

PDP 用基板とフリットペースト材料

旭硝子株式会社 中央研究所

前田 敬・真鍋 恒夫

Glass substrate and related glass materials for PDPs

Kei Maeda, Tsuneo Manabe

Research Center, Asahi Glass Co., Ltd.

1. はじめに

カラー PDP は自己発光型のフラットディスプレイであり、軽量薄型、高視野角である等優れた特性を備えている。また大画面のパネルの製造が比較的容易であることから、対角 40" を超える大画面壁掛け TV を実現するデバイスとして近年開発が急速に進展し、すでに一部のパネルメーカーにおいて 40" 級のカラー PDP 量産化が始められている。図 1 に典型的なカラー PDP の構造図を示す¹⁾。カラー PDP は AC 型および DC 型の 2 種類に大別されるが、いずれも 2 枚のガラス基板の間に隔壁によって仕切られたプラズマ放電を起こすセルが形成された構造を有している。隔壁、誘電体をはじめ、PDP には多くのガラスフリット材料が使用されている。大型カラー PDP は市場に投入され始めたとはいえ、本格的な普及のために高効率化、高精細化、低コスト化を目指し急激な発展をしようとしており、これらのカラー PDP に使用されるガラス材料も日進月歩で開発が進められている。ここではカラー PDP に使用されるガラス基板およびフリットペースト

材料の現状について概説する。

2. PDP 用ガラス基板

図 2 に典型的な AC 型および DC 型の PDP の製造工程概略を示す²⁾。AC 型および DC 型で工程は異なるが、AC 型では誘電体層、障壁、蛍光体等が、DC 型では電極、障壁、蛍光体等がガラス基板上へ焼成され、最後に 2 枚の基板が封着されパネルが完成する。大型カラー PDP ではこのような熱処理プロセスにより基板上にセル構成材料が均一に焼成されなければならないため、基板ガラスは次のような特性を備えていることが特に重要となる。

- ①大サイズで平坦度が高く欠点（泡や表面キズ等）が少ないこと。
- ②PDP の熱処理プロセスにおける耐熱特性（熱変形・熱収縮）に優れていること。
- ③セルを構成する各部材との熱膨張係数等の整合性が良いこと。
- ④PDP の熱処理プロセスにおいて熱割れ等が起こらないこと。

フロート法で製造されたソーダライム板ガラスは①の要求を満たし、また低価格であることからカラー PDP 用の基板ガラスとして最も一般的に使用されてきた材料である。しかしなが

〒221 横浜市神奈川区羽沢町 1150
TEL 045-374-8765
FAX 045-374-8852

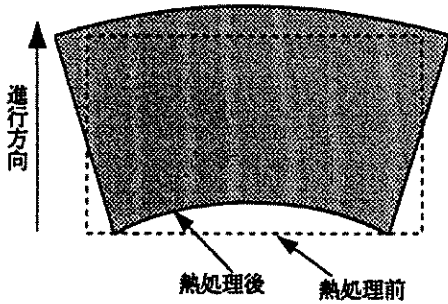


Fig. 3 Distortion of soda lime glass substrate after heat-treatment.

許容される寸法変化量は小さくなるため、この要求はますます厳しいものとなってくる。

量産性を考慮した場合、カラー PDP の焼成工程にはベルト炉あるいはローラーハース等の連続式焼成炉が用いられる。ソーダライムガラス基板を連続炉中、粘性流動が顕著となる温度域で焼成すると、基板前後に生じる温度差により図3に示すような扇型変形と呼ばれる変形を示すことが指摘されており^{3),4)}、精度の高いパネル作成の大きな障害となると考えられている。この問題を避けるため、耐熱性がソーダライムガラスに比較して高い基板ガラスが提案されている。図4に旭硝子社の PD200 の熱膨張曲線をソーダライムガラスのそれと比較して示す。ガラス転移による膨張曲線の屈曲はソーダライムガラスでは 550°C 付近であるのに対し、PD200 では 620°C 付近である。したがって、ソーダライムガラス基板は PDP の焼成工程中、ガラス転移点以上の温度で熱処理されることになる。この領域ではガラスは粘性体としての挙動が顕著となり、また、大きな熱膨脹を示すため、前述のようなガラス基板の変形が容易に生じる結果となる。一方、PD200 はソーダライムガラスと同等の熱膨脹率をもちながらガラス転移点は 600°C 以上となっている。このため PD200 基板を用いると、ソーダライムガラス基板で使用されるセル構成材料と膨脹率の整合をとりながら、基板ガラスの熱変形を抑制することが可能となる。

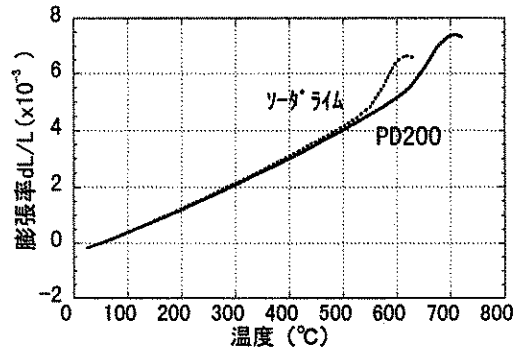


Fig. 4 Thermal expansion curves of glass substrates.

以上のような熱変形による基板の寸法変化に加えて、精度の高いパネルの作成のためには、基板ガラスの熱収縮による寸法の変化も重要な問題となる。高歪点ガラスを使用しても PDP の焼成温度はガラスの歪点付近まで達するため、構造緩和によりガラスは熱収縮を起こす。一例としてフロート法で製造されたガラスは歪点に相当する温度で1時間熱処理すると約 400 ppm におよぶ熱収縮を、歪点より 50°C 低い温度でも1時間熱処理すると約 200 ppm の熱収縮を示すことが知られており⁵⁾、精度の高いアラインメントを実現するための障害となる。しかし、このような熱収縮は高歪点ガラスの場合ガラス基板内で均一に起こるため、あらかじめ収縮量をみこしてマスク補正をかけることにより調整することが可能である。この場合、各基板での収縮量は許容バラツキ以内の安定した値を示さなければならないため、ガラス基板の熱履歴を十分に管理することが重要である。この際、ガラス基板に前熱処理を施すとカラー PDP の熱処理工程での収縮量は低減でき、より安定した熱収縮量の制御が可能となる。

2-2 PDP 用ガラスの機械特性

大サイズのガラス基板を扱う上で、そのハンドリング技術も重要な問題となってきている。とりわけ、ガラス基板熱処理時の熱応力による

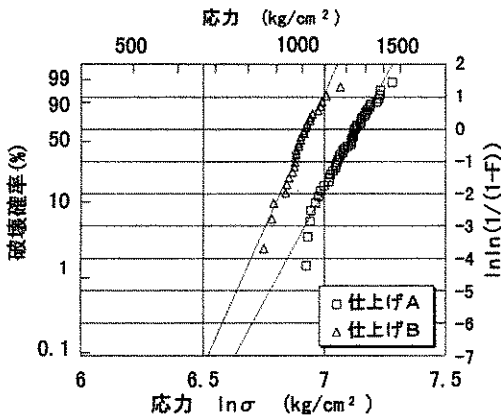


Fig. 5 Weibull distribution of edge strength for PD200 glass substrate.

割れはパネル製造歩留まりを直接左右する問題であり、カラーPDPの量産化が進むにつれますます重要となると考えられる。ガラス基板の割れはほとんどの場合エッジ部分より発生するので、適切なエッジ仕上げ方法を選択することが重要である。図5に旭硝子社のPD200のエッジ強度のワイブル分布測定例を示す。エッジ仕上げAではBに比較して平均破壊強度を向上させ割れの発生確率を減少できることがわかる。熱処理工程でのガラス基板の割れはこのような材料面からのアプローチとともに、温度分布の適正化等による発生熱応力の低減などの工程面からのアプローチも重要になってくると考えられる。現在40°級のPDP用の基板としては板厚が2.5~3mmのガラスが使用されているが、パネルの軽量化への要求とともに薄板化の方向へ移行することも予想される。その場合にはガラス基板のハンドリングにはますます高度な技術が要求され、工程での発生応力解析技術等の発展が期待される。

3. PDP用フリットペースト材料

PDPは、封入ガスのプラズマ放電により生じる紫外線が、蛍光体を発光させるという原理に基づくディスプレイである。そこでこの放電

空間の周囲の材料には耐プラズマ性、耐紫外線性、耐熱性、電気絶縁性が必要であるとともに、プラズマ放電の雰囲気気を長期に安定して保持するために高い気密性が要求される。PDPの構造は、図1に示すように、2枚のガラス基板の間に電極、誘電体、隔壁、蛍光体等が形成されている。このうち、誘電体、隔壁および図中に示されていないがパネルの周辺シール材料には、上記の要件を満たす材料としてガラスをベースとした材料が用いられている。

図1のような構造をガラス材料で工業的に形成する場合、低融点ガラス粉末を粘稠な有機物に練り込んだペースト状のものをういて所望の形状を作り、加熱して有機物を分解・燃焼させた後に、低融点ガラスを焼結する方法が用いられる。

この低融点ガラスをベースとする粉末はフリット、これを有機物に練り込んだものはペーストと呼ばれ、このような低融点ガラス材料をベースとした材料は、一般にフリットペースト材料と総称されている。

このPDPに使用されるフリットペースト材料は、使用される部位によってそれぞれ異なる機能や特性が要求される。そこで、AC型のPDPを例にとり、各部位に用いられる主要な材料について、必要とされる特性について紙面の許す範囲で概説する。

① 前面板用誘電体材料

前面板は、図1(a)のように一般にガラス基板上にパターニングされた表示電極、その上に誘電体層、さらにプラズマを安定に形成するためのMgO保護層が形成されている。

この誘電体は、電極間の異常放電を抑えて安定にプラズマを形成するための材料である。そのために、材料には高い電気抵抗、高い耐電圧特性や適切な誘電率が必要となる。また、この誘電体層を通して蛍光体のカラー発光を見るため、高い光透過率や着色の無いことが求められる。

このような層を、大面積で均一な厚さに形成

するために、ペーストはスクリーン印刷等の方法で基板に塗布され、加熱される。ペースト中の有機物が十分に分解・燃焼した後に、ペースト中の低融点ガラス粉末は、軟化・焼結し、緻密で透明な層が形成される。このような工程中に気泡や異物等の欠点が生じないことが重要である。また、以下に述べる他のペースト材料と共通するが、この焼成後の冷却過程で、この誘電体層のクラックや基板の反りを発生させないために、熱膨張特性が基板材料と整合していることも必要である。

この加熱温度や時間といった焼成条件は、基板の変形や電極材料の耐熱性等を考慮して設定される。そこで、この焼成条件下で上記特性を満足出来る材料が求められる。

② 背面板用隔壁材料

背面板は、図1(a)のように一般にガラス基板上にパターニングされたアドレス電極、その間に線状に形成された隔壁および電極上に塗布された蛍光体から形成される。アドレス電極の上、隔壁や蛍光体の下に、前面板と同様に全面に誘電体層を形成する場合もある。

隔壁は、プラズマ放電空間を区画するために必要である。この放電空間は、その容積が大きい方が強いプラズマを発生できるため、画面の輝度を高める事が出来る。しかし、隔壁の間隔は、画面の精細度の制約があり、例えば40インチ級の高精細画面ではこの障壁のピッチは約200 μm となる。そこで、この放電空間を大きくするには、隔壁の幅を小さくし、高さを高くする必要がある。実際には、幅約20~30 μm 、高さ約200 μm の隔壁が必要とされている¹⁾。

この隔壁に使われる材料としては、電気絶縁性やガラス基板との熱膨張整合性、後述するシール工程で変形しないような耐熱性等の物性面での特性の他に、上記の形状を精度良く、安定にしかも低コストで量産できるプロセスに適合した材料でなければならない。このようなプロセスとして厚膜印刷法、サンドブラスト法等が検討されている¹⁾。

③ シールフリット

前面板と背面板は、位置精度良く組み立てられ、その周囲をシールフリットで接合・シールされる。シールフリット材料には、電気絶縁性、ガラス基板との膨張整合性や気密性が求められる。また、予め作製された前面板や背面板の精度や特性が低下しないように、低温で融着・シールできる材料が好ましい。一般に上記特性を満足する材料としては、約450 $^{\circ}\text{C}$ で融着・シールできる材料が知られている。

以上のように、PDPに用いられる主要なフリットペースト材料は、PDPの構造、特性、製造プロセスと極めて密接な関係を持つ材料である。PDPの特性や製造プロセスに適したフリットペースト材料が求められている反面、このフリットペースト材料が逆にPDPの特性や製造プロセスを制約する。このような観点から、PDPメーカーと一体となったフリットペースト材料開発が進められている。

4. 今後の展開

大型カラーPDPの量産ラインは今まさに立ち上がりつつある段階であり、ガラス基板およびフリットペースト材料の使用もいよいよ本格化しようとしている。このガラス基板やフリットペースト材料の特性は、PDPの特性や製造プロセスに大きく影響するため、これら材料の特性向上が大変重要になってきている。ガラス基板では今後パネルの高精細化に伴い、高歪点ガラスの使用量が増加していくと予測される。高歪点ガラスは、今後品質面のさらなる充実とコストダウンが最大の課題となると考えられる。また、フリットペースト材料では、パネルの高精細化や高輝度化に対応出来る材料が求められるとともに、材料コストのみならずパネル製造プロセスのコストダウンにつながる材料が期待されていくであろう。

参考文献

- 1) 仲森智博：“壁掛けテレビが2000年に普及，背面投射型が助走路に”，日経エレクトロニクス 1995 10-23 No. 647 (1995) pp83-104.
- 2) 小池純郎：“大画面プラズマディスプレイの開発”，第6回ファインプロセステクノロジー・ジャパン'96 R1 ディスプレイ大画面化への取組セミナー要録 (1996) pp3-12.
- 3) 島田浩司：“PDP ガラス基板のベルト炉による焼成と変形”，第4回プラズマディスプレイ技術討論会予稿集 (1993).
- 4) T. Yamamoto, T. Kuriyama, M. Seki, T. Katoh, H. Murakami, K. Shimada and H. Ishiga: “A 40-in.-Diagonal HDTV Plasma Display”, Digest of Tech. Papers, 1993 SID Int. Symposium (1993) pp165-168.
- 5) J. Lapp, J. Pegouret and B. Eid: “Design Criteria for Color PDP Substrates”, Proceedigs of the 2nd International Display Workshops Vol. 1, IDW'95 (1995) pp37-40.