

CD-Rの発明・開発・商品化



太陽誘電株式会社
開発企画部
石黒隆



Contents

- Part I CD-Rの基礎
- Part II CD-R発明物語
- Part III CD-Rの進化
- Part IV 紙を継ぐもの「CD-R



Part I CD-Rの基礎

- CD-Rとは?
- CD-Rの構造
- CD-Rの製造工程
- CD-Rの記録メカニズム
- 記録ピットの顕微鏡写真
- CD-Rの再生波形
- CD-Rの標準化

2006/6/16

TAIYO YUDEN

3



CD-Rとは?

- CD-R とは 記録できるCD (Compact Disc Recordable) 」
- 1988年、太陽誘電が世界に先駆けて開発に成功した記録メディア
- 記録したCD-RはCDと100%互換
- CD-Rは環境に優し IT時代の紙



CD-Rの10才の誕生日を祝う
One to Oneの記事(98年9月)
写真は世界ではじめて
記録再生に成功したCD-R

2006/6/16

TAIYO YUDEN

4

■ 日経エレクトロニクス 89-11-27号

太陽誘電 開発本部 MD プロジェクト

所在地：群馬県群馬郡榛名町本郷坂中 562
 総合研究所内
 プロダクトマネージャ：石黒 隆 氏
 設立：1988年10月
 プロジェクト人員数：25名

記録できる CD を生産、 業務用として普及始まる

太陽誘電は、記録できる CD (コンパクト・ディスク) の生産を立ち上げた。1988年10月現在の生産量は約3000枚/月。1990年3月には1万枚程度に増やす計画である。製造ラインは同社の総合研究所敷地内にある。別に、専用ライン建設の計画もある。

ファクトリーズ

日経エレクトロニクス

太陽誘電 開発本部 MD プロジェクト

所在地：群馬県群馬郡榛名町本郷坂中 562
 総合研究所内
 プロダクトマネージャ：石黒 隆 氏
 設立：1988年10月
 プロジェクト人員数：25名

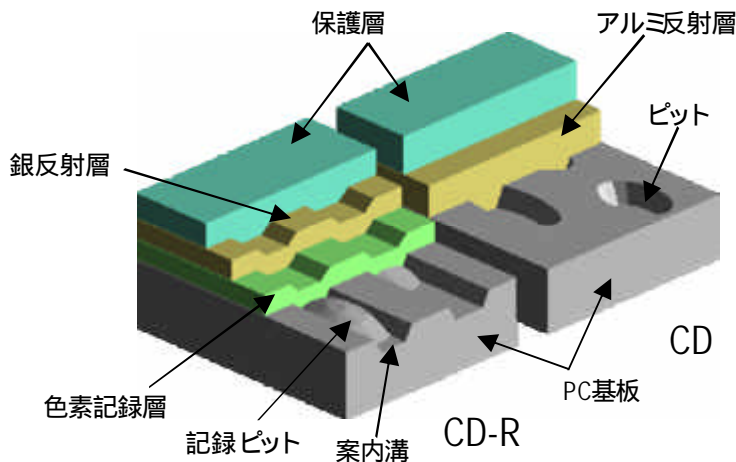


記録できる CD を生産、 業務用として普及始まる

太陽誘電は、記録できる CD (コンパクト・ディスク) の生産を立ち上げた。1988年10月現在の生産量は約3000枚/月。1990年3月には1万枚程度に増やす計画である。製造ラインは同社の総合研究所敷地内にある。別に、専用ライン建設の計画もある。

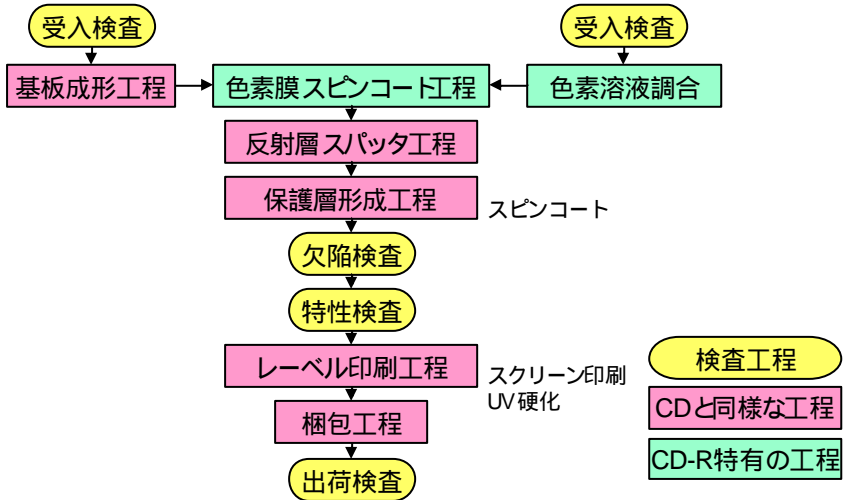
記録できる CD の生産は、従来の CD と異なり、記録層に有機色素を用いる。このため、従来の CD と異なり、記録層が劣化する心配がなく、記録層の劣化によるデータの消失を防ぐことができる。また、記録層の劣化によるデータの消失を防ぐことができる。また、記録層の劣化によるデータの消失を防ぐことができる。

■ CDとCD-R





CD-Rの製造工程



2006/6/16

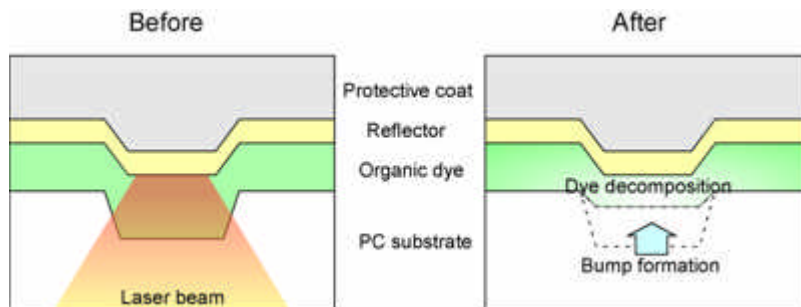
TAIYO YUDEN

7



CD-Rの記録メカニズム

- CD-Rの記録ピットは色素の分解と基板の変形により形成される。



2006/6/16

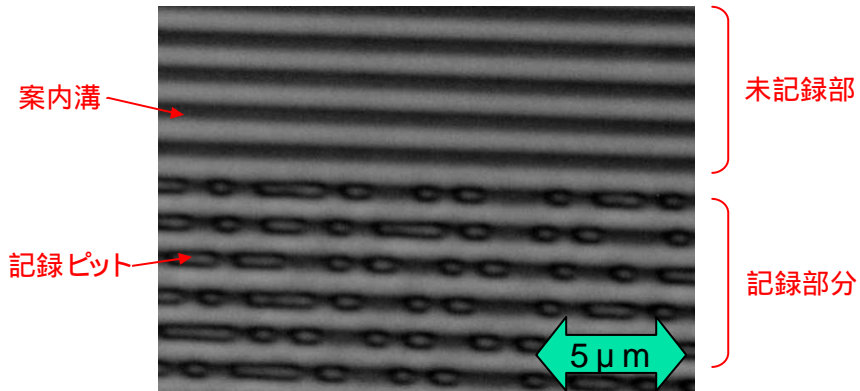
TAIYO YUDEN

8



記録ピットの顕微鏡写真

- 未記録部と記録部分の光学顕微鏡写真



2006/6/16

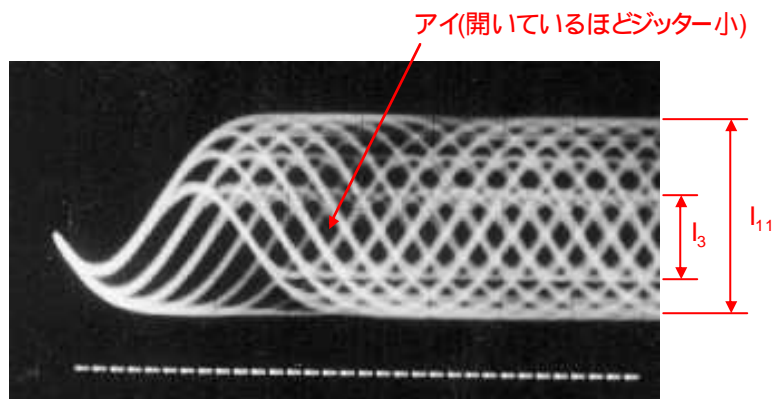
TAIYO YUDEN

9



CD-Rの再生波形

- アイパターン(Eye pattern)



2006/6/16

TAIYO YUDEN

10



CD-Rの標準化

- CD-Rの規格書:Orange Book Part II
- CD-Rの記録方式
 - Disc At Once(DAO) 一気書き
 - インクリメンタルライト 追記
 - Track At Once(TAO) オーディオ用
 - Session At Once(SAO) データ用
 - Packet Write データ用



Orange Book Part II



Part II CD-R発明物語

- CD-R発明への道のり
- CD-R開発3つのブレイクスルー
 - 反射率70%
 - 全厚1.2mm
 - 変調度60%



CD-R発明への道のり

- 1982年 太陽誘電オーディオテープ発売(That'sブランド)
- 1985夏 レコーダブルCD開発に着手
(キーワードは光・有機材料・テープの販売チャンネル)
- 1987秋 ブレーブック対応ディスク開発(反射率25%)
- 1988春 フィリップスから離縁状(CD-WO CD-MO)
100%互換をねらい開発リスタート
リスタート後2週間でCD-R発明
(3つのブレイクスルー)
パテントマップを活用し特許出願
(特許は科学技術長官賞受賞)
- 1988秋 新聞発表
- 1989春 スタートラボ発足・レコーディングサービス開始
- 1989冬 オレンジブック 発表
(Part I:CD-MO、Part II:CD-R)

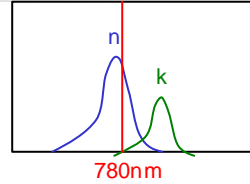


CD-R発明3つのブレイクスルー

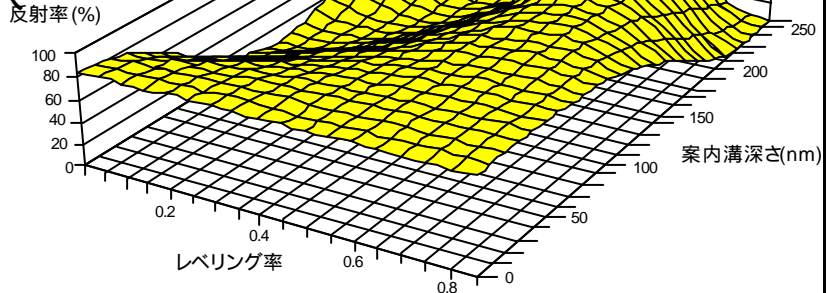
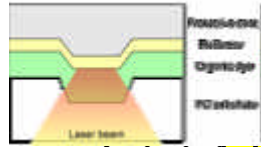
- CD100%互換実現への道
 - 案内溝上で70%以上の反射率
 - コンピュータシミュレーションで解決
 - CDと同じ1.2mmの全厚
 - ひらめきで解決
 - 記録変調度60%以上
 - 分子設計で解決

案内溝上で70%以上の反射率の実現

- 色素の光学定数設計
 - 780nmで屈折率 n 大で消衰係数 k 小さな色素の探索

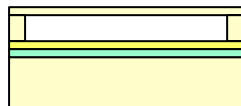


- コンピュータシミュレーションへのレベリング率の導入

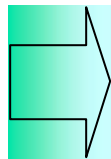


CDと同じ1.2mmの全厚

- エアサンドイッチ型から単板型へ
 - ひらめき
 - 記録には空隙が必要だと思われていた。



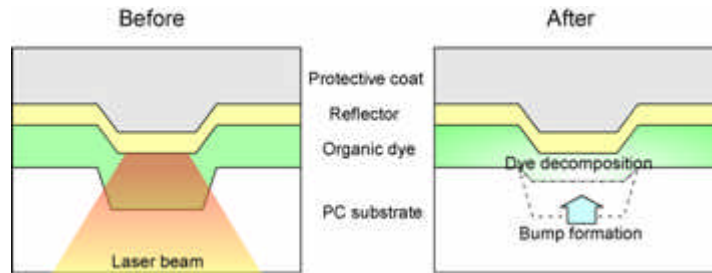
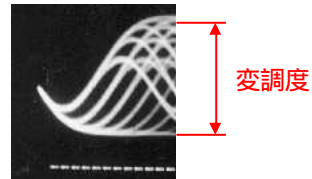
エアサンドイッチ型
光ディスク



単板型
光ディスク

記録変調度60%以上

- ハイブリッド記録モードの導入
 - 「色素記録層の分解」と「基板変形」で変調度アップ
 - 色素の分子設計
 - 光学特性と熱化学特性の両立



Part III CD-Rの進化

- CD-Rの進化
 - 高速・大容量・高機能化と原価低減
- 市場拡大と環境対応



高速・大容量・高機能化と原価低減

- 記録速度の高速化
 - 1X 2X 4X 8X 16X 48X
- 大容量化
 - 規格があるため700MB/80分が限界
 - 530MB 640MB 700MB
 - 63分 74分 80分
- 高機能化
 - プリントブル
 - ハードコート
 - カラーディスク...
- 原価低減:
 - 反射層:金 銀
 - バレクパック等の簡易梱包
 - 材料のリサイクル・リユース
 - 生産タクトのアップ

2006/6/16

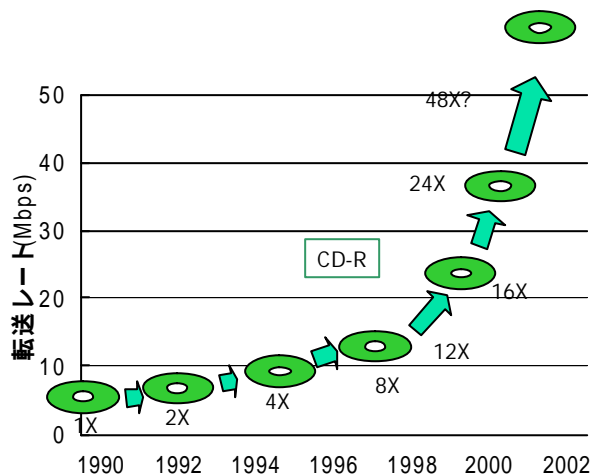
TAIYO YUDEN

19



CD-Rの記録速度の高速化

- 1X 2X 4X 8X 12X 16X 24X 48X
- 1X(等速記録)性能の維持



2006/6/16

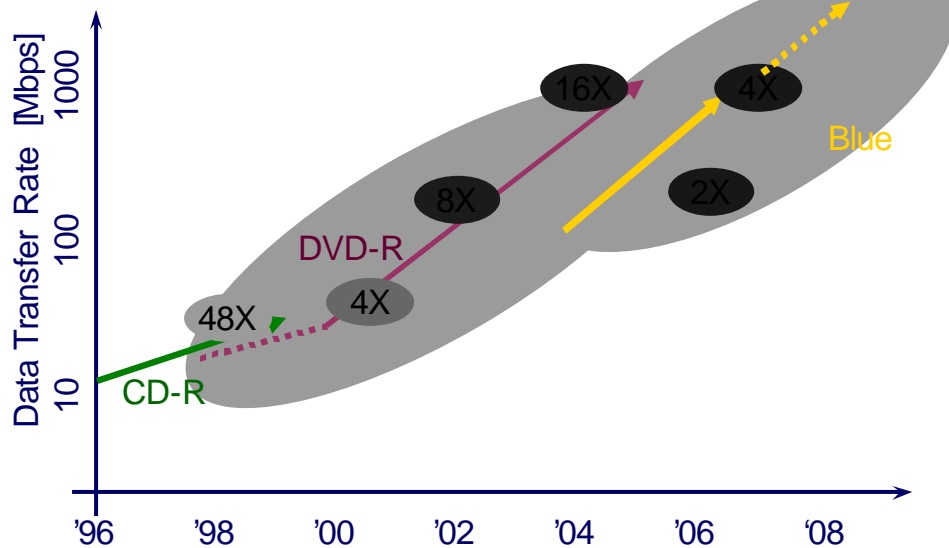
TAIYO YUDEN

20



DVD-R・BD-Rも高速記録化の道を...

- CD-R・DVD-R・BD-Rの記録速度の推移



2006/6/16

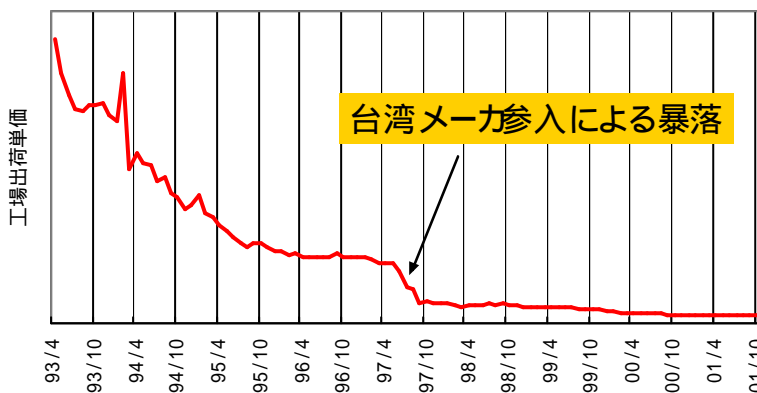
TAIYO YUDEN

21



工場出荷価格推移

- 6年で1/100近い価格ダウン
- 反射層の変更等、限りないコスト低減努力の成果



2006/6/16

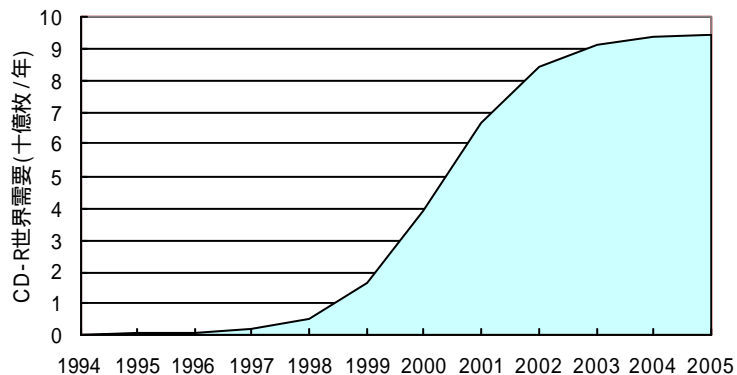
TAIYO YUDEN

22



市場拡大

- CD-Rは過去にない市場規模のメディアに成長
- 1999年に行った需要予測



2006/6/16

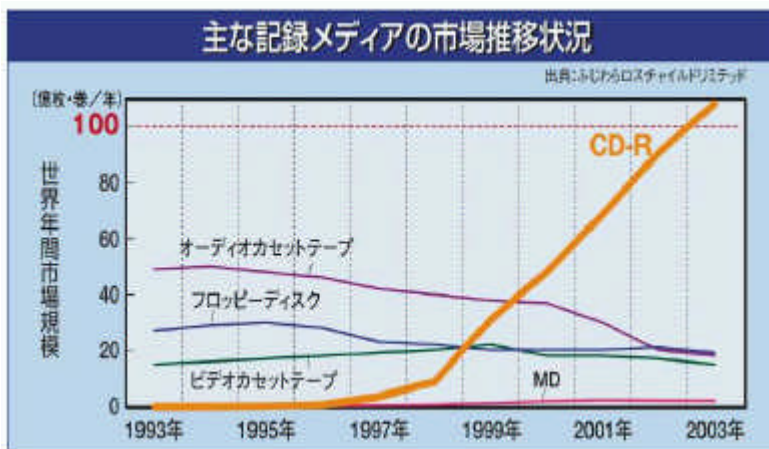
TAIYO YUDEN

23



CD-R2003年世界総生産量100億枚突破

- 2004年5月 CDs21の記者発表
- 14年で1千万倍の生産量へ
 - 月100枚(1989年) 月10億枚(2003年)



2006/6/16

TAIYO YUDEN

24



環境対応

- 市場の拡大はCD-R生産による環境への影響の考慮を要求している
 - 反射層・PC(ポリカーボネート基板材料)・色素・溶剤などのリサイクル
 - 梱包の簡素化
- PCリサイクル
 - 太陽誘電はトップメーカーとして、他社に先駆け、PCの100%リサイクル技術を自社開発し、1999年から実施

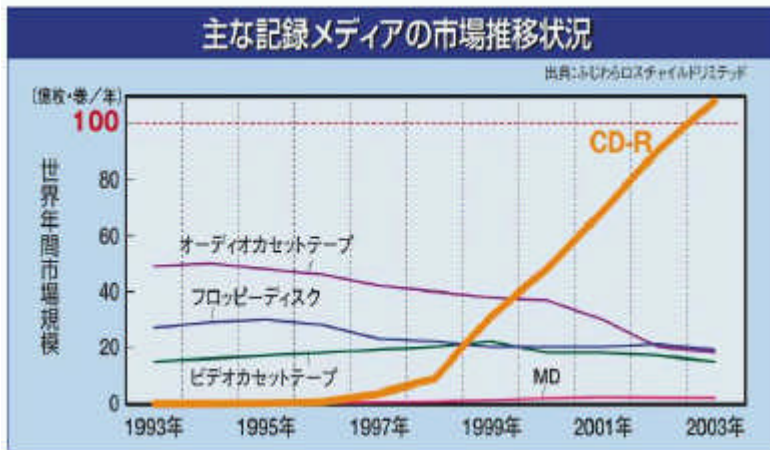


Part IV 紙を継ぐもの「CD-R

- 記録媒体の覇者CD-R
- なぜCD-Rは勝利したか?
- デジタルパピルス、CD-R
- 地球環境保護のために

記録媒体の覇者CD-R

■ CD-Rの圧倒的な勝利



なぜCD-Rは勝利したか?

■ 紙や他の電子媒体とCD-Rの比較

- CD-R・DVD-Rは紙に非常に特性を有し、紙より1MBコストが安い電子保存媒体
- 保存媒体の3条件(真正性・見読性・保存性)を満足できるメディアはCD-R・DVD-Rしかない

	紙	CD-R	DVD-R	CD-RW	3.5"FD	3.5"MO
真正性				×	×	
見読性						
保存性						
可搬性						
MBコスト(円/MB)	9.60	0.11	0.03	0.15	38.89	2.33

A4用紙1枚を0.1MBとして計算

電子保存媒体の3条件

- 電子保存媒体が紙を置き換えるための3条件
 - 真正性
 - 書き換えができないライトワンスメディア
 - 当初、「消去ができない記録媒体なんて...」と言われたが、紙は消して使う人はまずいない。
 - 見読性
 - CD-Rはどこでも読むことができる。
 - CDと完全互換 再生系はどこにでもあるCD-ROMドライブ CDプレーヤ
 - 保存性
 - 長期保存寿命
 - 650MBの大容量

デジタルパピルス、CD-R

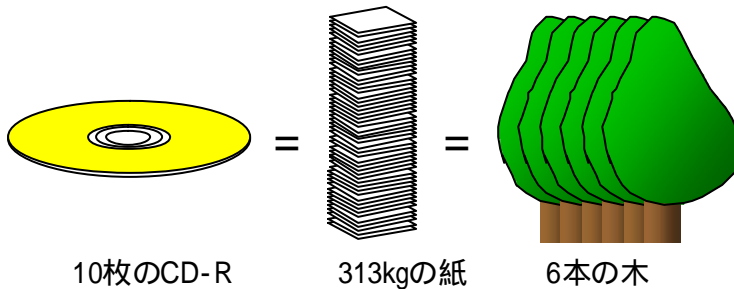
- そして、記録媒体の覇者CD-Rはデジタルパピルスとして「紙を継ぐもの」の資格を持った...
(小松左京「神を継ぐもの」のコピー)





地球環境保護のために

- CD-Rを紙の代わりに使えば、1枚のCD-Rは6本の木の伐採を救うことができる。
- 100億枚(2003年生産量)のCD-Rは60億本(地球上の木の総本数の6%)を救うことができる!!



Thank you for your attention!



- Tad Ishiguro, Taiyo Yuden
- Personal WEB Site: 「Tadの秘密のお部屋」
<http://www9.wind.ne.jp/tad1/>