

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-168360

(P2006-168360A)

(43) 公開日 平成18年6月29日(2006.6.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B29C 39/14 (2006.01)	B29C 39/14	4F204
B29C 39/44 (2006.01)	B29C 39/44	
B29K 105/04 (2006.01)	B29K 105:04	

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L 外国語出願 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2005-355589 (P2005-355589)	(71) 出願人	504037346
(22) 出願日	平成17年12月9日 (2005.12.9)		バイエル・マテリアルサイエンス・アクチ エンゲゼルシャフト
(31) 優先権主張番号	102004059724.3		Bayer Material Science AG
(32) 優先日	平成16年12月11日 (2004.12.11)		ドイツ連邦共和国デー-51368レーフ エルクーゼン
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
		(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100107180 弁理士 玄番 佐奈恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続発泡プロセスでフォームを製造する方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 連続発泡プロセスでフォームを製造する装置および方法を提供する。

【解決手段】 連続発泡プロセスでフォームを製造する装置および方法に関し、次の工程；搬送方向に沿って、フォームまたはフェーシング層の実表面温度を測定する工程、および公称表面温度からの実表面温度の偏差の関数として、発泡プロセスに関する制御変数を決定する工程を含む。

【選択図】 なし

- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】
連続発泡プロセスでフォームを製造する方法であって、
フォームまたはフェーシング層の実表面温度を搬送方向に沿って測定すること、
発泡プロセスの制御変数を、実表面温度の公称表面温度からの偏差の関数として決定すること
を含む方法。
- 【請求項 2】
フォームがポリウレタンフォームである請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 3】 10
実表面温度が搬送方向に沿って配置された温度センサによって測定される、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 4】
搬送速度が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 5】
発泡プロセスに供給される単位時間あたりの材料の量が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 6】
発泡プロセスに供給される材料の化学組成が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 7】 20
発泡プロセスに供給される材料の温度が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 8】
注入プレートの温度が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 9】
発泡プロセスに供給されるフェーシング層の温度が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 10】
高圧混合における反応成分の圧力が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 11】 30
フォームの出発成分の攪拌子混合におけるミキサーの回転速度が制御変数である請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 12】
搬送方向に沿った特定のゾーンに位置するフォームの少なくとも 1 つの製品特性を実表面温度の関数として予測する、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 13】
発泡挙動を実表面温度の関数として予測する、請求項 1 に記載の方法。
- 【請求項 14】
予測を回帰モデルによって実施する、請求項 12 に記載の方法。
- 【請求項 15】 40
予測をニューラルネットワークまたはハイブリッドネットワークによって実施する、請求項 12 に記載の方法。
- 【請求項 16】
少なくとも 1 つの実表面温度がニューラルネットワークに入力パラメータとして入力される、請求項 15 に記載の方法。
- 【請求項 17】
フォームの品質が少なくとも 1 つの製品特性に基づいて分類される、請求項 12 に記載の方法。
- 【請求項 18】
低い品質を示すフォームのブロックの領域がブロックから除去される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

連続発泡プロセスでフォームを製造する装置であって、搬送方向に沿ってフォームまたはフェーシング層の実表面温度を測定する手段；および予め決められた公称表面温度からの実表面温度の偏差の関数として、スラブストックフォームプロセスに関する制御変数を決定する手段を含む装置。

【請求項 20】

実表面温度を測定する手段が、搬送方向に沿って配置された温度センサを含む、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】

制御変数を決定する手段が、搬送速度を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 22】

制御変数を決定する手段が、発泡プロセスに供給される単位時間あたりの材料の量を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 23】

制御変数を決定する手段が、発泡プロセスに供給される材料の化学組成を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 24】

制御変数を決定する手段が、発泡プロセスに供給される材料の温度を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 25】

制御変数を決定する手段が、注入プレートの温度を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 26】

制御変数を決定する手段が、発泡プロセスに供給されるフェーシング層の温度を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 27】

制御変数を決定する手段が、フォームの出発成分の攪拌子混合用のミキサーの回転速度を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 28】

制御変数を決定する手段が、高圧混合のための反応成分の圧力を決定するように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 29】

フォームの少なくとも 1 つの製品特性を実表面温度の関数として予測する手段を備え、当該手段が搬送方向に沿って特定の位置に配置されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 30】

フォームを予測された製品特性を示すブロックに分割する切断装置を制御する手段を備えた、請求項 9 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続発泡プロセスでフォーム（または発泡体）を製造する方法および装置に関し、特に、ポリウレタンフォームを製造する方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フォームの品質は、複数の環境および装置パラメータによって決定される。これは、特にポリウレタンフォームを製造する場合にあてはまる。

【0003】

10

20

30

40

50

ポリウレタンフォームの製造において品質を保証するためにコンピュータで補助された種々のプロセスは、例えば、「スラブストック技術による可撓性ポリウレタンフォームの連続生産を管理するソフトウェア (Software to Manage a Continuous Production of Flexible Polyurethane Foams by Slabstock Technology)」、Salvatore Consoli、Journal of Cellular Plastics、第33巻、1997年3月、第102頁、「Foam Roadmap On-Line Answerstics」、James D. Shoup、Polyurethane 1995、September 26-29、1995、第489、490頁、および「可撓性ポリウレタンフォームに関する数学的な特性予測モデル (Mathematical Property Prediction Models for Flexible Polyurethane Foams)」、Reinhart Schiffauer、Adv. Urethane Sci. Techn.、14 (1998)、第1~44頁等によっても、既に知られている。

10

【0004】

プロセスパラメータを処理するRIMプロセッシングにおけるエキスパートシステムはまた、「システムを備えたエキスパート；外側車体パーツの製造のためのPU-RRIMプロセスのプロセス・コントロール (Experten mit System, Prozesssteuerung des PUR-RRIM-Verfahrens zur Herstellung von Karosserieaussenteilen)」、F. Schnabel、Sulzbach、K.-H. Doerner、Kunststoffe、第88巻、10/98、および「PUパーツの低コスト製造、ポリウレタンPRIM技術の現状 (PUR-Teile kostenguenstig fertigen, Stand der Polyurethane-RRIM-Technologie)」、Karl-Heinz Doerner、Hans Joachim Meiners、Hans-Joachim Ludwig、Kunststoffe、第91巻、4/2001により開示されている。これらのエキスパートシステムは、製品の特性、プロセス・モニタリング、品質保証および予防的なメンテナンスに関して、予測することが明らかに可能である。

20

【0005】

DE 2819709 B1は、さらにフェーシング層を備えたフォームシートを連続製造する方法を説明している。当該方法においては、フォーム厚さを、搬送方向を横切る方向で、超音波により測定する。製造装置はそれから、コンベアベルトの速度および/または適用されるフォームの量により制御される。

【0006】

DE 10237005 A1は、連続スラブストックフォームプロセスに関するプロセスを説明している。当該方法においては、実際の上昇高さが搬送装置に沿って連続的に測定される。スラブストックフォームプロセスを制御する制御変数は、実際の上昇高さと同様に定められた公称上昇高さとの間の考えられ得る偏差の関数として決定される。

30

【0007】

温度測定方法、特に、非接触温度測定は、当該分野において長く知られてきた。パイロメーター (または高温計) が、測定される対象物から発せられる赤外線を評価するために使用される。このようにして、例えば、連続的なベルト装置、プラスチック押出装置、コンベアベルト、またはカレンダーの表面温度を非接触で測定し得る。

【0008】

スラブストックフォームおよび他のフォームを製造する種々のタイプの装置もまた、当該分野において知られている。その例は、プラニブロック (Planiblock)、UBT、QFM、ドラカ-ペツェタキス (Draka-Petzetakis)、マックスフォーム (Maxfoam)、バーチフォーム (Vertifoam Edge Control)、およびVPF法である。これらのタイプの装置においては、可撓性のポリウレタンフォームが連続的な直交 (または矩形) プロセスで製造される。可撓性の又は硬質のフェーシング層を備えた硬質のフォーム・コンポジットシートは、連続的に運転されるダブルコンベア装置で製造される。

40

【0009】

さらにまた、DE 69119244 T2、DE 69217671 T2およびUS 4,492,664 Aは、ポリウレタンフォームのブロックを連続的に製造する種々の装置を開示している。DE 69610885 T2は、ポリウレタンフォームを製造する別の装置を開示している。DE 3819940 A1、DE 19649829 A1、DE 4315874 A1およびDE 19506671 C2は、そのような装置でポリウレタンフォームを製

50

造する種々のプロセスを開示している。

【発明の概要】

【0010】

本発明は、連続スラブストック発泡プロセスにおいて、フォームを製造する改良された方法およびそのようなプロセスでフォームを製造するための改良された装置を提供する。

本発明のこれらの及び他の利点は、下記の発明の詳細な説明から明らかであろう。

【発明の詳細な説明】

【0011】

本発明を図面に関連して例示の目的のために、また制限しない目的で説明する。

本発明は、限定する目的ではなく、例示のためだけに、説明される。実施例を除いて、あるいは特に指示されている場合を除いて、以後の明細書において、量およびパーセント等を表す全ての数は、全ての例において「約」という用語により修飾されているものとして理解されるべきである。

【0012】

本発明は、連続発泡プロセスでフォームを製造する方法であって、フォームまたはフェーシング層の実表面温度（または実際の表面温度）を搬送方向に沿って測定すること、および公称表面温度からの実表面温度の偏差（またはずれ）の関数として発泡プロセスの制御変数を決定する（または求める）ことを伴う方法を提供する。

【0013】

本発明は、フォームまたはフェーシング層の実表面温度を搬送方向に沿って測定する手段、および予め定められた公称表面温度からの実表面温度の偏差（またはずれ）の関数としてスラブストック発泡プロセスの制御変数を決定する（または求める）手段を有する、連続発泡プロセスでフォームを製造する装置を提供する。

【0014】

本発明は、装置において、フォームの膨張ゾーンに沿って複数のポイントにてフォームの実表面温度を測定することによって、連続発泡プロセスでのフォームの製造の改良されたモニタリングおよび改良された制御を許容する。実表面温度は、対応する公称表面温度と比較される。プロセスを再調整する制御変数は、実表面温度と公称表面温度との間の任意の可能な（または考えられ得る）偏差（またはずれ）から、決定される。

【0015】

フォームの反応の熱はまた、フェーシング層の温度を上昇させるので、別法として及び/または付加的に、発泡体から離れた側のベースプレートもしくはトッププレートの温度、またはベースペーパーの温度を、接触法および/または非接触法によって搬送方向に沿って測定してよい。付加的に、混合ヘッドの温度を赤外線パイロメーター又は接触式温度計によって非接触で測定してよい。

【0016】

これに関して、反応混合物を塗布した後すぐに、発泡プロセスの定性的および定量的モニタリングを為すことが特に有利である。他方において、フォームの製造が進行している間に、装置パラメータおよび/またはフォームの出発材料の組成を再度調整して、最大限に一定の所望のフォーム品質を得てよい。このようにして、プロセスパラメータおよび環境条件（例えば、空気圧）を変化させることに起因する、製品特性（例えば、フォームの圧縮強度および密度）の変動を減少させ得る。これは、装置をより迅速に立ち上げることができ、廃品が減少するという更なる利点を有する。

【0017】

本発明の一形態によれば、フォームの製造は、ヘンネケ（Hennecke）、プラニブロック（Planiblock）、ドラカーペッツェタキス（Draka-Petzetakis）、マックスフォーム（Maxfoam）、パーティフォーム（Vertifoam）、エッジコントロール（Edge Control）、もしくはVFPタイプの装置、またはダブル・コンベア装置において進行する。そのような装置は、膨張するフォームが搬送方向で移動させられる、コンベア装置を常套的に有する。「フォールプレート（fall plate）」がフォーム膨張ゾーンに存在することもある。

10

20

30

40

50

【0018】

複数の温度センサを、発泡（または膨張）ゾーンにて異なるポイントで実表面温度を測定するために、搬送方向に沿って、フォーム発泡ゾーンに配置してよい。フォームの実表面温度の測定を許容する、非接触式赤外線パイロメーターがこの目的のために好ましく用いられる。別法として又は付加的に、ベースプレートの温度もしくはトッププレートの温度、またはベース紙の温度を、接触法または非接触法で測定してよい。

【0019】

測定されるフォームの実表面温度から、回帰曲線をプロットしてよく、この曲線は公称曲線と比較される。例えば、膨張ゾーンにおける、曲線の勾配の差または曲線の積分値の差が、制御変数を決定するベースとして使用される。

10

【0020】

発泡しているフォームの搬送速度が、制御変数となり得る。例えば、実表面温度が公称表面温度よりも低い場合、搬送速度は、実温度と公称温度とが適切に一致するようになるまで、減少させられる。

【0021】

スラブストック発泡プロセスに供給する単位時間あたりの材料の量もまた、制御変数となり得る。例えば、実表面温度が公称表面温度よりも低い場合、単位時間あたりに供給される材料の量は、実表面温度と公称表面温度とが適切に一致するようになるまで、増加させられる。

【0022】

スラブストック発泡プロセスに供給する材料の化学組成は、制御変数となり得る。例えば、実表面温度がフォームの公称表面温度よりも低い場合、化学的組成は、実表面温度と公称表面温度とが適切に一致するようになるまで、変更させられる。特に、触媒および/または水の量を変更してよい。

20

【0023】

反応成分の温度もまた制御変数となり得る。例えば、実表面温度がフォームの公称表面温度よりも低い場合、反応成分の温度は、フォームの実表面温度と公称表面温度とが適切に一致するようになるまで、上昇させられる。

【0024】

フォールプレートの温度または注入板（pouring plate）の温度は、制御変数となり得る。例えば、実表面温度がフォームの公称表面温度よりも低い場合、フォールプレートの温度または注入板の温度は、フォームの実表面温度と公称表面温度とが適切に一致するようになるまで、上昇させられる。

30

【0025】

好ましくは金属製であるフェーシング層の温度は、制御変数となり得る。例えば、実表面温度がフォームの公称表面温度よりも低い場合、フェーシング層の温度は、フォームの実表面温度と公称表面温度とが適切に一致するようになるまで、上昇させられる。

【0026】

種々の制御変数を、フォームの公称表面温度からの実表面温度の偏差、またはフェーシング層の公称温度プロファイルからのフェーシング層の実温度プロファイルの偏差に基づいて決定してよく、制御変数は、例えば、搬送速度の変化、注入板またはフェーシング層の温度、単位時間あたりに供給される材料の量及び/又は供給される材料の化学的組成である。

40

【0027】

本発明の別の形態によれば、得られるフォームの少なくとも1つの製品特性を、フォームの実表面温度に基づいて予測し得る。この予測は、厳密な回帰モデルを用いて行ってよい。別法として又は付加的に、ニューラルネットワークまたはハイブリッドニューラルネットワークを予測のために用いてよい。

【0028】

フォームの発泡挙動を、フォームの実表面温度に基づいて予測し得る。特に硬質フォー

50

ムのコンジットシートの製造のために、上側フェーシング層の直下のフォームの流動挙動および「前進（またはドラッグング；dragging）」は重要なプロセス変数である。この予測は厳密な回帰モデルを用いて行ってよい。別法として又は付加的に、ニューラルネットワークまたはハイブリッドニューラルネットワークを予測のために用いてよい。

【0029】

本発明の別の形態によれば、フォームの実表面温度、供給される材料の化学的組成、ならびに/または装置および/もしくは環境パラメータを、入力変数としてニューラルネットワークに供給してよい。それらに基づいて、ニューラルネットワークは少なくとも1つの製品特性、例えば、密度、圧縮強度または強度を予測する。

【0030】

そのようなニューラルネットワークは、ここでは、入力変数のばらつき（または偏差）の関数として予測されるべき製品特性を測定する一連の試験を実施することにより、訓練される（又は学習させられる）。ニューラルネットワークはそれから得られたデータに基づいて訓練される、即ち、実際のパラメータ、フォームの表面温度、上昇高さ、組成、装置および/または環境パラメータがニューラルネットワークに入力される。ニューラルネットワークにより予測される製品特性は、実際に測定される製品特性と比較される。予測した製品特性と実際の製品特性との差に基づいて、ニューロンの重みづけが調整される、即ち、ニューラルネットワークが訓練される。

【0031】

別法として又は付加的に、ニューラルネットワークのこの訓練は、製造が進行している間に行ってよい。即ち、この場合には、一連の試験は行われませんが、その代わりに製造データが所定の期間（例えば1年間）集められ、ニューラルネットワークを訓練するために用いられる。

【0032】

予測される製品特性はまた、製造されるフォームの品質を分類する（または等級づけする）役割をし得る。予測される品質レベルは、例えば、データベースに蓄積される。

【0033】

低品質の領域が、少なくとも1つの製品特性の予測に基づいて製造されるフォームにおいて特定され得る。そのような領域は、フォームのブロックから切り取ってよい。従来技術と比較した場合、これは、生成される廃棄材料の量がより少ないという利点を有する。

【0034】

例えば、連続的なフォームの製造において、例えば長さ6mのブロックがフォームストランドからカットされる。従来技術において、個々のブロックはそれから引き続いて品質試験に付される。対照的に、本発明は、フォームストランドから、低品質であると予測された領域を切り取り、それにより、一様な予測された品質を有する、例えば6mの長さのブロックが得られるようにすることを可能にする。ここでは、種々の品質レベルに分類することもまた、可能である。

【0035】

図1は、連続スラブストック発泡プロセスで、フォーム、特にポリウレタンフォームを製造する装置を示す。

【0036】

装置は、搬送方向2に移動させられるコンベアベルト1を有する。コンベアベルト1の開始点にて、混合ヘッド3がコンベアベルト1の上方に配置される。混合ヘッド3は反応性化学系をコンベアベルト1の注入プレート4上に供給する（または適用する）ように作用する。反応性化学系は、例えばポリウレタンフォームを製造するための発泡性混合物を含む。

【0037】

反応性化学混合物はコンベアベルト1上で発泡（または膨張）し、それにより発泡している（または膨張している）フォーム5を伴う発泡ゾーンが得られる。ローラ8によりガイドされるカバーペーパー（または被覆紙）6がフォーム表面にあてられる。

10

20

30

40

50

【0038】

センサ9、10、11および12が、発泡ゾーンの上に配置される。センサはフォームの表面温度を測定する作用をする。センサ9、10、11および12は各々の場合において、バスシステム13と接続されている。バスシステム13はコントローラ14と接続されている。したがって、コントローラ14は、センサ9、10、11および12からの測定信号をバスシステム13を介して受信する。これらの測定信号に基づいて、コントローラ14は発泡プロセスを再調整するための制御変数を決定する。例えば、コンベアベルト1の速度および/または混合ヘッド3を介して供給される単位時間あたりの反応性化学系の量および/または系の化学組成および/または注入プレート4の温度は、制御変数となる。

10

【0039】

図2は、ダブルコンベア装置を備えた、ポリウレタンフォーム、特に、硬質フォームシートの連続製造装置を示す。

【0040】

装置は搬送方向22に移動させられるコンベアベルト21を有する。コンベアベルト21の開始点にて、混合ヘッド23はコンベアベルト21の上方に配置される。混合ヘッド23は、反応性化学系をコンベアベルト21の注入プレート24上に供給するように作用する。反応性化学系は、例えば、硬質ポリウレタンフォームの製造のための発泡性混合物を含む。

【0041】

反応性化学混合物はコンベアベルト21上で発泡し、それにより、発泡しているフォーム25を伴う発泡ゾーンが得られる。フォームはここで、例えば金属製である、下側のフェーシング層27上に塗布される。例えば金属製であるフェーシング層27は、上側にも同様に供給される。フェーシング層27は、可撓性および/または硬質の材料から成るものであってよい。クラフト紙、アスファルト紙、アスファルトボード、クレープ紙、PEで被覆されたガラス繊維不織布、およびアルミニウム箔を、断熱(または絶縁)シート用のフェーシング層として用いてよい。両側に硬質フェーシング層を有する構造要素が、塗装された又は被覆された鉄もしくはアルミニウムシートまたはGRPのフェーシング層とともに与えられる。硬質シート(例えば、パーティクルボード、石膏板、繊維セメント板、ガラス繊維シート、ロックウールまたはパラライトシート)を下側フェーシング層として使用し、巻き取り可能なフェーシング層を上側で使用する場合には、コンポジットシートが得られる。フェーシング層はローラ28を介してガイドされる。コンベアチャンネルにおいて、発泡性混合物は上側フェーシング層27に達する。正確なシート厚さを、上側コンベアと下側コンベアとの間の規定された距離のおかげで得られる。

20

30

【0042】

センサ29、30、31および32は、発泡ゾーンの上方に配置される。センサは、発泡ゾーン内のフォームの表面温度を測定するように作用する。初期発泡ゾーンにおいて、且つフォームが上側フェーシング層27に達する前においてのみ、フォームの表面に測定機器がアクセス可能であって、表面温度を測定することができる。

【0043】

センサ29、30、31および32は、各々の場合において、バスシステム33に接続されている。バスシステム33は、コントローラ34に接続されている。コントローラ34は、センサ29、30、31および32から、バスシステム33を介して測定信号を受信する。これらの測定信号に基づいて、コントローラ34は発泡プロセスを再調整するために、制御変数を決定する。例えば、コンベアベルト21の速度および/または混合ヘッド23を介して供給される単位時間あたりの反応性化学系の量および/または当該系の化学組成および/または注入プレート24の温度および/または原料材料成分の温度および/またはフェーシング層27の温度が、制御変数として機能する。

40

【0044】

制御は、実温度と公称温度との差を評価することにより達成される。例えば、これは、

50

機器で測定した実温度からの回帰曲線をプロットすることにより達成してよい。これは、線形回帰または多項式、例えば、スプライン多項式またはウェーブレットを伴ってよい。

【0045】

制御変数は、例えば、実温度曲線と公称温度曲線の異なる勾配を参照することにより決定してよい。即ち、曲線勾配同士の間には差が形成される。この差は、公称温度からの実温度の偏差の指標である。

【0046】

別法として又は付加的に、実温度および公称温度の曲線の積分を形成してよい。2つの積分の間の相違もまた、公称温度からの実温度の偏差の指標である。

【0047】

別法として又は付加的に、実曲線と公称曲線の変曲点を使用して、制御変数を測定してよい。可撓性を有するスラブストックのフォームのプラントの場合、およびダブルコンベア装置の場合には、S形状の曲線が一般的には得られる。その変曲点は、制御変数を測定するために使用してよい。

【0048】

このようにして、公称表面温度からの実表面温度の偏差に基づいて、発泡プロセスを再調整するための制御変数を決定する。測定した表面温度が公称温度よりも高い場合には、コンベアベルト1、21の速度(図1および図2参照)は、例えば、搬送方向2(または22)に沿ってセンサ9、10、11および12(または29、30、31および32)の測定位置にて、実表面温度を低くするために、上昇させてよい。別法として又は付加的に、混合ヘッド3(または23)により単位時間あたりに供給される反応性化学系の量もまた、実表面温度を低下させるために、減少させてよい。別法として又は付加的に、反応性化学系の組成をさらにまた、それがより遅く発泡し、したがってそれにより、測定位置における実表面温度を低下させるように、改変してよい。別法として又は付加的に、注入プレートの温度を、反応性混合物がより遅く発泡し、したがってそれにより、測定位置における実表面温度を低下させるように、変えてよい。

【0049】

ダブルコンベア装置の場合、別法として又は付加的にフェーシング層の温度を、反応性混合物がより遅く発泡し、したがってそれにより、測定位置における実表面温度を低下させるように、変化させてよい。好ましくは金属製であるフェーシング層が予熱されるオーブンの温度は、好ましくはこの目的のために制御される。

【0050】

混合ヘッドに供給される材料の温度は、さらにまた制御変数として使用してよい。この目的のために、好ましくはスルーフローヒーター/クーラーが、混合ヘッドに供給される成分の温度を制御するために混合ヘッドへの供給ラインに設けられる。

【0051】

攪拌子混合により成分を混合する役割をするミキサーの回転速度を、さらなる制御変数として使用してよい。そのようなミキサーまたは攪拌子は、例えば、混合ヘッドに配置される。ミキサーの一般的な回転速度は、2,000~5,000回転/分である。

【0052】

成分の高圧混合に使用される成分の圧力は、さらなる制御変数として使用してよい。高圧混合は、ポリオール混合物およびイソシアネート成分を一般的には120バールと200バールとの間にある圧力に圧縮することにより行われる。

【0053】

発泡プロセスは、コントローラ14(または34)により制御される。コントローラ14(または34)は、実際の上昇曲線を決定するモジュールを含む。コントローラ14(または34)はさらに、測定された実温度曲線を格納されている公称温度曲線と比較するためのモジュールを含む。実温度曲線の公称温度曲線からの偏差の指標を与える統計値が得られる。この統計値は、プロセスを再調整する制御変数を決定するために用いられる。

【0054】

10

20

30

40

50

装置はさらにまた、製造されたフォームの少なくとも1つの製品特性を予測するために、発泡挙動をさらに予測するモジュール、製造された発泡体の予想した品質を分類する（または格付けする）ための表、およびデータベースを備えたコンピュータシステムを含む。データベースは、スラブストックフォームの長手方向における予測した製品品質を格納してよい。即ち、スラブストックフォームのX方向における特定のポイントに関する予測した製品品質がデータベースに蓄積される。

【0055】

コンピュータシステムは、実温度曲線を入力変数として受信する。別法として、測定した実表面温度だけが入力される。実温度曲線と公称温度曲線との間の偏差の指標である、求められる統計値を、さらにまたコンピュータシステムにインプットしてよい。

10

【0056】

さらなる発泡挙動および/または現在製造されているフォームの1もしくは複数の製品特性がこれらの入力値に基づいて予測される。予測される製品特性は、例えば、密度、圧縮強度または強度であってよい。

【0057】

それから、品質は、予測される製品特性によって、製品特性に関する許容される品質許容誤差値が蓄積された表（またはテーブル）を参照することにより、分類される。それから、予測される製品特性およびそれに付与される品質は、現在生産されているフォームに関してデータベースに蓄積される。

【0058】

連続発泡プロセスから得られるフォームは常套的には、例えば、長さ6mのブロックに分割される。この目的のために装置は切断装置を有する。この切断装置は好ましくはコンピュータシステムにより駆動される。コンピュータシステムが、より低い品質を有する、より短いセクションのスラブストックフォームを予測する場合、切断装置は、当該セクションをスラブストックフォームから切り取るように駆動させられる。このようにして、発泡プロセスの廃物を減らし得る。

20

【0059】

ニューラルネットワークは、予測モジュールの1つの形態である。ニューラルネットワークの入力変数は実表面温度、混合ヘッド3（または23）によりコンベアベルト1（または21）（図1または2参照）に供給される反応性化学系の組成、および装置パラメータ（例えば、圧力および温度）、ならびに好ましくはまた環境パラメータ（例えば、気圧および大気湿度）である。これらの入力変数から、ニューラルネットワークは、1または複数の製品特性および更なる発泡挙動（例えば、「ドラッグング（dragging）」）を予測する。ニューラルネットワークを訓練するのに必要とされる訓練データは、独立した組のテストにより、又は実際の生産からのデータを記録することにより、得てよい。

30

【0060】

本発明は、例示のために上記において詳細に説明したが、この詳細な説明は当該目的のためだけであり、請求の範囲により制限され得ることを除いては本発明の精神および範囲から逸脱することなく当業者が変形をなし得ることが、理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

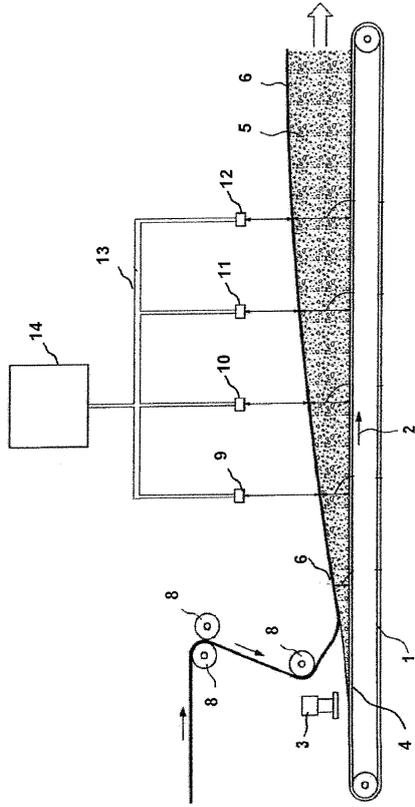
40

【0061】

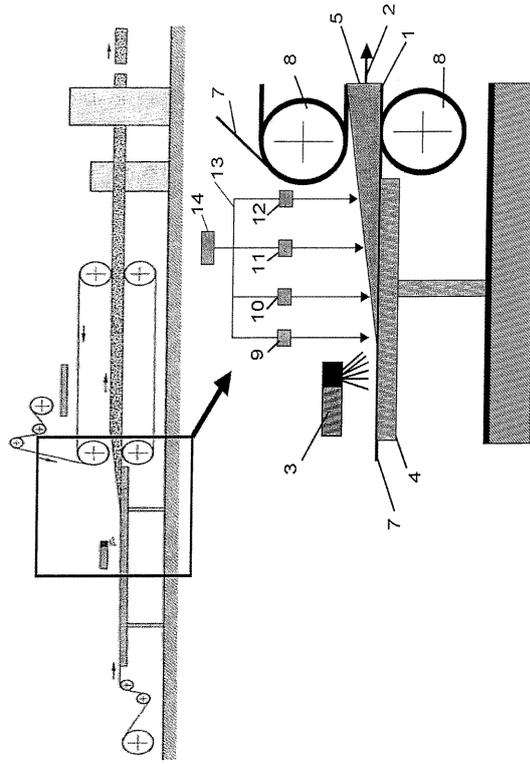
【図1】図1は、連続的なスラブストック発泡プロセスにおける本発明の一実施形態の模式図を示す。

【図2】図2は、ダブルコンベア装置を用いた、硬質フォームのコンジットシートを製造するプロセスにおける、本発明の好ましい形態の模式図を表す。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 フーベルト・エービング

ドイツ連邦共和国デー - 5 1 5 1 9 オーデンタール、ロトドルンヴェーク 1 2 番

(72)発明者 ホルガー・ツィーン

ドイツ連邦共和国デー - 5 1 0 6 5 ケルン、アンドレアス - グリフィウス - シュトラーセ 2 4 番

(72)発明者 ライナー・ラウハウス

ドイツ連邦共和国デー - 4 2 7 1 9 ゴーリンゲン、レンバッハシュトラーセ 1 5 番

(72)発明者 ヨハン・フライ

スイス、ツェーハー - 8 6 4 5 ヨーナ、テゲルナウシュトラーセ 4 2 番

Fターム(参考) 4F204 AA42 AR02 AR06 AR14 EA01 EB02 EF01 EF27 EF36 EF47
EK04 EK26

【外国語明細書】

5 **PROCESS AND INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF
 FOAM IN A CONTINUOUS FOAMING PROCESS**

Field of the Invention

The invention relates to a process and to an installation for the production of foam
10 in a continuous foaming process, in particular for the production of polyurethane
foam.

Background of the Invention

The quality of foam is dependent on a plurality of environmental and installation
15 parameters. This applies in particular to the production of polyurethane foam.

Various computer-aided processes for quality assurance in the production of
polyurethane foam have become known, such as for example from "Software to
Manage a Continuous Production of Flexible Polyurethane Foams by Slabstock
20 Technology", Salvatore Consoli, *Journal of Cellular Plastics*, volume 33, March
1997, page 102, "Foam Roadmap On-Line Answerostics", James D. Shoup,
Polyurethane 1995, September 26-29, 1995, pages 489, 490 and "Mathematical
Property Prediction Models for Flexible Polyurethane Foams", Reinhart
Schiffauer, *Adv. Urethane Sci. Techn.*, 14 (1998), pages 1 to 44.

25

Expert systems for processing process parameters in RIM processing have also
been disclosed by "Experten mit System, Prozesssteuerung des PUR-RRIM-
Verfahrens zur Herstellung von Karosserieaußenteilen" [Experts with system;
process control of the PU-RRIM process for the production of exterior bodywork
30 parts], F. Schnabel, Sulzbach, K.-H. Dörner, *Kunststoffe*, volume 88, 10/98 and
"PUR-Teile kostengünstig fertigen, Stand der Polyurethan-RRIM-Technologie"

-2-

[Low-cost production of PU parts, status of polyurethane RRIM technology],
Karl-Heinz Dörner, Hans Joachim Meiners, Hans-Joachim Ludwig, Kunststoffe,
volume 91, 4/2001. These expert systems are apparently able to make predictions
with regard to product properties, process monitoring, quality assurance and
5 preventive maintenance.

DE 28 19 709 B1 furthermore describes a process for the continuous production of
foam sheets provided with facing layers, in which foam thickness is measured
with ultrasound transversely to the conveying direction. The production
10 installation is then controlled via conveyor belt speed and/or the applied quantity
of foam.

DE 102 37 005 A1 describes a process for a continuous slabstock foam process, in
which the actual rise heights are continuously measured along the conveying
15 apparatus. A control variable for controlling the slabstock foam process is
determined as a function of possible deviations between the actual rise heights and
predetermined nominal rise heights.

Temperature measurement methods, in particular contactless temperature
20 measurement, have long been known in the art. Pyrometers are used to evaluate
the infrared radiation emitted from the measured object. In this manner, the
surface temperature of for example continuous belt installations, plastics
extruders, conveyor belts or calenders may be monitored contactlessly.

25 Different types of installation for the production of slabstock foam and other
foams are also known in the art. Examples are the Planiblock, UBT, QFM, Draka-
Petzetakis, Maxfoam, Vertifoam Edge Control and VPF processes. In these types
of installations, flexible polyurethane foam is produced in a continuous
rectangular process. Rigid foam composite sheets with flexible or rigid facing
30 layers are produced on continuously operated double conveyor installations.

DE 691 19 244 T2, DE 692 17 671 T2 and US 4,492,664 A furthermore disclose various apparatuses for the continuous production of polyurethane foam blocks. DE 696 10 885 T2 discloses another apparatus for the production of polyurethane
5 foam. DE 38 19 940 A1, DE 196 49 829 A1, DE 43 15 874 A1 and DE 195 06 671 C2 disclose various processes for the production of polyurethane foams on such installations.

Summary of the Invention

10 The present invention provides an improved process for the production of foam in a continuous slabstock foam process and an improved installation for the production of foam in such a process.

These and other advantages and benefits of the present invention will be apparent
15 from the Detailed Description of the Invention herein below.

Brief Description of the Figures

The present invention will now be described for purposes of illustration and not limitation in conjunction with the figures, wherein:

20

Figure 1 shows a schematic diagram of an embodiment of the invention in a continuous slabstock foam process; and

Figure 2 depicts a schematic diagram of a preferred embodiment of the invention
25 in a process for the production of rigid foam composite sheets with a double conveyor installation.

Detailed Description of the Invention

The present invention will now be described for purposes of illustration and not
30 limitation. Except in the operating examples, or where otherwise indicated, all

numbers expressing quantities, percentages and so forth in the specification are to be understood as being modified in all instances by the term "about."

5 The present invention provides a process for the production of foam in a continuous foaming process involving measuring actual surface temperatures of the foam or facing layers along a conveying direction and determining a control variable for the foaming process as a function of a deviation of actual surface temperatures from nominal surface temperatures.

10 The present invention further provides an installation for the production of foam in a continuous foaming process having a means for measuring actual surface temperatures of the foam or facing layers along a conveying direction and a means for determining a control variable for slabstock foam process as a function of a deviation of the actual surface temperatures from predetermined nominal surface
15 temperatures.

The present invention permits improved monitoring and improved control of the production of foam in a continuous foaming process by measuring the actual surface temperatures of the foam at a plurality of points along the expansion zone
20 of the foam in the installation. The actual surface temperatures are compared with corresponding nominal surface temperatures. A control variable for readjusting the process is determined from any possible deviation between the actual and nominal surface temperatures.

25 Because the heat of reaction of the foam also increases the temperature of the facing layers, the temperatures of the base plate or of the top plate or of the base paper on the side remote from the foam may alternatively and/or additionally be measured along the conveying direction by contacting or contactless methods. The temperature of the mixing head may additionally be measured contactlessly with
30 an infrared pyrometer or with a contact thermometer.

It is particularly advantageous in this connection that qualitative and quantitative monitoring of the foaming process may be achieved immediately after application of the reaction mixture. On the other hand, during ongoing production of the foam, installation parameters and/or the composition of the starting material for the foam may be readjusted to obtain a maximally constant desired foam quality. In this manner, fluctuations in product properties, such as for example the density and compressive strength of the foam, due to varying process parameters and environmental conditions, such as for example air pressure, may be reduced. This has the further advantage that the installation may be started up more quickly and wastage is reduced.

According to an embodiment of the invention, production of the foam proceeds in an installation of the Hennecke, Planiblock, Draka-Petzetakis, Maxfoam, Vertifoam, Edge Control or VPF type or a double conveyor installation. Such installations conventionally have a conveyor apparatus on which the expanding foam is moved in a conveying direction. A "fall plate" is sometimes present in the foam expansion zone.

A plurality of temperature sensors may be arranged in the foam expansion zone along the conveying direction in order to measure the actual surface temperature at different points in the expansion zone. Contactless infrared pyrometers, which permit measurement of the actual surface temperature of the foam, are preferably used for this purpose. The temperatures of the base plate or of the top plate or of the base paper may alternatively or additionally be measured by contacting or contactless methods.

A regression curve may be plotted from the measured actual surface temperature of the foam, which curve is compared with a nominal curve. For example, the difference in the gradients of the curves or the difference in the integrals of the

curves in the expansion zone is used as the basis for determining a control variable.

5 The conveying speed of the expanding foam may serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal surface temperatures, the conveying speed is reduced until there is an adequate match between the actual temperatures and the nominal temperatures.

10 The quantity of material fed into the slabstock foam process per unit time may also serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal surface temperatures, the quantity of material fed per unit time is increased until there is an adequate match between the actual and the nominal surface temperatures.

15 The chemical composition of the material fed to the slabstock foam process may serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal surface temperatures of the foam, the chemical composition is modified until there is an adequate match between the actual surface temperatures and the nominal surface temperatures. In particular, the quantity of catalyst and/or
20 water may be varied.

The temperature of the reaction components may also serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal surface temperatures of the foam, the temperature of the reaction components is increased
25 until there is an adequate match between the actual and the nominal surface temperature of the foam.

The temperature of the fall plate or of the pouring plate may serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal
30 surface temperatures of the foam, the temperature of the fall plate or pouring plate

is increased until there is an adequate match between the actual and the nominal surface temperature of the foam.

5 The temperature of the preferably metallic facing layers may serve as a control variable. If, for example, the actual surface temperatures are below the nominal surface temperatures of the foam, the temperature of the facing layers is increased until there is an adequate match between the actual and the nominal surface temperature of the foam.

10 Various control variables may be determined on the basis of a deviation of the actual surface temperature from the nominal surface temperature of the foam or of the actual temperature profile of the facing layers from the nominal temperature profile of the facing layers, such as for example a change in conveying speed, the temperature of the pouring plate or the facing layers, the quantity of material fed
15 per unit time and/or the chemical composition of the fed material.

According to another embodiment of the invention, at least one product property of the resultant foam may be predicted on the basis of the actual surface temperature of the foam. This prediction may be made using a rigorous regression
20 model. Alternatively or additionally, a neural network or a hybrid neural network may be used for the prediction.

The foaming behavior of the foam may be predicted on the basis of the actual temperature of the foam. In particular for the production of rigid foam composite
25 sheets, the flow behavior and "dragging" of the foam directly beneath the upper facing layer is an important process variable. This prediction may be made using a rigorous regression model. Alternatively or additionally, a neural network or a hybrid neural network may be used for the prediction.

According to another embodiment of the invention, the actual surface temperatures of the foam, the chemical composition of the fed material and installation and/or environmental parameters may be supplied to the neural network as input variables. On the basis thereof, the neural network predicts at least one product property, such as for example density, compressive strength or strength.

Such a neural network may here be trained by carrying out a series of tests to measure a product property which is to be predicted as a function of variation in the input variables. The neural network is then trained on the basis of the resultant data, i.e. the actual parameters, surface temperatures of the foam, rise heights, composition, installation and/or environmental parameters are input into the neural network. The product property predicted by the neural network is compared with the actually measured product property. On the basis of the difference between the predicted product property and the actual product property, the weighting of the neurons is adjusted, i.e. the neural network is trained.

This training of the neural network may alternatively or additionally proceed during ongoing production, i.e. in this case a series of tests is not carried out, but instead production data are collected for a certain period of for example one year and used to train the neural network.

The predicted product properties may also serve to classify the quality of the foam produced. Predicted quality levels are, for example, stored in a database.

Zones of low quality can be identified in the foam produced on the basis of the prediction of at least one product property. Such zones may be cut out of the foam blocks. In comparison with the art, this has the advantage that less waste material is produced.

-9-

For example, in continuous foam production, blocks of for example 6 m in length are cut from the foam strand. In the prior art, the individual blocks are then subjected in succession to quality testing. In contrast, the invention makes it possible to cut out zones from the foam strand which have been predicted to be of lower quality, such that blocks of a length of, for example 6 m, are obtained which are of a uniform predicted quality. Classification into different quality levels is also possible here.

Figure 1 shows an installation for the production of foam, in particular of polyurethane foam, in a continuous slabstock foam process.

The installation has a conveyor belt 1 which is set in motion in the conveying direction 2. At the beginning of the conveyor belt 1, a mixing head 3 is arranged above the conveyor belt 1. The mixing head 3 serves to apply a reactive chemical system onto the pouring plate 4 of the conveyor belt 1. The reactive chemical system contains a foaming mixture, for example for the production of polyurethane foam.

The reactive chemical mixture expands on the conveyor belt 1, such that an expansion zone with expanding foam 5 is obtained. Cover paper 6, which is guided by rollers 8, is applied onto the foam surface.

Sensors 9, 10, 11 and 12 are arranged above the expansion zone. The sensors serve to measure the surface temperature of the foam. Sensors 9, 10, 11 and 12 are in each case connected with a bus system 13. The bus system 13 is connected with a controller 14. The controller 14 accordingly receives the measurement signals from the sensors 9, 10, 11 and 12 via the bus system 13. On the basis of these measurement signals, the controller 14 determines a control variable for readjusting the foaming process. For example, the speed of the conveyor belt 1 and/or the quantity of reactive chemical system fed via the mixing head 3 per unit

-10-

time and/or the chemical composition of the system and/or the temperature of the pouring plate 4 serve as a control variable.

Figure 2 shows an installation for the continuous production of polyurethane foam, in particular of rigid foam sheets with a double conveyor installation.

The installation has a conveyor belt 21 which is set in motion in the conveying direction 22. At the beginning of the conveyor belt 21, a mixing head 23 is arranged above the conveyor belt 21. The mixing head 23 serves to apply a reactive chemical system onto the pouring plate 24 of the conveyor belt 21. The reactive chemical system contains a foaming mixture, for example for the production of rigid polyurethane foam.

The reactive chemical mixture expands on the conveyor belt 21, such that an expansion zone with expanding foam 25 is obtained. The foam is here applied onto a lower, for example metallic, facing layer 27. A for example metallic facing layer 27 is likewise applied onto the upper side. The facing layers 27 may consist of flexible and/or rigid materials. Kraft paper, bitumenized paper, bitumen board, crepe paper, PE-coated glass fiber nonwovens and aluminum foils may be used as facing layers for insulating sheets. Structural elements with rigid facing layers on both sides are provided with facing layers of painted or coated steel or aluminum sheet or GRP. Composite sheets are obtained if rigid sheets (for example particle board, plasterboard, fiber cement board, glass fiber sheet, rockwool or perlite sheets) are used as the bottom facing layer and a reelable facing layer is used on top. The facing layers are guided via rollers 28. In the conveyor channel, the foaming mixture reaches the upper facing layer 27. An exact sheet thickness is obtained thanks to the defined distance between the upper and lower conveyors.

-11-

Sensors **29**, **30**, **31** and **32** are arranged above the expansion zone. The sensors serve to measure the surface temperature of the foam in the expansion zone. Only in the initial expansion zone and before the foam reaches the upper facing layer **27** is the foam surface accessible to measuring instruments and the surface
5 temperatures can be measured.

Sensors **29**, **30**, **31** and **32** are in each case connected with a bus system **33**. The bus system **33** is connected with a controller **34**. The controller **34** receives the measurement signals from the sensors **29**, **30**, **31** and **32** via the bus system **33**. On
10 the basis of these measurement signals, the controller **34** determines a control variable for readjusting the foaming process. For example, the speed of the conveyor belt **21** and/or the quantity of reactive chemical system fed via the mixing head **23** per unit time and/or the chemical composition of the system and/or the temperature of the pouring plate **24** and/or the temperatures of the raw
15 material components and/or the temperature of the facing layers **27** serve as a control variable.

Control is effected by evaluating the difference between the actual and nominal temperatures. This may, for example, be achieved by plotting a regression curve
20 from the instrumentally measured actual temperatures. This may involve linear regression or a polynomial, for example a spline polynomial or wavelet.

A control variable may be determined, for example, by making reference to the different gradients of the actual and nominal temperature curves, i.e. the difference
25 between the curve gradients is formed. This difference is a measure of the deviation of the actual temperatures from the nominal temperatures.

The integrals of the actual and nominal temperature curves may alternatively or additionally be formed. The difference between the two integrals is in turn a

measure of the deviation of the actual temperatures from the nominal temperatures.

5 The inflection points of the actual and nominal curves may alternatively or additionally be used to determine a control variable. In the case of flexible slabstock foam plants and of double conveyor installations, an S-shaped curve is typically obtained. The inflection point thereof may be used to determine the control variable.

10 A control variable for readjusting the foaming process is accordingly determined on the basis of the deviation of the actual from the nominal surface temperatures. If the measured surface temperature is greater than the nominal temperature, the speed of the conveyor belt 1, 21 (c.f. Figures 1 and 2) may, for instance, be increased in order to reduce the actual surface temperature at the measuring
15 positions of sensors 9, 10, 11 and 12 (or 29, 30, 31 and 32) along the conveying direction 2 (or 22). The quantity of the reactive chemical system applied per unit time by the mixing head 3 (or 23) may alternatively or additionally also be reduced in order to reduce the actual surface temperatures. The composition of the reactive
20 chemical system may furthermore alternatively or additionally be modified such that it foams more slowly in order consequently to reduce the actual surface temperatures at the measuring positions. The temperature of the pouring plate may alternatively or additionally be modified such that the reactive mixture foams
25 more slowly in order consequently to reduce the actual surface temperatures at the measuring positions.

In the case of a double conveyor installation, the temperature of the facing layers may alternatively or additionally be modified such that the reactive mixture foams more slowly in order consequently to reduce the actual surface temperatures at the measuring positions. The temperature of the ovens in which the preferably
30 metallic facing layers are preheated is preferably controlled for this purpose.

The temperature of the material fed to the mixing head may furthermore be used as a control variable. Through-flow heaters/coolers are preferably provided for this purpose in the feed lines to the mixing head in order to control the temperature of the components fed to the mixing head.

The rotational speed of the mixer which serves to mix the components by stirrer mixing may be used as a further control variable. Such a mixer or stirrer is arranged, for example, in the mixing head. A typical rotational speed of the mixer is 2,000 to 5,000 revolutions per minute.

The pressure of the components used for high pressure mixing of the components may be used as a further control variable. High pressure mixing is performed by compressing the polyol mixture and the isocyanate component typically to a pressure of between 120 and 200 bar.

The foaming process is controlled by the controller 14 (or 34). The controller 14 (or 34) contains a module for determining the actual rising curve. The controller 14 (or 34) furthermore includes a module for comparing the determined actual temperature curve with a stored nominal temperature curve. A statistic is obtained which provides a measure of the deviation of the actual temperature curve from the nominal temperature curve. This statistic is used to determine a control variable for readjusting the process.

The installation furthermore contains a computer system with a module for predicting further foaming behavior, for predicting at least one product property of the produced foam, a table for classifying the predicted quality of the produced foam and a database. The database may store the predicted product quality in the longitudinal direction of the slabstock foam, i.e. the predicted product quality for a specific point in the X direction of the slabstock foam is stored in the database.

The computer system receives the actual temperature curve as the input variable. Alternatively, only the measured actual surface temperatures are input. The determined statistic, which is a measure of the deviation between the actual and the nominal temperature curves, may furthermore be input into the computer system.

The further foaming behavior and/or one or more product properties of the foam currently being produced is/are predicted on the basis of these input values. The predicted product properties may be, for example, density, compressive strength or strength.

Quality is then classified by means of the predicted product properties by making reference to a table in which the admissible quality tolerance values for product properties are stored. The predicted product properties and the quality assigned thereto are then stored in the database for the foam currently being produced.

The foam obtained from the continuous foaming process is conventionally subdivided into blocks of, for example, 6 m in length. The installation has a cutting apparatus for this purpose. This cutting apparatus is preferably actuated by the computer system. If the computer system predicts a shorter section of the slabstock foam with a lower quality, the cutting apparatus is actuated to cut said section out of the slabstock foam. In this manner, wastage of the foaming process may be reduced.

A neural network is one embodiment of the prediction module. The input variables of the neural network are the actual surface temperatures, the composition of the reactive chemical system which is applied onto the conveyor belt 1 (or 21) by the mixing head 3 (or 23) (c.f. Figure 1 or 2) and installation parameters, such as for example pressures and temperatures and preferably also

-15-

environmental parameters, such as for example atmospheric pressure and atmospheric humidity. From these input variables, the neural network predicts one or more product properties and the further foaming behavior (for example "dragging"). The training data required for training the neural network may be
5 obtained by separate series of tests or by recording data from actual production.

Although the invention has been described in detail in the foregoing for the purpose of illustration, it is to be understood that such detail is solely for that purpose and that variations can be made therein by those skilled in the art without departing from
10 the spirit and scope of the invention except as it may be limited by the claims.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A process for the production of foam in a continuous foaming process comprising:

5

measuring actual surface temperatures of the foam or facing layers along a conveying direction ; and

determining a control variable for the foaming process as a function of a deviation of actual surface temperatures from nominal surface temperatures.

10

2. The process according to Claim 1, wherein the foam is polyurethane foam.

15

3. The process according to Claim 1, wherein the actual surface temperatures are measured by temperature sensors arranged along the conveying direction.

20

4. The process according to Claim 1, wherein conveying speed is a control variable.

5. The process according to Claim 1, wherein quantity of material fed into the foaming process per unit time is a control variable.

25

6. The process according to Claim 1, wherein chemical composition of material fed to the foaming process is a control variable.

7. The process according to Claim 1, wherein temperature of material fed to the foaming process is a control variable.

30

8. The process according to Claim 1, wherein temperature of pouring plate is a control variable.
- 5 9. The process according to Claim 1, wherein temperature of facing layers fed to the foaming process is a control variable.
10. The process according to Claim 1, wherein pressure of the reaction components in high pressure mixing is a control variable.
- 10
11. The process according to Claim 1, wherein rotational speed of a mixer in stirrer mixing of starting components of the foam is a control variable.
12. The process according to Claim 1, wherein at least one product property of the foam, which is located in a specific zone along the conveying direction, is predicted as a function of the actual surface temperatures.
- 15
13. The process according to Claim 1, wherein foaming behavior is predicted as a function of the actual surface temperatures.
- 20
14. The process according to Claim 12, wherein prediction is made by means of a regression model.
15. The process according to Claim 12, wherein prediction is made by means of a neural network or a hybrid neural network.
- 25
16. The process according to Claim 15, wherein at least the actual surface temperatures are input into a neural network as input parameters.

-18-

17. The process according to Claim 12, wherein quality of the foam is classified based upon the at least one product property.
18. The process according to Claim 17, wherein zones of the foam block
5 which exhibit low quality are removed from the block.
19. An installation for the production of foam in a continuous foaming process comprising:
a means for measuring actual surface temperatures of the foam or
10 facing layers along a conveying direction ; and
a means for determining a control variable for slabstock foam process as a function of a deviation of the actual surface temperatures from predetermined nominal surface temperatures.
- 15 20. The installation according to Claim 19, wherein the means for measuring actual surface temperatures comprises temperature sensors arranged along the conveying direction.
21. The installation according to Claim 19, wherein the means for
20 determining a control variable are configured to determine the conveying speed.
22. The installation according to Claim 19, wherein the means for determining a control variable are configured to determine the quantity of material to be fed to the foaming process per unit time.
25
23. The installation according to Claim 19, wherein the means for determining the control variable are configured to determine the chemical composition of the material to be fed to the foaming process.

-19-

24. The installation according to Claim 19, wherein the means for determining the control variable are configured to determine the temperature of the material fed to the foaming process.
- 5 25. The installation according to to Claim 19, wherein the means for determining the control variable are configured to determine the temperature of a pouring plate.
26. The installation according to Claim 19, wherein the means for
10 determining the control variable are configured to determine the temperature of the facing layers fed to the foaming process.
27. The installation according to Claim 19, wherein the means for
15 determining the control variable are configured to determine rotational speed of a mixer for stirrer mixing of the starting components of the foam.
28. The installation according to Claim 19, wherein the means for
20 determining the control variable are configured to determine pressure of reaction components for high pressure mixing.
29. The installation according to Claim 19, with means for predicting at least one product property of foam, which is located in a specific position along the conveying direction, as a function of the actual surface temperatures.
- 25 30. The installation according to Claim 9, with means for controlling a cutting apparatus for subdividing the foam into blocks exhibiting a predicted product property.

PROCESS AND INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF FOAM IN A CONTINUOUS FOAMING PROCESS

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The invention relates to an installation and to a process for the production of foam in a continuous foaming process with the following steps,
measuring actual surface temperatures of the foam or the facing layers along a conveying direction and
determining a control variable for the foaming process as a function of a deviation of the actual surface temperatures from the nominal surface temperatures.

1/2

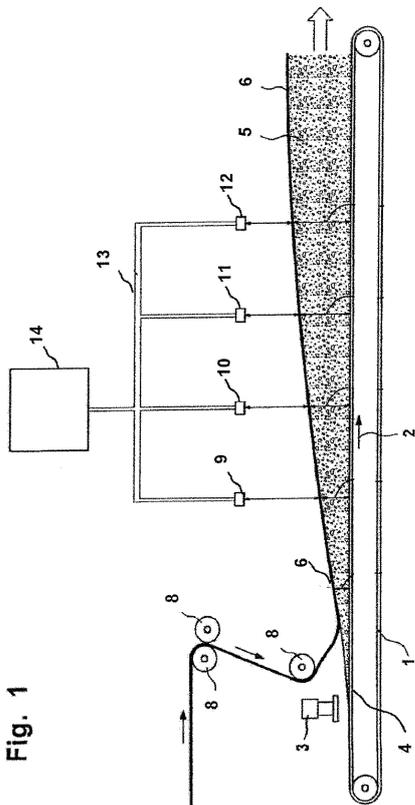


Fig. 1

2/2

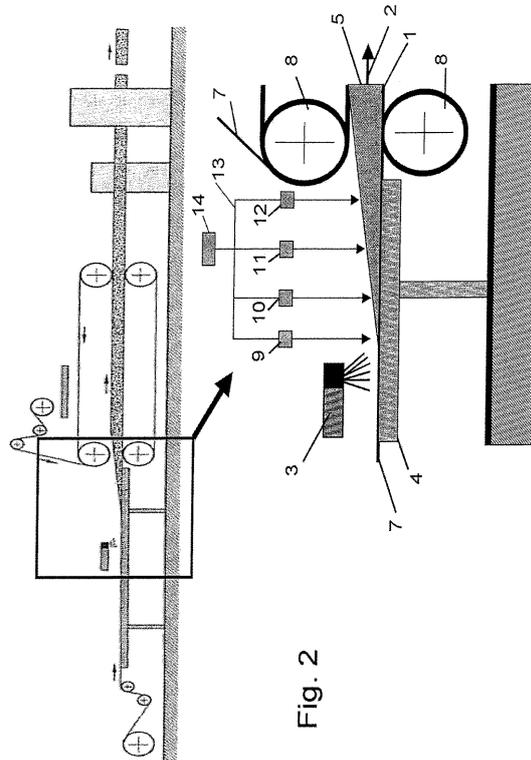


Fig. 2