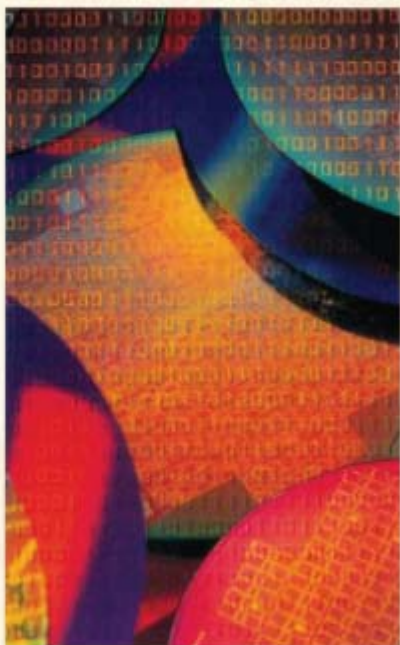


**FREDERICK SEITZ
NORMAN G. EINSPRUCH**

LA STORIA DEL SILICIO

ELETTRONICA E COMUNICAZIONE



BOLLATI BORINGHIERI

Indice

- 9 *In memoria di John Bardeen (1908-1991)*
11 *Prefazione all'edizione italiana*, di Franco Bassani
13 *Prefazione*
17 *Ringraziamenti*

La storia del silicio. Elettronica e comunicazione

- 27 1. Radici
Chimica, 28 La tavola periodica: Mendeleev, 32 Metallurgia, 33 Simmetria cristallina, 36 Proprietà fisiche dei cristalli, 38 Cristalli raddrizzatori, 40 Equazioni di Maxwell, 41 Hermann von Helmholtz ed Heinrich Hertz, 42 Henry Rowland, 45
- 47 2. Telegrafia senza fili
Edouard Branly: il «coherer», 48 Rettificazione, 51 L'invenzione di Ferdinand Braun: risonanza, 53 Alexander Popov, 57 Gli strati di Kennelly-Heaviside, 59 Bassa efficienza, 59 «Ricerca della direzione», 60 La valvola di Fleming: rettificazione alimentata, 61 Cristalli raddrizzatori, 63 Il silicio entra in campo tecnologico, 64 Trasmissioni commerciali, 68 Aggiunta alla edizione italiana, 68
- 70 3. L'era delle valvole a vuoto
E.H. Armstrong, 72 Il circuito supereterodino, 73 Estensione delle frequenze: microonde, 74 Il magnetron, 75 Modulazione di frequenza, 77 La televisione negli anni trenta, 78
- 80 4. Semiconduttori
Resoconto storico di Busch, 81 Davy e Faraday, 82 Il metodo dei quattro contatti, 83 L'effetto Hall, 84 La teoria degli elet-

troni liberi nei metalli, 86 L'energia di attivazione, 86 Karl Baedeker, 87 Centri di colore nei cristalli di alogenuri alcalini, 89 Conducibilità ionica o elettronica?, 90 Importanza delle imperfezioni nei semiconduttori, 92 Introduzione della meccanica ondulatoria, 93 La teoria delle bande, 96 Visione alternativa della struttura a bande, 97 Sodio metallico, 100 Tipi di strutture a bande, 102 Semiconduttori estrinseci, 105 Composti tre-cinque (III-V), 109

110 5. Raddrizzatori

La giunzione *p-n*, 115 Ricombinazione elettrone-lacuna, 117 Effetto fotovoltaico, 119

121 6. Radar

125 7. Radar tedesco

Spedizione internazionale al polo, 1932-33, 125 Il primo radar a impulsi, 126 Posizione durante la guerra, 127 Libro di Hollmann sulla tecnologia ad alta frequenza, 128 Magnetron a cavità multiple, 129 Rivelatori a cristallo, 130 Il silicio riemerge, 130 Radar tedesco: dalla fine degli anni trenta al 1945, 132 Posizione dei militari, 133

136 8. Radar francese

139 9. Radar sovietico

Il magnetron a cavità multipla, 139 Corrispondenza con l'accademico Zhores Alferov, 141

144 10. Radar inglese

Il magnetron, 144 Denis Robinson e H.W.B. Skinner, 146 Carriere postbelliche, 152 Coinvolgimento industriale, 153 Fonti britanniche, 153 Thoma o Hollmann?, 154

155 11. Gli Stati Uniti: il Radiation Laboratory

Il Naval Research Laboratory, 155 Il Signal Corps, 158 Il Radiation Laboratory, 159 Aiuto dall'esterno, 160 Misure di Bidwell sul germanio, 162 I Bell Telephone Laboratories, 164 Il contributo decisivo della DuPont, 165 Germanio, 168 Alternativa delle valvole a vuoto, 168 Centralizzazione ed espansione, 169 Purdue University, 173 Contributi dall'industria, 175 Le conferenze retrospettive, 176 Attività postbelliche, 177 Riepilogo, 179

180 12. Radar giapponese

182 13. I Bell Telephone Laboratories

Informazioni pubbliche, 184 Il triodo con valvola a vuoto, 185 Semiconduttori, 188 Ricerche sulle microonde, 190 Giunzione *p-n*, 192 Decisione di Kelly, 193

195 14. Il transistor discreto

Dispositivo a effetto di campo, 196 Bardeen, Brattain e le trappole di superficie, 198 L'invenzione del transistor bipolare a punto di contatto, 202 Complessità, 205 Esperimento di Shive, 206 La scelta di Bardeen-Brattain, 207 Il transistor bipolare a giunzione, 207 La sorte dei portatori minoritari, 209 Il transistor a effetto di campo e il brevetto di Bardeen, 211 Svuotamento indotto e transistor a effetto di campo a giunzione, 211 L'invenzione del triodo in Francia, 213 Silicio contro germanio, 214 Politica dei brevetti e decisione di Kelly, 215 Texas Instruments, IBM e altri partecipanti, 216 Silicio della DuPont e alternative, 217

218 15. Bardeen e Shockley: nuove carriere

La società Shockley Transistor, 220

227 16. Gli sviluppi della tecnologia e della logica, 1948-60

Elementi logici, 229 Ruolo del germanio e del silicio, 229 Fabbricazione dei transistor, 234 Uso delle maschere e dei materiali fotoresistivi, 239 Impiantazione ionica, 240 Automazione, 240 Diversità di azione: transistor mesa e planari, 240

242 17. Il circuito integrato

L'invenzione di Kilby, 244 Sviluppi alla Fairchild e Robert Noyce, 245 Trattative sui brevetti, 246 Conservazione della memoria, 246 Immagazzinamento su chip integrati, 247 Dispositivi ad accoppiamento di carica, 249

252 18. Progressi negli anni settanta e previsioni utopistiche

Intuizioni di Haggerty e Moore (1964 e 1965), 252 Punto di vista di Haggerty, 253 Gordon E. Moore e la prima legge di Moore, 254 Commento, 255 Passaggio al trattamento digitale dei dati sismici, 255 La creazione della Intel, 256 Proliferazione, 257 Transistor a effetto di campo, 259

260 19. Gli anni settanta e il microcontroller

Texas Instruments, 260 Eventi alla Intel, 261 Espansione dei campi di applicazione, 265 Archivio di una biblioteca, 265 Impianti di fabbricazione, 265 Competizione giapponese, 266 Le associazioni nell'industria dei semiconduttori, 267

269 20. 1980-2000 e il futuro

SEMATECH, 272 Seconda legge di Moore, 273 Software, 274 Rendimenti, 274 Il ruolo speciale del silicio, 276 Microprocessori, 277 Elaborazione del linguaggio, 277 Biologia cellulare e molecolare, 278 Sistemi «user-friendly», 278 Internet, 281

APPENDICI

285 A. Previsioni di Patrick Haggerty (1964)

Importanza dell'integrazione, 285 Intima pervasività dell'elettronica, 286 Barriere da superare per realizzare la diffusione dell'elettronica, 287 Caratteristica di autoconsistenza della nuova elettronica, 289 Applicazioni ormai fuori moda, 289 Applicazioni a sorgenti di informazione non-digitali (lineari o analogiche), 290 Sviluppi recenti, 290 Tentativo di previsione, 291 Requisiti di base per i successi futuri, 293

296 B. Previsioni di Gordon Moore (1965)

Presente e futuro, 296 La nuova elettronica possiede solide basi, 297 Prove di affidabilità, 297 Costi e curve: la legge di Moore, 298 Due millesimi di pollice quadri, 299 Aumento dei rendimenti di produzione: i costi dei moduli integrati diventeranno dominanti?, 301 Problemi di riscaldamento, 301 Giorno della resa dei conti, 302 Circuiteria lineare (analogica), 303

305 *Indice dei nomi*

311 *Indice analitico*