane of the cavity, and located between the entry plane and the bottom of the form.

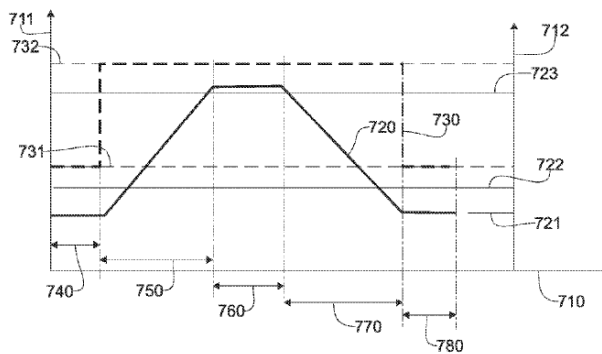
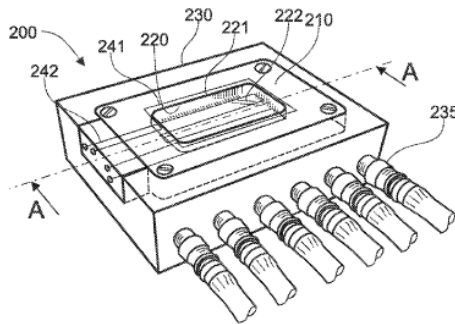


Fig. 7

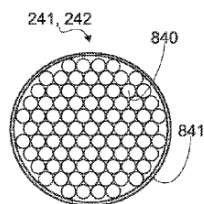
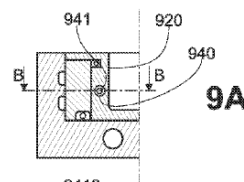


Fig. 8



9A

Annexe D : Brevet décrivant le formage d'une pièce composite par un système isobare et autonome



US 20110057357A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**
Feigenblum et al.

(10) **Pub. No.:** US 2011/0057357 A1

(43) **Pub. Date:** Mar. 10, 2011

(54) **DEVICE FOR CONVERTING MATERIALS USING INDUCTION HEATING AND DEFORMABLE COMPACTING MEANS**

Publication Classification

(51) **Int. Cl.**
B29C 35/08 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** 264/403; 425/174.8 R

(57) **ABSTRACT**

(75) **Inventors:** Jose Feigenblum, Grenoble (FR);
Alexandre Guichard, Mont Du Chat (FR)

A heating device for the transformation of a material, includes: a lower mold element or matrix, made of an electrically conductive material and having a molding zone for contacting with the material to be transformed; an upper element that lacks a molding zone, made of an electrically conductive material; inductor elements for generating a magnetic field that envelops the matrix and the upper element, with the matrix and the element being electrically insulated from one another during the induction heating phase so that the surfaces opposite these two elements delimit an air gap in which the magnetic field that induces currents circulates at the surface of the molding zone of the matrix, thus making it possible to localize the action of the inductors at the interface of the molding zone/material to be transformed; and deformable pressure element, arranged between the matrix and the upper element, able to exert uniform pressure on the material to be transformed.

(73) **Assignee:** ROCTOOL, Le Bourget du Lac (FR)

(21) **Appl. No.:** 12/922,969

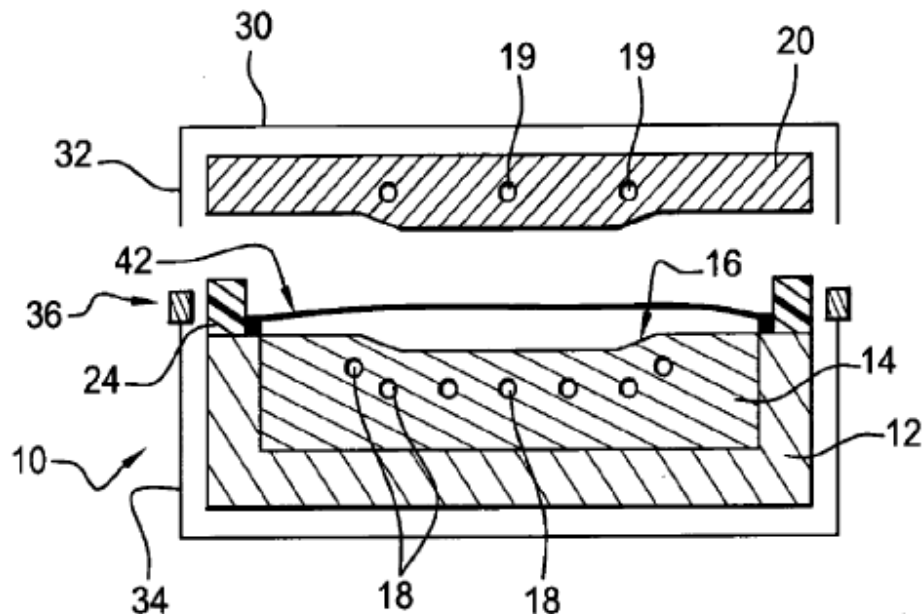
(22) **PCT Filed:** Mar. 17, 2009

(86) **PCT No.:** PCT/FR09/00280

§ 371 (c)(1),
(2), (4) **Date:** Nov. 10, 2010

(30) **Foreign Application Priority Data**

Mar. 17, 2008 (FR) 0851728



Annexe E : Fiches Techniques matière



SRPET 2x2 Twill 440g/m² Fabric Technical Data Sheet December 2013

Introduction

Self-reinforced PET (SRPET) fabric is a commingled textile made from high strength polyethylene terephthalate (PET) reinforcement fibres and low melting temperature PET 'matrix' fibres, and is suitable for producing fibre-reinforced thermoplastic composite parts. The fabric is moulded into rigid components by simply applying heat and pressure to melt the 'matrix' fibres, wet-out the reinforcement fibres and consolidate. Suitable processes include press moulding, vacuum bagging and autoclave. The intimate blend of PET and PP ensures fast wet-out and low porosity, even with relatively low pressure processes.

Self-reinforced plastics are lightweight, recyclable and impact resistant. They have improved mechanical properties compared to unreinforced plastics and are lighter and more recyclable than glass fibre reinforced plastics. They are suitable for non-structural and protective applications in sectors such as automotive, sports and luggage. SRPET can be bonded and painted more easily than many other thermoplastics.

Fabric Specification

Specification for standard fabric (other constructions available on request):

Specifications	
Warp and weft yarns	SRPET commingled filament yarn 220tex
Reinforcement fibre content by weight	50%
Reinforcement fibre content by volume	50%
Weave style	2x2 twill
Areal weight	440g/m ² +/-2%
Width	675mm or 1350mm +/-5%
Thickness per layer, consolidated	0.30-0.35mm (approx.)

Processing Guidelines

SRPET fabric should be processed at 180-210°C to melt the matrix fibres but not melt the reinforcement fibres. Suitable processes include press moulding, vacuum bagging and autoclave.



Composite Properties

Property	SRPET press-moulded laminate	SRPET vacuum-bagged laminate	Test Method
Fibre content by weight	50%	50%	
Density	1.3g/cm ³	1.3g/cm ³	
Tensile modulus	6.2GPa	5.0GPa	ISO 527-4
Tensile strength	103MPa	130MPa	ISO 527-4
Tensile elongation	21%	35%	ISO 527-4
Flexural modulus	3.4GPa		ISO 14125
Flexural strength	81.3MPa		ISO 14125

Packaging

Standard packaging details (other packaging options are possible on request):

Packaging details	
Roll width	675mm and 1350mm
Roll length	50m
Net weight	15kg and 30kg
Core	Cardboard tube
Wrapping	Polythene film

Orders for multiple rolls are typically packed on a standard wooden pallet and covered with stretch wrap.

Storage

SRPET should be stored in a cool dry place away from direct sunlight. PET can absorb moisture from the atmosphere so drying may be required before use, especially if exposed to excessive humidity.

Safety

PET fibre has no known toxicological effects. The main hazards associated with this material are fibres/dust created when cutting the fabric or cutting/machining the moulded parts, and fumes/hazards associated with handling the hot molten polymer. Typical precautions should be taken including using appropriate PPE, adequate ventilation and dust/fume extraction where necessary.

Disclaimer

The information provided here is believed to be accurate but should be considered indicative only. It is the responsibility of the customer to check the suitability of the product for their specific application prior to use.

Biotex Flax/PLA
Technical Information



Composition

Volume Fraction	40%	Standard
	Others	On request

Yarn

Linear Density	250tex	Standard
	125-2000tex	On request

Processing | The commingled yarn can be consolidated by heating to 180-200°C and applying a pressure of at least 1 bar. Typical processes for the yarn include filament winding.

Fabric

Weave Style	2x2 twill	Standard
	4x4 hopsack	Standard
	Other styles	On request

Fabric Weight	420-520gm	Standard (depending on weave style)
	250-800gm	On request

Fabric Width	1,25m	Standard
	Up to 3m	On request

Processing | The commingled fabric can be consolidated by heating to 180-200°C and applying a pressure of 1-50bar. Typical processes include vacuum consolidation, autoclave and press moulding.

Preconsolidated Sheet

Thickness	0,8, 1,2, 1,6, 2,0,	
	2,4 & 2,8mm	Standard
	Others	On request

Processing | The sheets can be formed to shape by heating to 180-200°C and stamp forming with a matched tool in a press at typical pressures of 10-100bar.

Typical Properties

Density	1,33g/cm ³	
Tensile Modulus	13,0GPa	(ISO 527-4)
Tensile Strength	102MPa	(ISO 527-4)
Tensile Elongation	1,6%	(ISO 527-4)
Flexural Modulus	7,8GPa	(ISO 14125)
Flexural Strength	131MPa	(ISO 14125)
Charpy Impact (flat)	32,8kJ/m ²	(ISO 179-1 unnotched, flatwise)
Charpy Impact (edge)	28,4kJ/m ²	(ISO 179-1 unnotched, edgewise)

Data for laminate made from Biotex 40vol% flax-PLA 4x4 hopsack fabric by press moulding and tested at ambient temperature.

Biotex Flax/PP
Technical Information



Composition

Volume Fraction	40%	Standard
	Others	On request

Yarn

Linear Density	250tex	Standard
	125-2000tex	On request

Processing | The commingled yarn can be consolidated by heating to 180-200°C and applying a pressure of at least 1 bar. Typical processes for the yarn include filament winding.

Fabric

Weave Style	2x2 twill	Standard
	4x4 hopsack	Standard
	Other styles	On request

Fabric Weight	420-520gm	Standard (depending on weave style)
	250-800gm	On request

Fabric Width	1,25m	Standard
	Up to 3m	On request

Processing | The commingled fabric can be consolidated by heating to 180-200°C and applying a pressure of 1-50bar. Typical processes include vacuum consolidation, autoclave and press moulding.

Preconsolidated Sheet

Thickness	0,8, 1,2, 1,6, 2,0,	
	2,4 & 2,8mm	Standard
	Others	On request

Processing | The sheets can be formed to shape by heating to 180-200°C and stamp forming with a matched tool in a press at typical pressures of 10-100bar.

Typical Properties

Density	1,04g/cm ³	
Tensile Modulus	8,1GPa	(ISO 527-4)
Tensile Strength	56,0MPa	(ISO 527-4)
Tensile Elongation	1,5%	(ISO 527-4)
Flexural Modulus	4,5GPa	(ISO 14125)
Flexural Strength	79,2MPa	(ISO 14125)
Charpy Impact (flat)	27,4kJ/m ²	(ISO 179-1 unnotched, flatwise)
Charpy Impact (edge)	23,4kJ/m ²	(ISO 179-1 unnotched, edgewise)

Data for laminate made from Biotex 40vol% flax-PP 4x4 hopsack fabric by press moulding and tested at ambient temperature.

Annexe F : Communication

ROCTOOL

Press Conference

Innovation(s) by RocTool


Alexandre GUICHARD, RocTool's CEO
&
José FEIGENBLUM, RocTool's CTO



JEC Europe 2014, Paris
Wednesday 12th March at 10am

Light Tooling / Out of Autoclave

Mold

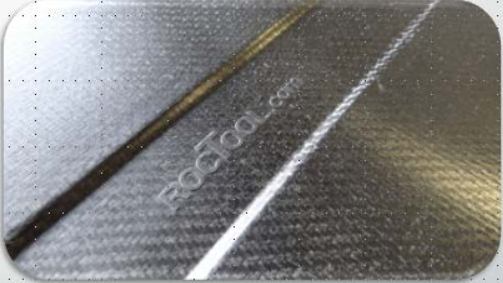



VL3

ROCTOOL

VL7

Parts....



ROCTOOL

News

Organic fibre suitcase exploits a new adaptation of an innovative process

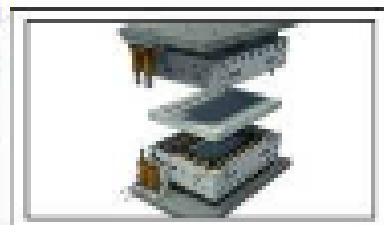
RocTool : 23 March, 2014 (New Product)

Based on its innovative 3iTech technology, RocTool announces a new patent to make parts without a press, using an electromagnetic induction mould.



3iTech technology, uses inductor coils directly integrated in a steel compression mould. The process can heat a mould up to 400C in several minutes or to 1200C in several seconds to accelerate carbon [composite](#) part production. It was deployed to help design and manufacture [composite](#) structural seat parts, including tubes. 3iTech technology was originally presented at the IMTU 3 held on the 27 October 2009. The inductors are placed inside the mould and not visible.

Now, with the new patent, this process can be developed to mould all materials, including ecological ones. At the JEC 2014r show, RocTool presented a suitcase shell made from linen fibres. RocTool has just broken a world record for fast mould heating, which was witnessed by Notary Public, by heating the mould from 60 to 160C in 5.3s.



"Our technology has been adapted to light tooling, out of autoclave.

We also want to process much smaller volumes than we currently do with our usual markets, and reduce the cycle time of technologies still using autoclaves to produce parts in a few minutes and in a single mould. This represents massive energy savings," states José Eigenbaum, CEO.